

รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

ประจำปีงบประมาณ 2550

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานเครือข่ายไร้สาย Performance Enhancement on Wireless Networks

หัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัย: รศ. ดร. รัตติกกร วรากุลศิริพันธ์ุ

- รายชื่อผู้ร่วมวิจัย:
1. รศ. ดร. โชติพัทธ์ ภรณ์วลัย
 2. ผ.ศ. ดร. ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษ์รัตน
 3. ดร. นพดล มณีรัตน์
 4. อาจารย์ สุเมธ ประภาวัต
 5. นักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอก

ห้องปฏิบัติการวิจัย : เครือข่ายสื่อสาร (Communication Network Laboratory)

โครงการสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (ReCCIT)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรกฎาคม พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก โครงการสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ(Research Center for Communications and Information Technology: ReCCIT) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 วงเงินงบประมาณ 138,626 บาท (หนึ่งแสนสามหมื่นแปดพันหกร้อยยี่สิบหกบาทถ้วน)

โครงการวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือ ในด้านการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ จากบุคคลต่อไปนี้

1. Prof. Dr. Norio Shiratori (Tohoku University)
2. Prof. Yasushi Kato (Sendai National College of Technology)
3. Prof. Dr. Yoshikuni Onozato (Gunma University)
4. Prof. Dr. Kaoru Takahashi (Sendai National College of Technology)
5. Prof. Dr. Susumu Yoshida (Kyoto University)
6. Assist. Prof. Dr. Kanpong Woraratpanya (King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok)

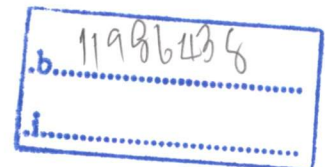
RCI

TK

5103.2

๗๔๙๕

สาขา.....
เลขทะเบียน..... 83854
วัน,เดือน,ปี..... 19 ก.ย. 2551



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปย่อ

ปัจจุบัน การสื่อสารในรูปของเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาในด้านต่างๆ ทั้งการปกครอง เศรษฐกิจ การศึกษาและสังคม ในยุคปัจจุบันนี้ นับเป็นยุคของการสื่อสารที่สามารถติดต่อถึงกันได้ทั่วทุกตำแหน่งของโลก หรือที่เรียกว่า ยุคของเครือข่ายสื่อสารที่ไร้พรมแดน (Borderless Communication Network) ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง ในสาขาต่างๆ ให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของศาสตร์ต่างๆ โดยเฉพาะสื่อ หรือ ตัวนำสัญญาณ ได้มีการพัฒนาไปสู่การสื่อสารระยะไกลแบบไร้สาย (Wireless Communication) โดยใช้รูปแบบของคลื่นสัญญาณ (Wave and Microwave) เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านช่องสัญญาณดาวเทียม (Satellite Communication) และเทคโนโลยีการสื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile Communication)

เป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการให้บริการของเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นที่ยอมรับกันว่าการสื่อสารที่จะมีบทบาทสำคัญยิ่งในยุคที่ 6 (Sixth Generation of Communication Networks) นั่นคือ การสื่อสารแบบไร้สาย ดังนั้นเครือข่ายสื่อสารไร้สายจึงเป็นเรื่องที่กำลังได้รับความสนใจของนักวิจัยจำนวนมาก

เครือข่ายสื่อสารไร้สายนั้น ได้รับการวิจัยพัฒนาจากสถานีส่งอยู่กับที่ (Static station) จนกระทั่งเป็นสถานีส่งเคลื่อนที่และเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งได้ (Mobile station) จึงได้มีการประยุกต์ใช้การสื่อสารเคลื่อนที่เข้ากับเทคโนโลยีเครือข่าย ที่ทำให้แต่ละสถานีสามารถติดต่อถึงกันได้โดยตรงเรียกว่า Mobile Ad-Hoc Wireless Networks เป็นต้น

โครงการวิจัยนี้ เน้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายสื่อสารในรูปแบบไร้สาย โดยคำนึงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การให้ความเชื่อมั่นของเส้นทางการส่งข้อมูล การสร้างเสถียรภาพให้กับระบบ เป็นต้น

การศึกษาวิจัยจะเน้นทางด้านทฤษฎี และการจำลองรูปแบบ ด้วยการวิเคราะห์ในเชิงคณิตศาสตร์ และแสดงผลของประสิทธิภาพในรูปของตัวเลข กราฟ และตารางเปรียบเทียบ ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของวิธีการที่นำเสนอ ได้อย่างชัดเจน ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ที่นำมาผลการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้กับระบบการสื่อสารที่มีอยู่ในปัจจุบัน และที่จะมีขึ้นในอนาคต

โครงการวิจัยนี้ ได้ดำเนินไปตามขั้นตอนที่วางไว้ มีผลงานในรูปบทความวิจัยที่นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนี้ได้มีการพัฒนา งานวิจัยต้นแบบ 2 เรื่องซึ่งเป็นผลจากงานที่ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการนานาชาติ ได้แก่

1. การประมวลผลภาพวิดีโอ 3 มิติ แบบ Active และ Passive เพื่อการส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้โดยไม่แจ้งชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานต้นทาง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3 Dimensional Video Image Processing based on Active and Passive System for the Multimedia Data Transmission)

2. การพัฒนาระบบค้นหาเส้นทางที่ประกันคุณภาพการให้บริการสำหรับเครือข่ายไร้สาย

(The Development of Quality of Service Guaranteed Routing Mechanism for Wireless Networks)

โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของสองโครงการนี้ในลำดับต่อไป ในบทที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ จะทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายสื่อสารในรูปแบบต่างๆ ทั้งแบบมีสาย และ ไร้สาย (แต่จะให้ความสำคัญในระบบสื่อสารไร้สายเป็นพิเศษ) โดยคำนึงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การให้ความเชื่อมั่นของเส้นทาง การส่งข้อมูล การสร้างเสถียรภาพให้กับระบบ เป็นต้น

การศึกษาวิจัยจะเน้นทางด้านทฤษฎี และการจำลองรูปแบบ ด้วยการวิเคราะห์ในเชิงคณิตศาสตร์ และแสดงผลของประสิทธิภาพในรูปของตัวเลข กราฟ และตารางเปรียบเทียบ ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของวิธีการที่นำเสนอได้อย่างชัดเจน ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ที่จำนำผลการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้กับระบบการสื่อสารที่มีอยู่ในปัจจุบัน และที่จะมีขึ้นในอนาคต

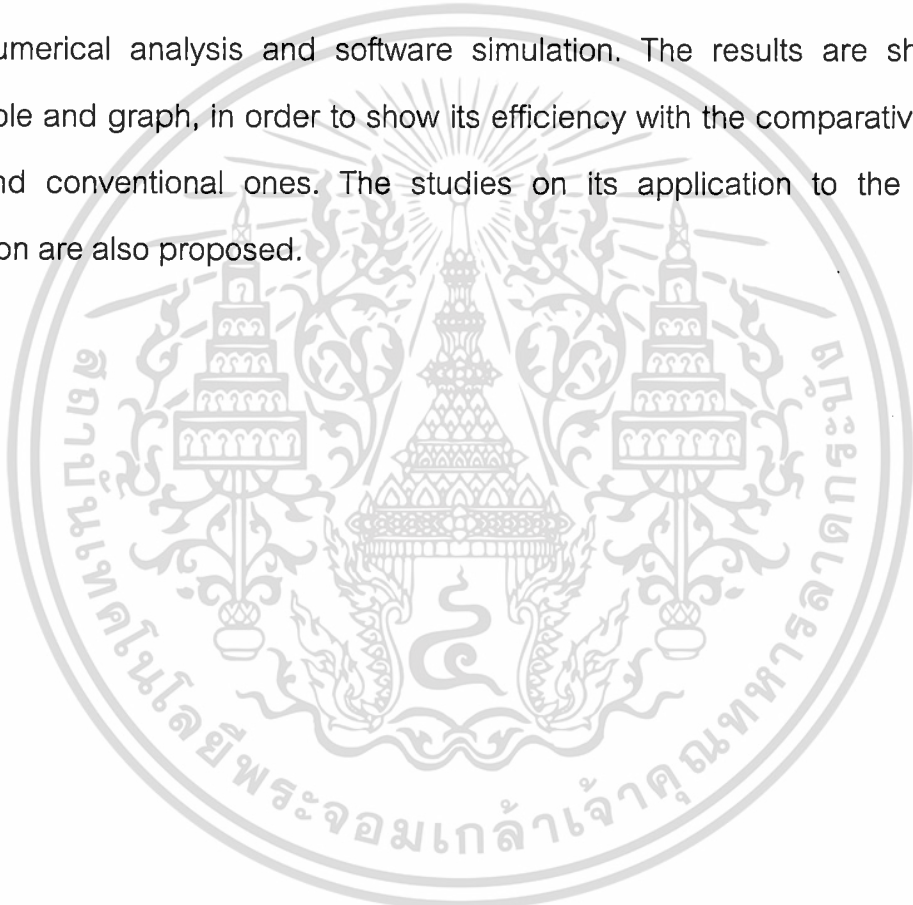


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The objective of this project is to study the mechanism to enhance the performance of wire and wireless networks (with emphasis especially on wireless networks). The performance study is based on the quality of service (QoS), reliability of transmission, security of information, stability of transmission system, and so on.

The research is performed in theoretical with communication networks' modeling, numerical analysis and software simulation. The results are shown in numerical table and graph, in order to show its efficiency with the comparative to the traditional and conventional ones. The studies on its application to the current communication are also proposed.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	1
บทสรุปย่อ.....	2
บทคัดย่อ.....	4
บทที่ 1 บทนำ.....	7
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา	7
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	7
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.4 ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด	7
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	7
1.6 ขอบเขตของโครงการวิจัย	7
1.7 ระยะเวลาทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง และหรือเก็บข้อมูล.....	7
1.8 อุปกรณ์ที่จำเป็นของโครงการวิจัย	8
บทที่ 2 ผลการวิจัย	8
2.1 ผลการวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่	8
2.2 โครงการวิจัยที่พัฒนา	9
2.2.1 การประมวลผลภาพวิดีโอ 3 มิติ แบบ Active และ Passive เพื่อการส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดีย	9
2.2.1.1 ความเป็นมาของโครงการงาน	9
2.2.1.2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการงาน	10
2.2.1.3 ผลการทดลอง	11
2.2.2 การพัฒนาระบบค้นหาเส้นทางที่ประกันคุณภาพการให้บริการสำหรับเครือข่ายไร้สาย	15
2.2.2.1 ความเป็นมาของโครงการงาน	15
2.2.2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการงาน	15
2.2.2.3 การจำลอง และผลการจำลองการทำงานของระบบ	18
บทที่ 3 ข้อวิจารณ์	20
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบัน เครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญในการสื่อสารข้อมูลข่าวสาร ทั้งในวงการธุรกิจ การค้า การศึกษาวิจัย หน่วยงานราชการต่างๆ ทำให้ความต้องการของผู้ใช้เพิ่มทวีมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อการพัฒนาให้ระบบการสื่อสารของเครือข่ายมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้บริการได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการให้บริการของเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

การศึกษานี้จะเน้นทางด้านทฤษฎี และการจำลองรูปแบบ โดยทำการวิเคราะห์ในเชิงคณิตศาสตร์ และแสดงผลของประสิทธิภาพในรูปของตัวเลข กราฟ และตารางเปรียบเทียบ ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของวิธีการที่นำเสนอได้อย่างชัดเจน ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ที่จะนำผลการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับระบบการสื่อสารที่มีอยู่ในปัจจุบัน และที่จะมีขึ้นในอนาคต

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การนำไปประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

1.4 ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด

เป็นการศึกษาวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เช่น สถิติวิเคราะห์และความน่าจะเป็น ระบบการเข้าคิว การเข้ารหัสเลขฐานสอง เป็นต้น โดยจะทำการวิเคราะห์หาสูตรสมการที่สามารถพิสูจน์แนวความคิดและวิธีการ ในรูปแบบของการคำนวณในเชิงตัวเลข เปรียบเทียบการใช้แบบจำลอง และประมวลผลด้วยการทำซิมูเลชัน (Simulation)

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

- 12.1 ศึกษาถึงปัญหาของระบบสื่อสารที่ต้องมีการแก้ไขปรับปรุง
- 12.2 นำเสนอวิธีการ หรือขบวนการแก้ไขปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการที่ดีขึ้น
- 12.3 พิสูจน์แนวความคิดของข้อเสนอ โดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลอง
- 12.4 เผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับสังคม เช่นเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ

1.6 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เป็นการวิจัยบนพื้นฐานทางทฤษฎีที่คำนึงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

1.7 ระยะเวลาทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง และหรือเก็บข้อมูล

- ระยะเวลาในการทำวิจัย : 12 เดือน
- สถานที่ทำการทดลอง : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาดังกล่าวอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. การศึกษาวิเคราะห์ทางทฤษฎี	←											→
2. การคำนวณทางคณิตศาสตร์	←	→			←	→			←	→		
3. การทดสอบทางการจำลองรูปแบบ			←	→			←	→			←	→
4. การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ และวารสาร		←	→					←	→			→

1.8 อุปกรณ์ที่จำเป็นของโครงการวิจัย

เครื่องคอมพิวเตอร์ความเร็วสูง และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2. ผลการวิจัย

2.1 ผลการวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

การวิจัยได้ประสบความสำเร็จในเรื่องต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และได้นำเสนอในที่ประชุมระดับชาติและนานาชาติ และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ประจำปีงบประมาณ 2550 (ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2549 ถึง 30 กันยายน 2550) จำนวน 7 เรื่อง ดังนี้

- 1) C. Pornavalai, N. Srifa, R. Varakulsiripunth "Designing of Policy-based Negotiation Protocol on MANET", International Symposium on Communications and Information Technologies 2006 (ISCIT2006), Bangkok, 18-20 October 2006 (no page assigned, because the proceeding is CD-ROM).
- 2) W. Mustika, S. Thipchaksurat, R. Varakulsiripunth, "An On-Demand QoS Routing with Multiple Metrics for Multimedia Service in Mobile Ad Hoc Networks", The 4th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE2007), May 2-4, 2007 at Khon Kaen, Thailand, pp.180-184.
- 3) ประภาส ผ่องสนาม, ศักดิ์ชัย ทิพย์จักรนุรัตน์, รัตติกร วรากุลศิริพันธ์ "การเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย IEEE 802.11e ด้วยเทคนิคการปรับค่า Contention Window แบบพลวัต: Performance Improvement of IEEE 802.11e Networks using Dynamic Sliding Contention Window Technique", The 4th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE2007), May 2-4, 2007 at Khon Kaen, Thailand, pp.497-502.
- 4) ธนสันต์ สนธิศิริ, ศักดิ์ชัย ทิพย์จักรนุรัตน์, รัตติกร วรากุลศิริพันธ์ "การปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตสำหรับเครือข่ายเซลลูล่าแบบมัลติเดี่ยว: Performance

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานในวงจำกัดเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Improvement of Measurement-based Dynamic Guard Channel for One-dimensional Cellular”, The 4th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE2007), May 2-4, 2007 at Khon Kaen, Thailand, pp.509-514.

- 5) T.Chontong, N. Maneerat, R. Varakulsiripunth, “Suitability of Cyclic-Prefix Modification for Signal Transmission in OFDM”, The 2007 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunication and Information Technology International Conference (ECTI-CON 2007), 9-12 May 2007 at Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, pp.659-662.
- 6) W. Mustika, S. Thipchaksurat, R. Varakulsiripunth, H. Ishii, “A QoS-Based Dynamic Source Routing for Multimedia Service in Mobile Ad Hoc Networks”, The 2007 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunication and Information Technology International Conference (ECTI-CON 2007), 9-12 May 2007 at Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, pp.805-808.
- 7) S. Saiyod, S. Thipchaksurat, R. Varakulsiripunth, “Signal Transmission Using Harmonic Transform Based on OFDM”, The 2007 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunication and Information Technology International Conference (ECTI-CON 2007), 9-12 May 2007 at Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, pp.911-914.

2.2 โครงการวิจัยที่พัฒนา

ในบทนี้ จะขอแนะนำโครงการวิจัยที่ได้พัฒนา และนำเสนอในงานนิทรรศการพระจอมเกล้า เมื่อเดือน พฤศจิกายน 2549 จำนวน 2 โครงการ ดังต่อไปนี้

2.2.1 การประมวลผลภาพวิดีโอ 3 มิติ แบบ Active และ Passive เพื่อการส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดีย

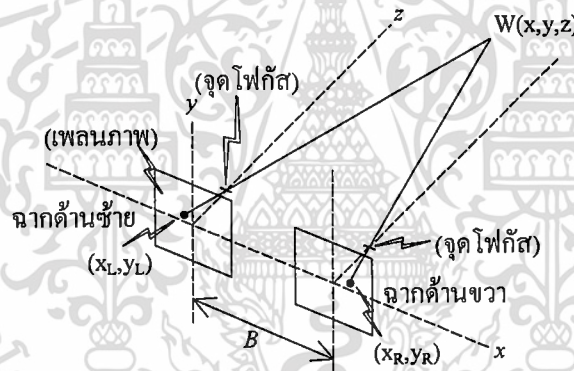
2.2.1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ภาพสามมิติโดยทั่วไปนั้นประกอบด้วยข้อมูลของภาพมุมมองซ้ายและภาพมุมมองขวา ดังนั้นในการแสดงภาพวิดีโอสามมิติที่ฝ่ายรับได้นั้นจะต้องมีข้อมูลที่ส่งผ่านมาเป็นคู่ของภาพซ้าย และภาพขวาพร้อมกัน ทำให้ข้อมูลภาพสามมิตินั้นมีขนาดเป็นสองเท่าของภาพสองมิติ จึงต้องทำการบีบอัดเพื่อการส่งที่รวดเร็วและประหยัดทรัพยากร วิธีการเข้ารหัสที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ในอดีตนั้นพบว่าการบีบอัดภาพซ้าย และภาพขวาแยกจากกันนั้นจะได้อัตราการบีบอัดต่ำกว่าการบีบอัดโดยใช้ประโยชน์จากความซ้ำซ้อนกันระหว่างทั้งสองภาพ ดังนั้นในบทความนี้ เราได้ศึกษาเทคนิคการบีบอัดภาพสามมิติบนการแปลงเวฟเล็ตหลายความคมชัด และใช้การผันแปรขนาดบล็อกความต่างสำหรับการประมาณค่าและการชดเชยค่า ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ขนาดของบล็อกความต่างในคู่ของภาพสามมิติจะสเกลขึ้นกับรูปแบบสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตแบบหลาย-ไมวาร์ณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเทคนิคแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเอียด และขั้นตอนสุดท้าย ภาพซ้ายที่เป็นภาพอ้างอิงและภาพขวาที่ทำการชดเชยแล้วจะเข้ารหัสด้วย SPIHT ซึ่งวิธีการที่ได้กล่าวมาได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีทั้งในด้านการวัด PSNR และด้านคุณภาพของภาพที่มองเห็นของภาพสามมิติ

2.2.1.2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ

ภาพสามมิติประกอบด้วยภาพ 2 ภาพที่ถ่ายและบันทึกโดยกล้อง 2 ตัว เทียบได้กับการมองเห็นด้วยตาข้างซ้ายและตาข้างขวาของมนุษย์ ภาพหนึ่งจึงเป็นภาพมุมมองซ้ายและอีกภาพหนึ่งเป็นภาพมุมมองขวาซึ่งจากนี้ไปจะเรียกว่าภาพซ้ายและภาพขวาตามลำดับ รูปแบบการตั้งกล้องเพื่อบันทึกภาพสามมิติแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งเทคนิคการบีบอัดภาพมาตรฐานในปัจจุบันซึ่งใช้เข้ารหัสภาพแยกกันทีละภาพนั้นสามารถช่วยลดพื้นที่เก็บข้อมูลลงได้ แต่เนื่องจากลักษณะสำคัญของภาพสามมิติที่มาจากเหตุการณ์เดียวกันที่มีมุมมองต่างกันเล็กน้อย การเข้ารหัสภาพสามมิติแยกจากกันจึงยังคงเป็นความเสี่ยง ดังนั้นพื้นที่เก็บข้อมูลของภาพทั้งคู่ นั้นสามารถลดลงได้มากขึ้น ด้วยการเพิ่มเทคนิคการประมาณค่าความต่างเข้าไปในวิธีการเข้ารหัส



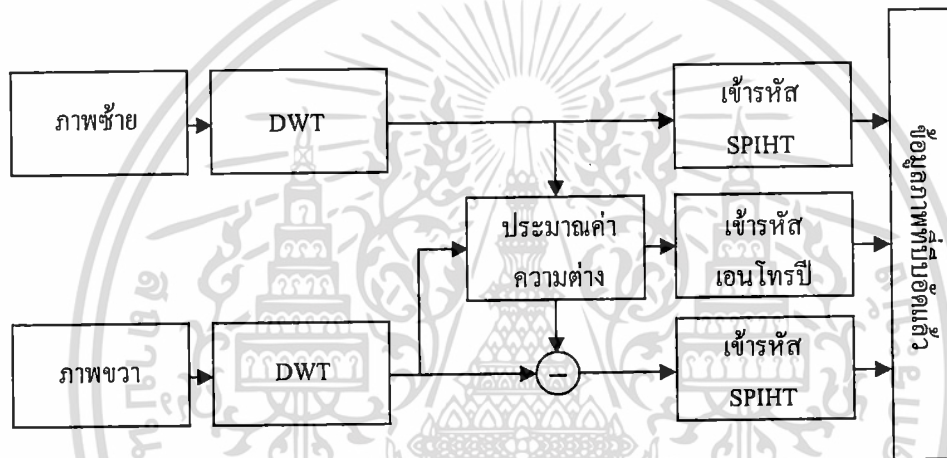
รูปที่ 1 รูปแบบการตั้งกล้องเพื่อบันทึกภาพสามมิติ

ในโครงการนี้ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการประมาณค่าความต่าง (disparity estimation) ที่ใช้เทคนิคการจับคู่บล็อก (block-matching) บนโดเมนเวลา-ความถี่ที่ได้มาจากการแปลงเวฟเล็ทหลายความคมชัดในการบีบอัดภาพสามมิติ

การประมาณค่าความต่างของภาพสามมิตินั้น ประยุกต์ใช้มาจากการประมาณค่าการเคลื่อนที่ (motion estimation) ของภาพวิดีโอสองมิติ ที่ใช้ลักษณะสำคัญของเฟรมที่อยู่ติดกันของภาพวิดีโอสองมิติที่จะมีพื้นหลังส่วนใหญ่เหมือนกัน และจะต่างกันเฉพาะส่วนของภาพที่มีการเคลื่อนไหว เทคนิคการประมาณค่าการเคลื่อนที่ของภาพวิดีโอสองมิติแบ่งได้เป็น 2 วิธี วิธีการแรกคือการประมาณค่าการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยการใช้เฟรมที่อยู่ก่อนในลำดับเหตุการณ์มาใช้ในการประมาณค่าเฟรมลำดับถัดมา วิธีที่สองคือเทคนิคสมมาตรที่ใช้เฟรมใดเฟรมหนึ่งเป็นตัวแทนในการประมาณค่าการเคลื่อนที่ในทั้งชุดลำดับเฟรม เทคนิคทั้งสองวิธีนี้สามารถใช้แยกกันหรือใช้ร่วมกันได้ อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตามส่วนที่แตกต่างกันของภาพสามมิติจะไม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนกับในภาพสองมิติ ที่เมื่อนำภาพซ้ายและภาพขวามาเปรียบเทียบกันแล้ว จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยทั้งภาพ ดังนั้นเทคนิคการบีบอัดสำหรับภาพสามมิติจึงควรจะมีแตกต่างกับเทคนิคการบีบอัดภาพสองมิติด้วยเล็กน้อย

รูปที่ 2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของกระบวนการประมาณค่าความต่างบนเวฟเล็ตที่ใช้ศึกษาในโครงการนี้ ขั้นตอนแรกจะทำการแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องทั้งภาพซ้ายและภาพขวา สัมประสิทธิ์เวฟเล็ตที่ได้จะเข้าสู่วิธีการประมาณค่าความต่าง ในส่วนนี้ เราจะทำการหาค่าความต่างระหว่างสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตภาพขวา และสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตของภาพขวาที่สร้างขึ้นมาจากสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตภาพซ้าย หลังจากนั้นข้อมูลหาค่าความต่างและสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตภาพซ้ายจะเข้ารหัสด้วยวิธีการ SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees coding) และเวกเตอร์ความต่างนั้นจะเข้ารหัสด้วยวิธีเอ็นโทรปี



รูปที่ 2 กระบวนการประมาณค่าความต่างบนเวฟเล็ต

2.2.1.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 และ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองด้านเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในเฉพาะกระบวนการประมาณค่าความต่างสำหรับเวฟเล็ตหลายความคมชัด สำหรับบล็อกจับคู่เปรียบเทียบขนาดคงที่ 8x8 พิกเซล บล็อกจับคู่เปรียบเทียบแปรผันขนาดรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และบล็อกจับคู่เปรียบเทียบแปรผันขนาดรูปแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่อัตราการบีบอัด 1.5 บิตต่อพิกเซล

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ประมวลผลเฉพาะในกระบวนการประมาณค่าความต่างวิธีต่างๆ ที่อัตราการบีบอัด 1.5 บิตต่อพิกเซลกับภาพทดสอบขนาด 128x128 พิกเซล

ภาพทดสอบ (128x128พิกเซล)	เวลาที่ใช้ประมวลผลในกระบวนการประมาณค่าความต่าง (วินาที)		
	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ ขนาดคงที่ 8x8 พิกเซล	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
Room	0.3750	0.3820	0.1410

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัดค้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pentagon	0.3750	0.3820	0.1400
Aqua	0.3590	0.3130	0.1560
Outdoor	0.3590	0.3120	0.1560

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ประมวลผลเฉพาะในกระบวนการประมาณค่าความต่างวิธีต่างๆ ที่อัตราการบีบอัด 1.5 บิตต่อพิกเซลกับภาพทดสอบขนาด 256x256 พิกเซล

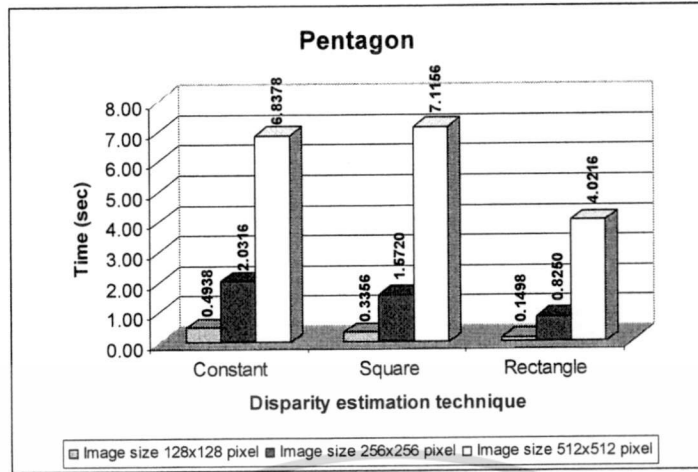
ภาพทดสอบ (256x256พิกเซล)	เวลาที่ใช้ประมวลผลในกระบวนการประมาณค่าความต่าง (วินาที)		
	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ ขนาดคงที่ 8x8 พิกเซล	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	บล็อกจับคู่เปรียบเทียบ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
Room	1.6250	1.5620	0.8430
Pentagon	1.6100	1.5630	0.7970
Aqua	1.6250	1.5790	0.8440
Outdoor	1.6090	1.5780	0.8280

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่า PSNR ที่ได้จากภาพสามมิติ “Room”, “Pentagon”, “Aqua” และ “Outdoor” ขนาด 128x128 พิกเซลและ 256x256 พิกเซลที่บีบอัดด้วยวิธีการประมาณค่าความต่างบนสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตหลายความคมชัด โดยใช้บล็อกจับคู่เปรียบเทียบขนาดคงที่ 8x8 พิกเซล บล็อกจับคู่เปรียบเทียบแปรผันขนาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และบล็อกจับคู่เปรียบเทียบแปรผันขนาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่อัตราการบีบอัด 1.1 บิตต่อพิกเซล

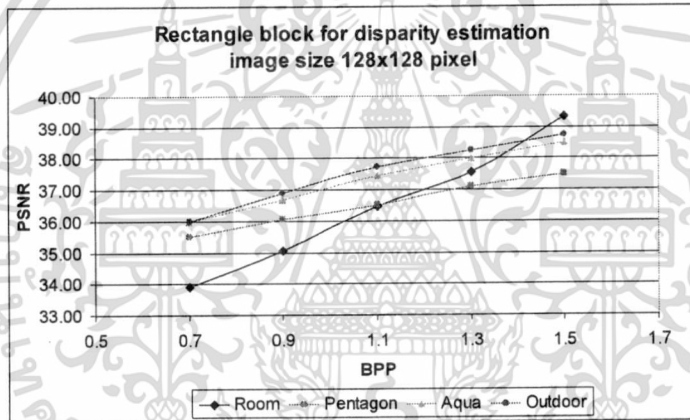
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่า PSNR ของภาพทดสอบที่ใช้บล็อกจับคู่เปรียบเทียบในเทคนิคการประมาณค่าความต่างแบบต่างๆ ที่อัตราการบีบอัด 1.1 บิตต่อพิกเซล

	Room (พิกเซล)		Pentagon (พิกเซล)		Aqua (พิกเซล)		Outdoor (พิกเซล)	
	128x128	256x256	128x128	256x256	128x128	256x256	128x128	256x256
บล็อกคงที่ 8x8 (p=4)	36.4702	40.0066	36.5348	38.5390	37.4643	38.6630	37.7228	37.7132
บล็อกสี่เหลี่ยม จัตุรัส	36.4702	40.0071	36.5348	38.5390	37.4643	38.6630	37.7228	37.7132
บล็อก สี่เหลี่ยมผืนผ้า	36.4702	40.0066	36.5348	38.5390	37.4643	38.6632	37.7228	37.7132

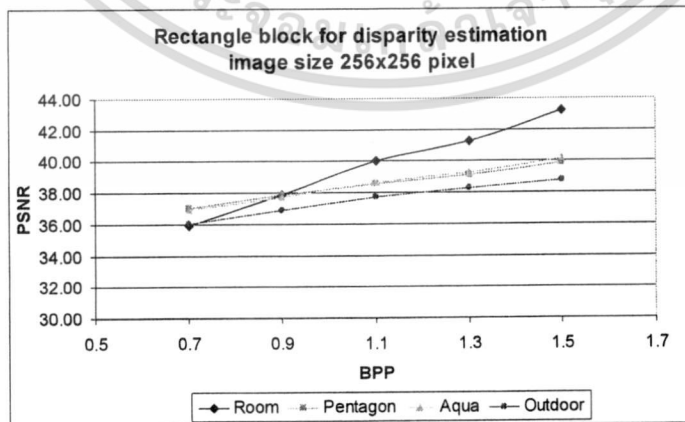
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมาณค่าความต่าง เมื่อใช้บล็อกจับคู่เปรียบเทียบแบบต่างๆ กับภาพ "Pentagon" ขนาดต่างๆ

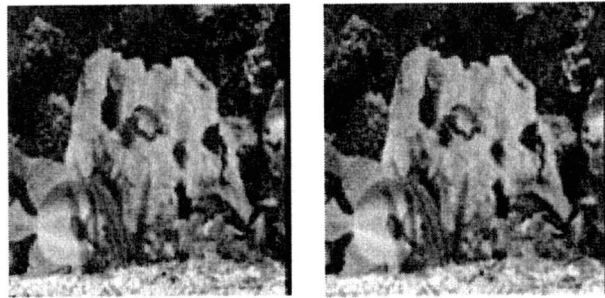


รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่า PSNR ในการใช้บล็อกจับคู่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กับภาพทดสอบขนาด 128x128 พิกเซล



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่า PSNR ในการใช้บล็อกจับคู่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กับภาพทดสอบขนาด 256x256 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

(b)



(c)

(d)

รูปที่ 4 ภาพทดสอบ “Aqua” ขนาด 128x128 พิกเซลที่อัตราการบีบอัด 0.9 บิตต่อพิกเซลด้วยวิธีการประมาณ

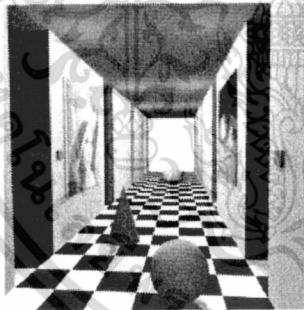
ค่าความต่างโดยใช้บล็อกเปรียบเทียบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

(a) ภาพซ้ายต้นแบบ

(b) ภาพซ้ายที่สร้างกลับ

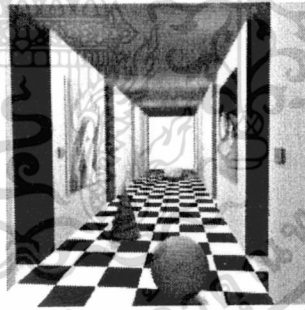
(c) ภาพขวาต้นแบบ

(d) ภาพขวาที่สร้างกลับ



(a)

(b)



(c)

(d)

รูปที่ 5 ภาพทดสอบ “Room” ขนาด 256x256 พิกเซลที่อัตราการบีบอัด 0.9 บิตต่อพิกเซลด้วยวิธีการประมาณ

ค่าความต่างโดยใช้บล็อกเปรียบเทียบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

(a) ภาพซ้ายต้นแบบ

(b) ภาพซ้ายที่สร้างกลับ

(c) ภาพขวาต้นแบบ

(d) ภาพขวาที่สร้างกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำหรือดัดแปลง และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

รูปที่ 6 ภาพทดสอบ “Room” ขนาด 128x128 พิกเซลที่บีบอัดด้วยวิธีการประมาณค่าความต่าง โดยใช้บล็อกเปรียบเทียบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่อัตราการบีบอัด

(a) 0.7 bpp (b) 0.9 bpp (c) 1.1 bpp (d) 1.3 bpp (e) 1.5 bpp (f) ภาพขาต้นแบบ

จากผลการทดลองจะเห็นว่า การประมาณค่าความต่างในสัมประสิทธิ์เวฟเกิดหลายความคมชัดจะให้ผลการทดลองของภาพที่สร้างกลับที่มองเห็นของภาพสังเคราะห์ (ภาพ “Room”) มีคุณภาพดีกว่าในภาพจริง (ภาพ “Pentagon”, “Aqua”, “Outdoor”) เนื่องจากภาพสังเคราะห์มีความแตกต่างกันของข้อมูลมาก แต่ภาพจริงมีความกลมกลืนกันของภาพมากกว่า และวิธีการนี้จะใช้ได้ผลดีกับภาพที่มีบริเวณความเข้มของสีมาก หรือมีความแตกต่างกันของภาพมาก และให้ผลที่ด้อยลงในส่วนบริเวณภาพที่มีรายละเอียดสูง และการใช้บล็อกจับคู่เปรียบเทียบขนาดใหญ่จะใช้เวลาประมวลผลน้อย การใช้บล็อกจับคู่เปรียบเทียบขนาดเล็กจะใช้เวลาประมวลผลมาก ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสม

2.2.2 การพัฒนาระบบค้นหาเส้นทางที่ประกันคุณภาพการให้บริการสำหรับเครือข่ายไร้สาย

2.2.2.1 ความเป็นมาของโครงการ

โครงการวิจัยนี้ได้คิดค้นพัฒนาขบวนการ หรือ แอลกอริทึม ที่กำหนดวิธีการค้นหาเส้นทางในการนำส่งข้อมูล และรูปแบบข้อมูล ที่ตอบสนองข้อแม้ตามความต้องการของผู้ใช้ และให้ความถูกต้อง รวดเร็ว

โครงการนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะพัฒนาระบบการค้นหาเส้นทางที่รับประกันคุณภาพการให้บริการต่อผู้ใช้ ภายในเครือข่ายไร้สายเคลื่อนที่แบบ แอดฮอค (QoS-Based Routing Protocol in Mobile Ad-Hoc Networks)

ส่วนที่สอง จะเป็นการพัฒนาระบบควบคุมการส่งผ่านข้อมูลที่ยึดความยุติธรรมระหว่างผู้ใช้ ภายในเครือข่ายไร้สายเคลื่อนที่แบบ แอดฮอค (Designing of Policy-based Negotiation Protocol on Mobile Ad-Hoc Networks)

2.2.2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ

There are many researches described about QoS routing protocols. One of them is the Core-Extraction Distributed Ad Hoc Routing (CEDAR). CEDAR is designed to select routes with sufficient bandwidth resources. The other protocol also works to make a routing decision on accepting an arriving

request with a specific bandwidth requirement. While Signal Stability-Based Adaptive Routing (SSA) tries to discover stronger routes based on signal strength and location stability of the nodes. However, the QoS routing protocols described above focus on a single QoS constraint which is not usually suitable to the highly unpredictable and dynamic ad hoc environment.

In this research project, we propose a routing scheme called QoS-Based Dynamic Source Routing (QDSR). In our proposed scheme, the data service is separated into two groups. The first group is the non-real-time data service which bandwidth is not so sensitive and allows the delay during transmission. Examples of this service are file transfer, web documents and other traditional datagram applications. The second group is the real-time data service which bandwidth and delay are very sensitive such as on-demand multimedia stream, video and audio conference, etc. These kinds of traffic need QoS guarantee on the route. Our research constitutes an extension of DSR routing protocol, in which QoS features are embedded in the routes selection procedures.

QDSR relies on three procedures: route discovery, route reservation and route maintenance. On the route discovery procedure, QDSR adds a QoS header to an ordinary route request (RREQ) packet and has the following fields: $\langle packet_type, source_addr, dest_addr, sequence\#, route_list, link_info (delay, bandwidth, signal), slot_array_list, qos_enabled, bw_slot_req, qos_function, TTL, data \rangle$. The following QoS metrics are incorporated in our proposed scheme to provide the network layer with QoS requirements that are used during route discovery to select the appropriate route:

- **Delay:** The end-to-end delay from a source to a destination that the application can tolerate.
- **Bandwidth:** The lowest bandwidth that application can tolerate on the route.
- **Signal Strength:** More stable route through dynamic network topology that has probability of surviving longer.

In our proposed scheme, we modify the route discovery algorithm in the source, intermediate and destination node as we can see in Figs. 1 ~ 3. We also propose the heuristic QoS function that combining the multiple QoS metrics such as link delay, available bandwidth and received signal strength. The QoS function of path P is given by a heuristic formula (1):

$$f(P) = (d - D(P))^\alpha + BW(P)^\beta + (S(P) / Rt)^\gamma \quad (1)$$

where $D(P)$ is the delay at given path, d is the maximum end-to-end delay that application can tolerate on the route, $BW(P)$ is the available path bandwidth, $S(P)$ is the minimum signal strength along the path, and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_t is the received signal threshold. α , β and χ are fixed parameters used to show relative importance about delay, bandwidth and signal strength in QoS routing based on application requirement.

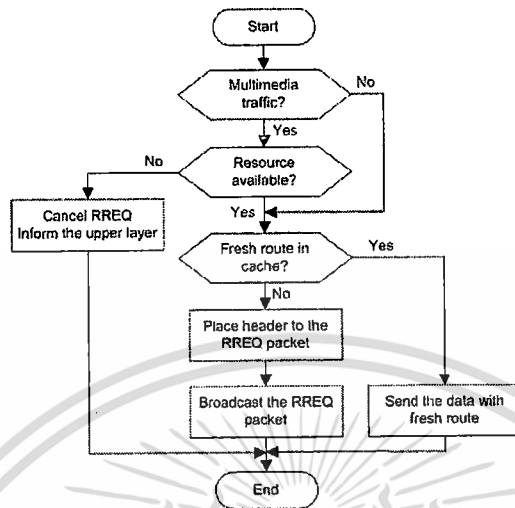


Figure 1. Source node algorithm

On receiving the RREQ packet, the destination node invoke the route reservation procedure to reserve resources using a TDMA-based bandwidth reservation model. As a RREQ packet travels from the source to the destination, it automatically sets up the reverse path from the destination back to the source.

From the RREQ packet, we can obtain the state of data slots in according to the information recorded within the RREQ packet. The destination node can set up a QoS route and reserves resources (slots) hop-by-hop backward to the source node. If the reservation operation fails or the resources are not available, a route error (RRER) packet is sent.

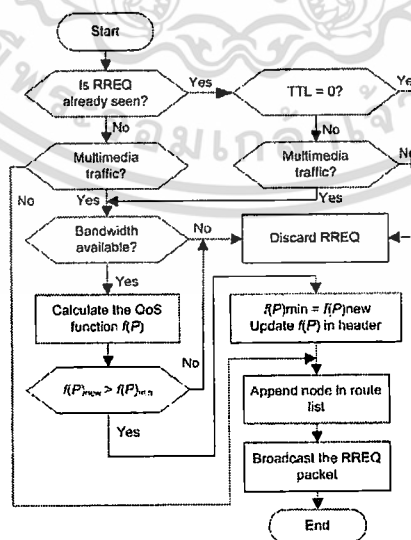


Figure 2. Intermediate node algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Route maintenance is invoked if the destination node does not receive the data packets in reserved time slot or the link is broken. The breakpoint will use its dedicated control time slot to broadcast a route error (RERR) packet with finite TTL. Any node in the QoS route will forward the RERR packet to the source node. On receiving the RERR packet, the source node can re-establish a new RREQ with QoS enabled.

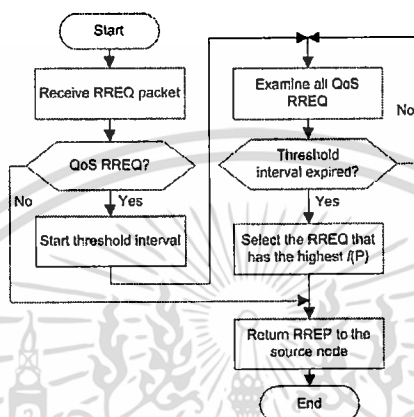


Figure 3. Route decision algorithm on the destination node

2.2.2.3 การจำลอง และผลการจำลองการทำงานของระบบ

We simulate and analyze the performance of QDSR by using Network Simulator (NS-2) and comparing with the original DSR. The simulations were operated on an ad hoc network model composed of 8 nodes, whose initial position are chosen from a uniform distribution over a rectangular area 800 x 800m flat space. The nodes' moving speeds are uniformly chosen from 0 to 10 m/s and random waypoint is used as the mobility model. The detail of simulation parameters and constant values for $f(P)$ in Eq. (1) are shown in Table I and II, respectively.

Table I. Simulation Model Table II. Constant Values

Parameter	Value
Simulation area	800 x 800m
Number of nodes	8 nodes
Mobility	0 ~ 10 m/s
Node movement	Random waypoint
Transmission range	250 m
Source / Packet size	CBR / 512 bytes
Sending rate	20 packets/sec

Constant	Value
α	0.3
β	0.3
γ	0.4
Max delay (d)	1 sec
Rt	3.65×10^{-10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The results of simulation are shown in Fig. 4 and Fig 5, respectively. In Fig. 4, we notice that QDSR improves the average throughput in comparison to DSR. When the mobility is increased, the performance of the network will be significantly degraded. Adding more QoS criteria in the selection of intermediate nodes along the path leads to a more reliable data transmission which improves the throughput.

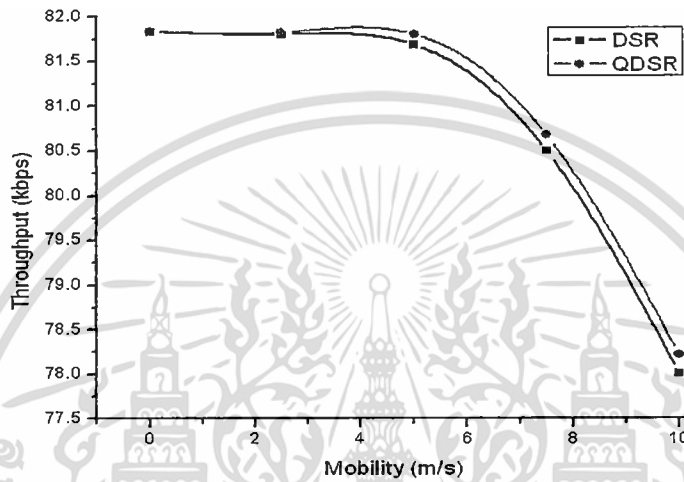


Figure 4. Average throughput versus mobility

In Fig. 5, we show the packet loss rate versus mobility. It also shows that the packet loss rate is proportional to the node's mobility. When the network becomes congested or the route is broken frequently due the mobility, many packets will be discarded or lost. The lower packet loss rate implies the more stable route. Since our proposed scheme involves the multiple QoS constraints and selects the most feasible and stable route, the probability of broken route can be decreased and that leads the lower packet loss rate than those on DSR.

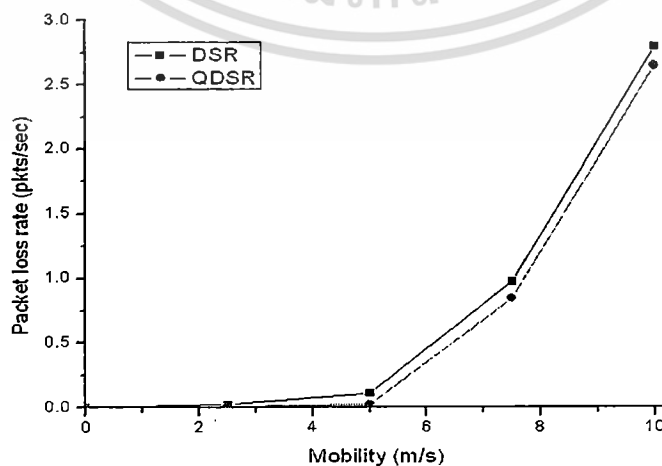


Figure 5. Packet loss rate versus mobility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อวิจารณ์

การดำเนินการวิจัยในรอบปีงบประมาณ 2550 นี้ นับได้ว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งในด้านผลงานวิจัย ผลงานที่น่าออกเผยแพร่ต่อที่ประชุมวิชาการนานาชาติ แลกการนำผลงานเสนอในงานนิทรรศการพระจอมเกล้า เมื่อ พฤศจิกายน 2549 โดยไม่มีปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการวิจัยแต่อย่างใด

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยของโครงการเป็นเชิงทฤษฎี มีการจำลองขั้นตอนเสมือนจริง เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบ ผลของการวิจัย หรือต้นแบบที่น่าเสนอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ตามความเหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้