

เทคโนโลยีสื่อสารสัญญาณวิทยุแถบกว้าง ย่านความถี่สูงยิ่งยวด

* กิตติศักดิ์ ลำดี

แนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในปัจจุบันที่อยู่ในยุคที่ 3 (3rd Generation, 3G) และกำลังผลักดันไปสู่ยุคที่ 4 (4th Generation, 4G) ในอนาคต ซึ่งโครงข่ายทั้งหมดเป็นแบบ IP (All IP Networks) โดยข้อมูลที่รับ - ส่งกันจะเป็นแบบแพ็กเก็ตเป็นหลักและเทคโนโลยีระบบสื่อสารไร้สายต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะต้องได้รับการผนวกเข้าด้วยกัน (Integration) เพื่อให้ระบบต่างๆ สามารถทำงานร่วมกันได้ ได้แก่ Wide Area Networks (WANs), Wireless Local Area Networks (WLANs), Wireless Personal Area and Body Area Networks (WPANs and WBANs) รวมทั้งโครงข่าย Ad hoc ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารไร้สายต่างๆ เข้าด้วยกัน

เมื่อเทคโนโลยีระบบไร้สายได้ผนวกเข้าด้วยกันแล้ว การให้บริการต่าง ๆ ก็จะมีลักษณะแบบยูบิควิตัส (Ubiquitous) และไดเวอร์ซิตี (Diversity) คือผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้ทุกหนทุกแห่งหรือเวลาใดก็ตาม โดยไม่ขึ้นกับระบบหรืออุปกรณ์โครงข่าย มีความยืดหยุ่นตามความต้องการ

การของแต่ละผู้ใช้บริการที่แตกต่างกัน และสามารถรองรับความต้องการใช้งานอย่างหลากหลายในเวลาเดียวกันได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องมีการคิดค้นเทคโนโลยีระบบสื่อสารไร้สายใหม่ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น การจัดการสเปกตรัม (Spectrum Management) และวิศวกรรมด้านระบบวิทยุ (Radio System Engineering)

หนึ่งในเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้ (Short-Range Wireless Technology) ที่ได้ถูกคิดค้น คือ เทคโนโลยีสื่อสารสัญญาณวิทยุแถบกว้างย่านความถี่สูงยิ่งยวด (Ultra-Wideband Radio Technology : UWB-RT) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา และได้มีการออกรายงานฉบับแรกโดยหน่วยงานอิสระของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่รับผิดชอบด้านโทรคมนาคม (Federal Communications Commissions : FCC) ต่อมาก็มีการพัฒนาอย่างแพร่หลายทั้งในทวีปยุโรปและเอเชีย UWB-RT ใช้หลักการที่ว่าต้องการที่จะจัดสรรทรัพยากร

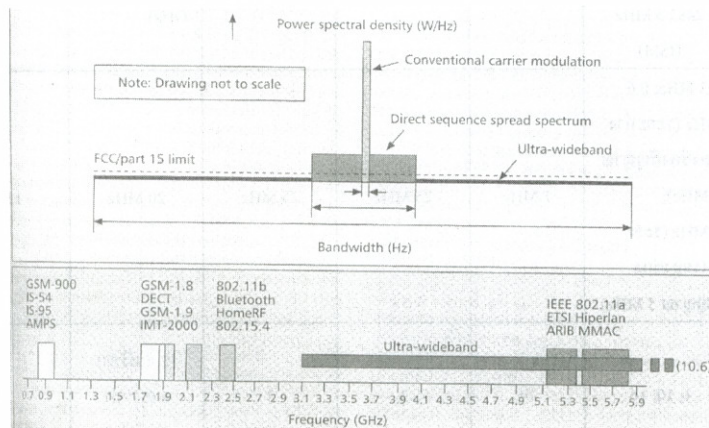
* อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต : วศ.ม. (ไฟฟ้าสื่อสาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สเปกตรัม (ความถี่) ที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยมีการแบ่งปันการใช้กันอย่างเหมาะสมร่วมกับระบบที่ใช้สเปกตรัมที่มีอยู่เดิม มากกว่าที่จะไปหาสเปกตรัมที่ยังไม่มีการใช้งาน แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะใช้สเปกตรัมย่านใหม่ได้

FCC ได้นิยามอุปกรณ์ UWB ไว้ว่า อุปกรณ์ใด ๆ ที่ส่งสัญญาณที่มีแถบความถี่อย่างน้อย 500 MHz ตลอดเวลาที่มีการรับ-ส่งสัญญาณ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่ส่งสัญญาณมีอัตราส่วนของ

$2(f_H - f_L) / (f_H + f_L)$ มีค่ามากกว่า 0.2 โดย f_H คือความถี่บน (upper frequency) ส่วน f_L คือความถี่ล่าง (lower frequency) และที่จุด -10 dB จากจุดความถี่ศูนย์กลาง ($f_C = (f_H + f_L)/2$) โดยรูปที่ 1 แสดงแถบความถี่ของ UWB-RT (ย่านความถี่ 3.1 - 10.6 GHz) เปรียบเทียบกับระบบสื่อสารไร้สายแบบอื่น ๆ

เปรียบเทียบคุณสมบัติ UWB-HDR



รูปที่ 1 แถบความถี่ของ UWB-RT เปรียบเทียบกับระบบสื่อสารไร้สายแบบอื่น ๆ

กับมาตรฐาน WLANs/ WPANs แบบต่าง ๆ

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย รูปแบบ WLANs/ WPANs (Wireless Local Area Networks/ Wireless Personal Area Networks) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันและที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตมีอยู่หลายมาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน Bluetooth, IEEE 802.11 (a, b, g), IEEE 802.15.4 (Zig Bee), IEEE 802.15.3 และมาตรฐานใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้แบบ UWB-HDR (Ultra Wideband High Data Rate) โดยคุณสมบัติที่สำคัญต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 1 UWB-HDR ยัง

อยู่ระหว่างการร่างมาตรฐานขึ้นมา เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติกับมาตรฐานอื่นแล้ว อัตราการส่งข้อมูลของ UWB-HDR สามารถทำได้ถึง 110-200 Mb/s ซึ่งถือว่าสูงขึ้นมากเมื่อเทียบกับมาตรฐาน WLANs/ WPANs อื่น ๆ ขณะที่แถบความถี่ของสัญญาณเท่ากับ 500 MHz - 7.5 GHz ซึ่งใช้แถบความถี่กว้างกว่ามาตรฐานอื่นอย่างมากเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม UWB-HDR สามารถใช้สื่อสารไร้สายได้ภายในระยะทางประมาณ 10 เมตร เท่านั้น

แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่นำเทคโนโลยี

คุณสมบัติ	IEEE 802.15.4	Bluetooth	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11a	IEEE 802.15.3	UWB-HDR
อัตราการส่งข้อมูลมากที่สุด (Max.Data Rate)	250 kb/s; 40 kb/s; 20 kb/s	1 Mb/s	11 Mb/s	54 Mb/s	24 Mb/s Option 54 Mb/s	11 Mb/s (QPSK) - 55 Mb/s (64QAM)	110 Mb/s (10M) 200 Mb/s (4M)
ระยะทางไกลที่สุด (Max Distance)	30 m	10 m	100 m	100 m	50 m	10 m	10 m
การจัดสรรแถบความถี่ (Frequency Allocation)	868-868.6 MHz (ISM EU) 902-928 MHz; (ISM US) 2400- 2483.5 MHz (ISM)	2.4 GHz (ISM)	2.4 GHz (ISM)	2.4 GHz (ISM)	5 GHz UNII (5.15-5.35+ 5.725-5.825 GHz)	2.4 GHz (ISM) 2.4-2.4835 GHz	3.1-10.6 GHz
แถบความถี่ของช่องสัญญาณ (Channel Bandwidth)	0.3 MHz; 0.6 MHz (ระยะห่าง ของช่องสัญญาณ 2 MHz); 2 MHz (ระยะ ห่างของช่อง สัญญาณ 5 MHz)	1 MHz	25 MHz	25 MHz	20 MHz	15 MHz	น้อยที่สุด 500 MHz มากที่สุด 7.5 GHz
จำนวนช่องสัญญาณความถี่วิทยุ (Number of RF Channels)	1; 10; 16	79	3	3	12 (อเมริกา) 8 (ยุโรป) 4 (ญี่ปุ่น)	5	(1 ~15)
รูปแบบการมอดูเลต (Modulation Type)	BPSK; OQPSK	GFSK	11 Mbaud QPSK (CCK Coding)	OFDM 64 +CCK (Legacy)	COFDM BPSK; QPSK; 16 QAM	DQPSK 16/32/64 QAM	BPSK; QPSK
การกระจาย (Spreading)	DS-SS	DS-FH	CCK	OFDM	OFDM	-	(Multiband)

CCK Complementary Code Keying

DS-SS Direct Sequence Spread Spectrum

DS-FH Direct Sequence Frequency Hopping

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing

COFDM Coded OFDM

ISM Industrial, Scientific; Medical

UNII Unlicensed National Information Infrastructure

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติ UWB-HDR กับมาตรฐาน WLANs/ WPANs แบบต่าง ๆ

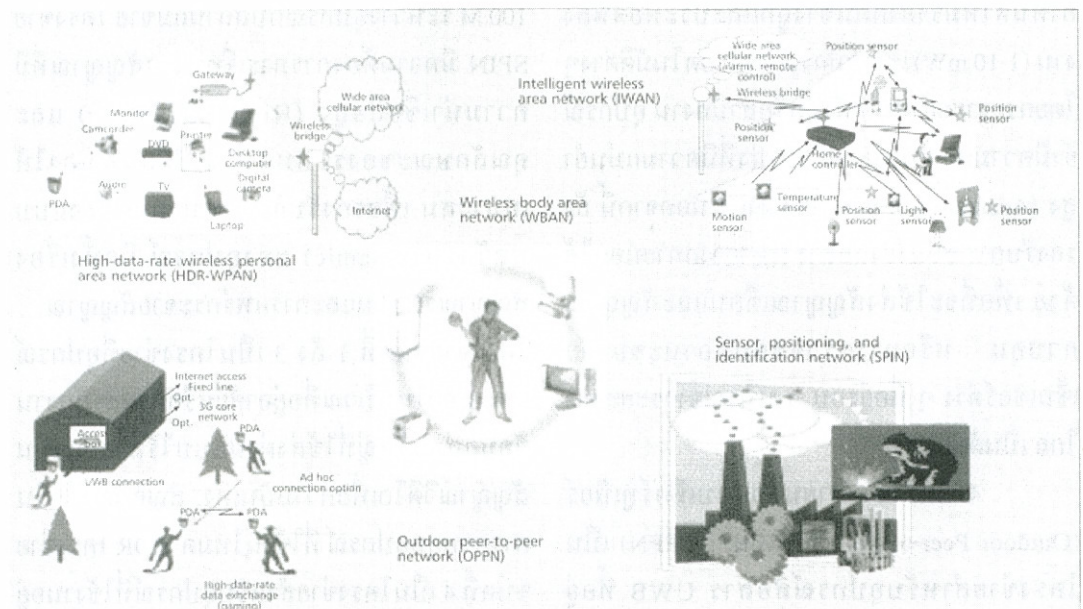
UWB มาประยุกต์ใช้

เทคโนโลยี Ultra-Wideband (UWB) คือ เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้ที่ใช้แถบความถี่ในช่วง 3.1-10.6 GHz และมีอัตราการส่งข้อมูลมากที่สุดเท่ากับ 110 Mb/s ภายในระยะ 10 m และ 200 Mb/s ภายในระยะ 4 m จะเห็นได้ว่า UWB สามารถให้อัตราการส่งข้อมูลสูงกว่าเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ในการใช้งานจริงเราสามารถนำ UWB มาประยุกต์ใช้งานได้ 2 โหมด (Mode) เมื่อเราแบ่งตามอัตราการส่งข้อมูล คือ โหมดอัตราการส่งข้อมูลสูง (High Data Rate :HDR) หมายถึง มีอัตราการส่งข้อมูลเกินกว่า 100 Mb/s ในระยะใกล้ อีกโหมดคือ โหมดอัตราการส่งข้อมูลต่ำและใช้ในการค้นหาตำแหน่ง (Low Data Rate And Location Tracking : LDR/ LT) หมายถึง มีอัตราการส่งข้อมูลลดลงเมื่อเทียบกับ HDR เพื่อเพิ่มระยะการสื่อสารไร้สาย และสามารถใช้ออกตำแหน่งของอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ

ยา เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นภาพว่า ในอนาคตเราสามารถนำเทคโนโลยี UWB มาประยุกต์ใช้งานเป็นแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง ดังนั้นเราจึงแบ่งแอปพลิเคชันที่ใช้งานในอุตสาหกรรมและในการบริการ เป็นดังรูปที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. โครงข่ายส่วนบุคคลไร้สายความเร็วสูง (High-Data-Rate-Wireless Personal Area Network : HDR-WPAN) คือโครงข่ายที่มีความหนาแน่นของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายปานกลาง (5-10 ชิ้นต่อห้อง) มีอัตราการส่งข้อมูลที่ความเร็ว 100-150 Mb/s ภายในระยะ 1 ถึง 10 m โทโพลยีหลักที่ใช้ในการสื่อสารเป็นแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-To-Peer) และใช้ Relay/ Bridge ในการเชื่อมโยงกับโครงข่ายภายนอก ซึ่งจะเป็นแบบไร้สาย หรือใช้สายเคเบิลก็ได้

2. การเชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wire-



รูปที่ 2 แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่นำ UWB มาประยุกต์ใช้

less Ethernet Interface Link : WEIL) เป็นการขยายแนวคิดเพิ่มเติมจากการส่งสัญญาณที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูง (HDR) ให้สูงยิ่งขึ้นไปอีก (1 Gb/s, 2.5 Gb/s) ซึ่งการเชื่อมโยงไร้สายแบบนี้จะสามารถทำได้ภายในระยะที่สั้นมาก หรือภายในรัศมี 1-2 m WEIL เกิดขึ้นได้ มาจากความต้องการของบริษัทผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการให้การเชื่อมโยงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้สายเคเบิล เปลี่ยนไปใช้แบบไร้สายแทน และจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต้องการให้การส่งสัญญาณวีดีโอแบบไร้สายระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับฉากร LCD มีคุณภาพสูง (Wireless Digital Video Interface)

3. โครงข่ายไร้สายอัจฉริยะ (Intelligent Wireless Area Network : IWAN) คือ โครงข่ายที่มีความหนาแน่นของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายสูง ที่อยู่เป็นพื้นที่ภายในหรือพื้นที่สำนักงานทั่วไป ภายในระยะ 30 m ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงข่ายนี้ได้กำหนดให้มีราคาค่อนข้างถูกและประหยัดพลังงาน (1-10 mW) เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติต่างๆ โดยกระจายอยู่รอบๆ บ้านหรือสำนักงาน อุปกรณ์ยังมีความสามารถบอกตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูง (Accurate Location Tracking) นอกจากนี้ ยังรองรับการเชื่อมโยงสื่อสารไร้สายจากภายนอกได้ด้วย เพื่อที่จะใช้ส่งสัญญาณเตือนและสัญญาณควบคุม หรือการตรวจสอบสถานะของตัวเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ บริเวณจากระยะทางไกล เป็นต้น

4. โครงข่ายภายนอกแบบเพียร์ทูเพียร์ (Outdoor Peer-to-Peer Network : OPPN) เป็นโครงข่ายสำหรับอุปกรณ์สื่อสาร UWB ที่อยู่บริเวณภายนอก ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของ

ตลาดการให้บริการที่จะเกิดขึ้นมาใหม่ สำหรับเครื่อง PDA ที่จะส่งข้อมูลหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน และอย่างร้านให้บริการข้อมูลดิจิทัลความเร็วสูง สำหรับดาวน์โหลดข้อความหนังสือพิมพ์, รูปภาพ, ให้บริการเช่าม้วนเทป วีดีโอ, วีซีดี, ดีวีดี แบบอัตโนมัติ เป็นต้น

5. โครงข่ายเซ็นเซอร์ การหาตำแหน่ง และการพิสูจน์อุปกรณ์ (Sensor, Positioning, and Identification Network: SPIN) เป็นโครงข่ายของอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย อย่างเช่น เซ็นเซอร์ ที่มีความหนาแน่นสูง (หลายร้อยชิ้นต่ออาคาร 1 ชั้น) ที่อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงเก็บสินค้า มีอัตราการส่งข้อมูลที่ความเร็วต่ำ (อยู่ประมาณช่วงหลายสิบ Kb/s) และสามารถส่งสัญญาณข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของตัวอุปกรณ์เพื่อให้หาตำแหน่งได้ด้วย (มีความแม่นยำในการบอกตำแหน่งผิดพลาดไม่เกิน 1 m) โทโปโลยีของโครงข่ายเป็นแบบ master-slave ระยะในการส่งสัญญาณไม่เกิน 100 M ระหว่างอุปกรณ์กับสถานีแม่ข่าย โครงข่าย SPIN มีความต้องการการเชื่อมโยงสัญญาณที่มีความน่าเชื่อถือสูง (High Reliability) และคุณลักษณะของระบบที่ปรับเปลี่ยนตัวเองให้เหมาะสม เพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต (Dynamic) ของอุปกรณ์ อีกทั้งเรื่องสัญญาณรบกวนและการแพร่กระจายสัญญาณ โครงข่ายชนิดที่ 1 ถึง 3 เป็นโครงข่ายที่อุปกรณ์ UWB อยู่ในบริเวณที่อยู่อาศัยหรือตามสำนักงาน ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ส่งผ่านแบบไร้สาย จะเป็นสัญญาณวีดีโอเพื่อความบันเทิง, สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในโหมด HDR โครงข่ายชนิดที่ 4 เป็นโครงข่ายสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่บริเวณภายนอกมีลักษณะแบบเพียร์ทูเพียร์ และ

โครงข่ายชนิดที่ 5 เป็นโครงข่ายที่อยู่ใน
อุตสาหกรรมและการพาณิชย์ ในการพัฒนาและ
วิจัยที่จะมีต่อไปในอนาคตคือเรื่องการที่จะให้
โครงข่ายต่าง ๆ นี้รวมทั้งโครงข่ายสื่อสารไร้สาย
ที่มีอยู่ในปัจจุบัน สามารถนำมาทำงานร่วมกันได้
(Heterogeneous Networking)

บรรณานุกรม

Porcino, Domenico and Hirt, Walter. (2003, July). Ultra-Wideband Radio Technology : Potential and Challenges Ahead. **IEEE Communication Management**, 41, pp.66-74.