พลสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในยุคปัจจุบันนี้ การสื่อสารและสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชาชนสูงมาก และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ผู้ใช้งานมีความต้องการใช้งานด้านการสื่อสารและสารสนเทศที่ตอบสนองในแง่ที่ระบบมีสภาพพร้อมใช้งาน (availability) สูงโดยใช้งานได้ทุกสถานที่และทุกเวลาอย่างสะดวก ระบบการสื่อสารไร้สายจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ตอบโจทย์ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ทว่า ด้วยสารสนเทศที่เพิ่มมากขึ้น ระบบการสื่อสารไร้สายในอนาคตนั้นจึงได้รับการคาดหมายว่า ต้องมีความสามารถในการรองรับบริการด้านมัลติมีเดีย (multimedia service) ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณเสียง (speech) ภาพ (image) วิดีโอ (video) และข้อมูล (data) รวมทั้งยังต้องสามารถรองรับและจัดการการเข้าใช้งานของผู้ใช้หลายทาง (multiple access) ที่เพิ่มเข้ามาในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารไร้สาย (wireless communication) จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ พัฒนาการด้านการสื่อสารไร้สายนั้นสามารถแบ่งได้เป็นยุค (generation) โดยเริ่มมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ยุคที่สอง (2^{nd} Generation : 2G) ซึ่งเริ่มเปลี่ยนจากการใช้ระบบอนาลอกในยุคแรกเป็นระบบดิจิตอลในยุคที่สอง มาตรฐานที่ใช้ในยุคที่สองนี้ ได้แก่ระบบ GSM IS-95 D-AMPS โดยระบบที่เป็นที่นิยมแพร่หลายได้แก่ระบบ (Global System for Mobile communications : GSM) ในฝั่งยุโรปนั้นเริ่มต้นออกแบบมาเพื่อรองรับการสื่อสารไร้สายสำหรับข้อมูลเสียงเพื่อใช้กับวงจรที่เป็นสวิทช์ (circuit-switched) โดยรองรับความเร็วในการส่งข้อมูล 14.4-115.2 kbits/s และได้มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มความเร็วเป็นระบบ (Enhanced Data rate for Global Evolution : EDGE) ทางด้านอเมริกาก็ได้ออกมาตรฐาน IS-95 โดย (Telecommunication Industry Association : TIA) ซึ่งรองรับความเร็วในการส่งข้อมูล14.4-64 kbit/s หลังจากนั้นก็เริ่มเข้าสู่การสื่อสารในยุคที่สาม ซึ่งพัฒนาให้สามารถรองรับอัตราการส่งข้อมูลได้สูงขึ้นถึง 2 Mbit/s โดยมาตรฐาน Universal/International Mobile Telecommunication System (UMTS/IMT-2000) สำหรับเทคนิคการเข้าใช้หลายทาง (multiple access schemes) ที่ใช้ในการสื่อสารยุคที่สอง และยุคที่สามนั้น ได้แก่ การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยเวลา (Time Division Multiple Access : TDMA) การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยความถี่ (Frequency Division Multiple Access : FDMA) และการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยรหัส (Code Division Multiple

Access : CDMA) สามารถสรุปคุณลักษณะพื้นฐานของการสื่อสารในยุคที่สองและสาม ได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณลักษณะพื้นฐานของระบบการสื่อสารไร้สายในยุคที่สอง และยุคที่สาม [7]

Parameter	2G systems		3G systems
	GSM	IS-95	UMTS
Carries frequencies	900 MHz 1800 MHz	850 MHz 1900 MHz	1900-1980 MHz 2010-2025 MHz 2110-2170 MHz
Peak data rate	64 kbit/s	64 kbit/s	2 Mbit/s
Multiple access	TDMA,FDMA	CDMA	CDMA
Services	Voice, Low rate data	Voice, low rate data	Voice, data, video

แม้ว่าการสื่อสารไร้สายในยุคที่สาม ในปัจจุบันนั้นจะสามารถรองรับการอัตราการส่งข้อมูลที่สูงขึ้นถึง 2 Mbit/s ก็ตาม แต่สำหรับการสื่อสารในยุคถัดไป คือในยุคที่สี่นั้น คาดว่าจะต้องมีความสามารถในการรองรับอัตราการส่งข้อมูลที่เพิ่มสูงขึ้นถึง 10-100 Mbit/s ซึ่งเทคนิคดั้งเดิมที่ใช้ คือ การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยเวลา การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยความถี่ และการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งด้วยรหัส ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นไม่สามารถรองรับได้ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการใหม่ซึ่งสามารถรองรับอัตราการส่งข้อมูลในระดับที่สูงถึง 10-100 Mbit/s ซึ่งเทคนิคสำคัญวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลได้มากขึ้นและคาดว่าจะถูกใช้ในการสื่อสารไร้สายยุคที่สี่นั้นอยู่บนพื้นฐานของการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ (multi-carrier modulation) วิธีการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์นั้นได้ถูกนำเสนอมาในอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 แต่เนื่องจากในยุคนั้นการนำมาใช้ในทางปฏิบัตินั้นเป็นไปได้ยาก อันเนื่องมาจากการออกแบบออสซิลเลเตอร์และฟิลเตอร์สำหรับคลื่นพาห์ย่อยจำนวนมากให้มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพนั้นเป็นไปได้ยาก อย่างไรก็ตาม ในภายหลังเมื่อเข้าสู่ยุคดิจิทัลและจากการประสบความสำเร็จในการนำมาใช้ในทางปฏิบัติของโอเอฟดีเอ็ม (orthogonal frequency division multiplexing : OFDM) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ โดยระบบโอเอฟดีเอ็มนั้นอาศัยการแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete Fourier transform : DFT) ผ่านทางขั้นตอนวิธีการแปลงฟูริเยร์อย่างเร็ว (Fast Fourier transform : FFT) ทำให้วิธีการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ได้รับความสนใจและมีการนำมาใช้สำหรับการกระจายเสียงดิจิทัล (digital audio broadcasting : DAB) การกระจาย

สัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล (digital terrestrial television broadcasting : DVB-T) รวมทั้งมีการนำมาใช้ในระบบเครือข่ายท้องถิ่น (wireless local area network : WLAN) เช่น มาตรฐาน HIPERLAN/2 และ IEEE802.11a/b

เทคนิคการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ที่ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลให้สูงขึ้น จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการแผ่สเปกตรัม (spread strum : SS) ที่มีความสามารถยืดหยุ่นในการรองรับการเข้าใช้หลายทาง ถูกเสนอขึ้นเพื่อรองรับสำหรับระบบการสื่อสารไร้สายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (cellular mobile telecommunication systems) ซึ่งคาดว่าจะนำมาใช้ในการสื่อสารยุคที่สี่ การรวมกันของการเทคนิคการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ กับเทคนิคการแผ่สเปกตรัมเรียกว่า การแผ่สเปกตรัมแบบหลายคลื่นพาห์ (multi-carrier spread spectrum : MC-SS) [1-4] ทำให้ระบบมีความสามารถในการใช้แบนด์วิดท์ (bandwidth) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทนทานต่อการเกิดเฟดดิงแบบเลือกความถี่ (frequency selective fading) รวมทั้งมีความยืดหยุ่นในการรองรับการเข้าใช้งานของผู้ใช้หลายราย

เทคนิคการแผ่สเปกตรัมแบบหลายคลื่นพาห์ สามารถแบ่งเป็นสองรูปแบบที่แตกต่างกันคือ แบบแรกเรียกว่ามัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ (multicarrier CDMA : MC-CDMA) [2] กับอีกแบบหนึ่งคือมัลติแคร์เรียร์ไดเร็กซีเควนซ์ซีดีเอ็มเอ (multicarrier direct sequence CDMA : MC-DS-CDMA) [3] โดยแบบแรกคือมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอนั้นจะเป็นการแผ่สเปกตรัมในทางความถี่ (spreading in frequency direction) สำหรับแบบที่สองคือมัลติแคร์เรียร์ไดเร็กซีเควนซ์ซีดีเอ็มเอนั้นจะเป็นการแผ่สเปกตรัมในทางเวลา (spreading in time direction)

ระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอนั้น การที่แผ่สเปกตรัมในทางความถี่ ทำให้มี ระดับขั้นความเสรี (degree of freedom) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไดเร็กซีเควนซ์ซีดีเอ็มเอซึ่งใช้ในการสื่อสารยุคที่สาม และทำให้วิธีการตรวจหาสัญญาณ (signal detection) นั้นทำได้ง่าย โดยอาศัยพื้นฐานของโอเอฟดีเอ็ม เมื่อใส่ช่วงเวลาป้องกัน (guard time) ระหว่างสัญลักษณ์โอเอฟดีเอ็มติดกัน เพื่อป้องกันการเกิดการรบกวนระหว่างสัญลักษณ์ (inter symbol interference : ISI) หรือเมื่อคาบเวลาของสัญญาณข้อมูลที่ส่งมากกว่า คาบเวลาหน่วงของการกระเจิงของช่องสัญญาน (channel) นอกจากนี้การประสานเวลา (synchronous) นั้นสามารถทำได้ง่ายโดยอาศัยรหัสแผ่ที่มีคุณสมบัติเชิงตั้งฉากกัน (orthogonal codes) เช่น รหัสวอล์ทฮาดามาท (Walsh-Hadamard code) สำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ไดเร็กซีเควนซ์ซีดีเอ็มเอนั้น การแผ่สเปกตรัมทางเวลาจะทำให้ได้ประโยชน์จากความหลากหลายทางเวลา (time diversity) และสามารถตรวจหาสัญญานโดยใช้เครื่องรับที่อาศัยสหสัมพันธ์ (correlation receiver) อย่างไรก็ตามเนื่องจากในแต่ละคลื่นพาห์ย่อย

นั้นเป็นเฟดดิงแบบไม่เลือกความถี่ ดังนั้นหากต้องการให้ได้ความหลากหลายทางเวลาด้วยจะต้องใช้การเข้ารหัสช่องสัญญาน (channel coding) ร่วมกับการทำการแทรกสลับ (interleave) เข้าช่วย

การศึกษาและวิจัยระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ เพื่อจะนำมาใช้สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่สี่ นั้นได้รับความสนใจ เพื่อศึกษาวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ รวมทั้งหาวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจหาสัญญาณที่จะนำมาใช้และวิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มสมรรถนะของระบบ

งานวิจัยที่ผ่านมาของระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ [4] เริ่มจากในข่ายเชื่อมโยงขาลง (downlink) ซึ่งเป็นการติดต่อสื่อสารจากสถานีฐานไปยังผู้ใช้ปลายทาง คือโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งสัญญาณที่รับได้ที่เครื่องรับปลายทางคือโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นจะประกอบด้วยสัญญาณของผู้ใช้ทุกรายที่ส่งมาจากสถานีฐานผ่านช่องสัญญาณเดียวกัน ดังนั้นสัญญาณที่รับได้จะถูกลดทอนจากผลของช่องสัญญาณเหมือนกัน ซึ่งทำให้รหัสแผ่ของผู้ใช้ทุกรายนั้นเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการแทรกสอดหลายทาง (multiple access) วิธีการแก้ไขสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการปรับเท่า (equalization technique) ซึ่งจะทำการแก้ไขผลจากการถูกลดทอนเพื่อให้ชุดรหัสกลับมามีคุณสมบัติตั้งฉากกันเหมือนเดิม เทคนิคการปรับเท่านี้เป็นเทคนิคซึ่งมีความซับซ้อนต่ำเนื่องจากใช้การคูณสัญญาณที่รับได้ด้วยสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณเท่านั้น เทคนิคการปรับเท่าที่นิยมใช้ [5] ได้แก่ เทคนิคการรวมแบบใช้อัตราขยายเท่ากัน (equal gain combining : EGC) เทคนิคการรวมแบบที่ทำให้ความตั้งฉากกันระหว่างผู้ใช้กลับคืนมา (orthogonal restoring combining : ORC) เทคนิคการรวมแบบที่ทำให้อัตราส่วนสัญญาณสูงสุด (maximal ratio combining : MRC) และเทคนิคการรวมค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด (minimum mean square error combining : MMSEC) โดยในงานของวิจัย [4-7] ได้แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะในข่ายเชื่อมโยงขาลงโดยใช้เครื่องรับต่างๆ ดังกล่าวนั้นให้อัตราบิตข้อมูลผิดพลาดที่ต่ำ โดยมีสมรรถนะที่ดีเพียงพอสำหรับใช้งานจริง

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น (uplink) ซึ่งเป็นการติดต่อสื่อสารจากผู้ใช้คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังสถานีฐาน สัญญาณจากผู้ใช้แต่ละรายจะถูกส่งผ่านช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน ทำให้สัญญาณที่รับได้ที่สถานีฐานมาจากสัญญาณของผู้ใช้แต่ละรายจะถูกลดทอนด้วยค่าที่แตกต่างกัน ส่งผลให้รหัสแผ่ที่ใช้ของผู้ใช้แต่ละรายนั้นเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่แตกต่างกัน เทคนิคการปรับเท่าที่ใช้ในการเชื่อมโยงขาลงจึงไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะช่วยให้เฉพาะชุดรหัสแผ่ของผู้ใช้รายที่สนใจเท่านั้นที่ถูกแก้ไขให้กลับมาเหมือนเดิม ในขณะที่ชุดรหัสแผ่ของผู้ใช้รายอื่นยังคงผิดเพี้ยนไป ส่งผลให้ชุดรหัสแผ่ยังคงสูญเสีย

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติตั้งฉากกัน ซึ่งกล่าวได้ว่าปัญหาสัญญาณแทรกสอดจากการเข้าถึงหลายทางยังคงอยู่เช่นเดิม ทำให้สมรรถนะของระบบที่ได้ด้วยการใช้เทคนิคการปรับเท่าดังที่กล่าวต่ำ ไม่เหมาะสมที่จะนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น การแก้ปัญหาสัญญาณแทรกสอดจากการเข้าถึงหลายทางในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นจึงนำข้อมูลของผู้ใช้รายอื่นในระบบมาพิจารณาร่วมด้วยในการแยกผู้ใช้แต่ละรายที่สนใจออกจากกัน เทคนิคที่นิยมใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นดังกล่าวนี้เรียกว่าเครื่องรับแบบตัวตรวจหาสำหรับผู้ใช้หลายราย (multiuser detector : MUD) [8] งานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาอยู่บนพื้นฐานการปรับปรุงสมรรถนะด้วยเครื่องรับแบบตัวตรวจหาสำหรับผู้ใช้หลายราย บนเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด (minimum mean square error : MMSE) เรียกวิธีการนี้ว่า MMSE MUD อย่างไรก็ตามเครื่องรับดังที่กล่าวนี้นั้น เป็นการปรับปรุงสมรรถนะของระบบโดยพิจารณาที่เครื่องรับเพียงอย่างเดียว ซึ่งเครื่องรับชนิดนี้จะพิจารณาว่าที่เครื่องส่งไม่มีการปรับเปลี่ยนค่าด้วยพรีโคดเดอร์ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล

ถัดมาจึงได้มีงานวิจัยที่กล่าวถึงการปรับปรุงสมรรถนะของระบบ โดยพิจารณาการปรับปรุงที่เครื่องส่งก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล ในงานวิจัย [9], [10] ใช้เทคนิคการจัดสรรกำลังงานในแต่ละคลื่นพาห์ย่อยให้สอดคล้องกับการลดทอนที่เปลี่ยนแปลงไปของช่องสัญญาณ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้เป็นการพิจารณาที่เครื่องส่งเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้พิจาณาตัวตรวจหาที่ใช้ที่เครื่องรับให้สอดคล้องกับค่าที่ใช้ที่เครื่องส่ง

หลังจากนั้นได้มีงานวิจัยซึ่งได้กล่าวถึงการออกแบบร่วมกันระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ โดยในงานวิจัย [11] ได้กล่าวถึงการนำเทคนิคการออกแบบร่วมเพื่อหาพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่ง ร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับในข่ายเชื่อมโยงขาลงระบบไดเร็กซีเควนซ์ซีดีเอ็มเอ เมื่อพิจารณาระบบซึ่งช่องสัญญาณเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ โดยการออกแบบให้ระบบมีค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนตามที่กำหนดโดยใช้กำลังงานในการส่งที่ภาคส่งให้น้อยที่สุด เมื่อช่องสัญญาณเป็นแบบสัญญาณรบกวนเกาส์สีขาวแบบบวก และทำการ ปรับเปลี่ยนรหัสแผ่ของผู้ใช้แต่ละรายจากการป้อนกลับของผลการประมาณค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายส่งกลับไปยังสถานีฐานเพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของช่องสัญญาณ เพื่อใช้ในการปรับรหัสแผ่ที่จะใช้ในการส่งข้อมูลถัดไป และในงานวิจัย [12] กล่าวถึงการออกแบบร่วมเพื่อหารหัสแผ่ที่ใช้ในระบบซีดีเอ็มเอ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาประยุกต์ใช้สำหรับหารหัสแผ่ดังกล่าวในช่องสัญญาณเฟดดิงพหุวิถี และในงานวิจัย [13] ได้กล่าวถึงการออกแบบร่วมกันระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับที่ให้ค่าเหมาะที่สุดสำหรับผู้ใช้รายเดียวในทางวิเคราะห์ในด้านอัตราข้อมูลข่าวสาร และในงานวิจัย [14] สำหรับระบบหลายสัญญาณเข้าหลายสัญญาณออก (multiple input multiple output : MIMO) บนเกณฑ์ที่ให้ทำให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย

ต่ำสุด สำหรับงานวิจัยใน [15] กล่าวถึงการออกแบบร่วมระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับในข่ายเชื่อมโยงขาลงสำหรับในระบบซึ่งมีผู้ใช้หลายรายบนช่องสัญญาณแบบเฟดดิงพหุวิถีบนเกณฑ์ที่ให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดโดยเงื่อนไขบังคับที่ใช้กำลังงานที่ค่าเฉลี่ย ในงานวิจัย [16] ได้กล่าวถึงการนำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาประยุกต์ใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นซึ่งมีผู้ใช้หลายรายสำหรับระบบหลายสัญญาณเข้าหลายสัญญาณออก โดยการออกแบบพรีโคดเดอร์ที่ใช้ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับ เมื่อกำหนดจำนวนสัญลักษณ์ข้อมูลของผู้ใช้แต่ละรายที่จะส่ง แล้วหาว่าผู้ใช้แต่ละรายควรจะส่งสัญลักษณ์ข้อมูลด้วยอัตราเท่าไร โดยช่องสัญญาณที่ใช้เป็นแบบแบนราบ แล้วพิจารณาค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดทั้งระบบ และในงานวิจัย [17] ได้นำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดคอนเวกซ์มาใช้ในระบบหลายสัญญาณเข้าหลายสัญญาณออก โดยออกแบบพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับ เพื่อให้ได้ฟังก์ชันจุดประสงค์คือใช้กำลังงานในการส่งน้อยที่สุด โดยมีเงื่อนไขบังคับคือให้ได้ค่าคุณภาพการบริการ (Quality of Service : QoS)

อย่างไรก็ตามสำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นซึ่งมีผู้ใช้หลายราย แล้วมีการออกแบบพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับ แล้วอาศัยเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาใช้หาค่าดังกล่าวนั้น ยังไม่มีงานวิจัยที่กล่าวถึง ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จะเสนอวิธีการปรับปรุงสมรรถนะของระบบ โดยการออกแบบพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับ สำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นซึ่งมีผู้ใช้หลายราย บนช่องสัญญาณเฟดดิงพหุวิถี

1.2 แนวทางที่นำเสนอ

วิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอการออกแบบค่าพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งเพื่อทำหน้าที่จัดสรรกำลังงานในแต่ละคลื่นพาห์ย่อยของผู้ใช้แต่ละรายให้เหมาะสมกับสถานะของช่องสัญญาณร่วมกับตัวตรวจหาที่ใช้ที่เครื่องรับซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงโดยมีความสัมพันธ์กับพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่ง โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาเพื่อหาค่าดังกล่าว บนเกณฑ์ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของระบบมีค่าต่ำที่สุด สำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอหลายผู้ใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและปรับปรุงสมรรถนะของระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอหลายผู้ใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น ด้วยวิธีการออกแบบพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับ

2. นำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหาค่าพรีโคดเดอร์และตัวตรวจหาดังกล่าว

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดเพื่อหาค่าพรีโคดเดอร์ที่เครื่องส่งร่วมกับตัวตรวจหาที่เครื่องรับในระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอเมื่อมีผู้ใช้หลายรายเข้าใช้ช่องสัญญาณพร้อมกัน พิจารณาการสื่อสารในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น (uplink) และช่องสัญญาณแบบเฟดดิงพหุวิถี (multipath fading channel) ทดสอบระบบเพื่อดูสมรรถนะจากค่าอัตราความผิดพลาดบิตข้อมูล (bit error rate : BER) โดยใช้การจำลองระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาพื้นฐานระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอหลายผู้ใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น

2. ศึกษาการหาค่าเหมาะที่สุด เพื่อจะนำมาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารไร้สาย โดยเฉพาะในระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ

3. นำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าพรีโคดเดอร์และตัวตรวจหาร่วมกันสำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอหลายผู้ใช้ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น

4. ทดสอบสมรรถนะของระบบที่ได้โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองและทดสอบการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์

5. สรุป วิจารณ์ผลการทดสอบ และจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดเพื่อหาค่าพรีโคดเดอร์ร่วมกับตัวตรวจหาในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ หลายผู้ใช้

2. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอต่อไป

1.7 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 5 บท คือ

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงประวัติความของระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ งานวิจัยที่ผ่านมา แนวทางที่นำเสนอ จากนั้นได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ ขอบเขตของวิธีดำเนินการของงานวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และการนิยามสัญลักษณ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาในบทนี้ได้กล่าวถึง แบบจำลองเครื่องส่งและเครื่องรับของระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอ ช่องสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบบจำลองช่องสัญญาณที่ใช้ในการจำลองระบบ การตรวจหาข้อมูล รหัสแผ่ ช่วงเวลาคุ้มกัน พื้นฐานการหาค่าเหมาะที่สุด นิยามคอนเวกซ์ รูปแบบปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดคอนเวกซ์ วิธีจุดภายใน

บทที่ 3 ในบทนี้ได้กล่าวถึงระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอที่มีการนำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าพรีโคดเดอร์และตัวตรวจหาร่วมกันสำหรับระบบมัลติแคร์เรียร์ซีดีเอ็มเอหลายผู้ใช้ในช่ายเชื่อมโยงขาขึ้น

บทที่ 4 ผลการทดสอบแสดงสมรรถนะของระบบที่ได้ ในกรณีต่าง ๆ

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ข้อดีและข้อด้อยของขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ และข้อเสนอแนะสำหรับพัฒนางานวิจัยต่อไป

1.8 นิยามสัญลักษณ์

สัญลักษณ์ตัวพิมพ์เล็ก หมายถึง สัญญาณในแต่ละเวลา หรือแทนสมาชิกแต่ละตัวของเมตริกซ์หรือเวกเตอร์

สัญลักษณ์ตัวพิมพ์เล็กที่มีเส้นอยู่เหนือสัญลักษณ์ หมายถึงเวกเตอร์

สัญลักษณ์ตัวพิมพ์ใหญ่ หมายถึง เมตริกซ์

สัญลักษณ์ตัวพิมพ์ใหญ่ที่อยู่ในวงเล็บและมีดรรชนีห้อยท้ายหมายถึงหลักหรือแถวหนึ่ง ๆของเมตริกซ์

และนิยามสัญลักษณ์ที่กล่าวมาข้างต้นนี้จะถูกใช้ไปตลอดวิทยานิพนธ์