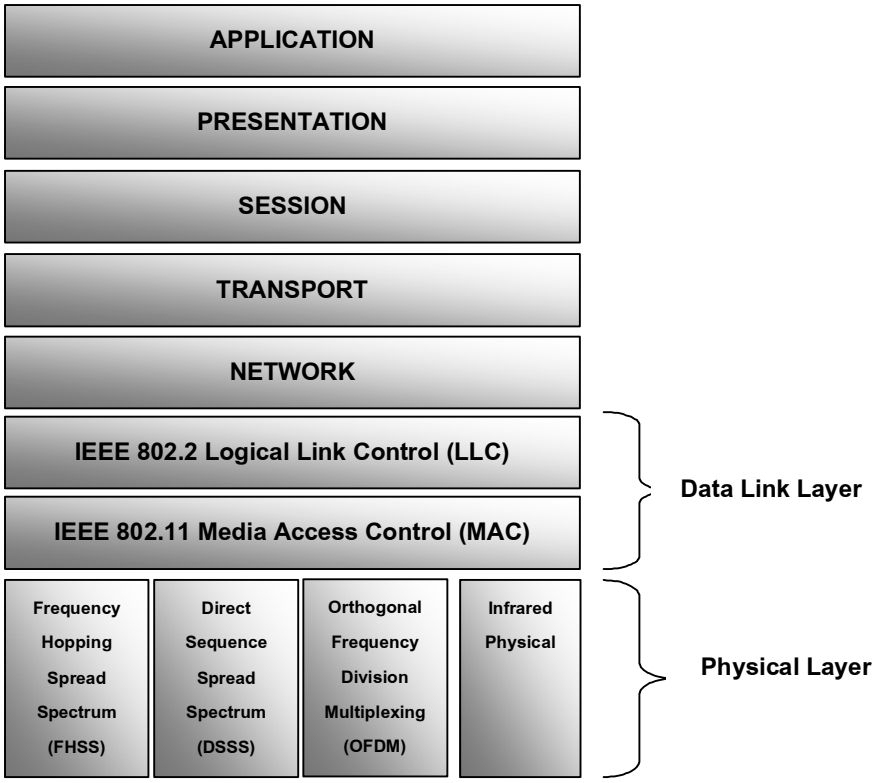
วารสารวิทยบริการ
ปีที่ ๑๖ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๔๘

เปิดโลกระบบเครือข่ายไร้สาย

อำนาจ สุคนเขตร์*

ตอนที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบเครือข่ายไร้สาย

สถาปัตยกรรมการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายตามมาตรฐานของระบบเปิด ประกอบด้วย 3 ระดับด้วยกันได้แก่ Physical Layer, Data Link Layer และ Network Layer ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมระบบเครือข่ายไร้สาย

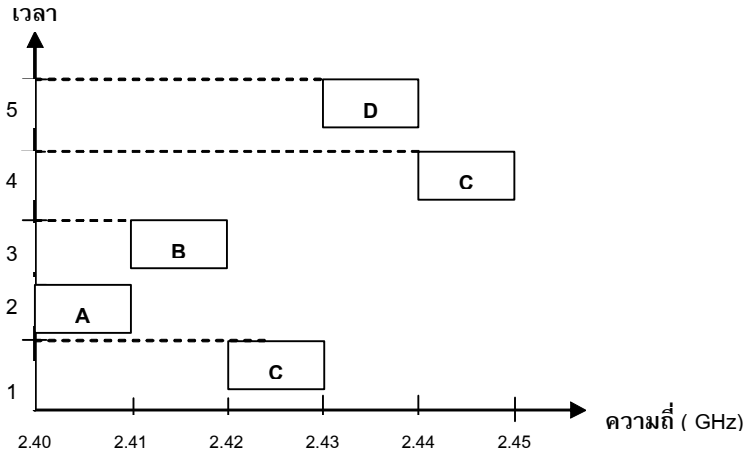
* นักวิชาการอุดมศึกษา กลุ่มงานพัฒนาและเผยแพร่นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา
ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักวิทยบริการ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

การทำงานในระดับ Physical Layer นี้จะมีอุปกรณ์ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำงานภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11 PHY ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz โดยครอบคลุมความถี่เต็มย่านความถี่ ระหว่าง 2.400-2.483 GHz ซึ่งความถี่ย่านนี้เรียกว่า ISM (Industrical Scientific Medicine) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่สงวนไว้ให้กับงานทางด้านอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และทางการแพทย์ ใช้งานได้ทั่วโลก ผู้ใช้งานความถี่ย่านนี้ไม่มีค่าใช้จ่าย IEEE ได้กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์เป็นคลื่นวิทยุและอินฟราเรด โดยอุปกรณ์ที่เป็นคลื่นวิทยุใช้วิธีการผสมสัญญาณ หรือ Modulation เพื่อนำข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ ซึ่งมีวิธีการผสมสัญญาณ 3 แบบ ได้แก่

- แบบที่ 1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
- แบบที่ 2 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- แบบที่ 3 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

วิธีการผสมสัญญาณแบบที่ 1

วิธีการนี้เรียกสั้น ๆ ว่า Frequency Hopping เป็นระบบคลื่นวิทยุ วิธีการผสมสัญญาณแบบนี้ใช้คลื่นพาหะที่มีความถี่แตกต่างกันหลายความถี่ รวมทั้งการผสมสัญญาณที่เกิดขึ้น ณ ห้วงเวลาต่างกัน วิธีการแบบนี้คลื่นพาหะจะถูกยืดออกไป โดยการแพร่สัญญาณสั้น ๆ ออกมาความถี่หนึ่ง แล้วกระโดดจากความถี่ปัจจุบันไปเป็นความถี่อื่น ทำเช่นนี้วนไปวนมา หรือพูดง่าย ๆ คือ วิธีการนี้จะทำการส่งและรับสัญญาณบนความถี่หนึ่งในระยะเวลาหนึ่ง แล้วจะเปลี่ยนไปอีกความถี่หนึ่ง ทำงานเช่นนี้วนไปวนมา IEEE ได้กำหนดให้มีพาหะรับส่งข้อมูลจำนวน 79 ช่องสัญญาณ โดยแต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่แตกต่างกัน 1 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้เพื่อคั่นช่องสัญญาณไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ



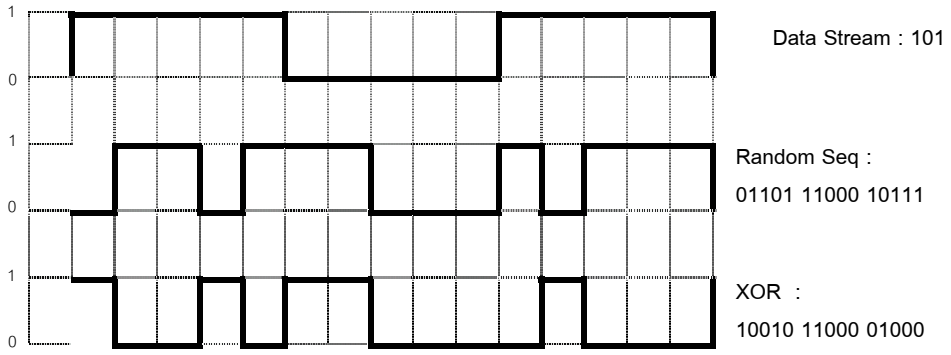
ภาพที่ 2 ลักษณะการทำงานของวิธีการผสมสัญญาณแบบ FHSS

วารสารวิทยบริการ
ปีที่ ๑๖ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๔๘

จากภาพที่ 2 ลักษณะการทำงานแบบ FHSS จะมีลักษณะรูปแบบของการกระโดดไปมาที่ความถี่ต่าง ๆ กัน 5 รูปแบบ ซึ่งใน 5 รูปแบบนี้ความถี่ที่ใช้งานจะมีความแตกต่างกันในช่วงเวลาที่ผ่านไป การทำงานเช่นนี้จะช่วยลดสัญญาณรบกวนลงได้ ลักษณะการทำงานแบบ FHSS ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1-2 Mbps

วิธีการผสมสัญญาณแบบที่ 2

ระบบนี้เป็นระบบ Spread Spectrum เป็นที่รู้จักและแพร่หลายกันมากที่สุด โดยมีการกำหนดให้สัญญาณข้อมูลถูกทวีคูณด้วยรหัสพิเศษ เรียกว่า PN (Pseudo Random Noise) ที่มีอัตราค่าของ Chip ที่สูง การใช้งานในรูปแบบนี้ สัญญาณจะต้องถูกขยายออกให้มากที่สุด นั่นคือ กำลังงานของสัญญาณจะถูกแพร่ขยายออกไปตามช่องสัญญาณย่านความถี่ให้มากที่สุด และถ้าหากช่องสัญญาณใดที่มีปัญหาความถี่ลดลง ก็ยังสามารถทำงานได้ เนื่องจากยังมีกำลังงานของสัญญาณส่วนหนึ่งส่งออกไปยังปลายทางอีกช่องสัญญาณหนึ่งได้



ภาพที่ 3 ลักษณะการทำงานของวิธีการผสมสัญญาณแบบ DSSS

จากภาพที่ 3 ลักษณะการทำงานแบบ DSSS จะทำการนำ Data Stream พร้อมกับค่า Chip ที่ได้มาทำการ XOR (Exclusive OR) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการ XOR ส่งออกไป

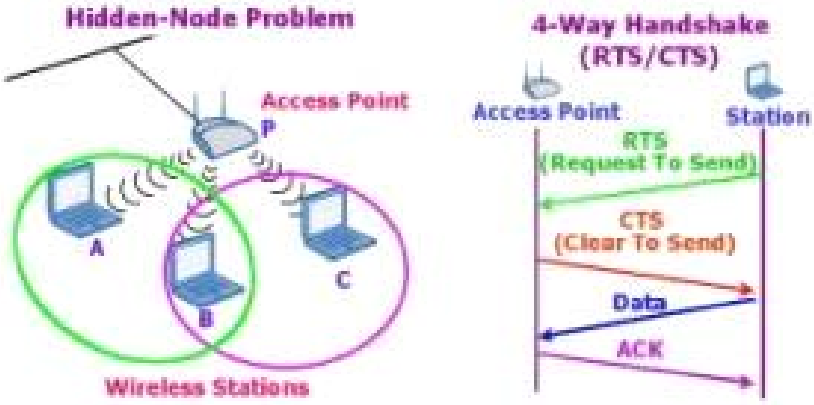
วิธีการผสมสัญญาณแบบที่ 3

เป็นวิธีการที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ในปัจจุบัน โดยจะเป็นระบบรับส่งข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ ลักษณะการทำงานจะแบ่งสัญญาณความถี่ออกเป็นหลายเซ็กเมนต์ และในแต่ละเซ็กเมนต์จะมีความถี่เฉพาะตัวด้วยรหัสที่ต่างกัน ซึ่งจะทำให้สามารถรองรับความจุได้มากกว่าคลื่นวิทยุในความถี่ย่านเดียวกัน หากใช้อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระบบนี้ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11g และย่านความถี่ 5 GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11a

วารสารวิทยบริการ
ปีที่ ๑๖ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๔๘

การทำงานในระดับ Data Link Layer ซึ่ง IEEE 802.11 ได้ลักษณะการทำงานของ Media Access Control ให้มีลักษณะการทำงานเดียวกันกับ IEEE 802.3 โดยมีความแตกต่างกันตรงที่ระบบเครือข่ายไร้สายจะใช้โปรโตคอล CSMA/CA

CSMA/CA มาจากคำว่า Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance ซึ่งการทำงานตามมาตรฐานของโปรโตคอลนี้จะไม่มีอัลกอริทึมตรวจสอบการชนกันของสัญญาณ ซึ่งต่างจาก CSMA/CD ในมาตรฐาน IEEE 802.3 ที่มีอัลกอริทึมตรวจสอบการชนกันของสัญญาณ สาเหตุหลักที่ CSMA/CD ไม่สามารถใช้งานในมาตรฐานนี้ได้ ก็คือการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณจะต้องใช้อุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่เป็น Full Duplex (สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันได้) ซึ่งจะมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ไม่สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ทั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลและไคลเอนต์ อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลสถานีอื่น ปัญหานี้ที่เรียกว่า Hidden Node Problem



ภาพที่ 4 แสดง Hidden Node Problem และ กลไก RTS/CTS Handshake

จากภาพที่ 4 ไคลเอนต์ A ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย (Access Point) แต่ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี C และในทางกลับกันสถานี C ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี A แต่ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้เป็นสถานการณ์เกิดขึ้นใน ระบบเครือข่ายไร้สายโดยทั่วไป

ลักษณะการทำงานของ CSMA/CA จะทำงานเพื่อตรวจสอบว่าช่องสัญญาณว่างอยู่หรือไม่ หากว่างจะทำการส่งข้อมูลออกไป CSMA/CA จะช่วยป้องกันหรือลดปัญหาการเกิด Collision หรือการชนกันของสัญญาณได้อย่างมาก โดยใช้เฟรมข้อมูลที่ประกอบด้วย RTS (Request To Send), CTS (Clear To Send), ข้อมูล (Data) และการตอบรับว่าได้รับข้อมูลแล้ว (ACK) มาเป็นกลไกการรับส่งข้อมูล เมื่อสถานีที่ต้องการจะส่งเฟรมข้อมูล เมื่อได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณแล้วจะทำการส่งเฟรมสั้น ๆ ที่เรียกว่า RTS (Request To Send) เพื่อเป็นการจองช่องสัญญาณ ก่อนที่จะส่งเฟรมข้อมูลจริงออกไป ซึ่งเฟรม

วารสารวิทยบริการ
ปีที่ ๑๖ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๔๘

RTS ประกอบไปด้วยระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ (Duration ID) รวมถึง Address ของสถานีผู้ส่งและผู้รับ เมื่อสถานีผู้รับได้ยินสัญญาณ RTS ก็จะตอบรับกลับมาด้วยการส่งสัญญาณ CTS ซึ่งจะบ่งบอกข้อมูลระยะเวลาที่คาดว่าสถานีที่กำลังจะทำการส่งข้อมูลนั้นจะใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ หลักการก็คือทุก ๆ สถานีในระบบเครือข่ายไร้สาย ควรจะได้ยินสัญญาณ RTS หรือไม่ก็ CTS อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เมื่อได้รับ RTS หรือ CTS แล้วทุก ๆ สถานีจะทราบถึงว่าช่วงเวลาที่ระบุไว้ใน Duration ID ซึ่งช่องสัญญาณจะถูกใช้และทุกสถานีที่ยังไม่ได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะตั้งค่า NAV (Network Allocation Vector) ให้เท่ากับ Duration ID ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลาที่ยังไม่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้ ซึ่งทุก ๆ สถานีจะใช้กลไกดังกล่าวผนวกกับการฟังสัญญาณในช่องสัญญาณจริง ๆ ในการตรวจสอบว่าช่องสัญญาณว่างอยู่หรือไม่

สำหรับการทำงานในระดับ Network Layer มีลักษณะการทำงานตามแบบจำลอง OSI (Open Systems Interconnection) อยู่แล้ว ฉบับต่อไปผู้เขียนนำเสนอตอนที่ 3 การเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

เอกสารอ้างอิง

วิรินทร์ เมฆประดิษฐ์สิน. 2547. **คัมภีร์ระบบเครือข่ายแบบฉบับอาจารย์วิรินทร์ เล่ม 1**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศิวรักษ์ ศิวโมกษธรรม. 2546. **มาตรฐาน IEEE 802.11 WLAN : ความรู้เบื้องต้น ช่องโหว่ และการรักษาความปลอดภัย (ตอนที่ 1)**. กรุงเทพ : ศูนย์ประสานงานการรักษาความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ ประเทศไทย, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

อนันต์ ผลเพิ่ม. 2547. **Wireless LAN Implementaion Demo and Workshop.** กรุงเทพ : สำนักบริการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน.

Institute of Electrical and Electronic Engineer. 2005. **The Working Group for WLAN Standards IEEE 802.11TM WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS.** (Online) Available : http://grouper.ieee.org/groups/802/11 [2005 May 25]

Institute of Electrical and Electronic Engineer. 2001. **IEEE 802.11b High Rate Wireless Local Area Network.** (Online) Available : http://alpha.fdu.edu/~kanoksri/IEEE80211b.html [2005 May 24]