บทที่ 1
บทนำ

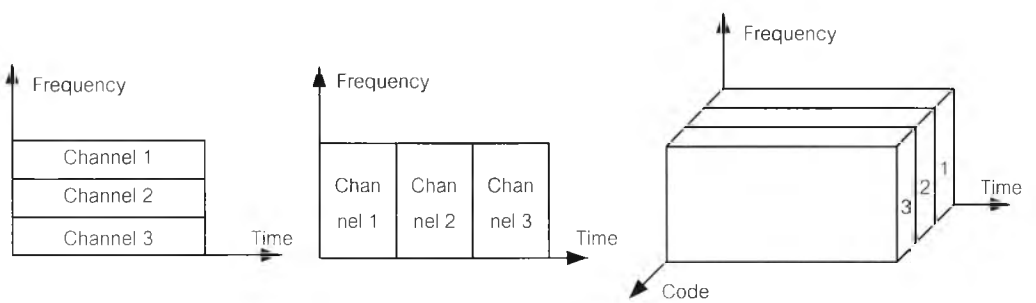
1.1 การเข้าถึงหลายทาง (Multiple Access)

การเข้าถึงหลายทาง (Multiple Access) ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่เซลลูลาร์มี 3 วิธีคือ

1. การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งความถี่ (Frequency Division Multiple Access, FDMA) ผู้ใช้ถูกแบ่งให้ใช้ช่องสัญญาณที่คนละความถี่ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (ก)

2. การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลา (Time Division Multiple Access, TDMA) ผู้ใช้ถูกแบ่งให้ใช้ช่องสัญญาณที่ความถี่เดียวกันแต่ที่เวลาต่างกันดังแสดงในรูปที่ 1.1 (ข)

3. การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัส (Code Division Multiple Access, CDMA) ผู้ใช้ทุกคนสามารถเข้าถึงช่องสัญญาณที่ความถี่และเวลาเดียวกันได้ แต่จะถูกแยกด้วยรหัสเฉพาะของแต่ละคน ดังรูปที่ 1.1(ค) รหัสนี้ใช้สำหรับแปลงสัญญาณของผู้ใช้ไปเป็นการมอดูเลตแบบสเปกตรัมแผ่ (Spread Spectrum)



รูปที่ 1.1 การเข้าถึงหลายทางแบบ (ก) FDMA (ข) TDMA (ค) CDMA

การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัส (CDMA) มีข้อได้เปรียบ 2 วิธีแรกดังนี้ [1]

1. มีความจุของระบบมากกว่าโดยมีความจุประมาณ 20 เท่าของระบบ FDMA และ 4 เท่าของระบบ TDMA

2. ไม่มีความต้องการเครื่องปรับเท่า (Equalizer) โดยเมื่ออัตราการส่งสูงกว่า 10 กิโลบิตต่อวินาทีมาก ทั้ง FDMA และ TDMA จะต้องการเครื่องปรับเท่าสำหรับลดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ (Intersymbol Interference) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการแผ่กว้างของการประวิงเวลา (Time Delay Spread) โดย CDMA ต้องการเพียงคอร์รีเลเตอร์ (Correlator) ที่เครื่องรับเพื่อที่จะคืนรูปสัญญาณกลับมา คอร์รีเลเตอร์เป็นอุปกรณ์อย่างง่ายที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยากเหมือนเครื่องปรับเท่า

3. อุปกรณ์ระบบสื่อสารที่ใช้ ต้องการระยะความถี่เดียวเท่านั้นสำหรับแต่ละเซลล์หรือแต่ละเซกเตอร์ (Sector) ของเซลล์ ทำให้ประหยัดเนื้อที่และง่ายต่อการติดตั้ง

4. ไม่มีฮาร์ดแฮนด์ออฟ (Hard Handoff) เนื่องจากทุกเซลล์ใช้ระยะความถี่เหมือนกันหมด โดยตัวที่ใช้แบ่งช่องสัญญาณคือรหัสที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่มีการแฮนด์ออฟจากความถี่หนึ่งไปยังอีกความถี่หนึ่งขณะที่สถานีเคลื่อนที่เคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยเรียกการแฮนด์ออฟแบบนี้ว่าซอฟต์แฮนด์ออฟ (Soft Handoff)

5. ไม่มีช่วงเวลาป้องกัน (Guard Time) ในระบบ CDMA ขณะที่ระบบ TDMA ต้องการโดยการใช้ช่วงเวลาป้องกันในระบบ TDMA เป็นการสูญเสียแบนด์วิดท์ไปส่วนหนึ่ง ซึ่งทำให้สมรรถนะของระบบ TDMA ด้อยกว่า

6. ในระบบ FDMA และ TDMA ทำการแบ่งเซลล์ออกเป็นเซกเตอร์ (Sectorization) เพื่อลดการแทรกสอด ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของสายผ่าน (Trunking Efficiency) ลดลง ในขณะที่ในระบบ CDMA ทำการการแบ่งเซลล์ออกเป็นเซกเตอร์ เพื่อเพิ่มความจุ โดยถ้าแบ่งออกเป็น 3 เซกเตอร์ และแต่ละเซกเตอร์ใช้ระยะความถี่เดียวกัน ความจุที่ได้รับจะเพิ่มเป็น 3 เท่าเมื่อเทียบกับระยะความถี่เดียวต่อ 1 เซลล์

7. มีผลกระทบจากเฟดดิง (Fading) ของสัญญาณน้อยกว่า เนื่องจากมีการใช้ความถี่แถบกว้าง (Wide-band)

8. ไม่ต้องมีการบริหารการใช้ความถี่ดังเช่นระบบ FDMA หรือ TDMA

9. มีความสามารถของการเพิ่มความจุที่เรียกว่า Soft Capacity โดยในระบบ CDMA ช่องสัญญาณทราฟฟิก (Traffic Channel) จะใช้ระยะความถี่เดียวกันหมด การเพิ่มผู้ใช้เข้าไปอีกหนึ่งราย คุณภาพเสียง (Voice Quality) จะลดลงเล็กน้อยเท่านั้น

1.2 ความเป็นมาของระบบ CDMA

การใช้การมอดูเลตแบบสเปกตรัมแผ่ (Spread Spectrum) ถูกใช้เป็นครั้งแรกในการทหาร โดยความเป็นมาของระบบ CDMA หลังจากทฤษฎีของ Shannon ถูกค้นพบ เป็นดังนี้

ในปี ค.ศ.1949 John Pierce อธิบายสเปกตรัมแผ่โดยการกระโดดเปลี่ยนเวลา (Time Hopping Spread Spectrum) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการเข้าถึงหลายทาง (Multiple Access) และในปีเดียวกัน Claude Shannon และ Robert Pierce เสนอแนวความคิดพื้นฐานของระบบ CDMA โดยอธิบายผลของสัญญาณแทรกสอดที่เกิดขึ้น

ในปี ค.ศ. 1956 Price และ Green แก้ปัญหาสัญญาณที่มาจากหลายวิถี (Multipath) โดยทำให้สัญญาณถูกแผ่ด้วยความถี่ที่กว้างและใช้เครื่องรับที่เรียกว่า "Rake Receiver" เพื่อทำการรวมสัญญาณที่มาจากแต่ละวิถีนั้นขึ้นมา

ในปี ค.ศ. 1961 Magnuski อธิบายการเกิดปรากฏการณ์ใกล้-ไกล (Near-far effect)

ในปี ค.ศ. 1978 Cooper และ Nettleton ได้เสนอการนำสเปกตรัมแผ่ไปประยุกต์ใช้ในระบบเซลลูลาร์

ค.ศ. 1980s บริษัท Qualcomm นำเทคนิคไดเรกต์ซีเควนซ์ระบบ CDMA (DS-CDMA) มาใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์นับว่าเป็นการนำไปใช้ทางพาณิชย์เป็นครั้งแรก โดยนำไปใช้ในระยะความถี่แคบ หรือเรียกว่า "Narrowband CDMA"

ค.ศ. 1986 Verdu ได้เสนอและทำการวิจัย "Multiuser Detection" เพื่อหักล้างผลสัญญาณแทรกสอด โดยอธิบายถึงเครื่องรับประเภท "Optimum Multiuser Detection" สำหรับช่องสัญญาณที่มีผลของสัญญาณรบกวนเกาส์เซียนแบบขาว (Additive White Guassian Noise, AWGN)

ค.ศ. 1993 Telecommunications Industry Association (TIA) กำหนดให้ ระบบ CDMA เป็นมาตรฐานของการต่อร่วมทางอากาศ (Air–Interface) สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิตอลเซลลูลาร์ (Digital Cellular) เป็นครั้งแรกในวันที่ 16 มิถุนายน 1993 โดยมีชื่อเรียกว่า "มาตรฐาน IS–95" ซึ่งกำหนดให้แต่ละช่องสัญญาณมีแบนด์วิดท์ (Bandwidth) เป็น 1.2288 MHz ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ค.ศ. 1995 ได้มีการศึกษาและทดสอบระบบ Wideband CDMA ในหลายประเทศ ซึ่งมีแบนด์วิดท์ 5 MHz หรือ มากกว่า เนื่องจากได้เล็งเห็นถึงปัญหาของความต้องการการบริการข้อมูลที่อัตราข้อมูลที่สูงขึ้น บริการต่างๆมากขึ้น และต้องการความจุที่สูงขึ้นด้วยซึ่งได้เรียกยุคนี้เป็นยุคของการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 3 (มาตรฐาน UMTS ของยุโรป และ มาตรฐาน IMT 2000 ของนานาชาติ) โดยมาตรฐานในระบบ Wideband CDMA ได้ถูกแบ่งออกไป ดังนี้

ยุโรป : FRAMES FMA2 (FRAMES Multiple Access) } WCDMA
ญี่ปุ่น : Core – A
อเมริกาเหนือ : cdma 2000
เกาหลี : TTA I, TTA II (Telecommunication Technology Association)

โดยปัจจุบันงานวิจัยส่วนใหญ่อยู่ที่ระบบ Wideband CDMA

1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ CDMA

ในระบบ CDMA ผู้ใช้แต่ละคนจะมีรหัสแผ่ (Spreading Code) ของแต่ละคนซึ่งใช้เพื่อเข้ารหัสกับข้อมูลของผู้ใช้คนนั้น โดยเครื่องรับ (Receiver) จะทราบรหัสของผู้ใช้แต่ละคน ซึ่งจะทำการถอดรหัสเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องกลับคืนมา โดยอาศัยหลักการว่า ค่าสหสัมพันธ์ข้าม

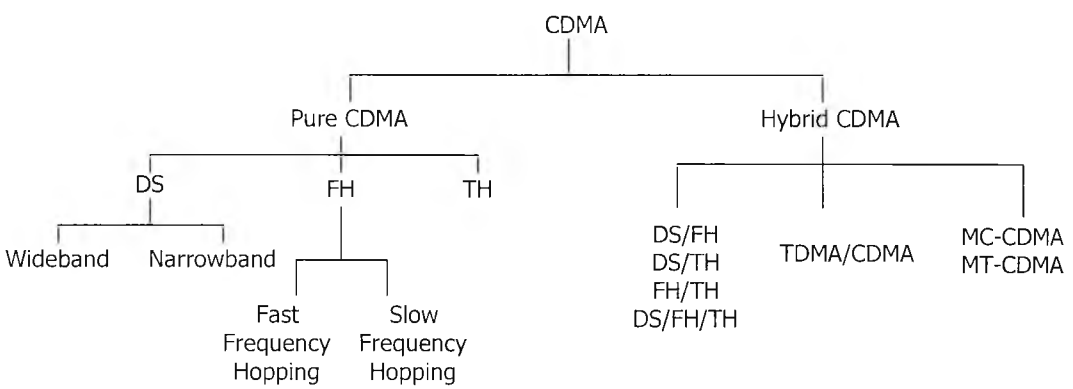
(Cross-Correlation) ระหว่างรหัสของผู้ใช้ที่ต้องการกับรหัสของผู้ใช้คนอื่นมีค่าน้อยมาก เนื่องจากสัญญาณที่เข้ารหัสแล้วจะมีแบนด์วิดท์ที่กว้างขึ้นมาก เมื่อเทียบกับแบนด์วิดท์ของสัญญาณข้อมูลเดิม จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "การเข้าถึงหลายทางด้วยสเปกตรัมแบบแผ่ (Spread Spectrum Multiple Access, SSMA)" โดยอัตราส่วนระหว่างแบนด์วิดท์ของสัญญาณที่เข้ารหัสแล้วต่อแบนด์วิดท์ของข้อมูลก่อนเข้ารหัสเรียกว่า อัตราขยายประมวลผล (Processing Gain, PG) ดังแสดงในสมการที่ (1.1)

$$G = \frac{W}{R} \tag{1.1}$$

โดยที่ W คือ แบนด์วิดท์ของสัญญาณที่เข้ารหัสแล้ว

R คือ แบนด์วิดท์ของข้อมูลก่อนเข้ารหัส

ระบบ CDMA สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เทคนิคการมอดูเลตในระบบ CDMA

1.3.1 **วิธีจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง** (Direct Sequence Spread Spectrum) ดังรูปที่ 1.3 (ก) คือ แต่ละบิตข้อมูลถูกคูณด้วยรหัสที่มีอัตรารหัสที่สูงหรือมีแบนด์วิดท์ที่กว้างกว่าแบนด์วิดท์ของข้อมูล ซึ่งเรียกรหัสนี้ว่า "รหัสแผ่ (Spreading Code)"

1.3.2 **วิธีกระโดดเปลี่ยนความถี่** (Frequency Hopping Spread Spectrum) ดังรูปที่ 1.3 (ข) [1] คือ ช่วงแบนด์วิดท์ทั้งหมดถูกแบ่งย่อยเป็นช่องสัญญาณ N ช่อง และแต่ละบิตข้อมูลที่ส่งจะกระโดดไปมาเพื่อเลือกใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่องตามรหัสที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการส่งข้อมูล 10 kHz (กิโลเฮิรตซ์) และมีช่องสัญญาณ 100 ช่อง ได้แบนด์วิดท์เป็น 1 MHz

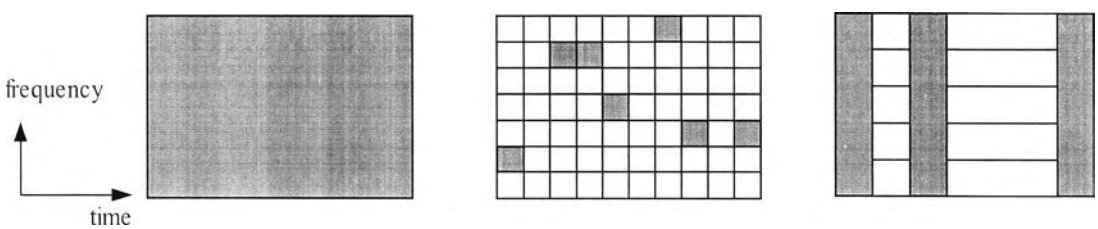
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(เมกะเฮิรตซ์) นั่นคือสเปกตรัมถูกแผ่จาก 10 kHz เป็น 1 MHz ซึ่งในวิธีกระโดดเปลี่ยนความถี่แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

ก. การกระโดดอย่างเร็ว (Fast Hopping) คือ ทำการกระโดด 2 ครั้งหรือมากกว่าในการส่งแต่ละบิตข้อมูล

ข. การกระโดดอย่างช้า (Slow Hopping) คือ ทำการส่ง 2 บิตข้อมูลหรือมากกว่าในการกระโดดแต่ละครั้ง

1.3.3 **วิธีกระโดดเปลี่ยนเวลา** (Time Hopping Spread Spectrum) ดังรูปที่ 1.3 (ค) [1] คือ บิตข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งไม่ต่อเนื่อง โดยช่วงเวลาที่จะทำการส่งบิตข้อมูลแต่ละบิตขึ้นกับรหัส นอกจากวิธีขั้นต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว อาจนำแต่ละวิธีมารวมกันเพื่อแก้ข้อเสียของแต่ละวิธี เช่น นำวิธีกระโดดเปลี่ยนเวลารวมกับวิธีกระโดดเปลี่ยนความถี่ หรือการนำเทคนิค TDMA มาใช้ร่วมกับระบบ CDMA นอกจากนั้นยังใช้เทคนิคการมอดูเลตไปบนหลายคลื่นพาห์ได้ซึ่งสัญญาณถูกแผ่ด้วยรหัสตามแกนความถี่ (Multicarrier CDMA, MC-CDMA) และเทคนิค Multitone CDMA (MT – CDMA) ซึ่งสัญญาณถูกแผ่ด้วยรหัสตามแกนเวลา



รูปที่ 1.3 (ก) วิธีจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (ข) วิธีกระโดดเปลี่ยนทางความถี่
(ค) วิธีกระโดดเปลี่ยนทางเวลา

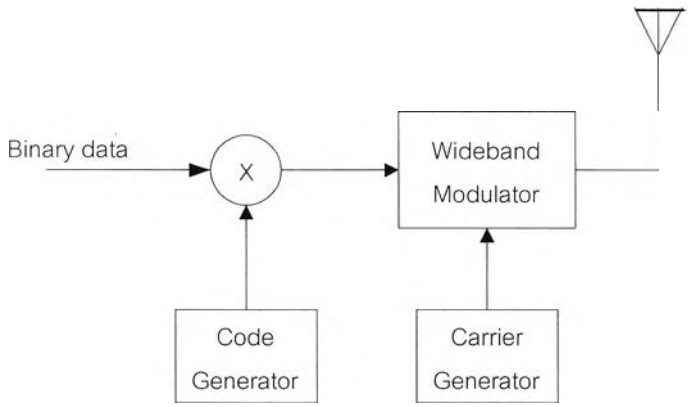
1.4 วิธีจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (Direct Sequence Spread Spectrum)

เนื่องจากปัจจุบันการมอดูเลตสเปกตรัมแบบแผ่โดยใช้เทคนิคการจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (DS–CDMA) มีใช้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งได้กำหนดเป็นมาตรฐานไม่ว่าจะเป็น IS–95 หรือ W–CDMA ดังนั้นงานวิจัยส่วนใหญ่จึงเน้นการพัฒนาและปรับปรุงเทคนิค DS-CDMA นี้

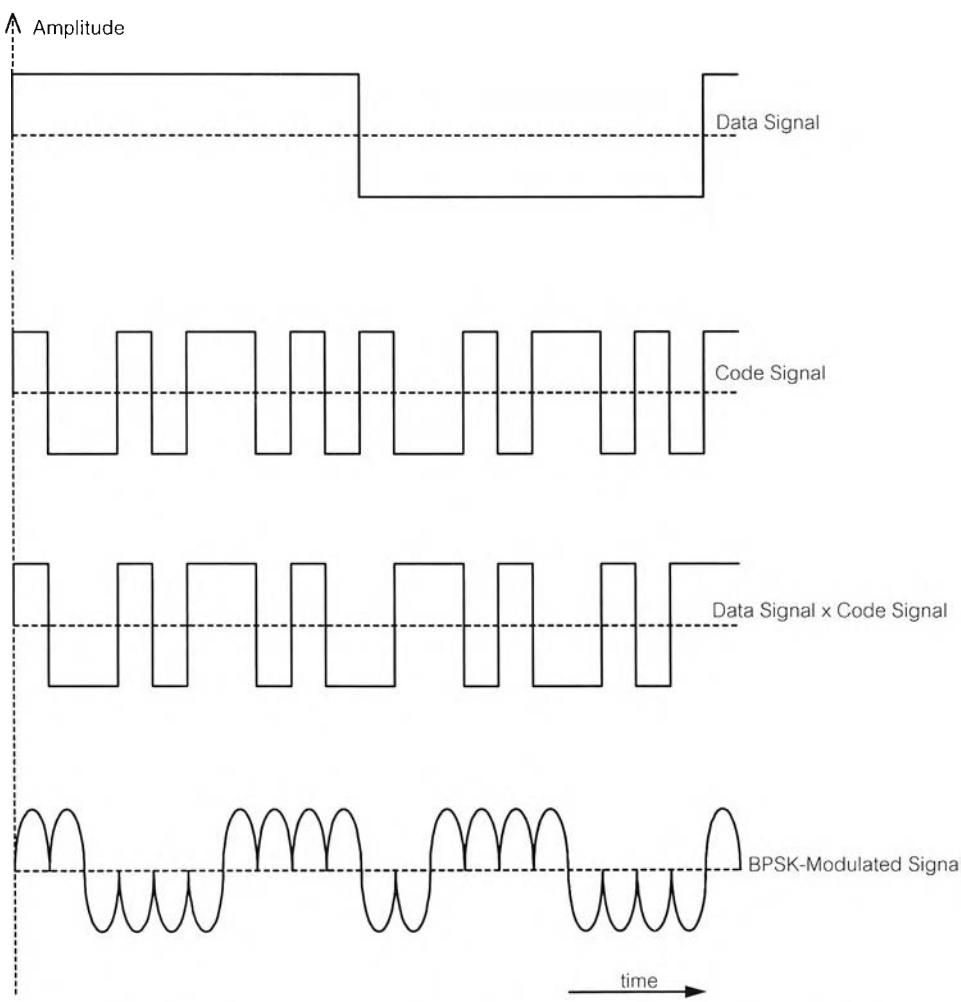
หลักการของ DS-CDMA

การมอดูเลตแบบ DS-CDMA นั้นข้อมูลจะถูกคูณโดยตรงด้วยรหัสที่มีความยาว N ชิป (Chips เป็นหน่วยของบิตของรหัส) ซึ่งรหัสนี้อาจมีค่าเป็น +1 หรือ –1 โดยอัตรารหัสหรืออัตราชิป (Chip Rate) มีค่าสูงกว่าอัตราบิตข้อมูลเพื่อให้แบนด์วิดท์ของข้อมูลถูกแผ่ให้กว้างขึ้น ดังนั้นรหัสนี้

จึงมีชื่อเรียกว่า รหัสแผ่ (Spreading Code) รูปที่ 1.4 แสดงแผนภาพเครื่องส่งแบบ DS-CDMA โดยสัญญาณที่ถูกคูณด้วยรหัสแผ่จะถูกมอดูเลตได้หลายวิธี ตัวอย่างในรูปที่ 1.5 เป็นการมอดูเลตด้วยวิธี Binary Phase Shift Keying (BPSK)

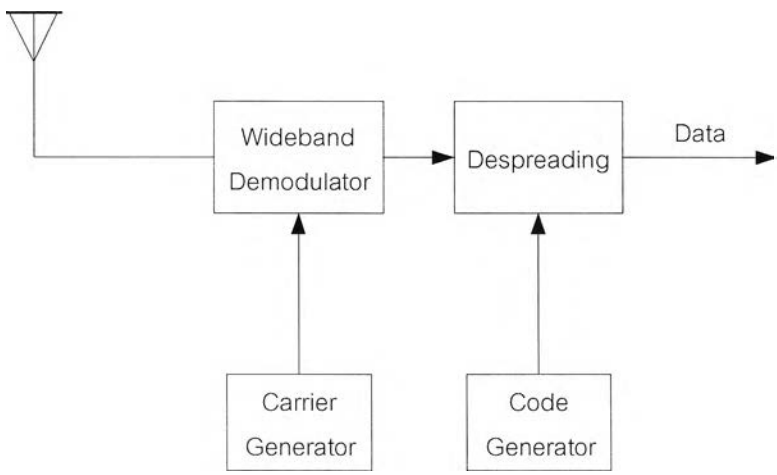


รูปที่ 1.4 แผนภาพแสดงเครื่องส่งแบบ DS-CDMA



รูปที่ 1.5 ตัวอย่างการสร้าง BPSK-Modulated Spread Spectrum Signal

อัตราของรหัสเรียกว่าอัตราชิป (Chip Rate) โดยหนึ่งชิป (Chip) คือ หน่วยบิตของรหัส ตัวอย่างในรูปที่ 1.5 ข้อมูล 1 บิต ถูกเข้ารหัสด้วยชิปจำนวน 10 ชิป ทำให้อัตราชิปเป็น 10 เท่าของอัตราข้อมูล ดังนั้น อัตราขยายประมวลผลจึงเท่ากับ 10



รูปที่ 1.6 แผนภาพแสดงเครื่องรับแบบ DS-CDMA

รูปที่ 1.6 แสดงแผนภาพแสดงเครื่องรับแบบ DS-CDMA หลังจากดีมอดูเลต (Demodulate) ด้วยคลื่นพาห์แล้ว เมื่อเครื่องรับต้องการได้ข้อมูลของผู้ใช้คนที่เครื่องรับต้องการกลับคืนมาต้องนำรหัสแผ่ของผู้ใช้คนนั้นคูณเข้ากับสัญญาณที่รับได้ โดยเครื่องรับจะทราบรหัสแผ่ของผู้ใช้

1.4 การควบคุมกำลัง

ในระบบ CDMA ช่องสัญญาณสามารถใช้ความถี่และเวลาร่วมกันได้ โดยแต่ละช่องสัญญาณสามารถแยกจากกันโดยใช้รหัสในการมอดูเลต ดังนั้นแทนที่จะควบคุมการใช้เวลาและความถี่ตามแบบ TDMA หรือ FDMA ในระบบ CDMA จึงต้องควบคุมระดับกำลังของเครื่องส่งแต่ละเครื่องอย่างถูกต้อง เพราะสัญญาณเหล่านั้นจะปรากฏเป็นสัญญาณแทรกสอดที่ไม่ต้องการในช่องสัญญาณอื่นด้วย การออกแบบระบบควบคุมกำลังที่เหมาะสมจึงเป็นปัญหาสำคัญในการนำระบบ CDMA มาใช้งาน

1.4.1 **การควบคุมกำลังด้านขาขึ้น** (Uplink Power Control) คือ การควบคุมกำลังของสถานีเคลื่อนที่ซึ่งส่งกำลังไปสถานีฐาน เพื่อให้กำลังที่ได้รับที่สถานีฐานของผู้ใช้ทุกคนมีค่าเท่ากัน (Strength-based Power Control) หรือ เพื่อให้ค่า SIR (Signal-to-Interference Ratio) ที่ได้รับที่สถานีฐานของผู้ใช้ทุกคนมีค่าเท่ากัน (SIR-based Power Control)

1.4.2 **การควบคุมกำลังด้านขาลง** (Downlink Power Control) คือ การควบคุมกำลังของสถานีฐานซึ่งส่งกำลังไปสถานีเคลื่อนที่ เพื่อให้กำลังที่ได้รับที่สถานีเคลื่อนที่ของผู้ใช้ทุกคนมีค่าเท่ากัน (Strength-based Power Control) หรือ เพื่อให้ค่า SIR ที่ได้รับที่สถานีเคลื่อนที่ของผู้ใช้ทุกคนมีค่าเท่ากัน (SIR-based Power Control)

1.4.3 **การควบคุมกำลังแบบวงเปิด**

เป็นการควบคุมกำลังที่อาศัยสมมติฐานว่าการสูญเสียของกำลังสัญญาณในทิศทางข่ายเชื่อมโยงไปหน้าและข่ายเชื่อมโยงย้อนกลับมีค่าเท่ากัน โดยกำหนดให้ผลรวมของกำลังส่งกับกำลังของสัญญาณที่ได้รับมีค่าคงที่ ดังนั้นถ้ากำลังของสัญญาณที่ได้รับมีค่าลดลงก็จะต้องส่งสัญญาณด้วยกำลังสูงขึ้น วิธีนี้มีข้อเสียคือไม่สามารถชดเชยผลของเฟดดิงพหุวิถี (Multipath Fading) และในบางกรณีเมื่อสัญญาณที่ได้รับมีกำลังต่ำมากอาจจะทำให้ต้องส่งสัญญาณที่มีกำลังสูงเกินขนาดที่จะสามารถส่งได้

1.4.4 **การควบคุมกำลังแบบวงปิด**

สำหรับกรณีการควบคุมกำลังในข่ายเชื่อมโยงย้อนกลับคือการที่สถานีฐานวัดกำลังสัญญาณที่ได้รับจากสถานีเคลื่อนที่แล้วทำการเปรียบเทียบกับค่ากำลังของสัญญาณหรือค่าอัตราส่วนกำลังของสัญญาณต่อกำลังของสัญญาณแทรกสอด (Signal-to-Interference Ratio (SIR)) ที่กำหนดไว้ (Desired Level) และส่งคำสั่งกลับไปยังสถานีเคลื่อนที่ให้เพิ่มหรือลดกำลังส่งด้วยขนาดคงที่ (Fixed-step) ประมาณ 0.5-1 dB หรือปรับกำลังส่งด้วยขนาดต่างๆ มากกว่า 2 ระดับ (Multi-step) ทุกๆ 1.25 ms สำหรับมาตรฐาน IS-95

1.5 วิธีการควบคุมกำลังแบบวงปิดที่มีผู้เสนอ

วิธีการควบคุมกำลังที่เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แนวความคิดมาจากวิธีควบคุมกำลังที่มีผู้เสนอไว้ดังนี้

1.5.1 **การควบคุมกำลังแบบรวมศูนย์** (Centralized Power Control) [2] วิธีการควบคุมกำลังด้านขาขึ้น ซึ่งสถานีฐานจำเป็นต้องทราบอัตราขยายช่ายเชื่อมโยงของสถานีเคลื่อนที่ทุกเครื่องในระบบ เพื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังที่สถานีเคลื่อนที่ต้องส่งมาเพื่อรักษาค่า Signal-to-Interference Ratio (SIR) ที่สถานีฐานได้รับให้อยู่ในระดับที่ต้องการ

1.5.2 Distributed Constrained Power Control (DCPC) [3] คือ วิธีการควบคุมกำลังซึ่งควบคุมกำลังของผู้ใช้แต่ละคนแบบอิสระต่อกันให้ไปถึงค่ากำลังที่ต้องการแบบวนซ้ำ โดยใช้ข้อมูลของผู้ใช้ที่ทำการควบคุมอยู่เท่านั้น

1.5.3 Constrained Second-Order Power Control (CSOPC) [4] คือ วิธีการควบคุมกำลังซึ่งควบคุมกำลังของผู้ใช้แต่ละคนแบบอิสระต่อกันให้ไปถึงค่ากำลังที่ต้องการแบบวนซ้ำ โดยใช้ข้อมูลของผู้ใช้ที่ทำการควบคุมอยู่เท่านั้น เช่นเดียวกับวิธี DCPC แต่ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่ค่ากำลังที่ต้องการ น้อยกว่าวิธี DCPC

1.5.4 Bang-Bang type Power Control (B-BPC) [5] คือ วิธีการควบคุมกำลังที่ใช้ในมาตรฐาน IS-95 ซึ่งใช้จำนวนบิตควบคุมกำลังเท่ากับ 1 บิต

1.5.5 Modified-Constrained Second-Order Power Control (M-CSOPC) [4] คือ วิธีการควบคุมกำลังที่ดัดแปลงมาจากวิธี CSOPC เพื่อให้สามารถใช้จำนวนบิตควบคุมกำลังเท่ากับ 1 บิต

1.5.6 Pulse Code Modulation Power Control (PCMPC) [6] คือ วิธีการควบคุมกำลังที่ใช้จำนวนบิตควบคุมกำลังมากกว่า 1 บิต โดยสถานีเคลื่อนที่ทำการปรับกำลังส่งโดยพิจารณาจากค่า SIR ที่สถานีฐานได้รับ

1.6 แนวคิดที่นำเสนอ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอวิธีการควบคุมกำลังแบบวงปิดด้านขาขึ้น (Uplink) ซึ่งควบคุมให้กำลังของผู้ใช้ ลู่เข้าสู่ค่ากำลังที่ต้องการ (Desired Power) ซึ่งเป็นกำลังที่ทำให้ค่า Signal-to-Interference Ratio (SIR) ของผู้ใช้ทุกคนเท่ากับค่า SIR ที่ต้องการ โดยคำนึงถึงผลของการเปลี่ยนแปลงของอัตราขยายช่ายเชื่อมโยง (Link Gain) ตามเวลาเนื่องจากผลของเฟดดิงแบบเรย์ลี (Rayleigh Fading) ซึ่งทำให้ต้องมีการทำนายอัตราขยายช่ายเชื่อมโยงในคาบถัดไปเพื่อนำมาใช้

คำนวณค่ากำลังที่เหมาะที่สุดซึ่งสอดคล้องกับอัตราขยายข่ายเชื่อมโยง ณ เวลาที่ส่งกำลังผ่านอัตราขยายข่ายเชื่อมโยงดังกล่าว ทำให้ค่า SIR ที่สถานีฐานได้รับมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SIR ที่ต้องการ น้อยซึ่งจะทำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย (Outage Probability) มีค่าต่ำ และในการส่งคำสั่งควบคุมกำลังจากสถานีฐานมายังสถานีเคลื่อนที่จะใช้จำนวนบิตควบคุมกำลังจำกัดโดยการทำควอนไตซ์ (Quantization) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในระบบจริงซึ่งมีจำนวนบิตควบคุมกำลังจำกัดได้

1.7 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เสนอวิธีการควบคุมกำลังด้านขาขึ้น (Uplink) ที่ทำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย (Outage Probability) ของผู้ใช้มีค่าต่ำ และความซับซ้อนของการควบคุมกำลังไม่มากนัก เพื่อสามารถนำไปใช้ในระบบจริงได้

1.8 ขอบเขตของงานวิจัย

1. นำวิธีที่เสนอเปรียบเทียบผลกับการควบคุมกำลังแบบ Pulse Code Modulation Power Control (PCMPC) และวิธี Constrained Second-Order Power Control (CSOPC) ในระบบที่คิดผลของเฟดดิงแบบเรย์ลี (Rayleigh Fading) [6]
2. ศึกษาผลของพารามิเตอร์ต่างๆที่มีต่อความน่าจะเป็นที่สัญญาณขาดหาย (Outage Probability) ได้แก่ จำนวนบิตที่ใช้ทำการควอนไตซ์ (Quantization), ขอบเขตบนและขอบเขตล่างของการควอนไตซ์ (Quantization) และจำนวนรอบที่เหมาะสมในการใช้วิธี CSOPC ควบคุมค่ากำลัง
3. ศึกษาเปรียบเทียบความซับซ้อนในการคำนวณของวิธีที่เสนอเทียบกับวิธีอื่นๆ ที่มีผู้เสนอมาก่อนหน้า
4. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำแนวความคิดของวิธีที่เสนอไปใช้ในทางปฏิบัติ

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิธีการควบคุมกำลังที่ปรับปรุงซึ่งใช้จำนวนบิตในการควบคุมกำลังมากกว่า 1 บิตนี้คาดว่าจะให้ค่าความน่าจะเป็นที่สัญญาณขาดหาย (Outage Probability) ต่ำกว่าวิธี Pulse Code

Modulation Power Control ซึ่งใช้จำนวนบิตในการควบคุมกำลังมากกว่า 1 ซึ่งหมายความว่าใช้จำนวนบิตในการควบคุมกำลังที่เพิ่มขึ้นจาก 1 บิต (มาตรฐาน IS-95 ใช้จำนวนบิตในการควบคุมกำลังเท่ากับ 1) ได้มีประสิทธิภาพกว่า และมีความซับซ้อนน้อยเนื่องจากการควบคุมกำลังเป็นแบบกระจาย (Distributed Power Control) ทำให้เหมาะที่จะนำไปใช้ในระบบจริงที่สามารถใช้จำนวนบิตในการควบคุมกำลังมากกว่า 1 บิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.10 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1. ศึกษาการควบคุมกำลังที่มีผู้เสนอไว้และทำการวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี
2. เขียนโปรแกรมแบบจำลองการลดทอนของช่องสัญญาณทั้งแบบ Long-Term Fading และ Short-Term Fading
3. เขียนโปรแกรมการควบคุมกำลังของวิธีที่มีผู้เสนอไว้ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของแต่ละวิธี
4. วิเคราะห์วิธีการควบคุมกำลังแต่ละวิธีว่ามีข้อดีและข้อเสียอย่างไร และเลือกวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ในทางปฏิบัติ และให้ผลการควบคุมที่มีประสิทธิภาพดี
5. ปรับปรุงวิธีการควบคุมกำลังที่สนใจนั้น
6. เขียนโปรแกรมทดสอบผล
7. ประเมินและสรุปผล
8. เขียนวิทยานิพนธ์

1.11 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์

บทที่ 3 แบบจำลอง กล่าวถึงข้อกำหนดของการจำลองระบบ วิธีการจำลองแบบการควบคุมกำลัง การนำเสนอผลการจำลองแบบ การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบ

บทที่ 4 ผลการจำลองแบบ

บทที่ 5 บทสรุป