

### **Global System for Mobile Communications (GSM)**

GSM เป็นระบบที่เหมือนกับ TDMA ยกเว้นจะใช้ความกว้าง 200-KHz ซึ่งมีผู้ใช้ 8 คน ต่อช่องสัญญาณ และมีอัตราการเข้ารหัส 13 Kbps ซึ่งระบบดิจิทัลแรกที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ และมีการปรับเปลี่ยนในยุโรป และขอบนอกประเทศของ Pacific ซึ่งมีเทคโนโลยี G2

GSM เป็นระบบแรกที่ได้รับการนิยมนอย่างมากจนเป็นมาตรฐานในยุโรป มากกว่า 80 เครือข่ายที่ทำงานขณะนี้ ระบบนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในระบบดิจิทัลอน หลายล้านคน มากกว่า 200 ประเทศ

แม้ว่า GSM จะเริ่มในความถี่ย่าน 900 MHz และมีการใช้ช่วง 1800 MHz ซึ่งชื่อที่ใช้สำหรับ GSM คือ PCN (Personal Communication Network) ซึ่งชาวยุโรปมีความเท่าเทียมกับ PCS (Personal Communication Services)

### **Cellular Digital Packet Data (CDPD)**

เป็นมือถือบนพื้นฐาน TCP/IP ซึ่งรองรับสำหรับข้อมูลเท่ากับเครือข่าย AMPS ซึ่งมีการกระจายทำงานเครือข่ายบนอนาล็อก Cellular CDPD ทำงานบนเครือข่ายอนาล็อก แม้ว่าจะต้องการโมเด็มที่เปลี่ยนเป็นข้อมูลบน TCP/IP เพื่อทำงานในระบบอนาล็อก เมื่อมีการรับและส่ง เครือข่าย CDPD มีการนำระบบเสียงที่เป็นอนาล็อก, Circuit-Switched Data, และ Packet Data Services ที่ส่งได้ 19,200 bps อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ส่งได้ประมาณ 9,600 เพราะสูญเสียกับ Overhead

CDPD เป็นระบบที่ใช้ในอเมริกาเหนือ ไม่กว้างขวางในอเมริกา และ CDPD ถูกออกแบบสำหรับการติดตั้งอย่างรวดเร็ว และเลิกอย่างรวดเร็ว ระบบไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับระบบดิจิทัลที่มีการส่งข้อมูลอย่างรวดเร็ว ซึ่ง CDPD มาถูกแทนโดยระบบเครือข่ายดิจิทัลต่างๆในอนาคต

### **Nordic Mobile Telephone (NMT)**

เป็นระบบที่เป็นมาตรฐานเริ่มต้นในปี 1981 ของบริการเซลลูลาร์อนาล็อก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีแรกของไร้สาย

### **Total Access Communication System (TACS)**

เป็นการสื่อสารของ FM ที่เป็นอนาล็อก ซึ่งบางส่วนในยุโรป และเอเชียใช้กัน ซึ่งอยู่ในเทคโนโลยีมือถือยุคแรก

### **Personal Digital Cellular (PDC)**

เป็นระบบ TDMA ในญี่ปุ่น ซึ่งทำงานในย่าน 800 และ 1500 ซึ่งมีการใช้เป็นดิจิทัล และเป็นเทคโนโลยียุคที่ 2

### **Short Message Service (SMS)**

ไม่เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย แต่ไม่ปฏิเสธที่อยู่ในรายการนี้เนื่องจากการส่งแบบสองทิศทาง ที่เรียกว่า Pagers สองทิศทาง หรือโทรศัพท์เซลลูลาร์ที่มีการส่งข้อมูล SMS อนุญาตให้ผู้ใช้ส่ง และรับข้อมูลขนาดเล็ก แล้วทำการส่งเป็นโทรศัพท์ที่ใช้คุย SMS กลายเป็นระบบโทรศัพท์ดิจิทัลที่นิยมมากใน G2 แล้วมีการส่งข้อมูลใน Control Channel ซึ่งกำหนดไว้ที่ 160 อักขระใน GSM และ 256 ไบต์ใน TDMA และ 255 อักขระใน CDMA บริการ SMS เป็นที่นิยมอย่างมากในยุโรป และในแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น อากาศ, email, และข่าวสารสำหรับผู้ปีนเขาในไม่กี่ปีที่ผ่านมา

Nextel ใช้เทคโนโลยี TDMA ใน Specialized Mobile Radio (SMR) ที่มีการบล็อกย่านความถี่อยู่กับ 800 MHz AMPS ในอเมริกาใช้ร่วมกันระหว่าง อนาล็อก/ดิจิทัล เรียกว่า iDEN (Integrated Dispatch Enhanced Network) iDEN รองรับบริการเสียง บวกกับการต่อเชื่อมข้อมูล Circuit Switched และ 140 อักขระสำหรับข้อมูลสั้นๆ

### **การสร้าง Gap**

เป็นการทำให้มีความแน่นอนของการตรวจสอบในเทคโนโลยีไร้สาย และการส่งโหมดเซลลูลาร์ได้ถูกอ้างถึงเนื้อหาในเทคโนโลยี ซึ่งช่วยให้มีความชัดเจนของระบบ ระบบแรกที่ใช้คือ 1G และก็ใช้ต่อมาใน 2G, 2.5G, 3G และอื่นๆ

เทคโนโลยี 1G เช่น AMPS ในอเมริกาเหนือ, TACs ในยุโรป, และ NMT ในญี่ปุ่น เป็นการส่งข้อมูลเป็นอนาล็อก

เทคโนโลยี 2G เช่น TDMA และ CDMA ในอเมริกา และ PDC ญี่ปุ่น, GSM ในยุโรป, และระบบดิจิทัลในธรรมชาติ และรองรับระบบที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัย ซึ่งจะมีการกระจายเป็นระบบดิจิทัลเป็นส่วนใหญ่ 3G เช่น UMTS และ CDMA2000

ประมาณว่าเทคโนโลยีไร้สายจะมีรอบการใช้งานประมาณ 15 ปี ซึ่งอัตราข้อมูลจะใช้สำหรับ 1G เป็น 9600 ถึง 14400 bps เทคโนโลยี 3G จะมีการส่งข้อมูล 14.4 bps -> 2 Mbps ซึ่งสามารถรองรับการให้บริการ และแอปพลิเคชันในอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยี 4G จะมุ่งเน้น Wireless Asynchronous Transfer Mode (WATM) ซึ่งจะมีการส่งข้อมูล 10-150 Mbps มีอัตราผิดพลาดต่ำ และมี Quality of Service (Qos) ซึ่งจะมีการส่งข้อมูลความเร็วสูง

เทคโนโลยี 2.5G เป็นการพัฒนาแบนด์วิดท์ และความสามารถที่ส่งข้อมูลที่มีเนื้อหาที่สลับซับซ้อนขึ้น โดยเป็นการเพิ่มสิ่งที่มีอยู่ในเครือข่ายให้ทำงานได้มากขึ้น เทคโนโลยีที่ใช้เช่น High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD), General Packet Radio Service (GPRS), และ Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE) ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้เป็นการเพิ่มความสามารถก่อนเข้าสู่ยุค 3G ซึ่งบางประเทศเช่นในญี่ปุ่นข้ามไปที่ 3G เลย

- - HSCSD เป็นการใช้ Circuit Switched บน GSM ซึ่งมีอัตราการส่งได้ 38.4 Kbps และสามารถส่งช่องควบคุมได้ 4 ช่องพร้อมกัน และมีความเร็วที่ใช้ 4 เท่าของ GSM (14.4Kbps) ซึ่งในยุคไร้สายให้บริการได้มีการให้ใช้แต่ยังขาดเรื่องการกระจายให้แพร่หลาย ซึ่งมีการใช้ GPRS แทน
- - GPRS มีการใช้ในเครือข่ายไร้สาย ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 144 Kbps โดย GPRS เป็นการส่งตามข้อตกลง IP-Based packet-switched wireless ที่อนุญาตให้ส่งข้อมูลที่เดียวจำนวนมากถึง 1.15 Mbps ซึ่งอุปกรณ์ GPRS จะต่อเชื่อมเครือข่ายตลอดเวลา หมายถึงเครื่องปลายทางจะได้รับการเชื่อมต่อ IP ทันที โดยการติดต่อข้อมูล ณ ขณะนั้น ซึ่งการส่งมีความเร็วสูง
- - EDGE เป็นการส่งข้อมูลในแบนด์วิดท์ที่สูงกว่า GPRS ซึ่งส่งได้ถึง 384 Kbps ซึ่งสามารถส่งมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย

เทคโนโลยี 3G เป็นระบบปัจจุบันที่ใช้ในเซลล์ลาร์ ซึ่งรองรับการส่งความเร็วสูง และมีประสิทธิภาพ ซึ่ง 3G ถูกกำหนดโดย ITU ซึ่งเป็นส่วนของ International Mobile Telecommunications 2000 (IMT-2000)

3G เป็นเทคโนโลยีแรกทีรองรับการส่งข้อมูลกว้าง ซึ่งระดับเดียวกับเสียง ข้อจำกัด Bluetooth ซึ่งสามารถที่เพิ่มความสามารถอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งใช้กับคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ PDAs

- - IMT-2000 มีความสามารถในการ Roaming ทั่วโลกซึ่งมีอุปกรณ์ความเร็วต่ำ และเป็นพื้นฐานสำหรับสังคมไร้สาย ซึ่งเข้าสู่ข้อมูลในธุรกิจ
  1. 1. เพิ่มประสิทธิภาพ และความจุ
  2. 2. สามารถที่มีบริการใหม่, เช่น WANs สำหรับคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย
  3. 3. รองรับแบนด์วิดท์ตามต้องการ ซึ่งความสามารถเพิ่มขึ้นลงได้ โดยใช้ช่องความถี่ต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการส่งข้อมูล
  4. 4. เพิ่มมาตรฐานต่างๆที่ยืดหยุ่น ช่องความถี่, ความเข้ากันได้กับระบบเก่า
  5. 5. อนุญาตให้ข้ามเครือข่ายที่แตกต่างกันได้ อย่างดี
  6. 6. เข้าใช้กับดาวเทียม และบริการที่กำหนดกับไร้สายที่ตายตัวกับเครือข่ายเซลลูลาร์
  7. 7. อนุญาตให้ใช้บริการที่ส่งได้สูง ซึ่งสามารถที่ส่งได้ 384 Kbps – 2 Mbps และเพิ่มถึง 20Mbps
- - Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) เป็นโครงการของ Special Mobile Group (SMG) ซึ่งที่ประชุมของ European Telecommunication Standards Institute (ETSI) ซึ่งมีการวางมาตรฐาน 1MT-2000  
 UMTS เป็นยุคถัดไปจากเซลลูลาร์ที่ใช้กันทั่วโลก ซึ่งจะมีการมาแทนในปี 2004 ซึ่ง UMTS ส่งได้ถึง 2Mbps โดยใช้ TDMA และ WCDMA ที่ 2 GHz
- - CDMA2000 และ WCDMA เป็นโหมด 3G ซึ่งเป็น Wideband CDMA (WCDMA) และ CDMA2000 ซึ่งเป็น 3G ที่เพิ่มความสามารถจากระบบ GSM ซึ่ง CDMA มาแทน TDMA โดยมี Ericsson, Nokia, และผู้ผลิตจากญี่ปุ่น แบ่งเป็นหลายเวอร์ชัน CDMA2000 รองรับโดย QUALCOMM และ Lucent  
 NTIA, FCC, DOD, ได้มีแผนพัฒนาโดยใช้อุปกรณ์ในยุคที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนบริการไร้สายในยุค 3 ต้องมีการประมูลความถี่ ซึ่ง Federal government ได้ลงทุน และมีสาขาถึง NTIA ซึ่ง FCC เป็นการองค์กรจัดสรรย้ายความถี่สำหรับเครือข่ายไร้สายเชิงพาณิชย์ ซึ่งกฎของบริการจะมีการประมูลความถี่ที่ 1710-

1755, และ 2110-2150 MHz โดยผู้บริหรสามารถที่จะเลื่อน ไปถึงเดือนกันยายน 2004

### **เทคโนโลยีระบบเครือข่ายข้อมูล Wireless**

มีมาตรฐานที่หลากหลาย และส่วนประกอบเครือข่ายไร้สาย ซึ่งมีข้อมูลอย่างเดีย ไม่มีเสียง ซึ่งความต้องการของการเข้าใช้ LAN ที่โตขึ้นอย่างมากสำหรับอุปกรณ์ Mobile computing เช่น Laptops, PDA และผู้ใช้งานที่ต้องการที่ต่อเชื่อมเครือข่ายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการต่อเชื่อมกับกายภาพในระบบสาย ซึ่งประมาณว่าจะมีผู้ใช้งานมากกว่า 1,000 ล้านอุปกรณ์ ในปี 2003

### **เทคโนโลยี Spread Spectrum**

มาตรฐานการสื่อสารตามความจริงสำหรับ LANs ไร้สาย เป็น Spread spectrum ซึ่งเทคนิคที่ใช้เป็นความถี่วิทยุอันความถี่กว้าง ซึ่งพัฒนาโดยการทหารที่ใช้ในด้านความปลอดภัย ซึ่งเป็นระบบสื่อสารสำหรับหน้าที่สำคัญ ซึ่งใช้ความถี่วิทยุ ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ การส่งสัญญาณบรอดคาสทในช่วงความถี่ ซึ่งเครื่องอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่รับจะต้องรับความถี่ที่อยู่ในช่วงบรอดคาสทที่ถูกต้อง

โดยส่วนใหญ่ LAN ไร้สายจะใช้เทคโนโลยี Spread Spectrum ซึ่งช่วยให้อุปกรณ์สามารถที่แจ่งที่อยู่โดยไม่มีการกวนกันของระบบใน Narrowband ซึ่ง Spread spectrum ใช้โหมดการขนส่งที่ใช้ช่วงความถี่มากกว่าการส่งใน Narrowband แต่การผลิตสัญญาณจะแรงกว่า และง่ายกว่าที่ตรวจสอบโดยอุปกรณ์อื่น แล้ว Spread spectrum ยังแลกเปลี่ยนแบนด์วิดซ์ที่มีประสิทธิภาพ และได้รับความปลอดภัยที่สูง รวมถึงความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือในการขนส่ง

ระบบที่นิยมอีกสองระบบ คือเทคโนโลยี Spread spectrum RF สำหรับ 2.4 GHz wireless LANS ซึ่งจะมีการส่งลำดับของ Direct-sequence spread spectrum (DSSS) และ Frequency-hopping spread spectrum (FHSS)

DSSS เป็นการกระจายความถี่ด้านกว้าง ซึ่งสร้างบิตชดเชยสำหรับบิตทุกบิตที่ขนส่ง ซึ่งเรียกว่า Chip หรือ Chipping code ชิพที่มีขนาดยาวกว่า มีความสามารถมากกว่า มีโอกาสที่ให้ข้อมูลต้นทางสามารถที่กู้คืนข้อมูล แต่ใช้โค้ดของชิพที่ต้องการแบนด์วิดซ์มากขึ้นสำหรับการขนส่งกว่าวิธีการขนส่งแบบ Narrowband

อัตราของชิปต่อบิตเรียกว่า Spreading ratio ซึ่งอัตราของ Spreading ที่สูงเพิ่ม และ ทนทานต่อสัญญาณรบกวน อัตรา Spreading ที่ต่ำเพิ่มความสามารถแบนด์วิดท์เครือข่ายไปยังอุปกรณ์ อัลกอริทึมสถิติที่อยู่ภายในสามารถที่กู้คืนข้อมูลจากผู้ส่งถ้าบิตถูกทำลายในการขนส่งโดยปราศจากการขนส่งใหม่

### **DSSS**

มีการกระจายสัญญาณบนความถี่ย่านกว้างในทุกบิตของข้อมูลจะถูกแผ่ โดยผู้ขนส่งต้นทางจะกำหนดรูปแบบชิป ที่เครื่องผู้รับ ข้อมูลต้นฉบับจะถูกสร้าง โดยแผ่กับชิปที่ส่งกลับที่บิตข้อมูล DSSS Transmitter และ Receiver จะต้องมีการซิงค์ไครนอสเพื่อทำงานอย่างถูกต้อง สัญญาณ DSSS จะปรากฏในการรบกวน Wideband ต่ำไปยังผู้รับ non-DSSS และละเอียดโดยผู้รับส่วนใหญ่อยู่ใน Narrowband เพราะว่า DSSS spreads ส่งข้ามแถบความถี่ จำนวนขึ้นอยู่กัช่องสัญญาณที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน ใน 2.4 GHz band ที่มีขนาดเล็ก (เฉพาะ 3) แม้ว่าจะถูกจำกัดจำนวนอย่างมากกับเครือข่ายที่ใช้ร่วมกันสามารถที่ทำงานโดยไม่รบกวนกัน บางผลิตภัณฑ์ DSSS ให้ผู้ใช้กระจายมากกว่าหนึ่งช่องสัญญาณในบางพื้นที่ โดยการแยกช่วง 2.4 GHz ซึ่งมี Subbands หลายช่วง แต่ละอันจะอิสระจากเครือข่าย DSSS

### **FHSS**

ใช้ผู้ขนส่ง Narrowband ที่มีการเปลี่ยนความถี่อย่างต่อเนื่องที่รู้จักรูปแบบ อัลกอริทึม FHSS กระจายสัญญาณโดยทำงานในหนึ่งความถี่สำหรับการติดต่อสั้นๆ และใช้ Hopping สำหรับความถี่อื่น อุปกรณ์ที่ส่งจากต้นทาง และอุปกรณ์รับปลายทางต้องถูกซิงค์ในความถี่เดียวกัน ณเวลาเดียวกัน เมื่อผู้ส่ง และผู้รับได้ซิงค์ก็จะมี การสร้างการสื่อสารแบบ Logical ซึ่งเหมือนกับ DSSS, FHSS จะมีสิ่งรบกวนไปยังผู้รับที่ non-FHSSS ซึ่งจะถูกละเอียด ผู้แสดงของ FHSS จะมีการทำให้ปลอดภัยสูงกว่าจากการรบกวนภายนอก เพราะว่าใช้เทคนิค Frequency Hopping ซึ่งสิ่งรบกวนที่อยู่ในความถี่ใดๆจะไม่ปรากฏหลังจากที่โดดไปยังความถี่อื่น ซึ่งแนะนำว่าการขนส่ง FHSS ไม่สามารถที่บล็อกในการรบกวนใน Narrowband ซึ่งตรงข้ามกับ DSSS ถ้ามีการรบกวนในหนึ่งความถี่ข้อมูลจะถูกส่งใหม่ในการโดดที่ Subsequent หนึ่ง ซึ่งแก้ปัญหา Narrowband ที่รบกวน 2.4GHz เช่นเตาไมโครเวฟ

จำนวนความถี่ต่ำสุดที่จงในการกำหนดรูปแบบการโคด และจำนวนสูงสุดของความถี่สูงสุดที่อาศัยอยู่ (อย่างนานก็ก่อนที่มีการเปลี่ยนทุกความถี่) ซึ่งถูกกำหนดโดย FCC ซึ่งต้องการ 75 หรือความถี่ที่มากกว่าที่ถูกใช้สำหรับเวลาอยู่สูงสุดของ 400 ms

FHSS ทำให้มีการกระจายอย่างมากโดยไม่มี การซ้อนทับกัน เพราะว่าใช้จำนวนขนาดใหญ่ในช่วง 2.4GHz band FHSS ผลิตให้ผู้ใช้ที่ต้องการมากกว่าหนึ่งช่องในพื้นที่เดียวกัน โดยการวางระบบช่องที่แยกกันในลำดับความถี่ที่โคดต่างกัน

FHSS อื่นสามารถที่เข้าใช้ได้ในเวลาเดียวกันตามพื้นที่เครือข่ายที่ใช้อยู่ การเพิ่มแบนด์วิดซ์สามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้ในการเข้าใช้เครือข่ายไร้สาย อุปกรณ์เคลื่อนที่ทำการโรมมิ่งในพื้นที่จะถูกสุมในหนึ่ง หรือสองจุดที่ติดต่อกัน เพื่อประสิทธิภาพให้ดับเบิลแบนด์วิดซ์ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งไม่สามารถทำได้ใน DSSS

สุดท้ายสิ่งที่ใช้คืออุปกรณ์เพิ่มกำลังสำหรับเครื่องส่ง FHSS มีประสิทธิภาพกว่าเครื่องส่ง DSSS ซึ่งส่งผลให้ FHSS ใช้พลังงานต่ำกว่า ซึ่งต้องการแบตเตอรี่ขนาดเบา และรีชาร์ตน้อยกว่า ผู้ใช้สามารถใช้เครื่อง โนบายได้นานกว่า

### **Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)**

โหมดการส่ง ไร้สายแบบอื่นๆ ต่างจาก Spread spectrum ถูกเรียกว่า OFDM ซึ่งมีหลากหลายเรียกว่า Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM) OFDM มีรูปแบบของการส่งคลื่นหลากหลายผู้ให้บริการ การใช้ Frequency-division multiplexing(FDM) เทคนิคการส่งคลื่นสำหรับการขนส่งจำนวนมากของข้อมูลดิจิทัลบนคลื่นความถี่เดียว OFDM จะแบ่งสัญญาณวิทยุ เพื่อส่ง Subsignals ขนาดเล็กหลายช่องเพื่อให้ส่งได้พร้อมเพรียงกันที่ต่างความถี่ไปยังเครื่องผู้รับ ด้วยวิธีนี้ OFDM ลดจำนวนการรบกวนกันระหว่างส่งสัญญาณ

OFDM ใช้ได้อย่างมากเมื่อมีการส่งข้อมูล Broadband และ High-data-rate หนึ่งของข้อดี OFDM จะมีความทนทานของระบบการขนส่ง และทนต่อการรบกวน OFDM ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับ Discrete Multitone(DMT) ซึ่งมาตรฐาน โลกสำหรับ Asymmetric Digital Subscriber Lines (ADSL) OFDM เป็นการรวมกันไปสู่รูปแบบ Digital Audio Broadcasting (DAB) ซึ่งเป็นรายแรกในยุโรปที่กำหนดใน European Telecommunication Standard ETS300 401 โดยใช้เทคโนโลยี IEEE 802.11a WLAN ใช้ OFDM

## ข้อกำหนด IEEE 802.11 สำหรับ Wireless LANs

IEEE 802.11 อ้างถึงตระกูลสำหรับ WLANs ที่ถูกพัฒนาโดย IEEE (บันทึก: 802.11 มีการอ้างถึงความรับผิดชอบ ที่ประชุม IEEE ซึ่งมีมาตรฐาน WLAN ที่หลากหลาย) มาตรฐานนี้เริ่มในปี 1989 และมีการเน้นในการกระจายในเครือข่ายขนาดใหญ่ และให้ Wireless มีความเท่าเทียมกับ Ethernet IEEE ยอมรับข้อตกลงใน 1997 ข้อกำหนด 802.11 มีการระบุการเชื่อมต่อผ่านอากาศระหว่างอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ลูกข่ายกับ base station หรือระหว่างอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ลูกข่ายสองเครื่อง ซึ่งวันนี้มีตระกูลของ 802.11 ทั้งหมด 4 คือ 802.11a, 802.11b, 802.11g, และ 802.11e ถูกพัฒนามาตรฐานกราฟ ซึ่งมาตรฐานทั้งสี่ใช้โปรโตคอล Ethernet และการส่งแบบ CSMA/CA เป็นการแชร์ Path

## Bluetooth

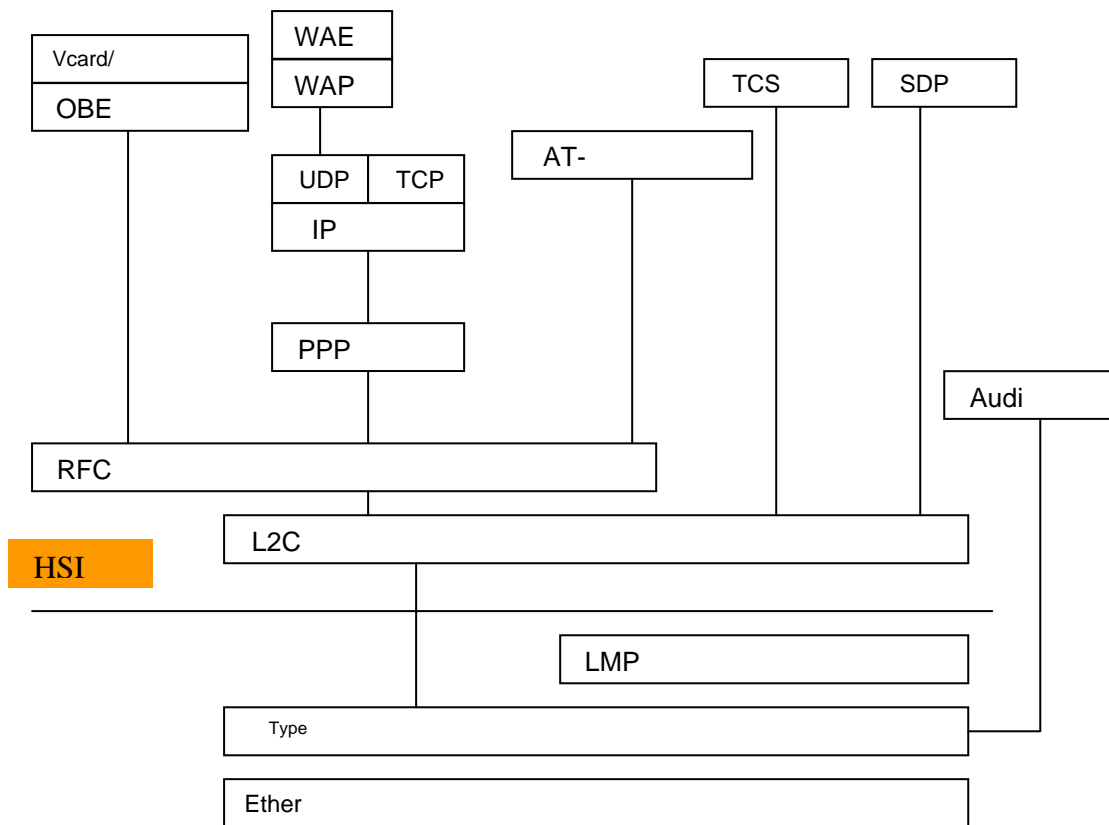
เป็น โปรโตคอล Peer-to-Peer ที่สร้างเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างโปร่งใส (เซลล์ลาร์, แล็ปท็อป, คอมพิวเตอร์มือถือ, กล้องดิจิทัล, เครื่องพิมพ์, อื่นๆ) โดยใช้มาตรฐาน 802.15 ซึ่งย่านความถี่อยู่ที่ 2.4 ถึง 2.5 GHz และใช้ FHSS ซึ่งทำให้อุปกรณ์เคลื่อนที่หลีกเลี่ยงจากการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆโดยการโดดไปที่ความถี่ใหม่หลังจากที่มีการส่งไป และรับมาของแพ็คเก็ต

Bluetooth เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กำลังไฟต่ำในการส่งระยะ 30 ฟุต และส่งได้ประมาณ 1 Mbps ซึ่งช่วงนี้จะถูกเพิ่มเป็น 300 ฟุตโดยเพิ่มกำลังไปที่ 100mW ซึ่งเครือข่าย Bluetooth รองรับอุปกรณ์ได้ถึง 8 ตัวซึ่งใช้ Frequency Hopping, มีเครือข่ายการทำงานเดียวกันที่ใกล้เคียงกัน Bluetooth MAC layer เป็น TDMA-based และส่งเสียง และการเชื่อมต่อข้อมูลอัตราต่ำ

เทคโนโลยี FHSS ของ Bluetooth ใช้อัตราการโดดสูงกว่ามากกว่า HomeRF และวิทยุอื่นๆ การส่งที่ 1,600 Hops ต่อวินาที Bluetooth กำหนดอัตราเป็น 10 ช่วงของการกำหนดลำดับการโดด หน้าใน 79MHz และ 5 ใน 25 MHz แม้ว่า Bluetooth จะถูกออกแบบมาทำงานในความถี่ที่มีการกวนกันสูง แต่มีการใช้การตอบรับ และการโดดอย่างรวดเร็วของความถี่เข้ามาช่วย

ลำดับการทำงาน





### ข้อดี และข้อเสียของ Bluetooth

สิ่งดีคือการ โดดอย่างเร็วทำให้มีการรบกวนต่ำเพราะใช้เวลาน้อยในช่องสัญญาณ ข้อเสียคืออัตราการ โดดเร็วทำให้ใช้แบนด์วิดซ์ไม่มีประสิทธิภาพ เวลาที่กำหนดเสียไปกับการ โดด และความยาวแพ็คเก็ตข้อมูลในระบบสามารถที่ส่งได้จำเป็นน้อยกว่า แต่อัตราการ โดดขึ้นอยู่กับการแบ่ง ตัวอย่างเช่น

- - สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ทำการส่ง จราจรเคลื่อนไหวที่ถี่เลย กับการคิดถึง เวลาที่ล่าช้า การ โดดเร็วจะถูกรบกวนเพราะจะทำให้เคลื่อนอุปกรณ์ออกจาก ช่องที่ถูกให้ได้ทันที
- - สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ต้องการส่งข้อมูลที่สัมพันธ์กันในแพ็คเก็ตที่ยาว Ethernet จะใช้อัตราการ โดดต่ำกว่าจะดีกว่า เพราะวาลเวลาของโอกาสที่แพ็คเก็ต เกิดเป้าหมายชนกันกับแหล่งที่รบกวนกัน

ช่องที่ 2.4 GHz จะมีการใช้อย่างแออัด และมีระบบเทคโนโลยี Spread spectrum หลากหลายที่ใช้ทำให้เป็นผลไม่คาดฝัน ซึ่งการวิจัยการรบกวนกันที่ 2.4 GHz การ

รบกวน และเนื้อหาระหว่าง 802.11, HomeRF, Bluetooth, digital phones, และเตาไมโครเวฟ Bluetooth ถูกพิจารณาเป็นการรบกวนของเครื่องข้างเคียง เพราะว่าเป็นการสร้างฟองในคลื่นวิทยุในที่เรียกว่าพื้นที่ Piconet ใน Piconet เป็นการเก็บอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อใน ad hoc ซึ่งใช้เทคโนโลยี Bluetooth ซึ่งการสื่อสารถึงกันและกันจะใช้การแพร่ออกมาเป็นฟอง ซึ่งจบที่ Bluetooth Special Interest Group (SIG) เป็นผู้นำกลุ่มสนับสนุน 9 รายที่กำหนดรูปแบบขึ้นมา ซึ่งกลุ่มผู้ก่อการนี้มี 3Com, Ericsson, Intel, IBM Corporation, Lucent Technologies, Microsoft, Motorola Inc., Nokia, และ Toshiba ซึ่งสร้าง ส่งเสริม และก่อตั้งเทคโนโลยี Bluetooth ซึ่งใช้ได้ในรถยนต์ และทดสอบการทำงานร่วมกัน ซึ่งขณะนี้ผู้ให้ความสนับสนุนจำนวนมาก

### **คลื่นความถี่วิทยุตามบ้าน HomeRF**

มาตรฐานเครือข่ายไร้สายอีกอย่างหนึ่งเรียกว่า HomeRF, ซึ่งออกแบบกำหนดเป็นอินเทอร์เน็ต Broadband ที่ตามบ้านยังไม่มี การเข้าใช้ในเครือข่ายขององค์กร ซึ่งรูปแบบคือ IEEE802.11 เครือข่าย HomeRF ถูกออกแบบมารองรับการใช้งานแอปพลิเคชันอัตโนมัติตามบ้าน และราคาดีของผู้ใช้ตามบ้าน

HomeRF ผลิตให้ทำงานที่ 2.4GHz ISM band ใช้ FHSS ที่ 50-100 Hops per second ซึ่งเปลี่ยนช่อง 50-100 ครั้งต่อวินาที (หรือมากกว่า) ยุคที่ 1 ของ HomeRF (1.0) ผลิตมาให้อัตราข้อมูลสูงสุดที่ 1.6 Mbps และระยะทาง 150 ฟุต ยุคที่ 2 ของ HomeRF (2.0) ทำงานได้ถึง 10 Mbps ซึ่งใช้กำลังไฟต่ำคือน้อยกว่า 10 mW และต่อเชื่อม TCP/IP อย่างเต็มรูปแบบ และมีขนาดเล็ก

ฟีเจอร์อื่นของ HomeRF รองรับคุณภาพเสียงใกล้เคียง Wire-line โดยมาตรฐานบริษัท Digital Enhanced Cordless Telephony (DECT)

อุปกรณ์ HomeRF ในยุคที่ 3 วางแผนรองรับอัตราส่งข้อมูล 20Mbps โดยคาดว่าจะเริ่มในปี 2002 นี้

ภาพรวมเทคโนโลยี HomeRF

เครือข่าย HomeRF เรียกว่า Broadband Internet Home ประกอบด้วยชนิดของอุปกรณ์หลากหลาย เช่น Laptop (A-node), Internet Appliance (SA-node), Audio Headset (S-node), Cordless Handset (I-node) และอุปกรณ์ควบคุม Control Point (CP Class 1)

รายละเอียดของ HomeRF จะเหมือนกับมาตรฐานเครือข่ายอื่นๆที่อยู่บนชั้นที่ต่ำที่สุดคือ ลำดับชั้นที่ 2 ซึ่งทำงานที่ Data Link Control (DLC) และใช้ Media Access Control (MAC) Layer กำหนดชนิดของบริการข้อมูล เช่นเสียง หรือการส่งลำดับสตรีมที่ถูก กำหนดลำดับความสำคัญ ซึ่งจะมีคุณสมบัติในเรื่องความปลอดภัย การโรมมิ่ง และการ แม็บกับมาตรฐานในชั้นที่สูงขึ้น ดังรูปด้านล่าง

ลำดับชั้นบน		
TCP	UDP	DECT
IP		
HomeRF MAC Layer		
CSMA/CA	Priority OSMA	TDMA
HomeRF PHY Layer		

HomeRF ในลำดับ MAC จะมีบริการแยกตามการไหลดังนี้

- - Asynchronous เป็นบริการข้อมูลแพ็คเก็ต Ethernet ไร้สายแบบ Connectionless สำหรับ TCP/IP
- - กำหนดลำดับความสำคัญ และบริการข้อมูล Connection-oriented แบบทำซ้ำ ใช้เซสชันมีเดียสตรีมในการไหลข้อมูล UDP/IP
- - Isochronous, Full-duplex, symmetric, หรือชนิดบริการเสียงสองทิศทางถูก ใช้เมื่อบริการเชื่อมต่อเสียงคุณภาพที่มีหลายผู้คิดค่าบริการ เช่น โปรโตคอล DECT

### HomeRF และโปรโตคอลแอปพลิเคชันไร้สายที่ใช้ร่วมกัน

กลุ่มที่ทำงานกับ ความถี่วิทยุบ้านมีผลิตภัณฑ์ที่มีรายละเอียดเรียกว่า Shared Wireless Application Protocol (SWAP) ซึ่งมีหลากหลายอุปกรณ์เช่น PCs, โทรศัพท์ไร้สาย, และ อุปกรณ์ผู้บริโภคอื่นๆที่แชร์เสียง และข้อมูลใน และรอบการใช้งานต่างๆที่บ้าน ซึ่ง SWAP มีฟีเจอร์ดังนี้

- - อัตราข้อมูลที่ใช้ได้อยู่ระหว่าง 1-2 Mbps
- - ระยะทางได้ 150 ฟุต

- - ความสามารถในการสร้างเครือข่าย 10 เครื่อง
- - ความสามารถทำงานกับ DSL, โมเด็ม, และเคเบิลโมเด็ม
- - ความสามารถที่มีความปลอดภัยข้อมูล เนื่องจากมี Network ID เดียว
- - รองรับคุณภาพเสียงในสายไกล และบริการ โทรศัพท์ซึ่งมีการรบกวนวิทยุต่ำ

ตัวอย่างของ HomeRF ที่ใช้สามารถรองรับรายละเอียดของ SWAP มีดังนี้

- - ติดตั้งเครือข่ายไร้สายที่บ้านเพื่อแชร์ เสียง และข้อมูลระหว่างเครื่อง PCs, อุปกรณ์ต่อพ่วง, และส่งเสริมกับโทรศัพท์ PC ไร้สาย
- - การใช้อินเตอร์เน็ตจากที่ใดในบ้านได้
- - แชร์การเชื่อมต่อ ISP ระหว่าง PCs และอุปกรณ์ใหม่อื่นๆ
- - แชร์ไฟล์, โมเด็ม, เครื่องพิมพ์ ในเครื่อง PCs ที่บ้าน
- - การส่งต่อ โทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เพื่อไปที่ Handset อื่นๆ, แฟกซ์, และเครื่องตอบรับ โทรศัพท์
- - การดูเสียงที่รับเข้า, แฟกซ์, และ email ที่มีขนาดเล็ก, ส่งเสริม Handset ไร้สายใน PC
- - การกระตุ้นให้ระบบไฟฟ้าในบ้านด้วยเสียง ไปยัง Handset ที่เพิ่มใน PC หรือเล่นเกมบน PC หรืออินเตอร์เน็ต