

การประมวลผลทรานแซกชันบนระบบฐานข้อมูลแบบคลาวด์ดีบีทู  
TRANSACTION PROCESSING ON DB2 CLOUD DATABASE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

การประมวลผลทรานแซกชันบนระบบฐานข้อมูลแบบคลาวด์ดีบีทู  
TRANSACTION PROCESSING ON DB2 CLOUD DATABASE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2555

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประมวลผลทรานแซกชันบนระบบฐานข้อมูลแบบคลาวด์ตีปีทุ

TRANSACTION PROCESSING ON DB2 CLOUD DATABASE SYSTEM

ผู้จัดทำ

- |                    |               |              |          |
|--------------------|---------------|--------------|----------|
| 1. นายณัฐชนน       | ลีลาพรอุตม    | รหัสนักศึกษา | 52010315 |
| 2. นางสาวทิพย์วิมล | จิวิริยะวัฒน์ | รหัสนักศึกษา | 52010418 |



*Signature*

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศุภมิตร จิตตะยโสธร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การประมวลผลทรานแซกชันบนระบบฐานข้อมูล แบบคลาวด์ตีปีทู

นาย ธีรชน	ลีลาพรอุดม	52010315
นางสาว ทิพย์วิมล	จิวิริยะวัฒน์	52010418
รศ.ดร. ศุภมิตร	จิตตะยโสธร	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2555		

## บทคัดย่อ

ระบบคอมพิวเตอร์ชนิดคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและมีแนวโน้มที่จะพัฒนาอย่างมากในอนาคต มีระบบจัดการฐานข้อมูลจำนวนหนึ่งสามารถปฏิบัติงานบนระบบคอมพิวเตอร์ชนิดคลาวด์ได้แล้ว โครงการนี้เป็นการศึกษาขีดความสามารถในการประมวลผลทรานแซกชันของระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทูบนระบบคลาวด์ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลแบบคลาวด์ การใช้งานเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์ และศึกษาหลักการทำงานของทรานแซกชัน ซึ่งประกอบด้วย การเลื่อนการบังคับกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล สถานะของทรานแซกชัน การจัดการลำดับการปฏิบัติคำสั่งในทรานแซกชัน การปฏิบัติงานร่วมกันในช่วงเวลาเดียวกัน ทดสอบปัญหาการควบคุมการปฏิบัติงานร่วมกันในช่วงเวลาเดียวกัน การปรับระดับของความถูกต้องตามความต้องการของโปรแกรมประยุกต์ การปฏิบัติหลายงานเป็นกิจกรรมเดียว การกู้คืนทรานแซกชันจากกรณีความล้มเหลวของระบบจัดการฐานข้อมูล และความปลอดภัยของฐานข้อมูลที่ถูกดูแลโดยระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลแบบคลาวด์ตีปีทูจะถูกประเมินในหัวข้อต่าง ๆ เหล่านี้ พร้อมทั้งมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทูในระบบคลาวด์

# TRANSACTION PROCESSING ON DB2 CLOUD DATABASE SYSTEM

Mr. Nutchanon	Leelapornudom	52010315
Ms. Tipwimon	Jiwiriyawat	52010418
Assoc. Prof. Dr. Suphamit	Chittayasothorn	Advisor
Academic Year 2012		

## ABSTRACT

Cloud computing is a promising technology and has the potential of great evolution in the future. There are database management systems that operate in the cloud computing environment. This project studies transaction processing capabilities of the DB2 system in the cloud. In addition, studying about usability of DBMS in the cloud, usability of tools to help in database management in the cloud and the principles of transaction processing including deferred integrity constraints enforcement, transaction states, transaction scheduling and concurrency control, testing the concurrency control problems, levels of consistency, transaction atomicity and recovery, and security features of database that is controlled by DBMS. The DB2 DBMS in the cloud will be evaluated based on these aspects. Prototype applications that work on DB2 in the cloud will be constructed.

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ศุภมิตร จิตตะยโสธร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางการทำงาน ข้อควรปรับปรุงแก้ไข และให้คำปรึกษาที่ดีในเรื่องต่าง ๆ อย่างตั้งใจโดยตลอด จึงทำให้โครงการชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด ทำให้สามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในโครงการนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อน ๆ ทุกคนที่พร้อมให้คำปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในเรื่องเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ

นอกจากบุคคลที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ต้องขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของ ข้าพเจ้าที่ให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ให้กำลังใจ ให้โอกาสในการศึกษา และให้การสนับสนุนในทุก เรื่องมาโดยตลอด ทำให้ข้าพเจ้ามาจนถึงจุดนี้ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ ข้าพเจ้าได้เข้ามาศึกษาหาความรู้ที่นี่ ข้าพเจ้ารู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่ง คุณความดีใด ๆ ที่ปรากฏใน โครงการนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นาย ญัฐชนน

นางสาว ทิพย์วิมล

ลีลาพรอุดม

จิวิริยะวัฒน์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	X
สารบัญรูป .....	XIII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.4 วิธีการดำเนินการ .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) .....	4
2.1.1 เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology) .....	4
2.1.2 นิยามของคลาวด์คอมพิวติ้ง .....	5
2.1.3 ลำดับชั้นของคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing Layers) .....	7
2.1.4 ประเภทของคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing Types) .....	9
2.2 ไอบีเอ็ม ดีบีทู (IBM DB2) .....	11
2.3 ผู้ให้บริการดีบีทูบนคลาวด์คอมพิวติ้ง .....	13
2.3.1 ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ .....	14
2.3.2 อเมซอนอีซีทู .....	17
2.4 ทรานแซกชัน (Transactions) .....	20
2.4.1 ทรานแซกชันคืออะไร .....	20

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.2 คุณสมบัติของทรานแซกชัน.....	22
2.5 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity Property) .....	25
2.5.1 ขอบเขตของทรานแซกชัน.....	25
2.5.2 ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนาน .....	25
2.6 คุณสมบัติความสอดคล้อง (Consistency Property) .....	26
2.6.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล.....	26
2.6.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน.....	27
2.6.3 ทริกเกอร์.....	28
2.6.4 การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ.....	28
2.7 คุณสมบัติความโดดเดี่ยว (Isolation Property) .....	28
2.7.1 การควบคุมการทำงานพร้อมกัน (Concurrency control).....	28
2.7.2 ปัญหา 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน.....	29
2.7.3 การล็อก (Lock).....	32
2.8 คุณสมบัติความคงทน (Durability Property).....	34
2.8.1 การกู้คืนข้อมูลจากกรณีความล้มเหลวของระบบ .....	34
2.9 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู.....	34
2.9.1 การกำหนดขอบเขตของทรานแซกชัน.....	35
2.9.2 ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนาน.....	36
2.10 คุณสมบัติความสอดคล้องภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู.....	36
2.10.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล .....	36
2.10.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน .....	36
2.10.3 ทริกเกอร์.....	37
2.10.4 การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ.....	37
2.11 คุณสมบัติความโดดเดี่ยวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู.....	38
2.11.1 การปรับระดับของความถูกต้อง (levels of consistency) .....	38
2.12 คุณสมบัติความคงทนภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู .....	42
2.12.1 ประเภทของการกู้คืน (Types of recovery).....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12.2 ล็อกในดีบีทู (DB2 Logs).....	43
2.12.3 ประเภทของล็อก (Types of logs).....	45
2.12.4 ประเภทของการเก็บล็อก (Types of logging).....	45
2.13 เคอร์เซอร์ในดีบีทู.....	47
2.13.1 ประเภทของเคอร์เซอร์.....	47
2.13.2 ผลกระทบจากชนิดของเคอร์เซอร์.....	48
2.13.3 การตั้งค่ารีเซ็ตเขตในภาษาจาวา.....	49
2.13.4 การตั้งค่ารีเซ็ตเขตของภาษาจาวาต่อดีบีทู.....	50
2.14 การล็อก (Lock).....	51
2.14.1 วิธีการล็อกในดีบีทู (Lock Mode).....	51
2.14.2 ความเข้ากันได้ของล็อกแต่ละประเภท (Lock type compatibility).....	53
2.15 ความปลอดภัยของฐานข้อมูล (Database Security).....	54
2.15.1 การยืนยันตัวตน (Authentication).....	54
2.15.2 การอนุญาต (Authorization).....	56
2.15.3 การให้สิทธิ์และการถอนสิทธิ์ (Grant and Revoke).....	62
2.15.4 บทบาท (Roles).....	63
2.15.5 การออডিท (Auditing).....	63
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา.....	67
3.1 รายละเอียดของโครงการ.....	67
3.2 ระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง.....	67
3.2.1 ภาพรวมของระบบคลาวด์คอมพิวติ้งกับการใช้งานระบบฐานข้อมูลดีบีทู.....	70
3.3 เครื่องมือที่ช่วยเหลือ.....	70
3.3.1 ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ.....	71
3.3.2 ไอบีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล.....	72
3.3.3 อินโฟสเฟีย ออบทิม เพอร์ฟอร์แมนซ์ เมเนเจอร์.....	72
3.3.4 ฟังก์ชัน ดีบีทูพีดี.....	72

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การออกแบบเพื่อทดสอบการประมวลผลทรานแซกชัน.....	73
3.4.1 การศึกษาเรื่อง ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity) .....	73
3.4.2 การศึกษาเรื่อง ความสอดคล้อง (Consistency) .....	73
3.4.3 การศึกษาเรื่อง ความโดดเดี่ยว (Isolation) .....	74
3.4.4 การศึกษาเรื่อง ความคงทน (Durability) .....	74
3.5 การออกแบบเพื่อทดสอบความปลอดภัยของฐานข้อมูล .....	74
3.6 โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสำหรับการทดลอง .....	75
3.6.1 ออกแบบการทดลอง.....	75
3.6.2 เหตุการณ์ตัวอย่าง.....	75
3.7 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	76
3.7.1 การทำงานของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ .....	77
3.7.2 ภาพรวมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	78
3.7.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	79
3.7.4 การประมวลผลทรานแซกชันของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	80
3.7.5 ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลของร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	83
3.8 โปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์.....	84
3.8.1 การทำงานของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์.....	84
3.8.2 ภาพรวมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ .....	85
3.8.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ .....	86
3.8.4 การประมวลผลทรานแซกชันของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ .....	86
3.8.5 ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์.....	88
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	89
4.1 การทดลองการประมวลผลทรานแซกชัน.....	89
4.2 การทดลองคุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลทีพีทู.....	89
4.2.1 ขอบเขตของทรานแซกชัน.....	89
4.2.2 การซ้อนภายในทรานแซกชัน.....	92

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การทดลองคุณสมบัติความสอดคล้องภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู .....	94
4.3.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล.....	94
4.3.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน.....	95
4.3.3 ทริกเกอร์ .....	97
4.4 การทดลองคุณสมบัติความโดดเดี่ยวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู .....	97
4.4.1 การตั้งค่าระดับไอโซเลชันในดีบีทู.....	98
4.4.2 การทดลองคุณสมบัติความโดดเดี่ยวใน interactive mode ของดีบีทู.....	98
4.4.3 การทดลองคุณสมบัติความโดดเดี่ยวในโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ .....	114
4.5 การทดลองคุณสมบัติความคงทนภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู.....	120
4.5.1 ตัวแปรในการเก็บล็อก (Logging parameters).....	121
4.6 การทดลองเคอร์เซอร์ในดีบีทู .....	122
4.6.1 การตั้งค่ารีเซ็ตในภาษาจาวา.....	122
4.6.2 สรุปผลการทดลองการใช้งานเคอร์เซอร์ในดีบีทู .....	123
4.6.3 การทดลองตั้งค่าระดับไอโซเลชันเพื่อจัดการกับปัญหา 4 ข้อของการทำงานพร้อมกันของทรานแซกชัน .....	124
4.7 การตรวจสอบล็อก (lock) ในดีบีทู .....	128
4.7.1 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด.....	128
4.7.2 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี .....	129
4.7.3 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี.....	129
4.7.4 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด.....	131
4.8 การทดลองความปลอดภัยของฐานข้อมูลดีบีทู.....	133
4.8.1 การทดลองการยืนยันตัวตน .....	133
4.8.2 การทดลองการอนุญาต .....	133
4.9 การใช้งานการประมวลผลทรานแซกชันในโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	134
4.9.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ .....	134
4.9.2 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว.....	138

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.9.3 คุณสมบัติความสอดคล้อง .....	138
4.9.4 คุณสมบัติความโดดเด่น.....	139
4.10 การใช้งานการประมวลผลทรานแซกชันในโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตร ภาพยนตร์ .....	140
4.10.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรภาพยนตร์.....	140
4.10.2 การทำงานของการประมวลผลทรานแซกชันกับโปรแกรมประยุกต์.....	143
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....	145
5.1 บทสรุป .....	145
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข.....	146
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ.....	147
บรรณานุกรม .....	149
ภาคผนวก ก .....	152
ก1 เว็บไซต์ของไอบีเอ็มที่เปิดให้ส่งคำขอเพื่อทดลองใช้คลาวด์ฟรี 90 วัน.....	152
ก2 การใช้งานเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์.....	153
ภาคผนวก ข .....	163
ข1 ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน ..	163
ภาคผนวก ค .....	168
ค1 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน .....	168
ค2 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน.....	173

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สรุประดับไอโซเลชันและปัญหาที่ได้รับการแก้ไข.....	42
2.2 แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างการตั้งค่าในภาษาจาวาและดีบีทิว.....	50
2.3 สรุปวิธีการล๊อคที่ใช้ในดีบีทิวรุ่น 9.7.....	51
2.4 ชนิดของการยืนยันตัวตน.....	56
2.5 สิทธิ์ต่าง ๆ และการใช้งานระดับอินสแตนซ์.....	57
2.6 สิทธิ์ต่าง ๆ และการใช้งานระดับฐานข้อมูล.....	60
2.7 หมวดหมู่ของการบันทึกอดีต.....	64
3.1 วิเคราะห์เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของทรานแซกชันของร้านขายแผ่น ภาพยนตร์ออนไลน์.....	81
3.2 สรุปเหตุการณ์ที่อาจเกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันของระบบซื้อและจองบัตรชม ภาพยนตร์.....	88
4.1 ตารางตัวอย่าง SP สำหรับการทดสอบ โดยมี S# เป็นไพรมารี คีย์ (Primary Key).....	89
4.2 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด .....	99
4.3 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูล ผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด.....	100
4.4 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการเขียนข้อมูล ผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด.....	100
4.5 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันอันคอม มิทิตรีด ..	101
4.6 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด.....	102
4.7 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี ตี.....	102
4.8 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูล ผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี (ปิดการใช้งานเคอร์เนล คอมมิทิตรีด) .....	103

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี (เปิดการใช้งานเคอร์เนลทีลี คอมมิทิต)	104
4.10 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี.....	105
4.11 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชัน เคอร์เซอร์สเตบิลิตี.....	105
4.12 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี.....	106
4.13 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี	107
4.14 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี .....	108
4.15 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี .....	108
4.16 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชัน รีดสเตบิลิตี.....	109
4.17 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี.....	110
4.18 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด.....	111
4.19 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด .....	112
4.20 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด .....	112
4.21 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชัน รีพีเทเบิลรีด.....	113
4.22 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด .....	114
4.23 ตารางสรุปการตั้งค่านับไอโซเลชันกับการแก้ปัญหา.....	120
4.24 สรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเก็บล็อกของดีบียู 9.7 .....	121
4.25 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีบียูกับไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีด .....	125
4.26 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีบียูกับไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตี.....	126

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.27 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีพิกซ์กับไอโซเลชันระดับบริดสเทบิลิตี้ .....	127
4.28 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีพิกซ์กับไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลริต .....	127
ข1.1 คำอธิบายตัวย่อที่ใช้บอกระดับไอโซเลชันที่ใช้ และลักษณะของเคอร์เซอร์.....	166



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบปกติกับระบบที่เป็นเวอร์ชวลแมชชีน.....	4
2.2 ลำดับชั้นในคลาวด์คอมพิวติ้ง.....	7
2.3 แสดงตัวอย่างการให้บริการคลาวด์แต่ละระดับ.....	9
2.4 ประเภทของคลาวด์คอมพิวติ้ง.....	10
2.5 คลาวด์แบบใช้ระหว่างองค์กร.....	11
2.6 แสดงประวัติในช่วงเวลาต่าง ๆ ของดีบีทู.....	12
2.7 ผลิตภัณฑ์หลัก ๆ ในตระกูลดีบีทู.....	13
2.8 สมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์อินสแตนซ์ (SCE instance) ขนาดต่าง ๆ และค่าของโปรเซสเซอร์ (Processor Value Units: PVU) ในแต่ละอินสแตนซ์.....	15
2.9 รายการโปรแกรมที่มีให้บริการในโอเปอ์เอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์.....	16
2.10 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของบริษัทโอเปอ์เอ็ม ที่เมฆอนอีซีทูมีให้บริการ.....	19
2.11 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการซื้อรถยนต์คันใหม่ ตามกฎ ก.....	21
2.12 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการโอนเงิน.....	21
2.13 การป้องกันการเพิ่มข้อมูลที่ซ้ำสำหรับยูนิค คีย์.....	26
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง ฟอรัลน คีย์และไพรมารี คีย์.....	27
2.15 การปรับปรุงข้อมูลของทรานแซกชันเอ (Transaction A) สูญหายเมื่อเวลา ที่4 (t4).....	29
2.16 การอ่านข้อมูลจากการปรับปรุงข้อมูลที่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง.....	30
2.17 การปรับปรุงข้อมูลจากข้อมูลที่ถูกรับปรุงก่อนหน้าแต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง.....	30
2.18 ทรานแซกชันเกิดความไม่สอดคล้องในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
2.19 ตัวอย่างการทำงานพร้อมกัน และความจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมการทำงานพร้อมกัน.....	32
2.20 แสดงตัวอย่างการทำงานพร้อมกัน และความจำเป็นที่ต้องมีล็อก.....	33
2.21 เปรียบเทียบระดับไอโซเลชันของดีบีทูกับไอโซเลชันมาตรฐานตามเอสคิวแอล-92.....	39
2.22 แสดงการเขียนล็อกไปก่อนหน้า (write-ahead logging).....	44
2.23 การเก็บล็อกแบบวงกลม.....	46
2.24 การเก็บล็อกแบบอาร์ไคววอล.....	46
2.25 สรุปความเข้ากันได้ของวิธีการล็อกในดีบีทู 9.7.....	54
2.26 แสดงหลักการการยืนยันตัวตนของดีบีทู.....	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 สิทธิต่าง ๆ และลำดับขั้นของการทำงานของอินสแตนซ์.....	57
2.28 สิทธิต่าง ๆ และลำดับขั้นของการทำงานของฐานข้อมูล.....	59
2.29 การบันทึกออดิทในระดับอินสแตนซ์ .....	65
3.1 ตัวอย่างการเลือกทรัพยากรของอินสแตนซ์กับไอพีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ ฯ.....	68
3.2 หลักการใช้งานกุญแจส่วนตัว (private key).....	69
3.3 ตัวอย่างการเข้าใช้งานระบบฐานข้อมูลบีทู ผ่านโปรแกรมพีดี.....	69
3.4 ภาพรวมการใช้งานบีทูบนระบบคลาวด์.....	70
3.5 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม ไอพีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ.....	71
3.6 การทำงานของ อินโฟสเปีย ออบทิม เพอฟอร์มแมนซ์ เมเจอร์.....	72
3.7 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	78
3.8 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	79
3.9 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์.....	85
3.10 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์.....	86
4.1 ฟังก์ชันต่าง ๆ ของคำสั่งเพิ่มเติม .....	90
4.2 ทดลองทรานแซกชัน โดยยืนยันการเปลี่ยนแปลง .....	91
4.3 ทดลองทรานแซกชัน โดยยกเลิกการเปลี่ยนแปลง .....	92
4.4 ทดลองการใช้จุดบันทึกระหว่างทรานแซกชัน .....	93
4.5 ผลลัพธ์จากการทำคำสั่งสุดท้ายสำเร็จ .....	93
4.6 ผลลัพธ์จากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึก.....	93
4.7 แสดงการเพิ่มแถวข้อมูล ที่มีการซ้ำของไพรมารี คีย์.....	94
4.8 แสดงการเพิ่มกฎตรวจสอบกับตาราง SP .....	95
4.9 ทดลองการเพิ่มแถวข้อมูล ที่ละเมิดกฎตรวจสอบ .....	95
4.10 ทดลองการเพิ่มแถวข้อมูล ที่ละเมิดกฎระหว่างทรานแซกชัน.....	95
4.11 ทดลองทำการโหลดข้อมูลที่มีการละเมิดกฎการตรวจสอบ .....	96
4.12 นำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ โดยมีการละเมิดกฎตรวจสอบ .....	96
4.13 นำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ โดยแยกข้อมูลที่ละเมิดกฎออก.....	96
4.14 แสดงข้อมูลในตาราง SP เมื่อกลับเข้าสู่สถานะปกติ.....	97

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 ผลลัพธ์สุดท้ายของการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล ตารางที่ 4.2.....	99
4.16 ผลลัพธ์การอ่านข้อมูลจากทรานแซกชัน 2 ในตารางที่ 4.9.....	104
4.17 ผลลัพธ์ของการอ่านข้อมูลจาก S3 ของทรานแซกชัน 2 ในตารางที่ 4.16.....	109
4.18 ผลลัพธ์ของการอ่านข้อมูลจากทรานแซกชัน 2.....	113
4.19 เจ้าหน้าที่ทำเป็ยนทำการอ่านข้อมูลนักศึกษาที่ยังไม่ได้จ่ายเงิน.....	115
4.20 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเปลี่ยนการจ่ายเงิน.....	116
4.21 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการปรับเงินคนที่จ่ายช้า.....	116
4.22 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเปลี่ยนเกรดนักศึกษา.....	117
4.23 นักศึกษาทำการตรวจสอบเกรดของนักศึกษาเอง.....	117
4.24 แสดงการรวมยอดเงินของเจ้าหน้าที่ทะเบียน.....	119
4.25 แสดงการรวมเงินที่ควรได้.....	119
4.26 รายชื่อนักศึกษาที่เจ้าหน้าที่ทะเบียนพิมพ์ได้.....	120
4.27 SQL error message ที่เกิดจากการใช้เคอร์เซอร์เป็น TYPE_FORWARD_ONLY แล้วส่งถอย หลัง.....	123
4.28 แสดงค่า error จากการทดลอง refresh เมื่อเคอร์เซอร์เป็น sensitive และ read only.....	124
4.29 แสดงปัญหา uncommitted dependency กรณี dirty read.....	125
4.30 ล็อกที่เกิดขึ้นเมื่อทรานแซกชัน 2 ต้องการเขียนทับข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงอยู่.....	128
4.31 แสดงล็อกเมื่อทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 กำลังปรับปรุงอยู่.....	129
4.32 แสดงล็อกเมื่อทรานแซกชัน 2 พยายามปรับปรุงข้อมูลข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 อ่านอยู่.....	130
4.33 แสดงล็อกของทั้งทรานแซกชัน 2 และ 9 ขณะเกิด dead lock.....	130
4.34 แสดงล็อกขณะทรานแซกชัน 9 เกิด wait เมื่อพยายามปรับปรุงข้อมูลที่ทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่ .....	131
4.35 แสดงล็อกของทั้ง 2 ทรานแซกชันขณะเกิด dead lock ของปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง .....	131
4.36 แสดงการล็อกตารางของรีพีเทเบิลรีด.....	132
4.37 แสดงล็อกเมื่อทรานแซกชัน 9 การพยายามเพิ่มข้อมูลลงในตาราง.....	132
4.38 แสดงสถานะการยืนยันตัวตนที่ผิดพลาด ซึ่งถูกจัดการโดยระบบจัดการฐานข้อมูล.....	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.39 แสดงการเข้าใช้งานส่วนอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต.....	134
4.40 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน .....	135
4.41 หน้าตะกร้าสินค้าของโปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	136
4.42 หน้าสรุปรายการสั่งซื้อของโปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์.....	136
4.43 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน.....	137
4.44 ส่วนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน .....	137
4.45 การแสดงรอบฉายของโปรแกรมประยุกต์.....	141
4.46 การเลือกที่นั่งในโรงภาพยนตร์ของโปรแกรมประยุกต์ .....	142
4.47 แสดงผลลัพธ์ของการเลือกซื้อที่นั่งของโรงภาพยนตร์ .....	143
ก1.1 หน้าเว็บไซต์ <a href="http://www.ibm.com/developerworks/expert/try.html">www.ibm.com/developerworks/expert/try.html</a> .....	152
ก1.2 รายละเอียดของระบบคลาวด์ของไอบีเอ็มที่ให้ทดลองใช้งานฟรี 90 วัน .....	153
ก2.1 เว็บไซต์ <a href="http://www.ibm.com/cloud/enterprise">www.ibm.com/cloud/enterprise</a> .....	154
ก2.2 หน้าหลักเมื่อลงชื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์.....	154
ก2.3 หน้าควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ (Instance) ในไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ ไพรส์.....	155
ก2.4 รายการอินสแตนซ์ที่มีให้ทดลองใช้ในไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์.....	156
ก2.5 หน้าต่างเลือกรายละเอียดและกำหนดค่าต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ที่ต้องการเพิ่ม .....	157
ก2.6 หน้าต่างสร้างคีย์คู่เพื่อใช้ในการติดต่อไปยังอินสแตนซ์แบบเข้ารหัสอย่างปลอดภัย.....	158
ก2.7 หน้าต่างตั้งค่ารหัสสำหรับของบัญชีผู้ใช้งานเริ่มต้นของดีบีทูคลาวด์ .....	159
ก2.8 หน้าต่างสรุปรายละเอียดต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ก่อนทำการเพิ่ม.....	160
ก2.9 หน้าต่างยืนยันการเพิ่มอินสแตนซ์ .....	161
ก2.10 หน้าควบคุมหลักที่มีอินสแตนซ์ซึ่งถูกร้องขอใช้งานเพิ่มเข้ามาใหม่แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้.....	161
ก2.11 หน้าควบคุมหลักที่อินสแตนซ์ซึ่งถูกเพิ่มเข้ามาใหม่และสามารถใช้งานได้แล้ว .....	162
ก2.12 รายละเอียดอินสแตนซ์ในหน้าหน้าควบคุมหลัก .....	162
ข1.1 เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน ที่ใช้งานดีบีทู คลาวด์ .....	163

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข1.2 ส่วนประกอบการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชันตัวอย่างที่ใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน.....	164
ข1.3 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล.....	165
ข1.4 ส่วนที่บอกระดับไอโซเลชันที่ใช้ และลักษณะของเคอร์เซอร์.....	165
ข1.5 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน.....	166
ข1.6 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง.....	167
ข1.7 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาปรากฏการณ์เงา.....	167
ค1.1 เว็บไซต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน.....	168
ค1.2 หน้ารายการภาพยนตร์ซึ่งแบ่งตามหัวข้อต่าง ๆ.....	169
ค1.3 หน้าผลลัพธ์การค้นหาสินค้า.....	169
ค1.4 หน้าแสดงรายละเอียดภาพยนตร์และข้อมูลสินค้า.....	170
ค1.5 หน้าแสดงข้อมูลสาขา.....	171
ค1.6 หน้าประวัติการสั่งซื้อของสมาชิก.....	171
ค1.7 หน้าการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก.....	172
ค1.8 หน้าแจ้งการชำระเงินของลูกค้า.....	173
ค2.1 เว็บไซต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน.....	173
ค2.2 หน้าตรวจสอบการจองสินค้า.....	173
ค2.3 หน้าปรับเปลี่ยนการชำระเงิน แสดงรายการสั่งซื้อที่ลูกค้ายืนยันการสั่งซื้อแล้ว.....	174
ค2.4 หน้าแสดงรายละเอียดการสั่งซื้อของลูกค้า.....	174
ค2.5 หน้าแสดงรายการสินค้าคงเหลือของร้าน.....	175
ค2.6 หน้าแสดงรายละเอียดสินค้าคงเหลือและวันที่นำเข้า.....	175
ค2.7 หน้าแสดงรายการสินค้าภาพยนตร์ของร้าน.....	176
ค2.8 หน้าเพิ่มรายการสินค้าใหม่.....	176
ค2.9 หน้าแก้ไขหรือลบรายละเอียดสินค้า.....	177
ค2.10 หน้าแสดงรายการส่วนลด.....	178
ค2.11 หน้าแสดงข้อมูลสาขา.....	178
ค2.12 หน้าสรุปยอดขายของร้าน.....	179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการงาน

ในปัจจุบันกลุ่มธุรกิจมากมายได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งองค์กรธุรกิจต่าง ๆ ได้มีการใช้งานทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างแพร่หลาย โดยแต่ละบริษัทจำเป็นต้องแบกรับค่าใช้จ่ายทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในเรื่องของทรัพยากรฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งในบางครั้งจำเป็นต้องเสียเวลาอย่างมากในการติดตั้ง ทดลองใช้งาน และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์ซ่อมบำรุง รวมถึงค่าลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์แต่ละชนิดอีกด้วย จึงได้มีการพัฒนาระบบใหม่ขึ้นมารองรับความต้องการของผู้ใช้บริการที่เรียกว่า ตามความต้องการ (on demand หรือ as a service) ซึ่งก็คือระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ (Cloud Computing) เป็นระบบที่เปิดให้ผู้ให้บริการได้ใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ ผ่านเครือข่าย โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เอง ทำให้เริ่มมีธุรกิจหลากหลายด้านหันมาสนใจที่จะนำระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งาน

ในแต่ละบริษัทที่ใช้งานระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ก็จะนำข้อมูลหรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ของบริษัทที่ต้องการใช้งานมาเก็บไว้ในระบบคลาวด์ อาจรวมถึงข้อมูลสำคัญของบริษัท เช่น ฐานข้อมูลก็จะถูกเก็บอยู่ในคลาวด์ด้วยเช่นกัน ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลของแต่ละบริษัทเลือกใช้จะแตกต่างกันออกไปตามความต้องการ โดยระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละชนิดก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม คือ ดิบีทู (DB2) ของบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) แต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่มักจะไม่ทราบถึงความสามารถของการทำงานภายในสำหรับระบบจัดการฐานข้อมูลดิบีทู ในเรื่องของการประมวลผลทรานแซกชันซึ่งอยู่ภายในระบบคลาวด์

ด้วยเหตุนี้โครงการนี้จึงเป็นศึกษาการทำงานของระบบคลาวด์ โดยเน้นไปที่ระบบจัดการฐานข้อมูลดิบีทูของบริษัทไอบีเอ็ม เพื่อศึกษาการทำงานในด้านต่าง ๆ รวมถึงขีดความสามารถของการประมวลผลทรานแซกชันภายในดิบีทู ทดสอบคุณสมบัติของทรานแซกชันทั้ง 4 ข้อ ได้แก่ ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity), ความสอดคล้อง (Consistency), ความโดดเดี่ยว (Isolation) และความคงทน (Durability) พร้อมทั้งพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของดิบีทูในระบบคลาวด์อีกด้วย

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการงาน

- 1) เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เพื่อศึกษาการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง
- 3) เพื่อศึกษาและทดสอบการประมวลผลทรานแซกชันในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง
- 4) เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการใช้งานฐานข้อมูลแบบคลาวด์ตีปีทุที่ใช้หลักการทำงานทรานแซกชัน

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการชิ้นนี้เป็นการศึกษาการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุบนระบบคลาวด์ ศึกษาการใช้งานเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลแบบคลาวด์ ศึกษาหลักการทำงานและคุณสมบัติทั้ง 4 ข้อของทรานแซกชัน ทดสอบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการปฏิบัติทรานแซกชันของระบบฐานข้อมูลแบบคลาวด์ตีปีทุ รวมถึงพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่ใช้หลักการของทรานแซกชันและความปลอดภัยของฐานข้อมูลที่ถูกควบคุมโดยระบบจัดการฐานข้อมูลของคลาวด์ตีปีทุ

### 1.4 วิธีการดำเนินการ

- 1) ศึกษาหลักการทำงานและวิธีใช้งานระบบคลาวด์คอมพิวติ้งของผลิตภัณฑ์ตีปีทุ
- 2) ศึกษาความหมายและหลักการทำงานของทรานแซกชัน
- 3) ศึกษาหลักการทำงานของทรานแซกชันบนระบบคลาวด์ของผลิตภัณฑ์ตีปีทุ
- 4) ศึกษาภาษาที่ใช้ในการทำโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งใช้ฐานข้อมูลตีปีทุแบบคลาวด์ โดยภาษาที่ใช้ติดต่อฐานข้อมูลจะอยู่บนพื้นฐานของภาษาเอสคิวแอล (SQL)
- 5) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างที่ใช้หลักการทำงานทรานแซกชันของผลิตภัณฑ์ตีปีทุแบบคลาวด์

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เข้าใจความหมาย หลักการทำงาน และประโยชน์ของระบบคลาวด์คอมพิวติ้งมากขึ้น
- 2) เข้าใจความหมาย หลักการ และประโยชน์ของการประมวลผลทรานแซกชันมากขึ้น
- 3) เข้าใจหลักการทำงานของทรานแซกชันบนระบบคลาวด์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 4) เข้าใจการทำงานของโปรแกรมประยุกต์บนระบบคลาวด์

### 1.6 ส่วนประกอบของปริญาานิพนธ์

ปริญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงการ ประกอบด้วยคลาวด์คอมพิวติ้ง ระบบฐานข้อมูลดีพีทู ผู้ให้บริการดีพีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง ความหมายของทรานแซกชัน คุณสมบัติทั้ง 4 ของทรานแซกชัน ทรานแซกชันในดีพีทู เคอร์เซอร์ของดีพีทู การล็อกและความปลอดภัยของฐานข้อมูลดีพีทู

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา กล่าวถึงรายละเอียดของโครงการ ภาพรวมระบบคลาวด์คอมพิวติ้งที่ใช้ เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการทำงาน การออกแบบเพื่อทดลองการประมวลผลทรานแซกชัน การออกแบบเพื่อทดลองความปลอดภัยของฐานข้อมูล โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสำหรับการทดลอง และโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างที่ทำงานบนระบบคลาวด์ ได้แก่ โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ และโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองการประมวลผลทรานแซกชันในภาวะเชิงโต้ตอบของดีพีทูคลาวด์ สภาวะแวดล้อมในการทำการทดลอง ตารางที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบ ผลการทดลอง และการทดลองกับโปรแกรมประยุกต์

บทที่ 5 บทสรุป กล่าวถึงบทสรุปของโครงการ วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงการ รวมถึงปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ของโครงการ และข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

## บทที่ 2

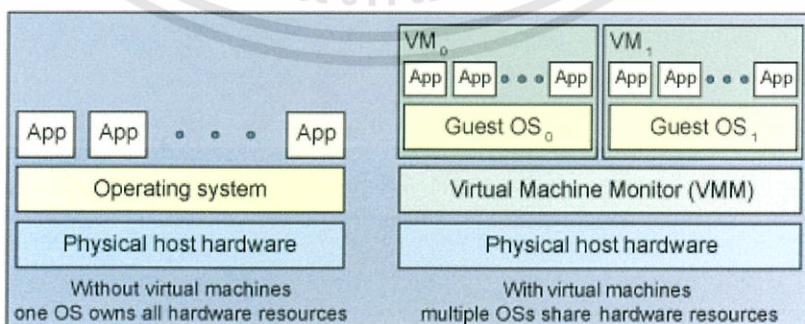
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing)

#### 2.1.1 เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology)

เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายว่า เป็นเทคโนโลยีที่สร้างระบบเสมือนเพื่อทำให้ระบบหลาย ๆ ระบบสามารถทำงานอยู่บนฮาร์ดแวร์ (hardware) ชุดเดียวกันได้ โดยอาศัยการทำงานของซอฟต์แวร์ (software) ด้านเวอร์ชวลไลเซชันเป็นตัวจัดการในเรื่องต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการใช้ทรัพยากรด้านฮาร์ดแวร์ ระบบปฏิบัติการ ระบบไฟล์ ระบบเครือข่าย และไฟร์วอลล์ (Firewall) ให้กับระบบเสมือนแต่ละตัว ทำให้การเชื่อมต่อเข้าระบบจากภายนอกไม่สามารถแยกได้ว่ากำลังติดต่อกับระบบเสมือนหรือระบบจริง

ความสามารถในการรองรับและจัดการระบบปฏิบัติการที่หลากหลายให้สามารถทำงานบนฮาร์ดแวร์ชุดเดียวกันได้นั้น จำเป็นจะต้องมีระบบปฏิบัติการหลักที่คอยบริหารจัดการระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ถูกสร้างขึ้น ระบบปฏิบัติการหลักดังกล่าวนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ ชื่อที่เรียกใช้กันส่วนใหญ่คือ ไฮเปอร์ไวเซอร์ (Hypervisor), โดเมนซีโร (Domain 0) และโฮสต์โอเอส (Host OS) ส่วนระบบปฏิบัติการที่ถูกจำลองขึ้นมา นั้นมักจะถูกเรียกว่า เกสต์โอเอส (Guest OS) หรือ โดเมนยู (Domain U) ซึ่งในระบบที่ถูกจำลองขึ้นมาจะถูกจัดสรรให้มีทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ฮาร์ดแวร์, ระบบไฟล์, ระบบเครือข่าย และไฟร์วอลล์แยกจากเครื่องหลัก ดังนั้นทุกอย่างที่ถูกจำลองขึ้นมาจึงสามารถถูกเรียกใช้งานได้อย่างอิสระโดยไม่ขึ้นกับโฮสต์โอเอส[1]



รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบปกติกับระบบที่เป็นเวอร์ชวลแมชีน

เวอร์ชวลแมชชีนมอนิเตอร์ (Virtual Machine Monitor) หรือที่เรียกอย่างย่อว่า วิเอ็มเอ็ม (VMM) ซึ่งก็คือ ไฮเปอร์ไวเซอร์ ทำหน้าที่จัดการการใช้งานพร้อม ๆ กันของผู้ใช้บริการคลาวด์ (cloud) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่วิ่งอยู่บนระบบโฮต (host) เช่น คอมพิวเตอร์ (computer) หรือ เซิร์ฟเวอร์ (server) ที่อนุญาตให้คอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องรองรับหลาย ๆ ระบบปฏิบัติการ เสมือนว่าแต่ละระบบปฏิบัติการใช้ทรัพยากรคนเดียวนอกจากมุมมองของผู้ใช้งานจะเห็นว่าคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นถูกใช้งานอยู่คนเดียวไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้ใช้คนอื่น แต่ในความเป็นจริงผู้ใช้งานทุกคนล้วนใช้งานบนเครื่องเดียวกัน

แต่ละเวอร์ชวลแมชชีน (Virtual Machine: VM) คือหนึ่งระบบปฏิบัติการที่ถูกจัดการและควบคุมโดยเวอร์ชวลแมชชีนมอนิเตอร์ ในคลาวด์คอมพิวติ้ง วิเอ็มเอ็มจะอนุญาตให้ผู้ใช้งานแต่ละคนตรวจสอบและจัดการโปรเซส (process) ที่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการของผู้ใช้งานคนนั้น ๆ ได้ เช่น การเข้าถึงข้อมูล, การเก็บข้อมูล, การเข้ารหัส, การติดต่อกับระบบอื่น ๆ และการเคลื่อนย้ายข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น[2]

### 2.1.2 นิยามของคลาวด์คอมพิวติ้ง

แนวความคิดของคลาวด์คอมพิวติ้งเป็นการเข้าใช้บริการทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ เช่น เซิร์ฟเวอร์, ฐานข้อมูล (database) หรือโปรแกรมต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องรู้ว่าทรัพยากรทั้งหมดมากน้อยเพียงใด หรือทรัพยากรเหล่านั้นตั้งอยู่ที่ใด ไม่ต้องสนใจเรื่องการจัดการทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Infrastructure) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ระบบบริการรับฝากแฟ้มเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ฟรี และระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ฟรีต่าง ๆ เป็นต้น

คลาวด์คอมพิวติ้ง ยังเป็นแนวทางเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเรื่องทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานด้านไอที เนื่องจากใช้รูปแบบของการจ่ายค่าบริการตามที่ใช้ (pay-per-use model) เช่นเดียวกับการจ่ายค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา หรือค่าโทรศัพท์ และมีความยืดหยุ่นในการใช้บริการทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ประเภทต่าง ๆ ผู้ใช้บริการสามารถเพิ่มหรือลดขนาดของทรัพยากรที่ต้องการใช้งานให้เหมาะสมกับระบบของผู้ใช้บริการตามความต้องการได้

โดยปกติคลาวด์คอมพิวติ้งนั้นมีคุณลักษณะเป็นเซลฟ์-เซอร์วิส อินเตอร์เฟซ (self-service interfaces) หรือเป็นส่วนติดต่อในการบริการตนเองของผู้ใช้บริการ คือ อนุญาตให้ผู้ให้บริการร้องขอทรัพยากรเมื่อต้องการ และใช้งานได้นานเท่าที่ต้องการ เมื่อระบบคลาวด์คอมพิวติ้งได้รับคำร้องขอดังกล่าวก็จะจัดสรรทรัพยากรตามที่ร้องขอให้ได้ทันที ทำให้ผู้ใช้บริการจัดหาทรัพยากรตามความต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องดูแลรับผิดชอบเรื่องการวางระบบ การติดตั้ง การตั้งค่าต่าง ๆ ให้ระบบพร้อมใช้งาน รวมถึงการบำรุงรักษาทรัพยากรเหล่านั้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประหยัดเวลาในการพัฒนาระบบได้อย่างมาก และช่วยลดการจัดการทรัพยากรที่เกินความจำเป็น ลดความยุ่งยากในการติดต่อกับผู้ให้บริการ อีกทั้งระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งยังอนุญาตให้ผู้ให้บริการปรับเปลี่ยนการตั้งค่าการทำงานของทรัพยากรที่ใช้งานให้ตรงกับความต้องการได้ และมีแม่แบบ (templates) ของระบบแบบต่าง ๆ ให้เลือกใช้งาน ซึ่งแต่ละแบบก็จะมีการกำหนดค่าการทำงานต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้าแล้ว[1]

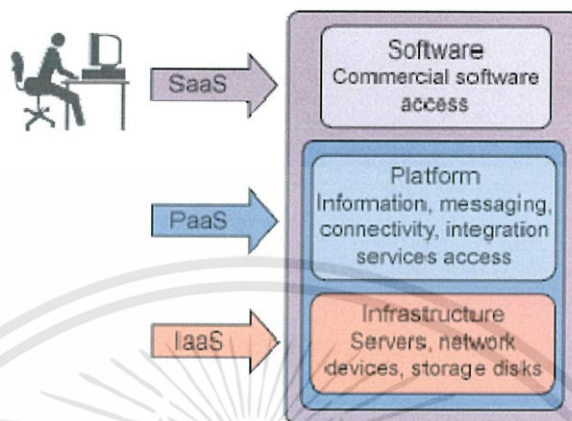
คลาวด์หรือกลุ่มเมฆได้กลายมาเป็นสัญลักษณ์และชื่อของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งเนื่องจากคลาวด์ถูกใช้บ่อยในการอ้างถึงโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ซับซ้อน ที่ถูกจัดสรรให้โดยผู้ให้บริการ เหมือนกับเป็นดาต้าเซ็นเตอร์ (Data Center) ที่ให้บริการฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งจะดูแลรับผิดชอบข้อมูลของผู้ใช้บริการให้

จากประโยชน์ต่าง ๆ ของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปเป็นคุณลักษณะเฉพาะของคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งได้ดังนี้

- 1) จ่ายตามที่ใช้ (บนความรับผิดชอบอย่างต่อเนื่อง ตามราคาของสิ่งที่ใช้งาน)
- 2) ทรัพยากรมีความยืดหยุ่นสูงสามารถเพิ่มหรือลดขนาดของสิ่งที่ต้องการใช้งานได้ เสมือนว่าทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์มีไม่จำกัด
- 3) เซลฟ์-เซอร์วิส อินเตอร์เฟซ
- 4) ทรัพยากรที่ผู้บริการได้รับนั้นอยู่ในรูปแบบของเวอร์ชวลไลเซชัน โดยผู้บริการไม่ต้องดูแลรับผิดชอบในส่วน of ทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบ

นอกจากทรัพยากรทางด้านคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ แล้ว ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งยังได้จัดเตรียมบริการด้านซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ไว้อย่างกว้างขวาง รวมถึงเอพีไอ (API: Application Programming Interface) และเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระบบ ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่อรองรับการบริการได้อย่างสะดวก และสามารถขยายขอบเขตได้ โดยมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อให้ผู้ใช้บริการวิ่งระบบสำหรับงานประจำวันบนทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในคลาวด์[3]

### 2.1.3 ลำดับชั้นของคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing Layers)



รูปที่ 2.2 ลำดับชั้นในคลาวด์คอมพิวติ้ง

บริการของคลาวด์คอมพิวติ้งถูกแบ่งย่อยเป็น 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดการของแต่ละชั้น และรูปแบบบริการ (service models) ของผู้ให้บริการ ได้แก่ อินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิส (Infrastructure as a service: IaaS), แพลตฟอร์ม แอส อะ เซอร์วิส (Platform as a service: PaaS) และ ซอฟต์แวร์ แอส อะ เซอร์วิส (Software as a service: SaaS) จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าเมื่อใช้บริการประเภทของคลาวด์คอมพิวติ้งที่อยู่ชั้นบน จะรวมบริการของระดับชั้นที่อยู่ด้านล่างด้วย เช่น ผู้ใช้งานใช้บริการแพลตฟอร์มแสดงว่าใช้บริการอินฟราสตรัคเจอร์ด้วย

#### 2.1.3.1 อินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิส

เป็นชั้นพื้นฐาน (ชั้นล่างสุด) ของรูปแบบการให้บริการคลาวด์ ผู้ให้บริการคลาวด์จะจัดหาทรัพยากร เช่น คอมพิวเตอร์, ระบบปฏิบัติการ, ที่เก็บข้อมูล, อุปกรณ์เครือข่าย และอื่น ๆ เป็นเครื่องจริง หรือที่เห็นทั่วไปจะเป็นเวอร์ชวลแมชชีนที่วิ่งอยู่บนเกสต์โอเอส ซึ่งถูกจัดการโดยไฮเปอร์ไวเซอร์ ตัวอย่างของไฮเปอร์ไวเซอร์ที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย คือ วิเอ็มแวร์ (VMWare), เซ็น (Xen) และเควีเอ็ม (KVM) การบริหารจัดการทรัพยากรส่วนกลางของไฮเปอร์ไวเซอร์ในระบบที่สนับสนุนการปฏิบัติงานแบบคลาวด์ ทำให้สามารถรองรับจำนวนของเวอร์ชวลแมชชีนได้เพิ่มขึ้น ทรัพยากรด้านอื่น ๆ ในไอเอเอเอส ได้แก่ ชุดโปรแกรมมาตรฐานของคอมพิวเตอร์ (library) ในเวอร์ชวลแมชชีน, การเก็บไฟล์ข้อมูล, ไฟร์วอลล์, หมายเลขไอพี (IP Address), วิแลน (VLANs: virtual local area networks) และชุดซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งมีหลากหลายระบบปฏิบัติการและหลากหลายชุดซอฟต์แวร์ให้เลือกใช้ ผู้ให้บริการคลาวด์ไอเอเอเอสจะสนับสนุนทรัพยากรเหล่านี้ให้ผู้ใช้งานตามความต้องการ

จากทรัพยากรส่วนกลางที่ถูกติดตั้งอยู่ในดาต้าเซ็นเตอร์ของพวกเขา โดยจะคิดราคาตามผลรวมของทรัพยากรที่ผู้ใช้บริการจองและใช้งาน[1]

การใช้งานไอเอเอเอสผู้ใช้บริการไม่สามารถควบคุมสิ่งที่อยู่ใต้อินฟราสตรัคเจอร์ได้ แต่สามารถควบคุมสิ่งที่อยู่บนอินฟราสตรัคเจอร์ได้ เช่น ระบบปฏิบัติการ, ที่เก็บข้อมูล หรือโปรแกรมประยุกต์ที่วิ่งอยู่บนเวอร์ชวลแมชชีนนั้น และไม่สามารถควบคุมการเลือกส่วนของระบบเครือข่ายได้ [3]

ตัวอย่างของไอเอเอเอส เช่น อเมซอน เว็บ เซอร์วิส (Amazon Web Service: AWS) ให้บริการอเมซอนอีซีทู (Amazon EC2), ไอบีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ เอ็นเตอร์ไพรส์ (IBM SmartCloud Enterprise), แรคสเปซคลาวด์ (Rackspace Cloud) และกูเกิล คอมพิว เอนจิน (Google Compute Engine)

### 2.1.3.2 แพลตฟอร์ม แอส อะ เซอร์วิส

ผู้ให้บริการคลาวด์จะจัดหาแพลตฟอร์มทางคอมพิวเตอร์ที่รวมระบบปฏิบัติการ, สิ่งจำเป็นต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานการเขียนภาษาโปรแกรม, ฐานข้อมูล และเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถพัฒนาและทดสอบหรือใช้งานโปรแกรมนั้นบนคลาวด์แพลตฟอร์ม (cloud platform) โดยไม่ต้องคำนึงถึงราคาของการซื้อ การจัดการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในระดับล่าง ในบางพีเอเอเอส คอมพิวเตอร์ในระดับล่างและทรัพยากรในการเก็บข้อมูลสามารถเพิ่มลดขนาดให้เข้ากับโปรแกรมประยุกต์ของผู้ใช้บริการที่ทำงานอยู่บนคลาวด์แพลตฟอร์มได้อัตโนมัติ โดยผู้ให้บริการคลาวด์ไม่ต้องจองทรัพยากรที่โปรแกรมต้องการด้วยตัวเอง และมีบริการเสริมอื่น ๆ (เช่น การเข้าถึงข้อมูล, การยืนยันตัวตน (authentication) และการชำระเงิน) ให้ผู้ให้บริการจัดการกับโปรแกรมประยุกต์เหล่านั้นได้[1]

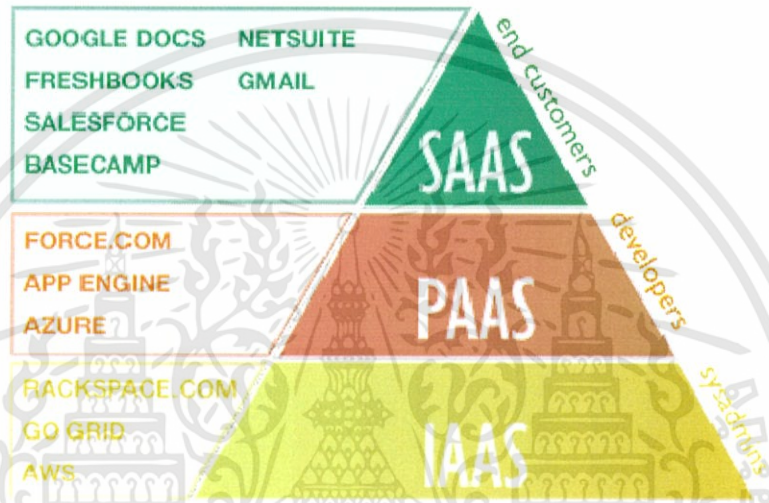
ตัวอย่างของพีเอเอเอส เช่น อเมซอน อีลาสติก บีนทอลล์ (Amazon Elastic Beanstalk), ฮีโรคุ (Heroku), เอนจินยาร์ด (EngineYard), เมนดิกซ์ (Mendix), กูเกิล แอป เอนจิน (Google App Engine), ไมโครซอฟท์ อัสรา (Microsoft Azure) และออเรนสเคป (OrangeScape)

### 2.1.3.3 ซอฟต์แวร์ แอส อะ เซอร์วิส

โปรแกรมจะทำงานอยู่ในชั้นบนสุดของของรูปแบบการให้บริการคลาวด์ ผู้ให้บริการคลาวด์จะเป็นผู้ติดตั้งและจัดการโปรแกรมประยุกต์ในคลาวด์ให้ ผู้ใช้บริการคลาวด์จะเข้าถึงโปรแกรมผ่านคลาวด์ไคลเอนต์ (cloud client) เช่น เว็บพอร์ทัล (Web portal) โดยผู้ให้บริการไม่ต้องดูแลจัดการอินฟราสตรัคเจอร์หรือแพลตฟอร์มที่โปรแกรมนั้นใช้งานเลย เช่น หากต้องการใช้งาน

ไมโครซอฟต์แวร์เวิร์ดก็เข้าใช้จากเอสเอเอเอส (SaaS) ได้เลย ช่วยลดภาระในการดูแลปรับปรุงโปรแกรมของผู้ใช้งาน[1]

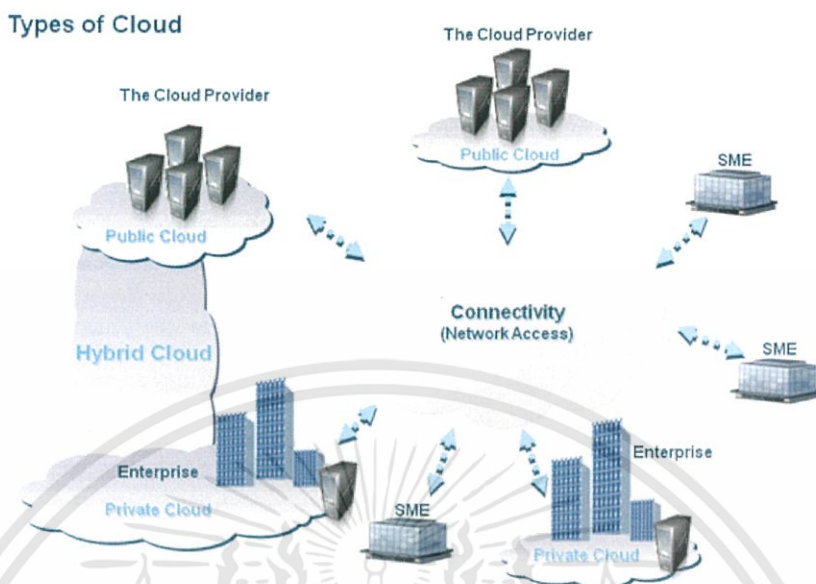
ตัวอย่างของเอสเอเอเอส เช่น กูเกิล แพค (Google Pack) หรือโปรแกรมประยุกต์ของกูเกิลต่าง ๆ ที่ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet) เช่น ปฏิทิน (Google Calendar), จีเมล, กูเกิลทอล์ค (Google Talk), กูเกิลด็อกส์ (Google Docs) และอื่น ๆ



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการให้บริการคลาวด์แต่ละระดับ

#### 2.1.4 ประเภทของคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing Types)

แม้ว่าคลาวด์คอมพิวติ้งจะเกิดจากการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ แต่ก็ยังมีรูปแบบการใช้งานอื่นถูกนำมาใช้ด้วย ขึ้นกับความหลากหลายของตำแหน่งที่ตั้ง เครื่องแม่ข่ายจริงและการกระจายตามที่ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งตามกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ระบบใช้งานได้ (deployment models) ได้เป็น 4 ประเภท คือ คลาวด์แบบสาธารณะ (public cloud), คลาวด์แบบเฉพาะองค์กร (private cloud), คลาวด์แบบผสม (hybrid cloud) และคลาวด์แบบใช้ระหว่างองค์กร (community cloud)



รูปที่ 2.4 ประเภทของคลาวด์คอมพิวเตอร์

#### 2.1.4.1 คลาวด์แบบสาธารณะ

คลาวด์แบบสาธารณะจะอนุญาตให้ผู้ใช้บริการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของผู้ให้บริการคลาวด์ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้เว็บโปรแกรมเป็นตัวกลางในการขอทรัพยากรที่ต้องการ บริการต่าง ๆ จะคิดค่าบริการตามที่ใช้งาน ข้อมูลที่ใช้กับคลาวด์แบบนี้อาจจะไม่ปลอดภัยเพราะต้องไปฝากกับผู้ให้บริการ ตัวอย่างผู้ให้บริการคลาวด์แบบสาธารณะ เช่น อเมซอน เว็บ เซอร์วิส (เอ็ดบิลิวเอส), ไมโครซอฟท์ และกูเกิล ซึ่งเจ้าของจะเป็นผู้ดูแลโครงสร้างพื้นฐานเอง

#### 2.1.4.2 คลาวด์แบบเฉพาะองค์กร

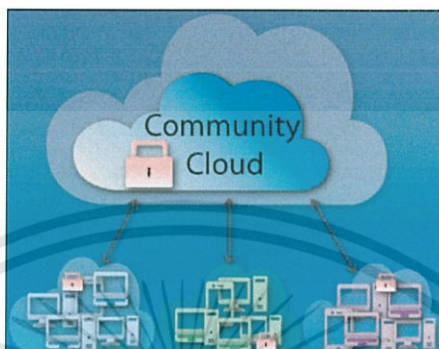
คลาวด์แบบเฉพาะองค์กรจะตั้งคลาวด์ไว้ภายในองค์กร สำหรับใช้งานภายในองค์กรเท่านั้น (ตั้งไว้ในไฟร์วอลล์ (firewall) ขององค์กร) บริหารจัดการโดยภายในองค์กรนั้น ๆ หรืออาจเป็นองค์กรอื่นที่เกี่ยวข้อง (ผู้รับผิดชอบวางระบบคลาวด์ให้) คลาวด์แบบนี้จะคำนึงถึงด้านความปลอดภัยเป็นหลัก ความแตกต่างหลัก ๆ จากคลาวด์แบบสาธารณะ คือ องค์กรนั้น ๆ เป็นคนบริหารจัดการ เปลี่ยนแปลง กำหนดการตั้งค่าทุกอย่าง และบำรุงรักษาคลาวด์นั้นด้วยตนเอง รวมถึงข้อมูลมีความปลอดภัยมากกว่า

#### 2.1.4.3 คลาวด์แบบผสม

คลาวด์แบบผสม คือใช้ร่วมกันระหว่างคลาวด์แบบสาธารณะและคลาวด์แบบเฉพาะองค์กร การจัดการและความรับผิดชอบต่าง ๆ จะแบ่งกันระหว่างผู้ให้บริการคลาวด์แบบสาธารณะ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์กรนั้น ๆ การใช้คลาวด์แบบผสมจะทำให้สามารถใช้งานบริการต่าง ๆ ได้ตรงตามจุดประสงค์และความต้องการ ในแนวทางที่เหมาะสม



รูปที่ 2.5 คลาวด์แบบใช้ระหว่างองค์กร

#### 2.1.4.4 คลาวด์แบบใช้ระหว่างองค์กร

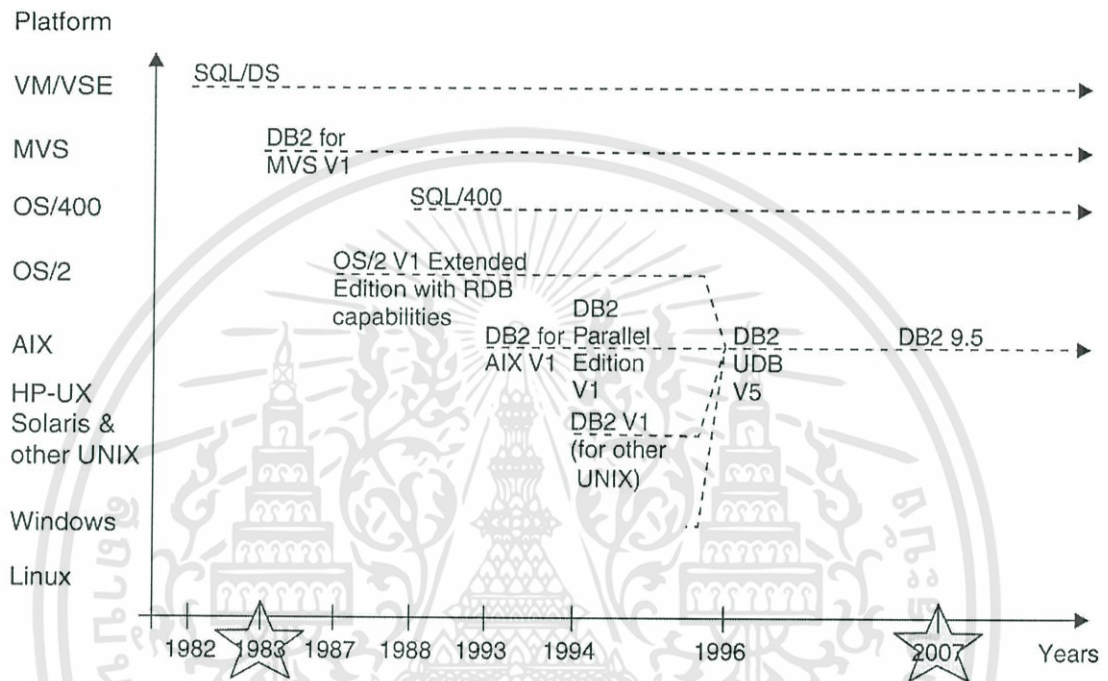
คลาวด์แบบใช้ระหว่างองค์กรจะแชร์ (share) โครงสร้างพื้นฐานระหว่างหลาย ๆ องค์กรจากกลุ่มองค์กรที่ระบุ การแชร์นั้นจะอยู่บนพื้นฐานธุรกิจที่เกี่ยวข้อง (เช่น เป้าหมาย, นโยบาย, ข้อตกลงด้านความร่วมมือ, ขอบเขต และความปลอดภัยที่ต้องการ) การจัดการดูแลจะเป็นภายในหรือองค์กรอื่นที่รับผิดชอบวางระบบคลาวด์ให้ ค่าใช้จ่ายจะกระจายบนผู้ใช้งานที่น้อยกว่าคลาวด์แบบสาธารณะ (แต่มากกว่าคลาวด์แบบเฉพาะองค์กร) ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้บางส่วน

## 2.2 ไอบีเอ็ม ดีบีทู (IBM DB2)

ไอบีเอ็ม ดีบีทู คือ ชื่อของระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หมายถึง รูปแบบของข้อมูลที่ถูกนำเสนอในลักษณะตารางซึ่งประกอบด้วยแถวและคอลัมน์ ตารางถูกอ้างถึงเป็นรีเลชัน (relation) เพราะเก็บกลุ่มของวัตถุข้อมูลชนิดเดียวกันไว้ด้วยกันเป็นแถว (rows)) หรือที่เรียกอย่างย่อว่า อาร์ดีบีเอ็มเอส (relational database management system: RDBMS) ซึ่งถูกพัฒนาโดยบริษัทไอบีเอ็ม และชื่อดีบีทูนั้นย่อมาจาก ดาต้าเบสทู (DATABASE 2)[4]

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 การวิจัยของบริษัทไอบีเอ็มได้สร้างแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (Relational Model) และภาษาคำถามเชิงโครงสร้าง (Structured Query Language: SQL) ขึ้น ทำให้ไอบีเอ็มพัฒนากลุ่มของโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้สำเร็จ การพัฒนาเริ่มจากบนเมนเฟรมแพลตฟอร์ม (mainframe platforms) เช่น เวอร์ซวลแมชชีน, เวอร์ซวลสตอเรจเอ็กซ์เทนด (Virtual Storage Extended: VSE) และมัลติเวอร์ซวลสตอเรจ (Multiple Virtual Storage: MVS) ในปี ค.ศ. 1983 ดีบีทูสำหรับเอ็มวีเอสรุ่นแรกได้เกิดขึ้น ดีบีทูถูกใช้แยกจากฐานข้อมูลแบบเป็นลำดับชั้น

(hierarchical databases) เช่น ระบบบริการจัดการข้อมูล (Information Management System: IMS) ซึ่งเป็นที่รู้จักในเวลานั้น สู่ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบใหม่ ดิเบ็ทถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องบนเมนเฟรมแพลตฟอร์มเช่นเดียวกับแพลตฟอร์มอื่น ๆ



รูปที่ 2.6 แสดงประวัติในช่วงเวลาต่าง ๆ ของดิเบ็ท

ในปี ค.ศ. 1996 บริษัทไอบีเอ็มได้ออกดิเบ็ทยูนิเวอร์แซลดาต้าเบส (DB2 Universal Database: DB2 UDB) รุ่น 5 สำหรับแพลตฟอร์มที่ใช้กันทั่วไป ในดิเบ็ทรุ่นนี้สามารถเก็บข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภทรวมถึงข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบเก่า, เสียง, วิดีโอ และไฟล์ข้อมูล ซึ่งถือเป็นรุ่นแรกที่รองรับเว็บและสนับสนุนแพลตฟอร์มที่ใช้กันทั่วไปมากมาย เช่น โอเอส/ทู (OS/2), วินโด (Windows), เอไอเอ็กซ์ (AIX), เฮซพี-ยูเอ็กซ์ (HP-UX) และโซลาริส (Solaris) จากหลายบริษัทผู้ขาย นอกจากนั้นดิเบ็ทรุ่นนี้ยังสามารถทำงานบนฮาร์ดแวร์ที่หลากหลาย ตั้งแต่ระบบที่มีหน่วยประมวลผลเดี่ยว และระบบที่มีหลาย ๆ หน่วยประมวลผลที่ทำงานพร้อมกัน (symmetric multiprocessor: SMP) ไปจนถึงระบบที่ประมวลผลแบบขนานขนาดใหญ่มาก ๆ (massively parallel processing: MPP) และระบบคลัสเตอร์ของเอสเอ็มพี ไอบีเอ็มได้ใส่คำว่ายูนิเวอร์แซลในชื่อเพื่อแสดงประสิทธิภาพของรุ่นนี้ ทุก ๆ รุ่นของดิเบ็ททั้งบนแพลตฟอร์มที่ใช้กันทั่วไปและบนแพลตฟอร์มแบบเมนเฟรม (เอ็มวีเอส, เอเอส/สี่ร้อย (AS/400), วีเอ็ม และวีเอสอี) ถูกเรียกชื่อรวมว่า ดิเบ็ท ยูดีบี

ในปัจจุบันดีบีทูได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลของไอบีเอ็ม ซึ่งมีหลากหลายประเภทสำหรับงานต่าง ๆ คำว่ายูนิเวอร์แซลดาต้าเบสหรือยูดีบีถูกนำออกจากชื่อของดีบีทูตั้งแต่รุ่น 9 เพื่อความเข้าใจง่าย รุ่นก่อนหน้าทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลดีบีทู และเอกสารต่าง ๆ ยังคงใช้คำว่ายูนิเวอร์แซลดาต้าเบสในชื่อของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่รุ่นที่ 9 คำว่า ดาต้าเซิร์ฟเวอร์ (data server) ถูกนำมาใช้อธิบายผลิตภัณฑ์ ดาต้าเซิร์ฟเวอร์จะจัดหาบริการด้านซอฟต์แวร์สำหรับความปลอดภัยและการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพของข้อมูลเชิงโครงสร้าง ซึ่งดีบีทูรุ่น 9 เป็นไฮบริดดาต้าเซิร์ฟเวอร์ (hybrid data server) และในปี ค.ศ. 2012 ดีบีทูได้ให้บริการรุ่น 10.1 ซึ่งเป็นรุ่นล่าสุดของดีบีทู



รูปที่ 2.7 ผลิตภัณฑ์หลัก ๆ ในตระกูลดีบีทู

### 2.3 ผู้ให้บริการดีบีทูบนคลาวด์คอมพิวเตอร์

ไอบีเอ็มดีบีทูเป็นผู้ริเริ่มให้บริการฐานข้อมูลบนคลาวด์ ทั้งคลาวด์แบบสาธารณะและคลาวด์แบบเฉพาะองค์กร คลาวด์แบบสาธารณะจะอนุญาตให้ผู้ใช้บริการร้องขอและใช้งานดีบีทูได้ทันที ส่วนคลาวด์แบบเฉพาะองค์กรจะจัดเตรียมสิ่งที่เป็นประโยชน์ทุกอย่างบนสภาพแวดล้อมแบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุม บริหารจัดการได้เองทั้งหมด ทั้งเรื่องความปลอดภัย การให้บริการ และดูแลสิทธิการเข้าใช้งานต่าง ๆ

การใช้งานดีบีทูในคลาวด์ ดีบีทูเป็นเครื่องมือแม่ข่ายที่ให้บริการฐานข้อมูลที่ทันสมัยสำหรับการจัดการข้อมูลเชิงสัมพันธ์และข้อมูลที่เป็นเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) อีกทั้งยังเหมาะสำหรับการใช้งานบนคลาวด์ ดีบีทูเอ็นเตอร์ไพรส์ดีเวลลอปเปอร์อีดิชัน (DB2 Enterprise Developer Edition) เป็นรุ่นที่

สมบูรณ์แบบเนื่องจากการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพสูง มีความทนทาน และตรงตามความต้องการของธุรกิจ ดีบีทูเวิร์กกรุป (DB2 Workgroup) เป็นดาต้าเซิร์ฟเวอร์อีกทางเลือกหนึ่งขององค์กรหรือกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง ซึ่งสามารถเพิ่มขนาดหน่วยความจำได้ถึง 64 กิกะไบต์ (GB) และดีบีทูเอ็กซ์เพรส (DB2 Express) เป็นรุ่นของดีบีทูดาต้าเซิร์ฟเวอร์สำหรับตลาดธุรกิจขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สามารถเพิ่มขนาดหน่วยความจำได้ถึง 4 กิกะไบต์

ดีบีทูเอ็นเตอร์ไพรส์ดีเวลลอปเปอร์อิดิทชันมีให้ใช้งานบน ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ (IBM SmartCloud Enterprise), ไอบีเอ็มเวิร์คโหลดดีพลอยเยอร์ (IBM Workload Deployer) และไรท์สเกลคลาวด์แมนเนจเมนต์แพลตฟอร์ม (RightScale Cloud Management Platform) ส่วนดีบีทูเอ็กซ์เพรสรุ่น 10.1 และดีบีทูเวิร์กกรุปเซิร์ฟเวอร์รุ่น 10.1 มีให้ใช้งานบนอเมซอนอีซีทู (Amazon Elastic Compute Cloud) รายชื่อผู้ให้บริการคลาวด์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นผู้ให้บริการคลาวด์แบบสาธารณะทั้งหมด

ดีบีทูเอ็กซ์เพรส-ซี (DB2 Express-C) เป็นรุ่นที่ให้ทุกคนได้ใช้งานฟรีของดีบีทู สามารถใช้งานได้บนแพลตฟอร์มของคลาวด์ที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงฟังก์ชันการทำงานหลักของดีบีทูไว้ เช่น รองรับความสามารถในการจัดการข้อมูลแบบเพียวเอ็กซ์เอ็มแอล (pureXML)

### 2.3.1 ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์เป็นผู้ให้บริการคลาวด์แบบสาธารณะของไอบีเอ็ม ผู้ใช้บริการสามารถเข้าใช้งานได้อย่างรวดเร็ว มีความปลอดภัย พร้อมทดสอบและใช้งานสำหรับงานทางธุรกิจต่าง ๆ ทำให้ประหยัดเวลา และเพิ่มคุณภาพแก่ธุรกิจ ด้วยไอบีเอ็มคลาวด์ผู้ให้บริการสามารถเข้าถึงและจ่ายค่าใช้งานสำหรับทรัพยากรในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมต่าง ๆ เท่าที่ต้องการ ไอบีเอ็มคลาวด์ให้ผู้ให้บริการจัดสรรทรัพยากรที่ต้องการด้วยตัวคุณเองอย่างรวดเร็ว ลดค่าใช้จ่าย ลดความผิดพลาด และเพิ่มความรวดเร็วในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ให้บริการในระดับอินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิส ด้วยพลังของไอบีเอ็มสมาร์ทเตอร์ดาต้าเซ็นเตอร์ (IBM Smarter Data Centers) ที่มีลักษณะเฉพาะเรื่องความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว ประสิทธิภาพของสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์รับประกันช่วงเวลาในการให้บริการถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์[5]

ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์เป็นส่วนหนึ่งในขอบข่ายงานสมาร์ทคลาวด์ขนาดใหญ่ของไอบีเอ็ม ซึ่งมีทั้งสถาปัตยกรรมคลาวด์สำหรับคลาวด์แบบเฉพาะองค์กรและแบบผสม รวมไปถึงแนวทางธุรกิจแบบซอฟต์แวร์ แอส อะ เซอร์วิส

สมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์มีขนาดของเวอร์ชวลแมชชีน หรืออินสแตนซ์ (Instance) ให้ใช้งาน 9 ขนาด และรูปแบบการใช้งานโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ของไอบีเอ็ม 3 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) เข้าใช้งานเวอร์ชวลแมชชีนที่มีโปรแกรมติดตั้งไว้ล่วงหน้าพร้อมใช้งาน แล้วจ่ายค่าบริการตามที่ใช้ (pay as you go: PAYG)
- 2) เข้าใช้งานโปรแกรมโดยนำลิขสิทธิ์ที่ซื้อไว้เองมาใช้ (bring your own license: BYOL)
- 3) ใช้งานโดยอัปโหลดโปรแกรมของไอพีเอ็มที่ซื้อลิขสิทธิ์ไปยังคลาวด์แล้วใช้ลิขสิทธิ์ที่ซื้อไว้ (bring your own software and license: BYOSL)[6]

SCE instance size (a)	PVUs per Instance (b)
32 bit - Copper	50
32 bit - Bronze	50
32 bit - Silver	100
32 bit - Gold	200
64 bit - Copper	100
64 bit - Bronze	100
64 bit - Silver	200
64 bit - Gold	400
64 bit - Platinum	800

รูปที่ 2.8 สมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์อินสแตนซ์ (SCE instance) ขนาดต่าง ๆ และค่าของโปรเซสเซอร์ (Processor Value Units: PVU) ในแต่ละอินสแตนซ์

โปรแกรมที่มีให้ใช้งานในไอพีเอ็มคลาวด์ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ดีพีทูเอ็นเตอร์ไพรส์พื้นฐานต่าง ๆ และเพื่อการออกแบบ การพัฒนา การจำลอง และทดสอบโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ฐานข้อมูลดีพีทู ดีพีทูเอ็นเตอร์ไพรส์ยังมีคุณสมบัติพิเศษในด้านการจัดการข้อมูลที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ตรงตามความต้องการของเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการฐานข้อมูล ตั้งแต่ธุรกิจขนาดกลางไปจนถึงขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับเว็บหลากหลายประเภท, ทรานแซกชัน, การวิเคราะห์วิจัย, อีอาร์พี (ERM), ซีอาร์เอ็ม (CRM) และโปรแกรมประยุกต์สำหรับธุรกิจรูปแบบอื่น ๆ ที่ต้องการความสามารถในการเพิ่มขนาดได้และความทนทาน ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ล้วนมีลิขสิทธิ์ต้องเสียค่าบริการจึงจะสามารถใช้งานได้

IBM product images	BYOL	DUO	PAYG	Pre-release
IBM Cloud Simulator for IBM Tivoli Service Automation Manager V1.0.1		✓		
Business Process Manager Express V7.5.1	✓		✓	
Business Process Manager Standard V7.5.1	✓			
Business Process Manager Advanced V7.5.1	✓			
BigInsights Basic 1.4: Hadoop Master and Data Nodes <b>Updated</b>			✓	
Cognos Business Intelligence V10.1.1	✓			
Collaboration QuickStart for Social Business (Lotus Domino, Sametime, and IBM Connections)				✓
DB2 Enterprise Developer Edition V9.7	✓			
DB2 Express-C V9.7.5			✓	
Industry Application Platform (WebSphere Application Server, DB2 Express-C, and WebSphere MQ)		✓		
Informix Developer Edition V11.5 and V11.7			✓	
Informix Innovator-C Edition V11.7			✓	
InfoSphere Streams V2.0.0.4 <b>New</b>	✓	✓	✓	
Integration Designer V7.5.1	✓	✓	✓	
Lotus Domino Enterprise Server V8.5.2	✓	✓	✓	
Lotus Domino Utility Server and Lotus Domino Utility Server for LotusLive V8.5.2.2	✓	✓	✓	
Process Designer V7.5.1	✓	✓	✓	
Rational Application Developer for WebSphere Software V8.0.4				✓
Rational Asset Manager V7.5.1	✓			

รูปที่ 2.9 รายการโปรแกรมที่มีให้บริการในไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

### 2.3.1.1 ค่าใช้จ่าย

สำหรับค่าใช้จ่าย ในการใช้งานดีพูในไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์จะขึ้นอยู่กับรุ่นที่เลือกใช้ โดยหากเลือกใช้ดีพูเอ็กซ์เพรส-ซี จะจ่ายเฉพาะค่าของอินสแตนซ์เท่านั้น แต่หากเลือกใช้ดีพูเอ็นเตอร์ไพรส์ดีเวลอปเปอร์อีดิชัน จะต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ให้กับทางบริษัทไอบีเอ็มด้วย

นอกจากค่าอินสแตนซ์ หรือพื้นที่ต่าง ๆ ที่ขอใช้งาน เช่น พกทรัพยากรที่เก็บข้อมูล, ซีพียู หรือหน่วยความจำแล้ว จะต้องจ่ายเงินให้กับลิขสิทธิ์สำหรับค่าระบบปฏิบัติการด้วย เช่น เรดแฮทเอ็นเตอร์ไพรส์ (Redhat Enterprise) หรือวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ (Windows Server) เป็นต้น ซึ่งราคาก็

จะแตกต่างกันออกไป และสถานที่ตั้งของเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการก็มีผลต่อราคาเช่นกัน โดยราคาจะขึ้นอยู่กับทางบริษัทไอบีเอ็ม

- ดีปยูเอ็กซ์เพรส-ซี ที่ให้บริการบนระบบปฏิบัติการเรดแฮทเอ็นเตอร์ไพรส์ จะมีค่าให้บริการอยู่ที่ 0.125 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 4.375 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง
- ดีปยูเอ็กซ์เพรส-ซี ที่ให้บริการบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ จะมีค่าให้บริการอยู่ที่ 0.340 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 11.900 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง
- ดีปยูเอ็นเตอร์ไพรส์ดีเวลลอปเปอร์อิดิทชัน ที่ให้บริการบนระบบปฏิบัติการเรดแฮทเอ็นเตอร์ไพรส์ จะมีค่าให้บริการอยู่ที่ 0.300 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 10.500 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง
- ดีปยูเอ็นเตอร์ไพรส์ดีเวลลอปเปอร์อิดิทชัน ที่ให้บริการบนระบบปฏิบัติการเอสยูเอสอี ลินุกซ์ (SUSE Linux) จะมีค่าให้บริการอยู่ที่ 0.095 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 3.325 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง

### 2.3.2 อเมซอนอีซีทู

อเมซอนอีซีทู (Amazon EC2) หรือ อเมซอน อีลาสติก คอมพิว คลาวด์ (Amazon Elastic Compute Cloud) เป็นหนึ่งในบริการของ อเมซอน เว็บเซอร์วิส (Amazon Web Service) ซึ่งจะมีบริการหลากหลาย โดยอเมซอนอีซีทูเป็นการให้บริการแบบอินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิส

อเมซอนอีซีทูจะมีส่วนติดต่อโดยใช้เว็บเซอร์วิสเป็นหลัก ให้บริการในเรื่องการใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ โดยผู้ใช้งานสามารถควบคุมและจำกัดทรัพยากรได้ นอกจากนี้ยังลดเวลาในการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ใหม่ที่ต้องการ

บริการที่โดดเด่นของอเมซอนอีซีทู

- ยืดหยุ่น คือสามารถเพิ่มหรือลดหน่วยความจำได้ภายในทันที
- ควบคุมอย่างสมบูรณ์ คือสามารถควบคุมทุกอย่างของอินสแตนซ์ได้
- ปรับตัว คือสามารถเลือกได้ตามความต้องการ เช่นระบบปฏิบัติการ หรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกจำนวนซีพียู (CPU) และอื่น ๆ อีกตามต้องการ
- น่าเชื่อถือ คือมีความน่าเชื่อถือว่าระบบจะสามารถทำงานได้ทันที และตลอดเวลา
- ปลอดภัย คือมีระบบหรือกลไกความปลอดภัยต่าง ๆ เช่น ไฟล์วอลล์ (firewall) และ โครงสร้างต่าง ๆ
- ไม่แพง คือเป็นการจ่ายเงินตามเท่าที่ใช้งาน

### 2.3.2.1 อเมซอน คลาวด์วอท (Amazon CloudWatch)

คือหนึ่งในบริการของอเมซอน เว็บเซอร์วิส โดยเป็นบริการที่ใช้สำหรับการเฝ้าดู (monitoring) เซอร์วิสต่าง ๆ ของอเมซอน ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับอเมซอนอีซีทู เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบการใช้งานของอินสแตนซ์ที่สร้างมา เช่น การใช้งานซีพียู (CPU Utilization) หรือการใช้งานเครือข่าย (Network Utilization) เป็นต้น โดยข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกนำมาแสดงในรูปกราฟ (graph) ซึ่งทำให้เข้าใจได้ง่าย

นอกจากนี้อเมซอน คลาวด์วอท ยังมีระบบแจ้งเตือน (alarm) ให้ใช้งานได้ด้วย โดยสามารถกำหนดขอบเขตของการใช้งานอินสแตนซ์ต่าง ๆ เช่น หากใช้อินสแตนซ์เกินความต้องการ ให้ทำการแจ้งเตือนได้ โดยกำหนดได้ว่าจะให้แจ้งเตือนผ่านทางไหนบ้าง เช่น อีเล็กทรอนิกส์เมลล์ (E-mail) หรือข้อความสั้น (SMS) เป็นต้น

อเมซอน คลาวด์วอทสามารถนำมาประยุกต์ใช้เข้ากับระบบจ่ายเงิน (Billing) ได้อีกด้วย โดยผู้ใช้สามารถกำหนดระบบการแจ้งเตือนได้ ซึ่งหากต้องการควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ก็สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนตามที่ต้องการได้ทันที

### 2.3.2.2 ดีบีทูในอเมซอน อีซีทู

อเมซอนอีซีทูมีบริการที่หลากหลาย โดยไม่ได้เจาะจงไปที่ผลิตภัณฑ์ใด ซึ่งในอเมซอนอีซีทู ก็มีให้บริการอินสแตนซ์ของ ระบบฐานข้อมูลดีบีทู (DB2 Database System) อยู่ด้วย โดยมีให้บริการสามรุ่นด้วยกันคือ

- 1) ดีบีทูเวิร์คกรุป (DB2 Workgroup)
- 2) ดีบีทูเอ็กซ์เพรส (DB2 Express)
- 3) ดีบีทูเอ็กซ์เพรส-ซี (DB2 Express-C)

AMI Name	US East (N. Virginia) AMI ID	EU West (Ireland) AMI ID	AP Southeast (Singapore) AMI ID
IBM DB2 Express Edition (32-bit) <b>NEW!</b>	ami-d2913cbb	ami-03616577	ami-5813520a
IBM DB2 Workgroup Edition (64-bit) <b>NEW!</b>	ami-92913cfb	ami-e5616591	ami-72135220
IBM Informix Express (32-bit)	ami-26b3484f	ami-2ce5d458	ami-165e2644
IBM Informix Growth Edition (64-bit)	ami-00fe0569	ami-02eddc76	ami-a2522af0
IBM Domino Enterprise Server	ami-0689736f	ami-244c7c50	ami-72a1d920
IBM Domino Utility Server	ami-a7d017ce	ami-b44c7cc0	ami-78e8902a
IBM Web Content Manager Standard Edition (64-bit)	ami-4e916227	ami-fbe8dc8f	ami-ea84fab8
IBM Web Content Manager (64-bit)	ami-9e9667f7	ami-7d3e0a09	ami-be9ee0ec
IBM WebSphere Portal Server and IBM Web Content Manager Standard Edition (64-bit)	ami-2ccb3945	ami-cd91a4b9f	ami-7488f626
IBM WebSphere Portal Server and IBM Web Content Manager (64-bit)	ami-cc9162a5	ami-23face57	ami-8e84fadf
IBM Tivoli Monitoring on Linux - 50 Virtual Cores (32-bit)	ami-5048a839	ami-2c745f58	ami-dbf38c89

### รูปที่ 2.10 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของบริษัทไอบีเอ็ม ที่โอเมซอนอีซีทูมีให้บริการ

สำหรับตีปทุเวิร์คกรุ๊ปและตีปทุเอ็กซ์เพรสชั่น ผู้ใช้จะต้องทำการเสียค่าลิขสิทธิ์ให้กับทางบริษัทไอบีเอ็มด้วย โดยจะทำการคิดรวมไปในการจ่ายเงินของอินสแตนซ์ในโอเมซอน อีซีทูเลย แต่สำหรับตีปทุเอ็กซ์เพรส-ซี นั้นผู้ใช้จะจ่ายเงินเฉพาะส่วนของอินสแตนซ์ที่เลือกใช้งานเท่านั้น

เมื่อทำการเลือกอินสแตนซ์ตีปทุใด ๆ ก็ตาม ก่อนการใช้งานทั้งหมด ผู้ใช้งานจะต้องทำการติดต่อเพื่อขอลิขสิทธิ์กับทางบริษัทไอบีเอ็มก่อน โดยจะมีขั้นตอนต่าง ๆ แสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบ เมื่อทำการเปิดการใช้งานแล้ว จากนั้นผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดค่าต่าง ๆ ของระบบฐานข้อมูลผ่านการใช้งานเว็บไซต์ของตัวอินสแตนซ์เอง เมื่อทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะสามารถเริ่มใช้งานระบบฐานข้อมูลตีปทุได้ทันที

#### 2.3.2.3 ค่าใช้จ่าย

สำหรับค่าใช้จ่ายของโอเมซอนอีซีทู จะคิดจากค่าลิขสิทธิ์ของรุ่นตีปทุที่เลือกใช้, อินสแตนซ์ และสถานที่ตั้งของเซิร์ฟเวอร์เช่นเดียวกับไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ แต่จะคิดในส่วนของระบบปฏิบัติการไม่เหมือนกัน เพราะว่าโอเมซอนอีซีทู จะให้บริการตีปทุเฉพาะกับระบบปฏิบัติการเอสยูเอสอี ลินุกซ์เท่านั้น

- ตีปทุเอ็กซ์เพรส-ซี จะมีค่าบริการอยู่ที่ 0.085 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 2.975 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดีพิทูเอ็กซ์เพรส จะมีค่าบริการอยู่ที่ 0.390 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 13.650 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง
- ดีพิทูเวิร์คกรุ๊ป จะมีค่าบริการอยู่ที่ 1.320 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 46.200 บาทไทย ต่อการใช้งานหนึ่งชั่วโมง

## 2.4 ทรานแซกชัน (Transactions)

ปกติแล้วการปฏิบัติงานหลาย ๆ คำสั่งในฐานะข้อมูลถูกมองเป็นการทำงานเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างเช่น การโอนเงินจากบัญชี ก. ไปยังบัญชี ข. เป็นการปฏิบัติงานอย่างเดียว คือ โอนเงิน ในมุมมองของลูกค้า แต่การทำงานในระบบฐานข้อมูลนั้นเป็นการปฏิบัติงานหลาย ๆ อย่าง สิ่งสำคัญสำหรับการปฏิบัติงานเหล่านี้ คือ ถ้าการปฏิบัติงานล้มเหลว หรือไม่สำเร็จทั้งหมด เช่น ถอนเงินจากบัญชี ก. สำเร็จ แต่นำเงินนั้นไปฝากเข้าบัญชี ข. ไม่สำเร็จ ส่งผลให้เงินในบัญชี ก. หายไป ซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับไม่ได้

กลุ่มของการปฏิบัติงานที่ถูกมองเป็นการทำงานเพียงอย่างเดียวในความคิดของลูกค้า เรียกว่า ทรานแซกชัน ระบบฐานข้อมูลควรตรวจสอบความเหมาะสมของการปฏิบัติทรานแซกชัน หากเกิดความล้มเหลวจะพยายามปฏิบัติงานงานนั้นใหม่ หรือทำให้เหมือนกับว่าไม่ได้ปฏิบัติงานใด ๆ เลย และควรจัดการเรื่องการปฏิบัติหลาย ๆ ทรานแซกชันพร้อม ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล

### 2.4.1 ทรานแซกชันคืออะไร

ในปี ค.ศ. 1960 ถึงปลาย ค.ศ. 1970 การเก็บข้อมูลจะเก็บเป็นเอกสารต้นฉบับ (master file) และเอกสารทรานแซกชัน (transaction file) ซึ่งทรานแซกชัน คือ เอกสาร (file) ที่ใช้เก็บรายการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขเอกสารต้นฉบับ ซึ่งในยุคนั้นข้อมูลจะถูกเก็บในม้วนกระดาษหรือเทปเนื่องจากยังไม่มีฮาร์ดดิสก์ (hard disk) เรียกการทำงานในลักษณะนี้ว่า การประมวลผลเพิ่มเอกสารอย่างเป็นลำดับ (sequential file processing)

ในยุคต้นปี ค.ศ. 1980 ทรานแซกชันคือการใช้ปฏิบัติการบนฐานข้อมูลแต่ละกิจกรรมคือ หนึ่งทรานแซกชัน ในยุคนี้มีฮาร์ดดิสก์ และฟลอปปีดิสก์แล้ว สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง จึงเรียกกระบวนการแบบนี้ว่า การประมวลผลเพิ่มเอกสารโดยตรง (direct file processing)

ในปัจจุบันทรานแซกชันถูกนิยามอย่างกว้างขวาง แต่ข้อสังเกตคือมันหมายถึงกระบวนการทำงานไม่ใช่ข้อมูล ซึ่งในแนวคิดของระบบฐานข้อมูล ทรานแซกชัน หมายถึง กลุ่มของงานฐานข้อมูล (คำสั่งภาษาฐานข้อมูลหรือเอสคิวแอล (SQL)) ในระดับลอจิกัล (logical) ที่ยอมให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเมิดกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลเป็นการภายในได้ชั่วคราว แต่ก่อนและหลังการปฏิบัติทรานแซกชัน ฐานข้อมูลนั้นต้องถูกต้อง (ระดับลอจิคัล ในที่นี้หมายถึง มุมมองความคิดของผู้ใช้งาน หรือผู้พัฒนาโปรแกรม)

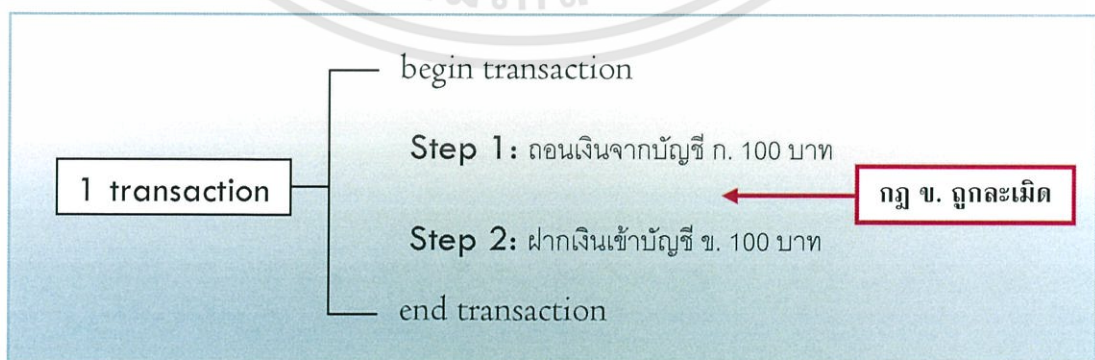
ตัวอย่างเช่น มีกฎข้อบังคับทางธุรกิจ (business rules) ว่า รถยนต์ทุกคันในองค์กรจะต้องมีผู้รับผิดชอบ (ให้ชื่อว่า กฎ ก. ) เมื่อองค์กรนั้นมีการซื้อรถยนต์คันใหม่แล้วปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล จะเกิด หนึ่งทรานแซกชันดังรูป



รูปที่ 2.11 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการซื้อรถยนต์คันใหม่ ตามกฎ ก.

จากรูปที่ 2.11 จะเห็นว่าภายในทรานแซกชันจะเกิดการละเมิดกฎข้อบังคับที่ตั้งไว้ (กฎ ก. ) คือ เมื่อเพิ่มข้อมูลรถยนต์คันใหม่ที่บริษัทซื้อมา รถยนต์คันนั้นจะยังไม่มีผู้ดูแล ต้องรอเพิ่มข้อมูลผู้รับผิดชอบก่อน การทำงานทรานแซกชันนี้จึงจะสำเร็จ และเมื่อจบทรานแซกชันจะเห็นว่าฐานข้อมูลถูกต้องตามกฎข้อบังคับ

ตัวอย่างที่สอง คือ การโอนเงิน ซึ่งมีกฎข้อบังคับว่า การโอนเงินต้องไม่มียอดเงินหายไปจากระบบ (กฎ ข. ) สมมติให้ต้องการโอนเงินจากบัญชี ก. ไปยังบัญชี ข. 100 บาท



รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการโอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการโอนเงิน จะมีสองการทำงานย่อย คือ ถอนเงินจากบัญชีที่ต้องการโอน และฝากเงินเข้าบัญชีที่ถูกโอนไป จากรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าเมื่อถอนเงินจากบัญชี ก. 100 บาท จะทำให้ กฏ ข. ถูกละเมิดชั่วคราว คือ เงินหายไปจากระบบ 100 บาท จากนั้นก็ฝากเงินเข้าบัญชี ข. 100 บาท เมื่อทำงานเสร็จทั้งหมดถือเป็น หนึ่งทรานแซกชัน และฐานข้อมูลยังคงถูกต้องตามกฎข้อบังคับ

โดยปกติแล้วทรานแซกชันจะถูกกำหนดการเริ่มต้นการทำงานโดยผู้ใช้งานโปรแกรมเขียนขอบเขตการทำทรานแซกชันไว้ในโปรแกรม เช่น ภาษาเอสคิวแอล, จาวา (JAVA) หรือ ซีพลัสพลัส (C++) กำหนดขอบเขตของทรานแซกชันโดยใช้คำสั่ง บีกิน ทรานแซกชัน (begin transaction) และ เอน ทรานแซกชัน (end transaction) ซึ่งรูปแบบคำสั่งจะขึ้นกับระบบดูแลจัดการฐานข้อมูลของแต่ละบริษัทด้วย

#### 2.4.2 คุณสมบัติของทรานแซกชัน

เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลในฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้อง ระบบฐานข้อมูลต้องรักษาคุณสมบัติของทรานแซกชันดังนี้

- ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity) คือ หนึ่งทรานแซกชันถูกมองเป็นหน่วยเดียวกัน แบ่งย่อยไม่ได้ การปฏิบัติงานใด ๆ ของทรานแซกชันถ้าสำเร็จก็ต้องสำเร็จทั้งหมด ถ้าล้มเหลวก็ต้องล้มเหลวทั้งหมด
- ความสอดคล้อง (Consistency) คือ การรักษาความถูกต้องหลังจากปฏิบัติทรานแซกชันแล้ว ฐานข้อมูลจะต้องถูกต้อง ซึ่งเป็นไปตามนิยามของทรานแซกชัน (ระหว่างทำทรานแซกชันอาจละเมิดกฎได้เป็นการชั่วคราว แต่เมื่อทำทรานแซกชันสำเร็จแล้วฐานข้อมูลต้องถูกต้องตามกฎ)
- ความโดดเดี่ยว (Isolation) คือ ทรานแซกชันที่ถูกปฏิบัติในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องไม่รบกวนกัน เสมือนว่าทำงานคนเดียว
- ความคงทน (Durability) คือ หลังจากทรานแซกชันทำงานเสร็จสิ้นจนถึงจุดที่มีการคอมมิททรานแซกชันแล้ว (commit transaction คือ คำสั่งที่ยืนยันว่าการทำงานเสร็จสิ้นลงอย่างสมบูรณ์ ให้ระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดลงฐานข้อมูล) การเปลี่ยนแปลงทั้งหลายต้องอยู่ถาวร ระบบจะรับประกันว่าข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลอย่างแน่นอน แม้ระบบจะล้มเหลว

คุณสมบัติเหล่านี้ถูกเรียกรวมว่า แอซิด พร็อพเพอร์ตี้ (ACID properties) มาจากการรวมกันของอักษรตัวแรกจากคุณสมบัติทรานแซกชันแต่ละข้อ

ตัวอย่างของคุณสมบัติของทรานแซกชันแต่ละข้อ โดยสมมติว่า ต้องการโอนเงินจากบัญชี ก. ไปยังบัญชี ข. เป็นจำนวนเงิน 50 บาท

#### 2.4.2.1 ความเป็นหนึ่งเดียว

สมมติว่าก่อนเริ่มทำการโอน (หนึ่งทรานแซกชัน) บัญชี ก. มีเงินอยู่ 1,000 บาท บัญชี ข. มีเงินอยู่ 2,000 บาท แล้วขณะทำทรานแซกชันมีความล้มเหลวเกิดขึ้น เช่น เกิดไฟดับ, ฮาร์ดแวร์เสีย หรือโปรแกรมทำงานผิดพลาด ทำให้ทรานแซกชันทำงานสำเร็จถึงการถอนเงินจากบัญชี ก. 50 บาท แต่ยังไม่ได้ฝากเงินเข้าบัญชี ข. ซึ่งกรณีนี้ส่งผลให้ในฐานข้อมูลบัญชี ก. มีเงิน 950 บาท ส่วนบัญชี ข. มีเงิน 2,000 บาท ทำให้ข้อมูลเงินในระบบหายไป 50 บาท เนื่องจากความล้มเหลวของระบบ

จากความล้มเหลวดังกล่าว ก่อให้เกิดความผิดพลาดของระบบ ทำให้ระบบอยู่ในสถานะที่เรียกว่า สถานะความไม่สอดคล้อง (inconsistent state) ซึ่งสถานะนี้ไม่ควรเกิดขึ้นในระบบฐานข้อมูล อย่างไรก็ตามสถานะนี้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ขณะทำทรานแซกชัน เป็นเหตุผลให้ต้องคุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียวเกิดขึ้น คือ ทรานแซกชันควรรับประกันความสำเร็จ หรือถ้าไม่สำเร็จก็ไม่ควรเกิดขึ้นเลย

แนวคิดพื้นฐานในการทำให้แน่ใจว่ามีความเป็นหนึ่งเดียว คือ ระบบฐานข้อมูลจะเก็บค่าเก่าของข้อมูลทุกค่าระหว่างปฏิบัติทรานแซกชัน และถ้าปฏิบัติทรานแซกชันนั้นไม่สำเร็จ ระบบฐานข้อมูลก็จะคืนค่าเก่าเหล่านั้นให้กับข้อมูลเหมือนทรานแซกชันนั้นไม่เคยเกิดขึ้น เช่น ถ้าเกิดความล้มเหลวดังที่กล่าวมาข้างต้น ระบบฐานข้อมูลก็จะคืนค่าเก่าให้กับบัญชี ก. ทำให้บัญชี ก. ยังคงมีเงินเป็น 1,000 บาท

#### 2.4.2.2 ความสอดคล้อง

ความสอดคล้องที่ระบบฐานข้อมูลต้องมีในกรณีนี้ คือ ผลรวมของบัญชี ก. และ บัญชี ข. ต้องไม่เปลี่ยนแปลงขณะปฏิบัติทรานแซกชัน ถ้าไม่มีความสอดคล้องดังกล่าว จำนวนเงินอาจเพิ่มขึ้นหรือหายไปโดยการปฏิบัติทรานแซกชัน การทำให้มั่นใจว่ามีความสอดคล้องสำหรับในแต่ละทรานแซกชันเป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์คนที่เขียนทรานแซกชันนั้น อาจตรวจสอบโดยการใช้ กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล (integrity constraint)

#### 2.4.2.3 ความโดดเดี่ยว

คุณสมบัติเรื่องความสอดคล้องและความเป็นหนึ่งเดียวจะให้ความมั่นใจในแต่ละทรานแซกชันใด ๆ ถ้าหากมีหลาย ๆ ทรานแซกชันปฏิบัติงานพร้อม ๆ กัน การทำงานเหล่านั้นอาจเกิดแทรกกันในบางแนวทางที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดสถานะความไม่สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ขณะกำลังโอนเงินจากบัญชี ก. ไปยังบัญชี ข. ในทรานแซกชันได้ถอนเงินจากบัญชี ก. แล้ว แต่ยังไม่ได้ฝากเข้าบัญชี ข. ในระหว่างนั้นมีอีกทรานแซกชันหนึ่งมาอ่านค่าข้อมูลในบัญชี ก. และบัญชี ข. แล้วนำไปคำนวณผลรวมของบัญชีทั้งสอง ก็จะได้ค่าที่ผิดไป และถ้าเกิดทรานแซกชันที่สองปรับปรุงค่าในบัญชี ก. และ บัญชี ข. จากค่าที่อ่านไป ก็จะทำให้ฐานข้อมูลตกอยู่ในสถานะความไม่สอดคล้องหลังจากปฏิบัติทรานแซกชันทั้งสองเรียบร้อยแล้ว (ฐานข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้น)

แนวทางในการหลีกเลี่ยงปัญหาของการปฏิบัติหลาย ๆ ทรานแซกชันพร้อมกัน คือ การปฏิบัติทรานแซกชันในแบบอนุกรม ซึ่งก็คือการปฏิบัติทีละทรานแซกชันโดยให้ทรานแซกชันอื่นรออย่างไรก็ตามการปฏิบัติหลาย ๆ ทรานแซกชันพร้อม ๆ กันส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น จึงได้มีการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาแบบอื่นขึ้น ที่อนุญาตให้หลาย ๆ ทรานแซกชันปฏิบัติงานพร้อม ๆ กันได้

คุณสมบัติข้อนี้เพื่อให้ความมั่นใจว่าผลลัพธ์ของการปฏิบัติหลาย ๆ ทรานแซกชันพร้อม ๆ กันในระบบ จะเหมือนกับทรานแซกชันนั้นปฏิบัติงานคนเดียวในช่วงเวลานั้น การประกันว่าจะมีคุณสมบัติข้อนี้เป็นหน้าที่ของส่วนประกอบหนึ่งในระบบฐานข้อมูลที่เรียกว่า ส่วนควบคุมการทำงานพร้อม ๆ กัน (concurrency-control component)

#### 2.4.2.4 ความคงทน

เมื่อปฏิบัติทรานแซกชันใด ๆ สำเร็จสมบูรณ์ และผู้ใช้งานที่ทำทรานแซกชันนั้นยืนยันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้ว ผลข้อมูลของการปฏิบัติทรานแซกชันนั้นต้องคงอยู่ไม่หายไป

คุณสมบัติข้อนี้รับประกันว่าเมื่อปฏิบัติทรานแซกชันเสร็จสมบูรณ์ ทุก ๆ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะต้องปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลอย่างถาวร แม้ว่าระบบจะล้มเหลวหลังปฏิบัติทรานแซกชันสำเร็จก็ตาม

สมมติว่าตอนนี้ระบบคอมพิวเตอร์ล่ม อาจส่งผลให้ข้อมูลในหน่วยความจำหลักหายไป แต่ข้อมูลที่ถูกเขียนลงดิสก์แล้วจะคงอยู่ถาวร ซึ่งสามารถรับประกันคุณสมบัติข้อนี้ได้ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยทรานแซกชันได้ถูกเขียนลงดิสก์แล้ว ก่อนทรานแซกชันนั้นสำเร็จ
- 2) ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยทรานแซกชันและเขียนลงดิสก์แล้ว ถูกนำมาสร้างการเปลี่ยนแปลงในฐานข้อมูลอีกครั้ง เมื่อระบบฐานข้อมูลถูกเปิดขึ้นใหม่หลังจากล่มไป

การรับประกันคุณสมบัติข้อนี้เป็นหน้าที่ของโปรแกรมส่วนหนึ่งในระบบฐานข้อมูลที่เรียกว่า ส่วนการบริหารจัดการ-การกู้คืน (recovery-management component) ส่วนการบริหารจัดการทรานแซกชันและส่วนการบริหารจัดการ-การกู้คืนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity Property)

ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity) หมายถึง หนึ่งทรานแซกชันถูกมองเป็นหน่วยเดียวกัน แบ่งย่อยไม่ได้ การปฏิบัติงานใด ๆ ของทรานแซกชันถ้าสำเร็จก็ต้องสำเร็จทั้งหมด ถ้าล้มเหลวก็ต้องล้มเหลวทั้งหมด ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ขอบเขตของทรานแซกชัน ซึ่งเป็นส่วนที่บอกจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดทรานแซกชัน, การยืนยันการเปลี่ยนแปลง, การยกเลิกการเปลี่ยนแปลง และกล่าวถึงทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาปฏิบัติยาวนาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงกรณีพิเศษของทรานแซกชัน

### 2.5.1 ขอบเขตของทรานแซกชัน

จากความหมายที่ว่า “หนึ่งทรานแซกชันถูกมองเป็นหน่วยเดียวกัน” จึงต้องมีส่วนที่สามารถกำหนดขอบเขตของแต่ละทรานแซกชันได้ว่า จุดใดเป็นจุดเริ่มต้นการทำงานของแต่ละทรานแซกชัน และจุดใดเป็นจุดสิ้นสุดการทำงานของแต่ละทรานแซกชัน โดยจุดสิ้นสุดทรานแซกชันอาจเป็นจุดที่ใช้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทรานแซกชันนั้นๆ (เรียกกระบวนการนี้ว่า commit) หรือเป็นจุดที่ใช้บอกยกเลิกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในทรานแซกชันนั้นๆ (เรียกกระบวนการนี้ว่า rollback) ก็ได้ ซึ่งจะเรียกจุดเหล่านี้ว่า จุดซิงโครไนซ์เซชัน (Synchronization Point) เมื่อทรานแซกชันซิงโครไนซ์เซชันแล้ว จะสามารถทราบได้ว่าขอบเขตของทรานแซกชันอยู่ตรงไหน โดยจุดซิงโครไนซ์เซชันที่ใช้สำหรับเริ่มต้นทรานแซกชันนั้นมีรูปแบบคำสั่งหลากหลาย ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้

### 2.5.2 ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนาน

ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนาน (Long Duration Transaction) หมายถึง ทรานแซกชันที่มีคำสั่งจำนวนมากภายในทรานแซกชันเดียว โดยส่วนใหญ่จะเป็นทรานแซกชันที่มีมนุษย์มาเกี่ยวข้อง โดยหากทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนานเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาดขึ้น จะทำให้ทุก ๆ คำสั่งภายในทรานแซกชันเกิดการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback) ทั้งหมด ซึ่งทำให้ในบางงานไม่ต้องการให้มีการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงทั้งทรานแซกชัน จึงต้องมีหลักการที่ช่วยให้ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนานยกเว้นหลักการของความเป็นหนึ่งเดียวไว้ เรียกว่า การซ้อนภายในทรานแซกชัน (Nested Transaction)

การซ้อนภายในทรานแซกชัน คือ การที่ยอมให้มีทรานแซกชันย่อยอยู่ภายในทรานแซกชัน โดยจะมีการแบ่งทรานแซกชันย่อยด้วยจุดบันทึก (save point) และเมื่อเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาดขึ้น แทนที่จะยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback) ทั้งทรานแซกชัน ก็ทำการยกเลิกการเปลี่ยนไปยังจุดบันทึก (rollback to savepoint) แทน ทำให้ทั้งทรานแซกชันไม่ได้ถูกยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

## 2.6 คุณสมบัติความสอดคล้อง (Consistency Property)

ความสอดคล้อง (Consistency) หมายถึง การรักษาความถูกต้องหลังจากปฏิบัติทรานแซกชันแล้ว ฐานข้อมูลจะต้องถูกต้อง ซึ่งเป็นไปตามนิยามของทรานแซกชัน (ระหว่างทำทรานแซกชันอาจจะเกิดกฎได้เป็นการชั่วคราว แต่เมื่อทำทรานแซกชันสำเร็จแล้วฐานข้อมูลต้องถูกต้องตามกฎ) ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การประกาศและการบังคับใช้ กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล (Integrity Constraints), การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน (deferrable), การใช้งานทริกเกอร์ (triggers) และการสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ (auto generated numbers)

### 2.6.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล

กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล (Integrity Constraints) คือ กฎที่ถูกประกาศและบังคับใช้ในฐานข้อมูล ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล ต้องเป็นไปตามกฎเท่านั้น หากมีการละเมิดกฎ ทางระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะทำการปฏิเสธ (reject) ข้อมูลนั้น โดยกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

- 1) ไม่มีค่าว่าง (not null) หมายถึง ข้อมูลในคอลัมน์นั้นจะไม่สามารถมีค่าว่างเกิดขึ้นได้
- 2) ยูนิค คีย์ (unique key) หมายถึง ข้อมูลในคอลัมน์หรือกลุ่มของคอลัมน์ไม่สามารถมีค่าที่ซ้ำกันได้ โดยการใช้งานต้องใช้งานคู่กับกฎไม่มีค่าว่าง (not null) ด้วย

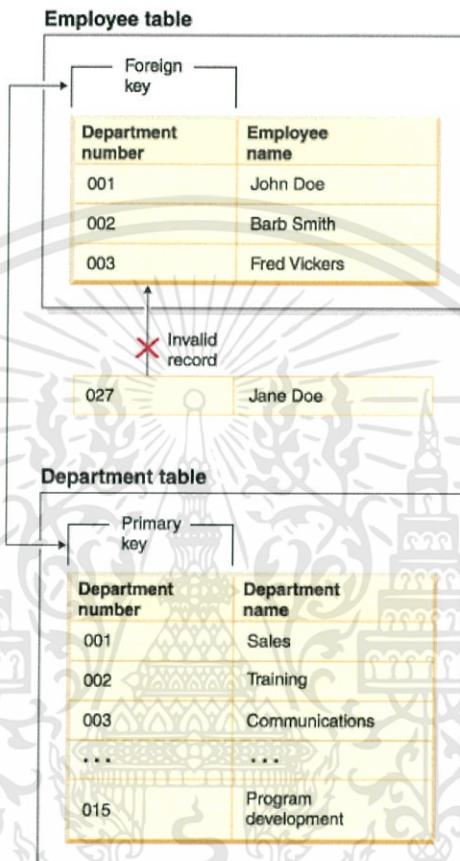
Department number	
001	
002	
003	Invalid record
004	
005	

รูปที่ 2.13 การป้องกันการเพิ่มข้อมูลที่ซ้ำสำหรับยูนิค คีย์

- 3) ไพรมารี คีย์ (primary key) หมายถึง ข้อมูลในคอลัมน์หรือกลุ่มของคอลัมน์ไม่สามารถมีค่าที่ซ้ำกันและไม่สามารถมีค่าว่างได้ โดยหลักแล้วเพื่อใช้สำหรับระบุ (identity) แถวในแต่ละตาราง โดยในหนึ่งตารางใด ๆ จะสามารถมีไพรมารี คีย์ได้แค่หนึ่งเดียวเท่านั้น
- 4) อ้างอิง (referential) หรือ ฟอรัลน คีย์ (foreign key) หมายถึง ข้อมูลในคอลัมน์หรือกลุ่มของคอลัมน์ จะต้องมีค่าตรงกับค่าในยูนิค คีย์หรือไพรมารี คีย์ในอีกตารางหนึ่งหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าว่าง (null) โดยหลักแล้วมีไว้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ (relationship) ระหว่างตาราง



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง ฟอรัรีน คีย์และไพรมารี คีย์

- 5) ตรวจสอบ (check) หมายถึง การประกาศกฎที่ใช้สำหรับการกำหนดข้อมูลในตารางให้ เป็นไปตามที่กำหนดไว้

## 2.6.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน

การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน (deferrable) คือการที่ระหว่างทรานแซกชันจะ ยอมให้มีการละเมิดกฎบางอย่างไว้ แต่เมื่อจบทรานแซกชันจะตรวจสอบกฎอีกครั้งและจะปฏิเสธ ข้อมูล (reject) ที่มีการละเมิดกฎต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.3 ทริกเกอร์

ทริกเกอร์ (Trigger) คือกลุ่มของการกระทำ (set of action) ที่จะทำงานเมื่อมีการใช้คำสั่งเพิ่ม (insert), เปลี่ยนแปลง (update) หรือ ลบ (delete) โดยหลักแล้วจะนำทริกเกอร์ไปใช้กับกฎฟอร์รีน คีย์และกฎตรวจสอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดกฎต่าง ๆ

นอกจากนั้นทริกเกอร์มักจะใช้ในการสร้างกฎของธุรกิจ (business rules) โดยกฎต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะถูกจัดการโดยระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) แทนที่จะนำกฎเหล่านี้ไปใส่ไว้ในโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการจัดการ และการเปลี่ยนแปลงกฎ

### 2.6.4 การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ

การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ (auto generated numbers) เป็นหนึ่งในฟังก์ชันการใช้งาน โดยเมื่อทำการเพิ่มข้อมูล (insert) ในตารางจะทำให้คอลัมน์ที่ใช้งานฟังก์ชันนี้ ทำการสร้างตัวเลขทันทีโดยไม่ต้องเพิ่มข้อมูลเอง ซึ่งจะมีประโยชน์เมื่อใช้กับกฎบังคับความถูกต้องของข้อมูลประเภทยูนิค คีย์ และไพรมารี คีย์

## 2.7 คุณสมบัติความโดดเดี่ยว (Isolation Property)

ความโดดเดี่ยว (Isolation) หมายถึง ทรานแซกชันที่ถูกปฏิบัติในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องไม่รบกวนกัน เสมือนว่าทำงานคนเดียว ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงหลักการของการควบคุมการทำงานของทรานแซกชันที่มีมากกว่าหนึ่งทรานแซกชันทำงานพร้อมกัน เพื่อให้ทุก ๆ ทรานแซกชันทำงานกับฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และไม่เกิดความไม่สอดคล้องขึ้นในฐานข้อมูล

### 2.7.1 การควบคุมการทำงานพร้อมกัน (Concurrency control)

การทำงานพร้อมกัน หมายถึง ผู้ใช้งานหลายคนสามารถทำงานในช่วงเวลาเดียวกันบนวัตถุฐานข้อมูลเดียวกันได้ (วัตถุฐานข้อมูล เช่น ตาราง, ข้อมูลในแถว หรือฐานข้อมูล) ระบบจัดการฐานข้อมูลหลายผลิตภัณฑ์ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับผู้ใช้งานฐานข้อมูลหลาย ๆ คน การเข้าถึงข้อมูลจึงควรจะทำร่วมกันอย่างเหมาะสมและชัดเจน จึงต้องมีวิธีการยืนยันความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อมูล

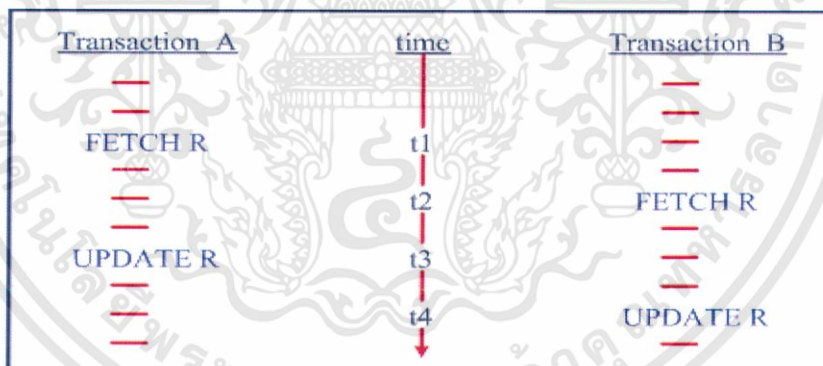
## 2.7.2 ปัญหา 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน

ปัญหา 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน (The Four Concurrency Control Problems) คือ ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นหากไม่มีการควบคุมการทำงานพร้อมกัน โดยปัญหาดังกล่าวมีดังนี้

- 1) ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล (The lost update problem)
- 2) ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน (The uncommitted dependency problem)
- 3) ปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง (The inconsistent analysis problem)
- 4) ปัญหาปรากฏการณ์เงา (The phantom phenomenon)

### 2.7.2.1 ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

ปัญหาข้อนี้คือมีสองทรานแซกชันต้องการปรับปรุงข้อมูลบนวัตถุฐานข้อมูลเดียวกัน แต่การปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยทรานแซกชันที่ทำงานที่หลังจะทับการปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยทรานแซกชันก่อนหน้า ทำหน้าที่ข้อมูลที่ถูกปรับปรุงโดนทรานแซกชันก่อนหน้าหายไป

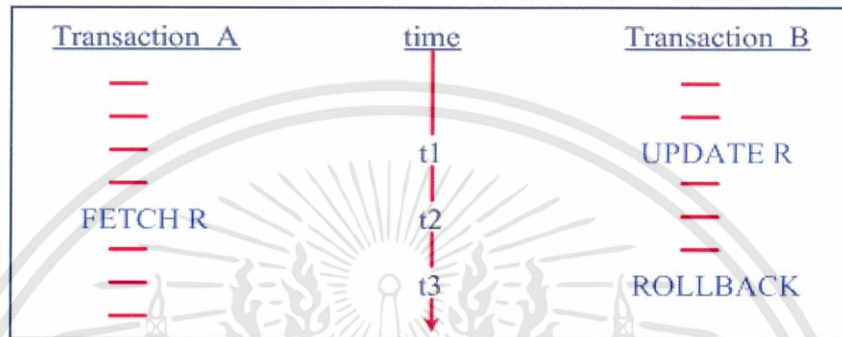


รูปที่ 2.15 การปรับปรุงข้อมูลของทรานแซกชันเอ (Transaction A) สูญหายเมื่อเวลา ที่4 (t4)

จากรูปที่ 2.15 สมมติให้มี 2 ทรานแซกชัน คือ ทรานแซกชันเอ (Transaction A) และ ทรานแซกชันบี (Transaction B) ต้องการปรับปรุงข้อมูลอาร์ (R) โดยให้ที่ (t) แทนจุดของเวลาที่เกิดการดำเนินงานนั้น ๆ ขึ้น โดยเริ่มต้นทรานแซกชันเออ่านข้อมูลของอาร์ (FETCH R) มาก่อน จากนั้นทรานแซกชันบีอ่านข้อมูลของอาร์มาบ้าง แล้วทรานแซกชันเอทำการปรับปรุงข้อมูลอาร์ (UPDATE R) ต่อจากนั้นทรานแซกชันบีก็ทำการปรับปรุงข้อมูลอาร์ด้วย ผลลัพธ์สุดท้ายทำให้ข้อมูลอาร์ที่ได้คือข้อมูลที่ทรานแซกชันบีทำการปรับปรุงไว้ แสดงว่าข้อมูลที่ทรานแซกชันเอทำการปรับปรุงข้อมูลของอาร์สูญหายไป

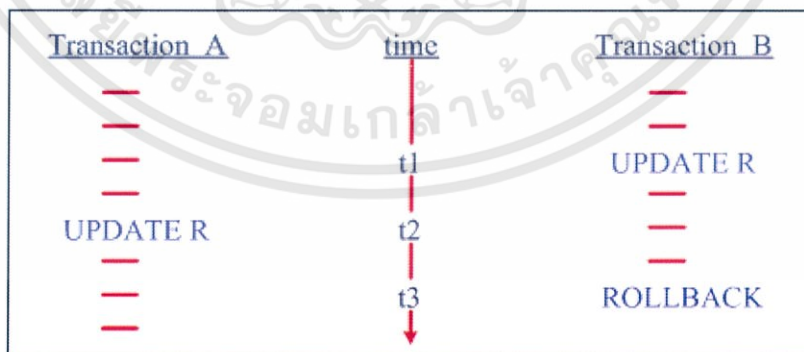
### 2.7.2.2 ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน

ปัญหาข้อนี้คือการไปใช้ข้อมูลที่ถูกปรับปรุงแต่ยังไม่ได้ได้รับการยืนยัน (COMMIT) แล้วข้อมูลนั้นเกิดถูกเปลี่ยนกลับสู่ค่าเดิมก่อนการปรับปรุง (ROLLBACK) ทำให้ผู้ที่นำข้อมูลนั้นไปใช้ได้ข้อมูลที่ผิด ๆ ไป



รูปที่ 2.16 การอ่านข้อมูลจากการปรับปรุงข้อมูลที่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 2.16 เริ่มต้นทรานแซกชันบี (Transaction B) ทำการปรับปรุงข้อมูลอาร์ (R) แต่ยังไม่ได้ยืนยันการปรับปรุงดังกล่าว จากนั้นทรานแซกชันเอ (Transaction A) อ่านข้อมูลอาร์ที่ทรานแซกชันบีปรับปรุงไว้เพื่อนำไปใช้งาน แล้วต่อมาทรานแซกชันบียกเลิกค่าข้อมูลที่ปรับปรุงไว้ทำให้ข้อมูลกลับสู่ค่าเก่า แสดงว่าทรานแซกชันเอได้อ่านค่าที่ถูกยกเลิกไป ซึ่งเป็นค่าที่ผิด เรียกเหตุการณ์ในลักษณะนี้ว่า การอ่านข้อมูลที่ผิดพลาด (dirty read) คือการอ่านค่าข้อมูลที่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.17 การปรับปรุงข้อมูลจากข้อมูลที่ถูกปรับปรุงก่อนหน้าแต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง

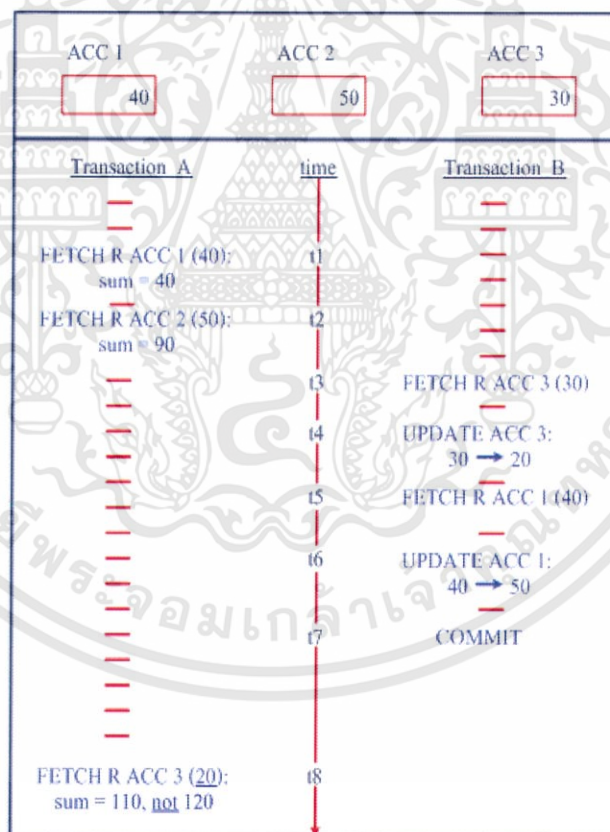
จากรูปที่ 2.17 เริ่มต้นทรานแซกชันบี (Transaction B) ทำการปรับปรุงข้อมูลอาร์ (R) แต่ยังไม่ได้ยืนยันการปรับปรุงดังกล่าว จากนั้นทรานแซกชันเอ (Transaction A) ดำเนินการปรับปรุงข้อมูลอาร์ด้วย แล้วต่อมาทรานแซกชันบียกเลิกค่าข้อมูลที่ปรับปรุงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าทรานแซกชันเอได้ปรับปรุงค่าที่ถูกยกเลิกไปซึ่งทำให้ได้ค่าที่ผิด เรียกเหตุการณ์ในลักษณะนี้ว่า การเขียนข้อมูลที่ผิดพลาด (dirty write) คือการเขียนข้อมูลที่มีผู้อื่นเขียน (ปรับปรุง) ไว้ แต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง

### 2.7.2.3 ปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

ปัญหาข้อนี้เกิดจากการได้ผลลัพธ์ที่ไม่สอดคล้องกันในช่วงเวลานั้นของทรานแซกชันหนึ่ง เนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ถูกรบกวนจากทรานแซกชันอื่น เช่น มีทรานแซกชันหนึ่งกำลังอ่านข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ซึ่งเป็นการทำงานแบบอ่านอย่างเดียว (read-only) แล้วในระหว่างนั้นมีอีกทรานแซกชันหนึ่งมาปรับปรุงชุดข้อมูลที่กำลังวิเคราะห์อยู่ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องกัน



รูปที่ 2.18 ทรานแซกชันเกิดความไม่สอดคล้องในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากรูปที่ 2.18 สมมติว่ามีบัญชีในธนาคาร 3 บัญชี ได้แก่ บัญชี 1 (ACC 1), บัญชี 2 (ACC 2) และบัญชี 3 (ACC 3) บัญชี 1 มีงานอยู่ 40 บาท, บัญชี 2 มีงานอยู่ 50 บาท และบัญชี 3 มีงานอยู่ 30 บาท เริ่มต้นเจ้าหน้าที่ธนาคารต้องการรวมยอดเงินในบัญชีทั้ง 3 แต่ในขณะที่ฐานข้อมูลกำลังอ่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

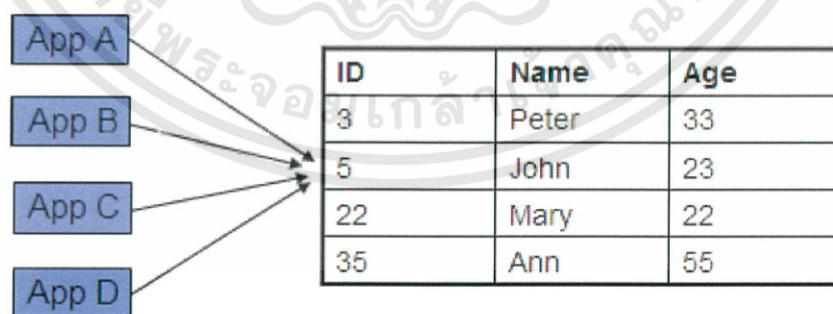
ข้อมูลจำนวนเงินในบัญชีทั้งสามมาแสดงผล เมื่ออ่านไปได้ถึงบัญชีที่ 2 (FETCH R ACC 2) ซึ่งได้ค่า 50 รวมกับบัญชีแรกที่อ่านได้ 40 รวมเป็น 90 แล้วเกิดเหตุการณ์ที่เจ้าของบัญชี 3 โอนเงินไปให้บัญชี 1 เป็นจำนวน 10 บาท มาแทรกระหว่างการหายอดรวมบัญชีทั้งสามของเจ้าหน้าที่ธนาคาร ทำให้ต่อจากนั้นฐานข้อมูลอ่านข้อมูลในบัญชี 3 ได้ยอดเงินเหลือ 20 รวมเป็น 110 บาท ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เพราะเริ่มทำทรานแซกชันเอตอนที่บัญชี 3 มียอดเงิน 30 บาท ต้องรวมยอดเงินได้ 120 บาทจึงจะถูกต้อง

#### 2.7.2.4 ปัญหาปรากฏการณ์เงา

ปัญหาปรากฏการณ์เงา คล้ายกับปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง แต่ทรานแซกชันที่มากวนการทำงานของทรานแซกชันแรกนั้นจะทำการเพิ่ม (insert) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ที่ทรานแซกชันแรกต้องการ แทนการปรับปรุง (update) ข้อมูลในปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง ตัวอย่างของปัญหาข้อนี้เช่น มีทรานแซกชันหนึ่งกำลังอ่านข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ซึ่งเป็นการทำงานแบบอ่านอย่างเดียว (read-only) แล้วในระหว่างนั้นมีอีกทรานแซกชันหนึ่งมาเพิ่มข้อมูลที่กำลังวิเคราะห์อยู่ ทำให้ได้ผลลัพธ์ข้อมูลใหม่ที่เพิ่งจะเพิ่มเข้าไปด้วย ซึ่งไม่ถูกต้องเพราะการอ่านข้อมูลเกิดขึ้นก่อนที่จะมีการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้ามา

#### 2.7.3 การล็อก (Lock)

การล็อกเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมการทำงานเมื่อมีหลายทรานแซกชันปฏิบัติงานพร้อมกัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาทั้ง 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกันที่ได้กล่าวไปแล้ว



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการทำงานพร้อมกัน และความจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมการทำงานพร้อมกัน

ในรูปที่ 2.19 มี 4 โปรแกรมประยุกต์ คือ แอปเอ (App A), แอปบี (App B), แอปซี (App C) และแอปดี (App D) ซึ่งต้องการเข้าถึงข้อมูลแถวเดียวกัน (แถวที่ 2) ในตารางนี้ ถ้าหากไม่มีการควบคุมการทำงานพร้อมกัน ทุกโปรแกรมประยุกต์ก็สามารถปฏิบัติงานบนข้อมูลแถวเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

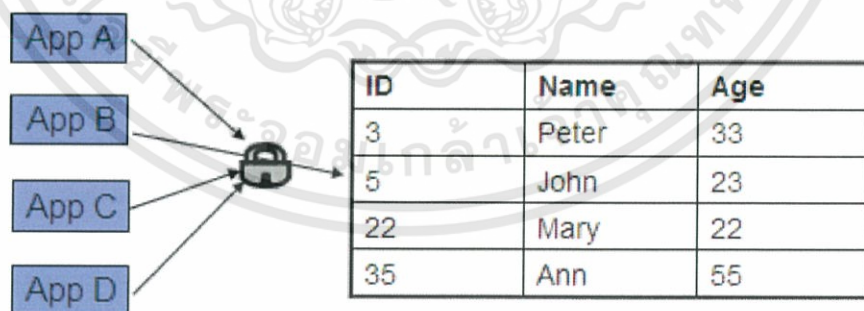
สมมติว่าโปรแกรมประยุกต์ทั้งหมดต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอายุในแถวที่ 2 ไปเป็นค่าต่าง ๆ โปรแกรมประยุกต์ที่ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นครั้งสุดท้ายจะถือเป็นผู้ชนะในสถานการณ์นี้ (เพราะค่าอายุที่ได้คือค่าสุดท้ายที่เปลี่ยนแปลง) ซึ่งเห็นได้ชัดว่าจากตัวอย่างข้างต้น จำเป็นต้องมีการควบคุมการทำงานพร้อมกัน เพื่อรับประกันความสอดคล้องของผลลัพธ์ในงานที่ทำ การควบคุมการทำงานพร้อมกันจะอยู่บนพื้นฐานของการใช้ล็อก (Lock)

แนวคิดเรื่องการใช้ล็อกและการทำงานพร้อมกันมีความเกี่ยวเนื่องกัน การใช้ล็อกจะหยุดการทำงานของโปรแกรมประยุกต์อื่นชั่วคราวจนกว่าโปรแกรมประยุกต์หนึ่งจะทำงานเสร็จ ยิ่งมีการใช้ล็อกในระบบมากเท่าไร การทำงานพร้อมกันก็จะเกิดได้น้อยลง ในทางกลับกันถ้าหากไม่มีการใช้ล็อกในระบบ การทำงานพร้อมกันก็จะมามากขึ้น

ล็อกจะเกิดขึ้นอัตโนมัติเมื่อต้องการทำทรานแซกชันและจะปลดล็อกเมื่อทำทรานแซกชันนั้นสำเร็จ (อาจปลดล็อกเมื่อมีคำสั่ง ยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) หรือ ยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback)) ล็อกอาจใช้กับตารางหรือแถว มีล็อก 2 ประเภทพื้นฐานได้แก่

- ล็อกแบบใช้ร่วมกัน (Share locks: S locks) เกิดเมื่อโปรแกรมประยุกต์ต้องการอ่านข้อมูล และป้องกันโปรแกรมประยุกต์อื่นเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแถวเดียวกันที่กำลังอ่านอยู่
- ล็อกแบบใช้คนเดียว (Exclusive locks: X locks) เกิดเมื่อโปรแกรมประยุกต์ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพิ่ม หรือลบข้อมูลในแถว

พิจารณารูปที่ 2.20 ซึ่งคล้ายกับรูปที่ 2.19 แต่มีการใช้งานล็อก



รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างการทำงานพร้อมกัน และความจำเป็นที่ต้องมีล็อก

จากตัวอย่างในรูปที่ 2.20 ถ้าแอปบีเป็นคนแรกที่เข้าถึงข้อมูลในแถวที่ 2 และกำลังดำเนินการเปลี่ยนแปลงข้อมูล แอปบีจะทำเอ็กซ์ล็อก (X locks) บนแถวนั้นค้างไว้ เมื่อแอปเอ, แอปซี และแอปดี พยายามเข้าถึงข้อมูลในแถวเดียวกันกับแอปบี จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้เพราะมีล็อกแบบใช้คนเดียวอยู่ การควบคุมนี้เพื่อให้ข้อมูลมีความสอดคล้องและถูกต้อง[7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 คุณสมบัติความคงทน (Durability Property)

ความคงทน (Durability) หมายถึง หลังจากทรานแซกชันทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้ว การเปลี่ยนแปลงทั้งหลายต้องอยู่ถาวร ระบบจะรับประกันว่าข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลอย่างแน่นอน แม้ระบบจะเกิดความล้มเหลวก็ตาม ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การกู้คืนข้อมูลเมื่อเกิดความล้มเหลวของระบบ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงหลักการของระบบจัดการฐานข้อมูล

### 2.8.1 การกู้คืนข้อมูลจากกรณีความล้มเหลวของระบบ

เพื่อให้ข้อมูลมีการสูญหายน้อยที่สุดเมื่อเกิดภัยพิบัติหรือระบบล่ม จะต้องมีแนวทางในการป้องกันและกู้คืนข้อมูลภายในตัวระบบเอง ตัวอย่างเหตุการณ์ที่ต้องพิจารณาเมื่อระบบเสียหาย ดังนี้

- ระบบหยุดทำงาน (System outage) เช่น เมื่อไฟดับ, มีฮาร์ดแวร์เสีย หรือ การทำงานของโปรแกรมล้มเหลว ส่งผลให้ฐานข้อมูลอยู่ในสถานะที่ไม่สอดคล้อง (inconsistent state)
- ทรานแซกชันล้มเหลว (Transaction failure) เช่น ผู้ใช้งานประมาทโดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ผิดพลาดส่งผลให้ฐานข้อมูลเสียหาย
- อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลเสียหาย (Media failure) เช่น ที่เก็บข้อมูลจานแม่เหล็ก (disk drive) ไม่สามารถใช้งานได้ อาจทำให้ข้อมูลที่เก็บในดิสก์นั้นหายไปทั้งหมด
- ภัยพิบัติ (Disaster) เช่น ที่ตั้งของระบบอาจถูกก่อความเสียหายโดยไฟไหม้ น้ำท่วม หรือ ภัยพิบัติอื่น ๆ

การกู้คืนข้อมูลจากความล้มเหลวของระบบในแต่ละกรณีใช้วิธีการที่แตกต่างกันออกไป โดยหากเป็น 2 กรณีแรกคือ ระบบหยุดทำงาน (แต่ดิสก์ไม่เสียหาย) และทรานแซกชันล้มเหลว ระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถจัดการกู้คืนข้อมูลที่เสียหายไปได้เอง โดยใช้หลักการกู้คืนด้วยล็อก (Log-Based Recovery) แต่หากเป็น 2 กรณีหลัง คือ อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลเสียหายและภัยพิบัติ (เกิดดิสก์เสียหาย) การกู้คืนข้อมูลจะต้องมีมนุษย์มาเกี่ยวข้อง โดยใช้หลักการของการเก็บข้อมูลสำรอง (Backup)[8]

## 2.9 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว คือ “หนึ่งทรานแซกชันถูกมองเป็นหน่วยเดียวกัน แบ่งย่อยไม่ได้ การปฏิบัติงานใด ๆ ของทรานแซกชันถ้าสำเร็จก็ต้องสำเร็จทั้งหมด ถ้าล้มเหลวก็ต้องล้มเหลวทั้งหมด” ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการว่าทรานแซกชันใด ๆ เริ่มต้นและสิ้นสุดที่ไหน ซึ่งดีบีทูมีการกำหนดขอบเขตของทรานแซกชันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9.1 การกำหนดขอบเขตของทรานแซกชัน

จุดซิงโครไนซ์เซชันเริ่มต้นทรานแซกชันสำหรับดีบีทูจะใช้คำสั่ง ตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ (set auto commit off) และเมื่อถึงจุดสุดท้ายของทรานแซกชัน ก็จะต้องมีจุดซิงโครไนซ์เซชันที่ใช้สำหรับจบทรานแซกชัน ซึ่งจุดซิงโครไนซ์เซชันนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) และยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback)

### 2.9.1.1 ตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ

ตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ (set auto commit off) เป็นจุดซิงโครไนซ์เซชันที่ใช้สำหรับเริ่มต้นทรานแซกชัน ซึ่งหมายความว่า ทุกคำสั่งที่เกิดขึ้นต่อจากจุดซิงโครไนซ์เซชันนี้ ถือว่าอยู่ในทรานแซกชันเดียวกันทั้งหมด แต่โดยค่าเริ่มต้น (default) ดีบีทูจะตั้งค่ายืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติจะเป็นแบบเปิด (set auto commit on) ซึ่งทำให้เมื่อปฏิบัติทรานแซกชันแต่ละคำสั่งสำเร็จจะยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) แบบอัตโนมัติทันที เท่ากับว่าหนึ่งคำสั่งคือหนึ่งทรานแซกชันนั่นเอง

### 2.9.1.2 ยืนยันการเปลี่ยนแปลง

ยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) เป็นหนึ่งในจุดซิงโครไนซ์เซชันที่ใช้สำหรับจบทรานแซกชัน ซึ่งหมายความว่า ให้ทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่จุดซิงโครไนซ์เซชันสำหรับเริ่มต้นทรานแซกชันถึงจุดซิงโครไนซ์เซชันสำหรับจบทรานแซกชัน โดยเมื่อทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงเรียบร้อยแล้ว แสดงว่าการทำทรานแซกชันนั้นสำเร็จสมบูรณ์ ต่อจากนี้ระบบจัดการฐานข้อมูลจะเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการต่อไป

### 2.9.1.3 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

ยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback) เป็นหนึ่งในจุดซิงโครไนซ์เซชันที่ใช้สำหรับจบทรานแซกชัน ซึ่งหมายความว่า ตั้งแต่จุดซิงโครไนซ์เซชันสำหรับเริ่มต้นทรานแซกชันถึงจุดซิงโครไนซ์เซชันสำหรับจบทรานแซกชัน ให้ทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทรานแซกชันนี้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้คำสั่งในทรานแซกชันนี้ถูกยกเลิก รวากับว่าไม่เคยได้ทำทรานแซกชันนี้เลย ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว หากเกิดความผิดพลาด (error) ขึ้นในระบบและยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงหรือทำทรานแซกชันไม่สำเร็จทั้งหมด ทางระบบจัดการฐานข้อมูลจะทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงให้โดยอัตโนมัติ

## 2.9.2 ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนาน

จากคุณสมบัติทรานแซกชันเรื่องความเป็นหนึ่งเดียว หากขณะปฏิบัติทรานแซกชันอยู่แล้ว เกิดความผิดพลาดขึ้นในระบบทำให้ไม่สามารถปฏิบัติทรานแซกชันต่อไปได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้วโดยทรานแซกชันนี้ต้องถูกยกเลิกทั้งหมด แต่ทรานแซกชันประเภทที่มีช่วงเวลาการปฏิบัติยาวนานไม่ต้องการให้ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งทรานแซกชัน จึงต้องใช้หลักการของการซ้อนภายในทรานแซกชัน (Nested Transaction) เข้ามาช่วย ซึ่งในดีบีทูสามารถทำได้โดยการกำหนด จุดบันทึก (savepoint) ในระหว่างทำทรานแซกชัน ทำให้สามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึกได้ (rollback to savepoint) แต่จะไม่ทำให้ทรานแซกชันทั้งทรานแซกชันถูกยกเลิก

## 2.10 คุณสมบัติความสอดคล้องภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า คุณสมบัติความสอดคล้อง คือ การรักษาความถูกต้องของฐานข้อมูล หลังจากปฏิบัติทรานแซกชันสำเร็จ (ระหว่างทำทรานแซกชันอาจละเมิดกฎได้เป็นการชั่วคราว แต่เมื่อทำทรานแซกชันสำเร็จแล้วฐานข้อมูลต้องถูกต้องตามกฎ) ซึ่งเป็นไปตามนิยามของทรานแซกชัน โดยดีบีทูมีทางเลือกในการรักษาความถูกต้องของฐานข้อมูลดังนี้

### 2.10.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล

ดีบีทูได้แบ่งกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลเป็น 5 ประเภท ได้แก่

- 1) ไม่มีค่าว่าง (not null)
- 2) ยูนิค คีย์ (unique key)
- 3) ไพรมารี คีย์ (primary key)
- 4) อ้างอิง (referential)
- 5) ตรวจสอบ (check)

โดยกฎบังคับความถูกต้องแต่ละประเภทก็จะใช้คำสั่งแตกต่างกันไป

### 2.10.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน

ดีบีทู (DB2) ไม่อนุญาตให้มีการละเมิดกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลระหว่างทรานแซกชัน แต่สามารถเลือกที่จะบังคับ (enforced) หรือไม่บังคับ (not enforced) ใช้กฎเหล่านั้นได้โดยผ่านการปรับเปลี่ยนตาราง (alter table) แทน

แต่ดีบีทูได้พัฒนาให้มีการใช้งาน การตั้งค่าอินเทกริตี (set integrity) เพื่อให้สามารถใช้งานละเมิดกฎชั่วคราวได้

### 2.10.2.1 การตั้งค่าอินเทกกริตี

การตั้งค่าอินเทกกริตี (set integrity) มีไว้สำหรับเพื่อให้สามารถละเมิดกฎชั่วคราวในการใช้งาน โดยจะทำให้ตารางเข้าสู่สถานะ อยู่ระหว่างการตั้งค่าสถานะอินเทกกริตี (set integrity pending state) หรือ ระหว่างสถานะตรวจสอบ (check pending state) เมื่อตารางเข้าสู่สถานะนี้แล้ว จะทำให้ไม่สามารถใช้งานคำสั่งหลาย ๆ คำสั่งได้เช่น เลือก (select), เพิ่ม (insert), เปลี่ยนแปลง (update) หรือ ลบ (delete) แต่มีบางคำสั่งที่สามารถใช้งานได้เมื่อตารางอยู่ในสถานะนี้เช่น โหลด (load) หรือ ปรับปรุง (alter) โดยระหว่างสถานะนี้จะยอมให้มีการละเมิดกฎเฉพาะ กฎฟอรัล คีย์ (foreign key) หรือ และกฎตรวจสอบ (check) เท่านั้น แต่กฎอื่น ๆ ยังคงมีการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา

เมื่อจะทำการกลับเข้าสู่สถานะปกติ (normal state) จะมีการตรวจสอบกฎต่าง ๆ อีกครั้ง โดยหากมีการละเมิดกฎในตาราง จะทำให้การกลับเข้าสู่สถานะปกติเกิดความล้มเหลว แต่สามารถตั้งค่าให้หน้าข้อมูลหรือแถวที่มีการละเมิดกฎออกไปยังตารางข้อยกเว้นได้ (exception table)

โดยการตั้งค่าอินเทกกริตี (set integrity) จะต่างกับการละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน (deferrable) ตรงที่การตั้งค่าอินเทกกริตี เมื่อทำการกลับเข้าสู่สถานะปกติ จะทำการตรวจสอบกฎกับทั้งตาราง ซึ่งหากเป็นการละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน จะตรวจสอบกฎต่าง ๆ เฉพาะคำสั่งที่เกิดขึ้นในทรานแซกชันเท่านั้น[9]

### 2.10.3 ทริกเกอร์

ชนิดของทริกเกอร์ในดีบีทูแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

- 1) ก่อน (before) คือ จะทำคำสั่งที่ถูกกำหนดไว้ภายในทริกเกอร์ ก่อนคำสั่งที่มีการเรียกใช้งาน
- 2) หลัง (after) คือ จะทำคำสั่งที่ถูกกำหนดไว้ภายในทริกเกอร์ หลังคำสั่งที่มีการเรียกใช้งาน
- 3) แทนที่ (instead of) คือ จะทำคำสั่งที่ถูกกำหนดไว้ภายในทริกเกอร์ แทนที่จะทำคำสั่งที่เรียกใช้งานแทน ซึ่งมักจะใช้กับคำสั่งที่เรียกใช้งานกับวิว (view)

โดยสามารถกำหนดทริกเกอร์ซ้อนกันได้สูงสุด 16 ทริกเกอร์ สำหรับทริกเกอร์ที่ปฏิบัติงานกับตารางเดียวกันและชนิดของทริกเกอร์เป็นชนิดเดียวกัน[9]

### 2.10.4 การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติ

การใช้งานฟังก์ชันการสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติของดีบีทูจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

- 1) สร้างตลอด (generated always) คือจะทำการสร้างตัวเลขขึ้นมาในคอลัมน์ทุกครั้งที่มีการเพิ่มข้อมูลในแถวใด ๆ และจะไม่ยอมให้มีการเพิ่มข้อมูลมาในคอลัมน์ที่ใช้ฟังก์ชันประเภทนี้ ซึ่งจะรับประกันได้ว่าที่คอลัมน์นี้จะไม่เกิดความซ้ำซ้อนขึ้น
- 2) สร้างเริ่มต้น (generated by default) คือจะทำการสร้างตัวเลขขึ้นมาในคอลัมน์เมื่อไม่มีการเพิ่มข้อมูลที่คอลัมน์นี้ ในแถวใด ๆ แต่การสร้างเริ่มต้นจะไม่รับประกันความซ้ำซ้อนที่จะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันย่อย ๆ ให้สามารถปรับแต่งได้ เช่น เริ่มต้นที่เลขใด (start with), เพิ่มค่าตัวเลขครั้งละเท่าใด (increment by), ค่าสูงสุด (max value), ค่าต่ำสุด (min value) และจะทำอะไรเมื่อตัวเลขถึงค่าสูงสุด (cycle)

การสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติสามารถมีได้มากกว่าหนึ่งคอลัมน์ในหนึ่งตาราง แต่หากต้องการให้คอลัมน์ที่มีการใช้งานฟังก์ชันนี้เป็นตัวระบุ (identity) ก็สามารถเพิ่มฟังก์ชันให้กับการสร้างตัวเลขแบบอัตโนมัติได้ ซึ่งจะทำให้ในหนึ่งตารางมีได้แค่หนึ่งคอลัมน์เท่านั้นที่สามารถใช้ฟังก์ชันนี้ได้[9]

## 2.11 คุณสมบัติความโดดเด่นเดียวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า คุณสมบัติความโดดเด่นเดียวของทรานแซกชัน คือ “ทรานแซกชันที่ถูกปฏิบัติในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องไม่รบกวนกัน เสมือนว่าทำงานคนเดียว” ดังนั้นหากมีหลายทรานแซกชันปฏิบัติงานในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องมีการจัดการเรื่องของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน เพื่อให้ทุก ๆ ทรานแซกชันทำงานกับฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และไม่ทำให้เกิดปัญหาความไม่สอดคล้องกันในฐานข้อมูล

### 2.11.1 การปรับระดับของความถูกต้อง (levels of consistency)

ระดับไอโซเลชัน (isolation levels) หรือระดับความโดดเด่นเดียวของโปรแกรมประยุกต์เปรียบเสมือนนโยบายการเข้าถึงทรัพยากรข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูลขึ้นอยู่กับระดับไอโซเลชันที่เลือกซึ่งจะได้ระดับของความถูกต้องแตกต่างกันตามความต้องการของโปรแกรมประยุกต์ ระดับไอโซเลชันเกี่ยวข้องกับการประมวลผลของโปรแกรมประยุกต์ เป็นการกำหนดระดับในการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเข้าถึงโดยโปรแกรมประยุกต์อื่นอยู่

ระดับไอโซเลชันของโปรแกรมประยุกต์พิจารณาจากกรณีต่อไปนี้

- ความเข้มงวดที่แถวของข้อมูลนั้นถูกอ่านหรือปรับปรุงโดยโปรแกรมประยุกต์หนึ่ง แล้วความเหมาะสมในการให้โปรแกรมประยุกต์อื่นเข้าถึงได้

- ความเข้มงวดที่โปรแกรมประยุกต์อื่นดำเนินการปรับปรุงข้อมูลอยู่ แล้วส่งผลต่อการทำงานของโปรแกรมประยุกต์หนึ่ง

ระดับไอโซเลชันถูกบังคับใช้โดยการล็อก และประเภทของล็อกถูกใช้เพื่อจำกัดหรือป้องกันการเข้าถึงข้อมูลพร้อมกันของหลายโปรแกรมประยุกต์ ดิบีทูมีระดับไอโซเลชัน (isolation levels) ซึ่งเป็นระดับของการป้องกันความเป็นส่วนตัวของข้อมูลดังนี้

- 1) การอ่านที่สามารถอ่านซ้ำได้ เรียกว่า รีพีทเทเบิลรีด (Repeatable Read: RR)
- 2) การคงที่ของการอ่าน เรียกว่า รีดสเตบิลิตี (Read Stability: RS)
- 3) การคงที่ของเคอร์เซอร์ เรียกว่า เคอร์เซอร์สเตบิลิตี (Cursor Stability: CS)
- 4) การอ่านข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน เรียกว่า อันคอมมิทเทดรีด (Uncommitted Read: UR)

ซึ่งระดับไอโซเลชันดังกล่าว เทียบกับระดับไอโซเลชันที่เป็นมาตรฐานตามเอสคิวแอล-92 (SQL-92) ได้ดังรูป

ANSI SQL Isolation Level	DB2 UDB equivalent
SERIALIZABLE	Repeatable read (RR)
REPEATABLE READ	Read stability (RS)
READ COMMITTED (default)	Cursor stability (CS)
READ UNCOMMITTED	Uncommitted read (UR)

รูปที่ 2.21 เปรียบเทียบระดับไอโซเลชันของดیبีทูกับไอโซเลชันมาตรฐานตามเอสคิวแอล-92

ระดับไอโซเลชันที่กล่าวมานี้เป็นเพียงชื่อที่ใช้เรียกระดับความสามารถเดียวกันที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์เลือกใช้ ดังนั้นจึงควรศึกษาความสามารถของระดับไอโซเลชันในแต่ละผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน

#### 2.11.1.1 การอ่านที่สามารถอ่านซ้ำได้ (Repeatable Read: RR)

ระดับไอโซเลชันของการอ่านที่สามารถอ่านซ้ำได้ หรือ รีพีทเทเบิลรีด เป็นไอโซเลชันระดับสูงสุด ทำให้มีการทำงานพร้อมกันน้อยที่สุด ไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดรับประกันว่าการอ่านข้อมูลโดยโปรแกรมประยุกต์มากกว่าหนึ่งครั้งในการอ่านแบบเดียวกัน (คำสั่งในการเลือกข้อมูลมาแสดงผลเหมือนกัน) ที่อยู่ในทรานแซกชันเดียวกันจะต้องให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน การทำงานในไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดนี้ ปัญหาทั้ง 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกันจะไม่เกิดขึ้น

ภายใต้ไอโซเลชันระดับรีพีเทเบิลรีดนี้ โปรแกรมประยุกต์หนึ่งสามารถอ่านและทำงานบน แถวข้อมูลได้ตลอดจนกว่าจะทำทรานแซกชันสำเร็จ อย่างไรก็ตามโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ ไม่สามารถ ปรับปรุง, ลบ หรือเพิ่มข้อมูลที่มีผลต่อชุดข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์แรกใช้งานอยู่ จนกว่าโปรแกรม ประยุกต์แรกจะทำทรานแซกชันสำเร็จ โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานภายใต้ไอโซเลชันระดับนี้จะไม่ สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ยังไม่ได้รับการยืนยันจากโปรแกรมประยุกต์อื่น ซึ่งให้ความมั่นใจ ว่าข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับมาจะยังคงไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่โปรแกรมประยุกต์นั้นใช้งานอยู่

#### 2.11.1.2 การคงที่ของการอ่าน (Read Stability: RS)

ไอโซเลชันระดับการคงที่ของการอ่าน หรือ รีดสเตบิลิตี เป็นไอโซเลชันระดับที่เข้มงวดน้อยกว่า รีพีเทเบิลรีด ไอโซเลชันระดับนี้ให้ความมั่นใจว่าข้อมูลของแถวที่ถูกอ่านอยู่ขณะทำ ทรานแซกชันไม่สามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้โดยโปรแกรมประยุกต์อื่นจนกว่าการทำทรานแซกชันนั้น จะสำเร็จ แต่เจ้าของทรานแซกชันสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไข หรือเพิ่มข้อมูลนั้นได้ และแถวข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยโปรแกรมประยุกต์อื่นจะไม่สามารถอ่านได้จนกว่าจะมีการยืนยันการเปลี่ยนแปลง นั้น ภายใต้ระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตีนี้ ไม่อนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลที่ยังไม่ได้รับการยืนยันการ เปลี่ยนแปลงและข้อมูลที่ไม่สามารถอ่านซ้ำได้ ดังนั้นจึงอาจจะเกิดปัญหาปรากฏการณ์เงาได้ แต่ แก้ปัญหาข้อ 1 ถึง 3 แล้ว

#### 2.11.1.3 การคงที่ของเคอร์เซอร์ (Cursor Stability: CS)

ระดับไอโซเลชันการคงที่ของเคอร์เซอร์ หรือ เคอร์เซอร์สเตบิลิตี เป็นไอโซเลชันระดับที่ไม่ เข้มงวดมาก ภายใต้ไอโซเลชันระดับนี้ไม่มีโปรแกรมประยุกต์อื่นใดที่สามารถปรับปรุงหรือลบข้อมูลใน แถวขณะที่เคอร์เซอร์ซึ่งมีสิทธิ์ปรับปรุงข้อมูลอยู่บนแถวนั้น แต่โปรแกรมประยุกต์อื่นสามารถเพิ่มแถวใหม่ เข้าไปยังตารางได้ และทำการปรับปรุง หรือลบ แถวข้อมูลตำแหน่งที่เคอร์เซอร์ไม่ได้ชี้อยู่ได้ และการ เข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงจากโปรแกรมประยุกต์อื่นไม่สามารถทำได้ แม้ว่าไอโซเลชัน ระดับนี้จะแก้ไขปัญหาคอมมิทเมนต์ที่ไม่ได้รับการยืนยันแล้ว แต่ปัญหาอีก 3 ข้อ ยังคงมีอยู่ และระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตีนี้เป็นค่าเริ่มต้น (default) ของดีบีทูอีกด้วย

หมายเหตุ : ในดีบีทูรุ่น 9.7 เป็นต้นไป มีการเพิ่ม การยืนยันการเปลี่ยนแปลงล่าสุด หรือ เคอเรนทลี คอมมิททิด (currently committed) มาใช้งาน หมายถึงข้อมูลที่ยืนยันการ เปลี่ยนแปลงแล้วเท่านั้นที่ถูกส่งกลับมาเป็นผลลัพธ์ เหมือนกับกรณีของ เคอร์เซอร์สเตบิลิตี แบบปกติ แต่ในแบบนี้ผู้อ่านไม่ต้องรอ (wait) ผู้ปรับปรุงที่เพิ่งปรับปรุงข้อมูล คือผู้อ่านจะได้ข้อมูลที่ถูกระบุการ เปลี่ยนแปลงล่าสุดมาเลย ซึ่งก็คือข้อมูลก่อนการปรับปรุงของผู้ปรับปรุง

#### 2.11.1.4 การอ่านข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน (Uncommitted Read: UR)

ระดับไอโซเลชันของการอ่านข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน หรือ อันคอมมิทติวรีด เป็นระดับไอโซเลชันที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด ทำให้มีการทำงานพร้อมกันมากที่สุด เมื่อใช้งานไอโซเลชันระดับนี้จะอนุญาตให้โปรแกรมประยุกต์เข้าถึงข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยโปรแกรมประยุกต์อื่นแต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงได้ และไอโซเลชันระดับนี้ไม่ได้ป้องกันโปรแกรมประยุกต์จากการเข้าถึงข้อมูลที่กำลังถูกอ่านโดยโปรแกรมประยุกต์อื่นอยู่ด้วย ถ้าโปรแกรมประยุกต์นั้นไม่พยายามจะลบตารางทิ้งหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขตาราง ดังนั้นปัญหาของการควบคุมการทำงานพร้อมกันทั้ง 4 ข้อจะยังคงมีอยู่

การทำงานของไอโซเลชันระดับนี้เหมาะสำหรับทรานแซกชันที่เข้าถึงข้อมูลในตารางหรือวิว (view) แบบอ่านอย่างเดียว (read-only) และสำหรับทรานแซกชันที่ไม่มีปัญหาในการปฏิบัติคำสั่งการเลือกข้อมูลมาแสดงผลแล้วเห็นข้อมูลซึ่งยังไม่ได้ได้รับการยืนยันการเปลี่ยนแปลง

**หมายเหตุ :** เมื่อทรานแซกชันทำงานภายใต้ไอโซเลชันระดับนี้ แล้วใช้เคอร์เซอร์แบบปรับปรุงข้อมูลได้ (for update) ทรานแซกชันนั้นจะเสมือนว่าทำงานภายใต้ไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตีแทน[10]

จากระดับไอโซเลชันที่กล่าวมาทั้งหมดทุกระดับรับประกันว่าปัญหาการเขียนข้อมูลที่ผิดพลาด (dirty read) หรือ การเขียนทับข้อมูลที่ถูกเขียนโดยผู้อื่นอยู่แล้วยังไม่ได้ได้รับการยืนยันการเปลี่ยนแปลงจะไม่อนุญาตให้เกิดขึ้น และถ้าหากตั้งระดับไอโซเลชันไว้สูงระบบจัดการฐานข้อมูลก็จะทำงานหนักขึ้น แต่มันใจได้ว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นถูกต้อง ไม่เกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ตารางที่ 2.1 สรุประดับไอโซเลชันและปัญหาที่ได้รับการแก้ไข

ระดับไอโซเลชัน	ปัญหาที่ได้รับการแก้ไขแล้ว
รีพีทเทเบิลรีด (Repeatable Read)	ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน ปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง ปัญหาปรากฏการณ์เงา
รีดสเตบิลิตี (Read Stability)	ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน ปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง
เคอร์เซอร์สเตบิลิตี (Cursor Stability)	ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน
อันคอมมิทเทดรีด (Uncommitted Read)	-

## 2.12 คุณสมบัติความคงทนภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า คุณสมบัติความคงทน คือ “เมื่อทรานแซกชันมีการยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้ว การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นต้องคงอยู่ถาวร แม้ว่าต่อมาระบบจะล้มเหลวก็ตาม” ดีบีทูได้มีการจัดการคุณสมบัติข้อนี้ดังนี้

### 2.12.1 ประเภทของการกู้คืน (Types of recovery)

ในดีบีทู แบ่งประเภทของการกู้คืนเป็นดังนี้

#### 2.12.1.1 การกู้คืนแบบแครช (Crash recovery)

การกู้คืนแบบแครช คือ ป้องกันฐานข้อมูลจากสถานะความไม่สอดคล้อง โดยยกเลิกทรานแซกชันที่ยังไม่ยืนยันการเปลี่ยนแปลง เช่น ถ้าไฟดับแล้วทรานแซกชันยังไม่ยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) เมื่อดีบีทูถูกเปิดขึ้นมาทำงานอีกครั้ง ก็จะทำการย้อนการทำทรานแซกชันนั้นกลับไป (rollback) ทั้งหมดให้ โดยโรลแบ็คแบบเรียงตามคำสั่งที่ทำงานล่าสุดไล่ขึ้นไป การกู้คืนแบบแครชจะถูกเปิดขึ้นมาทำงานใหม่อีกครั้งอัตโนมัติถ้าตั้งค่าตัวแปรชื่อ ออโตรีสตาร์ท (autorestart) ในไฟล์ตัวแปรฐานข้อมูลเป็นเปิด (on) ถ้าตั้งเป็นปิด (off) ผู้ใช้งานจะต้องสั่งเริ่มทำงานใหม่ด้วยตัวเอง

### 2.12.1.2 การกู้คืนแบบเวอร์ชัน (Version recovery)

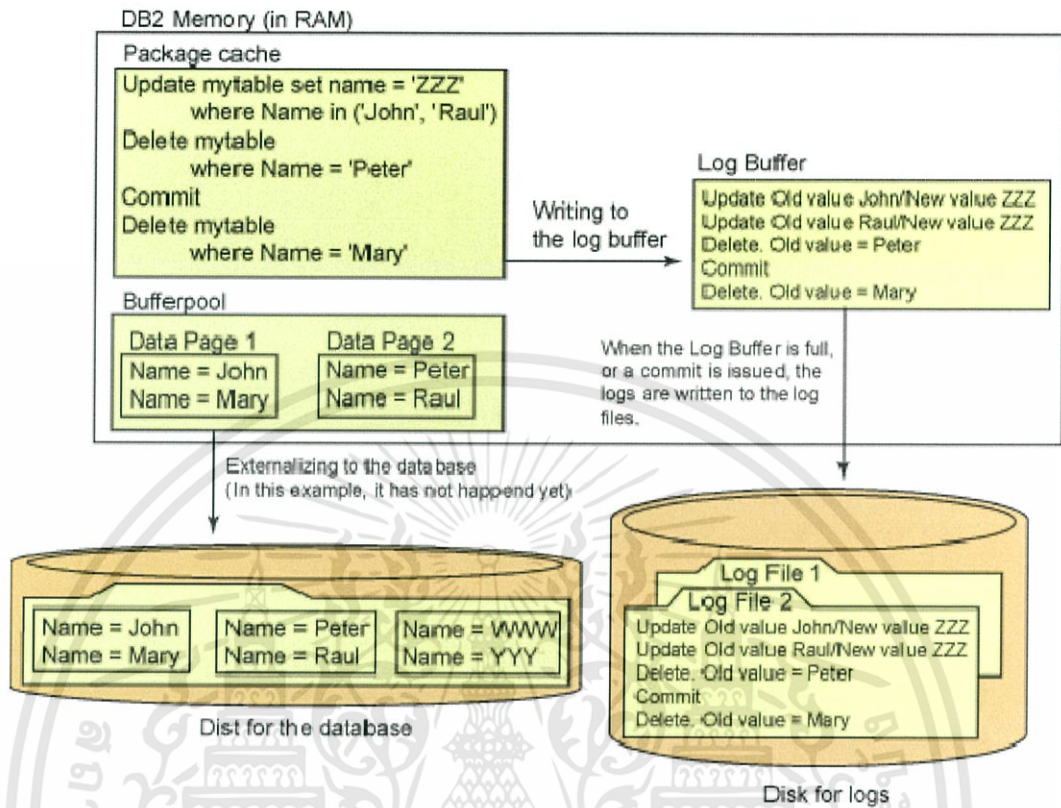
การกู้คืนแบบเวอร์ชัน คือ ทำการกู้คืนโดยใช้รุ่นของฐานข้อมูลก่อนหน้าที่สำรองข้อมูลไว้ (โดยคำสั่ง แบ็คอัป (backup)) เมื่อกู้คืนข้อมูลที่สำรองไว้จะถูกนำมาใช้ แต่ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังการสำรองข้อมูลก็จะหายไป

### 2.12.1.3 การกู้คืนแบบโรลฟอร์เวิร์ด (Rollforward recovery)

การกู้คืนแบบโรลฟอร์เวิร์ด เป็นการกู้คืนที่ขยายจากการกู้คืนแบบเวอร์ชัน คือ ใช้รุ่นของฐานข้อมูลก่อนหน้าที่สำรองข้อมูลไว้รวมกับล็อกไฟล์ (log file) เมื่อเริ่มการกู้คืนจะทำการคืนค่าข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่สำรองไว้ก่อน แล้วนำล็อกไฟล์มาคืนค่าข้อมูลต่อจากส่วนที่สำรองข้อมูลไว้ล่าสุด ซึ่งอนุญาตให้ทำการคืนค่าข้อมูลทั้งฐานข้อมูล หรือ เฉพาะที่เก็บตาราง (table spaces) ในช่วงเวลาที่กำหนดได้ การกู้คืนแบบโรลฟอร์เวิร์ดจำเป็นต้องใช้การเก็บล็อกไฟล์แบบอาร์ไคไวล (archival logging)[8]

### 2.12.2 ล็อกในดีบีทู (DB2 Logs)

การเก็บล็อกของทรานแซกชันในดีบีทูเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการกู้คืนข้อมูล โดยจะเก็บการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับฐานข้อมูลทุกอย่าง ล็อกสามารถเก็บในไฟล์หรือในอุปกรณ์อื่น จากตัวอย่างในรูปข้างล่างเป็นการเก็บล็อกในไฟล์ เพื่อรับประกันความถูกต้องของข้อมูล ดีบีทูใช้รูปแบบการเขียนลงล็อกก่อนจะเขียนการเปลี่ยนแปลงนั้นลงฐานข้อมูลในดิสก์ (การเขียนลงดิสก์ ในดีบีทูใช้คำว่า เอ็กซ์เทอเนลไลซิง (externalizing) หรือในหนังสือบางเล่มเรียกว่าการเอาท์พุท) ซึ่งเรียกรูปแบบนี้ว่าการเขียนล็อกไปก่อนหน้า (write-ahead logging)



รูปที่ 2.22 แสดงการเขียนล็อกไปก่อนหน้า (write-ahead logging)

จากรูปที่ 2.22 ในรูปนี้มีคำสั่งเอสคิวแอล 4 คำสั่งที่ถูกปฏิบัติไปแล้ว คำสั่งทั้งหมดถูกเก็บในแพ็คเกจแคช (package cache) และเพจข้อมูล (data page) ถูกดึงจากฐานข้อมูลมาที่บัฟเฟอร์พูล (buffer pool) เมื่อมีการปฏิบัติคำสั่งเอสคิวแอล การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บในล็อกบัฟเฟอร์ (log buffer) ก่อน แล้วจึงเขียนลงล็อกไฟล์ (ถ้าล็อกบัฟเฟอร์เต็ม หรือมีคำสั่งยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) เท่ากับค่าที่กำหนดไว้ในตัวแปรชื่อ มินคอมมิท (MINCOMMIT) ซึ่งเป็นตัวแปรในไฟล์การตั้งค่าฐานข้อมูล ล็อกบัฟเฟอร์นี้จะถูกเขียนไปยัง ล็อกไฟล์) จากตัวอย่างนี้ข้อมูลใหม่ที่เปลี่ยนแปลงยังไม่ถูกเขียนลงฐานข้อมูล โดยปกติจะเขียนลงฐานข้อมูลเมื่อบัฟเฟอร์พูลเต็ม หรือต้องการพื้นที่ในบัฟเฟอร์พูลมากขึ้น

ล็อกในดีบีทูมี 2 ประเภทดังนี้

- 1) ไพรมารีล็อกไฟล์ (Primary log files) เป็นล็อกไฟล์ขั้นแรกที่ถูกใช้งาน จะถูกจองโดยทันทีเมื่อเริ่มมีการติดต่อฐานข้อมูล
- 2) เซคเคินเดอรีล็อกไฟล์ (Secondary log files) เป็นล็อกไฟล์ขั้นที่สอง จะถูกจองเมื่อต้องการใช้งาน (เมื่อไพรมารีล็อกไฟล์เต็ม)

ถ้าล็อกไฟล์เต็ม (ทั้งไฟรมารีล็อกไฟล์และเซกเคินเดอริล็อกไฟล์เต็ม) ดีบีทู่จะพยายามล็อกไฟล์เพิ่ม แต่ไม่สามารถทำได้เพราะเกิดจำนวนที่กำหนดทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น สมมติถ้ามีทรานแซกชันขนาดใหญ่มากยังทำงานไม่สำเร็จ ทรานแซกชันนั้นก็จะถูกโรลแบ็คหมด[8]

### 2.12.3 ประเภทของล็อก (Types of logs)

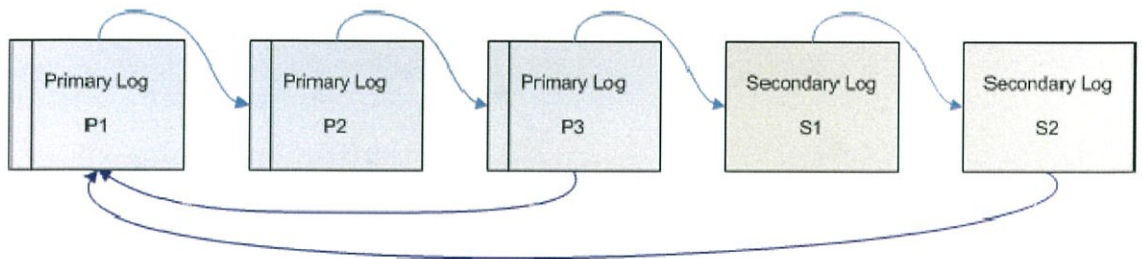
- แอคทีฟล็อก (Active logs) จะเป็นแอคทีฟล็อกเมื่อ
  - มีข้อมูลของทรานแซกชันที่ยังไม่ถูกยืนยันการเปลี่ยนแปลงหรือโรลแบ็คอยู่
  - มีข้อมูลของทรานแซกชันที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้วแต่ยังไม่ได้เขียนลงฐานข้อมูล
- ออนไลน์อาร์ไคฟ์ล็อก (Online archive logs) คือ ล็อกที่มีข้อมูลทรานแซกชันที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงและเขียนการเปลี่ยนแปลงนั้นลงฐานข้อมูลแล้ว และล็อกนี้ถูกเก็บในไดเรกทอรี (directory) เดียวกับแอคทีฟล็อก
- ออฟไลน์อาร์ไคฟ์ล็อก (Offline archive logs) คือ อาร์ไคฟ์ล็อก (Archive logs) ที่ถูกย้ายจากไดเรกทอรีที่เก็บแอคทีฟล็อกไปยังไดเรกทอรีอื่น หรือสื่ออุปกรณ์อื่น การย้ายสามารถทำได้ด้วยตัวเอง หรือให้ดีบีทู่ทำให้อัตโนมัติ[8]

### 2.12.4 ประเภทของการเก็บล็อก (Types of logging)

ดีบีทู่แบ่งประเภทการเก็บล็อกออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

#### 2.12.4.1 การเก็บล็อกแบบวงกลม (Circular logging)

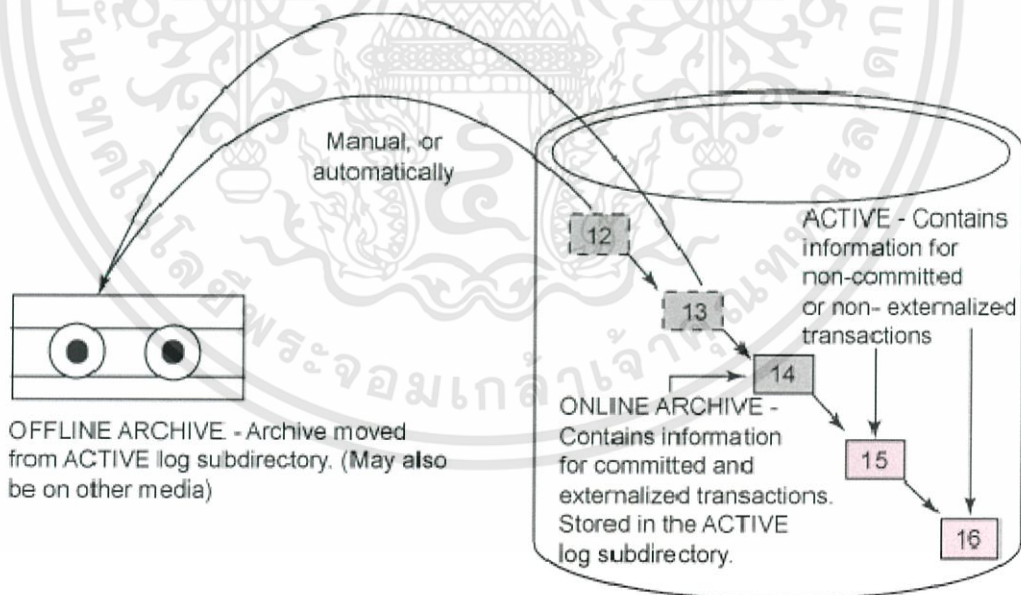
การเก็บล็อกแบบวงกลม เป็นค่าเริ่มต้นที่ถูกกำหนดไว้ในดีบีทู่ การเก็บล็อกแบบนี้จะสามารถนำล็อกมาใช้ใหม่ได้ในรูปแบบวงกลม (circular mode) ซึ่งล็อกสามารถถูกนำมาใช้ใหม่ในการเก็บล็อกแบบนี้ได้ ก็ต่อเมื่อล็อกนั้นเก็บเพียงข้อมูลทรานแซกชันที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงและเขียนการเปลี่ยนแปลงนั้นลงดิสค์แล้วเท่านั้น หรือหมายถึงถ้าล็อกนั้นยังเป็นแอคทีฟล็อกอยู่จะไม่สามารถถูกนำมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งการเก็บล็อกแบบนี้จะสนับสนุนเพียงการกู้คืนแบบแคชและเวอร์ชัน ไม่สามารถทำการกู้คืนแบบโรลฟอร์เวิร์ดได้ ถือเป็นฐานข้อมูลที่ไม่สามารถกู้คืนได้ (Nonrecoverable databases)[8]



รูปที่ 2.23 การเก็บล็อกแบบวงกลม

#### 2.12.4.2 การเก็บล็อกแบบอาร์ไควอล (Archival logging)

การเก็บล็อกแบบอาร์ไควอล คือ เก็บรักษาล็อกไฟล์ไว้ถาวร ไม่มีการเขียนทับหรือนำมาใช้ใหม่เหมือนการเก็บล็อกแบบวงกลม ประเภทการเก็บล็อกกระทำโดยการตั้งค่าตัวแปรฐานข้อมูลชื่อ ล็อกอาร์ไควเมธอด1 (LOGARCHMETH1) โดยพื้นฐานเป็นปิด (OFF) ซึ่งแสดงว่าเป็นการเก็บล็อกแบบวงกลม จะใช้งานการเก็บล็อกแบบอาร์ไควอล ต้องตั้งค่าตัวแปรนี้เป็น ล็อกรีเทน (LOGRETAIN), ยูสเซอร์เอ็กซ์อิท (USEREXIT), ดิกส์ (DISK), ทีเอสเอ็ม (TSM) หรือ เวนเดอร์ (VENDOR) การเก็บล็อกแบบนี้สนับสนุนการกู้คืนทุกแบบ ถือเป็นฐานข้อมูลที่สามารถกู้คืนได้ (Recoverable databases)[8]



รูปที่ 2.24 การเก็บล็อกแบบอาร์ไควอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.13 เคอร์เซอร์ในดีบีทู

เคอร์เซอร์ (cursor) คือตัวชี้ที่ใช้สำหรับชี้ไปยังแต่ละแถวของผลลัพธ์ (result) ที่ได้จากการเรียกดูข้อมูล (query) ของตาราง สำหรับผลลัพธ์นั้นในโปรแกรมประยุกต์ส่วนใหญ่จะเรียกว่า รีซอลเซต (Result set) โดยหากต้องการอ่าน (fetch) ข้อมูลจากผลลัพธ์ จะต้องทำการเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังแถวที่ต้องการจะอ่านก่อน ถึงจะสามารถทำการอ่านข้อมูลจากแถวนั้น ๆ ได้

การเลื่อน (scroll) ของเคอร์เซอร์นั้น จะสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองชนิดคือ

- 1) เดินหน้าเท่านั้น (forward only) หมายถึง เคอร์เซอร์จะสามารถเลื่อนไปข้างหน้าได้เท่านั้น ไม่สามารถถอยหลังเพื่ออ่านข้อมูลได้
- 2) เลื่อนไปมาได้ (scrollable) หมายถึง เคอร์เซอร์จะสามารถเลื่อนไปข้างหน้าและถอยหลังได้

### 2.13.1 ประเภทของเคอร์เซอร์

เคอร์เซอร์ของดีบีทูนั้น สามารถจำแนกหลัก ๆ ออกได้เป็นสองรูปแบบคือ รูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์และความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในตารางผลลัพธ์ (result table) ซึ่งทั้งสองรูปแบบนี้ จะมีผลต่อการมองเห็นข้อมูลภายในตารางผลลัพธ์ด้วย (ภาษาจาวา เรียกตารางผลลัพธ์ว่า รีซัลเซต (Result Set))

#### 2.13.1.1 รูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์

สำหรับรูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์ดีบีทูนั้น สามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- 1) รีดโอนลี่ (Read-only) คือ เคอร์เซอร์ที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากผลลัพธ์อย่างเดียว
- 2) ดิสิทเอเบิล (Deletable) คือ เคอร์เซอร์ที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูล และลบข้อมูลได้
- 3) อัปเดตเอเบิล (Updatable) คือ เคอร์เซอร์ที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูล และเปลี่ยนแปลง (update) ข้อมูลได้
- 4) แอมบิกิวอัส (Ambiguous) คือ เคอร์เซอร์ที่ไม่ได้ระบุว่า เป็นการอ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว หรือต้องการเปลี่ยนแปลงด้วย

รูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์นั้น สามารถกำหนดได้จากคำสั่งเรียกข้อมูล (select-statement) โดยหากต่อท้ายคำสั่งเรียกข้อมูลด้วย for read only หรือ for fetch only จะเป็นการกำหนดให้เคอร์เซอร์เป็นชนิด รีดโอนลี่ แต่หากต่อท้ายคำสั่งเรียกข้อมูลด้วย for update จะเป็นการกำหนดให้เคอร์เซอร์เป็นชนิด อัปเดตเอเบิล และสำหรับเคอร์เซอร์ชนิด แอมบิกิวอัส นั้นจะถูกพิจารณาจากคำสั่งเรียกข้อมูลเช่นกัน โดยหากคำสั่งเรียกข้อมูลไม่ได้กำหนด for read only หรือ for

update เคอร์เซอร์จะถูกกำหนดให้เป็นชนิด แอมบิกิวอัส แต่เมื่อได้ผลลัพธ์จากการเรียกดูข้อมูลแล้ว เคอร์เซอร์ชนิด แอมบิกิวอัส จะถูกเลือกให้เป็นชนิด รีไดโอนลี หรือ อัพเดทเอเบิล โดยตรวจสอบจาก ค่า บล็อกกิง (Blocking) ใน Bind Option

### 2.13.1.2 ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในตารางผลลัพธ์

สำหรับความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนข้อมูลของเคอร์เซอร์นั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ

- 1) อินเซ็นซิทีฟ (insensitive) คือเคอร์เซอร์ที่ไม่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยหากใช้เคอร์เซอร์ลักษณะนี้จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงภายในตารางผลลัพธ์จากการกระทำของผู้อื่น และรูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์จะเป็นแบบ รีไดโอนลี
- 2) เซ็นซิทีฟ (sensitive) คือเคอร์เซอร์ที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยหากใช้เคอร์เซอร์ลักษณะนี้จะมีโอกาสมองเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในตารางผลลัพธ์จากการกระทำของผู้อื่น แต่จะขึ้นอยู่กับชนิดของรูปแบบการทำงานของเคอร์เซอร์ด้วยเช่นกัน

สำหรับเคอร์เซอร์แบบ เซ็นซิทีฟ นั้นจะสามารถแบ่งย่อยได้อีกสองชนิดคือ

- สแตติก (static) คือเมื่อได้ตารางผลลัพธ์มาแล้วนั้น ขนาดและลำดับของข้อมูลในตารางผลลัพธ์จะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลให้มองไม่เห็นข้อมูลจากการเพิ่ม (insert) หรือเกิดหลุม (hole) เมื่อมีการลบข้อมูล (delete) สำหรับแถวที่ลบข้อมูลนั้น ๆ
- ไดนามิก (dynamic) คือเมื่อได้ตารางผลลัพธ์มาแล้วนั้น ขนาดและลำดับของข้อมูลในตารางผลลัพธ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งหากผู้ใช้ทำการเพิ่มหรือลบข้อมูลในตารางผลลัพธ์จะมองเห็นข้อมูลทันที

หมายเหตุ : สำหรับดีบีทูที่ใช้กับระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์, ยูนิกซ์และวินโดวส์นั้น จะไม่รองรับชนิดเคอร์เซอร์แบบ ไดนามิกเซ็นซิทีฟ ซึ่งหมายความว่า ดีบีทูที่ได้นำมาทดสอบนั้นไม่สามารถทดลองใช้งานเคอร์เซอร์แบบ ไดนามิกเซ็นซิทีฟ ได้

### 2.13.2 ผลกระทบจากชนิดของเคอร์เซอร์

ชนิดของเคอร์เซอร์ที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.13.1 นั้น จะมีผลต่อข้อมูลที่อยู่ในตารางผลลัพธ์ซึ่งหากแบ่งผลกระทบตามชนิดของเคอร์เซอร์แล้ว จะแบ่งได้สองประเภทดังนี้

- 1) ผลกระทบจากรีไดโอนลีเคอร์เซอร์ คือ เมื่อทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูล (select) และได้รีซัลเซตกลับมาแล้วนั้น ข้อมูลภายในรีซัลเซตจะไม่เปลี่ยนแปลง แม้จะมีการเลื่อน

เคอร์เซอร์ไปมา หรือแม้กระทั่งเกิดปัญหาจากการทำงานร่วมกันของทรานแซกชัน (concurrency control problem) ก็ตาม

- 2) ผลกระทบจากอ็อปเทอเบิลเคอร์เซอร์ คือ เมื่อทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลและได้รีซัลเซตกลับมาแล้วนั้น ข้อมูลภายในรีซัลเซตจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่สามารถขอข้อมูลรีซัลเซตปัจจุบันจากระบบฐานข้อมูลได้ (refresh) โดยข้อมูลของรีซัลเซตจากระบบฐานข้อมูลนั้น จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลง อยู่ที่การตั้งค่าระดับไอโซเลชัน เพื่อจัดการปัญหาจากการทำงานร่วมกันของทรานแซกชันที่อาจจะเกิดขึ้น

### 2.13.3 การตั้งค่ารีซัลเซตในภาษาจาวา

รีซัลเซต (Result Set) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการรับข้อมูลจากฐานข้อมูลมาที่โปรแกรมประยุกต์ ซึ่งการตั้งค่ารีซัลเซตมีผลต่อประเภทของเคอร์เซอร์ที่ถูกใช้งานในการชี้ข้อมูลที่ต้องการเข้าถึง โดยสามารถกำหนดลักษณะของรีซัลเซตได้ผ่านตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ Resultset types, Concurrency และ Holdability

#### 2.13.3.1 ตัวแปร Result set types

สามารถกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ที่ใช้รีซัลเซตให้เป็นได้ 3 ประเภท คือ

- 1) TYPE\_FORWARD\_ONLY (เป็นค่าเริ่มต้น) หากกำหนดค่าตัวแปร Result set types ให้เป็นค่านี้ รีซัลเซตนั้นจะอ่านข้อมูลที่ร้องขอมาจากฐานข้อมูลไปข้างหน้าได้อย่างเดียว
- 2) TYPE\_SCROLL\_INSENSITIVE เป็นรีซัลเซตที่อนุญาตให้เดินหน้าหรือถอยหลังเพื่ออ่านข้อมูลภายในแถวของรีซัลเซตนี้ได้ หรือเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการภายในรีซัลเซตนี้ได้ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากผู้ใช้งานคนอื่น หลังสร้างรีซัลเซตแล้วไม่มีผลกับรีซัลเซตแบบนี้
- 3) TYPE\_SCROLL\_SENSITIVE เป็นรีซัลเซตที่อนุญาตให้เดินหน้าหรือถอยหลังเพื่ออ่านข้อมูลภายในแถวของรีซัลเซตนี้ได้ หรือเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการภายในรีซัลเซตนี้ได้ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากผู้ใช้งานคนอื่น หลังสร้างรีซัลเซตจะมีผลแต่ขึ้นกับชนิดการทำงานของเคอร์เซอร์และการรีเฟรช (refresh)

#### 2.13.3.2 ตัวแปร Concurrency

เป็นตัวแปรที่ระบุว่ารีซัลเซตนั้นสามารถถูกปรับปรุงได้หรือไม่ โดยระบุได้ 2 แบบ ได้แก่

- 1) CONCUR\_READ\_ONLY (เป็นค่าเริ่มต้น) รีซัลเซตที่กำหนดค่า ตัวแปร Concurrency เป็นค่านี้ จะไม่สามารถถูกปรับปรุงได้ หรือก็คืออ่านค่าข้อมูลมาได้อย่างเดียวไม่สามารถแก้ไขข้อมูลนั้นผ่านรีซัลเซตแบบนี้ได้
- 2) CONCUR\_UPDATABLE จะทำให้รีซัลเซตนั้นสามารถปรับปรุงข้อมูลที่อ่านมาผ่านรีซัลเซตแบบนี้ได้

### 2.13.3.3 ตัวแปร Holdability

ตัวแปรนี้เป็นการกำหนดว่ารีซัลเซตจะถูกปิดหรือไม่เมื่อมีการเรียกฟังก์ชัน commit() โดยหากใช้ object connection เดียวกัน ซึ่งสามารถกำหนดให้เป็นได้ 2 ลักษณะได้แก่

- 1) CLOSE\_CURSORS\_OVER\_COMMIT จะทำให้ทุกๆ รีซัลเซตถูกปิดเมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน <object connection>.commit() บน object connection เดียวกับที่ใช้สร้างรีซัลเซต
- 2) HOLD\_CURSORS\_OVER\_COMMIT จะทำให้รีซัลเซตถูกเก็บไว้เมื่อเรียกฟังก์ชัน commit() บน connection ที่ใช้สร้างรีซัลเซต

### 2.13.4 การตั้งค่ารีซัลเซตของภาษาจาวาต่อดีบีทู

การตั้งค่ารีซัลเซตในภาษาจาวานั้นจะมีผลต่อระบบฐานข้อมูลดีบีทู โดยแสดงเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างการตั้งค่าในภาษาจาวาและดีบีทู

JDBC setting	DB2® cursor setting
CONCUR_READ_ONLY	FOR READ ONLY
CONCUR_UPDATABLE	FOR UPDATE
HOLD_CURSORS_OVER_COMMIT	WITH HOLD
TYPE_FORWARD_ONLY	SCROLL not specified
TYPE_SCROLL_INSENSITIVE	INSENSITIVE SCROLL
TYPE_SCROLL_SENSITIVE	SENSITIVE STATIC, SENSITIVE DYNAMIC, or ASENSITIVE, depending on the cursorSensitivity Connection and DataSource property

## 2.14 การล็อก (Lock)

ในส่วนการควบคุมการทำงานพร้อมกันที่กล่าวไปแล้ว จะเห็นว่าการกำหนดระดับความโดดเด่นของโปรแกรมประยุกต์ถูกกำหนดผ่านการใช้งานล็อก การล็อกเป็นกระบวนการที่ถูกใช้เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทรัพยากรข้อมูลกับทรานแซกชันหนึ่ง ๆ จุดประสงค์ของการควบคุมโดยการใช้ล็อกนี้ เพื่อกำหนดว่าจะทำอะไรเมื่อโปรแกรมประยุกต์อื่นมีผลกระทบกับทรัพยากรดังกล่าว ในขณะที่ทรัพยากรนั้นเกี่ยวข้องกับทรานแซกชันหนึ่งอยู่ (ทรานแซกชันที่ทำให้เกิดล็อกใด ๆ ถึงว่าเป็นเจ้าของการล็อกนั้น)

ถ้าทรานแซกชันหนึ่งพยายามจะเข้าถึงข้อมูลแล้วต้องการล็อกข้อมูลนั้น ซึ่งไม่สามารถเข้ากับการล็อกที่ทรานแซกชันอื่นล็อกข้อมูลนั้นไว้อยู่ก่อน (ล็อกที่เข้ากันได้ต้องดูจากตารางเปรียบเทียบวิธีการล็อกในรูปที่ 2.25) ทรานแซกชันหนึ่งนั้นต้องรอจนกว่าทรานแซกชันอื่นนั้นจะทำงานสำเร็จ หรือที่เรียกกันว่า การรอล็อก (lock wait) เมื่อเกิดการรอล็อกขึ้นทรานแซกชันที่รอจะหยุดการทำงาน จนกว่าทรานแซกชันที่ทำการล็อกข้อมูลได้จะทำงานสำเร็จ แล้วปลดล็อกข้อมูลนั้น

### 2.14.1 วิธีการล็อกในดีบีทู (Lock Mode)

วิธีการล็อกเป็นการกำหนดลักษณะการเข้าถึงข้อมูล บางครั้งอาจเรียกว่า สถานะการล็อก ซึ่งในดีบีทู 9.7 ใช้วิธีการล็อกดังนี้

ตารางที่ 2.3 สรุปวิธีการล็อกที่ใช้ในดีบีทูรุ่น 9.7

วิธีการล็อก	ประเภทของวัตถุที่ล็อกได้	คำอธิบาย
อินเทนท์ นัน IN (Intent None)	ที่เก็บตาราง (table spaces), บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions)	เจ้าของล็อกสามารถอ่านข้อมูลใด ๆ ในวัตถุที่เก็บข้อมูลได้ รวมถึงข้อมูลที่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลนี้ได้ โปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่านและปรับปรุงข้อมูลนี้ได้
อินเทนท์ แชร์ IS (Intent Share)	ที่เก็บตาราง (table spaces), บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions)	เจ้าของล็อกสามารถอ่านข้อมูลที่ถูกล็อกด้วยวิธีการนี้ได้ แต่ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลได้ โปรแกรมประยุกต์อื่นอ่านสามารถหรือปรับปรุงข้อมูลนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

วิธีการล็อก	ประเภทของวัตถุที่ล็อกได้	คำอธิบาย
อินเทนท์ เอ็กซ์คลูซีฟ IX (Intent Exclusive)	ที่เก็บตาราง (table spaces), บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions)	เจ้าของล็อกและโปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่านและปรับปรุงข้อมูลได้
สแกน แชร์ NS (Scan Share)	แถว (rows)	เจ้าของล็อกและโปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่าน แต่ไม่สามารถปรับปรุงแถวที่ถูกล็อกนี้ได้ การล็อกแบบนี้เกิดขึ้นกับแถวข้อมูลในตาราง แทนการใช้แชร์ล็อก เมื่อใช้ระดับไอโซเลชันเป็นอาร์เอสหรือซีเอส
เน็กซ์ คีย์ วิก เอ็กซ์คลูซีฟ NW (Next Key Weak Exclusive)	แถว (rows)	เมื่อแถวข้อมูลถูกเพิ่มไปเป็นอินเด็กซ์ การล็อกแบบนี้จะเกิดที่แถวถัดไปก็ต่อเมื่อแถวถัดไปนั้นกำลังถูกล็อกอยู่โดยการสแกนของไอโซเลชันระดับบอร์อาร์ เจ้าของล็อกสามารถอ่านแต่ไม่สามารถปรับปรุงแถวที่ถูกล็อกนี้ได้ การล็อกแบบนี้คล้ายกับเอ็กซ์คลูซีฟล็อก ยกเว้นมันสามารถเข้ากับสแกน แชร์ล็อกได้
แชร์ S (Share)	บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions), แถว (rows)	เจ้าของล็อกและโปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่าน แต่ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลที่ถูกล็อกได้
แชร์ วิธ อินเทนท์ เอ็กซ์คลูซีฟ SIX (Share with Intent Exclusive)	บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions)	เจ้าของล็อกสามารถอ่านและปรับปรุงข้อมูลได้ โปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

วิธีการล็อก	ประเภทของวัตถุที่ล็อกได้	คำอธิบาย
อัปเดต U (Update)	บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions), แถว (rows)	เจ้าของล็อกสามารถปรับปรุงข้อมูล โปรแกรมประยุกต์อื่นที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่านข้อมูลที่ถูกล็อกได้ แต่ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลนั้นได้ (U lock ลดโอกาสเกิด dead lock เมื่อเจ้าของล็อกอ่านข้อมูลที่ตั้งใจว่าจะเปลี่ยนแปลง)
เอ็กซ์คลูซีฟ X (Exclusive)	บล็อก (blocks), ตาราง (tables), บัฟเฟอร์ พูล (buffer pools), ส่วนของข้อมูล (data partitions), แถว (rows)	เจ้าของล็อกสามารถทั้งอ่านและปรับปรุงข้อมูลที่ถูกล็อกได้ มีเพียงโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ไอโซเลชันระดับบยูอาร์เท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ถูกล็อกได้
ซูเปอร์ เอ็กซ์คลูซีฟ Z (Super Exclusive)	ที่เก็บตาราง (table spaces), บล็อก (blocks), ตาราง (tables), ส่วนของข้อมูล (data partitions)	การล็อกแบบนี้จะเกิดเมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไข เช่น เมื่อทำการแก้ไขตาราง (เช่น เพิ่มคอลัมน์) หรือลบตาราง, เพิ่มหรือลบอินเด็กซ์ของตาราง หรือทำการจัดการบางอย่างกับตาราง ไม่มีโปรแกรมประยุกต์อื่นใดที่ทำงานพร้อมกันสามารถอ่านและปรับปรุงข้อมูลได้

จากตารางที่ 2.3 แสดงวิธีการล็อกที่ใช้ในดีบีทูรู่น 9.7 ทั้งหมด โดยเรียงลำดับความเข้มงวดจากน้อยไปมาก วิธีการล็อกคือชื่อที่ใช้เรียกการล็อกแบบต่าง ๆ ซึ่งการล็อกแต่ละแบบก็จะมีการทำงานที่แตกต่างกัน ทำงานกับวัตถุข้อมูลแต่ละประเภทต่างกัน และการล็อกขึ้นอยู่กับระดับไอโซเลชันที่ใช้[10]

#### 2.14.2 ความเข้ากันได้ของล็อกแต่ละประเภท (Lock type compatibility)

ความเข้ากันได้ของล็อกจะถูกพิจารณาเมื่อมีโปรแกรมประยุกต์หนึ่งล็อกวัตถุข้อมูลหนึ่งไว้ และโปรแกรมประยุกต์อื่นต้องการจะล็อกวัตถุข้อมูลเดียวกันนี้ ถ้าวิธีการล็อกทั้งสองเข้ากันได้ การล็อกจากโปรแกรมประยุกต์อื่นจะสามารถทำได้ (โปรแกรมประยุกต์มากกว่าหนึ่งสามารถล็อกวัตถุ

ข้อมูลเดียวกันได้ ถ้าวิธีการล็อกที่ใช้เข้ากันได้) แต่ถ้าวิธีการล็อกทั้งสองเข้ากันไม่ได้ล็อกที่มาที่หลังจะต้องรอ หรือที่เรียกว่า การรอล็อก (lock wait) จนกว่าโปรแกรมประยุกต์แรกจะปลดล็อก หรือล็อกที่เข้ากันไม่ได้ถูกปลดล็อกออกไปแล้ว

State Being Requested	State of Held Resource											
	None	IN	IS	NS	S	IX	SIX	U	X	Z	NW	
None	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
IN (Intent None)	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	yes
IS (Intent Share)	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no
NS (Scan Share)	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	no	no	no	yes
S (Share)	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	no	no	no	no
IX (Intent Exclusive)	yes	yes	yes	no	no	yes	no	no	no	no	no	no
SIX (Share with Intent Exclusive)	yes	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no
U (Update)	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no
X (Exclusive)	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Z (Super Exclusive)	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
NW (Next Key Weak Exclusive)	yes	yes	no	yes	no	no	no	no	no	no	no	no

รูปที่ 2.25 สรุปความเข้ากันได้ของวิธีการล็อกในติปี่ 9.7

จากรูปที่ 2.25 วิธีการล็อกที่เข้ากันได้ถูกระบุด้วยคำว่า ใช่ (yes) และวิธีการล็อกที่เข้ากันไม่ได้ถูกระบุด้วยคำว่า ไม่ใช่ (no)

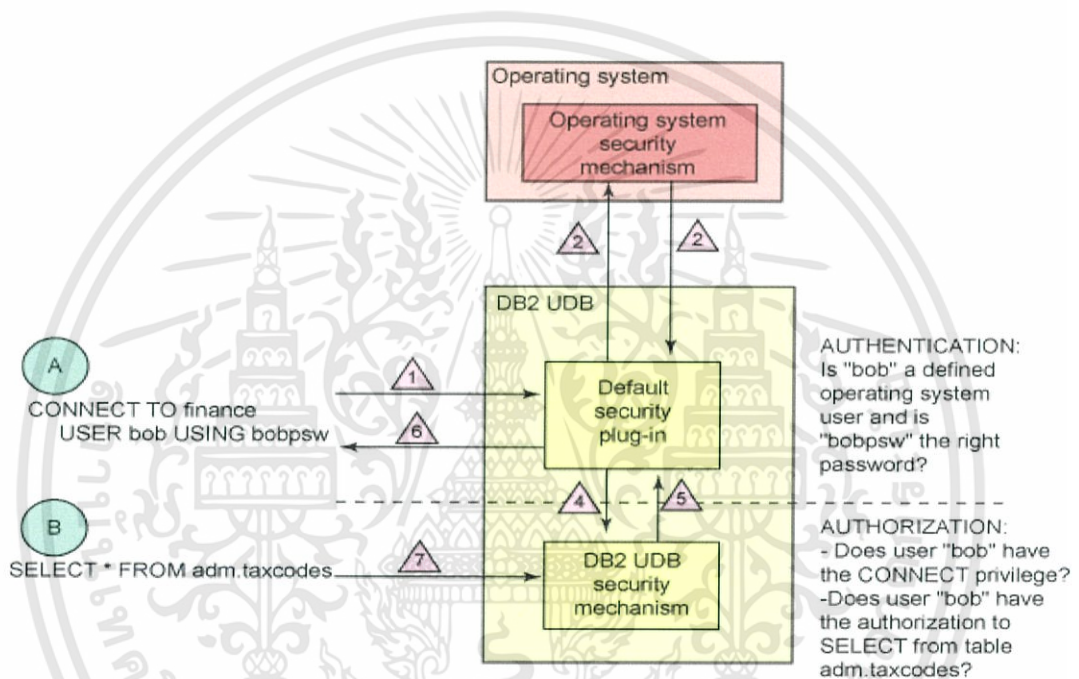
## 2.15 ความปลอดภัยของฐานข้อมูล (Database Security)

ความปลอดภัยของฐานข้อมูลคือการรักษาความปลอดภัยในการเข้าถึงฐานข้อมูล การตรวจสอบและยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน และการกำหนดสิทธิ์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือใช้งานฟังก์ชัน (function) ต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต สามารถเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลได้

### 2.15.1 การยืนยันตัวตน (Authentication)

การยืนยันตัวตน คือการกำหนดให้ผู้ใช้งานต้องทำการยืนยันตัวตน (authenticate) ก่อนการเข้าใช้งานในฐานข้อมูลใด ๆ โดยทั่วไปแล้ว ผู้ใช้งานจะยืนยันตัวตนผ่าน ชื่อผู้ใช้ (username) และ รหัสผ่าน (password) เมื่อผู้ใช้งานยืนยันตัวตนเรียบร้อยแล้ว ทางระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะทำการตรวจสอบ เมื่อทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว และพบว่าถูกต้องก็จะทำให้ผู้ใช้งาน สามารถเข้าใช้งานฐานข้อมูลได้

แต่ระบบฐานข้อมูลดีบีทูจะต่างออกไป โดยการยืนยันตัวตนผู้ใช้งานจะกระทำภายนอกระบบฐานข้อมูล เพียงแต่จะต้องเป็นระบบภายนอกที่ดีบีทูรองรับเท่านั้น เช่นระบบปฏิบัติการ (Operating System), เคอเบออส โปโตคอล (Kerberos Protocol) หรือ ไลท์เวท ไดเรกทอรี แอคเซส โปโตคอล (Lightweight Directory Access Protocol)[11] แต่ผู้ใช้อย่างต้องใช้ข้อมูลในการยืนยันตัวตนอยู่ ซึ่งก็คือ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน โดยระบบฐานข้อมูลดีบีทูจะมีวิธีการจัดการเชื่อมโยงชื่อผู้ใช้เข้ากับระบบฐานข้อมูล เพื่อไว้ใช้สำหรับอ้างอิงในการใช้งานต่อไป



รูปที่ 2.26 แสดงหลักการการยืนยันตัวตนของดีบีทู

#### 2.15.1.1 ชนิดของการยืนยันตัวตน

ระบบฐานข้อมูลดีบีทูรองรับการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานหลายรูปแบบ โดยสามารถกำหนดได้จาก ไฟล์ที่ใช้สำหรับการปรับแต่งการจัดการของฐานข้อมูล (database management configuration file)

ตารางที่ 2.4 ชนิดของการยืนยันตัวตน

ชนิด	การยืนยันตัวตน
เซิร์ฟเวอร์ (server)	การยืนยันตัวตนเกิดขึ้นที่เซิร์ฟเวอร์ของฐานข้อมูล โดยค่าเริ่มต้น (default) จะเป็นชนิดนี้ ซึ่งการยืนยันตัวตนจะผ่าน ปลั๊ก อิน (plugin) หรือผ่านระบบปฏิบัติการ
เซิร์ฟเวอร์ เอนคิป (server_encrypt)	การยืนยันตัวตนเกิดขึ้นที่เซิร์ฟเวอร์ของฐานข้อมูล แต่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน จะถูกเข้ารหัส (encrypt) ก่อนที่จะส่งไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์
ไคลเอนต์ (client)	การยืนยันตัวตนเกิดขึ้นที่ฝั่งของผู้ใช้งานเอง โดยทางระบบฐานข้อมูลตีปี ทุ อนุญาตให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันที แต่ทางระบบจะมีการคำนึงถึง ความน่าเชื่อถือ (trusted) ด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากระบบปฏิบัติการของผู้ใช้
ดาต้า เอนคิป (data_encrypt)	การยืนยันตัวตนเหมือนกับ เซิร์ฟเวอร์ เอนคิป เพียงแต่การใช้คำสั่งใด ๆ ต่อจากนี้ให้ทำการเข้ารหัสไว้หมด
เคอเบออส (Kerberos)	การยืนยันตัวตนจาก เคอเบออส โพรโตคอล

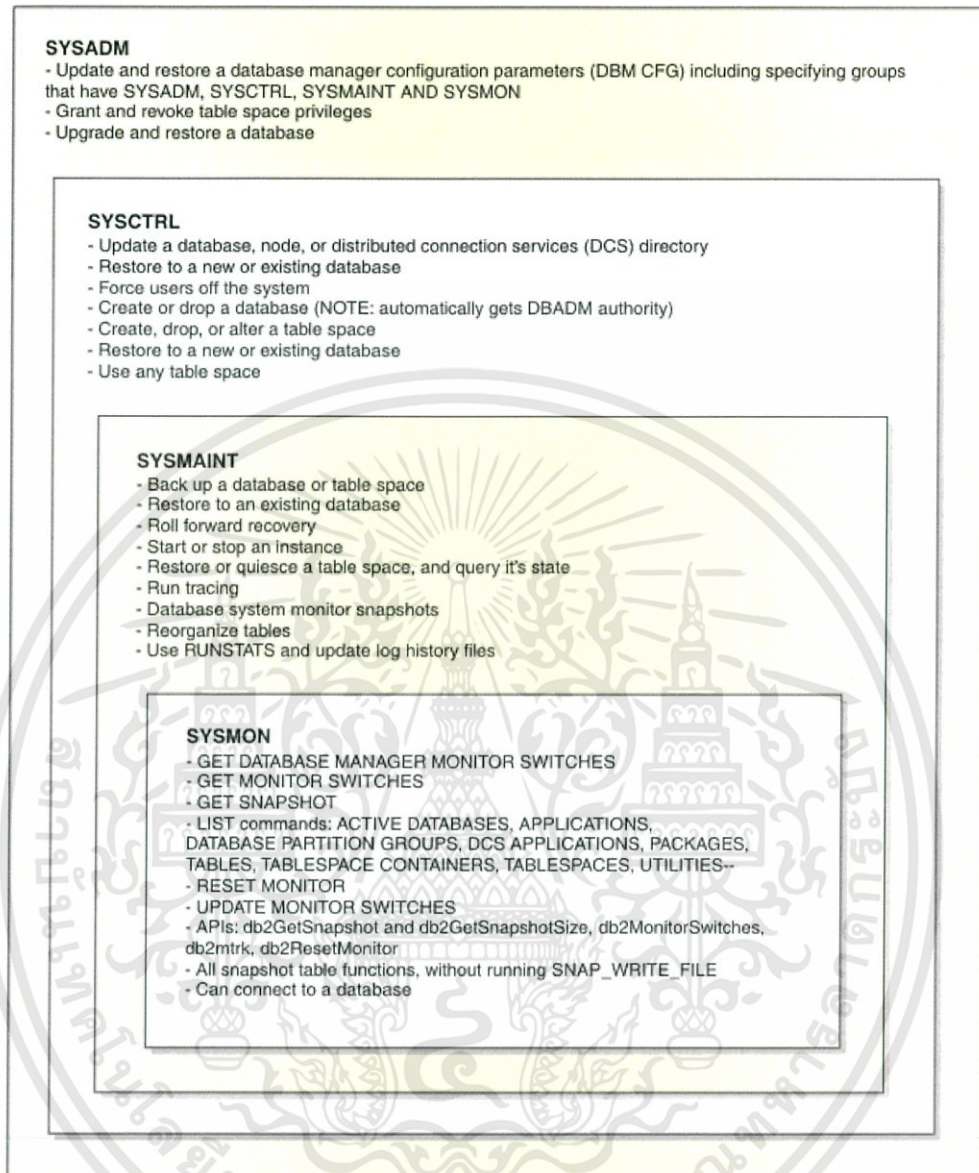
### 2.15.2 การอนุญาต (Authorization)

การอนุญาต คือหลังจากที่ผู้ใช้งานทำการยืนยันตัวตนสำเร็จแล้ว ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำการตรวจสอบการอนุญาตของชื่อผู้ใช้นั้นว่า สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถแบ่งการอนุญาตแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

#### 2.15.2.1 ผู้มีอำนาจบริหารจัดการ (Administrative authority)

คือผู้มีสิทธิ์หรือผู้ถือสิทธิ์ในการจัดการบริหารระบบฐานข้อมูลและเป็นผู้ที่รับผิดชอบในความ ปลอดภัยหรือความถูกต้องของฐานข้อมูล

- 1) ระดับอินสแตนซ์ (Instance Level) หรือระดับระบบ (System Level) คือ ผู้ถือสิทธิ์ใน ระดับนี้สามารถควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในระดับอินสแตนซ์ได้
- 2) ระดับฐานข้อมูล (Database Level) คือ ผู้ถือสิทธิ์สามารถใช้งานฟังก์ชันเฉพาะในแต่ละ ฐานข้อมูลได้เช่น การให้สิทธิ์ (grant) การถอนสิทธิ์ (revoke) หรือการเพิ่ม (insert) เปลี่ยนแปลง (update) หรือ ลบ (delete)[11]



รูปที่ 2.27 สิทธิ์ต่าง ๆ และลำดับชั้นของการใช้งานระดับอินสแตนซ์

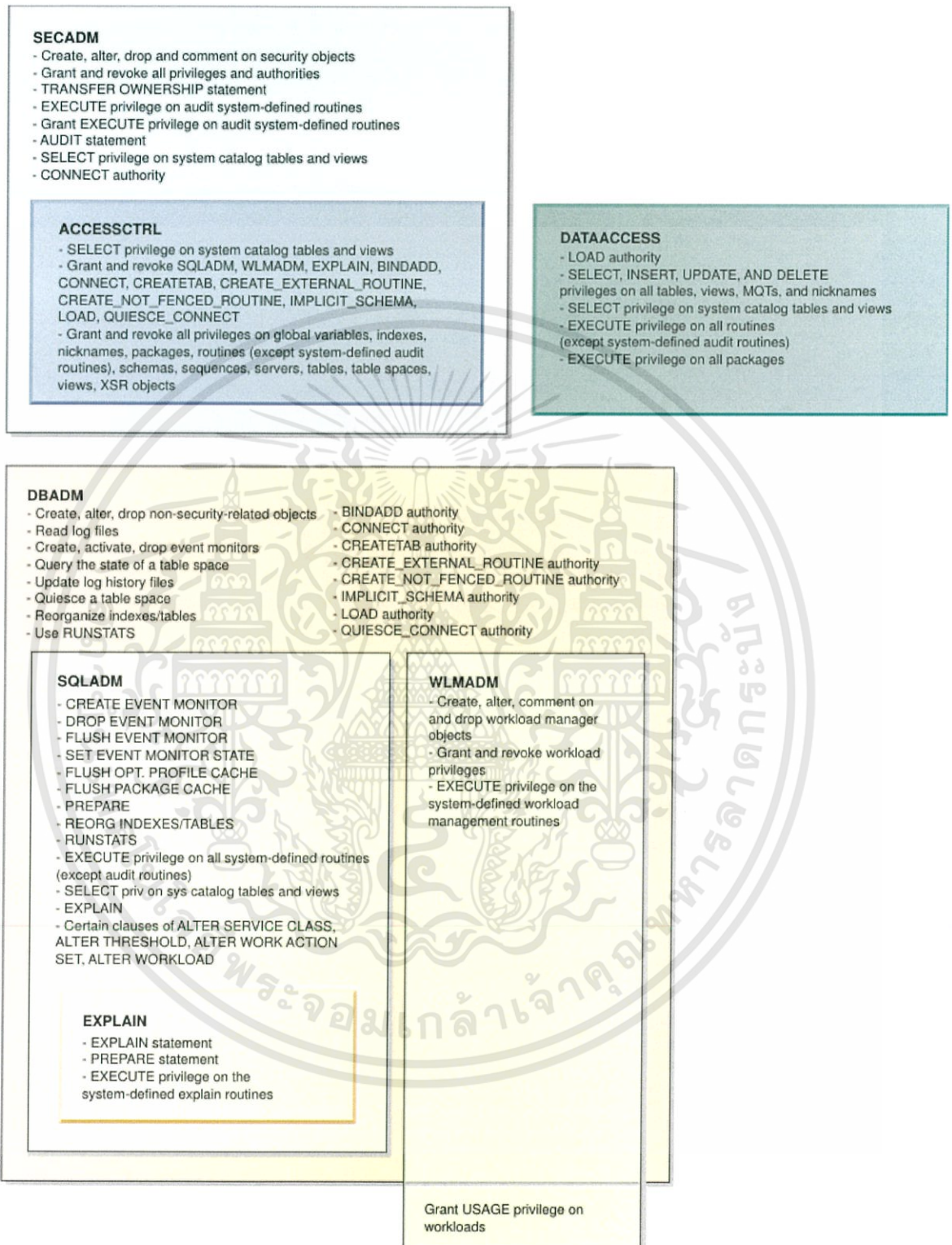
ตารางที่ 2.5 สิทธิ์ต่าง ๆ และการใช้งานระดับอินสแตนซ์

ชื่อสิทธิ์	ความสามารถ
สิทธิ์ผู้ดูแลระบบ System administration authority (SYSADM)	สามารถยกระดับ (upgrade) ฐานข้อมูล สามารถกู้คืน (restore) ฐานข้อมูล สามารถแก้ไข ไฟล์ที่ใช้สำหรับการปรับแต่งการจัดการของ ฐานข้อมูล (database management configuration file)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ชื่อสิทธิ์	ความสามารถ
สิทธิ์ผู้ควบคุมระบบ System control authority (SYSCTRL)	สามารถสร้างหรือทิ้ง ฐานข้อมูล สามารถใช้พื้นที่ตาราง (table space)
สิทธิ์ผู้ทำนุบำรุงระบบ System maintenance authority (SYSMAINT)	สามารถสำรอง (back up) ฐานข้อมูล สามารถเริ่มหรือหยุดการทำงานของอินสแตนซ์
สิทธิ์ผู้เฝ้าดูระบบ System monitor authority (SYSMON)	สามารถตรวจสอบ (monitor) ฐานข้อมูล สามารถแสดงตารางหรือข้อมูลในฐานข้อมูล



รูปที่ 2.28 สิทธิต่าง ๆ และลำดับชั้นของการใช้งานระดับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สิทธิ์ต่าง ๆ และการใช้งานระดับฐานข้อมูล

ชื่อสิทธิ์	การใช้งาน
สิทธิ์ผู้ดูแลความปลอดภัย Security administration authority (SECADM)	สามารถใช้งานออดิท (audit) ระดับฐานข้อมูล สามารถสร้างหรือลบบทบาท (roles) สามารถให้สิทธิ์ (grant) หรือถอนสิทธิ์ (revoke) ใน ระดับสูงได้แก่ SECADM, ACCESSCTRL, DBADM หรือ DATAACCESS
สิทธิ์ผู้ควบคุมการเข้าถึงข้อมูล Access control administration authority (ACCESSCTRL)	สามารถให้สิทธิ์ (grant) หรือถอนสิทธิ์ (revoke) ใน ระดับที่รองลงมา และพวกสิทธิ์พิเศษ (privileges)
สิทธิ์ผู้ดูแลฐานข้อมูล Database administration authority (DBADM)	สามารถสร้าง (create) ปรับปรุง (alter) หรือทิ้ง (drop) วัตถุของฐานข้อมูล (database object)
สิทธิ์ผู้ดูแลการเข้าถึงข้อมูล Data access administration authority (DATAACCESS)	สามารถเรียกดู (select), เพิ่ม (insert), เปลี่ยนแปลง (update) หรือ ลบ (delete) ข้อมูล สามารถดำเนินการ (execute) กับฟังก์ชันต่าง ๆ
สิทธิ์ผู้ดูแลภาษาเอสคิลแอล SQL administration authority (SQLADM)	สามารถสร้างหรือทิ้ง ผู้ดูแลเหตุการณ์ (event monitors)
สิทธิ์ผู้ดูแลการกระจายแผนงาน Explain administration authority (EXPLAIN)	สามารถอธิบาย (explain) การใช้งานคำสั่งของเอส คิวแอล (SQL)
สิทธิ์ผู้ดูแลเว็ลโหลด Workload administration authority (WLMADM)	สามารถจัดการ วัตถุเว็ลโหลด (workload object)
สิทธิ์ผู้ใช้งานโหลด Load authority (LOAD)	สามารถใช้คำสั่งโหลด (load command)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชื่อสิทธิ์	การใช้งาน
สิทธิ์การใช้งานสคีมา Implicit schema authority (IMPLICIT_SCHEMA)	สามารถสร้าง สคีมา (schema) สามารถสร้างฉายา (alias)
สิทธิ์การใช้งานโบล์ Bind authority (BINDADD)	สามารถสร้างแพ็คเกจ (packages)
สิทธิ์การติดต่อฐานข้อมูล Connect authority (CONNECT)	สามารถติดต่อ (connect) กับฐานข้อมูล
สิทธิ์การสร้างตาราง Create table authority (CREATETAB)	สามารถสร้างตารางใหม่
สิทธิ์การสร้างรูทีนภายนอก Create external routine authority (CREATE_EXTERNAL_ROUTINE)	สามารถสร้างโพรซีเจอร์ (procedure)
สิทธิ์การใช้งานรูทีนที่หลากหลาย Create not fenced routine authority (CREATE_NOT_FENCED_ROUTINE)	สามารถสร้างฟังก์ชันที่ผู้ใช้สร้าง (user-defined function)
สิทธิ์การติดต่อกับฐานข้อมูลเงียบ Quiesce connect authority (QUIESCE_CONNECT)	สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลในขณะที่ฐานข้อมูลอยู่ในรูปแบบเงียบ (quiesce mode)

#### 2.15.2.2 สิทธิพิเศษ (Privileges)

คือผู้มีสิทธิ์ในการเข้าถึงในการใช้งานออบเจกต์ฐานข้อมูล (database objects) โดยทั่วไปแล้ว หากผู้ใช้ทำการสร้าง (create) ออบเจกต์ฐานข้อมูลใด ๆ จะทำให้ผู้ใช้นั้นได้รับสิทธิพิเศษทุกสิทธิ์สำหรับออบเจกต์นั้น ๆ โดยในแต่ละออบเจกต์ จะมีสิทธิ์แตกต่างกันออกไป ขึ้นกับการใช้งานในแต่ละออบเจกต์นั้น

แต่ในทุก ๆ ออบเจกต์จะมีสิทธิพิเศษควบคุม (control privilege) โดยผู้ใช้ที่ถือสิทธิ์นี้ จะได้รับสิทธิ์ทุกอย่างของออบเจกต์นั้น และผู้ใช้สามารถที่จะให้สิทธิ์ของออบเจกต์นี้กับผู้ใช้คนอื่นได้อีกต่อหนึ่ง แม้ว่าผู้ใช้จะไม่ได้ถือสิทธิ์ ACCESSCTRL ก็ตาม

โดยออบเจกต์ต่าง ๆ ที่มีสิทธิพิเศษมีดังนี้

- สคีมา (Schema) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับสคีมาในการสร้าง ปรับปรุง หรือลบ
- พื้นที่ตาราง (Table space) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับพื้นที่ตารางในการใช้งาน (use)
- ตารางและวิว (Table and view) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับตารางและวิว ในการเรียกดู เพิ่ม เปลี่ยนแปลง ลบ ปรับปรุง การใช้งานตัวชี้ (index) และ การใช้งานกฎอ้างอิง (referencial)
- แพคเกจ (Packages) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับแพคเกจในการ ผูก (bind) หรือดำเนินการ (execute)
- ตัวชี้ (Index) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับตัวชี้ในการสร้าง
- การต่อเนื่อง (Sequence) คือ สิทธิ์ที่ใช้จัดการกับการต่อเนื่องในการ ใช้งาน (usage) หรือปรับปรุง (alter)
- รูทีน (Routine) คือ สิทธิ์ที่ใช้ในการดำเนินการ (execute) สำหรับฟังก์ชันต่าง ๆ หรือ โพรซีเจอร์ (procedure)[11]

### 2.15.3 การให้สิทธิ์และการถอนสิทธิ์ (Grant and Revoke)

การให้สิทธิ์ (grant) คือ การมอบสิทธิ์ที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.9.2 ให้กับผู้ใช้ โดยผู้ใช้ที่ได้รับสิทธิ์ จะสามารถใช้งานฐานข้อมูลตามสิทธิ์ที่ได้รับ แต่ผู้ที่สามารถให้สิทธิ์ได้จะต้องถือสิทธิ์ในระดับ SECADM หรือ ACCESSCTRL ก่อนเท่านั้น

การถอนสิทธิ์ (revoke) คือ การถอนสิทธิ์ที่ผู้ใช้ถือครองอยู่

โดยการให้สิทธิ์หรือถอนสิทธิ์ของผู้ใช้จะสามารถแบ่งผู้ใช้ออกได้ 3 ประเภท

- 1) เอกลักษณ์ของการยืนยันตัวตน (Authentication ID) หรือ ชื่อผู้ใช้ (username) คือ การให้สิทธิ์หรือถอนสิทธิ์จะเฉพาะเจาะจงไปที่ผู้ใช้แต่ละคน โดยผู้ใช้แต่ละคนจะได้รับสิทธิ์เฉพาะของตัวเอง
- 2) กลุ่ม (Group) คือการให้สิทธิ์หรือถอนสิทธิ์กับกลุ่มของผู้ใช้นั้น ๆ โดยผู้ใช้ทุกคนที่อยู่ภายในกลุ่มนี้ จะได้รับสิทธิ์ที่กลุ่มถือครองอยู่ โดยผู้ใช้และกลุ่มจะถูกจัดการโดยชนิดของการยืนยันตัวตน (Type of Authentication) เช่นหากเป็น ระบบปฏิบัติการ ผู้ใช้จะถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มใด ๆ ขึ้นอยู่กับคำสั่งในระบบปฏิบัติการนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) สาธารณะ (Public) คือการให้สิทธิ์หรือถอนสิทธิ์กับสาธารณะ โดยผู้ใช้ทุกคนที่สามารถผ่านการยืนยันตัวตน จะได้รับสิทธิ์ที่สาธารณะถือครองอยู่ แต่มีสิทธิ์หลายประเภทที่สาธารณะไม่สามารถถือครองได้เช่น DBADM

โดยทางระบบฐานข้อมูลดีบีทู ได้ทำการกำหนดความสำคัญของประเภทของผู้ใช้โดยเมื่อมีการใช้งานใด ๆ จะทำการตรวจสอบสิทธิ์ที่ผู้ใช้มี โดยจะตรวจสอบจากเอกลักษณ์ของการยืนยันตัวตนก่อน หากไม่พบจะตรวจสอบจากกลุ่มในระดับต่อมา และสุดท้ายจะตรวจสอบจากสาธารณะ ซึ่งหากผู้ใช้คนใดไม่พบสิทธิ์จากการตรวจสอบทั้งหมด ผู้ใช้คนนั้นจะไม่สามารถใช้งานที่ร้องขอได้[11]

#### 2.15.4 บทบาท (Roles)

บทบาท (Roles) คือกลุ่มของสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ทำการรวบรวมเอาไว้อยู่ในบทบาท โดยผู้ที่ถือสิทธิ์ SECADM จะได้รับอนุญาตให้สามารถสร้างหรือลบบทบาทได้ โดยเมื่อทำการสร้างบทบาทขึ้นมาแล้วสามารถที่จะให้สิทธิ์ (grant) บทบาทนั้นกับผู้ใช้ใด ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ที่ได้รับสิทธิ์ของบทบาทนั้นสามารถใช้งานสิทธิ์ต่าง ๆ ที่บทบาทนั้นถือครองอยู่ได้

การใช้งานบทบาท สามารถจัดการบทบาทเป็นระดับชั้น (hierarchies) ได้ ซึ่งบทบาทที่เป็นระดับชั้นที่รองลงมา จะสืบทอดสิทธิ์ต่าง ๆ ของบทบาทในระดับสูงด้วย

#### 2.15.5 การออดิท (Auditing)

การออดิท (Auditing) หรือ ตามรอยออดิท (Audit Trail) คือการเฝ้าดู (monitoring) การเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ (data access) โดยทุก ๆ การกระทำใด ๆ ที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บเอาไว้ในเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ (log files) เพื่อใช้ในการควบคุมและตรวจสอบความถูกต้อง หรือป้องกันการมุ่งร้ายในการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับการอนุญาต และการออดิทเป็นส่วนที่แยกกับส่วนของฐานข้อมูล โดยหากมีการหยุด (stop) ฐานข้อมูลใด ๆ ก็ตาม ส่วนการทำงานของออดิทจะยังคงอยู่

การออดิทของระบบฐานข้อมูลดีบีทูจะแบ่งออกเป็นสองระดับคือ ระดับอินสแตนซ์ (Instance Level) และระดับฐานข้อมูล (Database Level) และมีการแยกหมวดหมู่ของการบันทึกออดิทไว้ โดยเมื่อทำการเริ่มการบันทึกออดิท ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะทำการบันทึกออดิทลงในที่พักออดิท (audit buffer) และบันทึกต่อไปยังเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ปัจจุบันของออดิท (active audit log file) ซึ่งจะทำให้การบันทึกไปเรื่อยจนกว่าจะมีการหยุดการบันทึกของออดิท โดยผู้ใช้ที่จะสามารถจัดการออดิทได้ จะต้องมีสิทธิ์ระดับ SYSADM สำหรับระดับอินสแตนซ์ และสิทธิ์ระดับ SECADM สำหรับระดับฐานข้อมูลเป็นอย่างน้อย

เมื่อทำการบันทึกออดิท จะสามารถสร้างเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ถาวรของออดิท (archive audit log file) จากเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ปัจจุบันของออดิทได้ เพื่อที่จะสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกเก็บเอกสารไว้อีกสถานที่ได้ และเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการบันทึกออกดีททำให้ที่เก็บข้อมูล (disk) เต็มอีกด้วย จากนั้นสามารถแยก (extract) เอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ถาวรของออกดีทออกมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบต่อไปได้

#### 2.15.5.1 หมวดหมู่ของการบันทึกออกดีท

การบันทึกออกดีท (audit records) จะทำการแบ่งการบันทึกออกดีทออกเป็นแต่ละหมวด เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการจัดเก็บข้อมูลออกดีทได้ โดยแบ่งได้เป็นดังนี้

#### ตารางที่ 2.7 หมวดหมู่ของการบันทึกออกดีท

หมวดหมู่	รายละเอียด
ออกดีท (AUDIT)	การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตั้งค่าหรือการเปลี่ยนแปลงค่าออกดีท
การตรวจสอบการอนุญาต (CHECKING)	การบันทึกข้อมูลระหว่างที่มีการตรวจสอบการอนุญาต (authorization) เมื่อมีการเรียกใช้งานหรือเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล
การทำงานบำรุงออบเจกต์ (OBJMAINT)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการสร้างหรือการทิ้งข้อมูลของออบเจกต์ หรือเมื่อปรับปรุงข้อมูลของออบเจกต์
การทำงานบำรุงความปลอดภัย (SECMAINT)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการให้สิทธิ์หรือถอนสิทธิ์การอนุญาตหรือสิทธิ์พิเศษ
ผู้ดูแลระบบ (SYSADMIN)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการกระทำใด ๆ ที่ต้องการสิทธิ์ระดับ SYSADM, SYMAINT หรือ SYSCTRL
การตรวจสอบผู้ใช้ (VALIDATE)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้ หรือเมื่อได้รับข้อมูลจาก SECADM
การกระทำกับสภาพแวดล้อม (CONTEXT)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการกระทำ (operation) ใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล
การดำเนินการ (EXECUTE)	การบันทึกข้อมูลเมื่อมีการดำเนินการด้วยคำสั่งเอสคิวแอล (SQL)

#### 2.15.5.2 ชนิดของการบันทึกออกดีท

การบันทึกออกดีทนั้นสามารถเลือกชนิดของการบันทึกออกดีทได้ โดยจะแบ่งได้เป็น

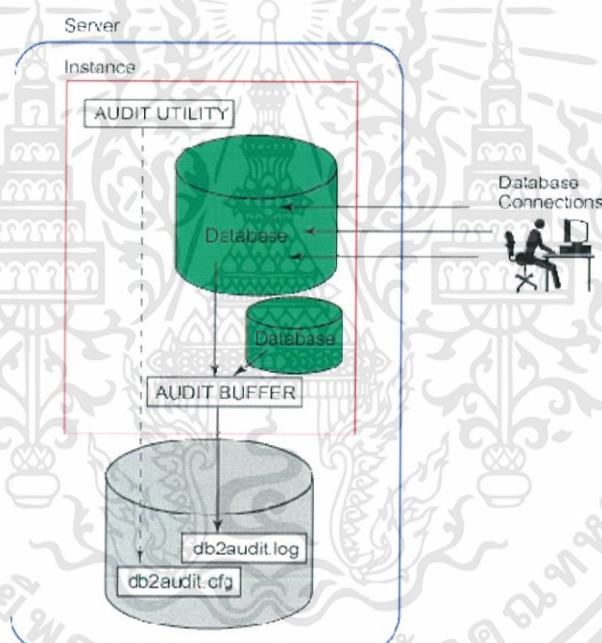
- 1) สำเร็จ (success) คือ จะทำการบันทึกเมื่อการกระทำนั้นสำเร็จเท่านั้น
- 2) ล้มเหลว (failure) คือ จะทำการบันทึกเมื่อการกระทำนั้นล้มเหลวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ทั้งสอง (both) คือ จะทำการบันทึกทุกการกระทำ
- 4) ไม่บันทึก (none) คือ จะไม่บันทึกการกระทำนั้น ๆ

### 2.15.5.3 การบันทึกออดิทในระดับอินสแตนซ์

การบันทึกออดิทในระดับอินสแตนซ์ จะเป็นการบันทึกออดิทของทั้ง ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) โดยผู้ที่มีสิทธิ์ระดับ SYSADM จะสามารถใช้งานคำสั่งต่าง ๆ ผ่าน ตีป็ทออดิท (db2audit) เพื่อใช้สำหรับการเริ่มต้นการบันทึก การหยุดการบันทึก การจัดเก็บแบบถาวร (archive) หรือการแยก (extract) นอกจากนี้ยังมี เอกสารที่ใช้สำหรับเก็บการตั้งค่าของออดิท เพื่อใช้สำหรับการตั้งค่าบันทึก เฉพาะแต่ละหมวดหมู่ หรือแต่ละชนิดก็ได้



รูปที่ 2.29 การบันทึกออดิทในระดับอินสแตนซ์

### 2.15.5.4 การบันทึกออดิทในระดับฐานข้อมูล

การบันทึกออดิทในระดับฐานข้อมูล จะเป็นการบันทึกออดิทแต่ละฐานข้อมูลนั้น ๆ โดยผู้ที่มีสิทธิ์ระดับ SECADM จะสามารถใช้นโยบายออดิท (audit policy) ในการกำหนดหมวดหมู่ของการออดิท และชนิดของการออดิทได้ โดยเมื่อทำการกำหนดนโยบายออดิทเรียบร้อยแล้ว สามารถนำนโยบายไปใช้กับออบเจกต์ใด ๆ ก็ตามที่ต้องการบันทึกออดิท โดยมีข้อแม้ว่าแต่ละออบเจกต์ จะสามารถมีได้แค่หนึ่งนโยบายออดิทเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นการบันทึกออডিทในระดับฐานข้อมูล ยังได้มีโพรซีเจอร์ (procedure) ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บแบบถาวร (archive) และการแยก (extract) ด้วย

- SYSPROC.AUDIT\_ARCHIVE คือโพรซีเจอร์ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บแบบถาวร
- SYSPROC.AUDIT\_LIST\_LOGS คือโพรซีเจอร์ที่ใช้สำหรับการแสดงเอกสารออডিทที่มีอยู่ในฐานข้อมูล
- SYSPROC.AUDIT\_DELIM\_EXTRACT คือโพรซีเจอร์ที่ใช้สำหรับการแยกข้อมูล ออกจากออডিทที่ถูกจัดเก็บแบบถาวร

#### 2.15.5.5 การจัดเก็บออডিทแบบถาวร

เมื่อมีการเริ่มทำการบันทึกออডিท จะสามารถทำการแยกการจัดเก็บออডিทแบบถาวรออกจากบันทึกปัจจุบันได้ โดยระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำการบันทึกเอกสารใหม่ และทำการลบบันทึกปัจจุบัน เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้กับที่เก็บข้อมูล โดยเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ถาวรของออডিท จะมีการเพิ่มตราเวลา (time-stamp) ซึ่งก็คือวันที่ได้ทำการจัดเก็บเอกสารแบบถาวร ลงไปยังชื่อของเอกสารด้วย

#### 2.15.5.6 การแยกออডিทแบบถาวร

เมื่อต้องการอ่านออডিทที่เก็บไว้ จะต้องทำการแยกข้อมูลที่อยู่ภายในเอกสารสำหรับบันทึกเหตุการณ์ถาวรของออডিทออกมาก่อน ซึ่งจะได้เอกสารที่มีเครื่องหมายคั่น (delimiter file) ตามแต่ละหมวดหมู่ของออডিทที่ได้มีการบันทึกไว้ จากนั้นให้ทำการโหลด (load) เอกสารเหล่านี้ลงไปยังตารางเพื่อใช้สำหรับเรียกดู (select) ข้อมูลที่ต้องการออกมาดูได้

## บทที่ 3

# การออกแบบและพัฒนา

### 3.1 รายละเอียดของโครงการ

รายละเอียดของโครงการนี้ ตามจุดประสงค์แล้วเป็นการศึกษาขีดความสามารถของการประมวลผลแบบขนาน (Transaction Processing) กับระบบฐานข้อมูลดีบีทู (DB2 Database System) ที่ใช้งานบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ (Cloud Computing) โดยจะต้องทำการศึกษางานดีบีทูผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ว่าหากต้องการที่จะใช้ระบบฐานข้อมูลต้องทำอะไร มีเครื่องมือ (tools) ไດบ้างที่ใช้สำหรับช่วยเหลือ และมีค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด จากนั้นจะทำการศึกษากการประมวลผลแบบขนาน ซึ่งก็คือแอซิด หรือพีเออร์ดี (ACID Properties) เพื่อที่จะสามารถตอบโจทยได้ว่า การใช้งานดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ รองรับการประมวลผลแบบขนานมากน้อยเพียงใด ซึ่งการประมวลผลแบบขนานเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก ต่อประสิทธิภาพการใช้งานระบบฐานข้อมูล จากนั้นจะทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้งานการประมวลผลแบบขนานกับระบบฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์

### 3.2 ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์

จากการศึกษาและค้นหาผู้ให้บริการคลาวด์แบบสาธารณะ (public cloud) พบว่ามีผู้ให้บริการ 2 หน่วยงานด้วยกันคือ ไอบีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ เอ็นเตอร์ไพรส์ (IBM SmartCloud Enterprise) และ อเมซอนอีซีทู (Amazon EC2) ที่มีระบบฐานข้อมูลดีบีทูให้เลือกใช้ โดยทั้งสองผู้ให้บริการจะเป็นการให้บริการแบบ อินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิส (Infrastructure as a service: IaaS) คือ ผู้ใช้บริการต้องทำการเลือกทรัพยากร, หน่วยความจำ, หน่วยประมวลผล และระบบปฏิบัติการที่ต้องการใช้งานเอง ซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

**IBM** Close [x]

## Add instance

Step 2 of 4: Configure image

**You selected: IBM DB2 Express-C 9.7.5 - PAYG**  
IBM DB2 Express-C 9.7.5 free database server for Red Hat Enterprise Linux 5.6 32b with a pay as you go use option.

Complete the fields below to configure your instance. Required fields are indicated with an asterisk (\*).

**Request name:** Transaction Processing on DB2

**Quantity:** 1

**Server configuration:** Copper - 32 bit (vCPU: 1, RAM: 2 GiB, Disk: 60 GiB)

**Minimal local disk:**  Yes

**Expires on:** 2014 9 23

**Key:** goldfish [+ Add Key](#)

**VLAN:** Public Internet

**Select IP:** system generated [How do I add an IP?](#)

**Virtual IP:** none [+ Add IP](#)

**Persistent disk:** [How do I add Storage?](#)

**Image ID:** 20036725

**Total price:** US\$ 0.125 / UHR

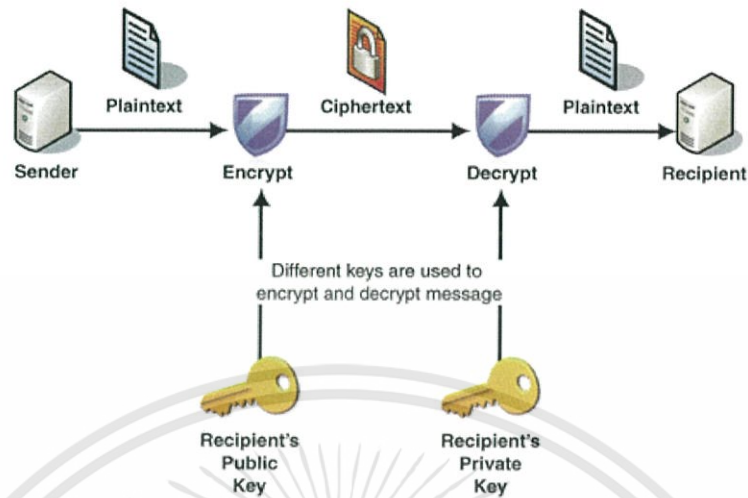
[Previous](#) [Next](#) [Cancel](#)

### รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการเลือกทรัพยากรของอินสแตนซ์กับไอพีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ ฯ

เมื่อเริ่มใช้งานระบบฐานข้อมูลผ่านระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ตั้งแล้ว สิ่งที่แตกต่างกันออกไปจากการใช้งานบนระบบฐานข้อมูลทั่วไป คือ การใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ จะต้องใช้งานผ่านระบบเครือข่าย (Network) ซึ่งทางผู้ให้บริการคลาวด์ได้เพิ่มความปลอดภัยในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย โดยผู้ใช้บริการจะได้รับกุญแจส่วนตัว หรือไพอเวท คีย์ (private key) และหมายเลขไอพี (IP Address) สำหรับการติดต่อกับฐานข้อมูล

เมื่อผู้ใช้บริการต้องการจะติดต่อกับฐานข้อมูล ผู้ใช้บริการต้องทำการติดต่อผ่าน ซีเคียวเชล โพรโตคอล (Secure Shell Protocol) ซึ่งเป็นโพรโตคอลที่ไว้ใช้สำหรับการเข้าใช้งานระบบปฏิบัติการของเซิร์ฟเวอร์ (server) ปลายทางที่ผู้ใช้งานเลือก โดยทางผู้ให้บริการก็จะแนะนำโปรแกรม (program) ที่ใช้สำหรับการติดต่อแตกต่างกันไป โดยหากเป็นไอพีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ เอ็นเตอร์ไพรส์ จะแนะนำโปรแกรม พัตตี (PuTTY) แต่หากเป็นอเมซอนอีซีทู จะสามารถติดต่อผ่านเว็บไซต์ได้ทันที จากนั้นผู้ใช้บริการจะต้องใช้กุญแจส่วนตัวในการเข้าใช้งาน ซึ่งกุญแจส่วนตัวนี้จะทำให้ข้อมูลที่ถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายถูกเข้ารหัส (encrypt) ไว้ ทำให้ผู้ที่ทำการดักจับข้อมูลระหว่างเครือข่ายไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ จะมีเพียงแค่ผู้ใช้บริการกับเซิร์ฟเวอร์เท่านั้นที่ทำการอ่านข้อมูลได้ เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 หลักการใช้งานกุญแจส่วนตัว (private key)

ซึ่งหากผู้ให้บริการ คือ ไอบีเอ็ม สมาร์ทคลาวด์ ๆ ผู้ใช้จะสามารถเริ่มใช้งานฐานข้อมูลดีบีทูได้ทันที แต่หากเป็นอีเมลอื่นอื่น ผู้ใช้บริการจะต้องทำการติดต่อกับบริษัทไอบีเอ็มก่อน เพื่อขอลิขสิทธิ์การใช้งานดีบีทู ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ของการขอลิขสิทธิ์จะแจ้งให้กับผู้ให้บริการทราบเมื่อผู้ให้บริการทำการเริ่มใช้งานอินสแตนซ์แล้ว

```

db2inst1@vhost0595:~$ sudo su - db2inst1
[db2inst1@vhost0595 ~]$ db2
(c) Copyright IBM Corporation 1993,2007
Command Line Processor for DB2 Client 9.7.1

You can issue database manager commands and SQL statements from the command
prompt. For example:
db2 => connect to sample
db2 => bind sample.bnd

For general help, type: ?.
For command help, type: ? command, where command can be
the first few keywords of a database manager command. For example:
? CATALOG DATABASE for help on the CATALOG DATABASE command
? CATALOG          for help on all of the CATALOG commands.

To exit db2 interactive mode, type QUIT at the command prompt. Outside
interactive mode, all commands must be prefixed with 'db2'.
To list the current command option settings, type LIST COMMAND OPTIONS.

For more detailed help, refer to the Online Reference Manual.

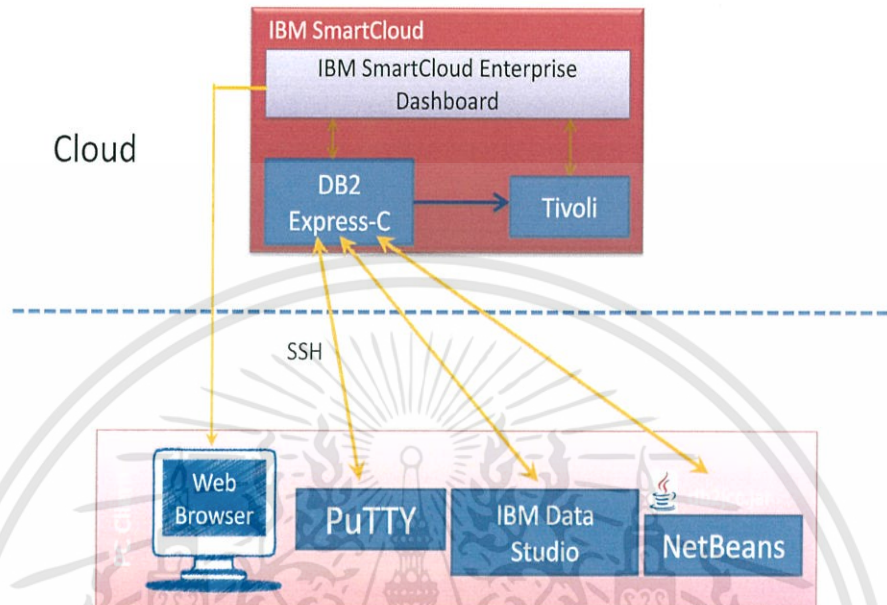
db2 =>

```

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการเข้าใช้งานระบบฐานข้อมูลดีบีทู ผ่านโปรแกรมพีดีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 ภาพรวมของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์กับการใช้งานระบบฐานข้อมูลตีปีทู



รูปที่ 3.4 ภาพรวมการใช้งานตีปีทูบนระบบคลาวด์

การใช้งานตีปีทูบนระบบคลาวด์ สามารถติดต่อกับตีปีทูได้จากหลายทาง ทั้งจากโปรแกรมพัฒนาเพื่อเข้าใช้งานอินสแตนซ์โดยตรง หรือติดต่อกับตีปีทูผ่านโปรแกรม ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ (IBM Data Studio) ซึ่งเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าควบคุมหรือบริหารจัดการตีปีทูได้ง่ายขึ้น หรือเข้าใช้งานผ่านโปรแกรมตีปีทูไคลเอนต์ (DB2 Client) ของไอบีเอ็มได้เช่นกัน นอกจากนี้ผู้ใ้ยังสามารถติดต่อกับตีปีทูได้จากโปรแกรมประยุกต์ทั่วไปเช่น โปรแกรมภาษาจาวา (Java) เป็นต้น โดยทางตีปีทูได้มีไลบรารี (library) รองรับสำหรับหลากหลายภาษา

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ช่วยเหลือ

ในการใช้งานระบบฐานข้อมูลตีปีทูบนคลาวด์นั้น นอกจากการเข้าใช้งานผ่านपोर्टโคลตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อข้างต้นแล้ว ยังมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเข้าใช้งานตีปีทูบนคลาวด์อีกด้วย โดยเครื่องมือที่ว่าเป็นโปรแกรมที่บริษัทไอบีเอ็ม ได้ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถเข้าใช้งานฐานข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น โดยมีอยู่ 3 โปรแกรมหลักได้แก่

- 1) ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ (IBM Data Studio)
- 2) ไอบีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล (IBM Data Web Console)
- 3) อินโฟสเฟีย ออบติม เพอร์ฟอร์แมนซ์ เมเนเจอร์ (InfoSphere Optim Performance manager)

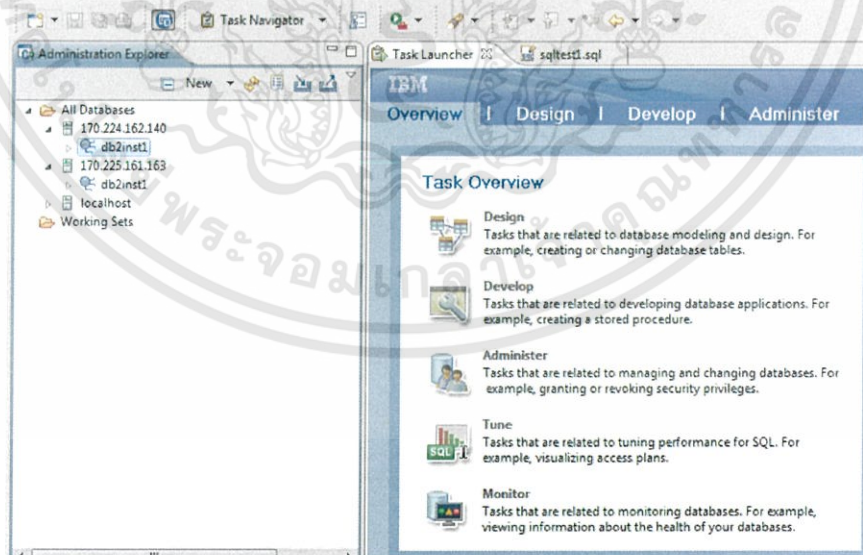
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากเครื่องมือที่ช่วยสำหรับการเข้าใช้งานดีบีทูบนคลาวด์แล้ว การเฝ้าดู (monitoring) ระหว่างการใช้งานก็เป็นเรื่องสำคัญ เพราะจะทำให้ผู้ใช้สามารถทราบได้ว่า ระบบฐานข้อมูลที่กำลังใช้อยู่ เกิดปัญหาใด ๆ ขึ้นหรือไม่ หรือมีการทำงานที่ถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งทางระบบฐานข้อมูลดีบีทู ได้มีฟังก์ชันสำหรับการเฝ้าดูระบบฐานข้อมูลคือ ดีบีทูพีดี (db2pd) ซึ่งเป็นคำสั่งให้ผู้ที่ มีสิทธิ์ระดับสูงสามารถเฝ้าดูการทำงานได้

### 3.3.1 ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ

ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ เป็นโปรแกรมที่ทางบริษัทไอบีเอ็มพัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลดีบีทู สามารถใช้งานในลักษณะ ส่วนติดต่อผู้ใช้ด้วยภาพ (Graphic User Interface) ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานฐานข้อมูลได้ง่ายขึ้น ด้วยภาพที่แทนข้อความต่าง ๆ ในฐานข้อมูล, การส่งคำสั่งต่าง ๆ ด้วยการเลือกคำสั่ง (จากเดิมที่ต้องพิมพ์คำสั่งต่าง ๆ ในระบบฐานข้อมูล) ซึ่งการทำงานนี้ครอบคลุมการทำงานเกือบทั้งหมดของระบบฐานข้อมูลดีบีทู[12]

ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา (Java) เพื่อนำมาใช้แทนโปรแกรมรุ่นก่อนที่ใช้ชื่อว่า คอนโทรล เซ็นเตอร์ (Control Center) โดยจะเน้นไปที่การใช้งานกับฐานข้อมูลเป็นหลัก (เช่น พกการสร้าง, ลบ หรือเรียกใช้ เป็นต้น) และนอกจากจะช่วยให้การใช้งานดีบีทูง่ายขึ้นแล้วยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถทดลองการใช้งานดีบีทูเข้ากับโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเองอีกด้วย



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม ไอบีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ

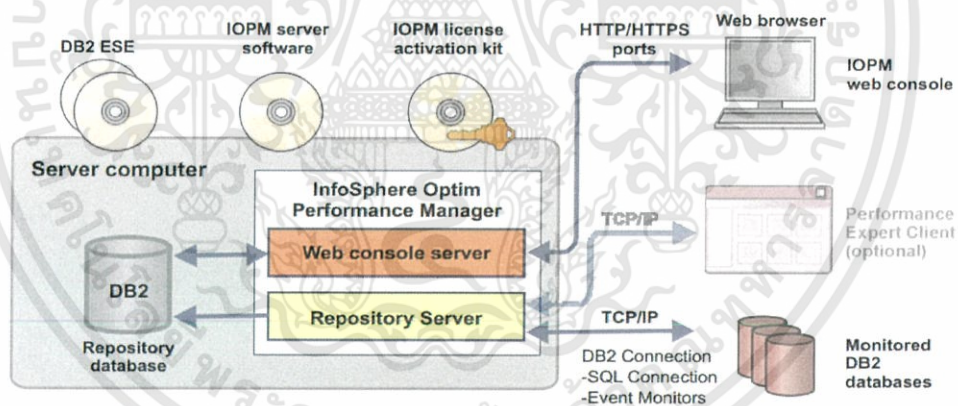
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 ไอพีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล

ไอพีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล ถูกพัฒนาขึ้นมาคู่กับไอพีเอ็ม ดาต้า สตูดิโอ โดยการทำงานของ ไอพีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล จะเป็นส่วนของการเฝ้าดู (Monitoring) เป็นสำคัญ โดยทำงานผ่านเว็บ แอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งจะทำให้การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล และเฝ้าดูระบบต่าง ๆ พร้อมทั้งแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้ได้ทราบ เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น[12]

### 3.3.3 อินโฟสเฟีย ออบติม เพอร์ฟอร์แมนซ์ เมเนเจอร์

อินโฟสเฟีย ออบติม เพอร์ฟอร์แมนซ์ เมเนเจอร์ เป็นหนึ่งในรุ่นของโปรแกรม อินโฟสเฟีย ออบติม (InfoSphere Optim) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทางบริษัทไอบีเอ็ม พัฒนาขึ้นเพื่อเฝ้าดู (Monitoring) การทำงานต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์บางส่วนที่ไอบีเอ็มถือลิขสิทธิ์อยู่ ซึ่งการทำงานของโปรแกรมนี้ จะคล้ายกับการทำงานของ ไอพีเอ็ม ดาต้า เว็บคอนโซล แต่มีการเฝ้าดูที่สูงกว่า มีการนำข้อมูลมาแสดง ในรูปภาพ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลายกว่า โดยหากผู้ใช้งานต้องการใช้งาน ต้องทำการซื้อ ลิขสิทธิ์จากบริษัทไอบีเอ็มก่อนด้วย



รูปที่ 3.6 การทำงานของ อินโฟสเฟีย ออบติม เพอร์ฟอร์แมนซ์ เมเนเจอร์

### 3.3.4 ฟังก์ชัน ดีบีทูพีดี

นอกจากโปรแกรม 3 โปรแกรมที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ฟังก์ชันการทำงานหนึ่งของดีบีทูพีดี ที่ใช้สำหรับเฝ้าดูระบบคือ ดีบีทูพีดี หรือฟังก์ชันสำหรับ เฝ้าดูและแก้ไขปัญหา (monitor and troubleshoot) ซึ่งการใช้งานฟังก์ชันนี้ ผู้ใช้จะต้องทำการติดต่อกับฐานข้อมูลผ่าน คอมมานด์ ไลน์ โปรเซสเซอร์ (Command Line Processor) เช่นผ่านโปรโตคอล ซีเคียวเชล ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2 และมีสิทธิ์ระดับ ผู้เฝ้าดูระบบ (SYSMON) ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.9.2 เป็นอย่างน้อย จึงจะมีสิทธิ์ในการเข้าใช้งานฟังก์ชันนี้ได้

โดยฟังก์ชัน ดิบีทูพีดี นี้มีการเฝ้าดูระบบฐานข้อมูลหลากหลาย เช่น

- โอเอสอินโฟ (osinfo) จะแสดงข้อมูลการใช้งานของระบบปฏิบัติการที่ระบบฐานข้อมูลใช้งานอยู่
- ดาต้าเบส (database) จะแสดงข้อมูลต่าง ๆ อย่างละเอียดของฐานข้อมูลนั้น ๆ
- แอปพลิเคชัน (application) จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมประยุกต์ที่ทำการเชื่อมต่อมายังฐานข้อมูล
- ทรานแซกชัน (transaction) จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับทรานแซกชันที่กำลังทำงานอยู่
- ไดนามิก (dynamic) จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานภาษาเอสคิวแอล (SQL) แบบไดนามิก
- สแตติก (static) จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานภาษาเอสคิวแอล (SQL) แบบสแตติก
- ล็อก (lock) จะแสดงข้อมูลการล็อกต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการทำงานของทรานแซกชัน

### 3.4 การออกแบบเพื่อทดลองการประมวลผลทรานแซกชัน

การประมวลผลทรานแซกชัน (Transaction Processing) โดยหลักแล้วจะเป็นการศึกษาตามหัวข้อของ แอซิด พร็อพเพอร์ตี้ (ACID Properties) ซึ่งก็คือ ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity), ความสอดคล้อง (Consistency), ความโดดเดี่ยว (Isolation) และความคงทน (Durability) โดยจะทำการทดลองกับระบบฐานข้อมูลดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง

#### 3.4.1 การศึกษาเรื่อง ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity)

จะศึกษาในส่วนของขอบเขตของทรานแซกชัน การใช้งานตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ (set auto commit off), การยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) และการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback) และรวมไปถึงทดลองการใช้งานการซ้อนภายในทรานแซกชัน (Nested Transaction) เพื่อศึกษาว่าดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง ได้มีการรองรับความเป็นหนึ่งเดียวหรือไม่

#### 3.4.2 การศึกษาเรื่อง ความสอดคล้อง (Consistency)

จะศึกษาในส่วนของการประกาศและบังคับใช้กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล (Integrity Constraints) ชนิดต่าง ๆ ทั้ง ไม่มีค่าว่าง (not null), ยูนิค คีย์ (unique key), ไพรมารี คีย์ (primary key), ฟอรัน คีย์ (foreign key) และ ตรวจสอบ (check) เพื่อศึกษาว่าการใช้งานกฎเหล่านี้ ว่ายังสามารถใช้ได้กับดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้งหรือไม่ นอกจากนี้จะทดลองการละเมิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชันในรูปแบบการตั้งค่าอินเทกริตี (set integrity) รวมถึงการสร้างทริกเกอร์ (Trigger) เพื่อใช้กับกฎทั่วไปที่ยืดหยุ่นมากขึ้น

### 3.4.3 การศึกษาเรื่อง ความโดดเดี่ยว (Isolation)

จะศึกษาในส่วนของ การตั้งค่าระดับไอโซเลชัน (Isolation Level) ว่าดีปีทูประบบคลาวด์คอมพิวเตอร์รองรับมากน้อยเพียงใด และส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญมาก เนื่องจากระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์มีการใช้งานที่เปิดกว้าง ให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานได้จากหลายที่ (Multi-User) ซึ่งตามหลักการแล้ว ความโดดเดี่ยวจะมีหลักที่ช่วยในการควบคุมการใช้งานของหลายทรานแซกชันพร้อม ๆ กัน จากนั้นจะทดสอบการใช้งานกับปัญหา 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน (The Four Concurrency Control Problems) รวมถึงศึกษาระบบภายใต้ของหลักการที่ดีปีทูปใช้จัดการกับทรานแซกชัน เช่น การล็อคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

### 3.4.4 การศึกษาเรื่อง ความคงทน (Durability)

จะศึกษาในส่วนของ การป้องกันความผิดพลาดของฐานข้อมูล ที่เกิดจากความล้มเหลวของระบบ ซึ่งระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ มักจะนำเสนอในส่วนของความมั่นใจถึงความสามารถในการใช้งานได้ตลอดเวลา (Availability) ทำให้ต้องศึกษาว่าในส่วนหัวข้อนี้ ทางผู้ให้บริการมีการจัดการอย่างไร ผู้ใช้บริการต้องเป็นผู้ดูแลจัดการเรื่องการกู้คืนทรานแซกชันจากกรณีความล้มเหลวของระบบดีปีทูปด้วยตนเองหรือไม่ หรือทางผู้ให้บริการคลาวด์เป็นฝ่ายจัดการให้ทั้งหมด และดีปีทูปมีการรองรับการทำงานในส่วนนี้มากน้อยขนาดไหน

## 3.5 การออกแบบเพื่อทดลองความปลอดภัยของฐานข้อมูล

นอกเหนือจากการประมวลผลทรานแซกชันแล้ว ความปลอดภัยของฐานข้อมูล (Database Security) ก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจจึงจะนำมาศึกษาในโครงการนี้ด้วย โดยความปลอดภัยของฐานข้อมูลไม่ได้หมายถึงความปลอดภัยระหว่างเครือข่าย (Network Security) แต่เป็นความปลอดภัยของฐานข้อมูลกับระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ที่ใช้งานบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์เท่านั้น

ความปลอดภัยของฐานข้อมูล จะศึกษาในเรื่องของการยืนยันตัวตน (Authentication) ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูล, สิทธิในการเข้าถึงข้อมูล (Authorization) การอนุญาตให้ใช้งานฐานข้อมูลของบัญชีผู้ใช้งานระดับต่าง ๆ และการออডিท (Auditing) ว่ามีขีดความสามารถมากน้อยขนาดไหน เพื่อที่จะนำมาปรับเข้ากับการใช้งานกับระบบต่าง ๆ

### 3.6 โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสำหรับการทดลอง

เมื่อทำการศึกษาและทดลองตามหัวข้อข้างต้นแล้ว จะทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ เพื่อใช้สำหรับการทดลองในลักษณะระบบที่ใกล้เคียงกับระบบจริง โดยจะยังคงเน้นไปที่การประมวลผลทรานแซกชัน และความปลอดภัยของฐานข้อมูล ที่ใช้กับดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง

#### 3.6.1 ออกแบบการทดลอง

โดยโปรแกรมประยุกต์ที่จะทดลองจะต้องมีฟังก์ชันดังนี้

- การใช้งานคำสั่งใด ๆ ให้ทำเป็นทรานแซกชัน มีการเริ่มและสิ้นสุดทรานแซกชัน โดยสามารถยืนยัน หรือยกเลิกการเปลี่ยนแปลงของทรานแซกชันได้
- มีการใช้งานกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล โดยให้กฎเหล่านี้อยู่ที่ระบบฐานข้อมูล ไม่ใช่อยู่ในโปรแกรมประยุกต์
- มีการใช้งานจากโปรแกรมประยุกต์หลายโปรแกรม ในช่วงเวลาเดียวกันและผู้ใช้งานสามารถตั้งการระดับไอโซเลชันได้
- มีการยืนยันตัวตนการเข้าใช้งาน และสิทธิ์ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูลแตกต่างกันตามระดับผู้ใช้ โดยให้แยกชื่อผู้ใช้ออกจากโปรแกรมประยุกต์ (แม้ว่าโค้ดต้นแบบ (source code) จะถูกผู้ใช้อื่นล่วงรู้ ก็ไม่สามารถเข้าใช้งานฐานข้อมูลได้ หรือเข้าใช้งานฐานข้อมูลแบบจำกัดเท่านั้น)

#### 3.6.2 เหตุการณ์ตัวอย่าง

การจะทดสอบการประมวลผลทรานแซกชันกับโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมา ต้องมีเหตุการณ์ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้อื่นที่สนใจ สามารถเข้าใจหลักการการทำงานของ การประมวลผลทรานแซกชันได้ดีขึ้น โดยได้ทำการสมมุติระบบเบื้องต้นของ “การลงทะเบียน” เพื่อทดสอบปัญหาที่น่าจะเกิดขึ้น และมีเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- การชำระเงินของนักศึกษาในวันที่ครบกำหนดการชำระเงิน โดยหากเลยวันครบกำหนดให้นักศึกษาที่ชำระเงินช้าจะถูกปรับ (เพื่อทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล (The lost update problem))
- การเปลี่ยนเกรดของนักศึกษา เมื่อนักศึกษาทำการตรวจสอบเกรดของนักศึกษาเอง (เพื่อทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันในส่วนการอ่านข้อมูลผิดพลาด (The uncommitted dependency problem : dirty read))

- การเปลี่ยนเกรดของนักศึกษา เมื่อเจ้าหน้าที่สองคนได้เกรดมาไม่ตรงกัน (เพื่อทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันในส่วนการเขียนข้อมูลผิดพลาด (The uncommitted dependency problem : dirty write))
- การรวมยอดเงินของเจ้าหน้าที่ทะเบียน ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงการชำระเงินของนักศึกษาเกิดขึ้น (เพื่อทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง (The inconsistent analysis problem))
- การพิมพ์ใบรายชื่อนักศึกษา เมื่อมีการนักศึกษาทำการลงทะเบียนเพิ่มเติม (เพื่อทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงา (The phantom phenomenon))
- การเข้าใช้งานฐานข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต (เพื่อทดสอบการยืนยันตัวตน (Authentication))
- การเข้าใช้งานส่วนอื่นในฐานข้อมูล นอกเหนือจากหน้าที่ของบุคคลนั้น ๆ (เพื่อทดสอบการอนุญาต (Authorization))

### 3.7 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

จากการศึกษาข้อมูลเรื่องระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ การใช้งานระบบฐานข้อมูลดีบีทูบุคคลาวด์คอมพิวเตอร์ ระบบประมวลผลทรานแซกชันของฐานข้อมูลดีบีทู และระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลดีบีทู จึงนำมาทำการทดสอบโดยพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้งาน ชีตความสามารถ และข้อจำกัดต่าง ๆ ของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนคลาวด์คอมพิวเตอร์

ในการศึกษาได้เลือกทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ร้านแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ ในลักษณะอีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์บนอินเทอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมสูง แต่ผู้พัฒนาส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลมากนัก ทำให้โปรแกรมประยุกต์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและมีปัญหาอยู่มากมาย ทั้งเรื่องความปลอดภัยของฐานข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล และความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่าง ๆ โดยโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นมาจะแสดงให้เห็นว่า หากมีการจัดการระบบฐานข้อมูลที่ดีพอ จะช่วยให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับนั้นมีความถูกต้องและปลอดภัย อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ สามารถทำในระบบฐานข้อมูลอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขโปรแกรมประยุกต์เลย

ในส่วนของภาษาโปรแกรมที่พัฒนานั้น เลือกใช้ภาษาจาวา (Java) ซึ่งเป็นภาษาที่ระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทูมีไลบรารีต่าง ๆ รองรับ เป็นภาษาแบบออบเจ็คโอเรียนเต็ด (object oriented) ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของระบบมีการแยกส่วนการทำงานกันอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7.1 การทำงานของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

การทำงานต่าง ๆ ของร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ โดยหลักแล้วจะมีการเลือกดูสินค้าต่าง ๆ ของร้านค้า ระบบการค้นหาสินค้า ระบบสมาชิก ซึ่งสมาชิกสามารถเลือกซื้อหรือจองสินค้าผ่านหน้าเว็บไซต์โดยมีระบบตะกร้าสินค้ารองรับ รวมถึงการจ่ายเงินของลูกค้า ส่วนเบื้องหลังของระบบจะเป็นการเพิ่ม ปรับเปลี่ยนหรือลบสินค้าต่าง ๆ ภายในร้าน การเรียกดูรายการสั่งซื้อ การจัดส่งสินค้า รวมถึงการรวมยอดเงินเพื่อทำบัญชีด้วย

#### 3.7.1.1 ส่วนหน้าร้าน

ในส่วนหน้าร้าน หรือส่วนหน้าเว็บไซต์ที่ลูกค้าเข้ามาใช้งาน การทำงานส่วนใหญ่จะเป็นการอ่านข้อมูลอย่างเดียว (read only) เพื่อแสดงรายการสินค้าต่าง ๆ และรายละเอียดของสินค้าภายในร้าน โดยข้อมูลสินค้าส่วนใหญ่จะเปิดกว้างเพื่อให้ลูกค้าทุกคนสามารถเข้าดูสินค้าต่าง ๆ ได้ แม้จะไม่ใช่สมาชิกของร้านก็ตาม ลูกค้าสามารถเข้ามาค้นหาสินค้าที่มีในร้านทั้งหมดได้ อีกทั้งยังมีรายการสินค้าแนะนำจากสถิติการซื้อสินค้าของร้าน และจากการโหวตให้คะแนนสินค้าของสมาชิกด้วย

ระบบสมาชิก หากลูกค้าเป็นสมาชิกของร้าน ลูกค้าสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานการซื้อและจองสินค้าออนไลน์ได้ ลูกค้าสามารถเลือกได้ว่าจะให้ทางร้านจัดส่งสินค้าให้ หรือไปรับเองที่ร้านสาขาต่าง ๆ ได้ ลูกค้าสามารถดูประวัติการสั่งซื้อและสถานะการจัดส่งสินค้าได้ ลูกค้าสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ และลูกค้าสามารถแจ้งการชำระเงินรายการสั่งซื้อต่าง ๆ ของลูกค้าได้

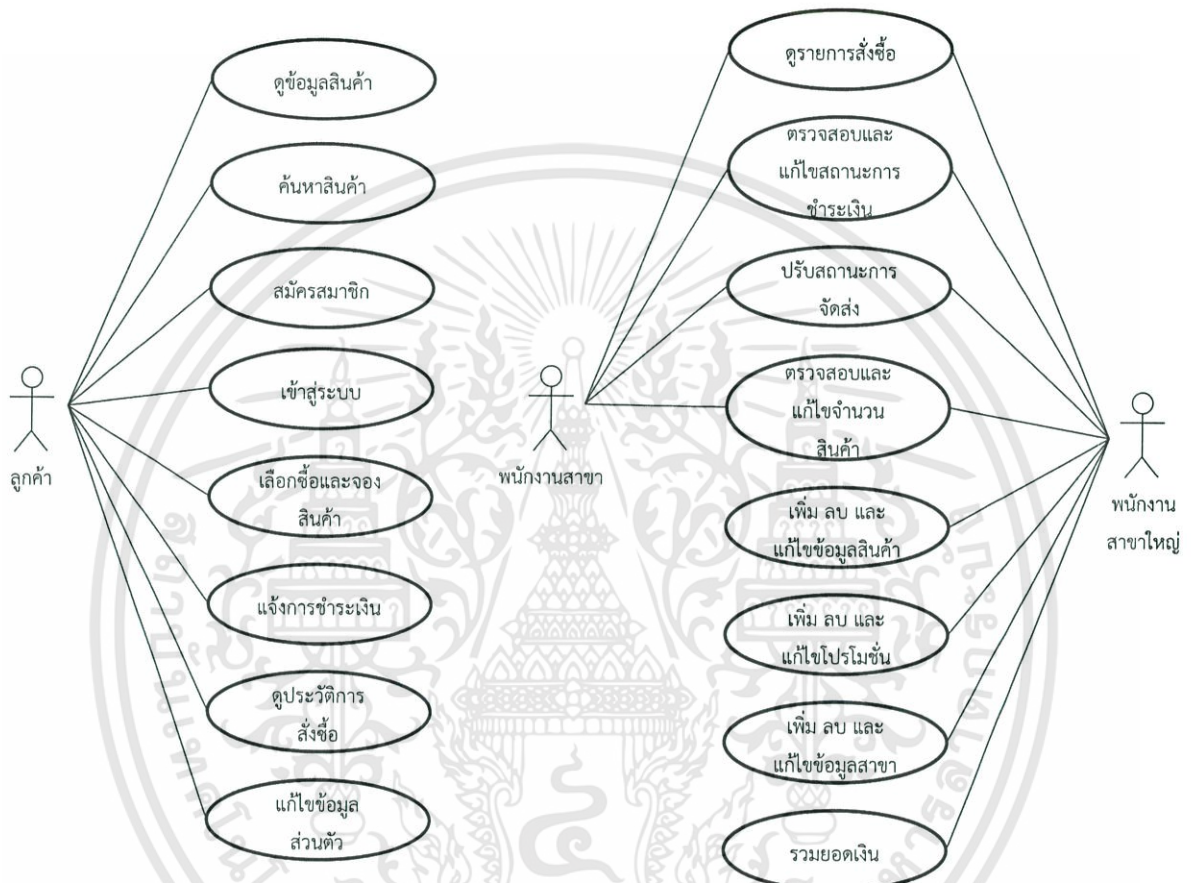
จากการทำงานที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลจากลูกค้า นั้น โดยหลักจะอยู่ที่การเลือกซื้อสินค้าภายในร้าน โดยเป็นการใส่ตะกร้าสินค้าและยืนยันการสั่งซื้อสินค้า แจ้งการชำระเงิน นอกจากนี้แล้วก็จะเป็นการจัดการข้อมูลส่วนตัวของลูกค้าเอง

#### 3.7.1.2 ส่วนหลังร้าน

ในส่วนของหลังร้านเป็นส่วนที่พนักงานของร้านค้า หรือเจ้าของร้านเข้ามาใช้งาน ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลและทำงานต่าง ๆ ของระบบภายในร้านได้ ทั้งเรียกดูรายการชำระเงิน รายการสั่งซื้อสินค้า ข้อมูลการจัดส่งสินค้า ข้อมูลส่วนตัวลูกค้า เพิ่ม เปลี่ยนแปลง หรือลบข้อมูลสินค้าภายในร้าน ถือเป็นส่วนสำคัญของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้หากไม่ได้มีการออกแบบระบบอย่างระมัดระวัง

### 3.7.2 ภาพรวมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

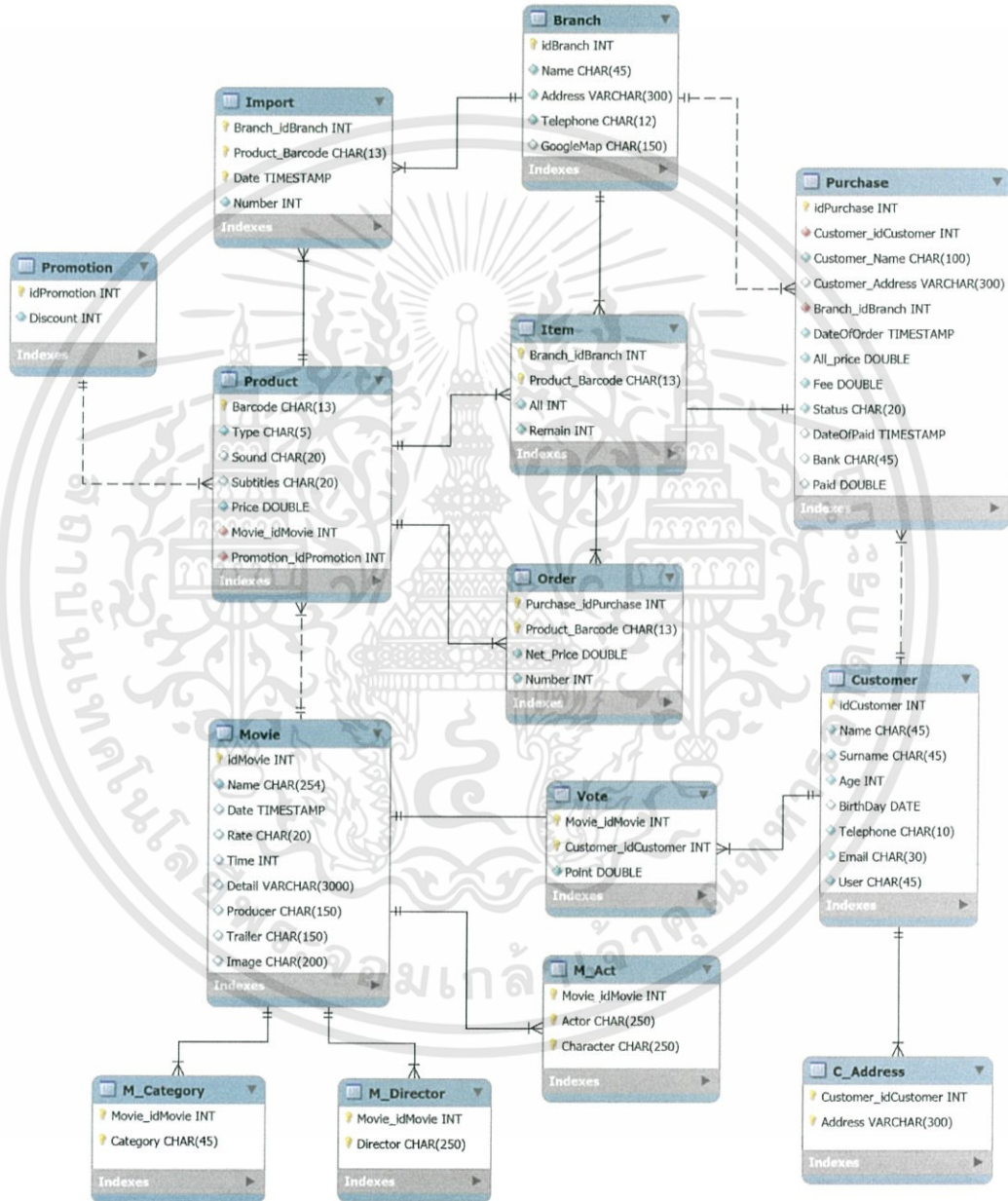
จากการทำงานของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่ได้กล่าวไปแล้วเขียนเป็นภาพรวมของระบบในลักษณะ ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.7 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

### 3.7.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

ออกแบบฐานข้อมูลของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ โดยเขียนเป็นอีอาร์ไดอะแกรม (E-R Diagram: Entity Relationship Diagram) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.8 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7.4 การประมวลผลทรานแซกชันของระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

เมื่อออกแบบระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่ต้องการแล้ว ต้องทำการออกแบบส่วนที่ใช้การประมวลผลทรานแซกชันภายในระบบด้วย เพื่อให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงให้ลูกค้าหรือพนักงานเห็นมีความถูกต้องอยู่เสมอ เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น และทำให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

#### 3.7.4.1 ความเป็นหนึ่งเดียว

ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์เป็นเว็บแอปพลิเคชันชนิดหนึ่ง ซึ่งทำงานผ่านระบบเน็ตเวิร์ค จึงอาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดหรือข้อบกพร่องได้ง่าย เช่น อินเทอร์เน็ตมีปัญหา หรือคอมพิวเตอร์มีปัญหา ซึ่งในปัญหาต่าง ๆ นั้นล้วนก่อให้เกิดข้อผิดพลาดต่อระบบฐานข้อมูลได้ง่าย การเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขใด ๆ ต่อระบบฐานข้อมูลอาจจะไม่สำเร็จทั้งหมด คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว นี้จะช่วยแก้ปัญหาทุกอย่างที่เกิดขึ้นกับการจัดการข้อมูลที่ยังไม่สำเร็จทั้งหมด หรือยกเลิกทั้งหมด รวมทั้งช่วยจัดการกับการปฏิบัติงานที่ต้องใช้เวลานาน เพราะมีมนุษย์มาเกี่ยวข้องอีกด้วย

#### 3.7.4.2 ความสอดคล้อง

ร้านขายของเกือบทุกร้านจะต้องมีกฎต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการจัดการร้านให้อยู่ในสภาวะปกติ และร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ก็เช่นกัน จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดกฎทางธุรกิจต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานร้านได้อย่างถูกต้อง

โดยกฎต่าง ๆ ที่กำหนดนั้น หากเป็นกฎพื้นฐานที่สามารถประกาศใช้งานผ่านระบบฐานข้อมูลได้ทันที ก็สามารถกำหนดได้ที่ตารางที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภายในฐานข้อมูล เช่น รหัสสมาชิกของลูกค้าต้องไม่มีการซ้ำกัน, สถานการณ์สั่งซื้อของลูกค้าจะเป็นได้แค่ ยังไม่ยืนยัน ยืนยันแล้ว หรือจ่ายเงินแล้วเป็นต้น และจำนวนสินค้าภายในคลังสินค้าไม่สามารถต่ำกว่า 0 ได้ โดยกฎเหล่านี้จะช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เปลี่ยนแปลงกฎได้ง่าย และไม่ต้องจัดการผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่มีมักจะก่อให้เกิดปัญหาตามมาอีกมากมาย

นอกจากกฎเหล่านี้แล้ว กฎต่าง ๆ ที่เป็นข้อจำกัดของร้านค้า สามารถพัฒนาผ่านระบบฐานข้อมูลได้ โดยดีบีทูได้มีระบบรองรับกฎของธุรกิจ (business rules) เรียกว่า ทรริกเกอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถออกแบบกฎได้อย่างยืดหยุ่นและเปลี่ยนแปลงได้อย่างง่ายดาย

#### 3.7.4.3 ความโดดเด่น

อีกหนึ่งคุณสมบัติของทรานแซกชันที่มีความสำคัญต่อร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ คือ ความโดดเด่น เพราะร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์นั้น ผู้ขายไม่สามารถล่วงรู้ได้ถึงจำนวนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกค้าหรือแม้แต่พนักงานที่กำลังใช้งานร้านขายของได้ จึงไม่สามารถกำหนดหรือป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นได้เลย โดยในคุณสมบัติความโดดเด่นนั้น อย่างที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อข้างต้น จะเป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างทรานแซกชัน ซึ่งสามารถตั้งค่าระดับไอโซเลชันเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แต่หากตั้งค่าระดับไอโซเลชันไว้สูงเกินไป ก็อาจจะทำให้เกิดความล่าช้าของการทำงานต่าง ๆ และหากตั้งค่าระดับไอโซเลชันไว้ต่ำเกินไป ก็จะทำให้ข้อมูลเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นการจะตั้งค่าระดับไอโซเลชันให้พอเหมาะหรือพอดีนั้น ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้องมีความเข้าใจในลักษณะงานที่ต้องการ รวมถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ก่อนที่จะออกแบบคุณสมบัติ ความโดดเด่น กับร้านขายของออนไลน์นั้น ต้องทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นก่อน โดยปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นมีทั้งหมด 4 กรณีด้วยกันคือ

- 1) ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล จะเกิดจากการอ่านข้อมูลเดียวกันและปรับปรุงข้อมูลเดียวกัน
- 2) ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน จะเกิดจากการอ่านข้อมูลจากทรานแซกชันที่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง
- 3) ปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและยืนยันการเปลี่ยนแปลง ขณะที่ทรานแซกชันอื่นกำลังทำการอ่านข้อมูลอยู่
- 4) ปัญหาปรากฏการณ์เงา จะเกิดจากเพิ่มข้อมูลและยืนยันการเปลี่ยนแปลง ขณะที่ทรานแซกชันอื่นกำลังทำการอ่านข้อมูลอยู่

เมื่อวิเคราะห์ถึงแต่ละปัญหาที่เกี่ยวข้องกับร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ และวิเคราะห์เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น จะได้ว่า

### ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของทรานแซกชันของร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

ปัญหา	เหตุการณ์	ระดับไอโซเลชันที่เหมาะสม
ข้อที่ 1	การเปลี่ยนสถานะการชำระเงินของลูกค้าจากจ่ายเงินแล้วเป็นกำลังส่งของ โดยอาจมีพนักงานอีกคนที่ทำงานเดียวกันอยู่ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการส่งสินค้าที่ซ้ำซ้อนเกิดขึ้น	รีดสเดบิลิตี
ข้อที่ 1	การเปลี่ยนสถานะการชำระเงินของลูกค้าจากยังไม่ชำระเงินเป็นชำระเงินแล้วจากพนักงานสองคน โดยสถานะชำระเงินแล้วนั้น จะต้องทำการตัดยอดสินค้า ซึ่งอาจทำให้อยอดสินค้าเกิดความผิดพลาดขึ้นได้	รีดสเดบิลิตี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ปัญหา	เหตุการณ์	ระดับโอโซเลชั่นที่เหมาะสม
ข้อที่ 1	การแก้ไขหรือการลบข้อมูลสินค้าต่าง ๆ ภายในร้านนั้นจากพนักงานหลายคน อาจทำให้ข้อมูลของสินค้าไม่ตรงตามที่ร้านค้าต้องการ	รีดสเทบิลิตี
ข้อที่ 2	การอ่านข้อมูลสินค้าต่าง ๆ จากร้านค้าควรที่จะเป็นข้อมูลที่ยืนยันจากพนักงานแล้วเท่านั้น ซึ่งหากไม่ได้ยืนยัน ลูกค้าน่าจะได้รับข้อมูลของสินค้าหรือสถานะที่ผิดไปและอาจเกิดความเข้าใจผิดขึ้นได้	เคอร์เซอร์สเทบิลิตี
ข้อที่ 2	การเรียกดูรายสั่งซื้อที่ชำระเงินแล้วเพื่อเตรียมสินค้าในการจัดส่ง ควรเป็นข้อมูลสถานะการชำระเงินที่พนักงานยืนยันการเปลี่ยนสถานะแล้ว ซึ่งหากยังไม่ได้ยืนยัน พนักงานอาจเปลี่ยนแปลงสถานะการชำระเงินผิดพลาดแล้วยกเลิกไป ทำให้การเตรียมสินค้าในการจัดส่งผิดพลาดได้	เคอร์เซอร์สเทบิลิตี
ข้อที่ 3	การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงจำนวนสินค้าในคลังสินค้า อาจจะทำให้พนักงานที่กำลังตรวจสอบสินค้าในคลัง เกิดความคลาดเคลื่อนของสินค้าได้	รีดสเทบิลิตี
ข้อที่ 4	การรวมยอดเงินของการขายในเวลานั้น ๆ อาจมีลูกค้าที่ทำการซื้อสินค้าเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ยอดเงินเกิดความคลาดเคลื่อนได้	รีพีทเทเบิลรีด
ข้อที่ 4	การเรียกดูรายการสั่งซื้อสินค้าของร้านในเวลานั้น ๆ อาจมีลูกค้าทำรายการสั่งซื้อเพิ่มเติม ขณะเรียกดูรายการสั่งซื้ออยู่ ทำให้ได้ผลลัพธ์ผิดพลาด	รีพีทเทเบิลรีด
-	ต้องการตรวจสอบการใช้งานร้านขายของออนไลน์ โดยตรวจสอบตะกร้าสินค้าของลูกค้า ที่ยังไม่ทำการยืนยัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับนำไปปรับปรุงต่อไป	อันคอมมิทิตีรีด

#### 3.7.4.4 ความคงทน

สำหรับคุณสมบัติความคงทนของร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่ใช้งานผ่านระบบคลาวด์คอมพิวติ้งนั้น เป็นคุณสมบัติที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงมากนัก เนื่องจากระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์คอมพิวติ้งนั้น ทางผู้ให้บริการคลาวด์มีการจัดการให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบฐานข้อมูลได้เกือบจะตลอดเวลา และหากระบบเกิดความผิดพลาด ระบบฐานข้อมูลยังมีระบบกู้คืน (recovery system) โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะไม่ทำให้ข้อมูลของผู้ใช้เกิดความเสียหายใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7.5 ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลของร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลก็มีความสำคัญสูงเช่นกัน เนื่องจากร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์จำเป็นต้องมีระบบสมาชิก เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ และแบ่งหน้าที่การทำงานของผู้ใช้ร้านขายของออกจากกัน นอกจากนี้ยังต้องจำกัดสิทธิการเข้าถึงข้อมูลภายในฐานข้อมูล เพื่อไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่ได้รับสิทธิสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ไม่สมควรได้

#### 3.7.5.1 การยืนยันตัวตน

การยืนยันตัวตน (authentication) เพื่อเข้าสู่ระบบการใช้งานในลักษณะของสมาชิกนั้น จะต้องจัดการโดยระบบฐานข้อมูลหรือระบบการยืนยันตัวตนที่ระบบฐานข้อมูลรองรับ เพื่อไม่ให้มีการเก็บข้อมูลชื่อและรหัสของสมาชิกลงตารางในฐานข้อมูล โดยจะสามารถป้องกันการโจรกรรมจากบุคคลที่ไม่หวังดีทั้งภายนอกและภายในได้

#### 3.7.5.2 สิทธิในการเข้าถึงข้อมูล

สิทธิในการเข้าถึงข้อมูล (authorization) เป็นการกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล ซึ่งสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานแต่ละประเภทจะแตกต่างกัน ผู้พัฒนาส่วนใหญ่มักจะละเอียดและไม่สนใจ โดยจะกำหนดสิทธิต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมประยุกต์ แต่หากผู้ใช้สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้โดยตรง ข้อมูลการสั่งซื้อ การชำระเงิน หรือข้อมูลส่วนตัวของสมาชิกจะถูกล่วงรู้ได้

การกำหนดสิทธิของการเข้าถึงข้อมูลนั้น ให้ทำการแยกประเภทของสมาชิกก่อน โดยระบบร้านขายของออนไลน์นั้นจะแยกได้ 3 ประเภทคือ

- 1) ลูกค้า มีหน้าที่สำหรับเลือกดูสินค้าและสั่งซื้อสินค้า
- 2) พนักงาน มีหน้าที่เปลี่ยนสถานการณ์สั่งซื้อ, จัดส่งของ รวมถึงการจัดการกับสินค้า
- 3) เจ้าหน้าที่ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของพนักงานรวมถึงจัดการด้านบัญชี

ซึ่งจะเห็นได้ว่า กลุ่มของสมาชิกนั้นจะมีการทำงานโดยรวมที่เหมือนกันแต่สำหรับข้อมูลส่วนตัว เช่น ข้อมูลสมาชิกของลูกค้า ลูกค้าแต่ละคนจะต้องได้รับสิทธิที่จะเห็นข้อมูลเฉพาะของตัวเองเท่านั้น ซึ่งในส่วนนี้จะใช้วิว (view) มาช่วยในการกำหนดสิทธิ

### 3.7.5.3 วิว (view)

การกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลของสมาชิกนั้น หากใช้ร่วมกับวิวจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะสามารถกำหนดการมองเห็นของข้อมูลในตารางกับแต่ละสมาชิกได้ เช่น ลูกค้านาย ก. จะสามารถมองเห็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวนาย ก. เองเท่านั้น แม้ว่าข้อมูลสมาชิกทั้งหมดจะอยู่ภายในตารางเดียวกันก็ตาม

## 3.8 โปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

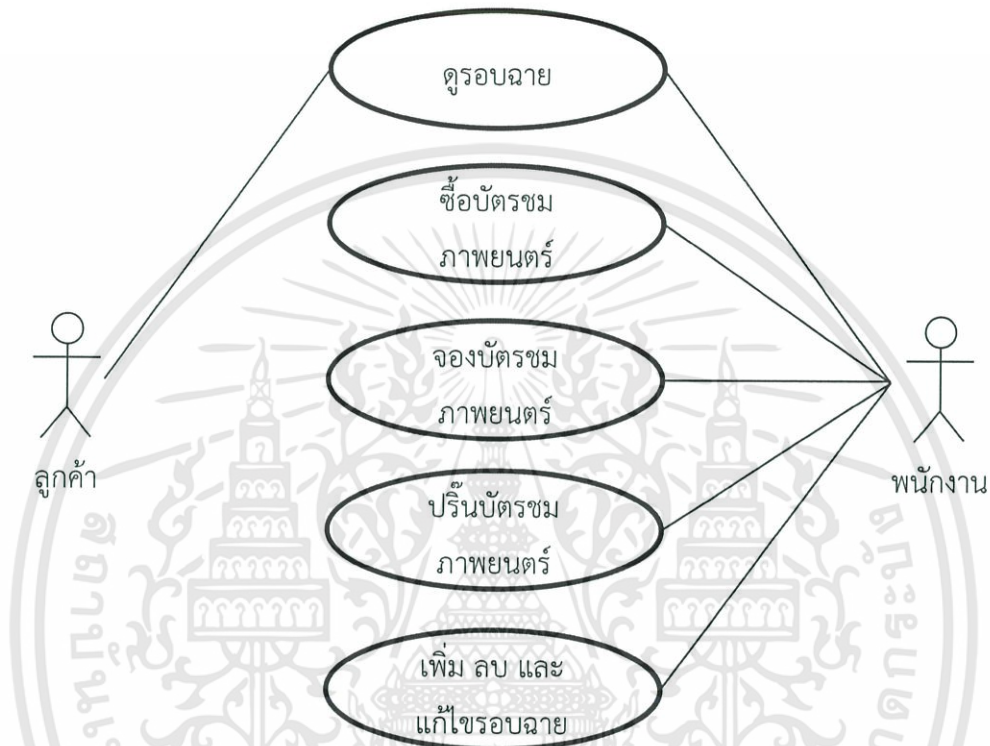
เพื่อเป็นการทดสอบการประมวลผลทรานแซกชันของระบบฐานข้อมูลตีปีทูนคลาวด์ จึงได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์มาทดสอบว่า ถ้ามีการเลือกซื้อบัตรชมภาพยนตร์ที่นั่งเดียวกัน รอบเดียวกันพร้อมกันจากพนักงานจำหน่ายบัตรหลายคน ระบบจะเกิดปัญหาหรือไม่ และจัดการกับเหตุการณ์ดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง โดยใช้หลักการของการประมวลผลทรานแซกชันมาช่วยในการจัดการ

### 3.8.1 การทำงานของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

โปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์เป็นโปรแกรมสำหรับพนักงานจำหน่ายบัตรชมภาพยนตร์ที่หน้าโรงภาพยนตร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนเว็บทำให้พนักงานทุกคนเข้าใช้งานโปรแกรมผ่านหน้าเว็บไซต์ได้ทันทีโดยไม่ต้องลงโปรแกรมบนเครื่อง พนักงานต้องเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานส่วนการซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ โดยเมื่อเข้าสู่ระบบแล้วพนักงานสามารถเลือกรอบฉาย เลือกประเภทที่นั่งและเลขที่นั่งที่ลูกค้าต้องการจะซื้อหรือจองบัตร แล้วทำการพิมพ์บัตรชมภาพยนตร์ให้ลูกค้าได้ ส่วนลูกค้าสามารถดูรอบฉายภาพยนตร์ผ่านเว็บไซต์ได้ หากลูกค้าต้องการจองบัตรชมภาพยนตร์ ลูกค้าต้องโทรศัพท์แจ้งให้พนักงานทำการจองที่นั่งให้ แล้วลูกค้าจะได้รับรหัสการจองเพื่อใช้ยืนยันในการรับบัตรชมภาพยนตร์และชำระเงิน แต่ลูกค้าต้องไปรับบัตรชมภาพยนตร์ก่อนถึงรอบฉาย 45 นาที ถ้าเกินกำหนดเวลารับบัตรชมภาพยนตร์ที่จองไว้พนักงานสามารถยกเลิกการจองของลูกค้าคนนั้นๆ ได้

### 3.8.2 ภาพรวมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

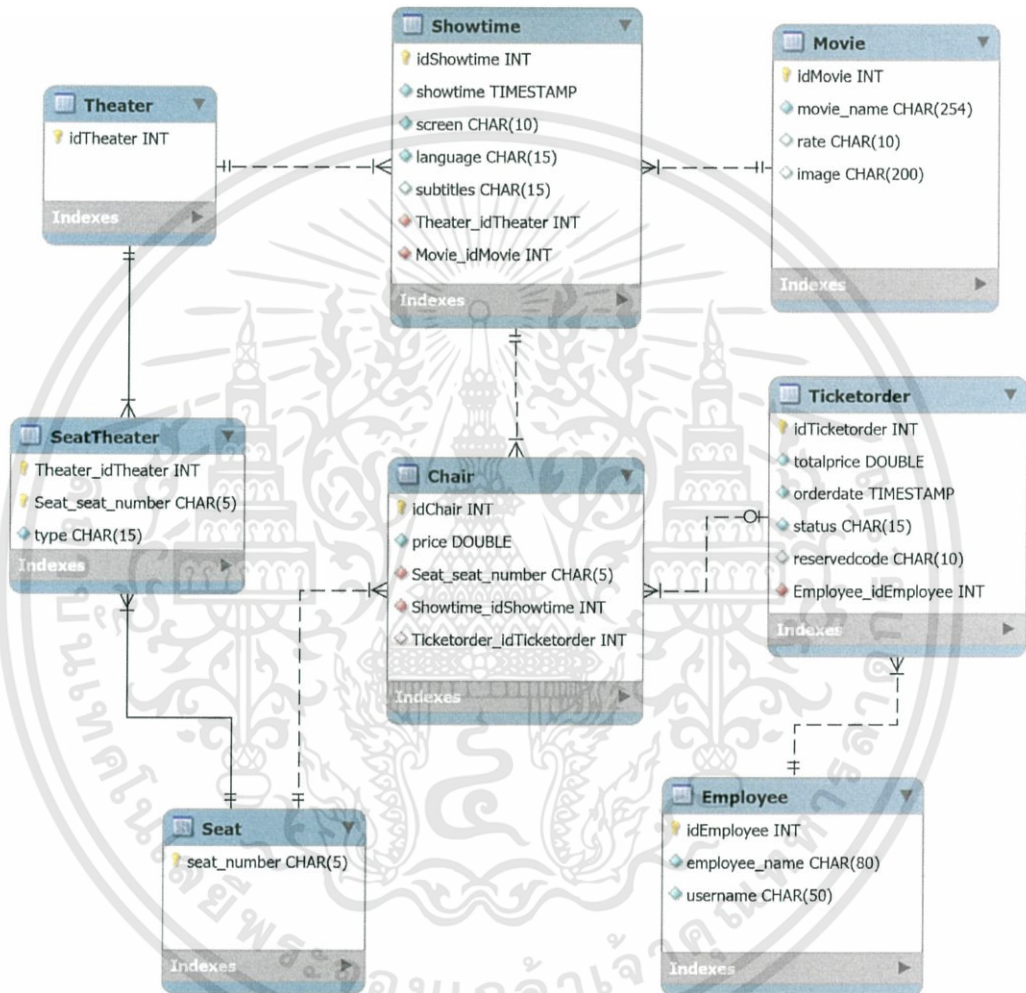
จากการทำงานระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ สามารถเขียนเป็นภาพรวมของระบบในลักษณะ ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.9 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

### 3.8.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

ออกแบบฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ โดยเขียนเป็นอีอาร์ไดอะแกรม (E-R Diagram: Entity Relationship Diagram) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.10 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

### 3.8.4 การประมวลผลทรานแซกชันของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

เมื่อออกแบบภาพรวมของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์แล้ว ต้องออกแบบส่วนของระบบที่ใช้การประมวลผลทรานแซกชันด้วย เพื่อความถูกต้องของข้อมูลภายในฐานข้อมูลและทำให้โปรแกรมประยุกต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.8.4.1 ความเป็นหนึ่งเดียว

ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ใช้การประมวลผลทรานแซกชันในส่วนการซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ เมื่อมีการยืนยันการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์แล้วระบบจะต้องทำงาน 2 อย่าง คือ สร้างเลขที่ใบสั่งซื้อ และปรับปรุงข้อมูลที่นั่งว่าถูกจองแล้ว ซึ่งงานทั้งสองอย่างนี้ต้องอยู่ภายในทรานแซกชัน การซื้อหรือจองที่นั่งสำเร็จต้องสำเร็จทั้งหมด หรือถ้าเกิดล้มเหลวก็ต้องยกเลิกทั้งทรานแซกชัน เสมือนกับว่าไม่เคยเกิดการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ครั้งนี้เลย

### 3.8.4.2 ความสอดคล้อง

โดยปกติแล้วหากให้โปรแกรมประยุกต์เป็นตัวจัดการเรื่องกฎทางธุรกิจต่าง ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกฎหรือความต้องการของธุรกิจเกิดขึ้น ทำให้ต้องตามแก้ไขโปรแกรมประยุกต์ทั้งโปรแกรม ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและอาจเกิดความผิดพลาดได้ แต่ถ้าหากตั้งกฎทางธุรกิจต่าง ๆ ไว้บนระบบจัดการฐานข้อมูล เมื่อต้องการแก้ไขก็เพียงแต่ไปแก้ไขกฎนั้นในฐานข้อมูลโดยไม่ต้องยุ่งกับโปรแกรมประยุกต์เลย ทำให้สะดวกและยืดหยุ่นต่อการใช้งานมากกว่า

ซึ่งระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์นี้ ใช้กฎการตรวจสอบ (check) ดังนี้

- 1) สถานะรายการซื้อ เป็นได้แค่ 'PURCHASE' หรือ 'RESERVED' เท่านั้น
  - 2) ระบบฉาย เป็นได้แค่ 'NORMAL', 'DIGITAL', '3D', 'IMAX', '4DX' เท่านั้น
- และการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ในรอบเดียวกันต้องไม่จองที่นั่งซ้ำกัน

### 3.8.4.3 ความโดดเด่น

เมื่อพนักงานใช้งานโปรแกรมประยุกต์พร้อมๆ กัน อาจเกิดปัญหากับฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลมีความผิดพลาดได้เพราะไม่ได้จัดการปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันในระบบฐานข้อมูลอย่างเหมาะสม ดังนั้น จึงต้องวิเคราะห์ส่วนที่อาจทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวและตั้งค่าระดับไอโซเลชันให้เหมาะสม ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์แล้วมีเหตุการณ์ที่อาจทำให้เกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 2.7.2 และควรตั้งค่าระดับไอโซเลชันในเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 สรุปเหตุการณ์ที่อาจเกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

ปัญหา	เหตุการณ์	ระดับไอโซเลชันที่เหมาะสม
ข้อที่ 2	การแสดงผลข้อมูลทั้งหมดของระบบต้องเป็นข้อมูลที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันความผิดพลาด	เคอร์เซอร์สเตบิลิตี
ข้อที่ 1	พนักงานมากกว่าหนึ่งคนเลือกซื้อบัตรชมภาพยนตร์รอบเดียวกันพร้อม ๆ กัน	รีดสเทบิลิตี

#### 3.8.4.4 ความคงทน

คุณสมบัติข้อนี้ของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์ เนื่องจากการใช้งานฐานข้อมูลในระบบคลาวด์ ผู้ใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องดูแลเรื่องการกู้คืนข้อมูลเอง ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ

#### 3.7.4.4

#### 3.8.5 ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์

ระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูลของระบบซื้อและจองบัตรชมภาพยนตร์เหมือนกับระบบร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ในหัวข้อ 3.7.5

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การทดลองการประมวลผลทรานแซกชัน

เมื่อได้ทำการศึกษาการประมวลผลทรานแซกชัน (Transaction Processing) ตามหัวข้อของ แอซิด พร็อพเพอร์ตี้ (ACID Properties) แล้ว จึงนำมาทดลองกับระบบฐานข้อมูลดีบีทู (DB2 Database System) บนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) โดยได้ทำการสร้างตารางเพื่อใช้สำหรับทดสอบต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางตัวอย่าง SP สำหรับการทดสอบ โดยมี S# เป็นไพรมารี คีย์ (Primary Key)

S# (PK)	P#	QTY
S1	P1	100
S2	P2	200
S3	P3	300

#### 4.2 การทดลองคุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู

การทดลองความเป็นหนึ่งเดียวของทรานแซกชัน เป็นการทดลองที่เจาะไปที่หลักการของความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity) เพื่อทดลองว่า ดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้งนั้น ได้รองรับหลักการของความโดดเดี่ยวหรือไม่

##### 4.2.1 ขอบเขตของทรานแซกชัน

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 2 เรื่องการกำหนดขอบเขตของทรานแซกชันแล้ว จึงได้ทำการลองกับ ดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้งดังนี้

##### 4.2.1.1 ตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ

พบว่าดีบีทูกำหนดจุดเริ่มต้นทรานแซกชัน โดยใช้การตั้งค่าปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ (set auto commit off) โดยจะกระทำผ่านฟังก์ชันของคำสั่งเพิ่มเติม (Command Options) ซึ่งฟังก์ชันนี้ จะมีตัวแปร (variables) ที่ใช้สำหรับการทำงานอื่นมากมาย แต่ตัวแปรที่เรา

สนใจคือตัวแปร ซี (c) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการตั้งค่าปิดหรือเปิดการยืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ (โดยเริ่มต้น (default) ตัวแปรนี้จะถูกตั้งค่าให้เปิด (on) ไว้)

Option	Description	Current Setting
-a	Display SQLCA	OFF
-c	Auto-Commit	ON
-d	Retrieve and display XML declarations	OFF
-e	Display SQLCODE/SQLSTATE	OFF
-f	Read from input file	OFF
-i	Display XML data with indentation	OFF
-l	Log commands in history file	OFF
-m	Display the number of rows affected	OFF
-n	Remove new line character	OFF
-o	Display output	ON

รูปที่ 4.1 ฟังก์ชันต่าง ๆ ของคำสั่งเพิ่มเติม

ใน Interactive SQL mode ของดีบีทูสามารถกำหนดให้เริ่มต้นทรานแซกชันได้ 3 วิธี โดยใช้คำสั่งดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.1 เริ่มต้นทรานแซกชันใน Interactive SQL

```
1. db2 +c "<statement>"
2. update command options using c off
3. export DB2OPTION='+c'
```

ใน Embedded SQL mode ที่ใช้ JDBC ไดรเวอร์ของภาษาจาวาจะเรียกใช้ฟังก์ชันหรือเมทอด (method) ในการตั้งค่ายืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ โดยหากส่งพารามิเตอร์เป็น false จะหมายถึงปิด (off) แต่หากส่งพารามิเตอร์เป็น true จะหมายถึงเปิด (on)

#### โปรแกรมที่ 4.2 ตั้งค่ายืนยันการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติใน JDBC

```
<object Connection>.setAutoCommit( Boolean autoCommit );
```

##### 4.2.1.2 ยืนยันการเปลี่ยนแปลง

การยืนยันการเปลี่ยนแปลง (commit) เป็นจุดจบทรานแซกชันที่บอกว่าทรานแซกชันนั้นทำงานสำเร็จแล้ว เมื่อมีการยืนยันการเปลี่ยนแปลงคำสั่งในทรานแซกชันนั้นทั้งหมดต้องเป็นผลสำเร็จ

ใน Interactive mode ของดีบีทูจะใช้คำสั่งว่า commit เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงและจบทรานแซกชัน

```
[db2inst1]$ db2 +c "update SP set QTY=200 where S#='S1'"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "commit"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 "select * from SP"

S#      P#      QTY
-----
S1      P1      200
S2      P2      200
S3      P3      300

3 record(s) selected.
```

รูปที่ 4.2 ทดลองทรานแซกชัน โดยยืนยันการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 4.2 เป็นการทดลองจุดสิ้นสุดทรานแซกชันโดยเริ่มจากปรับปรุงข้อมูล แล้วยืนยันการเปลี่ยนแปลง จากนั้นอ่านข้อมูลออกมาดู จะเห็นว่าการทำคำสั่งปรับปรุงข้อมูล (update) เป็นผลสำเร็จ ซึ่งจะทำให้ค่า QTY เปลี่ยนจาก 100 เป็น 200

ใน JDBC จะเรียกเมธอดยืนยันการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.3 ยืนยันการเปลี่ยนแปลงใน JDBC

```
<object Connection>.commit();
```

#### 4.2.1.3 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

การยกเลิกการเปลี่ยนแปลง (rollback) เป็นจุดสิ้นสุดทรานแซกชันที่บอกว่าให้ทำการยกเลิกทรานแซกชันนี้ทั้งหมด เมื่อมีการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง คำสั่งในทรานแซกชันจะต้องถูกยกเลิกทั้งหมด เสมือนกับว่าไม่มีทำทรานแซกชันนี้เลย

ใน Interactive mode ของดีบีทูจะใช้คำสั่งว่า rollback เพื่อยกเลิกการเปลี่ยนแปลงและจบทรานแซกชัน

```
[db2inst1]$ db2 +c "delete from SP where S#='S2'"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "select * from SP"

S#      P#      QTY
-----
S1      P1      200
S3      P3      300

2 record(s) selected.

[db2inst1]$ db2 +c "rollback"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 "select * from SP"

S#      P#      QTY
-----
S1      P1      200
S2      P2      200
S3      P3      300

3 record(s) selected.
```

รูปที่ 4.3 ทดลองทรานแซกชัน โดยยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการลบ (delete) ข้อมูลในแถวระหว่างทรานแซกชัน แล้วทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ทรานแซกชันทั้งหมดถูกยกเลิก เสมือนว่าทรานแซกชันนี้ไม่ได้ทำงานใด ๆ เลย ซึ่งให้ตารางกลับสู่สถานะก่อนทำทรานแซกชัน

ใน JDBC จะเรียกเมธอดยกเลิกการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.4 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงใน JDBC

```
<object Connection>.rollback();
```

#### 4.2.2 การซ็อนภายในทรานแซกชัน

การซ็อนภายในทรานแซกชัน เป็นการทดสอบที่จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีทรานแซกชันที่ทำคำสั่งหลาย ๆ คำสั่ง (ทรานแซกชันที่มีช่วงเวลากการปฏิบัติยาวนาน) แล้วต้องการบันทึกโดยใช้จุดบันทึก (savepoint) แล้วสามารถที่จะยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึกได้ (rollback to savepoint) แต่จะไม่ทำให้ทรานแซกชันทั้งทรานแซกชันถูกยกเลิก

ใน Interactive mode ของดีบีทูจีใช้คำสั่งว่า savepoint <savepoint-name> (ON ROLLBACK RETAIN CURSORS | ON ROLLBACK RETAIN LOCKS)

```
[db2inst1]$ db2 +c "update SP set QTY=200 where S#='S1'"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "update SP set QTY=300 where S#='S2'"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "savepoint save1 on rollback retain cursors"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "update SP set QTY=400 where S#='S3'"
DB20000I The SQL command completed successfully.
```

รูปที่ 4.4 ทดลองการใช้จุดบันทึกที่ระหว่างทรานแซกชัน

จากรูปที่ 4.4 เป็นการทดสอบการใช้งานการซ่อนภายในทรานแซกชันโดยใช้จุดบันทึก จากตัวอย่างใช้ชื่อว่า เซพหนึ่ง (save1) โดยคำสั่งต่อท้ายเป็นการบอกว่า หากมีการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึกให้นำเคอร์เซอร์ กลับมาที่การทำงานนี้ (on rollback retain cursors) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เมื่อทำคำสั่งสุดท้ายดังนี้

```
[db2inst1]$ db2 +c "select * from SP"
S#      P#      QTY
-----
S1      P1      200
S2      P2      300
S3      P3      400

3 record(s) selected.
```

รูปที่ 4.5 ผลลัพธ์จากการทำคำสั่งสุดท้ายสำเร็จ

โดยหากต้องการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงเฉพาะคำสั่งสุดท้าย หรือเกิดความผิดพลาดขึ้น สามารถทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึกได้ โดยสามารถกำหนดชื่อของจุดบันทึกได้ หรือหากไม่ได้กำหนดชื่อจุดบันทึก จะยกเลิกไปยังจุดบันทึกล่าสุดโดยอัตโนมัติ

```
[db2inst1]$ db2 +c "rollback to savepoint save1"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 +c "select * from SP"
S#      P#      QTY
-----
S1      P1      200
S2      P2      300
S3      P3      300

3 record(s) selected.
```

รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์จากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน JDBC มีเมตทอดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานจุดบันทึกอยู่ด้วยกัน 3 เมตทอดคือ บันทึก, ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปยังจุดบันทึก และลบจุดบันทึก ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.5 จุดบันทึกใน JDBC

```
Savepoint <object Savepoint> = <object Connection>.setSavepoint();
<object Connection>.rollback(Savepoint object);
<object Connection>.releaseSavepoint(Savepoint object);
```

### 4.3 การทดลองคุณสมบัติความสอดคล้องภายในระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทู

การทดลองความสอดคล้องของทรานแซกชัน เป็นการทดลองที่เจาะไปที่หลักการของความสอดคล้อง (Consistency) เพื่อทดลองว่า ตีปีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้งนั้น ได้รองรับการใช้งานกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล (Integrity Constraints) และการละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน (deferrable) หรือไม่

#### 4.3.1 กฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูล

จากบทที่ 2 ได้กล่าวไปแล้วว่าตีปีทูได้แบ่งกฎบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลเป็น 5 ประเภทได้แก่ ไม่มีค่าว่าง (not null), ยูนิค คีย์ (unique key), ไพรมารี คีย์ (primary key), อ้างอิง (referential) และตรวจสอบ (check) ซึ่งเมื่อทดสอบการประกาศและบังคับใช้กฎบังคับความถูกต้องของไพรมารี คีย์ ที่ได้ประกาศไว้แล้วที่คอลัมน์ S# ก็จะได้ผลลัพธ์ตามหลักการของไพรมารี คีย์ คือ คอลัมน์ S# จะไม่สามารถมีค่าได้ 2 กรณี ได้แก่

1. ไม่สามารถมีค่าซ้ำได้ในคอลัมน์
2. ไม่สามารถมีค่าว่างในคอลัมน์ได้

```
[db2inst1]$ db2 "insert into SP values('S3','P4',400)"
DB21034E The command was processed as an SQL statement because it was not a
valid Command Line Processor command. During SQL processing it returned:
SQL0803N One or more values in the INSERT statement, UPDATE statement, or
foreign key update caused by a DELETE statement are not valid because the
primary key, unique constraint or unique index identified by "1" constrains
table "TEST1.SP" from having duplicate values for the index key.
SQLSTATE=23505
```

รูปที่ 4.7 แสดงการเพิ่มแถวข้อมูล ที่มีการซ้ำของไพรมารี คีย์

จากนั้นทดลองทำการประกาศกฎตรวจสอบ (check) เพิ่มเติมให้กับตาราง โดยมีการกำหนดว่า ทุก ๆ แถวในคอลัมน์ QTY จะต้องมียุทธศาสตร์ค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 เท่านั้น

```
[db2inst1]$ db2 "alter table SP add constraint checkSP check(QTY>=100)"
DB20000I The SQL command completed successfully.
```

รูปที่ 4.8 แสดงการเพิ่มกฎตรวจสอบกับตาราง SP

แล้วทำการทดลองเพิ่มแถวข้อมูล โดยให้ค่าของ QTY เป็น 50 เพื่อทดสอบกฎตรวจสอบว่าสามารถบังคับความถูกต้องของฐานข้อมูลได้หรือไม่ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.9 พบว่า ไม่สามารถเพิ่มแถวข้อมูลที่มีการละเมิดกฎตรวจสอบได้

```
[db2inst1]$ db2 "insert into SP values('S0','P0',50)"
DB21034E The command was processed as an SQL statement because it was not a
valid Command Line Processor command. During SQL processing it returned:
SQL0545N The requested operation is not allowed because a row does not
satisfy the check constraint "TEST1.SP.CHECKSP". SQLSTATE=23513
```

รูปที่ 4.9 ทดลองการเพิ่มแถวข้อมูล ที่ละเมิดกฎตรวจสอบ

#### 4.3.2 การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน

เพื่อเป็นการทดสอบว่า สามารถละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชันได้หรือไม่ โดยจะทำการทดสอบกับกฎตรวจสอบที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.8 ซึ่งจะทำการเพิ่มแถวข้อมูลที่มีการละเมิดกฎ โดยให้ค่าคิวที่ขายเป็น 50 ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
[db2inst1]$ db2 +c "insert into SP values('S0','P0',50)"
DB21034E The command was processed as an SQL statement because it was not a
valid Command Line Processor command. During SQL processing it returned:
SQL0545N The requested operation is not allowed because a row does not
satisfy the check constraint "TEST1.SP.CHECKSP". SQLSTATE=23513
```

รูปที่ 4.10 ทดลองการเพิ่มแถวข้อมูล ที่ละเมิดกฎระหว่างทรานแซกชัน

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า แม้จะทำการเพิ่มแถวข้อมูลที่มีการละเมิดกฎตรวจสอบระหว่างทรานแซกชัน ก็ไม่สามารถทำการเพิ่มแถวข้อมูลได้ ซึ่งจากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ในหัวข้อ 2.10.2 (การละเมิดกฎชั่วคราวระหว่างทรานแซกชัน) ดีบีทูจะไม่สนับสนุนการทำงานเช่นนี้

โดยดีบีทูได้ทำการเพิ่มฟังก์ชันการตั้งค่าอินเทกริตี (set integrity) แทน เพื่อใช้ในการละเมิดกฎชั่วคราว และเพื่อเป็นการทดสอบการละเมิดกฎชั่วคราวโดยใช้ตั้งค่าอินเทกริตี ได้ทำการสร้างข้อมูลตัวอย่าง ที่มีแถวข้อมูลสามแถว ดังนี้

- แถวที่หนึ่ง S4, P4, 400
- แถวที่สอง S0, P0, 50 ซึ่งเป็นแถวที่มีการละเมิดกฎตรวจสอบ
- แถวที่สาม S5, P5, 500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นต้องทำการนำตารางเข้าสู่สถานะ ระหว่างการตั้งค่าสถานะ (set integrity pending state) แล้วทำการโหลด (Load) ข้อมูลลงตาราง ซึ่งได้ดังนี้

```
[db2inst1]$ db2 "set integrity for SP off"
DB20000I The SQL command completed successfully.
[db2inst1]$ db2 "load from SPfile of del insert into SP"

Number of rows read          = 3
Number of rows skipped       = 0
Number of rows loaded        = 3
Number of rows rejected      = 0
Number of rows deleted       = 0
Number of rows committed    = 3
```

รูปที่ 4.11 ทดลองทำการโหลดข้อมูลที่มีการละเมิดกฎการตรวจสอบ

จะพบว่าข้อมูลที่ทำการโหลดลงตาราง สามารถโหลดลงตารางได้สำเร็จ แม้ว่าจะมีการละเมิดกฎการตรวจสอบก็ตาม หลังจากทำการโหลดข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ทดลองนำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ (normal state) ซึ่งจะพบว่า ไม่สามารถนำตารางกลับสู่สถานะปกติได้ เพราะข้อมูลในตารางมีการละเมิดกฎบังคับความถูกต้องของข้อมูลอยู่

```
[db2inst1]$ db2 "set integrity for SP immediate checked"
DB21034E The command was processed as an SQL statement because it was not a valid Command Line Processor command. During SQL processing it returned:
SQL3603N Integrity processing through the SET INTEGRITY statement has found an integrity violation involving a constraint, a unique index, a generated column, or an index over an XML column. The associated object is identified by "TEST1.SP.CHECKSP". SQLSTATE=23514
```

รูปที่ 4.12 นำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ โดยมีการละเมิดกฎตรวจสอบ

ซึ่งหากต้องการนำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ ต้องทำการสร้างตารางข้อยกเว้นมาเพื่อรองรับแถวข้อมูลที่มีการละเมิดกฎ แล้วส่งให้หน้าแถวข้อมูลที่มีการละเมิดกฎย้ายไปใส่ไว้ในตารางข้อยกเว้นแทน ซึ่งจะทำให้ข้อมูลในตาราง SP ยังคงถูกต้องอยู่ และสามารถใช้งานต่อไปได้

```
[db2inst1]$ db2 "set integrity for SP immediate checked for exception in SP use eSP"
SQL3602W Check data processing found constraint violations and moved them to exception tables. SQLSTATE=01603
```

รูปที่ 4.13 นำตารางกลับเข้าสู่สถานะปกติ โดยแยกข้อมูลที่ละเมิดกฎออก

```
[db2inst1]$ db2 "select * from SP"
S# P# QTY
-- -- ----
S1 P1      100
S2 P2      200
S3 P3      300
S4 P4      400
S5 P5      500

5 record(s) selected.
```

รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลในตาราง SP เมื่อกลับเข้าสู่สถานะปกติ

### 4.3.3 ทริกเกอร์

ทดลองการใช้งานทริกเกอร์ในดีบีทู โดยสร้างทริกเกอร์แบบก่อนทำคำสั่งที่กำหนดไว้ในทริกเกอร์ (before) ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.6 ตัวอย่างการกำหนดทริกเกอร์

```
Create trigger QTYmoreEq100
Before insert on SP
For each row
When (QTY<100)
signal SQLSTATE '00100' set MESSAGE TEXT='QTYless100'
```

จากตัวอย่างโปรแกรมที่ 4.6 คือทริกเกอร์ที่ป้องกันการเพิ่มข้อมูลที่มี QTY น้อยกว่า 100 ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

- ชื่อของทริกเกอร์คือ QTYmoreEq100
- ทริกเกอร์จะทำงานก่อนการเพิ่มข้อมูลตาราง SP
- ทริกเกอร์จะทำงานกับทุก ๆ แถวของข้อมูล
- กำหนดว่า หากค่า QTY น้อยกว่า 100 จะส่งค่าย้อนกลับ (return) เอสคิวแอลสเตต (SQLSTATE) และข้อความ (MESSAGE\_TEXT)

## 4.4 การทดลองคุณสมบัติความโดดเดี่ยวภายในระบบจัดการฐานข้อมูลดีบีทู

เป็นการทดสอบว่า ระบบฐานข้อมูลดีบีทูบนระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง สามารถทำการปรับระดับไอโซเลชัน (Isolation Level) เพื่อจัดการกับปัญหา 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน (The Four Concurrency Control Problem) ได้อย่างไร และมีการจัดการกับปัญหา ที่ตรงตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ตามตารางที่ 2.1 หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.1 การตั้งค่าระดับไอโซเลชันในดีบีทู

ใน Interactive mode ของดีบีทูสามารถตั้งค่าระดับไอโซเลชันได้ 3 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีขอบเขตของการกำหนดระดับไอโซเลชันแตกต่างกัน ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.7 การตั้งค่าระดับไอโซเลชันของดีบีทูใน interactive mode

```
1. Change isolation to <RR|RS|CS|UR>
2. Set isolation to <RR|RS|CS|UR>
3. <select-statement> with <RR|RS|CS|UR>
```

- คำสั่งที่ 1 จะเป็นการตั้งค่าในระดับเซสชันของโปรแกรมประยุกต์
- คำสั่งที่ 2 จะเป็นการตั้งค่าในระดับเซสชันของระบบฐานข้อมูลหรือระดับคอนเนกชัน
- คำสั่งที่ 3 จะเป็นการตั้งค่าในระดับคำสั่ง

#### โปรแกรมที่ 4.8 การตั้งค่าระดับไอโซเลชันของดีบีทูใน JDBC

```
<object Connection>.setTransactionIsolation(int isolation);
```

การตั้งค่าระดับไอโซเลชันใน JDBC จะใช้การพารามิเตอร์ในการส่งข้อมูลโดยสามารถเรียกใช้ตัวแปรแบบสแตติก ชนิดตัวเลขในการตั้งค่าได้ ซึ่งชื่อที่ใช้ของพารามิเตอร์จะเป็นไปตามมาตรฐาน SQL-92 แต่ดีบีทูจะทำการแปลงค่าของพารามิเตอร์ให้เข้ากับระบบของดีบีทูเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีข้อมูลภายในดังนี้

- Connection.TRANSACTION\_SERIALIZABLE มีค่าเท่ากับ 8
- Connection.TRANSACTION\_REPEATABLE\_READ มีค่าเท่ากับ 4
- Connection.TRANSACTION\_READ\_COMMITTED มีค่าเท่ากับ 2
- Connection.TRANSACTION\_READ\_UNCOMMITTED มีค่าเท่ากับ 1

#### 4.4.2 การทดลองคุณสมบัติความโดดเด่นใน interactive mode ของดีบีทู

เป็นการทดลองปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 หัวข้อ 2.7.2 กับการตั้งค่าไอโซเลชันระดับต่าง ๆ เพื่อดูผลลัพธ์ว่าดีบีทูมีการแก้ไขปัญหาเหล่านี้อย่างไรเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ โดยจะใช้ข้อมูลตัวอย่างตามตารางที่ 4.1 (ตาราง SP) ในการทดสอบ ดังนี้

#### 4.4.2.1 ระดับไอโซเลชันอันคอมมิตติดรีด

- การทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันอันคอมมิตติดรีด

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S2'	select * from sp where s#='S2'
update sp set qty=200+50 where s#='S2'	update sp set qty=200-50 where s#='S2'
commit	wait
	commit

หมายเหตุ : หมายเลขของทรานแซกชัน จากที่เห็นในตาราง คือ ทรานแซกชัน 2 (Transaction 2) และทรานแซกชัน 9 (Transaction 9) สามารถตรวจสอบได้จากการใช้งานฟังก์ชัน ดิบีทูพีดี (db2pd) ซึ่งได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3 เรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการใช้งาน และนอกจากนี้ ระบบการล็อก (lock) ที่เกิดขึ้น ก็ทำการตรวจสอบจากฟังก์ชันนี้เช่นกัน

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าเมื่อทรานแซกชัน 9 สั่งปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 จะทำให้เกิด wait หรือต้องรอ ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลนั้นได้เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวถูกปรับปรุงอยู่โดยทรานแซกชัน 2 และยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง เพราะไอโซเลชันทุกระดับป้องกันการเขียนทับข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงแต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง (dirty write)

S#	P#	QTY
S1	P1	100
S2	P2	150
S3	P3	300

รูปที่ 4.15 ผลลัพธ์สุดท้ายของการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล ตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.15 จะเห็นว่าได้ผลลัพธ์สุดท้ายใน QTY ของ S2 เป็น 150 แสดงว่าการปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยทรานแซกชัน 2 หายไป เพราะถูกเขียนทับโดยทรานแซกชัน 9 เนื่องจากไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีดยังไม่ได้แก้ปัญหานี้

- การทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน

ตารางที่ 4.3 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
	rollback

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 แต่ยังไม่ได้อันยันการเปลี่ยนแปลง แล้วทรานแซกชัน 2 ทำการอ่านข้อมูล QTY ของ S2 ไปใช้งาน จากนั้นทรานแซกชัน 9 ทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ทรานแซกชัน 2 ได้ข้อมูลที่ผิดพลาด เนื่องจากไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีดยังไม่ได้แก้ปัญหานี้

ตารางที่ 4.4 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันอันคอมมิทิตรีด

Transaction 2	Transaction 9
update sp set qty=222 where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
wait	rollback

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าเมื่อทรานแซกชัน 9 ทำการปรับปรุงข้อมูล QTY ที่ S2 แล้วทรานแซกชัน 2 ต้องการปรับปรุงข้อมูลดังกล่าวด้วยจะไม่สามารถทำได้ (เกิด wait) เพราะทรานแซกชัน 9 ยังทำงานไม่สำเร็จ จากนั้นทรานแซกชัน 9 ได้ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่ปฏิบัติไป ทำให้ทรานแซกชัน 2 ซึ่งรออยู่จึงสามารถทำงานต่อได้ จะเห็นว่าปัญหานี้ถูกแก้ไขแล้วในไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีด

- การทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 4.5 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันอันคอมมิตติวรีด

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
<pre>select * from sp where s#='S1' select * from sp where s#='S2'</pre>	<pre>select * from sp where s#='S3' update sp set qty=300-50 where s#='S3' select * from sp where s#='S1' update sp set qty=100+50 where s#='S1' commit</pre>
<pre>select * from sp where s#='S3'</pre>	

จากตารางที่ 4.5 ทรานแซกชัน 2 ต้องการรวมค่า QTY ของทั้งตาราง ส่วนทรานแซกชัน 9 ต้องการลดค่า QTY ของ S3 ลง 50 เพื่อไปเพิ่มให้ QTY ของ S1 ขึ้น 50 ในขณะที่ทรานแซกชัน 2 กำลังทำการรวมค่า QTY ของทั้งตารางอยู่ ส่งผลให้ผลลัพธ์สุดท้ายของทรานแซกชัน 2 ได้ผลรวมของ QTY เป็น 550 ซึ่งผิดพลาด เนื่องจากทรานแซกชัน 2 เริ่มหาผลรวมของ QTY ตอนที่ S3 ยังมีค่า QTY เป็น 300 ซึ่งผลรวมต้องได้ 600 จึงจะถูกต้อง จึงสรุปได้ว่าไอโซเลชันระดับอันคอมมิตติวรีดยังไม่ได้แก้ปัญหานี้

- การทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงา

ตารางที่ 4.6 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันอันคอมมิตทีดรีด

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select count(*) from sp	insert into sp values('S4','P4',400)
select count(*) from sp	commit

จากตารางที่ 4.6 ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP ซึ่งจะได้ค่าทั้งหมด 3 แถว จากนั้นทรานแซกชัน 9 ทำการเพิ่มแถวใหม่ในตาราง SP โดยให้ค่า S# เป็น S4 ค่า P# เป็น P4 และ QTY เป็น 400 แล้วยืนยันการเปลี่ยนแปลง แล้วทรานแซกชัน 2 ได้อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP อีกครั้ง จะได้ผลลัพธ์เป็น 4 ซึ่งไม่เท่ากับครั้งแรก แสดงว่าไอโซเลชันระดับอันคอมมิตทีดรีดยังไม่ได้แก้ปัญหานี้

#### 4.4.2.2 ระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี

- การทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล ซึ่งได้ผลลัพธ์เหมือนกันทั้งเปิดและปิดการใช้งานเคอร์เรนทรี คอมมิตทีด (currently committed)

ตารางที่ 4.7 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select * from sp where s#='S2'	select * from sp where s#='S2'
update sp set qty=200+50 where s#='S2'	update sp set qty=200-50 where s#='S2'
commit	wait
	commit

จากตารางที่ 4.7 ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลในตาราง SP ในแถวที่ S# เท่ากับ S2 ซึ่งจะได้ค่าของ QTY เท่ากับ 200 และทรานแซกชัน 9 อ่านข้อมูลในแถวที่ S# เท่ากับ S2 มาบ้าง ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ที่เท่ากัน ต่อมาทรานแซกชัน 2 ทำการปรับปรุงข้อมูลโดยเพิ่ม QTY ของ S2 จากเดิม 200 เพิ่มอีก 50 เป็น 250 และ ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 จากเดิม 200 ลบออก 50 เป็น 150 ซึ่งจะทำให้เกิดการรอ (wait) เพราะไอโซเลชันทุกระดับป้องกันการเขียนทับข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงแต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงนั้น ซึ่งทรานแซกชัน 2 เปลี่ยนแปลงข้อมูล QTY ของ S2 อยู่แต่ยังไม่ได้ยืนยัน (commit) ทำให้ทรานแซกชัน 9 ซึ่งมาทีหลังต้องรอให้ทรานแซกชัน 2 ปฏิบัติเสร็จเรียบร้อยก่อน จากนั้นทรานแซกชัน 2 ทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะทำให้ค่าของ QTY เท่ากับ 250 ต่อมาเมื่อทรานแซกชัน 9 ทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลง ทำให้ผลลัพธ์สุดท้ายใน QTY ของ S2 เป็น 150 แสดงว่าการปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยทรานแซกชัน 2 หายไป เพราะถูกเขียนทับโดยทรานแซกชัน 9 เนื่องจากไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตีไม่ได้แก้ปัญหาข้อนี้

- การทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน
  - ปัญหาการอ่านข้อมูลผิดพลาด เมื่อเปิดการใช้งานเคอร์เซอร์สเตบิลิตี คอมมิทิต (currently committed)

ตารางที่ 4.8 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี (เปิดการใช้งานเคอร์เซอร์สเตบิลิตี คอมมิทิต)

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
<pre>select * from sp where s#='S2'</pre> <p>wait</p>	<pre>update sp set qty=500 where s#='S2'</pre> <p>rollback</p>

จากตารางที่ 4.8 ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูลในตาราง SP ของ S2 โดยเปลี่ยนให้ QTY มีค่าเป็น 500 จากนั้นทรานแซกชัน 2 ทำการอ่านข้อมูลในตาราง SP ที่แถว S2 ซึ่งถูกปรับปรุงอยู่โดยทรานแซกชัน 9 ทำให้ทรานแซกชัน 2 ต้องหยุดรอทรานแซกชัน 9 ให้ปรับปรุงข้อมูลสำเร็จและยืนยันการเปลี่ยนแปลงก่อนจึงจะอ่านข้อมูลมาได้ และเมื่อทรานแซกชัน 9 ยกเลิกทรานแซกชัน ทรานแซกชัน 2 จึงอ่านข้อมูลที่ต้องการมาได้ โดยข้อมูลที่ได้อีกคือ 200 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องการเพราะทราน

แซกชัน 9 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะเห็นได้ว่าไอโซเลชันระดับคอร์เซอร์สเตบิลิตีแก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว คือ ไม่เกิดปัญหาการอ่านข้อมูลที่ผิดพลาดขึ้น

- ปัญหาการอ่านข้อมูลผิดพลาด เมื่อเปิดการใช้งานเคอเรนทีลี คอมมิทิต (currently committed)

ตารางที่ 4.9 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบการอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันคอร์เซอร์สเตบิลิตี (เปิดการใช้งานเคอเรนทีลี คอมมิทิต)

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
	rollback

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูล QTY ที่ S2 อยู่ แล้วทรานแซกชัน 2 ต้องการอ่านข้อมูลดังกล่าว แต่เนื่องจากเปิดการใช้งานเคอเรนทีลี คอมมิทิต ทำให้ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้วล่าสุดมา โดยไม่สนว่าทรานแซกชัน 9 กำลังปรับปรุงข้อมูลนั้นอยู่ จากนั้นทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการทำทรานแซกชันที่ได้ปฏิบัติไปแล้ว จะเห็นได้ว่าไอโซเลชันระดับคอร์เซอร์สเตบิลิตีแก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว คือ ไม่เกิดปัญหาการอ่านข้อมูลที่ผิดพลาดขึ้น

S#	P#	QTY
S2	P2	200

รูปที่ 4.16 ผลลัพธ์การอ่านข้อมูลจากทรานแซกชัน 2 ในตารางที่ 4.9

- ปัญหาการเขียนข้อมูลผิดพลาด ซึ่งได้ผลลัพธ์เหมือนกันทั้งเปิดและปิดการใช้งานเคอเรนทีลี คอมมิทิต (currently committed)

ตารางที่ 4.10 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบ  
การเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันคอร์เซอร์สเตบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
update sp set qty=222 where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
wait	rollback

จากตารางที่ 4.10 ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูลในตาราง SP ของ S2 โดยเปลี่ยนให้ QTY มีค่าเป็น 500 จากนั้นทรานแซกชัน 2 พยายามจะทำการเขียนข้อมูลค่า QTY เป็น 222 ในตาราง SP ที่แถว S2 ซึ่งถูกปรับปรุงโดยทรานแซกชัน 9 อยู่และยังไม่ได้รับการยืนยันการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทรานแซกชัน 2 ต้องรอให้ทรานแซกชัน 9 ยืนยันการเปลี่ยนแปลงก่อน เมื่อทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการทำงานแล้ว ทรานแซกชัน 2 ซึ่งรออยู่จึงสามารถทำงานต่อได้ จะเห็นว่าปัญหาการเขียนข้อมูลผิดพลาดข้อนี้ถูกแก้ไขแล้วในไอโซเลชันระดับคอร์เซอร์สเตบิลิตี

- การทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง ซึ่งได้ผลลัพธ์เหมือนกันทั้งเปิดและปิดการใช้งานเคอเรนทีล คอมมิทิต (currently committed)

ตารางที่ 4.11 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชัน  
คอร์เซอร์สเตบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select * from sp where s#='S1'	select * from sp where s#='S3'
select * from sp where s#='S2'	update sp set qty=300-50 where s#='S3'
	select * from sp where s#='S1'
	update sp set qty=100+50 where s#='S1'
	commit
select * from sp where s#='S3'	

จากตารางที่ 4.11 ทรานแซกชัน 2 ต้องการหาผลรวมค่า QTY ของทั้งตาราง SP ส่วนทรานแซกชัน 9 ต้องการลดค่า QTY ของ S3 ลง 50 เพื่อไปเพิ่มให้ QTY ของ S1 ขึ้น 50 ในขณะที่ทรานแซกชัน 2 กำลังทำการรวมค่า QTY ของทั้งตารางอยู่ ส่งผลให้ผลลัพธ์สุดท้ายของทรานแซกชัน 2 ได้ผลรวมของ QTY เป็น 550 ซึ่งผิดพลาด เนื่องจากทรานแซกชัน 2 เริ่มหาผลรวมของ QTY ตอนที่ S3 ยังมีค่า QTY เป็น 300 ซึ่งผลรวมต้องได้ 600 จึงจะถูกต้อง จึงสรุปได้ว่าไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตียังไม่ได้แก้ปัญหาข้อนี้

- การทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงา ซึ่งได้ผลลัพธ์เหมือนกันทั้งเปิดและปิดการใช้งานเคอร์เซอร์สเตบิลิตี (currently committed)

ตารางที่ 4.12 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select count(*) from sp	insert into sp values('S4','P4',400)
select count(*) from sp	commit

จากตารางที่ 4.12 ทรานแซกชัน 2 เริ่มอ่านจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP ได้ 3 แถว จากนั้นทรานแซกชัน 9 ทำการเพิ่มแถวใหม่ในตาราง SP แล้วยืนยันการเปลี่ยนแปลง แล้วทรานแซกชัน 2 ได้อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP อีกครั้ง จะพบว่าผลลัพธ์การอ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดอีกครั้งเป็น 4 ซึ่งไม่เท่ากับครั้งแรก แสดงว่าไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตียังไม่ได้แก้ปัญหาข้อนี้

#### 4.4.2.3 ระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี

- การทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

ตารางที่ 4.13 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S2'	select * from sp where s#='S2'
update sp set qty=200+50 where s#='S2'	update sp set qty=200-50 where s#='S2'
wait	wait
Dead lock	
Timeout and Rollback	

จากตารางที่ 4.13 ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลในตาราง SP ในแถวที่ S# เท่ากับ S2 ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 200 ซึ่งเท่ากับการอ่านข้อมูลของทรานแซกชัน 9 ต่อมาทรานแซกชัน 2 พยายามทำการปรับปรุงข้อมูล โดยเพิ่ม QTY ของ S2 จากเดิม 200 เพิ่มอีก 50 เป็น 250 แต่ไม่สามารถทำได้เพราะทรานแซกชัน 9 อ่านข้อมูลดังกล่าวอยู่จึงทำให้เกิด wait จากนั้นทรานแซกชัน 9 พยายามปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 จากเดิม 200 ลบออก 50 เป็น 150 ซึ่งไม่สามารถทำได้เพราะทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่

จากที่ทรานแซกชัน 2 ต้องหยุดรอทรานแซกชัน 9 และทรานแซกชัน 9 ก็ต้องหยุดรอทรานแซกชัน 2 เป็นการรอกันไปมาเรียกเหตุการณ์แบบนี้ว่าเกิด เดดล็อก (Dead lock) คือไม่มีทรานแซกชันไหนสามารถทำงานต่อได้ เมื่อระบบจัดการฐานข้อมูลตรวจสอบพบ (ซึ่งในตีบทู้ตั้งค่าการตรวจสอบ Dead lock ไว้ทุก 5 วินาที) ก็จะทำการยกเลิกทรานแซกชันใดทรานแซกชันหนึ่งเพื่อให้ให้อีกทรานแซกชันสามารถทำงานต่อได้ ซึ่งในการทดลองนี้เมื่อระบบจัดการฐานข้อมูลตรวจสอบ (เรียกว่า Dead lock timeout) ทรานแซกชัน 9 เป็นทรานแซกชันที่ถูกยกเลิก (rollback) ทำให้ทรานแซกชัน 2 ทำงานต่อได้

จะเห็นได้ว่าปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลจะไม่เกิดขึ้นในระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตีแล้ว แสดงว่าไอโซเลชันระดับนี้แก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว

- การทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน

ตารางที่ 4.14 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบ การอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
<pre>select * from sp where s#='S2'</pre> <p>wait</p>	<pre>update sp set qty=500 where s#='S2'</pre> <p>rollback</p>

จากตารางที่ 4.14 ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูลในตาราง SP ของแถว S2 โดยเปลี่ยนให้ QTY มีค่าเป็น 500 แล้วทรานแซกชัน 2 พยายามอ่านข้อมูลดังกล่าวซึ่งถูกปรับปรุงอยู่โดยทรานแซกชัน 9 ทำให้ทรานแซกชัน 2 ต้องหยุดรอ (wait) จากนั้นเมื่อทรานแซกชัน 9 ยกเลิกทรานแซกชัน จึงทำให้ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลที่ต้องการมาได้ โดยข้อมูลที่ได้อ่านคือ 200 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง เพราะทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะเห็นได้ว่าไอโซเลชันระดับรีดสเทบิลิตี แก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 4.15 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบ การเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
<pre>update sp set qty=222 where s#='S2'</pre> <p>wait</p>	<pre>update sp set qty=500 where s#='S2'</pre> <p>rollback</p>

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 2 ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 ได้ เนื่องจากทรานแซกชัน 9 ทำการปรับปรุงอยู่ แต่เมื่อทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการทำงาน ทรานแซกชัน 2 ซึ่งรออยู่จึงสามารถทำงานต่อได้ จะเห็นว่าปัญหาการเขียนข้อมูลผิดพลาดข้อนี้ถูกแก้ไขแล้วในไอโซเลชันระดับรีดสเทบิลิตี

- การทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 4.16 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S1' select * from sp where s#='S2'  select * from sp where s#='S3' wait	select * from sp where s#='S3' update sp set qty=300-50 where s#='S3' select * from sp where s#='S1' update sp set qty=100+50 where s#='S1' wait
Dead lock	
Timeout and Rollback	

จากตารางที่ 4.16 ทรานแซกชัน 2 ต้องการหาผลรวมของ QTY ทั้งตาราง ส่วนทรานแซกชัน 9 ต้องการปรับปรุงค่า QTY ของ S3 ให้ลดลง 50 และ QTY ของ S1 ให้เพิ่มขึ้น 50 ในขณะที่ทรานแซกชัน 2 ทำการหาผลรวมอยู่ แต่ทรานแซกชัน 9 ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S1 ได้เพราะถูกทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่ จากนั้นทรานแซกชัน 2 ก็ไม่สามารถอ่านข้อมูล QTY ของ S3 มาเพื่อหาผลรวมได้เพราะถูกทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงอยู่ ทำให้เกิดการรอกันไปมาของทรานแซกชัน 2 กับทรานแซกชัน 9 เรียกว่า Dead lock เมื่อระบบจัดการฐานข้อมูลตรวจสอบพบ จึงทำการยกเลิกทรานแซกชันที่มาทีหลัง คือ ทรานแซกชัน 9 ทำให้ทรานแซกชัน 2 ทำงานต่อได้ จึงได้ผลลัพธ์การอ่านข้อมูลแถว S3 เป็น 300 เพราะทรานแซกชัน 9 ถูกยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไป

S#	P#	QTY
S3	P3	300

รูปที่ 4.17 ผลลัพธ์ของการอ่านข้อมูลจาก S3 ของทรานแซกชัน 2 ในตารางที่ 4.16

จะเห็นได้ว่าเมื่อทรานแซกชัน 2 รวมค่าของ QTY ที่อ่านจากตารางได้ทั้งหมดเป็น 600 ซึ่งเป็นค่าที่ถูกต้อง แสดงว่าปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันรีดิสเตบิลิตี้ถูกแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

- การทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงา

ตารางที่ 4.17 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันรีดิสเตบิลิตี้

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select count(*) from sp	insert into sp values('S4','P4',400)
select count(*) from sp	commit

จากตารางที่ 4.17 เริ่มจากทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลจำนวนแถวในตาราง SP มาได้เป็น 3 แล้วทรานแซกชัน 9 ทำการเพิ่มแถวใหม่เข้าไปในตาราง SP แล้วยืนยันการเปลี่ยนแปลง จากนั้นทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP อีกครั้ง ได้ผลลัพธ์การอ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดเป็น 4 ซึ่งไม่เท่ากับครั้งแรก แสดงว่าไอโซเลชันระดับรีดิสเตบิลิตี้ยังไม่ได้แก้ปัญหาข้อนี้

#### 4.4.2.4 ระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด

- การทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

ตารางที่ 4.18 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีด

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S2'	select * from sp where s#='S2'
update sp set qty=200+50 where s#='S2'	update sp set qty=200-50 where s#='S2'
wait	wait
Dead lock	
Timeout and Rollback	

จากตารางที่ 4.18 ทรานแซกชัน 2 และ 9 อ่านข้อมูลในตาราง SP ในแถวที่ S# เท่ากับ S2 ได้ค่า QTY เท่ากันคือ 200 ต่อมาทรานแซกชัน 2 พยายามทำการปรับปรุงข้อมูลที่อ่านมา แต่ไม่สามารถทำได้ เพราะถูกทรานแซกชัน 9 อ่านอยู่ ต่อมาทรานแซกชัน 9 พยายามปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 แต่ไม่สามารถทำได้เพราะถูกทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่เช่นกัน

จากที่ทรานแซกชัน 2 ต้องหยุดรอทรานแซกชัน 9 และทรานแซกชัน 9 ก็ต้องหยุดรอทรานแซกชัน 2 เป็นการรอกันไปมาเรียกเหตุการณ์แบบนี้ว่าเกิด Dead lock ไม่มีทรานแซกชันไหนสามารถทำงานต่อได้ เมื่อระบบจัดการฐานข้อมูลตรวจสอบพบจึงได้ยกเลิกทรานแซกชัน 9 ซึ่งมาทีหลังไป ทำให้ทรานแซกชัน 2 ทำงานต่อได้

จะเห็นได้ว่าปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลจะไม่เกิดขึ้นในระดับไอโซเลชันรีพีเทเบิลรีดแล้ว แสดงว่าไอโซเลชันระดับนี้แก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว

- การทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน

ตารางที่ 4.19 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบ การอ่านข้อมูลผิดพลาด (dirty read) ในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีด

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select * from sp where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
wait	rollback

จากตารางที่ 4.19 เมื่อทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 แล้วทรานแซกชัน 2 ต้องการอ่านข้อมูลดังกล่าวมาจึงไม่สามารถทำได้ เพราะทรานแซกชัน 9 ยังทำงานไม่สำเร็จ และเมื่อทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงแล้วทำให้ ทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลที่ต้องการมาได้ โดยข้อมูลที่ได้อคือ 200 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกต้องเพราะทรานแซกชัน 9 ยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะเห็นได้ว่าไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดแก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 4.20 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน แบบ การเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) ในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีด

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
update sp set qty=222 where s#='S2'	update sp set qty=500 where s#='S2'
wait	rollback

จากตารางที่ 4.20 เมื่อทรานแซกชัน 2 พยายามปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S2 ที่ถูกทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงอยู่จึงทำให้ทรานแซกชัน 2 wait จากนั้นทรานแซกชัน 9 ยกเลิกทรานแซกชันไป ทรานแซกชัน 2 ซึ่งรออยู่จึงสามารถทำงานต่อได้ จะเห็นว่าปัญหาการเขียนข้อมูลผิดพลาดข้อนี้ถูกแก้ไขแล้วในไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีด

- การทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 4.21 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีด

Transaction 2	Transaction 9
select * from sp where s#='S1' select * from sp where s#='S2'	select * from sp where s#='S3' update sp set qty=300-50 where s#='S3' select * from sp where s#='S1' update sp set qty=100+50 where s#='S1' wait
select * from sp where s#='S3' wait	wait
Dead lock	
Timeout and Rollback	

จากตารางที่ 4.21 ทรานแซกชัน 2 ต้องการหาผลรวมของ QTY ทั้งตาราง ส่วนทรานแซกชัน 9 ต้องการปรับปรุงค่า QTY ของ S3 ให้ลดลง 50 และ QTY ของ S1 ให้เพิ่มขึ้น 50 ในขณะที่ทรานแซกชัน 2 ทำการหาผลรวมอยู่ แต่ทรานแซกชัน 9 ไม่สามารถปรับปรุงข้อมูล QTY ของ S1 ได้เพราะถูกทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่ จากนั้นทรานแซกชัน 2 ก็ไม่สามารถอ่านข้อมูล QTY ของ S3 มาเพื่อหาผลรวมได้เพราะถูกทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงอยู่ ทำให้เกิดการรอกันไปมาของทรานแซกชัน 2 กับทรานแซกชัน 9 เรียกว่า Dead lock เมื่อระบบจัดการฐานข้อมูลตรวจสอบพบ จึงทำการยกเลิกทรานแซกชันที่มาทีหลัง คือ ทรานแซกชัน 9 ทำให้ทรานแซกชัน 2 ทำงานต่อได้ จึงได้ผลลัพธ์การอ่านข้อมูลแถว S3 เป็น 300 เพราะทรานแซกชัน 9 ถูกยกเลิกการเปลี่ยนแปลงไป

S#	P#	QTY
S3	P3	300

รูปที่ 4.18 ผลลัพธ์ของการอ่านข้อมูลจากทรานแซกชัน 2

จะเห็นได้ว่าเมื่อทรานแซกชัน 2 รวมค่าของ QTY ที่อ่านจากตารางได้ทั้งหมดเป็น 600 ซึ่งเป็นค่าที่ถูกต้อง แสดงว่าปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีดถูกแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

- การทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงา

ตารางที่ 4.22 ขั้นตอนการทดสอบปัญหาปรากฏการณ์เงาในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีด

<i>Transaction 2</i>	<i>Transaction 9</i>
select count(*) from sp	insert into sp values('S4','P4',400)
select count(*) from sp	wait

จากตารางที่ 4.22 เริ่มจากทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP ได้ทั้งหมด 3 แถว จากนั้นทรานแซกชัน 9 พยายามทำการเพิ่มแถวใหม่ในตาราง SP แต่ไม่สามารถทำได้ เกิด wait ขึ้น ดังนั้นเมื่อทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลจำนวนแถวทั้งหมดในตาราง SP อีกครั้ง จะได้ผลลัพธ์เป็น 3 ซึ่งเท่ากับการอ่านในครั้งแรก แสดงว่าไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดแก้ปัญหาข้อนี้เรียบร้อยแล้ว

#### 4.4.3 การทดลองคุณสมบัติความโดดเดี่ยวในโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ

เมื่อทำการศึกษาการประมวลผลทรานแซกชันแล้ว จึงทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ (prototype) เพื่อทดลองการประมวลผลทรานแซกชันในระบบที่ใกล้เคียงกับงานจริงมากที่สุด โดยในขั้นแรก ได้เจาะลึกไปที่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ เพื่อใช้ทดลองกับระดับไอโซเลชัน (Isolation Level) และความปลอดภัยของฐานข้อมูล (Database Security)

##### 4.4.3.1 การทดลองการประมวลผลทรานแซกชันกับเหตุการณ์ตัวอย่าง

เป็นการทดลองการประมวลผลทรานแซกชัน โดยทำการสมมุติตัวอย่างขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น และการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ และผลลัพธ์ที่ได้จะได้รับ เมื่อมีการตั้งค่าระดับไอโซเลชัน

- เหตุการณ์ตัวอย่างที่ 1 : การชำระเงินของนักศึกษาในวันที่ครบกำหนดการชำระเงิน

การทำงานที่เกิดขึ้น : เมื่อนักศึกษาทำการชำระเงินเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่ทะเบียนจะทำการปรับค่าจำนวนเงินที่จ่ายแล้ว (paid) ของนักศึกษาเท่ากับที่นักศึกษาจ่าย และทำการปรับจำนวนเงินคงเหลือ แต่หากนักศึกษาจ่ายช้ากว่ากำหนด เจ้าหน้าที่ทะเบียนจะทำการปรับเงินของนักศึกษาเพิ่ม ทำให้นักศึกษาคนนั้นต้องทำการจ่ายเงินเพิ่ม ตามแต่กฎของสถาบัน ๆ นั้น ๆ

- 1) เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนแรกทำการอ่านข้อมูลของนักศึกษาขึ้นมา เพื่อที่จะทำการเปลี่ยนเงินของนักศึกษาที่จ่ายแล้ว
- 2) เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนที่สองทำการอ่านข้อมูลของนักศึกษาขึ้นมา เพื่อที่จะทำการปรับเงินนักศึกษาที่จ่ายช้า

ทำให้ในขณะนี้ เจ้าหน้าที่ทะเบียนทั้งสอง มีโอกาสได้ข้อมูลของนักศึกษาที่ยังไม่ได้จ่ายเงินเท่า ๆ กัน

YEAR	TERM	STU_ID	FEE	PAID	REMAIN
2555	1	52000001	17300	17300	0
2555	1	52000002	17000	0	17000
2555	1	53000001	17300	17300	0
2555	1	53000002	17000	0	17000

รูปที่ 4.19 เจ้าหน้าที่ทำเบียนทำการอ่านข้อมูลนักศึกษาที่ยังไม่ได้จ่ายเงิน

- 3) เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนแรกจะทำการเปลี่ยนการจ่ายเงินให้กับนักศึกษารหัส 52000002 เพราะให้นักศึกษาคนนี้ได้ทำการจ่ายเงินแล้วและทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงข้อมูล (commit)

YEAR	TERM	STU_ID	FEE	PAID	REMAIN
2555	1	52000001	17300	17300	0
2555	1	52000002	17000	17000	0
2555	1	53000001	17300	17300	0
2555	1	53000002	17000	0	17000

รูปที่ 4.20 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเปลี่ยนการจ่ายเงิน

- 4) เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนที่สองทำการปรับเงินนักศึกษาที่จ่ายค่า โดยสมมติให้เพิ่ม 300 สำหรับการจ่ายค่ากับนักศึกษาทุกคนที่จ่ายค่า จากนั้นทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

YEAR	TERM	STU_ID	FEE	PAID	REMAIN
2555	1	52000001	17300	17300	0
2555	1	52000002	17300	0	17300
2555	1	53000001	17300	17300	0
2555	1	53000002	17300	0	17300

รูปที่ 4.21 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการปรับเงินคนที่จ่ายค่า

จะพบว่าตอนนี้โปรแกรมประยุกต์แสดงผลลัพธ์ไม่ตรงกัน โดยเจ้าหน้าที่ทะเบียนคนแรกจะเห็นข้อมูลว่านักศึกษารหัส 52000002 ได้ทำการจ่ายเงินเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 4.20 แต่เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนที่สองเห็นข้อมูลว่านักศึกษารหัส 52000002 และรหัส 53000002 ทำการจ่ายเงินซ้ำ จึงปรับการจ่ายเงินอีก 300 ดังรูปที่ 4.21

ซึ่งตอนนี้หากตรวจสอบในฐานข้อมูล จะพบว่าข้อมูลในฐานข้อมูลจะเป็นข้อมูลเดียวกับที่เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนที่สองเห็น (ข้อมูลที่ได้รับปรับเงินคนที่จ่ายค่า) ซึ่งแสดงว่าข้อมูลที่นักศึกษาที่จ่ายเงินแล้วได้หายไป

ซึ่งจะเป็นไปตามปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล (The lost update problem)

- เหตุการณ์ตัวอย่างที่ 2 : การเปลี่ยนเกรดของนักศึกษา เมื่อนักศึกษาทำการตรวจสอบเกรดของนักศึกษาเอง

การทำงานที่เกิดขึ้น : เจ้าหน้าที่ทะเบียน ทำการเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาในขณะที่เดียวกับที่นักศึกษากำลังทำการตรวจสอบเกรดของตนเอง โดยเจ้าหน้าที่ทะเบียนได้ใส่ข้อมูลเกรดคลาดเคลื่อน และทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไป

- 1) เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาจาก ไม่มีเกรด เป็นเกรด A

วิชา

รหัสวิชา	ปีการศึกษา	เทอม	กลุ่ม	รหัสนักศึกษา
90201012	2555	1	101	คคค

ค้นหา

แก้เกรด

รหัสนักศึกษา	รหัสวิชา	ปีการศึกษา	เทอม	กลุ่ม	เกรด
52000002	90201012	2555	1	.01	A

ยืนยัน เสริมสั้น ยกเลิก

STU_ID	S_ID	SEC	YEAR	TERM	GRADE
52000002	90201012	101	2555	1	A
53000001	90201012	101	2555	1	

รูปที่ 4.22 เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเปลี่ยนเกรดนักศึกษา

- 2) นักศึกษาทำการตรวจสอบเกรดของนักศึกษาเอง

ปีการศึกษา

2555

เทอม

1

ตกลง

S_ID	SEC	GRADE
1006001	24	
1076301	1	
90040002	102	
90201012	101	A

รูปที่ 4.23 นักศึกษาทำการตรวจสอบเกรดของนักศึกษาเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) เจ้าหน้าที่ทะเบียนพบว่า การเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาผิดพลาด จึงทำการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง

จากเหตุการณ์ตัวอย่างแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาอาจจะได้เกรดที่ผิดพลาดไปในเวลานั้น ซึ่งหากการกระทำดังนี้ไม่ใช่แค่การตรวจสอบเกรด แต่เป็นการพิมพ์ใบทรานสคริป (Transcript) จะทำให้เกิดปัญหาที่ตามมาภายหลังได้

ซึ่งการเกิดปัญหาดังกล่าวจะเป็นไปตามปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันในส่วนการอ่านข้อมูลผิดพลาด (The uncommitted dependency problem)

- เหตุการณ์ตัวอย่างที่ 3 : การเปลี่ยนเกรดของนักศึกษา จากเจ้าหน้าที่สองคน

การทำงานที่เกิดขึ้น : เจ้าหน้าที่สองคนได้รับข้อมูลเกรดของนักศึกษามาไม่เหมือนกัน โดยเจ้าหน้าที่ก็ทำการเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาตามการทำงานทั่วไป

- 1) เจ้าหน้าที่คนแรกทำการเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาตามที่ได้รับมา
- 2) เจ้าหน้าที่คนที่สองทำการเปลี่ยนเกรดของนักศึกษาตามที่ได้รับมา

ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้จะเกิดปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันในส่วนการอ่านข้อมูลผิดพลาด (The uncommitted dependency problem) ในส่วนการเขียนข้อมูลผิดพลาด (dirty write) โดยการทำงานของระดับไอโซเลชัน จะทำการป้องกันการปัญหานี้อยู่แล้ว ทำให้ปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นกับทุกระดับไอโซเลชัน

- เหตุการณ์ตัวอย่างที่ 4 : การรวมยอดเงินของเจ้าหน้าที่ในขณะที่มีเจ้าหน้าที่อีกคนกำลังทำการเปลี่ยนการจ่ายเงินของนักศึกษา

การทำงานที่เกิดขึ้น : เจ้าหน้าที่คนแรกกำลังทำการรวมยอดเงินเพื่อที่จะส่งให้กับทางฝ่ายบัญชี โดยจะรวมยอดเงินที่นักศึกษาจ่าย ณ เวลานั้น แต่ในขณะที่เจ้าหน้าที่อีกคนกำลังทำการเปลี่ยนการจ่ายเงินของนักศึกษา

- 1) เจ้าหน้าที่คนแรกเริ่มทำการรวมยอดเงิน (อาจเป็นใช้บิวอินฟังก์ชัน (build-in function) จากภาษาเอสคิวแอล (SQL) ก็ได้)
- 2) เจ้าหน้าที่คนที่สองทำการเปลี่ยนการจ่ายเงินของนักศึกษาจาก 0 เป็น 17000 แล้วทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลง

ปีการศึกษา 2555 เทอม 1

YEAR	TERM	STU_ID	FEE	PAID	REMAIN
2555	1	52000001	17300	17300	0
2555	1	52000002	17000	17000	0
2555	1	53000001	17300	17300	0
2555	1	53000002	17000	0	17000

รูปที่ 4.24 แสดงการรวมยอดเงินของเจ้าหน้าที่ทะเบียน

จะพบว่า มีโอกาสที่เจ้าหน้าที่ทะเบียนจะได้รับยอดเงินที่ผิดพลาด ในขณะที่เวลารวมยอดเงินเกิดการคลาดเคลื่อน (เวลารวมยอดเงินจะเร็วกว่าเวลาที่ทำการเปลี่ยนการจ่ายเงินของนักศึกษา) ซึ่งหากมองในด้านการบัญชีแล้ว ณ เวลาที่เจ้าหน้าที่ทะเบียนคนที่สองทำการเปลี่ยนการจ่ายเงิน จะไม่ถูกนำมาคิดรวมกับเวลาที่ทำการรวมยอดเงิน ซึ่งมีผลให้บัญชีเกิดความผิดพลาดได้

ปีการศึกษา 2555 เทอม 1

YEAR	TERM	STU_ID	FEE	PAID	REMAIN
2555	1	52000001	17300	17300	0
2555	1	52000002	17000	0	17000
2555	1	53000001	17300	17300	0
2555	1	53000002	17000	0	17000

รูปที่ 4.25 แสดงการรวมเงินที่ควรได้

ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้เป็นปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง (The inconsistent analysis problem)

- เหตุการณ์ตัวอย่างที่ 5 : การพิมพ์ใบรายชื่อนักศึกษา ขณะที่นักศึกษาทำการลงทะเบียนการทำงานที่เกิดขึ้น : เจ้าหน้าที่ทำเบียนทำการพิมพ์ใบรายชื่อนักศึกษา โดยมีนักศึกษาทำการลงทะเบียนเพิ่ม

- 1) เจ้าหน้าที่ทะเบียนทำการเริ่มพิมพ์ใบรายชื่อนักศึกษา
- 2) นักศึกษาทำการลงทะเบียนเพิ่ม (เช่นนักศึกษารหัส 51000001)

จะทำให้ใบรายชื่อมีโอกาสที่เจ้าหน้าที่จะทำการพิมพ์รายชื่อนักศึกษาใหม่ที่เพิ่งทำการลงทะเบียนได้ ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้เรียกว่าปัญหาปรากฏการณ์เงา (The phantom phenomenon)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา	ปีการศึกษา	เทอม	กลุ่ม		
90040002 INTRODUCTI...	2555	1	102	เริ่มพิมพ์	ต่อไป
STU_ID	S_ID	SEC	YEAR	TERM	GRADE
52000002	90040002	102	2555	1	
53000001	90040002	102	2555	1	
51000001	90040002	102	2555	1	

รูปที่ 4.26 รายชื่อนักศึกษาที่เจ้าหน้าที่ทะเบียนพิมพ์ได้

จากเหตุการณ์ตัวอย่างทั้ง 5 เหตุการณ์จะพบปัญหาที่เกิดขึ้นต่าง ๆ สำหรับการใช้งานฐานข้อมูลซึ่งจากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.11.1 หากทำการตั้งค่าระดับไอโซเลชันที่เหมาะสมจะสามารถป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ตารางที่ 4.23 ตารางสรุปการตั้งค่าระดับไอโซเลชันกับการแก้ปัญหา

ระดับไอโซเลชัน	เหตุการณ์ตัวอย่างที่จะไม่พบ
รีพีทเทเบิลรีด (Repeatable Read)	ทุกเหตุการณ์
รีดสเตบิลิตี (Read Stability)	เหตุการณ์ที่ 1,2,3 และ 4
เคอร์เซอร์สเตบิลิตี (Cursor Stability)	เหตุการณ์ที่ 2 และ 3
อันคอมมิททีดรีด (Uncommitted Read)	เหตุการณ์ที่ 3

ซึ่งหากโปรแกรมประยุกต์มีการใช้งานระดับไอโซเลชันที่เหมาะสม จะทำให้สามารถจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยตารางที่ 4.23 ได้ทำการสรุปการใช้งานระดับไอโซเลชันว่า หากทำการตั้งค่าระดับไอโซเลชันด้วยระดับไหน จะทำให้ไม่พบกับเหตุการณ์ตัวอย่างใดบ้าง

#### 4.5 การทดลองคุณสมบัติความคงทนภายในระบบจัดการฐานข้อมูลทีบีทู

ทีบีทูได้รองรับคุณสมบัติข้อนี้โดยใช้หลักการของการเก็บล็อกไฟล์ ซึ่งเก็บการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับฐานข้อมูลทุกอย่างเพื่อใช้ในการกู้คืนข้อมูลเมื่อระบบเกิดความล้มเหลวขึ้น (log-based recovery) การเก็บล็อกไฟล์ของทีบีทูจะเก็บทั้งค่าเก่าก่อนการเปลี่ยนแปลง (old values) และค่าใหม่หลังการเปลี่ยนแปลง (new values) ไว้ด้วยกัน และทีบีทูยังรองรับเรื่องการสำรองข้อมูล (backup) เพื่อใช้ช่วยในการกู้คืนข้อมูลด้วย ซึ่งเมื่อได้ศึกษาและทดลองเรื่องคุณสมบัติความคงทนของทีบีทูแล้วพบว่า ทีบีทูมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการตั้งค่าการใช้งานล็อกไฟล์ของทีบีทู ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5.1 ตัวแปรในการเก็บล็อก (Logging parameters)

มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเก็บล็อกซึ่งถูกเก็บอยู่ใน ไฟล์การตั้งค่าตัวแปรฐานข้อมูล (database configuration file) ซึ่งเป็นไฟล์เฉพาะของแต่ละฐานข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 4.24 สรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเก็บล็อกของดีบียู 9.7

ตัวแปร	คำอธิบาย
logbufsz	จำนวนหน่วยความจำที่ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับเก็บล็อก ก่อนการเขียนข้อมูลนั้นลงล็อกไฟล์
logfilasz	ขนาดของล็อกไฟล์ (ในหน่วย 4 กิโลไบต์ต่อเพจ)
logprimary	จำนวนของไพรมารีล็อกที่มีขนาดเท่ากับล็อกไฟล์เซต (logfilasz) ที่ถูกจองพื้นที่ไว้ล่วงหน้าแล้ว
logsecond	จำนวนสูงสุดของเซคเอนเดอรีล็อกไฟล์ที่สร้างได้ (เซคเอนเดอรีล็อกไฟล์จะถูกจองเมื่อไพรมารีล็อกเต็ม และค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อต้องการใช้งาน)
newlogpath	ไดเรกทอรีที่เก็บล็อกไฟล์โดยปกติจะถูกเก็บอยู่ใน ไดเรกทอรีย่อยของฐานข้อมูลชื่อ เอสคิวแอลล็อกไดเรกทอรี (SQLOGDIR) ซึ่งสามารถเปลี่ยนที่เก็บล็อกไปยังไดเรกทอรีอื่น หรืออุปกรณ์อื่นได้โดยตั้งค่าตัวแปรนี้
mirrorlogpath	เพื่อป้องกันล็อกในล็อกไดเรกทอรีปกติเสียหายจากดิสก์พังหรือเฟลอปไปลอบ ถ้าระบุเส้นทางของไดเรกทอรีที่ตัวแปรนี้ จะทำการเก็บล็อกไฟล์อีกชุดหนึ่งเพื่อสำรองไว้
logarchmeth1 logarchmeth2	ระบุที่ตั้งอื่นนอกจากไดเรกทอรีที่เก็บแอสเซมบลีล็อกเพื่อเก็บอาร์ไควล็อกไฟล์ถาวร ถ้าตัวแปรทั้งสองนี้ถูกกำหนดค่า แต่ละล็อกไฟล์จะถูกเก็บอย่างถาวรทั้งสองที่ หมายความว่า จะได้ข้อมูลของล็อกไฟล์ 2 ชุดที่เหมือนกันแต่เก็บคนละที่กัน ค่าพื้นฐานจะเป็นปิด (OFF) แสดงว่าใช้การเก็บล็อกแบบวงกลม สามารถกำหนดเป็นค่าอื่นได้ดังนี้ ล็อกรีเทน (LOGRETAIN), ยูสเซอร์เอ็กซ์อิท (USEREXIT), ดิสก์ (DISK), ทีเอสเอ็ม (TSM) หรือ เวนเดอร์ (VENDOR)
loghead	ชื่อของล็อกไฟล์ที่กำลังแอสเซมบลีอยู่
softmax	จำกัดค่าใช้จ่ายของการกู้คืนแบบแครช
overflowlogpath	กำหนดที่ตั้งสำหรับดีบียูในการหาล็อกไฟล์ที่ต้องการสำหรับการทำโรลฟอร์เวิร์ด

## ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย
blk_log_dsk_ful	ตั้งค่าเพื่อป้องกันความผิดพลาดเมื่อดิสก์เต็ม จากการที่ดิสก์ไม่สามารถสร้างล็อกไฟล์ใหม่ในไดเรกทอรีของแอคทีฟล็อก ดังนั้นดิสก์จึงพยายามสร้างล็อกไฟล์ทุกๆ 5 นาทีจนกว่าจะสำเร็จ ถ้าตั้งเป็นไม่บล็อก (Unblocked) เอสคิวแอลที่เป็นคำสั่งแบบอ่านอย่างเดียวอาจทำงานต่อได้
max_log	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แอคทีฟล็อกไฟล์สูงสุดต่อหนึ่งทรานแซกชัน
num_log_span	จำนวนของแอคทีฟล็อกไฟล์สำหรับหนึ่งทรานแซกชันที่ทำงานอยู่
mincommit	จำนวนกลุ่มของคอมมิทก่อนจะเขียนลงล็อกไฟล์

อย่างไรก็ตามการใช้งานระบบฐานข้อมูลในระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ผู้ให้บริการคลาวด์จะเป็นผู้ดูแลจัดการเรื่องความคงทนของระบบให้ ทำให้ระบบสามารถใช้ได้แทบตลอดเวลา ในไอบีเอ็มสมาร์ตคลาวด์ เอ็นเตอร์ไพรส์ ได้รับประกันช่วงเวลาในการให้บริการถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์ ผู้ใช้งานจึงไม่ต้องกังวลปัญหาเรื่องระบบฐานข้อมูลล้มเหลวเมื่อเข้ามาใช้บริการระบบคลาวด์เลย

#### 4.6 การทดลองเคอร์เซอร์ในดีบีทู

จากที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 2.13 เรื่องเคอร์เซอร์ในดีบีทู ซึ่งการใช้งานเคอร์เซอร์แต่ละประเภทส่งผลต่อผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้ในโปรแกรมประยุกต์ด้วย จึงได้ทดลองใช้งานเคอร์เซอร์ประเภทต่าง ๆ ดังนี้

##### 4.6.1 การตั้งค่ารีซัลเซตในภาษาจาวา

การตั้งค่ารีซัลเซตมีผลต่อประเภทของเคอร์เซอร์ที่ถูกใช้งานในการชี้ข้อมูลที่ต้องการเข้าถึง ซึ่งในภาษาจาวาสามารถตั้งค่ารีซัลเซต โดยใช้คำสั่งดังนี้

##### โปรแกรมที่ 4.9 แสดงการตั้งค่ารีซัลเซตในภาษาจาวา

```
Statement <object> = <objectConnection>.createStatement(int scroll,
int concurrency, int holdability)
```

จากโปรแกรมที่ 4.9 ค่า int scroll คือค่าของตัวแปร Result set types, ค่า int concurrency คือค่าของตัวแปร Concurrency และค่า int holdability คือค่าของตัวแปร Holdability ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.13.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6.2 สรุปผลการทดลองการใช้งานเคอร์เซอร์ในดีบีทู

จากหัวข้อที่ 2.13.3 และ 2.13.4 เรื่องการตั้งค่านิรขลเขตในภาษาจาวา ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะเคอร์เซอร์จึงสามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ และได้ผลลัพธ์กับการทดลองที่แตกต่างกันไปดังนี้

- ตั้งค่าเคอร์เซอร์เป็นชนิด forward-only กับ read-only จะสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างหน้าได้อย่างเดียว หากสั่งให้เคอร์เซอร์เลื่อนถอยหลังกลับไปจะทำให้เกิดความผิดพลาด (error) ในโปรแกรมประยุกต์ ดังรูปที่ 4.27 (ด้านล่าง) และจะได้ลักษณะของเคอร์เซอร์ที่ใช้เป็นแบบรีดโอนลิเคอร์เซอร์ ซึ่งเมื่อไดร์ซลเขตมาครั้งแรกแล้วค่าข้อมูลในรีซลเขตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง

สำหรับรูปแบบนี้จะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าจำนวนการอ่าน (set fetch size) ได้ ซึ่งจะเป็นการอ่านค่าจากรีซลเขตเป็นจำนวนที่ระบุในแต่ละครั้งจากระบบฐานข้อมูล ซึ่งการตั้งค่าจำนวนการอ่านต่ำ ๆ มีโอกาสที่ผู้ใช้จะสามารถมองเห็นค่าปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบฐานข้อมูลได้ สำหรับค่าตั้งต้น (default) จะเป็นการอ่านค่าทั้งหมดจากระบบฐานข้อมูลมายังรีซลเขต

```
[jcc][t4][10179][10900][4.14.88] This method
should only be called on ResultSet objects that are
scrollable (type TYPE_SCROLL_SENSITIVE or
TYPE_SCROLL_INSENSITIVE).
ERRORCODE=-4476, SQLSTATE=null
```

รูปที่ 4.27 SQL error message ที่เกิดจากการใช้เคอร์เซอร์เป็น TYPE\_FORWARD\_ONLY แล้วสั่งถอยหลัง

- ตั้งค่านิรขลเขตเป็นชนิด forward-only และ updatable จะสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างหน้าได้อย่างเดียว และจะได้ลักษณะของเคอร์เซอร์ที่ใช้เป็นแบบอัปเดตเทอเบิลเคอร์เซอร์ โดยข้อมูลที่ได้นิรขลเขตจะเป็นข้อมูลปัจจุบันในฐานข้อมูลขณะที่อ่านค่าจากรีซลเขตมา ซึ่งอาจจะเห็นค่าข้อมูลที่ผิดพลาด ขึ้นอยู่กับระดับไอโซเลชันที่เลือกใช้
- ตั้งค่าเคอร์เซอร์เป็นชนิด insensitive กับ read-only จะสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างหน้าหรือถอยหลังก็ได้ และจะได้ลักษณะของเคอร์เซอร์ที่ใช้เป็นแบบรีดโอนลิเคอร์เซอร์ ซึ่งเมื่อไดร์ซลเขตมาครั้งแรกแล้ว ค่าข้อมูลในรีซลเขตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง
- ตั้งค่าเคอร์เซอร์เป็นชนิด sensitive กับ read-only จะสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างหน้าหรือถอยหลังก็ได้ และจะได้ลักษณะของเคอร์เซอร์ที่ใช้เป็นแบบรีดโอนลิ

เคอร์เซอร์ ซึ่งเมื่อได้รับรีเซ็ตมาครั้งแรกแล้วค่า ข้อมูลในรีเซ็ตเซตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง และไม่สามารถทำการรีเฟรชข้อมูลได้

```
[jcc][t4][10156][10877][4.14.88] This method
cannot be invoked while the cursor is on the insert
row, if the cursor is not on a valid row, or if this
ResultSet object has a concurrency of
CONCUR_READ_ONLY. ERRORCODE=-4474,
SQLSTATE=null
```

รูปที่ 4.28 แสดงค่า error จากการทดลอง refresh เมื่อเคอร์เซอร์เป็น sensitive และ read only

- ตั้งค่าเคอร์เซอร์เป็นชนิด sensitive กับ updatable จะสามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปข้างหน้าหรือถอยหลังก็ได้ และจะได้ลักษณะของเคอร์เซอร์ที่ใช้เป็นแบบอัปเดตเอเบิล เคอร์เซอร์ ข้อมูลที่ได้ในรีเซ็ตเซตจะเป็นข้อมูลขณะนั้น ซึ่งโดยปกติเมื่อได้รับรีเซ็ตมาครั้งแรกแล้วค่าข้อมูลในรีเซ็ตเซตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่สามารถรีเฟรชแถวข้อมูลรีเซ็ตเซตแต่ละแถวเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงได้ โดยจะมองเห็นค่าที่เปลี่ยนแปลงจากระบบฐานข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับระดับไอโซเลชัน

#### 4.6.3 การทดลองตั้งค่าระดับไอโซเลชันเพื่อจัดการกับปัญหา 4 ข้อของการทำงานพร้อมกันของทรานแซกชัน

หลังจากทำการทดลองเพื่อดูรูปแบบการใช้งานของชนิดเคอร์เซอร์ในรูปแบบต่าง ๆ แล้ว ได้ทำการทดลองตั้งค่าระดับไอโซเลชันเพื่อใช้ทดสอบกับปัญหา 4 ข้อของการทำงานพร้อมกันของทรานแซกชัน โดยจะทำการทดสอบจากการเรียกดูข้อมูล (select) และอ่านข้อมูล (fetch) ในแต่ละแถวเพื่อทดสอบปัญหา และสรุปได้ตาราง 4 ตารางดังนี้

ตารางที่ 4.25 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีบีทูกับไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีด

Isolation Level	uncommitted read				
	forward only		scroll insensitive	scroll sensitive	
	read only (default)	updatable	read only & updatable	read only	updatable
lost update	possible		possible	possible	
uncommitted dependency	possible		possible	no	
inconsistent analysis	no		no	no	
phantom phenomenon	no		no	no	

จากตารางที่ 4.25 มีจุดที่น่าสนใจดังนี้

- ตั้งค่าเคอร์เซอร์เป็นแบบ sensitive กับ read-only จะไม่เกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องให้ดูรูปที่ 4.29 (ด้านล่าง)
- เมื่อใช้เคอร์เซอร์เป็น read-only ทำให้เมื่อได้รีเซ็ตเซตมาครั้งแรกแล้ว ค่าข้อมูลในรีเซ็ตเซตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง จึงส่งผลให้ไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีดไม่เกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องกับปัญหาปรากฏการณ์เงา
- เมื่อทรานแซกชันทำงานภายใต้ไอโซเลชันระดับอันคอมมิทิตรีดแล้วใช้เคอร์เซอร์เป็น updatable ทรานแซกชันนั้นจะเสมือนว่าทำงานภายใต้ไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตี้แทน

Transaction 1 UR,SE,RO	Transaction 2 CS,FO,RO
---	set auto commit off
---	update SP set QTY=400 where S#='S3'
---	Change complete 1 row
set auto commit off	---
select * from SP	---
wait	---

รูปที่ 4.29 แสดงปัญหา uncommitted dependency กรณี dirty read

หมายเหตุ: เมื่อ UR คือไอโซเลชันระดับ uncommitted read, SE คือเคอร์เซอร์แบบ sensitive และ RO คือเคอร์เซอร์แบบ read only

ตารางที่ 4.26 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในตีปีทุกับไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตี

Isolation Level	cursor stability				
	forward only		scroll insensitive	scroll sensitive	
	read only (default)	updatable	read only & updatable	read only	updatable
lost update	possible	no/possible	possible	possible	possible
uncommitted dependency	no	no	no	no	no
inconsistent analysis	no	possible	no	no	no/possible(refresh)
phantom phenomenon	no	possible	no	no	no

จากตารางที่ 4.26 มีจุดที่น่าสนใจดังนี้

- สำหรับไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตี แก้ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันอย่างสมบูรณ์ในทุก ๆ กรณี
- หากใช้เคอร์เซอร์แบบ forward-only กับ updatable จะมีโอกาสไม่เกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล เนื่องจากเมื่อเคอร์เซอร์เป็น updatable การเลือกข้อมูลมาแสดงผล (select) จะทำให้เกิด U lock ที่แถวข้อมูลที่อ่านมาได้ ทำให้เมื่อมีสองทรานแซกชันอ่านข้อมูลแถวเดียวกันพร้อมกัน ทรานแซกชันที่อ่านทีหลังจะเกิดการรอ (wait) แต่ในกรณีที่อ่านข้อมูลแถวเดียวกันที่ทรานแซกชันแรกอ่านผ่านไปแล้วจะสามารถอ่านข้อมูลได้ จึงยังมีโอกาสเกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลอยู่
- การใช้เคอร์เซอร์แบบ forward-only กับ updatable นี้ ข้อมูลที่ได้ในรีซัลเซตจะเป็นข้อมูลปัจจุบันในฐานะข้อมูลขณะที่อ่านค่าจากรีซัลเซตแถวนั้น ๆ มา จึงทำให้เกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องกับปัญหาปรากฏการณ์เงาอยู่
- การใช้เคอร์เซอร์แบบ sensitive กับ updatable จะใช้เคอร์เซอร์เป็น updatable โดยปกติจะไม่เกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง เนื่องจากเมื่อได้รีซัลเซตมาครั้งแรกแล้วค่าข้อมูลในรีซัลเซตนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่หากรีเฟรชแถวข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงพอดีจะเห็นค่าใหม่ ทำให้มีโอกาสเกิดปัญหานี้
- สำหรับปัญหาปรากฏการณ์เงากับ sensitive กับ updatable จะเป็นในเรื่องของ static & dynamic sensitive (กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.13.1.2) ซึ่งจะไม่เกิดปัญหา เพราะไม่สามารถอ่านข้อมูลในแถวที่มีการเพิ่มเข้าไปใหม่ (insert) ได้

ตารางที่ 4.27 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีบีทึกับไอโซเลชันระดับรีดสเทบิลิตี

Isolation Level	read stability				
	forward only		scroll insensitive	scroll sensitive	
	read only (default)	updatable	read only & updatable	read only	updatable
lost update	no	no	no	no	no
uncommitted dependency	no	no	no	no	no
inconsistent analysis	no	no	no	no	no
phantom phenomenon	no	possible	no	no	no

จากตารางที่ 4.27 มีจุดที่น่าสนใจดังนี้

- ระดับไอโซเลชันรีดสเทบิลิตี แก้ปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล, ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน และปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องใน ทุก ๆ กรณี
- หากใช้เคอร์เซอร์เป็น updatable จะเกิดปัญหาปรากฏการณ์เงาในกรณีที่ใช้คู่กับเคอร์เซอร์แบบ forward-only เพราะข้อมูลที่ได้ในรีซีลเซตจะเป็นข้อมูลปัจจุบันในฐานข้อมูลขณะที่อ่านค่าจากรีซีลเซตแถวนั้น ๆ มา ซึ่งในกรณีอื่นจะไม่เกิดปัญหานี้แล้ว

ตารางที่ 4.28 สรุปผลการทดลองเคอร์เซอร์ในดีบีทึกับไอโซเลชันระดับรีทเทเบิลรีด

	repeatable read				
	forward only		scroll insensitive	scroll sensitive	
	read only (default)	updatable	read only & updatable	read only	updatable
lost update	no	no	no	no	no
uncommitted dependency	no	no	no	no	no
inconsistent analysis	no	no	no	no	no
phantom phenomenon	no	no	no	no	no

จากตารางที่ 4.28 มีจุดที่น่าสนใจดังนี้

- ระดับไอโซเลชันรีทเทเบิลรีดแก้ปัญหาทั้ง 4 ข้อ ในทุก ๆ กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.7 การตรวจสอบล็อก (lock) ในดีบีทู

ระบบการล็อก (lock) ในดีบีทู สามารถตรวจสอบได้ว่าในขณะที่ระบบฐานข้อมูลมีทรานแซกชันใดกำลังใช้งานวัตถุฐานข้อมูลตัวใดอยู่ และกำลังใช้วิธีการล็อกแบบไหนบนวัตถุฐานข้อมูลตัวนั้นอยู่ จากการใช้งานฟังก์ชัน ดีบีทูพีดี (db2pd) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบล็อกและทรานแซกชัน

เมื่อตรวจสอบล็อกขณะทดลองทรานแซกชัน จะทำให้รู้ถึงวิธีที่ดีบีทูใช้การจัดการแก้ปัญหาทั้ง 4 ข้อของการควบคุมการทำงานพร้อมกันในไอโซเลชันแต่ละระดับได้ ดังนี้

### 4.7.1 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันอันคอมมิตติวิตรีด

ไอโซเลชันระดับอันคอมมิตติวิตรีดนี้ไม่แก้ปัญหการควบคุมการทำงานพร้อมกันข้อใดๆ เลย แต่ไอโซเลชันทุกระดับจะไม่ยอมให้เกิดปัญหา dirty write โดยการทำทรานแซกชันในไอโซเลชันระดับนี้จะมีการใช้งานล็อกคีย์ต่อเมื่อมีโปรแกรมประยุกต์พยายามจะลบหรือแก้ไขตารางของแถวข้อมูลนั้นเท่านั้น เพราะโดยปกติแถวข้อมูลจะยังไม่ถูกล็อกเมื่อใช้ไอโซเลชันระดับนี้

และเมื่อตรวจสอบการล็อกในเหตุการณ์ที่ทำให้เกิด dirty write ตามตารางที่ 4.4 จะได้ผลดังนี้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
9	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 9
2	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 2
2	01000000010000000100204856	Internal	V	..S	G 2
9	020005000500000000000000052	Row		..X	G 9
2	020005000500000000000000052	Row		..X	W 9
9	020005000000000000000000054	Table		..IX	G 9
2	020005000000000000000000054	Table		..IX	G 2

รูปที่ 4.30 ล็อกที่เกิดขึ้นเมื่อทรานแซกชัน 2 ต้องการเขียนทับข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 ปรับปรุงอยู่

จากตารางที่ 2.3 สรุปวิธีการล็อก หากทรานแซกชันทำการปรับปรุงข้อมูล (Update) จะทำให้เกิด เอ็กซ์ล็อก (X: Exclusive) กับข้อมูลที่ถูกปรับปรุง และจากรูปที่ 4.30 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 2 พยายามปรับปรุงข้อมูลเดียวกับที่ทรานแซกชัน 9 ทำการปรับปรุงอยู่ จึงทำให้ Status ของทรานแซกชัน 9 ที่ทำการเอ็กซ์ล็อกที่หลังเป็น W หรือ Wait เนื่องจาก เอ็กซ์ล็อกเมื่อเจอกับเอ็กซ์ล็อกไม่สามารถเข้ากันได้ตามรูปที่ 2.25 ทำให้ทรานแซกชันที่มาที่หลังต้องรอ จึงทำให้ไม่เกิดปัญหา dirty write

#### 4.7.2 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันเคอร์เซอร์สเตบิลิตี

ไอโซเลชันระดับเคอร์เซอร์สเตบิลิตีแก้ปัญหาปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันแล้ว แต่ปัญหาอีก 3 ข้อยังคงมีอยู่ โดยจะใช้การล็อกแถวข้อมูลใด ๆ ขณะที่ทรานแซกชันหนึ่งกำลังเข้าถึงอยู่ ซึ่งถูกซีโดยเคอร์เซอร์ไปยังแถวนั้น (ล็อกเพียงแถวที่ถูกอ้างถึงล่าสุดโดยเคอร์เซอร์ที่ถูกประกาศและเริ่มใช้โดยเจ้าของทรานแซกชัน) ล็อกจะยังคงค้างอยู่จนกว่าแถวถัดไปจะถูกอ่านมาหรือทรานแซกชันนั้นจบลง ถ้าแถวถัดไปถูกอ่านมาเคอร์เซอร์ก็จะเลื่อนมายังแถวถัดไป การล็อกจะเปลี่ยนมาล็อกแถวที่เคอร์เซอร์นั้นขี้อยู่ กระนั้นถ้าข้อมูลในแถวนั้นถูกเปลี่ยนแปลง การล็อกจะยังคงอยู่จนกว่าจะมีการยืนยันการเปลี่ยนแปลงนั้น

และเมื่อตรวจสอบการล็อกในเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน ตามตารางที่ 4.8 จะได้ผลดังนี้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
9	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 9
2	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 2
9	020005000500000000000000052	Row		..X	G 9
2	020005000500000000000000052	Row		..NS	W 9
2	0500000000100000000100802E56	Internal	V	..S	G 2
9	020005000000000000000000054	Table		..IX	G 9
2	020005000000000000000000054	Table		..IS	G 2

รูปที่ 4.31 แสดงล็อกเมื่อทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 กำลังปรับปรุงอยู่

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 2 เมื่อทำการอ่านข้อมูลจะเกิด NS lock แต่มีสถานะเป็น W หรือ wait เพราะข้อมูลนั้นทรานแซกชัน 9 กำลังปรับปรุงซึ่งทำให้เกิด X lock อยู่ และ NS กับ X lock เข้ากันไม่ได้ ด้วยวิธีการล็อกแบบนี้จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน

#### 4.7.3 ตรวจสอบล็อกในระดับไอโซเลชันรีดสเตบิลิตี

ไอโซเลชันระดับรีดสเตบิลิตียังเกิดปัญหาปรากฏการณ์เงาอยู่ แต่แก้ปัญหาคือ 1 ถึง 3 แล้ว โดยจะทำการล็อกเพียงแถวข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์ได้รับผลลัพธ์มาขณะทำทรานแซกชันเท่านั้น

ตัวอย่างเช่น ทรานแซกชันหนึ่งทำการสแกนข้อมูล 1,000 แถว แล้วได้รับผลลัพธ์ที่ต้องการของการสแกนนั้นมา 10 แถว ก็จะล็อกเพียง 10 แถวนั้นเท่านั้น ดังนั้นถ้ามีการทำคำสั่งเลือกข้อมูลที่ต้องการ (SELECT) เกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งครั้งภายในทรานแซกชันเดียวกัน ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้ อาจจะได้ไม่เหมือนกันในแต่ละครั้ง

และเมื่อตรวจสอบการล็อกในเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลตามตารางที่ 4.13 จะได้ผลดังนี้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
2	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	2
9	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	9
2	01000000010000000100405F56	Internal V	..S	G	2
2	020005000500000000000000052	Row	.NS	C	0
9	020005000500000000000000052	Row	.NS	G	9
2	020005000000000000000000054	Table	.IX	G	2
9	020005000000000000000000054	Table	.IS	G	9

รูปที่ 4.32 แสดงล็อกเมื่อทรานแซกชัน 2 พยายามปรับปรุงข้อมูลข้อมูลที่ทรานแซกชัน 9 อ่านอยู่

จากรูปที่ 4.32 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 2 พยายามจะเปลี่ยนจาก NS lock เป็น X lock (สังเกตจาก Sts เป็น C ย่อมาจาก Converting) เพราะตอนแรกทรานแซกชัน 2 อ่านข้อมูลนั้นมาก่อน และต้องการปรับปรุงข้อมูล แต่ไม่สามารถทำได้เนื่องจากติด NS lock ของทรานแซกชัน 9 ที่กำลังอ่านข้อมูลอยู่

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
2	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	2
9	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	9
2	01000000010000000100405F56	Internal V	..S	G	2
9	01000000010000000100400F56	Internal V	..S	G	9
2	020005000500000000000000052	Row	.NS	C	9
9	020005000500000000000000052	Row	.NS	C	2
2	020005000000000000000000054	Table	.IX	G	2
9	020005000000000000000000054	Table	.IX	G	9

รูปที่ 4.33 แสดงล็อกของทั้งทรานแซกชัน 2 และ 9 ขณะเกิด dead lock

จากรูปที่ 4.33 เป็นรูปการตรวจสอบสถานะการล็อกในขณะที่เกิด dead lock เนื่องจากทรานแซกชัน 2 และ 9 รอกันไปมา ทำให้ไม่มีทรานแซกชันไหนทำงานต่อไปได้ สังเกตได้จากสถานะของทั้งทรานแซกชัน 2 และ 9 เป็น C ทั้งคู่ และเมื่อเกิด dead lock timeout จะมีทรานแซกชันหนึ่งถูกยกเลิกไป ทำให้อีกทรานแซกชันทำงานต่อไปได้ ด้วยวิธีการล็อกดังกล่าวของระดับไอโซเลชันนี้จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูลแล้ว

ปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยันของระดับไอโซเลชันนี้แก้ไขโดยใช้วิธีการล็อกแบบเดียวกับไอโซเลชันเซอร์เซอร์สเตบิลิตี

ส่วนปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง เมื่อตรวจสอบการล็อกของเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหาข้อนี้ ตามตารางที่ 4.16 ได้ผลดังนี้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
9	01000000010000000100200F56	Internal V	..S	G	9
2	02000500040000000000000052	Row	.NS	G	2
9	02000500040000000000000052	Row	.NS	C	0
2	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	2
9	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	9
2	02000500050000000000000052	Row	.NS	G	2
9	02000500060000000000000052	Row	..X	G	9
2	02000500000000000000000054	Table	.IS	G	2
9	02000500000000000000000054	Table	.IX	G	9

รูปที่ 4.34 แสดงล๊อคขมณะทรานแซกชัน 9 เกิด wait เมื่อพยายามปรับปรุงข้อมูลที่ทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่

จากรูปที่ 4.34 จะเห็นว่าทรานแซกชัน 9 เกิดการ wait (สถานะเป็น C) เนื่องจากทรานแซกชัน 9 อ่านข้อมูลนั้นมาก่อน แล้วต้องการปรับปรุงข้อมูล แต่ข้อมูลดังกล่าวถูกทรานแซกชัน 2 อ่านอยู่ด้วยจึงไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลได้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
9	01000000010000000100200F56	Internal V	..S	G	9
2	02000500040000000000000052	Row	.NS	G	2
9	02000500040000000000000052	Row	.NS	C	2
2	01000000010000000100005856	Internal V	..S	G	2
2	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	2
9	4141414141464462081C83B441	Internal P	..S	G	9
2	02000500050000000000000052	Row	.NS	G	2
9	02000500060000000000000052	Row	..X	G	9
2	02000500060000000000000052	Row	.NS	W	9
2	02000500000000000000000054	Table	.IS	G	2
9	02000500000000000000000054	Table	.IX	G	9

รูปที่ 4.35 แสดงล๊อคของทั้ง 2 ทรานแซกชันขณะเกิด dead lock ของปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

จากรูปที่ 4.35 จะเห็นว่าทรานแซกชันทั้ง 2 และ 9 เกิดการรอกันและกัน (ทรานแซกชัน 2 มีแถวที่มีสถานะเป็น W และทรานแซกชัน 9 มีแถวที่มีสถานะเป็น C) ทำให้เกิด dead lock จะเห็นว่าไอโซเลชันระดับนี้ไม่ยอมให้เกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

#### 4.7.4 ตรวจสอบล๊อคในระดับไอโซเลชันรีพีทเทเบิลรีด

ไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดได้แก้ไขปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันทั้ง 4 ข้อเรียบร้อยแล้ว ซึ่งหากตั้งค่าเป็นไอโซเลชันระดับนี้จะไม่เกิดปัญหาทั้ง 4 ข้ออย่างแน่นอน ซึ่งวิธีการล๊อคที่ใช้ในการแก้ปัญหาข้อที่ 1 ถึง 3 จะคล้ายกับวิธีการที่ไอโซเลชันระดับรีดสเตบิลิตีใช้ แต่แตกต่างกัน

ตรงที่การอ่านข้อมูลในไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดจะทำให้เกิด S lock ซึ่งหากเป็นไอโซเลชันระดับรีดสเตบิลิตีจะเกิด NS lock

และในไอโซเลชันระดับนี้ทุก ๆ แถวข้อมูลที่ถูกอ้างถึงขณะทำการสแกนจะถูกล็อก ไม่เพียงแต่แถวข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้รับมาเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าโปรแกรมประยุกต์แรกสแกนข้อมูล (scan) 1,000 แถว แล้วได้รับผลลัพธ์ที่ต้องการเพียง 10 แถว การล๊อคจะเกิดขึ้นกับทั้ง 1,000 แถว ข้อมูลที่ถูกสแกน ไม่ใช่เพียงข้อมูลผลลัพธ์ 10 แถวที่ได้รับมา ทำให้โปรแกรมประยุกต์อื่นไม่สามารถเพิ่ม ปรับปรุง หรือลบข้อมูลที่มีผลต่อผลลัพธ์ของการสแกนนี้ได้ เนื่องจากถ้าโปรแกรมประยุกต์แรกทำการสแกนข้อมูลทั้ง 1,000 แถวนั้นอีกครั้งจะต้องได้รับผลลัพธ์เหมือนกับการสแกนครั้งแรก เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาข้อที่ 4 ของการควบคุมการทำงานพร้อมกัน คือ ปัญหาปรากฏการณ์เงา

เนื่องจากไอโซเลชันระดับรีพีทเทเบิลรีดสามารถทำให้เกิดจำนวนแถวข้อมูลที่ถูกล็อกได้มาก ซึ่งอาจจะเกินจำนวนที่กำหนดไว้ในตัวแปรของการตั้งค่าฐานข้อมูล (database configuration parameter) ได้แก่ รายการล๊อค (locklist) และจำนวนล๊อคสูงสุด (maxlocks) เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงจำนวนล๊อคมากที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ตัวจัดการความเหมาะสม (optimizer) ในฐานข้อมูลอาจจะเลือกล๊อคในระดับตารางของตารางนั้นตารางเดียวแทน สำหรับการสแกนข้อมูล

และเมื่อตรวจสอบการล๊อคของเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหาปรากฏการณ์เงา ตามตารางที่ 4.22 ได้ผลลัพธ์ดังนี้

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
2	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 2
2	0200050000000000000000000054	Table		..S	G 2

รูปที่ 4.36 แสดงการล๊อคตารางของรีพีทเทเบิลรีด

จากรูปที่ 4.36 เป็นการตรวจสอบการล๊อคของเหตุการณ์ที่ทรานแซกชัน 2 อ่านจำนวนแถวของตาราง เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลโดยการสแกนทั้งตารางไม่ได้ผ่านไพรมารี คีย์ ในไอโซเลชันระดับนี้จะทำการ S lock ทั้งตารางที่ถูกสแกน

TranHdl	Lockname	Type	Mode	Sts	Owner
2	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 2
9	4141414141464462081C83B441	Internal	P	..S	G 9
9	04000000010000000100E04356	Internal	V	..S	G 9
2	0200050000000000000000000054	Table		..S	G 2
9	0200050000000000000000000054	Table		.IX	W 2

รูปที่ 4.37 แสดงล๊อคเมื่อทรานแซกชัน 9 การพยายามเพิ่มข้อมูลลงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเมื่อทรานแซกชัน 9 พยายามเพิ่มข้อมูลลงตารางซึ่งถูก S lock อยู่โดยทรานแซกชัน 2 จึงทำให้ทรานแซกชัน 9 ไม่สามารถทำได้เกิด wait ตามรูปที่ 4.37 จะเห็นว่าไอโซเลชันระดับนี้ไม่ยอมให้เกิดปัญหาปัญหาปรากฏการณ์เงาแล้ว

## 4.8 การทดลองความปลอดภัยของฐานข้อมูลดีบีทู

การทดลองความปลอดภัยของฐานข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนคือการทดลองการยืนยันตัวตน (authentication) และการอนุญาต (authorization)

### 4.8.1 การทดลองการยืนยันตัวตน

การทดลองการยืนยันตัวตน คือการตรวจสอบว่า การใช้งานฐานข้อมูลผ่านโปรแกรมประยุกต์ นั้น โดยทั่วไปแล้วต้องเข้าใช้งานผ่านชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password) ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมทั่วไปมักจะทำการสร้างตารางหนึ่งตารางเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ให้ติดต่อกับฐานข้อมูลผ่านชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่มีสิทธิ์ระดับสูง (สิทธิ์ต่าง ๆ สามารถดูได้ในหัวข้อ 2.15.2) ซึ่งหากโปรแกรมต้นฉบับ (source code) ถูกลวงรู้จะทำให้ผู้ใช้คนอื่นสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้โดยตรง นอกจากนั้นยังมีวิธีการอีกมากมายที่สามารถลวงรู้ข้อมูลในตารางที่ทำการเก็บชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไว้

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องพัฒนาโดยมอบเรื่องการยืนยันตัวตน ให้ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เป็นผู้ดูแล เพราะจะทำให้ผู้ใช้คนอื่นที่ไม่หวังดี ไม่สามารถลวงรู้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านสำหรับการเข้าใช้งานฐานข้อมูลได้

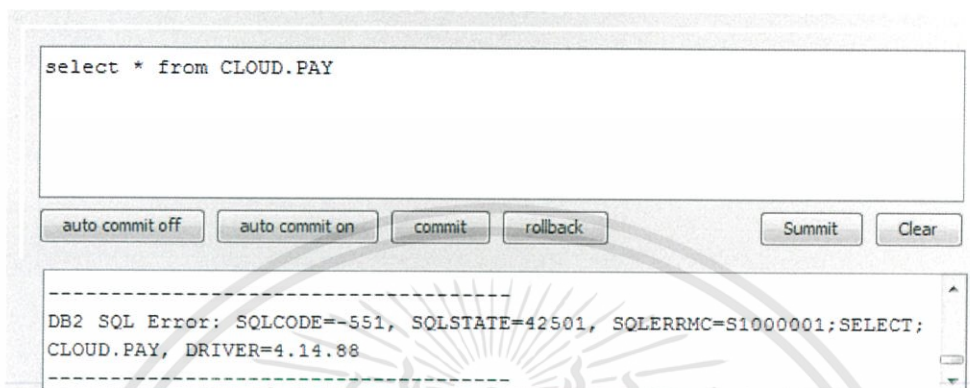
```
[jcc][t4][2013][11249][4.14.88] Connection authorization failure occurred. Reason: User ID or Password invalid. ERRORCODE=-4214, SQLSTATE=28000
```

รูปที่ 4.38 แสดงสถานะการยืนยันตัวตนที่ผิดพลาด ซึ่งถูกจัดการโดยระบบจัดการฐานข้อมูล

### 4.8.2 การทดลองการอนุญาต

นอกจากการยืนยันตัวตนการเข้าใช้งานแล้ว หากผู้ใช้ที่ไม่ประสงค์ดีลวงรู้ที่อยู่ของระบบฐานข้อมูล และทำการเข้าใช้งานฐานข้อมูล โดยไม่ผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ส่วนใหญ่ จะทำการป้องกันการกันเข้าถึงฐานข้อมูลผ่านโปรแกรมประยุกต์เท่านั้น เช่น มีฟังก์ชันการตรวจสอบการเรียกดู (select) ข้อมูลเฉพาะ แต่หากผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานฐานข้อมูลผ่านทางอื่นได้ จะทำให้ผู้ใช้มีสิทธิ์เข้าใช้งานฐานข้อมูลในทุก ๆ ส่วน

แต่หากพัฒนาระบบโดยให้มีการจัดการเรื่องการอนุญาตภายในฐานข้อมูล จะทำให้ผู้ใช้ที่ไม่ประสงค์ดีไม่สามารถเข้าใช้งานในส่วนที่นอกเหนือจากส่วนที่ผู้ใช้ได้รับอนุญาต



รูปที่ 4.39 แสดงการเข้าใช้งานส่วนอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต

## 4.9 การใช้งานการประมวลผลทรานแซกชันในโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

### 4.9.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

จากที่ได้ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ในส่วนต่าง ๆ ไว้ในหัวข้อ 3.7 และได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวแล้ว โดยแบ่งส่วนการทำงานเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนหน้าร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ เป็นส่วนที่ลูกค้าเข้ามาใช้งานเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ และส่วนการทำงานหลังร้าน ซึ่งเป็นส่วนของพนักงานที่คอยดูแลจัดการข้อมูลต่าง ๆ ภายในร้าน

- ส่วนหน้าร้าน

รูปที่ 4.40 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน

ส่วนหน้าร้านลูกค้าทั่วไปที่ไม่ได้เป็นสมาชิกสามารถเข้ามาดูข้อมูลรายละเอียดของสินค้าต่าง ๆ ภายในร้านได้ รวมถึงค้นหาสินค้าจากสินค้าใหม่ หรือสินค้าแนะนำของทางร้านได้

จากรูปที่ 4.40 เมื่อลูกค้าทำการสมัครสมาชิกและเข้าสู่ระบบแล้ว จะสามารถเลือกซื้อสินค้าภายในร้านและดูรายละเอียดสินค้าต่าง ๆ ได้ โดยทำการเลือกสินค้าใส่ตะกร้า และกรอกรายละเอียดการสั่งซื้อได้ที่หน้าตะกร้าสินค้า

## Shopping Cart

#	Remove	Products	Type	Unit Price	QTY	Sub Total
1		The Amazing Spider-Man ตี อะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน	DVD	210.0 ฿ 210.0 ฿	1	210.0
2		The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	DVD	250.0 ฿ 237.5 ฿	2	475.0
<b>Total (Bath)</b>						685.0
วิธีการจัดส่ง <input checked="" type="radio"/> ส่งทางไปรษณีย์ (ค่าจัดส่ง 30 บาท) <input type="radio"/> ไปรับเอง						
ที่อยู่ในการจัดส่ง <input type="text" value="ที่อยู่ 1"/>						
<input type="text" value="10/68 หมู่ 11 ถ.บางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260"/>						30.00
<b>Total Price (Bath)</b>						<b>715.0</b>

Continue Shopping
Update Shopping Cart
 Check Out

รูปที่ 4.41 หน้าตะกร้าสินค้าของโปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

เมื่อลูกค้าเลือกซื้อสินค้าและกรอกรายละเอียดการสั่งซื้อเรียบร้อยแล้ว จึงเข้าสู่หน้าสรุปการสั่งซื้อและคิดเงิน (Check Out) เมื่อลูกค้าตรวจสอบรายการสั่งซื้อแน่ใจแล้ว จากนั้นจึงยืนยันการสั่งซื้อ รายการสั่งซื้อนั้นจะถูกเก็บลงฐานข้อมูล และเมื่อลูกค้าแจ้งการชำระเงินเรียบร้อยแล้ว จึงจะถือว่าการซื้อสินค้านั้นเสร็จสมบูรณ์

## Shopping Cart

**เลขที่ใบสั่งซื้อ : 701 วันที่สั่งซื้อ 06/03/2013 10:15**

#	Products	Type	Unit Price	QTY	Sub Total
1	The Amazing Spider-Man ตี อะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน	DVD	210.0 ฿	1	210.0
2	The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	DVD	237.5 ฿	2	475.0
<b>Total (Bath)</b>					685.0
วิธีการจัดส่ง : <input checked="" type="radio"/> ส่งทางไปรษณีย์ (ค่าจัดส่ง 30 บาท)					
<input type="text" value="10/68 หมู่ 11 ถ.บางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260"/>					30.00
<b>Total Price (Bath)</b>					<b>715.0</b>

Continue Shopping
Back to Edit Cart
 Confirm Order

รูปที่ 4.42 หน้าสรุปรายการสั่งซื้อของโปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในส่วนหน้าร้านนอกจากลูกค้าจะสั่งซื้อสินค้าต่าง ๆ ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ได้แล้ว ยังสามารถแจ้งการชำระเงิน ตรวจสอบสถานะการจัดส่งสินค้า สถานะการชำระเงิน และประวัติของรายการสั่งซื้อที่ลูกค้าเคยสั่งซื้อไปแล้วได้ รวมถึงแก้ไขประวัติส่วนตัวของลูกค้าเองได้

- ส่วนหลังร้าน

**WELCOME TO TAKE HOME MOVIES SHOP BACK OFFICE**



เข้าสู่ระบบ

Username

Password

Branch

Login

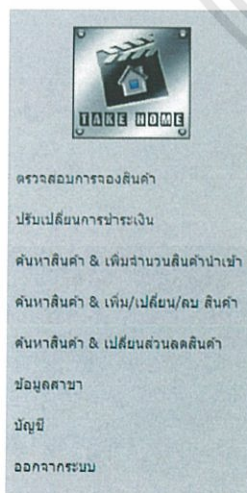
Copyright © iAT. All Rights Reserved. Developed by Arm & Toon.

This website is a part of Project IIT subject. It is not really website.

Department of Computer Engineering , Faculty of Engineering , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

รูปที่ 4.43 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน

ส่วนหลังร้านสำหรับให้พนักงานหรือเจ้าของร้านตรวจสอบรายการสั่งซื้อ รายการชำระเงิน ปรับปรุงข้อมูลสินค้าต่าง ๆ ภายในร้าน และข้อมูลอื่น ๆ ทั้งหมดของร้าน



Take Home Movies Shop Back Office



ปรับเปลี่ยนการชำระเงิน

เลขที่ใบสั่งซื้อ

Sort by: ใบสั่งซื้อ

เลขที่ใบสั่งซื้อ	วันที่สั่งซื้อ	สาขาที่สั่งซื้อ	ราคารวม	สถานะ	การชำระเงิน
642	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	201.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
641	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	330.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
563	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	210.5	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
481	23 กุมภาพันธ์ 2556	สำนักงานใหญ่	1824.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
2	22 พฤศจิกายน 2555	สำนักงานใหญ่	220.0	FINISHED	ยืนยันแล้ว
1	21 พฤศจิกายน 2555	สำนักงานใหญ่	470.0	FINISHED	ยืนยันแล้ว

รูปที่ 4.44 ส่วนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่ใช้การประมวลผลทรานแซกชันในส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วทดลองใช้งานได้ผลลัพธ์ดังนี้

#### 4.9.2 คุณสมบัติความเป็นหนึ่งเดียว

โปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ใช้งานทรานแซกชันในส่วนของการซื้อสินค้าต่าง ๆ ผ่านเว็บไซต์ของหน้าร้าน เมื่อลูกค้าเข้าสู่ระบบและเริ่มเลือกสินค้าใส่ในตะกร้าสินค้า โปรแกรมจะทำการเปิดทรานแซกชันแล้วจึงเพิ่มข้อมูลสินค้าที่ลูกค้าเลือกลงในฐานข้อมูล จากนั้นเมื่อลูกค้าเลือกซื้อสินค้าใส่ในตะกร้าเรียบร้อยแล้ว แล้วกดยืนยันการสั่งซื้อ (Confirm Order) ถือเป็นคำสั่งสุดท้ายของทรานแซกชัน โปรแกรมจะทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยส่งคอมมิท แสดงว่าลูกค้าสั่งซื้อสินค้าเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลการสั่งซื้อจะถูกเก็บลงฐานข้อมูล และทุก ๆ การสั่งซื้อสินค้าครั้งใหม่โปรแกรมจะสั่งให้เริ่มทำทรานแซกชันเสมอ แต่หากลูกค้าเลือกสินค้าใส่ในตะกร้าแล้วไม่ทำการยืนยันการสั่งซื้อ ต่อมาลูกค้าออกจากระบบไป ทรานแซกชันที่เกิดขึ้นถือว่าล้มเหลวทำงานไม่สำเร็จ ระบบฐานข้อมูลจึงทำการยกเลิกทรานแซกชันนั้นให้อัตโนมัติ ทำให้ข้อมูลการเลือกซื้อสินค้าใส่ในตะกร้าของลูกค้าถูกยกเลิกไปเสมือนว่าลูกค้าไม่เคยทำรายการใด ๆ เลย

#### 4.9.3 คุณสมบัติความสอดคล้อง

โปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ได้มีการตั้งค่ากฎทางธุรกิจต่าง ๆ บนระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อให้ระบบจัดการฐานข้อมูลคอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้ถูกต้องตามกฎที่ตั้งไว้ เช่น การสั่งซื้อสินค้าหากสั่งซื้อเกิดจำนวนสินค้าที่มีในร้านจะไม่สามารถสั่งซื้อได้ ซึ่งเขียนกฎโดยใช้ทริกเกอร์ ดังนี้

#### โปรแกรมที่ 4.10 ทริกเกอร์ตรวจสอบการสั่งซื้อสินค้าห้ามเกินจำนวนสินค้าที่มีในร้าน

```

create trigger ORDER.REMAIN1
before update of status on CLOUD.PURCHASE
referencing new as N old as O
for each row
begin atomic
DECLARE branch INT;
DECLARE remainitem INT;
IF N.status = 'COMMIT' THEN
    set branch = (select branch_idbranch from cloud.purchase where
idpurchase=O.idpurchase);
    FOR order_cursor AS select product_barcode,number from
cloud.order where purchase_idpurchase=O.idpurchase DO
        set remainitem = (select remain from cloud.item where
branch_idbranch=branch and
product_barcode=order_cursor.product_barcode);
        IF remainitem< order_cursor.number THEN
            signal SQLSTATE '01111' set MESSAGE_TEXT='NO
STOCK';
        END IF;
    END FOR;
END IF;
end

```

จากโปรแกรมที่ 4.10 ทริกเกอร์จะเริ่มทำงานเมื่อลูกค้ายืนยันการสั่งซื้อ โดยก่อนที่โปรแกรมจะยืนยันการสั่งซื้อ จะทำการตรวจสอบจำนวนสินค้าแต่ละรายการที่ลูกค้าสั่งซื้อของสาขานั้น ๆ ว่าคงเหลือพอให้ลูกค้าสั่งซื้อได้หรือไม่ หากมีรายการสินค้าใดคงเหลือน้อยกว่ายอดที่ลูกค้าสั่งซื้อ ระบบฐานข้อมูลจะมีการส่งสัญญาณมาแจ้งเตือนว่าไม่สามารถทำการสั่งซื้อได้

#### 4.9.4 คุณสมบัติความโดดเด่น

โปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นได้ใช้ระดับไอโซเลชันในส่วนต่าง ๆ ตามที่ออกแบบไว้ในตารางที่ 3.1 และเมื่อได้ทดลองเหตุการณ์ที่อาจทำให้เกิดปัญหาพบว่าไม่เกิดปัญหาตามตารางที่ 3.1 ข้อใด ๆ แล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- หากมีพนักงานสองคนทำการอ่านข้อมูลรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้ารายการเดียวกันมาพร้อมกัน ซึ่งสถานะการชำระเงินที่อ่านได้ คือ ยังไม่ชำระเงิน แล้วพนักงานคนแรกทำการเปลี่ยนสถานะการชำระเงินของลูกค้าจากยังไม่ชำระเงินเป็นชำระเงินแล้ว สินค้าในคลังจะถูกตัดตามจำนวนที่สั่งในรายการนั้น แล้วต่อมาพนักงานคนที่สองเปลี่ยนสถานะการชำระเงินเป็นชำระเงินแล้วบ้าง จะทำให้สินค้าในคลังถูกตัดตามจำนวนที่สั่งในรายการนั้นซ้ำอีกครั้ง ส่งผลให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อนและผิดพลาด ซึ่งปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้น เพราะถ้าหากพนักงานสองคนอ่านข้อมูลรายการสั่งซื้อเดียวกันมาพร้อมกัน พนักงานทั้งสองคนจะไม่สามารถเปลี่ยนสถานะการชำระเงินของรายการสั่งซื้อนั้นได้

เนื่องจากใช้ไอโซเลชันระดับรีดสเทบิลิตี เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

- ถ้าพนักงานแก้ไขข้อมูลราคาสินค้าในร้านอยู่ แต่ยังไม่ได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง แล้วขณะนั้นลูกค้าทำการเลือกซื้อสินค้าอยู่แล้วเห็นว่าสินค้านั้นราคาถูกจึงสั่งซื้อ แต่ต่อมาพนักงานพบว่าราคาสินค้าที่แก้ไขไปนั้นผิดพลาดจึงยกเลิกการแก้ไขไป ทำให้ลูกค้าเห็นราคาสินค้าที่ผิดพลาด ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้จะไม่เกิดขึ้นกับโปรแกรมร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ที่ได้พัฒนาขึ้น เพราะถ้าพนักงานแก้ไขข้อมูลสินค้าใด ๆ อยู่ ลูกค้าจะเห็นข้อมูลล่าสุดที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้วเท่านั้น เนื่องจากใช้ระดับไอโซเลชันเป็นเคอร์เซอร์สเตบิลิตี ในส่วนของการอ่านข้อมูลสินค้าต่าง ๆ จากร้านค้า เพื่อป้องกันปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่ไม่ได้รับการยืนยัน
- หากมีพนักงานคนหนึ่งกำลังรวมยอดสินค้าทั้งหมดภายในร้านอยู่ แล้วขณะนั้นมีพนักงานคนที่สองทำการเพิ่มจำนวนสินค้าในร้าน ส่งผลให้พนักงานคนแรกได้ยอดรวมสินค้าทั้งหมดภายในร้านที่เกินยอดจริงไป ซึ่งเหตุการณ์นี้จะไม่เกิดขึ้น เพราะถ้าพนักงานคนแรกทำงานรวมยอดสินค้าทั้งหมดภายในร้านอยู่ พนักงานคนที่สองจะไม่สามารถทำการเพิ่มจำนวนสินค้าเข้าในขณะนั้นได้ เนื่องจากใช้ไอโซเลชันระดับรีดสเทบิลิตี เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง
- ถ้ามีพนักงานคนหนึ่งทำการรวมยอดขายของร้านในเดือนนี้อยู่ แล้วขณะนั้นมีลูกค้าทำการสั่งซื้อสินค้าเพิ่ม ส่งผลให้ยอดขายที่รวมในขณะนั้นผิดพลาด ซึ่งปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากใช้ไอโซเลชันระดับรีพเทเบิลรีด เพื่อป้องกันปัญหาปรากฏการณ์เงา

#### 4.10 การใช้งานการประมวลผลทรานแซกชันในโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรภาพยนตร์

##### 4.10.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรภาพยนตร์

จากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.8 ถึงลักษณะการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ โดยพื้นฐานการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ระบบซื้อและจองบัตรภาพยนตร์นั้น จะสามารถแบ่งการทำงานหลัก ๆ ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ การตรวจสอบรอบฉายและเข้าใช้งานผ่านการยืนยันตัวตนของพนักงาน, การแสดงผลภาพที่นั่งในโรงภาพยนตร์และการจองหรือซื้อบัตรชมภาพยนตร์ สุดท้ายจะเป็นการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจองหรือซื้อบัตรชมภาพยนตร์ โดยเมื่อจบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือ ผู้ใช้หรือลูกค้าจะได้รับบัตรชมภาพยนตร์และข้อมูลภายในฐานข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่นั่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของลูกค้าอย่างแน่นนอน ไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการจองใด ๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเกิดจากระบบเกิดความผิดพลาดระหว่างการจองหรือซื้อบัตร หรือเกิดการจองที่นั่งซ้ำซ้อนในเวลาเดียวกัน เพราะความถูกต้องทุกอย่างถูกควบคุมด้วยการประมวลผลทรานแซกชันรวมถึงความปลอดภัยทั้งสิ้น

รูปที่ 4.45 การแสดงรอบฉายของโปรแกรมประยุกต์

จากรูปที่ 4.45 จะเป็นการแสดงรอบฉายต่าง ๆ ภายที่วันที่กำหนด โดยหากเป็นผู้ใช้หรือลูกค้า จะสามารถเข้าถึงส่วนนี้และสามารถดูข้อมูลรอบฉายได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถคำนวณเวลาการจองหรือซื้อบัตรชมภาพยนตร์ของลูกค้าได้ตามต้องการ แต่หากเป็นพนักงานร้านจะสามารถเข้าใช้งานผ่านรหัสของพนักงาน ซึ่งจะทำให้พนักงานสามารถดูข้อมูลที่นั่งต่าง ๆ ภายในรอบภาพยนตร์ได้

เมื่อพนักงานเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วจะสามารถกดเลือกรอบฉายแต่ละรอบเพื่อเข้าไปทำรายการจองหรือซื้อบัตรชมภาพยนตร์ได้ โดยลักษณะของการจัดที่นั่งจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการจัดการของโรงภาพยนตร์ในแต่ละโรง

**Hansel and Gretel: Witch Hunters** นักล่าแม่มดพันธุ์ดิบ

Theater no. : Theater 1


Date : 24 กุมภาพันธ์ 2556      Showtime : 12:30


Screen : DIGITAL      Language : EN/TH


Rate : PG-13

จอภาพยนตร์

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
M	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
L	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
K	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
J	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
I	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
H	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
G	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
F	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
E	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
D	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
C	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple
B	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple
A	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple
VP	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

 VIP 300 บาท

 Honeymoon 180 บาท

 Normal 150 บาท

จองบัตรชมภาพยนตร์

ซื้อบัตรชมภาพยนตร์

รูปที่ 4.46 การเลือกที่นั่งในโรงภาพยนตร์ของโปรแกรมประยุกต์

จากรูปที่ 4.46 เป็นการแสดงที่นั่งในโรงภาพยนตร์ของโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งจะแสดงสถานะของที่นั่งในแต่ละที่ โดยหากเป็นที่นั่งว่าง พนักงานสามารถจะเลือกที่นั่งนั้นได้ แต่หากมีรูปคนอยู่แล้ว พนักงานจะไม่สามารถเลือกที่นั่งซ้ำได้ โดยภาพของคนก็จะแสดงสถานะออกมาด้วย ซึ่งหากมีตัวอักษรอาร์ (R) แสดงว่าที่นั่งนั้นถูกจองไว้ แต่อาจจะมีการยกเลิกได้ในภายหลังเมื่อผู้จองไม่ได้มาซื้อบัตรภายในเวลาที่กำหนด หากไม่มีตัวอักษรใด ๆ แสดงว่าที่นั่งนั้นถูกซื้อแล้วโดยสมบูรณ์ ส่วนที่นั่งที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมายถูก แสดงถึงที่นั่งที่พนักงานกำลังเลือกอยู่ เมื่อทำการเลือกที่นั่งต่าง ๆ แล้ว ก็จะเป็นการเลือกที่จะทำการจองหรือซื้อเพื่อตกลง

### สรุปผลการซื้อ/จองบัตรชมภาพยนตร์

เลขที่ใบสั่งซื้อ : 281

วันเวลาจอง/ซื้อ : 03/03/2013 15:05 สถานะ : PURCHASE

รายการ		ราคา
ภาพยนตร์เรื่อง : Hansel and Gretel: Witch Hunters นักล่าแม่มดพันธุ์ดิบ		
โรงภาพยนตร์ที่ : 1 เลขที่นั่ง : B07		180.0 บาท
วันที่ฉาย : 24/02/2013 รอบฉาย : 12:30 น.		
ภาพยนตร์เรื่อง : Hansel and Gretel: Witch Hunters นักล่าแม่มดพันธุ์ดิบ		
โรงภาพยนตร์ที่ : 1 เลขที่นั่ง : B08		180.0 บาท
วันที่ฉาย : 24/02/2013 รอบฉาย : 12:30 น.		
ภาพยนตร์เรื่อง : Hansel and Gretel: Witch Hunters นักล่าแม่มดพันธุ์ดิบ		
โรงภาพยนตร์ที่ : 1 เลขที่นั่ง : B09		180.0 บาท
วันที่ฉาย : 24/02/2013 รอบฉาย : 12:30 น.		
ราคารวม		540.0 บาท

 กลับหน้าหลัก

#### รูปที่ 4.47 แสดงผลลัพธ์ของการเลือกซื้อที่นั่งของโรงภาพยนตร์

และส่วนสุดท้ายจะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของการเลือกซื้อที่นั่งของพนักงาน ซึ่งเปรียบเสมือนบัตรชมภาพยนตร์ที่สามารถพิมพ์ให้กับลูกค้าได้ทันที โดยหากการจองหรือซื้อบัตรชมภาพยนตร์แสดงผลลัพธ์แล้ว มั่นใจได้ทันทีว่าบัตรชมภาพยนตร์ของลูกค้าจะไม่เกิดความผิดพลาดใด ๆ ขึ้น เพราะความถูกต้องได้ถูกควบคุมไว้ด้วยการประมวลผลทรานแซกชันทั้งหมดแล้ว

#### 4.10.2 การทำงานของการประมวลผลทรานแซกชันกับโปรแกรมประยุกต์

จากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ โปรแกรมประยุกต์นี้ได้รับการควบคุมความถูกต้องของข้อมูลภายในฐานข้อมูลไว้อย่างครบถ้วน ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่า จะไม่เกิดความผิดพลาดใด ๆ ขึ้นไม่ว่าจะเกิดจากตัวโปรแกรมประยุกต์ ระบบจัดการฐานข้อมูลที่อยู่บนคลาวด์ หรือจะเกิดจากระบบเครือข่ายก็ตามที โดยลักษณะการนำทรานแซกชันมาประยุกต์เข้ากับโปรแกรมประยุกต์นั้น จะป้องกันเหตุการณ์หลัก ๆ สองเรื่องได้แก่

- 1) การเกิดความผิดพลาดต่าง ๆ ระหว่างการทำรายการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ โดยการป้องกันความผิดพลาดนี้จะใช้หลักการของความเป็นหนึ่งเดียวเข้ามาช่วย โดยเมื่อเริ่มทำรายการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์นั้น จะเป็นการเริ่มต้นทรานแซกชัน และจะสิ้นสุดทรานแซกชันเมื่อโปรแกรมประยุกต์ได้แสดงผลลัพธ์ของบัตรชมภาพยนตร์ที่ได้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การซื้อหรือจองไว้แล้ว โดยหากมีข้อผิดพลาดใด ๆ เกิดขึ้นระหว่างทรานแซกชัน ตามความสามารถของความเป็นหนึ่งเดียว จะทำให้ทรานแซกชันทั้งหมดถูกยกเลิก ซึ่งมีผลให้การทำงาน (operation) ต่าง ๆ ที่เกิดกับระบบฐานข้อมูลถูกยกเลิก เสมือนกับว่าไม่เคยเกิดการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ใด ๆ มาก่อนเลย

- 2) จากภาพการแสดงที่นั่งต่าง ๆ ในโรงภาพยนตร์นั้น จะเห็นได้ว่าการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ในเวลาเดียวกันหรือในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน พนักงานจะมองเห็นสถานะของเก้าอี้เหมือนกัน และหากการซื้อหรือจองบัตรในครั้งนั้น มีการเลือกเก้าอี้ที่เหมือนกัน หรือมีการทับซ้อนกันเกิดขึ้น อาจเกิดการซื้อหรือจองที่ซ้ำซ้อนกันขึ้นมาได้ ปัญหาชนิดนี้เป็นปัญหาที่เรียกว่า ปัญหาการปรับปรุงข้อมูลที่สูญหาย ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งตัวโปรแกรมประยุกต์ได้พัฒนาให้นำเอาคุณสมบัติความโดดเด่นของทรานแซกชันมาใช้ งาน โดยโปรแกรมประยุกต์จะทำการกำหนดค่าระดับไอโซเลชันอยู่ในระดับรีดิสเตบิลิตี้ เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้มั่นใจได้ว่า ผลลัพธ์สุดท้ายของการซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์นั้นจะไม่มีผิดพลาดใด ๆ เกิดขึ้น

#### โปรแกรมที่ 4.11 การซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์โดยป้องกันปัญหาการปรับปรุงข้อมูลสูญหาย

```
Update app2.chair set ticketorder_idticketorder=1 where
showtime_idshowtime=1 and seat_seat_number='B07' and
ticketorder_idticketorder is null with RS
```

โปรแกรมที่ 4.11 แสดงคำสั่งการเปลี่ยนแปลงการกำหนดผู้ซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ที่ตารางแชร์ (chair) โดยเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่ง โชว์ทาร์ม (showtime) คือ 1 และที่นั่งคือ บี07 (B07) โดยที่นั่งนั้นต้องไม่มีผู้ใดทำการซื้อหรือจองอยู่ (is null) โดยจากโปรแกรมจะเห็นได้ว่า แม้ว่าจะมีการตรวจสอบค่าผู้ที่ทำการซื้อหรือจองบัตรก่อนทำการเปลี่ยนแปลงค่าแล้ว แต่ก็ยังมีโอกาสที่จะเกิดการปรับปรุงข้อมูลที่พร้อมกันอยู่ เพราะคำสั่งเปลี่ยนแปลงนี้ จะสามารถแบ่งย่อยออกเป็นได้อีกสองคำสั่งภายในคือ การอ่าน (read) เพื่อตรวจสอบค่าก่อน และเขียน (write) เปลี่ยนกำหนดค่า ทำให้ยังคงเกิดปัญหาการปรับปรุงข้อมูลสูญหายอยู่ แต่จากโปรแกรมที่ จะเห็นได้ว่าโปรแกรมประยุกต์นี้ได้กำหนดค่าระดับไอโซเลชันไว้ด้วย คือคำสั่ง วิทอาร์เอส (with RS) ซึ่งหมายความว่า ให้ระบบจัดการฐานข้อมูลทำงานคำสั่งนี้ด้วยระดับไอโซเลชัน รีดิสเตบิลิตี้ และด้วยระดับไอโซเลชันนี้ จะทำให้มั่นใจได้ว่าการปรับปรุงข้อมูลนั้น จะได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่มีความถูกต้องสูงสุดอยู่เสมอ และทำให้โปรแกรมประยุกต์การซื้อหรือจองบัตรชมภาพยนตร์ ไม่เกิดปัญหาการปรับปรุงข้อมูลสูญหายในเหตุการณ์นี้อย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

จากการศึกษาและทดลองใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุในระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง รวมถึงทดสอบขีดความสามารถของการประมวลผลทรานแซกชัน พบว่าพื้นฐานการใช้งานต่าง ๆ ของระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุในระบบคลาวด์ไม่ต่างจากการใช้งานตีปีทุบนเซิร์ฟเวอร์ปกติ โดยสามารถใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ตีปีทุมิให้ได้ รวมถึงเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบฐานข้อมูลตีปีทุปกติก็สามารถนำไปใช้งานกับตีปีทุในระบบคลาวด์ได้เช่นกัน เพียงแต่การใช้งานตีปีทุบนคลาวด์มีข้อได้เปรียบในเรื่องจัดการในด้านต่าง ๆ ทั้งการติดตั้งรวมถึงการบำรุงรักษาที่ระบบคลาวด์คอมพิวติ้งมอบให้ นอกจากนี้เมื่อได้ทดสอบขีดความสามารถของการประมวลผลทรานแซกชันกับระบบฐานข้อมูลตีปีทุบนคลาวด์แล้วพบว่า สามารถรองรับการใช้งานคุณสมบัติของทรานแซกชันทั้ง 4 ข้อได้อย่างครบถ้วน ทั้งในเรื่องของความเป็นหนึ่งเดียว, ความสอดคล้อง, ความโดดเดี่ยว และความคงทน เช่นเดียวกับที่ตีปีทุบนเซิร์ฟเวอร์สามารถทำได้ ซึ่งทำให้ผู้ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์โดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุบนคลาวด์ สามารถเลือกใช้งานคุณสมบัติของทรานแซกชันด้านต่าง ๆ ได้เสมือนกับการใช้งานตีปีทุบนเซิร์ฟเวอร์ปกติ

การใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลตีปีทุบนคลาวด์ ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้บริการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์และรุ่นต่าง ๆ รวมถึงขนาดของทรัพยากรที่ใช้งานได้ตามความต้องการ ซึ่งผู้ให้บริการคลาวด์จะจัดสรรทรัพยากรให้ผู้ใช้งานตามที่ร้องขอได้ทันที ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องเสียเวลาในการติดตั้งระบบใหม่ รวมถึงไม่ต้องดูแลเรื่องการบำรุงรักษาระบบ เนื่องจากผู้ให้บริการคลาวด์จะดูแลเองทั้งหมด ในด้านค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ปกติ พบว่าการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่ามาก เพราะระบบคลาวด์คอมพิวติ้งมีรูปแบบของการจ่ายค่าบริการตามที่ใช้ และผู้ใช้งานยังสามารถขอเพิ่มหรือลดขนาดของทรัพยากรที่ใช้ได้ตามความต้องการ ช่วยลดค่าใช้จ่ายส่วนของทรัพยากรที่เกินความจำเป็น รวมถึงค่าติดตั้งและบำรุงรักษาระบบให้พร้อมใช้งานด้วย ในด้านความยืดหยุ่น ระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์มีให้เลือกใช้งานหลากหลายผลิตภัณฑ์และหลากหลายรุ่น แต่ละรุ่นก็จะมีความสามารถที่แตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังมีเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์มากมาย รวมถึงเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนคลาวด์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขีดความสามารถของการประมวลผลที่ต่างกันกับดีพีทูนคลาวด์นั้น สามารถทำงานได้เช่นเดียวกับระบบจัดการฐานข้อมูลดีพีทูนเซิร์ฟเวอร์ปกติ โดยผู้ใช้สามารถประยุกต์คุณสมบัติต่าง ๆ ของทรานแซกชันเข้ากับโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้ใช้พัฒนาขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูลได้ โดยการตั้งค่าและใช้งานคุณสมบัติต่าง ๆ ของทรานแซกชันกับดีพีทูนคลาวด์ สามารถตั้งค่าได้เหมือนกับการใช้งานดีพีทูนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งหากผู้ใช้มีความรู้ในเรื่องคำสั่งต่าง ๆ ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับดีพีทูนคลาวด์ได้ทันที นอกจากการประมวลผลที่ต่างกันแล้ว ในเรื่องความปลอดภัยของฐานข้อมูลสำหรับดีพีทูนคลาวด์ ก็สามารถตั้งค่าและใช้งานความปลอดภัยได้เหมือนกับการใช้งานดีพีทูนเซิร์ฟเวอร์เช่นกัน

โดยหลังจากการศึกษาและทดลองแง่มุมต่าง ๆ สำหรับการใช้งานระบบฐานข้อมูลดีพีทูนคลาวด์สามารถสรุปได้ว่า ระบบจัดการฐานข้อมูลดีพีทูนคลาวด์นั้น มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงกว่าการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลดีพีทูนเซิร์ฟเวอร์ปกติ แต่ยังคงขีดความสามารถต่าง ๆ ที่ดีพีทูนมีให้ได้อย่างครบถ้วน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมั่นใจได้ว่าการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลดีพีทูนคลาวด์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ในทุกด้าน และยังคงไว้ซึ่งความสามารถในการทำงานเช่นเดียวกับระบบจัดการฐานข้อมูลดีพีทูนเซิร์ฟเวอร์ด้วย

## 5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาในการทำโครงการครั้งนี้มีดังนี้

- 1) ระบบฐานข้อมูลแบบคลาวด์ดีพีทูนเป็นระบบที่ไม่ได้เปิดให้ใช้งานฟรี และไม่มีให้ทดลองใช้ในประเทศไทย หากต้องการจะทดลองใช้งานจำเป็นที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานด้วยเช่นกัน จึงต้องหาแนวทางอื่นเพื่อจะได้ทดสอบและใช้งานโดยลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด และพบว่าระบบคลาวด์ของบริษัทไอบีเอ็มมีให้ทดลองใช้งานในหลายประเทศทั่วโลก และยังมีบริการเปิดให้ทดลองใช้งานฟรีเป็นเวลา 90 วัน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก เพราะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายไปได้ส่วนหนึ่ง และสามารถเริ่มทดลองการตั้งค่าระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้อย่างไม่ต้องกังวลถึงค่าใช้จ่ายใด ๆ
- 2) การใช้งานฐานข้อมูลในระบบคลาวด์เป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่ค่อยเป็นที่รู้จัก การค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ยังคงมีอยู่น้อย นอกจากนั้นยังต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้การจะทำงานต่าง ๆ ในระบบคลาวด์นั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาขั้นตอนวิธีการใช้งานอย่างละเอียด รวมทั้งควรวางแผนและทดลองใช้งานอย่างรอบคอบ จึงจะสามารถใช้งานระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องและไม่มีปัญหา

- 3) ระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำงานแตกต่างกันไป การตั้งค่าหรือคำสั่งที่ใช้งานต่าง ๆ จึงแตกต่างกันด้วยขึ้นอยู่กับระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละชนิดที่เลือกใช้ จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการตั้งค่าและคำสั่งต่าง ๆ ตามระบบจัดการฐานข้อมูลที่เลือกใช้ให้เข้าใจก่อนการใช้งาน
- 4) การใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลตีปัญหาแบบคลาวด์ส่วนใหญ่จะทำงานบนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ดังนั้นการติดต่อหรือการปฏิบัติงานใด ๆ บนระบบปฏิบัติการ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการใช้งานระบบปฏิบัติการนั้น ๆ ด้วย จึงจะสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ
- 5) การประมวลผลทรานแซกชันถือเป็นอีกสาขาหนึ่งของวิชาการระบบฐานข้อมูล มีความละเอียดอ่อนและลึกซึ้ง ผู้ศึกษาควรทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎีของทรานแซกชันให้ชัดเจนก่อนจะเริ่มทดสอบการประมวลผลทรานแซกชันบนระบบจัดการฐานข้อมูลใด ๆ เพื่อไม่ให้เกิดผลการทดลองที่ผิดพลาด ซึ่งเกิดมาจากความไม่รู้ของผู้ทดลอง
- 6) ระบบฐานข้อมูลเป็นระบบที่มีผู้พัฒนาหลากหลาย ดังนั้นแหล่งข้อมูลจึงมีความหลากหลายด้วยเช่นกัน ทำให้อาจมีการใช้คำศัพท์ต่าง ๆ ในแง่ที่แตกต่างกันออกไป ผู้ศึกษาควรเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ศึกษาอย่างระมัดระวัง และตีความเนื้อหาให้ถูกต้องตรงตามทฤษฎีเพื่อไม่ให้เกิดผลการทดลองที่ผิดพลาด
- 7) การใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์นั้นจำเป็นต้องติดต่อผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งถ้าระบบเครือข่ายไม่สามารถใช้งานได้ ก็จะไม่สามารถใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์ได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นผู้ศึกษาควรวางแผนให้รอบคอบก่อนการทำงานหรือการทดลองใด ๆ เพื่อที่จะสามารถค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นได้ว่าเกิดจากสาเหตุของระบบเครือข่าย หรือเกิดจากสาเหตุของผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ตัวเอง
- 8) ระบบจัดการฐานข้อมูลตีปัญหามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละรุ่น แต่ละประเภทก็มีความสามารถในการทำงานด้านต่าง ๆ แตกต่างกันไป ผู้ศึกษาจึงควรเลือกศึกษาให้ตรงตามรุ่นและประเภทที่เลือกใช้งาน จึงจะสามารถใช้งานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

### 5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ระบบจัดการฐานข้อมูลตีปัญหาในระบบคลาวด์มีความสามารถมากมาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ได้หลากหลาย จึงอาจศึกษาและนำไปพัฒนาต่อได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ศึกษาและพัฒนาระบบการเคลื่อนย้ายฐานข้อมูลจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปยังผลิตภัณฑ์อื่น เนื่องจากในระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์มีระบบจัดการฐานข้อมูลให้ผู้ใช้งานเลือกใช้อย่างหลากหลาย สามารถเปลี่ยนจากระบบของผลิตภัณฑ์หนึ่งมาเป็นระบบอื่นได้อย่างง่ายดาย
- 2) ศึกษาและพัฒนาการใช้งานระบบฐานข้อมูลที่มีความพร้อมในการใช้งานสูง (High Availability) เพื่อให้สามารถใช้งานระบบฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ควบคู่ไปกับการใช้งานระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์ โดยอาจจะเป็นในลักษณะของระบบจัดการฐานข้อมูลแบบกระจาย (Distributed Database) หรือแบบอื่นตามแต่ความสามารถที่ต้องการ
- 3) ศึกษาและพัฒนาในเรื่องความปลอดภัยระหว่างเครือข่ายในการติดต่อระหว่างผู้ใช้และระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์ เพราะยังคงเป็นเรื่องที่ต้องพึงระวังในการใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์ด้วยเช่นกัน
- 4) ศึกษาและพัฒนาเทคนิคการเลือกทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมและเพียงพอกับการใช้งานต่าง ๆ ของระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์ รวมถึงผลิตภัณฑ์ระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและตรงตามความต้องการให้มากที่สุด
- 5) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลแบบคลาวด์ที่ไม่ขึ้นกับผลิตภัณฑ์ใด สามารถใช้งานได้กับระบบจัดการฐานข้อมูลทุกแบบโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรม
- 6) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยบริหารจัดการฐานข้อมูลที่อยู่บนระบบคลาวด์

## บรรณานุกรม

- [1] Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. *Cloud Computing : Principles and Paradigms*. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- [2] IBM developerWorks, Cloud computing, Technical library. "Cloud computing fundamentals." [Online]. Available : <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-cloudintro/index.html>.
- [3] IBM developerWorks, Technical topics. "New to cloud computing?" [Online]. Available : <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/newto.html>.
- [4] C. J. Date, Colin J. White, Editor. *A guide to DB2*. 2nd Ed. Addison Wesley Longman Publishing Co. 1988.
- [5] IBM SmartCloud Enterprise. "IBM infrastructure as a service." [Online]. Available : <http://www-935.ibm.com/services/us/en/cloud-enterprise>.
- [6] IBM developerWorks, Technical topics. "IBM SmartCloud Enterprise." [Online]. Available : <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/devtest.html>.
- [7] Raul F. Chong, Ian Hakes, Rav Ahuja. *Getting Started with DB2 Express-C: Ideal for application developers and administrators*. 3rd Ed. IBM Corporation. 2009.
- [8] Sylvia Qi, Raul Chong. *DB2 9 DBA exam 731 prep, Part 6: High availability: Backup and recovery*. IBM Corporation. 2006.
- [9] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Database administration." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.container.doc/doc/c0052965.html>.
- [10] Roger E. Sanders. *DB2 9 Fundamentals exam 730 prep, Part 6: Data concurrency*. IBM Corporation. 2006.
- [11] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Database fundamentals." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.container.doc/doc/c0052964.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] Dimple Bhatia, Vinod Chirayath, Adam Faeth, Praveen Ghantasala, Hassi Norlen, Hardik Patel, Daniel Zilio. **Getting Started with IBM Data Studio for DB2 for Linux, UNIX, and Windows : Ideal for application developers and administrators.** 2nd Ed. IBM Corporation. 2012.
- [13] Neeraj Sharma, Liviu Perniu, Raul F. Chong, Abhishek Iyer, Chaitali Nandan, Adi-Cristina Mitea, Mallarswami Nonvinkere, Mirela Danubianu. **Database Fundamentals: Ideal for application developers and administrators.** 1st Ed. IBM Corporation. 2010.
- [14] Paolo Bruni, Mike Bracey, Rubina Goolamhussen, Ravikumar Kalyanasundaram, Bart Steegmans. **DB2 9 for z/OS: Resource Serialization and Concurrency Control.** 1st Ed. IBM Corporation. 2009.
- [15] Thomas Chong. **IBM® DB2® 9.7.4 Amazon® Machine Image (AMI) Get Started Guide.** Information Management Ecosystem Partnerships, IBM Toronto Lab. 2009.
- [16] IBM Corp. **IBM SmartCloud Enterprise Release 2.0: User's Guide.** IBM Corporation. 2010.
- [17] Abraham Silberschatz, Henry Korth, S. Sudarshan. **Database System Concepts.** 6th Ed. McGraw-Hill. 2010.
- [18] Graham G. Milne. **DB2 9 Fundamentals exam 730 prep, Part 2: Security.** IBM Corporation. 2006.
- [19] Mike Winer. "Currently Committed and other Lock Avoidance Enhancements." [Slide]. IDUG North America. 2010.
- [20] Ani Patel. "Locking and Concurrency Concept and Troubleshooting." [Slide]. IBM Corporation. 2010.
- [21] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Overview of the DB2 technical information." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.common.doc/doc/c0011568.html>.
- [22] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Product overviews." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.container.doc/doc/c0024220.html>.

- [23] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Database application development." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.container.doc/doc/t0024244.html>.
- [24] IBM DB2 Version 9.7 for Linux, UNIX, and Windows Information Center. "Database reference." [Online]. Available : <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/db2luw/v9r7/topic/com.ibm.db2.luw.container.doc/doc/c0055507.html>.



## ภาคผนวก ก

ก1 เว็บไซต์ของไอบีเอ็มที่เปิดให้ส่งคำขอเพื่อทดลองใช้คลาวด์ฟรี 90 วัน

developerWorks >

# Try IBM PureSystems. No charge.

Take advantage of built-in expertise, integration by design and a simplified experience.

Get started with the IBM SmartCloud-based trial or download the pattern development kit today.

Overview Develop **Try**

## See for yourself how IBM is revolutionizing IT

Discover for yourself the flexibility of expert integrated systems and the value of using repeatable, deployable, and proven patterns of expertise through two exclusive developer offerings.

Access the cloud-based trial (beta), powered by IBM SmartCloud Application Services. With minimal management you can quickly develop and test applications in a secure cloud environment. Or, download the Virtual Pattern Kit for Developers to leverage or extend IBM patterns locally on your own system.

### A 90-day, cloud-based trial (beta) powered by IBM SmartCloud Application Services

- Develop, test and deploy applications to the cloud with minimal resources
- Build innovative solutions quicker by using patterns of expertise that automate many tasks
- Engage your team and develop in a collaborative cloud-based environment

▶ What's in the cloud-based trial?

### IBM Virtual Pattern Kit for Developers

- Develop and test on your local computer using this self-contained kit.
- Extend the pre-built IBM patterns to meet your development needs or create your own custom patterns
- Promote your custom patterns in the IBM PureSystems Centre (limited to IBM Business partners)

▶ What's in the pattern development kit?

Download now

Share

### Extend the value

## PureSystems Centre

Easy access to PureSystems assets from a broad ecosystem, deployable in an efficient manner

→ IBM PureSystems Centre

### Take action

## Ready For PureSystems

รูปที่ ก1.1 หน้าเว็บไซต์ [www.ibm.com/developerworks/expert/try.html](http://www.ibm.com/developerworks/expert/try.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A 90-day, cloud-based trial (beta) powered by IBM SmartCloud Application Services**

- Develop, test and deploy applications to the cloud with minimal resources.
- Build innovative solutions quicker by using patterns of expertise that automate many tasks.
- Engage your team and develop in a collaborative cloud-based environment.

▼ **What's in the cloud-based trial?**

- **Service instances:**
  - Application Workload Services (patterns)
    - Web Application Pattern 1.0 and 2.0
    - IBM Transactional Database Pattern 1.1
    - IBM Data Mart Pattern 1.1
  - Collaborative Lifecycle Management
- **Software instances (64 bit only):**
  - WebSphere Application Server 7.0 and 8.0
  - DB2 Enterprise Edition 9.7
  - Rational Application Developer 8.0.4
- **5 virtual machines**
- **60 GB storage**

[Request an invite](#)

*IBM employees are not eligible.*  
[Supported countries](#)  
 Need to change the email address you submitted? [Contact us.](#)

รูปที่ ก1.2 รายละเอียดของระบบคลาวด์ของไอบีเอ็มที่ให้ทดลองใช้งานฟรี 90 วัน

## ก2 การใช้งานเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ (IBM SmartCloud Enterprise) เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการคลาวด์ในรูปแบบอินฟราสตรัคเจอร์ แอส อะ เซอร์วิสของบริษัทไอบีเอ็ม ซึ่งการจะใช้งานเว็บไซต์นี้ได้ต้องมีบัญชีผู้ใช้ที่ทำข้อตกลงใช้บริการคลาวด์แบบนี้กับไอบีเอ็มก่อน โดยหากส่งคำขอทดลองใช้งานคลาวด์ฟรี 90 วันจากเว็บไซต์ [www.ibm.com/developerworks/expert/try.html](http://www.ibm.com/developerworks/expert/try.html) ก็จะได้บัญชีผู้ใช้เพื่อทดลองใช้งานคลาวด์ในเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ได้

**IBM SmartCloud Enterprise**

Overview Control panel Account Support

**Sign in**  
Enter your User ID and password, and click **Submit** to sign in.

User ID:  (e.g. ,joe@us.ibm.com)

Password:

**Submit**

[→ Register](#) [→ Forgot password?](#)

**Product information**

[Learn more](#)

**Related links**

รูปที่ ก2.1 เว็บไซต์ [www.ibm.com/cloud/enterprise](http://www.ibm.com/cloud/enterprise)

---

**IBM SmartCloud Enterprise**

Overview Control panel Account Support

**Add an Instance to get started**

**Step 1**  
Click Add Instance and select an Image

**Step 2**  
View Image details and customize to your needs

**Step 3**  
Watch your instances provisioning and start managing

**Summary**

**Your account**

Active instances	0
Active storage units	0
Stored images	0

**Related links**

- IBM's official Cloud Computing site
- IBM SmartCloud Enterprise information
- Support community
- New to Cloud Computing?
- User's Guide

**Compiled notifications**

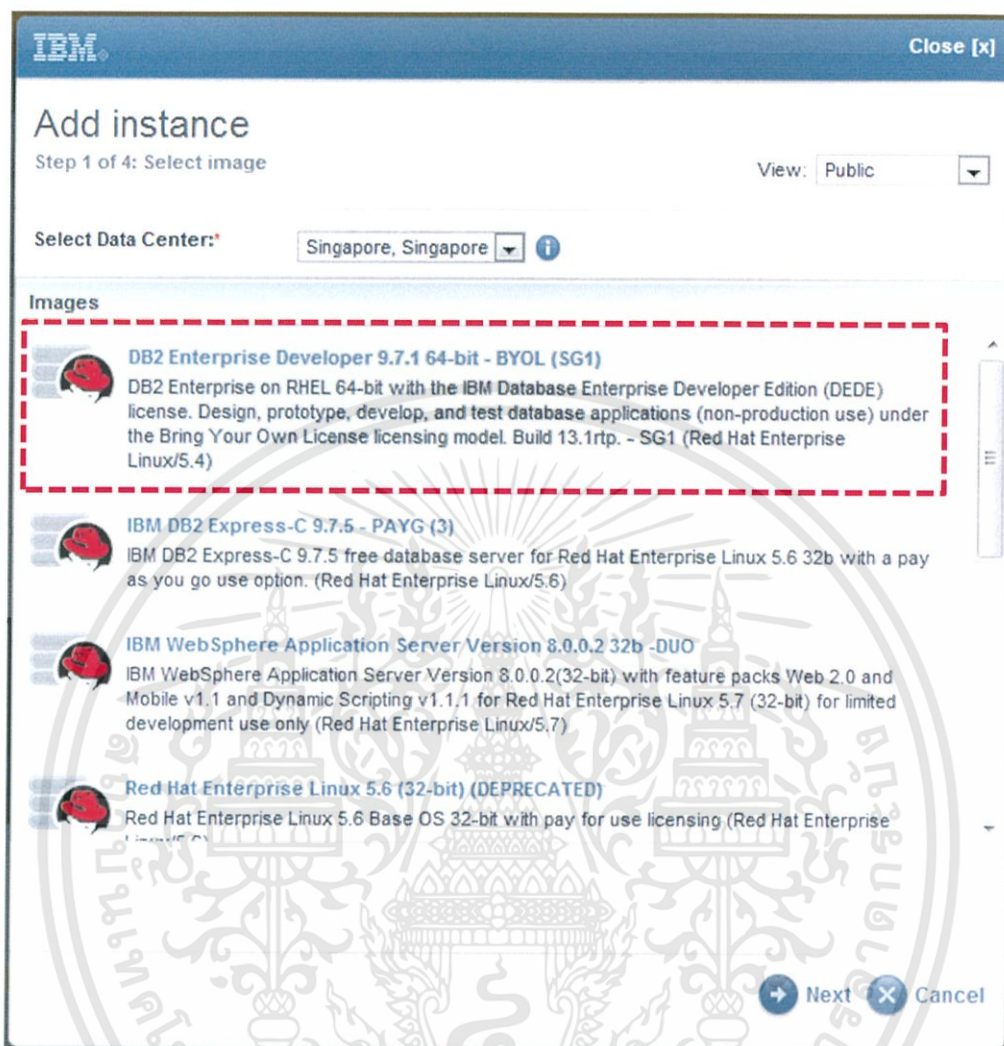
Type	Name	Notification	Date
You currently do not have any notifications.			

รูปที่ ก2.2 หน้าหลักเมื่อลงชื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### รูปที่ ก2.3 หน้าควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ (Instance) ในไอบีเอ็มสมาร์ตคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

ผู้ใช้บริการสามารถเลือกจัดการอินสแตนซ์ (ซึ่งก็คือเวอร์ชวลแมชชีน) ทำการเพิ่ม ลบ สั่งรีสตาร์ท หรือกำหนดหมายเลขไอพี (IP Address) ให้กับอินสแตนซ์ ในระบบคลาวด์ของไอบีเอ็มได้จากหน้าควบคุมการทำงาน (Control panel) ของเว็บไซต์ไอบีเอ็มสมาร์ตคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ ซึ่งเมื่อผู้ใช้บริการเลือกเพิ่มอินสแตนซ์ (Add instance) จะมีหน้าต่างรายการอินสแตนซ์ที่ให้ทดลองใช้งานฟรี ดังนี้



รูปที่ ก2.4 รายการอินสแตนซ์ที่มีให้ทดลองใช้ในไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดเลือกอินสแตนซ์ที่ต้องการเพิ่มแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังนี้

**IBM** Close [x]

## Add instance

Step 2 of 4: Configure image

**You selected: DB2 Enterprise Developer 9.7.1 64-bit - BYOL (SG1)**  
 DB2 Enterprise on RHEL 64-bit with the IBM Database Enterprise Developer Edition (DEDE) license. Design, prototype, develop, and test database applications (non-production use) under the Bring Your Own License licensing model. Build 13.1rtp. - SG1

Complete the fields below to configure your instance. Required fields are indicated with an asterisk (\*)

**Request name:** DB2 Test

**Quantity:** 1

**Server configuration:** Copper - 64 bit (vCPU: 2, RAM: 4 GiB, Disk: 60 GiB)

**Minimal local disk:**  Yes

**Expires on:** 2014 7 2

**Key:**  [Add Key](#)

**VLAN:** Public Internet

**Select IP:** system generated [How do I add an IP?](#)

**Virtual IP:** none [Add IP](#)

**Persistent disk:** [How do I add Storage?](#)

**Image ID:** 20020010

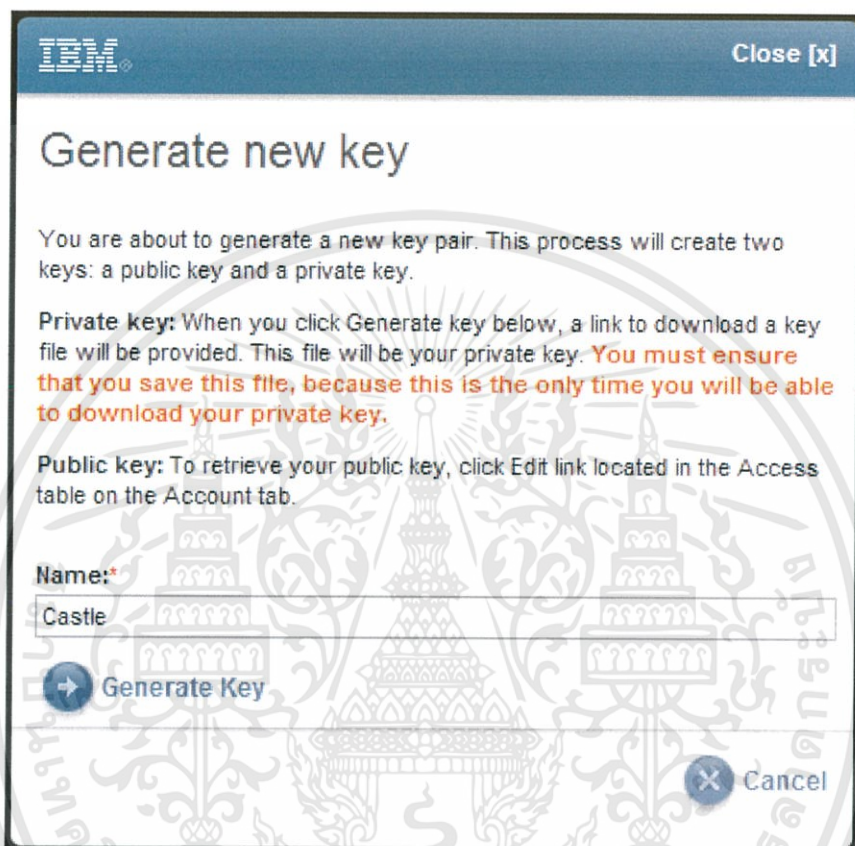
**Total price:** ฿ 22,307.1140

[Previous](#) [Next](#) [Cancel](#)

รูปที่ ก.2.5 หน้าต่างเลือกรายละเอียดและกำหนดค่าต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ที่ต้องการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดเพิ่มคีย์ (Add Key) เพื่อสร้างคีย์ใหม่ที่ใช้ในการติดต่อไปยังอินสแตนซ์ที่เพิ่มเข้ามาจะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ ก2.6 หน้าต่างสร้างคีย์คู่เพื่อใช้ในการติดต่อไปยังอินสแตนซ์แบบเข้ารหัสอย่างปลอดภัย

เมื่อสร้างคีย์และกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับอินสแตนซ์ที่ต้องการเพิ่มใหม่เรียบร้อยแล้ว จะมีหน้าต่างให้กำหนดค่ารหัสของบัญชีผู้ใช้งานฐานข้อมูลเริ่มต้นต่าง ๆ เนื่องจากอินสแตนซ์ตัวที่ต้องการเพิ่มเข้ามาใหม่เป็นอินสแตนซ์ของดีบีทู ดังนี้

**IBM** Close [x]

## Add instance

Step 2b of 4: Configure additional parameters

Complete the fields below to configure your instance. Required fields are indicated with an asterisk (\*).

**Instance owner (db2inst1) password:\***   
 db2inst1 password. Must contain at least 1 number, at least 1 lower case letter, and at least 1 upper case letter.

**Re-enter Password:\***

**Fenced user (db2fenc1) password:\***   
 db2fenc1 password. Must contain at least 1 number, at least 1 lower case letter, and at least 1 upper case letter.

**Re-enter Password:\***

**DAS user (dasadm1) password:\***   
 dasadm1 password. Must contain at least 1 number, at least 1 lower case letter, and at least 1 upper case letter.

**Re-enter Password:\***

รูปที่ ก2.7 หน้าต่างตั้งค่ารหัสสำหรับของบัญชีผู้ใช้งานเริ่มต้นของดีบีทูคลาวด์

เมื่อดังค่ารหัสเสร็จแล้วจะปรากฏหน้าต่างสรุปรายละเอียดต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ที่ต้องการ  
 เพิ่มใหม่ ดังนี้

**IBM** Close [x]

## Add instance

Step 3 of 4: Verify configuration

<b>Image Name:</b>	DB2 Enterprise Developer 9.7.1 64-bit - BYOL (SG1)
<b>Image Description:</b>	DB2 Enterprise on RHEL 64-bit with the IBM Database Enterprise Developer Edition (DEDE) license. Design, prototype, develop, and test database applications (non-production use) under the Bring Your Own License licensing model. Build 13.1rtp. - SG1
<b>Request name:</b>	DB2 Test
<b>Quantity:</b>	1
<b>Server configuration:</b>	Copper - 64 bit (vCPU: 2, RAM: 4 GiB, Disk: 60 GiB)
<b>Minimal local disk:</b>	false
<b>Expires on:</b>	2014 7 2
<b>Key:</b>	Castle
<b>Select IP:</b>	system generated
<b>Virtual IP:</b>	none
<b>VLAN:</b>	Public Internet
<b>Total price:</b>	US\$ 0.30 / UHR
<b>Instance owner (db2inst1) password</b>	*****
<b>Fenced user (db2fenc1) password</b>	*****
<b>DAS user (dasusr1)</b>	*****

← Previous Next → Cancel

รูปที่ ก2.8 หน้าต่างสรุปรายละเอียดต่าง ๆ ของอินสแตนซ์ก่อนทำการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะเข้าสู่หน้ายืนยันการเพิ่มอินสแตนซ์ดังกล่าว

**IBM** Close [x]

### Add instance

Step 4 of 4: place order

By clicking "Submit" below you are ordering a Services option under the terms of the current Agreement, including Attachments, between our companies. Contact your Account Administrator for information regarding the Agreement or use of the Services.

If you are ordering a Services option involving an Image, you understand and agree that the Agreement and applicable end user license agreements identified in the SC Terms (called "Terms.pdf" in the Public Asset Catalog) govern use of any Services Component software that is part of an Image. You may review SC Terms for the selected Image and its component SW Bundles by accessing the Public Asset Catalog.

I agree  I do not agree

← Previous
Submit →
Cancel ×

รูปที่ ก2.9 หน้าต่างยืนยันการเพิ่มอินสแตนซ์

เมื่อยืนยันการเพิ่มอินสแตนซ์แล้ว อินสแตนซ์นั้นจะอยู่ในสถานะร้องขอการใช้งาน (Requesting) เพื่อให้ทางระบบคลาวด์ของไอบีเอ็มเตรียมทรัพยากรของอินสแตนซ์นั้น ๆ ให้ และเมื่อเตรียมสำเร็จ อินสแตนซ์นั้นจะอยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน (Active) ดังนี้

Instances Images Storage Service Instances View asset catalog →

My instances

Filter:  → Add instance

Current filters: 1 You are currently using 1 of 5 available instances

Instance name	IP address	Created on	Running	Data center	Total price/unit	Status
DB2 Test		2012 7 2	0 Hours	Singapore, Singapore	US\$ 0.30 / UHR	Requesting

รูปที่ ก2.10 หน้าควบคุมหลักที่มีอินสแตนซ์ซึ่งถูกร้องขอใช้งานเพิ่มเข้ามาใหม่แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instances Images Storage Service Instances View asset catalog →

My instances

Filter:  → Add instance

Current filters: i You are currently using 1 of 5 available instances

Instance name	IP address	Created on	Running	Data center	Total price/unit	Status
DB2 Test	170.225.162.85	2012 7 2	1 Hour	Singapore, Singapore	US\$ 0.30 / UHR	Active

รูปที่ ก2.11 หน้าควบคุมหลักที่อินสแตนซ์ซึ่งถูกเพิ่มเข้ามาใหม่และสามารถใช้งานได้แล้ว

นอกจากในหน้าต่างควบคุมหลักจะให้ผู้ใช้บริการจัดการทำงานต่าง ๆ กับอินสแตนซ์ได้แล้ว ยังมีคำแนะนำการใช้งานและแจ้งเหตุการณ์ต่าง ๆ (คล้ายกับประวัติการใช้งาน) ที่เกิดกับอินสแตนซ์นั้นๆ ให้อีกด้วย

DB2 Test [ Change name ] Expires: 2014-07-02 730 Days | Extend

Reboot instance Delete instance Create private image

Instance id: 254049  
 OS: Red Hat Enterprise Linux v5.4  
 IP: 170.225.162.85  
 Secondary IP(s): N/A  
 Server configuration: Copper - 64 bit (vCPU: 2, RAM: 4 GiB, Disk: 60 GiB)  
 Disk size: 60 GiB  
 Hostname: vhost0595 dc1.sg.ap.compute.lhost.com  
 Image: DB2 Enterprise Developer 9.7.1 64-bit - BYOL (SG1)  
 Storage: N/A  
 Created on: 2012 7 2  
 Running for: 11 Hours  
 Status: Active  
 Originator: Nutchanon Leelapornudom  
 Price: US\$ 0.30 / UHR

Logs: [View logs](#)

Instance tags:

รูปที่ ก2.12 รายละเอียดอินสแตนซ์ในหน้าหน้าควบคุมหลัก

ผู้ใช้บริการสามารถเลือกจัดการและตั้งค่าการทำงานต่าง ๆ ของระบบคลาวด์ที่ใช้งานของไอบีเอ็มสมาร์ทคลาวด์เอ็นเตอร์ไพรส์ได้จากเว็บไซต์ [www.ibm.com/cloud/enterprise](http://www.ibm.com/cloud/enterprise) นี้ ซึ่งเป็นส่วนติดต่อและควบคุมการใช้งานหลักของผู้ใช้บริการ จึงถูกเรียกว่า IBM SmartCloud Enterprise Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

ข1 ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน

SQL Statement : Tx 1

select \* from SP

Isolation level : Cursor Stability

Cursor Scroll Types : Forward Only

Cursor Concurrency Types : Read Only

Set Fetch Size : 0

Start Transaction

previous-refresh previous

next-refresh next

commit rollback

Close Transaction

Currently Committed = OFF  
Lock timeout = 5 Sec

S#	P#	QTY
S1	P1	100
S2	P2	200
S3	P3	300
S4	P4	400
S5	P5	500

RESET!

Agent ID	Lock Object Type	Lock Mode	Lock Status
Transaction 1,,			
Transaction 2,,			

SQL Statement : Tx 2

update SP set QTY=400 where S#='S3'

Isolation level : Cursor Stability

Cursor Scroll Types : Forward Only

Cursor Concurrency Types : Read Only

Set Fetch Size : 0

Start Transaction

previous-refresh previous

next-refresh next

commit rollback

Close Transaction

รูปที่ ข1.1 เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน  
ที่ใช้งานดีบีทูลคลาวด์

จากรูปที่ ข1.1 เป็นตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันในไอโซเลชันระดับต่าง ๆ และการตั้งค่า result set ที่ใช้เคอร์เซอร์ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์และลักษณะการทำงานของระบบฐานข้อมูลดีบีทูลในคลาวด์ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ทำงานอยู่บนคลาวด์แพลตฟอร์มของอเมซอน อีลาสติก บีนทอลล์ค (Amazon Elastic Beanstalk) โดยมีส่วนประกอบในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันตัวอย่าง ดังนี้

ตารางตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

Lock ปัจจุบันที่เกิดขึ้นบนตาราง SP

**SQL Statement : Tx 1**

select \* from SP

Isolation level :  Cursor Stability

Cursor Scroll Types : Forward Only

Cursor Concurrency Types : Updatable

Set Fetch Size : 0

Currently Committed = OFF ,  
Lock timeout = 5 Sec

S#	P#	QTY
S1	P1	100
S2	P2	200
S3	P3	300
S4	P4	400
S5	P5	500

Current Lock on SP table

Agent ID	Lock Object Type	Lock Mode	Lock Status
8748	ROW_LOCK	U	GRNT
8748	TABLE_LOCK	IX	GRNT

**SQL Statement : Tx 2**

update SP set QTY=400 where S#='S3'

Isolation level :  Cursor Stability

Cursor Scroll Types : Forward Only

Cursor Concurrency Types : Read Only

Set Fetch Size : 0

Transaction 1 CS,FO,UP		Transaction 2 CS,FO,RO	
set auto commit off	---	---	---
select * from SP	---	---	---
S1, P1, 100	---	---	---
S2, P2, 200	---	---	---
S3, P3, 300	---	---	---
---	---	---	---
---	---	set auto commit off	---
---	---	select * from SP where s#='S4'	---
---	---	S4, P4, 400	---

ส่วนการตั้งค่าการทำงานของ Transaction และการเลื่อนเคอร์เซอร์หน้าจอขอยหลัง

ผลลัพธ์การส่งคำสั่ง SQL

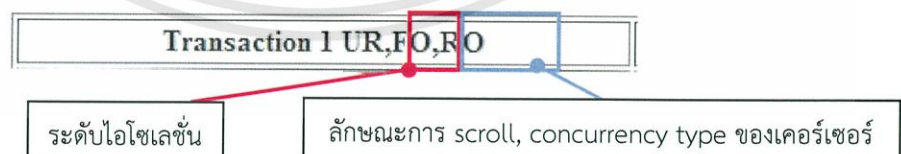
รูปที่ ข1.2 ส่วนประกอบการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชันตัวอย่างที่ใช้ทดสอบปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกัน

และเมื่อทดสอบปัญหาโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันตัวอย่างจะได้ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันดังนี้

Transaction 1 UR,FO,RO	Transaction 2 UR,FO,RO
set auto commit off	---
select * from SP where s#='S3'	---
S3, P3, 300	---
---	set auto commit off
---	select * from SP where s#='S3'
---	S3, P3, 300
set auto commit off	---
update SP set QTY=400 where S#='S3'	---
Change complete 1 row	---
Commit	---
---	set auto commit off
---	update SP set QTY=500 where S#='S3'
---	Change complete 1 row
---	Commit
set auto commit off	---
select * from SP	---
S1, P1, 100	---
S2, P2, 200	---
S3, P3, 500	---
S4, P4, 400	---
S5, P5, 500	---

### รูปที่ ข1.3 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาการสูญหายของการปรับปรุงข้อมูล

จากรูปที่ ข1.3 ส่วนหัวของตารางจะบอกระดับไอโซเลชันที่ใช้ และลักษณะของคอร์เซอร์ที่ใช้ดังนี้



### รูปที่ ข1.4 ส่วนที่บอกระดับไอโซเลชันที่ใช้ และลักษณะของคอร์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1.1 คำอธิบายตัวย่อที่ใช้บอกระดับไอโซเลชันที่ใช้ และลักษณะของเคอร์เซอร์

ตัวย่อระดับไอโซเลชัน		ตัวย่อ scroll types		ตัวย่อ concurrency types	
UR	Uncommitted Read	FO	Forward Only	RO	Read Only
CS	Cursor Stability	IN	Insensitive	UP	Updatable
RS	Read Stability	SE	Sensitive		
RR	Repeatable Read				

จะเห็นว่าทรานแซกชัน 1 และ 2 ใช้ไอโซเลชันระดับอันคอมมิทติวิตรีด จึงเกิดปัญหาการควบคุมการทำงานพร้อมกันอยู่ทุกข้อ

Transaction 1 UR,FO,RO	Transaction 2 UR,FO,RO
---	set auto commit off
---	update SP set QTY=400 where S#='S3'
---	Change complete 1 row
set auto commit off	---
select * from SP where s#='S3'	---
S3, P3, 400	---
---	Rollback

รูปที่ ข1.5 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาความไม่เป็นอิสระจากข้อมูลที่มิได้รับการยืนยัน

Transaction 1 UR,FO,UP	Transaction 2 UR,FO,UP
set auto commit off	---
select * from SP	---
S1, P1, 100	---
S2, P2, 200	---
---	set auto commit off
---	select * from SP where s#='S3'
---	S3, P3, 300
---	update SP set QTY=400 where S#='S3'
---	Change complete 1 row
---	select * from SP where s#='S1'
---	S1, P1, 100
---	update SP set QTY=0 where S#='S1'
---	Change complete 1 row
---	Commit
S3, P3, 400	---
S4, P4, 400	---
S5, P5, 500	---

รูปที่ ข1.6 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้อง

Transaction 1 UR,FO,UP	Transaction 2 UR,FO,UP
set auto commit off	---
select * from SP	---
S1, P1, 100	---
S2, P2, 200	---
---	set auto commit off
---	insert into SP values('S6','P6',600)
---	Change complete 1 row
---	Commit
S3, P3, 300	---
S4, P4, 400	---
S5, P5, 500	---
S6, P6, 600	---

รูปที่ ข1.7 ผลลัพธ์ของการเกิดปัญหาปรากฏการณ์เงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### ค1 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน



รูปที่ ค1.1 เว็บไซต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหน้าร้านมีเมนูหลัก ๆ ได้แก่ ภาพยนตร์เข้าใหม่, โปรโมชั่น, รายการภาพยนตร์ทั้งหมด, ข่าวภาพยนตร์, วิธีการซื้อ, ข้อมูลสาขา และการค้นหารายการสินค้า

The screenshot shows the homepage of 'Take Home Movies Shop'. At the top, there is a navigation bar with 'user', 'pass', 'login', and 'register' fields. Below this is the site logo and a search bar. The main content area is titled 'list of movies' and 'Movies Sort by Name'. It features a grid of movie cards, each with a cover image, title, type, date, and price. The movies listed include '007 : Skyfall พลิกรหัส', '300 ขุนศึกพันธุสะท้าน', 'How to Train Your Dragon 3D', 'The Amazing Spider-Man', 'The Dark Knight', 'The Lord of the Rings: The Two Towers', 'ตำนานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ภาค 1', and 'สิงโตเล็กที่เรียกจาร์จิก'. Each card has a blue shopping cart icon.

รูปที่ ค1.2 หน้ารายการภาพยนตร์ซึ่งแบ่งตามหัวข้อต่าง ๆ

The screenshot shows the search results page for the keyword 'sky'. The search bar at the top contains the text 'sky'. Below the search bar, it says 'Search Result 1 item found!'. The result is a single movie card for '007 : Skyfall พลิกรหัส', which includes the cover image, title, type (PG-13), date (1/11/2012), and price (DVD 240.0). A blue shopping cart icon is visible below the card.

รูปที่ ค1.3 หน้าผลลัพธ์การค้นหาสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด



### วันที่ออกแผ่น

17 กรกฎาคม 2555

### ผู้จัดจำหน่าย

วอร์เนอร์ บราเดอร์ (F.E.)

### เรทภาพยนตร์ PG-13

### รายละเอียด VCD

พิกซ์ Thai

ค่าบรรยาย -

ราคา 150.25 (ลด 0 %)

150.25 บาท



Add to Cart

### รายละเอียด DVD

พิกซ์ Eng/Thai

ค่าบรรยาย Eng/Thai

ราคา 250.0 (ลด 5 %)

237.5 บาท



Add to Cart

### รายละเอียด Blu-ray

พิกซ์ Eng/Thai

ค่าบรรยาย Eng/Thai/Japan

ราคา 990.0 (ลด 20 %)

792.0 บาท



Add to Cart

คะแนนโหวต **9.33/10** จาก 3 คน

หมวดภาพยนตร์ Action, Crime, Drama, Thriller

ความยาวทั้งหมด 164 นาที

ผู้กำกับ Christopher Nolan

### เรื่องย่อ

เป็นเวลากว่าแปดปีหลังจากการเสียชีวิตของอัยการเขต ฮาร์วีย์ เดนดี ซึ่ง แบทแมน (คริสเตียน เบล) ต้องแบกรับความผิดที่ฮาร์วีย์ก่อไว้ในนามของทูเฟซ เพื่อรักษาชื่อเสียงของฮาร์วีย์ไว้ไม่ให้มัวหมอง จนทำให้แบทแมนถูกตามล่าจากทางการ นำโดยผู้บัญชาการตำรวจ ริม กอร์ดอน (แกรี โอลด์แมน) ขณะที่แบทแมนเก็บตัวเงียบ เซลีน่า ไคล์ หรือ แคทวูแมน (แอน แฮตธาเวย์) ก็ปรากฏตัว พร้อมกับ วายร้ายคนใหม่ เบน (ทอม ฮาร์ดี) ที่เข้าคุกคามความสงบของชาวเมืองกอทแธม อัศวินรัตติกาลจึงต้องกลับมาอีกครั้งก่อนที่ความดีงามจะสูญสิ้นไปจากเมืองแห่งนี้

### รายชื่อนักแสดง

Anne Hathaway ... Selina Kyle / Catwoman

Christian Bale ... Bruce Wayne / Batman

Gary Oldman ... Jim Gordon

Joseph Gordon-Levitt ... John Blake

Michael Caine ... Alfred

Morgan Freeman ... Lucius Fox

Tom Hardy ... Bane

รูปที่ ค1.4 หน้าแสดงรายละเอียดภาพยนตร์และข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ABOUT TAKE HOME MOVIES SHOP



ร้านเทคโฮม ศูนย์จำหน่ายแผ่นดีวีดี/บลู-เรย์วีซีดีภาพยนตร์ (Take Home, Movies Shop)

สาขา : สำนักงานใหญ่

ที่อยู่ :

346-348 ชั้น 3 ศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่า เลขที่ 99 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000

ติดต่อ : โทรศัพท์ 021435444



ร้านเทคโฮม ศูนย์จำหน่ายแผ่นดีวีดี/บลู-เรย์วีซีดีภาพยนตร์ (Take Home, Movies Shop)

สาขา : บางบอน

ที่อยู่ : 19 / 164 ม 6 ศูนย์การค้าคาร์ฟูร์ บางบอน ชั้น 2 ห้องเลขที่ 16 ถ.เอกชัย แขวงบางบอน

ติดต่อ : โทรศัพท์ 035876000



ร้านเทคโฮม ศูนย์จำหน่ายแผ่นดีวีดี/บลู-เรย์วีซีดีภาพยนตร์ (Take Home, Movies Shop)

สาขา : ลาดกระบัง

ที่อยู่ : ECC-601 Network Laboratory

ติดต่อ : โทรศัพท์ 029999999

รูปที่ ค1.5 หน้าแสดงข้อมูลสาขา

### Purchase History

#	เลขที่ใบสั่งซื้อ	วันที่สั่งซื้อ	สาขาที่สั่งซื้อ	ราคารวม	สถานะของสินค้า
1	563	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	210.5	COMMIT
2	481	23 กุมภาพันธ์ 2556	สำนักงานใหญ่	1824.0	COMMIT
3	1	21 พฤศจิกายน 2555	สำนักงานใหญ่	470.0	FINISHED (Paid)
<b>ยอดสั่งซื้อรวม</b>				<b>2504.5 บาท</b>	

รูปที่ ค1.6 หน้าประวัติการสั่งซื้อของสมาชิก

สมาชิกแต่ละคนสามารถเข้ามาดูประวัติการสั่งซื้อและรายละเอียดของการสั่งซื้อที่สมาชิกเคยสั่งซื้อไปแล้วได้ รวมถึงสถานะการจัดส่งสินค้าและการชำระเงินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Member Information

### ข้อมูลสมาชิก

ชื่อสมาชิก (Name) :

นามสกุล (Surname) :

วันเกิด (Birthday) :

อายุ (Age) :

เบอร์โทรศัพท์ (Mobile-phone) :

อี-เมล (E-mail) :

### ที่อยู่ในการจัดส่งสินค้า

ที่อยู่ 1 (Address 1) :

ที่อยู่ 2 (Address 2) :

ที่อยู่ 3 (Address 3) :

เพิ่มที่อยู่ (Add) :

### เปลี่ยนรหัสผ่าน

รหัสผ่านเดิม (Old-Password) :

รหัสผ่านใหม่ (New-Password) :

ยืนยันรหัสผ่านใหม่ (Confirm-NewPass) :

รูปที่ ค1.7 หน้าการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Confirming Payment

โปรดกรอกข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วน เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและทำให้ท่านได้รับสินค้าเร็วขึ้น

ใบสั่งซื้อเลขที่ : \_\_\_\_\_

ชำระเงินผ่านธนาคาร : <เลือกธนาคาร> ▼

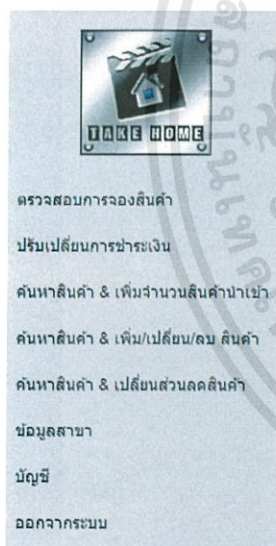
วันที่ชำระเงิน : Mar ▼ 7 ▼ 2013 

เวลาที่ชำระเงิน : \_\_\_\_\_ (ตัวอย่าง 12.00 , 14.12 )

จำนวนเงินที่ชำระ : \_\_\_\_\_ บาท (ตัวอย่าง 555.00)

รูปที่ ค1.8 หน้าแจ้งการชำระเงินของลูกค้า

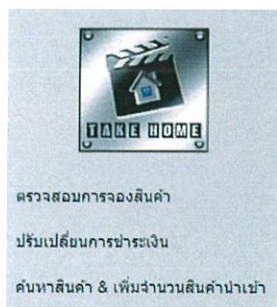
## ค2 โปรแกรมประยุกต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน



Take Home Movies Shop Back Office 

ยินดีต้อนรับเข้าสู่ Take Home Movies Shop Back Office กรุณาเลือกเมนูเพื่อทำรายการ

รูปที่ ค2.1 เว็บไซต์ร้านขายแผ่นภาพยนตร์ออนไลน์ส่วนหลังร้าน



Take Home Movies Shop Back Office 

ตรวจสอบการจองสินค้า

เลขที่ใบสั่งซื้อ	วันที่สั่งซื้อ	สาขาที่สั่งซื้อ	ราคารวม	สถานะ
741	6 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	0.0	UNCOMMIT

รูปที่ ค2.2 หน้าตรวจสอบการจองสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าตรวจสอบการจองสินค้าใช้สำหรับตรวจสอบรายการสินค้าที่ลูกค้าเลือกใส่ตะกร้าไว้แต่ยังไม่ได้ยืนยันการสั่งซื้อ

### ปรับเปลี่ยนการชำระเงิน

เลขที่ใบสั่งซื้อ

Sort by   
 ใบสั่งซื้อ

เลขที่ใบสั่งซื้อ	วันที่สั่งซื้อ	สาขาที่สั่งซื้อ	ราคารวม	สถานะ	การชำระเงิน
642	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	201.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
641	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	330.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
563	2 มีนาคม 2556	สำนักงานใหญ่	210.5	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
481	23 กุมภาพันธ์ 2556	สำนักงานใหญ่	1824.0	COMMIT	ยังไม่ยืนยัน
2	22 พฤศจิกายน 2555	สำนักงานใหญ่	220.0	FINISHED	ยืนยันแล้ว
1	21 พฤศจิกายน 2555	สำนักงานใหญ่	470.0	FINISHED	ยืนยันแล้ว

รูปที่ ค.2.3 หน้าปรับเปลี่ยนการชำระเงิน แสดงรายการสั่งซื้อที่ลูกค้ายืนยันการสั่งซื้อแล้ว

ในหน้าปรับเปลี่ยนการชำระเงินพนักงานสามารถเข้าไปดูรายละเอียดการสั่งซื้อแต่ละรายการได้ รวมถึงเข้าไปตรวจสอบการแจ้งชำระเงิน ยืนยันการชำระเงินของลูกค้า และเปลี่ยนสถานะการจัดส่งสินค้ารายการนั้น ๆ ได้

### รายละเอียดการสั่งซื้อ

สถานะใบสั่งซื้อ : COMMIT

ชื่อ User ลูกค้า : USER1

เบอร์โทรศัพท์ : 0871798802

ธนาคารที่ชำระเงิน : ยังไม่ได้ชำระเงิน

จำนวนเงินที่ชำระ : 0.0

รหัสลูกค้า : 1

ชื่อ-นามสกุล ผู้รับ : ArmName ArmSur

E-Mail : goldfish\_lover@hotmail.com

วันเวลาที่ชำระเงิน : ยังไม่ได้ชำระเงิน

เลขที่ใบสั่งซื้อ : 481 วันที่สั่งซื้อ 23 กุมภาพันธ์ 2556-19.15.25

#	Products	Type	Unit Price	QTY	Sub Total
1	The Dark Knight Rises แบบแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	BLU	792.0	1	792.0
2	The Amazing Spider-Man คี อะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน	DVD	210.0	1	210.0
Total (Bath)					1794.0
วิธีการจัดส่ง : ส่งทางไปรษณีย์					30.0
ที่อยู่ผู้รับ : 10/68 หมู่ 11 ถ.บางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260					
Total Price (Bath)					1824.0

รูปที่ ค.2.4 หน้าแสดงรายละเอียดการสั่งซื้อของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการสินค้าคงเหลือของร้าน

ค้นหา  
สาขา: ทั้งหมด ▼ ภาพยนตร์เรื่อง: ทั้งหมด ▼ ชนิดสื่อ: ทั้งหมด ▼

เพิ่มจำนวนสินค้านำเข้า  
สาขา: สำนักงานใหญ่ ▼ barcode: \_\_\_\_\_ จำนวนนำเข้า: \_\_\_\_\_

เลขที่สาขา	ชื่อสาขา	Barcode	ภาพยนตร์	ชนิด	จำนวนทั้งหมด	คงเหลือ
1	สำนักงานใหญ่	3110032356724	300 ขุนศึกพันธุสะท้านโลก	VCD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	3110032356725	300 ขุนศึกพันธุสะท้านโลก	DVD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	8408173958710	สิ่งเล็กเล็กที่เรียกวาร์ก	DVD	20	18
1	สำนักงานใหญ่	5678012380412	The Dark Knight Rises แบบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	VCD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	5678012380413	The Dark Knight Rises แบบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	DVD	20	19
1	สำนักงานใหญ่	5678012380414	The Dark Knight Rises แบบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	BLU	20	20
1	สำนักงานใหญ่	5345345068242	The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring อภินิหารแหวนครองพิภพ	DVD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	5768494869098	ตำนานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ภาค 1 องค์ประกันหงสา	DVD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	7654387987658	The Amazing Spider-Man ตี อะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน	DVD	20	20
1	สำนักงานใหญ่	9854368787654	007 : Skyfall พลีกรัฟฟี่ชาติพยัคฆ์ร้าย	DVD	20	20

## รูปที่ ค2.5 หน้าแสดงรายการสินค้าคงเหลือของร้าน

ในหน้าแสดงรายการสินค้าคงเหลือของร้าน พนักงานสามารถค้นหาสินค้า เพิ่มจำนวนสินค้านำเข้า หรือกดเข้าไปดูรายละเอียดสินค้าคงเหลือ และวันที่นำเข้าของสินค้านั้น ๆ ได้

## รายละเอียดสินค้าคงเหลือ

เลขที่สาขา = 1

ชื่อสาขา = สำนักงานใหญ่

barcode = 5678012380413

ภาพยนตร์ = The Dark Knight Rises แบบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด

ชนิด = DVD

จำนวนทั้งหมด = 20

คงเหลือ = 19

วันที่นำเข้า	จำนวน	
15 กันยายน 2555-23.5.0	20	<input type="button" value="delete"/>
<b>รวม</b>	<b>20</b>	

เพิ่มจำนวน: \_\_\_\_\_

## รูปที่ ค2.6 หน้าแสดงรายละเอียดสินค้าคงเหลือและวันที่นำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่ม แก้ไข หรือลบ รายละเอียดสินค้า

ค้นหาภาพยนตร์

ทั้งหมด

ID Movie	Name
1	300 ขุนศึกพันรุษสะท้านโลก
2	สิ่งเล็กๆที่เรียกว่ารัก
3	The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด
4	The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring อภินิหารแหวนครองพิภพ
5	ตำนานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ภาค 1 องค์ประกันหงสา
6	The Amazing Spider-Man ตี อะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน
7	007 : Skyfall พลิกรหัสพิฆาตพยัคฆ์ร้าย
101	How to Train Your Dragon อภินิหารไวคิง พิชิตมังกร

รูปที่ ค2.7 หน้าแสดงรายการสินค้าภาพยนตร์ของร้าน

เพิ่มรายการสินค้า

ชื่อภาพยนตร์ :

rate :  เวลาทั้งหมด(นาที) :

รายละเอียด :

ผู้จัดทำ :

ตัวอย่าง (link) :

รูปภาพ (link) :

รูปที่ ค2.8 หน้าเพิ่มรายการสินค้าใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดสินค้า

เลขที่ภาพยนตร์ :	101
ชื่อภาพยนตร์ :	How to Train Your Dragon อภินิหารมังกร ผจญภัย
วันที่เข้า :	2013-03-02 10:31:02.69
เรด :	ทั่วไป
เวลาทั้งหมด(นาที) :	98
รายละเอียด :	<p>ไวท์หนังวัยละอ่อน อีกครั้ง (เจย์ บาร์เชด) ใช้ชีวิตอยู่บนเกาะเมิร์ก ที่ซึ่งการต่อสู้กับมังกรคือวิถีแห่งชีวิตของผู้คนบนเกาะ ด้วยความคิดฉลาดแหวกแนวกับอารมณ์ขันที่ไม่เหมือนใคร ทำให้เขาไม่คอยได้รับการยอมรับจากคนอื่น ๆ ซึ่งรวมถึงคุณพ่อของเขาที่เป็นหัวหน้าเผ่าด้วย</p> <p>และแล้วเมื่อถึงเวลาที่อีกครั้งต้องเข้าฝึกการต่อสู้กับมังกรเช่นเดียวกับไวท์แก๊งหนุ่มคนอื่น ๆ เขาเห็นถึงโอกาสที่จะพิสูจน์ตัวเองกับตัวเอง แต่เมื่อเขาได้พบกับเจ้ามังกรที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งแรกเริ่มเป็นศัตรู แล้วจึงกลับกลายเป็นเพื่อนรัก โลกของไวท์ก็พลิกกลับตาลปัตรในทันใด การพิสูจน์ความกล้าหาญครั้งนั้นก็กลายเป็นโอกาสที่จะสร้างอนาคตใหม่ของตนเอง</p>
ผู้จัด :	DreamWorks
ตัวอย่าง (Link Youtube) :	<a href="http://www.youtube.com/embed/oKIYulsPXyK">http://www.youtube.com/embed/oKIYulsPXyK</a>
รูปภาพ (Link Image) :	<a href="http://collider.com/wp-content/image-base/Movies/H/How_to_Train_Your_Dragon/posters/how">http://collider.com/wp-content/image-base/Movies/H/How_to_Train_Your_Dragon/posters/how</a>

UPDATE

DELETE

## ชนิดสินค้า

ชนิด
Animation
UPDATE DELETE
INSERT

## รายชื่อนักแสดง

นักแสดง	ตัวละคร
America Ferrera	Astrid (voice)
Christopher Mintz-Pless	Fishlegs (voice)
Craig Ferguson	Gobber (voice)
Gerard Butler	Stoick (voice)
Jay Beruchel	Hiccup (voice)
Jonah Hill	Snotlout (voice)
Kristen Wiig	Ruffnut (voice)
Robin Atkin Downes	Ack
T.J. Miller	Tuffnut (voice)
นักแสดง :	ตัวละคร :
	INSERT

## รายชื่อผู้กำกับ

ผู้กำกับ
Chris Sanders
Dean DeBlois
UPDATE DELETE
UPDATE DELETE
INSERT

## รายละเอียดสินค้าแต่ละประเภท

barcode	ชนิด	เสียง	ซับไตเติ้ล	ราคา
1010067830201	DVD	Eng/Thai	Eng/Thai	300.0
บาร์โค้ด :	ชนิด : DVD	เสียง :		
ซิม :	ราคา :	INSERT		

## รูปที่ ค2.9 หน้าแก้ไขหรือลบรายละเอียดสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการส่วนลดของสินค้า

ส่วนลดในระบบ

discount(%)	
0	<input type="button" value="delete"/>
5	<input type="button" value="delete"/>
10	<input type="button" value="delete"/>
20	<input type="button" value="delete"/>

เพิ่มรายการส่วนลด :  %

barcode	name	type	price	discount (%)	net_price	
3110032356724	300 ขุนศึกพันธุสะท้านโลก	VCD	120.0	0 ▾	120.0	<input type="button" value="UPDATE"/>
3110032356725	300 ขุนศึกพันธุสะท้านโลก	DVD	180.0	5 ▾	171.0	<input type="button" value="UPDATE"/>
8408173958710	สิ่งเล็กเล็กที่เรียกว่ารัก	DVD	190.0	5 ▾	180.5	<input type="button" value="UPDATE"/>
5678012380412	The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	VCD	150.25	0 ▾	150.25	<input type="button" value="UPDATE"/>
5678012380414	The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	BLU	990.0	20 ▾	792.0	<input type="button" value="UPDATE"/>
5678012380413	The Dark Knight Rises แบทแมน อัศวินรัตติกาล ผงาด	DVD	250.0	5 ▾	237.5	<input type="button" value="UPDATE"/>
5345345068242	The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring อภินิหารแหวนครองพิภพ	DVD	190.0	0 ▾	190.0	<input type="button" value="UPDATE"/>
5768494869098	ตำนานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ภาค 1 องค์ประกันหงสา	DVD	150.0	0 ▾	150.0	<input type="button" value="UPDATE"/>
7654387987658	The Amazing Spider-Man ตีอะเมซิ่ง สไปเดอร์แมน	DVD	210.0	0 ▾	210.0	<input type="button" value="UPDATE"/>

รูปที่ ค2.10 หน้าแสดงรายการส่วนลด

## ข้อมูลสาขา

เพิ่มข้อมูลสาขา

ชื่อสาขา :

ที่อยู่ :

เบอร์โทรศัพท์ :

Google Map :

ID Branch	Name	Address	Telephone	Google Map	
1	สำนักงานใหญ่	346-348 ชั้น 3 ศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่า เลขที่ 99 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000	021435444		<input type="button" value="delete"/>
2	บางบอน	19 / 164 ม.6 ศูนย์การค้าคาร์ฟูร์ บางบอน ชั้น 2 ห้องเลขที่ 16 ถ.เอกชัย แขวงบางบอน	035876000		<input type="button" value="delete"/>
3	ลาดกระบัง	ECC-601 Network Laboratory	029999999		<input type="button" value="delete"/>

รูปที่ ค2.11 หน้าแสดงข้อมูลสาขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปยอดขาย

ค้นหารายการขาย

สาขา: ทั้งหมด ▼ เดือน: ทั้งหมด ▼ ปี: ทั้งหมด ▼

ลำดับ	สาขา	วันเวลาที่สั่งซื้อ	เลขใบสั่งซื้อ	ยอดรายการสั่งซื้อ	ยอดชำระเงิน
1	สำนักงานใหญ่	21 พฤศจิกายน 2555	1	470.0	470.03
2	สำนักงานใหญ่	22 พฤศจิกายน 2555	2	220.0	220.0
ยอดรวม (บาท)				690.0	690.03

รูปที่ ค2.12 หน้าสรุปยอดขายของร้าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้