ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ประเมินสมรรถนะเทคโนโลยีประชุมทางไกล ผ่านจอคอมพิวเตอร์บนระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

Capability Evaluation of Desktop Videoconferencing Technology on Tactical Network System

โดย

ร.ท. ชัยยศ ศุภมิตรกฤษณา

รหัส 40067297

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. บรรจง ปิยธำรง

H002750

วัน เดือน ปี 28 ม.ค. 2550
เลขทะเบียน 02750
เลขเรียกหนังสือ วพ. ช416ป 2542
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ประเมินสมรรถนะเทคโนโลยีประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์บนระบบสื่อสารทางยุทธวิธี
นักศึกษา	ร.ท. ชัยยศ ศุภมิตรกฤษณา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. บรรจง ปิยธำรง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ความท้าทายและอุปสรรคในการเพิ่มความเร็วให้กับการสื่อสารข้อมูลบนระบบสื่อสารทางยุทธวิธี เป็นแรงผลักดันที่สำคัญ ที่ทำให้กองทัพบกต้องเลือกสรรเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าว และยังต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบสื่อสารทางยุทธวิธีที่มีอยู่เดิมได้ด้วย เทคโนโลยีและการวางระบบสื่อสารทางยุทธวิธีแบบเดิมนั้นให้ความสำคัญกับการติดต่อทางเสียงเป็นหลัก ในขณะที่แนวโน้มการติดต่อสื่อสารในปัจจุบันมุ่งไปสู่การสื่อสารข้อมูล การทดสอบสมรรถนะของระบบสื่อสารทางยุทธวิธีที่ได้รับการเพิ่มเติมอุปกรณ์จึงนำไปสู่การค้นหาและแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เมื่อมีการนำไปใช้งานจริงในสนาม ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบ ผู้ดูแลและควบคุม และผู้ใช้งานระบบสื่อสารทางยุทธวิธี ได้ทราบถึงข้อจำกัดและขีดความสามารถของระบบ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง เพราะเราคงต้องยอมรับกันว่าระบบสื่อสารทางยุทธวิธีคือเส้นประสาทหลักของกองทัพบกเมื่อมีวิกฤตการณ์เกิดขึ้น และเมื่อถึงเวลานั้นความผิดพลาดแม้เพียงเล็กน้อยหมายถึงความสูญเสียที่ไม่อาจหวนกลับคืนมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Capability Evaluation of Desktop Videoconferencing on Tactical Network System
Student	1Lt. Chaiyot Supamitkrisana
Advisor	Assist. Prof. Dr. Banjong Piyatamrong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	1999

ABSTRACT

The challenge and problem of data communication speed up on tactical network system are the most important motivators that make Royal Thai Army to choose efficiency equipments for satisfying that needs and working well with the existing tactical network system. In the mean time the existing technology and tactical network system have focused on the voice communication but presently, there has a trend to use data communication.

The efficiency test of tactical network system added with more equipments could be a way for discovering and solving the problems which may be occurred when we practice in real situation or field. Moreover the designer, supervisor and users can recognize the limitation and capabilities of system so that the able to adjust the system correctly.

We have to acknowledge that the tactical network system is one of the most important factors for Thai Army especially where is a critical situation. At that time the minor mistake could bring the huge loss which we could not change.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทดสอบสมรรถนะของระบบสื่อสารทางยุทธวิธีด้านสื่อสารข้อมูลในรายงานฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากเพื่อนร่วมงาน ทั้งนายทหารและนายสิบของกองพันทหารสื่อสารที่ 21 ซึ่งได้ศึกษาการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล ออกแบบ ติดตั้ง และช่วยกันแก้ปัญหาที่มีอย่างเต็มความสามารถ จนสามารถทดสอบระบบจนได้ข้อพิจารณาและการแก้ไขที่ดีมากมายให้กับหน่วยทหารสื่อสารของกองทัพบก ซึ่งรายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบทั้งหมดในระบบสื่อสารทางยุทธวิธี และขอขอบพระคุณ ผศ. บรรจง ปียธำรง อาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับการแนะแนวทาง ให้การปรึกษาจนงานสำเร็จลุล่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ระบบการประชุมทางไกล (Videoconferencing System: VC System) 4

2.1.1 ส่วนประกอบของ DTVC 4

2.1.2 การทำงานของส่วนต่างๆในระบบ Videoconferencing 7

2.1.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ DTVC 7

2.2 เทคนิคการ Modulation 10

2.2.1 Pulse Code Modulation (PCM) 10

2.2.2 Delta Modulation (DM) หรือ Continuous Variable Slope Delta Modulation (CVSD) 11

3. ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีของกองทัพบก 14

3.1 หลักนิยมการสื่อสารทางยุทธวิธี 14

3.1.1 การสื่อสารทางยุทธวิธี 14

3.1.2 หลักการสื่อสารทางยุทธวิธีเบื้องต้น 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การใช้การสื่อสารทางยุทธวิธี 15
3.2 เครื่องมือสื่อสารในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี 15
3.2.1 การสื่อสารทางสาย 16
3.2.2 การสื่อสารทางวิทยุ 16
3.2.3 เครื่องมือสื่อสาร 16
3.3 เทคนิคการ Modulation ทางทหาร 22
4. การติดตั้งและการทดสอบการประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์ 23
4.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบ 23
4.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบสื่อสารทางยุทธวิธี 24
4.3 ขั้นตอนการติดตั้งชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing 30
4.4 ขั้นตอนการทดสอบ Desktop Videoconferencing 32
4.4.1 ทดสอบโดยใช้โปรแกรม Microsoft NetMeeting 32
4.4.2 ทดสอบโดยใช้โปรแกรม Enhanced CU-SeeMe 32
5. สรุปผลการทดสอบระบบ 34
5.1 ผลการทดสอบระบบสื่อสารทางยุทธวิธี 34
5.2 ผลการทดสอบการสื่อสารข้อมูล 35
5.3 ผลการทดสอบ Desktop Videoconferencing 36
5.3.1 ภาพวีดีโอและเสียงที่ได้จากการทดสอบด้วย
โปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 36
5.3.2 ภาพวีดีโอและเสียงที่ได้จากการทดสอบด้วย
โปรแกรม Enhances CU-SeeMe 38
5.4 สรุป 40
บรรณานุกรม 41
ผนวก
ก. โปรแกรมประเภท Desktop Videoconferencing i
ข. ชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing ที่ใช้ในการทดสอบ vii
ข. Configuration ที่ใช้ในการทดสอบ viiii

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. การส่งข้อมูลใน Delta Modulation ของ Eurocom J 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. แสดงการ Sampling สัญญาณ Analog 10
2. แสดงการ Quantize สัญญาณ Analog ที่ Sampling ได้เป็นสัญญาณ Digital 10
3. Block Diagram of the CSVD Encoder 11
4. แสดง CVSD Waveforms 11
5. Block Diagram of the CVSD Decoder 12
6. Delta Modulation Frame Structure 12
7. แสดงภาพเครื่องชุมสายสนามเอนกประสงค์ DX-111 17
8. แสดงภาพเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series 18
9. แสดงภาพด้านหน้าของเครื่อง PFA 20
10. แสดงภาพด้านหลังของเครื่อง PFA 20
11. แสดงโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ PFA 20
12. แสดงภาพโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 21
13. แสดงโครงข่ายการติดต่อสื่อสารข้อมูลทางยุทธวิธี 22
14. แสดงแผนผังระบบวิทยุถ่ายทอด 24
15. แสดงแผนผังวงจรทางสาย 25
16. แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ด้าน 26
17. แสดงผลที่ได้จากการ Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PFA และการเชื่อมต่อเรียบร้อย 27
18. แสดงผลที่ได้จากการ Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PFA และการเชื่อมต่อไม่เรียบร้อย 27
19. แสดงผลที่ได้จากการ Ping ข้าม LAN และการเชื่อมต่อไม่ได้สร้างขึ้น 28
20. แสดงการตรวจการทำงานของแต่ละเลเยอร์ใน PFA 29
21. แสดงการตรวจเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกับ PFA 29
22. แสดงออปชั่นในการตั้งขนาดและความเร็วในการเปลี่ยนเฟรมของภาพวีดีโอ 31
23. แสดงออปชั่นในการตั้งการปรับเสียงและความถี่ในการ Sampling เสียง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. แสดงภาพวีดีโอที่ได้จากการใช้โปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 37
25. แสดงภาพวีดีโอที่กำหนดขนาดในการส่งให้กับคู่สนทนา..... 37
26. แสดง User Interface ของโปรแกรม Enhanced CU-SeeMe 39
27. แสดงภาพวีดีโอที่ได้จากการใช้โปรแกรม Enhanced CU-SeeMe 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

กองทัพบกได้ใช้ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีซึ่งเป็นแบบอนาล็อกมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งได้รับเครื่องชุมสายอิเล็คทรอนิคส์และชุดวิทยุถ่ายทอดซึ่งเป็นระบบดิจิตอลทั้งหมด เว้นแต่การ์ดเชื่อมต่อทางด้านผู้ใช้ยังเป็นแบบอนาล็อก ทำให้มีข้อจำกัดในการรับส่งข้อมูล (Data Transferring) แต่เนื่องจากในอดีต โปรแกรมที่ใช้ทำงานบนระบบปฏิบัติการดอส (DOS : Disk Operating System) ซึ่งมีการติดต่อกับผู้ใช้แบบข้อความ (Text Mode) ข้อมูลที่รับส่งจึงมีปริมาณไม่มาก ด้วยความเร็วสูงสุดของระบบสื่อสารทางยุทธวิธีเพียง 2.4 กิโลบิตต่อวินาทีจึงเพียงพอ

เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เทคโนโลยีและรูปแบบของข้อมูลได้พัฒนาไปอย่างมาก ความเร็วของการรับส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารทางยุทธวิธีที่มีอยู่จึงไม่เพียงพออีกต่อไป กองทัพบกจึงได้จัดซื้อการ์ดอินเตอร์เฟสแบบดิจิตอล และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลของระบบสื่อสารทางยุทธวิธี ซึ่งสามารถทำความเร็วได้อย่างน้อย 19.2 กิโลบิตต่อวินาทีและสามารถเพิ่มความเร็วด้วยเทคโนโลยีมัลติพอร์ต (Multiport) เนื่องจากระบบสื่อสารแบบดิจิตอลซึ่งนำเข้ามาใช้ในการติดต่อสื่อสารทางยุทธวิธีในปัจจุบันนั้นยังเป็นสิ่งใหม่สำหรับกองทัพบก อีกทั้งรูปแบบการติดต่อสื่อสารทางยุทธวิธีมีข้อจำกัดพอสมควร จึงยังต้องการการทดสอบและหาบริการที่เหมาะสมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ต่อไป

การประชุมทางไกลผ่านจอภาพนั้นเป็นบริการหนึ่งที่อำนวยความสะดวกให้ผู้เข้าร่วมประชุมไม่จำเป็นต้องเดินทางในกรณีที่ผู้เข้าร่วมประชุมอยู่ห่างไกลกัน ซึ่งการประชุมทางไกลสำหรับทางทหารจะช่วยให้การรายงานสถานการณ์จากที่ทำการส่วนหน้า(ในสนามรบ)ถึงผู้บังคับบัญชาระดับสูงในส่วนหลังได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยให้ผู้บังคับบัญชาสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ การประชุมทางไกลผ่านระบบสื่อสารทางยุทธวิธีเป็นความสามารถหนึ่งของระบบซึ่งกองทัพบกยังไม่ได้ทดสอบหาความเป็นได้ และดูความเหมาะสมในการนำไปใช้กับระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

ในการประชุมทางไกลผ่านจอภาพบนระบบสื่อสารปกติ เช่น ผ่านระบบดาวเทียม ผ่านสายเช่า (Leased Line) นั้นสามารถกระทำได้อย่างสะดวกและน่าเชื่อถือ (Availability & Liability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะระบบสื่อสารดังกล่าวนั้นได้รับการติดตั้งอย่างถาวรและมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ซึ่งการนำเทคโนโลยีประชุมทางไกลที่ต้องการความเสถียรและมีความกว้างของช่องการสื่อสารมากมาใช้ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธีนั้นมีความเป็นไปได้น้อยมาก แต่ในปัจจุบันการสื่อสารแบบภาพและเสียงในเวลาเดียวกัน (Videoconferencing) ได้พัฒนาไปอย่างมาก มีการนำเทคนิคการบีบอัดข้อมูลมาใช้ ทำให้แม้แต่การใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตซึ่งมีความเร็วไม่มากนักและไม่มีการรับประกันคุณภาพในการใช้บริการ (QOS: Quality of Service) ก็สามารถที่จะสื่อสารทั้งภาพและเสียงได้ จึงมีความเป็นไปได้ว่าสามารถที่จะนำเทคโนโลยีประชุมทางไกล (Videoconferencing) มาใช้ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธีซึ่งมีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไม่มากนัก และระบบค่อนข้างมั่นคงน้อย เนื่องจากต้องสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว

1.2 วัตถุประสงค์

1. ทดสอบความน่าเชื่อถือ(Liability) และความพร้อมในการใช้งาน (Availability) ของระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี เพื่อเป็นข้อพิจารณาในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ โดยการออกแบบ ควบคุมการทำงาน และใช้งานระบบ
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะในการใช้เทคโนโลยีประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (Desktop Videoconferencing) บนระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี เพื่อนำมาปฏิบัติและใช้งานจริง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนระบบประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์
2. ศึกษาระบบสื่อสารทางยุทธวิธีของกองทัพบก
3. ศึกษาปัญหา อุปสรรค และความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาโครงสร้าง มาตรฐาน และการใช้งานระบบสื่อสารทางยุทธวิธี
2. ศึกษาเทคนิควิธี และผลิตภัณฑ์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันของการประชุมทางไกล
3. ทดสอบติดตั้งเครื่องมือสื่อสารข้อมูลร่วมกับระบบสื่อสารทางยุทธวิธี
4. ทดลองติดตั้งและใช้งาน Desktop Videoconferencing บนระบบ LAN
5. ทดลองติดตั้งและใช้งาน Desktop Videoconferencing บนระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ประเมินสมรรถนะของระบบและหาความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คาดว่าในทางทฤษฎีน่าจะมีความเป็นไปได้ แต่ยังมีข้อพิจารณาในเรื่องของความมีเสถียรภาพ ความเร็ว คุณภาพของเสียงและภาพที่ผู้ใช้สามารถยอมรับได้
2. ได้ทราบปัญหาข้อขัดข้องของอุปกรณ์ดิจิตอลซึ่งกองทัพบกได้จัดซื้อมาใช้ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธี เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินการต่อไป
3. การศึกษาครั้งนี้ จะเป็นข้อพิจารณาความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารทางยุทธวิธีที่มีอยู่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการประชุมทางไกล (Videoconferencing System: VC System)

การประชุมทางไกลเป็น การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล หรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ต่างสถานที่กันได้ ได้ทั้งภาพ เสียง และข้อมูลพร้อมกันแบบ Real-time Interaction โดยสามารถประชุมพูดโต้ตอบกันเหมือนการประชุมที่มานั่งในที่เดียวกัน อาจเรียกได้ว่าเป็นการประชุมทางไกลผ่านจอภาพ การติดต่อกันแบบนี้เรียกว่า การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) ไม่ว่าจะห่างไกลกันเพียงใดสามารถติดต่อกันได้ ขึ้นอยู่กับระบบการสื่อสารเป็นหลัก ค่าใช้จ่ายในของการประชุมทางไกลนั้นค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการของอุปกรณ์ที่ใช้

การประชุมทางไกลผ่านจอภาพคอมพิวเตอร์ (Desktop Videoconferencing: DTVC) เป็นการรวมการประมวลผลทางภาพ เสียง และเทคโนโลยีโทรคมนาคมเพื่อให้การตอบโต้แบบ Real-time จากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยจะใช้ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) เป็นพิเศษในการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งยังสามารถใช้แอปพลิเคชั่นบนคอมพิวเตอร์เพื่อทำงานร่วมกันได้ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำและกำลังลดลงเรื่อยๆ ขึ้นกับการใช้เทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ระบบนี้เหมาะสำหรับกลุ่มคนจำนวนน้อยๆ หรือใช้เพียงคนเดียว

2.1.1 ส่วนประกอบของ DTVC ประกอบด้วย

1) อุปกรณ์ CODEC (COde and DECode)

อุปกรณ์ CODEC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคนิคการสุ่มสัญญาณ (Sampling) เพื่อเปลี่ยนสัญญาณภาพที่เป็นสัญญาณอนาล็อคให้อยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอล (Digitizing) และทำการบีบอัดขนาดสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่มีปริมาณมาก (เช่น 90 Mbps) ให้ลดลง (เช่นเหลือ 64 Kbps) โดยการบีบอัด (Compression) ข้อมูลดิจิตอลโดยกระทำด้วยอัลกอริธึ่ม (Algorithm) การเข้ารหัสที่ซับซ้อนเพื่อทำการขจัดข้อมูลภายในภาพส่วนที่ซ้ำ หรือไม่จำเป็นออก เทคนิค DCT (Discrete Cosine Transform) ซึ่งกระทำโดยการแบ่งภาพทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ ใช้วิธีต่าง ๆ ในการลดข้อมูลที่ทำการส่งอันได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Intraframe Coding ขจัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นภายในเฟรมเดียวกันออก
- Interframe Coding เปรียบเทียบข้อมูลของเฟรมที่จะทำการส่งกับเฟรมก่อนหน้า และส่งข้อมูลเฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
- Predictive Coding ส่งเฉพาะข้อมูลของภาพที่แตกต่างจากที่อุปกรณ์คาดเดาเอาไว้

นอกจากนี้ วิธีการบีบอัดสัญญาณ (Compression) ข้อมูลภาพดังกล่าวมานี้ อุปกรณ์ CODEC ยังทำหน้าที่ต่างๆ เพื่อรักษาคุณภาพของภาพที่ถูกย่อขนาด ได้แก่

- การชดเชยการเคลื่อนไหว (Motion Compensation) เมื่อการเคลื่อนไหวในภาพปรากฏขึ้น อุปกรณ์ CODEC จะคัด และจัดส่งเฉพาะส่วนประกอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น
- การประมวลภาพ (Image Processing) เพื่อขจัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นทิ้ง เช่น ข้อมูลของส่วนฉากหลังภาพ (Background) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากจะถูกแบ่งทยอยส่งไปในหลายๆ เฟรม และประกอบรวมเป็นภาพอีกครั้งด้วยอุปกรณ์ CODEC ปลายทาง
- อิมเมจโพสต์โปรเซสซิ่ง (Image Post-Processing) ทำหน้าที่ประกอบส่วนต่างๆ ที่ถูกกำจัดออกก่อนการส่งอุปกรณ์ CODEC สามารถจัดแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ CODEC ย่านแคบ, CODEC ย่าน T1/E1 และ CODEC ย่านกว้าง โดยอุปกรณ์ CODEC ย่านแคบจะทำการย่อขนาด/รับ สัญญาณภาพ ในความเร็ว 64-384 Kbps (ความเร็วจะเพิ่มขึ้นทีละ 64 Kbps) แล้วแต่ความต้องการคุณภาพของภาพ โดยการรับสัญญาณภาพความเร็วสูงขึ้นจะทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น และเมื่อใช้งานกับอุปกรณ์ CODEC ความเร็ว 2.048 Mbps/E1 หรือ 1.544 Mbps/T1 คุณภาพของภาพจะสูงใกล้เคียงธรรมชาติ (เข้าใกล้ภาพโทรทัศน์) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในระดับสตูดิโอ อุปกรณ์ CODEC ย่านกว้างนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคการย่อขนาดภาพที่ซับซ้อนเท่าอุปกรณ์ CODEC แคบ/ย่าน T1/E1 เพราะมีแบนด์วิดต์ รับ-ส่งข้อมูลภาพที่กว้างกว่า สิ่งสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้ CODEC คือมาตรฐาน เนื่องจากการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ CODEC สามารถทำได้ก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ CODEC ต้นทางและปลายทางมีความเร็ว รับ-ส่ง และเทคนิคเข้ารหัสที่เหมือนกัน โดยมาตรฐานของอุปกรณ์ CODEC ในปัจจุบันมีทั้งมาตรฐานของผู้ผลิต (Proprietary Standard) และมีมาตรฐานสากล โดยมาตรฐานสากลเป็นที่แพร่หลายในปัจจุบันได้แก่ มาตรฐานกลุ่ม CCITT. H.261

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อุปกรณ์กล้องวีดีทัศน์

ในระบบ DTVC นั้นจะแสดงภาพวีดีโอในหน้าต่างขนาดเล็กบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ กล้องวีดีทัศน์โดยปกติจะมีขนาดเล็กวางอยู่บนจอคอมพิวเตอร์

3) อุปกรณ์แสดงผล (Display Equipment)

อุปกรณ์แสดงผลคือ จอคอมพิวเตอร์(Monitor) ดังนั้นภาพวีดีโอที่ได้จะมีขนาดใหญ่หรือเล็กก็ขึ้นกับขนาดของจอคอมพิวเตอร์ด้วย ทั้งนี้ไม่เกี่ยวกับความละเอียดของภาพ

4) ระบบเสียง (Sound System)

แม้ว่าระบบภาพจะดูเหมือนว่าเป็นหัวใจของระบบ DTVC แต่ในความเป็นจริงแล้วระบบเสียงกลับเป็นส่วนสำคัญที่สุด เนื่องจากผู้ใช้งานจะทนต่อคุณภาพของภาพที่แย่ได้มากกว่าทนต่อคุณภาพเสียงที่แย่ ภาพคู่สนทนาที่ไม่ชัดเจนยังไม่สร้างความรำคาญในการประชุมเท่าเสียงหอนของไมโครโฟนคู่สนทนา ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในระบบเสียงของระบบ DTVC คือการเกิดเสียงสะท้อน (Echo) อันเนื่องมาจากเสียงที่เราพูดนั้นถูกป้อนกลับ (ผ่านไมโครโฟนของผู้ร่วมประชุมปลายทางและส่งกลับมายังลำโพงด้านเรา) การแก้ปัญหาเสียงสะท้อนโดยปกติของ DTVC คือการลดความไวเสียงของไมโครโฟนให้น้อยลง ซึ่งสามารถปรับได้ที่ซอฟต์แวร์ที่ใช้ สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การ์ดเสียง (Sound Card) ที่ใช้ควรเป็นแบบ Full Duplex ซึ่งทำให้คู่สนทนาสามารถพูดและฟังในเวลาเดียวกัน หากเป็นแบบ Half Duplex ก็จำเป็นต้องรอให้คู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งพูดเสร็จสิ้นก่อน จึงจะสนทนาตอบกลับได้

5) ไมโครโฟน (Microphone)

ไมโครโฟนคุณภาพสูงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ในระบบเสียงโดยทั่วไปแล้วไมโครโฟนที่ใช้งานในระบบ VTDC จะเป็นไมโครโฟนตั้งโต๊ะ ซึ่งมีทั้งประเภทรับเสียงทุกทิศทาง และรับเสียงบางทิศทางให้เลือกใช้งาน นอกจากนี้ยังมีอื่นๆอีก เช่น ไมโครโฟนไร้สาย (Wireless Microphone) พาวเวอร์ไมโครโฟน (Power Microphone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การทำงานของส่วนต่างๆในระบบ Videoconferencing

1) ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software)

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้และดำเนินการประชุม ซึ่งในปัจจุบันมีให้เลือกการใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากบางตัว เป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้งานได้ฟรี เช่น CU-SEEMe ของมหาวิทยาลัยคอร์เนล โปรแกรมแต่ละตัวจะมีความสามารถปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป เช่น โปรแชร์(Pro Share)ของอินเทล(Intel) สามารถทำแอปพลิเคชั่นแชริ่ง (Application Sharing)ได้ วิสิตวีดีโอสำหรับวินโดวส์(Visit Video for Windows)ของนอร์ตันเทเลคอม

2) อินพุตและเอาต์พุต (Input & Output)

คืออุปกรณ์ที่รับสัญญาณภาพและเสียงจากผู้ใช้นำไปประมวลผลโดยโปรแกรม เราสามารถพิจารณาส่วนประกอบนี้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของภาพซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณภาพจริงจะเป็นกล้องที่มีสัญญาณวีดีโอเอาต์พุต (Video Output) แต่ส่วนที่จะนำสัญญาณนี้เข้าไปประมวลผลต้องเหมาะสมกับซอฟต์แวร์และแบบของเครื่อง เช่น IBM-PC จะใช้วีดีโอแคปเจอร์บอร์ด (Video Capture Board) ซึ่งมีให้เลือกหลายแบบ ส่วนของสัญญาณเสียงก็เช่นกัน อุปกรณ์ที่รับสัญญาณเสียงจริงๆคือ ไมโครโฟน แต่ที่นำสัญญาณเข้าคอมพิวเตอร์จะมีความแตกต่างกัน เช่น IBM-PC ใช้การ์ดเสียง(Sound Card), แอปเปิ้ลแมคอินทอส(Apple Macintosh) ใช้แอปเปิลซาวด์(Apple Sound) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์

2.1.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ DTVC

ในปี ค.ศ. 1990 มาตรฐานกลุ่ม CCITT, H.261 (H.320 H.221 H.230 H.242 และ H.261) ได้ถูกกำหนดแทนที่มาตรฐาน H.110 H.120 และ H.130 โดยมาตรฐานได้ครอบคลุมถึงการย่อและรับสัญญาณความเร็วในช่วง 768 Kbps – 2,048 Kbps โดยลักษณะเด่นประการหนึ่งของมาตรฐาน H.261 คือมีการกำหนดอุปกรณ์ CODEC ในการติดต่อรับส่งความเร็ว 64 Kbps

ITU (International Telecommunications Union) ได้ออกมาตรฐานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตแต่ละรายมีความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานในระบบ Videoconferencing ที่สำคัญคือ H.320 ซึ่งมาตรฐานนี้รวมถึง H.261 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับ Video และ G.722, G.728 เป็นมาตรฐานสำหรับเสียง และ T.120 เป็นมาตรฐานสำหรับข้อมูล

- H.261 เป็นข้อกำหนดในการส่งภาพ (Video) โดยระบุถึงวิธีในการบีบขนาดภาพเพื่อใช้สำหรับการประชุมทางไกล คือ QCIF (Quarter Common Intermediate Format) เป็นมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานที่ความละเอียด 176 x 144 จุดต่อเฟรมที่ความเร็ว 30 เฟรมต่อวินาที ซึ่งใช้สำหรับ Desktop Videoconferencing System

- G.728 มาตรฐานสำหรับ Audio โดยเป็นมาตรฐานอยู่ภายใต้ H.320 เกี่ยวกับแบนด์วิดต์ในการส่งข้อมูลและภาพ คือ 16 Kbps ที่เหลือเป็นแบนด์วิดต์ ในการส่งข้อมูลและภาพ
- T.120 มาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูล เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถในการรับส่งแฟ้มข้อมูล การใช้โปรแกรมทำงานร่วมกันโดยที่ T.120 เป็นมาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูล ในระบบ Videoconferencing ที่ทำงานทั้งใน ISDN, LAN และ POST
- H.320 เป็นมาตรฐานโดยรวมของระบบ Videoconferencing ซึ่งถูกกำหนดโดย ITU-T เพื่อใช้ในการติดต่อกันระหว่างผลิตภัณฑ์แต่ละราย โดยที่ H.320 ได้กำหนดปัจจัยที่มีผลกระทบกับคุณภาพระบบดังนี้ ความละเอียดของรูปภาพ, Frame Rate, Pre-Processing, Post-Processing, Motion Compensation และ Audio
- Frame Rate หมายถึง จำนวนเฟรมต่อวินาที เป็นจำนวนของเวลาที่รูปทำการแสดงผลใหม่ ในระบบ H.261 ได้สนับสนุน Frame Rate ได้ดังนี้
  1. ในระดับชั้นที่ 1 ใช้ Frame Rate 7.5 fps
  2. ในระดับชั้นที่ 2 ใช้ Frame Rate 10 fps
  3. ในระดับชั้นที่ 3 ใช้ Frame Rate 15 fps

  อัตรา Frame Rate ที่ต่ำจะทำให้เกิด jerky ถ้าอัตรา Frame Rate สูงก็จะทำให้ภาพเคลื่อนไหวนั้นราบเรียบในการติดต่อ ถ้าระดับชั้นที่ 1 ติดต่อกับระดับชั้นที่ 3 ต้องทำการลดชั้นให้ทำการสื่อสารกับระดับชั้นที่ 1 ให้ได้ ดังนั้นในระดับชั้นที่ 3 ต้องลดอัตรา Frame Rate ให้ใช้งานที่ 7.5 เท่ากับระดับชั้นที่ 1
- Pre-Processing เป็นการประมวลผลที่ซับซ้อน เพื่อใช้ในการลดสิ่งที่ไม่จำเป็นของภาพออกไป ซึ่งไม่จำเป็นในระดับชั้นที่ 1 ถ้า Pre-Processing ไม่ได้ใช้งานจะทำให้มี noise หรือสิ่งที่ไม่ต้องการติดอยู่ในภาพ
- Post-Processing จะช่วยลดรูปภาพที่ทำการเคลื่อนไหวเร็วสามารถลด blocking และ noise โดย Video Code Post-Processing ช่วยปรับปรุง Frame Rate และลดปรากฏการณ์ Jerky motion
- คุณภาพและอัตราการส่งผ่านของข้อมูล (Data Rate and Quality) อัตราการส่งข้อมูลมีผลกระทบกับคุณภาพของภาพ อัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่าจะดีกว่าในคุณภาพของวีดีโอที่ความเร็ว T1 (1544 Kbps) คุณภาพของวีดีโอจะมีค่าดีที่สุด ส่วนมากผู้ใช้จะไม่ทำงานที่ความเร็วนี้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในปัจจุบันผู้ใช้หลายคนใช้ความเร็ว 768 Kbps ซึ่งสมดุลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพสูงกับค่าใช้จ่าย ที่ความเร็ว 34 Kbps น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ในการส่งข้อมูลและที่ความเร็ว 128 Kbps ได้กลายมากเป็นที่แพร่หลาย ซึ่งได้จากการใช้งาน ISDN ในขณะที่ Desktop VCS จะใช้งานที่ความเร็ว 128 Kbps ในการส่งข้อมูล

นอกจากมาตรฐาน CCITT แล้ว ประเทศสหรัฐฯ นำโดยองค์กร ISO (International Organization for Standard) ก็ได้ออกแบบมาตรฐานการย่อขนาดภาพสำหรับภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวสำหรับมัลติมีเดีย JPEG (Joint Photographic Expert Group) และ MPEG (Motion Picture Expert Group) ออกมาโดย JPEG เป็นมาตรฐานการย่อขนาดภาพนิ่ง, แฟกซ์, หรือภาพจากสแกนเนอร์ (Scanner) ส่วน MPEG ครอบคลุมถึงการเข้า-ถอดรหัสข้อมูลจากอุปกรณ์ดิจิตอล เช่น ซีดีรอม (CD-ROM) เป็นต้น สำหรับรายละเอียดของมาตรฐานทั้ง 2 ค่ายนี้ แสดงดังในตาราง

มาตรฐานสากลถือได้ว่าเป็นความพยายามในการใช้ระบบ Videoconferencing ระหว่างผู้ผลิตที่แตกต่างกันได้ อันจะทำให้บริการได้รับความนิยมใช้งานมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความล่าช้าในการกำหนดมาตรฐานสากลทำให้อุปกรณ์ CODEC H.261 มีความสามารถที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ตามมาตรฐานของบริษัท ณ ความเร็วที่เท่ากัน

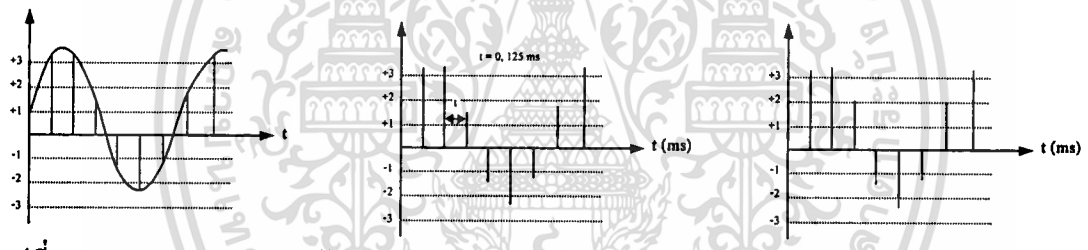
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เทคนิคการ Modulation

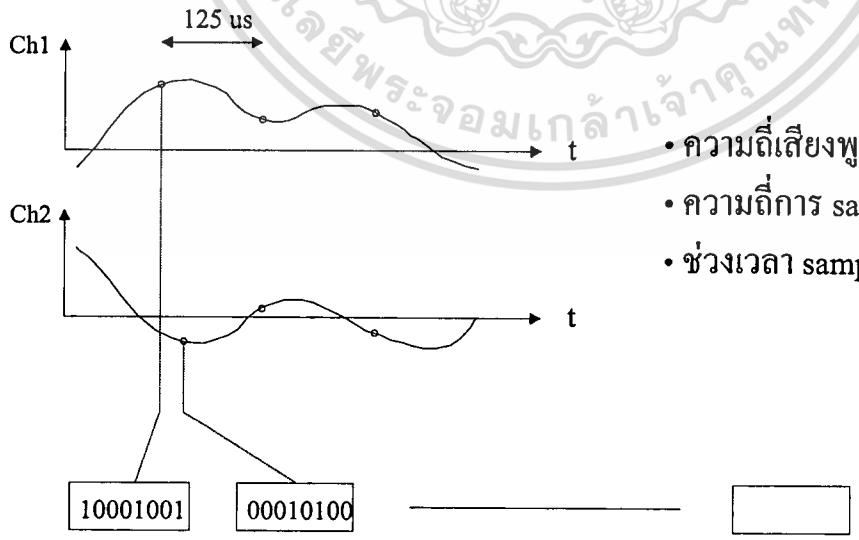
เป็นขบวนการในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าในการช่วยพาสัญญาณผ่านช่องทางการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นพาห์เพื่อเคลื่อนย้ายสัญญาณเหล่านั้นจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยอุปกรณ์ Modulate สัญญาณจะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไป และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลซึ่งเราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า การ Demodulation

2.2.1 Pulse Code Modulation (PCM)

- เป็นการเปลี่ยนสัญญาณ *A*nalog ไปเป็น *D*igital (***A/D*** converter)
- อาศัยหลักการของการ **Sample rate** > 2 ***BW***, ***B***and ***W***idth 300-3400 = 8 kHz
- **หนึ่ง sample** ให้สัญญาณ digital **8 bits**
- สัญญาณ Analog ถูกแบ่งเป็น **256 ค่า** (Quantize levels)



รูปที่ 1 แสดงการ Sampling สัญญาณ Analog



- ความถี่เสียงพูด 300-3,400 Hz
- ความถี่การ sample = 8,000 Hz
- ช่วงเวลา sample = 125 us

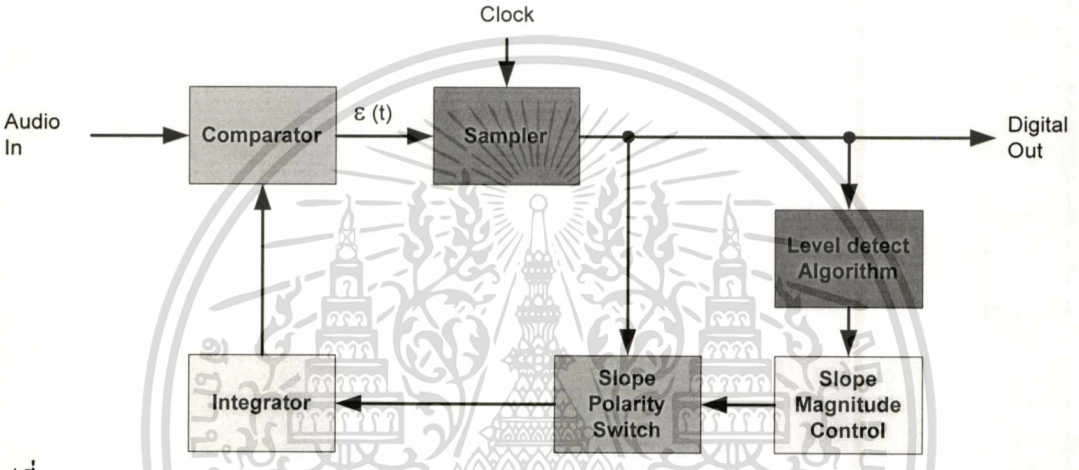
8 bits at 8000 Hz ➡ 8 x 8000 = 64 kbits/s

รูปที่ 2 แสดงการ Quantize สัญญาณ Analog ที่ Sampling ได้เป็นสัญญาณ Digital

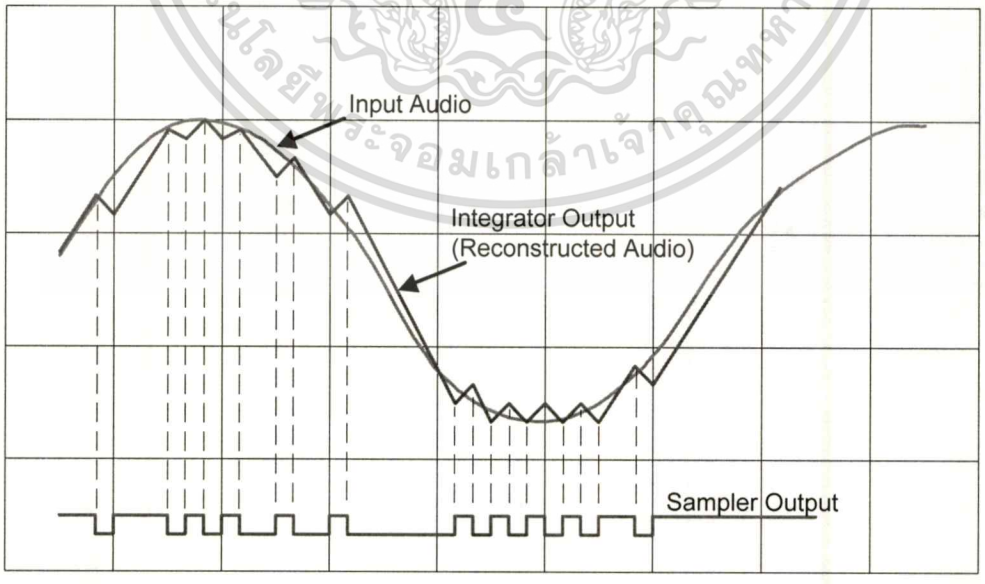
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Delta Modulation (DM) หรือ Continuous Variable Slope Delta Modulation (CVSD)

- เป็นการเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็น Digital (A/D Converter)
- ใช้ Sample Rate 16 Kbit/s หรือ 32 Kbit/s
- หนึ่ง Sample ให้สัญญาณ Digital 1 bit
- สัญญาณ Analog ถูกเปลี่ยนเป็น Digital ซึ่งแทนเครื่องหมายความแตกต่างระหว่างสัญญาณเข้า และ Integrator Output

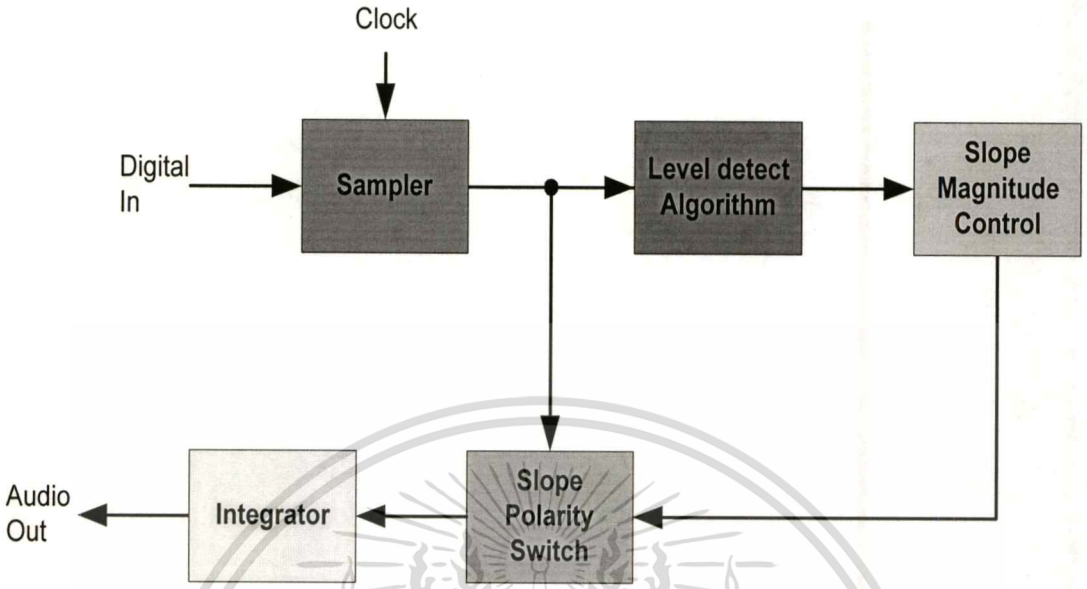


รูปที่ 3 Block Diagram of the CSVD Encoder

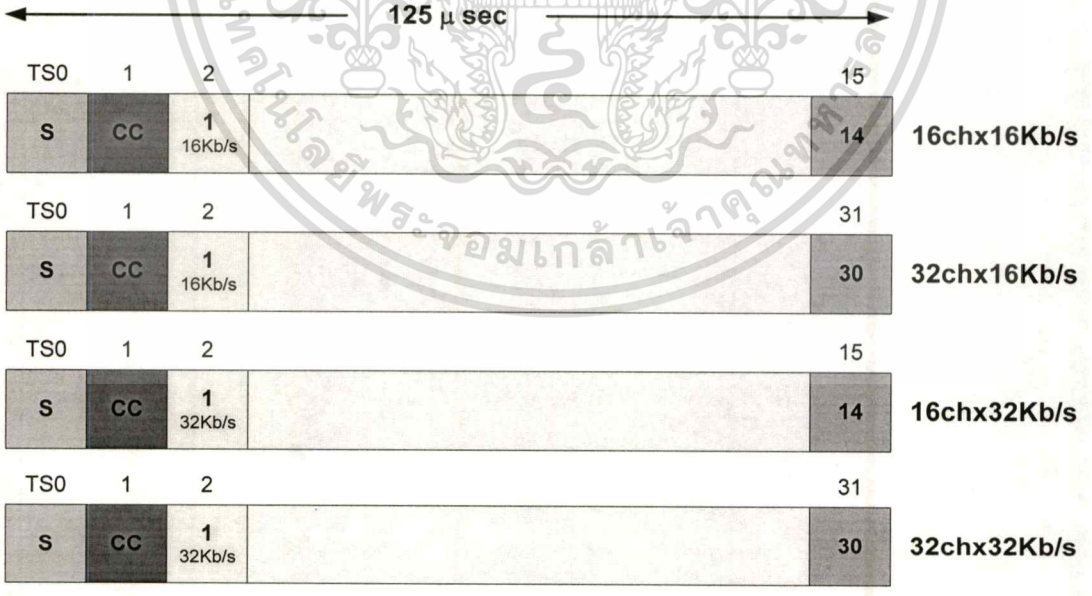


รูปที่ 4 แสดง CVSD Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 Block Diagram of the CVSD Decoder



รูปที่ 6 Delta Modulation Frame Structure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Class	Synchronous / Asynchronous	Data Speed (bit/s)	Error Correction
1	Synchronous	16,000 or 32,000	None
2	Asynchronous	50 - 4,800	RMVD
3	Synchronous	300 – 2,400	RMVD
4	Synchronous	2,400 – 19,200	BCH Block Code

ตารางที่ 1 การส่งข้อมูลใน Delta Modulation ของ Eurocom J

- Error Correction แบบ RMVD (Running Majority Voting Detector) สามารถแก้ BER (Bit Error Rate) จาก 10^{-2} เป็น 10^{-6}
- Error Correction แบบ BCH block code (Base Chaudhuri Hocguenghem) สามารถแก้ BER (Bit Error Rate) จาก 10^{-3} เป็น 10^{-6}

ข้อดีข้อเสียของการใช้ Delta Modulation เมื่อเทียบกับการ Modulation แบบอื่นๆ

- เมื่อใช้งานแบบ Analog
  - ทนทานต่อ BER ได้ถึง 10-2
  - CODEC มีวงจรไม่ซับซ้อนมาก
  - Robust Frame Synchronization คือทนทานต่อการถูกรบกวนด้วยความตั้งใจ (Jamming)
  - ใช้แบนด์วิทต์ (Bandwidth) ในการส่งน้อย
  - มีวงจร CODEC สำรอง เพราะทุก Channel จะมีวงจร CODEC ของตนเอง
  - ง่ายต่อการเข้ารหัสลับ
- เมื่อใช้งานแบบ Digital
  - CODEC Channel Data Rate ต่ำ : 16 หรือ 32 Kbit/s (PCM = 64 Kbit/s)
  - การส่งข้อมูลจำเป็นต้องใช้ Error Correction เพื่อแก้ไข Bit Error ที่เกิดขึ้น

จากข้อดีข้อเสียข้างต้น Delta Modulation จึงเหมาะสมกับระบบสื่อสารทางยุทธวิธี หรือระบบสื่อสารในสนามรบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีของกองทัพบก

3.1 หลักนิยมการสื่อสารทางยุทธวิธี

ระบบสื่อสารทางทหาร (Defense Communication System) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ระบบสื่อสารทางยุทธศาสตร์ (Strategic Network System)
2. ระบบสื่อสารทางยุทธวิธี (Tactical Network System)
3. ระบบสื่อสารหน่วยรบ (Combat Network System)

3.1.1 การสื่อสารทางยุทธวิธี

คือระบบการสื่อสารและเครื่องมือสื่อสารต่างๆ ที่ทำการสนับสนุนส่วนต่างๆ ของกองทัพบกในสนาม ระบบการสื่อสารดังกล่าวนี้จะใช้จากกองบัญชาการสูงสุดไปจนถึงหน่วยรองที่ต่ำที่สุดทั้งในหน่วยรบ, หน่วยสนับสนุนการรบ และการสนับสนุนทางการช่วยรบ ทั้งนี้เพื่อใช้ในการควบคุมบังคับบัญชาและสนับสนุนการปฏิบัติการรบต่างๆ

3.1.2 หลักการสื่อสารทางยุทธวิธีเบื้องต้น

3.1.2.1 การจำกัดการใช้ คือเครื่องมือสื่อสารมีไว้ให้ผู้บังคับบัญชาและบุคคลที่กำหนดให้ใช้โดยเฉพาะและการใช้จะต้องให้น้อยที่สุดแต่ต้องสามารถสนองตอบภารกิจหรือความมุ่งหมายได้

3.1.2.2 ความเหมาะสมในการใช้เครื่องมือ คือการเลือกใช้มัชฌิมการสื่อสารเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมต่างๆกัน โดยเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเร่งด่วนทางการยุทธ เวลาในการติดตั้ง เวลาในการส่ง จุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก ความเชื่อถือ และราคาของทรัพย์สิน

3.1.2.3 ความอ่อนตัว ระบบการติดต่อสื่อสารจะต้องมีความอ่อนตัวและสามารถสนับสนุนความผันแปรของสถานการณ์ทางยุทธวิธี

3.1.2.4 การกระจายกำลัง จะต้องกระจายอุปกรณ์การสื่อสารออกไปตามส่วนสัมพันธ์กับหน่วยที่รับบริการการสื่อสารให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เป็นเป้าหมายที่คุ้มค่าของข้าศึก และให้ข่าวสารเกี่ยวกับทำเนียบกำลังรบกวน จากการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.5 ความง่ายในการปฏิบัติงาน ถึงแม้เทคนิคภายในเครื่องมือต่างๆจะซับซ้อน แต่การใช้ควรจะให้ใช้ได้ง่าย แต่ถ้ามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ก็ควรมีระเบียบปฏิบัติที่ง่ายและมีการฝึกการปฏิบัติมาแล้วอย่างดี

3.1.2.6 เครื่องมือประจำหน่วย โดยทั่วไปหน่วยระดับกรมลงไปจะใช้เครื่องมือประจำหน่วย ส่วนหน่วยระดับกองพลขึ้นไปนั้นตามปกติจะใช้ระบบการสื่อสารใช้ร่วม ซึ่งหน่วยทหารสื่อสารเป็นผู้ติดตั้งและปฏิบัติงานให้

3.1.2.7 การรักษาความปลอดภัย เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยในการสื่อสารอย่างดีที่สุดจะต้องมีการรักษาความปลอดภัยทางการสื่อสาร (รปภ.ส.) ในทุกวิถีทางโดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์และความเร่งด่วนทางยุทธวิธีเป็นหลัก

3.1.3 การใช้การสื่อสารทางยุทธวิธี

3.1.3.1 ความต้องการเบื้องต้นของระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี คือมีความรวดเร็ว ความเชื่อถือได้(ความแน่นอน) และความปลอดภัย

3.1.3.2 หลักการใช้เครื่องมือสื่อสารที่ถูกต้อง จะต้องใช้แต่เพียงเท่าที่ต้องการ หรือใช้เท่าที่หน่วยจะสามารถให้การสนับสนุนได้

3.1.3.3 ในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีต้องออกแบบสร้างและใช้ให้เหมาะสมกับขีดความสามารถของกำลังคน และตรงกับความรับผิดชอบต่อภารกิจทางยุทธวิธีของหน่วย ซึ่งผู้บังคับหน่วยและฝ่ายอำนวยการจะต้อง

1) ไม่ร้องขอหรือจะต้องไม่หวังพึ่งพาระบบสื่อสารที่นอกเหนือจากความมุ่งหมายหลักของหน่วย
2) จำกัดการใช้ระบบสื่อสารเฉพาะข่าวที่สำคัญเท่านั้น
3) ไม่จัดระบบการสื่อสารให้มีลักษณะที่จะให้มีการส่งข่าวกันอย่างฟุ่มเฟือย
4) ใช้วินัยทางการบังคับบัญชาในการควบคุมระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.2 เครื่องมือสื่อสารในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี

การใช้เครื่องมือสื่อสารในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีนั้น มีปัจจัยหลายอย่างมากำหนดด้วยเหตุที่ต้องคำนึงถึงการรักษาความปลอดภัย เพียงพอต่อความต้องการของหน่วยเหนือ นอกจากนั้นยังมีปัจจัยของความคล่องตัวต่อการย้ายระบบการสื่อสารไปที่บัญชาการแห่งใหม่ด้วย เครื่องมือสื่อสารที่มีสามารถแบ่งตามมัชฌิมการสื่อสารได้เป็น 2 ประเภท คือ การสื่อสารทางสาย และการสื่อสารทางวิทยุ ซึ่งในระบบสื่อสารข้อมูลทางยุทธวิธีนั้นได้ใช้มัชฌิมการสื่อสารทั้ง 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสื่อสารทางสาย

3.2.1.1 ระบบทางสาย เป็นมัชฌิมการสื่อสารประเภทไฟฟ้าซึ่งใช้ตัวนำไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างสถานีส่งและสถานีรับ สามารถใช้กับสภาพภูมิประเทศ และสถานการณ์ทางยุทธวิธีได้เกือบทุกชนิด

3.2.1.2 การส่งข่าวด้วยระบบทางสาย ให้ความปลอดภัยกว่าการส่งข่าวทางระบบวิทยุ แต่มิได้หมายความว่าประกันความปลอดภัยของข่าว วงจรสายอาจถูกเกาะสายดักรับได้

3.2.1.3 ปัจจัยในการพิจารณาว่าควรใช้การสื่อสารทางสายหรือไม่ ได้แก่เวลา เนื่องจากการติดตั้งทางสายเสียเวลามากกว่าการติดตั้งมัชฌิมการสื่อสารอย่างอื่น และวงจรทางสายโทรศัพท์อาจเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอากาศชื้น รอยต่อของสายไม่ดี ฉนวนหุ้มสายชำรุด

3.2.2 การสื่อสารทางวิทยุ

3.2.2.1 ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งและรับข่าว การสื่อสารทางวิทยุใช้เวลาติดตั้งน้อยที่สุด การสร้างวงจรวิทยุกระทำได้รวดเร็วกว่าการสร้างวงจรทางสาย วิทยุที่ติดตั้งบนยานยนต์สามารถทำการสื่อสารได้แม้ในขณะเคลื่อนที่ ทำให้การสื่อสารทางวิทยุมีประโยชน์เพราะมีความคล่องตัวสูง ทำให้สามารถติดต่อกันได้ทั้งสถานีบนภาคพื้นดินด้วยกัน และระหว่างสถานีบนภาคพื้นดินกับอากาศยาน

3.2.2.2 การสื่อสารทางวิทยุ อาจถูกรบกวนจากไฟฟ้าในบรรยากาศ การก่อกวนจากฝ่ายตรงข้ามและการรบกวนจากสถานีวิทยุอื่นๆ

3.2.2.3 ระบบวิทยุเป็นมัชฌิมการสื่อสารที่ให้ความปลอดภัยน้อยที่สุด จึงต้องพิจารณาในเรื่องการรักษาความปลอดภัยทางการสื่อสารอยู่เสมอ

3.2.3 เครื่องมือสื่อสาร

3.2.3.1 เครื่องชุมสายอิเล็คทรอนิคส์ DX-111

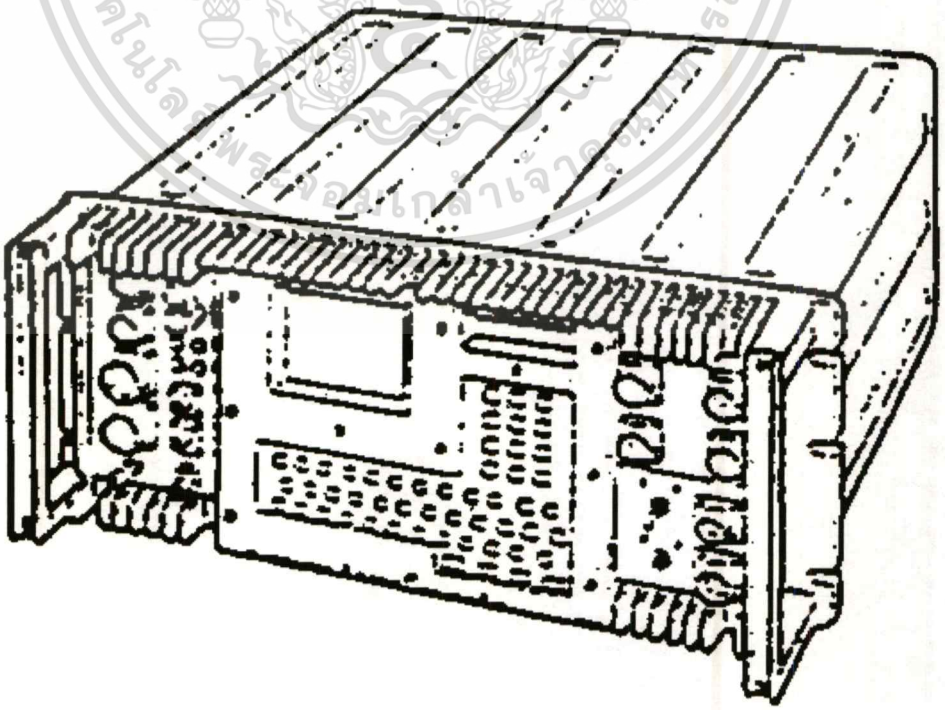
เครื่อง DX-111 เป็นชุมสายโทรศัพท์สนามเอนกประสงค์แบบ Digital ซึ่งได้รวบรวมเอาคุณสมบัติของ Switching, Multiplexer และการควบคุมระบบไว้ในชุดเดียวกัน คุณสมบัติการเป็น Switching ของเครื่อง DX-111 นั้นสามารถควบคุมและแจกจ่ายการบริการของชุมสายด้วยตัวของมันเอง หรือใช้ร่วมกันกับ DX-111 ได้เช่นกัน นอกจากนี้ DX-111 ยังสามารถต่อใช้งานร่วมกัน Network อื่นๆได้อีก เช่น ต่อเข้ากับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เป็นต้น ดังนั้นระบบจึงง่ายต่อการที่จะดัดแปลง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการทางการติดต่อสื่อสาร ณ ระดับต่างๆกัน โดยเฉพาะในหน่วยทางทหาร เช่น การสื่อสารจาก ที่ทำการหลัก(ทก.หลัก) กระจายไปหาหน่วยรอง สามารถยืดหยุ่นได้เป็นอย่างดี และเมื่อ DX-111 ทำเป็นชุมสายในสนาม ก็ยังสามารถทำให้เกิดระบบการติดต่อสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายสนาม DX-111 จะมีวงจรเครื่องมือเชื่อมต่อกับทางด้านผู้ใช้แต่ละตัว สามารถติดตั้งใช้งานได้ 16 คู่สาย (เป็นแบบอนาล็อก 12 คู่สาย และแบบดิจิตอล 4 คู่สาย) โดยจัดเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 ช่องสัญญาณ (Channel) ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ เครื่อง DX-111 แต่ละตัวจะทำงานอย่างอิสระ หรือสำหรับการเชื่อมข่ายการสื่อสารอื่นๆ เมื่อเชื่อมโยงกันเป็นระบบ จะมีการทำงานเหมือนเป็นชุมสายเดียวกัน และเมื่อชุมสาย DX-111 เครื่องใดถูกตัดขาดจากระบบ ก็จะไม่ทำให้การสื่อสารที่กำลังดำเนินการอยู่ขาดตอนลงแต่อย่างใด และจะไม่รบกวนต่อเส้นทางการสื่อสารอื่นๆของระบบเช่นกัน

หลักการทำงานของเครื่อง DX-111 จะเป็นไปในลักษณะของการสื่อสารทางยุทธวิธีที่ทันสมัย โดย DX-111 แต่ละตัวที่อยู่บน Loop สามารถเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อใช้งาน ซึ่งจะเป็นการกระทำโดยอัตโนมัติ และไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนข่ายการติดต่อสื่อสารที่ได้ติดตั้งไว้แต่เดิมแล้ว การติดต่อสื่อสารภายใน Loop ของ DX-111 ทำให้ง่ายต่อการ Synchronize เช่นเดียวกับการเข้ารหัส (Encryption)

เครื่องชุมสาย DX-111 สามารถต่อเชื่อมถึงกันได้ โดยอาศัยเครื่องมือสื่อสารที่ได้มาตรฐาน เช่น Radio Link, Optic Fiber และสาย Cable เป็นต้น DX-111 ทำงานเป็นชุมสายซึ่งจำแนกได้ 3 หน้าที่หลัก คือ เป็นชุมสายภายใน เป็นระบบการสื่อสารแบบพื้นที่ และเป็นจุดเชื่อมต่อของชุมสายระหว่างการสื่อสารภายในกับการสื่อสารแบบพื้นที่



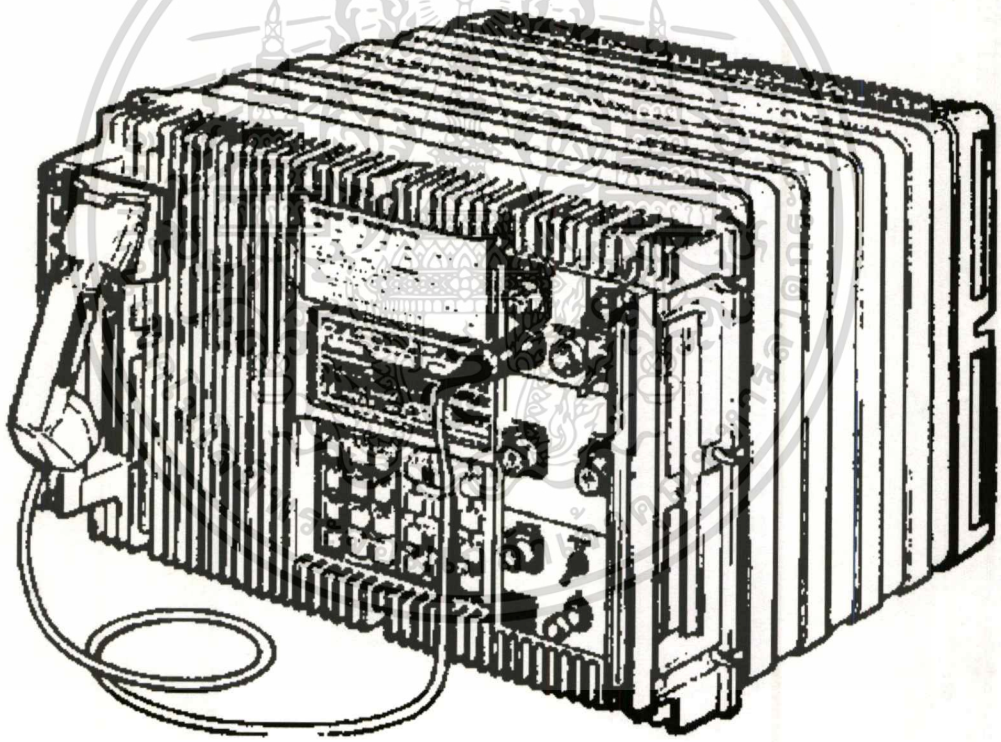
รูปที่ 7 แสดงภาพเครื่องชุมสายสนามเอนกประสงค์ DX-111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 วิทยุถ่ายทอด RL-400 Series (Radio Relay)

เป็นชุดวิทยุถ่ายทอดที่ได้รับการออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการสื่อสารทางยุทธวิธี โดยทำงานอยู่ในย่าน UHF ระยะสายตา (Line of Sight) แบบ FM สามารถใช้งานกับเครื่อง Multiplex ได้ทั้งสัญญาณแบบอนาล็อกและดิจิตอล ควบคุมโดยวงจรไมโครโพรเซสเซอร์ ได้รับการปรับปรุงเรื่องมาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Counter Measure: ECM) ในสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนมีการเตรียมการไว้สำหรับมาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิคส์ (Electronic Counter Counter Measure: ECCM) ในอนาคตด้วย

ลักษณะเด่นของเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series คือ มีความยืดหยุ่นสูง เพราะมีย่านความถี่กว้างมากพอต่อการพลิกแพลงการใช้งานได้มาก สามารถใช้งานได้กับเครื่อง



รูปที่ 8 แสดงภาพเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series

Multiplex ระบบ TDM (Time Division Multiplexing) ได้ถึง 4 Rate คือ 256, 512, 1024 และ 2048 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps) และใช้ได้กับเครื่อง Multiplex ระบบ FDM (Frequency Division Multiplexing) ได้ถึง 24 ช่องสัญญาณ (Channel) นอกจากนั้นยังพร้อมที่จะใช้กับเครื่องมือแบบดิจิตอลใหม่ๆได้ เพราะมี Data Scrambler อยู่ภายในชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันกองทัพบกได้ใช้เครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series ทั้งหมด 3 เวอร์ชันด้วยกัน คือ RL-420, RL-422 และ RL-432 ซึ่งแต่เวอร์ชันนั้นแตกต่างกันที่ย่านความถี่ที่ใช้

3.2.3.3 PFA (Packet and Frame Access)

ใช้ในการส่งข่าวสารเป็น Data ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธี มีความเชื่อถือได้สูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสื่อที่ใช้ในระบบนั้นๆ นอกจะใช้งานในระบบสื่อสารทางยุทธวิธีแล้ว ยังสามารถทำให้การสื่อสารระหว่างข่ายทางยุทธศาสตร์กับข่ายทางยุทธวิธี สามารถส่งข้อมูลที่เป็น Data ถึงกันได้

PFA 230 สามารถรองรับ WAN ได้สูงถึง 18 พอร์ต (ปัจจุบันติดตั้งไว้ 6 พอร์ต) ซึ่งมีขีดความสามารถดังนี้

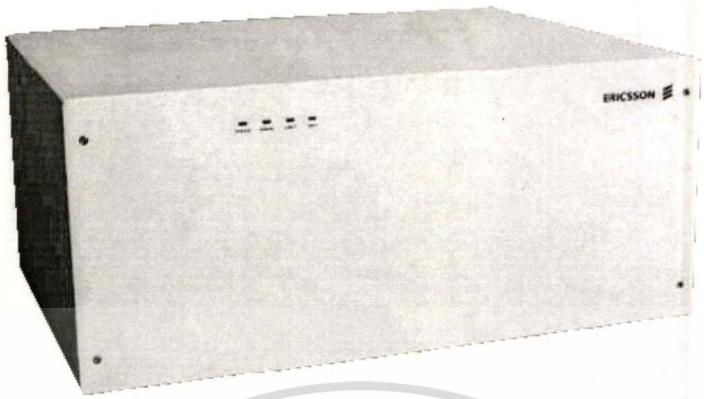
Speeds	1200, 2400, 4800, 9600, 1404k, 19.2k, 28.8k, 38.4k, 48k, 56k, 64k, 72k, 128k, 256k, 512k, 1024k, 2048kbps (ความเร็วเกิน 19.2kbps ใช้การ Combine พอร์ต)
Logical	DTE หรือ DCE
Link	HDLC SLP Level 2 LAPS หรือ SDLC
Encoding	NRZ, NRZImark หรือ NRZIspace
Inter Frame	1, 2, 4, 8 (Data Communication)
POP PAKs	V.24 / V.28,X.21 /V.11,V.24 / V.35,V.24/V.36,(All as DTE และ DCE), ISDN BRI, G.703 64 K/s (Co-dir), G.703 2048 K/s
Protocol Support	X.25 / X.75,X.75E / X.3,X.28,X.29 / SNA,SDLC (STAI) / Frame Relay DTE / Frame Relay DCE / Frame Relay Transparent Interface / Transparent PAD / SLIP / TELNET / V.25bis,Hayes
WAN Service	X.25 / X.75,X.75E / Frame Relay / ISDN

Standard LAN port

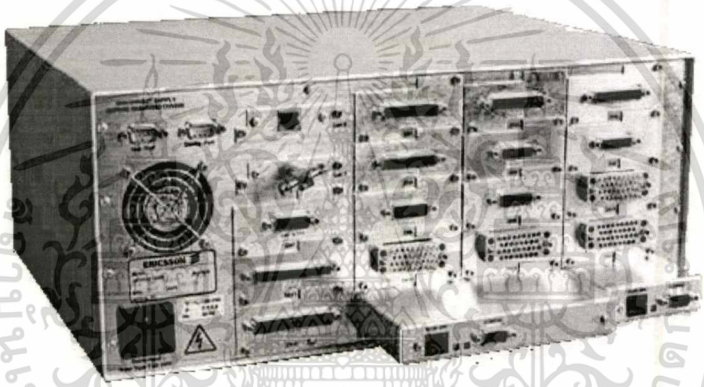
PFA 230 Support 1 LAN Port, as standard :

Speed	10 MB/s
Protocol	TCP/IP, UDP, ARP, ICMP, SLIP, TELNET, ETERNET, ISO 8802/3, CSMA/CD
POP PAKs	10 Base2(BNC), 10Base5(AUI), 10BaseT(RJ45)

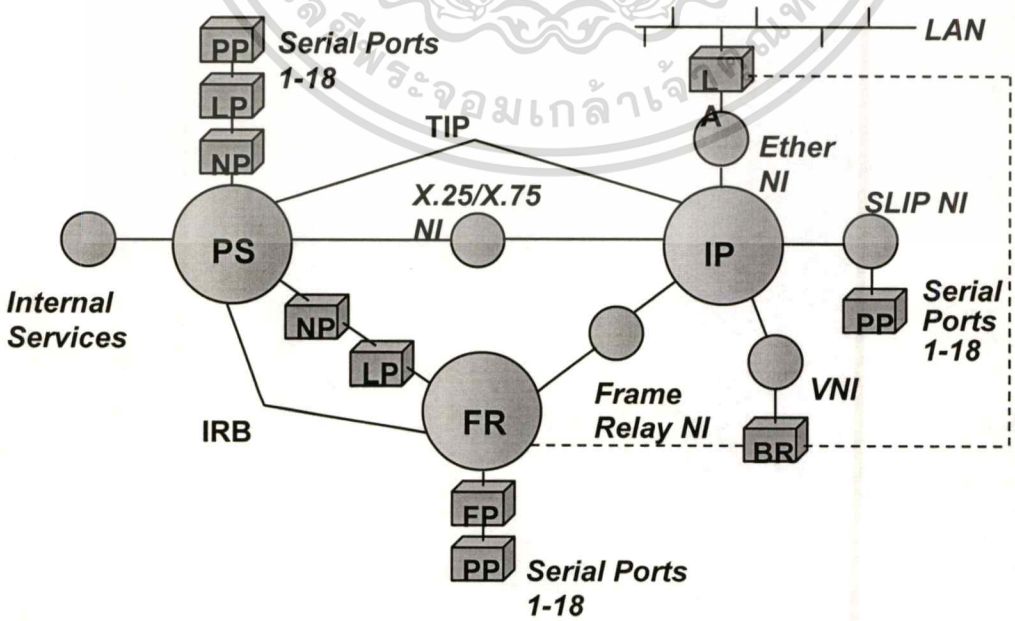
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 แสดงภาพด้านหน้าของเครื่อง PFA



รูปที่ 10 แสดงภาพด้านหลังของเครื่อง PFA



รูปที่ 11 แสดงโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ PFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.4 โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10

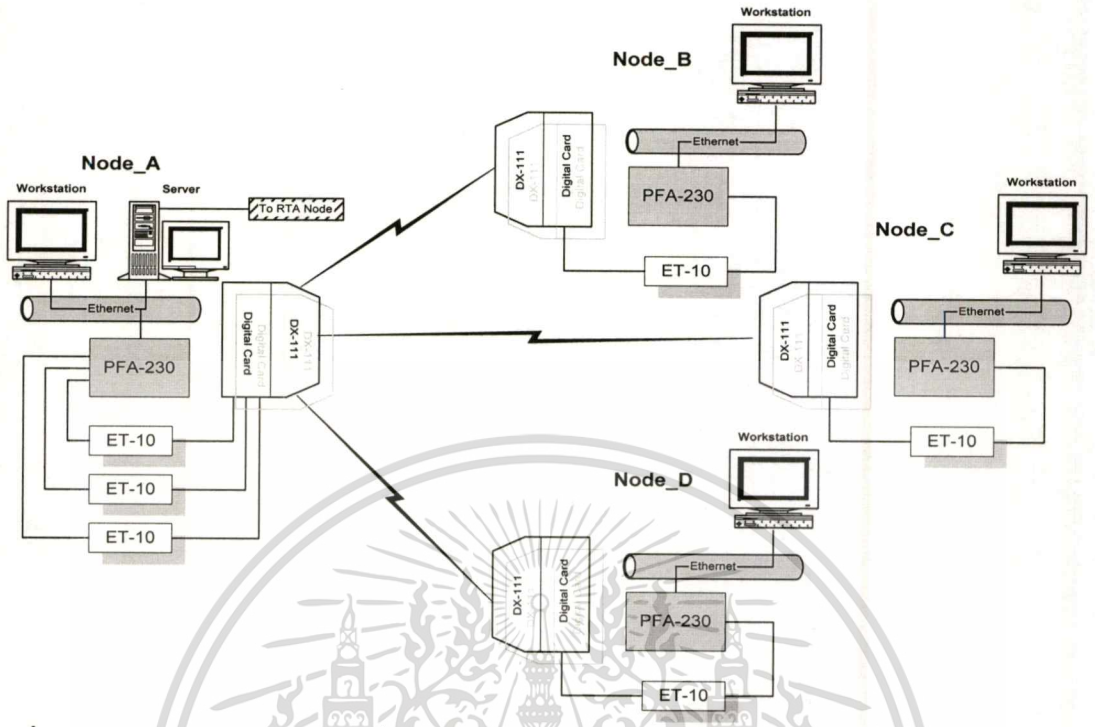
เป็น EUROCOM Terminal คือเทอร์มินอลที่มีความสามารถในระบบสื่อสารทางยุทธวิธีตามมาตรฐาน EUROCOM เป็นโทรศัพท์ดิจิตอลที่มีความสามารถในการส่งและรับข้อมูล และสัญญาณอนาล็อกจากระบบวิทยุสนาม (Combat Net Radio) การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ระหว่างเทเลแฟ็กซ์ (Telefaxes), เทเล็กซ์ (Telexes) หรืออุปกรณ์รับส่งข้อมูลอื่นๆ และสามารถต่อเข้ากับสายโทรศัพท์แบบ 2 Wires กับสวิทซ์ (Switch) หรือมัลติเพล็กเซอร์ (Multiplexer) มาตรฐาน EUROCOM

รูปที่ 12 แสดงภาพโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10

3.2.3.5 การใช้งาน

การติดตั้งใช้งานชุดวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series ร่วมกับเครื่อง Multiplex DX-111 ในการส่งผ่านข้อมูลต่างๆ ในกรณีที่ไม่สามารถวางสายได้ ซึ่งระยะการติดต่อจะขึ้นอยู่การวางแผน เพราะว่าวิทยุถ่ายทอดนั้นสามารถติดตั้งเป็นสถานีกลางทางได้อีก ซึ่งในส่วนแรกนี้เป็นส่วนของ Medium ในการติดต่อสื่อสารปกติทางยุทธวิธี (Voice) โดยจะมี ET-10 และ PFA เข้ามาเชื่อมต่อสำหรับการรับส่งข้อมูล ตามที่แสดงไว้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงโครงข่ายการติดต่อสื่อสารข้อมูลทางยุทธวิธี

3.3 เทคนิคการ Modulation ทางทหาร

การ Modulation คือการเปลี่ยนสัญญาณที่เป็นอนาล็อก เช่น เสียงพูด ให้เป็นสัญญาณแบบดิจิตอล สำหรับเทคนิคการ Modulation ทางทหารนั้นจะแตกต่างจากเทคนิคการ Modulation ของพลเรือน เนื่องด้วยข้อมูลภายหลังการแปลงสัญญาณแล้วต้องสามารถทนทานต่อการเกิดข้อผิดพลาดหรือ Bit Error Rate (BER) อันทำให้การสื่อสารไม่สามารถรับรู้ความหมายของสัญญาณที่ได้รับและสัญญาณนั้นต้องยากต่อการรบกวนสัญญาณ (Jamming) ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เลย เทคนิคการ Modulation ทางทหารใช้ Delta Modulation ในขณะที่ทางพลเรือนใช้ PCM (Pulse Code Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การติดตั้งและการทดสอบการประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์

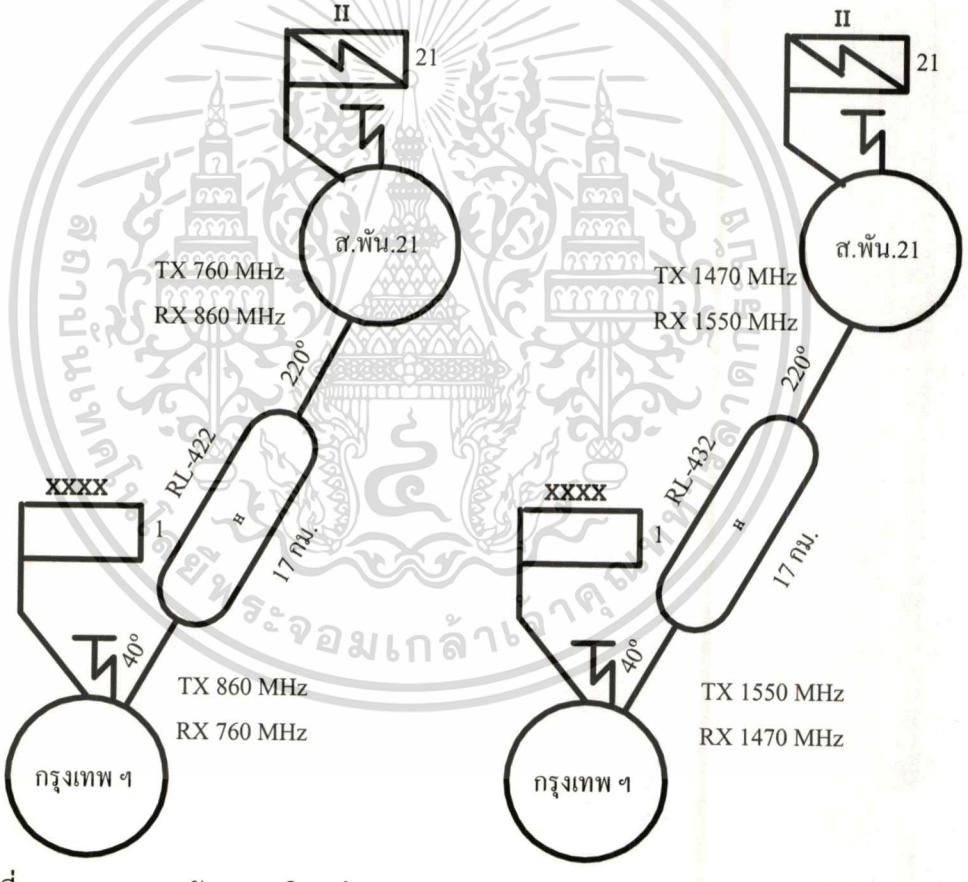
4.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบ

4.1.1	เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน	2	เครื่อง
	- ซีพียู (CPU) เพนเทียม	150	เมกกะเฮิร์ทซ์
	- หน่วยความจำหลัก (RAM)	32	เมกกะไบต์
	- ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)	1.7	กิกะไบต์
	- การ์ดแสดงผล (Display Adapter)	16	ล้านสี
	- จอแสดงผล (Monitor) ขนาด	14	นิ้ว
	- การ์ดเสียง		
	- การ์ดเครือข่ายแบบ Ethernet ความเร็ว	10	เมกกะบิต/วินาที
4.1.2	ชุดอุปกรณ์และไดรเวอร์ของระบบ Videoconferencing ของ บริษัท Diamond Multimedia System, Inc. รุ่น Supra Video Kit จำนวน	2	ชุด
	- กล้องวีดีโอซึ่งมาพร้อมกับชุดอุปกรณ์ ซึ่งต้องต่อเข้ากับการ์ดอินเตอร์เฟส		
	- ไดรเวอร์สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ รองรับการทำงานบนวินโดวส์ 95 และวินโดวส์ 98		
	- การ์ดอินเตอร์เฟสซึ่งให้มากับชุดอุปกรณ์ เพื่อต่อเข้ากับกล้องวีดีโอ		
4.1.3	ซอฟต์แวร์สำหรับการประชุมทางไกลผ่านจอคอมพิวเตอร์		
	- Microsoft NetMeeting 2.1		
	- CU-SeeMe		
4.1.4	เครื่องวิทยุถ่ายทอดและสายอากาศจำนวน	4	เครื่อง
	- RL-422	2	เครื่อง
	- RL-432	2	เครื่อง
4.1.5	เครื่องสลับสายอัตโนมัติ DX-111	2	เครื่อง
4.1.6	เครื่อง PFA-230	2	เครื่อง
4.1.7	โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10	2	เครื่อง
4.1.8	อื่นๆ เช่น สาย Coaxial, Terminator, T-connector		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

1) ออกแบบแผนผังวิทยุถ่ายทอดจากกองพันทหารสื่อสารที่ 21 (อนุสาวรีย์หลักสี่ บางเขน) ไปยังกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 (พระบรมรูปทรงม้า ดุสิต) โดยใช้วิทยุถ่ายทอดจำนวน 2 ชุด (4 เครื่อง) เป็นเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-422 จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งทำงานในย่านความถี่ 760-960 MHz และเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-432 จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งทำงานในย่านความถี่ 1350-1850 MHz เพื่อให้แต่ละชุดทำหน้าที่สำรองซึ่งกันและกัน ในกรณีที่มีการรบกวนความถี่ โดยเฉพาะเครื่องวิทยุถ่ายทอด RL-422 นั้นจะทำงานในย่านความถี่ที่ใกล้เคียงกับความถี่ของโทรศัพท์มือถือระบบ 800

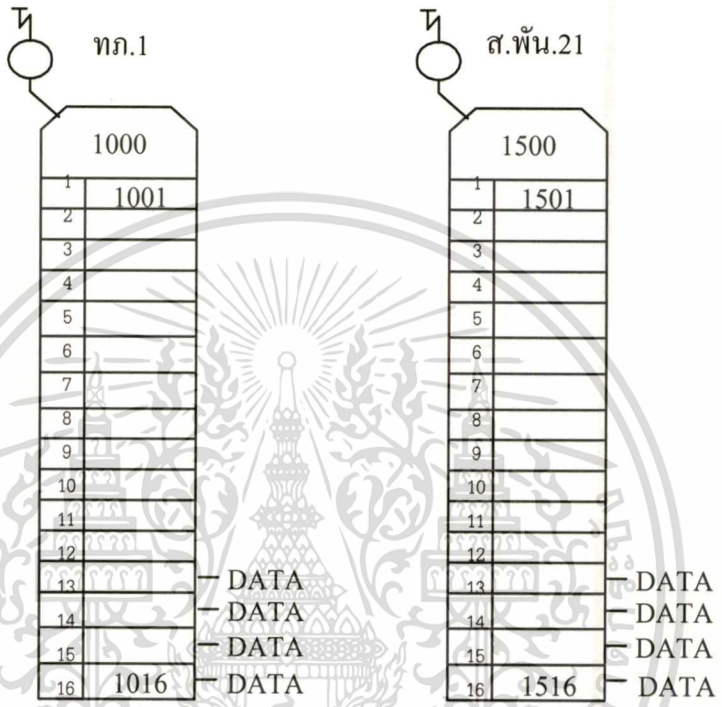


รูปที่ 14 แสดงแผนผังระบบวิทยุถ่ายทอด

2) ออกแบบแผนผังวงจรทางสาย เพื่อกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ให้กับโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 ซึ่งเครื่องสลับสายอัตโนมัติ DX-111 สามารถมีคู่สายดิจิตอลได้ 4 คู่สาย สำหรับการทดสอบครั้งนี้ใช้เพียง 1 คู่สายต่อเครื่องสลับสายอัตโนมัติ DX-111 1 เครื่อง เพื่อใช้การรับส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารทางยุทธวิธี ความสามารถของเครื่อง PFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเพิ่มแบนด์วิทซ์ให้กับการสื่อสารข้อมูลได้โดยการเพิ่มคู่สายโทรศัพท์ดิจิตอล แต่ทั้งนี้จำเป็นจะต้องเขียน Configuration ให้กับเครื่อง PFA เพื่อทำ Multiport และเนื่องจาก Configuration ที่ใช้ในการทดสอบยังไม่ได้ใช้ Feature นี้ จึงกำหนดไว้เพียงเท่านั้น



รูปที่ 15 แสดงแผนผังวงจรทางสาย

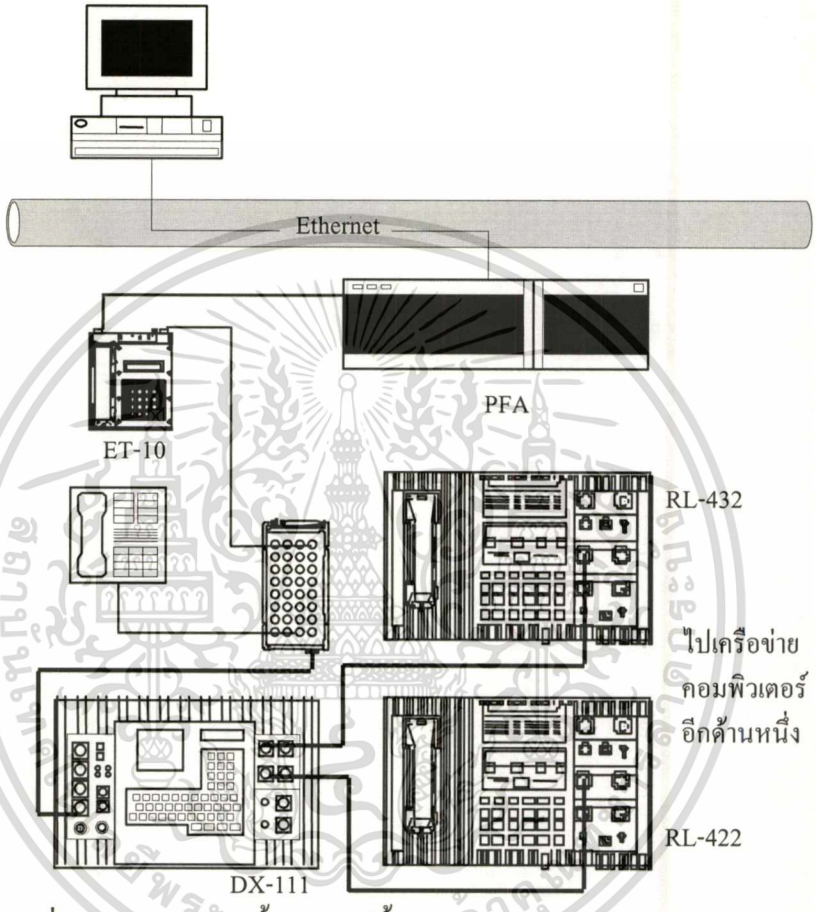
3) กำหนด IP Address ให้กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดังนี้

- เครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้านกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 = 192.168.1.0 และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้านกองพันทหารสื่อสารที่ 21 = 192.168.2.0
- เครื่อง PFA ด้านกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 มี IP Address = 192.168.1.1 และ PFA ด้านกองพันทหารสื่อสารที่ 21 มี IP Address = 192.168.2.1
- คอมพิวเตอร์ด้านกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 มี IP Address = 192.168.1.2 Gateway = 192.168.1.1 และคอมพิวเตอร์ด้านกองพันทหารสื่อสารที่ 21 มี IP Address = 192.168.2.2 Gateway = 192.168.2.1

4) นำ Configuration ที่มีติดตั้งลงไปใน PFA ซึ่งค่า Configuration ที่ใช้ในครั้งนี้กำหนดให้ใช้โพรโตคอล X.75 และ TCP/IP สำหรับรายละเอียดของ Configuration มีในภาคผนวก (ผนวก ค Configuration ที่ใช้ในการทดสอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารทั้งหมดตามแผนผังวิทยุถ่ายทอดและแผนผังวงจรทางสายที่ได้ออกแบบไว้ และกำหนดให้ ET-10 โทรเพื่อสร้างการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ

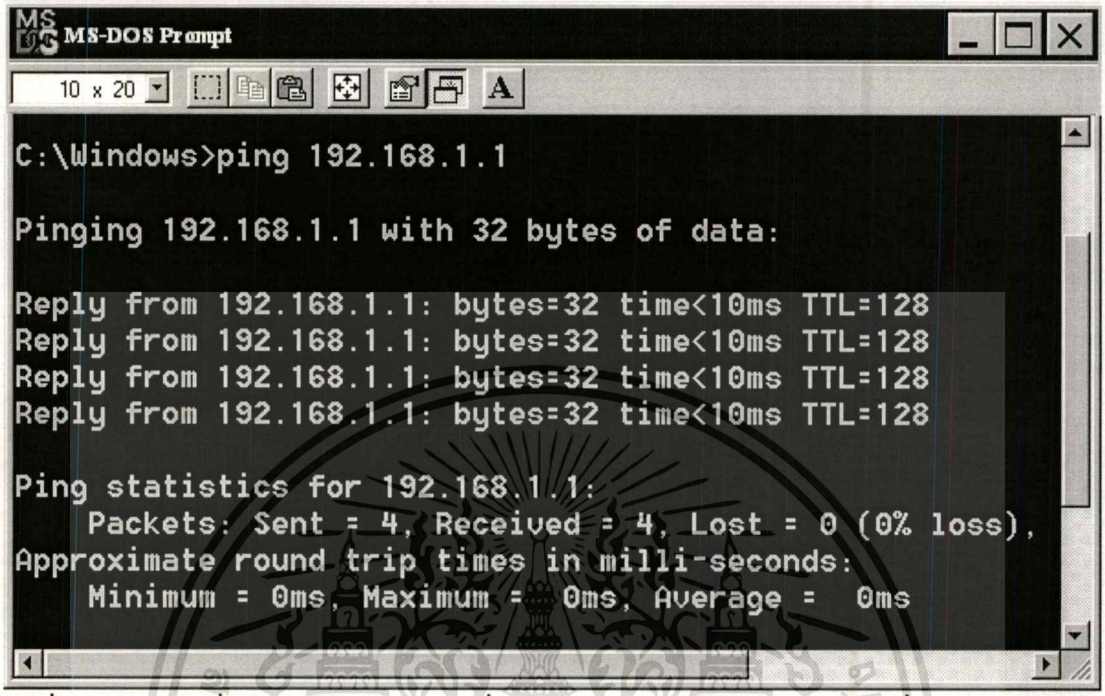


รูปที่ 16 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ด้าน

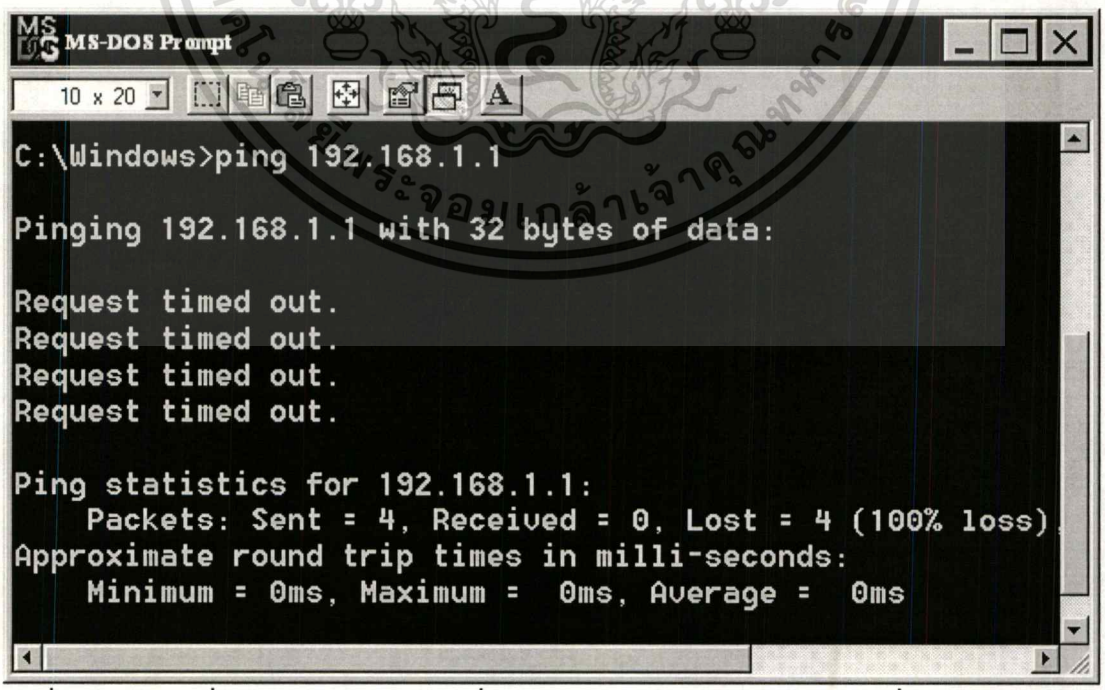
6) ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้าน โดยต่อเชื่อมเข้ากับเครื่อง PFA ทางสาย Coaxial จากนั้นทดสอบระบบโดยการส่ง Data Packet เริ่มจากการทดสอบเครือข่ายระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่อง PFA โดยใช้คำสั่ง Ping

7) หากการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ PFA ถูกต้องก็จะคืนค่าเวลาที่ใช้มาให้ แต่ถ้าการเชื่อมต่อไม่ถูกต้อง จะด้วยสาเหตุใดก็ตามก็จะแสดงผลว่า Request Time Out จำเป็นต้องตรวจสอบการตั้งค่า IP Address ของคอมพิวเตอร์ และตรวจสาย Coaxial และขั้วต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 แสดงผลที่ได้จากการ Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PFA และการเชื่อมต่อเรียบร้อย

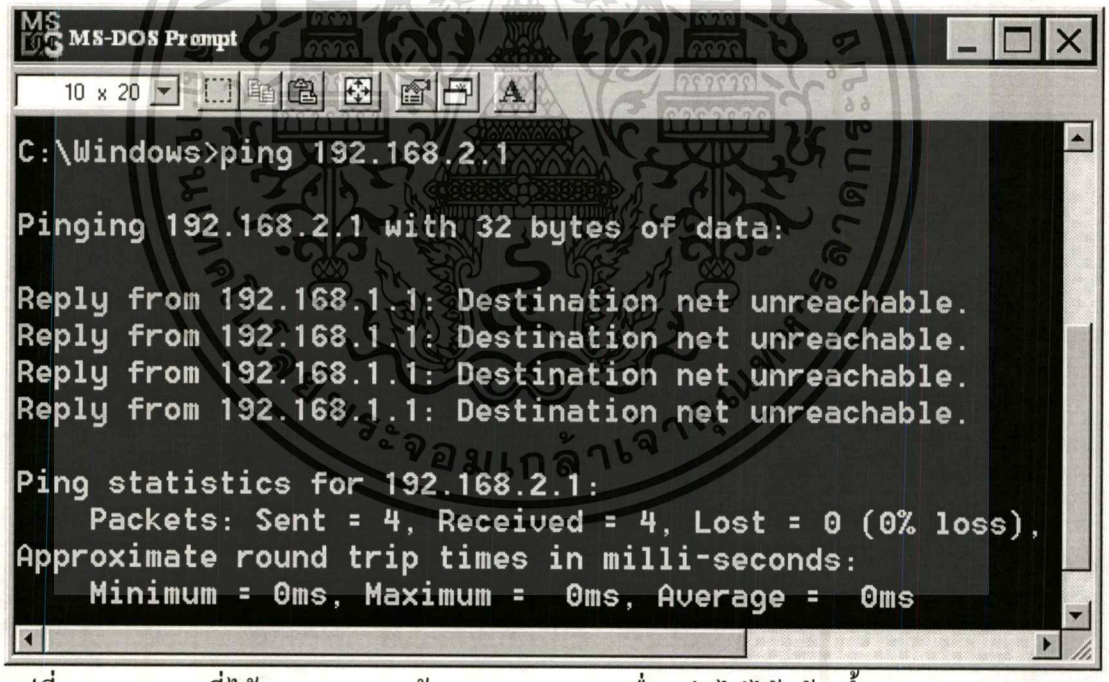


รูปที่ 18 แสดงผลที่ได้จากการ Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PFA และการเชื่อมต่อไม่เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) กรณีที่การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ PFA เรียบร้อยดี จะเริ่มทดสอบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์อีกด้าน โดยการส่ง Data Packet ไปยังเครือข่ายคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่ง เช่น ในกรณีของการทดสอบการเชื่อมต่อจากกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 ไปยังกองพันทหารสื่อสารที่ 21 จะ Ping ไปยังเครื่อง PFA ที่กองพันทหารสื่อสารที่ 21 คือ IP Address 192.168.2.1

ซึ่งในกรณีจะมีการแสดงผลได้ 3 แบบ คือส่งค่าของเวลากลับมา แจ้ง Request Time Out และแจ้งว่า Destination host unreachable ซึ่งกรณีที่ส่งค่าของเวลากลับมาให้นั้นแสดงว่าการเชื่อมต่อเรียบร้อยดี ในกรณีที่แจ้งกลับมาเป็น Request Time Out นั้นเป็นไปได้ทั้ง 2 อย่างว่าการเชื่อมต่อเรียบร้อยดีหรือไม่ก็ได้ จำเป็นจะต้องตรวจสอบที่เครื่อง PFA อีกครั้งหนึ่ง สำหรับกรณีของ Destination host unreachable แสดงให้ทราบว่าการ Connection นั้นล้มเหลว ต้องสร้างการติดต่อขึ้นมาใหม่



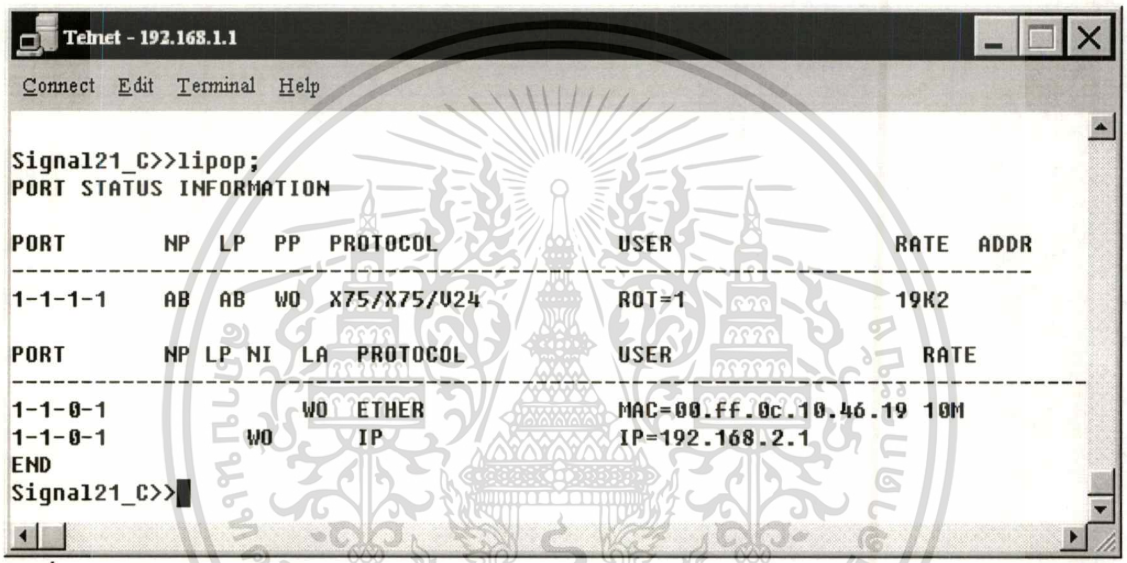
รูปที่ 19 แสดงผลที่ได้จากการ Ping ข้าม LAN และการเชื่อมต่อไม่ได้สร้างขึ้น

9) ในกรณีที่ Ping ข้ามเครือข่ายคอมพิวเตอร์แล้วผลแสดงเป็น Request Time Out จำเป็นต้องตรวจที่ PFA ซึ่งสามารถเข้าไปตรวจได้ทาง Configuration Port หรือทาง Telnet ก็ได้ ซึ่งการ Configuration ผ่านทางพอร์ตนั้นใช้ผ่านโปรแกรม Hyper Terminal หรือ

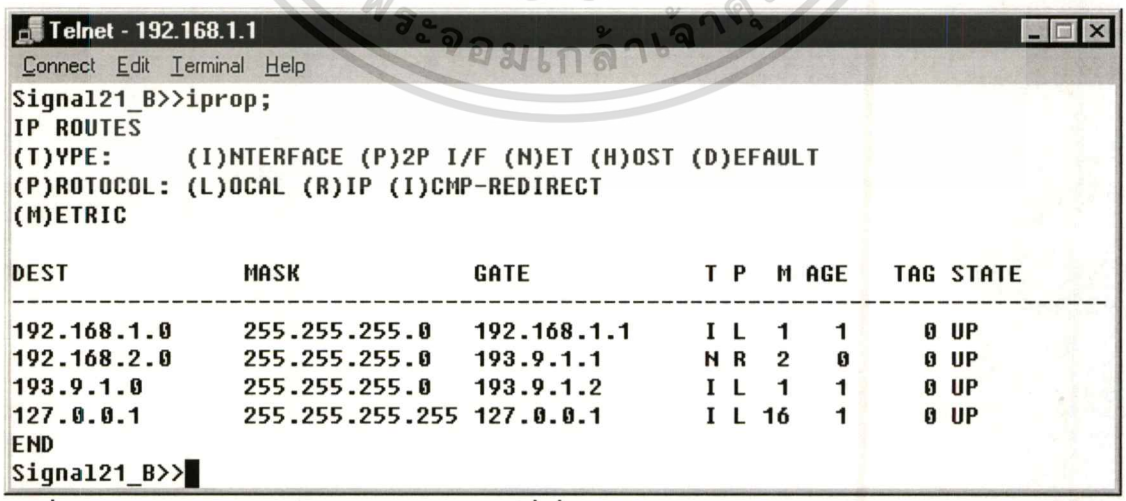
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมอื่นๆ เช่น Procomm Plus สำหรับการ Telnet ก็ใช้ผ่านทางระบบเครือข่าย โดย Telnet ไปที่ PFA ของเครือข่ายที่คอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่

10) การตรวจทาง PFA ต้องดูว่าการ Connection นั้นเกิดขึ้นทั้ง 3 เลเยอร์ (Layer) หรือไม่ โดยการใช้คำสั่ง lipop; เพื่อตรวจพอร์ตที่ต่อไว้กับเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 ดูว่าทุกเลเยอร์ทำงานหมดหรือไม่ ถ้าทำงานหมดจะขึ้นสถานะที่แต่ละเลเยอร์เป็น WO และถ้าเลเยอร์ใดไม่ทำงานจะขึ้นสถานะว่า AB



รูปที่ 20 แสดงการตรวจการทำงานของแต่ละเลเยอร์ใน PFA



รูปที่ 21 แสดงการตรวจเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกับ PFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) กรณีที่ทุกเลเยอร์ทำงานหมด แต่ยัง Ping แล้วให้ผลกลับมาเป็น Request Time Out ต้องตรวจสอบอีกครั้งใน PFA โดยใช้คำสั่ง iprop; เพื่อดูว่า PFA ยังเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์อีกด้านหรือไม่ หากไม่เห็น IP Address ของเครือข่ายอีกด้านจำเป็นต้อง Reconnection ใหม่โดยการให้ ET-10 โทรเพื่อสร้างการเชื่อมต่อใหม่

12) เมื่อการเชื่อมต่อเรียบร้อย สามารถเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่อยู่อีกด้านของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีก็พร้อมที่จะทดสอบ Desktop Videoconferencing

4.3 ขั้นตอนการติดตั้งชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing

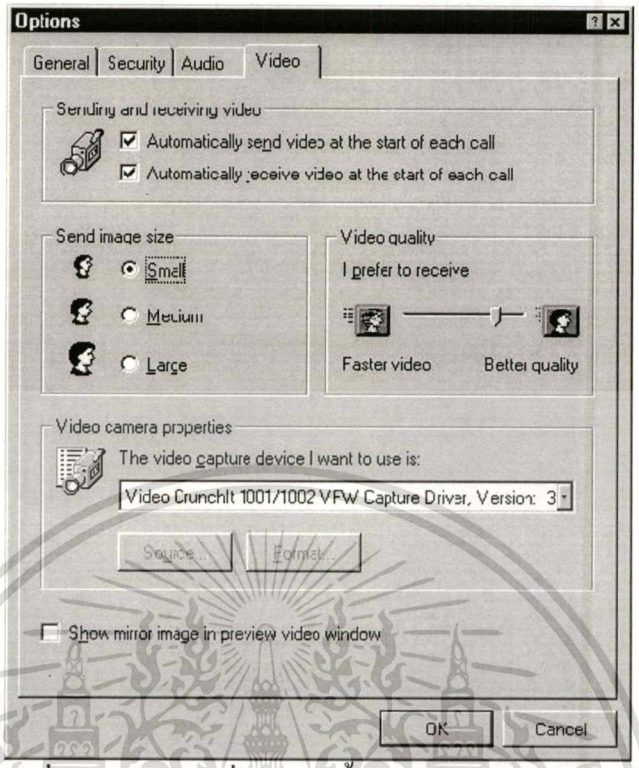
1) เมื่อการเชื่อมต่อเรียบร้อย สามารถเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่อยู่อีกด้านของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีก็พร้อมที่จะทดสอบ Desktop Videoconferencing

2) ติดตั้งชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing ให้กับคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งในการทดสอบในใช้อุปกรณ์ของบริษัท Diamond Multimedia Systems ชื่อ Supra Video Kit เนื่องจากอุปกรณ์ชุดนี้มีการ์ดเพิ่มเติมสำหรับกล้องวีดีโอต่อเข้ามาให้ เพราะปัจจุบันกล้องวีดีโอส่วนมากเริ่มใช้พอร์ต USB (Universal Serial Bus) แต่คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบยังไม่มีพอร์ตดังกล่าวนี้ จึงใช้ชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing นี้

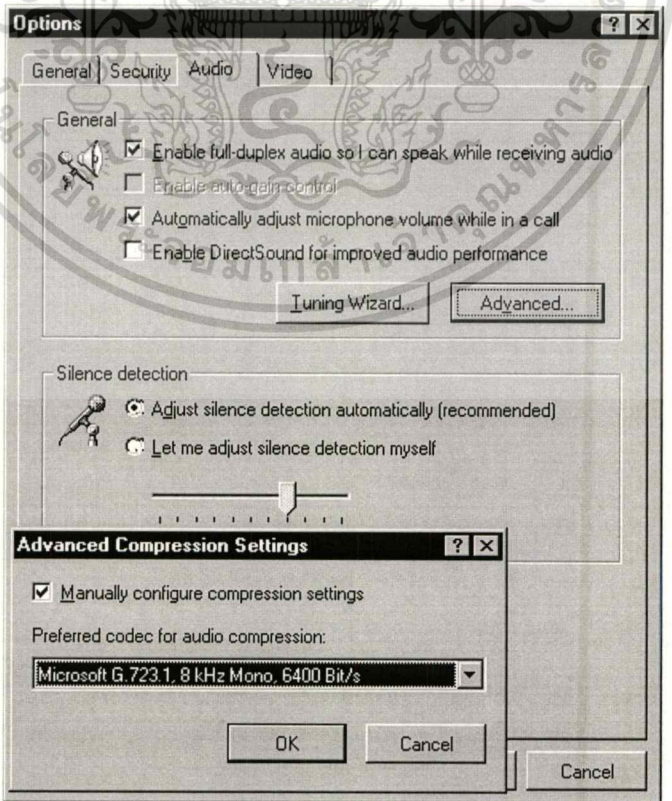
3) ติดตั้งซอฟต์แวร์ Desktop Videoconferencing ซึ่งในการทดสอบนี้ใช้โปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.01 และโปรแกรม Enhanced CU-SeeMe สำหรับโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.01 นั้น ขณะติดตั้งจะมีการทดสอบระบบเสียงของลำโพงและเสียงจากไมโครโฟน และยังสามารถตั้งให้ปรับอัตโนมัติขณะใช้งานได้ด้วย ซึ่งจะมีประโยชน์มากเมื่อสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ใช้งานเปลี่ยนไป เช่น มีเสียงอึกทึกมาก โปรแกรมก็จะปรับไมโครโฟนให้ไวต่อเสียงน้อยลง ทำให้ลดการส่งข้อมูลเสียงโดยไม่จำเป็นออกไป และทำให้เสียงชัดเจนยิ่งขึ้น ในขณะที่โปรแกรม Enhanced CU-SeeMe นั้นใช้วิธี Push to talk คือเมื่อต้องการพูดไปยังคู่สนทนา ต้องใช้เมาส์คลิกไปที่ปุ่ม Push to talk บนโปรแกรมเพื่อเปิดไมโครโฟน หากต้องการหยุดพูดก็เลิกคลิก

4) หลังจากติดตั้งซอฟต์แวร์แล้ว จำเป็นต้องกำหนดออปชั่นต่างๆที่ใช้ในการรับ-ส่งภาพวีดีโอ และการรับ-ส่งเสียง เพื่อให้เหมาะสมกับความเร็วของช่องสัญญาณที่ใช้ ในการทดสอบใช้ช่องสัญญาณผ่านระบบสื่อสารทางยุทธวิธี และใช้เพียง 1 ช่องสัญญาณ ไม่ได้ทำ Multiport จึงทำให้มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลเพียง 19.2 กิโลบิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 แสดงออปชั่นในการตั้งขนาดและความเร็วในการเปลี่ยนเฟรมของภาพวีดีโอ



รูปที่ 23 แสดงออปชั่นในการตั้งการปรับเสียงและความถี่ในการ Sampling เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ขั้นตอนการทดสอบ Desktop Videoconferencing

4.4.1 ทดสอบโดยใช้โปรแกรม Microsoft NetMeeting

1) เมื่อการเชื่อมต่อเรียบร้อย สามารถเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่อยู่อีกด้านของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีก็พร้อมที่จะทดสอบ Desktop
2) ครั้งแรกทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางเสียงเพียงอย่างเดียว โดยใช้ค่า Default ของโปรแกรมเพื่อทดสอบคุณภาพของเสียง ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นอย่างไร มีการต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่
3) ครั้งที่สอง ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางภาพเพียงอย่างเดียว โดยส่งภาพวีดีโอขนาดกลาง (128 x 96 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพที่ได้รับ และอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรม
4) ครั้งที่สาม ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางภาพเพียงอย่างเดียว โดยส่งภาพวีดีโอขนาดเล็ก (88 x 60 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพที่ได้รับ และอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรม
5) ครั้งที่สี่ ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียง โดยส่งภาพวีดีโอขนาดกลาง (128 x 96 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพและเสียงที่ได้รับ มีอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรมอย่างไร และมีความต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่
6) ครั้งสุดท้าย ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียง โดยส่งภาพวีดีโอขนาดเล็ก (88 x 60 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพและเสียงที่ได้รับ มีอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรมอย่างไร และมีความต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่

4.4.2 ทดสอบโดยใช้โปรแกรม Enhanced CU-SeeMe

1) เมื่อการเชื่อมต่อเรียบร้อย สามารถเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่อยู่อีกด้านของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ระบบสื่อสารทางยุทธวิธีก็พร้อมที่จะทดสอบ Desktop
2) ครั้งแรกทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางเสียงเพียงอย่างเดียว โดยใช้ค่า Default ของโปรแกรมเพื่อทดสอบคุณภาพของเสียง ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นอย่างไร มีการต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่
3) ครั้งที่สอง ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางภาพเพียงอย่างเดียว โดยส่งภาพวีดีโอในฟอร์แม็ต QCIF (176 x 144 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพที่ได้รับ และอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ครั้งที่สาม ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทางภาพเพียงอย่างเดียว โดยส่งภาพวีดีโอในฟอร์แม็ต SQCIF (128 x 96 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพที่ได้รับ และอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรม
5) ครั้งที่สี่ ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียง โดยส่งภาพวีดีโอในฟอร์แม็ต QCIF (176 x 144 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพและเสียงที่ได้รับ มีอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรมอย่างไร และมีความต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่
6) ครั้งสุดท้าย ทดสอบด้วยการส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียง โดยส่งภาพวีดีโอในฟอร์แม็ต SQCIF (128 x 96 พิกเซล) เพื่อทดสอบคุณภาพของภาพและเสียงที่ได้รับ มีอัตราเร็วในการเปลี่ยนภาพแต่ละเฟรมอย่างไร และมีความต่อเนื่องของการสื่อสารหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบระบบ

5.1 ผลการทดสอบระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

ความน่าเชื่อถือของระบบสื่อสารทางยุทธวิธีสำหรับการติดต่อทางเสียงนั้นอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งจากเดิมได้ติดตั้งวิทยุถ่ายทอด RL-422 เพียงชุดเดียว ก็พบปัญหาเรื่องการรบกวนของสัญญาณ เนื่องจากความถี่ที่ใช้งานนั้นใกล้เคียงกับความถี่ของโทรศัพท์มือถือระบบ 800 จึงแก้ปัญหาโดยการเพิ่มวิทยุถ่ายทอด RL-432 และสายอากาศเข้าไปอีก 1 ชุด ต่อเข้ากับเครื่องชุมสายสนามเอนกประสงค์ DX-111 เพราะวิทยุถ่ายทอด RL-432 นั้นมีความถี่ในย่าน 1350-1850 MHz ซึ่งผลที่ได้รับนั้นพบว่าชุดวิทยุถ่ายทอดที่ได้เพิ่มเข้าไปนั้น มีความแน่นอนของสัญญาณดีกว่าชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422 โดยคุณภาพของสัญญาณจะอยู่ในระดับ 3 (คุณภาพสัญญาณของวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series นั้นมี 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3) ซึ่งเหมาะกับการรับส่งข้อมูล(มี Bit Error Rate ระหว่าง 10^{-3} และ 10^{-6}) ในขณะที่วิทยุถ่ายทอด RL-422 นั้นมีคุณภาพของสัญญาณไม่คงที่ โดยคุณภาพของสัญญาณจะลดลงไปที่ระดับ 2 เป็นระยะๆ ซึ่งหมายความว่าจะมี Bit Error Rate มากกว่า 10^{-3}

เนื่องจากการทดสอบนั้นเจ้าหน้าที่ได้ติดตั้งสายอากาศของวิทยุถ่ายทอด RL-432 ในแนวเดียวกับสายอากาศของวิทยุถ่ายทอด RL-422 คือเป็น Horizontal เช่นเดียวกัน จึงมีความเป็นไปได้ในเรื่องการเกิดการรบกวนสัญญาณอันเนื่องมาจากความถี่ Harmonic ด้วย เพราะในการรับส่งข้อมูลในการทดสอบพบว่ามีการหยุดการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นระยะ ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบระบบสื่อสารทางยุทธวิธีสำหรับการรับส่งข้อมูลกันต่อไป

นอกจากนี้ยังพบว่าอาการหยุดการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารทางยุทธวิธีทุกเครื่อง คือ ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series, เครื่องชุมสายสนามเอนกประสงค์ DX-111, เครื่อง PFA และโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 นั้นมีความสัมพันธ์กับการกราวน์ด์(Ground)อุปกรณ์ ซึ่งหากอุปกรณ์หนึ่งอุปกรณ์ใดมีการกราวน์ด์ที่ไม่ดีแล้ว อุปกรณ์นั้นมักจะหยุดการทำงานเป็นระยะๆ อันมีผลให้การติดต่อสื่อสารขาดช่วงเป็นระยะเช่นเดียวกัน ซึ่งในกรณีของ ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series และเครื่องชุมสายสนามเอนกประสงค์ DX-111 นั้น แม้จะหยุดการทำงานเป็นระยะ ผู้ที่กำลังใช้โทรศัพท์ก็สามารถทราบว่าการเชื่อมต่อระบบนั้นหยุด เพราะเสียงจะขาดหายและคู่สายสนทนาหลุดไป แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สำหรับ เครื่อง PFA และโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 ที่กำลังใช้เป็น Channel สำหรับการสื่อสารข้อมูล ผู้ใช้จะไม่ทราบถึงการหยุดการทำงานของระบบสื่อสารทางยุทธวิธีเลย นอกจากจะตรวจสอบไปยังอุปกรณ์ว่าการเชื่อมต่อเครือข่ายยังทำงานเป็นปกติอยู่หรือไม่ ซึ่งในเรื่องนี้นับเป็นปัญหาสำคัญของการสื่อสารข้อมูลบนระบบสื่อสารทางยุทธวิธี

5.2 ผลการทดสอบการสื่อสารข้อมูล

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลในระบบสื่อสารทางยุทธวิธียังเป็นสิ่งใหม่ของกองทัพบก อีกทั้งอุปกรณ์ได้ที่จัดซื้อมานั้นยังไม่เคยได้รับการใช้งานมาก่อน จึงทำให้พบอุปสรรคมากมาย ทั้งด้วยความใหม่ต่ออุปกรณ์และการปรับความพื้นฐานความเข้าใจให้กับเจ้าหน้าที่ที่ร่วมทำการทดสอบ อีกทั้งการการเขียน Configuration ที่เหมาะสมให้กับ PFA (Packet and Frame Access) ยังไม่ดีมากนัก เพราะยังไม่สามารถเพิ่มขีดความสามารถโดยเพิ่มแบนด์วิทซ์ให้กับช่องการสื่อสาร อันจำเป็นต้องทำการเขียน Configuration และทดสอบการใช้งานต่อไปว่าสามารถเพิ่มแบนด์วิทซ์ได้จริงหรือไม่ ซึ่งการเขียน Configuration ควรเขียนให้สอดคล้องกับข่ายการสื่อสารที่วางไว้

อีกทั้งมีปัญหาที่เกิดเครื่องมือเดิมคือ ตู้สลับสาย DX-111 และชุดวิทยุถ่ายทอด RL-400 Series จึงทำให้เสียเวลาในการที่จะต้องหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้มีปัญหากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องปรับซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ในเครื่องให้รองรับกับการทดสอบ Desktop Videoconferencing เช่น การปิดการใช้งานโปรแกรมประเภท Resident ซึ่งใช้หน่วยความจำและเวลาในการทำงานของซีพียู ฯลฯ

5.2.1 โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 (Eurocom Terminal – 10)

ในการทดสอบพบว่าโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 นั้นไม่รับรู้และแก้ไขตัวเองเมื่อระบบสื่อสารหยุดชะงัก คือภายหลังจากที่โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 พร้อมสำหรับการติดต่อสื่อสารข้อมูล (หน้าจอแสดงผลว่า Data Connection) ในระหว่างนี้หากระบบสื่อสารหยุดชะงักลงด้วยสาเหตุของคุณภาพของ Link ระหว่างกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 และกองพันทหารสื่อสารที่ 21 โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 จะไม่รับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและยังแสดงผลที่หน้าจอดังเดิม ซึ่งเมื่อโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 ไม่รู้ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถทำการ Reconnection ด้วยตัวของโทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 เองได้ อันส่งผลให้เราไม่ทราบว่ามีอะไรเกิดขึ้นกับระบบสื่อสารนอกจากจะมีการเช็คระบบสื่อสาร

5.2.2 PFA (Packet and Frame Access)

จากการทดสอบระบบพบว่า PFA นั้นขาดซอฟต์แวร์สำหรับบริหารอุปกรณ์ นั่นคือไม่มีแจ้งให้ผู้ดูแลระบบทราบเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ไม่มีโปรแกรมแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีการเก็บ Log file บันทึกการทำงานของอุปกรณ์ ผลที่เกิดขึ้นก็คือผู้ดูแลระบบต้อง Log In เข้า PFA เป็นระยะๆ เพื่อเข้าไปตรวจเช็คว่าการสื่อสารข้อมูลยังทำงานอยู่หรือไม่ อย่างเช่นในการทดสอบ ผู้ดูแลระบบก็จะต้องเข้าไปตรวจทุกครึ่งชั่วโมง ซึ่งเป็นสิ่งที่สร้างปัญหาในการสูญเสียเวลากับการตรวจเช็คระบบสื่อสารข้อมูลมาก

โปรแกรมที่ควบคุม PFA ไม่ฉลาดเพียงพอที่จะตรวจข้อบกพร่อง แจ้งเตือน และแก้ไขปัญหาได้ เช่น เมื่อ Loop ถูกตัดขาด โทรศัพท์ดิจิตอล ET-10 ควรที่จะตัดการเชื่อมต่อแต่ไม่ตัด ซึ่งเมื่อตรวจที่ PFA ก็พบว่าที่ Physical Port (PP) และ Nodal Port (NP) เป็น Auto Block (AB) ซึ่งแสดงว่าการเชื่อมต่อถูกตัดขาด แต่ PFA กลับไม่แจ้งให้ผู้ดูแลระบบทราบ หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ รวมทั้งโทรศัพท์ ET-10 ก็ไม่แสดงผลหรือทำการติดต่อให้ใหม่โดยอัตโนมัติเมื่อการสื่อสารหยุดชะงักลง โดยยังคงแสดงผลว่า "Data Connection" ทำให้ต้องมีการตรวจ PFA เป็นระยะๆ ทำให้ผู้ดูแลต้องใช้เวลาส่วนใหญ่กับการตรวจและแก้ไขระบบ และสิ้นเปลืองคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการตรวจเช็ค ET-10 ผ่านทาง PFA ในทุกๆโหนด

5.3 ผลการทดสอบ Desktop Videoconferencing

5.3.1 ภาพวีดีโอและเสียงที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1

1) ภาพที่ได้จากโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 นั้นไม่ชัด และภาพมีอาการเบลอเมื่อมีการเคลื่อนไหว ในการทดสอบครั้งแรกรับ-ส่งภาพวีดีโอขนาดกลาง (128 x 96 พิกเซล) ภาพที่ได้นั้นค่อนข้างชัดในครั้งแรก แต่เมื่อมีการเคลื่อนไหวภาพที่ได้นั้นเบลอและภาพนั้นหยุดนิ่งไป ซึ่งเมื่อตรวจสอบไปยังการเชื่อมต่อเครือข่ายพบว่าการเชื่อมต่อระหว่าง 2 ด้านนั้นหยุดลง ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ทุกครั้งเมื่อใช้โปรแกรมไปได้ระยะหนึ่ง ทำให้เป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการทดสอบ สำหรับทางเสียงนั้นไม่สามารถฟังเป็นภาษาได้ คล้ายกับเสียงที่เกิดจากเครื่องมากกว่า ดังนั้นจึงต้องสนทนาโดยการใช้โปรแกรม Chat ที่มากับโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 ซึ่งบางครั้งก็สามารถสนทนาได้ บางครั้งก็ไม่ได้ เนื่องด้วยการเชื่อมต่อถูกตัดขาดเป็นระยะๆ
2) ต่อมาได้ทดสอบโดยการส่งภาพขนาดเล็ก (88 x 60 พิกเซล) ภาพที่ได้จึงมีขนาดเล็กและไม่ชัด แต่มีความเร็วในการส่งภาพประมาณ 2-3 วินาทีต่อเฟรม และภาพที่ได้ไม่เบลอมากนัก และคุณภาพของเสียงอยู่ในระดับที่พอใช้ได้ ทำให้สามารถสนทนากันได้ แต่เสียงที่ได้คล้ายเสียงของหุ่นยนต์ ซึ่งทุกครั้งที่ทดสอบใช้ Desktop Videoconferencing จะประสบปัญหาของการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 24 แสดงภาพวีดีโอที่ได้จากการใช้โปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1

รูปที่ 25 แสดงภาพวีดีโอที่กำหนดขนาดในการส่งให้กับคู่สนทนา

3) ข้อเสียของโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 คือการปรับความเร็วในการเปลี่ยนภาพนั้นใช้แบบ Slide และไม่มีขีดแสดงว่าปรับไปที่ความเร็วในการเปลี่ยนภาพกี่เฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

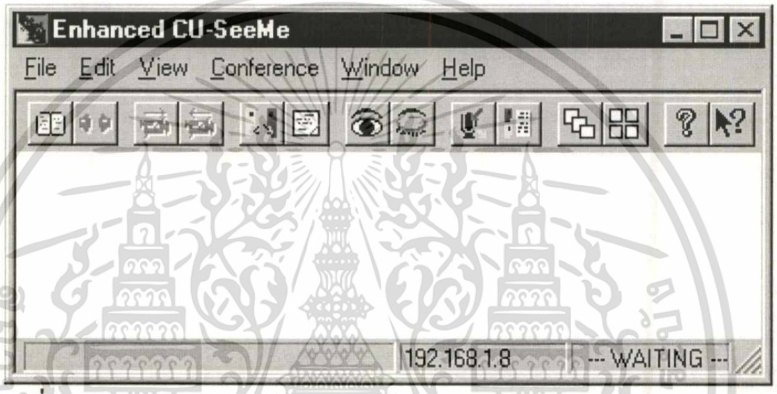
ต่อวินาที จึงเป็นการกะความเร็วในการเปลี่ยนภาพโดยประมาณ อีกทั้งไม่มีการวัดความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล อัตราการเปลี่ยนเฟรมของภาพวีดีโอ และอัตราการ Sampling เสียงว่าเป็นเท่าใด นอกจากนี้โปรแกรม Microsoft NetMeeting นั้นถึงแม้จะมีการปรับระดับความไวเสียงของไมโครโฟนให้โดยอัตโนมัติ แต่ก็พบปัญหาการไม่สามารถสนทนาได้เนื่องจากไมโครโฟนด้านหนึ่งยังรับเสียงและส่งข้อมูลไปยังคู่สนทนาในขณะที่คู่สนทนายังพูดอยู่ และคู่สนทนานั้นก็ไม่ทราบ จึงพูดไปโดยที่โปรแกรมไม่ส่งเสียงไปยังคู่สนทนาให้ ทำให้เสียเวลาและเกิดการใช้แบนด์วิตซ์โดยไม่จำเป็น ซึ่งก็แก้ไขโดยการไม่เลือกใช้ไมโครโฟนเมื่อไม่เป็นฝ่ายพูด แต่ข้อดีของโปรแกรม Microsoft NetMeeting 3.1 คือมี User Interface ที่เข้าใจได้ง่าย และสวยงาม และมีระบบอัตโนมัติที่ผู้ใช้ไม่ต้องตั้งค่าต่างๆด้วยตนเอง

5.3.2 ภาพวีดีโอและเสียงที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Enhances CU-SeeMe

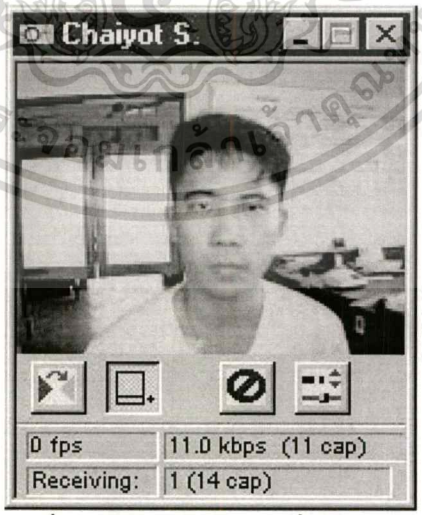
1) ภาพที่ได้จากโปรแกรม Enhances CU-SeeMe นั้นชัด และเมื่อมีการเคลื่อนไหวของภาพภาพจะยังคงชัดเช่นเดิม ซึ่งต่างกับโปรแกรม Microsoft NetMeeting ที่เมื่อมีการเคลื่อนไหวภาพจะเบลอ ในการทดสอบครั้งแรกรับ-ส่งภาพวีดีโอขนาด 176 x 144 จุด ซึ่งเป็นเป็นข้อกำหนดในการส่งภาพ (Video) โดยระบุถึงวิธีในการบีบขนาดภาพเพื่อใช้สำหรับการประชุมทางไกล คือ QCIF (Quarter Common Intermediate Format) ภาพที่ได้นั้นค่อนข้างชัด แต่อัตราการเปลี่ยนเฟรมได้เพียง 2-3 วินาทีต่อเฟรม และเมื่อมีการติดต่อทางเสียงเพิ่มเข้าไป เสียงที่ได้นั้นมีคุณภาพดี สามารถรับฟังเป็นข้อความได้ แต่อัตราการเปลี่ยนเฟรมจะลดลงไปทันที ซึ่งในการทดสอบนั้นไม่สามารถหาค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนเฟรมได้ เพราะการเชื่อมต่อระหว่าง 2 ด้านนั้นหยุดลงก่อนทุกครั้ง
2) ต่อมาได้ทดสอบโดยการส่งภาพขนาด 128 x 96 พิกเซล ซึ่งเป็นเป็นข้อกำหนดในการส่งภาพ (Video) แบบ SQCIF (Sub Quarter Common Intermediate Format) ภาพที่ได้จากการทดสอบจึงมีขนาดเล็ก และมีอัตราการเปลี่ยนเฟรมลดลงเหลือ 1 เฟรมต่อวินาที และไม่มีการเบลอเกิดขึ้นเมื่อมีความเคลื่อนไหว สำหรับคุณภาพของเสียงดีขึ้น และภาพยังคงเปลี่ยนโดยปรับอัตราการเปลี่ยนเฟรมเป็น 2-3 วินาทีต่อเฟรมแทน ซึ่งในการทดสอบสามารถสนทนาโต้ตอบกันได้ในระยะเวลาหนึ่ง และด้วยสาเหตุของระบบสื่อสาร จึงต้องทำการแก้ไขระบบสื่อสารตลอดเวลา
3) ข้อเสียของโปรแกรม Enhances CU-SeeMe คือ User Interface ไม่เอื้ออำนวยให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้อย่างสะดวก อย่างในกรณีที่เมื่อสามารถได้รับการเรียกจากคู่สนทนาหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกไปยังคู่สนทนา โปรแกรมไม่ขึ้นฟังก์ชันของการใช้เสียงให้ คือ ปุ่ม Push to talk ผู้ใช้ต้องเรียกใช้ฟังก์ชันนี้ด้วยตัวเอง ซึ่งฟังก์ชัน Push to talk ของโปรแกรมมีข้อดีในเรื่องของการป้องกันเสียงที่อาจเกิดขึ้นโดยผู้ใช้ไม่ต้องการส่งผ่านไปยังคู่สนทนา และยังเป็นการลดการใช้แบนด์วิตซ์ของช่องการสื่อสารโดยไม่จำเป็นด้วย ดังเช่นกรณีของโปรแกรม Microsoft NetMeeting แต่จากการทดสอบโปรแกรม Enhances CU-SeeMe ให้ผลการทดสอบที่ดีกว่า โปรแกรม Microsoft NetMeeting มาก จากภาพที่ชัด ต่อเนื่อง และคุณภาพเสียงที่ดีกว่า ซึ่งให้การสนทนาที่ต่อเนื่องได้



รูปที่ 26 แสดง User Interface ของโปรแกรม Enhanced CU-SeeMe



รูปที่ 27 แสดงภาพวีดีโอที่ได้จากการใช้โปรแกรม Enhanced CU-SeeMe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุป

จากผลการทดสอบที่ได้มาทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ชัดว่าระบบสื่อสารทางยุทธวิธีในขณะนี้ยังไม่เหมาะกับการสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา ดังการทดสอบด้วย Desktop Videoconferencing เนื่องจากระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีเองก็ไม่มีความมั่นคงของระบบ เพราะเป็นการใช้การเชื่อมต่อโหนดการสื่อสารต่างๆทางคลื่นวิทยุ หรือที่เรียกว่า Microwave Link มีการรบกวนทางคลื่นความถี่ทั้งโดยความไม่ตั้งใจและความตั้งใจจากผู้ไม่หวังดี ดังนั้นบริการสื่อสารข้อมูลที่จะนำมาใช้ในระบบสื่อสารทางยุทธวิธีซึ่งขาด QOS หรือ Quality of Service นี้ ควรเป็นบริการที่ใช้เวลาในการเชื่อมต่อเพื่อรับ-ส่งข้อมูลน้อย และขนาดของข้อมูลควรมีขนาดเล็ก และส่งข้อมูลเป็นแบบ Package (ไม่เป็นแบบ Stream) อีกทั้งบริการที่นำมาใช้นั้นต้องสามารถที่จะตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่ได้รับหรือส่งได้ เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลอันเนื่องมาจากความไม่มั่นคงของระบบ จึงจะทำให้การสื่อสารข้อมูลสามารถกระทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมการทหารสื่อสาร. “คู่มือนายทหารสื่อสาร.” กรุงเทพฯ: กรมการทหารสื่อสาร.

กรมการทหารสื่อสาร โรงเรียนทหารสื่อสาร. 2538. “นส.24-5.” พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: กองการศึกษา โรงเรียนทหารสื่อสาร กรมการทหารสื่อสาร.

กรมการทหารสื่อสาร โรงเรียนทหารสื่อสาร. 2534. “แนวสอนวิชาองค์แทนการสื่อสาร ย. 0502 หลักสูตรชั้นนายร้อย เหล่า ส.” กรุงเทพฯ: กองการศึกษา โรงเรียนทหารสื่อสาร กรมการทหารสื่อสาร.

กรมการทหารสื่อสาร โรงเรียนทหารสื่อสาร. 2538. “แบบถามตอบ นส.24-5.” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กองการศึกษา โรงเรียนทหารสื่อสาร กรมการทหารสื่อสาร.

พชรพล สินธุวงศานนท์. 2541. “การวิเคราะห์ทางเลือกในการนำชุดวิทยุสนามมาใช้กับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มงคล อุปสาร. 2542. “วิชาองค์แทนการสื่อสาร.” กรุงเทพฯ : กศ.รร.ส.สส. เอกสารอัดสำเนา.

วันชัย แปลงศรี. 2540. “การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาระบบการประชุมทางไกลหน่วยขึ้นตรงกองทัพอากาศ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อีริกสัน (ประเทศไทย) บริษัท,จำกัด. 2542. “คู่มือการใช้งาน PFA.” กรุงเทพฯ. อีริกสัน (ประเทศไทย). เอกสารอบรมหลักสูตร Tactical Data Communication.

อีริกสัน (ประเทศไทย) บริษัท,จำกัด. 2542. “สื่อสารข้อมูลทางยุทธวิธี.” กรุงเทพฯ. อีริกสัน (ประเทศไทย). เอกสารอบรมหลักสูตร Tactical Data Communication.

CNET, Inc. 1997. **CU-SeeMe 3.0.** [Online]. Available : http://www.cnet.com/Content/Reviews/Compare/Netconference/ss05.html.

Defense Communication. 2539. “RL432A Radio Relay Equipment Operating Instructions”. Stockholm: Ericsson Microwave Systems AB. Operating Instructions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hendricks, C.E. and Steer, J.P. 1996. **Videoconferencing FAQ.** [Online]. Available : http://www.bitscout.com/faqtoc.htm.

Hyman, L. and Reed, J. 1999. **A Brief Description of Videoconferencing.** [Online]. Available : http://www.kn.pacbell.com/wired/vidconf/description.html.

Microsoft Corporation. 1999. **NetMeeting.** [Online]. Available : http://www.microsoft.com/catalog/display.asp?site=113&subid=22&pg=1.

Microsoft Corporation. 1999. **NetMeeting Home.** [Online]. Available : http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/.

Universal Microelectronic Co., Ltd. **CU-10 Set-top Box Videophone.** [Online]. Available : http://www.umec-web.com/p4-c.htm.

White Pine Software, Inc. 1996. **CU-SeeMe Help Content.** [Program]. USA : White Pine Software, Inc.

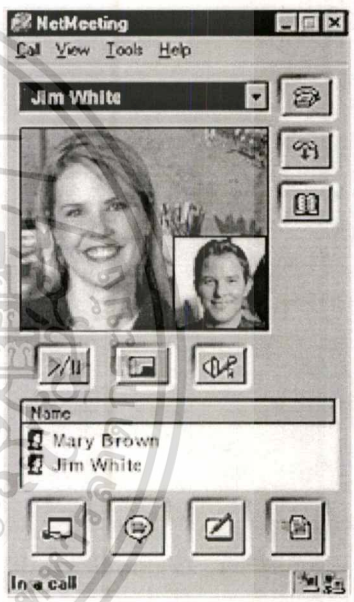
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก

โปรแกรมประเภท Desktop Videoconferencing

Microsoft NetMeeting

Overview



NetMeeting for Windows 95 and Windows NT is an award-winning product that provides the most complete conferencing solution for the Internet and corporate intranet. Powerful features let you communicate with both audio and video, collaborate on virtually any Windows-based application, exchange graphics on an electronic whiteboard, transfer files, use the text-based chat program, and much more. A must have for all users!

Using your PC and the Internet, you can now hold face-to-face conversations with friends and family around the world, and it won't cost a fortune to do so! Because NetMeeting works with any video capture card or camera that supports Video for Windows®, you can choose from a wide range of video equipment.

Benefits

- Multipoint Data Conferencing. Share any Windows-based application or folder with several other participants using standards-based T.120 data conferencing. There is also an electronic whiteboard, text-based chat as well as file transfer capabilities.
- Internet Audio/Videoconferencing. With a sound card, microphone, and speakers, NetMeeting lets you place standards-based H.323 audio calls over the Internet or a corporate intranet. Add a video camera for face-to-face communication!

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Complete Internet Conferencing Combine the ability to share data with audio/video to conference with friends and colleagues in real-time! Support for industry standards ensures you can call, connect, and communicate with compatible conferencing products.

Standard Features

Standards-based Multipoint Data Conferencing Users can collaborate and share information with two or more conference participants in real time. Users can share applications on their computer and work together by allowing other conference participants to see the same information on their screens.

Standards-based Videoconferencing With a video-capture card and camera, users of NetMeeting can send and receive video images for face-to-face communication during a conference. The switchable audio and video feature allows users to switch among participants they communicate with.

Standards-based Internet Telephony Using a sound card, microphone and speakers, participants using NetMeeting can talk to friends, family and business associates over the Internet and corporate intranets.

Ability to Change the Size of the Video Window You can dynamically change the size of the video window to reduce or enlarge the image being sent to another person. Also, you can choose whether or not to transmit video immediately when a call starts.

Compatibility with Existing Video Capture Hardware NetMeeting supports video capture cards and cameras that are compatible with Video for Windows drivers. This includes most commonly available video hardware.

High-quality Video NetMeeting produces high-quality, real-time video images using a standard 28.8 kbps modem Internet connection, IP over ISDN connection, or local area network (LAN) connection.

Receive Images without Video Hardware Even if you do not have a video capture card or camera for sending video, you can still receive video images sent by other users.

Dockable Video Windows To simplify video capabilities during a NetMeeting call, the Current Call window integrates the My Video and Remote Video windows. You can view the docked video windows from the Current Call window or you can undock them and drag them to another

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

location.

Switchable Audio and Video Have you participated in a meeting with many people and wanted to switch who you were seeing and talking to? Now you can. Simply right-click on the person's name listed in the Current Call window, and click Send Audio and Video.

Copy Video Images to the Clipboard Copying video images into another application is simple. You can right-click on either the local or remote video window, place a copy of the video image on the clipboard, and then paste the video image into another application, such as a whiteboard.

Ability to Adjust Video Quality To remotely adjust video, click the Tools menu, click Options, click the Video tab, and then use the Video Quality slidebar. Based on what you see, you can adjust for higher quality or higher performance, depending on your preference.

Interoperable with Other H.323 Products NetMeeting 2.0 supports the H.323 standard for audio and Videoconferencing, which includes the H.263 video codec. H.323 allows NetMeeting to interoperate with other compatible video phone clients, such as the Intel Internet Video Phone.

Support for Intel MMX Technology If you have an Intel MMX-enabled computer, specialized NetMeeting codecs for MMX provide enhanced performance for video compression and decompression. You will benefit from lower CPU utilization and improved video quality during a call.

System Requirements

The following are the minimum system requirements to install and run Microsoft NetMeeting.

- 90 megahertz (MHz) Pentium processor
- 16 megabytes (MB) of RAM for Microsoft Windows 95, Windows 98
- 24 megabytes (MB) of RAM for Microsoft Windows NT version 4.0 (Microsoft Windows NT 4.0 Service Pack 3 or later is required to enable sharing programs on Windows NT.)
- Microsoft Internet Explorer version 4.01 or later
- 28,800 bps or faster modem, integrated services digital network (ISDN), or local area network (LAN) connection (a fast Internet connection works best).
- 4 MB of free hard disk space (an additional 10 MB is needed during installation only to accommodate the initial setup files).
- Sound card with microphone and speakers (required for audio support).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

To use the data, audio, and video features of NetMeeting, your computer must meet the following hardware requirements:

- For Windows 95, a Pentium 90 processor with 16 MB of RAM (a Pentium 133 processor or better with at least 16 MB of RAM is recommended).
- For Windows NT, a Pentium 90 processor with 24 MB of RAM (a Pentium 133 processor or better with at least 32 MB of RAM is recommended).
- 4 MB of free hard disk space (an additional 10 MB is needed during installation only to accommodate the initial setup files).
- 56,000 bps or faster modem, ISDN, or LAN connection.
- Sound card with microphone and speakers (sound card required for both audio and video support).
- Video capture card or camera that provides a Video for Windows capture driver (required for video support).

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CU-SeeMe

Overview

Best known for its videoconferencing skills, CU-SeeMe also offers some collaboration tools, including a whiteboard, a file-transfer utility, and a text-based chat option. It's also the only one of the products we tested that boasts multipoint audio- and videoconferencing. As in Netscape's Conference, however, CU-SeeMe's omission of document sharing weakens its claim to collaborative competence.

Setting up version 3.0 takes just moments. Its newfound speed dialing, improved interface (which has more than a passing resemblance to Microsoft's NetMeeting), and beefed-up phone book mean you can connect fast. You can link point-to-point (a process now simplified by CU-SeeMe's new Who's Online directory service) or use one of several, often-overloaded public servers.

Video and audio performance with CU-SeeMe are strong--equal to the levels you get with NetMeeting. Unlike NetMeeting, however, CU-SeeMe grants you the privilege of creating your own multipoint conferences. Instead of being limited to a one-on-one videoconference, you can put up to 12 video windows on the screen simultaneously, each displaying the face of a different conferee. Of course, performance degrades as you add more video windows, making this feature more suitable for those conferencing over a higher bandwidth LAN. Also, since CU-SeeMe 3.0 isn't yet entirely H.323 compliant (see "audio yes, video maybe" in what to look for)--and is not yet available for the Macintosh--all conferees must be running CU-SeeMe under Windows 95 or NT.

While CU-SeeMe's video- and audioconferencing skills are impressive, as work-ready collaboration software, this program can't quite hack it. The problem? Like Netscape's Conference 4.0, CU-SeeMe's primary collaborative tool is its whiteboard. Even though this whiteboard includes some out-of-the-ordinary features--you can easily organize screenshots or other image files under multiple tabs, for instance--CU-SeeMe doesn't do document or application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sharing, so it doesn't allow real-time editing. A chat window is available for typed comments by all the conferees, however, and there's an integrated file transfer utility.

System Requirements

- 486 processor with 66mhz clock or better
- 10 MB of hard disk space
- 8 MB RAM minimum
- Windows 3.1, 3.11, Windows NT or Windows 95
- TCP/IP (Winsock Compliant)
  - Windows 3.1, 3.11
  - Win95 — built in

Connection Requirements

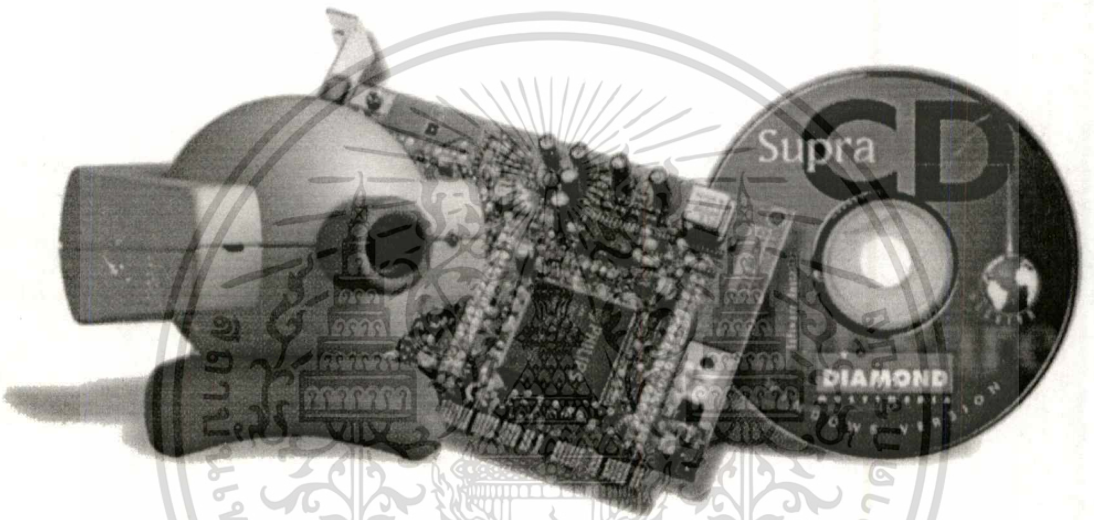
- Remote Connections
  - 14.4 modem (for audio only)
  - 28.8 modem (for audio and video)
  - PPP (included in kit)
- Direct Connections
  - Ethernet or ISDN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ข

ชุดอุปกรณ์ Desktop Videoconferencing ที่ใช้ในการทดสอบ

Supra Video Kit



Crunch It Video Capture Specs

- 25-16 Million color capture
- Up to 30 frames per second
- 640 x 480 NTSC
- 768 x 576 Pal
- Also supports: CIP, QCIF, and SQCIF
- Capture rates depend primarily on CPU performance

Minimum System Requirements

- An IBM-compatible computer with Pentium® processor (100 MHz or higer)
- 8 MB RAM
- PCI or motherboard graphics
- Up to 25 MB free hard disk space

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Microsoft Windows 9x
- One available PCI slot
- Sound card & speakers required for audio

Diamond Multimedia Systems, Inc.

Communications Division

7101 Supra Drive SW, Albany, OR 97321 USA

1-800-727-8772, Fax 408-325-7408, FaxBack 541-967-0072

http://www.diamondmm.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ค

Configuration ที่ใช้ในการทดสอบ

Configuration ของ PFA โหนดกองพันทหารสื่อสารที่ 21

ANNAI:NAME=SIGNAL21_A,PROT=X28,NTN=901029,PID=01000000;

LIPPI:PP=1-1-1-1,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPI:PP=1-1-1-2,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPI:PP=1-1-1-3,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPI:PP=1-1-1-4,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPI:PP=1-1-1-5,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPI:PP=1-1-1-6,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPS:PP=1-1-1-1,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

LIPPS:PP=1-1-1-2,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

LIPPS:PP=1-1-1-3,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

LIPPS:PP=1-1-1-4,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

LIPPS:PP=1-1-1-5,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIPPS:PP=1-1-1-6,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;
LILPI:LP=1-1-1-1,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPI:LP=1-1-1-2,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPI:LP=1-1-1-3,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPI:LP=1-1-1-4,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPI:LP=1-1-1-5,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPI:LP=1-1-1-6,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-1,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-2,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-3,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-4,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-5,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILPS:LP=1-1-1-6,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPI:NP=1-1-1-1,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPI:NP=1-1-1-2,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPI:NP=1-1-1-3,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPI:NP=1-1-1-4,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPI:NP=1-1-1-5,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPI:NP=1-1-1-6,PROT=X75,SIDE=A,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
LINPS:NP=1-1-1-1,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPS:NP=1-1-1-2,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPS:NP=1-1-1-3,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPS:NP=1-1-1-4,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPS:NP=1-1-1-5,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LINPS:NP=1-1-1-6,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=A;
LILAI:LA=1-1-0-1,TYPE=ETHER,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;
IPNII:LOCIP=192.168.2.1,TYPE=ETHER,MASK=255.255.255.0,LA=1-1-0-1,TRAPID=NONE
,TRAPS=NONE;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IPNII:LOCIP=193.9.1.1,TYPE=X25,MASK=255.255.255.0,MTU=1500,SH=FULL,LOCNTN=9
01007,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

IPGAI:REMIP=193.9.1.2,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=902007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.3,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=903007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.4,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=904007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.5,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=905007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.6,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=906007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.7,LOCIP=193.9.1.1,REMNTN=907007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPRGI:GATE=193.9.1.2,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

IPRGI:GATE=193.9.1.3,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

IPRGI:GATE=193.9.1.4,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

IPRGI:GATE=193.9.1.5,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

IPRGI:GATE=193.9.1.6,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

IPRGI:GATE=193.9.1.7,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;

PSROI:ROT=1,TOS=ROUND,NP=1-1-1-1,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

PSROI:ROT=2,TOS=ROUND,NP=1-1-1-2,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

PSROI:ROT=3,TOS=ROUND,NP=1-1-1-3,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

PSROI:ROT=4,TOS=ROUND,NP=1-1-1-4,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

PSROI:ROT=5,TOS=ROUND,NP=1-1-1-5,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

PSROI:ROT=6,TOS=ROUND,NP=1-1-1-6,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;

ANRAI:ND=902,RC=1;

ANRAI:ND=903,RC=1;

ANRAI:ND=904,RC=1;

ANRAI:ND=905,RC=1;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANRAI:ND=906,RC=1;

ANRAI:ND=907,RC=1;

ANRCI:RC=1,ROT=1&2&3&4&5&6,TOS=ROUND;

SASPI:SP=X29,NTN=901099;

NANOS:NODE="Signal21_A>>",NODEID=901;

NADCI:NAME=ADMIN,DIR=USER,PASSWORD=*RQHYTGWY,AUTH=ABCD;

UIPRS:PROMPT="Signal21_A>>";

UILTS:TEXT="Welcome to Signal21_A";

PSECI:NTN=901029,WS=2,PS=256;

LIPPD:PP=1-1-1-1;

LIPPD:PP=1-1-1-2;

LIPPD:PP=1-1-1-3;

LIPPD:PP=1-1-1-4;

LIPPD:PP=1-1-1-5;

LIPPD:PP=1-1-1-6;

LILAD:LA=1-1-0-1;

IPNID:LOCIP=192.168.2.1;

IPNID:LOCIP=193.9.1.1;

LILPD:LP=1-1-1-1;

LILPD:LP=1-1-1-2;

LILPD:LP=1-1-1-3;

LILPD:LP=1-1-1-4;

LILPD:LP=1-1-1-5;

LILPD:LP=1-1-1-6;

LINPD:NP=1-1-1-1;

LINPD:NP=1-1-1-2;

LINPD:NP=1-1-1-3;

LINPD:NP=1-1-1-4;

LINPD:NP=1-1-1-5;

LINPD:NP=1-1-1-6;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NADCD:NAME=ADMIN,DIR=USER;

IPRPD;

Configuration ของ PFA โหนดกองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1

ANNAI:NAME=SIGNAL21_B,PROT=X28,NTN=902029,PID=01000000;

LIPPI:PP=1-1-1-1,TYPE=PACKET,MODE=HDLC,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LIPPS:PP=1-1-1-1,N1=261,TIMING=DEFAULT,RATE=19K2,ENCODING=NRZ,IFM=0,ACN
TL=ALARM,ACL=A2,ALARMTIM=60,DESTID=NODESTID,ACCESS=LEASED,DUPLEX=
FULL,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,CASMODE=P7;

LILPI:LP=1-1-1-1,PROT=X75,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=B;

LILPS:LP=1-1-1-1,ACL=A2,DESTID=NODESTID,LINK=ALARM,LIM=1000,K=7,T1=5.00,
N2=3,T2=0.50,TP=15.00,MODULO=8,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=B;

LINPI:NP=1-1-1-1,PROT=X75,SIDE=B,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

LINPS:NP=1-1-1-1,VERSION=88,NETTYPE=ERIPAX,MODULO=8,PC=NONE,IC=NONE,
OC=NONE,TC=001-4095,WSN=NO,MWS=7,DWS=2,PSN=NO,MPS=256,DPS=128,FAST=
NO,CLAMN=NO,DTEFAC=NO,ADDRMOD=NONE,CTIMER=200,RESTIMER=180,RSTTI
MER=180,CLRTIMER=180,TCN=NO,TNIC=NO,CNIC=NO,DTC=64K,EXTERNAL=NO,TR
APID=NONE,TRAPS=NONE,SIDE=B;

LILAI:LA=1-1-0-1,TYPE=ETHER,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

IPNII:LOCIP=192.168.1.1,TYPE=ETHER,MASK=255.255.255.0,LA=1-1-0-1,TRAPID=NONE
,TRAPS=NONE;

IPNII:LOCIP=193.9.1.2,TYPE=X25,MASK=255.255.255.0,MTU=1500,SH=FULL,LOCNTN=9
02007,TRAPID=NONE,TRAPS=NONE;

IPGAI:REMIP=193.9.1.1,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=901007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.3,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=903007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

IPGAI:REMIP=193.9.1.4,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=904007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IPGAI:REMIP=193.9.1.5,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=905007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;
IPGAI:REMIP=193.9.1.6,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=906007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;
IPGAI:REMIP=193.9.1.7,LOCIP=193.9.1.2,REMNTN=907007,BUFFER=4096,REVIN=NO,RE
VOUT=NO,LC=1,INACT=180,RETRY=30;
IPRGI:GATE=193.9.1.1,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
IPRGI:GATE=193.9.1.3,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
IPRGI:GATE=193.9.1.4,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
IPRGI:GATE=193.9.1.5,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
IPRGI:GATE=193.9.1.6,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
IPRGI:GATE=193.9.1.7,RXMODE=ANY,TXMODE=RIP1,DEFGATE=BOTH;
PSROI:ROT=1,TOS=ROUND,NP=1-1-1-1,RCI=YES,DISC=NONE-NONE,CC=NONE;
ANRAI:ND=901,RC=1;
ANRAI:ND=903,RC=1;
ANRAI:ND=904,RC=1;
ANRAI:ND=905,RC=1;
ANRAI:ND=906,RC=1;
ANRAI:ND=907,RC=1;
ANRCI:RC=1,ROT=1,TOS=ROUND;
SASPI:SP=X29,NTN=902099;
NANOS:NODE="Signal21_B>>",NODEID=902;
NADCI:NAME=ADMIN,DIR=USER,PASSWORD=*RQHYTGWY,AUTH=ABCD;
UIPRS:PROMPT="Signal21_B>>";
UILTS:TEXT="Welcome to Signal21_B";
PSECI:NTN=902029,WS=2,PS=256;
LIPPD:PP=1-1-1-1;
LILAD:LA=1-1-0-1;
IPNID:LOCIP=192.168.1.1;
IPNID:LOCIP=193.9.1.2;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LILPD:LP=1-1-1-1;

LINPD:NP=1-1-1-1;

NADCD:NAME=ADMIN,DIR=USER;

IPRPD;

ประวัติผู้เขียน

นามผู้เขียน: ร้อยโท ชัยยศ ศุภมิตรกฤษณา

เกิดเมื่อวันที่: 13 ตุลาคม 2515

สถานที่เกิด: กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา:

2532	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย
2534	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมทหาร
2539	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้าสื่อสาร (โทรคมนาคม) โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
2541	Signal Officer Basic Course, Ft. Gordon, Georgia, USA.

ประวัติการทำงาน:

2539	รับราชการครั้งแรก ยศร้อยตรี ในตำแหน่งนายทหารวิทยุถ่ายทอด กองพันทหารสื่อสารที่ 21
2540	ช่วยราชการ ตำแหน่งหัวหน้าแผนกกรรมวิธีข้อมูล กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน ภาคที่ 1
ปัจจุบัน	ดำรงตำแหน่งผู้บังคับหมวดศูนย์ข่าวและนำสาร กองพันทหารสื่อสารที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้