

## โปรแกรมมัลติมีเดียช่วยในการเรียนการสอนซอฟต์แวร์ ภายใต้วินโดวส์

### A Multimedia Program for Assisting Instruction of Windows Applications

พิพัฒน์ หิรัญวานิชชากร\*  
Pipat Hiranvanichakorn, Ph.D.  
ศักดิ์ชัย เอี่ยมกิจสัมฤทธิ์\*\*  
Sakchai Elamkijsumlitra

#### บทคัดย่อ

บทความนี้เสนองานวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดียช่วยในการเรียนการสอนโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โปรแกรมนี้ส่งภาพหน้าจอซึ่งแสดงผลโปรแกรมประยุกต์ที่ครูสอนผ่านเครือข่ายไปแสดงบนกรอบหน้าต่างของจอภาพนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเปิดกรอบหน้าต่างของตนเองเพื่อปฏิบัติตามครูได้ นอกจากนี้ครูยังสามารถส่งเสียงอธิบายไปด้วย ในการส่งข้อมูลจากครู ไปยังนักเรียนนั้นมีการใช้โปรโตคอล TCP เพื่อส่งข้อมูลมัลติมีเดียผ่านเครือข่ายระยะไกลไปยัง relay server ที่อยู่ในเครือข่ายภายในองค์กรเดียวกันกับนักเรียน หลังจากนั้น relay server ก็จะใช้โปรโตคอล UDP ในการแพร่กระจายข้อมูลให้แก่นักเรียนหรือกลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในเครือข่ายย่อยต่าง ๆ ภายในองค์กร นอกจากนี้ครูยังสามารถดึงเอาภาพหน้าจอซึ่งแสดงผลการปฏิบัติตามของนักเรียนมาตรวจดูได้ และสามารถมีการโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียนได้ทั้งข้อความและเสียง และเพื่อให้การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายระยะไกลทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพได้มีการเสนอแนวคิดการบีบอัดข้อมูลมัลติมีเดีย นอกจากนี้เมื่อครูและนักเรียนอยู่ในเครือข่ายเดียวกันก็มีการเสนอใช้ proxy relay server ในการแพร่ข้อมูลจากครู ไปยังนักเรียน

\* รองศาสตราจารย์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

\*\* นักศึกษาปริญญาโท คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

### Abstract

This article presents the research on development of Multimedia Program Aided Windows Applications Training. The program broadcasts, through network, the instructor's screen shot to students monitor. It allows students open their own Windows to follow the instructor. The program can also broadcast instructor voice. To serve the remote training requirement, the data transfer between the instructor and the students is over the TCP protocol to the relay server, which might be located within the students' local area network. The relay server broadcasts to the local workstations over UDP protocol. Instructor can perform the remote control over the students' workstation. The program also allows the voice interaction between the instructor and the students. Data compression recommendation is recommended in order to have a good response time and efficiency communication. For the instructor and students located in the same local area network, the concept of proxy relay server utilization is recommended.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง จึงมีซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนามาใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์มากมาย การฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้ความชำนาญในการใช้ซอฟต์แวร์เหล่านี้มีความจำเป็น การฝึกอบรมปัจจุบันอาจมีการใช้อุปกรณ์ เช่น Datashow และ LCD projector ซึ่งฉายภาพหน้าจอของผู้สอนไปบนจอภาพขนาดใหญ่ แต่อุปกรณ์เหล่านี้มีข้อจำกัดคือ ใช้สอนกับผู้รับการฝึกอบรมจำนวนไม่มาก และผู้สอนไม่ทราบผลของการปฏิบัติของผู้รับการฝึกอบรมได้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนระยะไกล<sup>(1), (2), (3)</sup> ซึ่งแบ่งหน้าจอออกเป็นหลาย ๆ ส่วน ทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นหน้าจอของครูและหน้าจอของตัวเองได้พร้อม ๆ กัน ทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามครูได้ และครูสามารถตรวจดูภาพหน้าจอของนักเรียนได้ โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนนี้ถูกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการคอสมอส<sup>(1)</sup> และบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์<sup>(2), (3)</sup> ซึ่งสามารถส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียงได้ต่อกันระหว่างครูกับนักเรียน<sup>(3)</sup> ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากงานวิจัยข้างต้นแล้ว ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนเป็นสินค้าในเชิงพาณิชย์ เรียกว่า “โปรแกรมช่วยสอนคอมพิวเตอร์ SmartLab”<sup>(4)</sup> ซึ่งผู้สอนจะทำการควบคุมภาพหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนทุกคนให้แสดงไปพร้อม ๆ กับหน้าจอของผู้สอนที่กำลังอธิบายหรือต้องการให้

ดูในขณะนั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถติดตามการสอนของ ผู้สอนได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นผู้สอนสามารถดู ภาพหน้าจอของผู้เรียนคนใดคนหนึ่ง พร้อมทั้งควบคุมการใช้คีย์บอร์ดและเมาส์ของผู้เรียนได้ แต่อย่างไร ก็ตามเนื่องจากในขณะที่ผู้สอนส่งภาพหน้าจอไปให้ผู้เรียนนั้นก็ทำการล็อกหน้าจอของผู้เรียนไว้ จึงทำให้ผู้ เรียนไม่สามารถปฏิบัติตามผู้สอนได้ทันที นอกจากนั้นไม่สามารถส่งข้อมูลเสียงไปยังผู้เรียนได้

งานวิจัยและพัฒนาข้างต้นนั้นได้มุ่งหมายในการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนบนเครือข่าย ข่ายระยะใกล้ (LANs) ดังนั้นจึงได้ใช้หลักการของการแพร่กระจายข้อมูลของครูให้นักเรียนโดยใช้ โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ของ protocol suit TCP/IP แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำโปรแกรมช่วย ในการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในเครือข่ายระยะไกล (WANs) จะทำให้การส่งข้อมูลผิดพลาดมากเนื่องจาก โปรโตคอล UDP ไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายระยะไกลซึ่งมีอัตราความผิดพลาดของข้อมูลสูง

ดังนั้น บทความนี้จึงได้เสนองานวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนซอฟต์แวร์ภายใต้ วินโดวส์ ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งบนเครือข่ายระยะใกล้และเครือข่ายระยะไกล โดยได้นำทั้งหลักการของ โปรโตคอล TCP และ UDP มาใช้ในการส่งข้อมูลมัลติมีเดียให้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ นอกจาก นั้นเนื่องจากปัจจุบันเครือข่ายระยะไกลยังมีปัญหาของแบนด์วิดธ์ของสายส่งซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลไม่สูงมาก ดังนั้นในบทความนี้จึงได้เสนอแนวทางของการบีบอัดข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อให้การส่งข้อมูลสามารถทำได้อย่าง รวดเร็วขึ้น บทความนี้ยังได้เสนอแนวทางการส่งข้อมูลให้กลุ่มของผู้เรียนได้

## 2. หลักการทำงานของระบบ

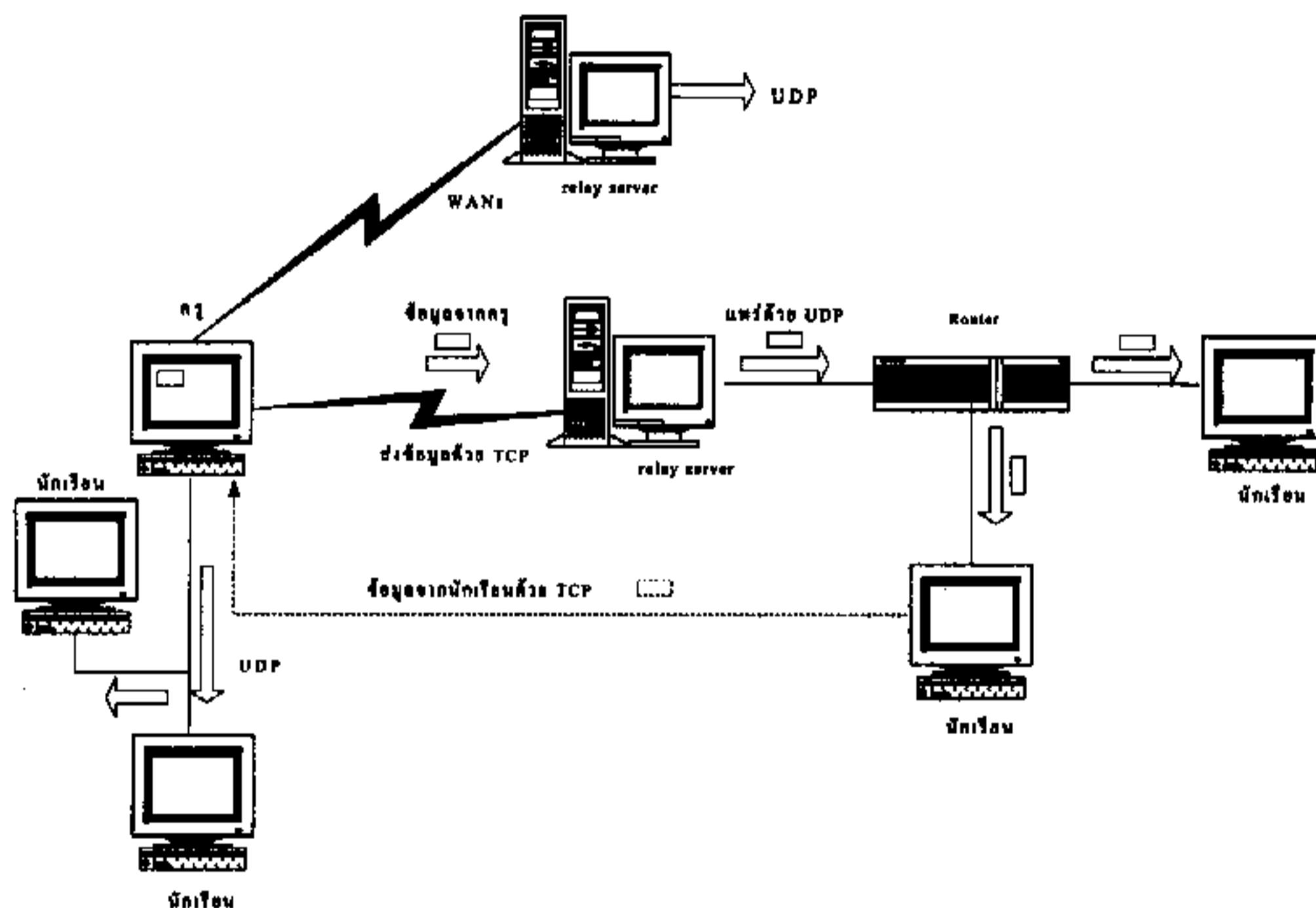
รูปที่ 1 แสดงการทำงานของโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนระยะไกล ซึ่งใช้ โปรโตคอล UDP เพื่อแพร่ข้อมูลภาพและเสียงของครูให้นักเรียนหลาย ๆ คนพร้อม ๆ กัน โปรโตคอล UDP เป็นโปรโตคอล ในระดับชั้นทรานสปอร์ตของตัวแบบ TCP/IP ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งให้บริการส่งข้อมูลแบบไม่ต้องการ การติดต่อรหว่างปลายทางทั้งสองก่อนและบริการส่งข้อมูลแบบไม่รับประกันความถูกต้องของข้อมูล (connectionless and unreliable) ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งข้อมูลให้นักเรียนหลาย ๆ คน พร้อม ๆ กันอย่าง รวดเร็ว โดยไม่ต้องการติดต่อรหว่างผู้ส่งกับผู้รับแต่ละคน และสามารถส่งข้อมูลได้ดีในเครือข่าย ระยะไกลเนื่องจากเครือข่ายเหล่านี้มีอัตราความผิดพลาดของข้อมูลต่ำ แต่เมื่อนำ โปรโตคอลนี้ไปใช้ในการส่ง ข้อมูลระยะไกล ซึ่งมีอัตราการผิดพลาดของข้อมูลสูงแล้ว จะทำให้ข้อมูลสูญหายหรือข้อมูลซ้ำซ้อนได้ โดยเฉพาะสำหรับเครือข่ายที่ใช้ Internet Protocol (IP) ในการควบคุมส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย เนื่องจาก IP นี้ ให้ บริการแบบไม่รับประกันความถูกต้องของข้อมูลเช่นเดียวกับ UDP

บทความนี้จึงได้เสนอรูปแบบของการส่งข้อมูลจากครูไปยังนักเรียนที่อยู่ระยะไกล ดังแสดงในรูปที่ 3 จากรูปจะเห็นว่ามีการใช้โปรโตคอล TCP ในการส่งข้อมูลจากครูผ่านเครือข่ายระยะไกลไปยัง relay server ซึ่งตั้งอยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับเครื่องของนักเรียน เนื่องจากโปรโตคอล TCP ให้บริการส่งข้อมูลแบบรับประกันความถูกต้องของข้อมูล ดังนั้น ข้อมูลที่ relay server ได้รับจะถูกคัดลอก ไม่มีข้อมูลหายหรือข้อมูลซ้ำ เมื่อ

relay server ได้รับข้อมูลแล้ว จึงใช้โปรโตคอล UDP ในการแพร่กระจายข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของนักเรียนอีกทอดหนึ่ง

ซึ่งจะเห็นว่าในหน่วยงานหนึ่ง อาจจะใช้ relay server เพียงตัวเดียวเพื่อรับข้อมูลจากเครื่องของครู เพื่อแพร่กระจายข้อมูลไปยังเครื่องของนักเรียน ซึ่งอาจจะอยู่ในเครือข่ายย่อยต่าง ๆ ของหน่วยงานนั้น

ในทางกลับกันกรณีที่ครูต้องการจะตรวจคุณภาพหน้าจอของนักเรียน เนื่องจากเป็นการติดต่อกันระหว่างครูกับนักเรียน 1 ต่อ 1 จึงสามารถใช้โปรโตคอล TCP ในการติดต่อส่งข้อมูลระหว่างเครื่องของนักเรียนและครูโดยตรงได้ ซึ่งในการติดต่อส่งข้อมูลไม่ว่าใช้โปรโตคอล TCP หรือ UDP นั้น ส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนนี้จะทำงานในลักษณะของ client และ server ซึ่งรายละเอียดของการทำงานของระบบจะอธิบายในหัวข้อต่อไป



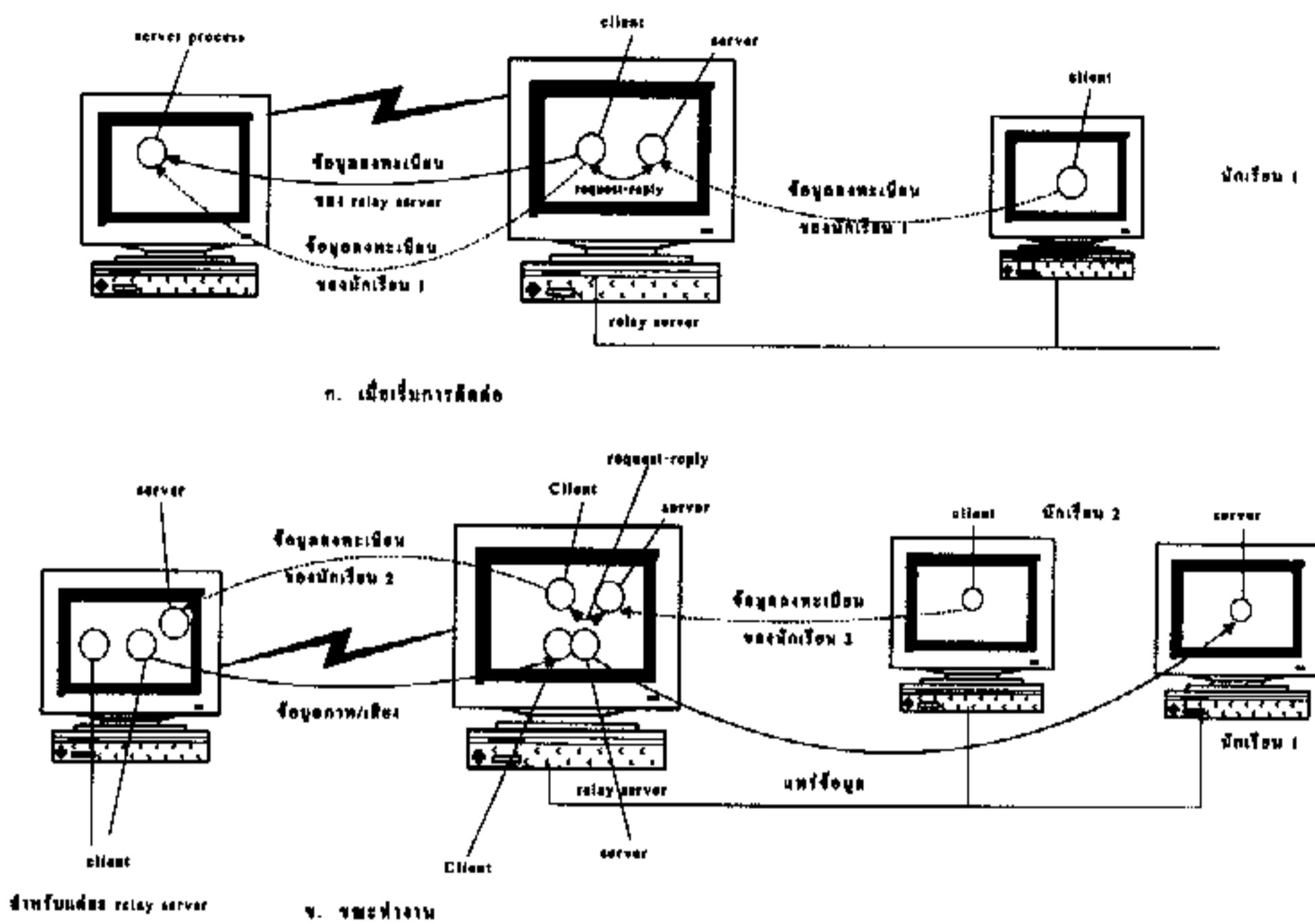
รูปที่ 3 การส่งข้อมูลผ่าน WANs ไปยัง LANs โดยการใช้ relay server เป็นตัวกลาง

ในทางกลับกันกรณีที่ครูต้องการจะตรวจคุณภาพหน้าจอของนักเรียน เนื่องจากเป็นการติดต่อกันระหว่างครูกับนักเรียน 1 ต่อ 1 จึงสามารถใช้โปรโตคอล TCP ในการติดต่อส่งข้อมูลระหว่างเครื่องของนักเรียนและครูโดยตรงได้ ซึ่งในการติดต่อส่งข้อมูลไม่ว่าใช้โปรโตคอล TCP หรือ UDP นั้น ส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนนี้จะทำงานในลักษณะของ client และ server ซึ่งรายละเอียดของการทำงานของระบบจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

### 3. การเริ่มการติดต่อ

เมื่อเริ่มทำงานโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนที่ฝั่งของครู จะมี server process รอรับการติดต่อจากแต่ละ relay server ทำนองเดียวกัน เมื่อ relay server เริ่มทำงาน ก็จะมี client process เพื่อสร้างการติดต่อไปยัง server process ข้างต้น client process นี้จะทำหน้าที่ 2 อย่างคือ ทำการลงทะเบียนเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวเองอยู่ที่ไหน และทำการส่งข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักเรียนที่อยู่ในความดูแลของตัวเองให้แก่ครู นอกจากนี้ relay server ยังมี server process ที่ทำหน้าที่รอรับการลงทะเบียนจากนักเรียนแต่ละคน เมื่อมีนักเรียนมาลงทะเบียนแล้ว server process จะบันทึกข้อมูลการลงทะเบียนใน list ของ relay server เอง พร้อมทั้งส่งข้อมูลการลงทะเบียนให้แก่ client process ที่กล่าวมาแล้วนี้ เพื่อจะส่งข้อมูลต่อไป ให้แก่ server process บนเครื่องฝั่งครู ดังแสดงในรูปที่ 4 ในฝั่งของนักเรียนเองเมื่อเริ่มทำงานจะมี client process สร้างการติดต่อไปยัง server process ที่เครื่อง relay server เพื่อทำการลงทะเบียน ซึ่งข้อมูลในการลงทะเบียนประกอบด้วย ชื่อ นักเรียน กรุปของนักเรียน IP address และ subnet mask ของเครือข่ายของเครื่องนักเรียน

เมื่อลงทะเบียนแล้ว client process ของนักเรียนนี้จะถูกทำลาย พร้อมกับมีการสร้าง process อื่น ๆ ที่ใช้ในการทำงานต่อไป เช่น server processes ที่จะรับข้อมูลภาพ ข้อมูลเสียงที่จะถูกส่งมาจากครู เป็นต้น ในส่วนของ relay server เมื่อติดต่อกับเครื่องครูได้แล้วก็จะมีการสร้าง process เช่น process ที่ทำหน้าที่เป็น server รอรับข้อมูลภาพและเสียงจากครู และเป็น client เพื่อส่งข้อมูลที่ได้รับนี้ต่อไปยัง server process ของเครื่องนักเรียน เป็นต้น ในส่วนของครูเองเมื่อมีการติดต่อมาจากแต่ละ relay server ก็จะสร้าง client process ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลภาพและ client process ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเสียงไปยัง relay server เป็นต้น



รูปที่ 4 การเริ่มการติดต่อระหว่างครู – relay server - นักเรียน

#### 4. การแพร่ข้อมูลจากครูไปยังนักเรียน

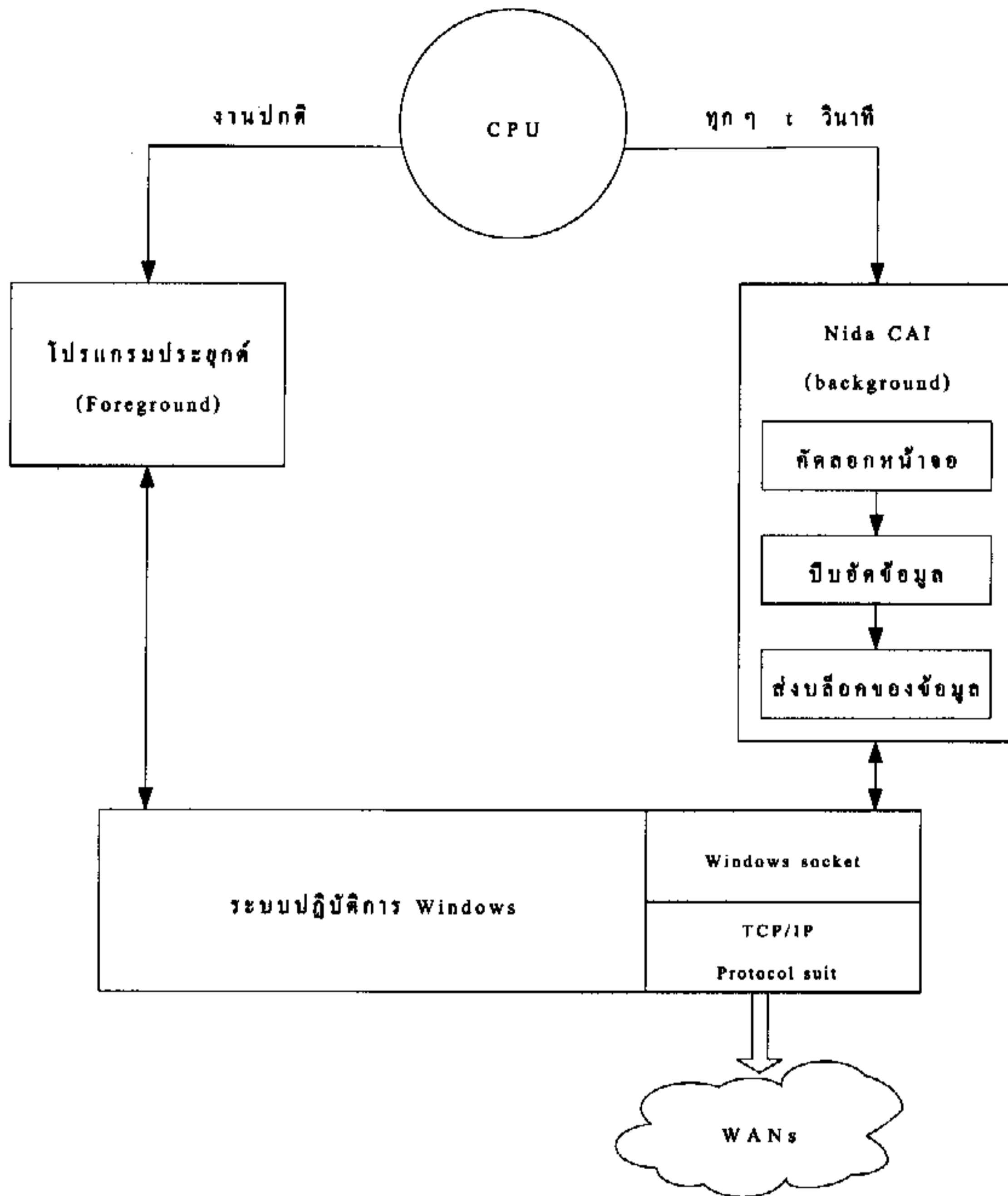
การแพร่ข้อมูลจากครูไปยังนักเรียนนั้นมีทั้งข้อมูลภาพและข้อมูลเสียง ซึ่งลักษณะการส่งข้อมูลได้แสดงในรูปที่ 4ข โดยโปรแกรมส่งข้อมูลของครูทำตัวเป็น client ทำการ request เพื่อส่ง block ข้อมูลภาพ (หรือเสียง) ไปยังโปรแกรมรับข้อมูลของ relay server ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้โปรโตคอล TCP ในการส่งข้อมูล ดังนั้น block ข้อมูลที่ได้รับจะถูกจัดและเรียงลำดับกัน เมื่อแต่ละ block ข้อมูลมาถึง relay server แล้ว ส่วนของ client process ก็จะส่ง block ข้อมูลนั้นแพร่กระจายไปยัง server process บนเครื่องของนักเรียน ซึ่งรับข้อมูลมาแล้วแสดงภาพหน้าจอของครูในวินโดวส์บนหน้าจอของตนเองหรือแสดงข้อมูลเสียงออกมา ในขั้นตอนของการส่งข้อมูลนี้ใช้โปรโตคอล UDP ซึ่งไม่รับประกันความถูกต้องของข้อมูลและ block ข้อมูลที่ได้รับอาจจะไม่เรียงลำดับกัน แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากในส่วนนี้เป็นการแพร่ข้อมูลผ่าน LANs ซึ่งอัตราความผิดพลาดของข้อมูลต่ำ ดังนั้นโปรแกรม client-server จึงไม่จำเป็นต้องทำการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล แต่เนื่องจากเครื่องของนักเรียนอาจจะอยู่ในเครือข่ายย่อยที่แตกต่างกับ relay server ซึ่งทำให้ block ข้อมูลที่ได้รับไม่เรียงลำดับกัน ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนด โปรโตคอลเพื่อควบคุมลำดับของ block ข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้จะกล่าวหลักการส่งข้อมูลภาพและข้อมูลเสียงระหว่างครูและนักเรียน

#### 4.1 การนำภาพหน้าจอของครูไปแสดงบนหน้าจอของนักเรียน

รูปที่ 5 และ 6 แสดงการทำงานของระบบในการนำภาพหน้าจอของครูไปแสดงบนหน้าจอของนักเรียน โดยปกติแล้วเมื่อมีการเรียกโปรแกรมประยุกต์ เช่น browser หรือ excel มาทำงาน โปรแกรมประยุกต์จะใช้ CPU ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการทำงาน และหน้าจอจะแสดงผลของโปรแกรม ทำให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ กล่าวคือ ทำงานในลักษณะของ foreground ส่วนโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนในส่วนของผู้สอนจะทำงานในลักษณะของ background กล่าวคือ ปกติแล้วโปรแกรมช่วยการเรียนการสอนจะรอ timer message จากระบบวินโดวส์ ซึ่งทุก ๆ เวลา  $t$  หน่วยโปรแกรมจะได้รับ message นี้ เมื่อได้รับ message โปรแกรมจะนำการคัดลอกหน้าจอของครูทำการอัดขนาดของภาพแล้วส่งไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วส่งสัญญาณไปให้แต่ละ client ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้แก่ relay server เมื่อ client ได้รับสัญญาณก็จะแบ่งข้อมูลหน้าจอออกเป็น block แล้วทยอยส่งไปให้ server process บนเครื่อง relay server ด้วยโปรโตคอล TCP

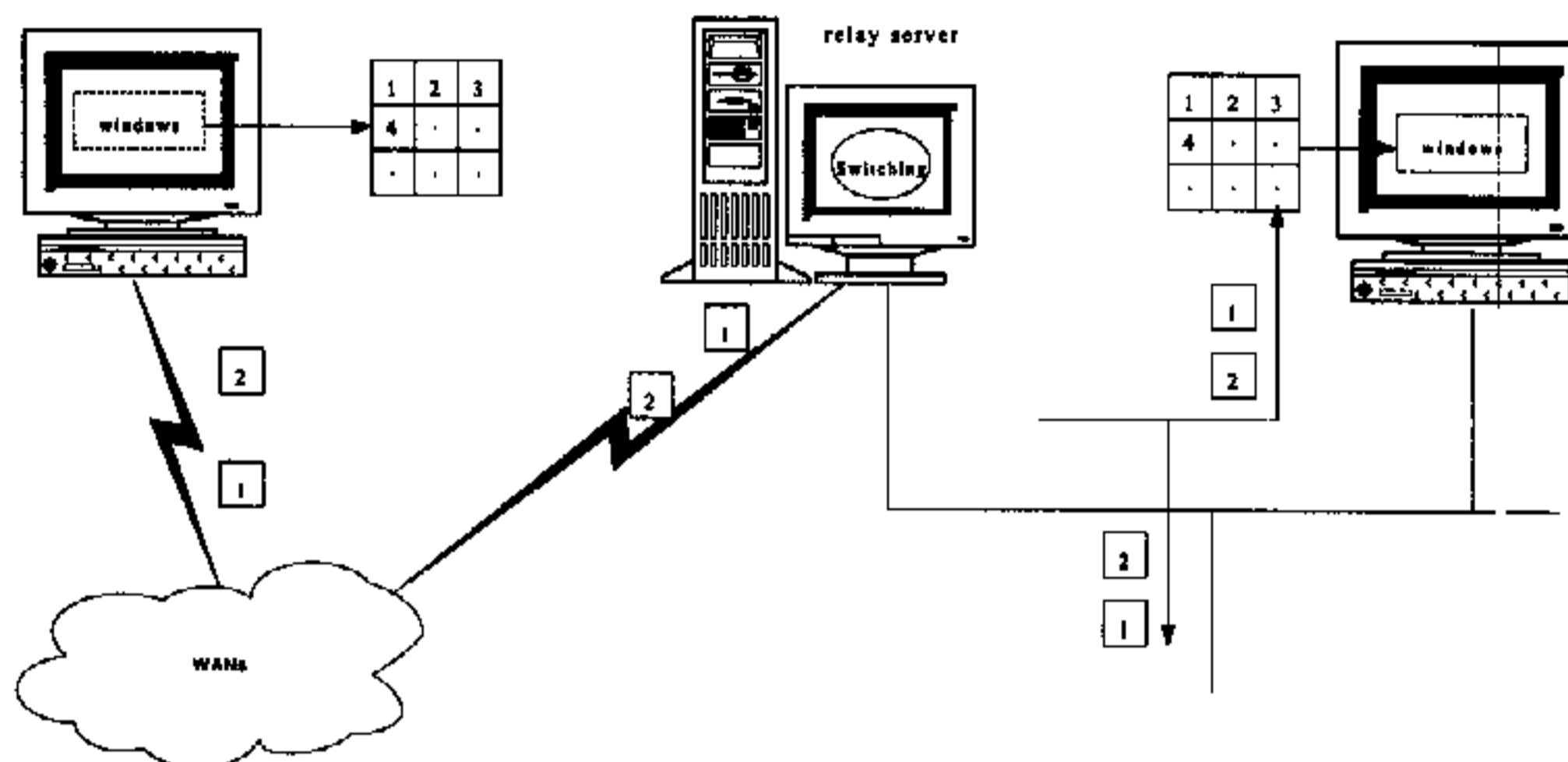
อนึ่งในการที่โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนจะรู้ว่าวินโดวส์ของโปรแกรมประยุกต์อยู่ตำแหน่งไหนบนหน้าจอ สามารถทำได้โดยการหาหมายเลขประจำตัวของโปรแกรมประยุกต์นั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำได้โดยในการเรียกโปรแกรมประยุกต์มาสอนนั้น ทำโดยผ่านโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนสามารถเก็บหมายเลขของโปรแกรมประยุกต์นั้นได้ ในกรณีที่ครูเปิดโปรแกรมประยุกต์หลาย ๆ ตัวนั้น การคัดลอกจะเกิดสำหรับวินโดวส์ของโปรแกรมประยุกต์ที่ active ขณะนั้น

เมื่อ relay server ได้รับข้อมูลแต่ละ block แล้ว ก็จะส่ง block ข้อมูลแพร์ออกไปยังเครื่องของนักเรียนที่อยู่ในเครือข่ายย่อยต่าง ๆ ภายในองค์กรนั้นด้วย โปรโตคอล UDP สำหรับการแพร์ block ข้อมูลไปยังเครื่องของนักเรียนที่อยู่ในเครือข่ายย่อยนั้น ทำโดยการกำหนด IP address ของเครื่องรับปลายทางให้ส่วนของ host มีค่าเป็น 1 ทั้งหมด เช่น หากต้องการแพร์ข้อมูลไปในเครือข่ายย่อยซึ่งมี IP address เป็น 194.56.11.176 คือ ค่า



รูปที่ 5 การนำภาพหน้าจอของครูส่งไปให้นักเรียน





รูปที่ 6 การส่งบล็อกข้อมูลจากครูผ่าน relay server ไปยังนักเรียน

11000010 0011100000001011 10110000 ซึ่งใช้ 4 บิตสำหรับการกำหนดเครือข่ายย่อยแล้ว จะต้องกำหนด address ปลายทางให้มีค่าเป็น 194.56.11.191 คือ

11000010 00111000 0000101111011111 สำหรับรายละเอียดการ implement นี้ได้เสนอในบทความ<sup>(3)</sup>

ในส่วนของโปรแกรมบนเครื่องของนักเรียน เมื่อได้รับ block ข้อมูลแล้ว ก็จะนำไปเก็บรวบรวมไว้ที่หน่วยความจำ จนกระทั่งครบจำนวนสำหรับ 1 ภาพ แล้วทำการขยายภาพกลับคืน จึงนำไปแสดงบน window ของจอภาพของนักเรียน และด้วยการใช้หลักการ stretching and compressing ของวินโดวส์ จึงทำให้สามารถแสดงภาพ window การทำงานของครู บน window ของนักเรียนได้ ถึงแม้ว่าขนาดของ window ทั้งสองไม่เท่ากันก็ตาม

#### 4.2 การบีบอัดขนาดของภาพ

ในการส่งภาพหน้าจอจากครูไปยังนักเรียน โดยเฉพาะเมื่อผ่านเครือข่ายระยะไกลมีความจำเป็นที่จะต้องทำการบีบอัดขนาดของข้อมูลภาพ เนื่องจากข้อมูลรูปภาพหน้าจอมีขนาดได้ถึง 2452600 บิต (คือ 640 x 480 x 8) ซึ่งคำนวณจากการแสดงผลของจอที่ความละเอียด 640 x 480 จุด และแสดงได้ 256 สี แต่ bandwidth โดยทั่วไปของเครือข่ายระยะไกลในประเทศไทยจะอยู่ในช่วง 64-128 kbps. ซึ่งทำให้ใช้เวลายาวในการส่งข้อมูลครบ 1 ภาพ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเสนอแนวคิดในการบีบอัดขนาดข้อมูลภาพดังต่อไปนี้

เนื่องจากภาพต่อเนื่องที่เกิดจากการปฏิบัติงานของครู (หรือนักเรียน) บนจอภาพมักจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ซึ่งแตกต่างกับภาพเคลื่อนไหวของวิดีโอ การวิจัยนี้จึงได้ทดลองทำการบีบอัดข้อมูลภาพ หน้าจอด้วยเทคนิค JPEG (Joint Photographic Experts Group) และด้วยเทคนิค ZIP ซึ่งปรากฏว่าสำหรับข้อมูลภาพหน้าจอ

ซึ่งแสดงผลของการปฏิบัติของซอฟต์แวร์บน windows เช่น microsoft word, excel หรือ browser แล้วนั้น เทคนิค ZIP ได้ ประสิทธิภาพของการบีบอัดดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ ZIP ในการบีบอัดข้อมูลภาพหน้าจอ

ในการบีบอัดขนาดข้อมูลภาพนั้น ภาพแรกจะถูกบีบอัดด้วย ZIP แล้วถูกส่งออกไปยังปลายทาง ส่วนภาพต่อ ๆ ไปจะถูกนำไปหาความแตกต่างกับภาพก่อนหน้า หากไม่มีความแตกต่างก็จะไม่มีการส่งข้อมูลภาพออกไป หรือหากแตกต่างกันเพียงการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของ cursor ก็จะมีการส่งตำแหน่งใหม่ของ cursor ออกไป แต่หากมีความแตกต่างระหว่างภาพที่ติดกันก็จะทำการบีบอัดภาพความแตกต่างนี้ด้วย ZIP แล้วจึงส่งข้อมูลที่ถูกรีบอัดออกไป ในฝั่งของนักเรียนเมื่อต้องการขยายภาพกลับคืนก็จะทำกระบวนการย้อนกลับของกระบวนการข้างต้น ด้วยหลักการบีบอัดข้อมูลข้างต้นทำให้การส่งข้อมูลภาพเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและไม่เปลือง bandwidth ของสาย

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการบีบอัดข้อมูลระหว่าง BMP เป็น ZIP กับ BMP เป็น JPG

ไฟล์/ชนิด	ขนาดของ BMP (KB)	ขนาดหลัง จาก ZIP	อัตราส่วน BMP:ZIP	ขนาดหลัง จากเป็น JPG	อัตราส่วน BMP:JPG
<b>กลุ่มภาพที่เป็นวิวจากธรรมชาติ</b>					
347003.bmp (ภูเขา ป่า น้ำ)	1,054	442	2.38:1	21	50.19:1
377042.bmp (น้ำตก ป่า น้ำ)	1,079	445	2.42:1	20	53.95:1
L002.bmp (ป่า อากาศชื้น)	964	446	2.16:1	65	14.83:1
<b>กลุ่มภาพที่มาจาก การ Capture ภาพหน้าจอใน Windows</b>					
Pic1.bmp (Outlook)	2,251	26	86.58:1	87	25.87:1
Pic2.bmp (Explorer)	2,305	50	46.10:1	146	15.79:1
Pic3.bmp (Explorer มีเมนู)	2,305	55	41.91:1	163	14.14:1

**ข้อสรุปที่ได้** คือ ถ้าเป็นภาพ bmp จากวินโดวส์ (หน้าจอแอปพลิเคชันต่าง ๆ) แล้ว ZIP จะบีบอัดได้มากกว่า JPG แต่ถ้าเป็นภาพธรรมชาติจะกลับกัน ดังนั้นโปรแกรมในงานวิจัยนี้ควรใช้การ ZIP มากกว่า JPG เนื่องจากภาพที่จับเป็นภาพหน้าจอของวินโดวส์แอปพลิเคชันเป็นหลัก

#### 4.3 โพรโทคอลที่ใช้ในการแพร่ข้อมูลภาพ

เพื่อให้การส่งข้อมูลระหว่างครูและนักเรียนเป็นไปได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการกำหนดโปรโตคอลในระดับชั้น application เพื่อควบคุมการส่งข้อมูล สำหรับโปรโตคอลที่ใช้ส่งข้อมูลในระดับล่างนั้นมีการใช้ TCP/IP ในการส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมครูกับ relay server ผ่านเครือข่ายระยะไกล

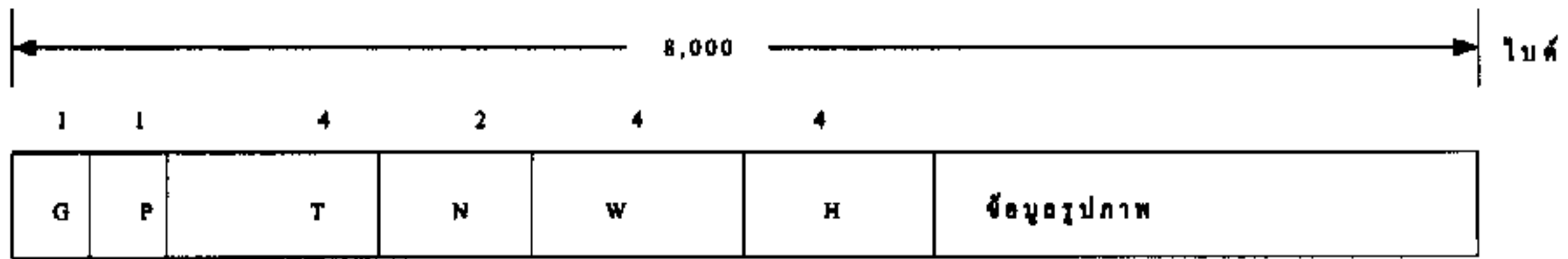
ซึ่งรับประกันว่าข้อมูลที่ผู้รับได้รับจะถูกดัดแปลงและเรียงลำดับกัน แต่ในส่วนของการแพร่ข้อมูลจาก relay server ไปยังเครื่องของนักเรียนที่อยู่ใน LANs วงต่าง ๆ นั้น อาศัยโปรโตคอล UDP ซึ่งไม่รับประกันว่าข้อมูลที่ผู้รับได้รับจะเรียงลำดับกันหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้โปรโตคอลในระดับชั้น application เพื่อควบคุมลำดับของข้อมูลที่ส่งให้ถูกต้อง

รูปที่ 7 ก แสดงรูปแบบของ block ของข้อมูลที่ส่ง ซึ่งมีขนาด 8000 ไบต์ สำหรับส่วนของ header มีทั้งหมด 6 필ด์ คือ

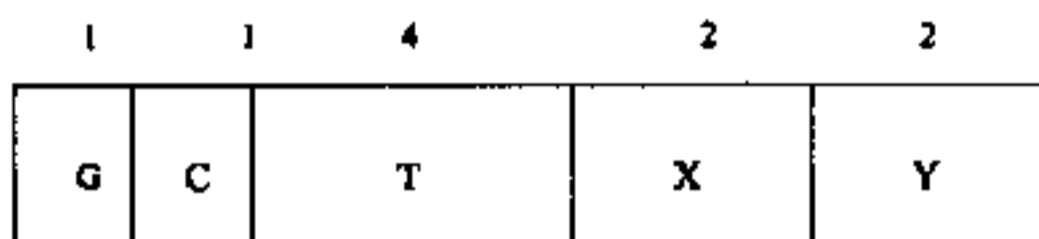
- (1) G ใช้บ่งบอกถึงการส่งข้อมูลให้กลุ่มของนักเรียน มีขนาด 1 ไบต์ มีค่า 0-9 โดยการใช้ฟิลด์นี้เราสามารถกำหนดกลุ่มให้แก่นักเรียนได้ เมื่อ block ของข้อมูลถูกแพร่ โดยโปรโตคอล UDP ให้แก่นักเรียน โปรแกรมบนเครื่องของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มหนึ่ง ๆ จะตรวจเช็คค่า block ข้อมูลนั้นถูกส่งให้กลุ่มที่ตัวเองอยู่หรือไม่ หากใช่ก็จะรับ block นั้นมาเพื่อประมวลผลต่อไป หากไม่ใช่ก็จะทิ้ง block นั้นไป
- (2) P ใช้เพื่อระบุว่าเป็น block ของรูปภาพมีขนาด 1 ไบต์
- (3) T เป็น timestamp ที่ระบุเวลาที่ส่งภาพนี้ มีขนาด 4 ไบต์
- (4) N แสดงหมายเลขลำดับของ block ข้อมูล มีค่าตั้งแต่ '00' - '99' ขนาด 2 ไบต์
- (5) W ใช้เพื่อให้ฝั่งรับทราบว่าภาพที่ได้รับมีความกว้างกี่ pixels มีขนาด 4 ไบต์
- (6) H ใช้เพื่อบอกให้ฝั่งรับทราบว่าภาพที่ได้รับมีความสูงกี่ pixels มีขนาด 4 ไบต์

นอกจาก block ข้อมูลรูปภาพแล้ว ยังมีการใช้ block ซึ่งระบุตำแหน่งของ cursor ด้วย block นี้จะถูกส่งไปในกรณีที่ภาพที่ติดกันนั้นแตกต่างกันเฉพาะตำแหน่งของ cursor ซึ่งมีรูปแบบของ block แสดงในรูปที่ 7 ข block นี้ประกอบด้วย 5 필ด์ คือ

- (1) G บ่งกลุ่มของนักเรียน มีขนาด 1 ไบต์
- (2) C บ่งบอกว่าเป็น block ของ cursor มีขนาด 1 ไบต์
- (3) T เป็น timestamp มีขนาด 4 ไบต์
- (4) X บ่งบอกค่าพิกัดของ cursor ตามแนวนอน มีขนาด 2 ไบต์
- (5) Y บ่งบอกค่าพิกัดของ cursor ตามแนวตั้ง มีขนาด 2 ไบต์



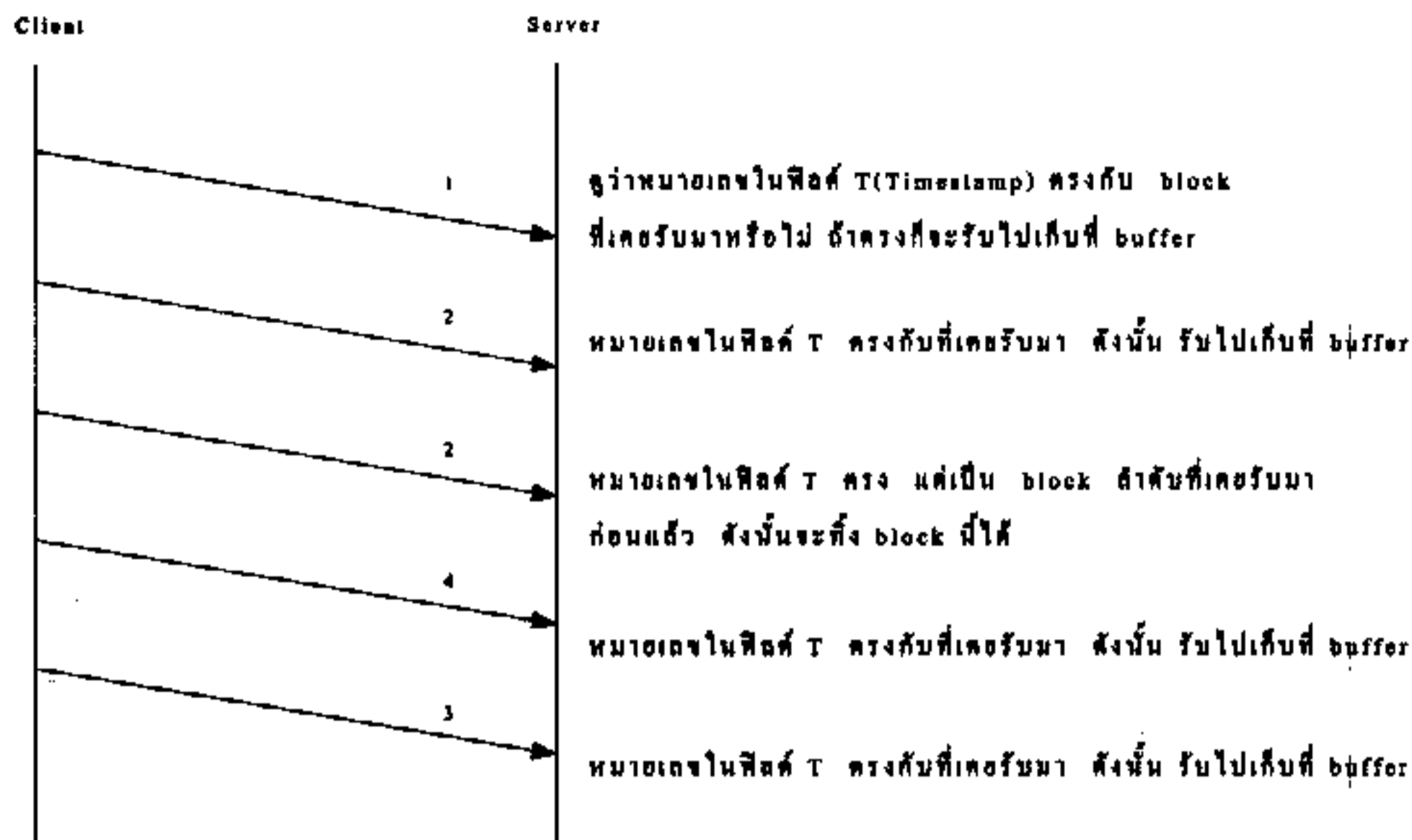
ก. บล็อกข้อมูลรูปภาพ



ข. บล็อก cursor

รูปที่ 7 รูปแบบของบล็อกข้อมูลภาพ

ในการส่งข้อมูลจาก relay server ไปยังเครื่องของนักเรียนต้องมีการควบคุมลำดับของ block ข้อมูล การควบคุม block รูปภาพที่ส่งนั้นใช้หมายเลขลำดับในการควบคุมดัง โปรโตคอลแสดงในรูปที่ 8 เมื่อข้อมูลของรูปภาพมาครบแล้วจะนำข้อมูลไปขยายและนำไปแสดงบนกรอบของ windows ค่อยไป นอกจากนี้ ยังมี การใช้ timer ในการควบคุมการส่งข้อมูลด้วย กล่าวคือ เมื่อได้รับ block แรกของภาพแล้วก็จะตั้ง timer ซึ่งหากเกิด timeout ก่อนที่ภาพจะมาครบ แสดงว่า โปรแกรมของครูหยุดส่งภาพจึงนำภาพเท่าที่ได้รับ ไปแสดงถึงแม้ว่าอาจจะได้รับภาพไม่ครบก็ตาม หรือในกรณีที่ มี block ข้อมูลของภาพใหม่เข้ามา ก็จะนำภาพที่อยู่ใน buffer ไปแสดงแล้วจะเริ่มรับภาพใหม่เข้ามา

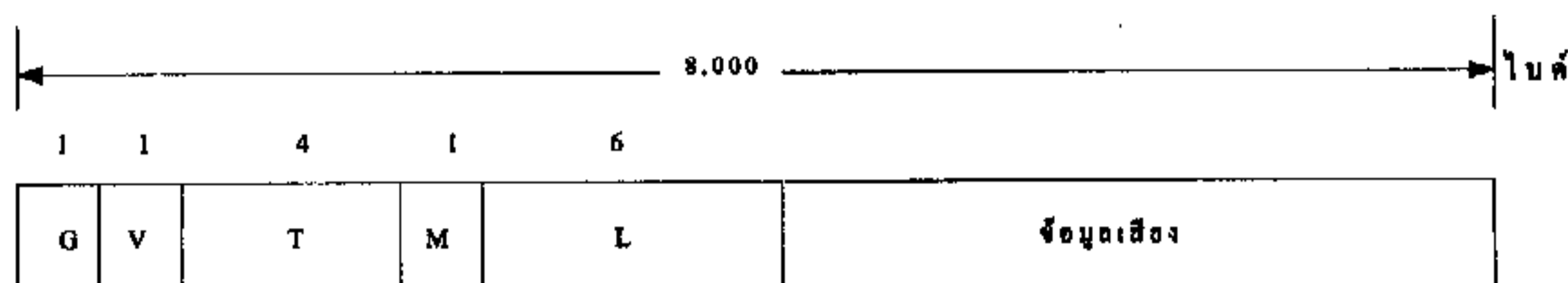


รูปที่ 8 แสดงโปรโตคอลในการควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลในระดับงานประยุกต์

#### 4.4 การแพร่ข้อมูลเสียง

นอกจากการส่งข้อมูลภาพหน้าจอของครูไปให้นักเรียนแล้ว ในบางครั้งยังต้องมีการส่งข้อมูลเสียงของครูเพื่อให้การอธิบายชัดเจน เช่น การบอกให้นักเรียนกดปุ่มหรือคลิกเมาส์ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงการส่งข้อมูลเสียงระหว่างครูกับนักเรียนที่เสนอในบทความ<sup>(3)</sup> ให้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปกติแล้วข้อมูลเสียงจะถูกป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยผ่าน sound card และข้อมูลเสียงนี้มีขนาดโตมาก หากส่งข้อมูลเสียงทั้งหมดระหว่างผู้ใช้อุปกรณ์ จะใช้เวลานาน ทำให้การโต้ตอบไม่เป็นลักษณะของ realtime ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำการบันทึกเสียงแล้วทยอยส่งออกไปในเครือข่ายเป็นช่วง ๆ ซึ่งมีระยะเวลาสั้น ๆ แล้วส่งไปให้นักเรียนฟังไปด้วยในลักษณะเป็น block stream ของเสียงในแบบ real-time กล่าวคือ ถ้าครูอธิบายประกอบภาพหน้าจอประมาณ 1 นาที อาจได้ข้อมูลเสียงถึง 1.32 MB ดังนั้นแทนที่จะรอส่งข้อมูล 1.32 MB ไปทีเดียว ซึ่งทำให้นักเรียนต้องรอไปถึง 1 นาทีก่อนจึงจะได้ฟังข้อความที่ครูบรรยาย โปรแกรมจะทยอยบันทึกข้อมูลเสียงทุกระยะเวลาสั้น ๆ เช่น ทุก ๆ 6 วินาที ซึ่งจะได้ข้อมูลประมาณ 132 KB แล้วทำการบีบอัดข้อมูลด้วยเทคนิค MPEG-3 แล้วจึงค่อยทยอยส่งข้อมูลที่ถูกรีบอัดนี้ออกไปเป็น block ข้อมูลเสียงให้นักเรียน จะทำให้นักเรียนได้ฟังคำบรรยายได้รวดเร็วและต่อเนื่องมากกว่าที่จะต้องรอเป็นเวลานาน



รูปที่ 9 รูปแบบบล็อกของข้อมูลเสียง

รูปที่ 9 รูปแบบบล็อกของข้อมูลเสียง

หลังจากการบีบอัดข้อมูลเสียงด้วย MPEG-3 ซึ่งสามารถอัดข้อมูลได้ถึง 11 : 1 แล้ว ข้อมูลเสียงที่ถูกบันทึกทุก ๆ วินาที ก็จะถูกส่งเป็น block ออกไปยัง relay server ด้วยโปรโตคอล TCP/IP ซึ่ง ข้อมูลนี้จะถูกแพร่ต่อทอดไปให้แก่เครื่องของนักเรียนด้วย โปรโตคอล UDP สำหรับรูปแบบของ block ข้อมูลเสียงซึ่งมีขนาด 8000 ไบต์ ได้แสดงในรูปที่ 9 สำหรับส่วนของ header มีทั้งหมด 5 필ด์ คือ

- (1) G ใช้ระบุกลุ่มของนักเรียน ขนาด 1 ไบต์
- (2) V ใช้เพื่อระบุว่าเป็น block ของข้อมูลเสียง มีขนาด 1 ไบต์
- (3) T เป็น timestamp ขนาด 4 ไบต์ ใช้เพื่อบ่งบอกเวลาที่เริ่มส่งข้อมูลเสียงชุดนี้ ซึ่งแต่ละชุดของ ข้อมูลเสียงจะถูกส่งออกไปทุก ๆ วินาที
- (4) M แสดงหมายเลขของ block ข้อมูลว่าเป็น block ลำดับที่เท่าไร มีขนาด 1 ไบต์
- (5) L ใช้เพื่อบอกความยาวของข้อมูลเสียงชุดนี้ (timestamp จะเป็นตัวระบุชุดของข้อมูลเสียง) มีขนาด 6 ไบต์

เนื่องจากแต่ละชุดของข้อมูลเสียงอาจจะประกอบด้วยหลาย ๆ block ซึ่งถูกแพร่ด้วยโปรโตคอล UDP จึงต้องมีการควบคุมลำดับของ block ข้อมูล ซึ่งการควบคุมนี้ใช้ โปรโตคอลเช่นเดียวกับการแพร่ข้อมูล ภาพที่อธิบายในหัวข้อ 4.3

#### 4.5 การแสดงข้อมูลภาพและเสียงให้สอดคล้องกัน

เมื่อครูพูดอธิบายประกอบภาพของโปรแกรมประยุกต์ที่แสดงอยู่บนหน้าจอครู เสียงที่ครูพูดออกไป เมื่อถึงนักเรียน จำเป็นต้องให้การรับฟังนั้นตรงกับรูปที่ครูอธิบาย ดังนั้นจึงต้องการแสดงข้อมูลภาพและ เสียงให้สอดคล้องกัน ซึ่งในที่นี้มีการใช้ฟิลด์ timestamp เพื่อช่วยให้มีการแสดงข้อมูลภาพและเสียงได้ สอดคล้องกัน

เมื่อครูอธิบายประกอบภาพ โปรแกรมจะหยุดการจับภาพหน้าจอชั่วคราวจนกว่าครูจะหยุดพูด (ด้วยการกดปุ่มบอกให้โปรแกรมทราบ) ซึ่งในระหว่างที่ครูพูดอยู่นั้น ชุดข้อมูลเสียงที่ได้ทุก ๆ วินาทีนั้น จะถูกแบ่งออกเป็น block ของข้อมูลเสียง และจากรูป 7 ก และรูป 9 ข้างต้น จะเห็นว่าทั้ง block ข้อมูลภาพและเสียงจะมีการใช้ฟิลด์ timestamp เพื่อควบคุมลำดับของภาพและเสียงที่ส่ง เมื่อ block ข้อมูลเสียงมาถึงโปรแกรมในส่วนของผู้เรียนก็จะตรวจสอบว่า เวลาของข้อมูลเสียงที่ได้รับมานั้น ถูกส่งมาที่หลังเวลาของข้อมูลภาพล่าสุดที่ได้รับมาและแสดงอยู่บนหน้าจอขณะนี้หรือไม่ หากใช่จึงจะรวบรวม block ของข้อมูลเสียงชุดนั้นเพื่อแสดงเสียงออกมา แต่หาก block ของข้อมูลเสียงนั้นถูกส่งมาก่อนข้อมูลภาพที่แสดงอยู่บนนั้น แสดงว่าเป็นชุดข้อมูลเสียงที่ถูกส่งล่าช้าในเครือข่าย และภาพที่ถูกส่งมาที่หลังการพูดนั้นมาถึงแล้ว ดังนั้น จึงจะทิ้งชุดข้อมูลเสียงที่มาล่าช้านั้นไป

## 5. การนำภาพหน้าจอของผู้เรียนไปแสดงบนหน้าจอครู

ดังได้กล่าวมาในหัวข้อ 3 แล้วว่า ข้อมูลลงทะเบียนของผู้เรียนจะถูกส่งผ่าน relay server ไปยังเครื่องของครู ดังนั้นครูจะมี list ของนักเรียนทุกคนที่อยู่ในระบบช่วยในการเรียนการสอนนี้ เมื่อครูต้องการดูการปฏิบัติตามของผู้เรียนว่าถูกต้องหรือไม่ โปรแกรมของครูจะส่ง request ด้วยโปรโตคอล TCP/IP ไปยังเครื่องของผู้เรียน เพื่อขอข้อมูลภาพหน้าจอ ซึ่งที่เครื่องของผู้เรียนเมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว จะมี server process หนึ่งที่รอรับการติดต่อจาก client ของครู เมื่อมี request มา server process ก็จะทำงานคล้ายรูปที่ 5

โดยทุก ๆ p หน่วยเวลาจะคัดลอกหน้าจอโปรแกรมประยุกต์ของผู้เรียนบีบอัดข้อมูล แล้วส่งให้ client process ที่เครื่องของครูด้วยโปรโตคอล TCP/IP ดังนั้นการควบคุมความถูกต้องของข้อมูล ลำดับของ block ข้อมูลจะเป็นหน้าที่ของ TCP/IP เมื่อ block ข้อมูลของแต่ละภาพมาครบแล้ว โปรแกรมส่วนของครูจะขยายคืนข้อมูล แล้วนำไปแสดงบนกรอบวินโดวส์ที่ครูกำหนดไว้

## 6. การโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียน

เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระบบนี้จึงสร้างเครื่องมือให้ครูและนักเรียนสามารถส่งข้อความโต้ตอบกันได้ ซึ่งระบบสามารถให้มีการโต้ตอบแบบส่งข้อมูล (Text) หรือแบบพูดจาโต้ตอบกันได้

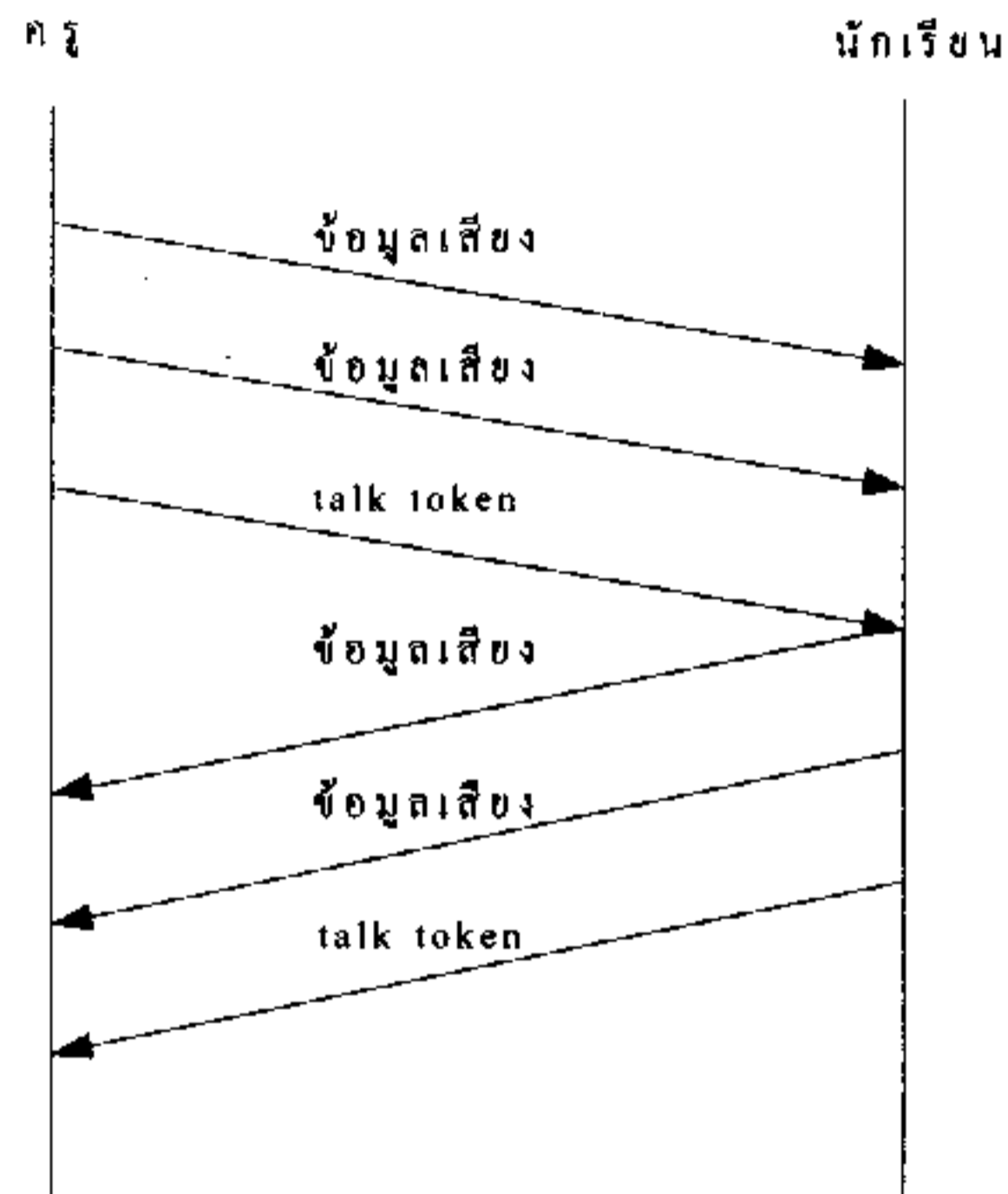
### 6.1 การโต้ตอบด้วยข้อความ

การโต้ตอบสามารถทำได้ทั้งในกรณีที่นักเรียนเป็นผู้เริ่ม หรือครูเป็นผู้เริ่มทำการติดต่อ ในกรณีแรกนั้นปกติแล้วโปรแกรมของฝั่งครูจะมี server process ซึ่งทำงานแบบ single process – concurrent server รอรับการติดต่อจากนักเรียนด้วยโปรโตคอล TCP เมื่อนักเรียนต้องการส่งข้อความให้ครู ก็จะเปิด chat window ซึ่งโปรแกรมก็จะสร้าง client process เพื่อส่ง request ไปยัง server process ที่เครื่องของครู เมื่อครูได้รับ request





ในกรณีหลังค่อนข้างที่จะง่ายกว่ากรณีแรก โดยครูจะเลือกพูดกับนักเรียนคนใด โดยดูจาก list ที่นักเรียนมาลงทะเบียน เมื่อเลือกแล้วก็จะมีการเปิด talk window ซึ่งทำตัวเป็น client ติดต่อไปยัง server process ของนักเรียนที่รอคอยการติดต่อด้วยเสียงจากครู เมื่อได้รับการติดต่อก็จะเกิด talk window ในฝั่งของนักเรียน แล้วครูและนักเรียนก็จะสามารถพูดคุยกันได้ ในลักษณะของ half duplex โดยครูจะเป็นผู้ได้รับ talk token ก่อน



รูปที่ 13 การใช้ talk token ควบคุมการส่งข้อมูลเสียง

## 7. ระบบการเรียนการสอนระยะไกล

โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนระยะไกล โดยที่ครูและนักเรียนอยู่ใน LANs วงเดียวกันนั้น อาจทำได้โดยอาศัยตัวแบบซึ่งแสดงในรูปที่ 1 แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนอยู่ในรูปแบบเดียวกัน ทั้งบน LANs และผ่าน WANs ในงานวิจัยนี้จึงสร้าง client และ server processes ที่ทำงาน

เป็น proxy relay server บนเครื่องของครู ดังแสดงในรูปที่ 14 ซึ่ง proxy relay server นี้ จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับ relay server ที่แสดงในรูปที่ 3

## 8. บทสรุป

บทความนี้ได้อธิบายถึงโปรแกรมที่ช่วยในการเรียนการสอนซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ในงานวิจัยข้อมูลภาพหน้าจอของครูและข้อมูลเสียงจะถูกส่งผ่านเครือข่ายระยะไกลไปให้แก่ relay server โดยอาศัยโปรโตคอล TCP ซึ่ง relay server จะทำการแพร่ข้อมูลออกไปให้แก่เครื่องนักเรียนที่อยู่ในเครือข่ายระยะไกลภายในองค์กรเดียวกับ relay server โดยอาศัยโปรโตคอล UDP ภาพหน้าจอของครูจะถูกแสดงบนกรอบวินโดวส์ของเครื่องนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเปิดวินโดวส์อีกกรอบเพื่อปฏิบัติตามการสอนของครูในทางกลับกัน เมื่อครูต้องการทราบผลการปฏิบัติของนักเรียน ภาพหน้าจอของนักเรียนก็จะถูกส่งไปให้แก่ครูด้วยโปรโตคอล TCP

เนื่องจากเครือข่ายระยะไกลยังมี bandwidth ไม่กว้างนัก ดังนั้น จึงได้มีการบีบอัดข้อมูลภาพ โดยการส่งเฉพาะส่วนที่แตกต่างของภาพที่ติดกัน และใช้เทคนิค ZIP ในการบีบอัดข้อมูลภาพ ส่วนข้อมูลเสียงมีการใช้เทคนิค MPEG-3 ในการบีบอัดข้อมูล ซึ่งทำให้การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายทำได้รวดเร็วขึ้น

นอกจากการส่งข้อมูลภาพหน้าจอ ซึ่งแสดงผลการปฏิบัติของซอฟต์แวร์บนวินโดวส์ และส่งข้อมูลเสียงคำอธิบายของครูแล้ว โปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนนี้ ยังทำให้มีการโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียนด้วยข้อความและเสียง ซึ่งการส่งข้อมูลโต้ตอบนี้ใช้โปรโตคอล TCP เนื่องจากเป็นการส่งข้อมูลจุดต่อจุด

ในกรณีที่ครูและนักเรียนเชื่อมกันด้วยเครือข่ายภายในองค์กรเดียวกัน จะมีการสร้าง proxy relay server เพื่อให้การทำงานสอดคล้องกันกับการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายระยะไกล



