

การพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ระบบข้อมูลหลายรูปแบบบนคลาวด์
Cloud-based Polyglot Application Development II



นิตติชัย อารีรัตน์

คณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปริญญาโท วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

การพัฒนาและการประยุกต์ระบบข้อมูลหลายรูปแบบบนคลาวด์ II
Cloud-based Polyglot Application Development II



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษานานับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาก่อนและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2556

ปริญญาโทปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาและการประยุกต์ระบบข้อมูลหลายรูปแบบบนคลาวด์ II

Cloud-based Polyglot Application Development II

ผู้จัดทำ

- | | | | |
|-----------------|---------|--------------|----------|
| 1. นาย กิตติธัช | อารีรอบ | รหัสนักศึกษา | 53010110 |
| 2. นาย ธนวัฒน์ | วนากุล | รหัสนักศึกษา | 51010659 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาและการประยุกต์ระบบข้อมูลหลายรูปแบบ บนคลาวด์ II

นาย กิตติชัย อารีรอบ 53010110
นาย ชนวัฒน์ วนากุล 53010659
รศ.ดร. ศุภมิตร จิตตะยโสธร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ระบบข้อมูลหลายรูปแบบ (Polyglot storage systems) เป็นระบบฐานข้อมูลที่มีการใช้งานฐานข้อมูลที่มีรูปแบบโครงสร้างข้อมูลแตกต่างกันมากกว่า 1 ชนิด โดยทั่วไประบบฐานข้อมูลดังกล่าวจะใช้งาน Relational Database ร่วมกับฐานข้อมูลอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า NoSQL โดยฐานข้อมูลประเภท NoSQL นี้อาจเป็นได้ทั้งฐานข้อมูลแบบออบเจ็ค (Object) เอกสาร(Document) หรือ กราฟ (Graph)

โครงการนี้ศึกษาถึงเกี่ยวกับระบบข้อมูลหลายรูปแบบ และการนำไปใช้บนคลาวด์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยม โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับ Transaction processing, Authentication, Data representation and Distribution พร้อมทั้งมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบบน Google Cloud

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cloud-based Polyglot Application Development II

Mr. Kittitouch	Areerob	53010110
Mr. Tanawat	Vanakul	53010659
Assoc.Prof.Dr. Suphamit	Chittayasothorn	Advisor
Academin Year 2013		

ABSTRACT

Polyglot storage systems are storage systems that employ more than one data model to support applications. Typical systems comprise a relational database management system and the so-called NoSQL systems. NoSQL could be object DBMS, document or graph database systems. These storage systems could be conveniently implemented on a cloud platform.

This project studies polyglot data storage implementation on a cloud computing environment. Typical topics include transaction processing, authentication, data representation and distribution. Prototype applications will be implemented.

Google cloud platform is used in this project. Polyglot storage systems are those which are supported by the Google Cloud.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาและการประยุกต์ระบบข้อมูลหลายรูปแบบบนคลาวด์ II โครงการนี้สามารถสำเร็จสมบูรณ์และลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำปรึกษาการพัฒนาโครงการจาก รศ.ดร. ศุภมิตร จิตตะยโสธร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการนี้ ที่ได้คอยให้การดูแลรวมถึงคำแนะนำอย่างสม่ำเสมอ

ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้กรุณาช่วยวิจารณ์โครงการเพื่อนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาโทและเอกทุกท่าน รวมถึงเพื่อนๆที่คอยให้คำแนะนำการทำโครงการในด้านต่างๆ

ขอบคุณห้องวิจัย ISAG Laboratory ที่เป็นแหล่งสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการพัฒนาโครงการได้อย่างสะดวก

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และบุคคลภายในครอบครัวที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน

ด้วยคุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงการนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กิตติธัช อารีروب
ธนวัฒน์ วนากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX

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	3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing)	4
2.1.1 เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology).....	4
2.1.2 การทำคลาวด์คอมพิวติ้ง.....	7
2.1.3 Google Compute Engine	8
2.2 ระบบฐานข้อมูลหลายรูปแบบ (Polyglot Storage Systems) และ โปรแกรมประยุกต์ ระบบฐานข้อมูลหลายรูปแบบ (Polyglot Application)	9
2.3 ทรานแซกชัน (Transaction)	10
2.3.1 ความหมายของทรานแซกชัน	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 ตัวจัดการทรานแซกชัน (Transaction Processing Monitor)	13
2.5 โพรโทคอลสำหรับการคอมมิตแบบ 2 ระยะ (Two-phase Commit Protocol)	14
2.5.1 โครงสร้างระบบ (System Structure).....	14
2.5.2 โพรโทคอล (Protocol).....	15
2.5.3 ความล้มเหลวในการทำทรานแซกชัน (Handling of Failure).....	17
2.6 ดาต้าเบสประเภทกราฟ (Graph Database)	19
2.6.1 ความสัมพันธ์ของจุด เส้น และคุณสมบัติ	19
2.6.2 ภาษาที่ใช้ในปฏิบัติงานบนดาต้าเบสประเภทกราฟ	20
2.7 การประมวลผลรูปภาพ (Image Processing)	27
2.7.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	27
2.8 แอนดรอยด์ (Android)	41
2.8.1 ประวัติ แอนดรอยด์ (Android).....	41
2.8.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์ (Android)	42
2.8.3 Android SDK.....	44
2.9 ภาษาจาวา (Java programming language)	45
2.9.1 จุดมุ่งหมายหลัก 4 ประการในการพัฒนาจาวา.....	45
2.9.2 จาวาแพลตฟอร์มและภาษาจาวา.....	46
2.9.3 ข้อดีของภาษาจาวา.....	46
2.9.4 ข้อเสียของภาษาจาวา.....	47
2.10 ภาษา PHP	48
2.10.1 คุณสมบัติ	48
2.10.2 การรองรับพีเอชพี	49

เอกสาร **ปีที่ 3 การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์** เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 50

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1 การทดสอบความสามารถของฐานข้อมูลประเภทกราฟ	50
3.1.1 โครงสร้างข้อมูลและภาษา	50
3.1.2 การจัดการกราฟ.....	51
3.1.3 การค้นหาคำตอบ	51
3.1.4 การเปรียบเทียบความสามารถของภาษากับภาษาแอสคิวแอล.....	51
3.2 การออกแบบการพัฒนาแอปพลิเคชัน	51
3.2.1 รูปแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชันที่ใช้ในโครงการ.....	51
3.2.2 การออกแบบแผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram).....	52
3.2.3 การออกแบบโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER Diagram)	52
3.2.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface).....	53
3.2.5 การใช้ทรานแซกชันในแอปพลิเคชัน	53
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	55
4.1 การทดสอบความสามารถของฐานข้อมูลประเภทกราฟ	55
4.1.1 โครงสร้างข้อมูลและภาษา	55
4.1.2 การจัดการกราฟ.....	56
4.1.3 การค้นหาคำตอบ	59
4.1.4 การเปรียบเทียบความสามารถของภาษากับภาษาแอสคิวแอล	60
4.2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน	62
4.2.1 ส่วนการรู้จำใบหน้า (Training).....	62
4.2.2 ส่วนการค้นหาและทำนายใบหน้าเหมือน (Prediction).....	63
4.2.3 ส่วนการแสดงผลใบหน้าในฐานข้อมูล (Gallery).....	64

เอกสาร **บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ** ภาควิชาวิศวกรรมเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 66

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1 บทสรุปของโครงการงาน	66
5.1.1 สรุปการทดลองตลอดโครงการงาน 1 และ 2.....	67
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข	68
5.3 แนวทางในการศึกษาและพัฒนาต่อ	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก ก.....	71
ก1 การเชื่อมต่อกับ Neo4j Graph Database	71
ภาคผนวก ข.....	72
ข1 การติดตั้ง Andriod SDK	72
ข2 การติดตั้ง OpenCV	75
ภาคผนวก ค.....	76
ค1 โค้ดการพัฒนาแอปพลิเคชัน	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการค้นหาด้วย cypher	21
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูล 2 ประเภท.....	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่าง Multi-tasking, Hyper Thread และ Virtualization.....	5
รูปที่ 2.2 การทำงานของ Virtual Machines Monitor	6
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ Polyglot Application ระบบ E-Commerce	9
รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการซื้อขายสินค้าใหม่ ตามกฎ ก.	11
รูปที่ 2.5 แสดง Nested Transaction ที่ Transaction ดูแลโดย DBMS ต่างๆกัน.....	13
รูปที่ 2.6 ตัวจัดการทรานแซกชัน(Transaction Manager) และ ตัวประสานงานทรานแซกชัน (Transaction Coordinator).....	15
รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของจุด เส้น และคุณสมบัติ	19
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของกราฟ	20
รูปที่ 2.9 การแปลงภาพแอนะล็อกให้เป็นภาพดิจิทัล.....	28
รูปที่ 2.10 ภาพแบบ Binary หรือ ภาพขาว-ดำ.....	29
รูปที่ 2.11 ภาพแบบ Grayscale.....	29
รูปที่ 2.12 ภาพแบบ RGB.....	30
รูปที่ 2.13 ภาพแบบ Indexed.....	30
รูปที่ 2.14 ระดับสีของ Grayscale ตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี.....	31
รูปที่ 2.15 ความแตกต่างของ สีแสง (RGB) และ สีวัตถุ (CMYK).....	31
รูปที่ 2.16 วงล้อสีแบบ RGB.....	32
รูปที่ 2.17 โมเดลสี HSV ในรูปแบบโคน (Cone).....	32
รูปที่ 2.18 รูปที่เก็บในแต่ละ channel ในระบบสี RGB และ HSV.....	33
รูปที่ 2.19 ลักษณะการวิ่งของ Mask บนรูปภาพ แบบ Convolution.....	33
รูปที่ 2.20 ทำ Correlation	34
รูปที่ 2.21 การกำหนด Region of Interest.....	34
รูปที่ 2.22 กราฟการทำ Feature Selection ที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ.....	35
รูปที่ 2.23 ลักษณะของ Sine Wave และ Wavelet.....	36
รูปที่ 2.24 ลักษณะของ Haar Wavelet	36
รูปที่ 2.25 รูปแบบของ Features สำหรับการตรวจจับลักษณะแบบต่างๆ.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 2.26 ตัวอย่างการใช้ Feature ตรวจสอบลักษณะต่างๆ	37
รูปที่ 2.27 การคำนวณแบบ Integral image.....	38
รูปที่ 2.28 การทำงานของ Adaboost	39
รูปที่ 2.29 ผลลัพธ์จากการทำกระบวนการ AdaBoost.....	39
รูปที่ 2.30 การทำงานของ Haar Cascade Classifier.....	40
รูปที่ 2.31 ลักษณะการทำงานของ Cascade Classifier.....	40
รูปที่ 2.32 สัญลักษณ์แอนดรอยด์.....	41
รูปที่ 2.33 โครงสร้างของแอนดรอยด์ (Android).....	42
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram).....	52
รูปที่ 3.2 โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER Diagram)	52
รูปที่ 3.3 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface).....	53
รูปที่ 3.4 ออกแบบทรานแซกชันปฏิบัติบนฐานข้อมูล 2 ประเภท.....	54
รูปที่ 4.1 โครงสร้างของกราฟที่ออกแบบ.....	56
รูปที่ 4.2 ชนิดป้ายชื่อหรือชนิดของโหนด	58
รูปที่ 4.3 การทำงานโดยรวมของ Application.....	62
รูปที่ 4.4 การ Training ใบหน้า.....	63
รูปที่ 4.5 การ Prediction ใบหน้า แสดงชื่อและข้อมูล	63
รูปที่ 4.6 แสดงผลใบหน้าทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล.....	64
รูปที่ 4.7 การออกแบบ User Interface ในโปรแกรม Eclipse.....	64
รูปที่ ก1.1 อินเทอเฟซของ Neo4j.....	71
รูปที่ ข1.1 เริ่มต้นติดตั้ง Android SDK.....	72
รูปที่ ข1.2 เลือกรุ่น Android SDK.....	73
รูปที่ ข1.3 Android SDK ที่ได้.....	73
รูปที่ ข1.4 ภายในโฟลเดอร์ Android SDK	73
รูปที่ ข1.5 การเข้าใช้งาน Eclipse.....	74
รูปที่ ข1.6 เลือก Workspace เก็บ Project	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่ ข2.1 หน้าต่างการใช้งาน OpenCV.....	75
---	----



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

การนำเทคโนโลยีการประมวลผลบนคลาวด์ (Cloud Computing) มาใช้งานในระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จะทำให้การใช้งานทรัพยากรต่างๆ เป็นไปได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูง โดยมีการรวมบริการต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้บริการจากจุดเดียวทำให้ลดความซ้ำซ้อนและสามารถเข้าถึงได้จากที่ต่างๆ ผนวกรวมเข้ากับความมั่นคงปลอดภัยที่ได้มาตรฐานกลุ่มของข้าพเจ้าจึงเห็นว่าการนำเทคโนโลยีคลาวด์มาประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลทำให้ลดค่าใช้จ่ายในหลายๆด้าน เช่น การติดตั้งระบบ ค่าไลเซนส์ อีกทั้งการดูแลรักษาระบบ และบริหารจัดการโดยบุคคลากร ทั้งนี้จึงได้นำคลาวด์แพลตฟอร์มของกูเกิ้ล (Google Cloud Platform) มาเพื่อนำเสนอแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Security Robot on Cloud โดยมีรูปแบบการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยมีทั้งฐานข้อมูลที่เป็นแอสคิวแอล (SQL) และ ไม่ใช่แอสคิวแอล (NoSQL) เพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่ในการเก็บและเรียกใช้ข้อมูลบนคลาวด์ โดยลดการประมวลผลบนอุปกรณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาวิธีการ แนวคิด และประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ
2. เพื่อศึกษาโครงสร้างข้อมูลกฎข้อบังคับความถูกต้องของข้อมูล และขีดความสามารถในการค้นหาคำตอบ ของระบบฐานข้อมูลแบบ NoSQL
3. เพื่อศึกษาหลักการทำงานและโครงสร้างของการประมวลผลบนคลาวด์
4. เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการใช้งานฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบบนกูเกิลคลาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการชิ้นนี้เป็นการศึกษาระบบฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบที่ทำงานบนกนูเกลิลดาวิด ศึกษาวิธีการและเครื่องมือที่ทำให้ระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ ศึกษาหลักการการทำงานและคุณสมบัติของทรานแซกชัน ศึกษาเครื่องมือที่ดูแลทรานแซกชันที่ภายในมีคำสั่งของฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่ใช้งานระบบฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบนี้

1.4 วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการในขั้นแรกจะศึกษาถึงความเป็นไปได้และขอบเขตของโครงการว่าจะเลือกใช้ซอฟต์แวร์ตัวกลางเป็นตัวจัดการทรานแซกชัน (TP Monitor) ของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ และฐานข้อมูลแบบกราฟ หลังจากนั้นจะทำการศึกษาเชิงลึกของแต่ละฐานข้อมูลและนำมาใช้งาน แล้วจึงทำการสร้างทรานแซกชัน เพื่อทดสอบการทำงานของตัวจัดการทรานแซกชัน ซึ่งจำเป็นต้องมีแอปพลิเคชันเพื่อแสดงถึงการทำงานให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น โดยจะมีการทำแอปพลิเคชันชื่อว่า Security Robot on Cloud บนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อนำเสนอผลงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจแนวคิด หลักการทำงาน และประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ
2. เข้าใจหลักการการทำงาน และขีดความสามารถของระบบฐานข้อมูลแบบ NoSQL
3. เข้าใจความหมาย หลักการทำงาน และประโยชน์ของระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง
4. รู้ข้อดี ข้อเสียและแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับระบบฐานข้อมูลแบบต่างๆ
5. สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันที่ทำงานบนคลาวด์แพลตฟอร์ม ซึ่งมีระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ส่วนประกอบของปฏิญญานิพนธ์

เนื้อหาของปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 5 บทด้วยกันก็คือ บทนำ, ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง, การออกแบบและพัฒนา, การทดลองและผลการทดลอง และบทสรุป โดยสามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึง ความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปฏิญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึง ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงการ ประกอบด้วยคลาวด์คอมพิวเตอร์ การพัฒนาแอปพลิเคชัน ความหมายและคุณสมบัติของทรานแซกชันรวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ดูแลทรานแซกชันนั้น และหลักการตรวจจับใบและรู้จำใบหน้าบุคคล

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาภาพรวมของโปรแกรม วิธีการใช้บริการต่างๆของคลาวด์แพลตฟอร์ม การออกแบบทรานแซกชันที่ภายในมีคำสั่งของฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ การใช้เครื่องมือดูแลทรานแซกชันเพื่อดูแลทรานแซกชันที่กล่าวไปข้างต้น การออกแบบระบบรู้จำใบหน้าบุคคล การออกแบบโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างที่ใช้งานระบบฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบและทำงานบนระบบคลาวด์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลองการประมวลผลทรานแซกชันที่ภายในมีคำสั่งของฐานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ การทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบรู้จำใบหน้าบุคคล ผลการทดลอง และการทดสอบกับโปรแกรมประยุกต์

บทที่ 5 บทสรุปของโครงการ กล่าวถึง สิ่งที่ได้รับจากโครงการ ปัญหาอุปสรรคต่างๆในระหว่างการทำโครงการ และข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing)

2.1.1 เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology)

เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) ในความหมายอย่างกว้างๆ คือ เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการสร้างทรัพยากรเสมือนหรือทรัพยากรแบบนามธรรม ของระบบคอมพิวเตอร์ (Abstraction of Computer Resources)

2.1.1.1 การแบ่ง Virtualization Technology ออกตามชนิดของทรัพยากร

การแบ่งระบบปฏิบัติการ (Platform virtualization) แยกออกจากทรัพยากรของระบบ เพื่อให้สามารถรองรับหลายๆ ระบบปฏิบัติการได้โดยแบ่งทรัพยากรของระบบร่วมกัน เช่น ระบบ VMware, Hyper-V, Citrix XenServer

Encapsulation เป็นการปิดบังความซับซ้อนของทรัพยากรโดยการสร้างอินเทอเฟซ ที่สามารถใช้งานได้ง่ายแทน เช่น GRE protocol

Virtual memory เป็นการรวมกันของการอ้างแอสแตรสของทรัพยากรที่ต่างกันในทางกายภาพ ทั้งในหน่วยความจำ และ ดิสก์ให้เปรียบเสมือนเป็นหน่วยเดียวกันที่ต่อเนื่อง

Storage virtualization เป็นกระบวนการของการแทนที่พื้นที่จัดเก็บข้อมูลในแบบกายภาพ (physical storage) ด้วยพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเสมือน (logical storage)

Network virtualization เป็นการสร้างระบบการอ้างแอสแตรสของเครือข่ายแบบจำลอง หรือแบบเสมือน (virtualized network addressing space) ภายใน หรือ ระหว่างซันเน็ต

Channel bonding เป็นการนำลิงค์หลายๆลิงค์รวมกันเพื่อทำงานเสมือนว่ามีลิงค์เดียว แต่มีแบนด์วิดธ์สูงกว่า

Memory virtualization คือเทคนิคในการรวบรวมทรัพยากรแรมจากระบบต่างๆในเครือข่าย เพื่อสร้าง virtualized memory pool

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

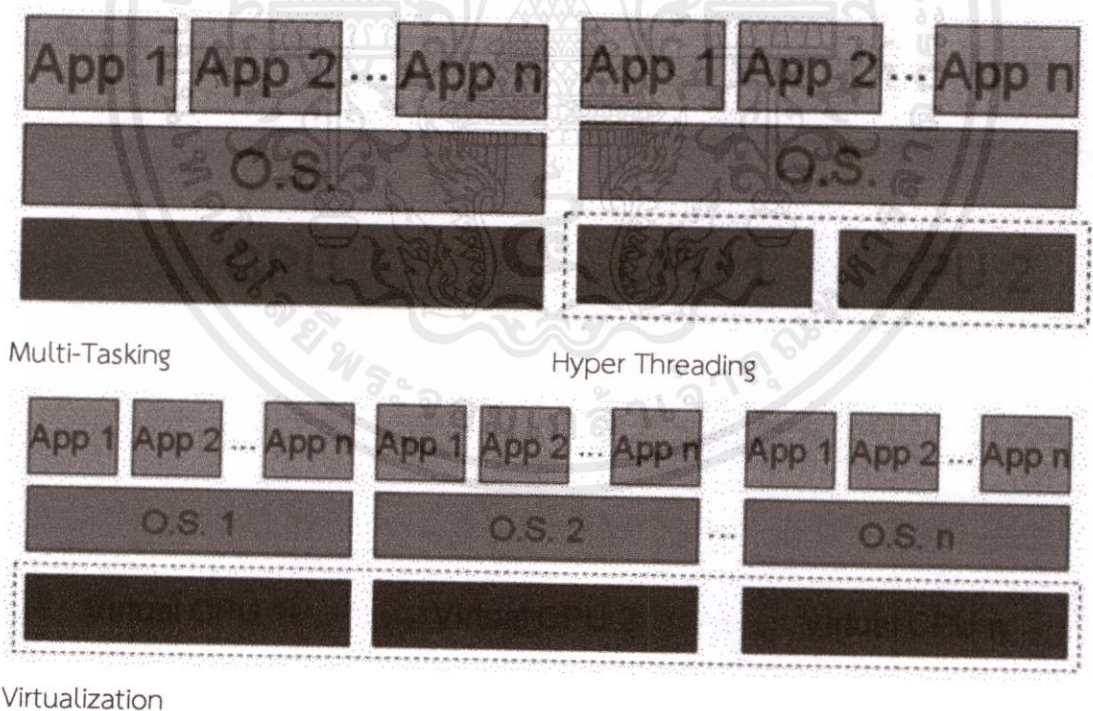
Computer clusters, grid computing, และ cloud computing, เป็นการรวมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่กระจัดกระจายกัน หรือ แยกจากกันเป็นอิสระ มารวมกันทำงานในลักษณะของ Meta-computer ขนาดใหญ่

Application virtualization เป็นกระบวนการในการนำแอปพลิเคชัน ไปติดตั้งและใช้งานบน Hardware/Software อื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของ หรือ ทำงานของแอปพลิเคชัน นั้นๆ

Desktop virtualization เป็นการทำงานบนหน้าจอเสมือน โดยไม่ได้ใช้งานระบบ ณ เครื่องที่อยู่ตรงหน้าจริงๆ แต่เป็นการสร้างเดสทอปจากเครื่องที่ประมวลผลในอีกสถานที่หรือห่างออกไป

2.1.1.2 แพพฟอร์มเสมือน (Platform Virtualization)

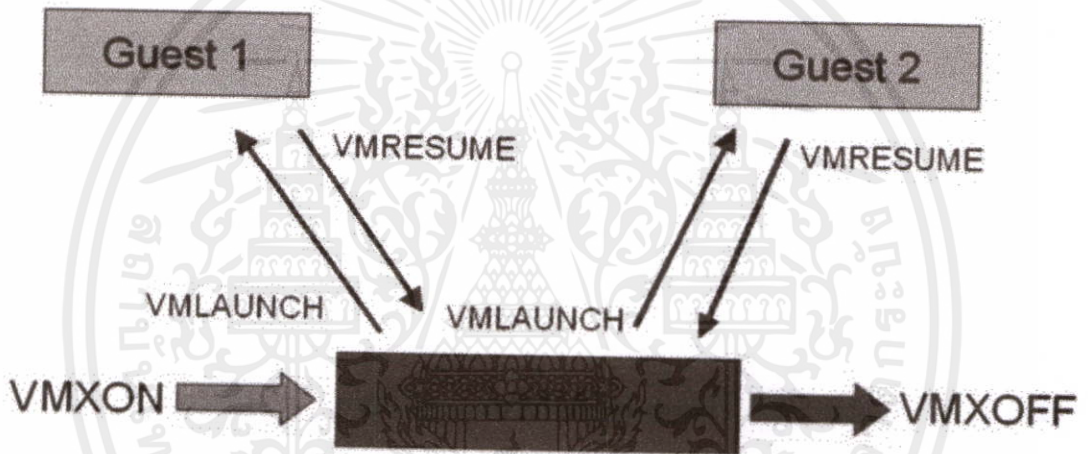
ในปัจจุบันการนำแพพฟอร์มเสมือน นิยมใช้และเรียกกันในหลากหลายชื่อ เช่น Server Consolidation, Cloud Computing, Virtual Computing, Virtual Machine, และอื่นๆ โดยระบบที่ได้รับความนิยมและเป็นผู้บุกเบิกคือ ซอฟต์แวร์ของ VMWare แต่ในความเป็นจริงเทคโนโลยีในการจำลอง มีมาตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1970 แล้ว โดยนิยมใช้ในเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เมนเฟรมหลังจากนั้นเทคโนโลยีก็ได้พัฒนาก้าวหน้ามาเป็นลำดับ



รูปที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่าง Multi-tasking, Hyper Thread และ Virtualization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทำให้ Multi-tasking จะเป็นการบริหารจัดการโดยระบบปฏิบัติการในการแบ่งเวลาของ ซีพียูให้กับแอปพลิเคชันต่างๆ ที่มีการทำงานพร้อมๆกันในขณะที่ Hyper Threading เป็นความสามารถของ ซีพียู ในการจำลองตัว ซีพียู เองให้ดูเหมือนมี 2 ซีพียู และใช้กลไกในการจัดการ ภายใน เพื่อแบ่งเวลาให้กับระบบปฏิบัติการและแอปพลิเคชันในขณะที่การทำงานเสมือนเป็นการสร้าง ซีพียูเสมือน (Virtual CPU) และทรัพยากรระบบอื่นๆ เช่น VDO card, LAN card เสมือนด้วยเช่นกัน เรียกว่า Virtual Machine โดยระบบการจำลองจะควบคุมและจัดการทรัพยากรของระบบแบ่งให้กับ แต่ละ Virtual Machine อย่างเหมาะสมและตามความต้องการ ดังนั้นแต่ละ Virtual Machine จึงมี องค์ประกอบและเปรียบเสมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่สมบูรณ์เครื่องหนึ่งๆ จึงสามารถรองรับ ระบบปฏิบัติการได้หลายระบบ บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์หรือคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว



รูปที่ 2.2 การทำงานของ Virtual Machines Monitor

ซึ่งการทำงานของซอฟต์แวร์เวซวลแมชชีนต่างๆ สามารถที่จะทำงานพร้อมกันได้ในเครื่อง เดียวกัน และในการเข้าใช้ทรัพยากรเครื่องของตัวซอฟต์แวร์เวซวลแมชชีน จะถูกควบคุมด้วย โปรแกรมที่เรียกว่า เวซวลแมชชีนมอนิเตอร์ (Virtual Machines Monitor:VMM) ซึ่งถูกออกแบบมา เพื่อช่วยในการจัดการและจัดสรรการใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน รวมถึงการแปลคำสั่งจากเวซวล แมชชีนไปเป็นคำสั่งระบบของเครื่อง (Physical Hardware)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การทำคลาวด์คอมพิวติ้ง

2.1.2.1 นิยาม

แนวคิดของคลาวด์คอมพิวติ้งเป็นการเข้าใช้บริการทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ เช่น เซิร์ฟเวอร์, ฐานข้อมูล (database) หรือบริการต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้ว่าทรัพยากรทั้งหมดที่มันนั้นตั้งอยู่ที่ใด และไม่ต้องสนใจ การจัดการทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Infrastructure) ตัวอย่างบริการที่พบเห็นได้ทั่วไปเช่น บริการฝากไฟล์, บริการฝากรูป และบริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น คลาวด์คอมพิวติ้ง เป็นแนวทางเพื่อประหยัดการลงทุนทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากมีการนำรูปแบบของการจ่ายตามที่ใช้จริง (pay-per-use) มาใช้ในการคิดค่าบริการ ทำให้ผู้ใช้งานมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน เช่นการเพิ่มเฉพาะทรัพยากรส่วนที่บริการจำเป็นต้องใช้ และลดทรัพยากรส่วนที่บริการไม่จำเป็นต้องใช้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานเลือกทรัพยากรได้เหมาะสมกับสภาพงาน โดยทรัพยากรที่ผู้ให้บริการได้รับนั้นอยู่ในรูปแบบของเวอร์ชวลไลเซชัน โดยผู้ให้บริการไม่ต้องดูแลรับผิดชอบในส่วน of ทรัพยากรต่างๆของระบบ

2.1.2.2 ลักษณะสำคัญของคลาวด์คอมพิวติ้ง

On-demand self-service ผู้ใช้บริการสามารถจำกัดทรัพยากรที่ต้องการจะใช้ เช่น เวลาการใช้งาน และขนาดหน่วยความจำ เท่าที่จำเป็นได้ โดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องผ่านผู้ดูแลระบบ

Broad network access ต้องมีความสามารถในการเข้าใช้งานได้ผ่านระบบเครือข่ายในทุกๆ สถานที่ และสามารถใช้งานได้โดยกลไกขั้นพื้นฐาน ในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน (เช่น โทรศัพท์, คอมพิวเตอร์พกพา, คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เป็นต้น)

Resource pooling การนำเอาทรัพยากรต่างๆ เช่น หน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำ, สตอเรจ, เน็ตเวิร์ค เป็นต้น มารวมและแชร์กันใช้งาน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้ให้บริการ

Rapid elasticity ผู้ใช้งานหรือผู้ให้บริการคลาวด์ สามารถปรับเปลี่ยนทรัพยากรได้ตามความต้องการ

Measured service สามารถทำการติดตามข้อมูลการใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ ที่อยู่ในคลาวด์ เช่น ปริมาณการใช้งานเครือข่าย, ปริมาณการใช้หน่วยความจำ เป็นต้น และสามารถทำกระบวนการ Chargeback หรือคิดค่าบริการกับผู้ใช้งานหรือหน่วยงานที่ใช้งานทรัพยากร ที่อยู่ในคลาวด์ได้ ตามที่ใช้จ่ายจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 ประเภทของคลาวด์คอมพิวติ้ง

Infrastructure-as-a-Service (IaaS) เป็นระดับล่างสุดของการประมวลผลบนคลาวด์ผู้ให้บริการ ตัวอย่างเช่น Amazon และ Mosso ให้บริการเครื่อง instances สำหรับ ผู้พัฒนาโดย instances จริงๆแล้วมีพฤติกรรมเหมือน dedicated server ถูกควบคุมโดย ผู้พัฒนาซึ่งรับผิดชอบในการทำงานของมัน ดังนั้นเมื่อเครื่องทำงานถึงประสิทธิภาพที่จำกัดไว้ผู้พัฒนา จะต้องจัดการกับแบ่งแอปพลิเคชัน ออกไปทำงานบนอีก instance ด้วยตนเอง บริการนี้มีวัตถุประสงค์สำหรับนักพัฒนาที่สามารถเขียนซอฟต์แวร์โดยมีวิธี ในการพัฒนาบนโครงสร้างพื้นฐานที่ยืดหยุ่นได้เพียงเล็กน้อย

Platform-as-a-Service (PaaS) ระดับสูงขึ้น บริการเช่น Google App Engine ที่จัด สภาพแวดล้อมเชิงโปรแกรมมิ่งให้โดยซ่อนรายละเอียดของ instances machine และรายละเอียด ทางเทคนิคจากผู้พัฒนา โดยโปรแกรมจะรันบนคลังข้อมูล (Data Center) โดยที่ผู้พัฒนาไม่ต้องสนใจ เกี่ยวกับการจองพื้นที่แต่สิ่งที่ต้องแลกคือ ผู้พัฒนาจะต้องยอมรับเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การใช้ key-value stores แทนการใช้ฐานข้อมูล

Software-as-a-Service (SaaS) เป็นระดับ สูงที่สุดของการประมวลผลบนคลาวด์โดยกำหนด แอปพลิเคชันให้กับผู้ใช้แบบออนไลน์ รวมทั้งทรัพยากรและการจัดเก็บ โดย SaaS แตกต่างจาก เว็บไซต์หรือเว็บแอปพลิเคชันแบบเดิมที่ไม่อินเทอร์เฟซกับข้อมูลผู้ใช้ (เช่นเอกสาร) หรือทำได้ลักษณะ ที่มีข้อจำกัด ตัวอย่างที่เป็นที่นิยมเช่น Microsoft (Windows Live) Hotmail, ชุด Office เช่นของ Google Documents และ Zoho และธุรกิจซอฟต์แวร์ออนไลน์ เช่น Salesforce

2.1.3 Google Compute Engine

Google Compute Engine เป็นบริการ virtual machine ที่ทำงานบนโครงข่ายของ กูเกิลโดยผู้ใช้สามารถกำหนดทรัพยากรที่ต้องการได้ ขีดความสามารถของ Google Compute Engine มีดังนี้

1. ไม่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการใดๆ
2. เก็บรักษาข้อมูลบนหน่วยความจำที่เชื่อถือได้
3. สามารถจัดการกำหนดค่าเครื่องค่ายได้ เช่น Firewall และ Load Balancing เป็นต้น
4. มีเครื่องมือเสริมเพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น เช่น OAuth 2.0 ใช้ในการเชื่อมต่อไปยัง

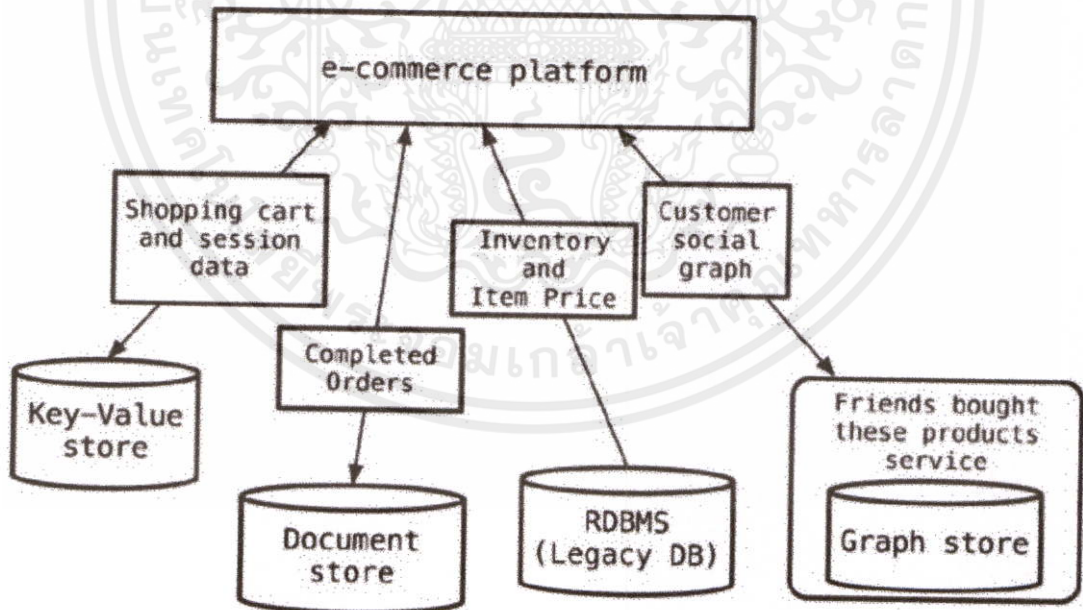
Google Compute Engine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบฐานข้อมูลหลายรูปแบบ (Polyglot Storage Systems) และ โปรแกรมประยุกต์ระบบฐานข้อมูลหลายรูปแบบ (Polyglot Application)

ระบบฐานข้อมูลหลายรูปแบบ เป็นระบบฐานข้อมูลที่มีการใช้งานฐานข้อมูลที่มีรูปแบบโครงสร้างข้อมูลแตกต่างกันมากกว่า 1 ชนิด โดยทั่วไปแล้วฐานข้อมูลแบบต่างๆย่อมมีข้อดีแตกต่างกันไปและมีความเหมาะสมกับแอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน ฐานข้อมูลหลายสัมพันธ์ นั้นสามารถทำงานได้ดีกับแอปพลิเคชันที่ข้อมูลมีโครงสร้างชัดเจน สามารถค้นหาคำตอบสำหรับคำถามที่มีความซับซ้อนได้ ข้อมูลต้องแยกกันอย่างอิสระ (atomic) ไม่มีการเข้าถึงซับซ้อน ของข้อมูล แต่มีข้อเสียที่เมื่อนำมาใช้ยูเซอร์ประกาศข้อมูลชนิดใหม่ขึ้น เช่น Blobs (Binary large objects) และแสดงความเป็นลำดับขั้นของข้อมูลได้ยาก ส่วน NoSQL นั้นสามารถทำงานสามารถทำงานได้ดีกับแอปพลิเคชัน ที่ไม่สามารถกำหนดโครงสร้างของข้อมูลได้ ข้อมูลในแอปพลิเคชัน นั้นเป็นข้อมูลชนิดใหม่หรือเป็นข้อมูลที่มีความเป็นลำดับขั้น

ดังรูปที่ 2.3 ในระบบร้านขายสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยแอปพลิเคชันย่อยๆ หลายส่วน Inventory and Item Price นั้นใช้งานฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ ส่วนแอปพลิเคชันอื่นๆ ใช้งานฐานข้อมูลแบบ NoSQL



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ Polyglot Application ระบบ E-Commerce

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทรานแซกชัน (Transaction)

ปกติแล้วการปฏิบัติงานหลายๆ 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 หรือทำให้เสมือนกับว่าไม่ได้ปฏิบัติงานใด ๆ เลย และควรจัดการเรื่องการปฏิบัติหลาย ๆ ทรานแซกชันพร้อม ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล

2.3.1 ความหมายของทรานแซกชัน

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

ในยุคนั้นปี ค.ศ. 1980 ทรานแซกชันคือการปฏิบัติการบนฐานข้อมูลแต่ละกิจกรรมคือ ทานแซกชัน ในยุคนี้มีฮาร์ดดิสก์ และฟลอปปีดิสก์แล้ว สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง จึงเรียกกระบวนการแบบนี้ว่า การประมวลผลแฟ้มเอกสารโดยตรง (direct file processing)

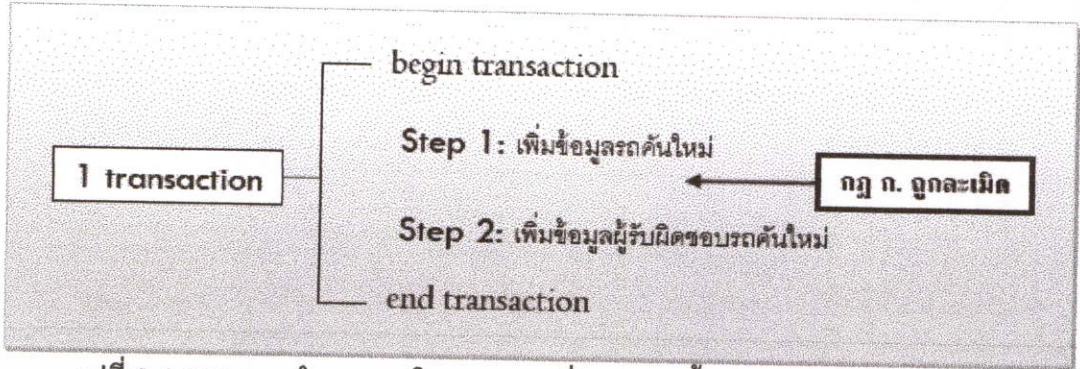
ในปัจจุบันทรานแซกชันถูกนิยามอย่างกว้างขวาง แต่ข้อสังเกตคือมันหมายถึงกระบวนการทำงานไม่ใช่ข้อมูล ซึ่งในแนวคิดของระบบฐานข้อมูล ทรานแซกชัน หมายถึง กลุ่มของงานฐานข้อมูล (คำสั่งภาษาฐานข้อมูลหรือเอสคิวแอล (SQL)) ในระดับลอจิคัล (logical) ที่ยอมให้มีการละเมิดกฎบังคับควบคุมถูกต้องของฐานข้อมูลเป็นการภายในได้ชั่วคราว แต่ก่อนและหลังการปฏิบัติทรานแซกชัน ฐานข้อมูลนั้นต้องถูกต้อง (ระดับลอจิคัล ในที่นี้หมายถึง มุมมองความคิดของผู้ใช้งาน หรือผู้พัฒนาโปรแกรม)

ตัวอย่างเช่น มีกฎข้อบังคับทางธุรกิจ (business rules) ว่า รถยนต์ทุกคันในองค์กรจะต้องมี

ผู้รับผิดชอบ (ให้ชื่อว่า กฏ ก.) เมื่อองค์กรนั้นมีการซื้อรถยนต์คันใหม่แล้วปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารเป็นเอกสารหลังวัน การปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลจะเกิด ทานแซกชันดังกล่าว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีขั้นตอนการแก้ไขข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานภายในทรานแซกชันของการซื้อรถยนต์คันใหม่ ตามกฎ ก.

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าภายในทรานแซกชันจะเกิดการละเมิดกฎข้อบังคับที่ตั้งไว้ (กฎ ก.) คือ เมื่อเพิ่มข้อมูลรถยนต์คันใหม่ที่บริษัทเข้ามา รถยนต์คันนั้นจะยังไม่มีผู้ดูแล ต้องรอเพิ่มข้อมูลผู้รับผิดชอบก่อน การทำงานทรานแซกชันนี้จึงจะสำเร็จ และเมื่อจบทรานแซกชันจะเห็นว่าฐานข้อมูลถูกต้องตามกฎข้อบังคับ

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

2.3.2 คุณสมบัติของทรานแซกชัน

เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลในฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้อง ระบบฐานข้อมูลต้องรักษาคุณสมบัติของทรานแซกชันดังนี้

ความเป็นหนึ่งเดียว (Atomicity) คือ หนึ่งทรานแซกชันถูกมองเป็นหน่วยเดียวกัน แบ่งย่อยไม่ได้ การปฏิบัติงานใด ๆ ของทรานแซกชันถ้าสำเร็จก็ต้องสำเร็จทั้งหมด ถ้าล้มเหลวก็ต้องล้มเหลวทั้งหมด

ความสอดคล้อง (Consistency) คือ การรักษาความถูกต้องหลังจากปฏิบัติทรานแซกชันแล้ว ฐานข้อมูลจะต้องถูกต้อง ซึ่งเป็นไปตามนิยามของทรานแซกชัน (ระหว่างทำทรานแซกชันอาจละเมิดกฎได้เป็นการชั่วคราว แต่เมื่อทำทรานแซกชันสำเร็จแล้วฐานข้อมูลต้องถูกต้องตามกฎ)

ความโดดเดี่ยว (Isolation) คือ ทรานแซกชันที่ถูกปฏิบัติในเวลาเดียวกันจะต้องไม่รบกวนกัน เสมือนว่าทำงานคนเดียว

ความคงทน (Durability) คือ หลังจากทรานแซกชันทำงานเสร็จสิ้นจนถึงจุดที่มีการคอมมิททรานแซกชันแล้ว (commit transaction) คือ คำสั่งที่ยืนยันว่าการทำงานเสร็จสิ้นลงอย่างสมบูรณ์ การนำไปใช้

ให้ระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดลงฐานข้อมูล) การเปลี่ยนแปลงทั้งหลายต้องอยู่ถาวร ระบบจะรับประกันว่าข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลอย่างแน่นอน แม้ระบบจะล้มเหลว คุณสมบัติเหล่านี้ถูกเรียกรวมว่า แอซิด หรือเพอร์ดี (ACID properties) มาจากการรวมกันของ อักษรตัวแรกจากคุณสมบัติทรานแซกชันแต่ละข้อ

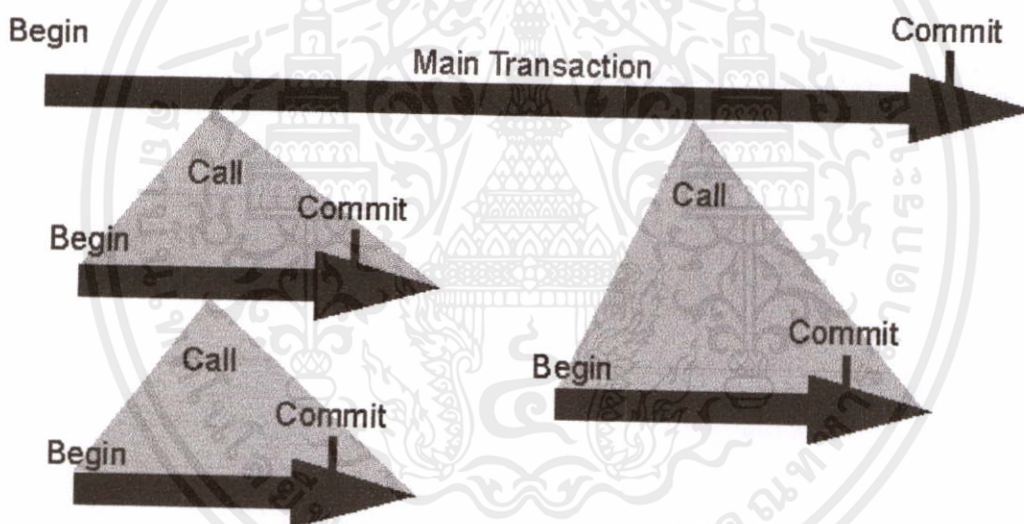


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ตัวจัดการทรานแซกชัน (Transaction Processing Monitor)

ตัวจัดการทรานแซกชัน(Transaction Processing Monitor) เป็นซอฟต์แวร์ตัวกลางที่ทำหน้าที่ดูแลเกี่ยวกับการประมวลผลทรานแซกชันของแอปพลิเคชัน ดูแลให้ทรานแซกชันหลักสามารถทำการคอมมิต(commit) ได้อย่างถูกต้อง กล่าวคือ ทรานแซกชันหลัก จะทำการ คอมมิต ได้ก็ต่อเมื่อทรานแซกชัน ที่ 1 2 และ 3 คอมมิตสมบูรณ์แล้ว หากมีบางทรานแซกชันทำงานไม่สำเร็จ ผลคือ ทรานแซกชันหลักจะทำงานไม่สำเร็จทั้งหมด

โดยทรานแซกชันย่อยๆนั้น อาจถูกดูแลโดยตัวจัดการฐานข้อมูลต่างๆ ที่มีรูปแบบโครงสร้างข้อมูลแตกต่างกันด้วย ดังรูปที่ 2.5 ตัวดูแลทรานแซกชันจึงทำหน้าที่เป็นตัวกลาง ติดต่อกับ ตัวจัดการฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ทราบสถานะของทรานแซกชันย่อยๆนั้น และสามารถตัดสินใจได้ว่าท้ายที่สุดแล้วทรานแซกชันหลักนั้นสำเร็จหรือไม่



รูปที่ 2.5 แสดง Nested Transaction ที่ Transaction ดูแลโดย DBMS ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โพรโทคอลสำหรับการคอมมิตแบบ 2 ระยะ (Two-phase Commit Protocol)

การจัดการรายการเปลี่ยนแปลงแบบกระจาย (Distributed Transaction Management) เกี่ยวข้องกับ 2 กระบวนการคือ การควบคุมการกู้ (Recovery Control) ทั้ง 2 กระบวนการจะต้องมีการปรับปรุงเพิ่มขึ้น เมื่อนำมาใช้กับระบบฐานข้อมูลแบบกระจาย สำหรับการควบคุมการกู้ นั้น วิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหาคือ โพรโทคอลสำหรับการคอมมิตแบบ 2 ระยะ (Two-phase Commit Protocol) ส่วนเทคนิคในการควบคุมภาวะพร้อมกันที่นิยมใช้กันมากคือ การใช้ตัวปิดกั้น (Locking) ทั้ง 2 เทคนิคมีพื้นฐานในการทำงานบนระบบฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ ซึ่งเมื่อนำมาใช้กับระบบฐานข้อมูลแบบกระจาย ก็ต้องมีการปรับปรุงเทคนิคเพื่อให้สามารถทำงานกับระบบใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้าถึงข้อมูลในระบบแบบกระจายโดยปกติแล้วจะดำเนินการผ่านทรานแซกชัน ซึ่งจะต้องรักษาคุณสมบัติ ACID ซึ่งในการทำทรานแซกชันมีอยู่สองประเภทคือ โลกอลทรานแซกชัน ซึ่งจะดำเนินการกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่โลกอลเท่านั้น และอีกประเภทหนึ่งคือ โกลบอลทรานแซกชัน ซึ่ง จะทำการเข้าถึงข้อมูลและปรับปรุงข้อมูลในหลาย ๆ ฐานข้อมูล ในกรณีของ โกลบอลทรานแซกชัน การรักษาคุณสมบัติ ACID ของการทำทรานแซกชันแบบกระจายจะมีการดำเนินการที่ซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากแต่ละไซด์จะมีส่วนร่วมในการทำทรานแซกชัน ซึ่งความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในไซด์เหล่านี้ หรือ ความล้มเหลวจากการสื่อสารกันระหว่างไซด์ อาจทำให้การทำทรานแซกชันผิดพลาดได้

2.5.1 โครงสร้างระบบ (System Structure)

ในแต่ละไซด์จะมีตัวจัดการทรานแซกชัน (Local Transaction Manager) เป็นของตนเอง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมให้การทำทรานแซกชันให้มีคุณสมบัติ ACID โดยที่ตัวจัดการทรานแซกชันแต่ละตัวก็จะ ร่วมกันในการทำ โกลบอลทรานแซกชัน เพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เราจะกำหนดโมเดลของระบบทรานแซกชัน โดยในแต่ละไซด์ประกอบไปด้วยระบบย่อยสองระบบคือ

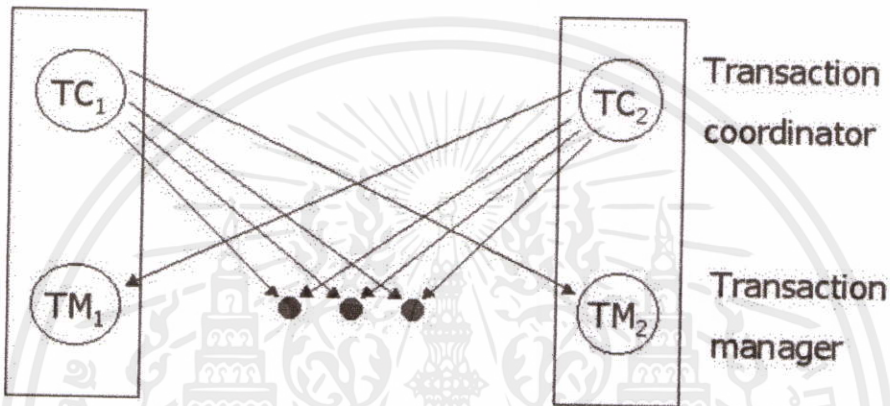
ตัวจัดการทรานแซกชัน (Transaction Manager) จะทำหน้าที่คอยควบคุมดูแลการดำเนินการของ ทรานแซกชันต่างๆ ที่มีการเข้าถึงข้อมูลในไซด์ของตนเอง แต่ละทรานแซกชันเป็นได้ทั้งโลกอลทรานแซกชัน หรือเป็นส่วนหนึ่งของ โกลบอลทรานแซกชันก็ได้
ตัวจัดการทรานแซกชันจะมีหน้าที่ดังนี้

- การจัดการกับล็อก เพื่อจุดประสงค์ในการฟื้นคืนสภาพข้อมูล
- มีส่วนร่วมในการทำ concurrency control กับไซด์อื่นเพื่อร่วมทำ concurrent execution ของทรานแซกชันในไซด์ของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวประสานงานทรานแซกชัน (Transaction Coordinator) ทำหน้าที่ประสานการทำงานของทรานแซกชันต่าง ๆ ทั้ง โลคอลและไกลบอล
ตัวประสานงานทรานแซกชัน มีหน้าที่ดังนี้

- เริ่มต้นทำทรานแซกชัน
- แบ่งทรานแซกชันออกเป็นทรานแซกชันย่อย และส่งไปยังไซด์ที่เหมาะสม
- ประสานการดำเนินการของทรานแซกชันว่า ผลของการทำทรานแซกชันนั้น ทำสำเร็จในทุก ๆ ไซด์ หรือยกเลิกในทุก ๆ ไซด์



รูปที่ 2.6 ตัวจัดการทรานแซกชัน(Transaction Manager) และ ตัวประสานงานทรานแซกชัน (Transaction Coordinator)

2.5.2 โพรโตคอล (Protocol)

เพื่อให้การทำทรานแซกชันบนระบบฐานข้อมูลแบบกระจายมีคุณสมบัติ Atomicity คือทรานแซกชัน T ต้อง คอมมิต ในทุก ๆ ไซด์ หรือยกเลิกการทำทรานแซกชันในทุก ๆ ไซด์ ตัวประสานงานทรานแซกชันของทรานแซกชัน T ต้องมีการทำ คอมมิตโปรโตคอล (commit protocol) วิธีการของคอมมิตโปรโตคอล มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายคือ two-phase commit protocol(2PC) และ three-phase commit protocol(3PC) ซึ่งจะช่วยเหลือภัยข้อเสียของ 2PC แต่การดำเนินการจะมีความซับซ้อนมากกว่า

กำหนดให้ T เป็นทรานแซกชันเริ่มต้นที่ไซด์ Si และให้ ตัวประสานงานทรานแซกชันที่ไซด์ Si เป็น Ci

เมื่อทรานแซกชัน T ได้ทำการประมวลผลเสร็จสิ้น นั่นคือ ทุก ๆ ไซด์ที่ทรานแซกชัน T ได้ประมวลผลได้แจ้งกลับมาที่ Ci ว่า ได้ทำทรานแซกชัน T เสร็จเรียบร้อยแล้ว ตัวประสานงานทรานแซกชัน Ci จะเริ่มทำโปรโตคอล 2PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทรานแซกชัน T ได้ทำการประมวลผลเสร็จสิ้น นั่นคือ ทุก ๆ ไซต์ที่ทรานแซกชัน T ได้ประมวลผลได้แจ้งกลับมาที่ C_i ว่า ได้ทำทรานแซกชัน T เสร็จเรียบร้อยแล้ว ตัวประสานงานทรานแซกชัน C_i จะเริ่มทำโปรโตคอล 2PC

Phase 1

C_i เพิ่มเรคอร์ด ลงไปใน ล็อกไฟล์บนที่เก็บข้อมูลที่มีความเสถียร จากนั้นก็จะส่งสัญญาณ prepare T ไปให้กับทุก ๆ ไซต์ที่ประมวลผลทรานแซกชัน T เมื่อไซต์อื่น ๆ ได้รับสัญญาณ ตัวจัดการทรานแซกชันจะต้องตอบกลับไปหาตัวประสานงานทรานแซกชันว่าจะทำการ คอมมิททรานแซกชันได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะเพิ่มเรคอร์ด ลงไปใน ล็อกไฟล์และส่งสัญญาณ abort T กลับไปที่ C_i ถ้าได้จะเพิ่มเรคอร์ด ลงไปใน ล็อกไฟล์ และตัวจัดการทรานแซกชันจะส่งสัญญาณ ready T กลับไปที่ C_i

Phase 2

ทรานแซกชัน T ทรานแซกชัน T จะคอมมิท ได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณ ready T จากทุก ๆ ไซต์ที่มีส่วนร่วมในการทำทรานแซกชัน นอกเหนือจากนั้นทรานแซกชัน T จะต้องถูกยกเลิก ซึ่งก็จะต้องทำการเพิ่มเรคอร์ด หรือ ลงไปใน ล็อก ไฟล์ ถ้าทรานแซกชัน T สามารถคอมมิท ได้ หรือ ยกเลิกการทำทรานแซกชัน จากนั้น ตัวประสานงานทรานแซกชันก็จะส่งสัญญาณ commit T หรือ abort T ไปให้กับทุก ๆ ไซต์ที่ร่วมกันทำทรานแซกชัน เมื่อแต่ละไซต์ได้รับสัญญาณก็จะทำการบันทึกเรคอร์ดนี้ลงไปใน ล็อก ไฟล์

จะเห็นว่าสัญญาณ ready T มีความสำคัญมาก เนื่องจากไซต์ต่าง ๆ ที่ทำทรานแซกชัน T จะต้องส่งสัญญาณ ready T กลับไปให้ตัวประสานงานทรานแซกชัน เพื่อบอกกับตัวประสานงานทรานแซกชันว่าพร้อมที่จะคอมมิท แล้วซึ่งสัญญาณนี้จะมีผลต่อการทำ commit หรือ abort ของทรานแซกชัน จากลักษณะดังกล่าวอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อไซต์หนึ่งได้ทำการส่งสัญญาณ ready T ไปให้ตัวประสานงานทรานแซกชันแล้ว อาจเกิดความล้มเหลวของไซต์ได้ ซึ่งจากโปรโตคอล 2PC เมื่อตัวประสานงานทรานแซกชันได้รับสัญญาณ ready T หรือ abort T ครบ ก็จะส่งสัญญาณ commit T หรือ abort T ไปให้กับไซต์ที่ร่วมทำทรานแซกชันเท่านั้น โดยไม่ได้สนใจว่าไซต์ต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถ commit หรือ abort ตามสัญญาณที่ส่งไป ได้หรือไม่ ดังนั้นในการดำเนินการโปรโตคอล 2PC จะมีการส่งสัญญาณ acknowledge T กลับมาที่ตัวประสานงานทรานแซกชันเพื่อเป็นการบอกว่าได้ดำเนินการ ในระยะที่สองเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อตัวประสานงานทรานแซกชันได้รับ acknowledge T ครบจากทุก ๆ ไซต์ ก็จะเพิ่มเรคอร์ด เข้าไปใน ล็อก ไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ความล้มเหลวในการทำทรานแซกชัน (Handling of Failure)

ความล้มเหลวในการทำทรานแซกชันมีอยู่หลายกรณี ซึ่งจะมีการจัดการกับความล้มเหลวต่าง ๆ เหล่านี้ดังนี้

1. Failure of participating site ถ้าตัวประสานงานทรานแซกชันตรวจพบว่า มีไซต์หนึ่งเกิดความล้มเหลวขึ้นมา ก็ต้องพิจารณาว่า ไซต์นั้นเกิดความล้มเหลวก่อนการส่งสัญญาณ ready T หรือไม่ ถ้าเกิดความล้มเหลวก่อน ตัวประสานงานทรานแซกชันจะถือว่าไซต์นั้นส่งสัญญาณ abort T กลับมาให้ แต่ถ้าไซต์นั้นล้มเหลวหลังจากที่ได้ส่งสัญญาณ การดำเนินการโปรโตคอล 2PC ก็จะดำเนินการไปตามปกติโดยไม่สนใจไซต์ที่ล้มเหลว

เมื่อไซต์ที่ร่วมทำทรานแซกชัน Sk ทำการ ฟิ้นคืนสภาพข้อมูล จากความล้มเหลวของไซต์ จะต้องมีการตรวจสอบ ล็อก ไฟล์ เพื่อกำหนดว่าจะต้องทำอะไรกับทรานแซกชันที่ยังทำไม่เสร็จ กำหนดให้ T เป็นทรานแซกชันที่ยังทำไม่เสร็จ เราจะต้องพิจารณากรณีต่าง ๆ ต่อไปนี้

- ถ้าใน ล็อก ไฟล์ มีเรคอร์ด ให้ทำการ redo(T)
- ถ้าใน ล็อก ไฟล์ มีเรคอร์ด ให้ทำการ undo(T)

- ถ้าใน ล็อก ไฟล์ มีเรคอร์ด ในกรณีนี้ต้องติดต่อกับ Ci ว่าได้ส่งสัญญาณอะไรมาให้ ถ้าพบว่าทรานแซกชันได้ทำการคอมมิต ทรานแซกชัน T ก็จะทำการ redo(T) และจะทำ undo(T) ถ้าพบว่าได้ทำการ abort ทรานแซกชัน แต่ถ้าไม่สามารถติดต่อกับ Ci ได้ ไซต์ Sk ก็จะต้องพยายามตรวจสอบว่าทรานแซกชันได้ทำ commit หรือ abort จากไซต์อื่น ๆ ทุกไซต์ โดยการส่งสัญญาณ query-status T ไปให้กับทุก ๆ ไซต์

เมื่อไซต์ได้รับสัญญาณ query-status T ก็จะทำการตรวจสอบกับ ล็อก ไฟล์ว่าได้ทำ commit หรือ abort กับ ทรานแซกชัน T

- ล็อก ไฟล์ ไม่ปรากฏเรคอร์ด(abort, commit, ready) อะไรเลยที่เกี่ยวข้องกับทรานแซกชัน T หมายความว่าไซต์ได้เกิดความล้มเหลวก่อนที่จะส่งสัญญาณ ready T กลับไปให้ตัวประสานงานทรานแซกชัน ทำให้ทรานแซกชันต้อง abort ดังนั้น Sk ต้องทำ undo(T)

2. Failure of coordinator ถ้าตัวประสานงานทรานแซกชันล้มเหลวในระหว่างที่กำลังทำทรานแซกชัน ไซต์ที่ร่วมกันทำทรานแซกชัน ต้องคอยให้ตัวประสานงานทรานแซกชันกลับมาเริ่มต้นทำงานใหม่แล้วจึงค่อยดำเนินการต่อ

- ถ้าใน ล็อก ไฟล์มีเรคอร์ด ดังนั้นทรานแซกชัน ต้องทำการ commit
- ถ้าใน ล็อก ไฟล์มีเรคอร์ด ดังนั้นทรานแซกชัน ต้องถูก abort

- ถ้าในบางไซต์ไม่มีเรคอร์ด ใน ล็อก ไฟล์ ดังนั้นจะไม่สามารถทำการคอมมิตได้ เนื่องจากไม่ได้ส่งสัญญาณ ready T กลับไปให้ตัวประสานงานทรานแซกชัน ดังนั้นตัวประสานงานทรานแซกชันก็ใช้

จะต้องทำการ abort ทรานแซกชั่น อยู่แล้ว ซึ่งในกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องรอให้ Ci กลับมาเริ่มต้นทำงานใหม่อีกครั้ง สามารถที่จะ abort ได้ทันที

ถ้าในทุก ๆ ไซด์มีเรคอร์ด แต่ไม่มีอะไรต่อจากนั้นเช่น abort หรือ commit ทำให้ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องทำอะไร ดังนั้นไซด์ต่างๆ ต้องคอย Ci กลับให้มาเริ่มต้นทำงานใหม่ แล้วค่อยดำเนินการทรานแซกชั่นต่อไป และในขณะที่คอยก็ต้องใช้ทรัพยากรของระบบด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

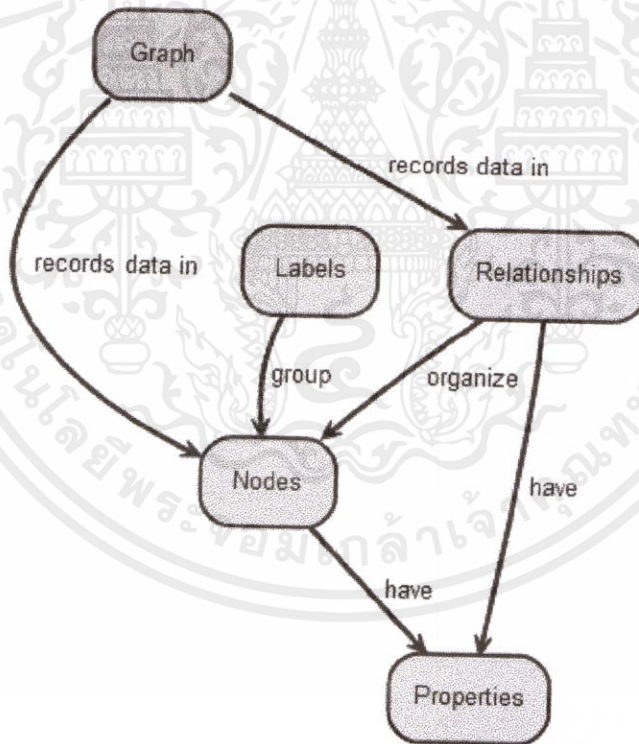
2.6 ดาต้าเบสประเภทกราฟ (Graph Database)

ดาต้าเบสประเภทกราฟเก็บข้อมูลในรูปแบบกราฟ ซึ่งเป็นโครงสร้างข้อมูลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การใช้งานโครงสร้างข้อมูลนี้ทำให้การเข้าถึงข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการของกราฟโดยตรง กราฟประกอบด้วย จุด (node) และ เส้น (edge) หรือความสัมพันธ์ (relationship) ข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในรูปคุณสมบัติ (property) ของจุดและเส้น

2.6.1 ความสัมพันธ์ของจุด เส้น และคุณสมบัติ

กราฟถูกสร้างขึ้นจากระบบความสัมพันธ์ของจุด เส้น และคุณสมบัติ โดยมีหลักการดังนี้

1. กราฟประกอบด้วยจุดและความสัมพันธ์ โดยทั้งจุดและความสัมพันธ์สามารถมีคุณสมบัติได้
2. ความสัมพันธ์เป็นตัวจัดการกราฟ โดยความสัมพันธ์เป็นได้ทั้งแบบมีทิศทางและไม่มีทิศทาง
3. มีป้ายชื่อ (label) เป็นเสมือนชนิดของจุด



รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของจุด เส้น และคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ภาษาที่ใช้ในปฏิบัติงานบนดาต้าเบสประเภทกราฟ

สำหรับการปฏิบัติงานบนดาต้าเบสประเภทกราฟนั้นใช้ภาษาที่มีชื่อว่า 'Cypher' ซึ่งเป็นภาษาที่ดูเรียบง่ายแต่มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบสูง และมีการออกแบบมาให้คล้ายกับภาษาของมนุษย์ โดยอิงกับหลักภาษาอังกฤษ

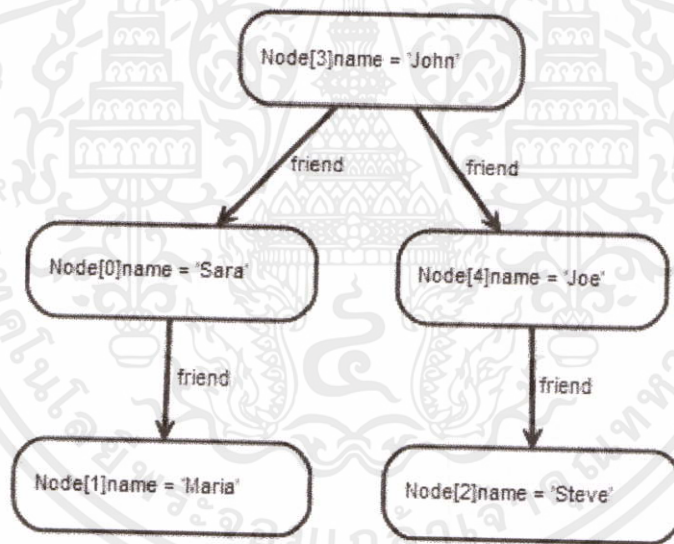
2.6.2.1 โครงสร้างของภาษา

Cypher โครงสร้างคล้ายกับภาษา SQL ที่ปฏิบัติงานบนฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ คำสั่งในการค้นหาคำตอบประกอบด้วยคำสั่งย่อยต่างๆ ตัวอย่างเช่น

MATCH : ค้นหาเส้นทาง(path)ของกราฟที่ตรงกับเงื่อนไข

WHERE : เพิ่มเงื่อนไขในการเลือก path ที่ต้องการ

รูปที่ 2.8 เป็นตัวอย่างข้อมูลในกราฟดาต้าเบส ซึ่งสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยโครงสร้างคำสั่งด้านบน ตัวอย่างเช่น



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของกราฟ

หากต้องการหาคนที่ชื่อ 'john' และ เพื่อนของเพื่อนของ john สามารถค้นหาได้โดยใช้คำสั่งด้านล่าง

```
MATCH (john {name: 'John'})-[:friend]->()-[:friend]->(fof)
```

```
RETURN john, fof
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการค้นหาด้วย cypher

john	fof
Node[3]{name:"John"}	Node[1]{name:"Maria"}
Node[3]{name:"John"}	Node[2]{name:"Steve"}
2 rows	

คำสั่ง MATCH

เป็นคำสั่งหลักที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลจากดาต้าเบส โดยถ้าไม่มีการจำกัดของเขตการค้นหา ทุกจุดและเส้นจะถูกสแกน ซึ่งการค้นหาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการใช้งานอินเดกซ์(Index)

โดยปกติแล้ว คำสั่ง MATCH จะไม่พิจารณาคุณสมบัติที่มีค่าเป็น NULL แต่หากเราต้องการผลลัพธ์ที่พิจารณาคุณสมบัติที่มีค่าเป็น NULL ด้วยนั้นสามารถทำได้ด้วยการใช้ OPTIONAL MATCH ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้คล้ายการทำ Outer-Join ในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์

ตัวอย่างการใช้งาน

1. ค้นหาทุกจุดในกราฟ

```
MATCH (n)
```

```
RETURN n
```

2. ค้นหาทุกจุดในกราฟที่มีป้ายชื่อเป็น 'Moive'

```
MATCH (movie:Movie)
```

```
RETURN movie
```

3. ค้นหาหนังที่ถูกกำกับโดย 'Oliver Stone'

```
MATCH (director { name:'Oliver Stone' })--(movie)
```

```
RETURN movie.title
```

4. ค้นหานักแสดงหนังเรื่อง 'Wall Street'

```
MATCH (wallstreet { title:'Wall Street' })<-[:ACTED_IN]-(actor)
```

```
RETURN actor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง WHERE

คำสั่ง WHERE ใช้ร่วมกับคำสั่งอื่นๆ เช่น MATCH และ OPTIONAL MATCH โดยทำหน้าที่เป็นเงื่อนไขกำหนดผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานคำสั่ง MATCH และ OPTIONAL MATCH

ตัวอย่างการใช้งาน

1. ค้นหาจุดที่คุณสมบัติ age น้อยกว่า 30

```
MATCH (n)
```

```
WHERE n.age < 30
```

```
RETURN n
```

2. ค้นหาจุดที่มีคุณสมบัติ belt

```
MATCH (n)
```

```
WHERE HAS (n.belt)
```

```
RETURN n
```

3. ค้นหาจุดที่คุณสมบัติ name เริ่มต้นด้วย 'Tob'

```
MATCH (n)
```

```
WHERE n.name =~ 'Tob.*'
```

```
RETURN n
```

4. ค้นหาคนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ peter

```
MATCH (persons),(peter { name: 'Peter' })
```

```
WHERE NOT (persons)-->(peter)
```

```
RETURN persons
```

5. ค้นหาคนที่มีชื่อ 'Peter' หรือ 'Tobias'

```
MATCH (a)
```

```
WHERE a.name IN ["Peter", "Tobias"]
```

```
RETURN a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง RETURN

ส่งสิ่งที่ค้นหาด้วยคำสั่ง MATCH กลับมา โดยอาจมีการระบุเงื่อนไขของจุด ความสัมพันธ์ หรือ คุณสมบัติโดยสามารถส่งค่าของออกได้ทั้ง จุด ความสัมพันธ์ และคุณสมบัติ

ตัวอย่างการใช้งาน

1. ส่งจุดกลับ

```
MATCH (n { name: "B" })
```

```
RETURN n
```

2. ส่งความสัมพันธ์กลับ

```
MATCH (n { name: "A" })-[r:KNOWS]->(c)
```

```
RETURN r
```

3. ส่งค่าคุณสมบัติกลับ

```
MATCH (n { name: "A" })
```

```
RETURN n.name
```

คำสั่ง CREATE

สร้างจุดและความสัมพันธ์ลงในกราฟโดยสามารถใช้ร่วมกับคำสั่ง MATCH WHERE และ RETURN ได้

ตัวอย่างการใช้งาน

1. สร้างจุดโดยระบุป้ายชื่อและคุณสมบัติ

```
CREATE (n:Person { name : 'Andres', title : 'Developer' })
```

2. สร้างคุณสมบัติโดยมีการกำหนดคุณสมบัติ

```
MATCH (a:Person),(b:Person)
```

```
WHERE a.name = 'Node A' AND b.name = 'Node B'
```

```
CREATE (a)-[r:RELTYPE { name : a.name + '<->' + b.name }]->(b)
```

```
RETURN r
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง DELETE

ลบจุดและความสัมพันธ์ออกจากกราฟโดยสามารถใช้ร่วมกับคำสั่ง MATCH WHERE และ RETURN ได้

ตัวอย่างการใช้งาน

1. ลบจุดโดยกำหนดค่าคุณสมบัติ

```
MATCH (n { name: 'Peter' })
```

```
DELETE n
```

2. ลบจุดพร้อมทั้งความสัมพันธ์ที่เชื่อมอยู่

```
MATCH (n { name: 'Andres' })-[r]-()
```

```
DELETE n, r
```

3. ลบจุดและความสัมพันธ์ทั้งหมด

```
MATCH (n)
```

```
OPTIONAL MATCH (n)-[r]-()
```

```
DELETE n,r
```

คำสั่ง SET

ใช้งานการปรับปรุงป้ายชื่อหรือคุณสมบัติของจุดและความสัมพันธ์ โดยหากค่าที่ปรับปรุงใหม่เหมือนกับค่าเก่า คำสั่ง SET นั้นจะไม่ทำงาน และสามารถใช้ร่วมกับคำสั่ง MATCH WHERE และ RETURN ได้

ตัวอย่างการใช้งาน

1. เปลี่ยนชื่อจาก 'Andres' เป็น 'Taylor'

```
MATCH (n { name: 'Andres' })
```

```
SET n.surname = 'Taylor'
```

```
RETURN n
```

2. ลบคุณสมบัติ name

```
MATCH (n { name: 'Andres' })
```

```
SET n.name = NULL RETURN n
```

3. คัดลอกคุณสมบัติระหว่างจุดและความสัมพันธ์

```
MATCH (at { name: 'Andres' }),(pn { name: 'Peter' })
```

```
SET at = pn
```

```
RETURN at, pn
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 เครื่องหมาย (Operator)

เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ : +, -, *, / และ %, ^.

เครื่องหมายเปรียบเทียบ : =, <>, <, >, <=, >=, IS NULL, และ IS NOT NULL

เครื่องหมายตรรกะ : AND, OR, XOR, NOT

เครื่องหมายข้อความ : +

2.6.2.3 ฟังก์ชันพื้นฐาน (Built-In Function)

Cypher สามารถรวมกลุ่มข้อมูลเหมือนคำสั่ง GROUP BY ของ SQL ได้ ใช้งานร่วมกันฟังก์ชันพื้นฐานเพื่อคำนวณหาค่าข้อมูล โดยฟังก์ชันพื้นฐานมีดังนี้

COUNT

ใช้ในการนับจำนวนแถวที่ค้นหาได้

ตัวอย่างการใช้งาน

1. นับจำนวนจุด

```
MATCH (n { name: 'A' })-->(x)
```

```
RETURN n, count(*)
```

```
MATCH (n { name: 'A' })-->(x)
```

```
RETURN count(x)
```

2. นับจำนวนความสัมพันธ์

```
MATCH (n { name: 'A' })-[r]->()
```

```
RETURN type(r), count(*)
```

SUM

ใช้ในการหาผลรวมของคุณสมบัติที่กำหนดโดยหากมีค่าเป็น NULL จะไม่นำมาคิด

ตัวอย่างการใช้งาน

1. หาผลรวมของคุณสมบัติ property

```
MATCH (n:Person)
```

```
RETURN sum(n.property)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVG

ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติที่กำหนดโดยหากมีค่าเป็น NULL จะไม่นำมาคิด

ตัวอย่างการใช้งาน

1. หาค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติ property

MATCH (n:Person)

RETURN avg(n.property)

MIN

ใช้ในการหาค่าต่ำสุดของคุณสมบัติที่กำหนดโดยหากมีค่าเป็น NULL จะไม่นำมาคิด

ตัวอย่างการใช้งาน

1. หาค่าต่ำสุดของคุณสมบัติ property

MATCH (n:Person)

RETURN min(n.property)

MAX

ใช้ในการหาค่าสูงสุดของคุณสมบัติที่กำหนดโดยหากมีค่าเป็น NULL จะไม่นำมาคิด

ตัวอย่างการใช้งาน

1. หาค่าสูงสุดของคุณสมบัติ property

MATCH (n:Person)

RETURN max(n.property)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประมวลผลรูปภาพ (Image Processing)

2.7.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากโครงการงานการตรวจจับและตีความป้ายสัญญาณจราจรนั้น ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพจากวิดีโอ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) เป็นหลัก โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล
- ระบบสี Grayscale, RGB และ HSV
- การทำ Image Filtering, Convolution และ Correlation
- Region-of-interest (ROI)
- Pattern Recognition
- Haar wavelet
- Haar like-feature

2.7.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลรูปที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อใช้ในการประมวลผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ และ ยังนำมาใช้ในการลดปัญหาของภาพเช่น ลดสัญญาณรบกวนภายในภาพ เป็นต้น

ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้น ระบบจะนำรูปที่รับเข้ามาไปคำนวณ โดยกระบวนการ Sampling และ Quantization และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัล คอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของ อาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่างๆของรูปที่จุด พิกเซล นั้นๆ และตำแหน่งของช่อง อาร์เรย์ก็เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุด พิกเซล ภายในภาพด้วย

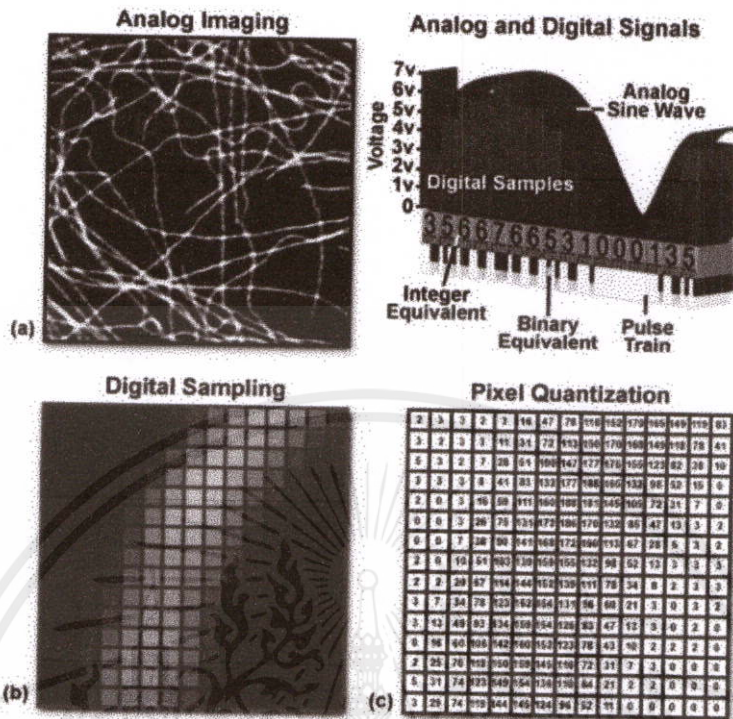


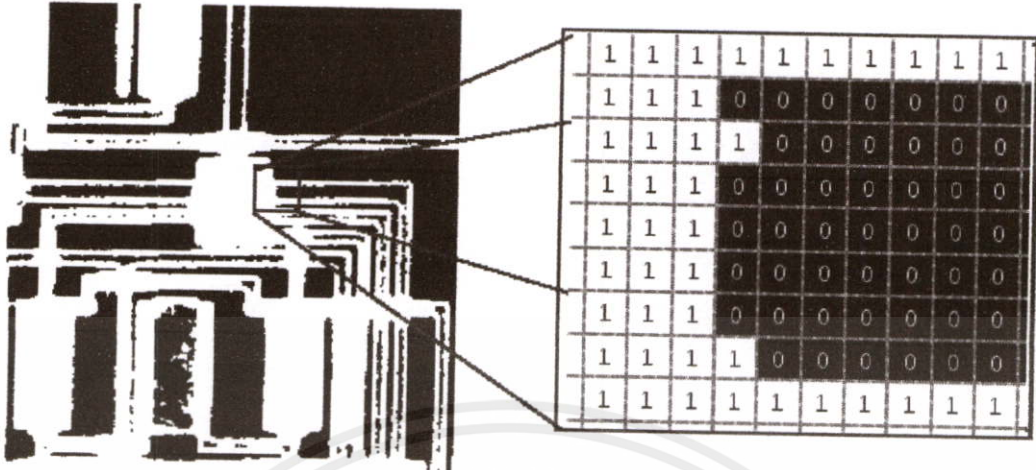
Figure 1

รูปที่ 2.9 การแปลงภาพแอนะล็อกให้เป็นภาพดิจิทัล

ภาพดิจิทัลที่ได้จะมีรูปแบบการเก็บเป็นเมทริกซ์ ซึ่งจะมีการจัดเก็บภาพแต่ละชนิดต่างกัน ขึ้นอยู่กับระบบสีของภาพดังกล่าว โดยแบ่งชนิดของภาพได้ดังนี้

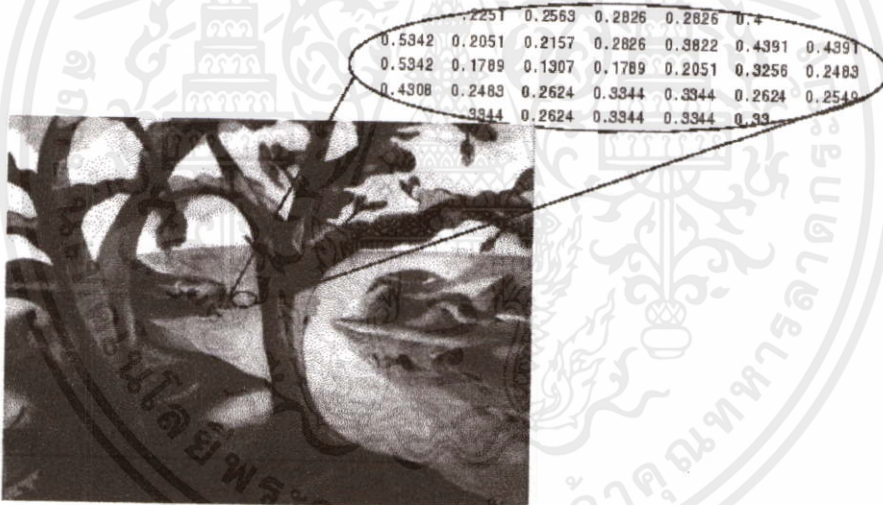
- Binary image หรือ ภาพขาว-ดำ เป็นรูปที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิต ต่อ พิกเซล โดยค่าสีจะมีแค่สองค่าคือ 0 หรือสีดำ และ 1 หรือสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ภาพแบบ Binary หรือ ภาพขาว-ดำ

- Grayscale Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้รูปแบบของอาร์เรย์ 2 มิติ โดยค่าที่เก็บจะมีค่าอยู่ในช่วงๆหนึ่ง ซึ่งระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี



รูปที่ 2.11 ภาพแบบ Grayscale

- RGB Image หรือ Truecolor Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด $m \times n \times 3$ โดยที่ m คือความยาว และ n คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล ส่วนมิติสุดท้ายนั้น ในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือสีแดง(Red) สีเขียว(Green) และสีน้ำเงิน(Blue)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.2235	0.1294	Blue	0.4190
0.5804	0.2902	0.0627	0.2902 0.2902 0.4888
0.5804	0.0627	0.0627	0.0627 0.2235 0.2588
0.5176	0.1922	0.0627	Green 0.1922 0.2588 0.2588
0.5176	0.1294	0.1608	0.1294 0.1294 0.2588 0.2588
0.5176	0.1608	0.0627	0.1608 0.1922 0.2588 0.2588
0.5490	0.2235	0.5490	Red 0.7412 0.7765 0.7765 0.902
0.5490	0.3882	0.5176	0.5804 0.5804 0.7765 0.7765 196
0.490	0.2588	0.2902	0.2588 0.2235 0.4824 0.2235
0.2235	0.1608	0.2588	0.2588 0.1608 0.2588
0.2588	0.1608	0.2588	0.2588 0.2588 0.2588



รูปที่ 2.12 ภาพแบบ RGB

- Indexed Image เป็นรูปที่มีรูปแบบการเก็บแบบ indexed คือ ภาพประเภทนี้จะเก็บค่าสีเป็น indexed และในแต่ละช่องอาร์เรย์ จะเก็บตำแหน่งของสีใน indexed นั้นๆไว้

12	21	40
14	17	21 21 53 8
5	8	8 10 30 15
15	18	31 31 18 16
18	31	31 31
0	0	0
0.0827	0.0627	0.0314
0.2902	0.0314	0
0	0	1.0000
0.2902	0.0627	0.0627
0.3882	0.0314	0.0941
0.4510	0.0627	0
0.2588	0.1608	0.0627
		⋮

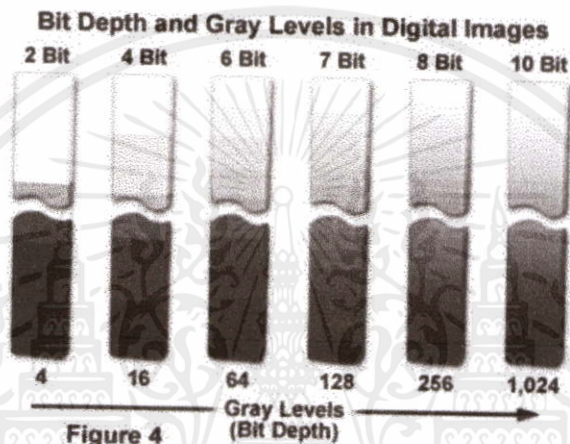
Image Courtesy of Susan Cohen

รูปที่ 2.13 ภาพแบบ Indexed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

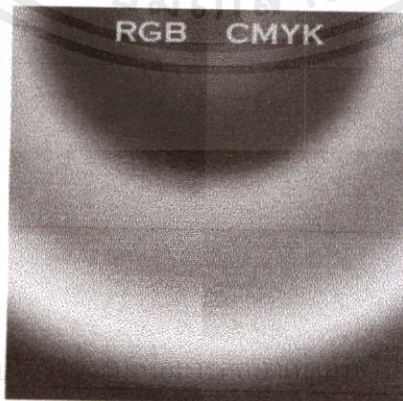
2.7.1.2 ระบบสี (Color Model)

ระบบสี Grayscale เป็นช่วงของเฉดสีเทา ซึ่งแตกต่างกับภาพขาว-ดำ ที่มีเพียง 2 สี คือขาว กับดำ สีใน grayscale นี้ แสดงถึงความเข้มของสี (Intensity) ในระดับต่างๆ โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความเข้มของสีน้อย และสีขาวจะมีความเข้มของสีมาก จำนวนระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี โดยทั่วไปแล้วจะเก็บข้อมูลสีประเภทนี้ด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ซึ่งจะให้ความละเอียดของสีที่ 265 เฉดสี

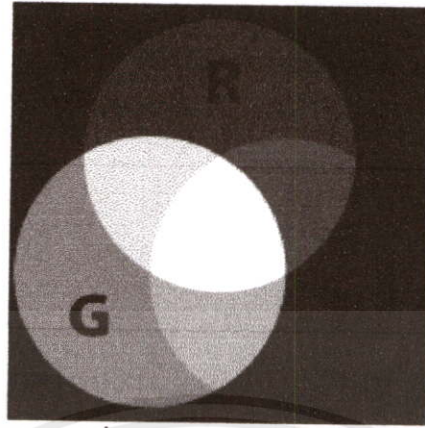


รูปที่ 2.14 ระดับสีของ Grayscale ตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยแม่สีหลักสามสีคือ แดง (Red), เขียว (Green) และ น้ำเงิน (Blue) RGB นั้นเป็นระบบสีแสง และเป็นแบบ Additive คือ ถ้าไม่มีสีใดเลยจะมองเห็นเป็นสีดำ และในทางกลับกัน หากมีครบทุกสีจะมองเป็นสีขาว จะต่างกับระบบสีแบบ Subtractive หรือระบบสีแบบ CMYK ที่เป็นสีที่เกิดจากการสะท้อน หรือเรียกกันทั่วไปว่าสีวัตถุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 2.15 ความแตกต่างของ สีแสง (RGB) และ สีวัตถุ (CMYK) ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 วงล้อสีแบบ RGB

ระบบสี HSV (Hue, Saturation, Value) หรือ HSB (Hue, Saturation, Brightness) เป็นระบบสีที่นิยมใช้กันในหมูนักแต่งภาพ เนื่องจากเป็นระบบสีที่ใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์ได้ดีกว่าระบบสี RGB โดย Hue คือสีของภาพ, Saturation คือ ปริมาณความอิ่มตัวของสี ยิ่งมีค่านี้นมาก ภาพจะมีสีสดยังมีน้อย ภาพจะยังมีสีน้อยลง จนในที่สุดจะกลายเป็นรูปที่ลักษณะแบบ Grayscale และ Value หรือ Brightness เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความสว่างของภาพ หากมีค่ามากภาพจะยังมีความสว่างมาก



รูปที่ 2.17 โมเดลสี HSV ในรูปแบบโคน (Cone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 รูปที่เก็บในแต่ละ channel ในระบบสี RGB และ HSV

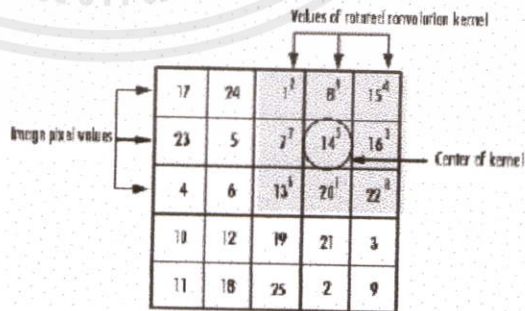
2.7.1.3 การทำ Image Filtering, Convolution และ Correlation

Image Filtering: เป็นเทคนิคในการนำเมทริกซ์ขนาดเล็ก (Sub window mask) ที่ภายในประกอบด้วยค่าต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของฟิลเตอร์ มาวิ่งวนภายในภาพต้นฉบับ พร้อมทั้งคำนวณค่าเพื่อวิเคราะห์หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะของภาพ เช่นการทำภาพเบลอ การปรับขอบของภาพ เป็นต้น

Convolution: เป็นเทคนิคการหาตำแหน่งของภาพ ที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือเหมือนกับภาพขนาดเล็กที่เราต้องการ (Mask) โดยการนำภาพขนาดเล็กดังกล่าวมาหมุน 180 องศา ก่อน แล้วจึงหมุนวน Mask นั้นไปทั่วภาพ เพื่อคำนวณหาตำแหน่ง โดยภาพส่วนที่มีความคล้ายคลึงกันมาก จะปรากฏเป็นจุดสว่างบนภาพ ส่วนที่มีความคล้ายคลึงน้อย จะยังมีสีมืด ทำให้เราสามารถบอกตำแหน่งของวัตถุที่เราต้องการหาได้

$$1 \cdot 2 + 8 \cdot 9 + 15 \cdot 4 + 7 \cdot 7 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 3 + 13 \cdot 6 + 20 \cdot 1 + 22 \cdot 8 = 575$$

$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$
 $h = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 2.19 ลักษณะการวิ่งของ Mask บนรูปภาพ แบบ Convolution

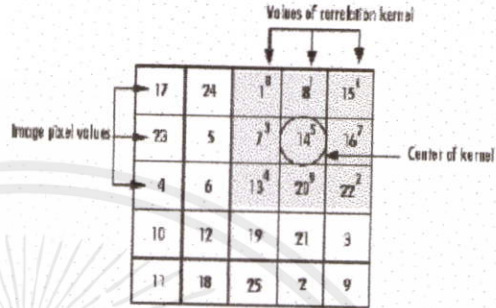
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Correlation: เป็นเทคนิคการหาตำแหน่งของภาพเช่นเดียวกับ Correlation แต่จะนำภาพขนาดเล็กที่ต้องการหามาวิ่งวนภายในภาพเลย โดยไม่ต้องหมุน 180 องศา

$$1 \cdot 8 + 8 \cdot 1 + 15 \cdot 6 + 7 \cdot 3 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 7 + 13 \cdot 4 + 20 \cdot 9 + 22 \cdot 2 = 585$$

The (2,4) output pixel from the correlation is

$$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$h = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix}$$


รูปที่ 2.20 ทำ Correlation

2.7.1.4 ขอบเขตที่สนใจ (Region-of-interest)

Region-of-interest (ROI) คือบริเวณที่เราสนใจ อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้ โดยการตีกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจ ด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล หรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ซึ่งใน 1 ภาพ สามารถกำหนดได้หลายๆ ROI เมื่อกำหนดตำแหน่งต่างๆแล้ว จะสร้าง Mask ที่เป็น Binary Mask สำหรับใช้กำหนดขอบเขตที่จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในรูปภาพนั้นๆ โดยให้ค่าส่วนที่สนใจเป็น 1 หรือสีขาว และให้ส่วนอื่นๆ เป็น 0 หรือสีดำ



รูปที่ 2.21 การกำหนด Region of Interest

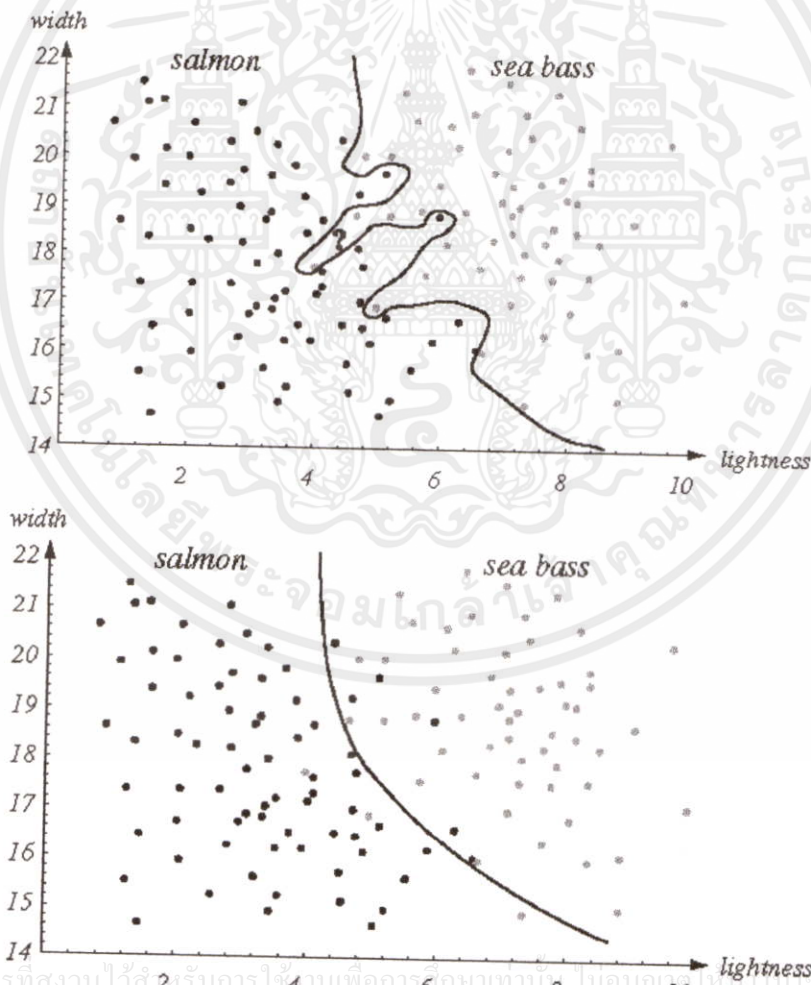
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.5 รูปแบบการรู้จำ (Pattern Recognition)

Pattern คือเอกลักษณ์ หรือลักษณะต่างๆที่สามารถบ่งชี้ได้ ดังนั้น Pattern Recognition คือกระบวนการหาและจำแนก ลักษณะต่างๆที่สนใจภายในภาพ สำหรับตีความหมาย หรือยืนยัน ลักษณะต่างๆ เช่น การแปลงภาพลายมือเป็นตัวพิมพ์ การระบุเจ้าของลายนิ้วมือ เป็นต้น

Feature Selection คือกระบวนการเลือกลักษณะที่ต้องการ โดยการเก็บข้อมูลลักษณะเด่นของวัตถุที่เราต้องการจะตรวจจับและตีความ เช่น ต้องการจำแนก ปลาแซลมอน กับปลาซีเบส ซึ่งใช้ความยาวของปลาและการสะท้อนแสงของเกล็ดปลาที่แตกต่างกัน ช่วยในการจำแนกปลาสองชนิดนี้ ซึ่งการใช้ Feature หลายๆแบบมาช่วยนั้น จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันกราฟที่ได้จะมีความซับซ้อนขึ้นด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเลือก Feature ว่าต้องการความละเอียดเพียงใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรับการใช้ 4 ในการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 2.22 กราฟการทำ Feature Selection ที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ

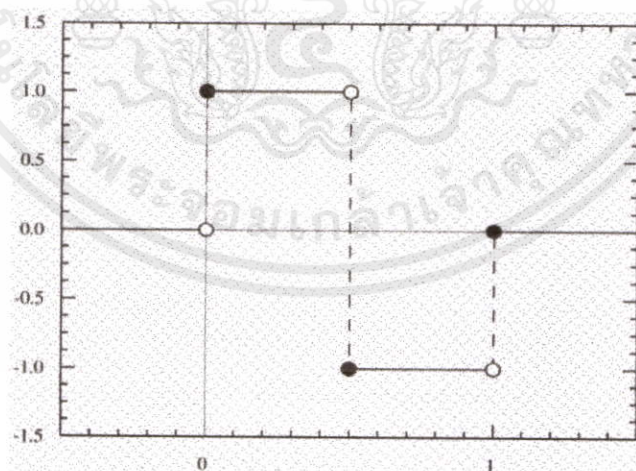
2.7.1.6 Haar wavelet

Wavelet Transform เป็นคณิตศาสตร์ สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณ เฉพาะ ช่วงเวลาและความถี่ที่สนใจได้ ลักษณะของคลื่นแบบนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เป็น Asymmetric และมีค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาอนุพันธ์เข้าใกล้ศูนย์



รูปที่ 2.23 ลักษณะของ Sine Wave และ Wavelet

Haar Wavelet เป็น wavelet พื้นฐาน มีลักษณะเป็น Discrete Function โดย wavelet แบบ นี้มีข้อด้อยคือ ไม่มีความต่อเนื่องของฟังก์ชัน



รูปที่ 2.24 ลักษณะของ Haar Wavelet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

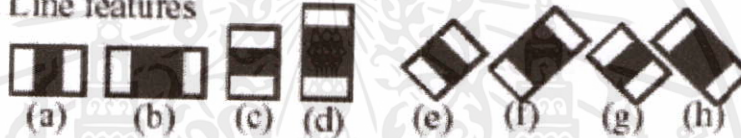
2.7.1.7 Haar like-feature

Haar like-Features ตามวิธีของ Viola และ Jones เป็นวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพ ด้วยหลักการของ Haar Wavelet สำหรับสร้างรูปที่เหลี่ยม (Feature) โดยที่ภาพนี้แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ที่ส่วนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่ง Feature สามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ ใช้สำหรับการตรวจจับลักษณะบนภาพแบบต่าง เช่น เส้นตรง, วงกลม เป็นต้น

1. Edge features



2. Line features



3. Center-surround features

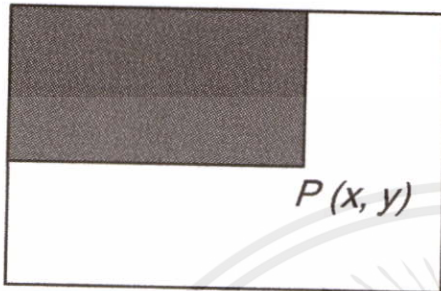


รูปที่ 2.25 รูปแบบของ Features สำหรับการตรวจจับลักษณะแบบต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.26 ตัวอย่างการใช้ Feature ตรวจจับลักษณะต่างๆ

การคำนวณค่าของ Feature นั้น ใช้หลักการคำนวณแบบ Integral image ซึ่ง Integral image คือผลรวมของค่าในทุกๆ พิกเซล ที่ตำแหน่ง (x, y) ใดๆ ซึ่งมีเวลาการทำงานเป็น $O(1)$ ทำให้การคำนวณ Feature นั้นทำได้เร็วมาก



$$P(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y')$$

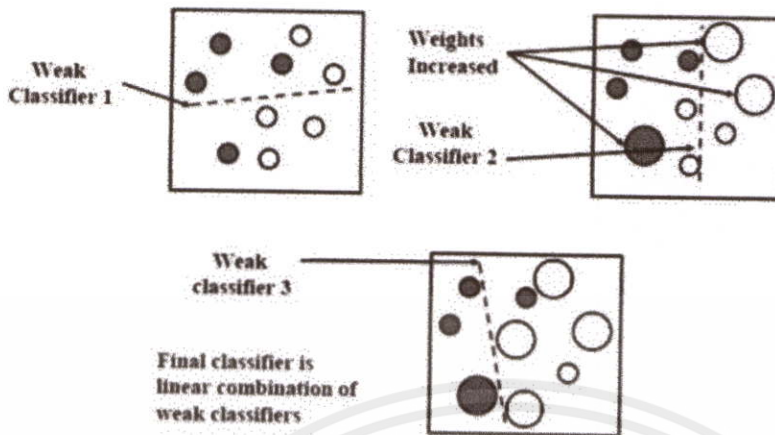
รูปที่ 2.27 การคำนวณแบบ Integral image

ในการทำ Haar like-Feature นั้น จำเป็นต้องมีภาพตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งใช้ในการคัดเลือก ลักษณะของรูปที่ต้องการตรวจจับและตีความหมาย ซึ่งมีสองลักษณะคือ Positive Image หรือรูปที่มี Object นั้นๆ ประกอบอยู่ภายในภาพ และ Negative Image หรือภาพใดๆที่ไม่มี Object ที่เรา ต้องการอยู่ภายในภาพ

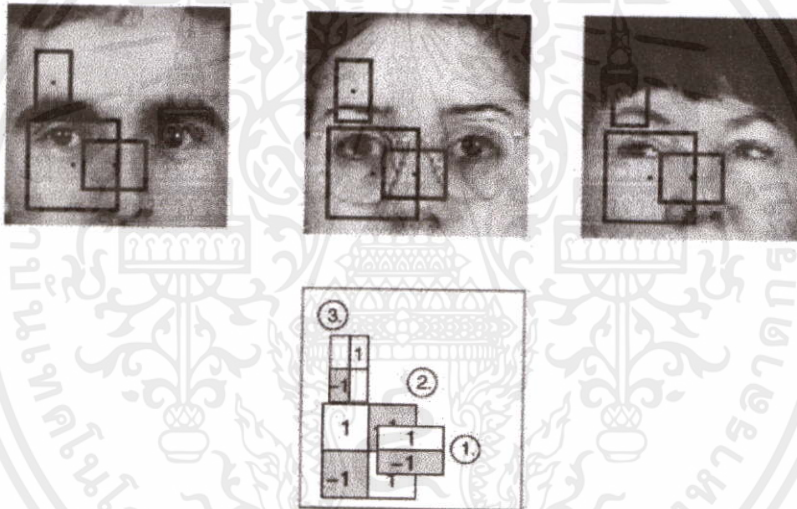
Haar like-Feature ใช้หลักการของ AdaBoost (Adaptive Boost) ซึ่งเป็นกระบวนการหา Feature ที่มีลักษณะใกล้เคียง และแตกต่างกับภาพนำเข้า สำหรับการจับประเภทของภาพ โดยการ ถ่วงน้ำหนักให้ส่วนต่างๆภายในภาพ บนภาพ Positive และภาพ Negative เพื่อใช้หาลักษณะของ Object ที่ “ใช่” และ “ไม่ใช่” ในลักษณะต่างๆ มีกระบวนการดังนี้

- เริ่มแรกกำหนด ค่าน้ำหนักให้กับ Feature ที่วิ่งหาภายในภาพตัวอย่าง
- หาบริเวณที่ประกอบด้วย ส่วนที่เราต้องการ
- เพิ่มค่า น้ำหนักให้กับส่วนที่เหลือ เฉพาะลักษณะที่เราต้องการ ที่ยังไม่ได้ แบ่งลักษณะไว้
- ทำวนเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ จนสุดท้าย นำบริเวณที่ได้ทั้งหมดมารวมกัน จะได้บริเวณของ Object ที่เราต้องการหา และลักษณะในส่วนต่างๆภายใน Object นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



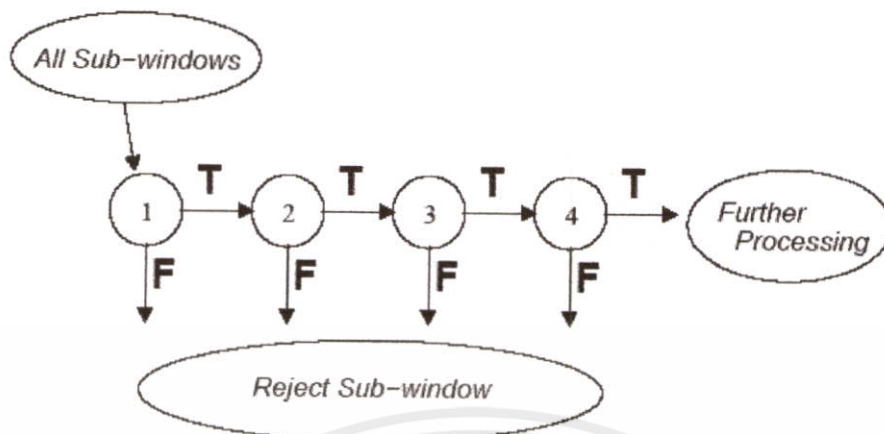
รูปที่ 2.28 การทำงานของ Adaboost



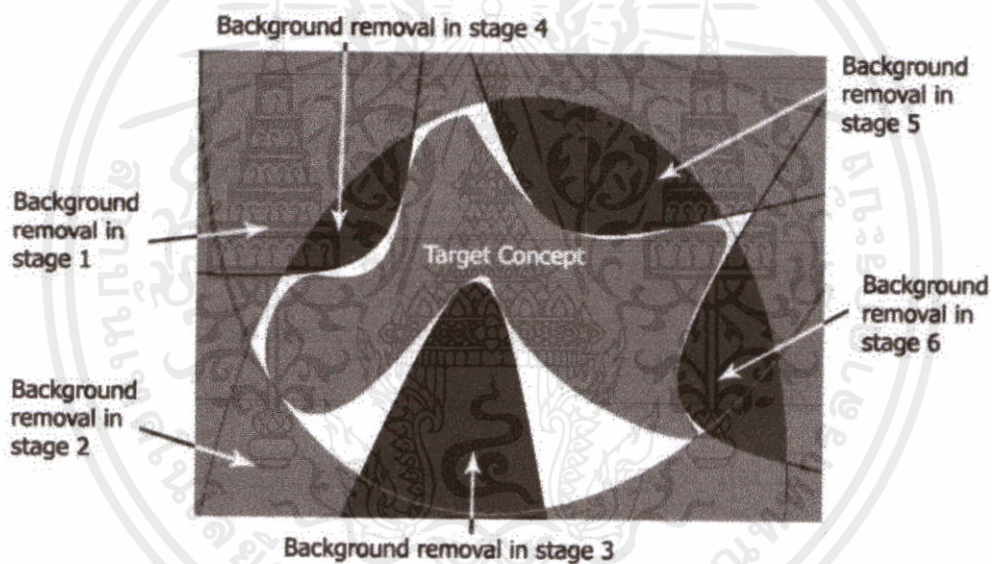
รูปที่ 2.29 ผลลัพธ์จากการทำกระบวนการ AdaBoost

Cascade Classifiers เป็นกระบวนการตีความหมายของภาพ โดยการแบ่งประเภทของภาพ ตามลักษณะภายในภาพ โดยเริ่มต้นจากการตัดส่วนของ Sub window ที่เป็น Negative ออกไปก่อน แล้วจากนั้นค่อยใช้ ส่วนที่เป็น Positive วิ่งวนภายในภาพ หากไม่เจอลักษณะที่ตรงกัน ก็จะเปลี่ยนลักษณะการตรวจจับภายใน Sub window หากเจอลักษณะที่ตรงกัน ก็จะเปลี่ยนลักษณะในการตรวจจับ ทำเช่นนั้นจนครบ จะได้รูปที่สามารถบอกได้ว่าภาพดังกล่าวเป็นภาพอะไรจากลักษณะต่างๆ ภายในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



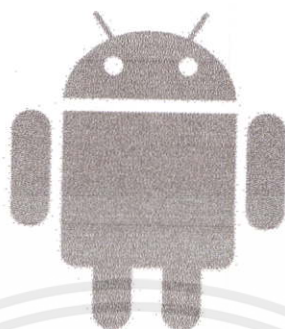
รูปที่ 2.30 การทำงานของ Haar Cascade Classifier



รูปที่ 2.31 ลักษณะการทำงานของ Cascade Classifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 แอนดรอยด์ (Android)



แอนดรอยด์

รูปที่ 2.32 สัญลักษณ์แอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เน็ตบุ๊ก ทำงานบน ลินุกซ์ เคอร์เนล เริ่มพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (Android Inc.) ภายหลังจากพัฒนาในนามของ Open Handset Alliance ทางกูเกิลได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขโค้ดต่างๆ ด้วย ภาษาจาวา และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java ไลบรารี ที่กูเกิลพัฒนาขึ้น

2.8.1 ประวัติ แอนดรอยด์ (Android)

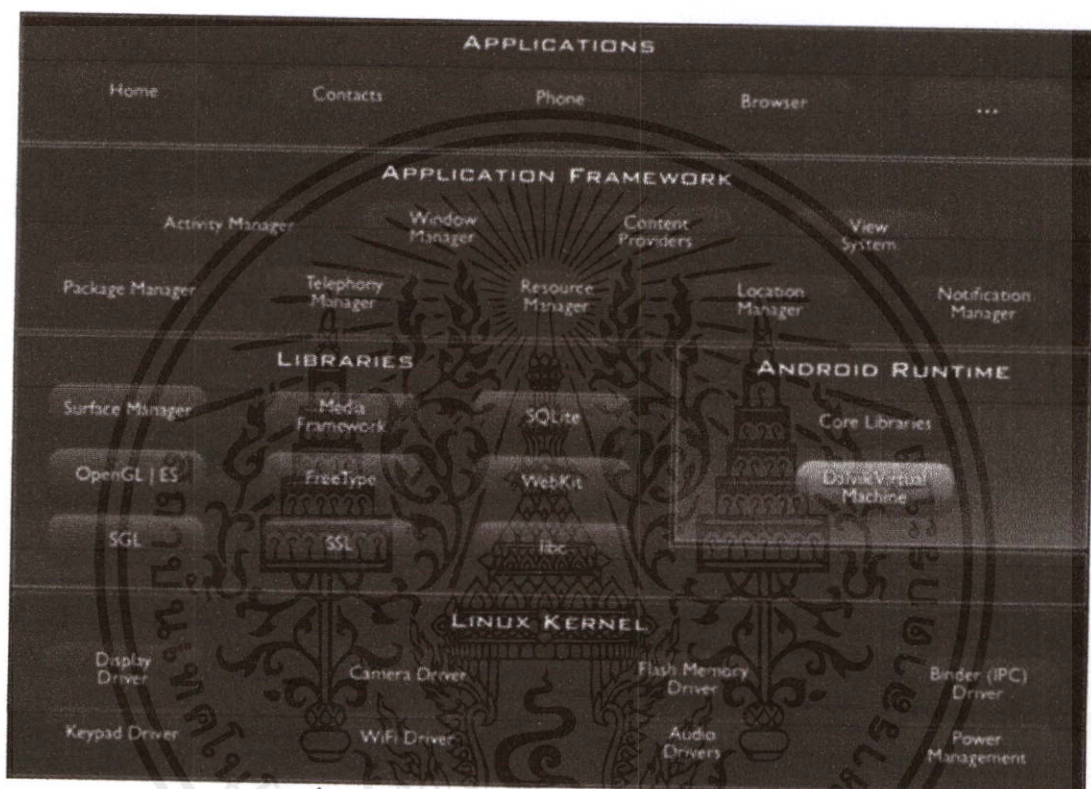
เริ่มต้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถูกพัฒนามาจากบริษัท แอนดรอยด์ (Android Inc.) เมื่อปี พ.ศ 2546 โดยมีนาย แอนดี้ รูบิน (Andy Rubin) ผู้ให้กำเนิดระบบปฏิบัติการนี้ และถูกบริษัท กูเกิลซื้อกิจการเมื่อ เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ 2548 โดยบริษัทแอนดรอยด์ ได้กลายเป็นมาบริษัทลูก ของบริษัทกูเกิล และยังมีนาย แอนดี้ รูบิน ดำเนินงานอยู่ในทีมพัฒนาระบบปฏิบัติการต่อไป ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาจากการนำเอา แกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System)

ต่อมาเมื่อเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ 2550 บริษัทกูเกิล ได้ทำการก่อตั้งสมาคม OHA (Open Handset Alliance) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางในการกำหนดมาตรฐานกลาง ของอุปกรณ์พกพาและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีสมาชิกในช่วงก่อตั้งจำนวน 34 รายเข้าร่วม ซึ่งประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงพาณิชย์ที่จัดทำขึ้นโดยผู้ดูแลระบบเอกสาร การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

บริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านการสื่อสาร เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์พกพา, บริษัทพัฒนาโปรแกรม, ผู้ให้บริการสื่อสาร และผู้ผลิตต่อะไหล่อุปกรณ์ด้านสื่อสาร

2.8.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์ (Android)



รูปที่ 2.33 โครงสร้างของแอนดรอยด์ (Android)

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของแอปพลิเคชัน จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์ พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆได้ดังนี้

ส่วนแอปพลิเคชันหรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้ ซึ่งประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากมาย เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity)

Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้

View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่นหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น

Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความและรูปภาพ

Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์

Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งานผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

ไลบรารี เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงผลภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3มิติ และ 2มิติ, SQLite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

Android Runtime จะมี Dalvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ (Memory), หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Dalvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ ไลบรารีหลัก ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 2.6, Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

2.8.3 Android SDK

Android SDK ย่อมาจาก Android Software Development Kit ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่ทางกูเกิล พัฒนาออกมาเพื่อแจกจ่ายให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือผู้สนใจทั่วไปดาวน์โหลดไปใช้กันโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งนี่ก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ นั้นเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็ว ซึ่งในชุด SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ อย่างเช่น Emulator ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันและนำมาทดลองรันบนตัวอิมูเลเตอร์ก่อน โดยมีสภาวะแวดล้อมเหมือนมือถือที่รันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จริงๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ภาษาจาวา (Java programming language)

ภาษาจาวา (Java programming language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ โดยบริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษาจาวาถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2534 (ค.ศ. 1991) โดยเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการกรีน (the Green Project) และสำเร็จออกสู่สาธารณะในปี พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995) ซึ่งภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทน ภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เติมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แต่ว่ามีปัญหาทางลิขสิทธิ์ จึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทนและแม้ว่าจะมีชื่อคล้ายกัน แต่ภาษาจาวาไม่มีความเกี่ยวข้องใด ๆ กับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ปัจจุบันมาตรฐานของภาษาจาวาดูแลโดย Java Community Process ซึ่งเป็นกระบวนการอย่างเป็นทางการ ที่อนุญาตให้ผู้ที่สนใจเข้าร่วมกำหนดความสามารถในจาวาแพลตฟอร์มได้

เทคโนโลยีจาวา มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญสองอย่าง ที่ทำให้โปรแกรมจาวาสามารถทำงานได้มากกว่าหนึ่งแพลตฟอร์ม คือ

ภาษาจาวา (Java) ซึ่งเป็นภาษาแบบวัตถุที่ใช้ในการเขียนและพัฒนาโปรแกรมจาวา

จาวาแพลตฟอร์ม (Java platform) คือ แพลตฟอร์มหรือสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการรันโปรแกรมจาวา โปรแกรมจาวาจะทำงานบนจาวาแพลตฟอร์มเท่านั้น จาวาแพลตฟอร์มจะประกอบไปด้วยสองอย่างคือ Java VM (JVM) และ Runtime Library โปรแกรมจาวาที่เราเขียนขึ้นจะทำงานบนแพลตฟอร์มใดก็ได้ที่มีจาวาแพลตฟอร์มทำงานอยู่

2.9.1 จุดมุ่งหมายหลัก 4 ประการในการพัฒนาจาวา

1. ใช้ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ
2. ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม (สถาปัตยกรรม และ ระบบปฏิบัติการ)
3. เหมาะกับการใช้ในระบบเครือข่าย พร้อมมีไลบรารีสนับสนุน
4. เรียกใช้งานจากระยะไกลได้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 จาวาแพลตฟอร์มและภาษาจาวา

เนื่องจากชื่อที่เหมือนกัน และการเรียกขานที่มักจะพูดถึงพร้อมกันบ่อยๆ ทำให้คนทั่วไป มักสับสนว่า ภาษาจาวา และ จาวาแพลตฟอร์ม เป็นสิ่งเดียวกัน

ในความเป็นจริงนั้น ทั้งสองสิ่ง แม้จะทำงานเสริมกัน แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่แยกออกจากกัน โดย ภาษาจาวานั้น คือภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ดังที่ได้อธิบายไปข้างต้น ส่วน จาวาแพลตฟอร์ม นั้น คือสภาพแวดล้อมสำหรับการใช้งานโปรแกรมจาวา โดยมีองค์ประกอบหลักคือ จาวาเวอร์ชวลแมชีน (Java virtual machine) และ ไลบรารีมาตรฐานจาวา (Java standard library) โปรแกรมที่ทำงานบนจาวาแพลตฟอร์มนั้น ไม่จำเป็นจะต้องสร้างด้วยภาษาจาวา เช่น อาจจะใช้ ภาษาไพทอน (Python) หรือ ภาษาอื่นๆ ก็ได้

ส่วนภาษาจาวานั้น ก็สามารถนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมสำหรับแพลตฟอร์มอื่นได้เช่นเดียวกัน เช่น คอมไพเลอร์ GCJ สามารถคอมไพล์โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาจาวา ให้ทำงานได้ โดยไม่ต้องใช้ จาวาเวอร์ชวลแมชีน

2.9.3 ข้อดีของภาษาจาวา

1. โปรแกรมจาวาที่เขียนขึ้นสามารถทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขหรือคอมไพล์ใหม่ ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายและเวลาที่ต้องเสียไปในการพอร์ต หรือทำให้โปรแกรมใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม
2. ภาษาจาวาเป็นภาษาเชิงวัตถุ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใช้คำหรือชื่อ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
3. ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น
4. ภาษาจาวามีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอนคอมไพล์และรัน ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ดีบั๊กโปรแกรมได้ง่าย
5. ภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น
6. มี IDE Application Server และ Library ต่าง ๆ มากมายสำหรับจาวาที่เราสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อเครื่องมือและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 ข้อเสียของภาษาจาวา

1. ทำงานได้ช้ากว่าเนทีฟโค้ด (โปรแกรมที่คอมไพล์ให้อยู่ในรูปของภาษาเครื่อง) หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น อย่างเช่น C หรือ C++ ทั้งนี้ก็เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาจะถูกแปลงเป็นภาษากลางก่อน แล้วเมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่งของภาษากลางนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่ง ทีละคำสั่ง (หรือกลุ่มของคำสั่ง) ณ ขณะปฏิบัติงานทำให้ทำงานช้าเนทีฟโค้ด ซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่องแล้วตั้งแต่คอมไพล์ โปรแกรมที่ต้องการความเร็วในการทำงานจึงไม่นิยมเขียนด้วยจาวา

2. โค้ดที่มีในการใช้พัฒนาโปรแกรมจาวามักไม่ค่อยเก่ง ทำให้หลายอย่างโปรแกรมเมอร์จะต้องเป็นคนทำเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่เครื่องมือทำไม่ได้ ถ้าเราดูเนทีฟโค้ด ของไมโครซอฟท์จะใช้งานได้ง่ายกว่า และพัฒนาได้เร็วกว่า (แต่เราต้องซื้อเครื่องมือของไมโครซอฟท์และก็ต้องรันบนแพลตฟอร์มของไมโครซอฟท์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ภาษา PHP

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

2.10.1 คุณสมบัติ

การแสดงผลของพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะไม่แสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถการประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากดาต้าเบส ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ในยูนิกซ์หรือลินุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

การแสดงผลของพีเอชพี ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming) พีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความ จาก POSIX Extended หรือ รูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML

เมื่อใช้พีเอชพีในการทำอีคอมเมิร์ซ สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment, CyberMUT, VeriSign Payflow Pro และ C CVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 การรองรับพีเอชพี

คำสั่งของพีเอชพี สามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น โน้ตแพด หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานของพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS) , Personal Web Server, Netscape และ iPlanet servers, Oreilly Website Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd, และอื่นๆ อีกมากมาย สำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมีโมดูล ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP, คุณมีอิสรภาพในการเลือก ระบบปฏิบัติการ และ เว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้คุณยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้างสร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย คุณสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

พีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่างๆ เช่น LDAP IMAP SNMP NNTP POP3 HTTP COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย คุณสามารถเปิดชอกเก็ตบนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้ โพรโทคอลใดๆ ก็ได้ PHP มีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆ ทั่วไปได้ พุดถึงในส่วน Inter Connection, พีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน คุณยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของแอปพลิเคชันที่ใช้งานเชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์ รวมไปถึงหน้าที่การทำงานของแต่ละหน่วยบนโครงสร้างดังกล่าวทำหน้าที่อย่างไรบ้าง โดยทั้งนี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดของโค้ดที่อยู่ในแอปพลิเคชันแต่จะเน้นในส่วนจากรูปแบบการทำงาน รวมทั้งยังมีส่วนของการออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของระบบฐานข้อมูลแบบกราฟและฐานข้อมูลแบบตารางด้วย

3.1 การทดสอบความสามารถของฐานข้อมูลประเภทกราฟ

ในการออกแบบการทดลองจะอ้างอิงตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาเป็นหลักว่าฐานข้อมูลประเภทกราฟมีความสามารถและการทำงานต่างๆอย่างไร มีการทำงานที่เหมือนและแตกต่างจากฐานข้อมูลประเภทตารางอย่างไร โดยเน้นพิจารณาที่คำสั่งในการค้นหาข้อมูล และรูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ ตลอดจนความเหมาะสมของแอปพลิเคชันในการใช้งานฐานข้อมูลทั้งสอง และนำมาเปรียบเทียบกัน

3.1.1 โครงสร้างข้อมูลและภาษา

การทดสอบนี้เพื่อเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของฐานข้อมูลประเภทตารางและฐานข้อมูลประเภทกราฟ หาข้อแตกต่าง ข้อดีและข้อเสียซึ่งนำไปสู่การเลือกใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยมีการเปรียบเทียบในเชิง

1. รูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บ
2. ภาษาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ
3. ความรวดเร็วในการค้นหาคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การจัดการกราฟ

เนื่องจากโครงสร้างของฐานข้อมูลประเภทกราฟ ที่มีลักษณะเป็นจุดและความสัมพันธ์โดยจะมีคุณสมบัติ ต่างๆการทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดลองสร้าง อัปเดต และลบจุดและความสัมพันธ์

3.1.3 การค้นหาคำตอบ

เนื่องจากโครงสร้างของฐานข้อมูลประเภทกราฟ ที่มีลักษณะเป็นจุดและความสัมพันธ์โดยจะมีคุณสมบัติ ต่างๆ การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดลองค้นหาคำตอบโดยใช้ภาษา cypher เพื่อหาขีดความสามารถของภาษา

3.1.4 การเปรียบเทียบความสามารถของภาษากับภาษาแอสคิวแอล

ความสามารถของภาษาเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการทำการศึกษา โดยจะมีการออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถของภาษา Cypher ซึ่งเป็นภาษาหนึ่งที่ปฏิบัติงานบนฐานข้อมูลประเภทกราฟและภาษา SQL โดยมีการออกแบบคำถามเพื่อทดลองการทำงานและมีการเปรียบเทียบตามหัวข้อดังนี้

1. GROUP BY - แต่ละภาควิชามีนักศึกษากี่คน
2. HAVING - ภาควิชาใดบ้างมีนักศึกษามากกว่า 10 คน
3. Join - แสดงรายละเอียดโปรเจคและอาจารย์ที่ปรึกษาของนักศึกษาชื่อ 'kittitouch'
4. Subquery - ค้นหา Email ของนักศึกษาที่ได้เกรด Math 1 'A'

3.2 การออกแบบการพัฒนาแอปพลิเคชัน

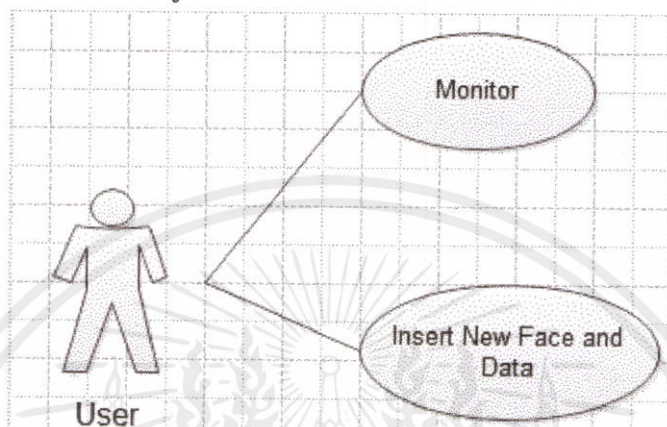
3.2.1 รูปแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชันที่ใช้ในโครงการ

แอปพลิเคชันถูกออกแบบมาให้มีข้อมูลบางส่วนถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลประเภทตารางและบางส่วนถูกเก็บในฐานข้อมูลประเภทกราฟ โดยข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลประเภทตารางจะเป็นข้อมูลที่เรียบง่ายไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันซับซ้อน คือ ชื่อ รูปภาพ และข้อมูลที่ใช้ในการทำการรู้จักใบหน้า

ส่วนข้อมูลของบุคคลทั้งหมดนั้นเนื่องจากมีความสัมพันธ์กันซับซ้อนจึงใช้ฐานข้อมูลประเภทกราฟ เอกสารนี้เขียนขึ้นในด้านการจัดเก็บความสัมพันธ์มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบแผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

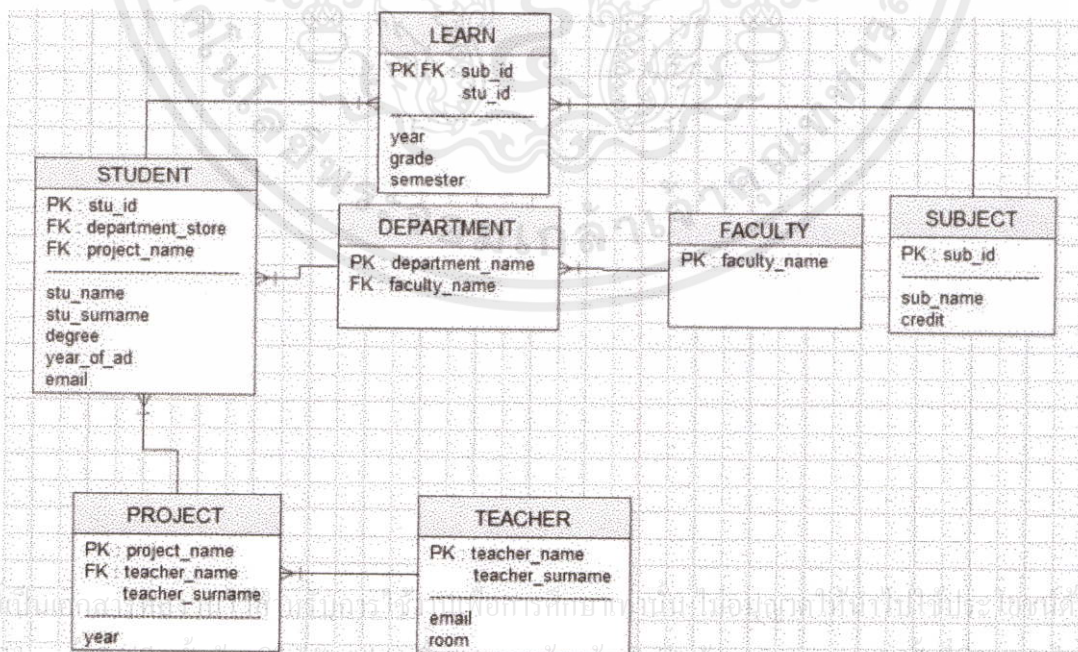
แอปพลิเคชันมีการออกแบบแผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบเพื่อแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบที่จะต้องตอบสนองต่อผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานมีเพียงบทบาทเดียวคือ User หมายถึงผู้ที่ควบคุมดูแลสถานที่ และเข้าถึงข้อมูลที่แสดง



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

3.2.3 การออกแบบโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER Diagram)

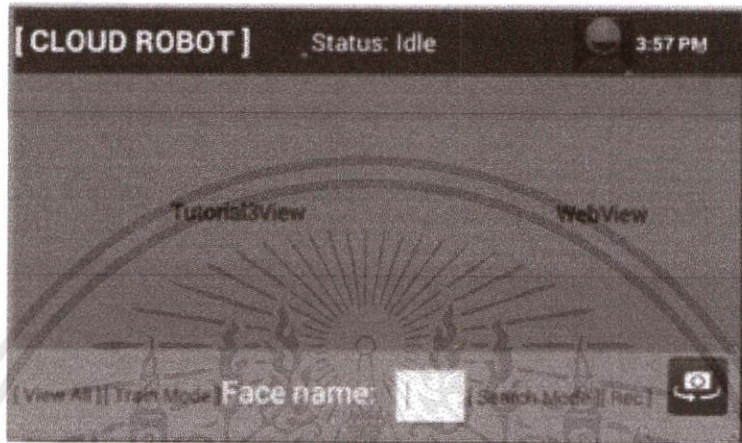
แอปพลิเคชันมีการออกแบบโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นอกจากนั้นยังมีการนำโมเดลนี้ไปใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลแบบกราฟด้วย



รูปที่ 3.2 โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER Diagram)

3.2.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

ในการออกแบบ User Interface ได้มีการใช้ Webview เพื่อแสดงผลข้อมูล และมีเมนูเพื่อเข้าสู่ Train Mode (Training), Search Mode(Prediction) และ View All(Gallery) ซึ่ง Application สามารถสลับได้ว่าจะเลือกใช้งานกล้องหน้า หรือกล้องหลัง ในกรณีที่อุปกรณ์มีกล้องมากกว่า 1 ตัว



รูปที่ 3.3 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

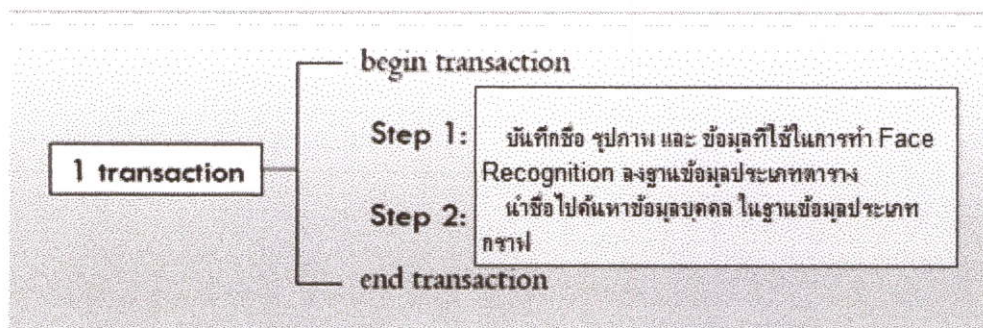
3.2.5 การใช้ทรานแซกชันในแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันมีการออกแบบให้ใช้งานทรานแซกชันเพื่อดูแลความถูกต้องของข้อมูล โดยทรานแซกชันที่ออกแบบนั้นเป็นทรานแซกชันที่ปฏิบัติบนฐานข้อมูล 2 ประเภทคือ ฐานข้อมูลประเภทกราฟ และฐานข้อมูลประเภทตาราง โดยทรานแซกชันนี้ไม่ได้ขึ้นกับ ตัวดูแลการประมวลผลทรานแซกชัน (Transaction Processing Monitor) ของฐานข้อมูลใดตัวหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ตัวดูแลการประมวลผลทรานแซกชันแบบโลคอล(Local Transaction Processing Monitor) แต่ขึ้นกับซอฟต์แวร์ตัวกลางที่มีตัวดูแลการประมวลผลทรานแซกชันทำหน้าที่ดูแลกระบวนการของโพรโทคอลสำหรับการคอมมิตแบบ 2 ระยะ ตัวดูแลการประมวลผลทรานแซกชันของฐานข้อมูลทั้งสอง ซึ่งเรียกว่า ตัวดูแลการประมวลผลทรานแซกชันแบบโกลบอล(Global Transaction Processing Monitor)

โดยทรานแซกชันดังกล่าวมีการปฏิบัติงานดังรูปที่ 3.1 โดยจากรูปจะเห็นว่า ทรานแซกชันนี้ปฏิบัติงาน 2 ขั้นตอนคือ

1. บันทึกชื่อ รูปภาพ และข้อมูลที่ใช้ในการทำ Face Recognition ลงฐานข้อมูลประเภทตาราง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ได้มาจาก แอปพลิเคชันเบื้องหน้า
2. นำชื่อไปค้นหาข้อมูลบุคคล ในฐานข้อมูลประเภทกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ออกแบบทรานแซกชันปฏิบัติบนฐานข้อมูล 2 ประเภท

โดยทรานแซกชันจะทำหน้าที่ดูแลให้แอปพลิเคชันมีการเรียนรู้ใบหน้าหรือนำข้อมูลชื่อ รูปภาพ และข้อมูลที่ใช้ในการทำ Face Recognition ไปบันทึกลงฐานข้อมูลประเภทตารางเฉพาะบุคคลที่อยู่ในฐานข้อมูลประเภทกราฟเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบความสามารถของฐานข้อมูลประเภทกราฟ

เนื่องจากฐานข้อมูลประเภทกราฟเป็นฐานข้อมูลที่ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย จึงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของฐานข้อมูลประเภทกราฟ และทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลประเภทตาราง โดยแบ่งการทดลองออกเป็นหัวข้อดังนี้

4.1.1 โครงสร้างข้อมูลและภาษา

ดาต้าเบสประเภทกราฟเก็บข้อมูลในรูปแบบกราฟ ซึ่งเป็นโครงสร้างข้อมูลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การใช้งานโครงสร้างข้อมูลนี้ทำให้การเข้าถึงข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการของกราฟโดยตรง กราฟประกอบด้วย จุด (node) และ เส้น (edge) หรือความสัมพันธ์ (relationship) ข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในรูปคุณสมบัติ (property) ของจุดและเส้น

ซึ่งแตกต่างจากดาต้าเบสแบบสัมพันธ์ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง ซึ่งแต่ละเรคคอร์ดถูกเก็บเป็นแถว และมีคอลัมน์เป็นค่าของข้อมูล หากเปรียบเทียบโครงสร้างของฐานข้อมูลทั้งสองประเภทแล้ว สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูล 2 ประเภท

ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์	ฐานข้อมูลแบบกราฟ
Row	Instance(Node)
Column	Property
Schema	Label
Table	Graph
SQL	Cypher

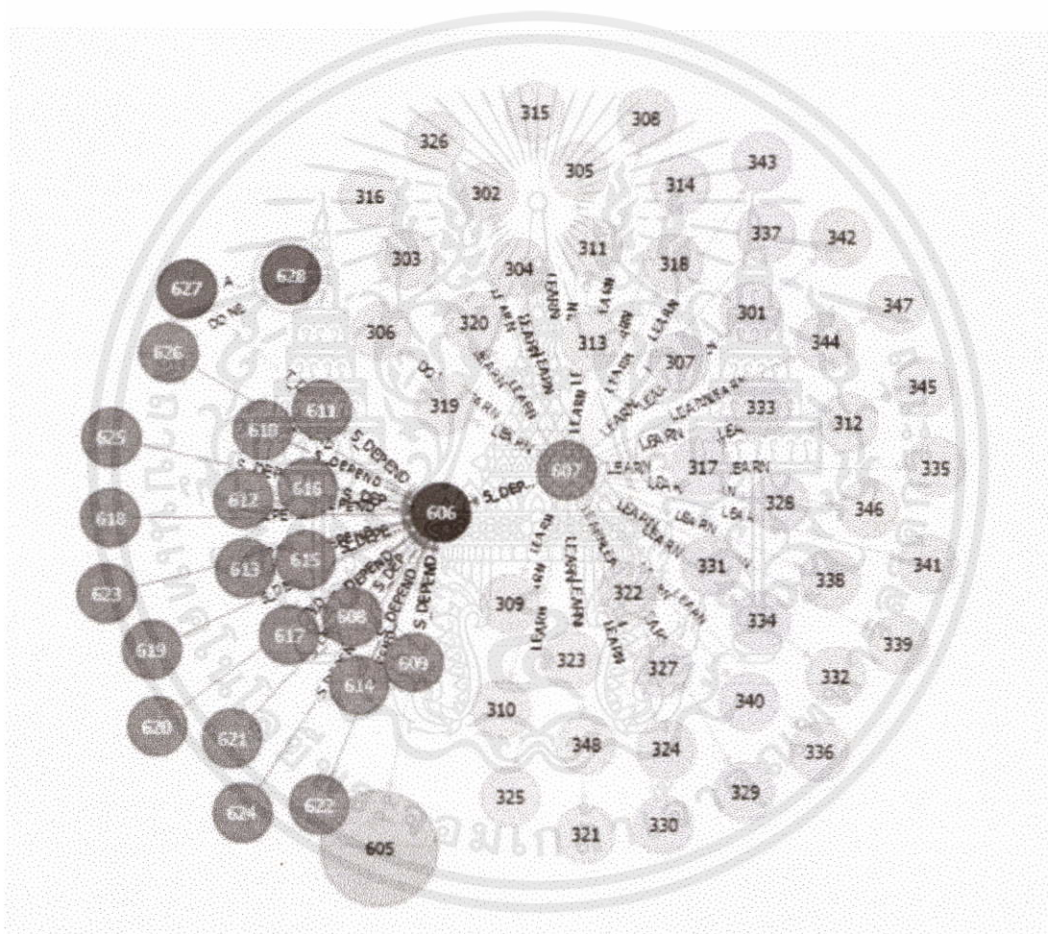
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ในส่วนของภาษาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลนั้นพบว่า มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากันโดยมีการใช้งาน คำสั่งพื้นฐาน อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และดั่งอย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ คำสั่งต่างๆ operator และ built-in function คล้ายคลึงกัน

4.1.2 การจัดการกราฟ

การจัดการต่างๆกับฐานข้อมูลประเภทกราฟนั้นใช้คำสั่งไม่ต่างกับการจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ แต่ในเชิงกายภาพนั้นฐานข้อมูลนั้นมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

โครงสร้างของกราฟ

โครงสร้างของกราฟจะความสัมพันธ์เชื่อมกันระหว่างโหนดตั้งรูป โดยแต่ละโหนดจะมีค่าคุณสมบัติต่างๆกันไปขึ้นอยู่กับป้ายชื่อหรือชนิดของโหนดนั้นๆ



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของกราฟที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของโหนด

STUDENT

stu_id
 stu_name
 degree
 year_of_ad
 email
 stu_surname

FACULTY

faculty_name

DEPARTMENT

department_name

TEACHER

email
 teacher_name
 teacher_surname
 room

PROJECT

project_name
 year

SUBJECT

sub_id
 sub_name
 credit

คุณสมบัติของความสัมพันธ์

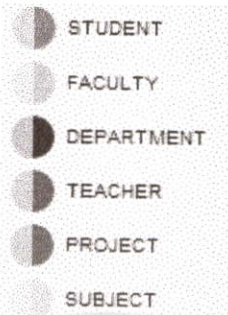
LEARN

year

grade

semester

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ หากมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ชนิดป้ายชื่อหรือชนิดของโหนด

การสร้าง Node และ Relationship

จาก Import ข้อมูลต่างๆ ข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลอาจารย์ ข้อมูลคณะ ข้อมูลภาควิชา ข้อมูลวิชา ข้อมูลกลุ่มโปรเจกต์ ทำโดยการสร้างโหนดและความสัมพันธ์ลงในกราฟดาต้าเบส ตัวอย่างเช่น

การ Import ข้อมูลนักศึกษา

```
CREATE (n:STUDENT{stu_id :53010136,stu_name :'thanawat',stu_surname :
'vanakul',email : 'thanawat.va@gmail.com',year_of_ad :2010,degree : 'Bachelor'})
```

ผลลัพธ์

stu_id	53010136
stu_name	thanawat
degree	Bachelor
year_of_ad	2010
email	thanawat.va@gmail.com
stu_surname	vanakul

การ Import ข้อมูลรายวิชา

```
CREATE (n:SUBJECT{sub_id : '01006001',sub_name : 'ENGINEERING MATHEMATICS
1',credit : 3})<-[:LEARN{grade : 'A',year : 2010,semester : 1}]->(a)
```

ผลลัพธ์

sub_id	01006001
sub_name	ENGINEERING MATHEMATICS 1
credit	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากพบการละเมิดลิขสิทธิ์หรือการนำข้อมูลไปใช้ในทางที่ไม่ถูกต้อง กรุณาแจ้งให้เราทราบ

4.1.3 การค้นหาคำตอบ

สำหรับการค้นหาคำตอบนั้นพัฒนาพร้อมกับภาษา php โดยใช้ตัวแปรในการรับชื่อที่ต้องการค้นหาข้อมูลแล้วจึงส่งคำสั่งเข้าไปค้นหา ตัวอย่างเช่น

ค้นหาข้อมูลทั้งหมด TEACHER ชื่อ 'suphamit'

MATCH (a{teacher_name : 'suphamit'}) RETURN a

ผลลัพธ์

email	suphamit@kmitl.ac.th
teacher_name	suphamit
teacher_surname	chittayasothorn
room	ECC 909

ค้นหาภาควิชาที่ TEACHER ชื่อ 'suphamit' อยู่

MATCH (a{teacher_name : 'suphamit'})-[:T_DEPEND]->(b) RETURN b

ผลลัพธ์

department_name	computer engineering
-----------------	----------------------

ค้นหาคณะที่ TEACHER ชื่อ 'suphamit' อยู่

MATCH (a{teacher_name : 'suphamit'})->(b)->(c) RETURN c

ผลลัพธ์

faculty_name	engineering
--------------	-------------

ค้นหาข้อมูลทั้งหมด STUDENT ชื่อ 'thanawat'

MATCH (a{stu_name : 'thanawat'}) RETURN a

ผลลัพธ์

stu_id	53010136
stu_name	thanawat
degree	Bachelor
year_of_ad	2010
email	thanawat.va@gmail.com
stu_surname	vanakul

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค้นหาเกรดเฉลี่ยทุกเทอมของ STUDENT ชื่อ 'kittitouch'

```
MATCH (n:STUDENT{stu_name : 'kittitouch'})-[r:LEARN]->() RETURN
avg(r.grade)
```

ผลลัพธ์

```
avg(r.grade)
3.6770833333333335
```

ค้นหา Advisor ของ STUDENT ชื่อ 'kittitouch'

```
MATCH (a{stu_name : 'kittitouch'})-[:DONE]->(b:PROJECT)<-[:ADVISE]->(c)
RETURN c
```

ผลลัพธ์

```
email          suphamit@kmitl.ac.th
teacher_name    suphamit
teacher_surname chittayasothorn
room           ECC 909
```

4.1.4 การเปรียบเทียบความสามารถของภาษากับภาษาแอสคิวแอล

การเปรียบเทียบความสามารถของภาษา Cypher ซึ่งเป็นภาษาหนึ่งที่ปฏิบัติงานบนฐานข้อมูลประเภทกราฟและภาษา SQL โดยจะมีการเปรียบเทียบตามการทดลองที่ออกแบบได้ผลดังนี้

1. GROUP BY – แต่ละภาควิชามีนักศึกษากี่คน

```
คำสั่ง : MATCH (n:STUDENT)-[:S_DEPEND]->(x:DEPARTMENT)
RETURN x, count(*)
```

ผล :

```
department_name  computer engineering
```

32

```
department_name  telecom engineering
```

3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. HAVING - ภาควิชาใดบ้างมีนักศึกษามากกว่า 10 คน

ผล : Cypher ไม่สามารถระบุเงื่อนไขของ Built-in Function ได้

3. Join - แสดงรายละเอียดโปรเจคและอาจารย์ที่ปรึกษาของนักศึกษาชื่อ 'kittitouch'

คำสั่ง : MATCH (s:stu_name : 'kittitouch')-[:DONE]->(p)<- [:ADVISE]-(t)
RETURN s.stu_name,p,t

ผล :

kittitouch

project_name	Cloud-based Polyglot Application Development II
year	2556

email	suphamit@mitl.ac.th
teacher_name	suphamit
teacher_surname	chittayasothorn
room	ECC 909

4. Subquery - ค้นหา Email ของนักศึกษาที่ได้เกรด Math 1 'A'

คำสั่ง : MATCH (n:STUDENT)-[r:LEARN]->(s:SUBJECT{sub_name :
'ENGINEERING MATHEMATICS 1'})
WHERE r.grade = 4
RETURN n.stu_name,n.email,r.grade

ผล :

kittitouch

kittitouch_a@hotmail.com

4

กล่าวโดยสรุปความสามารถของภาษา Cypher นั้นเทียบเท่ากับภาษา SQL ทุกประการยกเว้นความสามารถในการทำ HAVING ดังนั้นจึงไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขรวมกับการใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.3 การทำงานโดยรวมของ Application

ดังรูปที่ 4.3 แสดงภาพรวมของระบบ ซึ่งตัว Application จะต้องมีความสามารถในการติดต่อกับฐานข้อมูลซึ่งอยู่ Cloud ทั้งชนิด NoSQL และ RDBMS โดย Application ต้องมีความสามารถในการทำ Face Recognition โดยข้อมูลที่ตัว Application เรียกใช้ หรือบันทึกนั้น จะอยู่บน Cloud ซึ่งระบบจะใช้ PHP ในการติดต่อระหว่างฐานข้อมูลกับ Application

ในการพัฒนา Cloud Robot Application ได้เลือกพัฒนาบน Platform Android ซึ่ง IDE ที่เลือกใช้ได้แก่ Eclipse เพื่อให้ง่ายแก่การพัฒนา ระบบ Face Detection และ Face Recognition จึงได้นำ OpenCV Library เข้ามาพัฒนาร่วมด้วย จากการศึกษาการทำงานของระบบ Face Recognition พบกว่า จะมีสถานะทั้งหมด 3 สถานะหลักคือ Train, Prediction, Load/Save ซึ่งในการเขียนโปรแกรมเราได้ทำการแบ่งการเขียนโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วนหลัก

4.2.1 ส่วนการรู้จำใบหน้า (Training)

ซึ่งส่วนนี้ตัว Application จะสามารถให้ผู้ใช้กรอกชื่อใบหน้า เพื่อที่จะนำข้อมูลรูปภาพที่บันทึกได้ และชื่อที่ผู้ใช้กรอกไปเก็บลงในฐานข้อมูลซึ่งอยู่บน Cloud โดยรูปภาพและชื่อจะถูกจัดเก็บบนฐานข้อมูล MySQL ส่วนข้อมูลอื่นๆ จะถูกเก็บลงบนฐานข้อมูล Neo4J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

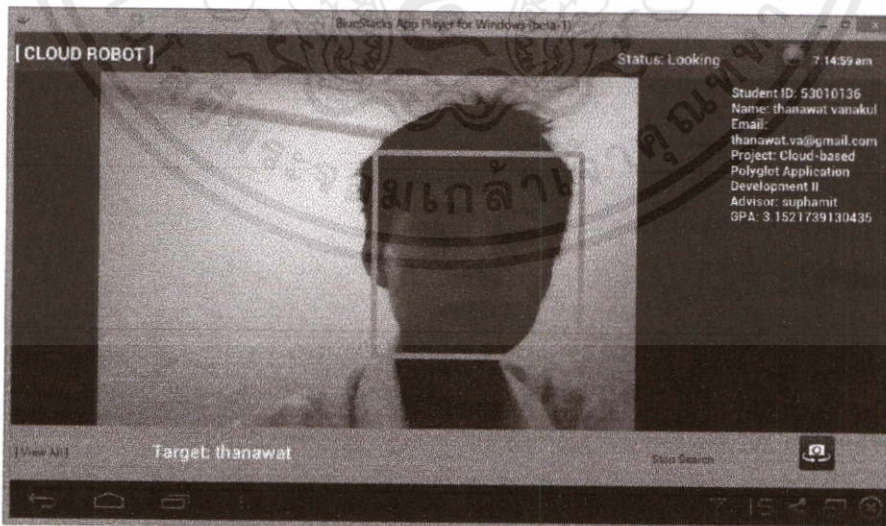
ตัวอย่างการใช้งานจาก Application คือผู้ใช้เข้า Train Mode และให้รูปหน้าอยู่ในบริเวณที่ตัวกล้องจับภาพได้ซึ่งจะมีกรอบสีเขียว จับใบหน้า



รูปที่ 4.4 การ Training ใบหน้า

4.2.2 ส่วนการค้นหาและทำนายใบหน้าเหมือน (Prediction)

ในส่วนนี้ตัว Application จะต้องนำข้อมูลในฐานข้อมูลที่มีอยู่มาใช้เปรียบเทียบกับรูปหน้าที่ Application จับภาพได้ผ่านกล้องแบบ Realtime เพื่อทำการ Prediction และนำข้อมูลของบุคคลหน้าเหมือนมาแสดงผล ผ่าน Webview ในตัว Application

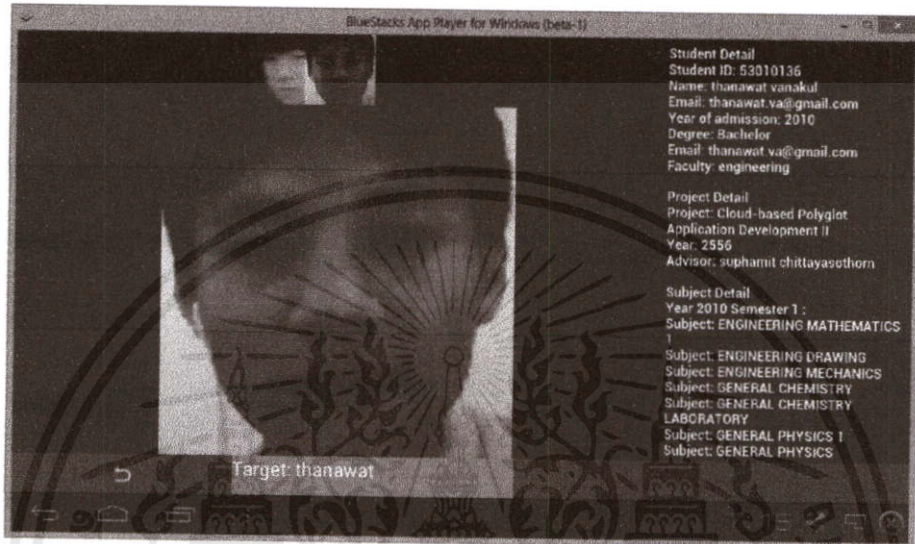


รูปที่ 4.5 การ Prediction ใบหน้า แสดงชื่อและข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการอ้างอิงหรือการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

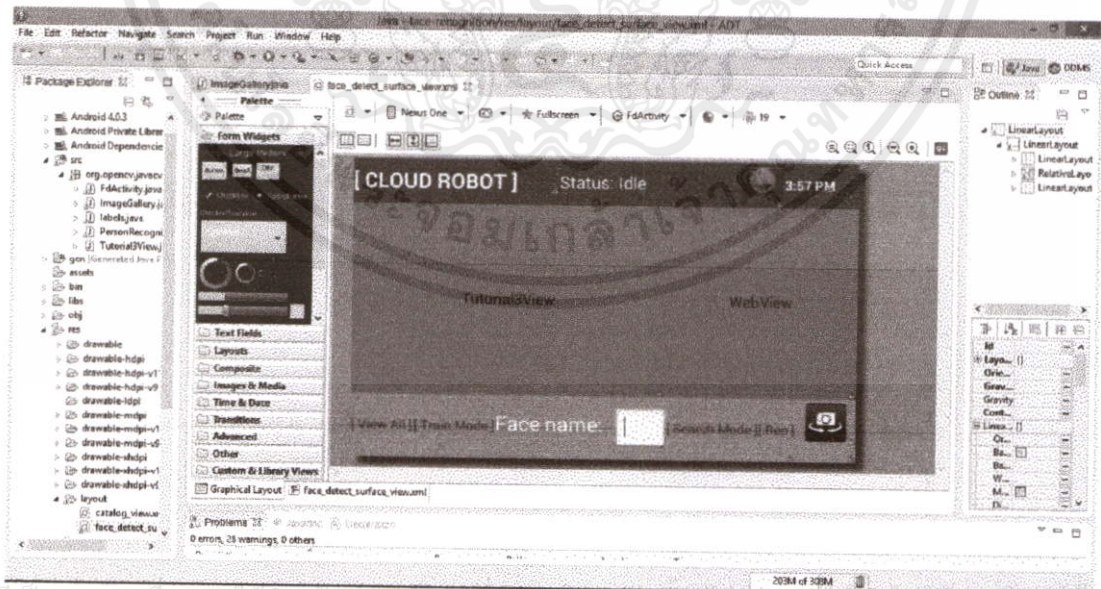
4.2.3 ส่วนการแสดงผลใบหน้าในฐานข้อมูล (Gallery)

Application มีความสามารถในการแสดงผลใบหน้าทั้งหมดที่ Application ดำเนินการ Training มาแสดงผล ซึ่งรวมถึงรูปภาพ และข้อมูลต่างๆ จากทั้งฐานข้อมูล MySQL และ Neo4J



รูปที่ 4.6 แสดงผลใบหน้าทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล

การออกแบบ User Interface



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกรูปที่ 4.7 การออกแบบ User Interface ในโปรแกรม Eclipse

ในการออกแบบ User Interface ได้มีการใช้ Webview เพื่อแสดงผลข้อมูล และมีเมนูเพื่อเข้าสู่ Train Mode (Training), Search Mode(Prediction) และ View All(Gallery) ซึ่ง Application สามารถสลับได้ว่าจะเลือกใช้งานกล้องหน้า หรือกล้องหลัง ในกรณีที่อุปกรณ์มีกล้องมากกว่า 1 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการทำงานของระบบฐานข้อมูลหลายประเภท รวมถึงการประมวลผลทรานแซกชันบนระบบคลาวด์นั้น ได้มีการประยุกต์มาจากความรู้พื้นฐานของระบบฐานข้อมูล และ ระบบจัดการฐานข้อมูล โดยการเลือกใช้ฐานข้อมูลให้เป็นไปตามลักษณะ และประเภทของงาน

5.1 บทสรุปของโครงการ

ในการทำโครงการ การพัฒนาและการประยุกต์ระบบข้อมูล หลายรูปแบบบนคลาวด์ นั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับขีดความสามารถของดาต้าเบสประเภทกราฟ (Graph Database) ที่แตกต่างไปจากฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งแม้ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์จะมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย แต่มีข้อจำกัดในบางประการสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบางชนิด ดังนี้

1. โครงตาราง (schema) ไม่มีความอ่อนตัว
2. คอลัมต้อง atomic ไม่สามารถมี subset ได้
3. หากข้อมูลมีความสัมพันธ์กันซับซ้อน การค้นหาข้อมูลต้องทำการ Join ตารางหลายตาราง

แต่ฐานข้อมูลประเภท NoSQL เช่น ฐานข้อมูลประเภทกราฟนั้นไม่พบข้อจำกัดข้างต้น แต่เนื่องด้วยฐานข้อมูลที่มีความอ่อนตัวกว่านั้นอาจทำให้เกิดความผิดพลาดและข้อจำกัดในการค้นหาข้อมูลได้

ดังนั้น การใช้งานฐานข้อมูลทั้ง 2 ชนิดนี้ควบคู่กันจึงเป็นทางออกที่ดีที่สุด โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้องานฐานข้อมูลประเภทกราฟจะเหมาะกับการเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันซับซ้อน ส่วนฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์นั้นจะเหมาะกับการเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ไม่ซับซ้อนมากนัก

ฐานข้อมูลประเภท NoSQL ที่ทำการศึกษาพบว่าฐานข้อมูลนี้ สามารถตอบคำถามได้ตั้งแต่ระดับง่ายจนถึงระดับสูงเทียบเท่าการทำ Subquery ในภาษา SQL โดยภาษาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบนั้นมิได้มีความสามารถด้อยไปกว่าภาษา SQL เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานแซกชันที่ปฏิบัติงานบนฐานข้อมูล 2 ประเภทนั้นสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์ กลางเพื่อทำหน้าที่ประสานงานระหว่างตัวจัดการทรานแซกชันของ DBMS ทั้งสองโดย ตัวกลางนี้จะ ทำการดูแลการทำแลการทำงานของโพรโทคอลสำหรับการคอมมิตแบบ 2 ระยะ

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับจับใบหน้านั้นพัฒนาเพื่อนำอินพุตเข้าระบบรู้จำใบหน้า จากการ ทดลองและศึกษาพบว่าเราสามารถจับใบหน้าและอวัยวะต่างๆบนใบหน้าได้จากการเรียกใช้ FaceDetection API ของ OpenCV โดยสามารถเรียนรู้ใบหน้าและเก็บภาพพร้อมข้อมูลไว้ใน ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ได้

5.1.1 สรุปการทดลองตลอดโครงการ 1 และ 2

- ทดลองการใช้งานของ ภูเก็ตคลาวด์โดยรวม
- ทดลองใช้คำสั่งพื้นฐาน ในการค้นข้อมูล และดำเนินการกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ เช่น INSERT, SELECT, WHERE, DELETE และ UPDATE
- ทดลองใช้คำสั่งพื้นฐาน ในการค้นข้อมูล และดำเนินการกับฐานข้อมูลแบบกราฟ เช่น MATCH, WHERE, SET, CREATE และ DELETE
- ทดลองการ IMPORT ข้อมูลจาก MySQL บนเครื่องธรรมดา ลงสู่คลาวด์
- ศึกษาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Google cloud SQL, Google Compute Engine และ Neo4j Graphdatabase
- ศึกษาการพัฒนา Web application โดยใช้ Springframework
- ค้นหาตัวจัดการทรานแซกชันที่เปิดให้ใช้งานฟรี ศึกษาหลักการทำงาน และข้อจำกัดในการ ใช้งานกับฐานข้อมูลแบบต่างๆ
- การออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับทฤษฎี ในการทดลองและแอปพลิเคชัน
- ทดสอบการประกาศทรานแซกชัน และ การใช้งานทรานแซกชันบนคลาวด์
- ตรวจสอบการทำงานภายในของ ระบบจัดการฐานข้อมูล
- พัฒนาแอปพลิเคชันตัวอย่างที่สนับสนุนการทำงานของ Transaction และเป็นระบบ หลากหลายฐานข้อมูล
- ศึกษาการใช้ภาษา cypher ในการค้นหาคำตอบของฐานข้อมูลประเภทกราฟ
- ทดลองสร้างกราฟดาต้าเบสและลองค้นหาคำตอบ
- ศึกษาหลักการเรียนรู้และจดจำใบหน้าทางทฤษฎี
- ทดลองพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับเรียนรู้และจดจำใบหน้าโดยใช้ library จาก OpenCV นี้ด้านการค้า
- ทดลองสร้างทรานแซกชันที่ปฏิบัติงานบนฐานข้อมูล 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถือว่าผิดกฎหมาย

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

1. มี Document และแหล่งค้นคว้าข้อมูลสำหรับ Neo4j Graphdatabase น้อย เนื่องจากส่วนใหญ่นิยมใช้ Mongo DB

แนวทางแก้ไข : ตั้งกระทู้ หรือส่งอีเมลล์ไปถามผู้มีความรู้

2. การพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้ Springframework นั้นทำได้ยาก ต้องเรียนรู้และเข้าใจ Framework อย่างแท้จริงทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการใช้งาน

แนวทางแก้ไข : เลี่ยงไปใช้ผลิตภัณฑ์อื่นสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยเลี่ยงไปเป็นการพัฒนา Web Application โดยใช้ภาษา php

3. การติดตั้ง Oracle Tuxedo ที่จะนำมาใช้เป็น TP Monitor นั้นค่อนข้างยาก ไม่ประสบความสำเร็จในการติดตั้ง และมีข้อจำกัดในการใช้งานค่อนข้างสูง

แนวทางแก้ไข : ศึกษา TP Monitor ตัวอื่นเพื่อนำมาใช้ทดแทน โดยเลี่ยงไปใช้ Atomikos และ Jotm

4. ผลิตภัณฑ์ที่ต่างผู้ผลิตมักทำงานไม่สอดคล้องกัน ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันเนื่องจากต้องสูญเสียเวลาอย่างมากในการหาทางแก้ไข

แนวทางแก้ไข : ตั้งกระทู้ หรือส่งอีเมลล์ไปถามผู้มีความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการศึกษาและพัฒนาต่อ

ในการพัฒนาโครงการต่อไปจะศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของแอปพลิเคชันที่ต้องประมวลผลทรานแซกชันที่แสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น และมีการใช้งานทรานแซกชันหลากหลายมากยิ่งขึ้นโดยเพิ่มขอบเขตของแอปพลิเคชัน รวมไปถึงศึกษาทฤษฎีของระบบจัดการฐานข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาทดสอบและตรวจสอบกับระบบจัดการฐานข้อมูลบนคลาวด์ โดยแบ่งหัวข้อของแนวทางในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาคำสั่งที่มีการ join กันระหว่างฐานข้อมูล 2 ประเภท
2. ศึกษาเพิ่มเติม เรื่องของ Database security บนระบบคลาวด์ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น
3. ทำการศึกษาฐานข้อมูล NoSQL ประเภทอื่นเช่น Document Database หรือ Object Database และนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงาน
4. ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ฐานข้อมูล NoSQL มากกว่า 1 ประเภท เพื่อใช้ข้อดีของฐานข้อมูลแต่ละประเภท
5. ศึกษาความแตกต่างระหว่างเทคโนโลยีบนคลาวด์ ที่มีการใช้งานแบบ Database system เช่น Google cloud SQL กับ ระบบที่ไม่ใช่ Database เช่น BigQuery
6. พัฒนาส่วนการประมวลเพื่อรู้จำใบหน้าบุคคลให้เรียนรู้ใบหน้าได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยหาอัลกอริทึมในการรู้จำใบหน้าที่มีประสิทธิภาพมาแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan. **Database System Concept Fifth Edition**. Singapore : McGraw-Hill Education, 2006.
- [2] Mark Little, Jon Maron, Greg Pavlik. **Java Transaction Processing: Design and Implementation**. Hp publishing parthner, 2004.
- [3] Mark Little, Jon Maron, Greg Pavlik. **Java Transaction Processing: Design and Implementation**. Hp publishing parthner, 2004.
- [4] Dan McCreary, Jim R. Wilson. **Making Sense of NoSQL: A guide for managers and the rest of us**. Manning publishing, 2008.
- [5] Eric Redmond, Jon Maron, Greg Pavlik. **Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement**. The pragmatic bookshelf, 2012.
- [6] Pramod J. Sadalage, Martin Fowler. **NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence**. Addison-Wesley, 2013.
- [7] MySQL Developer zone. **“MySQL 5.5 Reference Manual”**. [Online]. Available : <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/index.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

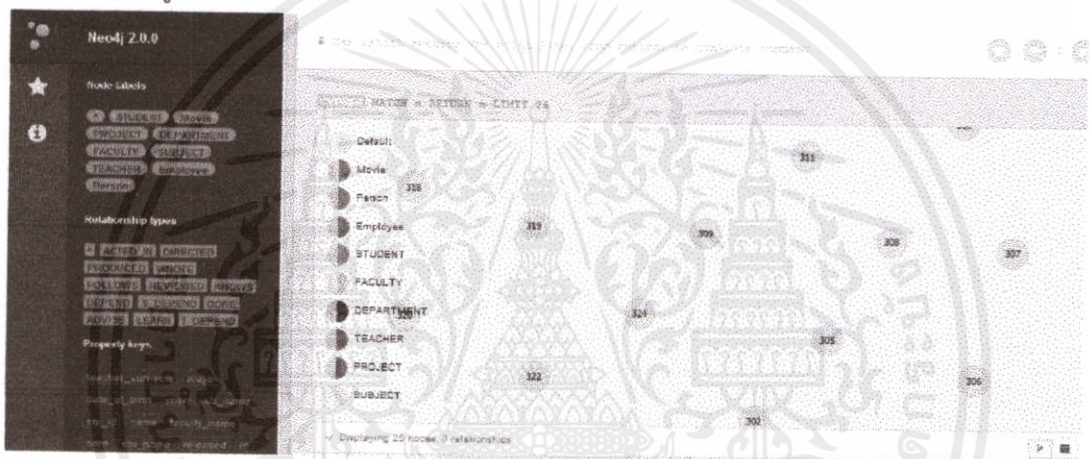
ภาคผนวก ก

ก1 การเชื่อมต่อกับ Neo4j Graph Database

การเชื่อมต่อกับ Neo4j Graph Database นั้น สามารถเชื่อมต่อโดยสร้างการเชื่อมต่อไปยัง port 7474 ดังนี้

```
$client = new Everyman\Neo4j\Client('192.168.1.123', 7474)
```

จากนั้นสามารถจัดการฐานข้อมูลได้ผ่าน Port 7474 โดยมีอินเทอร์เฟซเป็นเว็บซึ่งสามารถตอบสนองกับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี



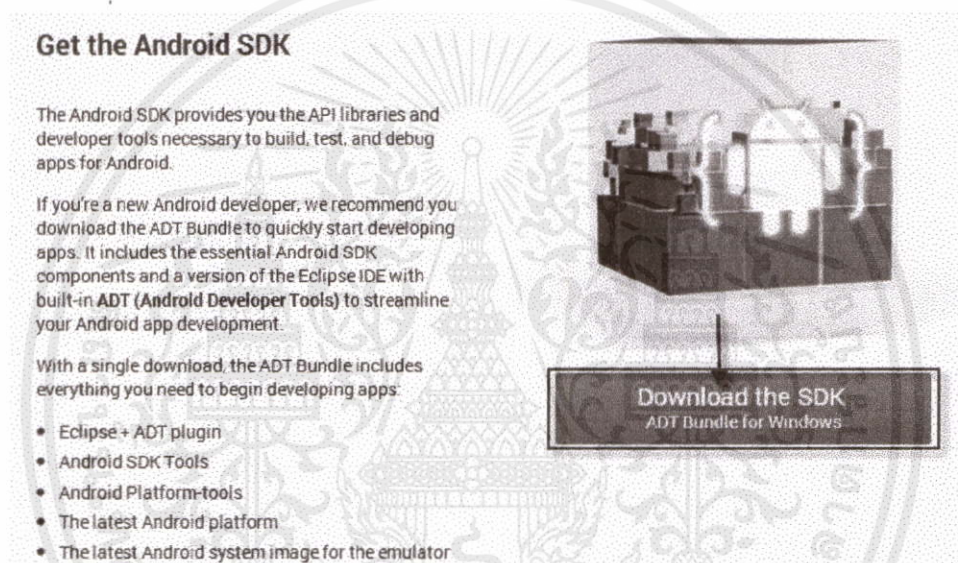
รูปที่ ก1.1 อินเทอร์เฟซของ Neo4j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข1 การติดตั้ง Android SDK

1. เริ่มต้นเข้าไป Download : Android SDK ได้ที่
<http://developer.android.com/sdk/index.html>
2. เมื่อเข้าไปแล้วจะพบปุ่มสำหรับกดเพื่อ Download Android SDK ดังรูป



รูปที่ ข1.1 เริ่มต้นติดตั้ง Android SDK

3. กดปุ่ม Download the SDK ADT Bundle for Windows
4. ต่อมาเลือกรุ่น 32-bit หรือ 64-bit ที่ต้องการ กดปุ่ม Download the SDK ADT Bundle for Windows อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Get the Android SDK

Before installing the Android SDK, you must agree to the following terms and conditions.

be third party beneficiaries to this License Agreement and that such other companies shall be entitled to directly enforce, and rely upon, any provision of this License Agreement that confers a benefit on (or rights in favor of) them. Other than this, no other person or company shall be third party beneficiaries to this License Agreement.

14.5 EXPORT RESTRICTIONS. THE SDK IS SUBJECT TO UNITED STATES EXPORT LAWS AND REGULATIONS. YOU MUST COMPLY WITH ALL DOMESTIC AND INTERNATIONAL EXPORT LAWS AND REGULATIONS THAT APPLY TO THE SDK. THESE LAWS INCLUDE RESTRICTIONS ON DESTINATIONS, END USERS AND END USE.

14.6 The rights granted in this License Agreement may not be assigned or transferred by either you or Google without the prior written approval of the other party. Neither you nor Google shall be permitted to delegate their responsibilities or obligations under this License Agreement without the prior written approval of the other party.

14.7 This License Agreement, and your relationship with Google under this License Agreement, shall be governed by the laws of the State of California without regard to its conflict of laws provisions. You and Google agree to submit to the exclusive jurisdiction of the courts located within the county of Santa Clara, California to resolve any legal matter arising from this License Agreement. Notwithstanding this, you agree that Google shall still be allowed to apply for injunctive remedies (or an equivalent type of urgent legal relief) in any jurisdiction.

November 13, 2012

I have read and agree with the above terms and conditions

32-bit 64-bit

Download the SDK ADT Bundle for Windows




รูปที่ ข1.2 เลือกรุ่น Android SDK

5. จะทำการ Download Android SDK เข้ามาเก็บภายในเครื่องของเรา ในรูปแบบ Zip File โดยถ้าเป็นรุ่น 32-bit จะมีชื่อตามรูปด้านล่าง

 adt-bundle-windows-x86.zip	1/20/2013 10:09 PM	WinRAR ZIP archive	408,234 KB
--	--------------------	--------------------	------------

รูปที่ ข1.3 Android SDK ที่ได้

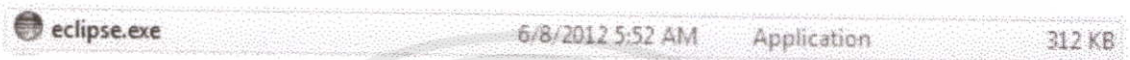
6. ต่อมาให้ทำการ Extract File ไปไว้ที่ยังตำแหน่งที่ต้องการเก็บ Android SDK เพื่อใช้เขียนโปรแกรมบนมือถือ Android
7. โดยภายใน Zip File จะประกอบไปด้วย Eclipse , SDK, SDK Manager ดังรูป

 eclipse	12/5/2012 7:08 PM	File folder	
 sdk	1/20/2013 10:11 PM	File folder	
 SDK Manager.exe	12/6/2012 11:09 AM	Application	350 KB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่ใช่ว่าจะเผยแพร่เอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ ข1.4 ภายในโฟลเดอร์ Android SDK เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

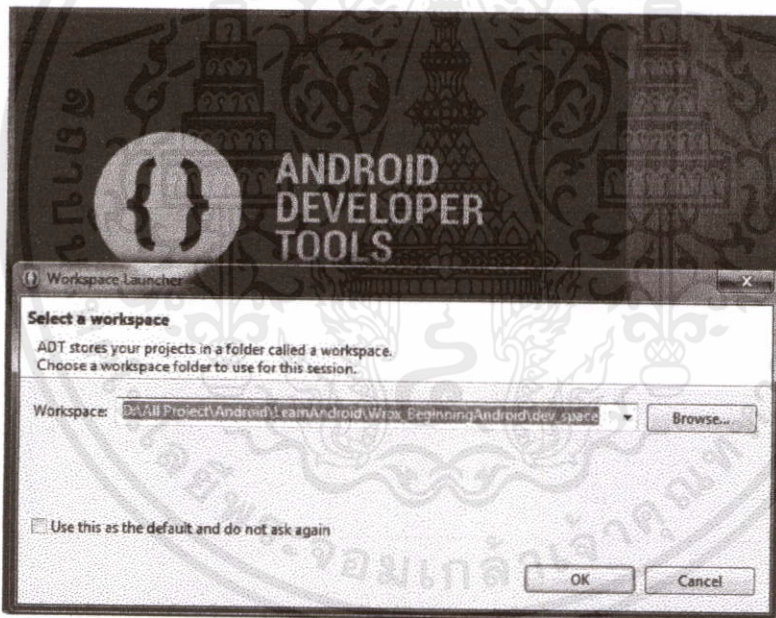
- Eclipse : เครื่องมือสำหรับพัฒนา Android
- SDK : เป็นที่เก็บ Library, Emulator สำหรับพัฒนา Android ในรุ่นต่างๆ
- SDK Manager : เป็นโปรแกรมตรวจสอบว่าภายในเครื่องมี SDK สำหรับพัฒนา Android ในรุ่นต่างๆ หรือไม่

8. เข้า Folder : eclipse ต่อมาดับเบิลคลิกที่ eclipse.exe ดังรูป



รูปที่ ข1.5 การเข้าใช้งาน Eclipse

9. เลือก Workspace เก็บ Project สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนมือถือ Android กด OK จะเข้าสู่หน้าจอสำหรับพัฒนาโปรแกรม

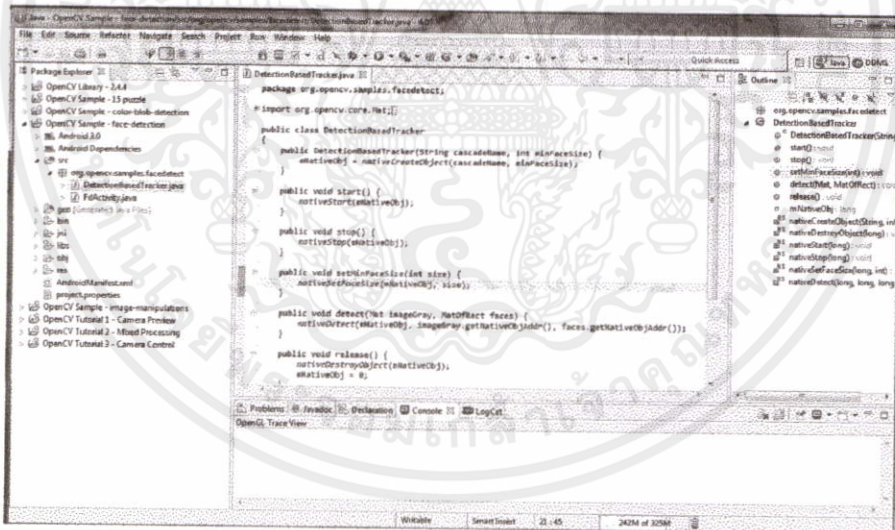


รูปที่ ข1.6 เลือก Workspace เก็บ Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข2 การติดตั้ง OpenCV

1. ดาวน์โหลด OpenCV SDK version 2.4.4 (หรือสูงกว่า) จากเว็บไซต์ :
<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/files/opencv-android/>
2. แดกไฟล์ที่ได้ดาวน์โหลดมาไว้บนปลายทางที่มีชื่อแม่คือชื่อโฟลเดอร์ต้องไม่มีเว้นวรรค เช่น :
/Users/YourName/Desktop/Android/OpenCV4Android/OpenCV-2.4.4-android-sdk
3. ใน Eclipse, เลือกเมนู File > Switch Workspace > Other. เลือกไปยัง Folder ที่มี OpenCV SDK เก็บอยู่ : /Users/YourName/Desktop/Android/OpenCV4Android
4. คลิกขวาที่แผงควบคุม Package Explorer เลือก Import > General > Existing Projects into Workspace. เลือกไปยัง Folder ที่มี OpenCV SDK เก็บอยู่:
/Users/YourName/Desktop/Android/OpenCV4Android/OpenCV-2.4.4-android-sdk



รูปที่ ข.2.1 หน้าต่างการใช้งาน OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ค1 โค้ดการพัฒนาแอปพลิเคชัน

Source Code (FdActivity.java)

ในส่วนของ FdActivity.java นั้นจะเป็นส่วนหลักของตัวโปรแกรมซึ่งมีหน้าที่หลักในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมในหน้าเริ่มต้นเช่น การสลับกล้องหน้า กล้องหลัง การนำภาพจากกล้องแสดงผลในตัว Application การทำงานของปุ่มต่างๆ ภายใน Application อีกทั้งยังเป็นส่วนหลักในการทำ Face Detection เพื่อนำรูปภาพที่ตรวจพบไปทำ Face Recognition และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผลแบบ Real-Time ต่อไป

```
package org.opencv.javacv.facerecognition;

import java.io.File;
//import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.util.ArrayList;

import org.opencv.android.BaseLoaderCallback;
import org.opencv.android.CameraBridgeViewBase.CvCameraViewFrame;

import org.opencv.android.LoaderCallbackInterface;
import org.opencv.android.OpenCVLoader;
import org.opencv.android.Utils;

//import org.opencv.contrib.FaceRecognizer;
import org.opencv.core.Core;
import org.opencv.core.Mat;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import org.opencv.core.MatOfRect;

import org.opencv.core.Rect;

import org.opencv.core.Scalar;

import org.opencv.core.Size;

import org.opencv.javacv.facerecognition.R;

import org.opencv.android.CameraBridgeViewBase.CvCameraViewListener2;

import org.opencv.objdetect.CascadeClassifier;

import com.googlecode.javacv.cpp.opencv_imgproc;

import android.app.Activity;
import android.content.Context;
import android.content.Intent;

import android.graphics.Bitmap;
import android.graphics.Canvas;
import android.os.Bundle;

import android.os.Environment;
import android.os.Handler;
import android.os.Message;
import android.util.Log;

import android.view.KeyEvent;

import android.view.Menu;

import android.view.MenuItem;

import android.view.View;

import android.view.WindowManager;

import android.webkit.WebSettings;
import android.webkit.WebView;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลบางประการ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.ImageButton;
import android.widget.ImageView;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import android.widget.ToggleButton;

public class FdActivity extends Activity implements CvCameraViewListener2 {

    private static final String TAG =
"OCVSample::Activity";

    private static final Scalar FACE_RECT_COLOR = new Scalar(0, 255,
0,
255);

    public static final int JAVA_DETECTOR = 0;
    public static final int NATIVE_DETECTOR = 1;

    public static final int TRAINING= 0;
    public static final int SEARCHING= 1;
    public static final int IDLE= 2;

    private static final int frontCam =1;
    private static final int backCam =2;

    private int faceState=IDLE;
    // private int countTrain=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// private MenuItem          mItemFace40;
// private MenuItem          mItemFace30;
// private MenuItem          mItemFace20;
// private MenuItem          mItemType;
//

private MenuItem            nBackCam;
private MenuItem            mFrontCam;
private MenuItem            mEigen;

private Mat                  mRgba;
private Mat                  mGray;
private File                 mCascadeFile;
private CascadeClassifier    mJavaDetector;
// private DetectionBasedTracker mNativeDetector;

private int                  mDetectorType    = JAVA_DETECTOR;
private String[]            mDetectorName;

private float                mRelativeFaceSize = 0.2f;
private int                  mAbsoluteFaceSize = 0;
private int mLikely=999;

String mPath="";

private Tutorial3View    mOpenCvCameraView;
private int mChooseCamera = backCam;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

private ImageView Iv;

Bitmap mBitmap;

Handler mHandler;

PersonRecognizer fr;

ToggleButton toggleButtonGrabar,toggleButtonTrain,buttonSearch;

Button buttonCatalog;

ImageView ivRed;

ImageButton imCamera;

TextView textState;

com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.FaceRecognizer faceRecognizer;

static final long MAXIMG = 10;

ArrayList<Mat> alimgs = new ArrayList<Mat>();

int[] labels = new int[(int)MAXIMG];

int countImages=0;

labels labelsFile;

private BaseLoaderCallback mLoaderCallback = new
BaseLoaderCallback(this)

{

@Override
public void onManagerConnected(int status) {
switch (status) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดูแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

case LoaderCallbackInterface.SUCCESS:
{
    Log.i(TAG, "OpenCV loaded successfully");

    // Load native library after(!) OpenCV initialization
    // System.loadLibrary("detection_based_tracker");

    fr=new PersonRecognizer(mPath);
    String s =
    getResources().getString(R.string.Straininig);
    Toast.makeText(getApplicationContext(),s,
    Toast.LENGTH_LONG).show();
    fr.load();
    try {
        // load cascade file from application resources
        InputStream is = getResources().openRawResource
        (R.raw.lbpcascade_frontalface);
        File cascadeDir = getDir("cascade",
        Context.MODE_PRIVATE);
        mCascadeFile = new File(cascadeDir,
        "lbpcascade.xml");
        FileOutputStream os = new FileOutputStream
        (mCascadeFile);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

byte[] buffer = new byte[4096];

int bytesRead;

while ((bytesRead = is.read(buffer)) != -1) {
    os.write(buffer, 0, bytesRead);
}

is.close();

os.close();

mJavaDetector = new CascadeClassifier
(mCascadeFile.getAbsolutePath());

if (mJavaDetector.empty()) {
    Log.e(TAG, "Failed to load cascade classifier");
    mJavaDetector = null;
} else
    Log.i(TAG, "Loaded cascade classifier from " +
mCascadeFile.getAbsolutePath());

// mNativeDetector = new DetectionBasedTracker
(mCascadeFile.getAbsolutePath(), 0);

cascadeDir.delete();

} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
    Log.e(TAG, "Failed to load cascade. Exception
thrown: "
+ e);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

    mOpenCvCameraView.enableView();

    } break;
    default:
    {
        super.onManagerConnected(status);
    } break;
    }
};

public FdActivity() {
    mDetectorName = new String[2];
    mDetectorName[JAVA_DETECTOR] = "Java";
    mDetectorName[NATIVE_DETECTOR] = "Native (tracking)";

    Log.i(TAG, "Instantiated new " + this.getClass());
}

/** Called when the activity is first created. */
@Override
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    Log.i(TAG, "called onCreate");
    super.onCreate(savedInstanceState);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 getWindow().addFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_KEEP_SCREEN_ON);
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setContentView(R.layout.face_detect_surface_view);

mOpenCvCameraView = (Tutorial3View) findViewById
(R.id.tutorial3_activity_java_surface_view);

mOpenCvCameraView.setCvCameraViewListener(this);

mPath=getFilesDir()+"/facerecogOCV/";

labelsFile= new labels(mPath);

textresult = (TextView) findViewById(R.id.textView1);

mHandler = new Handler() {
    @Override
    public void handleMessage(Message msg) {
        if (msg.obj=="IMG")
        {
            //Canvas canvas = new Canvas();
            //canvas.setImageBitmap(mBitmap);
            //Iv.setImageBitmap(mBitmap);

            if (countImages>=MAXIMG-1)
            {
                toggleButtonGrabar.setChecked(false);
                grabarOnClick();
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    String found = "Target: ";
    textresult.setText(found.concat(msg.obj.toString()));
    ivRed.setVisibility(View.INVISIBLE);

    if (mLikely<0);
    else if (mLikely<80){
        //found
        //WEB VIEW
        String url =
"http://23.251.150.69/test/show_home.php?name=";
        WebView mWebView = (WebView) findViewById
(R.id.activity_main_webview);
        // Enable Javascript
        WebSettings webSettings = mWebView.getSettings
();
        webSettings.setJavaScriptEnabled(true);
        mWebView.loadUrl(url.concat(msg.obj.toString
()));
    }
    else
        ivRed.setVisibility(View.VISIBLE);
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำเอกสารเหล่านี้ไปใช้

```

buttonCatalog=(Button) findViewById(R.id.buttonCat);

toggleButtonGrabar=(ToggleButton) findViewById(R.id.toggleButtonGrabar);

buttonSearch=(ToggleButton) findViewById(R.id.buttonBuscar);

toggleButtonTrain=(ToggleButton) findViewById(R.id.toggleButton1);

textState= (TextView) findViewById(R.id.textViewState);

ivRed=(ImageView) findViewById(R.id.imageView2);

imCamera=(ImageButton) findViewById(R.id.imageButton1);

ivRed.setVisibility(View.INVISIBLE);

text.setVisibility(View.INVISIBLE);

textresult.setVisibility(View.INVISIBLE);

toggleButtonGrabar.setVisibility(View.INVISIBLE);

buttonCatalog.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View view) {
        Intent i = new Intent
(org.opencv.javacv.facerecognition.FdActivity.this,
org.opencv.javacv.facerecognition.ImageGallery.class);

        i.putExtra("path", mPath);

        startActivity(i);

    };
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สิ่งนี้ถูกนำมาแก้ไขปรับปรุงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

text.setOnKeyListener(new View.OnKeyListener() {

```

```

public boolean onKeyDown(View v, int keyCode, KeyEvent event) {
    if ((text.getText().toString().length() > 0) &&
        (toggleButtonTrain.isChecked()))
        toggleButtonGrabar.setVisibility(View.VISIBLE);
    else
        toggleButtonGrabar.setVisibility
            (View.INVISIBLE);

    return false;
}

toggleButtonTrain.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{
    public void onClick(View v) {
        if (toggleButtonTrain.isChecked()) {
            textState.setText(getResources
                ().getString(R.string.SEnter));
            buttonSearch.setVisibility
                (View.INVISIBLE);
            textresult.setVisibility(View.VISIBLE);
            text.setVisibility(View.VISIBLE);
            textresult.setText(getResources
                .getString(R.string.SEnter));
        }
    }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        ().getString(R.string.SFaceName));
        if (text.getText().toString().length()
> 0)

toggleButtonGrabar.setVisibility(View.VISIBLE);

        ivRed.setVisibility(View.INVISIBLE);
    } else {
        textState.setText(R.string.Straininig);
        textresult.setText("");
        text.setVisibility(View.INVISIBLE);
        buttonSearch.setVisibility
(View.VISIBLE);
        ;
        textresult.setText("");
        {

toggleButtonGrabar.setVisibility(View.INVISIBLE);
        text.setVisibility

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารเรียน)ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Toast.makeText(getApplicationContext
(),getResources().getString(R.string.Straininig), Toast.LENGTH_LONG).show();

        fr.train();

        textState.setText(getResources
().getString(R.string.SIdle));

```

```

    }
}
});

toggleButtonGrabar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        grabarOnClick();
    }
});

```

```

imCamera.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {

```

```

    public void onClick(View v) {

```

```

        if (mChooseCamera==frontCam)

```

```

        {

```

```

            mChooseCamera=backCam;

```

```

            mOpenCvCameraView.setCamBack();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    else
    {
        mChooseCamera=frontCam;
        mOpenCvCameraView.setCamFront();
    }
}
});

buttonSearch.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        if (buttonSearch.isChecked())
        {
            if (!fr.canPredict())
            {
                buttonSearch.setChecked(false);
                Toast.makeText(getApplicationContext(),
                    getResources().getString(R.string.SCanntoPredic), Toast.LENGTH_LONG).show();
                return;
            }
            textState.setText(getResources
                ().getString(R.string.SSearching));
            toggleButtonGrabar.setVisibility

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

toggleButtonTrain.setVisibility
(View.INVISIBLE);

text.setVisibility(View.INVISIBLE);
faceState=SEARCHING;
textresult.setVisibility(View.VISIBLE);
}
else
{
    faceState=IDLE;
    textState.setText(getResources
().getString(R.string.SIdle));
    toggleButtonGrabar.setVisibility
(View.INVISIBLE);
    toggleButtonTrain.setVisibility
(View.VISIBLE);
    text.setVisibility(View.INVISIBLE);
    textresult.setVisibility
(View.INVISIBLE);
}
}
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะบุคคล ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        Log.e("Error", "Error creating directory");
    }
}

void grabarOnClick()
{
    if (toggleButtonGrabar.isChecked())
        faceState=TRAINING;
    else
    { if (faceState==TRAINING);
      // train();
      //fr.train();
      countImages=0;
      faceState=IDLE;
    }

}

@Override
public void onPause()
{
    super.onPause();
    if (mOpenCvCameraView != null)
        mOpenCvCameraView.disableView();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@Override
public void onResume()
{
    super.onResume();
    OpenCVLoader.initAsync(OpenCVLoader.OPENCV_VERSION_2_4_3, this,
mLoaderCallback);

}

public void onDestroy() {
    super.onDestroy();
    mOpenCvCameraView.disableView();
}

public void onCameraViewStarted(int width, int height) {
    mGray = new Mat();
    mRgba = new Mat();
}

public void onCameraViewStopped() {
    mGray.release();
    mRgba.release();
}

public Mat onCameraFrame(CvCameraViewFrame inputFrame) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ ม.ท.ล. ขอสงวนสิทธิ์ในนโยบายที่หา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (mAbsoluteFaceSize == 0) {
    int height = mGray.rows();
    if (Math.round(height * mRelativeFaceSize) > 0) {
        mAbsoluteFaceSize = Math.round(height * mRelativeFaceSize);
    }
    // mNativeDetector.setMinFaceSize(mAbsoluteFaceSize);
}

MatOfRect faces = new MatOfRect();

if (mDetectorType == JAVA_DETECTOR) {
    if (mJavaDetector != null)
        mJavaDetector.detectMultiScale(mGray, faces, 1.1, 2, 2, //
            TODO: objdetect.CV_HAAR_SCALE_IMAGE
            new Size(mAbsoluteFaceSize, mAbsoluteFaceSize), new
            Size());
}
else if (mDetectorType == NATIVE_DETECTOR) {
    // if (mNativeDetector != null)
    // mNativeDetector.detect(mGray, faces);
}
else {
    Log.e(TAG, "Detection method is not selected!");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ทั้งหมด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if ((facesArray.length==1)&&(faceState==TRAINING)&&
(countImages<MAXIMG)&&(!text.getText().toString().isEmpty()))
{
    Mat m=new Mat();
    Rect r=facesArray[0];

    m=mRgba.submat(r);
    mBitmap = Bitmap.createBitmap(m.width(),m.height(),
Bitmap.Config.ARGB_8888);

    Utils.matToBitmap(m, mBitmap);
    //
    SaveBmp(mBitmap, "/sdcard/db/I("+countTrain+")"+countImages+".jpg");

    Message msg = new Message();
    String textTochange = "IMG";
    msg.obj = textTochange;
    mHandler.sendMessage(msg);

    if (countImages<MAXIMG)
    {
        fr.add(m, text.getText().toString());
        countImages++;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    if ((facesArray.length>0)&& (faceState==SEARCHING))
    {
        Mat m=new Mat();
        m=mGray.submat(facesArray[0]);
        mBitmap = Bitmap.createBitmap(m.width(),m.height(),
Bitmap.Config.ARGB_8888);

        Utils.matToBitmap(m, mBitmap);
        Message msg = new Message();
        String textToChange = "IMG";
        msg.obj = textToChange;
        mHandler.sendMessage(msg);

        textToChange=fr.predict(m);
        mLikely=fr.getProb();
        msg = new Message();
        msg.obj = textToChange;
        mHandler.sendMessage(msg);
    }

for (int i = 0; i < facesArray.length; i++)
    Core.rectangle(mRgba, facesArray[i].tl(), facesArray[i].br(),

FACE_RECT_COLOR, 3);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@Override

public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {

    Log.i(TAG, "called onCreateOptionsMenu");

    if (mOpenCvCameraView.numberCameras()>1)

    {

        nBackCam =
menu.add(getResources().getString(R.string.SFrontCamera));

        mFrontCam =
menu.add(getResources().getString(R.string.SBackCamera));

//        mEigen = menu.add("EigenFaces");
//        mLBP.setChecked(true);
    }
else
    {mCamera.setVisibility(View.INVISIBLE);
    }

//mOpenCvCameraView.setAutoFocus();
return true;
}

@Override

public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {

    Log.i(TAG, "called onOptionsItemSelected; selected item: " + item);

//        if (item == mItemFace50)
//            setMinFaceSize(0.5f);
//        else if (item == mItemFace40)
//            setMinFaceSize(0.4f);
//        else if (item == mItemFace30)
//            setMinFaceSize(0.3f);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเราใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิได้ขอเปลี่ยนแปลง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//     else if (item == mItemFace20)
//         setMinFaceSize(0.2f);
//     else if (item == mItemType) {
//         mDetectorType = (mDetectorType + 1) % mDetectorName.length;
//         item.setTitle(mDetectorName[mDetectorType]);
//         setDetectorType(mDetectorType);
//     }

nBackCam.setChecked(false);
mFrontCam.setChecked(false);
// mEigen.setChecked(false);
if (item == nBackCam)
{
    mOpenCvCameraView.setCamFront();
    mChooseCamera=frontCam;
}
//fr.changeRecognizer(0);
else if (item==mFrontCam)
{
    mChooseCamera=backCam;
    mOpenCvCameraView.setCamBack();
}

item.setChecked(true);

return true;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีลิขสิทธิ์ของเอกสารฉบับนี้สงวนไว้แก่เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mRelativeFaceSize = faceSize;

mAbsoluteFaceSize = 0;

}

private void setDetectorType(int type) {
//     if (mDetectorType != type) {
//         mDetectorType = type;
//
//         if (type == NATIVE_DETECTOR) {
//             Log.i(TAG, "Detection Based Tracker enabled");
//             mNativeDetector.start();
//         } else {
//             Log.i(TAG, "Cascade detector enabled");
//             mNativeDetector.stop();
//         }
//     }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code (ImageGallery.java)

ในส่วนของ ImageGallery.java จะแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูลทั้ง 2 ชนิดคือ MySQL และ Neo4J ขึ้นมาแสดงผล ซึ่งประกอบด้วยรูปภาพ ชื่อของบุคคล และข้อมูลต่างๆ เช่นเกรด หรือข้อมูลส่วนตัว โดยจะมีการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลผ่าน PHP ซึ่งใช้ Webview ในการแสดงผลในตัวโปรแกรม ซึ่งในหน้านี้ผู้ใช้สามารถเลือกใบหน้าบุคคลที่ Cloud Robot ได้ทำการบันทึกไว้ทั้งหมด

```
package org.opencv.javacv.facerecognition;

import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileFilter;
import java.io.InputStream;

import org.opencv.javacv.facerecognition.R;

import android.app.Activity;
import android.content.Context;
import android.graphics.Bitmap;
import android.graphics.BitmapFactory;
import android.graphics.drawable.BitmapDrawable;
import android.os.Bundle;
import android.os.Environment;

//import android.provider.MediaStore.Files;

import android.util.Log;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;
import android.view.Window;
import android.view.animation.AnimationUtils;
import android.webkit.WebSettings;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import android.webkit.WebView;
import android.widget.AdapterView;
import android.widget.BaseAdapter;
import android.widget.Button;
import android.widget.Gallery;
import android.widget.Gallery.LayoutParams;
import android.widget.ImageButton;
import android.widget.ImageSwitcher;
import android.widget.ImageView;
import android.widget.TextView;
import android.widget.ViewSwitcher;

public class ImageGallery extends Activity implements
    AdapterView.OnItemClickListener, ViewSwitcher.ViewFactory {

    private WebView mWebView;
    labels thelabels;
    int count=0;
    Bitmap bmList[];
    String namelist[];
    String mPath="";
    TextView name;
    Button buttonDel;
    ImageButton buttonBack;
    Gallery g;

    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่าจะตีพิมพ์หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำไปใช้

```

setContentView(R.layout.catalog_view);

name=(TextView) findViewById(R.id.textView1);

buttonDel=(Button) findViewById(R.id.buttonDel);

buttonBack=(ImageButton) findViewById(R.id.imageButton1);

mSwitcher = (ImageSwitcher) findViewById(R.id.switcher);
mSwitcher.setFactory(this);
mSwitcher.setInAnimation(AnimationUtils.loadAnimation(this,
    android.R.anim.fade_in));
mSwitcher.setOutAnimation(AnimationUtils.loadAnimation(this,
    android.R.anim.fade_out));

Bundle bundle = getIntent().getExtras();
mPath=bundle.getString("path");

thelabels=new labels(mPath);
thelabels.Read();

count=0;
int max=thelabels.max();

for (int i=0;i<=max;i++)

{
    if (thelabels.get(i)!="")
    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

bmlist=new Bitmap[count];

namelist = new String[count];

count=0;

for (int i=0;i<=max;i++)
{
    if (thelabels.get(i)!="")
    {
        File root = new File(mPath);
        final String fname=thelabels.get(i);
        FilenameFilter pngFilter = new FilenameFilter() {
            public boolean accept(File dir, String name) {
                return
name.toLowerCase().startsWith(fname.toLowerCase
()+"-");
            }
        };
        File[] imageFiles = root.listFiles(pngFilter);
        if (imageFiles.length>0)
        {
            InputStream is;
            try {
                is = new FileInputStream(imageFiles[0]);

                bmlist[count]=BitmapFactory.decodeStream(is);

                namelist[count]=thelabels.get(i);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    } catch (FileNotFoundException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        Log.e("File erro", e.getMessage()+" "+e.getCause

());
        e.printStackTrace();
    }
}
count++;
}
}
g = (Gallery) findViewById(R.id.gallery1);
g.setAdapter(new ImageAdapter(this));
g.setOnItemClickListener(this);

buttonBack.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {

        finish();

    }
});
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานที่ถูกต้องเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลลิขสิทธิ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีโทษตามกฎหมายและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

        //
        break;
    }
}
}
});
}

public void refresh() {
    g.setAdapter(new ImageAdapter(this));
}

public void onItemClick(AdapterView?> parent, View v, int position,
long id) {
    String found = "Target: ";
    //mSwitcher.setImageURI(bmlist[0]);
    mSwitcher.setImageDrawable(new BitmapDrawable(getResources(),bmlist
[position]));

    name.setText(found.concat(namelist[position]));

    //WEB VIEW

    String url = "http://23.251.150.69/test/show_gal.php?name=";

    WebView mWebView = (WebView)
findViewById(R.id.activity_main_webview);

    // Enable Javascript

    WebSettings webSettings = mWebView.getSettings();
webSettings.setJavaScriptEnabled(true);
mWebView.loadUrl(url.concat(namelist[position]));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

    public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent) {
    }

    public View makeView() {
        ImageView i = new ImageView(this);
        i.setBackgroundColor(0xFF000000);
        i.setScaleType(ImageView.ScaleType.FIT_CENTER);
        i.setLayoutParams(new ImageSwitcher.LayoutParams
(LayoutParams.MATCH_PARENT,
        LayoutParams.MATCH_PARENT));
        return i;
    }

    private ImageSwitcher mSwitcher;

    public class ImageAdapter extends BaseAdapter {
        public ImageAdapter(Context c) {
            mContext = c;
        }

        public int getCount() {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ return count; การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

public Object getItem(int position) {
    return bmlist[position];
}

public long getItemId(int position) {
    return position;
}

public View getView(int position, View convertView, ViewGroup
parent) {
    ImageView i = new ImageView(mContext);
    i.setImageBitmap(bmlist[position]);
    // i.setImageResource(mThumbIds[position]);
    i.setAdjustViewBounds(true);
    i.setLayoutParams(new Gallery.LayoutParams(
        LayoutParams.WRAP_CONTENT, LayoutParams.WRAP_CONTENT));
    // i.setBackgroundResource(R.drawable.picture_frame);
    return i;
}

private Context mContext;

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code (PersonRecognizer.java)

เป็นส่วนหลักของการทำ Face Recognition ของตัว Cloud Robot ซึ่งมีกระบวนการทำ Face Recognition ทั้งหมด ตั้งแต่การเลือกใช้ Algorithm ไปจนถึงขั้นตอนต่างๆ เช่นการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูล Bitmap ที่อยู่ในฐานข้อมูลเป็นต้น ซึ่งผู้พัฒนาได้ศึกษา มาจากแหล่งข้อมูลของผู้ผลิตคือ OpenCV เอง และนำมาพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ Algorithm สามารถ นำมาใช้งานได้อย่างแม่นยำ และมีลูกเล่นต่างๆ มากขึ้น

```
package org.opencv.javacv.facerecognition;

import static com.googlecode.javacv.cpp.opencv_highgui.*;
import static com.googlecode.javacv.cpp.opencv_core.*;

import static com.googlecode.javacv.cpp.opencv_imgproc.*;
import static com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.*;

import java.io.File;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.FilenameFilter;
import java.util.ArrayList;

import org.opencv.android.Utils;
import org.opencv.core.Mat;

import com.googlecode.javacv.cpp.opencv_imgproc;
import com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.FaceRecognizer;
import com.googlecode.javacv.cpp.opencv_core.IplImage;
import com.googlecode.javacv.cpp.opencv_core.MatVector;

import android.graphics.Bitmap;
import android.os.Environment;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องเบื้องต้องหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import android.util.Log;

import android.widget.Toast;

public class PersonRecognizer {

    public final static int MAXIMG = 100;

    FaceRecognizer faceRecognizer;

    String mPath;

    int count=0;

    labels labelsFile;

    static final int WIDTH= 128;
    static final int HEIGHT= 128;;
    private int mProb=999;

    PersonRecognizer(String path)
    {
        faceRecognizer =
com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.createLBPHFaceRecognizer(2,8,8,8,20
0);

        // path=Environment.getExternalStorageDirectory()+"/facerecog/faces/";
        mPath=path;

        labelsFile= new labels(mPath);
    }

    void changeRecognizer(int nRec)
    {
        switch(nRec) {
            case 0: faceRecognizer =

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.createLBPHFaceRecognizer(1,8,8,8,10
0);

        break;

        case 1: faceRecognizer =

com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.createFisherFaceRecognizer();

        break;

        case 2: faceRecognizer =

com.googlecode.javacv.cpp.opencv_contrib.createEigenFaceRecognizer();

        break;
    }
    train();
}

void add(Mat m, String description) {
    Bitmap bmp= Bitmap.createBitmap(m.width(), m.height(),
Bitmap.Config.ARGB_8888);

    Utils.matToBitmap(m,bmp);

    bmp= Bitmap.createScaledBitmap(bmp, WIDTH, HEIGHT, false);

    FileOutputStream f;

    try {

        f = new FileOutputStream(mPath+description+"-
"+count+".jpg",true);

        count++;

        bmp.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG,100,f);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    } catch (Exception e) {
        Log.e("error", e.getCause()+" "+e.getMessage());
        e.printStackTrace();
    }
}

public boolean train() {
    File root = new File(mPath);

    FilenameFilter pngFilter = new FilenameFilter() {
        public boolean accept(File dir, String name) {
            return name.toLowerCase().endsWith(".jpg");
        }
    };

    File[] imageFiles = root.listFiles(pngFilter);

    MatVector images = new MatVector(imageFiles.length);

    int[] labels = new int[imageFiles.length];

    int counter = 0;
    int label;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่สมาชิกขอเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int i1=mPath.length();

for (File image : imageFiles) {
    String p = image.getAbsolutePath();
    img = cvLoadImage(p);

    if (img==null)
        Log.e("Error","Error cvLoadImage");
    Log.i("image",p);

    int i2=p.lastIndexOf("-");
    int i3=p.lastIndexOf(".");
    int icount=Integer.parseInt(p.substring(i2+1,i3));
    if (count<icount) count++;
    String description=p.substring(i1,i2);
    if (labelsFile.get(description)<0)
        labelsFile.add(description, labelsFile.max()+1);

    label = labelsFile.get(description);

    grayImg = IplImage.create(img.width(), img.height(),
    IPL_DEPTH_8U, 1);

    cvCvtColor(img, grayImg, CV_BGR2GRAY);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 images.put(counter, grayImg);
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        labels[counter] = label;

        counter++;
    }

    if (counter>0)

        if (labelsFile.max(>)>1)

            faceRecognizer.train(images, labels);

        labelsFile.Save();

return true;
}

public boolean canPredict()
{
    if (labelsFile.max(>)>1)
        return true;
    else
        return false;
}

public String predict(Mat m) {
    if (!canPredict())
        return "";

    int n[] = new int[1];
    double p[] = new double[1];

    IplImage ipl = MatToIplImage(m,WIDTH, HEIGHT);
//    IplImage ipl = MatToIplImage(m,-1, -1);

    faceRecognizer.predict(ipl, n, p);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น `if (n[0]!=-1)` หักดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        mProb=(int)p[0];
    else
        mProb=-1;
// if ((n[0] != -1)&&(p[0]<95))
    if (n[0] != -1)
        return labelsFile.get(n[0]);
    else
        return "Unkown";
}

IplImage MatToIplImage(Mat m,int width,int height)
{
    Bitmap bmp=Bitmap.createBitmap(m.width(), m.height(),
    Bitmap.Config.ARGB_8888);
    Utils.matToBitmap(m, bmp);
    return BitmapToIplImage(bmp,width, height);
}

IplImage BitmapToIplImage(Bitmap bmp, int width, int height) {

    if ((width != -1) || (height != -1)) {

        Bitmap bmp2 = Bitmap.createScaledBitmap(bmp, width, height,
false);

        bmp = bmp2;

    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bmp.copyPixelsToBuffer(image.getByteBuffer());

IplImage grayImg = IplImage.create(image.width(), image.height(),
    IPL_DEPTH_8U, 1);

cvCvtColor(image, grayImg, opencv_imgproc.CV_BGR2GRAY);

return grayImg;
}

protected void SaveBmp(Bitmap bmp,String path)
{
    FileOutputStream file;
    try {
        file = new FileOutputStream(path , true);
        bmp.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG,100,file);
        file.close();
    }
    catch (Exception e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        Log.e("",e.getMessage()+e.getCause());
        e.printStackTrace();
    }
}

public void load() {
    train();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ train(); ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public int getProb() {  
    // TODO Auto-generated method stub  
    return mProb;  
}  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code (Tutorial3View.java)

เป็นส่วนการแสดงผลภาพจากกล้องใน Application ซึ่งจะสามารถปรับขนาดภาพจากกล้องให้มีอัตราส่วนที่ถูกต้องของอุปกรณ์ชนิดนั้นๆ ได้

```
package org.opencv.javacv.facerecognition;

import java.io.FileOutputStream;
import java.util.List;

import org.opencv.android.JavaCameraView;

import android.content.Context;
import android.graphics.Bitmap;
import android.graphics.BitmapFactory;
import android.hardware.Camera;
import android.hardware.Camera.PictureCallback;
import android.hardware.Camera.Size;
import android.util.AttributeSet;
import android.util.Log;

public class Tutorial3View extends JavaCameraView {
    private static final String TAG = "Sample::Tutorial3View";
    public Tutorial3View(Context context, AttributeSet attrs) {
        super(context, attrs);
    }

    public List<String> getEffectList() {
        return mCamera.getParameters().getSupportedColorEffects();
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

public boolean isEffectSupported() {
    return (mCamera.getParameters().getColorEffect() != null);
}

public String getEffect() {
    return mCamera.getParameters().getColorEffect();
}

public void setEffect(String effect) {
    Camera.Parameters params = mCamera.getParameters();
    params.setColorEffect(effect);
    mCamera.setParameters(params);
}

public List<Size> getResolutionList() {
    return mCamera.getParameters().getSupportedPreviewSizes();
}

public void setResolution(Size resolution) {
    disconnectCamera();
    mMaxHeight = resolution.height;
    mMaxWidth = resolution.width;
    connectCamera(getWidth(), getHeight());
}

public void setResolution(int w,int h) {
    disconnectCamera();
    mMaxHeight = h;
    mMaxWidth = w;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        connectCamera(getWidth(), getHeight());
    }

    public void setAutofocus()
    {
        Camera.Parameters parameters = mCamera.getParameters();

        parameters.setFocusMode(Camera.Parameters.FOCUS_MODE_CONTINUOUS_VIDEO);

        mCamera.setParameters(parameters);

    }

    public void setCamFront()
    {
        disconnectCamera();

        setCameraIndex(org.opencv.android.CameraBridgeViewBase.CAMERA_ID_FRONT
);
        connectCamera(getWidth(), getHeight());
    }

    public void setCamBack()
    {
        disconnectCamera();

        setCameraIndex(org.opencv.android.CameraBridgeViewBase.CAMERA_ID_BACK
);

        connectCamera(getWidth(), getHeight());
    }

    public int numberCameras()
    {
        return Camera.getNumberOfCameras();
    }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

public Size getResolution() {
    return mCamera.getParameters().getPreviewSize();
}

public void takePicture(final String fileName) {
    Log.i(TAG, "Tacking picture");
    PictureCallback callback = new PictureCallback() {

        private String mPictureFileName = fileName;

        @Override
        public void onPictureTaken(byte[] data, Camera camera) {
            Log.i(TAG, "Saving a bitmap to file");
            Bitmap picture = BitmapFactory.decodeByteArray(data, 0,
data.length);
            try {
                FileOutputStream out = new FileOutputStream
(mPictureFileName);
                picture.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG, 90, out);
                picture.recycle();
                mCamera.startPreview();
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    };

    mCamera.takePicture(null, null, callback);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้