บทที่ 2

ความเป็นมาและระบบการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.1 ลักษณะทั่วไปของโทรศัพท์เคลื่อนที่

โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูล่าร์หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบรังผึ้ง เป็นโทรศัพท์ซึ่งวิวัฒนาการมาจากวิทยุโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile radio) (กล่าวคือ ระบบเซลลูลาร์ จะพยายามทำให้สถานีฐานแต่ละสถานี ครอบคลุมพื้นที่บริการให้ได้มากที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนให้น้อยที่สุด ทั้งนี้ จากความสามารถในการให้การบริการขึ้นอยู่กับจำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งาน ซึ่งมีอยู่จำกัดในระบบเก่า ดังนั้นวิทยุเคลื่อนที่ในระบบเก่าจึงมีความสามารถในการให้บริการที่มีประสิทธิภาพที่ต่ำ) โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อจัดให้มีการสื่อสารอย่างต่อเนื่องระหว่างผู้ที่อยู่ประจำที่บ้านหรือสำนักงาน กับผู้ที่เคลื่อนที่อยู่ในยานยนต์ (รถยนต์, เครื่องบิน, เรือเดินทะเล เป็นต้น) ในปัจจุบันนี้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ใช้คลื่นความถี่วิทยุระบบยูเอชเอฟ (ultra high frequency : UHF) โดยโทรศัพท์ระบบนี้จะแบ่งเขตการให้บริการของสถานีภาคพื้นดิน (base station) ออกเป็นเขตเล็ก ๆ ลักษณะเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม* (ในทางทฤษฎี) ซึ่งเรียกว่า "เซลล์" (cell) เซลล์ในระบบเซลลูลาร์จะถูกจัดอยู่เป็นกลุ่ม ๆ

---

*. เซลล์ของระบบเซลลูลาร์ที่ใช้รูปทรงหกเหลี่ยมก็เพื่อความสะดวกในการอธิบายและการคำนวณเป็นสำคัญ เพราะที่จริงคลื่นวิทยุมีการกระจายออกไปในรูปแบบหรือรูปทรงที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพบรรยากาศและภูมิอากาศ ถ้าคำนวณโดยแทนพื้นที่เซลล์ด้วยวงกลมจะมีจุดวงกลมปิดคลุมไปไม่ถึงหรือมีจุดที่วงกลมทับกัน ซึ่งเป็นปัญหาที่ยุ่งยากแก่การคำนวณ จึงแทนด้วยทรงหกเหลี่ยมที่ผสานกันต่อเนื่องปิดพื้นที่ทั้งหมด ทั้งนี้ได้คำนวณเผื่อความผิดพลาดไว้แล้วประกอบกับการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ได้หวังผลเต็ม 100 เปอร์เซนต์และจุดอับต่าง ๆก็ไม่ได้เป็นจุดอับที่ถาวร เนื่องจากมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019279

(ดูรูปที่ 2 ก) กลุ่มหนึ่งอาจจะมี 7 เซลล์[1] ซึ่งเซลล์หนึ่งจะครอบคลุมย่านความถี่ใช้งานของระบบทั้งหมด ย่านความถี่นี้จะแบ่งออกเป็นช่วง ๆ เรียกว่า ช่องสัญญาณหรือแชนแนล (channel) ในระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ได้แก้ไขข้อบกพร่องของระบบเก่าโดยอาศัยหลักการที่ว่า แต่ละช่องสัญญาณจะถูกใช้งานได้มากกว่าหนึ่งครั้ง (frequency reuse) ดังรูปที่ 2 ข จะพบว่าความถี่ของกลุ่ม A ถูกใช้ซ้ำถึง 2 ครั้ง และทุกกลุ่มความถี่ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน จำนวนของช่องสัญญาณก็จะเพิ่มขึ้น เรียกว่าการจัดสรรแบบ FDMA (Frequency Division Multiple Access) ซึ่งการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FMDA จะช่วยเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณได้อีกมาก และเป็นการช่วยประหยัดคลื่นความถี่ซึ่งถือว่าเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด[2]

ระบบการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ[3] คือ

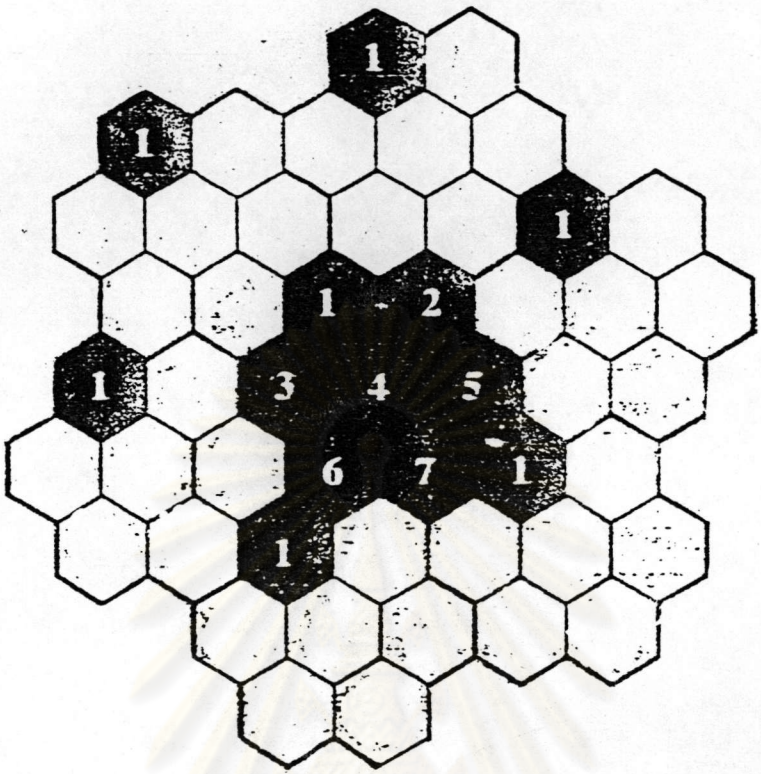
1. ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile telephone exchange : MTX) มีหน้าที่เช่นเดียวกับชุมสายโทรศัพท์ทั่ว ๆไป คือเป็นศูนย์กลางติดต่อที่ให้หมายเลขระหว่างโทรศัพท์ธรรมดากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดำเนินการสลับสายต่อให้ผู้เช่า ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สลับสายและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบ

---

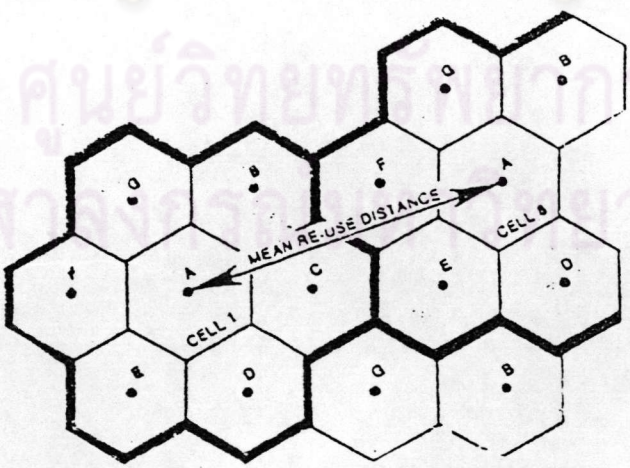
1. กลุ่มของเซลล์อาจจะมี 4 หรือ 12 เซลล์ก็ได้ ดูใน Appleby N.S., and Garrett J., "The Cellnet Cellular Radio System," British Telecommunication Engineer, (Vol. 4 July 1985) : 62 -69. อ้างใน John Walker, ed., "Mobile Information Systems," (Artech House, London : Boston, 1990).

2. John Walker, ed., อ้างแล้ว. : xv.

3. แต่หนังสือบางเล่มแบ่งส่วนประกอบสำคัญเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ โดยเพิ่มระบบสื่อสัญญาณ (transmission system : TS) ดูที่ นาถนภา โรหิตาคนี, "ค่าเช่าทางเศรษฐกิจในตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่," (วิทยานิพนธ์ ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2535) : 11. และ บัญชิต พลกษาเมธานันท์, "การพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย," (สำนักงานโครงการพิเศษ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, กรกฎาคม 2534).



ภาพที่ 2.1 ก ภาพแสดงการจัดเซลล์ของโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์



ภาพที่ 2.1 ข ภาพแสดงการใช้เซลล์ซ้ำ (frequency reuse)

2. สถานีฐาน (radio base station : RBS) การทำงานของสถานีฐานจะคล้ายกับสถานีถ่ายทอดเป็นศูนย์กลางรับ-ส่งสัญญาณวิทยุและแปลงสัญญาณ โดยใช้วิธีการ Modulate และ Demodulate ประกอบด้วยอุปกรณ์รับ-ส่งคลื่นวิทยุ อุปกรณ์ควบคุมความถี่ และอุปกรณ์แปลงสัญญาณวิทยุเป็นสัญญาณโทรศัพท์ส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยผ่านระบบสื่อสัญญาณ

3. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile station or subscriber: MS) หรือเรียกว่าเครื่องวิทยุลูกข่าย เป็นอุปกรณ์โทรศัพท์ที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ธรรมดาตามบ้านหรือสำนักงาน หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน

จากส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนจะประกอบขึ้นเป็นพื้นที่บริการ (service area) ซึ่งแต่ละพื้นที่บริการจะมีชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 1 ชุมสาย จะครอบคลุมพื้นที่บริการหนึ่งพื้นที่ ในหนึ่งพื้นที่บริการจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ ได้ถึง 16 พื้นที่เรียกว่า พื้นที่บริการย่อยหรือพื้นที่ติดต่อ (traffic area : TA)และในแต่ละพื้นที่ติดต่อก็จะถูกแบ่งเป็นเซลล์เล็ก ๆ ได้ตั้งแต่ 1-64 เซลล์ ดังนั้นพื้นที่บริการ 1 พื้นที่สามารถมีจำนวนเซลล์ได้มากถึง 1024 เซลล์[4]

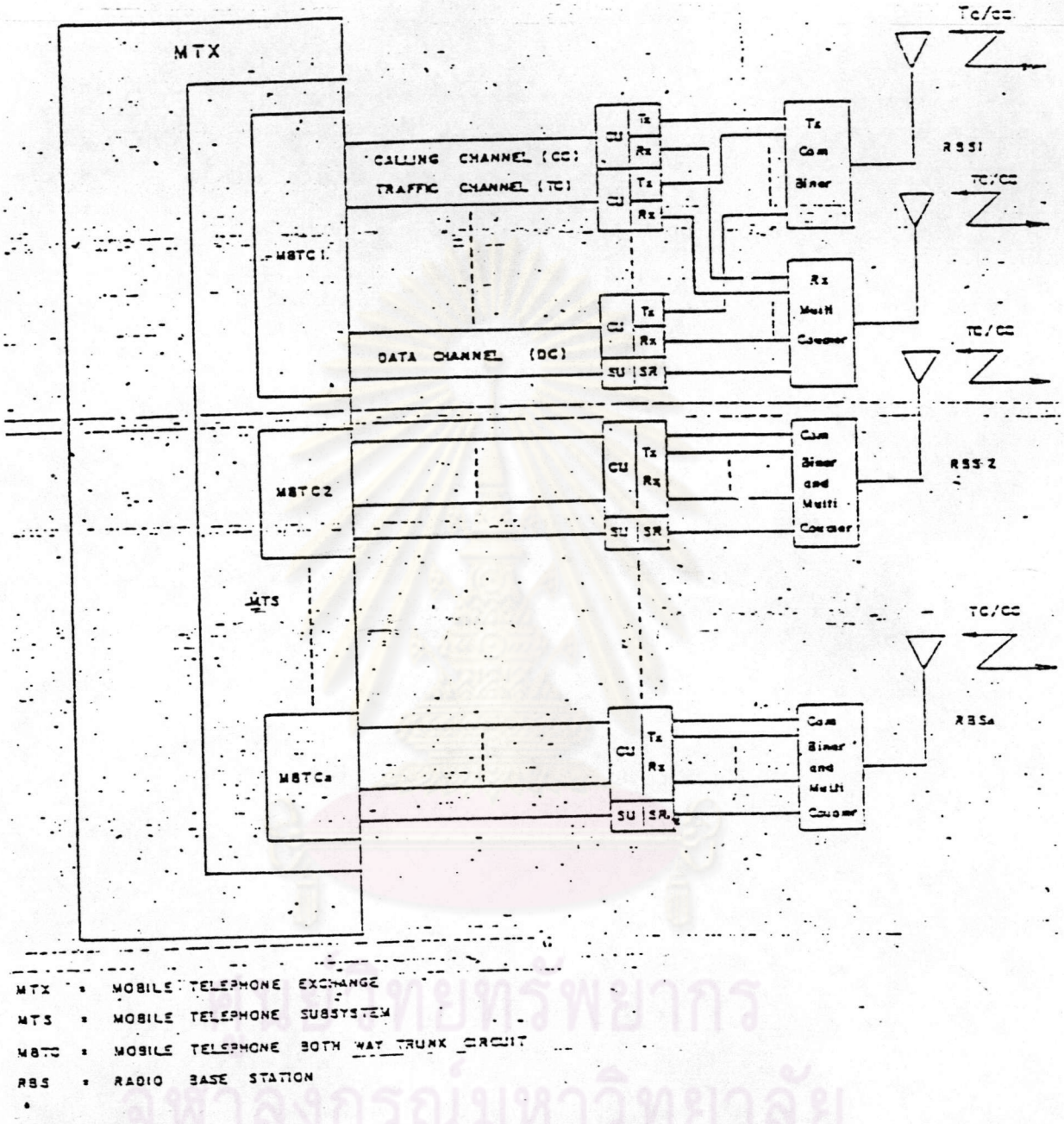
การจัดเซลล์ (cell arrangment)

โครงสร้างของเซลล์มีการจัดประเภทของเซลล์เป็น 4 ประเภท คือ

1. เซลล์มาตรฐาน (standard cells) มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 20 ถึง 50 กิโลเมตร สำหรับให้บริการในพื้นที่ทั่วไป มีขอบเขตการให้บริการครอบคลุมพื้นที่กว้าง

---

4. ครรชิต วิวรรธนจิตต์, จตุพร ไพจิตรประภาภรณ์, และชัยวัฒน์ สุคนธิรินทร์, "เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่," (ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2532) : 4.



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงส่วนประกอบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ที่มา : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

2. เซลล์เล็ก (small cells) มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 5 ถึง 15 กิโลเมตร สำหรับให้บริการในพื้นที่ของเมืองใหญ่ ซึ่งมีผู้ใช้หนาแน่น จำต้องจำกัดพื้นที่ให้บริการ

3. เซลล์จิ๋ว (micro cells) มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 1 ถึง 5 กิโลเมตร สำหรับให้บริการในพื้นที่เมืองใหญ่ ซึ่งมีผู้ใช้หนาแน่นมาก

4. เซลล์คลุม (umbrella cells) มีรัศมีของพื้นที่ให้เท่ากับเซลล์มาตรฐาน ใช้สำหรับเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการ โดยการสร้างเซลล์ซ้อน (splitting cells) ลงไปในเซลล์มาตรฐาน หรือเซลล์เล็ก

ประโยชน์ของโทรศัพท์เคลื่อนที่[5]

1. เป็นเครื่องมือสื่อสารที่อำนวยความสะดวก กล่าวคือสามารถที่จะติดตั้งไว้ในรถหรือนำติดตัวไปได้ทุกที่ภายในเขตพื้นที่ที่ให้บริการที่กว้างไกล เพื่อใช้ในการติดต่อหรือสนทนา

2. สามารถที่จะโทรเข้า-ออกได้สะดวกรวดเร็ว ให้ความพิเศษตรงความคล่องตัวที่จะสามารถนำไปใช้ที่ใดก็ได้ เหมาะสำหรับนักธุรกิจและนักบริหารที่ทำงานแข่งกับเวลา

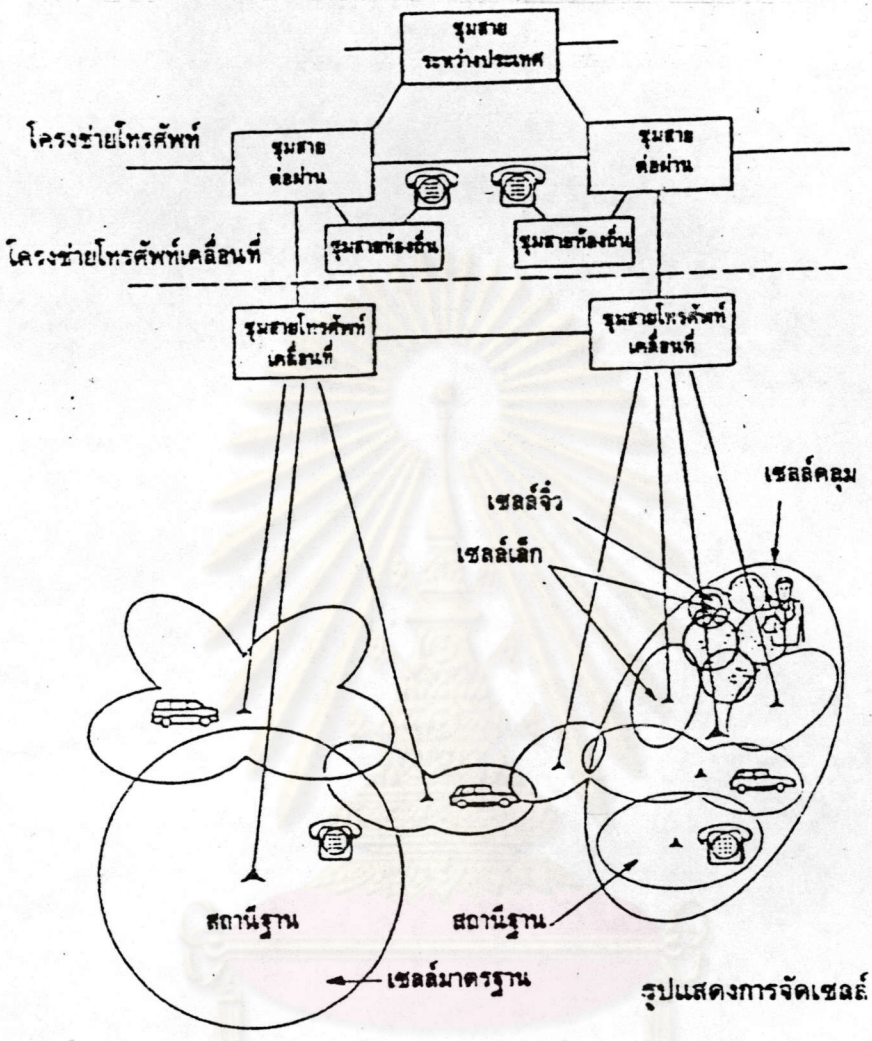
3. เป็นเครื่องมือในการติดต่อทางโทรศัพท์ในบริเวณที่โครงข่ายโทรศัพท์ธรรมดาที่ยังไปไม่ถึง เช่น ตามชายฝั่งทะเล เป็นต้น

4. สามารถที่จะใช้ร่วมกับระบบโทรศัพท์ธรรมดาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

---

5. "การสื่อสาร โทรคมนาคมล้ำยุค ย่อโลกไว้ในมือคุณ," (ฐานเศรษฐกิจ, 8 -14 เมษายน 2534).

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงการจัดเซลล์

ที่มา : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

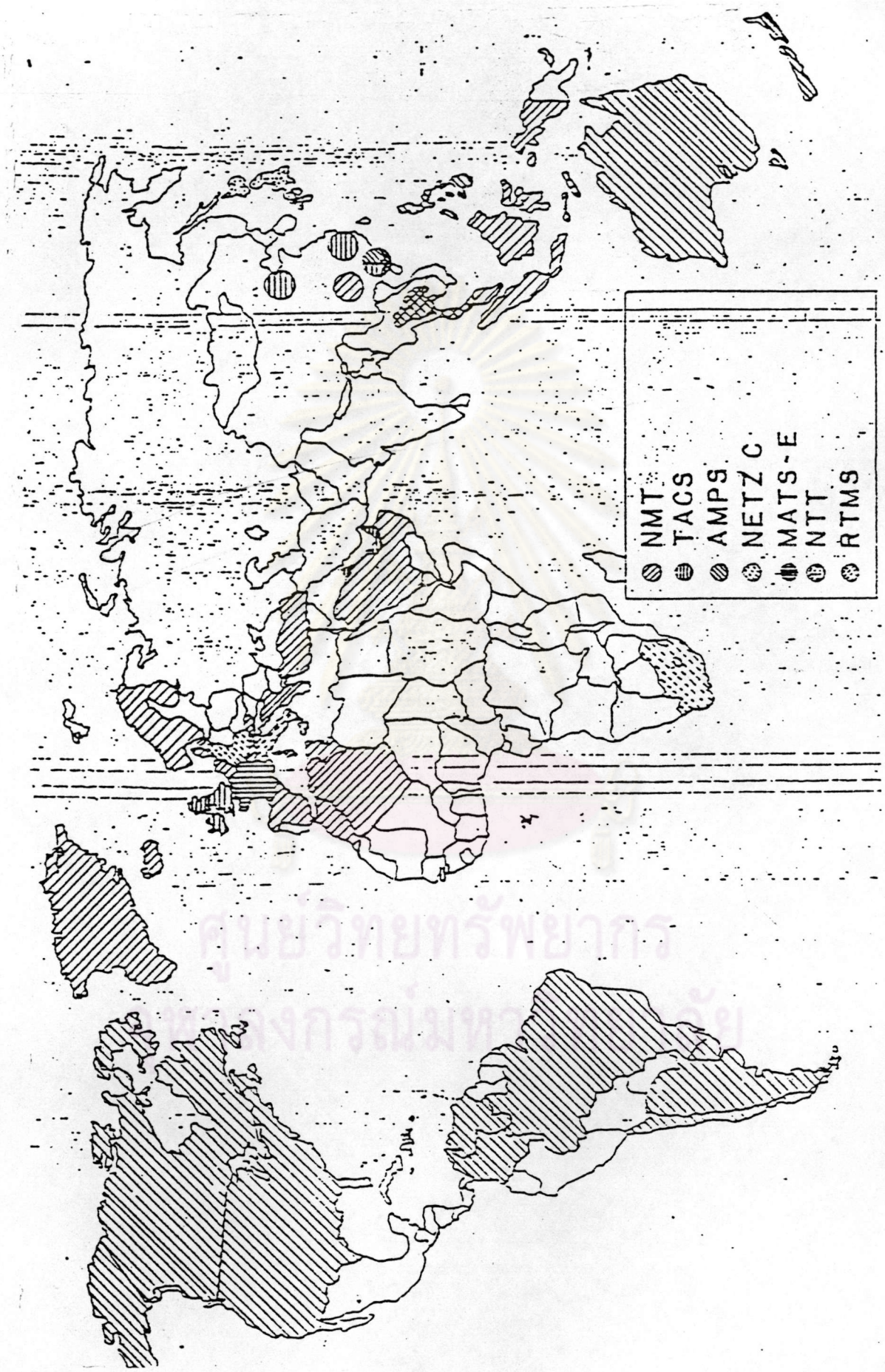
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในต่างประเทศ

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เริ่มใช้เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1921 ในเมืองดีทรอย ประเทศสหรัฐอเมริกา และนำมาใช้ในการบริการด้านธุรกิจประมาณปี ค.ศ. 1946 ในเมืองเซนต์หลุย รัฐมิสซูรี ประเทศสหรัฐอเมริกา แต่หลังจากการเปิดการให้บริการไม่นานนัก ประมาณปี ค.ศ.1947 ก็เกิดปัญหาในการให้บริการอันเนื่องมาจากความคับคั่ง (congestion) ของผู้ใช้งานเพราะคลื่นความถี่ที่ให้บริการอยู่นั้น ใช้งานได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ที่จะใช้บริการ ทางบริษัท AT&T (American Telephone and Telegraph) จึงได้ค้นคว้าที่จะนำคลื่นที่มีอยู่นำมาใช้ใหม่เรียกกรรมวิธีนี้ว่า Frequency Reuse และแนวความคิดนี้เองที่ทำให้เกิดการพัฒนาโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างกว้างขวาง โดยเรียกว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ (cellular mobile telephone system)

ระบบนี้ได้มีผู้ค้นคว้าและพัฒนาอยู่หลายกลุ่ม โดยในปี ค.ศ. 1958 บริษัท AT&T ได้พัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ย่านความถี่ 800 MHz** ในขณะที่กลุ่มประเทศ Nordic ในแถบสะแกนดิเนเวีย (ได้แก่ประเทศ สวีเดน ฟินแลนด์ และนอร์เวย์) ได้นำเอาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ความถี่ย่านความสูงมาก (VHF : Very High Frequency ซึ่งมีความถี่ระหว่าง 30 ถึง 300 MHz) มาใช้งาน ต่อมาได้พัฒนาเปลี่ยนมาใช้ความถี่ย่านความสูงพิเศษ (UHF มีความถี่ตั้งแต่ 300 MHz ขึ้นไป) เมื่อปี ค.ศ. 1973 ส่วนประเทศอเมริกา ทางบริษัท AT&T ได้นำเทคนิคของ logic circuit ที่สลับซับซ้อนของการพัฒนาด้านสารกึ่งตัวนำอันได้แก่ microprocessor และวงจรสลับสาย electronic มาใช้เป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเรียกว่าระบบ AMPS (Advanced Mobile Phone System) แต่ทางกลุ่ม Nordic ได้เรียกระบบโทรศัพท์ที่พัฒนานี้ว่าระบบ NMT (Nordic Mobile Telephone System)

**. หมายถึงความถี่คลื่น มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที เช่น 1 MHz จะเท่ากับ 1,000,000 รอบต่อวินาที ถ้าเป็น 1 GHz จะเท่ากับ 1,000,000,000 รอบต่อวินาที เป็นต้น



ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้กันในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.1 แสดงระบบของเซลลูลาร์ต่าง ๆที่ใช้กันทั่วโลก

ระบบ	ประเทศที่ใช้กันอยู่
AMPs	ออสเตรเลีย, แคนาดา, ฮ่องกง, นิวซีแลนด์, ไทย และอเมริกา
C-450/NETZ-C	สหพันธรัฐเยอรมัน
GSM	ออสเตรเลีย, เบลเยี่ยม, เดนมาร์ค, ฟินแลนด์, ฝรั่งเศส, ไอร์แลนด์, อิตาลี, ลักเซมเบอร์ก, เนเธอร์แลนด์, นอร์เวย์, ปอร์ตุเกส, สเปน, สวีเดน, สวิสเซอร์แลนด์, อังกฤษ และสหพันธรัฐเยอรมัน
NAMTS	ญี่ปุ่น และคูเวต
NMT-450/NMT-900	ออสเตรเลีย, เบลเยี่ยม, จีน, เดนมาร์ค, ฟินแลนด์, ฝรั่งเศส, ไอซ์แลนด์, อินโดนีเซีย, ลักเซมเบอร์ก, มาเลเซีย, เนเธอร์แลนด์, นอร์เวย์, โอมาน, ซาอุดิอาระเบีย, สเปน, สวีเดน, สวิสเซอร์แลนด์, ไทย, ตูนีเซีย, และตุรกี
Radiocomm 2000	ฝรั่งเศส
RMTS	อิตาลี
TACS	จีน, ไอร์แลนด์, ฮ่องกง, สหรัฐอาหรับ เอมิเรตส์, มอลต้า และอังกฤษ

ที่มา : R.C. Wickham. "Cellular technology at home and aboard," **Cellular Business**, (Dec. 1988) : 30 -38.

หมายเหตุ : ระบบที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ ถึงแม้ว่าจะเป็นระบบเดียวกันแต่ก็เป็นคนละคลื่นความถี่กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 แสดงกลุ่มประเทศผู้ผลิตโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์

ประเทศ	บริษัท	ระบบ	ชื่อย่อระบบ
สหรัฐอเมริกา	โมโตโรลา	Dynamic Adaptive Total Area Coverage	DYNATAC
	เอทีแอนด์ที	Advance Mobile Phone System	AMPs[2]
แคนาดา	โนวาเทล	Automatic Roaming Radio	AURORA
ญี่ปุ่น	เจอาร์ซี	Nippon Automatic Mobile Telephone System	NAMTS
	เอ็นอีซี	NTT´s Advance Cellular Telephone System	NACTS
สวีเดน	อีริคสัน	Nordic Mobile Telephone System	NMTS[1]
ฟินแลนด์	โนเกียโมบิร่า	Nordic Mobile Telephone System	NMTS[1]
เดนมาร์ค	ฟิลิปส์	Nordic Mobile Telephone System	NMTS[1]
อังกฤษ	-----	Total Access Communication System	TACS
ฝรั่งเศส	-----	Mobile Automatic Telephone System Europe	MATS-E
		Radiocom 2000, the French National Mobile Telephone Network	R 2000
เยอรมัน	-----	German Federal Mobile Telephone Network	NETZ-C

ที่มา : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

หมายเหตุ : 1 ระบบที่องค์การโทรศัพท์ ฯใช้อยู่

2 ระบบที่การสื่อสาร ฯใช้อยู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 แสดงความแตกต่างของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบต่าง ๆ

ระบบ	ปีคศ. ที่เริ่ม	ความกว้างของช่องสัญญาณ (KHz)	ความถี่ของคลื่น (MHz)	จำนวนช่องสัญญาณ	คุณลักษณะ
NAMTS	1978	25	870-885 b-m 925-940 m-b	600	สามารถเพิ่มขึ้นได้เป็น 1,000 ช่องสัญญาณ
NMT-450	1981	25	453-457.5 m-b 463-467.5 b-m	180	มีช่องสัญญาณจำนวนน้อย แต่มีรัศมีครอบคลุมที่กว้าง เหมาะสำหรับใช้นอกเมือง
AMPS	1983	30	825-845 m-b 870-890 b-m	666	เหมาะสำหรับใช้ในเมือง มีความสามา-รถมากกว่า ระบบ NMT-450 แต่จะมีเซลล์ที่เล็ก
C-450	1985		451.3-455.74 m-b 461.3-564.74 b-m		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) แสดงความแตกต่างของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบต่าง ๆ

ระบบ	ปีคศ. ที่เริ่ม	ความกว้างของช่องสัญญาณ (KHz)	ความถี่ของคลื่น (MHz)	จำนวนช่องสัญญาณ	คุณลักษณะ
TAC plus ETACS	1985	25	890-915 m-b 935-960 b-m 872-888 m-b 917-933 b-m	1000 plus 640	มีความสามารถที่มากกว่า 50 %ของระบบ AMPS แต่จะมีเซลล์ที่เล็กกว่า
NMT-900	1986	12.5	890-915 b-m 935-960 m-b	1999	ออกแบบมา เพื่อใช้ในเมือง สามารถพกพาได้ง่าย
GSM	1991	200	890-915 m-b 935-960 b-m		ใช้ระบบดิจิตอล สามารถเชื่อมติดต่อกับระบบ ISDN ใช้มาตราฐาน CEPT

ที่มา : John Walker,ed. "Mobile Information System," (Artech House, London, Boston, 1990) : 74.

หมายเหตุ : 1. m-b หมายถึง ความถี่คลื่นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปสู่สถานีฐาน

2. b-m หมายถึง ความถี่คลื่นจากสถานีฐานไปสู่โทรศัพท์เคลื่อนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทย

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีหน่วยงานที่ให้บริการด้านโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์อยู่ 2 หน่วยงานคือ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท.) และการสื่อสารแห่งประเทศไทย (กสท.) จากการที่พรบ.องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและพรบ.การสื่อสารแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานและภาระหน้าที่ความรับผิดชอบที่คล้ายกัน โดยที่องค์การ ฯ เป็นผู้นำเอาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ NMT มาใช้ในวันที่ 8 กรกฎาคม 2529 ย่านความถี่ 470 Mhz หรือระบบ NMT 470 ทางด้านการสื่อสาร ฯก็ได้นำเอาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ AMPS ซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 800 MHz มาให้บริการในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2530 ภายหลังทางองค์การโทรศัพท์ ฯได้นำระบบ NMT 900 มาบริการเพิ่มขึ้นอีกระบบ โดยให้สัมปทานแก่ บริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิสในวันที่ 27 กันยายน 2533

2.4 ประเภทของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์[6]

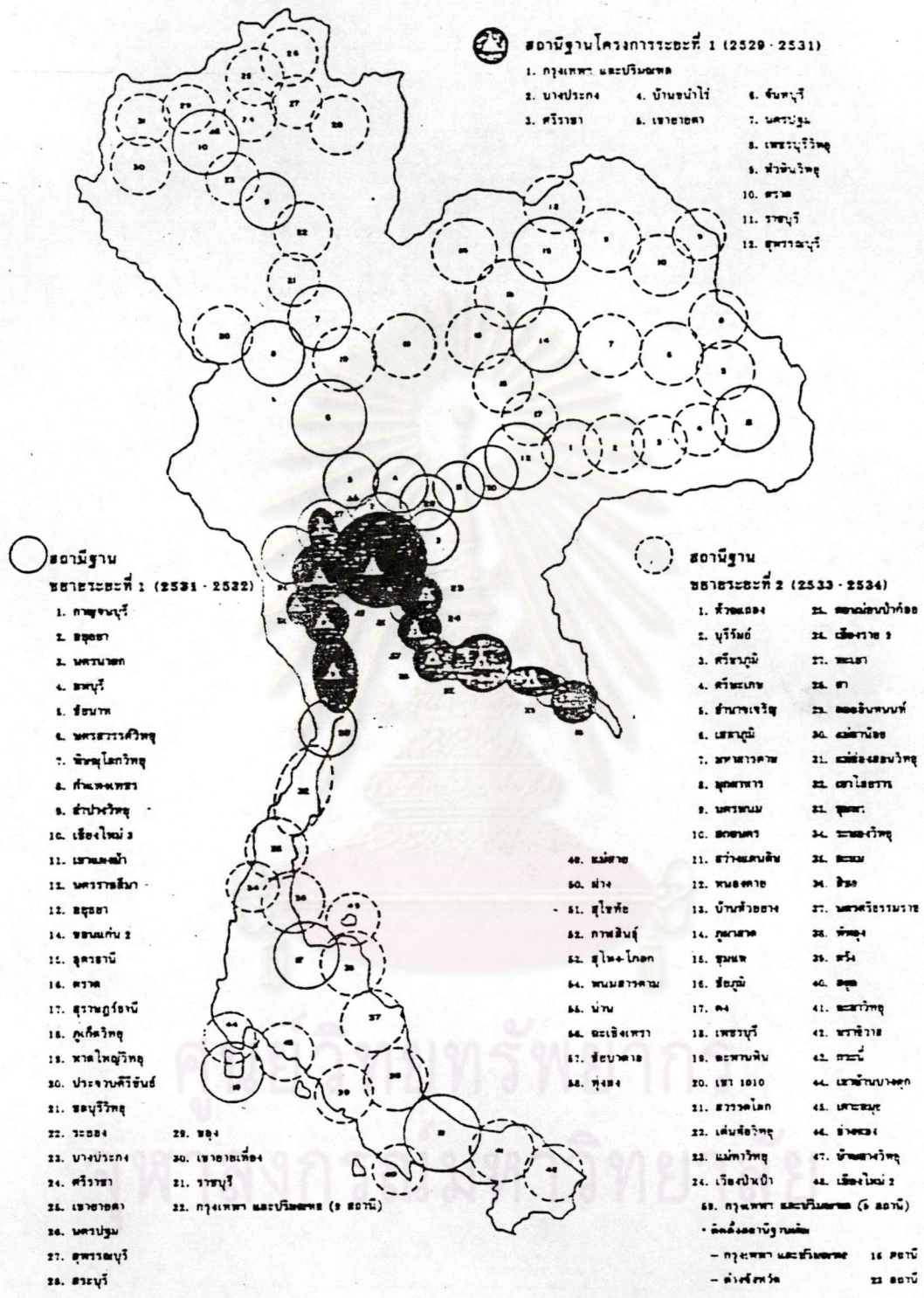
ในประเทศไทยสามารถแบ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูล่าร์ที่ใช้งานได้ 3 ประเภท คือ

1. โทรศัพท์เคลื่อนที่ประเภทที่ติดอยู่กับยานพาหนะ เป็นโทรศัพท์ที่ใช้แบตเตอรี่ของยานพาหนะ แบตเตอรี่ในรถยนต์จะใช้ในการบรรจุไฟเพื่อเพิ่มกำลังให้กับเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในงานที่ต้องการระดับกำลังส่งที่สูง เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดอยู่ในรถ เป็นต้น

2. โทรศัพท์เคลื่อนที่ประเภทพกพาแบบมือถือ จะเป็นโทรศัพท์ที่มีแบตเตอรี่อยู่ในตัวเครื่อง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาที่ใช้ กล่าวคือจะสามารถใช้ได้ในระยะเวลาที่จำกัด อันเนื่องมาจากใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นกำลังส่งจึงมีจำกัด และจะต้องอยู่ในรัศมีทำการ

---

6. John Walker, ed., อ้างแล้ว, : 71 - 73.



ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงโครงการโทรศัพท์เคลื่อนที่แห่งชาติ

ที่มา : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

ของสถานีฐาน จึงเหมาะที่จะใช้งานที่อยู่ในเมือง ซึ่งอยู่ในระยะครอบคลุมของสถานีฐาน และสามารถหาแบตเตอรี่เปลี่ยนได้ง่าย เช่น โทรศัพท์เซลลูลาร์ระบบ AMPS 800 และ NMT 900 ที่เป็นแบบมือถือในปัจจุบัน เป็นต้น

3. โทรศัพท์เคลื่อนที่ประเภทพกพาแบบกระเป๋าหิ้ว เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแบตเตอรี่อยู่ในตัวเครื่องเหมือนกันกับประเภทพกพาแบบมือถือ มีแบตเตอรี่ขนาดใหญ่กว่า กำลังส่งจึงไปได้ไกลกว่า และมีน้ำหนักที่มากกว่า เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ NMT 470

2.5 คุณสมบัติพิเศษของโทรศัพท์เคลื่อนที่[7]

1) การนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (frequency reuse) คือการที่จะสามารถนำความถี่ที่ใช้ไปแล้วในเซลล์หนึ่ง กลับมาใช้ในอีกเซลล์หนึ่งที่อยู่ห่างออกไปในระยะทางที่เหมาะสมได้ วิธีการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่นี้ทำให้ใช้ทรัพยากรด้านความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดภาวะความคับคั่งของการใช้โทรศัพท์ได้

2) การข้ามเขต (roaming) คือการที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ลงทะเบียนไว้ ณ ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่แห่งหนึ่ง (home exchange) แต่สามารถใช้บริการในพื้นที่บริการของชุมสายเคลื่อนที่อื่นที่ไม่ได้ลงทะเบียนได้ (visit exchange)

3) การส่งต่อ (hand off) คือในขณะที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่กำลังใช้งานติดต่อสนทนากับเครื่องโทรศัพท์อื่น สัญญาณที่อ่อนกำลังจะถูกส่งไปยังสถานีฐานอื่นโดยไม่ทำให้การสนทนาขาดช่วง โดยการเปรียบเทียบสัญญาณที่สถานี เมื่อสถานีฐานได้รับสัญญาณต่ำจนถึงขีดกำหนดก็จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเคลื่อนที่ ระบบควบคุมของชุมสายจะส่งสัญญาณสอบถามไปยังสถานีฐานข้างเคียง เมื่อพบว่าสถานีฐานใดได้รับสัญญาณสูงกว่าก็จะสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่รับส่งสัญญาณกับสถานีใหม่ให้ทันที

---

7. บัญชิต พลกษาเมธานันท์, อ้างแล้ว.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 ลักษณะการให้การบริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอนาล็อก

1. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรับเข้า และทำการติดต่อออกได้โดยอัตโนมัติ

2. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระภายในพื้นที่บริการ และการติดต่อจะสามารถเกิดขึ้นได้ไม่ว่าเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะอยู่ในสถานีฐานใด โดยระบบจะทำการค้นหาเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เองอย่างอัตโนมัติ

3. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องสามารถติดต่อกับเคลื่อนที่ด้วยกัน และโทรศัพท์แบบธรรมดาทั่วไปได้ ภายในพื้นที่ที่อยู่ในเครือข่าย (Network) ของโทรศัพท์

4. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องมีลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับโทรศัพท์ทั่วไป

5. ให้การบริการพิเศษ สามารถทำได้เช่นเดียวกับชุมสายระบบเอสพีซี (SPC)[8]

- การเรียกเลขหมายย่อ (abbreviated dialling) คือการที่ผู้ใช้สามารถย่อเลขหมายที่ต้องการลงในรหัสหน่วยความจำ เมื่อต้องการจะโทรศัพท์ใช้เลขหมายที่บันทึกได้ก็กดเพียงรหัสย่อเลขที่หมายที่ต้องการ

- การเรียกเลขหมายด่วน (hot line) คือการที่ผู้ใช้สามารถแจ้งเลขหมายที่ต้องการใช้เป็นเลขหมายด่วนให้ชุมสาย เมื่อยกหูโทรศัพท์มารอสักครู่ (4-30 วินาที) ระบบควบคุมและสลับสายของชุมสายจะต่อหมายเลขด่วนที่แจ้งให้ทันที การเรียกเช่นนี้จะให้ประโยชน์ในกรณีฉุกเฉิน เช่น สถานีตำรวจ โรงพยาบาล เป็นต้น

---

8. บัญชิต พลกษาเมธานันธ์, อ้างแล้ว.

- การรอสายว่าง (camp or busy) คือการที่ผู้ใช้บริการนี้เรียกไปยังเลขหมายโทรศัพท์ที่ไม่ว่างและต้องการจะติดต่อหมายเลขนั้น ผู้เช่าเพียงแต่กดปุ่มที่วางโทรศัพท์ 1 ครั้ง แล้วปล่อยจะมีสัญญาณตอบรับแล้วจึงวางหู เมื่อเลขหมายนั้นว่างลงชุมสายก็จะต่อให้ทันที หากเปลี่ยนใจในระหว่างที่รอก็สามารถยกเลิกได้

- การโอนเลขหมาย (call transfer) ผู้เช่าสามารถโอนเลขหมายไปยังเลขหมายที่ผู้เช่าต้องการได้ บริการนี้จะเป็นประโยชน์ในการติดตาม ดังตัวอย่างเช่น ผู้เช่าอยู่ที่บ้านจะออกไปสำนักงาน ผู้เช่าสามารถสั่งโอนเลขหมายไปยังหมายเลขที่สำนักงาน เมื่อมีผู้โทรศัพท์มายังเลขหมายที่บ้าน ชุมสายจะต่อไปยังสำนักงานที่ผู้เช่าสั่งโอนทันที

- บริการประชุมทางโทรศัพท์ (conference call) ผู้เช่าสามารถต่อการสนทนาได้พร้อมถึง 3 คน

- การรับสายเรียกซ้อน (call waiting) ผู้เช่าสามารถทราบได้ทันทีในขณะที่ใช้โทรศัพท์อยู่กับผู้เช่าอีกรายหนึ่ง เมื่อมีผู้เช่ารายอื่นเรียกเข้ามาก็สามารถเลือกพูดกับผู้เช่ารายใหม่ได้ทันที

เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ที่นำมาใช้ทั้ง 3 ระบบไม่ว่าจะเป็นระบบ NMT 470 และระบบ NMT 900 ขององค์การโทรศัพท์ ฯ และระบบ AMPS 800 MHz ของการสื่อสาร ฯนั้นต่างก็เป็นระบบอนาล็อกทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าระบบชุมสายหรือระบบสายส่งอาจจะเป็นดิจิตอลแล้วก็ตาม ในยุคที่ระบบข้อมูลและข่าวสารเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น จึงได้เกิดความต้องการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ระบบดิจิตอล เพื่อมาแทนที่ระบบเดิมที่เป็นระบบอนาล็อกซึ่งมีขีดจำกัดอยู่มาก รวมทั้งไม่สามารถเสริมการทำงานของระบบสื่อสารที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ไม่ว่าจะเป็นด้านโทรสาร การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ และอื่น ๆ

2.7 GSM ระบบสัญชาติยุโรป

จีเอสเอ็ม (GSM : Global System for Mobile Communication) เป็นระบบมาตรฐานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิตอล ซึ่งพัฒนาโดยองค์การหนึ่งในยุโรปที่เรียกว่า CEPT (The Committee of European Post and Telecommunication) โดยมีเหตุผลเพื่อทำการรวมระบบโทรศัพท์ที่อยู่ในยุโรปให้เป็นระบบเดียวกัน เหตุผลที่สองคือเพื่อเพิ่มความสามารถของระบบที่มีอยู่ และเหตุผลสุดท้ายก็คือเพื่อให้เกิดประโยชน์จากกำลังที่เพิ่มขึ้นและลดต้นทุนเกี่ยวกับด้านอีเลคโทรนิคของระบบดิจิตอล ระบบ GSM ซึ่งได้รับการอนุมัติให้ใช้ย่านความถี่ 890 ถึง 960 MHz (ดูตารางที่ 2.3) จาก WARC (World Administrative Radio conference) กลุ่มประเทศที่ใช้ระบบ GSM มีทั้งหมด 18 ประเทศ ตารางที่ 2.1 (ประเทศต่าง ๆทั้งหมด 18 ประเทศได้ร่วมกันพัฒนาเป็นระบบเดียวจากระบบทั้งหมด 22 ระบบ ซึ่งบางประเทศมีมากกว่า 1 ระบบ[9]) โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM ระบบดิจิตอลนี้ถือเป็นการพัฒนาแห่งการสื่อสารในยุคที่สอง (second-generation digital GSM cellular radio system) เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่สมัยใหม่ที่ได้พัฒนาโดยใช้เทคนิคล้ำยุคแบบวีแอลเอสไอ (VLSI : Very Large Scale Integrated Circuit) ที่เป็นระบบมาตรฐานเครือข่ายโทรศัพท์ระบบดิจิตอลที่สมบูรณ์แบบตั้งแต่ตัวเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานีฐานไปจนถึงชุมสายข้อมูลจากเดิมที่ส่งได้เฉพาะสัญญาณเสียงพูดอย่างเดียวในระบบอนาล็อก ก็สามารถส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ สัญญาณเฟกซ์ เทเลเท็กซ์ รวมทั้งสัญญาณภาพได้อีกด้วยในระบบที่เป็นดิจิตอล

2.8 ระบบการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิตอล GSM[10]

ระบบการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิตอล GSM ก็มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอนาล็อกที่มีใช้กันทั่วโลก การทำงานของระบบนี้สามารถแบ่งเป็น

---

9. Brian Ackroy, "Digital Cellular Radio Systems," Asian Communication, (December 1991) : 21 -23.

10. Ericsson Co.ltd, GSM Global System for Mobile Communica-tions : A Guide to Pan-European Digital Cellular Radio, October 1990.

ส่วนใหญ่ได้ 4 ส่วนดังนี้

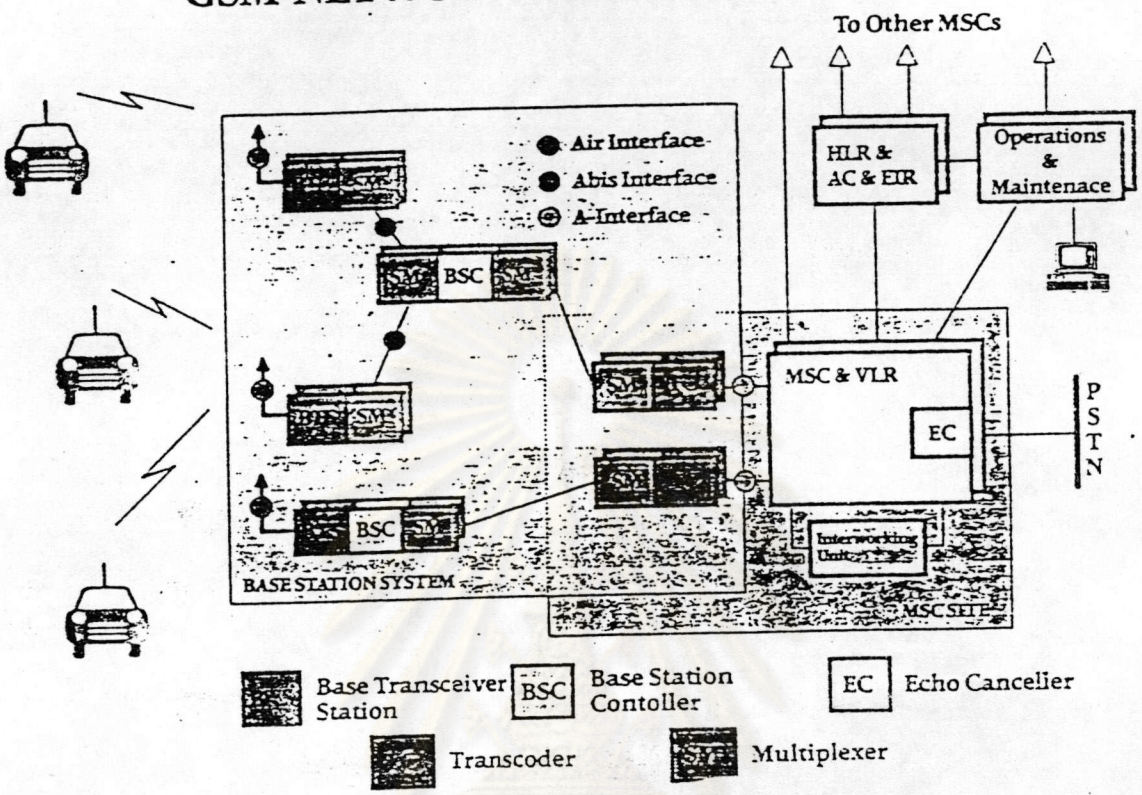
1. ศูนย์กลางสลับสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile service switching centre)
2. ศูนย์ควบคุมสถานีฐาน (base station controller)
3. สถานีฐานรับส่งสัญญาณ (base transciever station)
4. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile subscriber or mobile unit)

2.7.1 ศูนย์กลางสลับสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile service switching centre : MSC) เป็นกุญแจสำคัญหรือหัวใจหลักในการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM เพราะว่าเป็นศูนย์กลางในการจัดการในการติดต่อกัน หรือทำการสลับสายส่งคลื่นสัญญาณให้กับผู้ใช้ หรือเป็นตัวเชื่อมส่งสัญญาณจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายสาย รวมทั้งยังมีหน้าที่ในการให้บริการอื่น ๆ เช่น การคำนวณหาค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการ และยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับเครือข่ายอื่นเช่น เครือข่ายระบบสื่อสารข้อมูล เครือข่ายโทรศัพท์ทั่วไป เป็นต้น

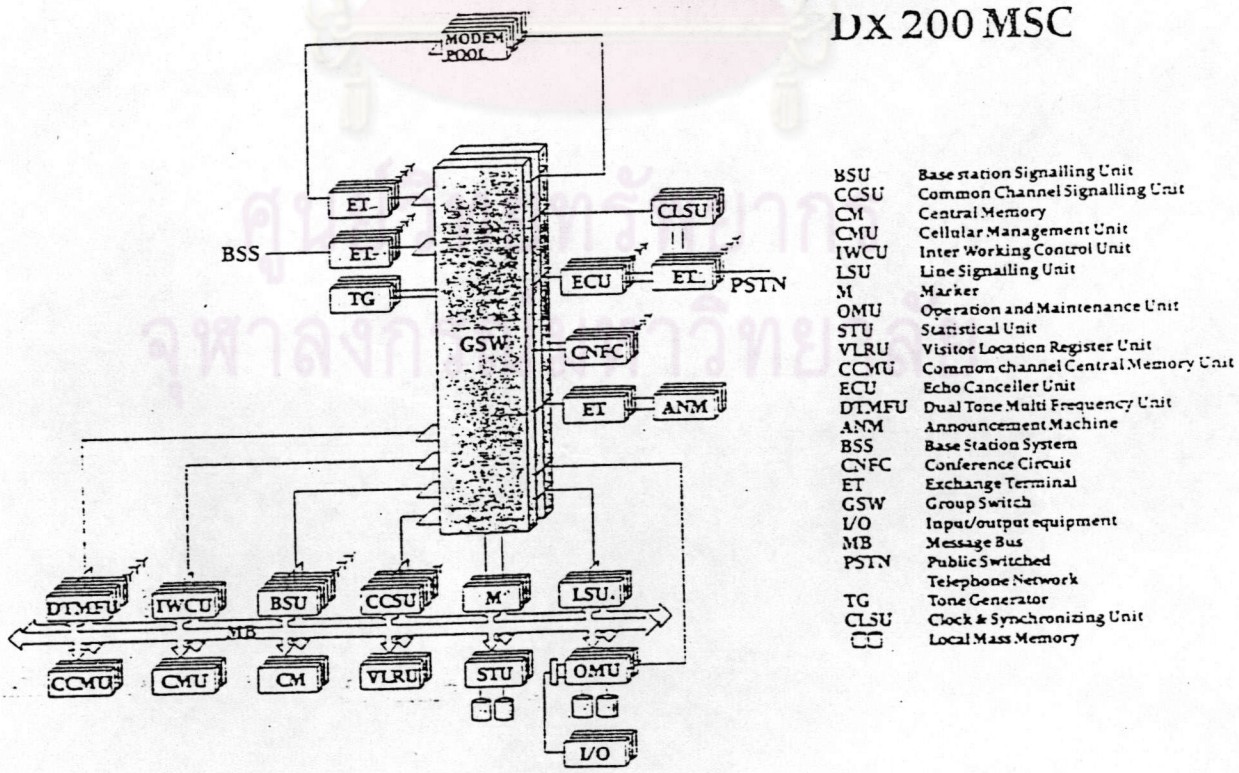
2.7.2 ศูนย์ควบคุมสถานีฐาน (base station controller : BSC) เป็นตัวเชื่อมการทำงานระหว่างศูนย์กลางสลับสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีรับส่งสัญญาณ มีหน้าที่ในการส่งต่อคลื่นสัญญาณ (hand off or hand over) และเพิ่มกำลัง (power up) ให้กับคลื่นสัญญาณที่อ่อนกำลัง ถ้าเป็นระบบอนาล็อก การทำงานในลักษณะนี้จะอยู่ในส่วนของสถานีฐานที่จะคอยเปรียบเทียบความชัดเจนของสัญญาณ

2.7.3 สถานีฐานรับส่งสัญญาณ (base transciever station : BTS) จะทำหน้าที่คล้ายกันกับสถานีฐาน (RBS) ในระบบอนาล็อกคือเป็นตัวกลางรับและส่งคลื่นสัญญาณที่อยู่ในการควบคุมภายในเซลล์ที่ให้บริการ

2.7.4 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile subscriber or mobile unit) จะมีหน้าที่หรือการใช้ในลักษณะเหมือนกับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบอนาล็อก



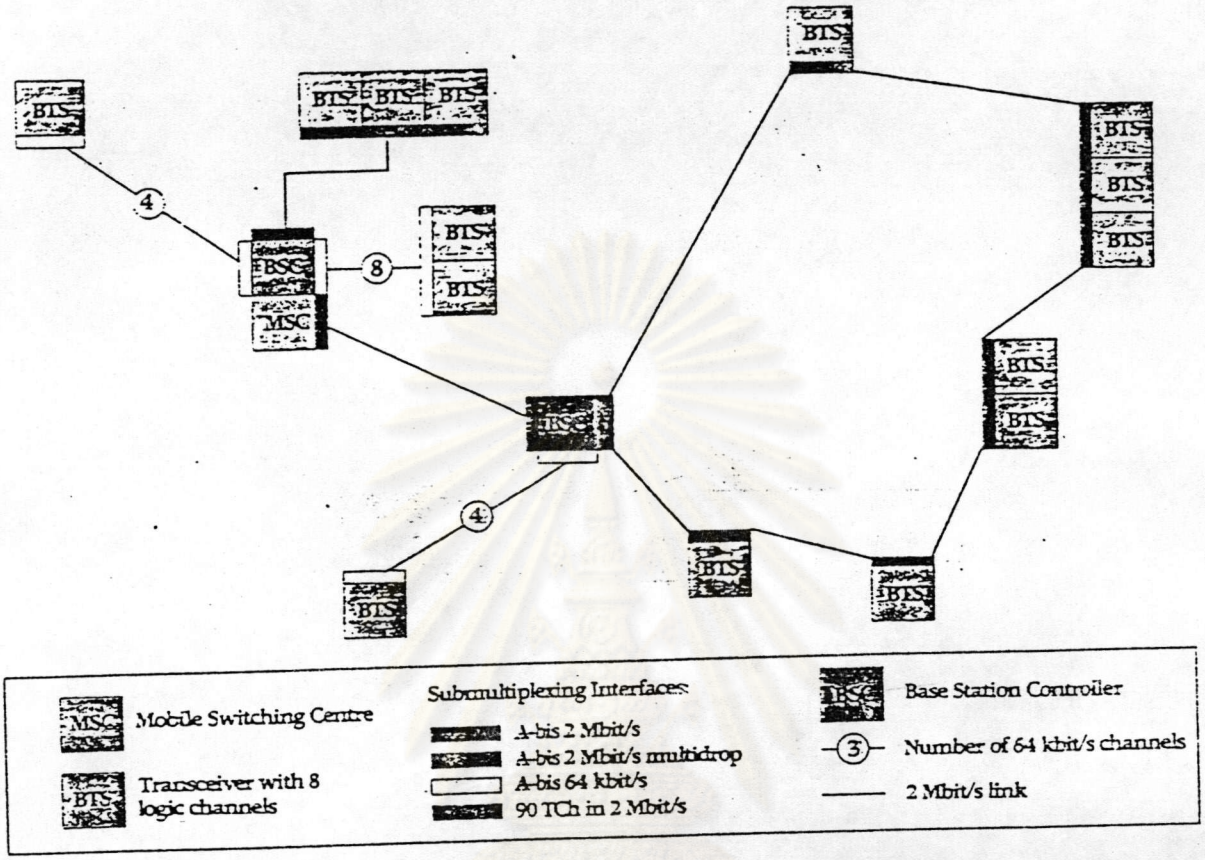
ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงโครงสร้างเครือข่ายระบบ GSM



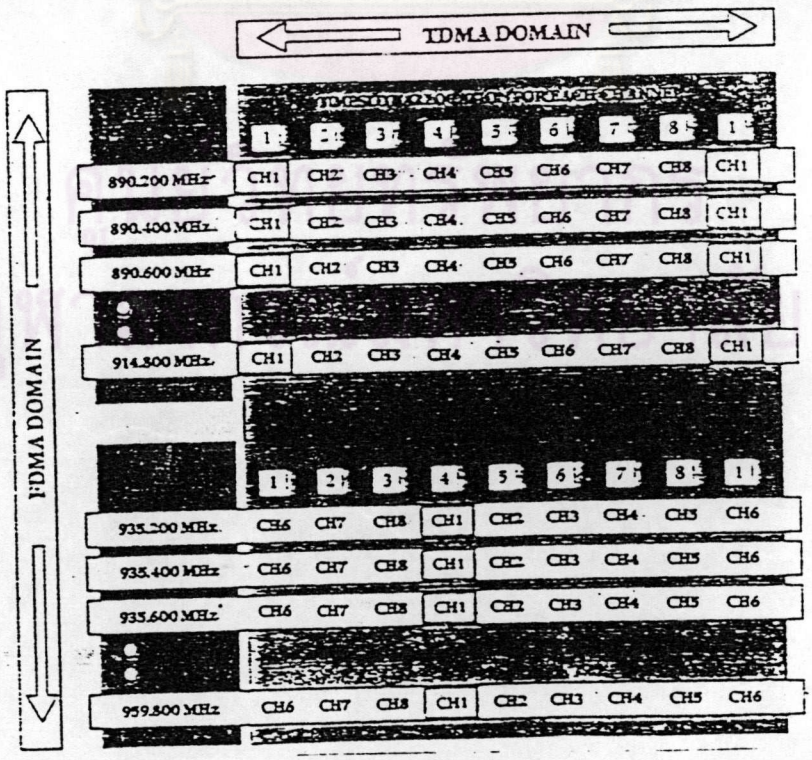
ที่มา : NOKIA, GSM : Mobile Communications without Borders

i17A02A99

GSM TERRESTRIAL TRANSMISSION



PRINCIPLE OF TDMA/FDMA METHOD OF GSM



ที่มา : NOKIA, GSM : Mobile Communications without Borders

2.9 คุณสมบัติของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิตอล GSM

1. สามารถเพิ่มช่องสัญญาณได้มากกว่า เพราะโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า TDMA (Time Division Multiple Access) โดยนำความถี่ที่ใช้ไปแล้วในเซลล์หนึ่ง ๆ มาใช้ซ้ำอีกครั้งหนึ่งได้ในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน ทำให้สามารถเพิ่มช่องสัญญาณในการติดต่อมากกว่า เพื่อแก้ปัญหาจากข้อจำกัดในเรื่องช่องสัญญาณของระบบอนาล็อกนั่นเอง

2. จากในข้อแรกที่นำเทคนิค TDMA และ FMDA (Frequency Division Multiple Access) มาใช้ ทำให้การส่งสัญญาณ (hand off or hand over) มีคุณภาพที่ดีกว่า กล่าวคือ ในระหว่างการใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อผู้ใช้เคลื่อนที่เปลี่ยนจากเซลล์หนึ่งที่ควบคุมอยู่ไปยังอีกเซลล์หนึ่ง สัญญาณจะต้องส่งผ่านสถานีฐานที่โทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องนั้นอยู่โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์เพื่อไปยังสถานีฐานแห่งใหม่ที่มีกำลังส่งที่ดีกว่า แต่ในระบบโทรศัพท์แบบ GSM ศูนย์ควบคุมสถานีฐานจะทำหน้าที่โดยอัตโนมัติในการส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นการลดความยุ่งยากในการส่งของสถานีฐาน และลดภาระแก่ชุมสายโทรศัพท์อีกด้วย

3. สามารถลดสัญญาณรบกวนในระหว่างการติดต่อได้ดีกว่า และมีการแก้ไขสัญญาณที่ผิดพลาดที่ดีกว่า ดังนั้นคุณภาพเสียงที่ได้รับจึงชัดเจนกว่า

4. ในระบบโทรศัพท์แบบ GSM ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้ เนื่องจากมีแผ่นการ์ดอยู่แผ่นหนึ่งเรียกว่า "smart card" อยู่ในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบนี้ ซึ่งเป็นแผ่นที่บอกหมายเลข ดังนั้นเมื่อต้องการที่จะไปต่างประเทศโดยที่ประเทศนั้นก็ใช้โทรศัพท์ระบบดิจิตอลแบบ GSM เหมือนกัน เพียงแต่นำแผ่น smart card ติดตัวไปและนำแผ่นนี้ไปเสียบกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่ในประเทศนั้น ก็จะได้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีหมายเลขเดียวกันกับที่อยู่ในประเทศ

5. ความปลอดภัยของระบบ (security features) อันเนื่องมาจากข้อที่ 4 คุณลักษณะอีกประการหนึ่งของ smart card หรือเรียกอีกอย่างว่า subscriber card (SIM) ในแผ่นการ์ดแผ่นนี้จะมีหมายเลขประจำตัวของผู้ใช้เฉพาะ (personal identify number :

PIN) ซึ่งถูกตั้งไว้ให้ใช้กับแต่ละการทำงาน ดังนั้นถ้ามีผู้ขโมยแผ่นการ์ดนี้ไปใช้โดยทำผิดไปจากที่ตั้งไว้ การให้การบริการจะถูกระงับไว้ทันทีโดย service provider

6. การประหยัดของขนาด (economies of scale) ในอุตสาหกรรมการผลิตโทรศัพท์แบบดิจิตอล เพราะประเทศที่รวมกลุ่มกันก็จะร่วมมือในการพัฒนาระบบ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน (ในระบบ GSM นี้จะใช้มาตรฐานของ CEPT) ซึ่งการผลิตอุปกรณ์ และเครื่องมือดังกล่าวจะต้องผลิตเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการประหยัดในการผลิต ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนลงได้

7. สามารถเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายที่เป็นระบบดิจิตอลเช่นระบบเครือข่าย ISDN (Integrated Services Digital Network) ซึ่งเป็นระบบส่งข้อมูลทุกชนิดในคู่สายโทรศัพท์เพียงคู่สายเดียว ดังนั้นในขณะที่เราใช้โทรศัพท์อยู่เราก็สามารถส่งแฟกซ์ได้ในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

2.10 ลักษณะการให้การบริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM

2.10.1 การบริการหลัก

การใช้งานหลักส่วนหนึ่งก็เหมือนกันกับระบบเซลลูลาร์ระบบอนาล็อก ได้แก่

1) การบริการโทรศัพท์ทั่วไป
2) บริการเรียกเร่งด่วน
3) บริการเลขหมายย่อ

และอื่น ๆ

2.10.2 การบริการเชื่อมเครือข่ายระบบอื่น ๆ

ความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบ GSM ได้แก่

1) เครือข่าย ISDN หรือโครงข่ายบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอล ใช้ได้ตั้งแต่ย่านความถี่เสียงจนถึงย่านความถี่ที่กว้างที่ใช้ส่งสัญญาณภาพ

2) เครือข่ายแพคเก็ตสวิตชิง ซึ่งได้แก่ระบบสื่อสารข้อมูลที่มีการรับส่งข้อมูลในลักษณะแบ่งแยกข้อมูลเป็นชุดย่อย ๆ เรียกว่า "แพคเก็ต (packet)" เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการส่งข้อมูลไปยังปลายทาง โดยใช้คู่สายโทรศัพท์

3) เครือข่ายระบบเซลลูลาร์แบบเติม (อนาล็อก) รวมไปถึงเครือข่ายที่ติดต่อด้วยคลื่นวิทยุ เช่น เครือข่ายระบบดาวเทียม ซึ่งก็สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายระบบ GSM ได้

2.11 โทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบอื่น ๆ

สำหรับสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้นำธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคม ต่างก็พัฒนาระบบเซลลูลาร์แบบดิจิตอลของตัวเองขึ้นมา ความแตกต่างระหว่างระบบทีประเทศทั้งสองคิดขึ้นกับ GSM ก็คือ สหรัฐอเมริกาได้พัฒนาระบบดิจิตอลขึ้นมาจากแนวพื้นฐานของระบบเก่าที่เป็นระบบ ADC (American Digital Cellular Telecommunication System) ซึ่งสามารถเพิ่มความจุของช่องสัญญาณถึง 3 เท่าโดยใช้ช่วงห่างความถี่ (ความกว้างของช่องสัญญาณ) 30 KHz แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ GSM ช่วงห่างความถี่จะมีน้อยกว่า ทำให้ไม่สามารถใช้สื่อสารข้อมูลที่มีช่วงกว้างได้ เช่น การส่งภาพ เป็นต้น ส่วนในประเทศญี่ปุ่นเองก็มีการพัฒนาการสื่อสารของตนเองให้เข้าสู่ระบบดิจิตอลเช่นกัน และเป็นในแบบฉบับของตนที่เรียกว่า JDC (Japanese Digital Cellular Telecommunication System) โดยเริ่มพัฒนาระบบดิจิตอลเมื่อปี 2532 โดยหน่วยงานที่เรียกว่า MPT (Ministry of Posts and Telecommunications) ระบบดิจิตอลในญี่ปุ่นใช้คลื่นความถี่ 800 MHz และ 1.5 GHz และใช้เทคนิคแบบ TDMA เช่นเดียวกับ ADC ของอเมริกา และ GSM ของยุโรป