สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบวัดเสียงรบกวนจากเครื่องบิน

AIRPLANE NOISE MONITORING SYSTEM

โดย

นายรชฎ ถาวรเศรษฐ

นายศุภชัย ตั้งตรีรัตน์

ว.ศ.
ร/๒๑ ร
๒๕๔๑

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83162
วัน,เดือน,ปี.....- 6 ส.ค. 2551

b.....11961557x.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIRPLANE NOISE MONITORING SYSTEM

BY

MR. RACHATA THAWORNSATE

MR. SUPPACHAI TANGTREERAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย	ระบบวัดเสียงรบกวนจากเครื่องบิน		
ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ	Airplane Noise Monitoring System		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายรชฏ	ถาวรเศรษฐ	รหัสนักศึกษา 47010610
	นายศุภชัย	ตั้งตรีรัตน์	รหัสนักศึกษา 47010778
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพศาล	สิทธิโยภาสกุล	
	รศ. นิกร	สุขุตมตันติ	
	อ. สถาพร	พรหมวงศ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2550		

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....
ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
รศ. นิกร สุขุตมตันติ
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
อ. สถาพร พรหมวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย	ระบบวัดเสียงรบกวนจากเครื่องบิน		
ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ	Airplane Noise Monitoring System		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายรชฎ	ถาวรเศรษฐ	รหัสนักศึกษา 47010610
	นายศุภชัย	ตั้งตรีรัตน์	รหัสนักศึกษา 47010778
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพศาล	สิทธิโยภาสกุล	
	รศ. นิกร	สุขุตมตันติ	
	อ. สถาพร	พรหมวงศ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างระบบตรวจวัดและแสดงผลของเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากเครื่องบิน โดยทำการตรวจวัดและเก็บบันทึกระดับเสียงที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง ซึ่งส่งข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม และแสดงผลรวมทั้งทำการเก็บภาพวิดีโอของเครื่องบินที่ก่อให้เกิดเสียงของบริเวณที่ทำการวัดในแต่ละครั้งด้วย โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล และสามารถแสดงผลผ่านเว็บเพจได้ในพารามิเตอร์ต่างๆ ตามมาตรฐานที่ใช้ในการวัดระดับเสียงรบกวน ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านั้นถูกนำมาจากข้อบังคับและการศึกษาต่างๆ ที่เคยมีมา โดยงานชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และอ้างอิงในการศึกษาด้านเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นกับบริเวณรอบๆ สนามบินต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Airplane Noise Monitoring System		
Student	Mr. Rachata	Thawornsate	ID. 47010610
	Mr. Suppachai	Tangtreerat	ID. 47010778
Advisor	Asst. Prof. Paisan	Sithiyopasakul	
	Assoc. Prof. Nikorn	Sukutamatanti	
	Mr. Sathaporn	Promwong	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering		
Department	Information Engineering		
Academic Year	2007		

Abstract

This paper deals with implementation of an airplane noise monitoring system, which collects sound level data stream which is measured and transmitted from sound level meter via serial interface. The system also records a short video clip for each flight that flies by the site of measurement. All data are kept in a database system which can be displayed as requested parameters on a web page. Reference parameters from many noise regulations and studies are made available. The system would greatly improve the analysis and reference on airplane noise for further studies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมิสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากขาดความช่วยเหลือและคำแนะนำจากบุคคลหลายท่านด้วยกัน ต้องขอขอบคุณ ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และ รศ.นิกร สุขุตมตันติ และอาจารย์สถาพร พรหมวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางและอำนวยความสะดวกในทุกๆ ด้าน กระผมขอขอบคุณด้วยความซึ้งใจอยากยิ่ง

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับความรู้ทุกๆ ด้านที่มอบให้

ขอขอบคุณครอบครัวของกระผมที่ให้การสนับสนุนตลอดมาไม่ว่ากระผมจะเลือกทางเดินทางใดในชีวิต

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องทุกคนที่ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน เพื่อให้ระบบสามารถสำเร็จได้

นายรชฎ ถาวรเศรษฐ

นายศุภชัย ตั้งตรีรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 แนวความคิดและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการทำโครงงาน	1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หน่วยในการวัดระดับความดังเสียง	3
2.2 ระดับความดังเสียงชนิดถ่วงน้ำหนัก	3
2.3 วิธีการดำเนินงานในการวัดระดับเสียง	4
2.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย	5
2.5 พารามิเตอร์ในการตรวจวัดระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม	6
2.5.1 ค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียง	6
2.5.2 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน	6
2.5.3 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน - กลางคืนแบบวงจรถ่วงน้ำหนัก C	6
2.5.4 ค่าระดับเสียงทางสถิติ	7
2.5.5 ค่าระดับเสียงสัมผัส	8
2.5.6 ค่าการรบกวนของเหตุการณ์	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 ผลกระทบของเสียงรบกวนที่มีต่อมนุษย์	8
2.6.1 การสูญเสียการได้ยิน	8
2.6.2 ผลกระทบที่มีทางด้านสภาพร่างกาย	9
2.6.3 ความรำคาญ	9
2.6.4 การรบกวนการสนทนา	10
2.6.5 ผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีกับการนอนหลับพักผ่อน	11
2.6.5.1 การทดลองด้านการรบกวนการหลับนอน	12
2.6.5.2 ค่าการรบกวนการนอนที่ FICON แนะนำในปี 1992	12
2.6.5.3 ค่าการรบกวนการนอนใหม่ที่ FICAN แนะนำในปี 1997	13
2.7 ภาษา C#	
2.7.1 ภาษา ซีชาร์ป และ ไมโครซอฟต์ดอทเน็ท (Microsoft.Net)	14
2.7.2 เมื่อใดจึงใช้ภาษา C#	15
2.7.3 เมื่อใดจึงไม่ควรใช้ภาษา C#	16
2.7.4 ความหมายของการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธี	17
2.7.5 คลาสกับออบเจ็ค	17
2.7.6 ระบบไดเรคท์โชว์	20
2.8 ไนแอม	20
2.8.1 สัญลักษณ์ของไนแอม	21
2.8.2 กรณีศึกษา	24
2.9 เอสคิวแอล	25
2.9.1 ตัวอย่างการใช้เอสคิวแอล	26
2.9.1.1 อินเสิร์ท	26
2.9.1.2 อัพเดท	27
2.9.1.3 ดีลีท	27
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ	28
3.2 การบันทึกภาพเคลื่อนไหว	29
3.3 การแปลงค่าที่วัดได้จากมิเตอร์วัดเสียง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การคำนวณระดับเสียงด้วยวิธีการวัดต่างๆ	32
3.5 ระบบฐานข้อมูล	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การบันทึกค่าระดับเสียงที่วัดได้	38
4.2 การบันทึกภาพเคลื่อนไหวของเครื่องบินที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน	38
4.3 การแสดงผลของข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและระดับเสียงที่วัดได้	39
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน	43
5.2 แนวทางในการแก้ไข	43
5.3 แนวทางในการพัฒนา	43
บรรณานุกรม	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลักษณะของฟิลเตอร์ถ่วงน้ำหนักตามความถี่แบบ A	4
ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงระดับเสียงรบกวนเทียบกับระยะห่างของผู้สนทนา	11
ภาพที่ 2.3 ระดับเสียงรบกวนและร้อยละของคนที่ตื่น เทียบกับ curve ที่ได้จากการศึกษา	13
ภาพที่ 2.4 ระดับเสียงรบกวนและร้อยละของคนที่ตื่น เทียบกับ curve ในปี 1992 ของ FICON และในปี 1997 ของ FICAN	14
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของ DirectShow System	20
ภาพที่ 2.6 เอนติตี้ ไทป์	21
ภาพที่ 2.7 วาลูไทป์ หรือ เลเบิ้ลไทป์	22
ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับรหัสนักศึกษา	22
ภาพที่ 2.9 ประเภทอ้างอิง	22
ภาพที่ 2.10 แฟคไทป์	23
ภาพที่ 2.11 เมนดาทอรี โรล คอนสเตรน	23
ภาพที่ 2.12 การกำกับยูนิคเนส คอนสเตรนและไพรมารีคีย์แบบภายนอก	23
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างชนิดย่อย	24
ภาพที่ 2.14 การบังคับแบบเปรียบเทียบ	24
ภาพที่ 2.15 โมเดลของกรณีศึกษา	25
ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ	28
ภาพที่ 3.2 Flowchart การทำงานของระบบบันทึกภาพ	29
ภาพที่ 3.3 Flowchart การบันทึกค่าระดับเสียงของมิเตอร์วัดระดับเสียง	30
ภาพที่ 3.4 Flowchart การดึงค่าจากมิเตอร์วัดระดับเสียงเข้าไปยังระบบฐานข้อมูล	31
ภาพที่ 3.5 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า L_{eq}	33
ภาพที่ 3.6 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า L_{dn}	34
ภาพที่ 3.7 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า L_{n}	35
ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดง NIAM Model	36
ภาพที่ 4.1 โปรแกรมบันทึกค่าจากเครื่องวัดระดับเสียงขณะกำลังทำงาน	38
ภาพที่ 4.2 โปรแกรมบันทึกภาพเคลื่อนไหวขณะกำลังทำงาน	39
ภาพที่ 4.3 หน้าหลักของเว็บเพจ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.4 การแสดงค่าระดับเสียงที่ทำการบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูล	40
ภาพที่ 4.5 การแสดงค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่คำนวณได้จากค่าที่บันทึกในระบบฐานข้อมูล	41
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นตามเวลาที่เลือก	41
ภาพที่ 4.7 รายการภาพเคลื่อนไหวที่มีให้เลือกชมบนเว็บเพจ	42
ภาพที่ 4.8 แสดงผลภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกได้	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูล	36
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงลักษณะข้อมูลในฐานข้อมูล	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวความคิดและที่มา

สนามบินสุวรรณภูมิซึ่งเปิดทำการเมื่อไม่นานมานี้ โดยการเปิดทำการของสนามบินแห่งนี้ได้ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อประชาชนในบริเวณรอบข้างอย่างมาก โดยเรื่องที่ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างชัดเจนนั้นก็คือเรื่องเสียงรบกวนที่เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมาก และเนื่องจากการที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้นเป็นอยู่บริเวณที่มีผลกระทบด้วย จึงคิดว่าควรจะมีระบบในการตรวจวัดอย่างเป็นมาตรฐาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. แสดงค่าของเสียงรบกวนจากเครื่องบินตามหลักการคำนวณที่ต้องการได้ เพื่อใช้ในการศึกษาเรื่องเสียงรบกวนจากเครื่องบิน และสิ่งแวดล้อมต่อไป
2. สามารถบันทึกภาพของเครื่องบินที่ก่อให้เกิดเสียงได้อย่างถูกต้อง เพื่อใช้ในการระบุลักษณะเครื่องบินประกอบกับการแสดงค่าของเสียงรบกวนจากเครื่องบินที่บันทึกได้
3. ทำให้การวัดเสียงเป็นไปอย่างได้มาตรฐานมากขึ้น

1.3 ขอบเขตโครงงาน

1. สามารถบันทึกค่าของเสียงที่วัดได้ เป็นระยะเวลาติดต่อกันไม่ต่ำกว่า 5 วัน
2. สามารถบันทึกภาพเคลื่อนไหวของเครื่องบินที่บินผ่านที่มีระดับเสียงเกินค่าที่กำหนดไว้
3. มีการแสดงผลของข้อมูลทั้งภาพเคลื่อนไหวและค่าของเสียงในพารามิเตอร์ที่ต้องการ
4. สามารถเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้โดยง่าย ผ่านทางอินเตอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต

1.4 ขั้นตอนการทำโครงงาน

1. ศึกษาวิธีการที่ใช้ในการตรวจวัดระดับเสียง
2. ออกแบบระบบ
3. พัฒนางานในแต่ละส่วน
4. ทดลองระบบที่พัฒนาขึ้นมา
5. แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้การวัดระดับเสียงรบกวน เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นมาตรฐานในการวัดมากขึ้นกว่าที่เคยเป็นมา
2. สามารถประเมินความรบกวนของเสียงจากเครื่องบินที่มีผลต่อบริเวณรอบเขตสนามบินได้
3. ได้มีการนำระบบนี้ไปใช้ในการศึกษาเรื่องอื่นต่อๆ ไป

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

1. ทางด้านฮาร์ดแวร์
   - เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ
   - กล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว
   - ไมโครโฟนที่ใช้ในการวัดระดับเสียงของกล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว
2. ทางด้านซอฟท์แวร์
   - Microsoft Visual Studio เป็น IDE ในการพัฒนาโปรแกรม
   - ซีชาร์ป (C#) เป็นภาษาในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์และทำการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หน่วยในการวัดระดับความดังเสียง

ความถี่ของการสั่นนั้นแสดงในรูปของการสั่นต่อวินาที (เฮิร์ทซ์ - Hertz) ซึ่งเป็นการแปรผกผันโดยตรงกับคาบเวลา เสียงที่มนุษย์ทั่วไปสามารถได้ยินได้จะอยู่ใจช่วง 20 เฮิร์ทซ์ ถึง 20,000 เฮิร์ทซ์ และมีความไวต่อเสียงมากที่สุดในช่วงความถี่ 3,000 เฮิร์ทซ์ ซึ่งความถี่ที่ต่ำกว่า 20 เฮิร์ทซ์นั้นจะถูกเรียกว่า อินฟราซาวนด์ (Infrasound) และความถี่ที่สูงกว่า 20,000 เฮิร์ทซ์ นั้นถูกเรียกว่า อัลตราซาวดน์ (Ultrasound) และขนาดของเสียงนั้นสามารถอธิบายได้ในรูปของลอการิทึมของความดันเสียงในหน่วยเดซิเบลดังนี้

$$L = 10log_{10}\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)^2 = 20log_{10}\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)\ dB \qquad (2.1)$$

เมื่อ P คือ ค่าความดันเสียงที่ถูกวัด

P_{ref} คือ ค่าความดันเสียงอ้างอิง ซึ่งปกติจะอยู่ที่ 20 ไมโครปาสคาล

เดซิเบลเป็นอัตราส่วนที่เปรียบเทียบระหว่างความดันเสียงของแหล่งที่มาที่เราสนใจ กับความดันเสียงอ้างอิง ซึ่งเป็นเสียงที่เบาที่สุดที่เราสามารถรับรู้ได้ และเนื่องจากช่วงของความดันเสียงนั้นกว้างมาก เราจึงใช้ลอการิทึมช่วยในการทำให้ค่าความดันเสียงนั้นอยู่ในช่วงที่แคบลง โดยคนทั่วไปจะได้ยินเสียงดังขึ้นเป็นสองเท่าเมื่อเกิดเหตุการณ์เสียงที่ดังขึ้น 6 ถึง 10 เดซิเบล และส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงของเสียงที่น้อยกว่า 3 เดซิเบล จะไม่สามารถรับรู้ได้ นอกจากในห้องทดลอง

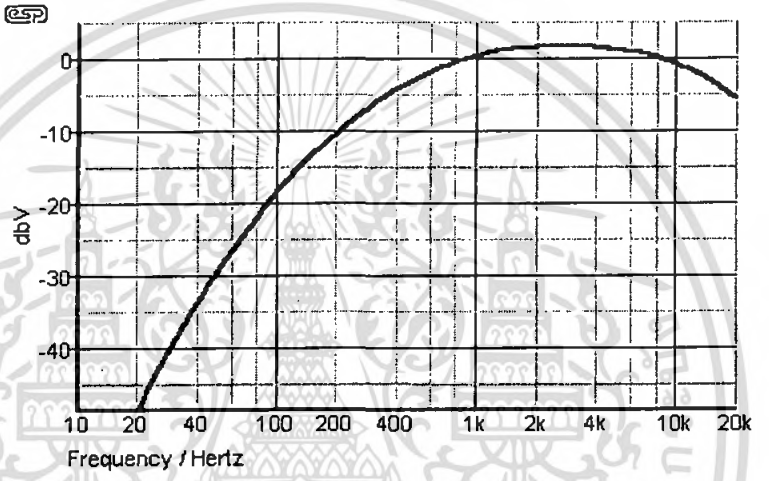
2.2 ระดับความดังเสียงชนิดถ่วงน้ำหนัก

เนื่องจากหูของมนุษย์มีความไวต่อเสียงในแต่ละย่านความถี่ไม่เท่ากัน ในเรื่องของการวัดระดับความดังเสียงจึงต้องมีการถ่วงน้ำหนักให้ถูกช่วงความถี่ เพื่อให้ได้ค่าความดังที่ใกล้เคียงกับที่มนุษย์ได้ยินมากที่สุด [1] ซึ่งหูของมนุษย์นั้นไวต่อเสียงในย่านความถี่กลางและความถี่สูง ซึ่งนั่นก็ทำให้เสียงรบกวนที่อยู่ในย่านความถี่นั้นๆ ก่อให้เกิดความรำคาญกับมนุษย์มากกว่า จึงได้มีการคิดค้นฟิลเตอร์ถ่วงน้ำหนักตามความถี่แบบ A (A-weighting) ขึ้น ซึ่งมีลักษณะตามฟังก์ชันถ่ายโอน (transfer function) ในโดเมน s ดังนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G_A(s) = \frac{k_A \cdot s^4}{(s+129.4)^2 \cdot (s+676.7) \cdot (s+4636) \cdot (s+76655)^2} \qquad (2.2)$$

เมื่อ $k_A = 7.39705\ x\ 10^9$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการ ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นได้ (Normalize) ฟังก์ชั่นให้ค่า 1 kHz อยู่ที่ 0 dB ซึ่งเป็นค่าที่ใช้กันโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของฟิลเตอร์ถ่วงน้ำหนักตามความถี่แบบ A

2.3 วิธีการดำเนินงานในการวัดระดับเสียง

การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุดนั้นนำวิธีการและขั้นตอนมาจากประกาศของคณะกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) โดยให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีคนอยู่หรืออาศัยอยู่ โดยในการตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ให้ใช้มาตรวัดระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมงใดๆ

ในส่วนของการตั้งไมโครโฟนของมาตรระดับเสียงที่บริเวณภายนอกอาคาร [2] ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยในรัศมี 3.50 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ ส่วนการตั้งไมโครโฟนของมาตรระดับเสียงที่บริเวณภายในอาคารให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยในรัศมี 1.00 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่และต้องห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากช่องหน้าต่างหรือช่องทางที่เปิดออกนอกอาคารอย่างน้อย 1.50 เมตร และลักษณะเสียงนั้นมีข้อกำหนดดังนี้

1. มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2540 กำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) 24 ช.ม.

จะต้องไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ (dBA) และระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ต้องไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ เพื่อป้องกันอันตรายต่อการสูญเสียการได้ยิน

2. ตามข้อเสนอแนะของ EPA ปี 2517 กำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย24 ช.ม. ต้องมีค่าไม่เกิน 55 เดซิเบลเอเพื่อป้องกันด้านการรบกวนและผลกระทบต่อกิจกรรมภายนอกอาคาร

2.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย

ในการคำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ยของบริเวณที่เราต้องการนั้น สามารถทำได้โดยใช้สมการอ้างอิงจากเอกสารที่ประกาศของกรมควบคุมมลพิษ ในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 114 สมการในการใช้คำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากระดับเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน (Fluctuating noise) ที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาการอ่านค่าของเครื่องมือที่อัตรา $1/\Delta t$ และช่วงเวลาในการตรวจวัดระดับเสียงตั้งแต่ t_1 ถึง t_2 ให้เป็นไปตามสูตรที่องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization, ISO) กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0.1 L_{pAi}} \right] \quad (2.3)$$

เมื่อ N คือ จำนวนของค่าระดับเสียงที่อ่านได้ทั้งหมด ตลอดช่วงเวลาที่วัดเสียง (T) ที่เก็บทั้งหมด $\left[N = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t} \right]$

L_{pAi} คือ ค่าระดับเสียงที่วัดได้ ในหน่วยเดซิเบลเอ

Δt คือ ช่วงเวลาระหว่างการอ่านค่าระดับเสียงแต่ละค่าจากอุปกรณ์วัดระดับเสียง

t_1 คือ เวลาเริ่มต้นการวัดเสียง

t_2 คือ เวลาสิ้นสุดการวัดเสียง

T คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวัดเสียง $(t_2 - t_1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พารามิเตอร์ในการตรวจวัดระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม

2.5.1 ค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียง (L_{eq})

คือ ค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียง ซึ่งมีพลังงานโดยเฉลี่ยคงที่ตลอดระยะเวลาที่วัดเสียง เท่ากับพลังงานของเสียงที่เกิดขึ้นจริงตลอดช่วงเวลานั้น จึงแตกต่างจากค่าเฉลี่ยทางสถิติ เนื่องจากค่า ระดับเสียงเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยของพลังงานเสียงในช่วงเวลาต่างๆ จึงต้องระบุช่วงเวลาด้วย เช่น $L_{eq}(1)$ หมายถึงค่าระดับเสียง 1 ชั่วโมง $L_{eq}(24)$ หมายถึงวัดค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย นี้ สามารถนำมาใช้ในการประเมินมลพิษทางเสียงจากการจราจรและในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้

2.5.2 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน (L_{DN} หรือ DNL)

เป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน ใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A ซึ่งก็คือ ค่า L_{eq} (24) และบวก 10เดซิเบลเอทุกครั้งที่วัดระหว่างเวลา 22.00-07.00 น.ค่า10 เดซิเบลเอ ที่บวกเพิ่มนี้สำหรับปรับค่าให้กับคนที่ไวต่อการรับเสียงที่ได้รับเสียงในช่วงเวลานอน เสียงจากอากาศยานบริเวณรอบสนามบินจะใช้ค่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน ในการทำแผนที่เส้นระดับเสียง ซึ่งคล้ายกับเส้นไอโซบาร์ (Isobars) บนแผนที่พยากรอากาศ หรือ เส้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ หน่วยงานของรัฐจะใช้ค่านี้ในการวิเคราะห์เสียงในชุมชน แต่ไม่ใช้วิเคราะห์สำหรับการทำงาน

มีข้อโต้แย้งอยู่หลายปีระหว่าง FAA กับหน่วยงานอื่นๆ ว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน เหมาะสมหรือไม่ที่ใช้ชดเชยกับการเกิดระดับเสียงที่มีค่าสูง เช่น ระดับเสียงจากการบินของเครื่องบิน ข้อโต้ที่สำคัญคือ เนื่องจากว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน จะวัดระดับเสียงเป็นระยะเวลานาน แต่ว่าเสียงเครื่องบินจะมีระยะเวลาสั้น ระดับเสียงสูงในช่วงเวลาสั้นจะทำให้ค่าเฉลี่ยที่ออกมาเป็นระดับที่ต่ำกว่าและการรบกวนดูเหมือนมีน้อยด้วย ซึ่งข้อโต้แย้งได้รับการสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน แต่ FAA ยังยืนยันว่าตามธรรมชาติของการคำณวนค่า logarithm ของค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน จะทำให้ได้ระดับเสียง 24 ชั่วโมง

2.5.3 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน - กลางคืนแบบวงจรถ่วงน้ำหนัก C (L_{CDN})

เป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน - กลางคืน ใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก C ใช้เมื่อในชุมชนมีเสียงส่วนใหญ่ที่มีความถี่ต่ำกว่า 500 Hz ค่าความถี่ที่ต่ำนี้ระดับเสียงจะถูกลดระดับลงเมื่อใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A และถึงแม้ว่าระบบการได้ยินจะลดระดับเสียงเมื่อความถี่เหล่านี้ แต่เสียงในความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวสามารถทำให้เกิดความสั่นสะเทือนแก่วัตถุและโครงสร้างเป็นสาเหตุให้เกิดความรำคาญ ดังนั้น เสียงจากการบินของเครื่องบินและเสียงจากการก่อสร้างควรใช้ค่าค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน - กลางคืน ใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก C ในการวิเคราะห์แทน ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน

มีการพัฒนาการใช้ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน หลายรูปแบบในแคลิฟอร์เนีย สำหรับการประเมินเสียงสิ่งแวดล้อม ที่เรียกว่า คอมมิวนิทีนอยซ์อิควิวาเลนท์เลฟเวิล (CNEL) หรือ เดอีฟวนิงไนท์ (Lden) ในการใช้ค่านี้ จะบวก 5 เดซิเบลเอในการวัดระหว่างเวลา 19.00-22.00 น. และบวก 10 เดซิเบลเอ ระหว่างเวลา 22.00-07.00 น.

2.5.4 ค่าระดับเสียงทางสถิติ (L_N)

เป็นค่าระดับ ค่าของตัวแปรที่แบ่งการแจกแจงของตัวแปรออกเป็นเปอร์เซนไทล์ เมื่อ n เป็นตัวเลขใดๆ ระหว่าง 0-100 ค่าตัวเลขจะตรงกับค่าอัตราร้อยละ ของช่วงเวลาการตรวจวัด เช่น L10 = 80 เดซิเบลเอ หมายความถึง การตรวจวัดค่า SPL มีค่าเกิน 80 เดซิเบลเอ อยู่ 10% ของช่วงเวลาการตรวจวัด ค่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน เหมือนกับค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ว่าช่วงเวลาการวัดต้องแน่นอนมีปรากฏในวงเล็บ ค่าระดับค่าของตัวแปรที่แบ่งการแจกแจงของตัวแปรออกเป็น100 เมื่อ n เป็นตัวเลขใดๆ ระหว่าง 0-100 ที่ใช่บ่อย ได้แก่ L1, L10, L50 และ L90

ค่า L1 คือค่า SPL ที่มีระดับเสียงในตำแหน่งเกิน 1% ของเวลาการตรวจวัด ส่วนใหญ่จะใช้ค่านี้แสดงค่าระดับเสียงสูงสุดเมื่อวัดในช่วง 1 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า ค่า L10 ส่วนใหญ่จะใช้ค่านี้บ่งบอกการสัมผัสเสียงของรถบรรทุกจากการจราจร ค่า L50 เป็นค่ากลาง ของระดับเสียง ค่า L90 เป็นค่า background ที่ปราศจากแหล่งกำเนิด

ค่าระดับค่าของตัวแปรที่แบ่งการแจกแจงของตัวแปรออกเป็น100 สามารถบอกเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบขึ้นๆ ลงๆ (fluctuation) เช่น ถ้าการวัดในช่วง 1 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า มีระดับเสียงที่ L10 และ L90 ค่าแตกต่างกันมากกว่า 15 เดซิเบลเอ แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงมากของระดับเสียงที่ขึ้นๆ ลงๆ ซึ่งพิสูจน์ได้จากค่า L1 จะมีค่ามากด้วย สำหรับเสียงในสิ่งแวดล้อมดังกล่าวนี้ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ L10 และ L90 ไม่สามารถประเมินค่าเสียงรบกวน (background noise) อย่างแม่นยำได้ ค่าระดับเสียงต่ำสุด หรือ L99 จะสามารถประมาณค่ารบกวนได้ดีกว่าในสถานการณ์นี้ ในกรณีที่เสียงมีค่าขึ้นๆ ลงๆ (ความแตกต่างระหว่าง L10 และ L90 อยู่ระหว่าง 5-15 เดซิเบลเอ) ค่าระดับเสียงเฉลี่ยจะมีค่าอยู่ระหว่าง L10 และ L50 และถ้าเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแวดล้อมไม่มีการขึ้นๆ ลงๆ ของระดับเสียง (ความแตกต่างระหว่าง L10 และ L90 น้อยกว่า 5 เดซิเบลเอ) ค่าระดับเสียงเฉลี่ยมีค่าประมาณ L50

2.5.5 ค่าระดับเสียงสัมผัส (SEL)

คือระดับเสียงที่สัมผัส หมายถึงตัวเลขจำนวนหนึ่งที่แสดงระดับพลังงานเสียงที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หนึ่งๆ ซึ่งถูกย่อให้อยู่ในช่วง 1 วินาที เช่น เสียงเครื่องบิน หรือเสียงรถไฟ รถบรรทุกแล่นผ่าน เพราะว่าแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีระยะเวลาต่างกัน ค่านี้จะสามารถดูควบคู่กับค่า SEL อื่น หรือค่า Leq เพื่อที่จะทำให้การตรวจวัด การวิเคราะห์เสียงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถบอกได้ว่าค่าระดับเสียงที่เกิดจากเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่องที่มีระยะเวลามากกว่า 1 วินาที ค่า SEL จะรวมให้ค่าพลังงานของเหตุการณ์นั้นๆ ให้อยู่ใน 1 วินาที ค่าระดับเสียงที่สัมผัส จะมีค่าสูงกว่าการวัดค่าอื่นๆ สำหรับแหล่งกำเนิดจุดเดียว (รวมทั้งค่าสูงสุด) เว้นแต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีระยะเวลาน้อยกว่า 1 วินาที

2.5.6 ค่าการรบกวนของเหตุการณ์ (Effective Perceived Noise Level)

มีหน่วยคือ EPNdB หมายถึง ค่าการรบกวนของเหตุการณ์หนึ่งๆ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอ เช่น เสียงเครื่องบิน แต่สามารถใช้ค่านี้สำหรับวัดแหล่งกำเนิดเสียงที่มีระดับเสียงสูง (เช่น รถไฟ รถยนต์ รถบรรทุก หรือ ยานยนต์) ที่แล่นผ่านบริเวณที่ประชาชนอยู่บ่อยๆ ในขณะที่การวัดวิธีอื่นๆ สามารถวัดได้โดยตรง แต่ ค่าการรบกวนของเหตุการณ์ จะวัดได้ยากกว่า ระดับเสียงจากการวัดแบบแยกความถี่ 1/3 octave จะต้องสอดคล้องกับเส้นโค้งความดังของเสียงที่ได้รับ ถึงแม้ว่าค่าการรบกวนของเหตุการณ์ ยังคงใช้วัดสำหรับโรงงานอากาศยาน และ FAA ใช้ในการรับรองสมรรถนะอากาศยาน ส่วนการวัดค่าวิธีอื่นใช้สำหรับการประเมินเสียงในสิ่งแวดล้อม

2.6 ผลกระทบของเสียงรบกวนที่มีต่อมนุษย์

เสียงรบกวนนั้นส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในหลายๆ ด้าน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเด็นหลักๆ ได้สองประเด็น คือ ผลกระทบที่มีต่อระบบการได้ยิน และผลกระทบที่ไม่มีผลต่อระบบการได้ยิน ซึ่งได้มีการวิจัยในประเด็นเหล่านี้

2.6.1 การสูญเสียการได้ยิน

การสูญเสียการได้ยินที่เกิดขึ้นจากเสียงรบกวน (Noise-induced hearing loss – NIHL) นั้นมีทั้งแบบถาวรและชั่วคราว โดยในการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวนั้นเกิดขึ้นหลังจากการได้ยินเสียงรบกวนที่มีระดับเสียงสูงในระยะเวลาสั้นๆ หรือการได้ยินเสียงรบกวนที่มีระดับเสียงต่ำกว่าแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระยะเวลานานกว่ามาก ซึ่งจะทำให้ขอบเขตการได้ยินของมนุษย์นั้นถูกขยับขึ้นไปให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น การสูญเสียการได้ยินลักษณะนี้สามารถเกิดขึ้นได้หลังจากการรับชมการแสดงดนตรีหรือในร้านที่มีดนตรีเล่น แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบชนิดนี้จะเกิดขึ้นอย่างชั่วคราวเท่านั้น และจะกลับคืนสู่สภาพปกติภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง แต่เมื่อได้รับเสียงรบกวนประเภทนี้บ่อยๆ หรือไม่ได้รับการฟื้นฟูด้วยการพักก่อนที่จะได้รับการได้ยินเสียงรบกวนประเภทนี้อีก ก็อาจจะนำไปสู่การสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรได้

จากการศึกษาของหน่วยงานที่ดูแลทางด้านความปลอดภัยและสุขภาพในการประกอบการของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Occupational Safety and Health Administration – OSHA) นั้นทำให้ได้ข้อกำหนดว่าสามารถอยู่ในบริเวณที่มีการเกิดเสียงเกิน 90 เดซิเบลเอ ได้ไม่เกินแปดชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ทางด้านองค์การอนามัยโลก (World Health Organization – WHO) ได้รายงานว่าถึงแม้ว่าจะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (LAeq24h) ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ (ซึ่งมีค่าเทียบเท่าได้กับ DNL 70 เดซิเบลเอ) ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อการได้ยินในมนุษย์ปกติทั่วไป

2.6.2 ผลกระทบที่มีทางด้านสภาพร่างกาย

เสียงรบกวนนั้นสามารถก่อให้เกิดความตึงเครียดได้ และผลกระทบที่มีต่อร่างกายที่เกิดจากเสียงรบกวนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งแบบชั่วคราวและแบบถาวร ตัวอย่างที่พบได้บ่อยก็คือเสียงรบกวนนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการเต้นของหัวใจ หรือการสะดุ้งขึ้นมาอย่างฉับพลัน มีการถกเถียงกันในเรื่องของเสียงของเครื่องบินว่าสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายในระยะยาวได้หรือไม่ โดยประเด็นที่นำมาพูดถึงส่วนใหญ่นั้นกล่าวถึงการเจ็บไข้ได้ป่วยที่เกี่ยวข้องกับความเครียด ในที่นี้รวมไปถึงเรื่องของการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติและความดันโลหิตที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ในขณะนี้ยังไม่มีการศึกษาทำสถิติในระยะยาวที่สามารถให้ข้อยืนยันอย่างชัดเจนได้แต่อย่างไร

2.6.3 ความรำคาญ

เสียงรบกวนนั้นในปกติแล้วจะถูกเรียกได้ว่าเป็น “เสียงที่ไม่ต้องการ” ซึ่งความรำคาญนั้นเป็นประเด็นหลักประเด็นหนึ่งที่เกิดขึ้นจากเสียงรบกวนที่เกิดจากเครื่องบิน และเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะส่วนบุคคลของแต่ละคน นอกเหนือจากความดังของเสียงที่เกิดขึ้นแล้ว ยังมีสาเหตุอีกบางประการที่ก่อนให้เกิดความรำคาญขึ้นได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุหลักที่เกิดขึ้นจากลักษณะของเสียง

- ระดับความดังของเสียง
- ความถี่
- ระยะเวลา

สาเหตุรองที่เกิดขึ้นจากลักษณะของเสียง

- ความซับซ้อนของเสียง
- ความไม่คงที่ของระดับเสียง
- ความไม่คงที่ของความถี่
- ระยะเวลาของช่วงที่เสียงรบกวนนั้นดังขึ้น
- ตำแหน่งที่มาของแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน
- สภาพร่างกาย

สาเหตุที่ไม่ได้มาจากลักษณะของเสียง

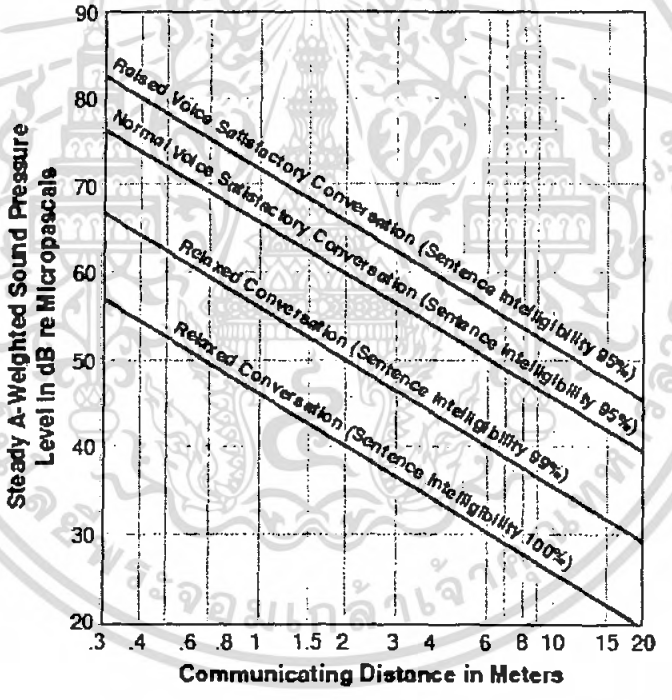
- การปรับตัวและประสบการณ์ที่เคยได้รับมา
- กิจกรรมของผู้ที่ได้ยินเสียงรบกวน
- การคาดเดาได้ในการเกิดเสียงรบกวน
- ความจำเป็นที่ทำให้เกิดเสียงรบกวน
- รสนิยมและความแตกต่างของแต่ละบุคคล

ในการศึกษาเกี่ยวกับความรำคาญที่ผ่านมานั้นจะพบความแปรผันอย่างมากในเรื่องนี้ โดยทั่วไปถ้าบุคคลเข้าไปอยู่ในบริเวณที่มีเสียงรบกวนนั้น ส่วนมากจะพยายามที่จะลดความดังของเสียงรบกวนนั้นลง หลีกเลี่ยง หรือออกจากสถานที่ที่เกิดเสียงรบกวนนั้นถ้าเป็นไปได้ แต่ทว่าไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญหรือไม่พอใจ กับระดับของเสียงที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกาย [3] ตัวอย่างเช่นเสียงเพลงที่ดังมากๆ อาจจะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้คนบางกลุ่มได้ และก็อาจจะก่อความรำคาญให้กับผู้คนอีกกลุ่มได้ แต่ผู้คนทั้งสองกลุ่มนั้นก็ยังได้รับผลกระทบต่อระบบการได้ยินเท่าๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 การรบกวนการสนทนา

ผลกระทบที่สำคัญของเสียงรบกวนจากเครื่องบินอีกชนิดหนึ่งก็คือ การรบกวนการสนทนา โดยอาจซ้อนทับการสนทนาไป ทำให้สามารถสื่อสารกันได้ด้วยความยากลำบากหรืออาจทำให้ไม่สามารถสื่อสารกันได้ตามปกติ ซึ่งในภาพที่ 3 นั้นได้แสดงให้เห็นถึงระยะทางระหว่างผู้พูดและผู้ฟังที่ทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างไม่มีปัญหา เทียบกับระดับความดังของเสียงรบกวนที่คงที่ในหน่วยของเดซิเบลเอ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าการที่สื่อสารกันได้นั้นไม่จำเป็นจะต้องได้ยินทุกๆ คำในการสนทนา โดยการรับรู้ได้ในร้อยละ 95 นั้นถือว่าดีพอในการสนทนาปกติ เนื่องจากคำที่ไม่ได้ยินในบางประโยคนั้นสามารถตัดความสนใจไปได้เมื่ออยู่ในรูปของบทสนทนาที่คุ้นเคย ส่วนในการสนทนากันแบบผ่อนคลายนั้นเกณฑ์ในการได้ยินการสนทนานั้นได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 100



ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงระดับเสียงรบกวนเทียบกับระยะห่างของผู้สนทนา

2.6.5 ผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีกับการนอนหลับพักผ่อน

ผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีต่อการนอนหลับพักผ่อนของมนุษย์นั้นถือเป็นประเด็นที่มีการให้ความสำคัญกันมานาน โดยในปี 1992 ทาง Federal Interagency Committee on Noise (FICON) ได้เสนอเส้นโค้งกราฟของจำนวนของคนที่ตื่นขึ้นจากการนอนหลับ กับระดับความดังของเสียงในช่วงหนึ่งๆ (SEL)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่มาการนำโมเดลนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย ในปี 1997 ได้มีการศึกษาในเรื่องการหลับนอนและเสียงรบกวนมากขึ้น ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาเหล่านี้ได้ให้รูปแบบที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยที่จำนวนของคนที่ตื่นขึ้นโดยเสียงรบกวนจากเครื่องบินนั้นน้อยกว่าการศึกษาที่ได้จากในห้องทดลอง ซึ่งทางด้าน Federal Interagency Committee on Aviation Noise (FICAN) นั้นได้ออกโมเดลใหม่ออกมา

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างเสียงรบกวนของเครื่องบินและการรบกวนการหลับพักผ่อนนั้น มีการใช้การวัดที่ชดเชยระดับเสียงในเวลากลางคืนขึ้นมา 10 เดซิเบล ซึ่งก็คือ DNL นั่นเอง ซึ่งค่าชดเชยที่เพิ่มขึ้น 10 เดซิเบล ในช่วงเวลา 22.00 นาฬิกา ถึง 7.00 นาฬิกา นั้นถูกนำมาใช้เนื่องจากมีความรุนแรงของเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน และเสียงของสิ่งแวดล้อมโดยรอบในเวลากลางคืนนั้นมีระดับที่น้อยกว่าในเวลากลางวัน อีกทั้งผู้คนยังใช้ชีวิตอยู่ในบ้านเป็นจำนวนมากกว่าอีกด้วย ดังนั้นโอกาสที่เสียงรบกวนจากเครื่องบินจะก่อให้เกิดการรบกวนกับกิจกรรมในเวลากลางคืนนั้นจึงมีมากกว่าในเวลากลางวันมาก

2.6.5.1 การทดลองด้านการรบกวนการหลับนอน

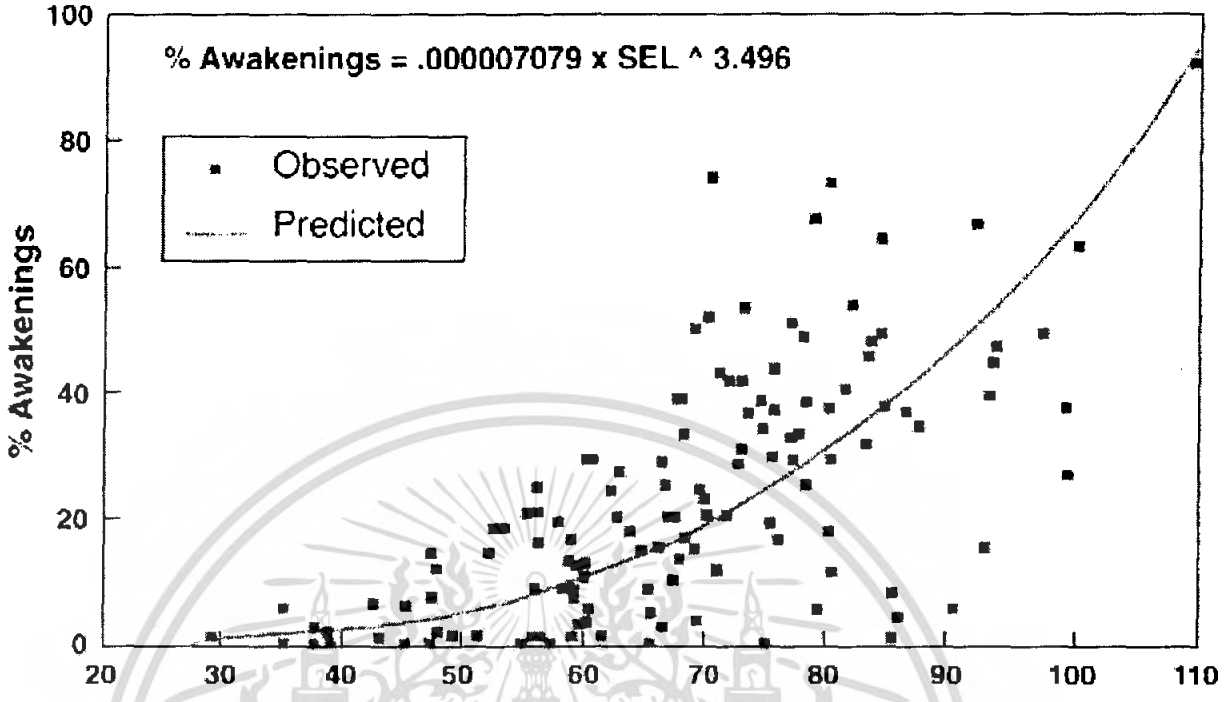
การตื่นนอนในที่นี้หมายความว่าเป็นการตื่นที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ทางด้านกายภาพได้ เช่นการกดปุ่มหรือการตอบสนองทางเสียง อีกทั้งการรบกวนการหลับนอนนี้สามารถพิจารณาได้จากการเคลื่อนไหวของร่ายกายโดยรวม ซึ่งอาจจะไม่ได้ทำให้เกิดการตื่นนอนอย่างแท้จริงก็เป็นได้

2.6.5.2 ค่าการรบกวนการนอนที่ FICON แนะนำในปี 1992

ในปี 1992 ทาง FICON ได้เสนอกราฟเส้นโค้งที่คาดการณ์เปอร์เซนต์ของจำนวนคนที่ถูกทำให้ตื่นในรูปแบบของฟังก์ชั่นของเสียงในรูปของระดับเสียง ณ เวลาหนึ่งๆ (SEL) ซึ่งในข้อแนะนำนี้ได้นำข้อมูลมาจากการศึกษาทั้งในห้องทดลองและจากเหตุการณ์จริง โดยค่าที่แนะนำนี้สามารถอธิบายได้ด้วยสมการนี้

$$Awakenings = 0.000007079\ x\ SEL3.496 \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ระดับเสียงรบกวนและร้อยละของคนที่ตื่น เทียบกับกราฟเส้นโค้งที่ได้จากการศึกษา

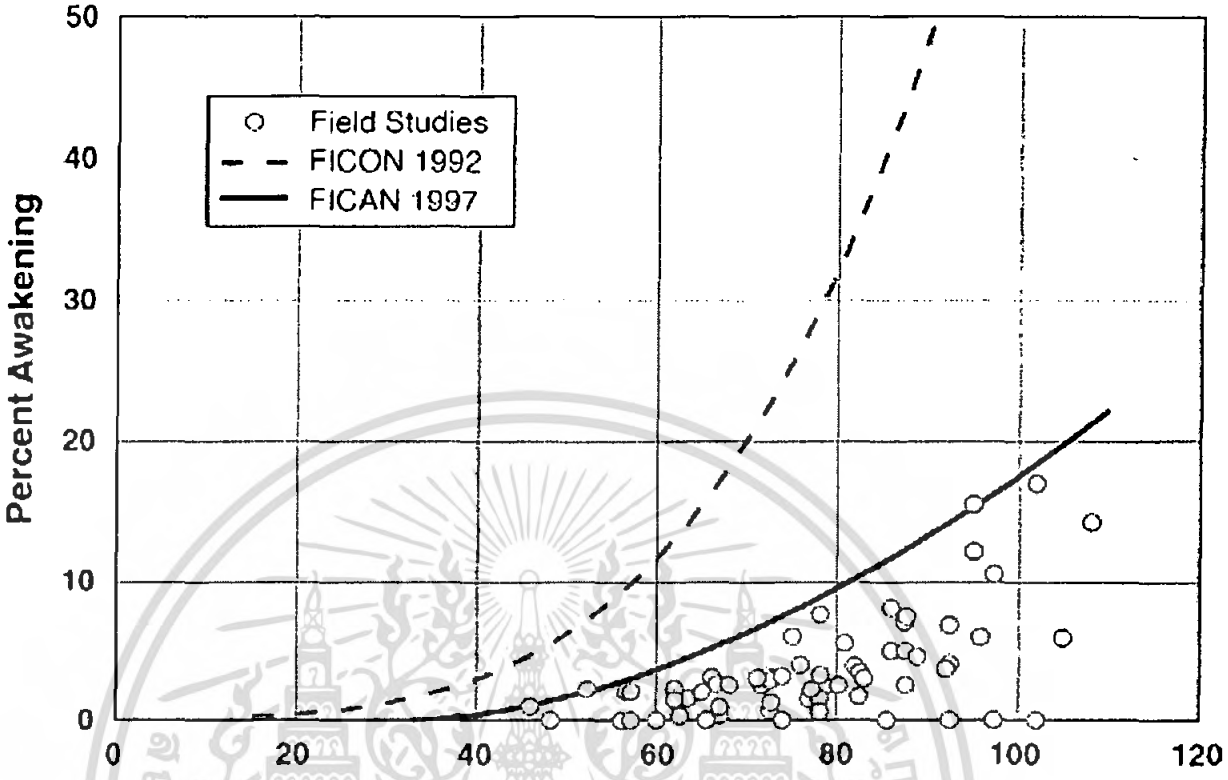
2.6.5.3 ค่าการรบกวนการนอนใหม่ที่ FICAN แนะนำในปี 1997

หลังจากที่มีการศึกษาในเรื่องการนอนเพิ่มเติมนั้น ทำให้ในปี 1997 ทาง FICAN ได้ให้คำแนะนำใหม่เกี่ยวกับระดับเสียงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการหลับนอน ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับคำแนะนำเก่าที่ทาง FICON ได้เสนอไว้นั้น จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นโค้งเก่าของ FICON นั้นประมาณการไว้เกินการรบกวนที่แท้จริงอย่างมาก โดยกราฟเส้นโค้งใหม่นี้เกิดขึ้นจากลิมิตสูงสุดของข้อมูลในแต่ละส่วน และสามารถถือได้ว่าเป็นค่าประมาณของร้อยละของจำนวนคนที่ถูกทำให้ตื่นโดยเสียงรบกวนจากเครื่องบิน

อย่างไรก็ตาม ทาง FICAN ได้ระบุไว้ว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ได้กับประชาชนผู้พักอาศัยเป็นระยะยาวเท่านั้น โดยที่กราฟเส้นโค้งนี้ไม่ควรนำมาใช้ประมาณค่าการรบกวนในผู้ที่พักอาศัยอย่างชั่วคราวหรือในที่พักอาศัยแบบชั่วคราว และไม่ควรนำกราฟเส้นโค้งนี้มาใช้กับเด็ก เนื่องจากในการศึกษานี้มีการทดลองกับผู้ใหญ่เท่านั้น ซึ่งในกราฟเส้นโค้งนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$Awakenings = 0.0087\ x\ (SEL - 30)1.79 \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ระดับเสียงรบกวนและร้อยละของคนที่ตื่น เทียบกับกราฟเส้นโค้งในปี 1992 ของ FICON และในปี 1997 ของ FICAN

2.7 ภาษาซีชาร์ป

2.7.1 ภาษา ซีชาร์ป และ ไมโครซอฟต์ดอทเน็ท (Microsoft.Net)

ประมาณ 2 ปีต่อมาหลังจากภาษาจาวาได้เกิดขึ้น บริษัทไมโครซอฟท์เริ่มคิดค้นภาษาใหม่ นำทีมโดยนาย Anders Hejlsberg อดีตวิศวกรของบริษัทบอร์แลนด์ (Borland) ผู้ประดิษฐ์ภาษาเดลฟาย (Delphi) และหนึ่งในทีมพัฒนาโปรแกรม Turbo Pascal อันโด่งดังในอดีต ภาษาใหม่นี้ภายหลังไมโครซอฟท์ให้ชื่อว่าภาษาซีชาร์ป

แม้ว่าไวยากรณ์หลังของภาษา ซีชาร์ป จะมีรากฐานมาจากภาษา ซี (C) และ ซีพลัสพลัส (C++) แต่สาเหตุของการก่อเกิดภาษาของภาษา ซีชาร์ป แตกต่างจากทั้งสองภาษา ภาษา ซีชาร์ป เกิดขึ้นเพื่อเป็นส่วนของชุดเทคโนโลยีที่ไมโครซอฟท์เหมาเรียกว่า ดอทเน็ท(.NET) หรือ ไมโครซอฟต์ดอทเน็ทเฟรมเวิร์ค(Microsoft.NET Framework) อันประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ได้แก่

1. ดอทเน็ทรันไทมเอนไวรอนเมนท์(.NET Runtime Environment) หรือ ส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์(Common Language Runtime) สภาพแวดล้อมที่จัดการและรันโค้ดดอทเน็ทในลักษณะคล้ายกับ ตัวแปลภาษาจาวา (JVM) ซึ่งจัดการโค้ดภาษาจาวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลาสไลบรารี ดอทเน็ท (.NET class library) ไลบรารีของโค้ดที่ช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น
3. ภาษา ดอทเน็ท ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับสร้างโค้ดดอทเน็ท ได้แก่ ภาษา ซีชาร์ปหรือภาษาวิชวลเบสิก (VB)

เทคโนโลยีดอทเน็ทเป็นความพยายามของไมโครซอฟท์ที่จะเปลี่ยนเว็บให้เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งอธิบายข้อมูลโดยใช้มาตราฐานอิคซ์เทนซิฟว์มาร์คอัพแลงเกว็จ (XML) และใช้โพรโตคอลสื่อสารที่อาศัยไวยากรณ์ภาษาอิคซ์เทนซิฟว์มาร์คอัพแลงเกว็จ (SOAP) ในการเรียกใช้โค้ดเครื่องที่ต่อพ่วงอยู่ในเว็บ ทำให้ซอฟต์แวร์กลายสภาพเป็นบริการที่วิ่งอยู่ในเว็บ

เนื่องจากมาตรฐาน เอกซ์เทนซีฟมาร์คอัพแลงเกวจ และ โพรโตคอลสื่อสารที่อาศัยไวยากรณ์ภาษาเอกซ์เทนซีฟมาร์คอัพแลงเกวจ ไม่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการหรือสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์อันใดอันหนึ่ง อีกทั้งโค้ดดอทเน็ทรันอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นเอกเทศจากระบบปฏิบัติการ เทคโนโลยีดอทเน็ทจึงเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ผูกติดกับระบบใดระบบหนึ่ง เป็นแพลตฟอร์มที่มีเครือข่ายครอบคลุมทั้งอินเตอร์เน็ต และต่อพ่วงอุปกรณ์ต่างชนิดที่รันในสภาพแวดล้อมเดียวกัน

ทั้งเทคโนโลยีจาวาและดอทเน็ทมีข้อคลายคลึงกันหลายประการ ทั้งสองเทคโนโลยีรันโค้ดภายใต้สภาพแวดล้อมเอกเทศที่ไม่ยึดติดกับระบบปฏิบัติการ แต่ตัวแปลภาษาจาวาและดอทเน็ทรันไทมมีความแตกต่างทางปรัชญาการออกแบบประการหนึ่ง คือ ตัวแปลภาษาจาวานั้นออกแบบมาเพื่อรองรับภาษาจาวาในขณะที่ดอทเน็ทรันไทมไม่ขึ้นกับภาษา ภาษาซีชาร์ปเป็นภาษาหลักที่ใช้ความสามารถของดอทเน็ทรันไทม์แต่ก็เป็นเพียงภาษาหนึ่งในหลายภาษาที่สร้างโค้ดดอทเน็ทด้วย เหตุนี้ไมโครซอฟท์จึงเรียกสภาพแวดล้อมดอทเน็ทรันไทมนี้ว่าส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์

2.7.2 เมื่อใดจึงใช้ภาษาซีชาร์ป

แต่ไหนแต่ไร การเลือกใช้ภาษามักจะขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้รันโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษานั้น หาก เป็นสิบปีก่อน เราอาจจะเลือกเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสแซมบลีของ x86 หากต้องการโปรแกรมที่รันบนเครื่องพีซีที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่น x86 ของอินเทล หรือเมื่อห้าปีก่อนเราอาจเลือกภาษา ซี, ซีพลัสพลัส หรือวิชวลเบสิกถ้าต้องการเขียนโปรแกรมที่ใช้รันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ แม้กระทั่งทุกวันนี้โปรแกรมเมอร์ก็ยังเลือกใช้ภาษาจาวา หากต้องการสร้างโปรแกรมเพื่อรันบนตัวแปลภาษาจาวาซึ่งรันในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน หรือในโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ เช่น อินเทอร์เน็ตเอกซ์พลอเรอร์ (Internet Explorer) ของไมโครซอฟท์หรือโปรแกรมเน็ตสเค็ปเนวิกเกเตอร์ (Netscape Navigator) ของอเมริกาออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเมอร์เลือกแพลตฟอร์มที่ใช้รันโปรแกรมก่อนจะเลือกภาษาที่ดีที่สุดในการสรางโปรแกรมบนแพลตฟอร์มนั้น เช่นเดียวกัน หากเราต้องการสร้างโปรแกรมดอทเน็ทภาษาซีชาร์ปเป็นภาษาที่ดีที่สุดที่ใช้

ทางด้านสมรรถนะของโค้ดที่ได้ ภาษาซีชาร์ปสามารถใช้แทนที่ภาษาซีพลัสพลัส ได้อย่างดี ภาษาซีชาร์ป เป็นทั้งภาษาการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธี (Object-Oriented Programming) เช่นเดียวกับภาษาซีพลัสพลัส และเป็นภาษาการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีเช่นเดียวกับภาษาวิชวลเบสิก ภาษาซีชาร์ปมองทุกอย่างเป็นอ็อบเจ็กท์ (object) เช่นเดียวกับภาษาสมอลล์ทอล์ก (SmallTalk) ในอดีต นายแอนเดอร์ ผู้ประดิษฐ์ภาษาซีชาร์ปเคยให้คำนิยามว่าภาษาซีชาร์ปเป็นการนำเอาภาษาซีพลัสพลัส มาทำให้เป็นการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีในลักษณะคล้ายกับที่ภาษาซีพลัสพลัส นำภาษาซีมาทำให้เป็นการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธี

2.7.3 เมื่อใดจึงไม่ควรใช้ภาษาซีชาร์ป

ดังที่ได้กล่าวไว้ว่าโค้ดของภาษาซีชาร์ปหรือโค้ดดอทเน็ทอยู่ในรูปเอ็มเอสไอแอลโค้ด (MSIL code) ซึ่งไม่ใช่ภาษาเครื่อง ก่อนที่โค้ดนี้จะรันได้ ส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโด ต้องคอมไพล์โค้ดเอ็มเอสไอแอลโคดให้เป็นโค้ดภาษาเครื่องเสียก่อน ขั้นตอนนี้เรียกว่าการจิ๊ด (Just-In-Time Compilation: JIT) โค้ดใดๆที่รันอยู่ภายใต้ส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดนี้เรียกว่า แมเนจโค้ด (managed code) ซึ่งหมายถึงโค้ดที่ได้รับการดูแลโดยสภาพแวดล้อมส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโด มีสวัสดิการพิเศษเหนือกว่าโค้ดธรรมดาที่อยู่ภายนอกส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดเช่นโค้ดที่สร้างขึ้นใช้ภาษาในปัจจุบัน เช่น การเรียกคืนหน่วยความจำอัตโนมัติ หรือ กาเบจคอลเล็กชัน (garbage collection) การตรวจสอบเวอร์ชั่นของความปลอดภัยจากผู้บุกรุก (code security) และอื่นๆ

ภาษาซีชาร์ปเปิดโอกาสให้โปรแกรมเมอร์ติดต่อกับโค้ดภายนอกส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดโดยการเรียกใช้ฟังก์ชันภาษาซีหรือเมธอดของอ็อบเจ็กท์ที่สร้างแบบคอมแม้ทั้งสองวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการเรียกใช้ฟังก์ชันในภาษาวิชวลเบสิก แต่เนื่องจากการส่งผ่านตัวแปร กระทำข้ามขอบเขตการดูแลส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดด้วยขั้นตอนที่เรียกว่ามาแชลลิ่ง (Marshaling) จึงมีโอเวอร์เฮดมากกว่าการเรียกใช้ฟังก์ชันธรรมดา

ด้วยเหตุนี้ ภาษาซีชาร์ปจึงอาจจะไม่เหมาะกับโปรเจ็คที่ยังมีความจำเป็นต้องติดต่อกับโค้ดนอก CLR อยู่เป็นจำนวนมาก หรือประสิทธิภาพของโปรแกรมมีนัยสำคัญสูง เพราะการเรียกใช้ฟังก์ชันข้ามเขตดูแลของ CLR มีโอเวอร์เฮดสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียกฟังก์ชันที่ไม่ต้องข้ามเขตการดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 ความหมายของการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธี

การออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธี(Object Oriented Programming) เป็นรูปแบบ (Paradigm) หรือแนวคิดอย่างหนึ่ง อันมีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้างซอฟท์แวร์ คำว่า ออบเจ็ค(Object) ในที่นี้หมายถึงวัตถุ หรือสิ่งของที่จับต้องได้ ไม่ได้หมายถึงวัตถุประสงค์ จุดมุ่งหมาย หรือกรรม (ผู้ถูกกระทำ อย่างประธาน กริยา และกรรม ในรูปประโยค)

มีผู้ตีความว่าแนวคิดนี้คือ "การเขียนโปรแกรมโดยมุ่งที่เป้าหมาย (มิได้เน้นที่กระบวนการ)" ผู้เขียนเห็นว่าการตีความดังกล่าวไม่สู้จะถูกต้อง เพราะการเขียนโปรแกรมตามลัทธินี้มีการสร้างออบเจ็คขึ้นจริง แม้จะเป็นออบเจ็คอันจับต้องไม่ได้ เพราะอยู่ในสภาพซอฟท์แวร์ แต่ก็มีเจตนาจะเลียนแบบออบเจ็คที่เป็นรูปธรรมอย่างเต็มที่

เรื่องการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีเป็นเรื่องของออบเจ็คดังนั้นสิ่งแรกที่ต้องรู้คือความหมายของคำว่า ออบเจ็ค นิยามของออบเจ็คคือ "หน่วยหนึ่งของโปรแกรมซึ่งมีหน้าที่การทำงานอันเฉพาะเจาะจง และถูกกำหนดปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมหน่วยอื่นๆ ไว้อย่างแน่ชัด" ในภาษาซีชาร์ปเราสร้างออบเจ็คจากคลาส

2.7.5 คลาสกับออบเจ็ค

คลาสกับ ออบเจ็คเป็นสองสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกันโดยตรง คลาสคือโค้ดที่เราเขียนขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นพิมพ์เขียวของ ออบเจ็ค การสร้างออบเจ็คจากคลาส(instantiation)เทียบได้กับการทำขนมครกสิงคโปร์ เตาขนมจะมีหลุมหลายหลุม แต่ละหลุมมีลวดลายไม่เหมือนกัน ขนมครกที่ได้จากแต่ละหลุมจึงมีรูปร่างต่างๆ กัน คลาสคือหลุมหนึ่งหลุม ขนมครกที่ได้คืออินสเทินซ์(instance) ของ ออบเจ็ค

เราเรียกออบเจ็คหนึ่ง object ว่าหนึ่งอินสเทินซ์เราสามารถสร้างออบเจ็คได้หลายๆอินสเทินซ์จากคลาสเพียงคลาสเดียว จากตัวอย่างขนมครกสิงคโปร์ ในวันหนึ่งๆ แม่ค้าจะทำขนมครกได้เป็นจำนวนมากจากหลุมแต่ละหลุม ส่วนในภาษาซีชาร์ปหากเราสร้างคลาสหนึ่งคลาส ยกตัวอย่างเช่น เป็นคลาสเพื่อนิยาม node หลังจากนั้นเราอาจเขียนโปรแกรมสร้างไบนารีทรี (binary tree) ซึ่งขณะทำงานมันอาจจะสร้างออบเจ็คจากคลาสโนด (node) ได้หลายล้านอินสเทินซ์ภายในหนึ่งวินาที

การใช้งานคลาสทำได้สองวิธี วิธีแรกคือการนำไปใช้สร้างออบเจ็คและใช้งานผ่านออบเจ็คดังที่อธิบายไปแล้ว อีกวิธีหนึ่งคือเรียกใช้โดยตรงโดยไม่ต้องสร้างออบเจ็ค (static class) แม้การใช้งานคลาสวิธีนี้จะไม่มี ออบเจ็คทำให้ดูเหมือนไม่เป็นหลักการการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีแต่ในบางสถานการณ์ก็ถือว่ามีความเหมาะสมดี ออบเจ็คกับไทพ์ (Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83162

เรื่องของไทพ์เป็นเรื่องสำคัญในวิชาการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีในหนังสือนี้ ท่านจึงจะพบคำว่าไทพ์อยู่เสมอ จึงมีความจำเป็นที่ท่านจะต้องทำความเข้าใจความหมายของคำว่าไทพ์ให้ตรงกับความหมายในการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีและภาษาซีชาร์ปก่อน

ในภาษาที่ไม่ใช่ภาษาการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีอย่างภาษาซี มีไทพ์ต่างๆ เตรียมไว้ล่วงหน้า เช่น จำนวนเต็ม (integer) จำนวนมีทศนิยม (float) ตัวอักษร(char) เป็นต้นไทพ์เหล่านี้คือชนิดของข้อมูล ยกตัวอย่างเช่นเมื่อเราเขียนโค้ดว่า

```
int foo;
```

ซึ่งทำหน้าที่นิยามตัวแปรชนิดจำนวนเต็ม ตัวแปลภาษา (compiler) จะรู้ทันทีว่าควรทำเช่นใดกับตัวแปรชนิดนี้ เพราะจำนวนเต็มเป็นไทพ์ที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว (ภายในตัว ตัวแปลภาษา ภาษาซี) เรียกว่า บิลด์อินไทพ์ (build-in type)

ภาษาซี รับรู้ไทพ์อยู่จำนวนหนึ่ง หากเราพบว่าไทพ์ที่มีมาให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเราได้ เราสามารถนิยามไทพ์ขึ้นเองได้ (user defined data type) โดยใช้ โครงสร้าง (structure)

ยกตัวอย่างการสร้างโครงสร้างชื่อเรคเคิร์ด(record)เพื่อเก็บข้อมูลนักเรียนเป็นดังนี้

```
struct
{
        char cname[8];
        char sname[16];
        char exam[16];
        char grade;
} record;
```

คลาสก็เหมือนโครงสร้างเรานิยามคลาสเพราะเราต้องนิยามไทพ์ขึ้นเองขอใช้อุปมาขนมครกสิงค์โปรอีกครั้ง ขนมครกสิงค์โปรหนึ่งเตาจะมีหลายหลุม แต่ละหลุมมีลวดลายต่างกัน เช่น หลุมหนึ่งมีลายเป็นปลา อีกหลุมหนึ่งมีลายเป็นหอย ขนมครกที่ได้จากหลุมแต่ละหลุมจึงมีรูปร่างต่างกัน หรือมีไทพ์ต่างกัน สิ่งที่ทำให้ไทพ์ของขนมครกแตกต่างกันคือตัวหลุม

หลุมแต่ละหลุมบนขนมครกสิงค์โปรเทียบได้กับคลาสหนึ่งคลาสจุดมุ่งหมายในการนิยามคลาสก็เหมือนโครงสร้างคือเราต้องการสร้างไทพ์ใหม่ออบเจ็คที่ถูกสร้างจากคลาสจะมีไทพ์ตามที่คลาสนั้นได้นิยามไว้

ภาษา ซีชาร์ป สนับสนุนการสร้างไทพ์ใหม่อย่างพิสดาร เมื่อนิยามไทพ์ กับ บิลด์อินไทพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีศักดิ์ศรีเสมอกัน (คือ ตัวแปลภาษาจะปฏิบัติต่อไทพ์ที่เราสร้างในลักษณะเช่นเดียวกับ บิลด์อินไทพ์)ดอทเน็ทเฟรมเวิร์คไลเบอรี่เองก็เป็นแหล่งรวมไทพ์หลายพันไทพ์ที่เราสามารถนำมาประกอบเป็นไทพ์ใหม่ที่มีการทำงานซับซ้อนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว การเขียนโปรแกรมแบบการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีเราจะใช้เวลาส่วนมากไปกับการออกแบบและนิยามไทพ์ขึ้นใหม่เพื่อนำไปใช้สร้างออบเจ็คต่างๆ เมื่อนำออบเจ็คทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้ทำงานร่วมกัน จะทำให้โปรแกรมของเราสร้างผลลัพธ์ได้ตามความประสงค์ การใช้งาน object

การใช้งานออบเจ็คต้องทำได้ง่าย เราอาจมองว่าออบเจ็คเป็น "กล่องดำ" ในทางวิทยาศาสตร์ เราจะเรียกอุปกรณ์ที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องรู้การทำงานภายในของมันว่า กล่องดำ ยกตัวอย่างเช่นโทรศัพท์ เรานำมันมาใช้ประโยชน์เพื่อการสื่อสารได้ โดยไม่จำเป็นต้องรู้ว่ามันทำงานได้อย่างไร เช่นเดียวกัน ในภาษาซีชาร์ปเราสามารถนำออบเจ็คมาใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องรู้ว่ามันมีซอร์สโค้ด (source code) ภายในเป็นอย่างไร เมื่อเราต้องกาเรียกให้ ออบเจ็คทำงานบางอย่างเราจะเรียกเมธเธิด (method) ของมัน ยกตัวอย่างเช่นโทรศัพท์มีเมธเธิดคือการโทรฯ ออก การวางสาย การพักสาย การบันทึกเลขหมายฯ ในภาษาซีชาร์ปเราจะนิยามเมธเธิดเหล่านี้โดยการเขียนโค้ดหนึ่งชุด คล้ายการนิยามฟังก์ชันในภาษาซีออบเจ็คจะผนวกกระบวนการเมธเธิด และข้อมูล (information) ไว้ภายในตัวของมันเอง จากตัวอย่างโทรศัพท์เก็บเลขหมายที่เราบันทึกไว้ โดยเราไม่จำเป็นต้องรู้ว่ามันเก็บไว้ที่ไหนอย่างไร เรารู้เพียงวิธีดึงเลขหมายที่บันทึกไว้ออกมาใช้งานก็พอ ในภาษาซีออบเจ็คจะเก็บข้อมูลภายในไว้ในตัวแปรท้องถิ่นของคลาส(field)โปรแกรมที่เรียกใช้ออบเจ็คไม่จำเป็น(และไม่สามารถ) เข้าถึงหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตัวแปรท้องถิ่นของคลาสได้โดยตรง แต่สามารถเข้าถึงทางอ้อมได้ผ่านส่วนเชื่อมต่อที่เรียกว่าพรอพเพอที(property)ภาษาซีชาร์ปสนับสนุนหลักการทุกรูปแบบในลัทธิการออกแบบและวิเคราะห์แบบวัตถุวิธีโดยหลักการนี้มีเรื่องหลักอยู่ 3 หัวข้อที่จำเป็นต้องเข้าใจคือ

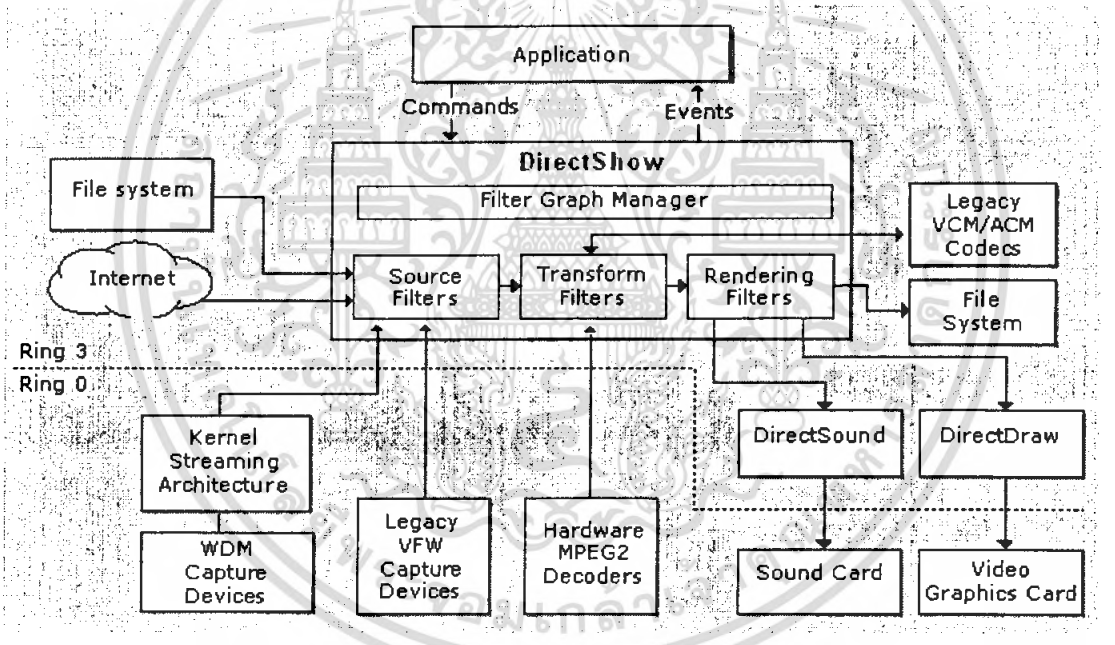
- มองทุกสิ่งเป็นออปเจ็กต์เรียกว่าคลาส (Encapsulation)
- การสืบทอด (Inheritance)
- หลายรูปทรง (Polynorphic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **2.7.6ระบบไดเรคท์โชว์ (DirectShow System)**

วิธีการของระบบไดเรคท์โชว์เป้าหมายหลักของการออกแบบนี้เพื่อให้ง่ายต่อการทำหน้าที่ต่อการสร้างแอปพลิเคชั่นประเภท ดิจิตอลมีเดีย (digital media) บนแพลตฟอร์มของวินโดวส์ โดยแอปพลิเคชั่นจะทำการแยกความซับซ้อนของการส่งผ่านข้อมูล ความแตกต่างของฮาร์ดแวร์ และการซินโครไนซ์

ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอปพลิเคชั่น ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ ไดเรคท์โชว์ และส่วนประกอบบางอย่างของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่สนับสนุนการใช้งานของ ไดเรคท์โชว์



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของระบบไดเรคท์โชว์

2.8 ไนแอม

ในอดีตการนำเสนอโครงสร้างฐานข้อมูลนิยมใช้โมเดลแบบ เอนทิทีรีเลชันชิพ (entity relationship) แต่เนื่องจากเป็นโมเดลที่ทำความเข้าใจได้ยาก ผู้อ่านจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อน และยังไม่สามารถแสดงถึงข้อบังคับความถูกต้องของข้อมูลได้ จึงได้เกิดการพัฒนาโมเดลไนแอมขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนแอม ถูกพัฒนาขึ้นโดยศาตราจารย์ จี.เอ็ม.ไนเซน สามารถเรียกได้อีกอย่างว่าเนเจอรัลแลงเกวจอินฟอร์เมชันอนาไลซิสเมดอด (Natural language information analysis method) หรือที่ในปัจจุบันรู้จักอย่างแพร่หลายว่า ออบเจ็คโรล โมเดล (ORM)

มีลักษณะเป็นคอนเซปชวล สกีมา โมเดล (Conceptual Schema Model) ที่นำเสนอองค์ความรู้พื้นฐาน อันได้แก่ ข้อเท็จจริง, กฎ และการบังคับความถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในงานระบบสารสนเทศ สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบได้ ไนแอมมองสิ่งต่างๆที่เราสนใจว่าเป็นเอนติตี้ (entity) หรือวาลู (value) หรือชื่อ (label) ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการนำเสนอในโมเดลอื่นๆ เช่น ER ที่มองสิ่งที่เราสนใจเป็น เอนติตี้และรายละเอียดของสิ่งที่เราสนใจเป็นแอททริบิ้ว

2.8.1 สัญลักษณ์ของไนแอม

ก่อนที่จะออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลโดยใช้ไนแอมโมเดล จำเป็นต้องทราบว่าแต่ละอย่างนั้นแทนด้วยสัญลักษณ์อะไรบ้าง สัญลักษณ์ของไนแอมโมเดลมีดังนี้

เอนติตี้ไทป์ (entity type) คือชนิดของสิ่งที่เราสนใจ สัญลักษณ์แทนด้วยวงรีเส้นทึบ ตัวอย่างเช่น สิ่งที่เราสนใจคือ A เมื่อนำมาเขียนจะได้รูป2.5 ก)

ก) ข) ค)

ภาพที่ 2.6 entity type

ถ้าโครงสร้างของฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่แล้วไม่สะดวกในการลากเชื่อมความสัมพันธ์ ให้กำหนดเครื่องหมายไว้ที่เอนติตี้ เพื่อแสดงเอนติตี้นั้นถูกนำมาแสดงมากกว่าหนึ่งครั้ง เช่น รูป2.5 ข) การกำหนดค่าของเอนติตี้ไทป์ สามารถแสดงค่าที่กำหนดไว้ภายในวงเล็บปีกกา หากค่าเป็นลำดับสามารถเขียนย่อด้วย "..." รูป2.5 ค)

วาลูไทป์ หรือ เลเบิ้ลไทป์ (value type หรือ label type) คือ ชนิดค่าหรือข้อมูลที่สามารถชี้แจงหรือบ่งบอกค่าของเอนติตี้ไทป์ ซึ่งอาจจะระบุหรือไม่ ก็ได้ เช่น ค่าที่สามารถนำไปคำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ ตัวอักษร เป็นต้น สัญลักษณ์แทนด้วยวงรีที่เส้นขอบเป็นเส้นประ เช่น สำหรับเอนติตี้ไทป์ A ค่าที่เราต้องการเก็บคือ ค่าประเภท A สามารถเขียนแทนได้ดังนี้

ภาพที่ 2.7 วาลูไทป์ หรือ เลเบิ้ลไทป์

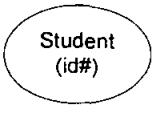
การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้กับเอนติตี้ หรือ เอนติตี้กับวาลูไทป์นั้น สามารถแสดงได้ดังนี้

ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับรหัสนักศึกษา

พรีดิเคท (predicate) หรือรูปกล่องสี่เหลี่ยม แสดงถึงความสัมพันธ์ของเอนติตี้หรือวาลูไทป์ สำหรับการกำหนดบทบาททำได้โดยเขียน โรล (role) กำกับไว้ที่กล่อง ซึ่งในการอ่านสามารถอ่านได้ทุกทิศทาง เช่น นักศึกษา *มี* รหัสนักศึกษา หรือ รหัสนักศึกษา *เป็นของ* นักศึกษา โดยคำว่ามีและเป็นของนั้นเป็นพรีดิเคท สำหรับความสัมพันธ์นั้นอาจเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกี่สิ่งก็ได้ เช่น สิ่งเดียว (unary) สองสิ่ง (binary) หรือ สามสิ่ง (ternary) ... แต่ในการออกแบบฐานข้อมูลนั้นควรให้เป็นความสัมพันธ์หน่วยเล็กที่สุด เพื่อสะดวกต่อการจัดการฐานข้อมูล

ยูนิคเนส คอนสเตรน (uniqueness constrain) เป็นการบังคับว่าข้อมูลของเอนติตี้นั้นในประเภทความสัมพันธ์นั้นต้องมีค่าไม่ซ้ำกัน มี 2 ลักษณะด้วยกัน คือ กำกับภายในและภายนอก แบบแรก กำกับโดยวางลูกศรทึบบนพรีดิเคท ดังภาพที่ 2.12 ส่วนแบบภายนอกนั้นเป็นการลากเชื่อมกันระหว่างพรีดิเคทแสดงดังรูป 2.16 ก)

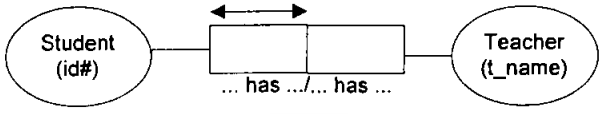
หากประเภทความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชั่น 1:1 ระหว่างเอนติตี้ไทป์กับวาลูไทป์ สามารถกล่าวได้ว่าค่าหนึ่งนั้นสามารถระบุอีกสิ่งหนึ่งได้ อ้างอิงได้ ดังนั้นอาจเรียกความสัมพันธ์ได้เป็น ประเภทอ้างอิง นำมาเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ วงรีเส้นทึบ ภายในเขียนชื่อเอนติตี้ แล้วภายใต้ชื่อ ให้วงเล็บด้วยวาลูไทป์



ภาพที่ 2.9 ประเภทอ้างอิง

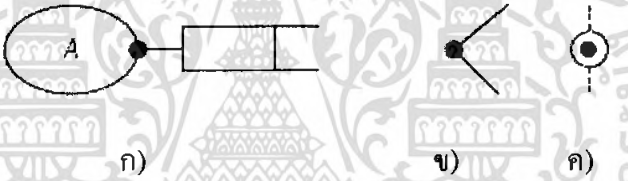
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ไทป์กับเอนติตี้ไทป์นั้นถือว่าเป็นความสัมพันธ์ประเภท แฟคไทป์ (fact type) คือให้ค่าความจริงจากความสัมพันธ์



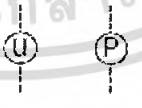
ภาพที่ **2.10** แฟคไทป์

เมนดาทอรี โรล คอนสเตรน (mandatory role constraint) ใช้กำหนดว่าทุกๆค่าของเอนติตี้ไทป์นั้นต้องมีค่าที่เกิดจากแฟคไทป์นี้ มีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ แบบกำกับภายใน ก) และ แบบกำกับภายนอก c) สัญลักษณ์เมนดาทอรี โรล คอนสเตรน แทนด้วย จุดดำ ซึ่งในแต่ละครั้งสามารถกำกับได้มากกว่าหนึ่งโรล ข)



ภาพที่ **2.11** เมนดาทอรี โรล คอนสเตรน

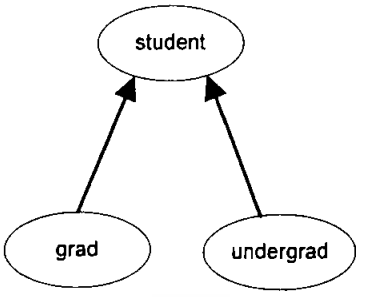
ค่าของไพรมารีคีย์ (primary key) เป็นค่าที่สามารถระบุค่าความจริงได้เพียงค่าเดียว โดยเลือกจากเอนติตี้ไทป์หรือกลุ่มของเอนติตี้ไทป์ สามารถแสดงได้ 2 วิธี คือ การกำกับภายใน และภายนอก โดยเปลี่ยนจาก u (uniqueness) มาเป็น p (primary key)



ก) ข)

ภาพที่ **2.12** การกำกับยูนิคเนส คอนสเตรนและไพรมารีคีย์แบบภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างชนิดย่อย

ชนิดย่อยหรือซับไทป์ (subtype) เป็นเอนติตี้ไทป์ชนิดหนึ่ง แต่ค่าที่มีค่าอยู่ในเอนติตี้ไทป์ ตัวอย่างเช่น นักศึกษาปริญญาตรี (undergrad) *เป็น* นักศึกษา และนักศึกษาปริญญาโท-เอก (grad) *เป็น* นักศึกษา ซับไทป์มีสัญลักษณ์เป็นลูกศรทึบ โดยปลายลูกศรแสดงส่วนที่เป็นซับไทป์ หัวลูกศรแสดงถึงเอนติตี้ไทป์

ก) ข) ค)

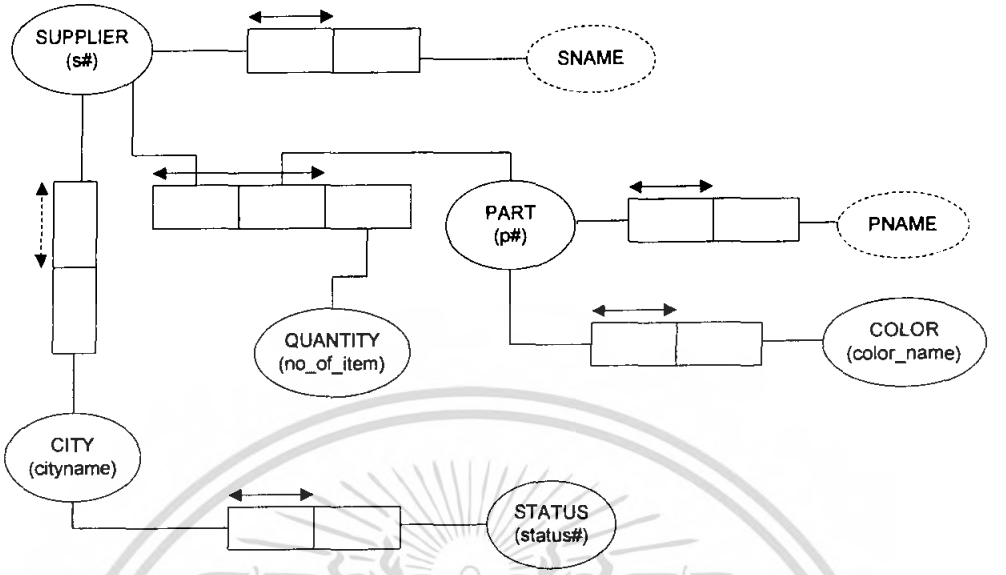
ภาพที่ 2.14 การบังคับแบบเปรียบเทียบ

ภาพที่ 2.13 แสดงกลุ่มสัญลักษณ์ที่ใช้บังคับโดยมีการเปรียบเทียบ รูป 2.18 ก) ซับเซตคอนสเตรนท์ (subset constraint) เป็นการบอกลำดับว่าต้องทำโรลใดก่อน ถึงจะทำโรลนี้ได้ รูป ข) อีควอลิตี้ คอนสเตรนท์ (equality constraint) บอกว่าถ้าจะทำโรลใด จำเป็นต้องกระทำอีกโรลหนึ่งด้วย หากไม่ทำก็ไม่ทำทั้งสองโรล รูป ค) เอ็กซ์คลูชั่น คอนสเตรนท์ (exclusion constraint) เป็นการบังคับว่าค่าที่เกิดจากการกระทำโรลต้องไม่มีค่าที่ซ้ำกัน เช่น กระทำโรลแรกต้องมีค่าไม่ซ้ำกับการกระทำโรลที่สอง

2.8.2 กรณีศึกษา

ต่อไปนี้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการใช้ไนแอมโมเดล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ผู้จัดหาสินค้า (supplier) ซึ่งเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดหาดังนี้ คือ รหัสผู้จัดหา, ชื่อผู้จัดหา, และเมืองที่ผู้จัดหาตั้งอยู่โดยเก็บสถานะ (status) ของเมืองด้วย ในแต่ละผู้จัดหาได้มีสินค้า (part) ไว้เพื่อจำหน่าย โดยรายละเอียดของสินค้าคือ รหัสสินค้า, ชื่อสินค้า, และสีของสินค้า โดยในต้องการเก็บยอดในการขายไว้ จากรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาเขียนเป็นโครงฐานข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ **2.15** โมเดลของกรณีศึกษา

สำหรับการแปลงจากไนแอมโมเดลให้เป็นโครงตาราง มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกเอนติตี้ไทป์ที่มียูนิคเนส คอนสเตรนอยู่ฝั่ง นำมาสร้างเป็นตารางแล้วรวมเอนติตี้ไทป์ที่เป็นนอนคีย์เข้าไป
2. ถ้าเป็นความสัมพันธ์แบบ n-ary ให้สร้างตารางขึ้นมาเอง

เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนจะได้โครงตารางดังนี้

ตารางผู้จัดหา (Supplier)

S#	SNAME	CITYNAME

ตารางสินค้า (Part)

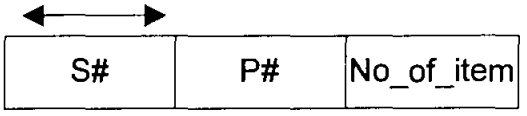
P#	PNAME	COLORNAME

ตารางเมือง (City)

CITYNAME	STATUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการขาย (Supply)



2.9 เอสคิวแอล (SQL)

ในการติดต่อกับฐานข้อมูลนั้น ทำได้โดยการใช้ Structured Query Language หรือ SQL เป็นภาษาที่ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล ที่ใช้ในการสั่งให้ฐานข้อมูลกระทำการใด ๆ ตามคำสั่งที่ต้องการ อาทิเช่น การ insert, update, delete เป็นต้น ซึ่งในการติดต่อฐานข้อมูลนั้น ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล SQL Server, Microsoft Access, MySQL, DB2 หรือแม้แต่ Oracle ก็จำเป็นต้องใช้คำสั่งภาษา SQL ในการควบคุมทั้งสิ้น แต่อาจมีรูปแบบการใช้คำสั่งแตกกันไปตามแต่ละยี่ห้อ

2.9.1 ตัวอย่างการใช้เอสคิวแอล

2.9.1.1 อินเสิร์ท (INSERT)

เป็นการเพิ่มค่าเข้าไปในฐานข้อมูลมีวิธีการเขียน ดังนี้

```
INSERT INTO table_name
VALUES (value1, value2,....)
```

ตัวอย่างที่ 1

```
INSERT INTO Persons
VALUES ('Hetland', 'Camilla', 'Hagabakka 24', 'Sandnes')
```

จากตัวอย่างที่ 1 เป็นการอินเซิร์ทค่าเข้าไปในตารางบุคคล ที่มีฟิลด์ประกอบด้วยฟิลด์ (field) LastName, FirstName, FirstName และ City โดยค่าที่ใส่เข้าไปนั้นต้องเรียงตามฟิลด์ในตารางบุคคล

ตัวอย่างที่ 2

```
INSERT INTO Persons (LastName, Address)
VALUES ('Rasmussen', 'Storgt 67')
```

จากตัวอย่างที่ 2 เป็นการอินเซิร์ทค่าเข้าไปในตารางบุคคลโดยทำการเลือกฟิลด์ที่ต้องการเพิ่มค่าเข้าไป คือ LastName และ Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1.2 อัพเดท (UPDATE)

เมื่อต้องการแก้ไขค่าที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูล สามารถกระทำได้ด้วยการอัพเดท ซึ่งมีวิธีการเขียนดังนี้

```
UPDATE table_name
SET column_name = new_value
WHERE column_name = some_value
```

ตัวอย่างที่ 3

```
UPDATE Person
SET Address = 'Stien 12', City = 'Stavanger'
WHERE LastName = 'Rasmussen'
```

บรรทัดแรกบอกว่าเป็นการอัพเดทตารางบุคคลส่วนฉัดมาคือ การใส่ค่าที่ต้องการแก้ไขกับฟิลด์นั้นๆลงไป บรรทัดสุดท้ายเป็นการใส่เงื่อนไขว่าต้องการแก้ไขเมื่อฟิลด์ LastName มีค่าตามต้องการ

2.9.1.3 ดีลีท (DELETE)

สำหรับการใช้คำสั่งดิลีทนั้น เป็นการลบข้อมูลทั้งแถว นั้นๆเลย ซึ่งแตกต่างกับการ อัพเดท ซึ่งสามารถกระทำเฉพาะฟิลด์ที่ต้องการได้ การใช้ ดิลีททำได้ดังนี้

```
DELETE FROM table_name
WHERE column_name = some_value
```

ตัวอย่างที่ 4

```
DELETE FROM Person
WHERE LastName = 'Rasmussen'
```

จากการ DELETE ข้างต้นนี้เป็นการลบข้อมูล ที่มีค่า LastName = 'Rasmussen' หากต้องการลบทุกข้อมูลที่อยู่ภายในตาราง ทำได้โดย

```
DELETE FROM table_name
```

หรือ

```
DELETE * FROM table_name
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

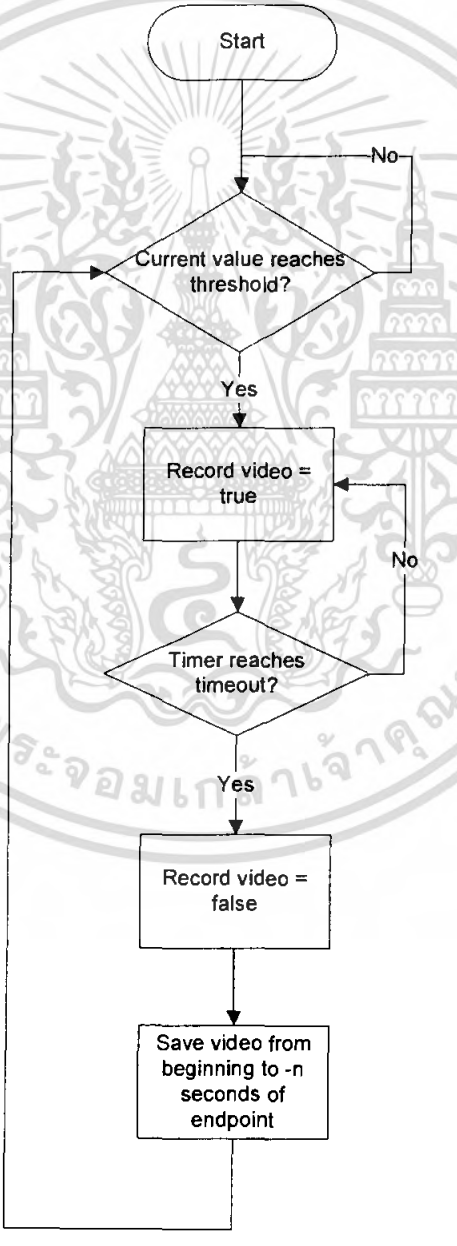
การออกแบบนั้นแยกออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้สามส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์และบันทึกข้อมูล ส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บและเรียกข้อมูล และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนที่ใช้ในการแสดงผล

ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การบันทึกภาพเคลื่อนไหว

ในการบันทึกภาพเครื่องบินที่บินผ่านมาในจุดที่เราทำการตรวจวัดนั้น ได้ใช้การตรวจวัดระดับเสียงจากระยะไกลโดยใช้ไมโครโฟนแบบทิศทางเดียว จากนั้นจึงนำระดับเสียงตรวจวัดว่าถึงค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ เมื่อระดับเสียงเกินค่าที่กำหนดไว้แล้ว จะเป็นการทำให้กล้องเริ่มทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว และหยุดบันทึกเมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นอาจจะมีการตัดภาพเคลื่อนไหว (Clipping) ในตอนท้ายตามความเหมาะสม



ภาพที่ 3.2 Flowchart การทำงานของระบบบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

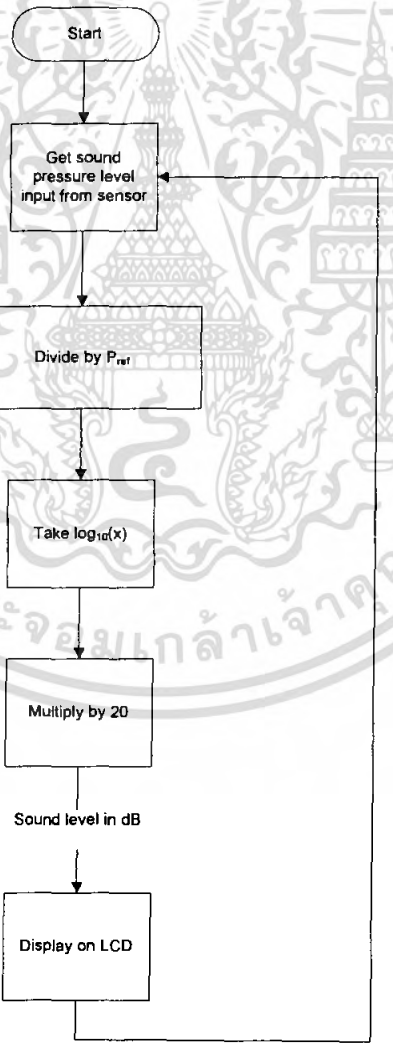
3.3 การแปลงค่าที่วัดได้จากมิเตอร์วัดเสียง

เมื่อได้ค่าระดับความดันเสียงจากมิเตอร์วัดเสียงแล้ว ก่อนที่จะทำการจัดเก็บจะมีการแปลงค่าให้อยู่ในหน่วยที่เหมาะสม ซึ่งการคำนวณนี้เป็นไปตามทฤษฎีของหน่วยวัดแบบเดซิเบลดังนี้

$$L = 10log_{10}\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)^2 = 20log_{10}\left(\frac{P}{P_{ref}}\right) \; dB \qquad (3.1)$$

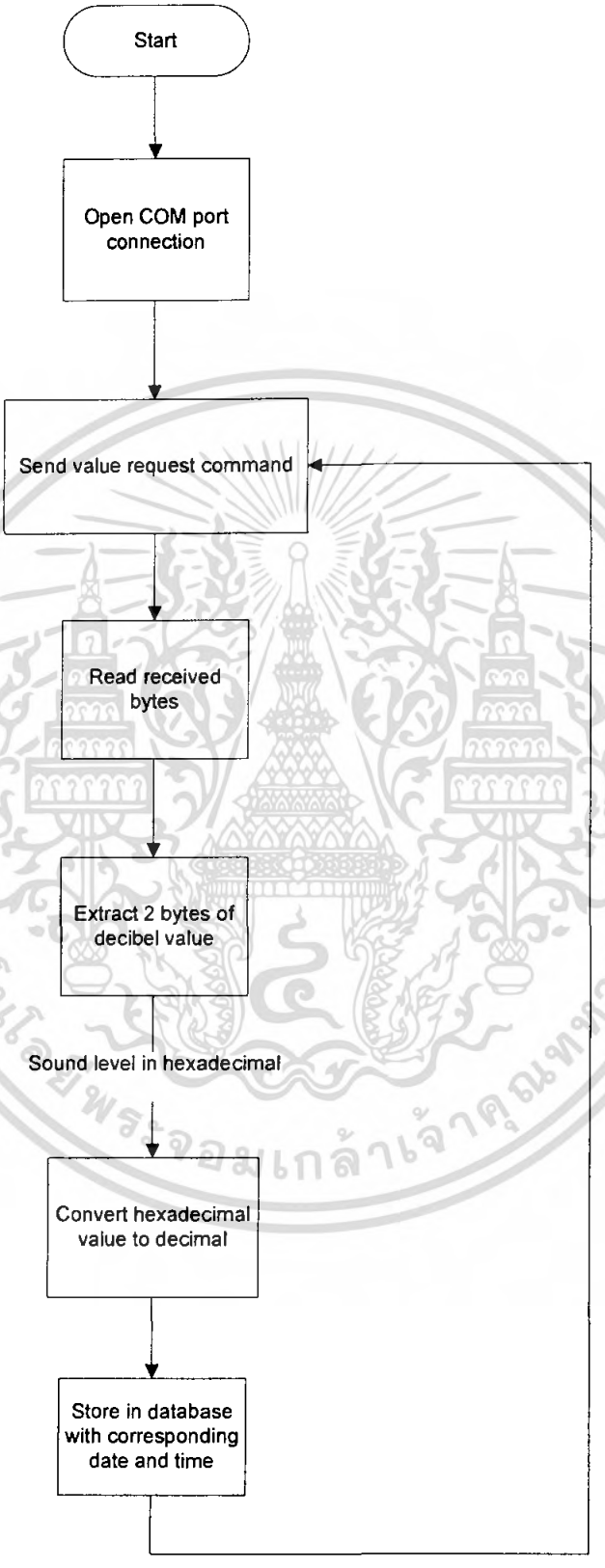
เมื่อ P คือ ค่าความดันเสียงที่ถูกวัด

P_{ref} คือ ค่าความดันเสียงอ้างอิง ซึ่งปกติจะอยู่ที่ 20 ไมโครปาสคาล



ภาพที่ 3.3 Flowchart การบันทึกค่าระดับเสียงของมิเตอร์วัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



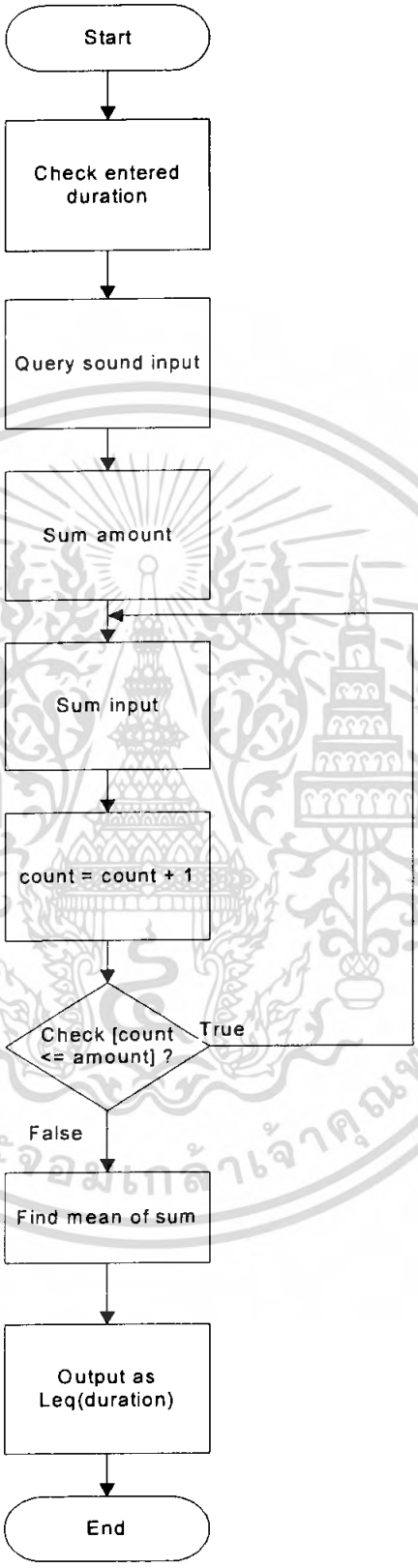
ภาพที่ 3.4 Flowchart การดึงค่าจากมิเตอร์วัดระดับเสียงเข้าไปยังระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคำนวณระดับเสียงด้วยวิธีการวัดต่างๆ

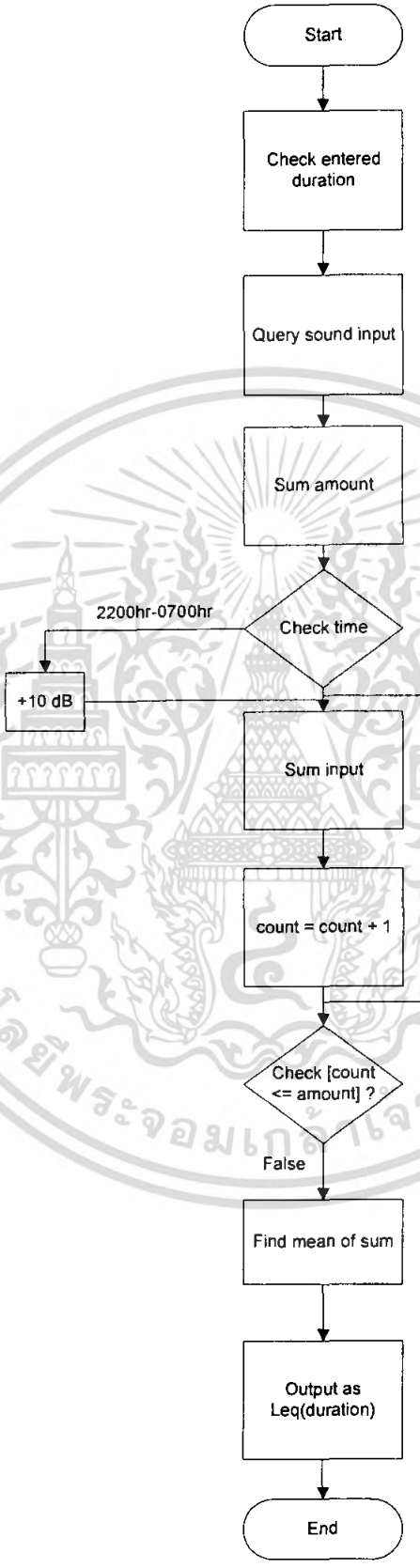
การคำนวณระดับเสียงที่วัดได้นั้น ทำได้โดยการดึงข้อมูลจากระดับเสียงที่บันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลมาคำนวณตามวิธีที่ใช้กัน ในที่นี้ได้แสดงวิธีการคำนวณสามชนิด คือการคำนวณหาค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน และค่าระดับเปอร์เซนไทล์โดยค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียงนั้น เป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยตามระยะเวลาที่ต้องการ ส่วนค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน-กลางคืน นั้นจะต่างจากค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับความดันเสียงเฉลี่ยแบบ 24 ชั่วโมง และบวกค่าระดับเสียงเพิ่ม 10 dBA ในทุกๆ การวัดในช่วงเวลาระหว่าง 22.00-07.00 น. เพื่อชดเชยความไวต่อเสียงที่มีเพิ่มขึ้นของมนุษย์ในเวลาหลับนอน ส่วนค่าระดับเปอร์เซนไทล์นั้นเป็นการนำค่าเสียงในสองแบบแรกมาจัดเรียงตามลำดับความถี่ในการเกิดระดับเสียงนั้นๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้หาค่าระดับเสียงในลักษณะต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



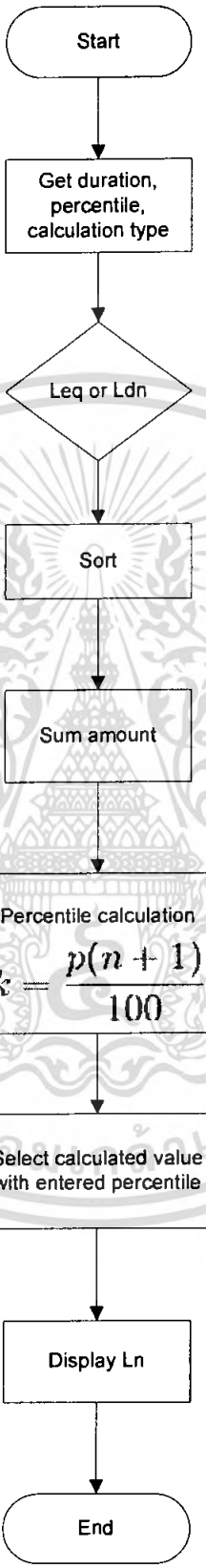
ภาพที่ 3.5 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า Leq

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า Ldn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

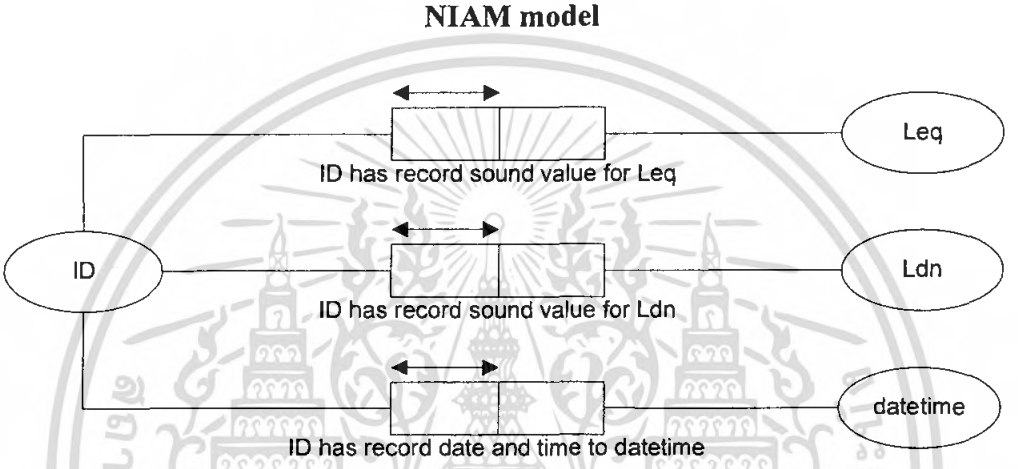


ภาพที่ 3.7 Flowchart แสดงการคำนวณหาค่า Ln

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระบบฐานข้อมูล

ในการออกแบบระบบการจัดเก็บข้อมูลนั้น เพื่อให้ง่ายในการเข้าใจจึงได้ใช้โมเดลแบบไนแอม ซึ่งในระบบฐานข้อมูลนี้มีการกำหนดตัวเลขให้กับทุกเรคคอร์ดเป็นไพรมารีคีย์ที่ใช้ในการอ้างอิง และมีเอนติตี้อีกสองชนิดสำหรับค่าระดับเสียง ณ เวลาหนึ่ง และไฟล์วิดีโอ ณ เวลาหนึ่ง โดยทั้งสองเอนติตี้นั้นเชื่อมต่อกันด้วยไพรมารีคีย์ ซึ่งก็คือค่าเวลานั่นเอง



ภาพที่ **3.8** แผนภาพแสดง NIAM Model

Data Example

ID	datetime	Leq	Ldn
1	01/25/2008 03:24:35AM	75.3	85.3
2	01/25/2008 03:24:40AM	78.2	88.2
3	01/25/2008 03:26:27AM	62.8	72.8
4	01/25/2008 03:26:27AM	50.4	60.4
5	01/25/2008 03:29:53AM	42.5	52.5

ตารางที่ **3.1** ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Dictionary

Name	Key	Data type	Description	Example
ID	Primary	bigInt	ID for each record	1,2,3,…,5
datetime	Non-key attr.	varChar	Date and time of the occurrence	01/25/2008 03:24:35AM
Leq	Non-key attr.	Float	Corresponding sound level in dBA	75.3
Ldn	Non-key attr.	Float	Leq value with 10 dBA compensation	85.3

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงลักษณะข้อมูลในฐานข้อมูล

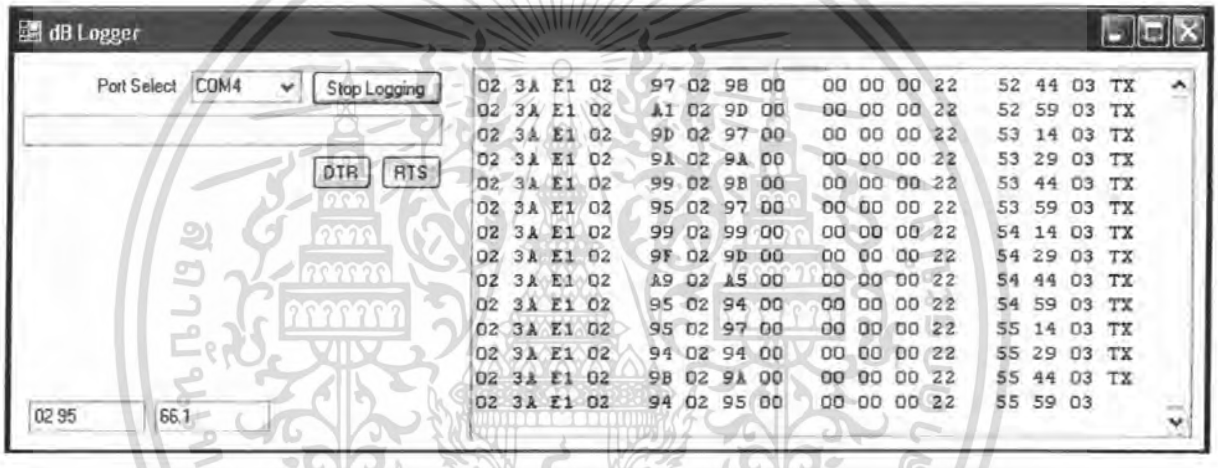
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การบันทึกค่าระดับเสียงที่วัดได้

การบันทึกค่าที่วัดได้จากมิเตอร์วัดระดับเสียงนั้น ค่าที่แปลงได้จากโปรแกรมติดต่อกับเครื่องวัดระดับเสียงจะถูกนำไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลโดยโปรแกรมที่เขียนขึ้น และแสดงผลดังนี้



ภาพที่ 4.1 โปรแกรมบันทึกค่าจากเครื่องวัดระดับเสียงขณะกำลังทำงาน

4.2 การบันทึกภาพเคลื่อนไหวของเครื่องบินที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน

ในส่วนของการบันทึกภาพเครื่องบินที่บินผ่านนั้น จะทำการบันทึกเครื่องบินที่ก่อให้เกิดเสียงดังในระดับที่ตั้งค่าเอาไว้ ซึ่งสามารถเลือกค่าระดับความดังได้เพื่อให้เหมาะสมกับระดับเสียงของแต่ละสถานที่ที่ทำการวัด และสามารถบันทึกภาพเคลื่อนไหวเป็นระยะเวลาครั้งละ 5 วินาที ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

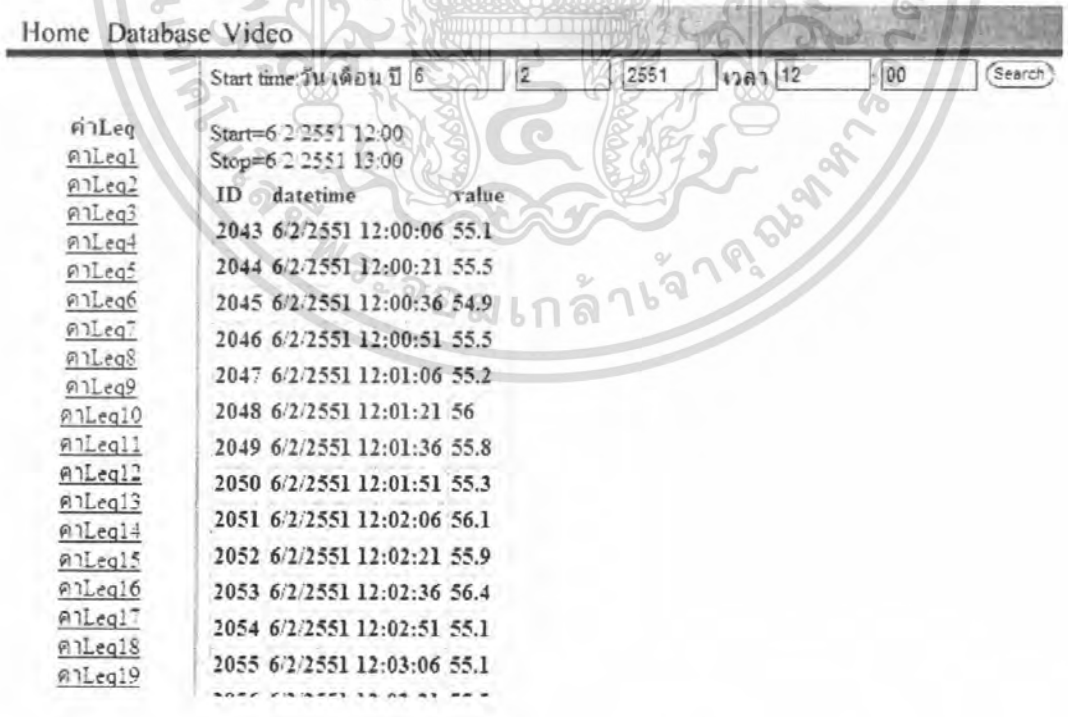
ภาพที่ 4.2 โปรแกรมบันทึกภาพเคลื่อนไหวขณะกำลังทำงาน

4.3 การแสดงผลของข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและระดับเสียงที่วัดได้

หลังจากทำการเก็บข้อมูลทั้งสองประเภทแล้ว เมื่อต้องการดูค่าตามช่วงเวลาที่ต้องการ ระบบจะดึงข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลานั้นๆ มา โดยภาพเคลื่อนไหวนั้นจะมีรายการให้เลือกชม ส่วนการคำนวณนั้นผู้ใช้จะสามารถเลือกได้ว่าให้ใช้การคำนวณชนิดใดทั้งในรูปของ L_{eq} และ L_{DN} ทั้งหมดจะถูกแสดงผลผ่านเว็บอินเตอร์เฟสดังนี้

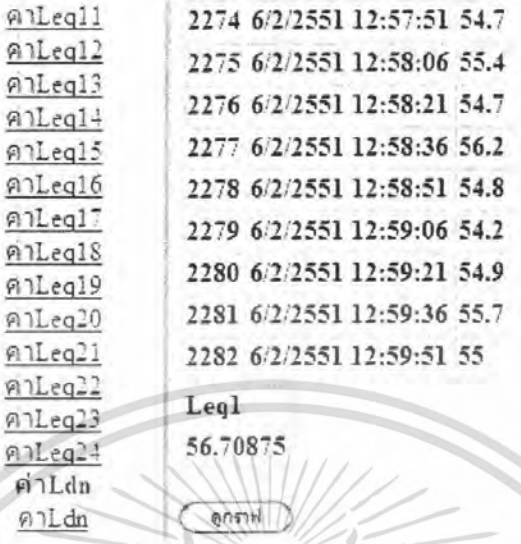
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.3 หน้าหลักของเว็บเพจ

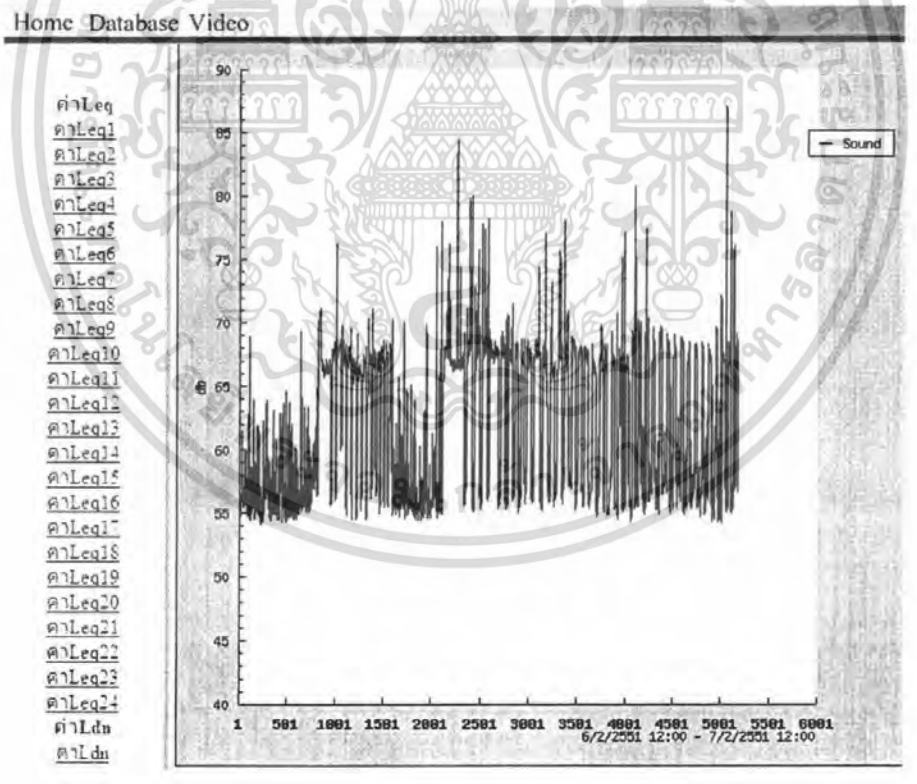


ภาพที่ 4.4 การแสดงค่าระดับเสียงที่ทำการบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

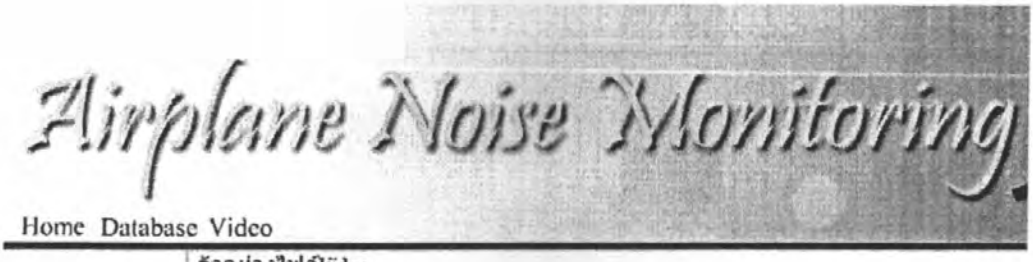


ภาพที่ 4.5 การแสดงค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่คำนวณได้จากค่าที่บันทึกในระบบฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นตามเวลาที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างไฟล์Video

Video18_8_24

Video13_45_49

Video12_38_59

Video13_21_58

ภาพที่ 4.7 รายการภาพเคลื่อนไหวที่มีให้เลือกชมบนเว็บเพจ

Back

ภาพที่ 4.8 แสดงผลภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน

1. เนื่องจากไมโครโฟนที่ใช้ในการวัดระดับเสียง สำหรับระบบบันทึกภาพเคลื่อนไหวนั้น เป็นไมโครโฟนที่ใช้กับเสียงพูดกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปเท่านั้น ซึ่งมีความไวเสียงที่ค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังมิได้มีความสามารถในการรับสัญญาณเสียงในทิศทางเดียว ทำให้ยังไม่สามารถแยกระหว่างเสียงจากเครื่องบินและเสียงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมได้
2. กล้องที่ใช้บันทึกภาพเคลื่อนไหวนั้น ในขณะนี้ใช้กล้องเว็บแคมที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ทำให้กำลังขยายและความคมชัดนั้นค่อนข้างต่ำ
3. ในการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวขณะบันทึกนั้น ติดปัญหา cross-threading ซึ่งทำให้ไม่สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวในขณะนั้นได้

5.2 แนวทางในการแก้ไข

1. ใช้ไมโครโฟนที่มีความสามารถในการรับเสียงที่ดีกว่าเดิม และเป็นไมโครโฟนแบบทิศทางเดียวด้วย (Directional microphone)
2. นำกล้องที่ใช้กับระบบโทรทัศน์วงจรปิดมาใช้ เพื่อความทนทานและความคมชัดที่ดีขึ้น
3. จากปัญหาการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว การรับชมภาพเคลื่อนไหวขณะนั้นสามารถทำได้โดยการเปิดโปรแกรมที่มากับตัวกล้อง

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. ทำให้ระบบเป็นแบบ embedded system และทำให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม
2. นำระบบไปใช้บันทึกค่าระดับความดังเสียงในบริเวณต่างๆ รอบๆ บริเวณสนามบิน
3. พัฒนาเว็บเพจให้สามารถแสดงค่าเสียงของบริเวณที่ทำการวัดเสียงได้หลายๆ จุด และทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น
4. จัดทำระบบแจ้งเตือนเมื่อระดับเสียงอยู่ในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Morrison, Robert D. 1999. **Environmental Forensics: Principles & Applications**. CRC Press

[2] ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 27 ง วันที่ 3 เมษายน 2540

[3] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2549. **คู่มือประชาชนเรื่องมลพิษทางเสียง : โลกนี้เสียงดัง.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรมควบคุมมลพิษ

Gilpin, Alan. 1995. Environmental Impact Assessment (EIA): **Cutting Edge for the Twenty-first Century**. Cambridge University Press

P. Bernus, K. Mertins, and G.Schmidt. 1998. **Handbook on Architectures of Information Systems.** Berlin : Springer-Verlag

เวบไซท์อ้างอิง

http://www.faa.gov.

http://www.fican.org.

http://www.aqnis.pcd.go.th.

http://www.ptpart.co.uk.

http://www.diracdelta.co.uk.

http://www.tei.or.th.

http://www.geonoise.co.th.

http://www.phys.unsw.edu.au.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้