การจัดการสายธารข้อมูลในสิ่งแวดล้อมของระบบกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่ม

Handling of Streaming Media in Group-based Multimedia Environment

แวซำซูดิน แวดอกอ

Waesomesudin Waedorkor

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Management of Information Technology

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการสายธารข้อมูลในสิ่งแวดล้อมของระบบกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่ม

ผู้เขียน นายแวซำซูดิน แวดอกอ

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

…….....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์)

คณะกรรมการสอบ

…….....ประธานกรรมการ

(ดร.วัชรวลี ตั้งคุปตานนท์)

…….....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์)

…….....กรรมการ

(ดร.เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการสายธารข้อมูลในสิ่งแวดล้อมของระบบกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่ม
ผู้เขียน นายแวซำซูดิน แวดอกอ
สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ มุ่งเน้นการจัดการปัญหาข้อด้อยเชิงสถาปัตยกรรมของโปรแกรมควบคุมการทำงานจากระยะไกลในชั้นเรียน ซึ่งแม้ว่าจะสามารถช่วยให้ข้อมูลบนจอภาพเครื่องผู้สอน กระจายไปแสดงยังเครื่องผู้เรียนจำนวนมากอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ยังไม่รองรับภาพมัลติมีเดียซึ่งเปลี่ยนแปลงสูงได้ และปรากฏผลเป็นส่วนมืดที่เครื่องผู้เรียนแทน การจัดการต่อปัญหาที่นำเสนอในงานวิจัยนี้โดย 1) ใช้ประโยชน์หน่วยทำงานเอเจนท์ (เพื่อไม่ต้องแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับ) ควบคุมไม่ให้ซอฟต์แวร์นี้ทำงานในช่วงเวลาที่ต้องการแสดงมัลติมีเดีย และสั่งงานให้ใช้กลไกกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ในช่วงนี้แทน และ 2) รายงานประโยชน์การใช้เทคนิคกระจายข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์ เนื่องจากช่วยลดภาระงานที่เครื่องผู้สอนและความล่าช้าในการกระจายข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญได้แล้ว ยังเอื้อให้เกิดการจัดกลุ่มส่งข้อมูลชุดเดียวกันที่อัตราเร็วต่างกันได้ ส่งผลดีต่อการบริหารทรัพยากรเครือข่ายให้เหมาะสมกับความหลากหลายของเครื่องผู้เรียนได้

คำสำคัญ: ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล, เอเจนท์, มัลติคาสท์

Thesis Title	Handling of Streaming Media in Group-based Multimedia Environment
Author	Mr. Waesomesudin Waedorkor
Major Program	Management of Information Technology
Academic Year	2008

ABSTRACT

The work in this thesis aims to handle the major weakness found in the most of classroom-based remote desktop software. Although, this sort of software is capable of streaming the lecturer's desktop to a number of remote students' machines in the efficient manner, it remain lacks the support of fast-moving multimedia and results as a black part on the remote screen instead. To mitigate this inadequacy, this paper is proposed as follows: 1) to advocate the use of agent for de-activating the remote desktop software during the need of multimedia display, and in parallel, enforcing the use of alternate way for multimedia streaming reception and views e.g. via typical broadcasting client/server, and 2) to report the efficient use of multicast packet delivery as it provides a good solution not only for minimizing the task and lag time at the server, but also allowing the multiple bit rate of the same stream to be occurred, hence improving the network resource utilization in such a way that is suitable to heterogeneity in the system.

Keywords: Remote desktop software, Agent, Multicast

สารบัญ

หน้า

สารบัญ.....(6)
รายการตาราง.....(9)
รายการภาพประกอบ.....(10)
บทที่
1. บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....5
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....5
1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานตลอดการวิจัย.....6
1.6 สถานที่ทำการวิจัยทดลอง.....7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....7
1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7
1.9 ทฤษฎีและหลักการ.....9
2. วิธีการวิจัย.....13
2.1 บทนำ.....13
2.2 การจัดการปัญหาการตัดสลับซอฟต์แวร์.....13
2.2.1 วัตถุประสงค์.....13
2.2.2 การควบคุมการทำงานซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล.....15
2.2.2.1 การควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์.....15
2.2.2.2 การควบคุมที่ไคลเอนต์.....16
2.2.3 การควบคุมการทำงานซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์สำหรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย.....16
2.2.3.1 การควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์.....16
2.2.3.2 การควบคุมที่ไคลเอนต์.....18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 การจัดการปัญหาการใช้แบนวิดส์อย่างไม่มีประสิทธิภาพ.....19
2.3.1 ปัญหาการเข้าร่วมส่วนงานแบบยูนิคาสท์.....19
2.3.1.1 ที่มาของปัญหา.....19
2.3.1.2 การจัดการปัญหาโดยใช้มัลติคาสท์.....20
2.3.2 ปัญหาความแตกต่างทางด้านไคลเอนต์.....21
2.3.2.1 ที่มาของปัญหา.....21
2.3.2.2 การจัดการปัญหาโดยใช้คุณสมบัติ Transcoding.....22
2.3.3 ปัญหาการพัฒนาโปรโตคอลสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิฟร์เวอร์.....24
2.3.3.1 ที่มาของปัญหา.....24
2.3.3.2 การจัดการปัญหาโดยใช้โปรโตคอลมาตรฐาน SIP.....25

3. ผลการวิจัย.....27
3.1 บทนำ….....27
3.2 แบบจำลองระบบ….....27
3.2.1 การพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์.....28
3.2.2 แผนภาพซอฟต์แวร์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์.....30
3.2.3 แผนภาพซอฟต์แวร์ฝั่งไคลเอนต์.....31
3.2.4 การพัฒนาซอฟต์แวร์.....32
3.3 การทดสอบเชิงประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น.....33
3.3.1 เปรียบเทียบระบบกลไกทำงานตัวกลางซอฟต์แวร์ควบคุมที่เหมาะสม.....33
3.3.1.1 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนท์แบบยูนิคาสท์.....33
3.3.1.2 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนท์แบบมัลติคาสท์.....35
3.3.2 เปรียบเทียบแบนวิดธ์ที่เหมาะสมในการกระจายข้อมูลแบบมัลติคาสท์ที่อัตราเร็วบิตต่างกัน….....38
3.3.3 เปรียบเทียบเอเจนท์โปรโตตอลมาตรฐาน SIP.....40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. บทวิจารณ์....43
4.1 บทนำ....43
4.2 การประเมินวัดความพึงพอใจต่อผู้เกี่ยวข้องระบบ....43
4.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ....43
4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล....44
4.2.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล....45
4.2.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ....46
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....46

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ....50
5.1 สรุปผลการวิจัย....50
5.2 ข้อเสนอแนะและงานในอนาคต....50
บรรณานุกรม....51
ภาคผนวก....53
ภาคผนวก ก : ผลงานวิจัยตีพิมพ์....54
ภาคผนวก ข : ตัวอย่างแบบสอบถาม....59
ภาคผนวก ค : คู่มือการติดตั้งและใช้งาน....61
ประวัติผู้เขียน....69

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	แสดงระยะเวลาดำเนินงาน	6
2.1	เปรียบเทียบการทำงานโปรโตคอลสื่อสาร	24
3.1	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์	28
3.2	ตัวอย่างกลุ่มมัลติคาสท์สำหรับรับข้อมูลมัลติมีเดีย	38
4.1	การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร 27 คน	46
4.2	ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมต่องานวิจัย	48

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	เปรียบเทียบจอแสดงผลมัลติมีเดียเมื่อใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล	1
1.2	แสดงตัวอย่างของการกระจายข้อมูล	2
1.3	การสื่อสารข้อมูลแบบกลุ่มด้วยโปรโตคอล IP Multicast	2
1.4	กราฟแสดงข้อมูลการใช้แบนด์วิดท์	2
1.5	เครือข่ายที่มีอุปกรณ์ไคลเอนต์หลากหลายแบบผสม	3
1.6	แนวทางในการจัดการปัญหาข้อด้อยของกลไกการกระจายข้อมูลกลุ่มแบบมัลติคาสท์	4
1.7	แสดงการทำงานของ RFB โปรโตคอลซึ่งถูกนำมาใช้ในโปรแกรม iTALC	9
1.8	การใช้คำสั่งเพื่อสั่งการจากระยะไกลไปประมวลผลที่เครื่องไคลเอนต์	9
1.9	แผนภาพระบบสื่อสารสายธารข้อมูลมัลติมีเดียของโปรแกรม VLC	10
1.10	แสดงลำดับแพ็กเก็ตสื่อสารข้อมูลมัลติมีเดียแบบมัลติคาสท์	11
2.1	แนวความคิดของการจัดการปัญหาตัดสลับซอฟต์แวร์	14
2.2	โปรแกรม iTALC ฝั่งควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์	15
2.3	โปรแกรม iTALC ฝังตัวที่ไคลเอนต์	16
2.4	การส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบวินโดส์อินเตอร์เฟส	17
2.5	คำสั่งการส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบ Command line	17
2.6	การรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบวินโดส์อินเตอร์เฟส	18
2.7	คำสั่งสคริปต์เพื่อควบคุมโปรแกรม VLC ฝั่งเครื่องผู้เรียน	19
2.8	ลำดับการทำงานการเข้าร่วมส่วนงานแบบยูนิคาสท์	20
2.9	การเข้าร่วมส่วนงานแบบมัลติคาสท์	21
2.10	การเข้าร่วมส่วนงานแบบแบ่งกลุ่มย่อยรับข้อมูลแบบมัลติคาสท์	22
2.11	แสดงวิธีการบีบอัดข้อมูล Codec ด้วยกระบวนการ Transcode ผ่านโปรแกรม VLC	23
2.12	การใช้โปรโตคอลมาตรฐาน SIP เพื่อเข้าร่วมส่วนงานแบบมัลติคาสท์	26

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
3.1	แบบจำลองระบบ	27
3.2	Use Case Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์	30
3.3	Sequence Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์	30
3.4	Use Case Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งไคลเอนต์	31
3.5	Sequence Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งไคลเอนต์	31
3.6	แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก	32
3.7	แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรม PJSIP	33
3.8	โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบยูนิคาสท์	34
3.9	แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมวนรอบส่งข้อมูลแบบยูนิคาสท์	34
3.10	กราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบยูนิคาสท์	35
3.11	โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบมัลติคาสท์	36
3.12	แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมการประกาศกลุ่มและส่งข้อมูลแบบมัลติคาสท์	37
3.13	กราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบมัลติคาสท์	37
3.14	เปรียบเทียบเอเจนท์แบบมัลติคาสท์เครื่องไคลเอนต์	38
3.15	เปรียบเทียบอัตราเร็วบิตการส่งข้อมูลมัลติมีเดียชุดเดียวกัน	39
3.16	โปรแกรมปรับปรุงการจัดกลุ่มรับข้อมูลเอเจนท์ไคลเอนต์แบบมัลติคาสท์	39
3.17	การเพิ่มโปรโตคอลมาตรฐาน SIP ในเอเจนท์แบบมัลติคาสท์	40
3.18	เปรียบเทียบโปรเจคเอเจนท์ก่อนและหลังการปรับปรุง PJSIP Library	41
3.19	แสดงส่วนการกำหนดค่าเริ่มต้นโปรโตคอลมาตรฐาน SIP	41
3.20	แสดงลำดับแพ็กเก็ตของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์โปรโตคอลมาตรฐาน SIP	42

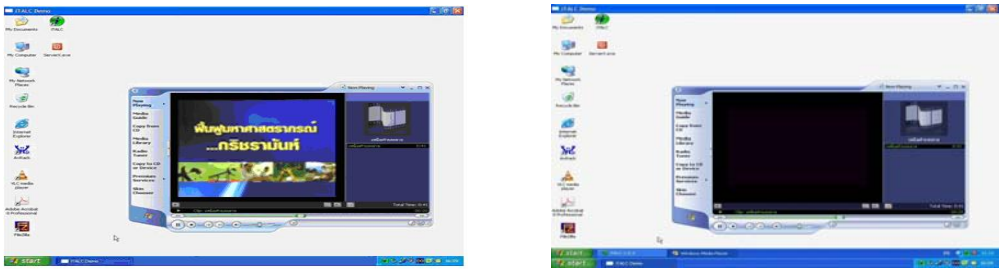
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

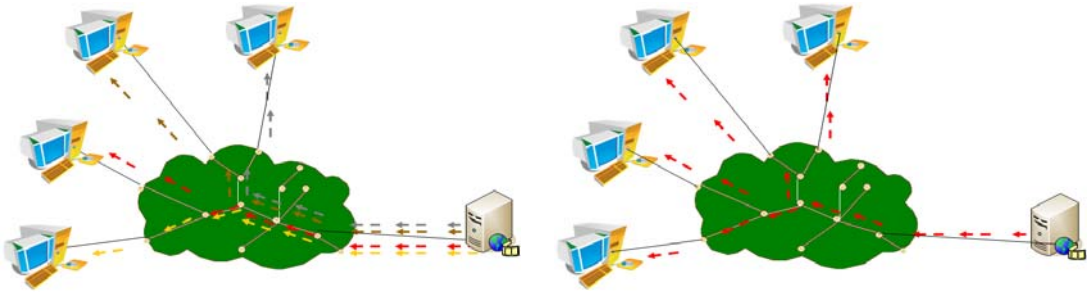
ซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล ภายในชั้นเรียน เช่น iTALC [11] จัดเป็นเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ช่วยการควบคุมจากระยะไกล (Remote desktop Software) โดยทำให้ข้อมูลที่ปรากฏบนจอภาพของเครื่องผู้สอนกระจายไปแสดงผลยังเครื่องผู้เรียนจำนวนมากได้ คล้ายคลึงกับซอฟต์แวร์ในตระกูล VNC (Virtual network computer) ทั่วไป [12, 13] แต่เพิ่มการควบคุมอุปกรณ์อินพุตของเครื่องผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงบนจอภาพของเครื่องผู้สอนจะมีไม่มากนัก เช่น จากภาพแอนิเมชั่น (Animation) ของสไลด์งาน เป็นต้น แต่ก็ไม่ควรเป็นภาพมัลติมีเดีย (Multimedia) มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาทางเครื่องผู้เรียนขึ้นได้ โดยปรากฏผลลัพธ์เป็นบริเวณมืดบนเครื่องของผู้เรียน ในส่วนที่เป็นพื้นที่ของภาพมัลติมีเดียบนเครื่องผู้สอน ดังแสดงเป็นตัวอย่างในรูปที่ 1.1 ในปัจจุบัน ปัญหาดังกล่าวยังคงไม่มีการจัดการ/แก้ไข ส่งผลทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอนผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม iTALC อย่างน่าเสียดาย

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มเติม/ดัดแปลงเพื่อให้โปรแกรม iTALC จัดการปัญหาข้างต้นได้นั้น แม้ว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถทำได้ แต่จะสิ้นเปลืองทรัพยากรเวลาและบุคคลมาก แนวทางที่น่าสนใจคือ การนำซอฟต์แวร์จัดการแสดงผลภาพมัลติมีเดียแบบสายธารข้อมูล (Multimedia Streaming) ผ่านเครือข่ายที่มีใช้งานกันโดยแพร่หลายเข้ามาช่วยงาน ปัญหาวิจัยในประเด็นนี้ คือ การจัดการบริหาร/ประสานงานการควบคุมเพื่อให้ซอฟต์แวร์ทั้งสองสามารถเสริมกันได้อย่างเหมาะสม และสอดประสานกัน ทั้งทางด้านเครื่องผู้สอนและเครื่องผู้เรียน



(ก) ทางฝั่งเครื่องผู้สอน (ข) ทางฝั่งเครื่องผู้เรียน

รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบจอแสดงผลมัลติมีเดียเมื่อใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล



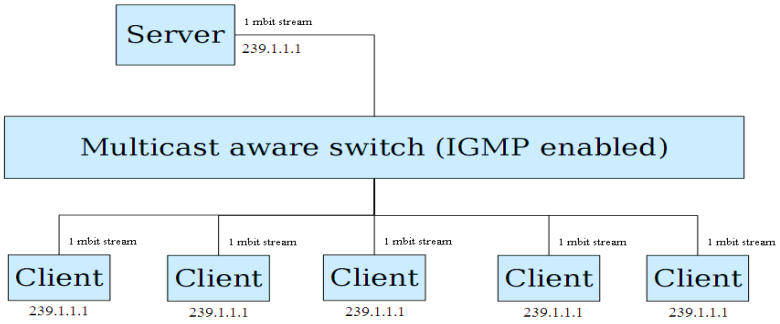
(ก) (ข)

รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างของการกระจายข้อมูล (ก) แบบยูนิคาสท์ และ (ข) แบบมัลติคาสท์

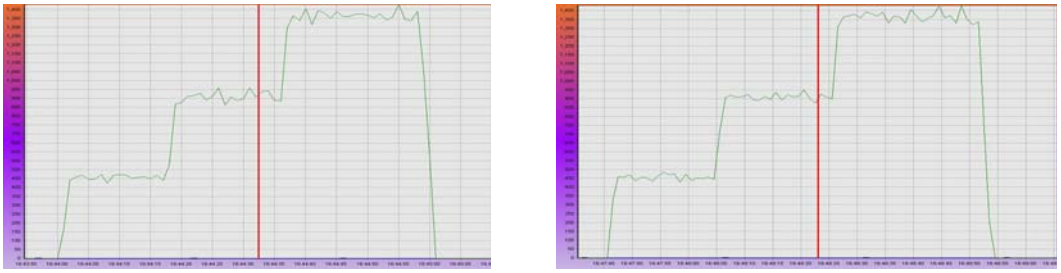
นอกจากนั้น หากพิจารณาถึงวิธีการส่งข้อมูลภาพมัลติมีเดียแบบสายธารข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายในซอฟต์แวร์ทั่วไปนั้น แม้ว่าจะสามารถดำเนินการได้หลายลักษณะ เช่น

- แบบยูนิคาสท์ (Unicast) ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) กับไคลเอนต์ (Client) คู่หนึ่ง ๆ หรือ
- แบบมัลติคาสท์ (Multicast) ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับไคลเอนต์หลายเครื่องในคราวเดียวกัน (ดังแสดงในรูปที่ 1.2)

อย่างไรก็ตาม การกระจายแบบมัลติคาสท์ จะเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่ม (Group-based Multimedia Environment) มากกว่าการกระจายแบบยูนิคาสท์ โดยนิยมใช้การกระจายข้อมูลแบบ Connectionless ด้วยโปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ในระดับชั้นลำเลียงข้อมูล และโปรโตคอลไอพีมัลติคาสท์ (IP Multicast [6, 7]) สำหรับกระจายข้อมูลแบบ One-to-many ในระดับชั้นเครือข่าย ให้กับสมาชิกของกลุ่ม (ซึ่งดำเนินการผ่านโปรโตคอล IGMP ก่อนหน้านั้นแล้ว) ดังแสดงเป็นแผนภาพในรูปที่ 1.3 จึงสามารถประหยัดการใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของเครือข่ายลงได้อย่างมาก อย่างไรก็ตาม กลไกทำงานมัลติคาสท์นี้มีข้อด้อยที่เครื่องไคลเอนต์ภายในกลุ่มจำเป็นจะต้องมีสมรรถนะที่ใกล้เคียงกัน (Homogeneous Environment) เพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์ในระดับที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันที่เครื่องไคลเอนต์ทุก ๆ เครื่องภายในกลุ่ม (ดูรูปที่ 1.4)

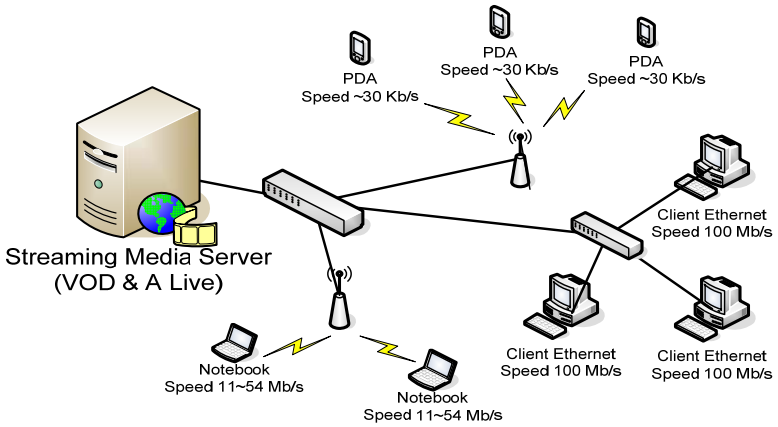


รูปที่ 1.3 การสื่อสารข้อมูลแบบกลุ่มด้วยโปรโตคอล IP Multicast



(ก) (ข)

รูปที่ 1.4 กราฟแสดงข้อมูลการใช้แบนด์วิดท์ที่ (ก) เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ (ข) เครื่องไคลเอนต์



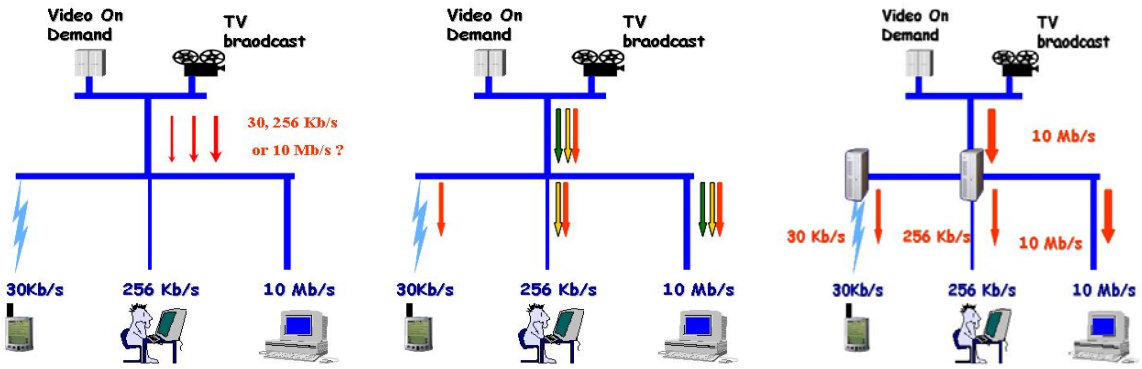
รูปที่ 1.5 เครือข่ายที่มีอุปกรณ์ไคลเอนต์หลากหลายแบบผสม

ดังนั้น เพื่อให้กลไกการกระจายข้อมูลกลุ่มแบบมัลติคาสท์ข้างต้น สามารถทำงานได้ภายในสภาพแวดล้อมของเครือข่ายหลากหลายแบบผสม (Heterogeneous Network) ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายและไคลเอนต์หลายที่แตกต่างกัน (ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.5) ได้มีงานวิจัยเผยแพร่จำนวนมาก [9] นำเสนอแนวทางที่จะจัดการข้อด้อยข้างต้นนี้ ซึ่งจำแนกออกได้เป็นสามลักษณะดังต่อไปนี้

- แนวทางการแก้ปัญหาที่เซิร์ฟเวอร์ (Server-based Approach) ใช้การบีบอัดข้อมูลมัลติมีเดีย (Video Compression) ด้วยตัวเข้ารหัส (Codec) แบบต่าง ๆ เพื่อจะกระจายข้อมูลด้วยอัตราเร็วบิตที่เหมาะสม เพื่อให้สมาชิกทั้งหมดสามารถนำไปใช้งานได้ อย่างไรก็ตาม แนวทางนี้จะมีปัญหาในการเลือกระดับอัตราเร็วบิตที่เหมาะที่สุดในหนึ่งสายธารข้อมูล (ดังแสดงในรูปที่ 1.6 (ก)) ทั้งนี้เนื่องจากหากเลือกอัตราเร็วบิตที่ต่ำสุดเพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ที่มีสมรรถนะต่ำสุดสามารถนำไปใช้งานได้ ก็จะทำให้เกิดปัญหาการใช้เครือข่ายไม่เต็มประสิทธิภาพ (Under-utilization) และปัญหาการด้อยคุณภาพของข้อมูลมัลติมีเดีย ณ เครื่องไคลเอนต์ที่ต่ออยู่กับเครือข่ายย่อยที่มีความเร็วสูงกว่าด้วย

- แนวทางการแก้ปัญหาที่เครื่องไคลเอนต์ (Client-based Approach) โดยเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลออกมาหนึ่งชุดแบบหลายชั้น (Multi-layer) ซึ่งแต่ละชั้นจะประกอบด้วยข้อมูลที่มีการใช้ตัวเข้ารหัสที่แตกต่างกัน ดังนั้นเครื่องไคลเอนต์จะเป็นผู้เลือกนำข้อมูลจากเฉพาะระดับชั้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้งานเอง (ดังแสดงในรูปที่ 1.6 (ข)) แม้ว่าแนวทางนี้จะมีข้อดีที่กลไกทำงานทางด้านเซิร์ฟเวอร์ไม่ต้องสนใจเรื่องความสามารถในการรับข้อมูลทางด้านเครื่องไคลเอนต์เลย เพียงแต่พิจารณาจำนวนระดับชั้นที่เหมาะสมในการส่งต่อความจุของเครือข่ายเท่านั้น แต่ข้อเสีย คือ ต้องการซอฟต์แวร์เฉพาะทาง เพื่อให้สามารถอ่านและเลือกรับข้อมูลจากระดับชั้นต่าง ๆ ได้
- แนวทางการแก้ปัญหาที่เครือข่าย (Network-based Approach) เป็นแนวทางที่นำเซิร์ฟเวอร์ตัวแทน (Proxy) เข้ามาช่วยงาน เพื่อลดภาระด้านการบีบอัดข้อมูลมัลติมีเดียหลากหลายรูปแบบ โดยเซิร์ฟเวอร์จะทำงานเพื่อส่งข้อมูลที่อัตราเร็วบิตสูงสุดเพียงแต่ค่าเดียว แต่ที่อัตราเร็วบิตอื่น ๆ จะเป็นหน้าที่ของเซิร์ฟเวอร์ตัวแทนอื่นตามจำนวนที่ต้องการ (ดังแสดงในรูปที่ 1.6 (ค)) แนวทางนี้แม้ว่าจะมีข้อดีด้านรองรับอัตราเร็วบิตที่เหมาะสมกับจำนวนกลุ่มของเครื่องไคลเอนต์ที่ต้องการ แต่ก็จะสิ้นเปลืองทรัพยากรเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตัวแทน และภาระการบำรุงรักษาตามไปด้วย

ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาข้อด้อยของกลไกการกระจายข้อมูลกลุ่มแบบมัลติคาสท์ข้างต้น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมภายในสิ่งแวดล้อมของระบบกระจายข้อมูลแบบกลุ่มภายในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม เช่น ในชั้นเรียนขนาดกลางขึ้นไป ซึ่งเซิร์ฟเวอร์มีหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ (1) การกระจายสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย และ (2) การนำข้อมูลที่ปรากฏบนจอภาพของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ไปแสดงผลยังเครื่องไคลเอนต์จำนวนมาก โดยใช้โปรแกรมบริการสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย และโปรแกรมควบคุมจากระยะไกลตามลำดับ



(ก) การแก้ปัญหาที่เซิร์ฟเวอร์ (ข) การแก้ปัญหาที่ไคลเอนต์ (ค) การแก้ปัญหาที่เครือข่าย

รูปที่ 1.6 แนวทางในการจัดการปัญหาข้อด้อยของกลไกการกระจายข้อมูลกลุ่มแบบมัลติคาสท์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อนำเสนอกลไกทำงานที่เหมาะสมในการควบคุมให้โปรแกรมประเภท Remote desktop และโปรแกรมแบบสายธารข้อมูลผ่านเครือข่าย ซึ่งติดตั้งภายในเครื่องเซิร์ฟเวอร์เดียวกัน สามารถทำงานประสานจังหวะกันได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวมัลติมีเดียที่ถูกต้องบนจอภาพของเครื่องไคลเอนต์

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการกระจายข้อมูลสายธารมัลติมีเดียแบบเวลาจริง จากโปรแกรมประเภทแบบสายธารข้อมูลผ่านเครือข่าย ในลักษณะกลุ่มแบบมัลติคาสท์ ภายในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาและพัฒนากลไกทำงานและรูปแบบคำสั่งภายในโปรโตคอลให้สัญญาณ (Signaling Protocol) ที่จะใช้สื่อสารระหว่างตัวกลางซอฟต์แวร์ (Agent) ที่อยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์และบนเครื่องไคลเอนต์ เพื่อควบคุมให้โปรแกรม Remote desktop (iTALC) และโปรแกรม Streaming Server (VLC) สามารถทำงานได้อย่างสอดประสานกัน

1.3.2 ศึกษาเปรียบเทียบแนวทางต่าง ๆ และพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดข้อจำกัดของระบบเช่น ข้อจำกัดจำนวนแบนด์วิดท์ ข้อจำกัดจำนวนไคลเอนต์ เพื่อการกระจายสายธารข้อมูลมัลติมีเดียแบบเวลาจริง จากโปรแกรมประเภท Streaming Server (VLC) ในลักษณะกลุ่มแบบมัลติคาสท์ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ไคลเอนต์ที่แตกต่างกันภายในเครือข่ายหลากหลายแบบผสมที่อยู่บนเครือข่ายเดียวกัน

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องกลไกทำงาน และรูปแบบคำสั่งควบคุมสำหรับสั่งงานโปรแกรม iTALC จากระยะไกล

1.4.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องโปรโตคอลให้สัญญาณ และกลไกทำงานเพื่อควบคุมการกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่มมัลติคาสท์ ด้วยอัตราเร็วบิตที่แตกต่างกันภายในโปรแกรม VLC

1.4.3 ออกแบบ พัฒนา และทดสอบตัวกลางซอฟต์แวร์ด้วยโปรโตคอลให้สัญญาณที่พิจารณาในการส่งคำสั่งเพื่อควบคุมโปรแกรม iTALC และ VLC จากระยะไกล

1.4.4 ออกแบบ พัฒนาและทดสอบการกระจายข้อมูลมัลติมีเดียบนสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ เช่น ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ ทรัพยากรเครือข่าย เป็นต้น

1.4.5 พัฒนา และทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างตัวกลางซอฟต์แวร์ด้วยโปรโตคอลให้สัญญาณ และการกระจายข้อมูลมัลติมีเดียบนสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานตลอดการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงาน เมษายน พ.ศ. 2551 - เมษายน พ.ศ. 2552

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอนที่	เดือน												
	2551									2552			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
1. ศึกษากลไกทำงานของ iTALC และ VLC	←	→											
2. ศึกษาโปรโตคอลให้สัญญาณและกลไกทำงานมัลติคาสท์แบบปรับเปลี่ยนอัตราเร็วบิต			←	→									
3. พัฒนาตัวกลางควบคุมซอฟต์แวร์ iTALC และ VLC				←	—	→							
4. ศึกษา/พัฒนากลไกควบคุมการทำงานระบบในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม						←	—	—	→				
5. ทดสอบระบบโดยรวมและปรับปรุงเชิงประสิทธิภาพ									←	→			
6. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์					←	—	—	—	—	—	—	—	→

1.6 สถานที่ทำการวิจัยทดลอง

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 กลไกทำงานที่เหมาะสมต่อการควบคุมให้โปรแกรมประเภท Remote desktop และโปรแกรม Streaming Server สามารถทำงานได้อย่างสอดประสานกัน ทั้งทางด้านเซิร์ฟเวอร์ และด้านไคลเอนต์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการแสดงผลข้อมูลมัลติมีเดียแบบเวลาจริงที่ถูกต้องบนเครื่องไคลเอนต์

1.7.2 แนวทางที่เป็นไปได้ในการกระจายข้อมูลสายธารมัลติมีเดียแบบเวลาจริงอย่างมีประสิทธิภาพ จากโปรแกรมประเภท Streaming Server ในลักษณะกลุ่มแบบมัลติคาสท์ ภายในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.8.1 งานวิจัยเรื่อง การจัดกลุ่มในอาร์ทีพีเซสชั่นเพื่อปรับปรุงการใช้อาร์ทีซีพีแบนด์วิดท์ [1]
โดย วรเทพ กาญจนชม และพิสิษฐ์ ชาญเกียรติก้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดในการจัดการปัญหาโปรโตคอล RTP (Real-time Transport Protocol) ขณะกระจายข้อมูลจากเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องไคลเอนต์จำนวนมาก โดยปกติโปรโตคอล RTP จะทำงานควบคู่กับโปรโตคอล RTCP (RTP Control Protocol) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างที่มีการรับส่งข้อมูล เมื่อไคลเอนต์เพิ่มจำนวนมากขึ้นข้อจำกัดของ RTCP แบนด์วิดท์อาจไม่เพียงพอและก่อให้เกิดปัญหาในสภาพการทำงานจริงหลายประการ จากนั้นได้นำเสนอวิธีจัดกลุ่มไคลเอนต์เป็นแบบลำดับชั้น เพื่อช่วยการกระจายภาระงานออกจากแบบเดิมที่มีเพียงผู้รับผิดชอบเดียวเท่านั้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้รายงานประสิทธิภาพที่ปรับปรุงขึ้น และเสนอแนะว่าสามารถจะนำไปใช้เพื่อรองรับจำนวนไคลเอนต์ที่เพิ่มมากขึ้นได้อย่างเหมาะสม

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ทำให้ได้ทราบถึงการใช้ประโยชน์ของโปรโตคอล RTP และ RTCP ในการกระจายข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องไคลเอนต์โดยใช้โปรแกรม VLC ซึ่งจะได้นำมาใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับวิทยานิพนธ์นี้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณทราฟฟิก ในกรณีทดสอบต่าง ๆ ของงานวิทยานิพนธ์นี้จะไม่ทำให้เครือข่ายเกิดความคับคั่ง แต่ก็สามารถเป็นแนวทาง

จัดการที่เหมาะสมต่อปัญหาเครือข่ายในยามที่มีความคับคั่งสูงได้ เมื่อมีปริมาณทราฟฟิกมากเกินกว่าภาวะโหลดปกติของเครือข่าย

1.8.2 งานวิจัยเรื่อง การออกแบบวิธีการควบคุมความคับคั่งในระบบการสื่อสารแบบมัลติคาสท์เพื่อสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียและฐานข้อมูลแบบกระจาย [2]

โดย สมนึก พ่วงพรพิทักษ์

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการควบคุมความคับคั่ง ของการกระจายข้อมูลแบบมัลติคาสท์ โดยพิจารณาถึงประเด็นเหล่านี้ เช่น ความสามารถในการขยายขนาด ความรวดเร็วในการสนองตอบต่อความคับคั่ง ความรวดเร็วในการปรับเปลี่ยนจำนวนชั้นในการใช้แบนด์วิดท์ ความยุติธรรมในการแบ่งสรรแบนด์วิดท์ ความมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์เครือข่าย และความง่ายของการนำไปใช้งาน นอกจากนั้น งานวิจัยนี้ยังได้รายงานปัญหาเรื่องความไม่เป็นธรรม (Unfairness) ในการแข่งขันการใช้ทรัพยากรเครือข่ายระหว่างโปรโตคอล UDP ที่ใช้ในทราฟฟิกของมัลติมีเดียต่อโปรโตคอล TCP ที่ใช้ในโปรแกรมอื่น ๆ ทั่วไป เมื่อนำประเด็นทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม สำหรับการกระจายสายธารข้อมูลมัลติมีเดียแบบเวลาจริงภายในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ เกี่ยวกับการออกแบบวิธีการควบคุมความคับคั่งในระบบการสื่อสารแบบมัลติคาสท์เพื่อสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียแบบกระจาย ในสภาวะการทำงานที่มีความหลากหลายของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย ซึ่งเทคนิควิธีของการ Transcode สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อการออกแบบกลไกทำงาน เพื่อการใช้ทรัพยากรเครือข่ายสำหรับการส่งทราฟฟิก (Traffic) ข้อมูลมัลติมีเดียแบบมัลติคาสท์อย่างมีประสิทธิภาพ

1.8.3 งานวิจัยเรื่อง Adaptive Media Streaming Using Self-reconfigurable Proxies [5]

โดย O. Layaida และคณะ

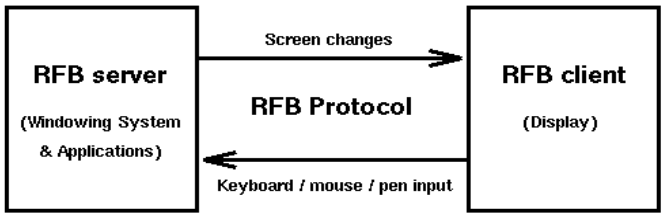
งานวิจัยนี้เสนอแนวความคิดในการส่งข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยให้ดำเนินการผ่านกระบวนการปรับแต่งข้อมูลเพื่อให้มีอัตราเร็วบิตที่เหมาะสม (Adaptive Data Rate) กับสภาวะความคับคั่งในเครือข่าย ก่อนที่จะส่งออกไปยังไคลเอนต์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความผิดเพี้ยน (Loss) น้อยที่สุด วิธีดำเนินการทำโดยนำเซิร์ฟเวอร์ตัวแทน (Proxy) เข้ามาช่วยปรับแต่งข้อมูล ผ่านกระบวนการกลไกทำงานภายในเซิร์ฟเวอร์ตัวแทนนี้ และมีการนำเสนอวิธีการปรับปรุงขั้นตอนการเข้ารหัสใหม่ให้ดีขึ้นกว่าเดิม วิธีการนี้ทำให้สามารถรองรับอัตราเร็วบิตที่เหมาะสมกับจำนวนกลุ่มของเครื่องไคลเอนต์ที่ต้องการ แต่ก็จะสิ้นเปลืองทรัพยากรเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตัวแทน

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ เป็นเรื่องการนำเซิร์ฟเวอร์ตัวแทนเข้ามาใช้ประโยชน์ เพื่อลดจำนวนกลุ่มมัลติคาสท์ภายในลง และโอนหน้าที่ในการส่งข้อมูลที่อัตราเร็วบิตต่ำ ๆ ให้กับเซิร์ฟเวอร์ตัวแทน ดังนั้น จึงภาวะความคับคั่งของงานที่เซิร์ฟเวอร์จึงลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

1.9 ทฤษฎีและหลักการ

1.9.1 โปรแกรมควบคุมจากระยะไกล

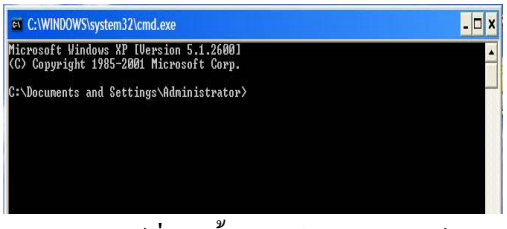
โดยพื้นฐานแล้ว โปรแกรมควบคุมจากระยะไกลจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างเช่น โปรแกรมโอเพ่นซอร์ส iTALC หรือโปรแกรมต่าง ๆ ในตระกูล VNC เช่น TightVNC และ UltraVNC เป็นต้น ล้วนพัฒนามาจากโปรโตคอล RFB (Remote frame buffer protocol) [10] ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานโดยสังเขป ได้ตามแผนภาพในรูปที่ 1.7 โดย การติดต่อสื่อสารระหว่าง IMA กับ ICA จะใช้การสร้างพอร์ตขึ้นมาเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกัน การส่งข้อมูลตรงนี้ไม่เฉพาะแต่ข้อมูลที่เป็น Screen เท่านั้น แต่ยังสามารถส่งข้อมูลเป็นคำสั่งพื้นฐานของระบบปฏิบัติการที่เครื่องไคลเอนต์ทำงานอยู่ เพื่อส่งไปประมวลผลที่ด้านของเครื่องไคลเอนต์ในลักษณะคำสั่งควบคุมจากระยะไกลได้ การสั่งลักษณะนี้จะใช้การพิมพ์โดยตรงผ่านโปรแกรมยูทิลิตี้ (Execute Command Line) จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ที่มาพร้อมกับการติดตั้งโปรแกรม (ดูรูปที่ 1.8)



iTALC Master Application (**IMA**) iTALC Client Application (**ICA**)

รูปที่ 1.7 แสดงการทำงานของ RFB โปรโตคอลซึ่งถูกนำมาใช้ในโปรแกรม iTALC

(ก) ไดอะล็อกของโปรแกรม Execute command ที่เซิร์ฟเวอร์เพื่อสั่งคำสั่งควบคุม cmd.exe ให้ไปประมวลผลที่ไคลเอนต์

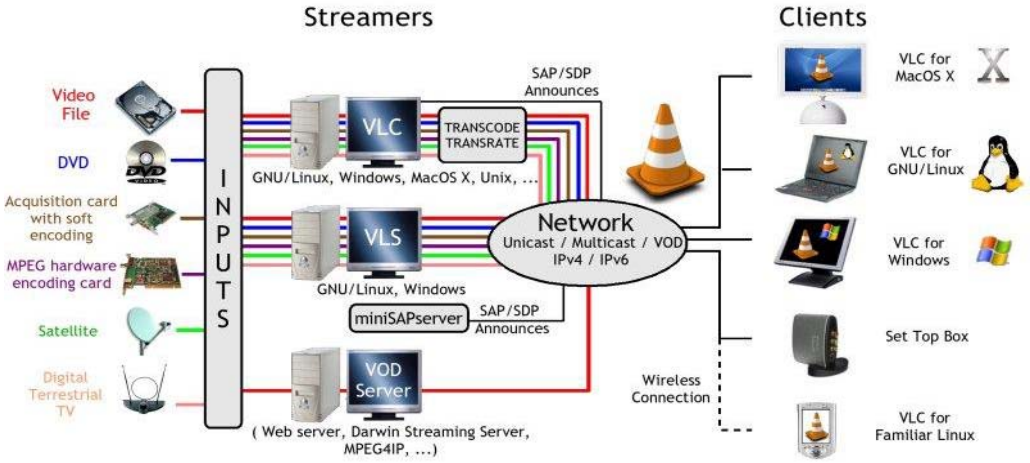


(ข) ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นทางด้านไคลเอนต์จากคำสั่งควบคุมระยะไกลใน (ก)

รูปที่ 1.8 การใช้คำสั่งเพื่อสั่งการจากระยะไกลไปประมวลผลที่เครื่องไคลเอนต์

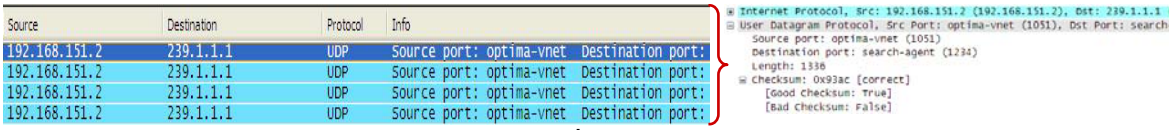
1.9.2 โปรแกรมบริการสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย

ปัจจุบันโปรแกรมสำหรับให้บริการสายธารข้อมูลมัลติมีเดียมีผู้พัฒนามากมาย แต่ในวิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาเฉพาะซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส VLC ของกลุ่ม VideoLAN [14] ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นของระบบสูง โดยทำงานได้กับระบบปฏิบัติการหลายประเภท และรูปแบบสายธารข้อมูลมัลติมีเดียจากไฟล์ เช่น MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 หรือ DVDs เพื่อกระจายภายในเครือข่ายทั้งแบบคู่เดี่ยว (Unicast) และแบบกลุ่ม (Multicast) ด้วยโปรโตคอลหลายแบบ เช่น HTTP, MMS, UDP และ RTP เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.9 อย่างไรก็ตาม โปรแกรม VLC นี้นอกจากจะทำงานได้ทางด้านเซิร์ฟเวอร์แล้ว ยังสามารถทำงานด้านไคลเอนต์ได้อีกด้วย ซึ่งจะทำการถอดรหัส (Decode) สายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่รับเข้ามา เพื่อแสดงข้อมูลภาพและเสียงต่อไป

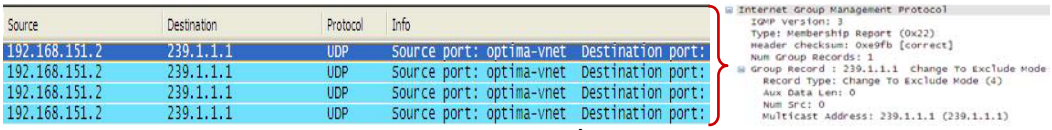


รูปที่ 1.9 แผนภาพระบบสื่อสารสายธารข้อมูลมัลติมีเดียของโปรแกรม VLC

โดยปกติแล้ว การทำมัลติคาสท์ข้อมูลจะมีเพียง 1 กลุ่ม และเครื่องไคลเอนต์ที่ต้องการรับข้อมูลจะต้องสมัครเข้าร่วมกลุ่ม (Join Group) ก่อนโดยใช้โปรโตคอล IGMP จากนั้นจึงจะได้รับข้อมูลที่ส่งมาจากเซิร์ฟเวอร์ด้วยโปรโตคอล UDP จากหมายเลยไอพีมัลติคาสท์ 239.1.1.1 ดังที่เห็นได้จากลำดับของแพ็กเก็ตสื่อสารตามรูปที่ 1.10 ดังนั้น โดยหลักการแล้ว หากใช้การกระจายข้อมูลแบบกลุ่ม (เพื่อความรวดเร็วในการกระจายข้อมูล และลดภาระทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ พร้อมการประหยัดทรัพยากรเครือข่าย) โดยการสร้างกลุ่มมัลติคาสท์ได้มากกว่า 1 กลุ่ม และกำหนดให้ใช้อัตราเร็วบิตที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม (ตามการเข้ารหัสที่ต่างกัน) คาดว่าจะสามารถช่วยให้อุปกรณ์ด้านไคลเอนต์สมัครเลือกร่วมกลุ่มตามที่เหมาะสมได้



(ก) IGMP ลำดับแพ็กเก็ตที่เซิร์ฟเวอร์และรายละเอียด



(ข) IGMP ลำดับแพ็กเก็ตที่ไคลเอนต์และรายละเอียด

รูปที่ 1.10 แสดงลำดับแพ็กเก็ตสื่อสารข้อมูลมัลติมีเดียแบบมัลติคาสท์

1.9.3 เอเจนท์ (Agent)

เอเจนท์หรือตัวกลางซอฟต์แวร์ เป็นหน่วยโปรแกรมทำงานเสริมจะทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวแทนให้กับหน่วยทำงานหลักอื่น ๆ เพื่อช่วยการจัดการ ควบคุม หรือสั่งการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนและระบบที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว เทคนิคการนำเอเจนท์เข้ามาช่วยงานภายในระบบนี้ได้นำมาใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ กัน อย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น

1. งานวิจัยเรื่อง เอเจนท์ลอจิกไดอารี่บนเว็บ [3] โดย เดือนเพ็ญ สัณฐิติธรรม ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เอเจนท์ DCA (Diary Change Agent) กับ FTA (Free Time Agent) เพื่องานระบบลอจิกไดอารี่บนเว็บ โดยทำหน้าที่สองส่วน คือ ส่วนสำหรับการเฝ้าดูและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของไดอารี่ และอีกส่วนสำหรับการค้นหาเวลาว่างจากไดอารี่ผู้ใช้ลอจิกไดอารี่บนเว็บ เพื่อจัดการไดอารี่และตารางนัดเป็นไปอย่างอัตโนมัติได้

2. งานวิจัยเรื่อง โครงสร้างสนับสนุนการทำงานแบบเอเจนท์อย่างง่าย สำหรับประยุกต์บนเว็บ: กรณีตัวอย่างประยุกต์การพาณิชย์อีเล็กทรอนิกส์ [4] โดย สันติ โชติแก้ว ได้นำเทคโนโลยีเอเจนท์มาใช้จำนวนหลายตัวภายในระบบ ซึ่งเรียกว่า ระบบมัลติเอเจนท์ มาช่วยการดำเนินงานพาณิชย์อีเล็กทรอนิกส์ โดยเอเจนท์แต่ละตัว จะรับผิดชอบหน้าที่ประมวลผลเชิงธุรกิจ (Business Logic) ควบคุม และแสดงผล ตามลำดับ พบว่า ไม่เพียงแต่จะสามารถช่วยลดความซับซ้อนของโปรแกรมได้อย่างมาก แต่ยังช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบโดยรวมได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม หน่วยทำงานเอเจนท์สามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ลักษณะ [4] ตามลักษณะหน้าที่ทำงานดังนี้

1. Coordinator Agent ทำหน้าที่เป็นตัวกลางประสานงานระหว่างผู้ให้บริการกับผู้ร้องขอ
2. Service Delivery ทำหน้าที่จัดการประมวลผลข้อมูลผู้ร้องขอบริการ และจัดเตรียมข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้รับจากการบริการ

3. Service Provider Agent ทำหน้าที่ให้บริการตามคำร้องขอที่ส่งมาจาก Coordinator agent และยังทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์กลับไปยังเอเจนท์แบบ Service Delivery
4. Web Interface Agent ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อการแสดงผลลัพธ์ และการส่งข้อมูลร้องขอบริการไปยัง Service Delivery

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ ก็ได้นำเทคโนโลยีเอเจนท์เข้ามาช่วยงาน เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานงานระหว่างโปรแกรมประยุกต์ VLC และ iTALC ดังนั้น จึงมีหน้าที่คล้ายคลึงกับลักษณะของเอเจนท์แบบ Coordinator Agent ที่ได้กล่าวข้างต้น

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 บทนำ

จากปัญหาของโปรแกรมควบคุมจากระยะไกล ที่ไม่สามารถแสดงข้อมูลภาพมัลติมีเดียที่มีการเคลื่อนไหวเร็วบนเครื่องทางด้านไคลเอนต์ (เครื่องผู้เรียน) ได้ โดยจะปรากฏเป็นบริเวณมืดแทน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางที่จะนำโปรแกรมบริการมัลติมีเดียแบบสายธารข้อมูลผ่านเครือข่ายเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาข้างต้น ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมาแล้วนั้น ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นในการประสานงานร่วมกันระหว่างโปรแกรมทั้งสองประเภทนั้น เพื่อให้ได้บรรลุเป้าประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

2.2 การจัดการปัญหาการตัดสลับซอฟต์แวร์

2.2.1 วัตถุประสงค์

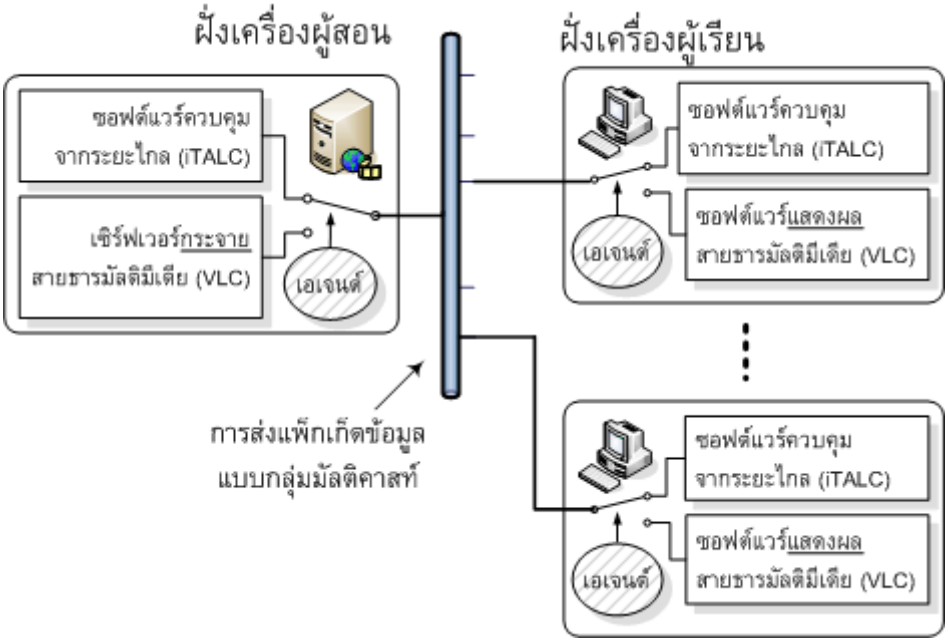
เพื่อให้การประสานงาน ในการทำงานระหว่างที่มีการให้เริ่ม/หยุดซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล ในขณะช่วงเวลาที่ต้องการแสดงมัลติมีเดียได้อย่างถูกต้อง งานวิจัยนี้ได้นำแนวทางหน่วยทำงานเสริมหรือเอเจนท์เข้ามาใช้ เพื่อช่วยงานตัดสลับเลือกซอฟต์แวร์ดังกล่าว และแม้ว่าการแก้ไขข้างต้นจะสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางที่สอดรับกับเป้าประสงค์ดังต่อไปนี้

- หลีกเลี่ยงการแก้ไขใด ๆ ในรหัสทำงานต้นฉบับของซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล เพื่อความเป็นอิสระในการนำไปใช้กับซอฟต์แวร์อื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย
- เปิดโอกาสให้นำเครื่องมือโอเพ่นซอร์สเข้ามาช่วยงาน แทนที่จะพัฒนาโปรแกรมจัดการขึ้นเองโดยตรง เพื่อลดเวลาในการแก้ไขปัญหา และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้ระบบ
- เลือกใช้กลไกการกระจายแพ็กเก็ตข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์ แทนที่จะเป็นแบบยูนิคาสท์ ระหว่างคู่สื่อสารหนึ่ง ๆ เท่านั้น เพื่อเป็นการลดภาระงานทางฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (เครื่องผู้สอน) และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวม

ทั้งนี้เนื่องจากยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรับและแสดงข้อมูลมัลติมีเดียแบบเซิร์ฟเวอร์/ไคลเอนต์ได้อยู่แล้ว [8] (โดยไม่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์ควบคุมระยะไกลเลย) พิจารณาใช้โปรแกรมโอเพ่นซอร์สเกี่ยวกับมัลติมีเดีย VLC ซึ่งมีคุณลักษณะเด่น [15] ทั้งการเป็น Multimedia Player และ Multimedia Streaming Server แบบยูนิคาสท์และมัลติคาสท์ ด้วย IPv4 และ IPv6 และรองรับการเลือกส่งข้อมูลที่ความละเอียดและระดับอัตราเร็วบิตแตกต่างกันได้

แนวความคิดการตัดสลับซอฟต์แวร์ สามารถนำเสนอเป็นแผนภาพในรูปที่ 2.1 โดยจัดให้มีหน่วยทำงานเอเจนท์เพิ่มขึ้นในระบบของคู่สื่อสารทั้งสองฝั่ง เพื่อดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ฝั่งเครื่องผู้สอน มีหน้าที่ตัดสลับการทำงานระหว่างซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล กับซอฟต์แวร์กระจายสายธารมัลติมีเดียผ่านเซิร์ฟเวอร์ เพื่อมิให้ทำงานพร้อมกัน
- ฝั่งเครื่องผู้เรียน มีหน้าที่รับคำสั่งควบคุมระยะไกลจากเอเจนท์ ทางฝั่งเครื่องผู้สอน เช่น การสมัครเป็นสมาชิกร่วมรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่ต้องการ หรือการให้รับสายธารมัลติมีเดียจากเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ทางอีกฝั่งหนึ่ง เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แนวความคิดของการจัดการปัญหาตัดสลับซอฟต์แวร์

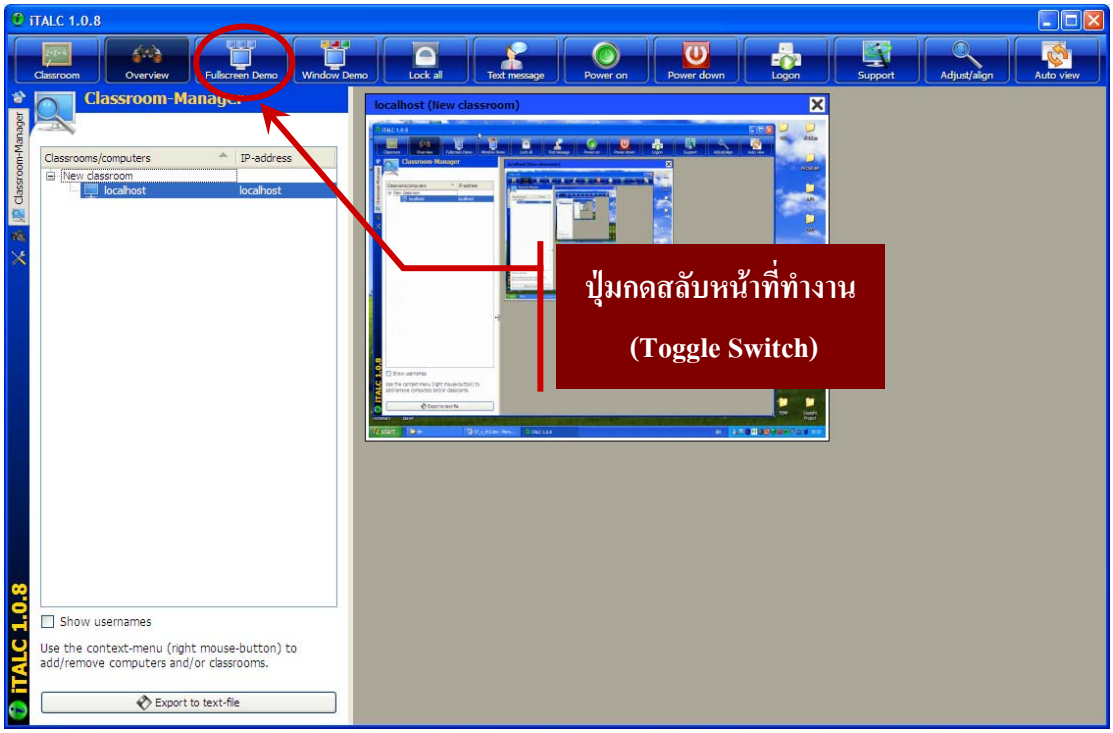
2.2.2 การควบคุมการทำงานซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล

2.2.2.1 การควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์

การทำงานของโปรแกรม iTALC ควบคุมจากระยะไกลที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์มีลักษณะการทำงาน คือ ทิศทางการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ (ฝั่งเครื่องผู้สอน) ไปยังไคลเอนต์ (ฝั่งเครื่องผู้เรียน) จะเป็นข้อมูลแสดงผลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจอภาพเกิดขึ้น หรือคำสั่งการอื่น ๆ ไปยังฝั่งไคลเอนต์ เช่น ควบคุมการใช้คีย์บอร์ด หรือควบคุมให้โปรแกรม iTALC เริ่มทำงาน (Execution) หรือหยุดทำงาน (Terminate) เป็นต้น ส่วนในทิศทางตรงกันข้าม จะเป็นข้อมูลส่งกลับ ข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ เช่นคีย์บอร์ด หรือ เมาส์ เป็นต้น ดังนั้น กลไกที่ต้องการเพื่อสั่งการให้โปรแกรม iTALC หยุดทำงานในเวลาที่ต้องการจะแสดงผลมัลติมีเดียนั้น ทำได้โดยตรงเพียงการกดปุ่มควบคุมแบบสลับหน้าที่ทำงาน (Toggle Switch) บนเมนูบาร์ (ดูรูปที่ 2.2 ประกอบ) สำหรับการปิดหรือเปิด ทำให้สัญลักษณ์ของปุ่มเปลี่ยนไประหว่าง

(Fullscreen Demo) หรือ

(Stop Demo) ตามลำดับ ซึ่งในกรณีที่หยุดงาน iTALC จากทางฝั่งเครื่องผู้สอน ก็จะมีผลทำให้เกิดการปลดปล่อยจอภาพ ของเครื่องทางฝั่งผู้เรียนเป็นอิสระไปด้วยเช่นกัน



รูปที่ 2.2 โปรแกรม iTALC ฝั่งควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์

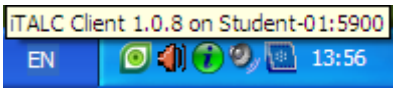
2.2.2.2 การควบคุมที่ไคลเอนต์

ทางด้านฝั่งเครื่องไคลเอนต์ โปรแกรม iTALC ทำหน้าที่รับคำสั่งควบคุมระยะไกลจาก iTALC ฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 เป็นลักษณะโปรแกรมประยุกต์แบบฝังตัว (Terminate and Stay Resident Program) ข้อมูลที่ปรากฏแสดงรายละเอียดรุ่นของโปรแกรม iTALC พร้อมทั้งชื่อเครื่องของไคลเอนต์ที่กำลังออนไลน์ และตามด้วยพอร์ตสื่อสาร 5900 ซึ่งเป็นพอร์ตมาตรฐานเดียวกันกับโปรแกรมควบคุมจากระยะไกลอื่น ๆ หน้าที่ทำงานที่ iTALC ไคลเอนต์ตอบรับการติดต่อกับ iTALC เซิร์ฟเวอร์ เพื่อเข้าร่วมรับส่งข้อมูลระหว่างกัน กระบวนการต่อจากนั้นเพียงเพื่อรอรับข้อมูลหรือชุดคำสั่งจาก iTALC เซิร์ฟเวอร์ โดย iTALC ไคลเอนต์จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจาก iTALC เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งหากลักษณะข้อมูลที่ได้รับเป็นคำสั่งควบคุม iTALC ไคลเอนต์ จะทำการประมวลผลและถูกควบคุมอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ เป็นต้น ขณะเดียวกัน iTALC ไคลเอนต์ จะทำการส่งภาพการแสดงผลหน้าจอปัจจุบัน กลับไปยังจอภาพ iTALC เซิร์ฟเวอร์ เพื่อแสดงผลภาพสถานะทำงานจอภาพปัจจุบันของทุก ๆ ไคลเอนต์ ที่กำลังติดต่อกับ iTALC เซิร์ฟเวอร์

หน้าที่ประการถัดมา iTALC ไคลเอนต์จะถูกสั่งให้รับข้อมูลแสดงผลจอภาพตามการแสดงผลทุกกรณีของจอภาพ iTALC เซิร์ฟเวอร์ โดยการแสดงผลนี้จะเกิดขึ้นกับทุก ๆ เครื่องไคลเอนต์ที่ติดต่อกับ iTALC เซิร์ฟเวอร์ การสั่งการทุกอย่างจะขึ้นอยู่ iTALC เซิร์ฟเวอร์เพียงผู้เดียว กล่าวคือโดยการกดปุ่มเปลี่ยนไปมาระหว่าง

(Fullscreen Demo) หรือ

(Stop Demo) ที่ iTALC เซิร์ฟเวอร์ ก็จะส่งผลทำให้เกิดการแสดงผลภาพหรือปลดปล่อยจอภาพ ของเครื่อง iTALC ไคลเอนต์ทางฝั่งผู้เรียน ดังนั้นจึงพบว่าการควบคุมใด ๆ ที่เครื่องไคลเอนต์ จะถูกกระทำผ่านโปรแกรม iTALC ที่อยู่ฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทั้งสิ้น



รูปที่ 2.3 โปรแกรม iTALC ฝังตัวที่ไคลเอนต์

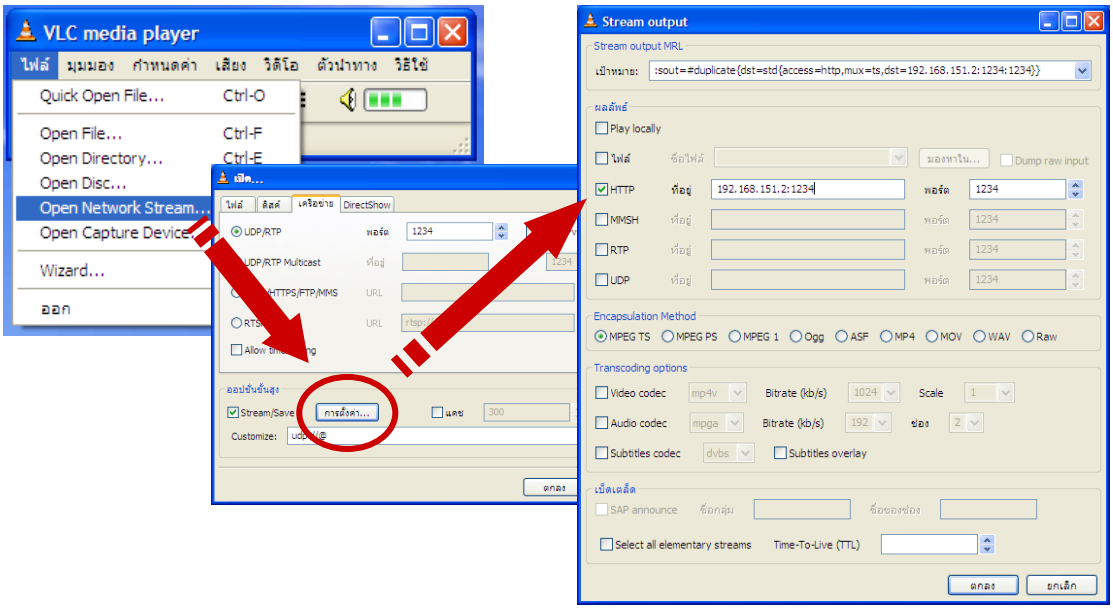
2.2.3 การควบคุมการทำงานซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์สำหรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย

2.2.3.1 การควบคุมที่เซิร์ฟเวอร์

ในช่วงที่หยุดการทำงานโปรแกรมควบคุมจากระยะไกล iTALC ดังที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ผ่านมานั้น เป็นช่วงเวลาที่ต้องการแสดงผลมัลติมีเดียเคลื่อนไหวเร็ว แต่จะไปใช้กลไกอื่นในการสื่อสารแทน เช่น Multimedia Streaming Server ทางฝั่งเครื่องผู้สอน และ Multimedia

Viewer ที่ฝั่งเครื่องผู้เรียน โดยการใช้โปรแกรม VLC ซึ่งในที่นี้จะได้กล่าวถึงวิธีการควบคุมเซิร์ฟเวอร์สำหรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย และในการควบคุมเซิร์ฟเวอร์สำหรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียด้วยโปรแกรม VLC นั้น สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การสั่งโดยใช้วิธีการแบบวินโดส์อินเตอร์เฟส และการสั่งโดยใช้วิธีการแบบ Command line

1) การสั่งโดยใช้วิธีการแบบวินโดส์อินเตอร์เฟส เป็นวิธีการพื้นฐานในการกำหนด และตั้งค่าต่าง ๆ เตรียมการข้อมูลถ่ายทอดเป็นสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย เพื่อให้ผู้ที่ต้องการเข้าร่วมรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย สามารถที่จะเข้าร่วมรับข้อมูล ตามช่องทางที่ได้กำหนดและประกาศไว้ จากรูปที่ 2.4 แสดงวิธีการส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย เริ่มต้นเปิดโปรแกรม VLC ทำการเลือกเมนูไฟล์/Open Network Stream จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างเปิด ให้เลือกถูกที่ Stream/Save และกดปุ่มการตั้งค่า จะปรากฏหน้าต่าง Stream output MRL เลือกวิธีการส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียตามรูปแบบโปรโตคอลต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น http://192.168.151.2:1234 เป็นต้น



รูปที่ 2.4 การส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบวินโดส์อินเตอร์เฟส

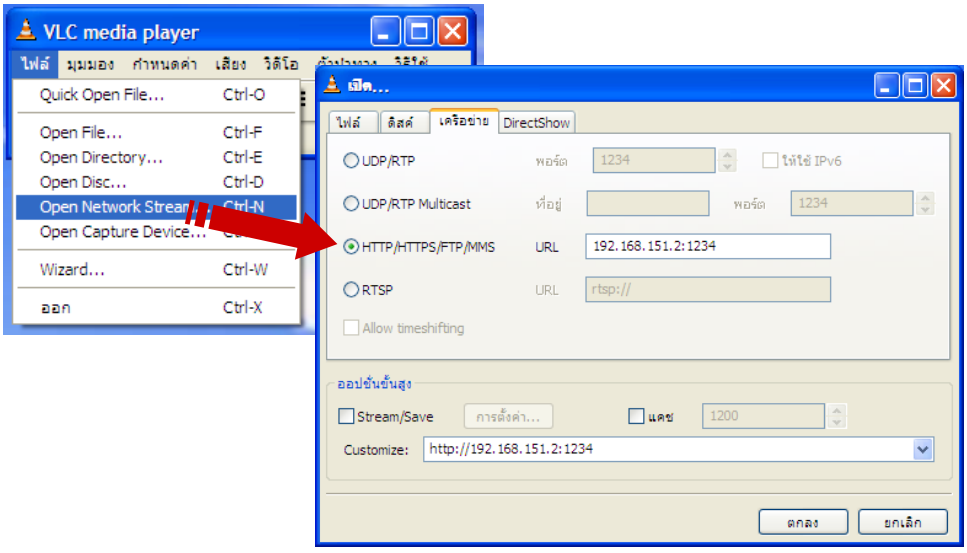
```
1  cd C:\Program Files\VideoLAN\VLC
2  vlc -vvv sample.vob :sout=#duplicate
   {dst=std{access=http,mux=ts,dst=192.168.151.2:1234}}
```

รูปที่ 2.5 คำสั่งการส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบ Command line

2) การสั่งโดยใช้วิธีการแบบ Command line ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและนำแนวทางการสั่งการนี้ มาประยุกต์ใช้ให้สามารถทำงานร่วมกับเอเจนท์ที่ได้พัฒนาขึ้น ลักษณะการใช้งานจะต้องกระทำผ่านการเข้าสู่โหมด DOS Prompt แล้วจึงสามารถใช้คำสั่งโดยตรงดังรูปที่ 2.5 หรือเลือกใช้วิธีการสร้างไฟล์แบบแบตช์ (Batch File) ล่วงหน้าที่จัดเตรียมไว้ เพื่อให้สามารถเรียกใช้ประมวลผลได้ทันที การสั่งโดยใช้วิธีการแบบ Command line จะให้ผลลัพธ์เทียบเท่ากับการสั่งโดยใช้วิธีการแบบวินโดส์อินเตอร์เฟส ตามที่กล่าวมาข้างต้น การทำงานในรูปที่ 2.5 บรรทัดแรก เป็นคำสั่งเข้าสู่ไดเร็กเทอร์รี่ของโปรแกรม VLC บรรทัดถัดมา เป็นคำสั่งเรียกไฟล์ sample.vob ให้ทำการถ่ายทอดเป็นสายธารข้อมูลมัลติมีเดีย โดยใช้โปรโตคอล http ที่ไอพีแอดเดรส 192.168.151.2 หมายเลขพอร์ต 1234

2.2.3.2 การควบคุมที่ไคลเอนต์

กลไกสื่อสารสำหรับ Multimedia Viewer หรือการควบคุมการรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC ที่ไคลเอนต์ การเข้าร่วมรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียสามารถกระทำโดยวิธีการพื้นฐานของโปรแกรมที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังแสดงในที่รูป 2.6 เป็นการรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียแบบวินโดส์อินเตอร์เฟส ซึ่งการใช้งานลักษณะนี้เหมาะสำหรับเปิดรับสายธารข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มีการจัดเตรียมและประกาศตำแหน่งให้ทราบไว้ล่วงหน้าที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ใด ๆ วิธีการใช้งานเริ่มต้นเปิดโปรแกรม VLC ทำการเลือกเมนูไฟล์/Open Network Stream จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างเปิดให้เลือกป้อนวิธีการรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียตามรูปแบบโปรโตคอลต่าง ๆ และให้ระบุที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์ที่ต้องการบอกรับ เช่น http://192.168.151.2:1234 เป็นต้น



รูปที่ 2.6 การรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียโปรแกรม VLC แบบวินโดส์อินเตอร์เฟส

แต่สำหรับในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาให้เอเจนท์ดำเนินการแทน ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์แบบฝังตัวขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้สั่งการเอเจนท์ที่อยู่ทางฝั่งเครื่องผู้รับให้ประมวลผลไฟล์แบบแบตซ์ ซึ่งได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว อีกทอดหนึ่ง โดยคำสั่งภายในไฟล์เหล่านี้ เป็นคำสั่งพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ (แสดงเฉพาะ MS-DOS) ดังนี้

```
1  cd C:\Program Files\VideoLAN\VLC
2  vlc http://192.168.151.2:1234 -f
```

(ก) สคริปต์เพื่อสั่งเปิดโปรแกรม VLC

```
1  taskkill /F /IM vlc.exe
```

(ข) สคริปต์เพื่อสั่งปิดโปรแกรม VLC

รูปที่ 2.7 คำสั่งสคริปต์เพื่อควบคุมโปรแกรม VLC ฝั่งเครื่องผู้เรียน

- แบตซ์ไฟล์สำหรับควบคุมการเปิดโปรแกรม VLC เป็นการเรียกใช้โปรแกรม VLC จากไดเรกตอรี่ที่ต้องการ โดยระบุให้รับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ตามไอพีแอดเดรสที่กำหนดให้ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ก) โดยพารามิเตอร์ –f เป็นการระบุให้แสดงผลข้อมูลจากระยะไกลแบบเต็มจอภาพ
- แบตซ์ไฟล์สำหรับควบคุมให้หยุดโปรแกรม VLC โดยการใช้คำสั่ง Taskkill ของระบบปฏิบัติการ โดยพารามิเตอร์ /F /IM เพื่อบังคับการหยุดทันทีทันใด ถ้ามีโปรแกรมที่ระบุไว้เปิดอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ข)

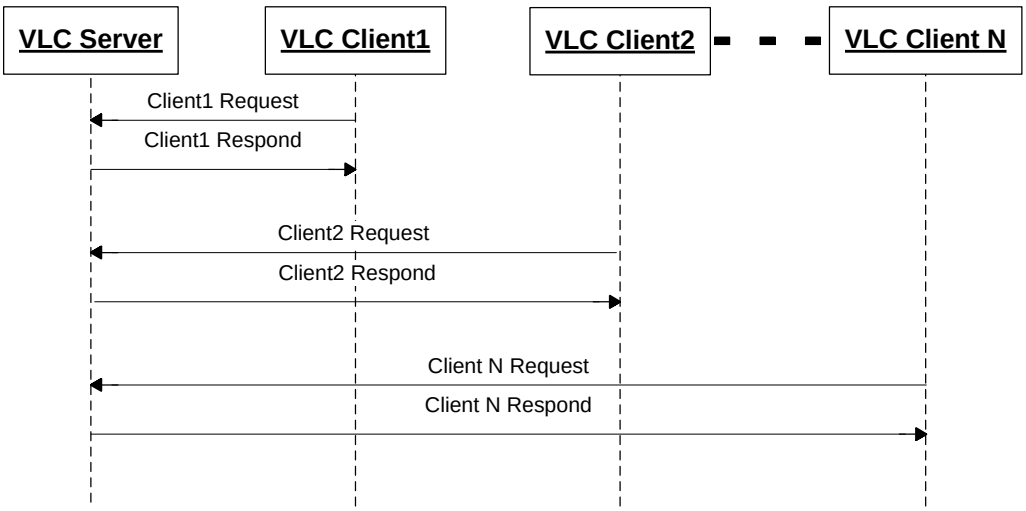
2.3 การจัดการปัญหาการใช้แบนวิดส์อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

2.3.1 ปัญหาการเข้าร่วมส่วนงานแบบยูนิคาสท์

2.3.1.1 ที่มาของปัญหา

เพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมขึ้น โดยใช้กรอบการพัฒนาแบบ .NET ด้วยภาษา C# (ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในบทที่ 3 ต่อไป) ในการช่วยให้ผู้ใช้ที่อยู่ฝั่งเครื่องผู้สอนสามารถเปิดหรือปิดโปรแกรม VLC ทางฝั่งเครื่องผู้เรียนทั้งหมด เพียงการเลือกกดปุ่มที่ต้องการ พบว่ากลไกทั้งหมดสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ แต่มีข้อด้อยเชิงประสิทธิภาพ กล่าวคือ เมื่อยิ่งมีจำนวนไคลเอนต์เพิ่มขึ้น จะยิ่งทำให้เกิดการหน่วงเวลาของการแสดงผลภาพมัลติมีเดียที่เครื่องผู้เรียน อย่างเห็นได้ชัดมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้

เนื่องจากการทดสอบ ได้เลือกกำหนดให้การรับส่งแพ็กเก็ตข้อมูลมัลติมีเดียจากเซิร์ฟเวอร์ (ฝั่งเครื่องผู้สอน) เป็นแบบยูนิคาสท์ (ซึ่งเป็นการสื่อสารระหว่างคู่สื่อสารหนึ่ง ๆ) ดังนั้น ภาระงานในการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องผู้เรียน จึงเป็นการวนรอบทีละเครื่อง ๆ จนครบ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้าน Scalability ดังกล่าวข้างต้นนั่นเอง หากพิจาราณาดังรูปที่ 2.8 จะพบว่าลักษณะการทำงานเป็นไปแบบตามลำดับการทำงาน การเข้าร่วมส่วนงานแบบยูนิคาสท์ ซึ่งโปรแกรม VLC Server จะทะยอยส่งข้อมูลทีละเครื่องจนครบทั้งหมด ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดระยะเวลาการหน่วง (Delay Time) อัตราเวลาของผู้ที่ได้รับข้อมูลในลำดับต้น ๆ จะไม่เท่ากับเวลาของผู้ที่ได้รับข้อมูลลำดับสุดท้าย

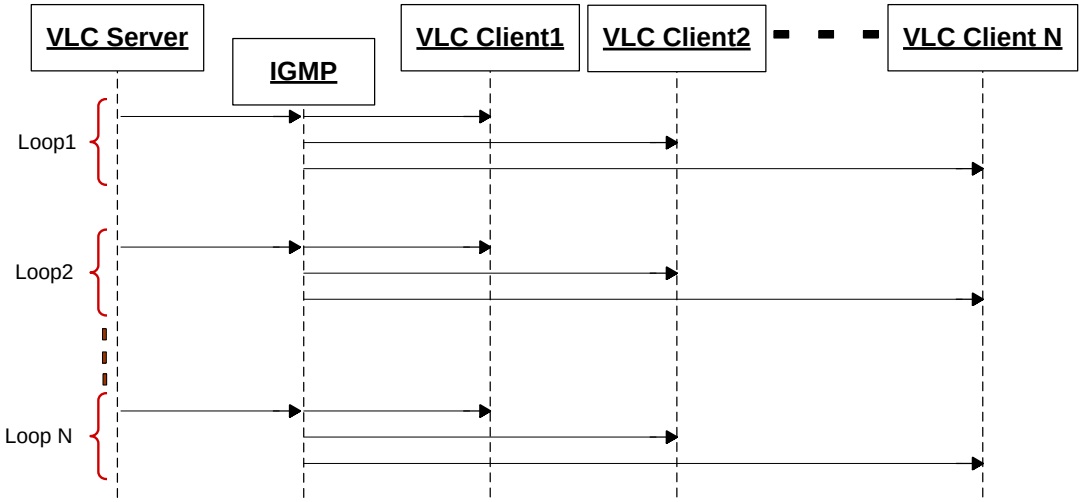


รูปที่ 2.8 ลำดับการทำงานการเข้าร่วมส่วนงานแบบยูนิคาสท์

2.3.1.2 การจัดการปัญหาโดยใช้มัลติคาสท์

การแก้ไขปัญหาการหน่วงเวลาเมื่อเครื่องผู้เรียนมีจำนวนมากขึ้น จากผลของการกระจายแพ็กเก็ตข้อมูลแบบยูนิคาสท์นั้น ทำได้โดยการใช้เทคนิควิธีกระจายข้อมูลแบบมัลติคาสท์ เช่น จากกลไกระดับชั้นที่ 3 (IP Layer) ซึ่งเรียกว่า ไอพีมัลติคาสท์ เข้ามาช่วยงาน อย่างไรก็ตาม การทำงานแบบนี้ จำเป็นต้องให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ประกาศหมายเลขไอพีมัลติคาสท์ เพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ที่ต้องเข้าร่วมกลุ่มโดยใช้โปรโตคอล IGMP (Internet Group Management Protocol) ทราบ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 จากนั้นการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเกิดขึ้นทันทีที่มีการเข้าร่วมกลุ่มตามหลักการของไอพีมัลติคาสท์นั้น เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะมีภาระในการส่งข้อมูลแค่ชุดเดียวให้กับกลไกในระดับชั้นที่ 3 โดยไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มมัลติคาสท์หนึ่ง ๆ เลย เนื่องจาก

กลไกระดับฮาร์ดแวร์เป็นผู้ดำเนินงานทั้งสิ้น (ดังนั้น วิธีการนี้จึงต้องการอุปกรณ์เครือข่ายที่สนับสนุนไอพีมัลติคาสท์ด้วย) ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการรับข้อมูลที่เครื่องผู้เรียนจำนวนมาก ๆ มีความแตกต่างกันด้านเวลาน้อยมาก อีกทั้งยังเป็นการแก้ไขปัญหาแบนด์วิดท์ของเครื่องผู้สอนโดยการลดความคับคั่งของข้อมูลที่มีการร้องขอจากฝั่งเครื่องผู้เรียน ส่งผลให้ลดภาระการทำงานของทรัพยากรด้านอื่น ๆ ของเครื่องผู้สอนเช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ เป็นต้น ซึ่งแตกต่างไปจากการส่งข้อมูลมัลติมีเดียแบบยูนิคาสท์อย่างเห็นได้ชัดเจน



รูปที่ 2.9 การเข้าร่วมส่วนงานแบบมัลติคาสท์

2.3.2 ปัญหาความแตกต่างทางด้านไคลเอนต์

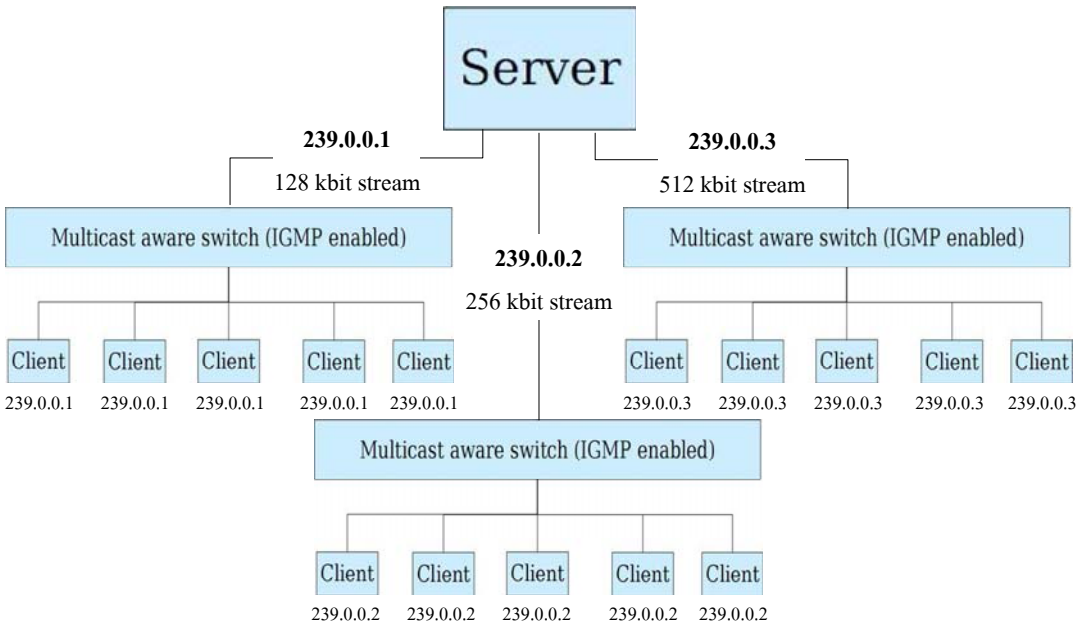
2.3.2.1 ที่มาของปัญหา

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการส่งข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์โดยใช้เทคนิค ไอพีมัลติคาสท์ จะช่วยแก้ปัญหาด้านการหน่วงเวลาที่มีเครื่องผู้เรียนจำนวนมาก ๆ ได้ แต่ก็ไม่ได้เป็นการบริหารจัดการทรัพยากรแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของเครือข่ายอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีความแตกต่างของเครื่องผู้เรียน หรืออุปกรณ์ภายในเครือข่าย เช่น มีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และโน้ตบุ๊คทำงานร่วมกันในระบบ หรือเราเตอร์ความเร็วสูง 100 Mb/s ทำงานกับอุปกรณ์ Access Point สำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เป็นต้น ส่งผลให้การส่งกลุ่มข้อมูลเพียงกลุ่มเดียวสำหรับอุปกรณ์ทุกแบบ จะไม่เหมาะสมและก่อให้เกิดปัญหา Under-utilization หรือ Over-utilization ของทรัพยากรเครือข่ายขึ้นได้

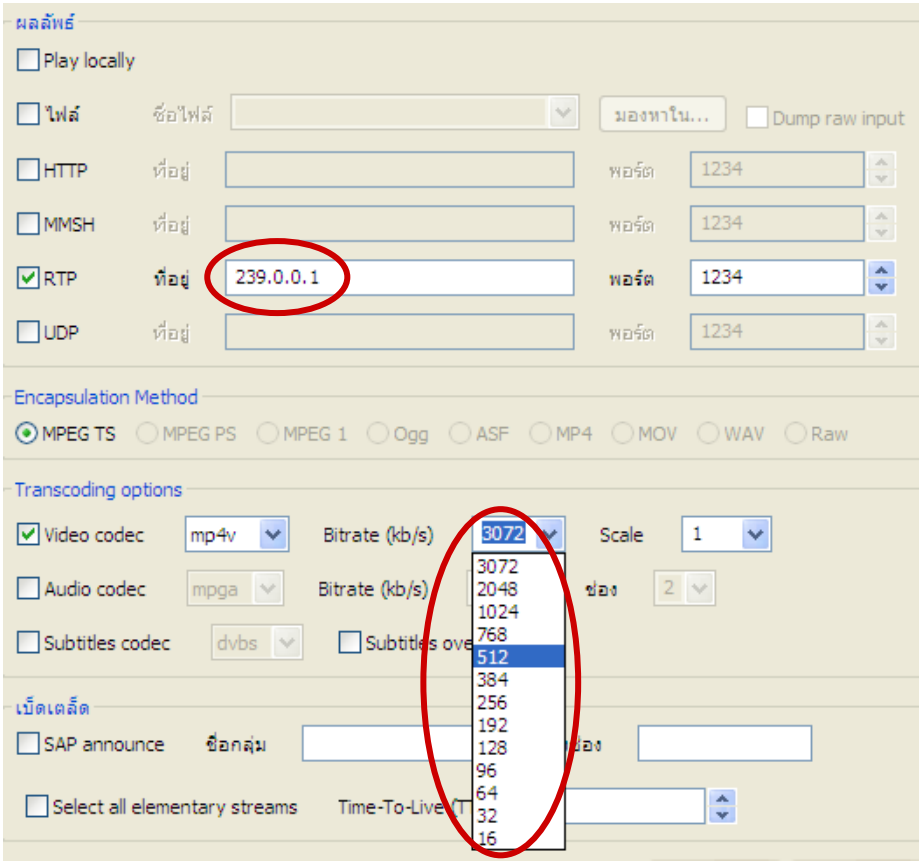
2.3.2.2 การจัดการปัญหาโดยใช้คุณสมบัติ Transcoding

การพิจารณานำเทคนิคการบีบอัดข้อมูลด้วย Codec (ซึ่งเรียกว่า กระบวนการ Transcode) เข้ามาช่วยใช้งาน โดยเบื้องต้นจัดให้มีการพิจารณาสมาชิกที่ต้องการจะร่วมรับข้อมูล โดยทำการแยกกลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จากนั้นดำเนินการให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ประกาศหมายเลขไอพีมัลติคาสท์ (ใช้แนวทางเดียวกันกับการจัดการปัญหาโดยใช้มัลติคาสท์ในหัวข้อที่แล้ว) ตามจำนวนกลุ่มที่ได้จำแนกไว้ เพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ที่ต้องเข้าร่วมกลุ่มผ่านโปรโตคอล IGMP ทราบการเข้าร่วมส่วนงานของเครื่องไคลเอนต์จะเกิดขึ้นดังต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 เข้าร่วมรับข้อมูลอัตราเร็วบิตที่ 128 kbit โดยทำการร่วมกลุ่ม IGMP โปรโตคอลผ่านหมายไอพี 239.0.0.1
- กลุ่มที่ 2 เข้าร่วมรับข้อมูลอัตราเร็วบิตที่ 256 kbit โดยทำการร่วมกลุ่ม IGMP โปรโตคอลผ่านหมายไอพี 239.0.0.2
- กลุ่มที่ 3 เข้าร่วมรับข้อมูลอัตราเร็วบิตที่ 512 kbit โดยทำการร่วมกลุ่ม IGMP โปรโตคอลผ่านหมายไอพี 239.0.0.3



รูปที่ 2.10 การเข้าร่วมส่วนงานแบบแบ่งกลุ่มย่อยรับข้อมูลแบบมัลติคาสท์



รูปที่ 2.11 แสดงวิธีการบีบอัดข้อมูล Codec ด้วยกระบวนการ Transcode ผ่านโปรแกรม VLC

ในกระบวนการแบ่งกลุ่มดังกล่าวนั้น สามารถกระทำการผ่านโปรแกรม VLC ดังแสดงในรูปที่ 2.11 นอกจากการเลือกตั้งค่า ส่งสายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่ไอพีมัลติคาสท์ 239.0.0.1 แล้วนั้น ยังสามารถกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับข้อมูลที่ต้องการบีบอัดได้ที่เมนู Transcoding Option จากนั้นเลือกรูปแบบ Video codec เป็นแบบ mp4v แล้วทำการเลือกขนาดที่ต้องการบีบอัดที่ Bitrate (kb/s) สามารถเลือกได้ตั้งแต่ขนาดช่วงต่ำสุดที่ 16 จนถึงขนาดสูงสุดที่ 3072 และเพื่อเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรแบนด์วิดท์ของเครือข่ายอย่างเหมาะสม ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีความแตกต่างของแต่กลุ่มมัลติคาสท์ที่ได้จัดแบ่งไว้ในเบื้องต้นแล้วนั้น การเลือกขนาดช่วงที่ต้องการบีบอัดนี้ จำเป็นต้องให้สัมพันธ์กับกลุ่มเครื่องไคลเอนต์ที่จะเข้าร่วมรับข้อมูลนั้น ๆ และผลที่ได้จากการแบ่งกลุ่มนี้ จะแสดงผลพร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดในบทที่ 3 ถัดไป

2.3.3 ปัญหาการพัฒนาโปรโตคอลสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์

2.3.3.1 ที่มาของปัญหา

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการส่งข้อมูลโดยใช้โปรโตคอลสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิฟร์เวอร์ จะสามารถควบคุมในการช่วยให้ผู้ใช้ที่อยู่ฝั่งเครื่องผู้สอนสามารถเปิดหรือปิดโปรแกรม VLC ทางฝั่งเครื่องผู้เรียนทั้งหมด เพียงการเลือกกดปุ่มที่ต้องการ และพบว่ากลไกทั้งหมดสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการแล้วนั้น แต่ยังพบปัญหาหลายประการ เนื่องจากโปรโตคอลสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้น ยังขาดประสิทธิภาพหลายประการในการสื่อสารซึ่งแตกต่างกับโปรโตคอลมาตรฐานสื่อสารทั่วไปอย่างเช่น โปรโตคอลมาตรฐาน SIP (Session Initiation Protocol) เป็นต้น และหากพิจารณาเปรียบเทียบคุณสมบัติกับโปรโตคอลมาตรฐานสื่อสารในบางประเด็นหลัก ๆ จะพบข้อแตกต่างที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งการสื่อสารของคู่สื่อสารใด ๆ โปรโตคอลมาตรฐานสื่อสารจะมีการลงทะเบียนเก็บสมาชิกของตนเอง หรือยอมรับการเข้าร่วมส่วนงานเฉพาะสมาชิกของตนเองเท่านั้น อีกทั้งเมื่อสมาชิกมีการติดต่อสื่อสารกันแล้วย่อมจะมีการรายงานสถานะของคู่สื่อสารอย่างตลอดเวลา เพื่อให้ต่างฝ่ายต่างทราบสถานะคู่สื่อสารของตนเอง และเมื่อใดต้องการบอกเลิกการสื่อสาร สามารถหยุดหรือยกเลิกอย่างเป็นขั้นตอน (จากรูปที่ 2.9 หัวข้อที่ผ่านมา) แสดงการสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิฟร์เวอร์ เป็นลักษณะการทำงานในรูปแบบเดิม ก่อนที่จะนำเอาโปรโตคอลมาตรฐาน SIP มาผนวกใช้ การเริ่มทำงานของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น เกิดขึ้นทันทีเมื่อประกาศกลุ่ม IGMP เพื่อให้สมาชิกเข้าร่วมกลุ่ม โดยที่ไม่ได้ทำการตกลงหรือมีการบ่งบอกถึงสถานะใด ๆ ระหว่างคู่สื่อสารล่วงหน้า จึงทำให้ในบางครั้งเกิดปัญหาขณะทำการสื่อสารเป็นอย่างมากโดยที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด ไม่สามารถทราบถึงสถานะของอีกฝ่ายได้เลย

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการทำงานโปรโตคอลสื่อสาร

ความสามารถของโปรโตคอลสื่อสาร	**โปรโตคอลพัฒนาขึ้น**	**โปรโตคอลมาตรฐาน SIP**
ลงทะเบียนผู้ใช้	✘	✓
ระบุสถานะเซิฟร์เวอร์	✘	✓
ระบุสถานะไคลเอนต์	✘	✓
การยกเลิก	✘	✓

✘ หมายถึง ทำไม่ได้

✓ หมายถึง ทำได้

2.3.3.2 การจัดปัญหาโดยใช้โปรโตคอลมาตรฐาน SIP

การนำโปรโตคอลมาตรฐาน SIP มาช่วยแก้ปัญหาสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิฟร์เวอร์มีความเหมาะสม และน่าสนใจ เนื่องจากเหตุผล ดังนี้

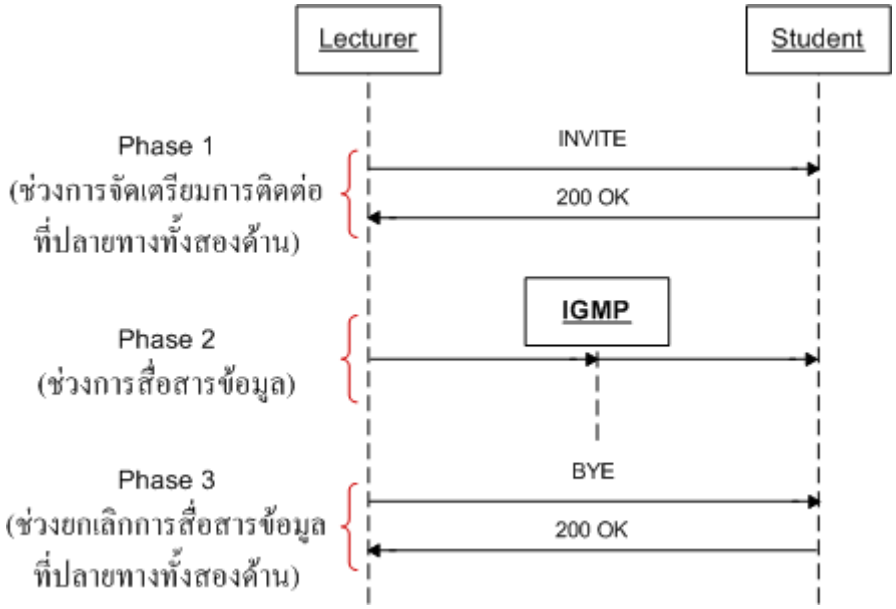
- โปรโตคอล SIP ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย ดังนั้น จึงไม่มีปัญหาในการใช้งานระบบที่วิจัยและพัฒนาขึ้น กับอุปกรณ์สื่อสารประเภทต่าง ๆ ทั้งแบบมีสายและไร้สาย
- โปรโตคอล SIP ทำงานอยู่บนพื้นฐานของข้อความตัวอักษร (Text-based Protocol) จึงง่ายและสะดวกต่อการตรวจสอบความผิดพลาด และการเพิ่มขยายคำสั่งระหว่างคู่สื่อสาร
- โปรโตคอล SIP มีตัวช่วยการพัฒนาโปรแกรมแบบโอเพ่นซอร์สเป็นซอฟต์แวร์เสรี จึงสามารถช่วยลดระยะเวลาของการพัฒนาระบบลงได้อย่างมาก นอกจากนั้นยังทำให้ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือสูง และเป็นที่ยอมรับได้มากกว่าการพัฒนาโปรโตคอลขึ้นใช้งานเอง

ดังนั้น จากข้อดีข้างต้นโปรโตคอลมาตรฐาน SIP จึงได้รับการพิจารณาเลือกเพื่อนำมาผนวกใช้กับระบบที่ได้พัฒนาขึ้น สำหรับการให้สัญญาณระหว่างไคลเอนต์/เซิฟร์เวอร์ที่มีอยู่เดิม ดังแสดงเป็นแผนภาพลำดับเวลา (Sequence Diagram) ในรูปที่ 2.12 ซึ่งจำแนกออกเป็นส่วนงาน (Phase) ได้ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นช่วงของการเตรียมการติดต่อสื่อสารระหว่างไคลเอนต์ และเซิร์ฟเวอร์ (Call Establishment Phase) โดยก่อนที่จะทำการประกาศกลุ่ม IGMP เพื่อเข้าร่วมส่วนงาน ให้ทำการตกลงระหว่างผู้รับกับผู้ส่ง ให้มีความพร้อมสามารถจะทำการรับส่งข้อมูลได้ โดยส่วนนี้จะใช้รูปแบบการสื่อสารตามโปรโตคอลมาตรฐาน SIP โดยให้ผู้ที่จะทำการส่ง ทำการเชิญชวนหรือส่งสัญญาณ INVITE ไปยังผู้รับ เมื่อฝั่งผู้รับได้รับสัญญาณดังกล่าว จะตอบกลับด้วยสัญญาณตอบกลับ 200 OK นั้นหมายความว่าพร้อมจะให้มีการรับส่งข้อมูลได้ จากนั้นเป็นหน้าที่

ส่วนที่ 2 เป็นช่วงเวลาของการสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน (Communication Phase) กล่าวคือ ผู้ส่งจะทำการประกาศกลุ่ม IGMP เพื่อให้ฝั่งผู้รับสามารถเข้าร่วมกลุ่มรับข้อมูลแบบมัลติคาสท์ ซึ่งหากพิจารณาแล้ว ตรงส่วนนี้ไม่ได้เป็นภาระหน้าที่ของโปรโตคอลมาตรฐาน SIP แล้ว เพราะหน้าที่ของโปรโตคอลมาตรฐาน SIP เพียงเพื่อให้คู่สื่อสารหนึ่ง ๆ สามารถจะค้นหาและทำการติดต่อเป็นที่เรียบร้อย ส่วนการส่งข้อมูลจะใช้กลไกอื่นแทน และจะเกิดขึ้นเป็นไปอย่างปรกติเหมือนกับการสื่อสารระหว่างไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ก่อนหน้านี้โดยการใช้ไอพีมัลติคาสท์

ส่วนที่ 3 เป็นช่วงเวลาของการแจ้งยกเลิกการสื่อสารระหว่างกัน (Call Release Phase) ในที่นี้ฝั่งผู้ส่งจะเริ่มทำการจบส่วนงาน โดยการส่งสัญญาณ BYE ไปยังฝั่งผู้รับ เมื่อฝั่งผู้รับได้รับสัญญาณดังกล่าวจะตอบรับการแจ้งยกเลิก ด้วยการส่งสัญญาณตอบกลับไปยังฝั่งผู้ส่งเป็นรหัส 200 OK ซึ่งหมายถึงรับทราบการยกเลิก และจบสถานการณ์สื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์นี้ต่อไป



รูปที่ 2.12 การใช้โปรโตคอลมาตรฐาน SIP เพื่อเข้าร่วมส่วนงานแบบมัลติคาสท์

บทที่ 3

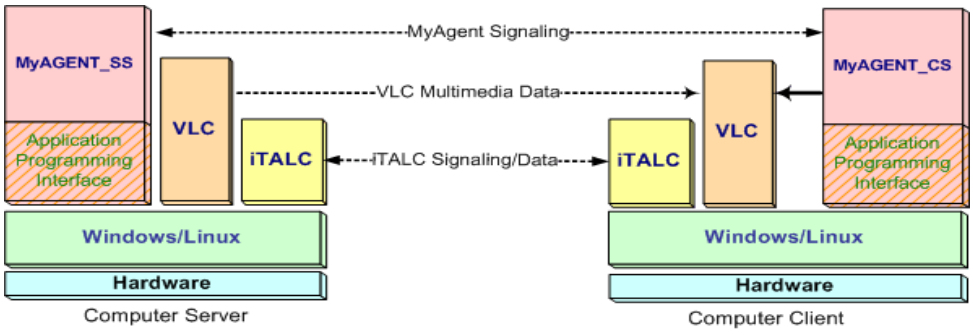
ผลการวิจัย

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงรายละเอียดผลการวิจัยและทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยรวม ซึ่งได้นำกลไกการจัดการปัญหาที่นำเสนอในบทที่ผ่านมาเพื่อทำงานร่วมกัน อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นการบูรณาการระบบทางด้านซอฟต์แวร์ ดังนั้นจึงขอนำเสนอตามแนวทางวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle หรือ SDLC) โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความต้องการของลักษณะเอเจนท์ที่พึงประสงค์ การออกแบบและพัฒนาเอเจนท์ต้นแบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาเอเจนท์จะนำไปสู่การทดสอบการทำงานร่วมกับระบบงานทั้งหมด พร้อมการทดสอบเชิงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งรวมถึงการส่งข้อมูลในแบบยูนิคาสท์และแบบมัลติคาสท์ที่มีการปรับเปลี่ยนอัตราเร็วบิตให้แตกต่างกันได้ ตามสภาวะทำงานที่เหมาะสมกับไคลเอนต์ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในระบบ

3.2 แบบจำลองระบบ

แบบจำลองระบบ (System Model) ดังแสดงในรูปที่ 3.1 เป็นการนำเสนอให้เห็นถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของโปรแกรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรม VLC โปรแกรม iTALC และโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เป็นเอเจนท์ ซึ่งเรียกว่า MyAGENT_SS และ MyAGENT_CS สำหรับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และไคลเอนต์ ตามลำดับ



รูปที่ 3.1 แบบจำลองระบบ

ระดับชั้นล่างเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับการทำงานของระบบปฏิบัติการที่อยู่ในระดับชั้นที่สอง ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งระบบปฏิบัติการวินโดส์ (Windows OS) หรือลีนุกส์ (Linux) ส่วนระดับชั้นที่สามเป็นชั้นที่โปรแกรมประยุกต์ทั้งสามทำงานอยู่ โดยโปรแกรมเหล่านี้ที่อยู่ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์นั้นใช้การสั่งการจากผู้ใช้ผ่านทางการอินเตอร์เฟสผู้ใช้ของซอฟต์แวร์แต่ละตัวโดยตรง จึงทำให้ไม่ปรากฏเส้นทางควบคุมระหว่างกัน แตกต่างไปจากทางฝั่งไคลเอนต์ ซึ่งจะสังเกตเห็นว่ามีเส้นทางเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม MyAgent_CS และโปรแกรม VLC เพื่อสั่งการควบคุมนั่นเอง

การติดต่อสื่อสารระหว่างระบบทั้งสองฝั่งนั้น โปรแกรม VLC และโปรแกรม iTALC ต่างก็สื่อสารระหว่างกันเช่นปกติ ส่วนโปรแกรมเอเจนท์ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ MyAgent_SS มีหน้าที่สำคัญในการสั่งการให้โปรแกรมเอเจนท์ทางฝั่งไคลเอนต์ MyAgent_CS ดำเนินการตัดสลับเลือกให้โปรแกรม VLC หรือโปรแกรม iTALC ปรากฏผลทำงานบนจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ไคลเอนต์ (Maximized หรือ Minimized Task) ตามที่ต้องการ

3.2.1 การพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์

ในตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์ เพื่อให้ทำงานได้ตามการอธิบายข้างต้น โดยใช้แนวทางตามวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ SDLC ซึ่งเป็นที่รู้จักแพร่หลายโดยทั่วไป อย่างไรก็ตาม ในที่นี้ขอเว้นการอธิบายลงในรายละเอียด และนำเสนอเพียงแผนภาพต่าง ๆ ของระบบ เพื่อให้สามารถติดตามการอธิบายกลไกทำงานในหัวข้อย่อยถัดไปเท่านั้น

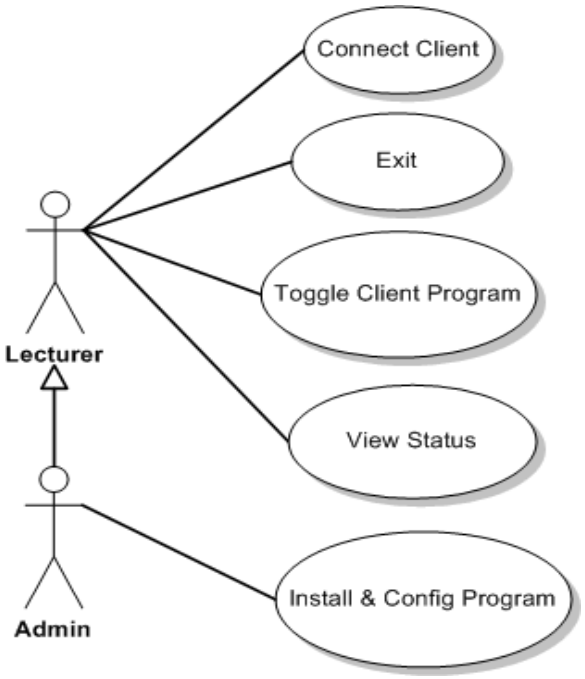
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์

ระเบียบวิธี SDLC	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**ผลลัพธ์ที่ได้**
1. วิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis)	● ศึกษากลไกทำงานและรูปแบบคำสั่งควบคุมของเอเจนท์ทั้งด้านไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ ● ศึกษากลไกทำงานร่วมกันระหว่างเอเจนท์กับโปรแกรม iTALC ● ศึกษากลไกทำงานเอเจนท์เพื่อควบคุมโปรแกรม VLC ในการกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่มมัลติคาสท์	● การทำงานของระบบ ● ขอบเขตความต้องการของระบบโดยรวม

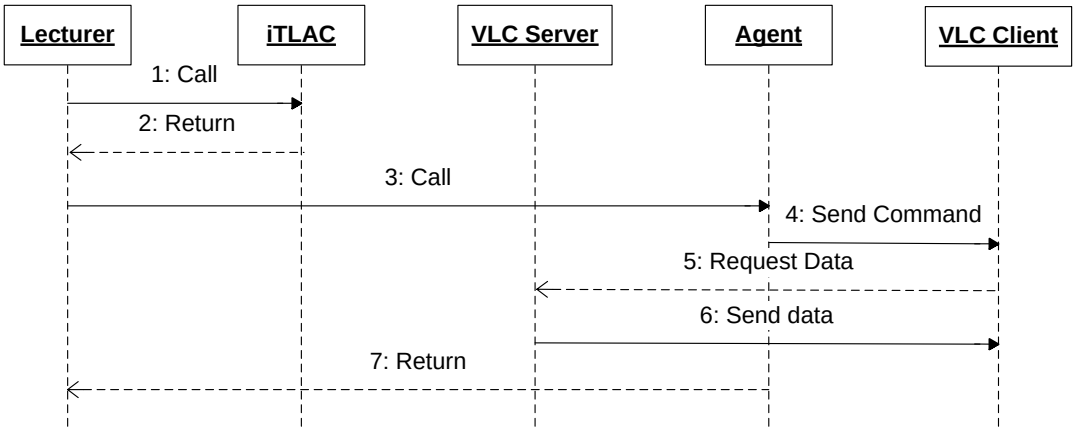
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์ (ต่อ)

ระเบียบวิธี SDLC	ระเบียบวิธีการวิจัย	ผลลัพธ์ที่ได้
2. ออกแบบระบบ (System Design)	● ออกแบบเอเจนท์ และส่วนการทำงานด้านต่าง ๆ o การอินเตอร์เฟสผู้ใช้งาน o การส่งคำสั่งควบคุมโปรแกรม VLC จากระยะไกล o กระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่มมัลติคาสท์ใน VLC	แผนภาพแบบต่าง ๆ ด้วยภาษา UML ● Use Case Diagram ● Sequence Diagram
3. การพัฒนา (Implementation)	● พัฒนาเอเจนท์โดยใช้ภาษาเชิงวัตถุ เช่น C# ร่วมกับไลบารีมาตรฐาน	● ซอฟต์แวร์ต้นฉบับ
4. การทดสอบระบบ (Testing)	● ทดสอบการสั่งการจากระยะไกล ● ทดสอบประสิทธิภาพการกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่มมัลติคาสท์ ● ประเมินผลจากแบบสอบถามของกลุ่มผู้ใช้	● แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบ
5. การบำรุงรักษา (Maintenance)	-	-

3.2.2 แผนภาพซอฟต์แวร์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

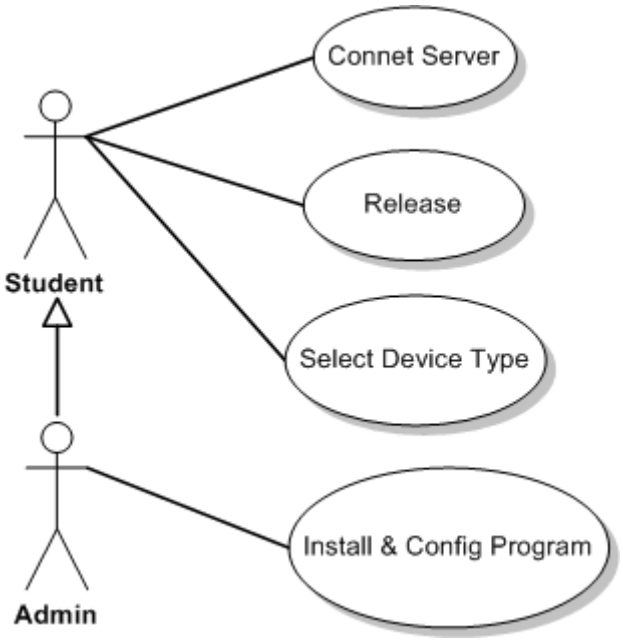


รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

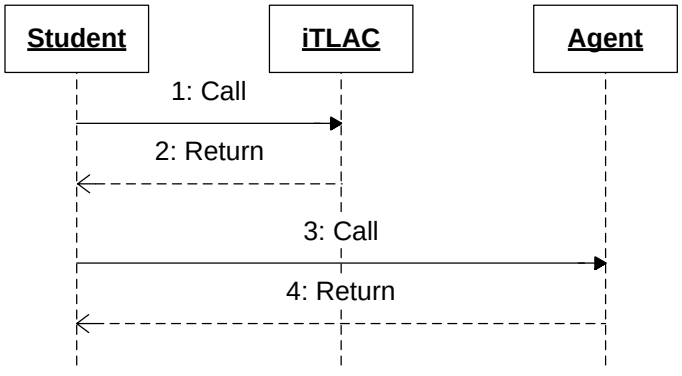


รูปที่ 3.3 Sequence Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

3.2.3 แผนภาพซอฟต์แวร์ฝั่งไคลเอนต์



รูปที่ 3.4 Use Case Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งไคลเอนต์



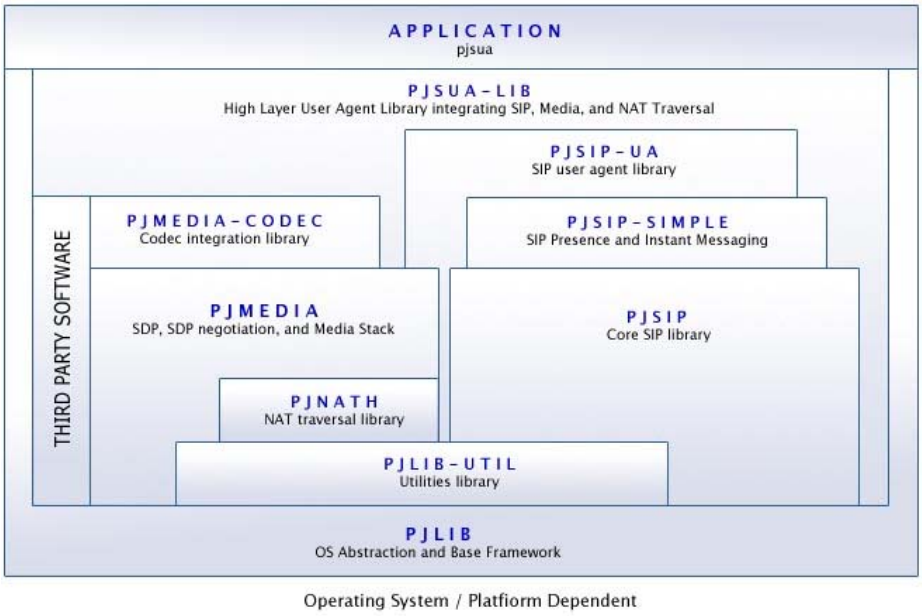
รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของโปรแกรมเอเจนท์ฝั่งไคลเอนต์

3.2.4 การพัฒนาซอฟต์แวร์

ในการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์ พิจารณาวิเคราะห์และออกแบบตามกรอบแนวทางการพัฒนาโดยยึดตามรูปแบบจำลองระบบ ในรูปที่ 3.1 สังเกตลักษณะการทำงานของโปรแกรมเอเจนท์จะต้องพึ่งพา API (Application Programming Interface) คือ เป็นวิธีการเรียกใช้ระบบปฏิบัติการซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานระหว่างเอเจนท์กับระบบปฏิบัติการ การที่โปรแกรมเอเจนท์เชื่อมต่อการทำงานกับระบบปฏิบัติการได้นั้น จำเป็นต้องอาศัย API เป็นตัวเชื่อม และ ในการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์ ได้นำเอาชุดภาษาดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (.NET Framework) [16] ดังแสดงในรูปที่ 3.6 และนำหน่วยสนับสนุนไลบรารี PJSIP [17] ดังแสดงในรูปที่ 3.7 เป็นโปรโตคอลมาตรฐาน SIP เพื่อเสริมให้การทำงานของโปรแกรมเอเจนท์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ซอฟต์แวร์สนับสนุนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก คือแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งดอตเน็ตสามารถรองรับภาษามากกว่า 40 ภาษา มีไลบรารีเป็นจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 3.6 รวมถึงบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยไลบรารีนั้นได้รวมถึงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ GUI (Graphical User Interface) โปรแกรมที่เขียนบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก จะทำงานบนสภาพแวดล้อมที่บริหารโดย CLR (Common Language Runtime) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดย CLR นั้นเตรียมสภาพแวดล้อมเสมือน ทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องคำนึงถึงความสามารถที่แตกต่างระหว่างหน่วยประมวลผลและระบบปฏิบัติการต่าง ๆ

รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก



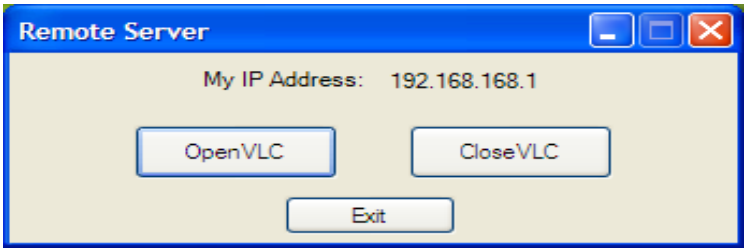
รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรม PJSIP

3.3 การทดสอบเชิงประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

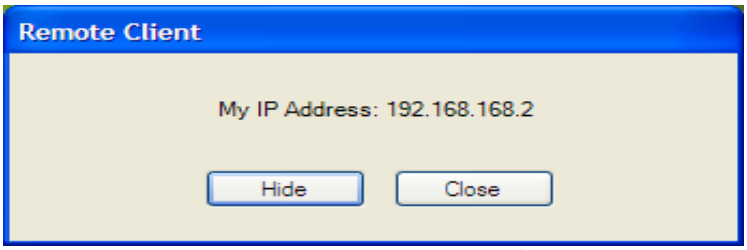
3.3.1 เปรียบเทียบระบบกลไกทำงานตัวกลางซอฟต์แวร์ควบคุมที่เหมาะสม

3.3.1.1 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนท์แบบยูนิคาสท์

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเอเจนท์แบบยูนิคาสท์ขึ้น และทำการทดสอบการทำงาน ในการช่วยให้ผู้ใช้ที่อยู่ฝั่งเครื่องผู้สอนสามารถเปิดหรือปิดโปรแกรม VLC ทางฝั่งเครื่องผู้เรียนทั้งหมด เพียงการเลือกกดปุ่มที่ต้องการ (ดูรูปที่ 3.8 ประกอบ) ได้เลือกกำหนดให้การรับส่งแพ็กเก็ตข้อมูลมัลติมีเดียจากเซิร์ฟเวอร์ (ฝั่งเครื่องผู้สอน) เป็นแบบยูนิคาสท์ (ซึ่งเป็นการสื่อสารระหว่างคู่สื่อสารหนึ่ง ๆ) ดังนั้น ภาระงานในการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องผู้เรียน จึงเป็นการวนรอบทีละเครื่อง ๆ จนครบ ในรูปที่ 3.9 แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมวนรอบส่งข้อมูลแบบยูนิคาสท์ โดยส่วนเริ่มต้นโปรแกรมจะทำการประกาศหมายเลขไอพี และหมายเลขพอร์ต ส่วนถัดมาเป็นการทำเงื่อนไขวนรอบ โดยภายในลูปของการวนรอบจะเริ่มทะยอยส่งข้อมูลโดยการวนรอบทั้งหมด 50 ครั้ง อย่างเป็นลำดับ การวนรอบที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง ส่งผลทำให้ไคลเอนต์ (ฝั่งเครื่องผู้เรียน) ซึ่งมีทั้งหมด 50 เครื่องจะได้รับข้อมูลเป็นลำดับ



(ก) ไดอะล็อกควบคุม VLC จากระยะไกลแบบยูนิคาสท์



(ข) ไดอะล็อกช่วยสถานะการทำงานที่ไคลเอนต์

รูปที่ 3.8 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบยูนิคาสท์

```
1  Sub SendMessage()
2      Dim host As String = "192.168.168.1"
3      hostArray = host.Split(".")
4      Dim x As Integer = hostArray(3)
5      Dim port As Integer = 63000
6          For y As Integer = 1 To 50
7              x = x + 1
8              host = hostArray(0) & "." & hostArray(1) & "." & hostArray(2) & "." & x
9              Try
10             Dim tcpCli As New TcpClient(host, port)
11             Dim ns As NetworkStream = tcpCli.GetStream
12
13             'Send data to the server.
14             Dim sw As New StreamWriter(ns)
15             sw.WriteLine("Bla..Bla..Blaaa")
16             .
17             .
18             .
19             End Try
20         Next y
21 End Sub
```

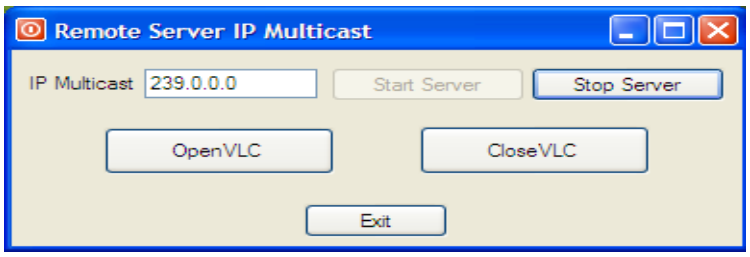
รูปที่ 3.9 แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมวนรอบส่งข้อมูลแบบยูนิคาสท์

ลักษณะการทำงานวนรอบแบบยูนิคาสท์นี้ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้าน Scalability มีข้อด้อยเชิงประสิทธิภาพ กล่าวคือเมื่อยิ่งมีจำนวนไคลเอนต์เพิ่มขึ้น จะยิ่งทำให้เกิดการหน่วงเวลาของการแสดงผลภาพมัลติมีเดียที่เครื่องผู้เรียน ขณะเดียวกันภาระในการส่งข้อมูลทั้งหมดของเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะมีอัตราที่เพิ่มขึ้น อย่างเห็นได้ชัดมากขึ้นตามไปด้วย รูปที่ 3.10 กราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ได้ทำการส่งข้อมูลแบบยูนิคาสท์ การรับส่งข้อมูลนี้เกิดขึ้นทันทีหลังจากเอเจนท์ที่อยู่ฝั่งไคลเอนต์ รูปที่ 3.8 (ข) ได้รับคำสั่งจากเอเจนท์ที่อยู่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์สั่งการกดปุ่ม OpenVLC ให้โปรแกรม VLC ที่เครื่องไคลเอนต์ไปรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบยูนิคาสท์ผ่าน TCP พอร์ต จากนั้นจึงทำให้เครื่องไคลเอนต์เริ่มทยอยรับข้อมูลทีละเครื่อง ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (ให้สังเกตเส้นกราฟในรูปที่ 3.10) แสดงการขอรับข้อมูลของเครื่องไคลเอนต์ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยเส้นกราฟจะมีอัตราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนเครื่องไคลเอนต์ที่มาขอรับข้อมูล ปริมาณการเพิ่มขึ้นนี้เป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 3.10 กราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบยูนิคาสท์

3.3.1.2 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนท์แบบมัลติคาสท์

จากปัญหาการหน่วงเวลา ในการใช้งานเอเจนท์แบบยูนิคาสท์และการรับส่งข้อมูลเมื่อเครื่องผู้เรียนมีจำนวนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์แบบมัลติคาสท์ขึ้นมาใหม่ ดังรูปที่ 3.11 และได้ทำการทดสอบ ในการทำงานของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์นี้จำเป็นต้องให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ประกาศหมายเลขไอพีมัลติคาสท์ เพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ที่ต้องเข้าร่วมกลุ่มโดยใช้โปรโตคอล IGMP จากนั้นการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเกิดขึ้นได้ทันที ที่มีการเข้าร่วมกลุ่มตามหลักการของไอพีมัลติคาสท์



(ก) ไดอะล็อกควบคุม VLC จากระยะไกลแบบมัลติคาสท์

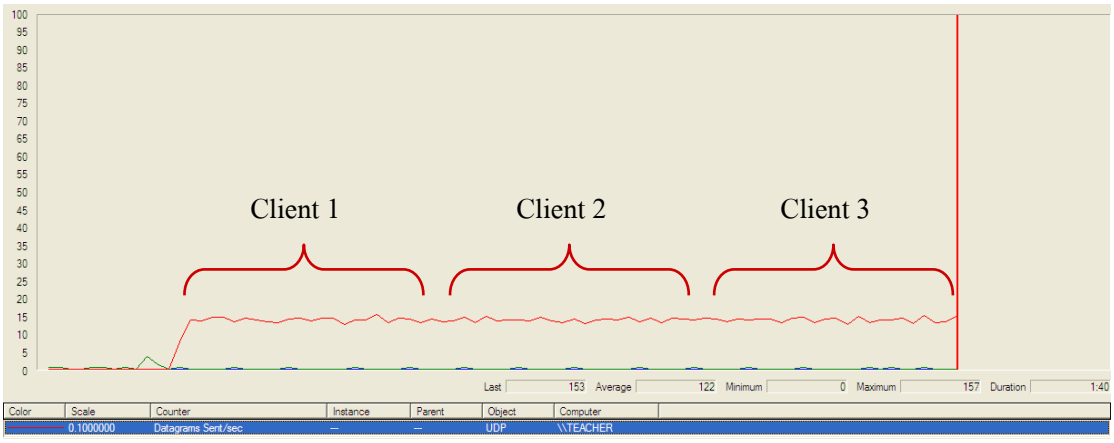
(ข) ไดอะล็อกสำหรับเอเจนท์ที่ไคลเอนต์แบบมัลติคาสท์

รูปที่ 3.11 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบมัลติคาสท์

ดังนั้นเครื่องเซิร์ฟเวอร์เอเจนท์แบบมัลติคาสท์ จะมีภาระในการส่งข้อมูลแค่ชุดเดียวให้กับกลไกในระดับชั้นที่ 3 โดยไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มมัลติคาสท์หนึ่ง ๆ เลย เนื่องจากกลไกสนับสนุนฮาร์ดแวร์ระดับชั้นที่ 3 ดำเนินงานทั้งสิ้น รูปที่ 3.12 แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมการประกาศกลุ่มและส่งข้อมูลแบบมัลติคาสท์ โดยส่วนเริ่มต้นโปรแกรมจะทำการประกาศหมายเลขไอพีมัลติคาสท์ ตามที่ได้รับข้อมูลจากการป้อน ผ่านช่องทาง textBox2 เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมส่วนนี้ จะทำให้เกิดการประกาศกลุ่ม IGMP ทันที และขณะเดียวกันทางด้านฝั่งเครื่องไคลเอนต์ก็จะสามารถเข้าร่วมกลุ่มที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ประกาศไว้ จากนั้นการทำงานส่วนที่สองของโปรแกรม คือเป็นการส่งข้อมูลหรือชุดคำสั่งไปยังกลุ่มผู้เข้าร่วม IGMP ดังกล่าว ซึ่งผู้ที่จะสามารถรับข้อมูลดังกล่าวนี้ได้ จะเป็นเพียงเครื่องไคลเอนต์ที่ได้ทำการเข้าร่วมกลุ่มเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าการรับส่งข้อมูลในแบบมัลติคาสท์จะแตกต่างไปจากการรับส่งข้อมูลในแบบยูนิคาสท์ ตรงที่ลักษณะการส่งข้อมูลจะไม่ส่งถึงผู้รับโดยตรง แต่จะเสมือนมีตัวกลาง ทำหน้าที่จัดการส่งข้อมูลให้ การส่งข้อมูลลักษณะแบบมัลติคาสท์จะใช้พอร์ต UDP ซึ่งแตกต่างจากการส่งข้อมูลแบบยูนิคาสท์ใช้พอร์ต TCP

```
Socket sock_Command;
        void Command_Server()
        {
            // Creation Socket
            sock_Command = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Dgram, ProtocolType.Udp);
            // Socket Binding
            IPEndPoint ipend = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 5000);
            sock_Command.Bind(ipend);
            MulticastOption mo = new MulticastOption(IPAddress.Parse(textBox2.Text));
            sock_Command.SetSocketOption(SocketOptionLevel.IP, SocketOptionName.AddMembership, mo);
        }

void Send_Command(string Command)
    {
        // Creation Socket
        Socket client_socket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Dgram, ProtocolType.Udp);
        // Conncet with the server
        IPEndPoint ipend = new IPEndPoint(IPAddress.Parse(textBox2.Text), 5000);
        // Encoding
        byte[] buffer = UnicodeEncoding.Unicode.GetBytes(Command);
        // Send the Text
        client_socket.SendTo(buffer, ipend);
        // Conncetion Close
        client_socket.Close();
    }
```

รูปที่ 3.12 แสดงส่วนซอร์สโค๊ดโปรแกรมการประกาศกลุ่มและส่งข้อมูลแบบมัลติคาสท์



รูปที่ 3.13 กราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบมัลติคาสท์

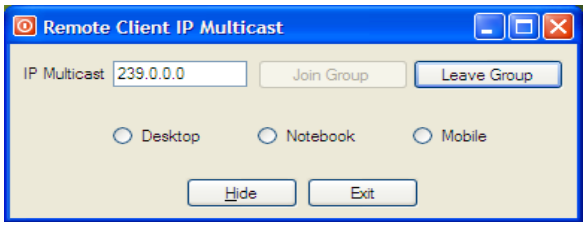
การทดสอบเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพ เอเจนท์แบบมัลติคาสท์ดังกล่าวนี้ ในรูปที่ 3.13 เป็นกราฟแสดงผลทดสอบที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แบบมัลติคาสท์ ซึ่งหลังจากการเข้าร่วมกลุ่มของเครื่องไคลเอนต์ดังรูปที่ 3.12 (ข) มีผลทำให้ได้รับคำสั่งจากเอเจนท์ฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทันที กราฟที่ได้จากรูปที่ 3.14 นั้น เกิดจากการสั่งการเอเจนท์ โดยการกดปุ่ม OpenVLC ที่ฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อสั่งการให้เอเจนท์ฝั่งเครื่องไคลเอนต์ ไปรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านช่องทางไอพีมัลติคาสท์ ด้วยการประมวลผลไฟล์ที่ได้จัดเตรียมไฟล์แบบแบตช์ก่อนล่วงหน้า (ตามที่ได้อธิบายในบทที่ 2 แล้ว) จากนั้นจะเป็นการเริ่มส่งข้อมูลไปยังทุกเครื่องไคลเอนต์ ส่งผลให้

ประสิทธิภาพของการรับข้อมูลที่เครื่องผู้เรียนจำนวนมาก ๆ แตกต่างไปจากการส่งข้อมูลมัลติมีเดียแบบยูนิคาสท์อย่างเห็นได้ชัดเจน (ให้สังเกตเส้นกราฟในรูปที่ 3.13) แสดงการขอรับข้อมูลของเครื่องไคลเอนต์ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยเมื่อเวลาผ่านไปเส้นกราฟจะมีอัตราคงที่อย่างตลอดเวลา และเมื่อจำนวนเครื่องไคลเอนต์ที่มาขอรับข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง ก็ไม่ได้ส่งผลกระทบการทำงานใด ๆ เลยต่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์

3.3.2 เปรียบเทียบแบนวิดธ์ที่เหมาะสมในการกระจายข้อมูลแบบมัลติคาสท์ที่อัตราเร็วบิตต่างกัน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณานำเทคนิคการบีบอัดข้อมูลด้วย Codec (ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ Transcode) เข้ามาใช้งาน เพื่อทำให้สามารถส่งข้อมูลสายธารมัลติมีเดียชุดเดียวกัน แต่ด้วยหลายอัตราเร็วได้ รูปที่ 3.14 (ข) ได้เพิ่มเติมเอเจนท์ไคลเอนต์แบบมัลติคาสท์ส่วนของการรับข้อมูลด้วยหลายอัตราเร็วบิต เพื่อเป็นทางเลือกให้ใช้ทรัพยากรเครือข่ายที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่างชนิดกัน (ดูตัวอย่างในรูปที่ 3.15) การทำกระบวนการนี้ในโปรแกรม VLC ทำได้ง่ายจากคำสั่งไฟล์/Open File/ออปชั่นชั้นสูง/การตั้งค่า Stream Output/Transcoding Options อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ได้จัดกลุ่มมัลติคาสท์เป็น 3 กลุ่มดังตารางที่ 3.2

(ก) เอเจนท์แบบมัลติคาสท์เครื่องไคลเอนต์แบบเดิม



(ข) เอเจนท์แบบมัลติคาสท์เครื่องไคลเอนต์แบบปรับปรุงการจัดกลุ่มรับข้อมูล

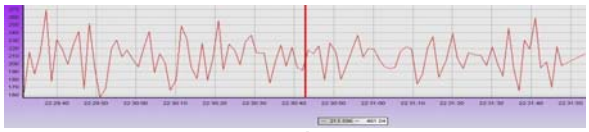
รูปที่ 3.14 เปรียบเทียบเอเจนท์แบบมัลติคาสท์เครื่องไคลเอนต์

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างกลุ่มมัลติคาสท์สำหรับรับข้อมูลมัลติมีเดีย

กลุ่มมัลติคาสท์	ความเร็วต่ำ	ความเร็วปานกลาง	ความเร็วสูง
อัตราเร็วบิต	~30 Kbps	11- 56 Mbps	100-1,000 Mbps
ประเภทอุปกรณ์	โทรศัพท์มือถือหรือ PDA	คอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊ค	คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

(ก) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 32 Kbit/s

(ข) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 128 Kbit/s



(ค) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 256 Kbit/s

รูปที่ 3.15 เปรียบเทียบอัตราเร็วบิตการส่งข้อมูลมัลติมีเดียชุดเดียวกัน

```
if (String.Compare(msg, chk) == 0)
    {
        System.Diagnostics.Process.Start(chk);
    }else{
          string exec="";
            if (Dradio.Checked)
                exec = Dradio.Text;
            else if (Nradio.Checked)
                exec = Nradio.Text;
            else if (Mradio.Checked)
                exec = Mradio.Text;
            else
                MessageBox.Show("Plese Choose Rate Conneted Your Speed");
          System.Diagnostics.Process.Start(exec);
    }
```

(ก) แสดงซอร์สโค๊ดส่วนสำหรับจำแนกฝั่งกลุ่มผู้รับหลายอัตราเร็ว

Desktop.bat | Mobile.bat | Notebook.bat | CloseVLC.bat

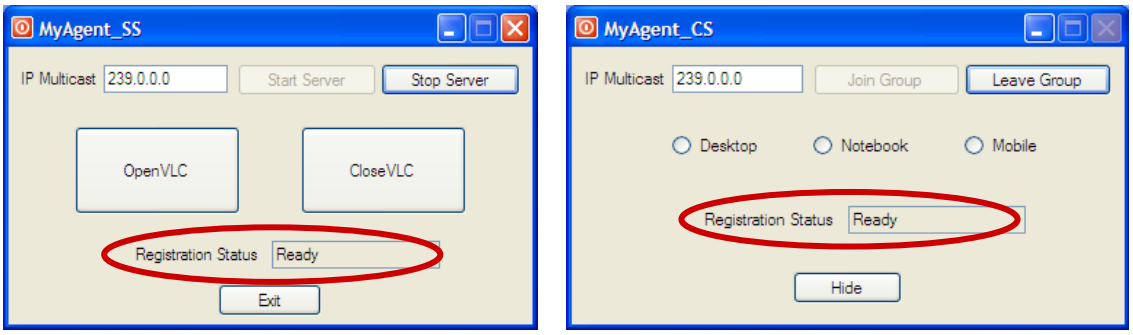
```
##############################################
# This Script is Start VLC Program at Client #
##############################################

cd C:\Program Files\VideoLAN\VLC\
vlc.exe udp://@239.0.0.1:1234 -f
```

(ข) แสดงแบตซ์ไฟล์ที่เตรียมไว้สำหรับเอเจนท์ได้เรียกใช้

รูปที่ 3.16 โปรแกรมปรับปรุงการจัดกลุ่มรับข้อมูลเอเจนท์ไคลเอนต์แบบมัลติคาสท์

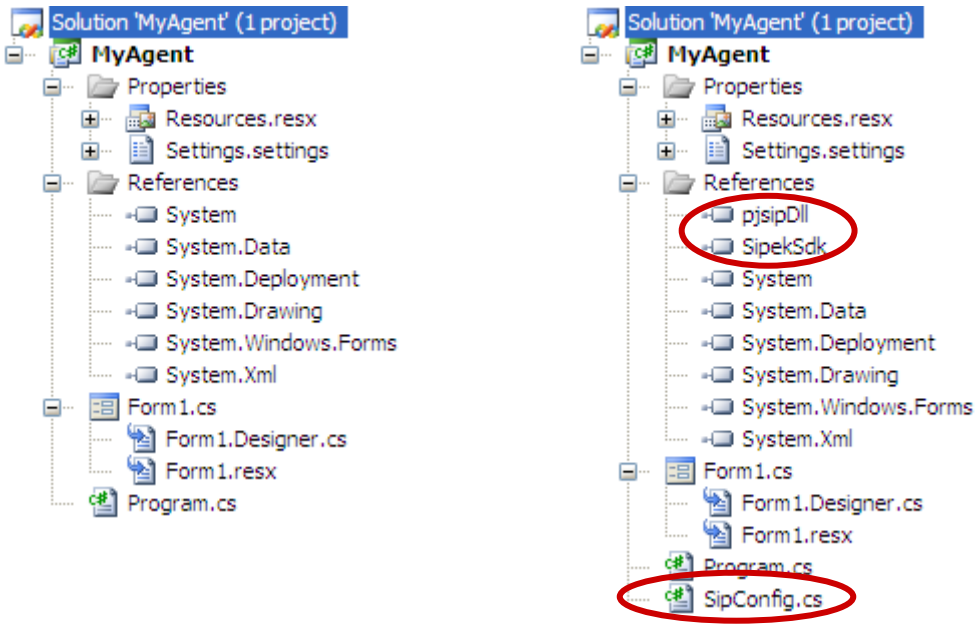
3.3.3 เปรียบเทียบเอเจนท์โปรโตตอลมาตรฐาน SIP

การพัฒนาเอเจนท์เพื่อให้ได้มาตรฐานนับว่ามีความสำคัญยิ่ง เพื่อให้สามารถทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาโปรโตตอลมาตรฐาน SIP มาใช้ และทำการเพิ่มความสามารถของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์ที่มีอยู่ให้มีมาตรฐานเทียบเท่าสากล ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.17 เมื่อเพิ่มโปรโตคอลมาตรฐาน SIP เข้าไปในเอเจนท์แบบมัลติคาสท์ ทำให้เอเจนท์มีความสามารถ ที่จะแสดงสถานการณ์ติดต่อสื่อสารกัน ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องไคลเอนต์ได้ สำหรับรายละเอียดการพัฒนาเอเจนท์ ได้อธิบายในรูปที่ 3.18 แสดงรายละเอียด เพื่อเปรียบเทียบโปรเจคของโปรแกรมเอเจนท์หลังจากที่เพิ่มเติมโปรโตคอลมาตรฐาน SIP โดยใช้ไลบารีของ PJSIP และเนื่องจาก PJSIP สามารถรองรับการพัฒนาใช้งานโปรโตคอลมาตรฐาน SIP โดยใช้ภาษา C# ได้ จึงสะดวกต่อการนำมาใช้งานอย่างยิ่ง เพราะเดิมเอเจนท์แบบมัลติคาสท์ถูกพัฒนาด้วยภาษ C# เช่นกัน ดังนั้นดังรูปที่ 3.18 สามารถจะนำเข้าไลบารี PJSIP ซึ่งจะประกอบด้วยไลบารี pjsipDll และ ไลบารี SipekSdk แล้วเรียกใช้งานได้ทันที หลังจากการเพิ่มไลบารีเป็นที่เรียบร้อย จะมีต้องโหลดไฟล์ SipConfig.cs ดังรูปที่ 3.19 เพิ่มเติมอีกเพื่อจะได้ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับโปรโตคอลมาตรฐาน SIP



(ก) เอเจนท์ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (ข) เอเจนท์ที่เครื่องไคลเอนต์

รูปที่ 3.17 การเพิ่มโปรโตคอลมาตรฐาน SIP ในเอเจนท์แบบมัลติคาสท์



(ก) ก่อนปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 3.18 เปรียบเทียบโปรเจคเอเจนท์ก่อนและหลังการปรับปรุง PJSIP Library

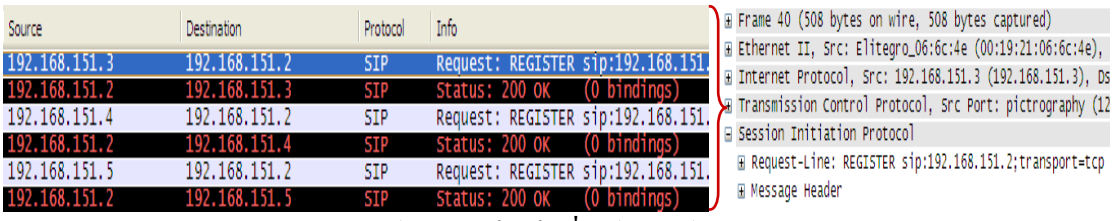
SipConfig.cs

MyAgent.SipConfig

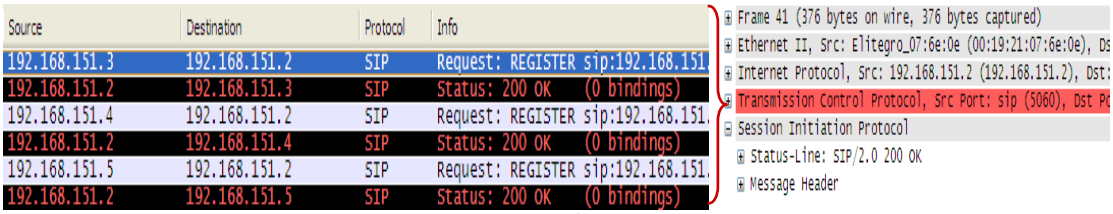
```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using Sipek.Common;

namespace MyAgent
{
  internal class SipConfig : IConfiguratorInterface...
  class AccountConfig : IAccount
  {
    #region IAccount Members
    public string AccountName...
    public string HostName
    {
      get
      {
        //return "sipserver.net";
        return "192.168.151.2";
      }
      set{}
    }
    public int RegState...
    public string UserName...
    #endregion
  }
}
```

รูปที่ 3.19 แสดงส่วนการกำหนดค่าเริ่มต้นโปรโตคอลมาตรฐาน SIP

การทดสอบการทำงานของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์ที่มีโปรโตคอลมาตรฐาน SIP สามารถเห็นได้จากลำดับของแพ็กเก็ตสื่อสารตามรูปที่ 3.20 ลำดับการทำงานของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์เริ่มต้นด้วยการประกาศกลุ่ม IGMP (เหมือนตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ผ่านมา) ขณะเดียวกันนั้น โปรโตคอล SIP ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะเริ่มทำงานด้วยการระบุความพร้อมสถานะของตนเอง และเมื่อมีเอเจนท์เครื่องไคลเอนต์มาติดต่อ เอเจนท์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะทำการโต้ตอบรับส่งข้อความตามรูปแบบมาตรฐาน SIP ระหว่างกัน ดังที่ปรากฏอยู่ในรูปที่ได้แสดงไว้



(ก) SIP เอเจนท์ลำดับแพ็กเก็ตที่เซิร์ฟเวอร์และรายละเอียด



(ข) SIP เอเจนท์ลำดับแพ็กเก็ตที่ไคลเอนต์และรายละเอียด

รูปที่ 3.20 แสดงลำดับแพ็กเก็ตของเอเจนท์แบบมัลติคาสท์โปรโตคอลมาตรฐาน SIP

บทที่ 4

บทวิจารณ์

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประเมินวัดความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียนโดยให้ผู้ใช้กลุ่มเป้าหมายร่วมกันทดสอบและประเมินผล

4.2 การประเมินวัดความพึงพอใจต่อผู้เกี่ยวข้องระบบ

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน เพื่อวัดความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ และรับทราบถึงข้อเสนอแนะจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

4.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้เป็นผู้บริหาร คณาจารย์ และนักศึกษา คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวนทั้งสิ้น 27 คน

คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี มีบุคลากรซึ่งเป็นผู้บริหาร คณาจารย์ และนักศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 712 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มผู้บริหารจำนวน 4 คน กลุ่มอาจารย์จำนวน 23 คน และกลุ่มนักศึกษาจำนวน 685 คน

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จัดแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ กลุ่มผู้บริหาร กลุ่มอาจารย์ และกลุ่มนักศึกษา
2. ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลาก เพื่อทำการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตามสัดส่วนที่ต้องการ ดังนี้

- กลุ่มผู้บริหาร ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 คน
- กลุ่มอาจารย์ ได้กลุ่มตัวอย่าง 3 คน
- กลุ่มนักศึกษา ได้กลุ่มตัวอย่าง 23 คน

4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินความพึงพอใจต่องานวิจัยคือ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน ในการรวบรวมข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้พิจารณา กลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงคือกลุ่มอาจารย์ และกลุ่มนักศึกษา สำหรับกลุ่มผู้บริหาร แม้ว่าจะไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายโดยตรง แต่ผู้วิจัยให้ความสำคัญคัดเลือกมาเพื่อต้องการผลการประเมินให้ครบทุกด้าน อีกทั้งยังได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมครอบคลุมจากทุกกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจากความความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ซึ่งแบบสอบถามมี 3 ตอนดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้ารับการทดสอบ
ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เข้ารับการทดสอบ
ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เข้ารับการทดสอบ

โดยแบบทดสอบเป็นข้อความหรือข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งานระบบมี 5 ระดับ คือ มีความพึงพอใจมากที่สุด มีความพึงพอใจมาก มีความพึงพอใจปานกลาง มีความพึงพอใจน้อย มีความพึงพอใจน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบ
2. สร้างแบบสอบถามแล้วนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำ
3. นำแบบสอบถามหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีแบบแบ่งครึ่ง (Split-half method) พบว่า ค่าความเชื่อถือได้ของสเปียร์แมน-บราวน์ = 0.811 ซึ่งถือว่า แบบสอบถามเชื่อถือได้ค่อนข้างมาก
4. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบ จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งความพึงพอใจในการ

ใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล ในชั้นเรียนมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าตอบช่อง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน
	มีความพึงพอใจน้อย	ให้	2	คะแนน
	มีความพึงพอใจปานกลาง	ให้	3	คะแนน
	มีความพึงพอใจมาก	ให้	4	คะแนน
	มีความพึงพอใจมากที่สุด	ให้	5	คะแนน

4.2.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ โดยใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลครั้งเดียว (One-shot case study) ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ใช้เวลาทดลองจำนวน 1 คาบ (60 นาที) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นเตรียมการทดลอง

- จัดเตรียมห้องทดลองเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดสอบ ผู้วิจัยเลือกใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
- เตรียมกลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดสอบโดยการสุ่มจากผู้บริหาร คณาจารย์ และนักศึกษาคณะวิทยาการสื่อสารจำนวน 27 คนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น
- เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ขั้นทดลอง

- ผู้วิจัยอบรมกลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดสอบ และสาธิตการทำงานของระบบทั้งหมด
- ดำเนินการทดลองโดยกลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดสอบ ซึ่งขั้นตอนการทดลองระบบได้แบ่งบทบาทการใช้งานของแต่ละกลุ่มดังนี้ โดยกลุ่มอาจารย์ให้ทำหน้าที่สอน กลุ่มนักศึกษาเป็นผู้นั่งเรียน ส่วนผู้บริหารทำหน้าที่สังเกตการณ์ตลอดการเรียนการสอน
- ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจ ให้กลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับการทดสอบประเมิน

4.2.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การหาค่าเฉลี่ยจะเป็นวิธีการทางด้านสถิติที่ใช้วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากรที่มีต่อคุณภาพของระบบ

ค่าเฉลี่ย $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูล (ระดับความคิดเห็น) N ตัว

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D. = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \overline{x})^2}{N}}$

เมื่อ $S.D.$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

f คือ ความถี่

x_i คือ ค่าข้อมูล

$\overline{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร 27 คน

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร 27 คน

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
1. สถานภาพ			
ผู้บริหาร	1	3.7	-
อาจารย์	3	11.1	
นักศึกษา	23	85.2	

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร 27 คน (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
2. อายุ			ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ได้ระบุช่วงอายุจำนวน 2 คน
ไม่เกิน 25	21	84.0	
25-40	4	16.0	
40 ขึ้นไป	-	-	

จากการตอบแบบสอบถามในข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน จำนวน 27 คนนั้น ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ได้ผลสรุปดังนี้

- สถานภาพ ผู้บริหาร จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.7 อาจารย์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 และนักศึกษา จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 85.2
- อายุ ไม่เกิน 25 ปี จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84 อายุ 25-40 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 16 ส่วนอายุ 40 ปีขึ้นไป ไม่มีปรากฏ และมีผู้เข้ารับการทดสอบไม่ได้ระบุช่วงอายุจำนวน 2 คน

2) การวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่องานวิจัยของกลุ่มประชากร 27 คน

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของแบบประเมินความพึงพอใจในภาพรวมต่องานวิจัย มีดังนี้ คือ

1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
2..51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด

การประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน จากจำนวนประชากร 27 คน โดยทำการวัดความพึงพอใจในภาพรวมต่องานวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมต่องานวิจัย

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การควบคุมหรือสั่งการต่าง ๆ ระหว่างเครื่องผู้สอนกับเครื่องผู้เรียนใช้งานง่ายและสะดวก	4.33	.55	มาก
ระยะเวลาการแสดงผลสลับภาพระหว่างภาพบรรยายนิ่งกับภาพมัลติมีเดียมีความต่อเนื่องและรวดเร็ว	4.19	.68	มาก
ตอบสนองการแสดงผลภาพมัลติมีเดียทุกรูปแบบเป็นอย่างดี	4.00	.73	มาก
ระบบสามารถทดแทนโสตทัศนูปกรณ์ในชั้นเรียนในระดับใด	4.22	.69	มาก
ท่านคิดว่าระบบนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ในระดับใด	4.33	.62	มาก
ท่านจะช่วยประชาสัมพันธ์เผยแพร่ประโยชน์ของระบบนี้ในระดับใด	4.22	.64	มาก
เฉลี่ยทั้งหมด	4.21	.48	มาก

จากผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่องานวิจัยของของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน มีผลสรุปดังต่อไปนี้

- การควบคุมหรือสั่งการต่าง ๆ ระหว่างเครื่องผู้สอนกับเครื่องผู้เรียนใช้งานง่ายและสะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33
- ระยะเวลาการแสดงผลสลับภาพระหว่างภาพบรรยายนิ่งกับภาพมัลติมีเดียมีความต่อเนื่องและรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19
- ตอบสนองการแสดงผลภาพมัลติมีเดียทุกรูปแบบเป็นอย่างดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00
- ระบบสามารถทดแทนโสตทัศนูปกรณ์ในชั้นเรียนในระดับใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22
- ท่านคิดว่าระบบนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ในระดับใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33

- ท่านจะช่วยประชาสัมพันธ์เผยแพร่ประโยชน์ของระบบนี้ในระดับใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22
- และโดยภาพรวมเฉลี่ยทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .48 และมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณ มาก

จากผลการสำรวจความพึงพอใจปรากฏว่าระบบใช้งานง่ายและสะดวก สามารถแสดงภาพบรรยายนิ่งสลับภาพมัลติมีเดียได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ใช้งานกับมัลติมีเดียได้ทุกรูปแบบ และสามารถทดแทนโสตทัศนูปกรณ์ในชั้นเรียนได้ อีกทั้งยังช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

3) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในงานวิจัย

- เป็นโปรแกรมที่น่าสนใจ เพราะผู้เรียนสามารถได้เรียนรู้พร้อม ๆ กับอาจารย์ผู้สอนได้ดี
- ควรมีช่องทางในการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เช่น ระบบการสนทนา
- น่าจะมีระบบการตรวจสอบการใช้งาน จะได้ทราบว่าใครใช้เครื่องที่ไหนบ้าง
- ควรให้มีเครื่องมือควบคุมอยู่ในที่เดียวกัน
- ดี เพราะเราไม่ต้องมองที่โปรเจคเตอร์ มองหน้าจอคอมพิวเตอร์แทน ทำให้เรามีการจดจ่อและจดจำที่รวดเร็วเป็นการป้องกัน การไม่ตั้งใจเรียนของนักศึกษาที่มักจะไปสนใจอย่างอื่นมากกว่าการเรียนการสอนของอาจารย์
- ดีแล้ว ถ้ามีโปรแกรมนี้เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน เพราะเราสามารถทำไปพร้อม ๆ กับอาจารย์ผู้สอนเลย เห็นทุกอย่างเวลาอาจารย์สอนนักศึกษาจะได้ตั้งใจเรียนมากขึ้น ภาพก็ชัดกว่าโปรเจ็คเตอร์ อยากให้เปิดใช้เร็ว ๆ
- เป็นซอฟต์แวร์ที่มีประโยชน์มาก สามารถสนับสนุนจำนวนนักเรียนในชั้นจำนวนมากและอยู่คนละห้องได้อย่างดี และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้ามีออปชั่นสำหรับอาจารย์ให้เลือกล็อคหรือไม่ล็อคเครื่องไคลเอนต์ รวมทั้งให้มีออปชั่นสำหรับผู้เรียนให้เลือกรับสัญญาณหรือไม่รับสัญญาณ
- หากใช้ระบบนี้ เชื่อว่าเป็นการช่วยผู้เรียนในระดับหนึ่ง ซึ่งอาจส่งผลให้การเรียนดีขึ้น
- อยากให้เปิดใช้ระบบนี้เร็ว ๆ เพราะเป็นระบบที่ดี สะดวก สะบาย และอยู่ในการควบคุมของอาจารย์

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอ ปัญหาการขาดประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพการเคลื่อนไหวเร็วของโปรแกรมควบคุมจากระยะไกลของโปรแกรม iTALC ซึ่งส่งผลทำให้ไม่สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ภายในชั้นเรียน ให้ครอบคลุมสื่อการเรียนการสอนได้ทุกรูปแบบ ในที่นี้ผู้วิจัยได้เสนอแนะการจัดการปัญหาข้างต้น โดย

- แนะนำให้มีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปแบบโอเพ่นซอร์สทางด้านจัดการข้อมูลสายธารมัลติมีเดีย (เช่น โปรแกรม VLC) เข้ามาทำงานร่วมด้วย (ทั้งเครื่องทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์) เพื่อที่จะไม่ต้องแก้ไข/ดัดแปลงซอฟต์แวร์ต้นฉบับโปรแกรม iTALC เลย
- แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการพัฒนาโปรแกรมเอเจนท์เพิ่มเติมขึ้น (ทั้งเครื่องทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์) เพื่อที่จะควบคุมการประสานจังหวะในการตัดสลับการทำงานระหว่างโปรแกรม iTALC และ VLC ได้อย่างราบรื่นและเป็นอัตโนมัติ
- แสดงให้เห็นประโยชน์ของใช้ทรัพยากรแบนวิดท์เครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านกลไกทำงานแบบ Transcode ของโปรแกรม VLC เพื่อเลือกส่งสายธารข้อมูลแบบกลุ่มด้วยอัตราเร็วบิตที่แตกต่างกัน ให้กับอุปกรณ์สื่อสารที่มีความหลากหลายได้อย่างเหมาะสม

5.2 ข้อเสนอแนะและงานในอนาคต

- ควรเพิ่มเติมกลไกทำงาน เพื่อให้ข้อมูลของโปรโตคอลให้สัญญาณ SIP มีลำดับความสำคัญสูงมากกว่าแพ็กเกตข้อมูลอื่น ๆ ในกรณีที่เครือข่ายมีความคับคั่งสูง เพื่อเอื้อให้ข้อมูลสั่งการ จากเซิร์ฟเวอร์ไม่สูญหายไป
- ควรมีการนำเซิร์ฟเวอร์ตัวแทนเข้ามาช่วยลดภาระงานในการจัดการส่งข้อมูลที่อัตราเร็วบิตต่าง ๆ กันให้กับกลุ่มมัลติคาสท์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซึ่งมีอัตราเร็วบิตที่ต่ำมาก จากข้อจำกัดทางทรัพยากรเครือข่ายและการประมวลผล
- ควรพิจารณาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทดสอบในบทที่ 4

บรรณานุกรม

[1] วรเทพ กาญจนชม, “การจัดกลุ่มในอาร์ทีพีเซสชั่นเพื่อปรับปรุงการใช้อาร์ทีซีพีแบนด์วิดท์”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยรังสิต, 2545.

[2] สมนึก พ่วงพรพิทักษ์, “การออกแบบวิธีการควบคุมความคับคั่งในระบบการสื่อสารแบบมัลติคาสท์เพื่อสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียและฐานข้อมูลแบบกระจาย”, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549.

[3] เดือนเพ็ญ สัณฐิติธรรม, “เอเจนท์ลอจิกไดอารี่บนเว็บ”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2542.

[4] สันติ โชติแก้ว, “โครงสร้างสนับสนุนการทำงานแบบเอเจนท์อย่างง่ายสำหรับประยุกต์บนเว็บ: กรณีตัวอย่างประยุกต์การพาณิชย์อีเล็กทรอนิกส์”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2546.

[5] O. Layaida, S. Ben Atallah, D. Hagimont. Adaptive Media Streaming Using Self-reconfigurable Proxies. In Proceedings of the 7th IEEE International Conference on High Speed Networks and Multimedia Communications (HSNMC’04), Toulouse, France, June 30-July 02, 2004.

[6] S. Deering, “Host Extension for IP Multicasting”, RFC 1112, IETF, August 1989.

[7] Multicast, (Online) Available, www.lugod.org/presentations/multicast.pdf, August 2008.

[8] Jaromil, Video streaming: a research on free video streaming technologies, (Online) Available, http://korova.dyne.org/video_streaming, August 2008.

[9] Adaptive Multimedia Streaming, (Online) Available, http://download.microsoft.com/download/a/9/c/a9c05370-42bb-4356-b958-7883ef3e3ed3/200407_03-01_JAM6.PPT, August 2008.

[10] The RFB Protocol, (Online) Available, http://www.cl.cam.ac.uk/Research/DTG/attarchive/rfb.html, June 2008.

[11] iTALC, (Online) Available, http://italc.sourceforge.net, June 2008.

[12] TightVNC, (Online) Available, http://www.tightvnc.com, June 2008.

[13] UltraVNC, (Online) Available, http://www.uvnc.com, June 2008.

[14] VideoLAN - VLC media player, (Online) Available, http://www.videolan.org, June 2008.

[15] Wikipedia, Comparison of media players, (Online) Available, http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_media_players, December 2008.

[16] .NET Framework, (Online) Available, http://www.microsoft.com/net, December 2008.

[17] PJSIP, (Online) Available, http://www.pjsip.org, December 2008.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก : ผลงานวิจัยตีพิมพ์

แวซำซูดิน แวดอกอ และ สุนทร วิทูสุรพจน์. 2552. การแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7, 21-22 พฤษภาคม 2552. (ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์แล้ว).

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7
21-22 พฤษภาคม 2552

การแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน

On the Display of Multimedia in Classroom-based Remote Desktop Software

แวซ้าซูดิน แวดอกอ สุนทร วิทูสุรพจน์
หลักสูตรมหาบัณฑิตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
E-mail: wwaesome@bunga.pn.psu.ac.th, wsuntorn@coe.psu.ac.th

Waesomesudin Waedorkor Suntorn Witosurapot
Graduate Office of Management Information Technology, Faculty of Engineering
Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112
E-mail: wwaesome@bunga.pn.psu.ac.th, wsuntorn@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

แม้ว่า ซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานจากระยะไกลในชั้นเรียนจะช่วยให้ข้อมูลบนจอภาพเครื่องผู้สอน กระจายไปแสดงยังเครื่องผู้เรียนจำนวนมากอย่างมีประสิทธิภาพได้ แต่ก็ยังไม่รองรับภาพมัลติมีเดียซึ่งเปลี่ยนแปลงสูงได้ ปรากฏผลเป็นส่วนมืดที่เครื่องผู้เรียนแทน การจัดการต่อปัญหาที่นำเสนอในบทความนี้โดย 1) ใช้ประโยชน์หน่วยทำงานเอเจนต์ (เพื่อไม่ต้องแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับ) ควบคุมไม่ให้ซอฟต์แวร์นี้ทำงานในช่วงเวลาที่ต้องการแสดงมัลติมีเดีย และสั่งงานให้ใช้กลไกกระจายข้อมูลมัลติมีเดียแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ในช่วงนี้แทน และ 2) รายงานประโยชน์การใช้เทคนิคกระจายข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์ เนื่องจากช่วยลดภาระงานที่เครื่องผู้สอน และความล่าช้าในการกระจายข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญได้แล้ว ยังเอื้อให้การจัดกลุ่มส่งข้อมูลชุดเดียวกันที่อัตราเร็วต่างกันได้ ส่งผลดีต่อการบริหารทรัพยากรเครือข่ายกับความหลากหลายของเครื่องผู้เรียนได้

คำสำคัญ: ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล, เอเจนต์, มัลติคาสท์

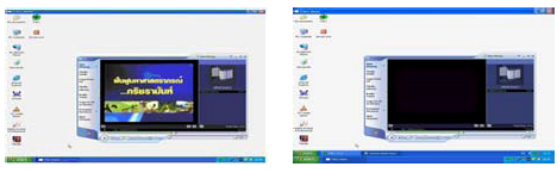
Abstract

Although, the classroom-based remote desktop software is capable of streaming the lecturer's desktop to a number of remote students' machines in the efficient manner, it remain lacks the support of fast-moving multimedia and results as a black part on the remote screen instead. To mitigate this inadequacy, this paper it is proposed as follows: 1) to advocate the use of agent for de-activating the remote desktop software during the need of multimedia display, and in parallel, enforcing the use of alternate way for multimedia streaming reception and views e.g. via typical broadcasting client/server, and 2) to report the efficient use of multicast packet delivery as it provides a good solution not only for minimizing the task and lag time at the server, but also allowing the multiple bit rate of the same stream to be occurred, hence improving the network resource utilization in such a way that is suitable to heterogeneity in the system.

Keywords: Remote desktop software, Agent, Multicast

1. บทนำ

ซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล ภายในชั้นเรียน เช่น iTALC [1] จัดเป็นเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ที่ช่วยการควบคุมจากระยะไกล (Remote desktop Software) โดยทำให้ข้อมูลที่ปรากฏบนจอภาพของเครื่องผู้สอน (เซิร์ฟเวอร์) กระจายไปแสดงผลยังเครื่องผู้เรียน (ไคลเอนต์) จำนวนมากได้ คล้ายคลึงกับซอฟต์แวร์ตระกูล Virtual network computer ทั่วไป [2, 3] แต่เพิ่มการควบคุมอุปกรณ์อินพุตของเครื่องผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงบนจอภาพของเครื่องผู้สอนจะมีไม่มากนัก เช่น จากภาพแอนิเมชั่นของสไลด์นำเสนองาน เป็นต้น แต่ไม่ควรเป็นภาพมัลติมีเดีย มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาทางเครื่องผู้เรียนขึ้นได้ โดยปรากฏผลลัพธ์เป็นบริเวณมืดบนเครื่องของผู้เรียน ในส่วนที่เป็นพื้นที่ของภาพมัลติมีเดียบนเครื่องผู้สอน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 1



(ก) (ข)

รูปที่ 1 เปรียบเทียบจอแสดงผลมัลติมีเดียเมื่อใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล (ก) ทางฝั่งเครื่องผู้สอน กับ (ข) ทางฝั่งเครื่องผู้เรียน

แม้ว่าการแก้ไขปัญหาข้างต้นจะสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในบทความนี้เลือกใช้แนวทางที่สอดรับกับเป้าประสงค์ ดังต่อไปนี้

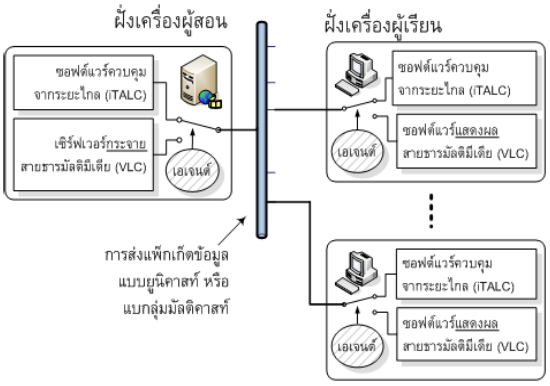
- หลีกเลี่ยงการแก้ไขใดๆ ในรหัสทำงานต้นฉบับของซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล เพื่อความเป็นอิสระในการนำไปใช้กับซอฟต์แวร์อื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย
- เปิดโอกาสให้นำเครื่องมือโอเพ่นซอร์สเข้ามาช่วยงาน แทนที่จะพัฒนาโปรแกรมจัดการขึ้นเองโดยตรง เพื่อเป็นการลดเวลาในการแก้ไขปัญหา และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบ
- เลือกใช้กลไกการกระจายแพ็กเก็ตข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์ (Multicast) แทนที่จะเป็นแบบยูนิคาสท์ (Unicast) ระหว่างคู่สื่อสารหนึ่งๆ เท่านั้น เพื่อเป็นการลดภาระงานทางฝั่งผู้สอน และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวม

ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ตอบสนองต่อความประสงค์ข้างต้น จึงเป็นได้ดังนี้

- นำแนวทางของหน่วยทำงานเสริมหรือเอเจนต์ (Agent) เข้ามาใช้ช่วยงาน เพื่อประสานงานให้เริ่ม/หยุดซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกลในช่วงเวลาที่แสดงมัลติมีเดีย ทั้งนี้เนื่องจากยังมีวิธีการอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรับและแสดงข้อมูลมัลติมีเดียแบบเซิร์ฟเวอร์/ไคลเอนต์ได้อยู่แล้ว [4] (โดยไม่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์ควบคุมระยะไกลเลย)
- พิจารณาใช้โปรแกรมโอเพ่นซอร์สเกี่ยวกับมัลติมีเดีย VLC [5] ซึ่งมีความคุณลักษณะเด่น [6] ทั้งการเป็น Multimedia Player และ Multimedia Streaming Server แบบยูนิคาสท์และมัลติคาสท์ ด้วย IPv4 และ IPv6 และรองรับการเลือกส่งข้อมูลที่ความละเอียดและระดับอัตราเร็วบิตแตกต่างกันได้

แนวความคิดการจัดการระบบดังที่ได้กล่าวข้างต้น สามารถนำเสนอเป็นแผนภาพในรูปที่ 2 โดยจัดให้มีหน่วยทำงานเอเจนต์เพิ่มขึ้นในระบบของคู่สื่อสารทั้งสองฝั่ง เพื่อดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ฝั่งเครื่องผู้สอน มีหน้าที่ตัดสลับการทำงานระหว่างซอฟต์แวร์ควบคุมการเรียนการสอนจากระยะไกล กับซอฟต์แวร์กระจายสายธารมัลติมีเดียผ่านเซิร์ฟเวอร์ เพื่อมิให้ทำงานพร้อมกัน
- ฝั่งเครื่องผู้เรียน มีหน้าที่รับคำสั่งควบคุมระยะไกลจากเอเจนต์ทางฝั่งเครื่องผู้สอน เช่น การสมัครเป็นสมาชิกร่วมรับสายธารข้อมูลมัลติมีเดียที่ต้องการ หรือการให้รับสายธารมัลติมีเดียจากเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ทางอีกฝั่งหนึ่ง เป็นต้น



รูปที่ 2 แนวความคิดของการจัดการปัญหาภายในระบบ

รายงานนี้ได้จัดวางโครงร่างการนำเสนอดังต่อไปนี้ ในหัวข้อถัดไปจะได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้น ในหัวข้อที่ 3 เป็นการอธิบายรายละเอียดภายในหน่วยทำงานเอเจนต์ และโปรโตคอลสื่อสารระหว่างเอเจนต์ทั้งสองฝั่ง ต่อมาในหัวข้อที่ 4 รายงานผลการทดลอง และในหัวข้อที่ 5 เป็นการสรุปผล

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากไม่พบงานวิจัยเผยแพร่ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหาในประเด็นที่ศึกษานี้โดยตรง แต่ได้มีงานวิจัยด้านการสื่อสารข้อมูลมัลติมีเดียแบบมัลติคาสท์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

2.1 บทความเรื่อง การออกแบบวิธีการควบคุมความคับคั่งในระบบการสื่อสารแบบมัลติคาสท์ เพื่อสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียและฐานข้อมูลแบบกระจาย โดยสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ [8] แนะนำประโยชน์ การควบคุมความคับคั่งของการสื่อสารแบบมัลติคาสท์ในประเด็นต่างๆ เช่น การเพิ่มจำนวน ความรวดเร็วในการสนองตอบต่อความคับคั่ง การจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างเป็นธรรมเพื่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์เครือข่าย เป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาประเด็นทั้งหมดนี้ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ต้องคำนึงในการกระจายสายธารข้อมูลมัลติมีเดียแบบเวลาจริง ในเครือข่ายหลากหลายแบบผสม ซึ่งก็ได้นำมาใช้ประโยชน์และเป็นแนวทางในงานวิจัยนี้

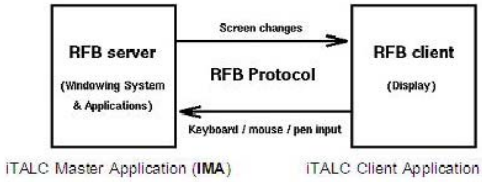
2.2 บทความเรื่อง Adaptive Media Streaming Using Self-reconfigurable Proxies โดย Layaida, O. และคณะ [7] นำเสนอการส่งข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ผ่านกระบวนการปรับแต่งข้อมูลแบบ Adaptive ก่อนที่ถูกส่งไปยังไคลเอนต์ในอัตราความเร็วบิตที่จะสามารถรับได้ โดยมีความสูญหายของแพ็กเก็ตข้อมูลน้อยที่สุด นอกจากนี้ ยังแนะนำการใช้เซิร์ฟเวอร์ตัวแทน (Proxy) เข้ามาช่วยลดภาระงานที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ลง ทำให้สามารถรองรับอัตราเร็วบิตที่เหมาะสมกับกลุ่มต่างๆ ของเครื่องไคลเอนต์ที่ต้องการได้อย่างดี บทความนี้ จึงให้แนวทางของการบริหารจัดการทรัพยากรเครือข่ายอย่างเหมาะสม เพื่อการรองรับต่อความหลากหลายของเครื่องไคลเอนต์อย่างมีประสิทธิภาพได้

3. สถาปัตยกรรมของหน่วยทำงานเอเจนต์

ในหัวข้อนี้เป็นการอธิบายกลไกทำงานของเอเจนต์ เพื่อจะให้ทำงานตามความต้องการดังได้เกริ่นนำข้างต้น (ดูแผนภาพรูปที่ 2)

3.1 กลไกจัดการส่วนของซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของโปรโตคอลให้สัญญาณ Remote frame buffer protocol (RFB) ซึ่งนำมาใช้ในโปรแกรม iTALC โดยทิศทางการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ (ฝั่งเครื่องผู้สอน) ไปยังไคลเอนต์ (ฝั่งเครื่องผู้เรียน) จะเป็นข้อมูลแสดงผลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจอภาพเกิดขึ้น หรือคำสั่งการอื่นๆ ไปยังฝั่งไคลเอนต์ เช่น ควบคุมการใช้คีย์บอร์ด หรือควบคุมให้โปรแกรม iTALC เริ่มทำงาน (Execution) หรือหยุดทำงาน (Terminate) เป็นต้น ส่วนในทิศทางตรงกันข้าม จะเป็นข้อมูลส่งกลับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ เช่นคีย์บอร์ด หรือ เมาส์ เป็นต้น



รูปที่ 3 การทำงานของ RFB โปรโตคอลในโปรแกรม iTALC [1]

ดังนั้น กลไกที่ต้องการเพื่อสั่งการให้โปรแกรม iTALC หยุดทำงานในเวลาที่ต้องการจะแสดงผลมัลติมีเดียนั้น ทำได้โดยตรงเพียงการกดปุ่มควบคุมแบบสลับหน้าที่ทำงาน (Toggle Switch) บนเมนูบาร์สำหรับการปิดหรือเปิด ทำให้สัญลักษณ์ของปุ่มเปลี่ยนไประหว่าง (Stop Demo) หรือ (Fullscreen Demo) ตามลำดับ ซึ่งในกรณีที่หยุดงาน iTALC จากทางฝั่งเครื่องผู้สอน ก็จะมีผลทำให้เกิดการปลดปล่อยจอภาพ ของเครื่องทางฝั่งผู้เรียนเป็นอิสระไปด้วยเช่นกัน

3.2 กลไกจัดการส่วนของซอฟต์แวร์แสดงผลมัลติมีเดีย

ในช่วงที่หยุดการทำงานของโปรแกรมควบคุมจากระยะไกล iTALC ดังอธิบายในหัวข้อย่อยที่ผ่านมานั้น เป็นช่วงเวลาที่ต้องการแสดงผลมัลติมีเดีย แต่จะไปใช้กลไกอื่นในการสื่อสารแทน เช่น Multimedia Streaming Server และ Multimedia Viewer ทางฝั่งเครื่องผู้สอนและฝั่งเครื่องผู้เรียน ตามลำดับ ด้วยโปรแกรม VLC อย่างไรก็ตาม เพื่อให้กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างเป็นอัตโนมัติและมีการประสานงังหวะอย่างถูกต้อง ในงานวิจัยนี้จึงได้พิจารณาให้เอเจนต์ดำเนินการแทน ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์แบบฝังตัว (Terminate and Stay Resident Program) ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สั่งการเอเจนต์ที่อยู่ทางฝั่งเครื่องผู้รับให้ประมวลผลไฟล์แบบแบตช์ (Batch File) ซึ่งได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว อีกทอดหนึ่งโดยคำสั่งภายในไฟล์เหล่านี้ เป็นคำสั่งพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ (แสดงเฉพาะ MS-DOS) ดังนี้

- แบตช์ไฟล์สำหรับควบคุมการเปิดโปรแกรม VLC เป็นการเรียกใช้โปรแกรม VLC จากไดเรกตอรี่ที่ต้องการ โดยระบุให้รับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ตามไอพีแอดเดรสที่กำหนดให้ ดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) โดยพารามิเตอร์ –f เป็นการระบุให้แสดงผลข้อมูลจากระยะไกลแบบเต็มจอภาพ
- แบตช์ไฟล์สำหรับควบคุมให้หยุดโปรแกรม VLC โดยการใช้คำสั่ง Taskkill ของระบบปฏิบัติการ โดยพารามิเตอร์ /F /IM เพื่อบังคับการหยุดทันทีทันใด ถ้ามีโปรแกรมที่ระบุไว้เปิดอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข)

```
5  cd C:\Program Files\VideoLAN\VLC\
6  vlc.exe http://192.168.151.2:1234 -f
```

(ก) สคริปต์เพื่อสั่งเปิดโปรแกรม VLC

```
5  taskkill /F /IM vlc.exe
```

(ข) สคริปต์เพื่อสั่งปิดโปรแกรม VLC

รูปที่ 4 คำสั่งสคริปต์เพื่อควบคุมโปรแกรม VLC ฝั่งเครื่องผู้เรียน

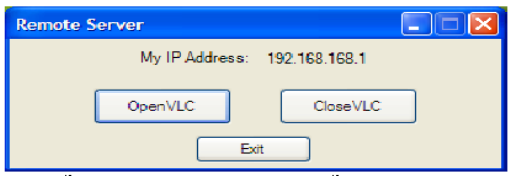
4. ผลการทดลอง

4.1 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนต์แบบยูนิคาสท์

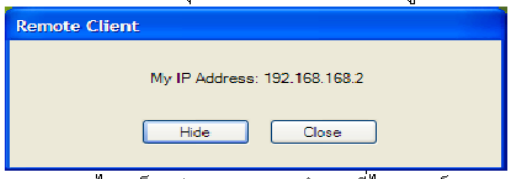
เพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น ได้มีการพัฒนาโปรแกรมขึ้น โดยใช้กรอบการพัฒนาแบบ .NET ด้วยภาษา C# ในการช่วยให้ผู้ใช้ที่อยู่ฝั่งเครื่องผู้สอนสามารถเปิดหรือปิดโปรแกรม VLC ทางฝั่งเครื่องผู้เรียนทั้งหมด เพียงการเลือกกดปุ่มที่ต้องการ (ดูรูปที่ 5 ประกอบ) พบว่ากลไกทั้งหมดสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ แต่มีข้อด้อยเชิงประสิทธิภาพ กล่าวคือ เมื่อยิ่งมีจำนวนไคลเอนต์เพิ่มขึ้น จะยิ่งทำให้เกิดการหน่วงเวลาของการแสดงผลภาพมัลติมีเดียที่เครื่องผู้เรียน อย่างเห็นได้ชัดมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบ ได้เลือกกำหนดให้การรับส่งแพ็กเก็ตข้อมูลมัลติมีเดียจากเซิร์ฟเวอร์ (ฝั่งเครื่องผู้สอน) เป็นแบบยูนิคาสท์ (ซึ่งเป็นการสื่อสารระหว่างคู่สื่อสารหนึ่งๆ) ดังนั้น ภาระงานในการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องผู้เรียน จึงเป็นการวนรอบทีละเครื่องๆ จนครบ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้าน Scalability ดังกล่าวข้างต้นนั่นเอง

4.2 การส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากเอเจนต์แบบมัลติคาสท์

การแก้ไขปัญหาการหน่วงเวลาเมื่อเครื่องผู้เรียนมีจำนวนมากขึ้นจากผลของการกระจายแพ็กเก็ตข้อมูลแบบยูนิคาสท์นั้น ทำได้โดยการใช้เทคนิควิธีกระจายข้อมูลแบบมัลติคาสต์ เช่น จากกลไกระดับชั้นที่ 3 (IP Layer) ซึ่งเรียกว่า IP Multicast [8] เข้ามาช่วยงาน อย่างไรก็ตาม การทำงานแบบนี้ จำเป็นต้องให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ประกาศหมายเลข IP Multicast เพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ที่ต้องเข้าร่วมกลุ่มโดยใช้โปรโตคอล IGMP ทราบ จากนั้นการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเกิดขึ้นทันทีที่มีการเข้าร่วมกลุ่ม (Join Group) ตามหลักการของ IP Multicast นั้น เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะมีภาระในการส่งข้อมูลแค่ชุดเดียวให้กับกลไกในระดับชั้นที่ 3 โดยไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มมัลติคาสท์หนึ่งๆ เลย เนื่องจากกลไกระดับฮาร์ดแวร์เป็นผู้ดำเนินงานทั้งสิ้น (ดังนั้น วิธีการนี้จึงต้องการอุปกรณ์เครือข่ายที่สนับสนุน IP Multicast ด้วย) ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการรับข้อมูลที่เครื่องผู้เรียนจำนวนมากๆ มีความแตกต่างกันด้านเวลาน้อยมาก แตกต่างไปจากการส่งข้อมูลมัลติมีเดียแบบยูนิคาสท์อย่างเห็นได้ชัดเจน



(ก) ไดอะล็อกควบคุม VLC จากระยะไกลแบบยูนิคาสท์



(ข) ไดอะล็อกช่วยสถานะการทำงานที่ไคลเอนต์

รูปที่ 5 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบยูนิคาสท์

4.3 กลุ่มมัลติคาสท์ข้อมูลมัลติมีเดียที่อัตราเร็วบิตต่างกัน

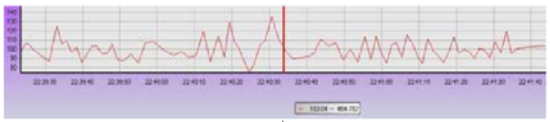
อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการส่งข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสต์โดยใช้เทคนิค IP Multicast จะช่วยแก้ปัญหาด้านการหน่วงเวลาที่มีเครื่องผู้เรียนจำนวนมากๆ ได้ แต่ก็ไม่ได้เป็นการบริหารจัดการทรัพยากรแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของเครือข่ายอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีความแตกต่างของเครื่องผู้เรียน หรืออุปกรณ์ภายในเครือข่าย เช่น มีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และโน้ตบุ๊ค ทำงานร่วมกันในระบบ หรือเราเตอร์ความเร็วสูง 100 Mb/s ทำงานกับอุปกรณ์ Access Point สำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เป็นต้น ส่งผลให้การส่งกลุ่มข้อมูลเพียงกลุ่มเดียว สำหรับอุปกรณ์ทุกแบบจะไม่เหมาะสมและก่อให้เกิดปัญหา Under-utilization หรือ Over-utilization ของทรัพยากรเครือข่ายขึ้นได้

ในงานวิจัยนี้จึงได้พิจารณานำเทคนิคการบีบอัดข้อมูลด้วย Codec (ซึ่งเรียกว่า กระบวนการ Transcode) เข้ามาใช้งาน เพื่อทำให้สามารถส่งข้อมูลสายธารมัลติมีเดียชุดเดียวกัน แต่ด้วยหลายอัตราเร็วได้ เพื่อเป็นทางเลือกให้ใช้ทรัพยากรเครือข่ายที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่างชนิดกัน (ดูตัวอย่างในรูปที่ 6) การทำกระบวนการนี้ในโปรแกรม VLC ทำได้ง่ายจากคำสั่ง ไฟล์/Open File/ออปชั่นขั้นสูง/การตั้งค่า Stream Output/Transcoding Options อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ได้จัดกลุ่มมัลติคาสท์เป็น 3 กลุ่มดังตารางที่ 1 ดังนั้น จึงออกแบบให้ผู้ใช้งานที่ฝั่งเครื่องผู้รับสามารถเลือกประเภทของเครื่องที่ตนเองทำงานด้วย จากปุ่มกด (Radio Button) ที่อยู่ในไดอะล็อกของโปรแกรมช่วยงานแบบฝั่งตัวที่พัฒนาขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 7 (ข) ซึ่งโปรแกรมจะได้นำไปพิจารณาเข้าร่วมกลุ่มมัลติคาสท์ที่เหมาะสมต่อไป

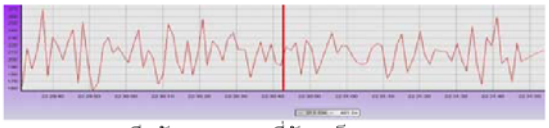
ตารางที่ 1 ตัวอย่างกลุ่มมัลติคาสต์สำหรับรับข้อมูลมัลติมีเดีย

กลุ่มมัลติคาสท์	ความเร็วต่ำ	ความเร็วปานกลาง	ความเร็วสูง
อัตราเร็วบิต	~30 Kbps	11- 56 Mbps	100-1,000 Mbps
ประเภทอุปกรณ์	โทรศัพท์มือถือหรือ PDA	คอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊ค	คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

(ก) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 32 Kbit/s



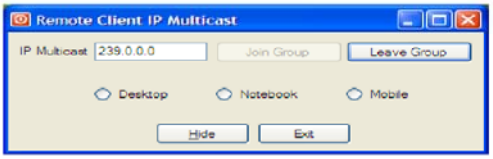
(ข) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 128 Kbit/s



(ค) บีบอัดแบบ MP4 ที่อัตราเร็ว 256 Kbit/s

รูปที่ 6 เปรียบเทียบอัตราเร็วบิตการส่งข้อมูลมัลติมีเดียชุดเดียวกัน

(ก) ไดอะล็อกควบคุม VLC จากระยะไกลแบบมัลติคาสต์



(ข) ไดอะล็อกสำหรับเอเจนต์ที่ไคลเอนต์แบบมัลติคาสต์

รูปที่ 7 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดลองสื่อสารแบบมัลติคาสท์

5. สรุป

การใช้หน่วยทำงานแบบเอเจนต์มาช่วยจัดการปัญหาภายในระบบที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกล เพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น สามารถช่วยให้มีการปรากฏผลข้อมูลมัลติมีเดียอย่างถูกต้อง ณ ฝั่งเครื่องผู้เรียน โดยที่ไม่ต้องแก้ไข/ดัดแปลงซอฟต์แวร์ต้นฉบับเลย นอกจากนั้น ยังมีข้อดีในการนำเอเจนต์ไปใช้ควบคุมการกระจายข้อมูลแบบกลุ่มมัลติคาสท์ ซึ่งมีประโยชน์ 1) การเอื้อให้เกิดทางเลือกในกระจายข้อมูลที่มีอัตราเร็วบิตแตกต่างกัน และ 2) การใช้ประโยชน์จากกลไกทำงานในระดับฮาร์ดแวร์เครือข่ายเพื่อส่งแพ็กเก็ตข้อมูลมัลติมีเดียแบบกลุ่มมัลติคาสท์ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] iTALC web page, http://italc.sourceforge.net

[2] TightVNC web page, http://www.tightvnc.com

[3] UltraVNC web page, http:// www.uvnc.com

[4] Jaromil, Video streaming: a research on free video streaming technologies, Available at http://korova.dyne.org/video_streaming [Access: 22 December 2008]

[5] VideoLAN - VLC media player, http://www.videolan.org/

[6] Wikipedia, Comparison of media players, available at http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_media_players [Access: 22 December 2008]

[7] O. Layaida, S. Ben Atallah, D. Hagimont. Adaptive Media Streaming Using Self-reconfigurable Proxies. In Proceedings of the 7th IEEE International Conference on High Speed Networks and Multimedia Communications (HSNMC'04), Toulouse, France, June 30-July 02, 2004.

[8] สมนึก พ่วงพรพิทักษ์, "การออกแบบวิธีการควบคุมความคับคั่งในระบบการสื่อสารแบบมัลติคาสท์เพื่อสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์มัลติมีเดียและฐานข้อมูลแบบกระจาย", สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549.

5.1 ภาคผนวก ข : ตัวอย่างแบบสอบถาม

แบบสอบถาม

เรื่อง ความพึงพอใจของท่านต่อการทดลองใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มี 3 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของท่าน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของท่านต่อการทดลองใช้งานระบบ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. โปรดตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของท่าน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ○ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. สถานภาพ ○ ผู้บริหาร ○ อาจารย์ ○ นักศึกษา
2. ช่วงอายุ ○ ไม่เกิน 25 ○ 25-40 ○ 40 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ของท่านต่อการทดลองใช้งานระบบการแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสื่อสาร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่แสดงระดับความพึงพอใจของท่านต่อการทดลองใช้งานระบบ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1. การควบคุมหรือสั่งการต่าง ๆ ระหว่างเครื่องผู้สอนกับเครื่องผู้เรียนใช้งานง่ายและสะดวก					
2. ระยะเวลาการแสดงผลสลับภาพระหว่างภาพบรรยายนิ่งกับภาพมัลติมีเดียมีความต่อเนื่อง และรวดเร็ว					
3. ตอบสนองการแสดงผลภาพมัลติมีเดียทุกรูปแบบเป็นอย่างดี					
4. ระบบสามารถทดแทนโสตทัศนูปกรณ์ในชั้นเรียนในระดับใด					
5. ท่านคิดว่าระบบนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ในระดับใด					
6. ท่านจะช่วยประชาสัมพันธ์เผยแพร่ประโยชน์ของระบบนี้ในระดับใด					

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงระบบให้ตรงตามความต้องการ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดระบุความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

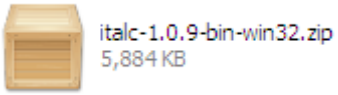
.....

.....

ภาคผนวก ค : คู่มือการติดตั้งและใช้งาน

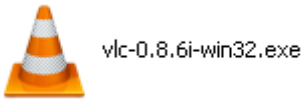
ค.1 การติดตั้งโปรแกรม iTALC สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ที่ http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=132465&package_id=145556

- เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยให้ทำการขยายไฟล์แล้วทำการติดตั้งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องไคลเอนต์



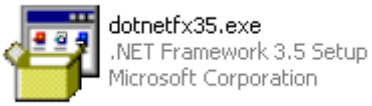
ค.2 การติดตั้งโปรแกรม VLC สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ที่ http://www.videolan.org/vlc/download-windows.html

- เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการติดตั้งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องไคลเอนต์



ค.4 การติดตั้งโปรแกรม .NET Framework สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ที่ http://download.microsoft.com/download/6/0/f/60fc5854-3cb8-4892-b6db-bd4f42510f28/dotnetfx35.exe

- เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการติดตั้งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องไคลเอนต์



ค.5 การติดตั้งโปรแกรม MyAgent สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ที่ http://webhost.psu.ac.th/~waesomesudin.w/myagent.zip

- เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยให้ทำการขยายไฟล์แล้วทำการติดตั้งดังนี้
- ติดตั้งโปรแกรม MyAgent_SS ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์

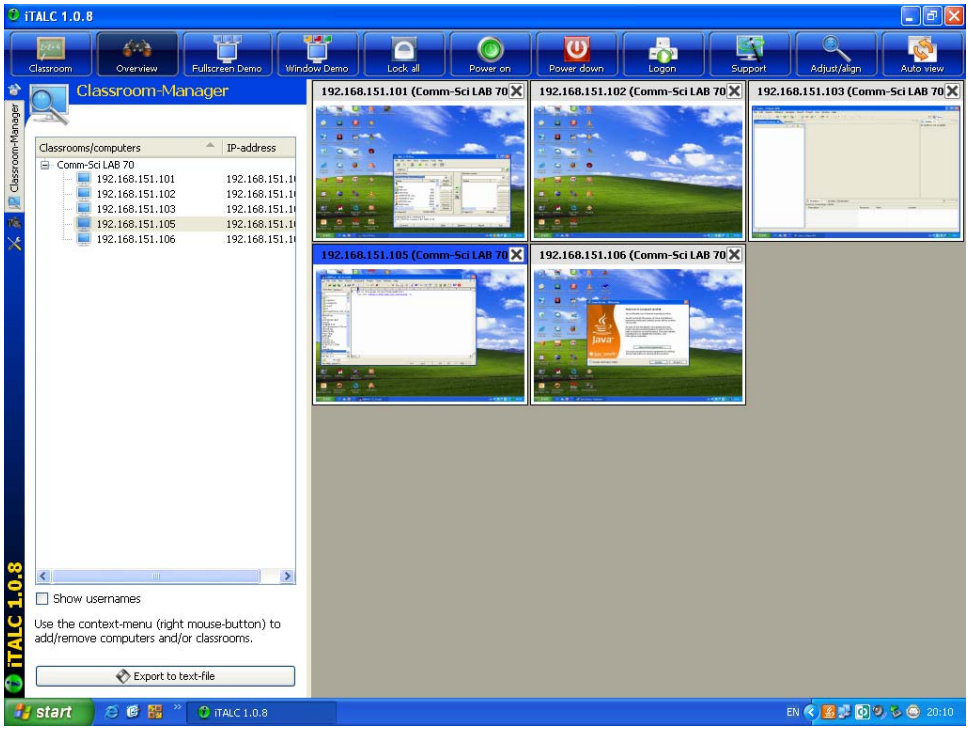
- ติดตั้งโปรแกรม MyAgent_CS ที่เครื่องไคลเอนต์

- คัดลอกไฟล์ทั้งหมดนี้ไปเก็บไว้ในโฟลเดอร์ C:\WINDOWS ที่เครื่องไคลเอนต์

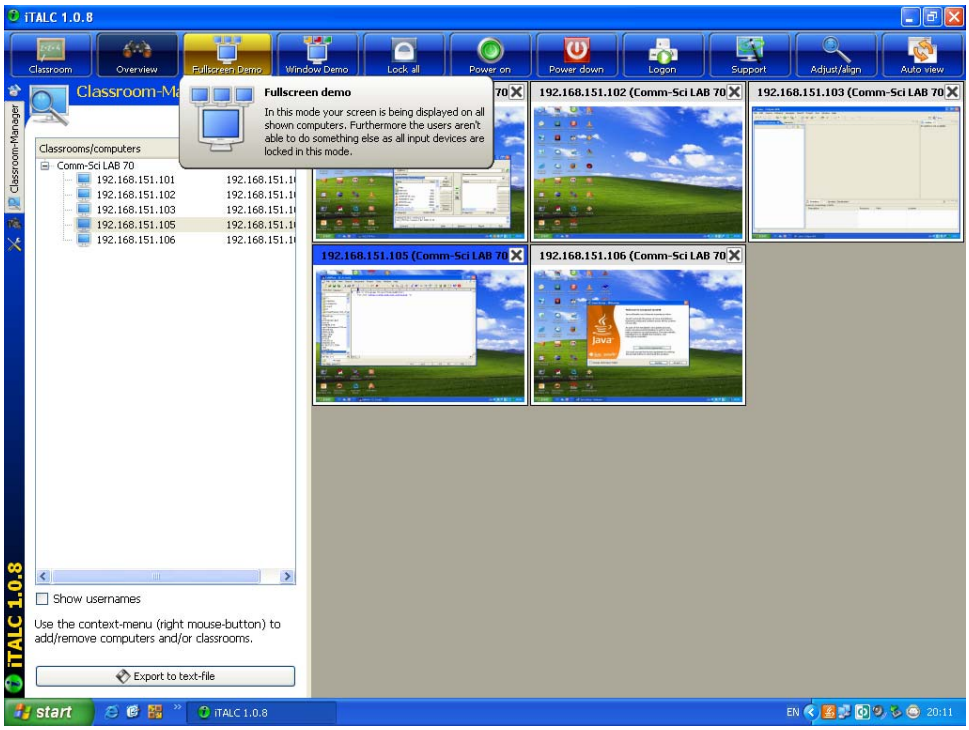
ค.6 การใช้งานโปรแกรม iTALC ตัดสลับกับโปรแกรม MyAgent_SS_v1 ที่เครื่องอาจารย์ผู้สอน (*สำหรับเครื่องผู้เรียนทำหน้าที่รอรับคำสั่งเพียงอย่างเดียว อธิบายในรูปสุดท้าย*)

- เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยสามารถเริ่มเข้าสู่โปรแกรมผ่าน Shotcut ดังต่อไปนี้

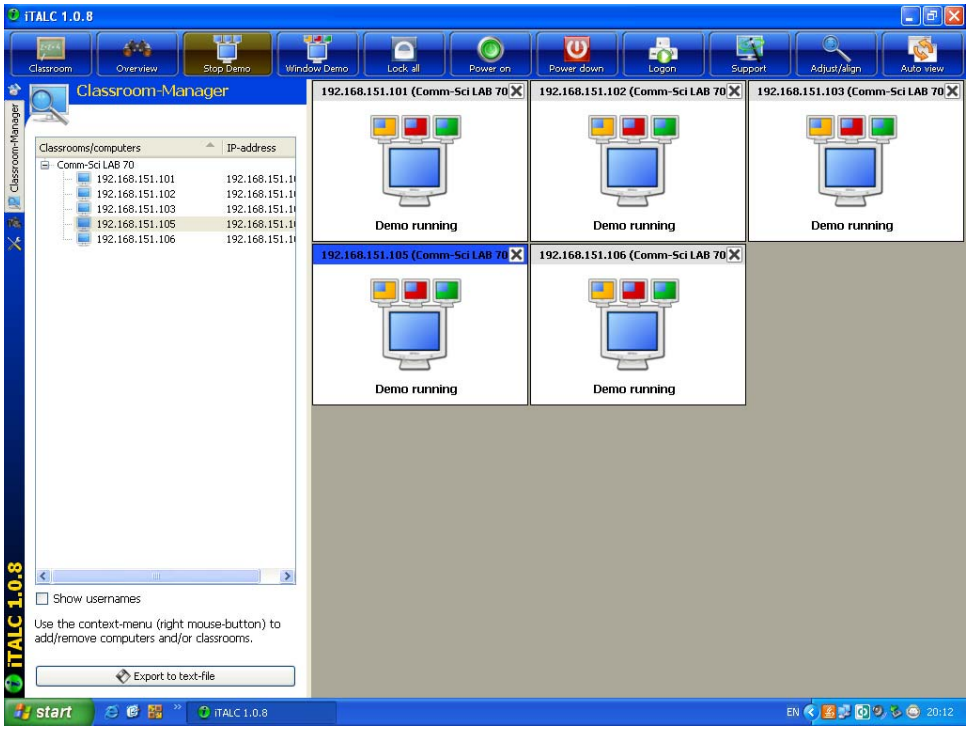
- หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่โปรแกรม iTALC



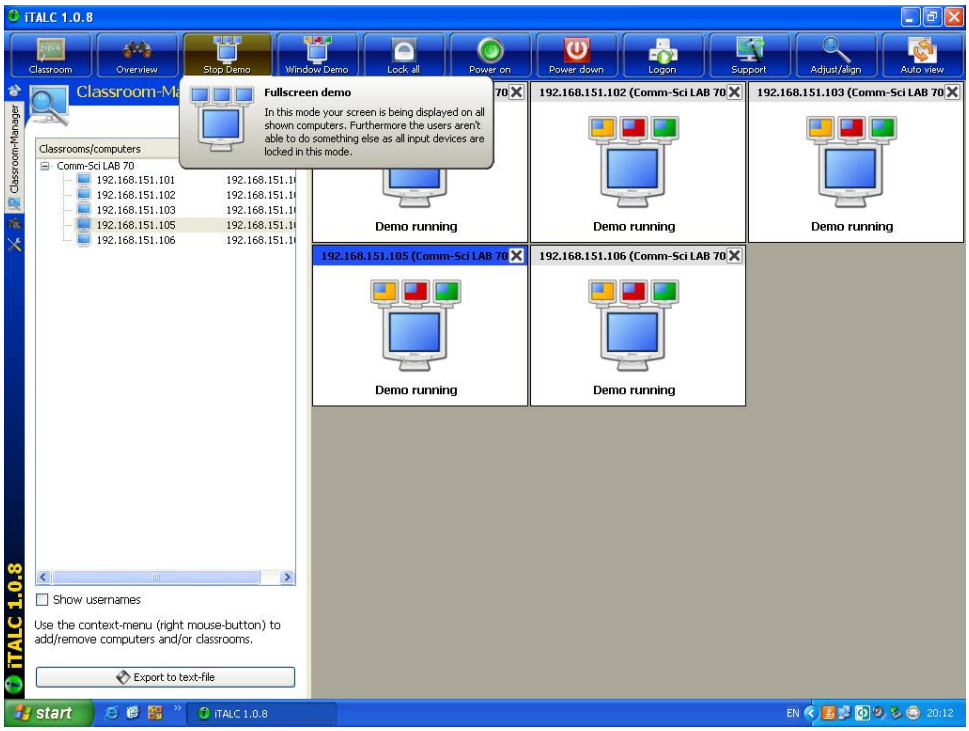
- กดปุ่ม Full Screen เพื่อส่งภาพหน้าจอเครื่องผู้สอนไปยังเครื่องผู้เรียน



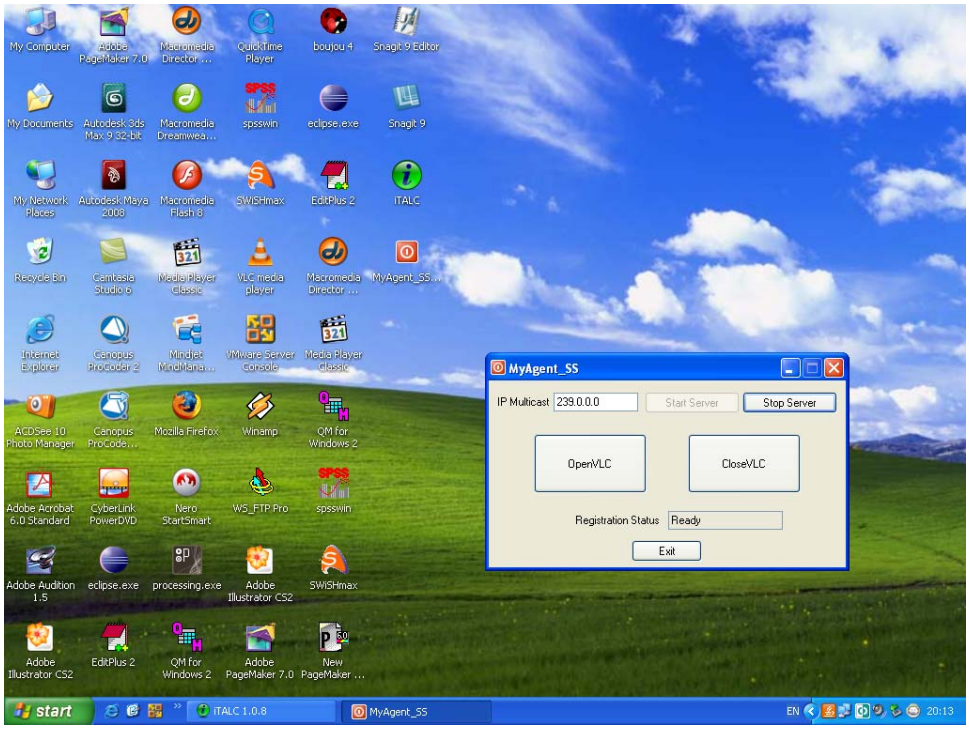
- หน้าจอเครื่องผู้สอนโปรแกรม iTALC ขณะกำลังส่งภาพไปยังเครื่องผู้เรียน (Demo running)



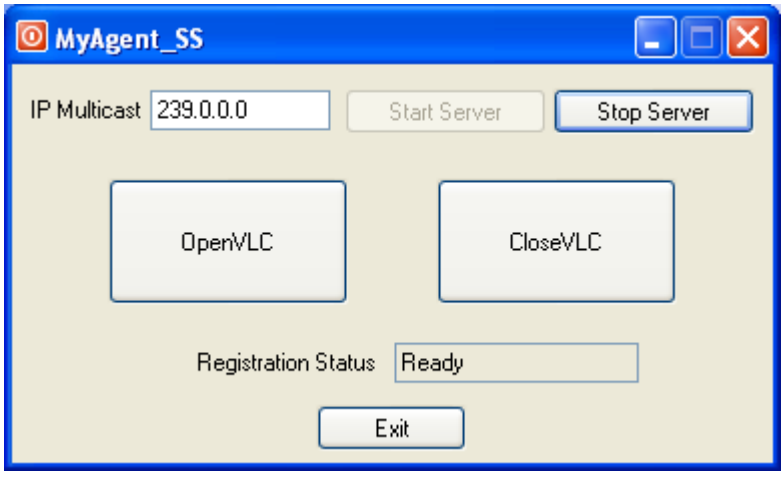
- กดปุ่ม Stop Demo เพื่อหยุดการส่งภาพหน้าจอเครื่องผู้สอนไปยังเครื่องผู้เรียน



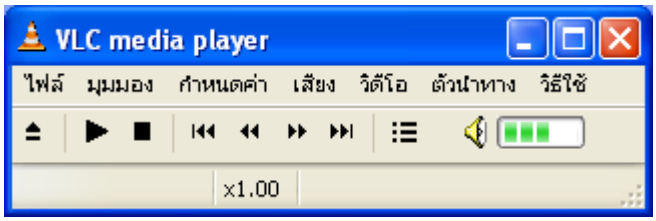
- เรียกโปรแกรม MyAgent_SS เพื่อต้องการส่งภาพมัลติมีเดียจากเครื่องผู้สอนไปยังเครื่องผู้เรียน



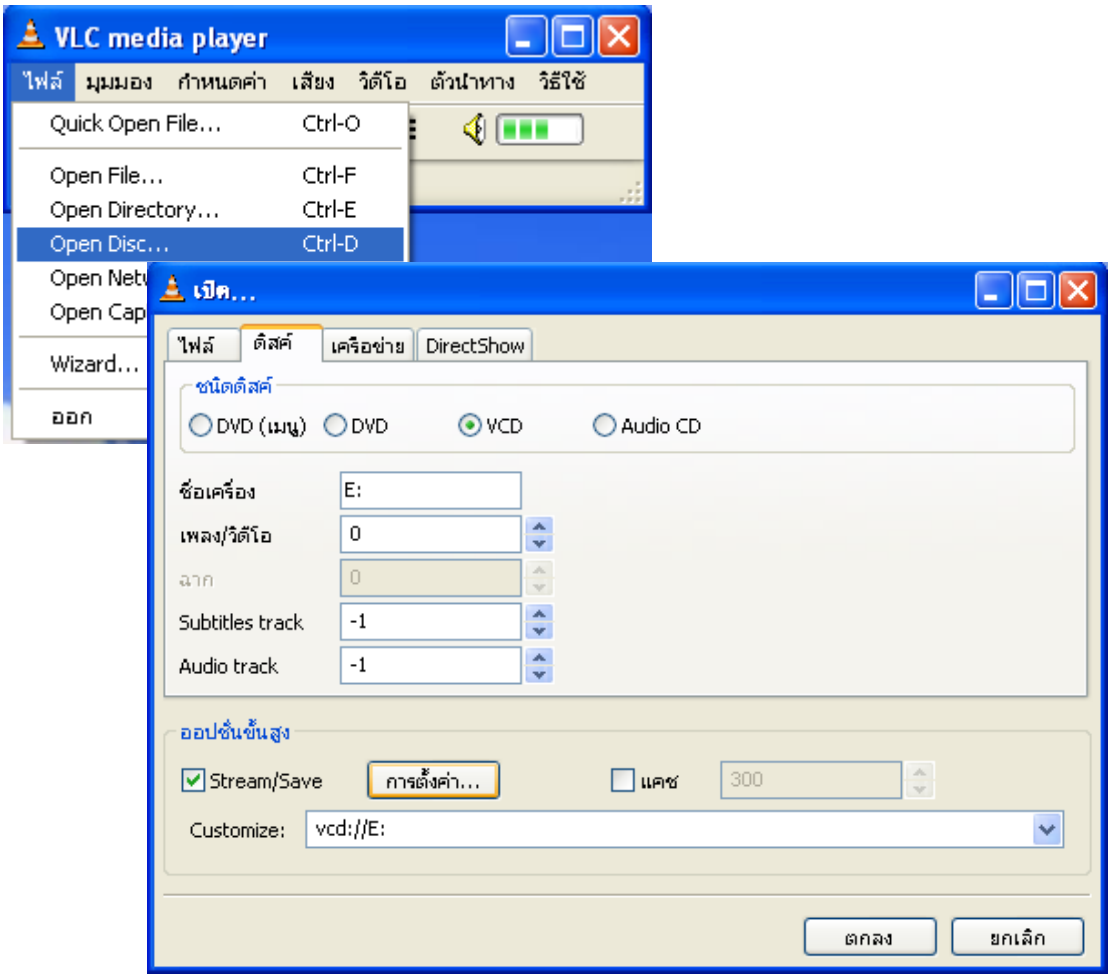
- ก่อนจะทำการกดปุ่ม OpenVLC ที่โปรแกรม MyAgent_SS จำเป็นต้องเตรียมพร้อมข้อมูลมัลติมีเดียที่ต้องการส่ง ผ่านโปรแกรม VLC ดังขั้นตอนถัดไปนี้



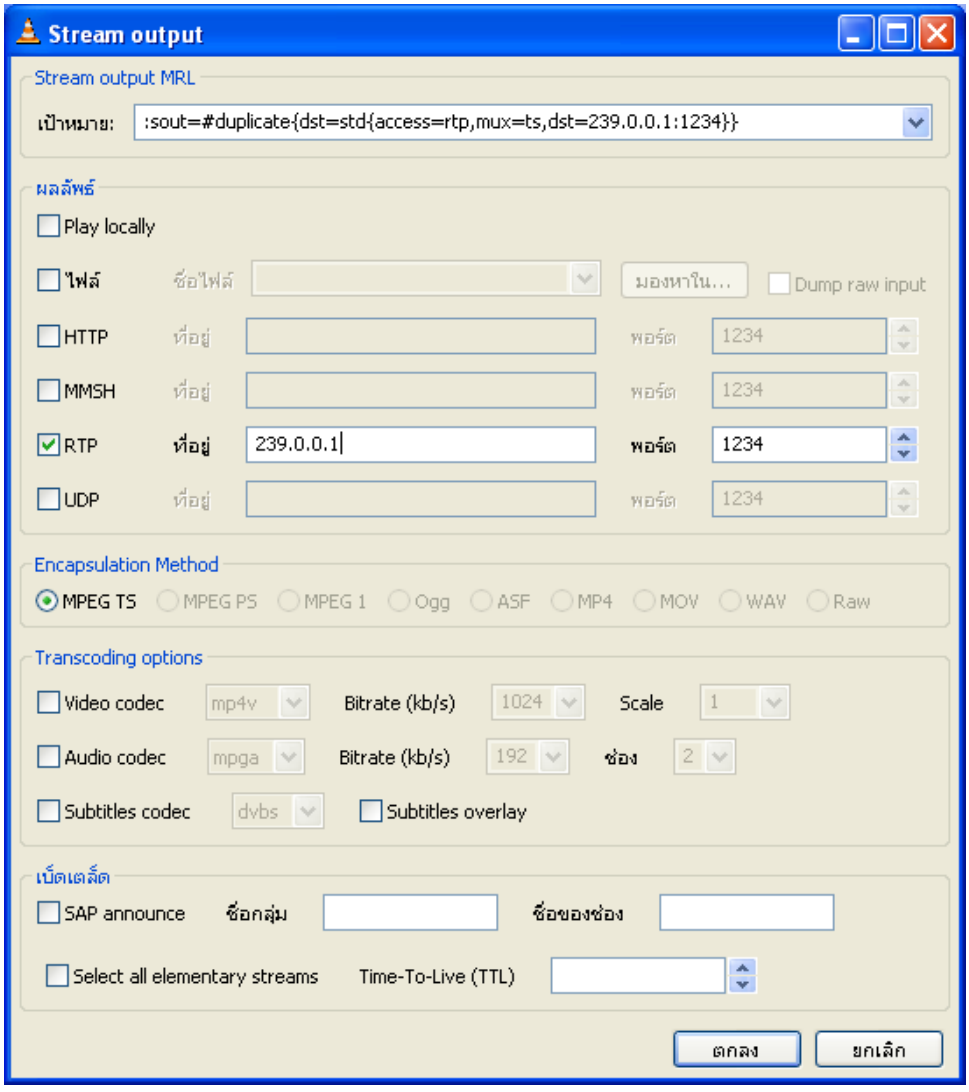
- เรียกโปรแกรม VLC เพื่อกำหนดข้อมูลมัลติมีเดียที่ต้องการส่ง



- กดเมนูไฟล์/Open Disc หากต้องการเล่น VCD ให้ใส่แผ่นแล้วให้เลือกปุ่ม Radio Box VCD จากนั้นเลือก Stream/Save แล้วกดปุ่ม การตั้งค่า



- ระบุช่องทางการส่งข้อมูลมัลติมีเดียในช่อง RTP หมายเลข IP Multicast 239.0.0.1 แล้วกดปุ่มตกลง

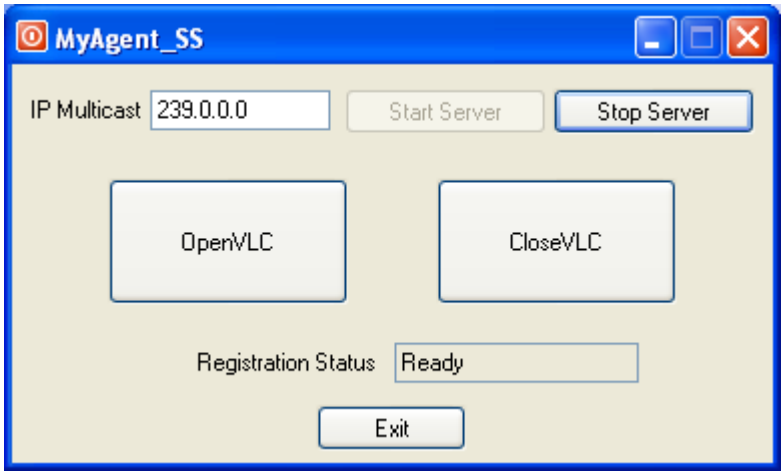


หมายเหตุ : การป้อนหมายเลข IP Multicast ในช่อง RTP มีรายละเอียดดังนี้

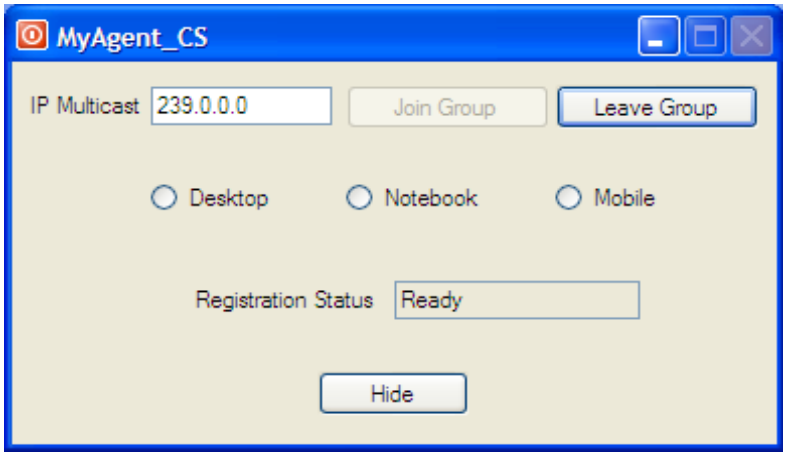
- IP Multicast 239.0.0.1 เป็นกลุ่มรับข้อมูลของ Desktop
- IP Multicast 239.0.0.2 เป็นกลุ่มรับข้อมูลของ Notebook
- IP Multicast 239.0.0.3 เป็นกลุ่มรับข้อมูลของ Mobile

ดังนั้นการป้อนหมายเลข IP Multicast ต้องให้สอดคล้องต่อกลุ่มผู้รับ (*พิจาณาสถานะ Connection เครื่องผู้เรียน อธิบายในรูปสุดท้าย*)

- เมื่อกำหนดการส่งข้อมูลในโปรแกรม VLC เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม OpenVLC เพื่อให้เครื่องผู้เรียนรับภาพมัลติมีเดียจากเครื่องผู้สอน
- กดปุ่ม CloseVLC เพื่อบอกเลิกเครื่องผู้เรียน ให้หยุดรับภาพมัลติมีเดียจากเครื่องผู้สอน



- การทำงานโปรแกรม MyAgent_CS ที่ได้ติดตั้งไว้ที่เครื่องผู้เรียน (ปุ่ม Radio Box สำหรับตั้งค่าเลือกช่องทางรับภาพมัลติมีเดีย โดยพิจารณาสถานะ Connection ของตนเอง)



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายแวซำซูดิน แวดอกอ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010121096

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วท.บ. (เทคโนโลยีสารสนเทศ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ประจำปีการศึกษา 2550-2551

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์

สถานที่ทำงาน งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

แวซำซูดิน แวดอกอ และ สุนทร วิทูสุรพจน์. 2552. การแสดงผลมัลติมีเดียบนเครื่องที่ใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมจากระยะไกลในชั้นเรียน. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7, 21-22 พฤษภาคม 2552. (ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์แล้ว).