

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง เพื่อเป็นแนวทางนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงของภาคีเอกชนเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา และเพื่อเป็นแนวทางใช้เป็นเครือข่ายสำรองสื่อสารข้อมูลทางไกลในภาวะฉุกเฉิน

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง
2. เพื่อประเมินระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานในการวิจัย

1. ระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ "เหมาะสมมาก"
2. ข้อความที่ส่งและรับจากสถานีต้นทางถึงสถานีปลายทางถูกต้องและครบถ้วน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการ ทฤษฎีของการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอในการพัฒนาระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎีของการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเกจเรดิโอ จากบทความ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ตลอดจนศึกษาโปรแกรมซอฟต์แวร์เดิมที่ใช้กับแพคเกจเรดิโอเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบ

2. วิเคราะห์ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันพบว่าส่วนใหญ่เป็นการสื่อสารแบบแพคเก็ตเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงมาก (VHF) ซึ่งมีข้อบกพร่องและข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่

2.1 ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการดอส (DOS) เท่านั้น

2.2 เครื่องแพคเก็ตเรดิโอไม่สามารถทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่เป็นเพนเทียมได้

2.3 จำเป็นจะต้องเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ตลอดเวลาเนื่องจากเครื่องแพคเก็ตเรดิโอต้องการไฟเลี้ยงวงจรจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232C

2.4 การรับส่งข้อมูลทำได้ไม่ไกล ประมาณระยะทางไม่เกิน 50 กิโลเมตรผลจากการวิเคราะห์ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอในปัจจุบัน สรุปได้ว่า ยังมีข้อบกพร่องและข้อจำกัดหลายประการที่ทำให้การใช้ไม่สะดวก ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว หากจะพัฒนาให้เป็นข่ายสื่อสารทดแทนของประเทศ จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการสื่อสารแบบแพคเก็ตเรดิโอให้สะดวกมีประสิทธิภาพ และทันกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

3. พัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอ (packet radio) ผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 สามารถทำงานกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้

3.2 สามารถทำงานกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่เป็นเพนเทียม (pentium) ได้

3.3 ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ตลอดเวลา

3.4 สามารถส่งข้อความเก็บไว้ได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา

3.5 สามารถรับส่งข้อมูลได้ในย่านความถี่ HF ทำให้รับส่งข้อมูลได้ไกลมากกว่าระบบเดิม

3.6 ใช้กำลังส่งไม่เกิน 100 วัตต์

3.7 มีความสามารถในการทวนข้อความซ้ำจนกว่าจะได้รับข้อความครบถ้วน

3.8 มีความสามารถในการอ่านภาษาไทยได้ที่หน้าจอขณะทำการส่งหรือรับข้อมูล

4. องค์ประกอบของระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอ ผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง ประกอบด้วย

4.1 สถานีต้นทาง ใช้วิทยุสื่อสารย่านความถี่สูง (HF) ชนิดติดตั้งประจำที่หรือชนิดติดตั้งในรถยนต์ที่มีกำลังส่งตั้งแต่ 10 วัตต์ขึ้นไป มีการผสมคลื่นแบบ SSB

4.2 สถานีปลายทาง ใช้วิทยุสื่อสารย่านความถี่สูง (HF) ชนิดติดตั้งประจำที่หรือชนิดติดตั้งในรถยนต์ ที่มีกำลังส่งตั้งแต่ 10 วัตต์ขึ้นไป มีการผสมคลื่นแบบ SSB

4.3 ระบบสายอากาศพร้อมสายนำสัญญาณนอกเครื่อง ติดตั้งนอกอาคาร สูงจากพื้นดินไม่ต่ำกว่า 3 เมตร จำนวน 2 ชุด จะเป็นสายอากาศรอบตัวหรือกิ่งรอบตัว หรือสายอากาศทิศทางก็ได้ ที่มีอัตราขยายตั้งแต่ 3dB ขึ้นไปพร้อมสายนำสัญญาณชนิด 50 โอห์ม ติดตั้งนอกอาคาร เพื่อกระจายคลื่นวิทยุไปยังสถานีผู้รับข้อมูล

4.4 คอมพิวเตอร์จำนวนสองเครื่องสำหรับสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง สถานีละหนึ่งเครื่อง เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232 C อย่างน้อยหนึ่งพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แพ็คเกจเรดิโอ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer) IBM PC , AT หรือ IBM Compatible ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ตั้งแต่ เพนเทียม (Pentium) ขึ้นไป ติดตั้งยังสถานีต้นทางและสถานีปลายทางโดยมีคุณลักษณะดังนี้

4.4.1 มีหน่วยความจำแบบแคช (cache memory) ขนาด 256 กิโลไบต์ขึ้นไป

4.4.2 มีหน่วยความจำแรม (ram) 12 เมกะไบต์หรือมากกว่า

4.4.3 มี 1 ฟลอปปีดิสก์ไดรฟ์ และมีฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 100 เมกะไบต์

4.4.4 มีหน่วยความจำบนเครื่องอย่างน้อย 512 กิโลไบต์

4.4.5 ติดตั้งโปรแกรมวินโดวส์ ตั้งแต่รุ่น 3.11 หรือสูงกว่า

4.4.6 จอภาพ EGA , VGA , SVGA ขึ้นไป

4.5 แพ็คเกจเรดิโอจำนวนสองเครื่องสำหรับสถานีต้นทางและสถานีปลายทางที่มีอัตราการส่งข้อมูลตั้งแต่ 100 bps ขึ้นไปที่สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรม RS-232 C ของเครื่องคอมพิวเตอร์

4.6 โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการรับส่งวิทยุสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ คือ plusterm Version 3.1 ซึ่งสามารถแสดงผลหน้าจอเป็นภาษาไทยได้ขณะทำการส่งหรือรับข้อมูลโดยนำไฟล์โปรแกรมชื่อ thai.com ใส่ไว้ในไดเรกทอรีของโปรแกรม plusterm ทำให้หน้าจอมีข้อความภาษาไทยแจ้งให้สถานีที่เรียกเข้ามาทราบทุกๆ ครั้งปรากฏขึ้นหลังจากการติดต่อกันเป็นผลสำเร็จ โดยใส่ข้อความที่ออกแบบไว้ในไฟล์ plusterm.ini

5. การทำงานของระบบ วิธีการทำงานของระบบมีดังนี้

5.1 สถานีต้นทาง และสถานีปลายทาง มีองค์ประกอบครบตามทีออกแบบ

5.2 กำหนดให้สถานีที่อยู่ปลายทาง (HS2JFW) ที่เป็นฝ่ายรับข้อมูลเปิดสถานีสแตนด์บายด์ (stand-by) ไว้ตลอดเวลา โดยเปิดเครื่องวิทยุสื่อสาร และเครื่องแพคเก็ตเรดิโอไว้เท่านั้น จะเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่ก็ได้

5.3 ให้สถานีต้นทาง (HS2CRU) ที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูลเปิดเครื่องวิทยุสื่อสาร เครื่องแพคเก็ตเรดิโอ และเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อรันโปรแกรม plusterm ที่สร้าง ICON ไว้ให้อยู่ในสถานะที่จะเป็นฝ่ายเรียกสถานีปลายทาง โดยให้พิมพ์คำสั่ง c hs2jfw <enter> ที่หน้าต่างคำสั่ง (blue command) ด้านล่างขวามือ เครื่องแพคเก็ตเรดิโอจะรับคำสั่งจาก keyboard ของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ทอนุกรม (serial port) จากนั้นจะไปควบคุมให้วิทยุสื่อสารทำการส่งออกอากาศเรียกสถานีปลายทาง (HS2JFW) เมื่อมีการตอบรับจากการเรียกเป็นผลสำเร็จ จะได้รับข้อความว่า connected พร้อมกับมีข้อความแจ้งให้ทราบที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ว่า

```

*** NOW CALLING HS2JFW
*** CONNECTED TO HS2JFW

ขอข้อมูลรับสถานีปลายทางสื่อสารโดยยูเอสเอมแพคเก็ตเรดิโอ ทางวิทยุย่านความถี่สูง
มหาวิทยาลัยยูเอม วิทยาเขตสาทรเขต จังหวัดสาทรเขต โทรทัศน์ 7035.5 และ 7042.5 KHz
หน้าจางานวิทยุ: HS2JFW
มีจดหมาย H เพื่อขอตรวจสอบข้อมูล

*** NO new Mail for you

next?

รับแจ้งรับแจ้งที่ 16.06.2002, 10:35 ตามเวลาท้องถิ่น, หรือ
วันที่ 10.06.2002, 03:35 ตามเวลาสากล
คุณ, สามารถใช้คำสั่งได้ดังต่อไปนี้ครับ

h(help)  q(rl)    d(ce)    b(lm)    d(ir)    s(end)
r(read)  del(ete)  v(ersion) lo(y)    bc(!!)

HS2CRU จาก HS2JFW เชิญส่งข้อความได้ครับ
  
```

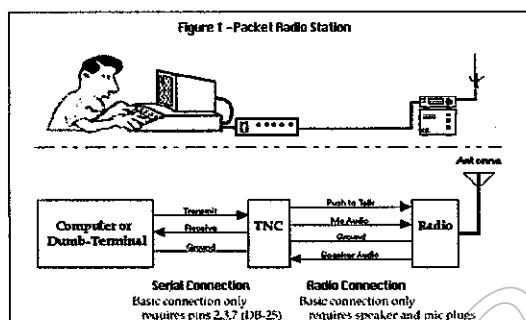
5.4 ให้สถานีต้นทางส่งไฟล์ข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแผ่นฟลอปปีดิสก์ โดยใช้คำสั่ง

s hs2jfw ข้อความที่ใช้ทดลองส่ง 1 <enter>

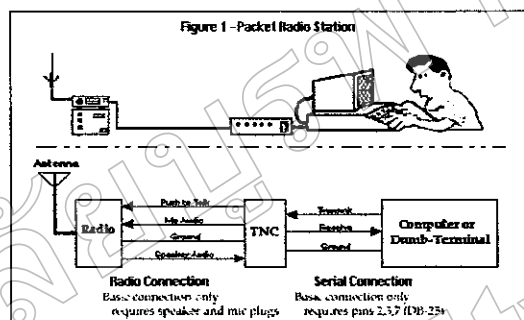
5.5 ให้จุดบันทึกเวลาที่เรียก และเวลาที่ใช้ในการส่งไฟล์ในแต่ละครั้งจำนวนทั้งหมด 100 ครั้งตามแบบตารางบันทึกการรับส่งข้อมูลแบบแพคเก็ตเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงที่สร้างขึ้น เพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยุสื่อสารประเมินระบบ

5.6 สถานีที่เป็นฝ่ายรับข้อมูล (HS2JFW) เมื่อต้องการที่จะดูข้อความจำเป็นจะต้อง

เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และรันโปรแกรม plusterm เช่นกันโดยให้พิมพ์คำสั่ง `r hs2jfw <enter>` และสามารถที่จะกลับเป็นฝ่ายส่งข้อมูลได้โดยใช้วิธีเดียวกัน เพียงแต่ให้เรียกสถานีที่เป็นฝ่ายรับ โดยเปลี่ยนนามเรียกขานเป็น HS2CRU ดังตัวอย่าง `c hs2cru <enter>` และเมื่อจะใช้คำสั่งส่งไฟล์ข้อมูล ก็ให้พิมพ์คำสั่ง `s hs2cru` ข้อความทดลองส่ง 1 <enter>



สถานีต้นทาง



สถานีปลายทาง

ภาพที่ 17 การทำงานของระบบที่รับส่งข้อมูล

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอ (packet radio)

ผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูง ปรากฏผลดังนี้

ผลการทดลองรับส่งข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงจาก

สถานีต้นทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จังหวัดสระแก้ว ถึงสถานีปลายทาง

ที่มหาวิทยาลัยบูรพาบางแสน จังหวัดชลบุรี ในการทดลองส่งข้อความจำนวน 100 ครั้ง ใช้เวลาในการส่งโดยเฉลี่ยครั้งละ 22.07 วินาที ผลการรับส่งข้อมูลถูกต้องครบถ้วน โดยคิดเป็น ร้อยละ 100

ผลการทดลองรับส่งข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงจาก

สถานีต้นทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน จังหวัดชลบุรี ถึงสถานีปลายทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จังหวัดสระแก้ว ในการทดลองส่งข้อความจำนวน 100 ครั้ง ใช้เวลาในการส่งโดยเฉลี่ยครั้งละ 21.92 วินาที ผลการรับส่งข้อมูลถูกต้องครบถ้วน โดยคิดเป็น ร้อยละ 100

อภิปรายผล

ผลการประเมินระบบ ผลการประเมินระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยุสื่อสารอยู่ในเกณฑ์ "เหมาะสมมาก" ซึ่งตรงกับสมมติ

ฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้น ได้มาจากการศึกษา หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยุสื่อสาร และปรับปรุงข้อบกพร่องของระบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในงานวิจัยของ เยน ภูเก็ต (พ.ศ.2540) ที่ต้องการจะให้มีการพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล ให้ทำงานได้บนระบบปฏิบัติการของวินโดวส์ และให้มีการวิจัยระบบการสื่อสารข้อมูลผ่านวิทยุสื่อสารที่เข้ากับความถี่ย่านอื่น ๆ ที่สามารถส่งคลื่นวิทยุไปได้ไกลมากกว่าความถี่สูงมาก (VHF)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงโดยจากผลการทดลองรับส่งข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงจากสถานีต้นทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ถึงสถานีปลายทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน จังหวัดชลบุรี ในการทดลองส่งข้อความจำนวน 100 ครั้ง ใช้เวลาในการส่งโดยเฉลี่ยครั้งละ 22.07 วินาที ผลการรับส่งข้อมูลถูกต้องครบถ้วน โดยคิดเป็นร้อยละ 100 และในทางกลับกันผลการทดลองรับส่งข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงจากสถานีต้นทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน จังหวัดชลบุรี ถึงสถานีปลายทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ในการทดลองส่งข้อความจำนวน 100 ครั้ง ใช้เวลาในการส่งโดยเฉลี่ยครั้งละ 21.92 วินาทีผลการรับส่งข้อมูลถูกต้องครบถ้วน โดยคิดเป็นร้อยละ 100

สอดคล้องกับโรบินสัน (Robinson, 2545, [Online].Available:<http://www.geocities.com/hs4dor/packetradiohistory.html>) ที่ได้ทำการทดลองส่งภาพสีจาก Ontario ผ่านทางแพ็คเกจเรดิโอถึง ฮอว์เน่ ผลการทดลองพบว่าภาพสีที่ส่งมีความละเอียดมาก และมีข้อความถูกต้อง

จากผลดังกล่าว พบว่าในการรับส่งข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงจากสถานีต้นทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ถึงสถานีปลายทางที่มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน จังหวัดชลบุรี ในช่วงเช้าโดยประมาณ 09:42 ถึง 09:53 นาฬิกา เวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อความที่เป็นไฟล์ข้อมูลใช้เวลาน้อยลง นั่นคือความเร็วที่สามารถส่งข้อมูลได้เพิ่มมากขึ้น ปัจจัยที่เป็นผลทำให้ใช้เวลารับส่งต่างกันอาจเกิดจากการมีสถานีแพ็คเกจเรดิโอต่าง ๆ ที่ออกอากาศ พร้อม ๆ กันเนื่องจากระบบที่ใช้เป็นการส่งข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบวิทยุสื่อสารในความถี่วิทยุสมัครเล่นคือความถี่ 7035.50 และ 7042.50 KHz ซึ่งเป็นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้ในโหมดการสื่อสารแบบดิจิตอล ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงการใช้งานไม่ให้ออกอากาศพร้อม ๆ กันได้ แต่ถ้าหากได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มาใช้กับความถี่ของภาควิชา

เทคโนโลยีทางการศึกษา ซึ่งมีความถี่ใช้งานเฉพาะคือ 7244 และ 7298 KHz ที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข น่าที่จะทำให้เวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลน้อยลง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรนำระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอผ่านทางวิทยุย่านความถี่สูงไปใช้ในเครือข่ายสื่อสารของภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพาที่มีเครือข่ายวิทยุคมนาคมที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลขอยู่ก่อนแล้ว เพื่อนำความถี่วิทยุมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 ควรนำไปใช้เป็นเครือข่ายสื่อสารทดแทนในภาวะฉุกเฉิน ตลอดจนสามารถมีความพร้อมที่จะจัดตั้งเป็นเครือข่ายสื่อสารทดแทนของประเทศได้ ตามมติคณะรัฐมนตรี พ.ศ.2534

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาปรับปรุงระบบแพ็คเกจเรดิโอ (packet radio) ให้ทันสมัย และสามารถทำงานกับคอมพิวเตอร์ที่เข้ากับพอร์ตสื่อสารสมัยใหม่ที่เป็นแบบ USB ได้

2.2 ควรมีการพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอ (packet radio) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลให้น้อยลง และมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลมากขึ้น

2.3 ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลเป็นรูปภาพ (graphic) ในระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจเรดิโอ (packet radio) ผ่านทางระบบวิทยุสื่อสาร อันจะทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศ เพื่อการใช้งานในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น

2.4 ควรมีการวิจัยระบบการสื่อสารข้อมูลผ่านสัญญาณดาวเทียมสื่อสารที่ใช้กับคลื่นวิทยุความถี่ย่านอื่น ๆ ที่สามารถรับส่งข้อมูลโดยผ่านทางวิทยุสื่อสารไปได้ไกลมากกว่าคลื่นวิทยุย่านความถี่สูง