

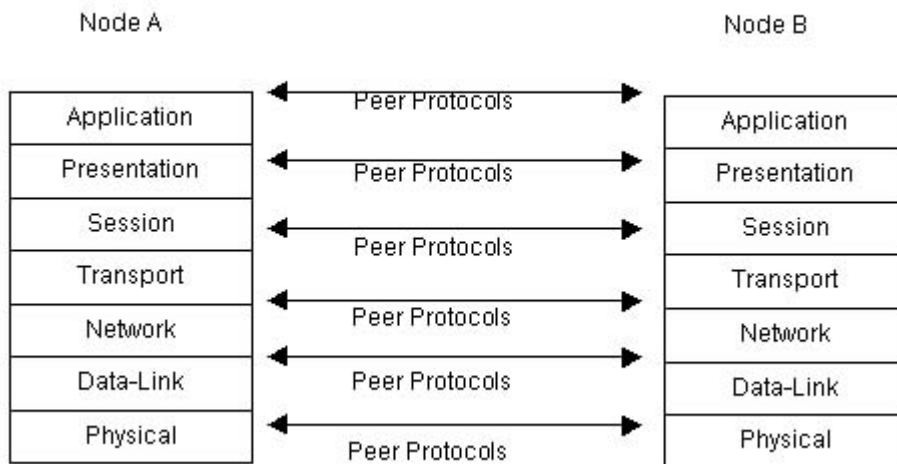
## โปรโตคอล (Protocol)

โปรโตคอลเป็นข้อตกลงระหว่างส่วนต่างๆของเครือข่ายเกี่ยวกับวิธีถ่ายโอนสมรรถนะของระบบส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับโปรโตคอลโปรโตคอลที่สร้างมาไม่ดีทำให้ถ่ายโอนข้อมูลได้ช้าแต่ซอฟต์แวร์ที่ทำตามโปรโตคอลมาตรฐานสามารถทำให้การสื่อสารระหว่างระบบที่แตกต่างกันเป็นไปได้ ยกตัวอย่าง โปรโตคอลTCP/IPยอมให้ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ที่มีสถาปัตยกรรมและระบบปฏิบัติการต่างกันได้องค์ประกอบสำคัญของโปรโตคอลคือวิธีสร้างประโยค (syntax) กำหนดระดับสัญญาณที่ใช้และรูปแบบของข้อมูลที่ส่งความหมายของคำ (semantic) ครอบคลุมโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประสานงานกันระหว่างเครื่องและสำหรับการจัดการข้อมูลจังหวะเวลา (timing) การปรับความเร็ว และการจัดลำดับของข้อมูลให้ถูกต้อง

### ระดับชั้น OSI

1. ฟิสิคอลละเยอร์ (Physical layer)
2. ดาต้าลิงก์เลเยอร์ (Datalink layer)
3. เน็ตเวิร์กเลเยอร์ (Network layer)
4. ทรานสปอร์ตเลเยอร์ (Transport layer)
5. เซสชันเลเยอร์ (Session layer)
6. 프리เซนเตชันเลเยอร์ (Presentation layer)
7. แอปพลิเคชันเลเยอร์ (Application layer)

**โปรโตคอลในความหมายของระบบเครือข่าย** คือข้อกำหนดการสื่อสารคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่าย โดยจะมีซอฟต์แวร์ที่ปฏิบัติงานตามโปรโตคอลที่กำหนดพร้อมทั้งมีกรรมวิธีในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่ายขนาดใหญ่อาจมีเส้นทางการเชื่อมโยงระหว่างกันเป็นจำนวนมาก ข้อมูลที่ส่งออกไปอาจไม่ได้ใช้เส้นทางเดียวตลอดดังนั้นจึงมีข้อกำหนดของแต่ละโปรโตคอลซึ่งโปรโตคอลในปัจจุบันมีมากมายพอจะสรุปได้ดังนี้



### 1. ระดับชั้นฟิสิกัล

สาระสำคัญของระดับชั้นฟิสิกัลจะเกี่ยวกับการส่งสัญญาณบิตข้อมูลผ่านช่องสัญญาณให้ได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพกล่าวคือเมื่อผู้ส่งส่งบิตที่มีค่าเป็น 1 ผู้รับต้องได้รับบิตที่มีค่าเป็น 1 เช่นเดียวกันและเพื่อให้การส่งบิตข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องระดับชั้นฟิสิกัลจึงมีการกำหนดค่าต่างๆ เช่น

- กำหนดค่าแรงดันไฟฟ้าของบิต 1, 0 และอัตราของการส่งข้อมูล (สัญญาณเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล)
- กำหนดมาตรฐานการส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกและแบบดิจิทัล มาตรฐานของตัวแปลงสัญญาณ มาตรฐานของการอินเตอร์เฟซและการส่งข้อมูลโต้ตอบระหว่างอุปกรณ์ผู้ใช้ (DTE) กับอุปกรณ์สื่อสาร (DCE)
- กำหนดลักษณะช่องสัญญาณของสายสื่อสารในลักษณะของ ชิมเพล็กซ์ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์หรือฟูลดูเพล็กซ์ตลอดจนการมัลติเพล็กซ์สัญญาณข้อมูล

### 2. ระดับชั้นดาต้าลิงก์

หน้าที่ของระดับชั้นดาต้าลิงก์คือ การบริการส่งข้อมูล ระหว่างโหนดที่ติดกันของเครือข่ายให้ผ่านสายส่งได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ หน้าที่โดยสังเขปของระดับชั้นนี้เช่น

- การตรวจสอบความถูกต้องของการส่งข้อมูล ซึ่งหากมีความผิดพลาดอันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนในสายส่ง (Noise) ระดับชั้นนี้ต้องทำการแก้ไข ซึ่งกระบวนการแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดสามารถทำได้โดยการนำเอาบิตข้อมูลมาทำเป็นเฟรม (บล็อกรวมของบิตข้อมูล) และทำการตรวจสอบและแก้ไขทั้งเฟรม ดังนั้น จึงมีการกำหนดโครงสร้างและขอบเขตของเฟรม เพื่อเพียรโปรเซสส์ของฝั่งรับจะสามารถนำเฟรมของข้อมูลไปประมวลผลได้อย่างถูกต้อง

แสดงถึงตัวอย่างของเฟรมจะเห็นว่ามีการเพิ่มแฟล็ก(Flag)ที่ต้นและท้ายของเฟรมข้อมูลเพื่อให้ฝั่งรับสามารถรับรู้ขอบเขตของเฟรมได้ถูกต้อง

- ควบคุมให้การส่งข้อมูลระหว่างโหนดที่ติดกันผ่านสายส่งเป็นไปอย่างถูกต้อง ไม่มี ข้อมูลหาย หรือข้อมูลซ้ำ อันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนในสายอาจทำให้เฟรมข้อมูลหายไปได้จึงอาจต้องมีการส่งเฟรมเดิมไปใหม่หลายครั้ง ซึ่งก็อาจทำให้ฝั่งรับได้รับเฟรมเดิม
- ควบคุมการไหลของข้อมูล (flow control) โดยไม่ให้ฝั่งส่ง ๆ ข้อมูลเร็วเกินไปจนฝั่งรับนำข้อมูลที่รับเข้ามาส่งให้แก่ระดับชั้นเน็ตเวิร์กไม่ทันทำให้ข้อมูลที่เข้ามาใหม่ทับข้อมูลเดิมที่อยู่ในบัฟเฟอร์ของระดับชั้นดาต้าลิงก์ฝั่งรับ ซึ่งทำให้ข้อมูลเสียหายได้
- กำหนดวิธีการในการส่งข้อมูลระหว่างโหนดที่ติดกันทั้งในกรณีของการส่งแบบ ซิมเพล็กซ์ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์ และฟูลดูเพล็กซ์

### 3. ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก

สาระสำคัญของระดับชั้นเน็ตเวิร์กคือกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูลผ่านโหนดต่างๆของเครือข่ายจากต้นทางให้ถึงปลายทางได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งวิธีการกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลอาจจะเป็นลักษณะที่ทุก ๆ แพ็กเก็ตของข้อมูลชุดเดียวกันถูกส่งผ่านโหนดต่าง ตามเส้นทางการเดียวกันเส้นทางการใดเส้นทางการหนึ่ง หรือเป็นลักษณะที่แต่ละแพ็กเก็ตถูกส่งผ่านโหนดของเส้นทางการที่แตกต่างกันไปแล้วค่อยไปรวมกันใหม่ที่ปลายทาง ขึ้นอยู่กับว่าเส้นทางการใดที่จะสามารถส่งแพ็กเก็ตให้ถึงปลายทางได้เร็วที่สุด นอกจากนั้นหากในเครือข่ายมีแพ็กเก็ตจำนวนมาก อาจทำให้เกิดการ ติดขัดของการส่งข้อมูล (congestion) จึงเป็นหน้าที่ของระดับชั้นเน็ตเวิร์กที่ต้องแก้ไขปัญหาเหล่านี้

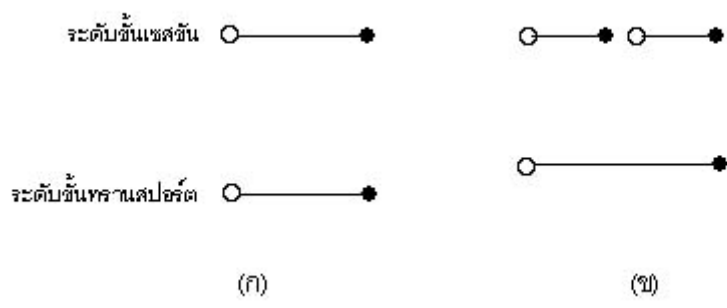
### 4. ระดับชั้นทรานสปอร์ต

สาระสำคัญของระดับชั้นทรานสปอร์ตคือ การควบคุมการส่งข้อมูลของผู้ใช้ต้นทางหรือกระบวนการประมวลผลของโฮสต์ต้นทาง ระดับชั้นทรานสปอร์ตมีการทำงานคล้ายกับบริษัท Shipping ซึ่งจะคอยดูแลการขนส่งสินค้าจากต้นทางไปยังปลายทางได้ถูกต้องครบถ้วนตามเวลาที่กำหนดแต่จะไม่ได้เป็นผู้ที่ทำกรขนส่งสินค้าเองหน้าที่การขนส่งสินค้าเป็นหน้าที่ของบริษัทขนส่งนอกจากนี้ในระดับชั้นทรานสปอร์ตยังมีหน้าที่ดูแลความสามารถในการส่งข้อมูลของผู้ใช้ในกรณีที่มีชนิดรูปแบบและเทคโนโลยีของการส่งข้อมูลของเครือข่ายสื่อสารเปลี่ยนแปลงไปก็เป็นหน้าที่ของระดับชั้นทรานสปอร์ตในการกันผู้ใช้จากการเปลี่ยนแปลงไปนั้นทำให้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูล ได้ดังเดิมในOSI ถือได้ว่าตั้งแต่ระดับชั้นทรานสปอร์ตลงมานั้นเป็นระดับชั้นต่ำ(LowerLayer)ทำหน้าที่หลักในการสื่อสารส่งข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทางให้ได้

อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ส่วนตั้งแต่ระดับชั้นเซสชันระดับชั้นพีรีเซนเตชันและระดับชั้นแอปพลิเคชันถูกจัดว่าเป็นระดับชั้นที่สูง (upper layer) ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการความสะดวกสบายต่าง ๆ แก่ผู้ใช้ หรือแก่โปรแกรมประยุกต์ โดยผู้ใช้แต่ละราย

### 5. ระดับชั้นเซสชัน

มีหน้าที่ให้บริการแก่ผู้ใช้ในการสร้างเซสชัน (session) ของการติดต่อระหว่างเครื่องและยกเลิกเซสชันของการติดต่อสื่อสาร ตัวอย่างของการสร้างเซสชันของการติดต่อ เช่น การสร้าง เซสชันเพื่อใช้ในการ Log in ของเครื่อง Client เข้าสู่เครื่อง Server หรือในการโอนย้ายไฟล์ข้อมูลระหว่างเครื่องเมื่อมีการสร้างเซสชันของการติดต่อแล้วระดับชั้นเซสชันจะให้บริการของระดับชั้นทรานสปอร์ตในการติดต่อส่งข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทาง และเมื่อเลิกเซสชันของการติดต่อแล้ว การติดต่อส่งข้อมูลในระดับชั้นทรานสปอร์ตก็จะถูกยกเลิกไปด้วย ดังแสดงในรูป (ก) แต่ในบางกรณี เช่น การจองตั๋วรถไฟ เมื่อมีการจองตั๋วแต่ละครั้งจะมีการสร้างเซสชันของการติดต่อระหว่าง Client ที่สถานีย่อยกับ Server ของสำนักงานใหญ่เมื่อจองตั๋วเสร็จแล้วเซสชันจะถูกยกเลิกไปแต่ก็ไม่มี ความจำเป็นต้องยกเลิกการติดต่อในระดับชั้นทรานสปอร์ต เพราะแน่นอนว่าจะมีการติดต่อมาเพื่อใช้ Server ที่สำนักงานใหญ่อีกภายในไม่กี่นาที ซึ่งรูปแบบของการติดต่อเช่นนี้



### 6. ระดับชั้นพีรีเซนเตชัน

ระดับชั้นพีรีเซนเตชันทำหน้าที่เกี่ยวกับการคงไว้ซึ่งความหมายของข้อมูลที่ส่งเมื่อผู้ส่งได้ส่งข้อมูลที่มีความหมายอย่างไร ผู้รับต้องได้รับข้อมูลซึ่งมีความหมายอย่างเดียวกันนั้น ทั้งนี้เนื่อง จากคอมพิวเตอร์ต่างชนิดกันจะมีรูปแบบของการแทนค่าข้อมูลภายในเครื่องแตกต่างกัน เช่น เครื่องเมนเฟรมของไอบีเอ็มจะใช้รหัส EBCDIC แทนค่าตัวอักษร ในขณะที่คอมพิวเตอร์อื่นๆใช้ รหัสแอสกี นอกจากนี้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ใช้ 2's complement สำหรับนับจำนวนตัวเลข (integer) 16 บิต แต่เครื่อง CDC Cybers ใช้จำนวนบิต 60 บิต 1's complement สำหรับจำนวนตัวเลข จึงเป็นหน้าที่ของระดับชั้นพีรีเซนเตชันในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมในการ

ส่ง ข้อมูล นอกจากนั้นระดับชั้นพีรีเซนเตชันยังทำหน้าที่อื่นๆ อีกเช่น

- ทำหน้าที่ในการอัดข้อมูล (data compression) ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่ง ข้อมูลลงไปได้มาก
- ป้องกันข้อมูลไม่ให้ถูกอ่านหรือแก้ไขโดยบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาต
- ตรวจสอบพิสูจน์ว่าผู้ที่ส่งข้อมูลนั้นเป็นผู้ส่งจริงหรือไม่ ซึ่งใช้หลักการของการเข้ารหัสลับข้อมูล (encryption)

## 7. ระดับชั้นแอปพลิเคชัน

หน้าที่สำคัญของระดับชั้นนี้คือการให้บริการโปรแกรมประยุกต์ต่างๆที่ใช้ในระบบ เครือข่าย เช่น การส่งแฟ้มข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างนอกจากนี้ระดับชั้นแอปพลิเคชันยังมีหน้าที่จัดการโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนโฮสต์ให้สามารถทำงานได้กับเทอร์มินัลชนิดต่างๆ ได้ เนื่องจากปกติแล้วเทอร์มินัลแต่ละชนิดจะมีการใช้ตัวอักษรในการควบคุมหน้าจอ (control characters) แตกต่างกันไป

มาตรฐานการสื่อสาร OSI แบ่งเป็น 7 ชั้น เปรียบเทียบกับมาตรฐาน TCP/IP ก็ถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับ OSI ซึ่งมีรูปเปรียบเทียบดังนี้

TCP/IP Stack	OSI Model
Application	Application
	Presentation
	Session
Transport	Transport
Internet	Network
Network Access	Data Link
	Physical

- Physical เป็นการส่งข้อมูลในระดับสัญญาณ ไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่ใช้

- Data Link เป็นชั้นเชื่อมต่อข้อมูลกับการส่งข้อมูลทางไฟฟ้า ซึ่งจะมีการกำหนด Logical Link หรือที่เราใช้คำว่า Frame เช่นแปลงเลขฐาน 2 ให้เป็น Start frame หรือ End of frame
- Network รองรับ Logical Addressing และการ Routing
- Transport ควบคุมข้อมูลทั้ง Error, และ Flow
- Session บอกถึงเทคนิคการติดต่อ เช่น Simplex, Half Duplex, Full Duplex
- Presentation แปลงข้อมูลในมาตรฐาน (ข้อมูลดิบ) เช่น การเข้ารหัส, ASCII, Unicode, Data Compression
- Application คือแอปพลิเคชันที่เรียกใช้ที่สามารถอำนวยความสะดวกในการใช้งานมีทั้งที่เป็น Command line, GUI

## **ระบบการส่ง Wireless**

ระบบส่งข้อมูลที่มีความแตกต่างๆ ในโลกของบริการโทรศัพท์มือถือ ไม่มีความเข้ากันได้ ในค่ายต่างๆ เช่น Europe ใช้ระบบ Global System for Mobile Communications (GSM) สำหรับ Digital communications, ส่วนในเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จะมี Personal Digital Cellular (PDC) ซึ่งไม่ทำงานกับระบบอื่นๆ เพราะเข้ากันไม่ได้ บุคคลที่ใช้ WAP Phone หรือ Cellular จึงยากที่จะใช้ในแต่ละทวีป แม้ว่าในสหรัฐอเมริกา ถ้ามีการเปลี่ยนผู้ขนส่ง จะต้องมีการซื้อโทรศัพท์ WAP Phone ที่ระบุตามผู้ขนส่ง

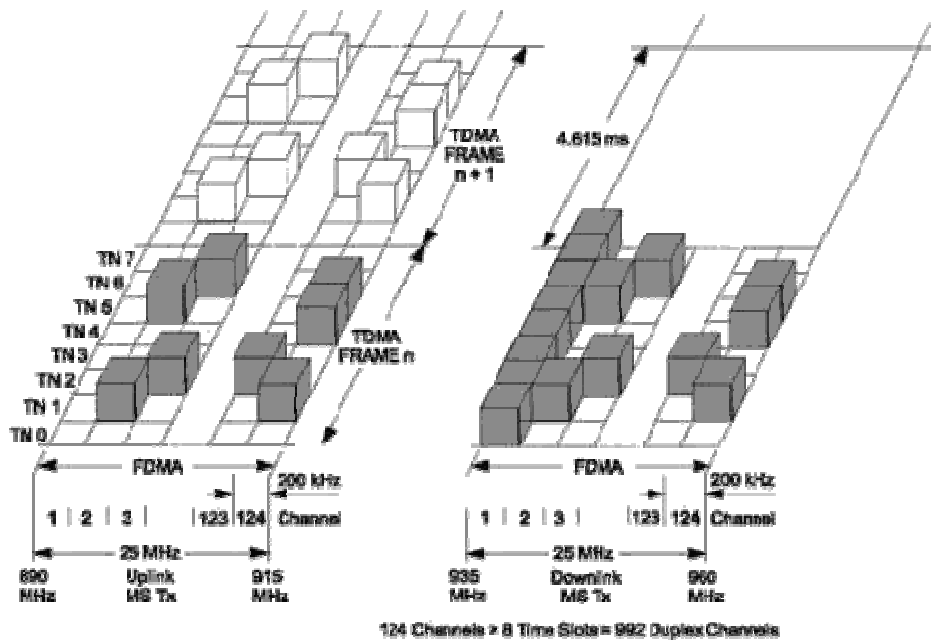
ทั่วโลกพยายามที่จะสร้างมาตรฐานทั่วโลก สำหรับโทรศัพท์มือถือ และ Mobile WAP telephone ซึ่งจะมีมาตรฐานที่เรียกว่า Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) ซึ่งรู้จักใน Wideband CDMA หรือ WCDMA ซึ่งคาดว่าจะมีการเข้ามาในปี 2004 ซึ่งระบบจะต้องทำตาม ITU ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบมาตรฐานที่มีการส่งการสื่อสารในองค์กรที่เป็นส่วนตัว และสาธารณะ สิ่งที่ถูกเรียกว่า IMT-2000 (International Mobile Telephone 2000)

ระบบเครือข่าย Wireless สามารถที่ติดต่อกับได้ 50Kbps ซึ่งช่วงนี้พัฒนาให้ถึง 2 Mbps ซึ่งจะมีการส่งได้สูงขึ้นเป็น GPRS, CDMA2000, และ EDGE ซึ่งกำลังทดสอบอยู่ โทรศัพท์มือถือ, BlackBerrys, และ Pager สองทิศทาง ซึ่งจะส่งได้เร็ว ถูก และง่ายต่อการใช้ขึ้น

### **Advanced Mobile Phone System (AMPS)**

เป็นมาตรฐานในอเมริกาสำหรับระบบเซลล์เคลื่อนที่ โดยเป็นเทคโนโลยีแรก (1G) AMPS เป็นระบบเซลล์เคลื่อนที่ที่ใช้ในอเมริกาเหนือ และส่วนอื่นของโลก อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ นิวซีแลนด์, ออสเตรเลีย ซึ่งครอบคลุมในระบบอเมริกา AMPS ทำงานที่ความถี่ 800 MHz ซึ่งส่งเสียงเป็นอนาล็อก แม้ว่าจะใช้โมเด็มสำหรับการสื่อสารข้อมูลเป็น Circuit-Switched ซึ่งระบบ AMPS ทำงานช้ากว่าระบบดิจิทัล

### **Time Division Multiple Access (TDMA)**



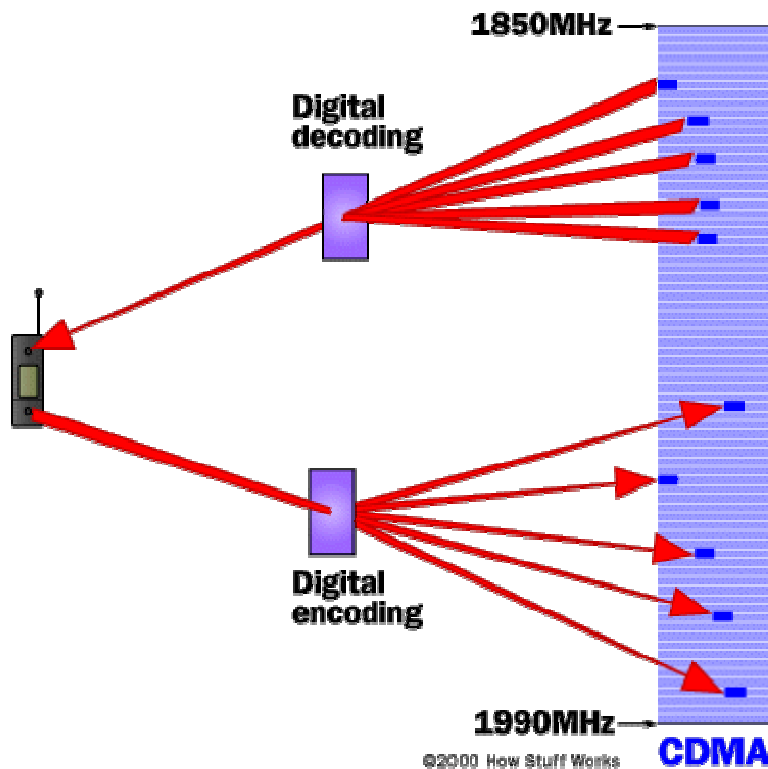
เป็นระบบดิจิทัลมาตรฐานแรกใน U.S. ซึ่งถูกพัฒนาโดย TIA ในปี 1992 ซึ่งถ้าเป็นยุโรปจะใช้เป็น GSM บางระบบในอเมริกาเหนือใช้ PCS ซึ่ง TDMA เป็นระบบที่ใช้ก็เมื่อมีผู้ใช้งานมาก ทั้งรับ และส่งจะใช้ช่วงเวลาสั้นหลายช่อง ทำให้จำกัดจำนวนผู้ใช้ซึ่งครั้งแรกระบบ Cellular ใช้ Frequency Modulation เป็นมาตรฐานในอเมริกาเหนือหรือเรียกว่า (2G)

TDMA ทำการแบ่งช่องความถี่โดยกำหนดเป็นอนุกรม ในแต่ละช่องแล้วหารช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งการสนทนาจะใช้ช่องเหล่านี้เรียกว่า “division”

ซึ่งมีการใช้ TDMA บนการขนส่งระบบ AMPS การแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล ผู้ให้บริการ AMPS ในอเมริกาเหนือได้เพิ่มความปลอดภัย, ความจุ, และความสามารถของเสียงมากกว่าเดิม ซึ่งชนิดนี้เรียกว่า Digital AMPS (D-AMPS) ในอเมริกาเหนือเรียกว่า NA-TDMA

### Code Division Multiple Access (CDMA)





CDMA เป็นการต่อเชื่อมโค๊ดกลางอากาศ เมื่อมีผู้เข้าใช้จำนวนมากก็จะได้ความถี่เสียงเดียวกัน โดยกำหนดการส่งรับด้วยผู้ใช้ ซึ่งจะใช้โค๊ด Spectrum-spreading โดย CDMA เป็นเทคโนโลยี 2G

ระบบนี้เป็นพัฒนาโดย QUALCOMM, CDMA เป็นการกำหนดคุณลักษณะที่มีความสูง และมีรัศมีต่ำ ทำให้มีการกระจายเทคโนโลยี Spread-Spectrum และมีรูปแบบพิเศษ ซึ่งมีการแปลงจาก TIA ใน 1993 โดย CDMA ได้ใช้สำหรับการส่งดิจิทัล โดยการทหาร สหรัฐเริ่มตั้งแต่ทศวรรษที่ 1940 เป็นการสื่อสาร Wireless ทางพาณิชย์ การพิจารณาถือเป็นเด็กใหม่บนการบล็อกเมื่อเปรียบเทียบกับ TDMA และ AMPS

การส่ง CDMA กำหนดโค๊ดที่ไม่ซ้ำในการเชื่อมต่อ Wireless และการกระจายข้อมูลในช่องพร้อมๆกันบนการเชื่อมต่ออื่นๆ ผู้รับสามารถที่แกะ โค๊ดที่มีการติดต่อโดยถอดรหัสเป็นโค๊ดหนึ่งเดียวในการกำหนดการเชื่อมต่อแต่ละครั้ง

CDMA รองรับการใช้งานของผู้ใช้ได้มากกว่าทั้ง AMPS หรือ TDMA โดยประมาณ 10-20 เท่าของ AMPS และ 3 เท่าสำหรับ TDMA และใช้กำลังไฟฟ้าที่ต่ำกว่าทำให้ใช้แบตเตอรี่น้อยลง มีความปลอดภัยที่สูงขึ้น เพราะมีการ โค๊ดจากหนึ่งความถี่ในระหว่างการติดต่อทำให้มีการป้องกันการแอบฟัง หรือการหลอกลวง