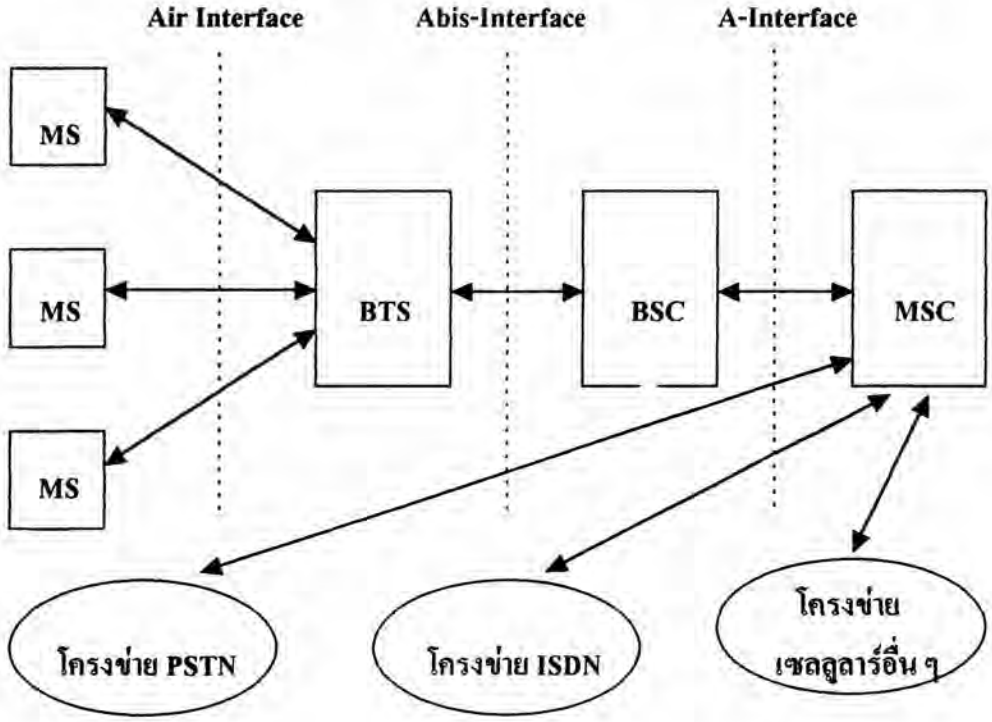
บทที่ 2

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม

2.1 กล่าวนำ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการจำลองระบบโดยอ้างอิงกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM (Global System for Mobile Communications) และจะพิจารณาการติดต่อระหว่างสถานีฐาน (Base Transceiver Station หรือ BTS) กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS) และการติดต่อระหว่างสถานีฐานกับตัวควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller หรือ BSC) และการจัดรูปแบบเฟรมทีดีเอ็มเอ (TDMA Frame Format Arrangement) เท่านั้น ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงหน้าที่และการทำงานของตัวควบคุมสถานีฐาน สถานีฐาน และโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการติดต่อระหว่างกัน รวมถึงการจัดรูปแบบเฟรมทีดีเอ็มเอ ทั้งนี้ตัวควบคุมสถานีฐานและสถานีฐานจัดอยู่ในส่วนของ Base Station Subsystem (BSS) ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม



รูปที่ 2.1 แสดงการติดต่อกันของตัวควบคุมสถานีฐาน สถานีฐาน และโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.2 ตัวควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller)

ตัวควบคุมสถานีฐานเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในตรวจสอบและควบคุมการทำงานของสถานีฐาน ซึ่งตัวควบคุมสถานีฐานจะติดต่อกับสถานีฐานแบบ Abis-Interface (เป็นหลักการติดต่อระหว่างกันอาศัย 2 Mbit/s PCM-30 Transmission Link และ LAPD) และติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Switching Center หรือ MSC) แบบ A-Interface (เป็นหลักการติดต่อระหว่างกันอาศัย modified Q.931 ซึ่งทำงานอยู่เหนือกว่า PCM-30, SS7 Message Transfer Part (MTP) และ Signaling Connection Control Part [SCCP]) ซึ่ง MSC นี้ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน เพื่อสร้างวงจรสนทนาและเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับโครงข่ายอื่น ๆ อาทิเช่น โครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (Public Switched Telephone Network หรือ PSTN) โครงข่ายดิจิตอลบริการร่วม (Integrated Services Digital Network หรือ ISDN) และโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

ตัวควบคุมสถานีฐาน 1 ตัว สามารถควบคุมการทำงานของสถานีฐานได้หลายตัว ดังนั้นในการทำการวางแผนโครงข่าย (Network Planning) จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ และสถานีฐานของแต่ละส่วนจะถูกกำหนดให้ขึ้นอยู่กับตัวควบคุมสถานีฐานเดียวกัน ซึ่งจำนวนสูงสุดของ BTS ที่ BSC สามารถควบคุมได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตอุปกรณ์โครงข่ายแต่ละรายว่าจะกำหนดไว้เป็นเท่าใด โดยทั่วไป BSC แต่ละแห่งจะสามารถควบคุม BTS ได้ตั้งแต่หลายสิบตัวจนถึงหลายร้อยตัว

หน้าที่หลักของตัวควบคุมสถานีฐานก็คือการบริหารการใช้งานความถี่ของ BTS และเป็นตัวที่ทำการตัดสินใจในกรณีต่าง ๆ เกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น การแฮนด์โอเวอร์ (Handover) การควบคุมเซตอัปของการเรียก (Call Setup) การยกเลิกการเรียก (Call Termination) การกำหนดและการควบคุมช่องสัญญาณต่าง ๆ ของสถานีฐาน ดังนั้นข่าวสาร (Message) และข้อมูล (Data) ที่ตัวควบคุมสถานีฐานจะต้องโต้ตอบกับสถานีฐานนั้นมีจำนวนมาก หากตัวควบคุมสถานีฐานและสถานีฐานอยู่ไกลกัน จะก่อให้เกิดการผิดพลาดและการดรอปของการเรียกได้ง่าย เพราะฉะนั้นผู้ผลิตบางบริษัท จึงได้นำหน้าที่และการทำงานบางส่วนของตัวควบคุมสถานีฐานมาไว้ในสถานีฐานเลย ซึ่งจะทำให้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

ในตัวควบคุมสถานีฐานจะเก็บข้อมูลของสถานีฐานต่าง ๆ ไว้ ดังนั้นผู้ติดตั้งและดูแลระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลของตัวควบคุมสถานีฐาน และติดตามการรายงานสถานะการทำงานของสถานีฐานต่าง ๆ ได้ทั้งหมด อีกทั้งตัวควบคุมสถานีฐานจะบริหารการใช้งานความถี่ของสถานีฐานได้ โดยแต่ละตัวควบคุมสถานีฐานจะมีตารางข้อมูลเพื่อที่จะนำมาใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับแต่ละการเรียกที่เกิดขึ้น ซึ่งจะใช้การจัดสรรช่องสัญญาณแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับการวางระบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่รองรับวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดังกล่าว แต่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ปัจจุบันนี้การติดต่อกันระหว่างตัวควบคุมสถานีฐานทุก ๆ ตัวจะพยายามให้มีการซิงโครไนซ์ในการทำงานร่วมกัน เพื่อทำให้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีความรวดเร็วในการติดต่อระหว่างกันและมีเสถียรภาพมากขึ้น อีกทั้งมีความต้องการที่จะเพิ่มความจุ (ความสามารถในการรองรับจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่) ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มากยิ่งขึ้น โดยนำวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต (Dynamic Channel Allocation หรือ DCA) และแบบยืมช่องสัญญาณ (Borrowing Channel Allocation หรือ BCA) มาใช้งานจริงและมีการวิจัยการใช้งานการจัดสรรช่องสัญญาณทั้ง 2 วิธีกันมากขึ้น

2.3 สถานีฐาน (Base Transceiver Station)

สถานีฐานเป็นอุปกรณ์แรกที่สำคัญที่จะติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยจะทำหน้าที่ในส่วนของการติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านทางคลื่นวิทยุ และมีส่วนของการประมวลสัญญาณทางดิจิตอล (Digital Signal Processing หรือ DSP)

ส่วนมากการติดตั้งสถานีฐานจะตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ เพื่อต้องการครอบคลุมการติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดในเซลล์นั้น การติดต่อระหว่างสถานีฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่จะอาศัยการติดต่อทางอากาศ (Air Interface หรือ U_m Interface เป็นหลักการติดต่อระหว่างกันอาศัย TDMA Operations และโปรโตคอล ISDN Q.931) ทั้งนี้จะต้องมีการส่งข่าวสารต่าง ๆ โต้ตอบกัน ก่อนที่โทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้บริการได้และการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถจะโทรออกได้นั้น ตัวควบคุมสถานีฐานจะต้องมีช่องสัญญาณว่างที่สามารถรองรับการเรียกที่เกิดขึ้นได้ สถานีฐานจะมีส่วนที่สำคัญต่อการติดต่อของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เรียกว่า TRX unit (Transmitter and Receiver Unit) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่ง

สัญญาณวิทยุ และรองรับทราฟฟิกที่เกิดขึ้นในเซลล์นั้นและจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนช่องสัญญาณทราฟฟิก (Traffic Channel หรือ TCH) ซึ่งใช้เป็นช่องสัญญาณในการสนทนา โดยหากมี TRX จำนวนมาก ระบบก็สามารถรองรับทราฟฟิกหรือการเรียกที่เกิดขึ้นได้มากขึ้นด้วย

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ระบบ GSM หรือระบบ PCN ซึ่งเป็นระบบดิจิตอล พิจารณา 1 TRX เป็น 1 ความถี่ มีแบนด์วิดท์ของความถี่ (Bandwidth) เท่ากับ 200 kHz และแบ่งเป็น 8 ไทม์สล็อต (Time Slots, TS) หรือช่องสัญญาณ (Channels) เช่นเดียวกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ระบบ NMT (The Nordic Cellular Mobile Telephone System) ซึ่งเป็นระบบแอนะลอก แต่ระบบ GSM/PCN ใช้วิธีมอดูเลตแบบ Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK) จึงมีประสิทธิภาพและความคมของแบนด์วิดท์ของความถี่ที่ดีกว่า และทำให้การนำความถี่กลับมาใช้ใหม่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า

ทั้งนี้สถานีฐานยังจะวัดความแรงของสัญญาณ (Signal Strength) และพิจารณาอัตราการเรียกไม่ติด (Grade of Service หรือ GOS) โดยการตรวจสอบค่าการแทรกสอดกันเนื่องจากการใช้ช่องสัญญาณเดียวกัน (Carrier to Interference Ratio หรือ C/I) ซึ่งเป็นค่าที่รับประกันคุณภาพของสัญญาณที่ได้รับของโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่ายังสามารถติดต่อกันได้ ถ้าค่า C/I ต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ (ระดับต่ำที่สุดของสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับ โดยระบบยังคงสามารถรองรับการเรียกนั้นได้ และการเรียกไม่ถูกบล็อก) ทั้งนี้ GSM Recommendations ได้กำหนดค่าเทรชโฮลด์ของค่า C/I ไว้ที่ 9 dB (Maric, Alonso and Metivier, 1994) การร้องขอการใช้ช่องสัญญาณของการเรียกดังกล่าวก็จะถูกดร็อปไป หรือถ้ากรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการใช้งานอยู่ แล้วค่าความแรงของสัญญาณในสถานีฐานเดิมต่ำ สถานีฐานก็จะส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังตัวควบคุมสถานีฐาน เพื่อทำการตัดสินในแฮนด์โอเวอร์ไปยังสถานีฐานอื่น ๆ

2.4 โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station)

โทรศัพท์เคลื่อนที่ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

1. Mobile Equipment (ME) คือเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มี SIM (Subscriber Identity Module) ได้แก่ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับ Air Interface ถ้าเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่มี SIM แล้ว ME ก็ไม่สามารถโทรติดต่อออกไปที่ไหนได้ ยกเว้นการโทรฉุกเฉิน (Emergency Call)

2. SIM (Subscriber Identity Module) เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ตัวเล็ก ๆ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและส่งผ่านข้อมูลที่สำคัญบางอย่างของผู้ใช้แต่ละคน โดยจะมี contact อยู่ 6 ด้านใช้สำหรับส่งข้อมูลและรับ power supply ทั้งนี้ SIM ถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท แต่ละประเภทมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.1 I.C.card SIM : เป็น SIM ที่มีลักษณะเป็นการ์ดคล้ายบัตรเครดิต เหมาะสำหรับใส่เข้าออกโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อที่จะให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มาตรฐาน IC SIM จะกำหนดไว้ตรงกับ International Smartcard Standard (ISO 7816 series)

2.2 Plug-In SIM : เป็น SIM ที่มีขนาดเล็ก (≅ 15*25 - 25*25 mm^2) จึงเหมาะสมสำหรับเก็บไว้ใน ME แบบถึงถาวร จะไม่มีการใส่เข้าและออกบ่อยนัก มาตรฐานของ Plug-In SIM จะกำหนดตรงกับ ISO 7816/3

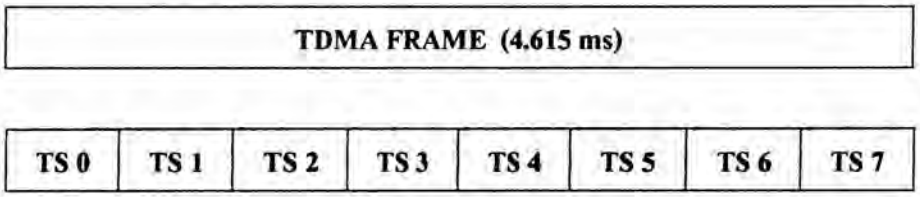
สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ Plug-In SIM นั้น บางเครื่องจะมีช่องสำหรับให้สอด I.C.card SIM ซึ่งสะดวกต่อการพกพามากกว่า เข้าไปโดยไม่จำเป็นจะต้องถอด Plug-In SIM ออก นั่นคือลำดับความสำคัญของ I.C.card SIM จะสูงกว่า Plug-In SIM อย่างไรก็ตาม การโทรโดย I.C.card SIM จะสามารถใช้ได้ ก็ต่อเมื่อใส่ I.C.card SIM ในขณะที่ไม่ได้โทร โดยการใช้ Plug-In SIM เท่านั้น

เมื่อใช้ I.C.card SIM ที่ถูกต้องสอดเข้าไปใน ME แล้วจะกลายเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MS) ทำให้สามารถโทรออกได้ สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ผู้ใช้สามารถพกพา SIM ติดตัวไปที่ไหนก็ได้ เมื่อต้องการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก็สอด SIM เข้าไปใน ME ของผู้อื่นก็ได้

2.5 การจัดรูปแบบเฟรมทีดีเอ็มเอ (TDMA Frame Format Arrangement)

การติดต่อกันระหว่างสถานีฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยคลื่นวิทยุนั้นเป็นระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ ซึ่งเป็นเทคนิค FDMA/TDMA คือการแบ่งแถบความถี่ออกเป็นหลาย ๆ ความถี่ และแต่ละความถี่ยังแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ช่วงเวลา ซึ่งเรียกว่าไทม์สล็อต และในแต่ละไทม์สล็อตในเวลาที่ต่างกันนั้นยังถูกแบ่งออกเป็นช่องสัญญาณที่ต่างกันด้วย

ในแต่ละ TRX ของสถานีฐาน จะมีค่าความถี่เฉพาะของแต่ละ TRX และใช้ระบบทีดีเอ็มเอ ซึ่งจะแบ่งเป็นไทม์สล็อต โดย 1 เฟรมทีดีเอ็มเอ จะมี 8 ไทม์สล็อต ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แต่ละไทม์สล็อตจะมีคาบเวลาเท่ากับ 0.577 ms ดังนั้น 1 เฟรมของทีดีเอ็มเอจะมีคาบเวลาเท่ากับ 4.615 ms ระบบสัญญาณการติดต่อทางอากาศได้แบ่งการจัดรูปแบบทีดีเอ็มเอเฟรมเป็นมัลติเฟรมแบบพื้นฐาน 2 รูปแบบคือ แบบ 51 เฟรม-มัลติเฟรมและแบบ 26 เฟรม-มัลติเฟรม ซึ่งประกอบไปด้วย 51 เฟรม และ 26 เฟรม ตามลำดับ แต่ละไทม์สล็อตจะถูกใช้เป็นช่องสัญญาณที่ใช้ส่งข่าวสารต่าง ๆ



รูปที่ 2.2 แสดงทีดีเอ็มเอเฟรม (ที่มา W.C.Y. Lee , 1995: 477)

ทั้งนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มนั้นมีการจัดช่องสัญญาณอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การจัดช่องสัญญาณแบบคอมบายน์ (Combined) - ลักษณะนี้เหมาะสำหรับสถานีฐานหรือเซลล์ที่มีทราฟฟิกน้อย โดยในแต่ละเซกเตอร์ของสายอากาศที่สถานีฐานจะมีเพียง TRX เดียวเท่านั้น

2. การจัดช่องสัญญาณแบบนอนคอมบายน์ (Non-Combined) - ลักษณะนี้เหมาะสำหรับสถานีฐานที่มีทราฟฟิกสูง โดยในแต่ละเซกเตอร์ของสายอากาศที่สถานีฐานจะมี 2-3 TRX ลักษณะนี้จะเป็นแบบที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด และในการจัดช่องสัญญาณแบบนอนคอมบายน์นั้น จะใช้บางไทม์สล็อต

ในการส่งสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม และไทม์สล็อตที่เหลือใช้เป็นช่องสัญญาณทราฟฟิก

2.6 การแฮนด์โอเวอร์ (Handover)

การแฮนด์โอเวอร์ (Handover) หรือการแฮนด์ออฟ (Handoff) เป็นศัพท์เทคนิคที่ใช้เรียกกระบวนการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการเปลี่ยนจากการใช้ความถี่หนึ่งไปใช้อีกความถี่หนึ่งสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบดิจิตอลและแบบแอนะลอกตามลำดับ ส่วนมากเมื่อพูดถึงการแฮนด์โอเวอร์แล้วคนทั่วไปมักจะนึกถึงแต่การแฮนด์โอเวอร์กันระหว่างเซลล์ การแฮนด์โอเวอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีหลัก คือ

1. การแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (Intracell Handover) - เป็นกระบวนการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการเปลี่ยนจากการใช้ความถี่หนึ่งไปใช้อีกความถี่หนึ่ง ซึ่งอีกความถี่หนึ่งนั้นเป็นความถี่ที่อยู่ในเซลล์เดียวกันและถูกควบคุมด้วยสถานีฐานเดียวกัน การแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์จะเกิดขึ้นดังนี้

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยกเลิกการติดต่อ แสดงว่าช่องสัญญาณที่ถูกนำไปรองรับการเรียกดังกล่าวก็ว่าง ถ้าช่องสัญญาณที่มีอันดับต่ำกว่าว่างหรือถูกใช้งานเพิ่งเสร็จ แล้วช่องสัญญาณที่มีอันดับสูงกว่าที่ไม่ว่างหรือถูกใช้งานอยู่ก็จะเข้ามาใช้งานช่องสัญญาณที่เพิ่งว่างดังกล่าวต่อ ซึ่งจะทำให้การใช้งานช่องสัญญาณของแต่ละเซลล์ในระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นการลดอัตราการดร็อปของการเรียกที่เกิดขึ้นกับทั้งระบบได้ด้วย เนื่องจากก่อนที่ช่องสัญญาณของแต่ละเซลล์จะถูกนำมาใช้รองรับการเรียกที่เกิดขึ้น จะมีการตรวจสอบค่า C/I ของช่องสัญญาณดังกล่าวว่าจะต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์หรือไม่ ถ้าไม่ต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ การเรียกก็ติดต่อได้ แสดงว่าช่องสัญญาณที่เพิ่งว่าง จะถูกการเรียกเก่าที่ใช้ช่องสัญญาณอันดับสูงกว่าช่องสัญญาณที่เพิ่งว่างเข้ามาใช้งานต่อไป ค่า C/I ของช่องสัญญาณนั้นก็ไม่ต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์อย่างแน่นอน ดังนั้นการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์นี้จึงถูกนำมาใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณแบบยืมช่องสัญญาณ อาทิเช่น วิธี ABCO (Maric, Alonso and Metivier, 1994) และวิธี BUCA ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นต้น

2. การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ (Intercell Handover) หรือกระบวนการย้ายข้ามเซลล์ - เป็นกระบวนการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการเปลี่ยนจากการใช้ความถี่หนึ่งไปใช้อีกความถี่หนึ่ง ซึ่งอีกความถี่

หนึ่งนั้นเป็นความถี่ที่อยู่ต่างเซลล์และถูกควบคุมด้วยต่างสถานีฐาน แต่ยังถูกควบคุมด้วยตัวควบคุมสถานีฐานเดียวกัน

การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์นี้เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถสนทนาได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเดินทางไปที่ไหนหรือแม้แต่ในช่วงที่กำลังเดินทางข้ามระหว่าง 2 เซลล์ ทั้งนี้ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นจะต้องโทรใหม่ เมื่อกำลังเดินทางข้ามพื้นที่ระหว่างเซลล์ การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์นี้จะพิจารณาจาก

2.1 ระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้ (Received Signal Strength Level) เมื่อระดับสัญญาณที่ได้รับของโทรศัพท์เคลื่อนที่จากสถานีฐานซึ่งใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีค่าต่ำมาก ๆ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการแฮนด์โอเวอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ให้ไปใช้งานเซลล์ใหม่ที่ให้ระดับความแรงของสัญญาณที่สูงกว่า โดยทั่วไปในกรณีที่ระดับสัญญาณจากเซลล์ปัจจุบันมีค่าต่ำมาก ๆ อาจเกิดจากโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่ห่างจากสถานีฐานนั้นมาก หรืออยู่ในบริเวณอับสัญญาณ เช่น ชั้นใต้ดินของอาคาร เป็นต้น ส่วนมากโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีข้อจำกัดในเรื่องของความไวในการรับสัญญาณ (Sensitivity) เช่นบางรุ่นมีความไว -100 dBm บางรุ่นเป็น -98 dBm เป็นต้น ยิ่งค่า dBm มีค่าเป็นลบมากเท่าใด ยิ่งแสดงว่ามีความไวมาก

2.2 ระดับคุณภาพของสัญญาณที่รับได้ (Received Signal Quality Level) เป็นสิ่งที่แสดงถึงระดับการเกิดความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งนิยมวัดกันในหน่วยของ BER (Bit Error Rate) หากพบว่าอัตราความผิดพลาดของสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับจากเซลล์ปัจจุบันเริ่มสูงมากขึ้น ก็จำเป็นที่จะต้องทำการแฮนด์โอเวอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ให้ไปใช้งานเซลล์อื่นที่มีระดับคุณภาพของสัญญาณที่ดีกว่า

การตัดสินใจเกี่ยวกับการแฮนด์โอเวอร์ทั้งภายในเซลล์เดียวกันและระหว่างเซลล์จะเป็นหน้าที่ของตัวควบคุมสถานีฐาน ซึ่งได้รับรายงานผลการตรวจวัดสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกตัวจากสถานีฐาน ทั้งนี้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มสามารถกำหนดค่ากำลังส่งสัญญาณต่าง ๆ ของสถานีฐานได้ตั้งแต่ -110 dBm ถึง -47 dBm ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มและพีซีเอ็นของโนเกียได้กำหนดค่ากำลังสัญญาณต่ำสุดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับและยอมรับได้ไว้ที่ -110 dBm รวมทั้งการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์จะมีการกำหนดค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ไว้ที่ -105 dBm และค่าแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน ไว้ที่ 6 dB (NOKIA Telecommunication , "BSS Parameter", 1994: 39)