หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเลือกเส้นทางบนพื้นฐานของอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในระบบความร่วมมือเครือข่ายไร้สายเคลื่อนที่แบบสองฮอบ
ชื่อผู้เขียน	พิเชฐพงษ์ ธินาเครือ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ปุณยวีร์ จามจรีกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การนำระบบความร่วมมือมาใช้ในการสื่อสารแบบไร้สายทำให้มีความหลากหลายเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้การสื่อสารแบบเสาอากาศเดี่ยวสามารถส่งสัญญาณในอัตราการส่งที่สูงได้ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการเลือกรีเลย์ในระบบความร่วมมือเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสองฮอบโดยเลือกเส้นทางจากค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ผลการจำลองระบบได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันกับวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าความจุช่องสัญญาณ (Channel Capacity) เมื่อดูจากอัตราความผิดพลาดบิตข้อมูล และเมื่อวิเคราะห์ในเชิงเวลาแล้วพบว่าวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) จะใช้การส่งข้อมูลที่เร็วกว่าวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าความจุช่องสัญญาณ (Channel Capacity) อยู่ประมาณ 1.7254 วินาที หรือเร็วกว่าโดยเฉลี่ย 33.23% และพิจารณาในเชิงอัตราการส่งข้อมูลพบว่าเร็วกว่าโดยเฉลี่ย 95.8 kbps หรือประมาณ 49.77% สำหรับสภาวะแวดล้อมเป็นชุมชนเมือง (Urban Area) ซึ่งมีค่า Alpha เท่ากับ 3 และพบว่าวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) ทำให้การส่งข้อมูลเร็วกว่าวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่าความจุช่องสัญญาณ (Channel Capacity) อยู่ประมาณ 1.7026 วินาที หรือเร็วกว่าโดยเฉลี่ย 31.63% และพิจารณาในเชิงอัตราการส่งข้อมูลพบว่าเร็วกว่าโดยเฉลี่ย 85.9 kbps หรือประมาณ 46.26% สำหรับสภาวะแวดล้อมที่ไม่ปรากฏเส้นสายตา (No LOS) ซึ่งมีค่า Alpha เท่ากับ 5

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษากรณีค่าความไม่สมบูรณ์ของช่องสัญญาณ (Imperfect CSI) โดยสังเกตผลประสิทธิภาพของระบบในรูปอัตราความผิดพลาดบิตข้อมูล (BER) เมื่อเปลี่ยนค่าตัวประกอบความไม่สมบูรณ์ (Imperfect Factor) เป็นค่าต่างๆ พบว่าหากเพิ่มความไม่สมบูรณ์ในช่องสัญญาณมากขึ้นเท่าไรจะยิ่งทำให้มีอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูลมากขึ้น

Thesis Title Path SNRs-Based Relaying in Dual-Hop Cooperative Mobile Network
Author Pichedpong Tinakrua
Thesis Advisor Assoc. Prof. Punyawi Jamjareekul
Department Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year 2012

ABSTRACT

Since cooperative systems provided spatial diversity in wireless communications, especially for mobile networks, which enable a single-antenna communication to achieve higher data rate. In this study, the method to select relaying hop in cooperative mobile network based on path signal-to-noise ratios (SNRs) is proposed. The simulation results have been shown from the simulation results the proposed method can perform close to the channel capacity-based path selection method in term of bit error rate. The analysis shown that the proposed method can sent data faster than the channel capacity-based path selection method about 1.7254 sec or 33.23%, so data transfer rate is faster about 95.8 kbps or about 49.77% when urban area environment, path loss exponent (alpha) of 3, is considered. In addition, the proposed method can sent data faster than the channel capacity-based path selection method about 1.7026 sec or 31.63%, so data transfer rate is faster about 85.9 kbps or about 49.77% when urban area environment, path loss exponent (alpha) of 5, is considered

Imperfection of the channel state information (Imperfect CSI) to the channel was also studied and bit error rate is compared. Finally, the more imperfect factor, the more bit error rate is happened.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเอาใจใส่และดูแลเป็นอย่างมากจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ปุณยวีร์ จามจรีกุล ซึ่งท่านคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ นอกจากนี้ กระผมใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์ ผู้อำนวยการหลักสูตรฯ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาทุกๆ คนเสมอมา

ขอขอบคุณ อ.ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ และ อ.ดร.พีรเดช ณ น่าน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ร่วมรุ่น และรุ่นพี่ ทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือกันมาตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนบุคคลในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการศึกษาจวบจนสำเร็จการศึกษา

พิเชฐพงษ์ ธินาเครือ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.. ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. ง

กิตติกรรมประกาศ... จ

สารบัญตาราง.. ซ

สารบัญรูป... ฌ

บทที่

1. บทนำ.. 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.. 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย... 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ... 4

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.. 4

1.6 เครื่องมือที่ใช้.. 5

1.7 แผนการดำเนินงาน... 6

2. แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง... 7

2.1 หลักการพื้นฐานของระบบสื่อสารไร้สาย.. 7

2.2 ความหลากหลายของช่องสัญญาณ (Diversity)... 8

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสื่อสารไร้สาย แบบหลายทางเข้า หลายทางออก….. 9

2.4 ความรู้พื้นฐานของระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ... 12

2.5 การเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลา.. 18

2.6 เทคนิคการรวมสัญญาณ.. 22

2.7 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองระบบ.. 26

3. ระเบียบวิธีวิจัย.. 30

3.1 การออกแบบของระบบที่นำเสนอ.. 30

3.2 ขั้นตอนการส่งสัญญาณระหว่างโหนดใด ๆ ในระบบเครือข่ายเคลื่อนที่…............ 31

3.3 หลักการพิจารณาเลือกเส้นทางด้วยค่า SNR.. 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3.4 การเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลาแบบบล็อก (Space-Time Block Coding: STBC)......... 35

3.5 การพิจารณาความไม่สมบูรณ์ของช่องสัญญาณ.. 38

3.6 ขั้นตอนวิธีการทำงานของโปรแกรมจำลองการเลือกเส้นทาง (Path Selection)...... 39

4. ผลการศึกษา.. 42

4.1 ข้อกำหนดและตัวแปรที่ใช้ในการจำลองระบบ.. 42

4.2 การวิเคราะห์ผลของระบบที่นำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเลือกเส้นทาง
โดยความจุของช่องสัญญาณ เมื่อค่า Alpha = 3 44

4.3 การวิเคราะห์ผลของระบบที่นำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเลือกเส้นทาง
โดยความจุของช่องสัญญาณ เมื่อค่า Alpha = 5 47

4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ เมื่อค่า Alpha = 3 และ Alpha = 5 …….. 50

4.5 การวิเคราะห์ผลของระบบที่นำเสนอเมื่อเกิดความไม่สมบูรณ์ของ
ช่องสัญญาณที่ค่าต่างๆ …………………………………………………………... 52

5. สรุปผลการศึกษา.. 57

5.1 สรุปผลการศึกษาตามขอบเขตงานวิจัย... 57

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนางานวิจัยในอนาคต.. 58

5.3 องค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำวิจัย... 59

บรรณานุกรม... 60

ประวัติผู้เขียน.. 64

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน... 6
4.1 พารามิเตอร์เริ่มต้นที่ใช้ในการทดสอบระบบ.. 43
4.2 ระยะห่างระหว่าง Relay ที่ตั้งค่าและค่า SNR ที่ได้จากการจำลองระบบ.................. 44
4.3 เวลาเฉลี่ยในการส่งบิตข้อมูลจำนวนหนึ่งล้านบิตในแต่ละวิธีที่ได้จาก
การจำลองระบบ……………….. 44
4.4 วิเคราะห์ผลการจำลองระบบในการเลือกเส้นทางแต่ละวิธี...................................... 45
4.5 ระยะห่างระหว่าง Relay ที่ตั้งค่าและค่า SNR ที่ได้จากการจำลองระบบ.................. 47
4.6 เวลาเฉลี่ยในการส่งบิตข้อมูลจำนวนหนึ่งล้านบิตในแต่ละวิธีที่ได้จาก
การจำลองระบบ……………….. 47
4.7 วิเคราะห์ผลการจำลองระบบในการเลือกเส้นทางแต่ละวิธี...................................... 48
4.8 เปรียบเทียบค่า SNR ที่ได้จากการจำลองระบบที่ระดับ BER = 10^{-3}......................... 50
4.9 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองระบบที่ได้รับผลจากความไม่สมบูรณ์ของ
ช่องสัญญาณเมื่อค่า Alpha = 3.. 52
4.10 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองระบบที่ได้รับผลจากความไม่สมบูรณ์ของ
ช่องสัญญาณเมื่อค่า Alpha = 5.. 54
4.11 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองระบบที่ได้รับผลจากความไม่สมบูรณ์ของ
ช่องสัญญาณเมื่อค่า Alpha = 3 และ Alpha = 5... 56

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณไร้สาย.. 7
2.2 การรับส่งข้อมูลแบบสายอากาศเดียว และหลายสายอากาศ..................................... 10
2.3 แบบจำลองการมัลติเพล็กซ์เชิงปริภูมิ... 12
2.4 ระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ.. 13
2.5 การเข้าถึงช่องสัญญาณแบบ TDMA ของระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ............. 14
2.6 การส่งต่อสัญญาณแบบ Amplify-and-Forward ในระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ. 17
2.7 การส่งต่อสัญญาณแบบ Decode-and-forward ในระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือ.. 18
2.8 โครงสร้างการเข้ารหัสเชิงปริภูมิ-เวลาแบบ Alamouti.. 20
2.9 ภาพรวมของระบบรับ/ส่งสัญญาณที่ใช้รหัสเชิงปริภูมิ-เวลา.................................. 21
2.10 เทคนิคการรวมสัญญาณแบบเลือก... 23
2.11 เทคนิคการรวมสัญญาณแบบทำให้อัตราส่วนสัญญาณสูงสุด.............................. 24
2.12 เทคนิคการรวมสัญญาณแบบใช้อัตราขยายเท่ากัน.. 25
2.13 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเทียบกับจำนวน
ช่องสัญญาณของเทคนิคการรวมสัญญาณทั้ง 3 แบบ... 26
2.14 โมเดลการส่งผ่านช่องสัญญาณสื่อสารไร้สายแบบสองฮอบ
(ไม่มีเส้นทางตรงระหว่างแหล่งกำเนิดถึงปลายทาง)... 28
3.1 การส่งสัญญาณแบบ 2-hop ในระบบสื่อสารไร้สายแบบร่วมมือที่นำเสนอ............ 31
3.2 ขั้นตอนการส่งสัญญาณเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งข้อมูล............................ 32
3.3 ขั้นตอนการส่งสัญญาณระหว่างโหนดใดๆ ในระบบเครือข่ายเคลื่อนที่................. 33
3.4 ขั้นตอนการทำการของแบบจำลองวิธีการเลือกเส้นทางด้วยค่า SNR...................... 41
4.1 แสดงประสิทธิภาพของระบบแสดงในรูปอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูล (BER)
โดยวิธีการเลือกเส้นทางในแต่ละแบบเปรียบเทียบกัน เมื่อค่า Alpha = 3................ 46
4.2 แสดงประสิทธิภาพของระบบแสดงในรูปอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูล (BER)
โดยวิธีการเลือกเส้นทางในแต่ละแบบเปรียบเทียบกัน เมื่อค่า Alpha = 5................ 49
4.3 แสดงประสิทธิภาพของระบบแสดงในรูปอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูล (BER)
เมื่อค่า Alpha = 3 และ Alpha = 5 โดยวิธีการเลือกเส้นทางแบบ SNR …………..... 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.4 แสดงประสิทธิภาพของระบบแสดงในรูปอัตราความผิดพลาดของบิตข้อมูล (BER) เมื่อค่า Alpha = 3 และ Alpha = 5 โดยวิธีการเลือกเส้นทางแบบ SNR เปรียบเทียบกับวิธีการเลือกเส้นทางแบบ Channel capacity...................................... 51
4.5 แสดงประสิทธิภาพของระบบซึ่งได้รับผลกระทบจากความไม่สมบูรณ์ของช่องสัญญาณเมื่อค่า Alpha = 3... 52
4.6 แสดงประสิทธิภาพของระบบซึ่งได้รับผลกระทบจากความไม่สมบูรณ์ของช่องสัญญาณเมื่อค่า Alpha = 5... 54