

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กระดานไวท์บอร์ดเสมือน  
VIRTUAL WHITEBOARD



ปฏิญญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดานไวท์บอร์ดเสมือน

VIRTUAL WHITEBOARD



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กระดานไวท์บอร์ดเสมือน

VIRTUAL WHITEBOARD

ผู้จัดทำ

1. นายเฉลิมพล ประสิทธิ์มีบุญ รหัสนักศึกษา 46010139
2. นายชาคริต เนียมหอม รหัสนักศึกษา 46010168



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

นายเฉลิมพล ประสิทธิ์มีบุญ 46010139

นายชาคริต เนียมหอม 46010168

อ.อำนาจ ขาวเน อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

### บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้เป็นการศึกษา ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันกระดานไวท์บอร์ดเสมือน ที่ใช้รับและส่งมัลติมีเดียสตรีมมิ่งผ่านทางระบบเครือข่าย เพื่อแก้ปัญหาการมองเห็น พร้อมทั้งยัง พัฒนาเครื่องมือสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้แบบ Interactive Learning

โดยทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างโปรแกรมที่เป็นแบบ ไคลเอนท์-เซิร์ฟเวอร์ ในการรับส่งภาพ วิดีโอ โดยในโครงงานนี้ได้ศึกษา Network Programming เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมผ่านระบบ เครือข่าย ศึกษา DBMS เบื้องต้นเพื่อจัดการข้อมูลการเรียนการสอนต่างๆ และศึกษา OpenCV library open source เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพและวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# VIRTUAL WHITEBOARD

Mr. Chalernpol Prasitmeeboon 46010139

Mr. Chakrit Niamhorm 46010168

Mr. Amnach Khawne Adviser

Academic Year 2006

## ABSTRACT

The goals of this project are to study and design an application “Virtual Whiteboard” that used in sends and receive multimedia streaming through network system. It not only solves problems in vision but also develop many tools used to increase the potential in education. Moreover, this project prompts the user to learn by Interactive Learning.

In this project, network programming is stud to develop an application that is formed as server-client for receiving and sending multimedia streaming through the network system, Basic DBMS is stud to use in the data management and OpenCV library open source has stud to use in compiling the image and video.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก อ.อำนาจ ขาวเน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 E-Learning คือการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์	3
2.2 ห้องเรียนเสมือนจริง	4
2.3 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน	6
2.4 เทคโนโลยี Streaming Video	8
2.5 Network and Protocol Programming using C++	9
2.5 พื้นฐาน Intel OpenCV ไสปรารี	14
<b>บทที่ 3 การออกแบบระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน</b>	
3.1 ระบบ Visual Whiteboard	21
3.2 ออกแบบฟังก์ชันการใช้งานของระบบ	22
3.3 USE CASE & Sequence Diagram	23
3.4 เครื่องผู้สอน (Server)	29
3.5 การออกแบบ GUI ของเครื่องผู้เรียน (Client)	32
3.6 การติดต่อสื่อสาร (Server – Client Communication)	33
<b>บทที่ 4 การสร้างและการทดสอบโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือน</b>	
4.1 การสร้างระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน	34
4.2 ผลการทดลอง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป</b>	
5.1 บทสรุป	42
5.2 ปัญหาอุปสรรค และ แนวทางการแก้ไข	42
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	43
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 Multiplexing	12
รูปที่ 2.2 TCP และ UDP header	12
รูปที่ 2.3 การจับคู่ของหมายเลข Port และหมายเลข IP	13
รูปที่ 2.4 แสดง ผลที่ได้จากโปรแกรมตัวอย่าง	17
รูปที่ 2.5 แสดง โหลดและแสดงรูป JPEG และ BMP	18
รูปที่ 2.6 แสดง แสดงความแตกต่างระหว่างภาพ .jpg กับภาพ .bmp	20
รูปที่ 3.1 จำลองเครือข่ายของระบบ Visual Whiteboard	21
รูปที่ 3.2 แสดง Use Case ของระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน	23
รูปที่ 3.3 แสดง sequence diagram ของการ Connect	24
รูปที่ 3.4 แสดง sequence diagram ของการ Login (Student)	24
รูปที่ 3.5 แสดง sequence diagram ของการ Login (Teacher)	24
รูปที่ 3.6 แสดง sequence diagram ของการ Logout (Student)	24
รูปที่ 3.7 แสดง sequence diagram ของการแสดงผลการ โหวด	25
รูปที่ 3.8 แสดง sequence diagram ของการ Insert Text	25
รูปที่ 3.9 แสดง sequence diagram ของการแทรกรูปภาพ	25
รูปที่ 3.10 แสดง sequence diagram ของการ Capture	25
รูปที่ 3.11 แสดง sequence diagram ของการบันทึกภาพนิ่ง	26
รูปที่ 3.12 แสดง sequence diagram ของการบันทึกกรขื่อนักเรียน	26
รูปที่ 3.13 แสดง sequence diagram ของการ SaveLogFile	26
รูปที่ 3.14 แสดง sequence diagram ของการบันทึกวีดีโอ	26
รูปที่ 3.15 แสดง sequence diagram ของการวาดเส้น	27
รูปที่ 3.16 แสดง sequence diagram ของการส่งข้อความไปยังผู้สอน	27
รูปที่ 3.17 แสดง sequence diagram ของการส่งข้อความจากผู้สอน ไปยังผู้เรียนทั้งหมด	27
รูปที่ 3.18 แสดง sequence diagram ของการออกจากระบบของผู้สอน	27
รูปที่ 3.19 แสดง sequence diagram ของการสร้างการ โหวดของผู้สอน	28
รูปที่ 3.20 แสดง sequence diagram ของการลงทะเบียนของผู้เรียน	28
รูปที่ 3.21 แสดง sequence diagram ของการแก้ไขข้อมูลผู้สอน	28
รูปที่ 3.22 แสดง sequence diagram ของการเรียกดูหัวข้อหลักของรายวิชานั้นๆ	28
รูปที่ 3.23 แสดง E-R diagram ของ	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.24 แสดงการออกแบบ GUI ของเครื่องผู้สอน	32
รูปที่ 3.25 แสดงการออกแบบ GUI ของเครื่องผู้เรียน	33
รูปที่ 4.1 ภาพที่รับจากกล้องโดยใช้ OpenCV	35
รูปที่ 4.2 ภาพที่รับจากกล้องโดยใช้ VFW	35
รูปที่ 4.3 ภาพที่ผ่านการบีบอัดโดยมาตรฐาน H263	36
รูปที่ 4.4 แบบฟอร์มสร้างคำถามสำหรับผู้สอน	37
รูปที่ 4.5 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาใช้บริการ 5 เครื่อง	39
รูปที่ 4.6 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาใช้บริการ 10 เครื่อง	39
รูปที่ 4.7 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาใช้บริการ 15 เครื่อง	40
รูปที่ 4.8 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้ามาใช้บริการ 20 เครื่อง	40
รูปที่ 4.9 แสดงค่า CPU Load ของเครื่องที่ทำการรัน โปรแกรมฝั่งผู้สอน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มา

คุณภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันมีปัจจัยต่างๆหลายอย่างที่เกี่ยวข้อ ปัจจัยอย่างหนึ่งคือ จำนวนของผู้เรียนในห้องเรียนที่มากเกินไปเมื่อเทียบกับอาจารย์ผู้สอนเพียงท่านเดียว สิ่งก็ตามมา คือ ปัญหาในการมองเห็น ปัญหาการดูแลผู้เรียนได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุก สถานที่เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ห้องเรียนที่มีขนาดกลางและใหญ่ และปัญหาการติดต่อสื่อสารกับ อาจารย์ผู้สอน ความไม่กล้าที่จะแสดงออกในการตอบคำถามของอาจารย์ โดยเฉพาะเด็กไทยยังขาด ในจุดนี้ ซึ่งผู้ดำเนินงานเห็นว่า ควรจะหาวิธีแก้ไขเป็นอย่างยิ่ง อุปสรรคเหล่านี้ได้ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วยและส่งผลให้นักเรียนไม่ได้รับการเรียนรู้ตามความต้องการ ของผู้สอน

“กระดานไวบอร์ดเสมือน” ซึ่งทางผู้ดำเนินงานได้เล็งเห็นถึงแนวโน้มในอนาคตที่ผู้เรียนแต่ละคนจะมีคอมพิวเตอร์คาดว่าจะมีจำนวนสูงขึ้นเรื่อยๆ และ ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันนั้น สามารถที่จะนำมาแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นได้ โดยเน้นเทคโนโลยีการรับส่งข้อมูลภาพและเสียง ผ่านระบบเครือข่ายเป็นหลัก ซึ่งผู้เรียนจะได้เข้าถึงเอกสารการสอนของอาจารย์ โดยมองผ่าน คอมพิวเตอร์ของตนเอง และสามารถบันทึกไว้ในกรณีต้องการไว้ศึกษาภายหลัง ระหว่างการเรียน การสอนนั้น ก็ยังสามารถมองเห็นอาจารย์ผู้สอนหน้าชั้น พร้อมกับมีระบบ Interactive Learning เพื่อให้ผู้เรียนในชั้นนั้นๆ มีการโต้ตอบกับอาจารย์ระหว่างการเรียนการสอน โดยผลที่ออกมานั้นจะ ทำให้สามารถวัดประสิทธิภาพของผู้เรียน และ วิธีการสอนของตนได้ด้วยเช่นกัน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม “ Visual Whiteboard ” เพื่อช่วยในการเรียนการสอน
- 1.2.2 ออกแบบระบบ Interactive Learning เข้าร่วมใช้งานกับระบบไวท์บอร์ดเสมือน
- 1.2.3 ศึกษาการพัฒนาโปรแกรม VC++.net , VC# ร่วมกับ OpenCV library open source
- 1.2.4 ศึกษาระบบเครือข่าย และพัฒนาโปรแกรมผ่านระบบเครือข่ายได้
- 1.2.5 เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมทางการศึกษาในประเทศไทย ในรูปแบบ e-Learning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 พัฒนาโปรแกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลภาพ (video stream ) และเสียง (audio stream) ผ่านระบบเครือข่าย
- 1.3.2 ระบบสามารถติดต่อกับกล้องวิดีโอ
- 1.3.3 ระบบสามารถ Broadcast ไฟล์วิดีโอไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในชั้นเรียน
- 1.3.4 พัฒนาโปรแกรมซึ่งอนุญาตให้ผู้เรียนได้บันทึกการเรียนการสอนนั้นในรูปแบบ MPEG video file
- 1.3.5 ออกแบบและพัฒนาระบบ Interactive Learning เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน พร้อมทั้งวัดผลผู้เรียน
- 1.3.6 พัฒนาให้โปรแกรมมีการล็อกอินจากผู้เรียนเพื่อบอกสถานะ และ จำนวนนักเรียนภายในชั้น
- 1.3.7 ระบบมีฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้สอน สามารถเก็บการเข้าเรียนของผู้เรียนได้

### 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาการสร้างแอปพลิเคชันแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์และการเชื่อมต่อกันผ่านทางระบบเครือข่าย
- 1.4.2 ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการบีบอัดและประมวลผลไฟล์ภาพ ซึ่งนำมาใช้ในการส่งผ่านระบบเครือข่าย
- 1.4.3 ศึกษาการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล
- 1.4.4 ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของไฟล์ที่จะใช้ในการบันทึกข้อมูลลงดิสก์
- 1.4.5 วิเคราะห์และทำการออกแบบสร้างแอปพลิเคชัน
- 1.4.6 ทำการทดสอบและแก้ไขส่วนบีบอัดไฟล์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งผ่านเครือข่าย

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 เข้าใจการทำงานของ OpenCV library open source ควบคู่กับการพัฒนาโปรแกรม
- 1.5.2 ได้รับความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมบน Visual C++ .net
- 1.5.3 ได้รับความรู้ด้านระบบเครือข่าย และสามารถออกแบบการทำงานพร้อมกับการพัฒนาโปรแกรมบนเครือข่ายด้วยชุดคำสั่ง Socket API
- 1.5.4 เพื่อประโยชน์สำหรับผู้สนใจระบบไวท์บอร์ดเสมือนมาใช้ในการเรียนการสอน
- 1.5.5 สามารถเผยแพร่ออกสู่ภายนอก เพื่อส่งเสริมศึกษาของประเทศไทย
- 1.5.6 สามารถสร้างโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 E-Learning สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

e-Learning เป็นคำที่ใช้เรียกเทคโนโลยีการศึกษาแบบใหม่ ที่ยังไม่มีชื่อภาษาไทยที่แน่ชัด และมีผู้นิยามความหมายไว้หลายประการ ผศ.ดร.ธนอมพร เลาทจรัสแสง ให้คำนิยาม E-Learning หรือ Electronic Learning ว่า หมายถึง "การเรียนผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้การนำเสนอเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดียได้แก่ ข้อความอิเล็กทรอนิกส์ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ ฯลฯ" เช่นเดียวกับ คุณธิดาทิพย์ จันทนา ที่ให้ความหมายของ e-learning หมายถึง การศึกษาที่เรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตัวเอง การเรียนรู้จะเป็นไปตามปัจจัยภายใต้ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้สองประการคือ เรียนตามความรู้ความสามารถของผู้เรียนเอง และการตอบสนองใน ความแตกต่างระหว่างบุคคล(เวลาที่แต่ละบุคคลใช้ในการเรียนรู้) การเรียนจะกระทำผ่านสื่อบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้สอนจะนำเสนอข้อมูลความรู้ให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาผ่านบริการ World Wide Web หรือเว็บไซต์ โดยอาจให้มีปฏิสัมพันธ์ (สนทนา ได้ตอบ ส่งข่าวสาร) ระหว่างกัน จะที่มีการ เรียนรู้ ในสามรูปแบบคือ ผู้สอนกับ ผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียนอีกคนหนึ่ง หรือผู้เรียนหนึ่งคนกับกลุ่มของผู้เรียน ปฏิสัมพันธ์นี้สามารถกระทำผ่านเครื่องมือสองลักษณะคือ

- 1) แบบ Real-time ได้แก่ การสนทนาในลักษณะของการพิมพ์ข้อความแลกเปลี่ยนข่าวสารกัน หรือ ส่งในลักษณะของเสียง จากบริการของ Chat room
- 2) แบบ Non real-time ได้แก่ การส่งข้อความถึงกันผ่านทางบริการ อิเล็กทรอนิกส์เมล์ Web Board News-group เป็นต้น

ความหมายของ e-Learning ที่มีปรากฏอยู่ในส่วนคำถามที่ถูกลถามบ่อย (Frequently Asked Question : FAQ) ในเว็บ [www.elearningshowcase.com](http://www.elearningshowcase.com) ให้นิยามว่า e-Learning มีความหมายเดียวกับ Technology-based Learning นั่นคือการศึกษาค้นคว้าเทคโนโลยีมาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ความหมายของ e-Learning ครอบคลุมกว้างรวมไปถึงระบบโปรแกรม และขบวนการที่ดำเนินการ ตลอดจนถึงการศึกษาที่ใช้ คอมพิวเตอร์เป็นหลักการศึกษาที่อาศัย Web เป็นเครื่องมือหลักการศึกษาจากห้องเรียนเสมือนจริง และการศึกษาที่ใช้ การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบดิจิทัล ความหมายเหล่านี้มาจากลักษณะของการส่งเนื้อหาของบทเรียนผ่านทาง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งรวมทั้งจากในระบบอินเทอร์เน็ต ระบบเครือข่ายภายใน (Intranets) การ ถ่ายทอดผ่านสัญญาณทีวี และการใช้ซีดีรอม อย่างไรก็ตาม e-Learning จะมีความหมายในขอบเขต ที่แคบกว่าการศึกษาแบบทางไกล (Long distance learning) ซึ่งจะรวมการเรียนโดยอาศัยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่ง ข้อความหรือเอกสารระหว่างกันและชั้นเรียนจะเกิดขึ้นในขณะที่มีการเขียนข้อความส่งถึงกัน การนิยามความหมายแก่ e-learning Technology-based learning และ Web-based Learning ยังมีความแตกต่างกัน ตามแต่องค์กร บุคคลและกลุ่มบุคคลแต่ละแห่งจะให้ความหมาย และคาดกันว่าคำว่า e-Learning ที่มีการใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 ในที่สุดก็จะเปลี่ยนไปเป็น e-Learning เหมือนอย่างกับที่มีเปลี่ยนแปลงคำเรียกของ e-Business

เมื่อกล่าวถึงการเรียนแบบ Online Learning หรือ Web-based Learning ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Technology-based Learning ก็มีการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต และ เอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) พบว่าจะมีระดับ การจัดการที่แตกต่างกันออกไป Online Learning ปกติจะประกอบด้วยบทเรียนที่มีข้อความและรูปภาพ แบบฝึกหัดแบบทดสอบ และบันทึกการเรียน อาทิ คะแนนผลการทดสอบ(test score) และบันทึกความก้าวหน้าของการเรียน(bookmarks) แต่ถ้าเป็น Online Learning ที่สูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง โปรแกรมของการเรียนจะประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว แบบ จำลอง สื่อที่เป็นเสียง ภาพจากวิดีโอ กลุ่มสนทนาทั้งในระดับเดียวกันหรือในระดับผู้รู้ ผู้มีประสบการณ์ ที่ปรึกษาแบบออนไลน์ (Online Mentoring) จุดเชื่อมโยงไปยังเอกสารอ้างอิงที่มีอยู่ในบริการของเว็บ และการสื่อสารกับระบบที่บันทึกผลการเรียน เป็นต้น

การเรียนรู้แบบออนไลน์หรือ e-learning การศึกษาเรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต(Internet) หรืออินทราเน็ต(Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser โดยผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อ ปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อ สื่อสารที่ทันสมัย(e-mail, web-board, chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน, เรียนได้ทุกเวลา และทุกสถานที่ (Learn for all : anyone, anywhere and anytime)

## 2.2 ห้องเรียนเสมือนจริง

การเรียนการสอนที่จำลองแบบเสมือนจริง เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สถาบันการศึกษาต่างๆ ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจและจะขยายตัวมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 การเรียนการสอนในระบบนี้อาศัยสื่ออิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม และเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ที่เรียกว่า Virtual Classroom หรือ Virtual Campus บ้าง นับว่าเป็นการพัฒนาการ บริการทางการศึกษาทางไกลชนิดที่เรียกว่าเกาะประตูบ้านกันจริงๆ เป็นรูปแบบใหม่ของสถาบันการศึกษาในโลกยุคไร้พรมแดนมีห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) หมายถึง การเรียนการสอนที่กระทำผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้าไว้กับเครื่อง คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File Server) และคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บ (Web sever) เป็นการเรียนการสอนที่จะมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนัดเวลาหรือไม่นัดเวลาก็ได้ และนัดสถานที่ นัดตัวบุคคล เพื่อให้เกิด การเรียนการสอน มีการ กำหนดตารางเวลาหรือตารางสอน เข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนพร้อมๆ กันหรือไม่พร้อมกัน มี การใช้สื่อการสอนทั้งภาพและเสียง ผู้เรียนสามารถร่วมกิจกรรมกลุ่มหรือตอบ ได้แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับผู้สอนหรือกับเพื่อนร่วมชั้น ได้เต็มที่ (คล้าย chat room) ส่วนผู้สอน สามารถตั้ง โปรแกรม ติดตามพัฒนาการประเมินผลการเรียนรวมทั้งประสิทธิภาพของหลักสูตรได้ ทั้งนี้ ไม่จำกัดเรื่อง สถานที่ เวลา (Any Where & Any Time) ของผู้เรียนในชั้นและผู้สอน ประเภทของห้องเรียนเสมือนจริง

1. จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดา แต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับบท เรียน โดยอาศัยระบบ โทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียน นักศึกษาก็สามารถรับฟังและติดตามการสอนของผู้สอนได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองอีกทั้ง ยังสามารถโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอน หรือเพื่อนนักศึกษาในชั้นเรียนได้ ห้องเรียนแบบนี้ยังอาศัย สิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่เป็นจริง ซึ่งเรียกว่า Physical Education Environment

2. การจัดห้องเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือนจริง เรียกว่า Virtual Reality โดยใช้สื่อที่เป็นตัวหนังสือ (Text-Based) หรือภาพกราฟิก (Graphical-Based) ส่งบทเรียนไปยัง ผู้เรียนโดยผ่านระบบ โทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ห้องเรียนลักษณะนี้เรียกว่า Virtual Education Environment ซึ่งเป็น Virtual Classroom ที่แท้จริง การจัดการเรียนการสอนทางไกล ทั้งสองลักษณะนี้

ในบางมหาวิทยาลัยก็ใช้ร่วมกัน คือมีทั้งแบบที่เป็นห้องเรียนจริง และห้องเรียนเสมือนจริง การเรียนการสอนก็ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ทั่วโลก เช่น Internet, WWW. ขณะนี้ก็มีผู้พยายามจัดตั้งมหาวิทยาลัยเสมือนจริงขึ้นแล้ว โดยเชื่อมโยง Site ต่างๆ ที่ให้บริการ ด้านการเรียนการสอนทางไกล แบบ Virtual Classroom ต่างๆ เข้าด้วยกัน และจัดบริเวณอาคาร สถานที่ ห้องเรียน ห้องสมุด ภาควิชาต่างๆ ศูนย์บริการต่างๆ ตลอดจนคณาจารย์ นักศึกษา กิจกรรม ทุกอย่างเสมือนเป็นชุมชนวิชาการจริงๆ แต่ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ของแต่ละแห่ง ผู้ ประสงค์จะเข้าร่วมในการเปิดบริการก็จะต้องจองเนื้อที่และเขียน โปรแกรมใส่ข้อมูลเอาไว้ เมื่อ นักศึกษาติดต่อเข้ามา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และสามารถ ได้ตอบโต้เสมือนหนึ่งเป็นมหาวิทยาลัยจริงๆ การติดต่อกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริงทำได้ดังนี้

1. บทเรียนและแบบฝึกหัดต่าง ๆ อาจจะส่งให้ผู้เรียนในรูปวีดิทัศน์ หรือวีดิทัศน์ผสมกับ Virtual Classroom หรือ CD-ROM ที่มีสื่อประสมทั้งภาพ เสียง การเคลื่อนไหว โดยผ่านระบบ สัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดาวเทียม โทรทัศน์ โทรสาร หรือทางเมลล์ ตามความต้องการของ ผู้เรียน

2. ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรง ในขณะที่สอนก็ได้หากเป็นการเรียนที่ online ซึ่งจะเป็นแบบของการสื่อสารสองทาง (Two-way Communication) ที่โต้ตอบโดย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีที่ทันใครระหว่างผู้เรียนและผู้สอนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน (Synchronous Interaction) เช่น การ Chat หรืออาจใช้การโต้ตอบแบบไม่ทันทีทันใด (Asynchronous Interaction) เช่น การใช้ E-mail, การใช้ Web-board เป็นต้น

3. การทดสอบ ทำได้หลายวิธี เช่น ทดสอบแบบ online หรือทดสอบโดยผ่านทางโทรสารทาง E-mail และทางไปรษณีย์ธรรมดา บางแห่งจะมีผู้จัดสอบโดยผ่านตัวแทนของมหาวิทยาลัยในท้องถิ่นที่นักศึกษาอาศัยอยู่

การเรียนทางไกลโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนวิชาที่ตนสนใจได้ตลอดเวลา ในทุกแห่งที่มีการเปิดสอน ไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็ได้ ในการศึกษาหาความรู้จึงมีความยืดหยุ่นด้านเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายลงไปมาก นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรง สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนคนอื่นซึ่ง อยู่ห่างไกลกันได้ เป็นการเรียนแบบช่วยเหลือซึ่งกัน และกันทำงานร่วมกัน (Collaborative Learning) อย่างไรก็ตามการเรียนทางไกลลักษณะนี้อาจจะขาดความสัมพันธ์แบบ face-to-face คือ การเห็นหน้าเห็นตัวกันได้แต่ปัจจุบันนี้ก็มีกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ เครือข่าย ก็สามารถทำให้เห็นหน้ากันได้ ดังนั้นปัญหาเรื่อง face-to-face ก็หมดไป ความสำเร็จและคุณภาพของการเรียนในระบบนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนค่อนข้างมาก เพราะจะต้องมีความรับผิดชอบ ต้องบริหาร เวลาเพื่อติดตามบทเรียน การทำกิจกรรมและการทดสอบต่างๆให้ทันตามกำหนดเวลา จึงจะทำให้การเรียนประสบความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

### 2.3 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน เป็นการจัดการศึกษาในลักษณะการสอนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เข้าใจระบบการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือนมาก ยิ่งขึ้นขอกล่าวถึง 1. การจัดการศึกษาทางไกล และ 2. การจัดการศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

การศึกษาทางไกล(Distance Learning)

การศึกษาทางไกลเป็นการเปิดโอกาสทางการศึกษาให้แก่ผู้ไม่รู้และใฝ่เรียนที่ไม่สามารถสละเวลาไปรับการศึกษาจากระบบการศึกษาปกติได้เนื่องจากภาระทางหน้าที่การงานหรือทางครอบครัว และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ที่ต้องการเพิ่มพูนหรือปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่ให้ทันสมัยเพื่อประโยชน์ในการทำงาน

ความหมายของการศึกษาทางไกล (Distance Education)

การศึกษาทางไกล (Distance Education) หมายถึง ระบบการศึกษาที่ผู้เรียนและผู้สอนอยู่ไกลกัน แต่สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้โดยอาศัยสื่อการสอนในลักษณะของสื่อประสม กล่าวคือ การใช้สื่อต่างๆ ร่วมกัน เช่น ตำราเรียน เทปเสียง แผนภูมิ คอมพิวเตอร์ หรือ โดยการใช้อุปกรณ์ทางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรคมนาคม และสื่อมวลชนประเภทวิทยุและโทรทัศน์เข้ามาช่วยในการแพร่กระจาย การศึกษาไปยังผู้ที่ปรารถนาจะเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางทั่วทุกท้องถิ่น การศึกษานี้มีทั้งในระดับต้นจนถึงระดับสูงขั้นปริญญา

การศึกษาทางไกลเป็นการศึกษาวิธีหนึ่งในการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน ที่อาศัยสื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อบุคคล รวมทั้งระบบโทรคมนาคมในรูปแบบต่างๆ เป็นหลักการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากสื่อเหล่านั้น และอาจมีการสอนเสริมควบคู่ไปด้วย เพื่อให้ผู้เรียนซักถามปัญหาจากผู้สอนหรือผู้สอนเสริม โดยการศึกษานี้อาจจะอยู่ในรูปแบบของการศึกษาอิสระ การศึกษารายบุคคล หรือรูปแบบของมหาวิทยาลัยเปิดก็ได้ ตัวอย่างการศึกษาทางไกลในประเทศไทย ได้แก่

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยแห่งนี้ใช้สื่อสิ่งพิมพ์ เป็นหลัก โดยมี สื่อเสริม คือรายการวิทยุกระจายเสียง และรายการโทรทัศน์บางวิชาอาจมีเทปคาสเซต วีดีโอเทป หรือสื่อพิเศษอย่างอื่นร่วมด้วย นักศึกษาจะเรียนด้วยตนเอง โดยอาศัยสื่อเหล่านี้เป็นหลัก แต่มหาวิทยาลัยก็จัดการสอนเสริมเป็นครั้งคราวซึ่งเปิด โอกาสให้ผู้สอนและผู้เรียนได้พบกันเพื่อซักถามข้อสงสัยหรือขอคำอธิบายเพิ่มเติม การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดในวงการคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวันของชาวโลกคือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่างๆ ในโลกเข้าด้วยกัน ภายใต้กฎเกณฑ์การต่อเชื่อม (Protocol) อย่างเดียวกันที่เรียกว่า TCP/IP อินเทอร์เน็ตเป็นปรากฏการณ์ของคำว่า " โลกาภิวัตน์ " (Globalization) ที่เป็นรูปธรรม โลกทั้งโลกสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์ใด ในทางการศึกษา อินเทอร์เน็ตเป็นการเปิดกว้างของการให้โอกาสในการศึกษาหาความรู้อย่างไม่เคยมีมาก่อน และเป็นการเปิดโอกาสที่ทำให้เกิดความเท่าเทียมสำหรับทุกคน ที่สามารถจะเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ลองนึกถึงความจริงที่ว่าเด็กไทยที่ อยู่บนดอยในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ก็สามารถหาความรู้จากอินเทอร์เน็ตได้เท่าเทียมกันกับเด็กอเมริกัน ที่นิวยอร์ก และเท่ากับเด็กญี่ปุ่นที่โตเกียว อินเทอร์เน็ตเป็น

แหล่งสะสมความรู้หรือที่บางคนเรียกว่า "ชุมทรัพย์ความรู้" เพราะในบรรดาคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมอยู่กับอินเทอร์เน็ตนั้น ต่างก็มีข้อมูลสะสมไว้มากมาย และวิธีให้บริการบนอินเทอร์เน็ตก็ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างง่ายดาย ถ้าเจ้าของข้อมูลยอมเปิดให้เป็นข้อมูลสาธารณะ แต่สิ่งที่จะต้องระวังคือ ข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตจำนวนมากเป็นข้อมูลที่ไม่มีการกลั่นกรอง ไม่มีการรับรองความถูกต้อง ผู้ที่ต้องการใช้ข้อมูลจะต้องใช้วิจารณญาณในการเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และนำมาใช้เฉพาะข้อมูลที่เป็นประโยชน์เท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาในยุคอินเทอร์เน็ตนั้นคือการเรียนรู้ที่จะแยกแยะและกลั่นกรองข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาเรียบเรียงและจัดระบบขึ้นเป็นความรู้ ขณะนี้มีงานวิจัยซึ่งพยายามสร้างกระบวนการอัตโนมัติ (โดยใช้คอมพิวเตอร์) ของการค้นหาข้อมูลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต) และนำมาเรียบเรียงขึ้นเป็นความรู้ตามกฎเกณฑ์ที่ผู้ใช้สามารถระบุได้ ศาสตร์ใหม่แขนงนี้มีชื่อเรียกว่า วิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) ซึ่งมีการบริการ World Wide Web (WWW.) เป็นวิธีการให้บริการข้อมูลแบบหนึ่งบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้ โดยอาศัยสมรรถนะที่สูงขึ้นมากของคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ WWW. ใช้กฎเกณฑ์การรับส่งข้อมูลแบบ Hypertext Transfer Protocol (http) ซึ่งมีจุดเด่นที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ

1. สามารถทำการเชื่อมโยงและเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้เข้ามาปรากฏได้ โดยวิธีการที่เรียกว่า Hyperlink
2. สามารถจัดการข้อมูลได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเสียง และวีดิทัศน์ เป็นต้น

## 2.4 เทคโนโลยี Streaming Video

ปัจจุบันนี้สื่อผสม (Multimedia) ได้มีการนำมาใช้ในงานนำเสนอในหลายรูปแบบ เนื่องจากสามารถทำให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจได้ดีกว่าการใช้สื่ออักษร ภาพ หรือเสียง อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งระบบเครือข่ายได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลเช่นเดียวกัน เนื่องจากประสิทธิภาพการเข้าถึงผู้รับชมจำนวนมากได้ในการนำเสนอเพียงครั้งเดียว เช่น การนำเสนอสื่อผสม ประเภทวิดีโอ ผ่าน Web Browser ในระบบ Intranet

สำหรับวิธีการส่งข้อมูลออกดีโอ และวิดีโอ ผ่าน web browser มีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆคือ การใช้ Web Server ในการนำข้อมูลส่งไปยัง โปรแกรมที่ใช้นำเสนอสื่ออื่นๆ และ อีกวิธีหนึ่งคือการใช้ Streaming Media Server ซึ่งจะใช้เซิร์ฟเวอร์โดยเฉพาะในการให้บริการข้อมูล Audio/Video ถ้าเป็นเมื่อก่อน การนำเสนอสื่อ Audio/Video บน Web จะใช้การ download-and-play ซึ่งการที่จะชมสื่ออื่นๆได้นั้น จะต้องทำการดาวน์โหลด ข้อมูลทั้งหมดมาก่อนจึงจะสามารถเล่นได้ ซึ่งถึงแม้จะเป็นสื่อขนาดเล็กเพียง 30 วินาทีก็ตาม อาจจะต้องใช้เวลาดาวน์โหลด ถึง 20 นาทีก่อนที่จะสามารถนำมาใช้ ฟัง/ชม ได้ แต่ปัจจุบันการชม Audio/Video จาก Streaming Media Server จะแตกต่างออกไป โดยที่ Streaming Media file จะเริ่มเก็บจะในทันทีที่เล่น ระหว่างที่ข้อมูลกำลังถูกส่ง ผู้ชมสามารถรับฟัง/ชม สื่ออื่นๆได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องรอให้ดาวน์โหลดข้อมูลทั้งหมดก่อน ไม่ว่าสื่ออื่นๆจะมีขนาด 30 วินาที หรือ 30 นาทีก็ตาม โดยมี Buffer เป็นตัวช่วย

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ Streaming Technology

1. Bandwidth: ปริมาณการส่งข้อมูลที่สามารถส่งได้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในระบบเครือข่าย bandwidth ที่สูงจะแสดงถึงการส่งผ่านข้อมูลที่เร็วกว่า bandwidth ต่ำ ค่าของ bandwidth จะแสดงในรูป bits per second (bps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Broadcast: อธิบายถึงการส่งสัญญาณกระจายไปยังเครื่องผู้รับ ในการรับสัญญาณทางฝั่งผู้รับ จะไม่สามารถควบคุม สื่อที่ทำการส่งสัญญาณขณะนั้นได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งสัญญาณแบบ on-demand เครื่องผู้รับจะสามารถทำการควบคุมการเปิด ปิด หรือเล่นสื่อนั้นๆได้
3. Broadcast Multicast: ทำการส่งสัญญาณจากเครื่องให้บริการ (server) หนึ่งสายสัญญาณไปยังผู้รับ (client) จำนวนมาก โดยที่ผู้รับจะรอทำการตรวจสอบจาก IP ของเครื่องให้บริการในมุมมองของผู้รับ การ broadcast multicast จะถือว่าผู้รับไม่ได้ติดต่อ โดยตรงกับผู้ให้บริการ เพราะผู้รับเพียงแต่รอฟังสัญญาณเท่านั้น
4. Broadcast Unicast: เป็นการรับสัญญาณซึ่งการติดต่อระหว่างผู้ส่งและผู้รับ จะเป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และการติดต่อระหว่างผู้ส่งและผู้รับจะต้องมีการติดต่อกันตลอดเวลาระหว่างการส่งข้อมูล
5. On-Demanded: อธิบายถึงการส่งสัญญาณไปยังเครื่องผู้รับ โดยที่ผู้รับสามารถควบคุมสื่อนั้นๆ ได้ เช่น ในกรณีของสื่อวิดีโอ ผู้รับสามารถ play, pause, forwarded ได้ ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการส่งสัญญาณแบบ broadcast
6. On-Demanded Unicast : เป็นการติดต่อแบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับซึ่งผู้ส่งจะสร้างเส้นทางเชื่อมต่อสัญญาณ สำหรับผู้รับแต่ละราย
7. Codec: เป็นคำย่อของ Compressor/Decompressor ซึ่งเป็นหลัก Algorithm ที่ใช้ในการบันทึกสื่อวิดีโอหรือเสียง ซึ่งในแต่ละ Algorithm จะมีความแตกต่างกันทั้งใน รูปแบบการจัดเก็บขนาดที่บีบอัดได้ และคุณภาพของสื่อ
8. Distributed Component Object Model (DCOM): เป็นส่วนเพิ่มเติมของ Component Object Model (COM) ซึ่งจะช่วยจัดการให้ software component สามารถติดต่อกันได้โดยตรง ผ่านระบบ network รวมไปถึง internet และ intranet ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย เชื่อถือได้ และมีประสิทธิภาพ

## 2.5 Network and Protocol Programming using C++

### 2.5.1 มงภาพการสื่อสารและ Network ในเชิง Programming

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หลายๆเครื่องเข้าด้วยกัน มันจะต้องมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่เราเรียกกันติดปากว่าการ์ดแลน หรือ Network Interface Card (NIC) เราจะต้องเอาการ์ดตัวนี้เสียบไปใน Main Board ของเครื่องคอมฯ จากนั้นก็เชื่อมต่อสายสัญญาณ UTP ที่มีหัวแบบ RJ-45 กับการ์ดแลนนั้น ส่วนอีกปลายหนึ่งให้เชื่อมเข้ากับ Hub หรือ Switch ก็จะทำให้เรื่องกลุ่มนั้นมองเห็นกัน และ เชื่อมต่อกันได้...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้กล่าวมานั้นเป็นการเชื่อมกันทางกายภาพ หรือทางด้าน Hardware เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันเป็นกลุ่มๆ แบบนี้แล้วการที่เครื่องแต่ละเครื่องจะสื่อสารกันได้นั้น จะต้องมีการติดตั้ง Software ด้วย เมื่อเราติดตั้ง OS ที่เป็นพวก Windows, Linux มันจะทำการจัดสรรดูแล Hardware ให้เรา รวมทั้ง Hardware ที่เป็นพวก Network นี้ด้วย และนอกจากจะต้องมี OS แล้ว เราจะต้องมีโปรแกรมประยุกต์เพื่อทำการส่งข้อมูลให้กันได้ สมมุติว่าโปรแกรมตัวนี้มีชื่อว่า File Sender ซึ่งเป็นโปรแกรม ที่ใช้ในการส่งไฟล์ระหว่างระบบเครือข่ายซึ่งเราจะต้องติดตั้งให้กับเครื่องทุกๆเครื่อง

การส่งไฟล์ของ โปรแกรม File Sender นั้นมันจะส่งถึงกันได้อย่างไร เพราะเวลาส่ง มันจะต้องบอกได้ว่าใครคือผู้รับข้อมูล เช่น Com1 จะเข้าไปเอาข้อมูลในเครื่อง Com2 มันจะอ้างถึงคอมพิวเตอร์ Com2 ได้อย่างไร... คำตอบคือเราจะต้องใช้หมายเลขอะไรสักอย่างในทุกๆเครื่องมีไม่เหมือนกัน เพื่ออ้างถึงเครื่องๆนั้น ซึ่งในอุปกรณ์เชื่อมต่อพวกการ์ด LAN แต่ละอันนั้นจะมีหมายเลขๆ หนึ่งมาให้เรียกว่า MAC Address ซึ่ง MAC Address เหล่านี้เป็นหมายเลขที่โรงงานผู้ผลิตได้กำหนดมาให้กับอุปกรณ์ ซึ่งจะไม่ซ้ำกันเลย

เนื่องจากการจดจำหมายเลข MAC Address ค่อนข้างจะยุ่งยาก จึงได้มีการกำหนดรูปแบบการสื่อสารขึ้นมาครอบคลุมความยุ่งยากในการส่งข้อมูลให้ดูเหมือนว่าเราสื่อสารกันได้ง่ายๆ รูปแบบการสื่อสารนี้ได้ถูกกำหนดขึ้นในรูปของ “โปรโตคอล” (Protocol)

เมื่อกำหนดโปรโตคอลมาเป็นมาตรฐานร่วมกันแล้ว ก็จะทำให้การสื่อสารไม่จำเป็นต้องยุ่งยากกับสิ่งที่ซับซ้อนมากนัก รูปแบบการสื่อสารของโปรโตคอลมันจะครอบคลุมความยุ่งยากในการอ้างถึง MAC Address ในการสื่อสารโดยสร้างตัวเลขที่จำได้ง่ายๆขึ้นมา โปรโตคอลที่ว่านี้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นโปรโตคอลแบบเปิด จึงกลายเป็นโปรโตคอลหลักของการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต นั่นคือ TCP/IP

## 2.5.2 คำอธิบายเกี่ยวกับ Port

สำหรับพวก Application ในชั้น layer สูงๆ ที่ใช้ TCP (Transmission Control Protocol) หรือ UDP (User Datagram Protocol) จะมีหมายเลข Port หมายเลขของ Port จะเป็นเลข 16 bit เริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 65535 หมายเลข Port ใช้สำหรับตัดสินว่า service ใดที่ต้องการเรียกใช้ ในทางทฤษฎี หมายเลข Port แต่ละหมายเลขถูกเลือกสำหรับ service ใดๆ ขึ้นอยู่กับ OS (operating system) ที่ใช้ ไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน แต่ได้มีการกำหนดขึ้นให้ใช้ค่อนข้างเป็นมาตรฐานเพื่อให้เกิดการติดต่อการส่งข้อมูลที่ชัดเจน ทาง Internet Assigned Numbers Authority (IANA) เป็นหน่วยงานกลางในการประสานการเลือกใช้ Port ว่า Port หมายเลขใดควรเหมาะสำหรับ Service ใด และได้กำหนดใน Request For Comments (RFC) 1700 ตัวอย่างเช่น เลือกใช้ TCP Port หมายเลข 23 กับ Service Telnet และเลือกใช้ UDP Port หมายเลข 69 สำหรับ Service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

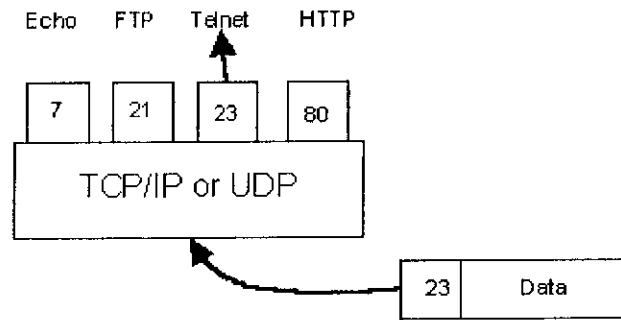
Trivial File transfer Protocol (TFTP) ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นบางส่วนของ File/etc/services แสดงให้เห็นว่า หมายเลข Port แต่ละหมายเลขได้ถูกจับคู่กับ Transport Protocol หนึ่งหรือสอง Protocol ซึ่งหมายความว่า UPP หรือ TCP อาจจะใช้ หมายเลข Port เดียวกันก็ได้ เนื่องจากเป็น Protocol ที่ต่างกัน

หมายเลข Port ถูกจัดแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามที่ได้กำหนดใน RFC' 1700 (รายละเอียด Download และศึกษาได้ที่ <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc1700.txt>) คือ well known Ports และ Registered Ports

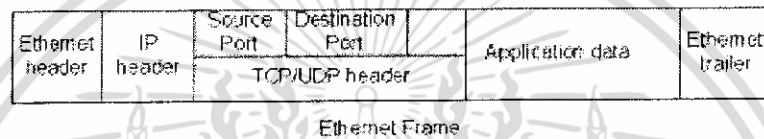
Well Known Ports คือจะเป็น Port ที่ระบบส่วนใหญ่ กำหนดให้ใช้โดย Privileged User (ผู้ใช้ที่มีสิทธิพิเศษ) โดย port เหล่านี้ ใช้สำหรับการติดต่อระหว่างเครื่องที่มีระบบเวลาที่ยาวนาน วัตถุประสงค์เพื่อให้ service แก่ผู้ใช้ (ที่ไม่รู้จักหรือคุ้นเคย) แพลกหน้า จึงจำเป็นต้อง กำหนด Port ติดต่สำหรับ Service นั้นๆ Registered Ports จะเป็น Port หมายเลข 1024 ขึ้นไป ซึ่ง IANA ไม่ได้กำหนดไว้

### 2.5.3 ตัวอย่างการใช้ Port

แต่ละ Transport layer segment จะมีส่วนย่อยที่ประกอบไปด้วยหมายเลข Port ของเครื่องปลายทาง โดยที่เครื่องปลายทาง (Destination host) จะใช้ Port นี้ในการส่งข้อมูลให้ไหลกับ Application ใดถูกต้อง หน้าที่ในการส่งหรือแจกจ่าย Segment ของข้อมูลให้ตรงกับ Application เรียกว่าการ "Demultiplexing" ในทางกลับกันเครื่องต้นทาง (Source host) หน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลจาก Application และเพิ่ม header เพื่อสร้าง segment เรียกว่า "Multiplexing" หรือถ้ายกตัวอย่างเป็นภาษาที่ๆ ไป คือ ในแต่ละบ้านจะมีคน 1 คนรับผิดชอบ เก็บจดหมายจากกล่องจดหมาย ถ้าเป็นการ Demultiplexing คนๆ นั้นจะแจกจ่ายจดหมายที่จำหน้าซองให้สอดคล้องกับบุคคลนั้นๆ ในบ้าน ในทางตรงกันข้าม ถ้าเป็นการ Multiplexing คนๆ นั้นก็จะรวบรวมจดหมายจากสมาชิกในบ้านและทำหน้าที่ส่งออกไป Demultiplexing ตามรูปที่ 2.1 หมายเลข Port จะอยู่ใน 32 bit แรกของ TCP และ UDP header โดยที่ 16 bit แรกเป็นหมายเลข Port ของเครื่องต้นทาง ขณะที่ 16 bit ต่อมาเป็นหมายเลข Port ของ เครื่องปลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 Multiplexing



รูปที่ 2.2 TCP และ UDP header

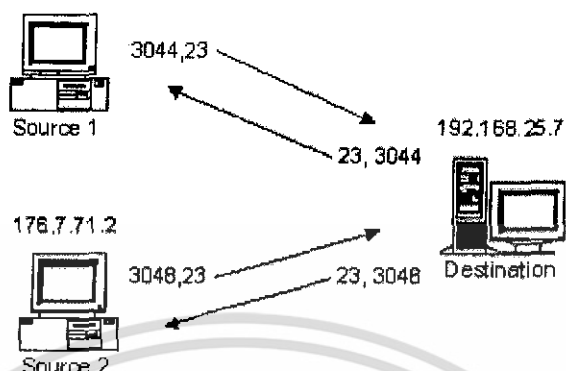
TCP หรือ UDP จะดูที่ข้อมูลหมายเลข Port ใน header เพื่อพิจารณาว่า Application ใดที่ต้องการข้อมูลนั้นๆ หมายเลข Port ทั้งต้นทางและปลายทางจำเป็นต้องมีเพื่อให้ เครื่องปลายทางมีความสามารถที่จะรัน process มากกว่า 1 process ในเวลาเดียวกัน

ตามที่ได้กล่าวในข้างต้น "Well know Ports" เป็น Port ที่ค่อนข้างมาตรฐาน ทำให้เครื่องที่อยู่ไกลออกไป (Remote Computer) สามารถรู้ได้ว่าจะติดต่อกับทาง Port หมายเลขอะไร สำหรับ Service เฉพาะนั้นๆ อย่างไรก็ตามยังมี Port อีกประเภทที่เรียกว่า Dynamically Allocated Port ซึ่ง Port ประเภทนี้ไม่ได้ถูก assign ไว้แต่เดิม แต่จะถูก assign เมื่อจำเป็น Port ประเภทนี้ให้ความสะดวกและความคล่องตัวสำหรับระบบที่มีผู้ใช้หลายๆคนพร้อมๆกัน ระบบจะต้องให้ความมั่นใจว่าจะไม่ assign หมายเลข Port ซ้ำกัน

ยกตัวอย่าง สมมติว่ามีผู้ใช้ต้องการใช้ Service Telnet ทางเครื่องต้นทางจะทำการ assign ให้หมายเลข Dynamic Port (เช่น 3044) โดยที่หมายเลข Port ปลายทางคือ 23 เครื่องจะ assign หมายเลข Port ปลายทางเป็น 23 เพราะว่า เป็น Well Known Port สำหรับ Service Telnet จากนั้นเครื่องปลายทางจะทำการตอบรับกลับโดยใช้ Port หมายเลข 23 เป็นหมายเลขต้นทาง และ หมายเลข Port 3044 เป็นหมายเลข ปลายทาง

กลุ่มของหมายเลข Port และ หมายเลข IP เราเรียกว่า Socket ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับ Network process หนึ่งเดียวที่มีอยู่ในทั้งระบบ Internet คู่ของ Socket ที่ประกอบด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Socket หนึ่งตัว สำหรับต้นทาง และอีกตัว สำหรับปลายทาง สามารถใช้บรรยายถึงคุณลักษณะของ Connection oriented protocols เช่น



รูปที่ 2.3 การจับคู่ของหมายเลข Port และหมายเลข IP

ถ้าผู้ใช้คนที่ 2 ต้องการใช้ Service Telnet จากเครื่องปลายทางเครื่องเดียวกัน ผู้ใช้นั้นก็จะได้รับการ assign หมายเลข Port ต้นทางที่แตกต่างกันออกไป โดยมีหมายเลข Port ปลายทางเหมือนกันกับผู้ใช้คนแรกดังรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าการจับคู่ของหมายเลข Port และหมายเลข IP ทั้งต้นทางและปลายทางสามารถทำให้แยกความแตกต่างของ Internet connection ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางได้

#### 2.5.4 Active และ Passive Ports

สิ่งสุดท้ายที่จะต้องกล่าวถึงเกี่ยวกับ Port ก็คือ ความแตกต่างระหว่าง Active และ Passive Port ในการใช้การติดต่อด้วย TCP สามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ Passive และ Active Connection Passive connection คือ การติดต่อที่ Application process สั่งให้ TCP รอหมายเลข Port สำหรับการร้องขอการติดต่อจาก Source Host เมื่อ TCP ได้รับการร้องขอแล้วจึงทำการเลือกหมายเลข Port ให้ แต่ถ้าเป็นแบบ Active TCP ก็จะทำให้ Application process เป็นฝ่ายเลือกหมายเลข Port ให้เลย

#### 2.5.5 การพัฒนาโปรแกรมบนระบบเครือข่ายโปรโตคอล TCP/IP

เราสามารถสร้างบริการอื่นๆในแบบของเราเองได้ โดยในการสร้างโปรแกรม .exe ให้ทำงานภายใต้ TCP/IP นั้น มันจะประกอบไปด้วยสองฝั่ง คือ ฝั่ง Client และ Server โดยเมื่อเราเขียนโปรแกรมที่เป็น Server นั้น เราจะต้องกำหนดหมายเลขพอร์ต ขึ้นมาเพื่อให้เป็นช่องทางในการเข้ามาใช้บริการของเราเอง และเราก็จะต้องออกแบบโปรแกรมที่เป็น Client ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมา หากเราจะสร้างโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนั้น เราจะต้องสร้าง Server ขึ้นมา กำหนด Port เอาไว้หมายเลขหนึ่ง และให้รันโปรแกรมเอาไว้ที่ใดที่หนึ่ง ผู้ที่ได้รับตัว Client ไป เมื่อรันมันก็จะเชื่อมต่อเข้ามาที่ Server และแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้

การใช้ Visual C++ และ MFC สร้างโปรแกรม Network

Windows Socket เป็นชุดคำสั่ง (API) ที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างโปรแกรม .exe ที่ทำงานภายใต้ TCP/IP ได้ ไม่ว่าจะสร้างโปรแกรมเพื่อให้บริการ Server/Client ใหม่ๆขึ้นมาได้โดยเรียกใช้ชุดคำสั่ง Socket นี้ ใน MFC นั้นมีชุดคำสั่งที่สามารถใช้สร้างโปรแกรมบนระบบเครือข่ายได้นั้นก็คือ

1. คลาส CSocket และ คลาส CAsyncSocket

2. คลาส WinInet

แต่เดิมนั้นเราจะใช้ชุดคำสั่ง Socket Library แต่เมื่อความต้องการในการพัฒนาโปรแกรมที่มีความเร็วสูงขึ้น ชุดคำสั่งที่เป็นคลาสจึงถูกพัฒนาขึ้นให้ครอบคลุมขุมข่ายในการเขียนโปรแกรม ทำให้การสร้างโปรแกรมเหล่านี้ทำได้รวดเร็วมากขึ้น แทนที่เราจะต้องมาประกาศตัวแปร โครงสร้างหลายๆตัวถึงจะเขียนโปรแกรมบนเครือข่ายได้ เราใช้คลาสที่ได้กล่าวไปนี้เพียงครู่เดียวเราก็สามารถสร้างโปรแกรม Clientของบริการได้แล้ว

ซึ่งในโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนี้เราจะใช้ Visual C++ คู่กับ MFC เพื่อสร้างโปรแกรมบนระบบเครือข่าย โดยใช้ชุดคำสั่ง Windows Socket ซึ่งคลาส CSocket และคลาส CAsyncSocket เป็นคลาสที่ออกแบบมาเพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมเป็น Server และ Client ทำงานได้ง่ายขึ้น

## 2.6 พื้นฐาน Intel OpenCV ไบปรารี

### 2.6.1 ภาพรวม OpenCV Library

ไบปรารีนี้เน้นไปที่การทำงานกับการแสดงผลแบบเรียลไทม์(real time) ตัวอย่างของงาน ได้แก่ การตอบสนองระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction) การวิเคราะห์วัตถุ การแบ่งและวิเคราะห์ การวิเคราะห์หน้า การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว การติดตามความเคลื่อนไหว อัตราการเคลื่อนไหว การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว การวิเคราะห์โครงสร้างจากความเคลื่อนไหว (SFM) และหุ่นยนต์ไร้สาย

Intel® Image Processing Library (ถูกรวมอยู่ในการดาวน์โหลดแบบ WinOS)

1. การสร้างภาพและการเข้าถึงเพื่อแก้ไข (Header เดียวใช้สำหรับ 2 ไบปรารี)
2. การทำงานด้านคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์กับภาพ
3. Images filtering
4. การแปลงภาพแบบ Linear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทำงานเกี่ยวกับ โครงสร้างของภาพ
6. การแปลง Color Space
7. Image histogram และ thresholding
8. การเปลี่ยนแปลงในแบบเรขาคณิต ซึ่งได้แก่การหมุน หมุน เบ้ สะท้อนภาพ บิด เปลี่ยนมุมมอง เลียนแบบ
9. การทำงานกับภาพ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง

ภาพรวมของตัวอย่าง(โปรแกรมที่มาพร้อมกับโรบราลี)

1. การสอนเกี่ยวกับการใช้กลุ่มเครื่องมือการแบ่งแยกกล้องของ Matlab
2. Automatic camera calibration filter
3. การติดตามสี การติดตามใบหน้า
4. Condensation filter tracker
5. การวิเคราะห์หน้า โดยใช้ embedded HMMs
6. Kalman filter tracker
7. Lucas-Kanade optical flow in an image pyramid

โปรแกรมช่วยเหลือที่มีคนช่วยสร้างขึ้น (Windows)

1. ตัวอย่างการหาโปรแกรมติดตั้งกล้องของ Direct Show ด้วย CAMSHIFT
2. Matrox Meteor Direct Show capture filter

โปรแกรมช่วยเหลือที่มีคนช่วยสร้างขึ้น (Linux)

1. BMP to IPL file reader/writer
2. การหาค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดค่าสุดของชุดข้อมูลที่อยู่บนดิส

การศึกษการใช้งานไลบรารี OpenCV นั้นศึกษาหลักเบื้องต้น ได้จาก [5] จะอธิบายหลักการ  
ทำงานอย่างคร่าว พร้อมทั้งตัวอย่าง code

## 2.6.2 ทดสอบการใช้งานด้วย VC++.net

OpenCV ใช้ “IplImage” เป็นรูปแบบในการสร้างรูป และเป็นเครื่องมือที่ติดต่อกับรูปด้วย  
ซึ่งจะมีส่วนที่สำคัญอยู่หลายส่วน เช่น ตัวแปร width ใช้กำหนดความสูงของภาพ, height ใช้  
บอกความสูงของภาพ, depth ใช้บอกความลึกของภาพ และ nChannels ใช้บอกสีของภาพ

```
typedef struct _IplImage {
    int nSize; /* sizeof(IplImage) */
    int ID; /* version (=0)*/
    int nChannels; /* Most of OpenCV functions support 1,2,3
                  or 4 channels */
    int alphaChannel; /* ignored by OpenCV */
    int depth; /* pixel depth in bits: IPL_DEPTH_8U,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IPL_DEPTH_8S, IPL_DEPTH_16S, IPL_DEPTH_32S, IPL_DEPTH_32F and
IPL_DEPTH_64F are supported */
char colorModel[4]; /* ignored by OpenCV */
char channelSeq[4]; /* ditto */
int dataOrder; /* 0 - interleaved color channels,
1 - separate color channels.cvCreateImage can only create interleaved images */
int origin; /* 0 - top-left origin,
1 - bottom-left origin (Windows bitmaps style) */
int align; /* Alignment of image rows (4 or 8).
OpenCV ignores it and uses widthStep instead */
int width; /* image width in pixels */
int height; /* image height in pixels */
struct _IplROI *roi; /* image ROI. if NULL, the whole
image is selected */
struct _IplImage *maskROI; /* must be NULL */
void *imageId; /* ditto */
struct _IplTileInfo *tileInfo; /* ditto */
int imageSize; /* image data size in bytes
(==image->height*image->widthStep
in case of interleaved data)*/
char *imageData; /* pointer to aligned image data */
int widthStep; /* size of aligned image row in bytes */
int BorderMode[4]; /* ignored by OpenCV */
int BorderConst[4]; /* ditto */
char *imageDataOrigin; /* pointer to very origin of image
data(not necessarily aligned) -
needed for correct deallocation */
}
IplImage;

```

สำหรับ OpenCV นั้นชื่อฟังก์ชันจะขึ้นต้นด้วย “cv” เช่น “cvCreateImage”, “cvSobel”, “cvAdd” และใน OpenCV นี้จะมีกราฟิกอินเทอร์เฟซที่ชื่อว่า highGUI (high graphical user interface). กราฟิกอินเทอร์เฟซที่สำคัญมาก เพราะมันอยู่ภายใต้ OpenCV ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นรูปได้

### 2.6.2.1 การสร้างรูปภาพ

ในขั้นแรกในการสร้างรูปภาพ เพื่อเป็นการง่ายในการเขียนโปรแกรม ในขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมควรติดตั้งตัวอย่างเอาไว้ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์ในการสร้างรูปภาพด้วยค่าต่างๆ และแสดงผลบน X-window

ตัวอย่างดังกล่าวมีชื่อไฟล์ว่า “opencv0.c” ซึ่งจะอยู่ที่ “ippopencv” หรือไดเรกทอรีหลัก

```

//
// opencv0.c - creating and displaying an image using Intel OpenCV
//
#include "cv.h" // includes OpenCV definitions
#include "highgui.h" // includes highGUI definitions
#include <stdio.h> // includes C standard input/output definitions
int main()
{
IplImage *cvImg; // image used for visualisation
CvSize imgSize; // size of visualisation image
int i = 0, j = 0;

```

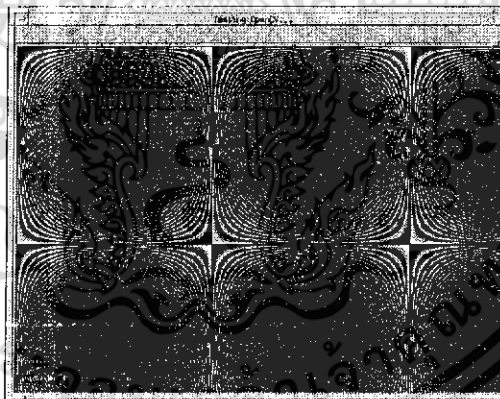
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

imgSize.width = 640; // visualisation image is
imgSize.height = 480; // 640x480 pixels
// creation of a 8 bits depth gray image
cvImg = cvCreateImage( imgSize, 8, 1 );
// image is filled with gray values
// corresponding to the 256 modulus
// of their position in the image
for ( i = 0; i < imgSize.width; i++ )
for ( j = 0; j < imgSize.height; j++ )
((uchar*)(cvImg->imageData + cvImg->widthStep*j))[i] =
( char ) ( ( i * j ) % 256 );
cvNamedWindow( "Testing OpenCV...", 1 ); // creation of a visualisation window
cvShowImage( "Testing OpenCV...", cvImg ); // image visualisation
cvWaitKey( 0 ); // wait for key
cvDestroyWindow( "image" ); // close window
cvReleaseImage( &cvImg ); // memory release before exiting the application
return( 0 ); // stopping our first program
}

```

ตัวอย่างดังกล่าวจะสร้างรูปภาพดำโดยใช้โครงสร้าง `IplImage` โดยชนิดของภาพจะอยู่ภายใต้ `OpenCV` และจะกรองสีของภาพก่อนที่จะทำการแสดงผล ในการเข้าถึงค่าจุดสีของภาพ จะใช้ pointer ที่ไปที่ `"((uchar*)(cvImg-imageData + cvImg-widthStep*j))[i]"` ในการเข้าถึงค่าจุดสีของภาพจะใช้โคออดิเนต `[i,j]` (`[col, row]`) หลังจากคอมไพล์จะแสดงผลได้ดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 2.4 แสดง ผลที่ได้จากโปรแกรมตัวอย่าง

### 2.6.2.2 การโหลดและแสดงผลรูป

ตัวอย่างต่อไปจะเป็นการโหลดภาพที่เป็น `bitmap (*.bmp*)` และ `JPEG (*.jpg*)` โดยที่ `HighGUI` (`high Graphic User Interface`) จะยอมให้โหลด จัดเก็บ และแสดงรูปภาพได้ ซึ่งสามารถแสดงรูปภาพโดยตรงได้เลยโดยใช้ `IPP`

```

#include "cv.h"
#include "highgui.h"
#include <stdio.h>

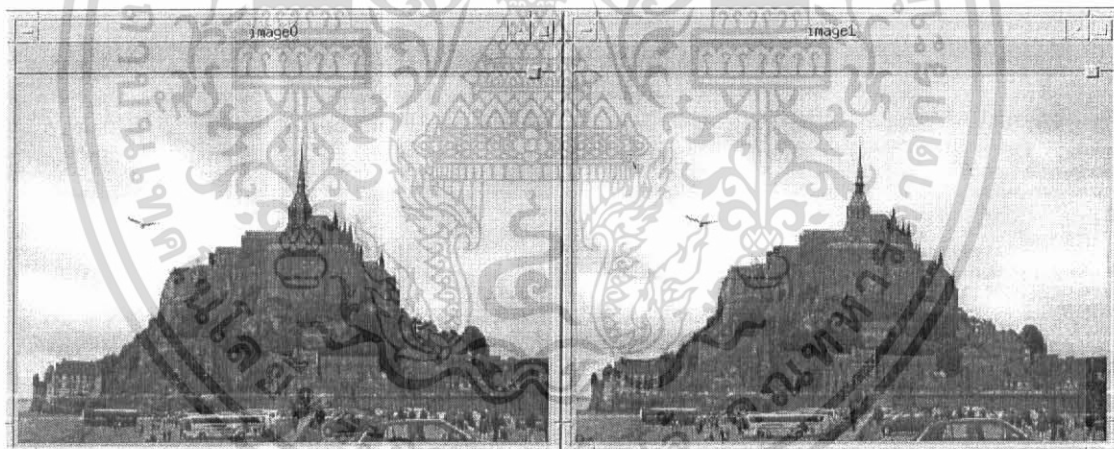
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่อย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// file example.bmp in our images directory
char name0[] = "images/example.bmp";
// file example.jpg in our images directory
char name1[] = "images/example.jpg";
int main()
{
  // new IplImage structure img0
  IplImage* img0 = NULL;
  // new IplImage structure img1
  IplImage* img1 = NULL;
  // example file example.bmp is loaded as img0
  img0 = cvLoadImage( name0, -1 );
  // example file example.jpg is loaded as img1
  img1 = cvLoadImage( name1, -1 );
  // a visualization window is created with title image0
  cvNamedWindow( "image0", 1 );
  // a visualization window is created with title image1
  cvNamedWindow( "image1", 1 );
  // img0 is shown in window image0
  cvShowImage( "image0", img0 );
  // img1 is shown in window image1
  cvShowImage( "image1", img1 );
  // wait for key to close the windows
  cvWaitKey(0);
  // memory release for img0 before exiting the application
  cvReleaseImage( &img0 );
  // memory release for img1 before exiting the application
  cvReleaseImage( &img1 );
  return(0);}

```



รูปที่ 2.5 แสดง โหลดและแสดงรูป JPEG และ BMP

### 2.6.2.3 ความแตกต่างระหว่างภาพ JPEG และ BMP

ตัวอย่างต่อไปจะเป็นประยุกต์การประมวลผลรูปภาพ เพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างรูป .jpg กับรูป .bmp โดยการนำรูปทั้งสองรูปไปลบกัน แล้วแสดงผลที่ได้ออกมา

```

#include "cv.h"
#include "highgui.h"
#include <stdio.h>

```

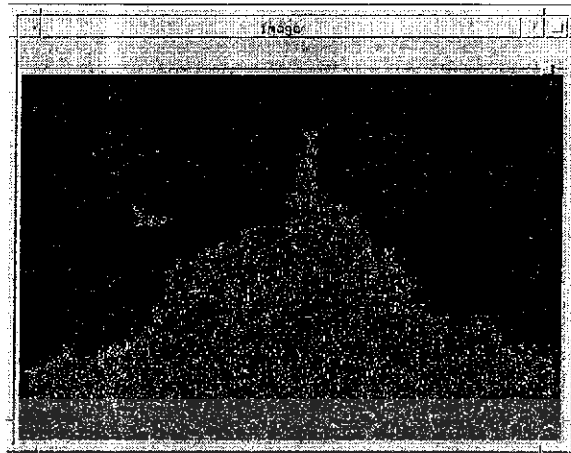
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// file example.bmp in our images directory
char name0[] = "images/example.bmp";
// file example.jpg in our images directory
char name1[] = "images/example.jpg";
int main()
{
// new IplImage structure img0
IplImage* img0 = NULL;
// new IplImage structure img1
IplImage* img1 = NULL;
// new IplImage structure result image res
IplImage* res = NULL;
// size of our result image res
CvSize imgSize;
// example file "example.bmp" is loaded as img0
img0 = cvLoadImage( name0, -1 );
// example file "example.jpg" is loaded as img1
img1 = cvLoadImage( name1, -1 );
// visualisation image is the same size than img0
imgSize.width = img0->width;
imgSize.height = img0->height;
// creation of a 8 bits depth color image
res = cvCreateImage( imgSize, 8, 3 );
// subtract img0 from img1 and store the result in res
cvSub( img0, img1, res, 0 );
// scale result (which is small) not to see a black image res
cvConvertScale( res, res, 30, 0 );
// a visualization window is created with title "image"
cvNamedWindow( "image", 1 );
// res is shown in window "image"
cvShowImage( "image", res );
// wait for key to close the window
cvWaitKey(0);
// memory release for img0 before exiting the application
cvReleaseImage( &img0 );
// memory release for img1 before exiting the application
cvReleaseImage( &img1 );
// memory release for img1 before exiting the application
cvReleaseImage( &res );
return(0);
}

```

ความแตกต่างของรูปภาพสามารถคำนวณได้โดยใช้ฟังก์ชัน “cvSub” ซึ่งภาพ.jpg จะมีการบีบอัดที่น้อยกว่า .bmp



รูปที่ 2.6 แสดง แสดงความแตกต่างระหว่างภาพ .jpg กับภาพ .bmp

### 2.6.3 การนำ OpenCV library มาใช้ในระบบ Visual Whiteboard

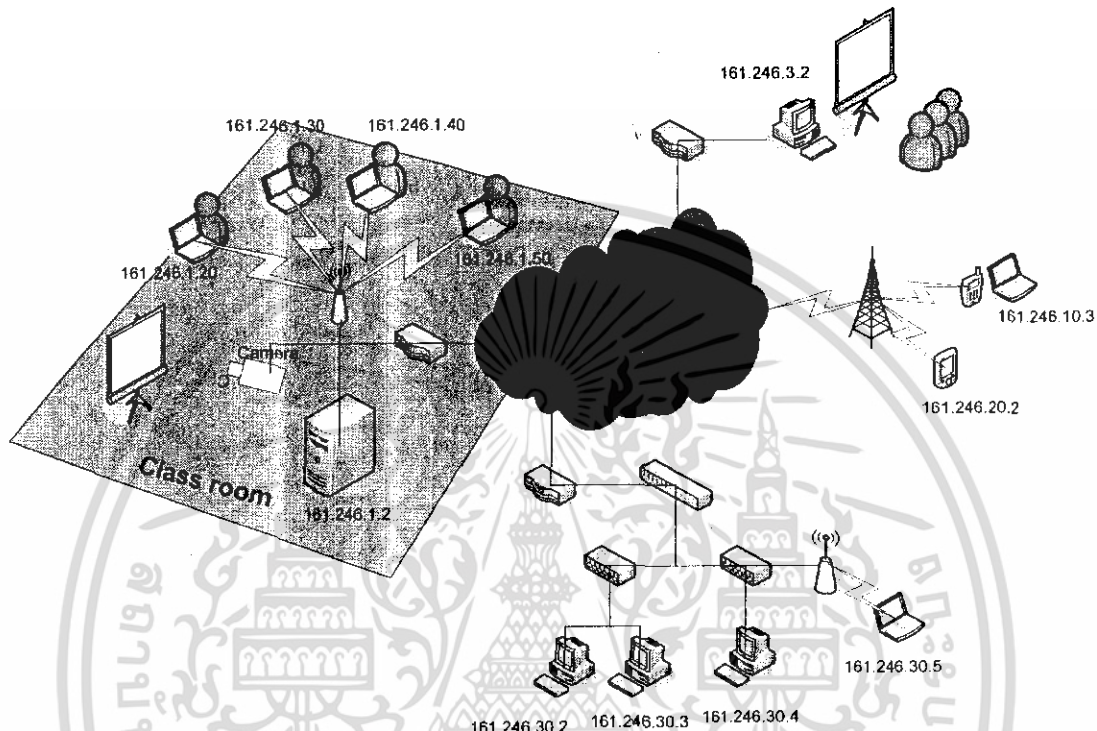
1. ใช้ในการเข้าถึง frame ของไฟล์วิดีโอ เพื่อทำการ capture วิดีโอ
2. ใช้ในการแสดงภาพบนโปรแกรม
3. ใช้ในการบันทึกไฟล์วิดีโอ
4. ใช้ในการเปิดภาพที่ได้จากการ capture วิดีโอ เพื่อตกแต่งแก้ไขภาพ
5. ใช้ในการติดต่อกับกล้องวิดีโอ web-camera เพื่อใช้ในจับภาพการเรียนการสอน และแสดงผลออกมายังโปรแกรม
6. ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

#### 3.1 ระบบ Visual Whiteboard



รูปที่ 3.1 จำลองเครือข่ายของระบบ Visual Whiteboard

ในระบบของ Visual Whiteboard นั้นจะเป็นการติดต่อกันแบบ Client-Server โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็น server ส่วนผู้เรียนนั้นเป็น client โดยระบบอนุญาตให้ผู้เรียนทั้งในและนอกชั้นเรียนสามารถใช้งานระบบ Visual Whiteboard ได้ ดังภาพที่ 3.1 (ด้านบน) โดยผู้เรียนนั้นจะได้รับภาพจากกล้องพร้อมเสียงของผู้สอนในชนิด real time โดยการส่งภาพผ่านทาง server หรือเครื่องของผู้สอนเอง ซึ่งทางระบบจะจำลองกระดานไวท์บอร์ดเสมือนให้กับนักเรียนทุกคน ให้สามารถเขียนบันทึกต่างๆ นานา ได้ ซึ่งการเรียนแบบนี้ เรียกว่า interactive learning หรือการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ได้ ทำให้สามารถวัดประสิทธิภาพของผู้เรียนเอง และผู้สอนได้ อีกทั้งสามารถถามคำถามส่งไปให้ผู้เรียนตอบเป็นรายบุคคลได้ หรือจะถามความคิดเห็นของผู้เรียนก็สามารถทำได้เช่นกัน ส่วนผู้เรียนก็สามารถมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยการตอบคำถามและส่งคำถามไปยังผู้สอนได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของผู้เรียนที่อยู่ในชั้นเรียนนั้นสามารถมีส่วนร่วมกับการเรียนการสอนของผู้สอนได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากใช้งานอยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันกับผู้สอน ทำให้มีความเร็วในรับส่งข้อมูลสูง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนก็เป็นไปอย่างไม่ติดขัด ในส่วนของผู้เรียนที่เรียนอยู่นอกชั้นเรียน และติดต่อกับ server โดยผ่านทางระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ (นอกวงเครือข่ายที่ server ตั้งอยู่) จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ต่ำกว่าผู้เรียนในห้อง ซึ่งใช้งานอยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันกับผู้สอน ดังนั้นเวลาส่งข้อมูลไปให้ผู้เรียนอาจเสียเวลาระหว่างการส่งข้อมูล และเนื่องจากการรับส่งภาพเป็นแบบ real-time ถ้าหากมีการถามคำถามและตอบคำถามเกิดขึ้นก็จะทำให้เสียเวลา การเรียนการสอนจะเกิดการติดขัดได้

ในส่วนของการส่งภาพและเสียงของการเรียนการสอนจากเครื่องผู้สอน(server) ไปยังเครื่องผู้เรียน(client) นั้น จะเป็นการส่งข้อมูลแบบ broadcast คือ การส่งข้อมูลแบบกระจายไปทุกเครื่องที่ติดต่อกับเครื่องของผู้สอน

### 3.2 ออกแบบฟังก์ชันการใช้งานของระบบ

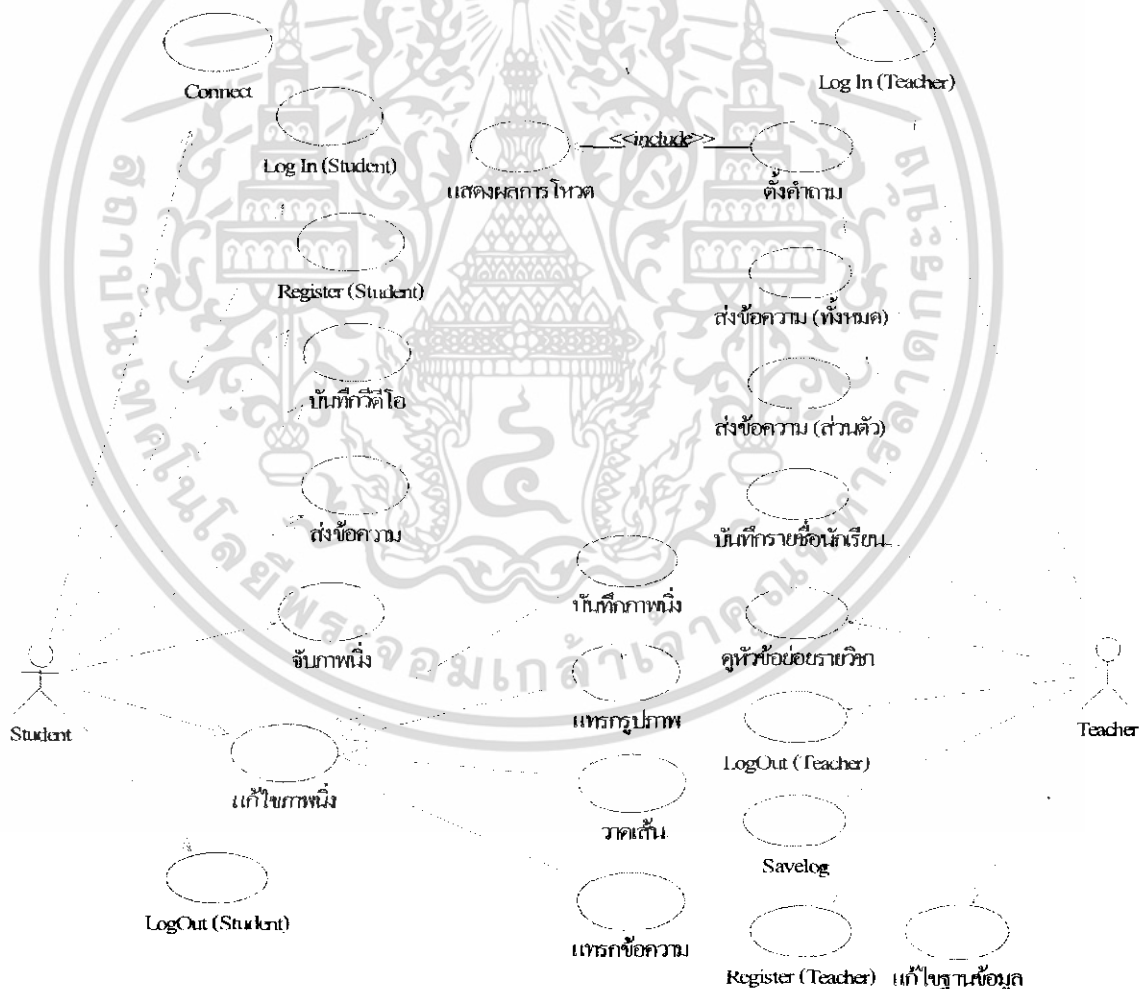
ในส่วนของฟังก์ชันการใช้งานของโปรแกรม โปรแกรมที่ใช้งานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้สอนหรือส่วนของ Server และส่วนของผู้เรียนหรือส่วนของ client โดยโปรแกรมในส่วนของผู้สอนจะมีฟังก์ชันในการใช้งานดังนี้

1. ตรวจสอบการเข้าเรียนของผู้เรียนได้ จำนวนเปอร์เซ็นต์การเข้าเรียนของผู้เรียน และบันทึกรายชื่อของผู้เรียนที่เข้าเรียนได้
2. ตั้งคำถามผ่านทางโปรแกรมได้ สามารถระบุให้ผู้เรียนให้ตอบคำถามที่ถามไว้ได้ และยังสามารถนำโปรแกรมในส่วนตอบคำถามของผู้เรียนมาแสดงได้ด้วย
3. เปิดข้อความ, คำถามที่ผู้เรียนส่งมาได้ และสามารถบันทึกลง log file ได้
4. สร้างคำถามที่เป็นตัวเลือกให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และคำนวณความคิดเห็นของผู้เรียนออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้
5. แสดงภาพการเรียนการสอนที่ได้จากกล้องวิดีโอ web-camera ได้
6. ส่งภาพการเรียนการสอนทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ของผู้สอน รวมทั้งภาพและเสียงของผู้สอนที่ได้จากกล้องวิดีโอ web-camera ไปยังเครื่องผู้เรียนแบบ real-time ได้
7. สามารถดูรายละเอียดของผู้เรียนทั้งหมด และ รายละเอียดเป็นรายบุคคลได้
8. สามารถส่งข้อความไปยังผู้เรียนทั้งหมด หรือส่งข้อความเป็นรายบุคคลได้
9. สามารถเข้าไปแก้ไขฐานข้อมูลบางอย่างได้

โปรแกรมในส่วนของผู้เรียนจะมีฟังก์ชันการใช้งานดังนี้

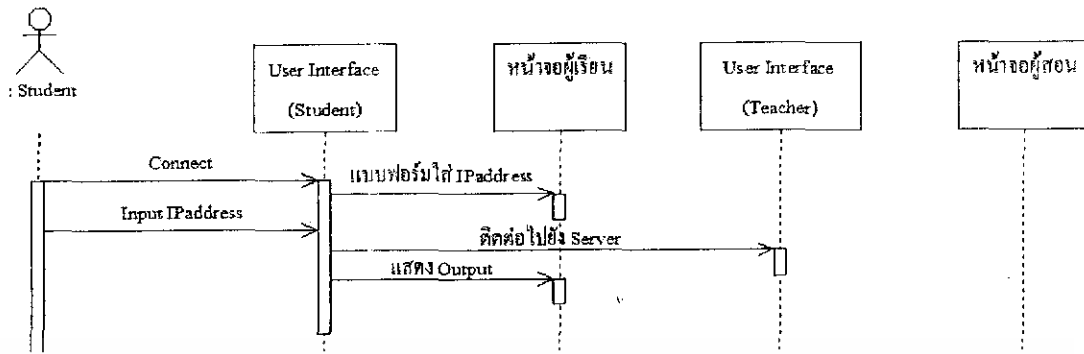
1. แสดงภาพการสอนทางหน้าจคอมพิวเตอร์ของผู้สอน รวมทั้งภาพและเสียงของผู้สอนที่ได้จากกล้องวิดีโอweb-camera ได้
2. สามารถบันทึกภาพและเสียงของผู้สอนได้
3. สามารถตอบคำถามของผู้สอนได้
4. สามารถจับภาพนิ่ง และบันทึกภาพนิ่งได้
5. เปิดภาพขึ้นมาแก้ไขได้ โดยเครื่องมือแก้ไขจะมีการวาดเส้น วาดรูปทรงเรขาคณิต ใส่ข้อความ แทรกรูปภาพ
6. แสดงความคิดเห็นโดยตอบคำถามที่เป็นตัวเลือกจากผู้สอนผ่านทางโปรแกรมได้
7. สามารถส่งข้อความ, คำถาม ไปถึงผู้สอนได้

### 3.3 USE CASE & Sequence Diagram

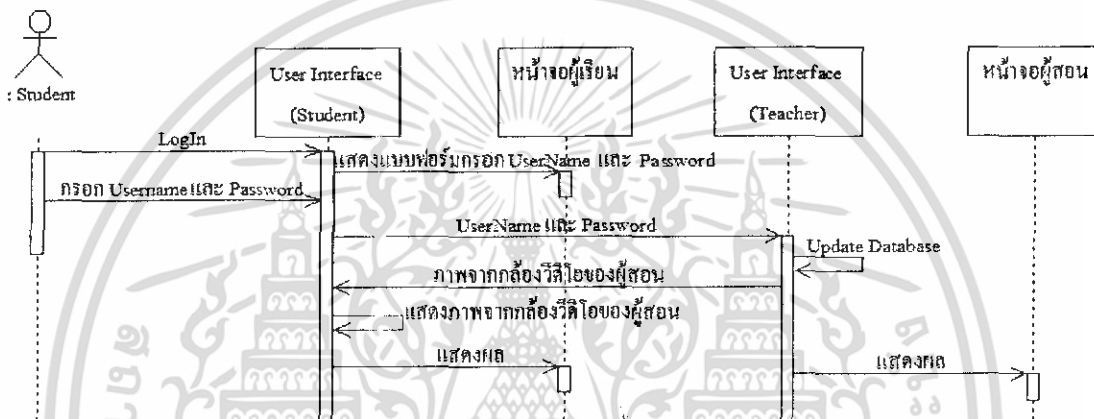


รูปที่ 3.2 แสดง Use Case ของระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

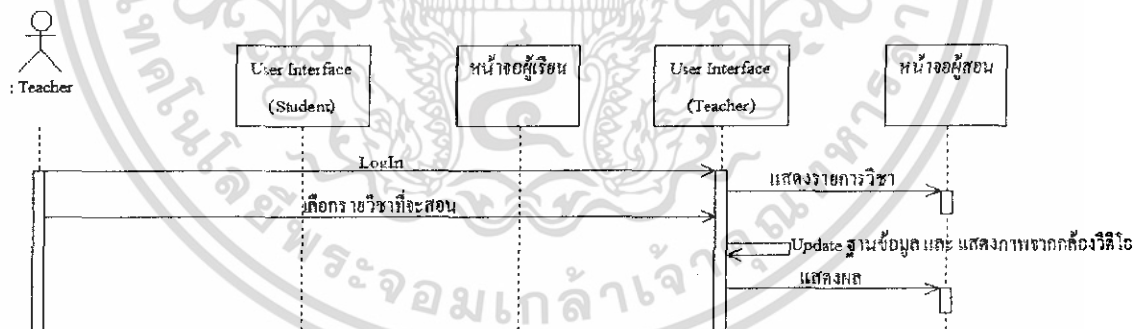
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



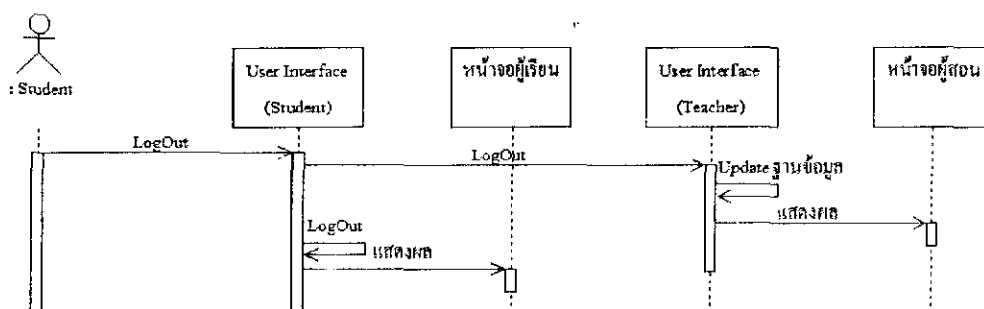
รูปที่ 3.3 แสดง sequence diagram ของการ Connect



รูปที่ 3.4 แสดง sequence diagram ของการ Login (Student)

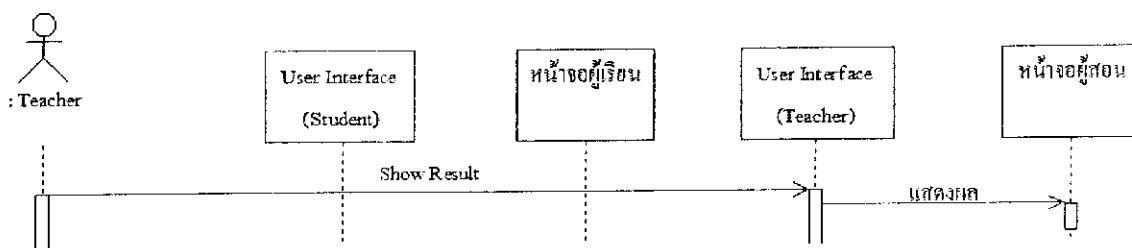


รูปที่ 3.5 แสดง sequence diagram ของการ Login (Teacher)

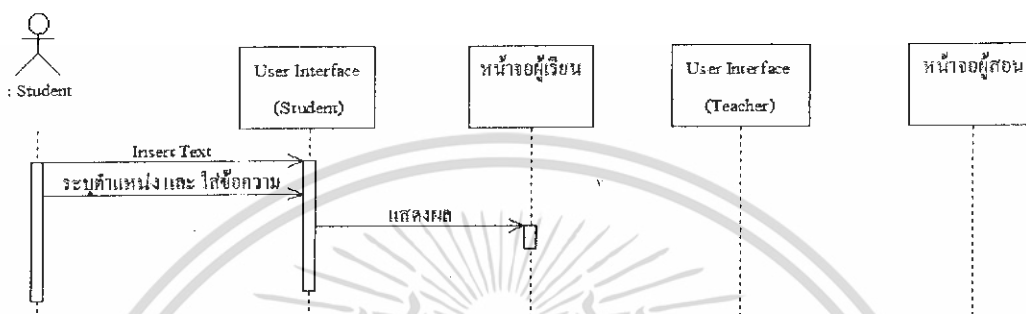


รูปที่ 3.6 แสดง sequence diagram ของการ Logout (Student)

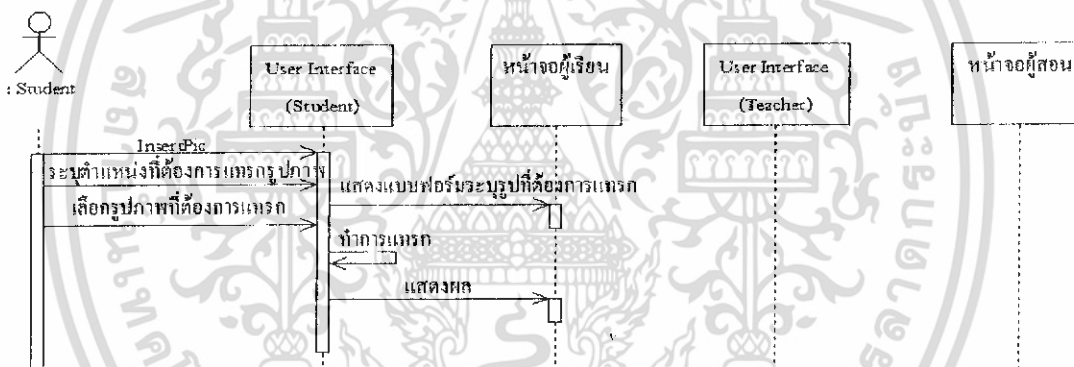
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



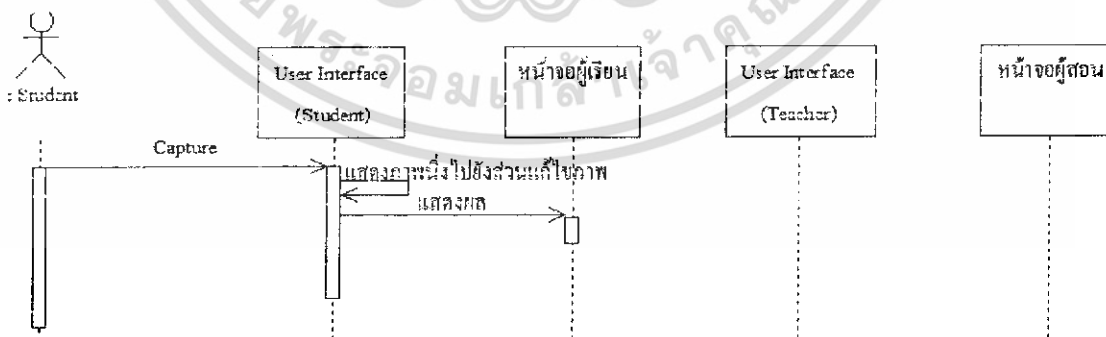
รูปที่ 3.7 แสดง sequence diagram ของการแสดงผลการโหวต



รูปที่ 3.8 แสดง sequence diagram ของการ Insert Text

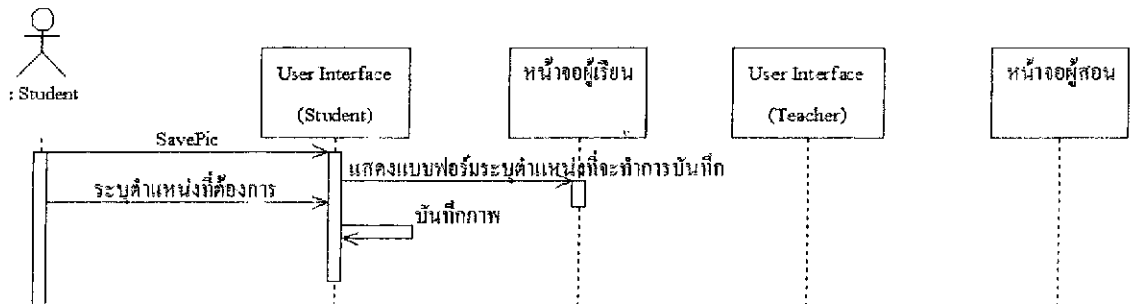


รูปที่ 3.9 แสดง sequence diagram ของการแทรกรูปภาพ

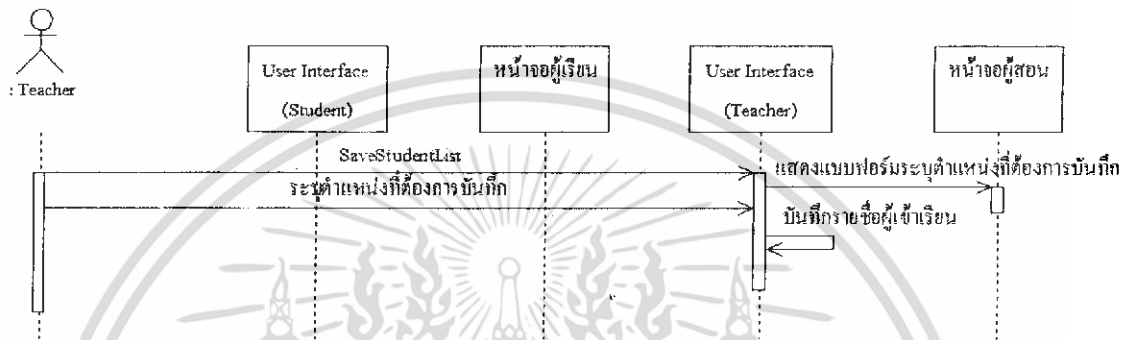


รูปที่ 3.10 แสดง sequence diagram ของการ Capture

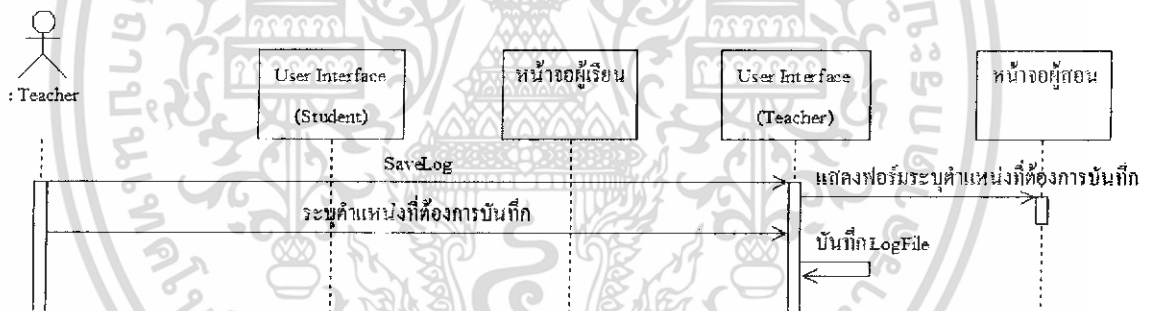
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



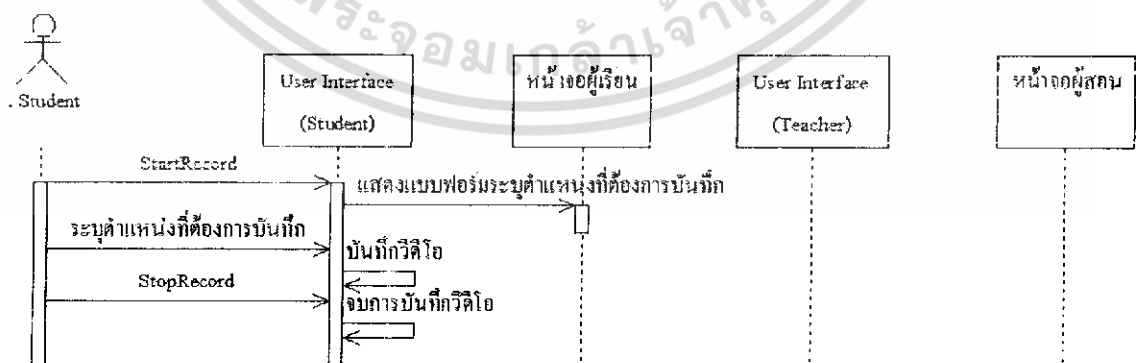
รูปที่ 3.11 แสดง sequence diagram ของการบันทึกภาพหนึ่ง



รูปที่ 3.12 แสดง sequence diagram ของการบันทึกรายชื่อนักเรียน

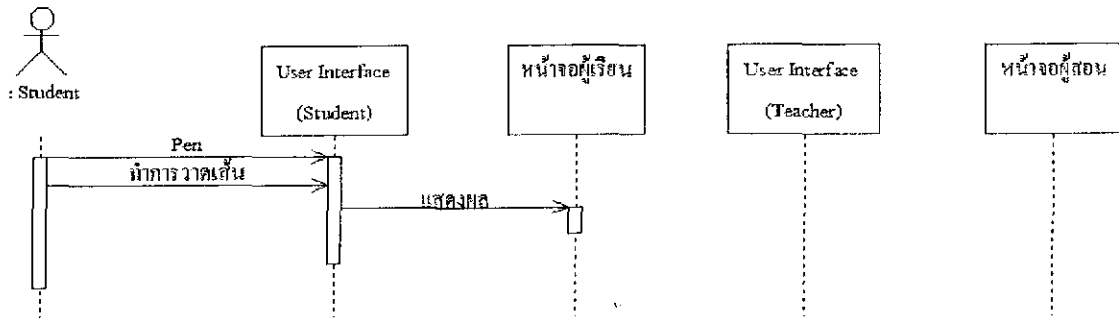


รูปที่ 3.13 แสดง sequence diagram ของการ SaveLogFile

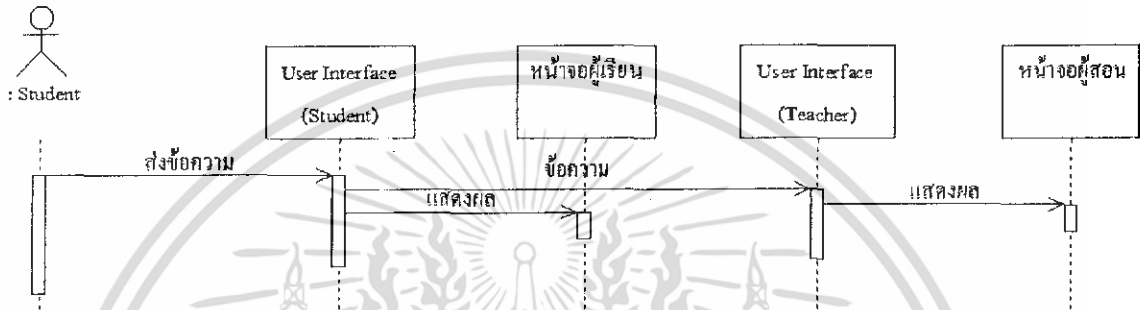


รูปที่ 3.14 แสดง sequence diagram ของการบันทึกวีดีโอ

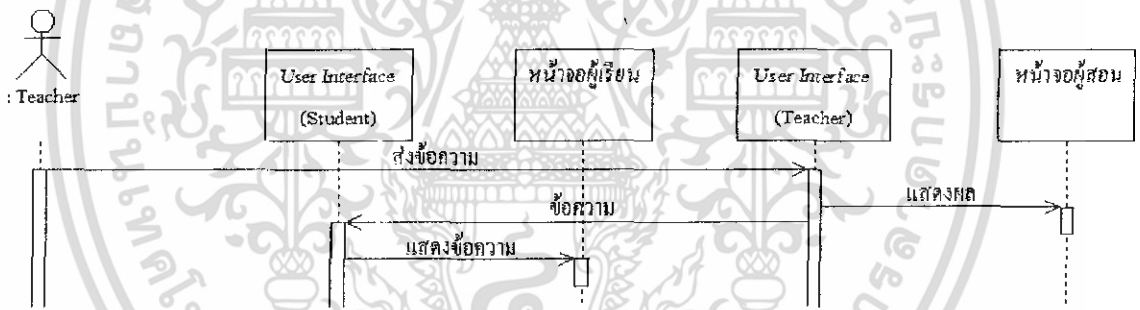
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



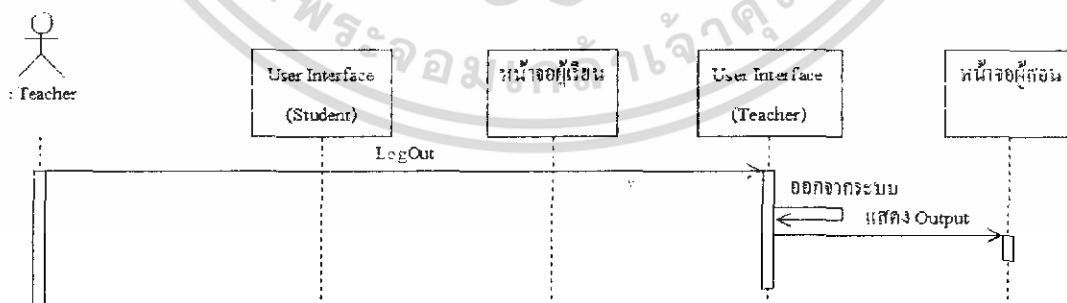
รูปที่ 3.15 แสดง sequence diagram ของการวัดเส้น



รูปที่ 3.16 แสดง sequence diagram ของการส่งข้อความไปยังผู้สอน

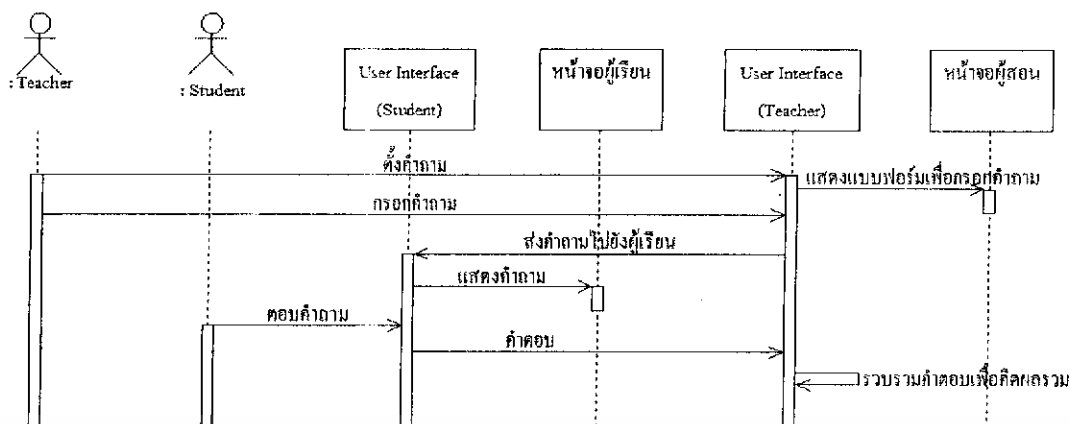


รูปที่ 3.17 แสดง sequence diagram ของการส่งข้อความจากผู้สอนไปยังผู้เรียนทั้งหมด

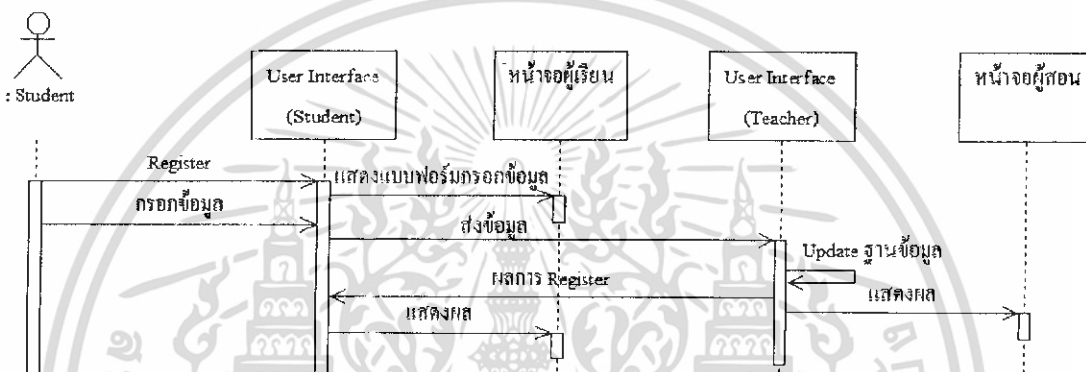


รูปที่ 3.18 แสดง sequence diagram ของการออกจากระบบของผู้สอน

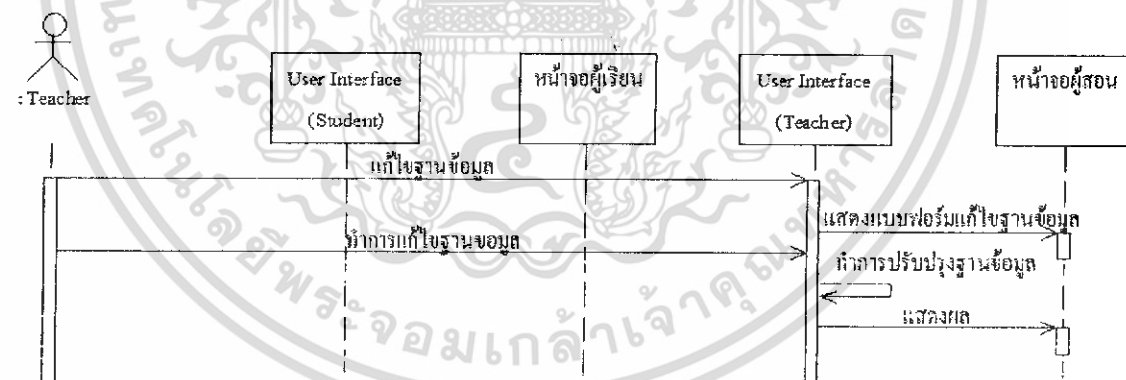
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



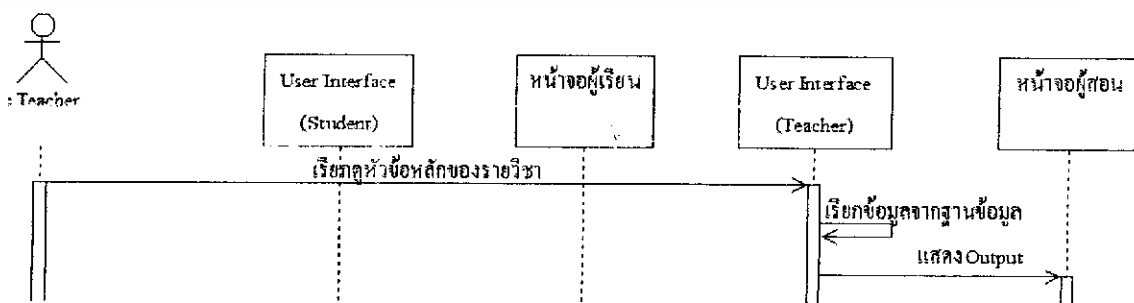
รูปที่ 3.19 แสดง sequence diagram ของการสร้างการโหวตของผู้สอน



รูปที่ 3.20 แสดง sequence diagram ของการลงทะเบียนของผู้เรียน



รูปที่ 3.21 แสดง sequence diagram ของการแก้ไขข้อมูลผู้สอน



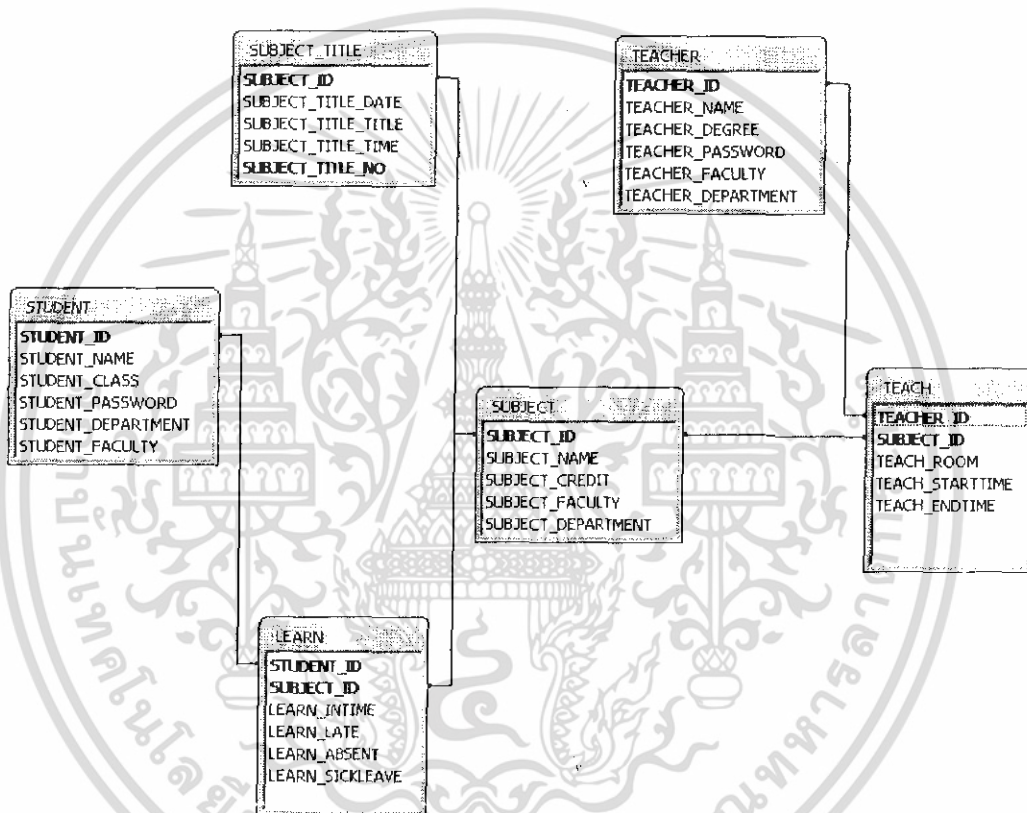
รูปที่ 3.22 แสดง sequence diagram ของการเรียกดูหัวข้อหลักของรายวิชานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 เครื่องผู้สอน (Server)

#### 3.4.1 ฐานข้อมูลสำหรับผู้สอน

สำหรับการออกแบบฐานข้อมูล ได้ออกแบบไว้ในส่วนสำหรับผู้สอนเท่านั้น เนื่องจากผู้สอนต้องทำการสร้างทะเบียนผู้ใช้ให้นักศึกษาได้ทำการล็อกอินเข้ามาเรียน และผู้สอนเองก็ต้องทำการล็อกอินเข้ามาใช้งานโปรแกรมเช่นกัน เนื่องจากโปรแกรมนี้ออกแบบให้รองรับผู้สอนได้หลายคน ผู้สอนแต่ละคนจึงจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลเป็นของตนเอง เพื่อเก็บรายละเอียดของนักศึกษาและรายวิชาที่ตนเองสอน จึงได้ออกแบบฐานข้อมูลขึ้นมาดังรูปที่ 3.23



รูป 3.23 ER-Diagram ของฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## นักเรียน

รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	ชั้นปี	password	คณะ	ภาควิชา
--------------	--------------	--------	----------	-----	---------

ในตารางที่เก็บข้อมูลในส่วน of นักศึกษา ได้เก็บรหัสนักศึกษา รหัสผ่าน ที่ใช้ในการล็อกอิน ชื่อ-นามสกุล และชั้นปีของนักศึกษา

## วิชา

SubjectID	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	คณะ	ภาควิชา
-----------	----------	----------	-----	---------

ในส่วน of รายวิชา ได้เก็บข้อมูลในส่วน of รหัสวิชา ชื่อรายวิชา จำนวนหน่วยกิต จำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียนในวิชานั้น และจำนวนครั้งที่มีการสอน

## อาจารย์

รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	password	คณะ	ภาควิชา
-------------	--------------	---------	----------	-----	---------

ในส่วน of ข้อมูลของอาจารย์ ข้อมูลที่เก็บ คือ รหัสอาจารย์ที่ใช้ในการล็อกอิน ชื่อ-นามสกุล และตำแหน่งทางวิชาการ

## สอน

SubjectID (FK)	รหัสอาจารย์(FK)	ห้องเรียน	เวลาเริ่มเรียน	เวลาเลิกเรียน	จำนวน น.ศ.
----------------	-----------------	-----------	----------------	---------------	------------

ในส่วน of รายละเอียดของการสอนนั้น จะเป็นส่วน of ข้อมูลของอาจารย์กับวิชาที่สอน ในส่วนนี้ได้เก็บรหัสอาจารย์ รหัสรายวิชา ห้องเรียน ซัอมัเรียนที่สอน วันเดือนปีที่สอน เวลาที่สอน และเวลาสิ้นสุดการสอน

## เรียน

SubjectID (FK)	รหัสนักศึกษา(FK)	เข้าเรียนทันเวลา	เข้าเรียนสาย	ขาดเรียน	ลาป่วย
----------------	------------------	------------------	--------------	----------	--------

ในส่วน of รายละเอียดของการเรียนนั้น จะเป็นส่วน of ข้อมูลของรายวิชากับผู้เรียน ในส่วนนี้ได้เก็บรหัสรายวิชา รหัสนักศึกษา ข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาท่านนั้นๆ เช่น จำนวนครั้งที่เข้าเรียนทันเวลา จำนวนครั้งที่เข้าเรียนสาย และจำนวนครั้งที่ขาดเรียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หัวข้อที่สอน

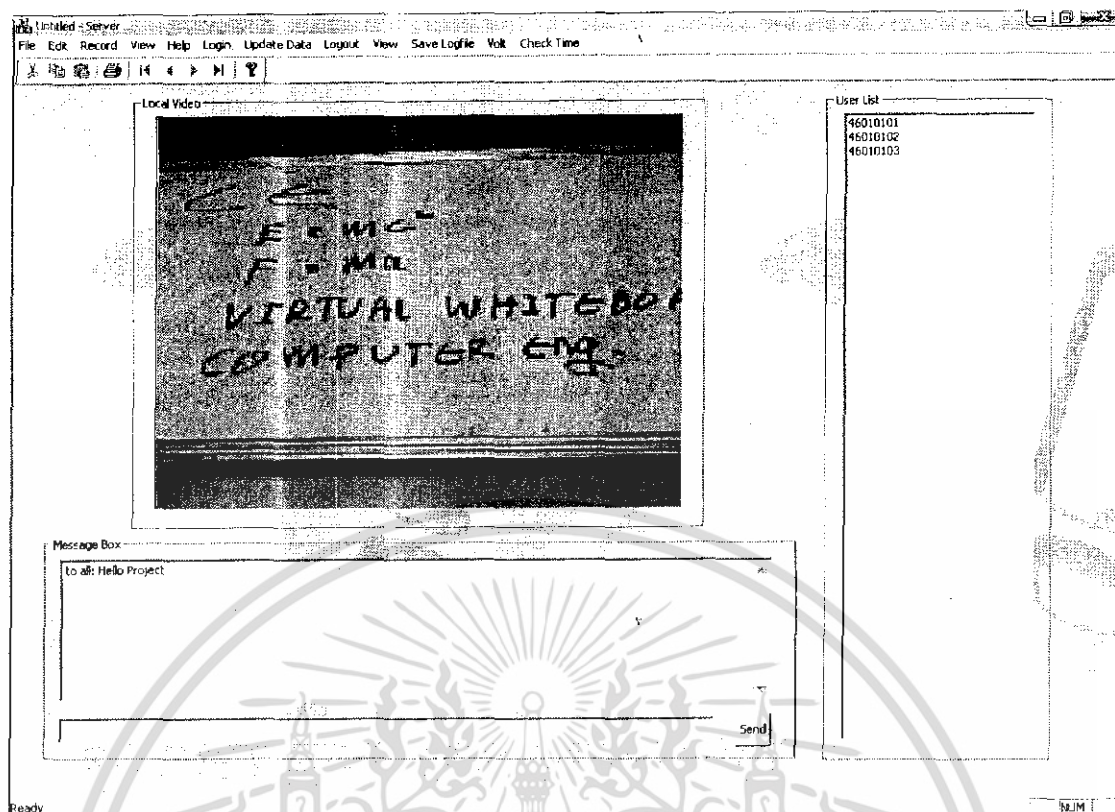
SubjectID (FK)	หัวข้อที่สอน	วันที่สอน	เวลาสอน
----------------	--------------	-----------	---------

ในส่วนของหัวข้อที่สอนนั้น จะเป็นส่วนที่เก็บหัวข้อหลักของแต่ละรายวิชา ในส่วนนี้ได้เก็บ รหัสวิชา หัวข้อที่สอน วันที่สอน และ เวลาที่สอน

### 3.4.2 การออกแบบ GUI ของเครื่องผู้สอน

ในส่วนของ Graphic User Interface ของโปรแกรมทางส่วนของผู้สอนนั้น ได้ออกแบบให้มีการใช้งานได้ง่าย สะดวก ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.24 โดยมีการใช้งานดังนี้

1. Local Screen เป็นส่วนแสดงภาพจากกระดานของผู้สอนเอง
2. Start Server เป็นส่วนที่ผู้สอนสามารถลงชื่อเข้าใช้ ลงทะเบียน แก้ไขข้อมูลผู้สอนได้
3. Student Lists จะเป็นรายชื่อผู้เรียนที่ได้ทำการล็อกอินเข้ามา โดยจากส่วนนี้สามารถบันทึกรายชื่อผู้เข้าเรียนได้ สามารถเลือกชื่อผู้เรียนที่ต้องการส่งข้อความไปหาเป็นรายบุคคลได้ และ สามารถเลือกดูประวัติการเข้าเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้
4. Vote จะเป็นที่สร้างแบบแสดงความคิดเห็นแบบมีตัวเลือกให้กับผู้เรียน โดยมี Result เป็นฟังก์ชันที่ใช้แสดงผลของการโหวต
5. Question Box จะเป็นส่วนที่แสดงคำถามที่ผู้เรียนส่งมาโดยผู้สอนสามารถเปิดดูคำถามได้
6. Message แสดงของข้อความที่ผู้เรียนส่งมาให้กับผู้สอน โดยผู้สอนสามารถส่งข้อความไปยังผู้เรียน ได้เช่นเดียวกัน สามารถบันทึกข้อความเหล่านี้เป็น Text File ได้
7. Student Data เป็นส่วนที่สามารถแสดงรายละเอียดของผู้เรียนทั้งหมดของรายวิชานั้นๆ



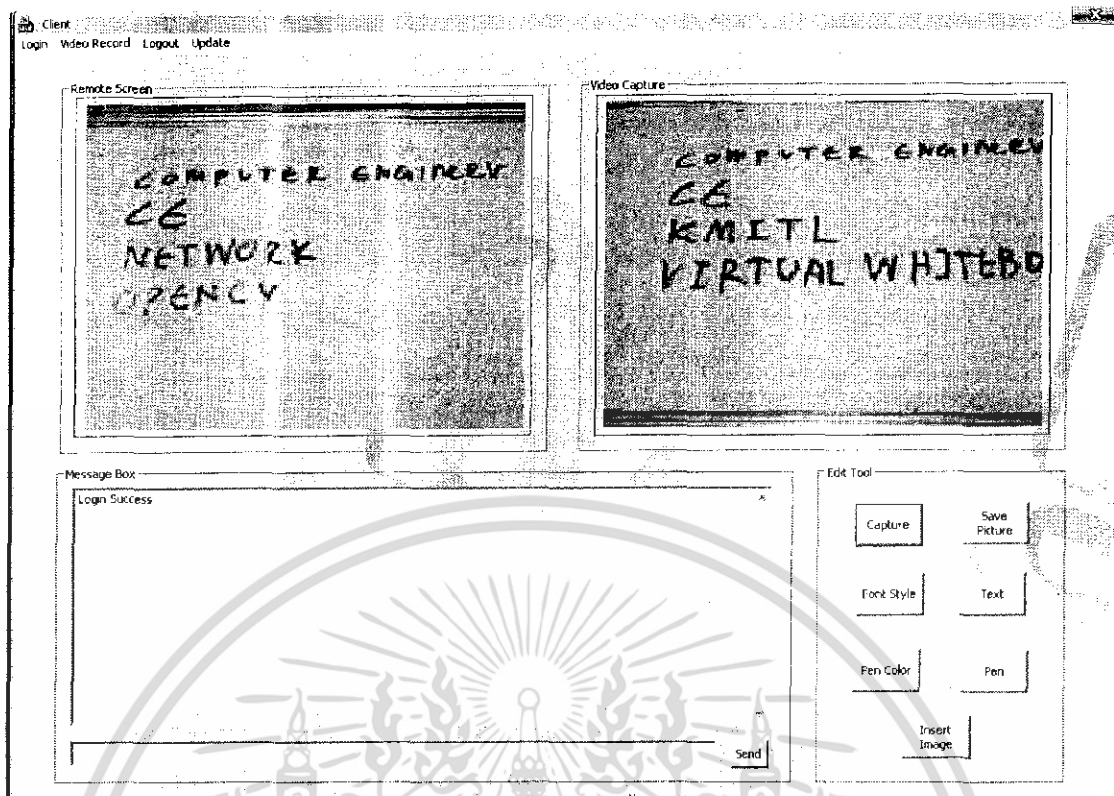
รูปที่ 3.24 แสดงการออกแบบ GUI ของเครื่องผู้สอน

### 3.5 การออกแบบ GUI ของเครื่องผู้เรียน (Client)

การออกแบบ GUI ของเครื่องผู้เรียน ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 4.25 โดยมีการใช้งานดังนี้

1. Local Screen แสดงภาพจากกล้องที่ถ่ายไปยังกระดานของผู้สอน
2. Edit ใช้แสดงภาพนิ่ง และเพิ่มเติม Short-Note ลงในภาพนิ่ง สามารถบันทึกภาพนิ่งเป็นไฟล์ภาพ .jpg ได้
3. Connect ใช้ทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องแม่ข่าย ลงชื่อเข้าใช้ และลงทะเบียนผู้เรียน
4. Message Box แสดงข้อความที่ได้รับจากผู้สอน และ ข้อความที่ส่งไปยังผู้สอน โดยมีช่องสำหรับส่งข้อความไปยังผู้สอน
5. Capture ทำการจับภาพนิ่งไปยังส่วน screen Edit
6. Video Record ใช้ทำการบันทึกภาพวิดีโอ เริ่ม โดย Start Record และ Stop Record

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แสดงการออกแบบ GUI ของเครื่องผู้เรียน

### 3.6 การติดต่อสื่อสาร (Server – Client Communication)

ในการติดต่อผ่านระบบเครือข่ายระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนนั้น ทางผู้จัดทำได้ใช้ความรู้ทางด้าน Network Programming เกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลผ่านทาง Socket ในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานเป็น client/server โดย กำหนดให้โปรแกรมของผู้สอนทำหน้าที่เป็นแม่ข่าย (server) เพื่อรอรับการเชื่อมต่อจากโปรแกรมของผู้เรียน (บางครั้ง เรียกว่า daemon เป็นผู้กระทำ และคอยคำขอของ client โดยปกติ) และให้โปรแกรมทางฝั่งของผู้เรียน (ทำหน้าที่เป็น client) หลายโปรแกรม ใช้บริการร่วมกันจากโปรแกรมทางฝั่งผู้สอน โดยในเบื้องต้นนี้ทางผู้จัดทำกำหนดให้โปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนี้สามารถใช้ในวง LAN ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# การสร้างและการทดสอบโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

### 4.1 การสร้างระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

ในระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนั้นทางผู้จัดทำได้แบ่งโปรแกรมส่วนที่จะต้องสร้างออกเป็นสี่ส่วนหลักๆคือ

1.การสร้างโปรแกรมที่สามารถทำหน้าที่เป็น Server-Client ซึ่งสามารถทำการส่งวิดีโอจาก Server ไปยัง Client ได้

2.การเขียนโปรแกรมเพื่อให้ส่วนผู้สอน (ทำหน้าที่เป็นแม่ข่าย) สามารถรับภาพจากกล้องวิดีโอ และสามารถกระจายไฟล์วิดีโอออกไปยังเครื่องผู้เรียนหลายๆเครื่องได้

3.การเขียนโปรแกรมเพื่อให้เครื่องผู้เรียนสามารถบันทึกไฟล์วิดีโอที่ได้รับจากเครื่องผู้สอน

4.การออกแบบและสร้างส่วนต่างๆเพิ่มเติม ตามแนวทางของ Interactive Learning

#### 4.1.1 การสร้างโปรแกรมที่สามารถติดต่อกันแบบ Server-Client

ในส่วนของการเขียนโปรแกรมติดต่อกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนเขียนขึ้นด้วยหลักดังต่อไปนี้

1. Socket ของฝ่ายรับและฝ่ายส่งเชื่อมต่อถึงกันที่ Port เดียวกัน
2. ฝ่ายส่งอ่านข้อมูลเข้ามาแล้วส่งออกไปด้วยฟังก์ชัน Send
3. ฝ่ายรับสามารถเข้าถึงข้อมูลจาก Socket ได้

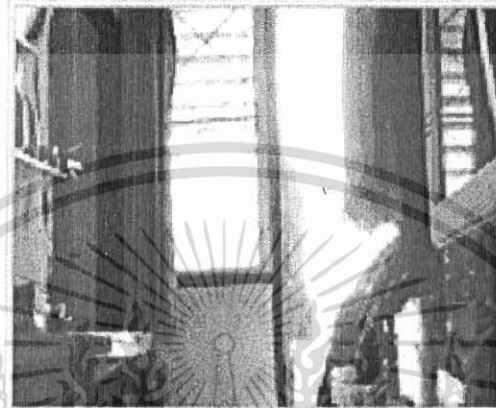
โดยทางเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการสร้าง Socket เพื่อรอการติดต่อจากไคลเอนท์ และทางไคลเอนท์เองก็จะติดต่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้โดยมี IP address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกำหนด เป้าหมายเมื่อเราทำการ Start Server มันก็จะเริ่มการทำงานที่ Port ต่างๆ คือ

1. Port 6000 ใช้รับ-ส่งข้อมูลวิดีโอ
2. Port 6200 ใช้รับ-ส่งข้อมูลเสียง
3. Port 6400 ใช้รับ-ส่งข้อมูลอื่นๆ เช่น message ต่างๆ การลงชื่อเข้าใช้
4. Port 6600 ใช้รับ-ส่งข้อมูลเป็นชุดๆเช่นข้อมูล que ผู้เรียนทำการลงทะเบียน(Register)

โดยที่เราจะนำเปิดช็อกเกตที่ต้องมีการส่งข้อมูลปริมาณมากไว้แยกจาก Socket ที่ส่งข้อมูลปริมาณน้อยๆ

#### 4.1.2 การสร้างส่วนรับภาพจากกล้องวิดีโอและกระจายไปยังโปรแกรมลูกข่าย

ในส่วนของการรับภาพจากกล้องวิดีโอ ในเบื้องต้นผู้จัดทำได้ทดลองสร้างโปรแกรมติดต่อกับกล้องโดยใช้ไลบรารีของ OpenCV ในการนำภาพจากกล้องมาแสดงที่หน้าจอ และสร้างไฟล์วิดีโอซึ่งหลักการทำงานของไลบรารี OpenCV คือ มันจะไปสร้างไฟล์วิดีโอต่างๆเอาไว้แล้วทำการรับภาพแต่ละเฟรมมาใส่ เพื่อให้เกิดเป็นไฟล์วิดีโอ



รูปที่ 4.1 ภาพที่รับจากกล้องโดยใช้ OpenCV

ในส่วนของการกระจายภาพวิดีโอไปยังเครื่องลูกข่ายนั้น ทางผู้จัดทำได้ทดลองส่งภาพวิดีโอโดยใช้ VoIP (Voice over IP) ซึ่งหลักการทำงานของ VOIP คือการนำสัญญาณเสียงมาผสมรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล แล้วส่งไปบนเครือข่าย ซึ่งก็สามารถส่งผ่านไปยังเครื่องของผู้เรียนได้ ทว่าปัญหาก็คือ ไฟล์วิดีโอที่สร้างจากการใช้ไลบรารี OpenCV ไม่สามารถกระจายไปบนเครือข่ายได้ เนื่องจากไฟล์วิดีโอที่ได้มีขนาดค่อนข้างใหญ่

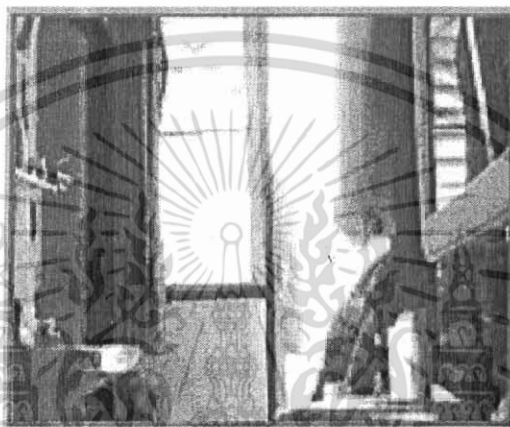


รูปที่ 4.2 ภาพที่รับจากกล้องโดยใช้ VFW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางผู้จัดทำจึงได้แก้ปัญหาโดยการทดลองใช้ VFW (Video for Windows) API ซึ่งจะสนับสนุนการจับภาพวิดีโอ และได้ทำการบีบอัดภาพวิดีโอก่อนทำการส่งโดยใช้ มาตรฐาน H263 ทำให้ภาพวิดีโอก่อนที่จะทำการส่งมีขนาดเล็กลง ทำให้สามารถส่งภาพวิดีโอได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการส่งภาพวิดีโอที่ได้ทำการบีบอัดโดยใช้ระบบ H263 แล้ว เมื่อได้รับภาพวิดีโอมาก็ต้องทำการถอดรหัส ซึ่งภาพที่ได้แม้จะมีคุณภาพลดลง แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่จะยอมรับได้ และมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูง



รูปที่ 4.3 ภาพที่ผ่านการบีบอัดโดยมาตรฐาน H263

#### 4.1.3 การบันทึกไฟล์วิดีโอที่รับจากผู้สอน

ในการบันทึกไฟล์วิดีโอที่รับจากเครื่องสอน เนื่องจากไฟล์ที่รับจากเครื่องผู้สอนไม่ใช่ไฟล์วิดีโอ แต่จะมา เป็นภาพเป็นเฟรมๆ เมื่อต้องการบันทึกให้เป็นไฟล์วิดีโอ จึงต้องนำไลบรารี OpenCV มาใช้ โดยทำการสร้างไฟล์วิดีโอไว้ล่วงหน้า แล้วจึงนำภาพที่รับมาใส่ทีละเฟรม เมื่อผู้ใช้สั่งหยุดทำการบันทึก จึงทำการเขียนปิดไฟล์วิดีโอ

#### 4.1.4 การสร้างส่วนอื่นๆ ของระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน

##### 4.1.4.1 การสร้างคำถาม

ในส่วนของการสร้างคำถามของผู้สอน มีวิธีการทำโดยสร้างแบบฟอร์มไคอะล็อกให้ผู้สอนใส่คำถามและตัวเลือกลงไป และส่งคำถามไปยังผู้เรียนซึ่งเป็นการส่งให้กับทุกคนในเครือข่าย โดยการส่งนั้นได้นำข้อความในส่วนของคำถามและตัวเลือกใส่แพ็คเกจข้อมูลแล้วส่งไปยังผู้เรียน เมื่อทางผู้เรียนได้รับแพ็คเกจข้อมูลก็จะทำการสร้างไคอะล็อกคำถาม

ในส่วนของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ทำการเลือกคำตอบแล้ว ก็จะส่งคำตอบของผู้เรียนกลับไปยังผู้สอน เพื่อคำนวณหาอัตราส่วนของคำตอบที่ผู้เรียนตอบ

The image shows a dialog box titled "Volt" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains a "Title" field with the text "ควรใช้การบีบอัดวิดีโอในการทำvideoconference". Below the title are four numbered input fields: 1. H.263, 2. MPEG-4, 3. WMV, and 4. Huffiyuv. At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

รูปที่ 4.4 แบบฟอร์มสร้างคำถามสำหรับผู้สอน

เมื่อผู้เรียนได้รับคำถามก็จะแสดงแบบฟอร์มคำถามที่มีรูปแบบเช่นเดียวกับสอนแต่จะต่างกัน โดยที่แบบฟอร์มเพื่อตอบคำถามสำหรับผู้เรียนจะมีตัวเลือกให้เลือกตอบข้อที่ต้องการ

#### 4.1.4.2 การติดต่อ Database

การติดต่อ Database ได้ติดต่อผ่านทาง ODBC driver (Open Database Connectivity driver) ซึ่งก็คือ การใช้ driver ที่จะใช้ทำหน้าที่ติดต่อกับฐานข้อมูล การที่ต้องอาศัย driver ก็เพราะฐานข้อมูลต่างๆ ไม่ได้มีความเหมือนกันจึงไม่สามารถเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลอื่นๆ ได้โดยตรง ต้องอาศัยโปรแกรมเข้ามาช่วยจัดการให้ แต่ก็มีความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลสูง

#### 4.1.4.3 การสร้างระบบลงทะเบียนผู้เรียน

การลงทะเบียนการใช้ระบบของผู้เรียนและผู้สอนในส่วนนี้ ทางผู้สอนสามารถลงทะเบียนผ่านทางโปรแกรมได้โดยตรง เนื่องจากโปรแกรมทางส่วนของผู้สอนทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์อยู่แล้ว สามารถเข้าถึง Database ได้โดยตรง ส่วนของผู้เรียนต้องทำการลงทะเบียนผ่านทางโปรแกรมของผู้สอน เนื่องจากโปรแกรมของผู้สอนทำหน้าที่เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซิร์ฟเวอร์ ผู้เรียนไม่สามารถติดต่อกับ Database ได้โดยตรง ทั้งนี้รวมถึงในส่วนของ การ ล็อกอิน และการอัปเดตและแก้ไขข้อมูลด้วยวิธีที่ผู้ใช้วิธีเช่นนี้ ไม่มีปัญหาเรื่องความเร็วใน การล็อกอิน การอัปเดตและแก้ไขข้อมูลของผู้เรียน และยังได้ทำการป้องกันการผิดพลาด ของข้อมูลด้วยการทำ Transaction

## 4.2 ผลการทดสอบโปรแกรม

ในการทดสอบโปรแกรม ทางผู้จัดทำได้ทำการวัดค่าสองอย่างคือ

1. ค่า Byte Sent Throughput และ Byte Receive Throughput เมื่อเทียบกับจำนวนเครื่อง ลูกข่ายที่เข้าใช้บริการ
  2. ค่า CPU Load เมื่อเทียบกับจำนวนเครื่องลูกข่ายที่เข้าใช้บริการ
- Spec ของเครื่องที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องแม่ข่าย

CPU Intel Pentium 4 2.4GHz

Ram 512MB DDR

ทำการทดสอบผ่าน Local Area Network ในห้องทดลอง Network โดยสายแลนที่ใช้ นั้น สามารถส่งข้อมูลได้ 100 Mbps ซึ่งค่าที่ทำการวัดนั้นจะวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของข้อมูลที่ รับส่งเทียบกับ Bandwidth ของข้อมูลที่สามารถส่งผ่านเครือข่ายได้

ในรูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดง ค่า Byte Sent Throughput (กราฟสีแดง) เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้า มาใช้บริการ 5 เครื่องผลคือ ค่า Byte Sent Throughput มีค่าประมาณ 2 % ส่วนค่า Byte receive Throughput (กราฟสีเหลือง) มีค่าประมาณ 0.04%

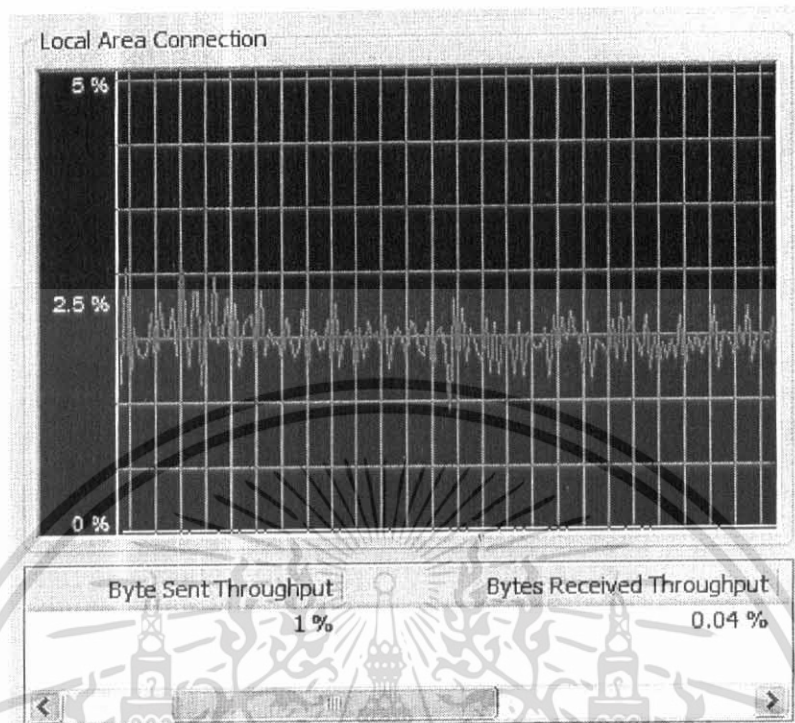
ในรูปที่ 4.6 เป็นกราฟแสดง ค่า Byte Sent Throughput (กราฟสีแดง) เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้า มาใช้บริการ 10 เครื่องผลคือ ค่า Byte Sent Throughput มีค่าประมาณ 3 % ส่วนค่า Byte receive Throughput (กราฟสีเหลือง) มีค่าประมาณ 0.09%

ในรูปที่ 4.7 เป็นกราฟแสดง ค่า Byte Sent Throughput (กราฟสีแดง) เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้า มาใช้บริการ 15 เครื่องผลคือ ค่า Byte Sent Throughput มีค่าประมาณ 6 % ส่วนค่า Byte receive Throughput (กราฟสีเหลือง) มีค่าประมาณ 0.15%

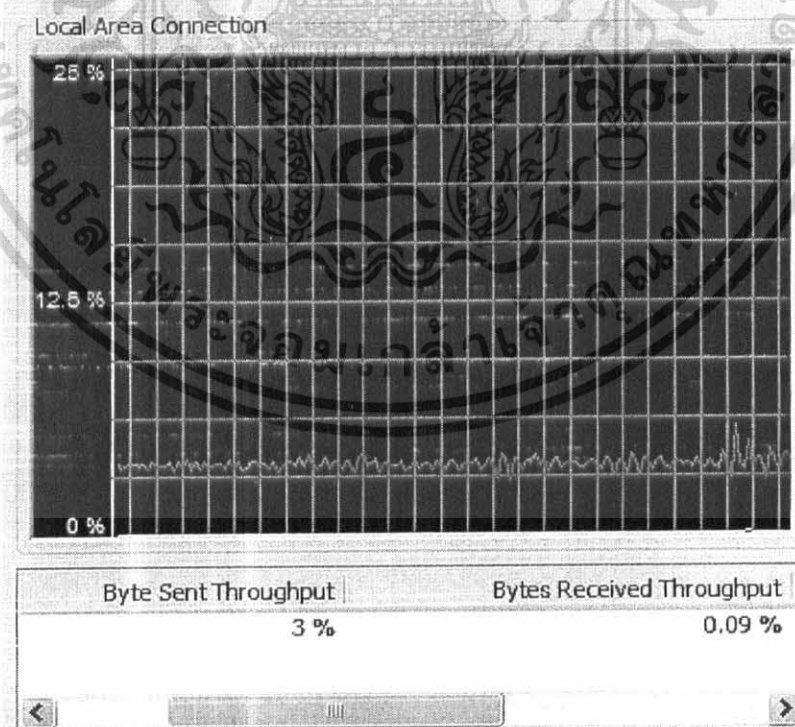
ในรูปที่ 4.8 เป็นกราฟแสดง ค่า Byte Sent Throughput (กราฟสีแดง) เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้า มาใช้บริการ 20 เครื่องผลคือ ค่า Byte Sent Throughput มีค่าประมาณ 8 % ส่วนค่า Byte receive Throughput (กราฟสีเหลือง) มีค่าประมาณ 0.20%

จำนวนเครื่องลูกข่ายที่เข้าใช้บริการ (เครื่อง)	5	10	15	20
ค่า Byte sent Throughput (เปอร์เซ็นต์)	2 %	3 %	6 %	8 %
ค่า Byte Received Throughput (เปอร์เซ็นต์)	0.04 %	0.09 %	0.15 %	0.20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

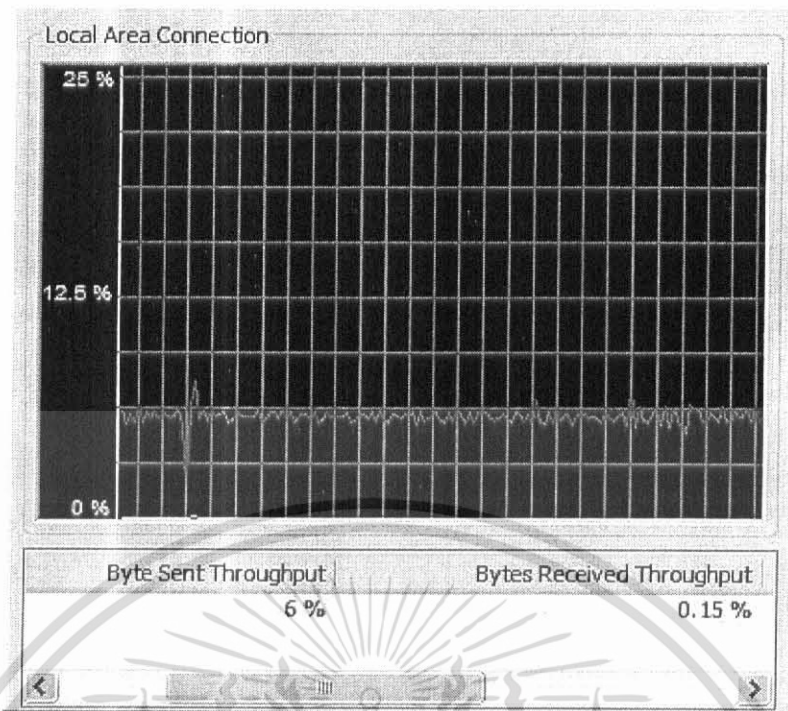


รูปที่ 4.5 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องถูกข้ายเข้ามาใช้บริการ 5 เครื่อง

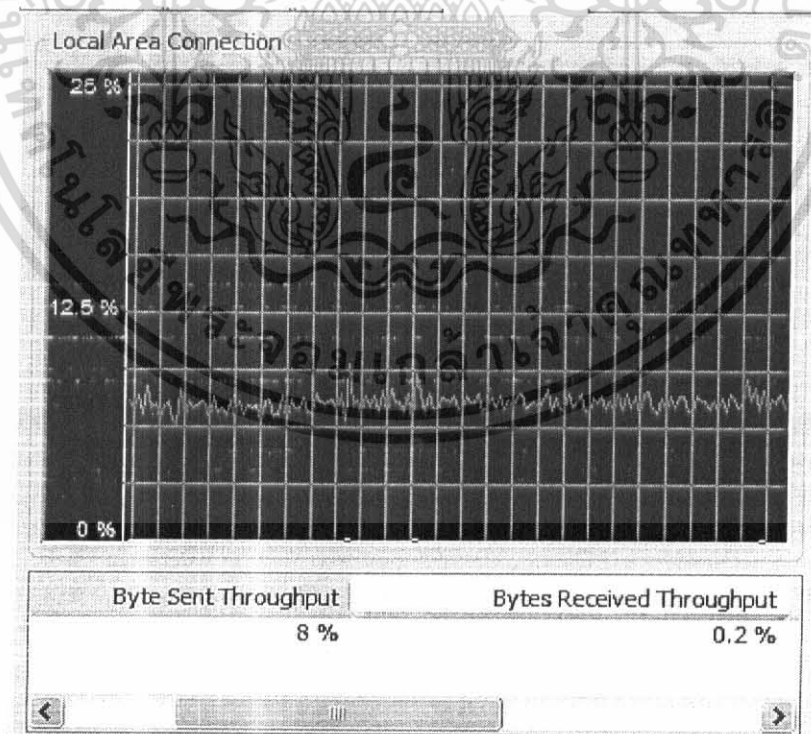


รูปที่ 4.6 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องถูกข้ายเข้ามาใช้บริการ 10 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



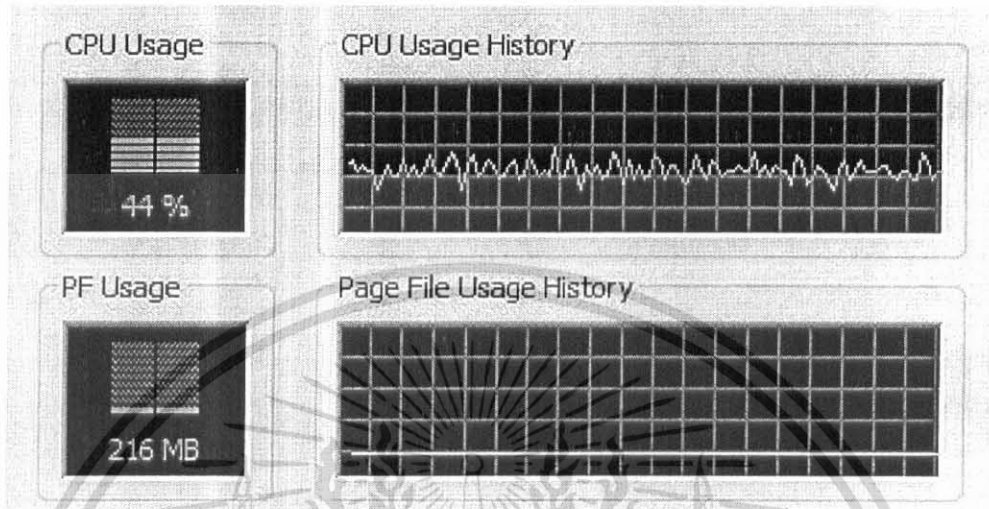
รูปที่ 4.7 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องถูกย้ายเข้ามาให้บริการ 15 เครื่อง



รูปที่ 4.8 ค่า Byte Sent Throughput เมื่อมีเครื่องถูกย้ายเข้ามาให้บริการ 20 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่า CPU Load นั้นมีค่าที่ค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับปริมาณเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาใช้บริการ 5เครื่อง, 10เครื่อง, 15เครื่อง, 20เครื่อง



รูปที่ 4.9 แสดงค่า CPU Load ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการรันโปรแกรมฝั่งผู้สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และสรุป

#### 5.1 บทสรุป

ระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือน เป็นการพัฒนาระบบงานโดยเน้นการนำไปใช้งานได้จริงเพื่อตอบสนองปัญหาของผู้ใช้งานภายในห้องเรียน เพื่อแก้ปัญหามองเห็น และมุ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ Interactive Learning คือ การศึกษาที่มุ่งเน้นให้มีการสื่อสารโต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยสิ่งสำคัญที่ต้องศึกษาค้นคว้าคือ เทคโนโลยีการส่งไฟล์วีดีโอแบบ streaming video เพื่อใช้ในการ broadcast ไฟล์วีดีโอจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้สอนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน และพื้นฐาน library Intel OpenCV เพื่อใช้ในการจับภาพผู้สอนด้วยกล้อง web-camera ทั้งยังสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่จับได้อีกด้วย ในส่วนของการออกแบบ ระบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนั้นได้กำหนดให้แบ่งออกเป็น user interface ในส่วนของผู้สอนและผู้เรียน โดยในส่วนของผู้สอนนั้น นอกจากจะมีการจับภาพกระดานไวท์บอร์ดของผู้สอนมาแสดงให้ผู้เรียนเห็นได้อย่างชัดเจนแล้วนั้น ยังได้ออกแบบให้สามารถบันทึกการสอนของผู้สอนไว้เป็นไฟล์วีดีโอ สามารถจับภาพนิ่งและจดบันทึกลงไปเป็นภาพนิ่งได้ จุดเด่นของโครงการกระดานไวท์บอร์ดเสมือนนี้ คือ มีการออกแบบให้มีการเรียนรู้แบบ interactive learning เช่น สามารถถามคำถามผู้สอนผ่านโปรแกรมได้ (แก้ปัญหาความไม่กล้าที่จะถามคำถามที่ไม่เข้าใจจากผู้สอน) มีส่วนที่ใช้ในการตอบคำถามของอาจารย์ ส่วนที่ใช้ในการแก้ไขโจทย์คำถามของอาจารย์ ส่วนฐานข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษา ในส่วนของ user interface ของผู้สอนนั้นได้ออกแบบให้มีส่วนที่ช่วยในการถามปัญหา เปิดให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งยังมีฟังก์ชันที่ช่วยในการบันทึกข้อความของผู้เรียนที่ส่งมาให้ได้ บันทึกรายชื่อผู้เข้าเรียน และข้อมูลของผู้เรียนได้ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนออกแบบขึ้นเพื่อให้สามารถมีการนำไปใช้งานจริงได้ทั้งสิ้น

#### 5.2 ปัญหาอุปสรรค และ แนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบในโครงการนี้ส่วนใหญ่คือข้อมูลภาพที่ได้มีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สามารถส่งผ่านระบบเครือข่ายได้ การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายนี้ต้องคำนึงถึง จำนวนเครื่องลูกข่าย และความเร็วในการส่ง แนวทางแก้ไขคือ การนำวิธีบีบอัดข้อมูลภาพหลายๆ รูปแบบมาทดลองใช้ เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง และเพื่อทำให้ภาพที่เครื่องลูกข่ายได้รับมีคุณภาพ การนำวิธีการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายในรูปแบบต่างๆ หลายๆ รูปแบบมาทำการทดลองรับส่งข้อมูลภาพ

วีดีโอ เพื่อหาวิธีการที่สามารถส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาต่อนั้นจะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมาจากข้อมูลที่ได้ศึกษาทดลองเอาไว้ตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งการพัฒนาในโครงการนี้นั้นกำหนดให้พัฒนาการใช้งานในชั้นเรียนขึ้นก่อนซึ่งการรับส่งข้อมูลจะเป็นการรับส่งผ่านเครือข่ายภายใน เนื่องจากเครือข่ายในชั้นเรียนจะเป็นเครือข่ายเดียวกันกับผู้สอน ซึ่งยังคงสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง แนวทางการพัฒนาต่อคือพัฒนาให้เป็นระบบที่สามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายขนาดใหญ่เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพได้ ซึ่งก็คือพัฒนาในส่วนของ E-learning ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Blaszczak , 1999, Mike “Professional MFC with Visual C++ 6”, Canada, Wrox Press
- [2] Schank, 2002, Roger C. “Designing world-class e-learning”, New York, McGraw-Hill
- [3] Horton,2006, William “E-Learning tools and technologies”, New York, Wiley Computer Publishing
- [4] Kunkel,2003, Tobias “Streaming media: technologies, standards, applications”, Chichester, J. Wiley
- [5] “A step-by-step guide to the use of the Intel OpenCV library and the Microsoft DirectShow technology”, World Wide Web:  
<http://www.site.uottawa.ca/~laganier/tutorial/opencv+directshow>
- [6] นิรุจ อำนวยศิลป์.2548. Network Programming Using C++ , กรุงเทพฯ .ThatDev.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้