บทที่ 2

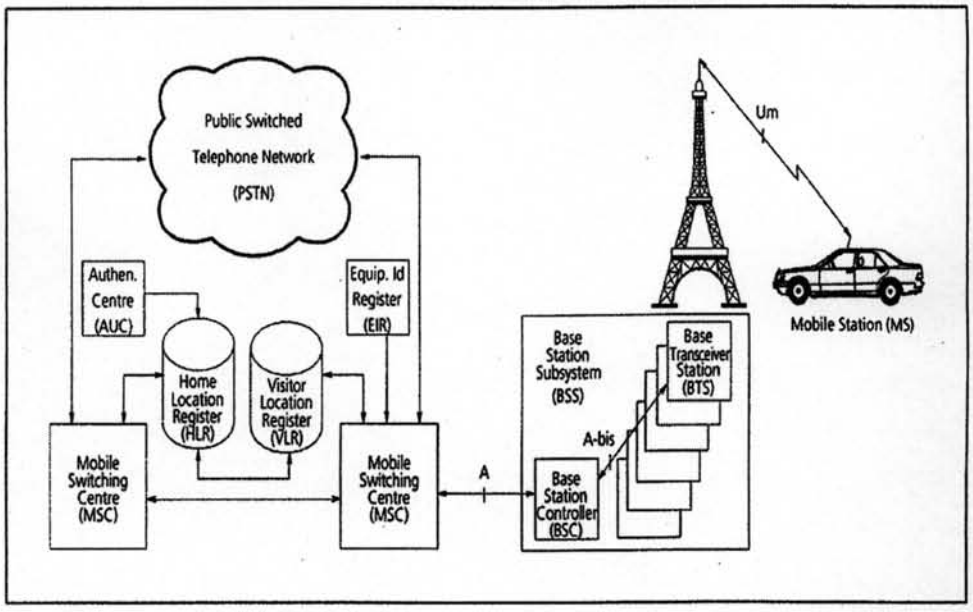
ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

2.1 องค์ประกอบภายในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM [8], [12]

ในปัจจุบันนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากระบบหนึ่งก็คือ ระบบ GSM (Global System for Mobile communication) ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัล ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแอนะลอกที่ใช้อยู่แต่เดิมหลายด้านได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้สเปกตรัม โดยสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้ได้มากกว่า สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า มีความปลอดภัยสูง และยังใช้กำลังในการส่งสัญญาณน้อยกว่าอีกด้วย

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ประกอบด้วยระบบย่อย ๆ 4 ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ดังนี้

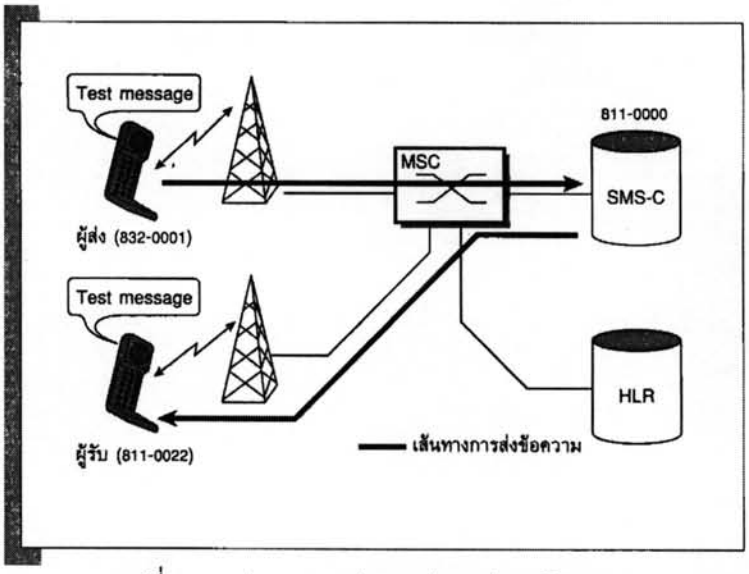
1. ระบบย่อยสถานีฐาน (Base Station Sub System หรือ BSS) ประกอบด้วย
    - สถานีฐานรับส่งสัญญาณ (Base Transceiver Station หรือ BTS)
    - ตัวควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller หรือ BSC)
2. ระบบย่อยสวิตชิง (Switching Sub System, SSS) ประกอบด้วย
    - ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Switching Center หรือ MSC)
    - ฐานข้อมูลทะเบียนผู้ใช้ (Home Location Register หรือ HLR)
    - ฐานข้อมูลผู้มาเยือน (Visitor Location Register หรือ VLR)
    - ฐานข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของผู้ใช้ (Authentication Center หรือ AUC)
    - ฐานข้อมูลเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Equipment Identity Register หรือ EIR)
    - ศูนย์บริการเสริม เช่น ศูนย์บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service Center หรือ SMS-C) เป็นต้น
3. ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Center หรือ OMC)
    - ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษาสำหรับระบบย่อยสถานีฐาน (Operation and Maintenance Center for Base Station Sub System หรือ OMC-B)
4. สถานีเคลื่อนที่หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)



รูปที่ 2.1 การต่อร่วมระหว่างระบบย่อยต่าง ๆ ในโครงข่าย GSM

2.2 บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service หรือ SMS) [4], [8], [16]

บริการส่งข่าวสารสั้นใช้ความสามารถของระบบย่อยในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในการรับข่าวสารสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้พร้อมกับตรวจสอบจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะส่งข่าวสารนั้น เมื่อพบแล้วจึงส่งข้อมูลนั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทาง โดยเรียกตัวกลางที่ทำหน้าที่นี้ว่า ศูนย์บริการรับฝากข่าวสาร หรือ Short Message Service Center (SMS-C) การต่อร่วมจะกระทำระหว่างชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับ SMS-C โดยใช้ระบบการสัญญาณแบบ CCS 7 (Common Channel Signaling System No. 7) ดังแสดงในรูปที่ 2.2

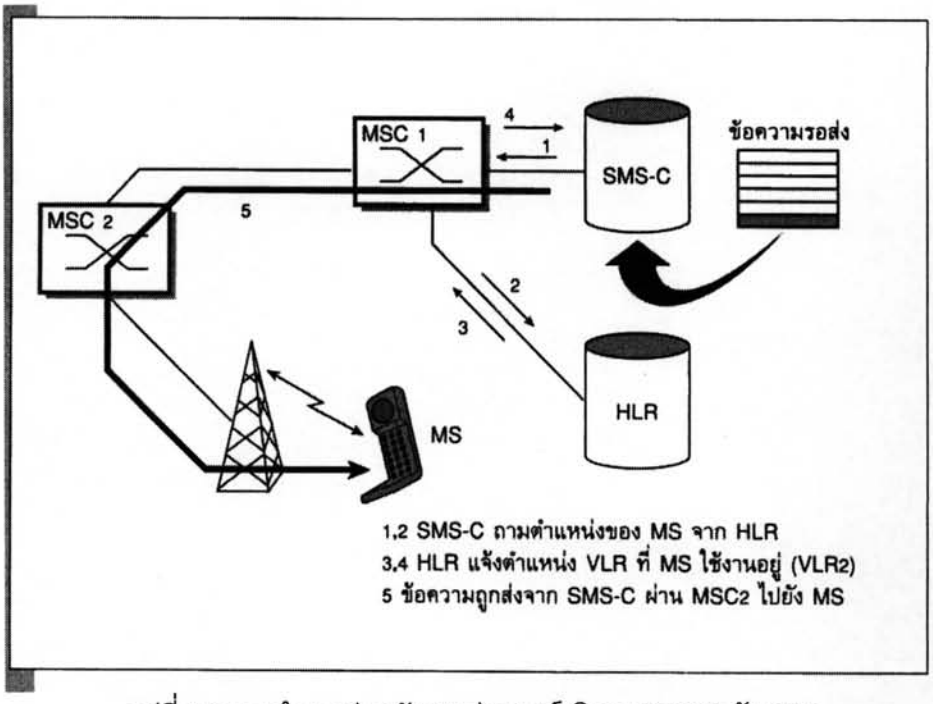


รูปที่ 2.2 รูปแบบการต่อระหว่างอุปกรณ์ SMS-C

ข่าวสารสั้นที่ส่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปเก็บไว้ใน SMS-C แต่ละชุดมีความยาวได้สูงสุด 160 อักขระ (160 characters)

เมื่อข่าวสารสั้นถูกส่งไปยัง SMS-C แล้ว อุปกรณ์ SMS-C จะประมวลผลข่าวสารสั้นเหล่านั้น เนื่องจากในตัวของข่าวสารสั้นเองได้รวมหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางอยู่ อุปกรณ์ SMS-C จึงสามารถติดต่อกับ HLR เพื่อตรวจสอบว่าเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อนั้นอยู่ ณ ที่ใดในโครงข่าย HLR จะแจ้งหมายเลขของ VLR ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นลงทะเบียนอยู่ในปัจจุบันกลับไปยัง SMS-C ซึ่ง SMS-C จะติดต่อไปยัง VLR นั้น ๆ เพื่อให้ VLR ติดต่อเรียกโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นต่อไป ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ตอบรับการเรียกจาก VLR ศูนย์บริการ SMS-C จะส่งข่าวสารสั้นนั้นผ่านระบบย่อยสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางต่อไป

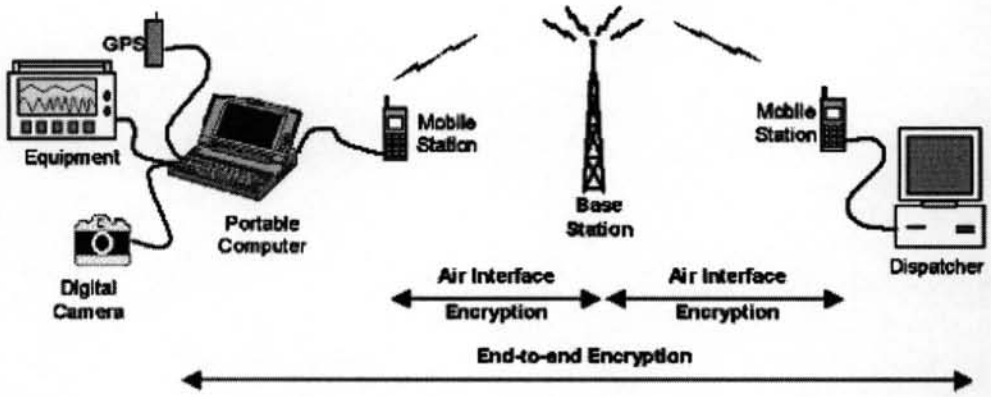
ในกรณีที่ไม่มีการตอบรับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออุปกรณ์ HLR พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นอยู่ในสถานะของการปิดเครื่อง HLR จะแจ้งกลับไปยัง SMS-C ให้ประวิงเวลาการส่งนั้นออกไป เมื่อใดก็ตามที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปรากฏตัวขึ้นในโครงข่าย จะเกิดกระบวนการ Location Update ขึ้น SMS-C จะเริ่มกระบวนการส่งข่าวสารสั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การทำงานร่วมกันระหว่างศูนย์บริการ SMS-C กับ HLR

ข่าวสารสั้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางได้รับจาก SMS–C จะถูกเก็บลงในแผ่น SIM (Subscriber Identification Module) การรับข่าวสารสั้นแล้วไม่ลบออกไปเมื่ออ่านเสร็จจะทำให้พื้นที่สำหรับเก็บข่าวสารสั้นในแผ่น SIM มีโอกาสเต็ม ข่าวสารสั้นอื่น ๆ ที่ไม่สามารถเก็บลงใน SIM จะได้รับการเก็บไว้ในอุปกรณ์ SMS–C ซึ่งผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่บางรายได้จำกัดระยะเวลาที่ข่าวสารสั้นสามารถคงอยู่ได้ใน SMS-C หากเกินกว่าเวลาที่ได้ตั้งไว้ ข่าวสารสั้นเหล่านั้นก็จะถูกลบไปโดยอัตโนมัติ

2.3 บริการส่งข้อมูลแบบ Stream (Data Call หรือ CSD) [3], [8]



รูปที่ 2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

SS7 (Signaling System No.7) เป็นระบบการสัญญาณที่มีคุณภาพในการออกแบบโพรโทคอล (protocol) สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูง, มีประสิทธิภาพ, และเชื่อถือได้ ซึ่งจะรองรับทั้งการประยุกต์ใช้งานที่เป็นเสียงและไม่ใช่เสียง ไม่ว่าจะเป็น ข้อมูล, โทรสาร หรือรูปภาพ

การสัญญาณ SS7 ทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วระหว่าง MSCs (Mobile Switching Centers) นั่นคือเมื่อมีการติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่อง โครงข่ายจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลอย่างรวดเร็ว เช่น บริการข่าวสารสั้น (SMS) ก็เป็นบริการที่เกิดขึ้นได้จากการทำงานของ SS7

ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย GSM ประการแรก โทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องสนับสนุนการรับ-ส่งข้อมูลนั่นคือ จะต้องมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า โมเดม อยู่บนตัวเครื่องซึ่งโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำงานเหมือนกับโมเดมแบบที่ใช้ในการต่อร่วมระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับคอมพิวเตอร์ แต่โมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นจะต้องติดตั้งอยู่ประจำที่สถานีหลักของโครงข่ายเหมือนกับโมเดมแบบปกติ เราเรียกโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่า "IWU" หรือ Inter Working Unit

ในการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Data stream ข้อมูลจะไหลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้นทางไปสู่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางด้วยอัตราข้อมูล 9.6 kbps

การรับ-ส่งข้อมูลบนโครงข่าย GSM แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- การรับ-ส่งข้อมูลแบบโปร่งใส (Transparent Data Transmission)
- การรับ-ส่งข้อมูลแบบไม่โปร่งใส (Non-transparent Data Transmission)

ซึ่งในแบบที่ 2 จะมีข้อดีกว่าแบบแรกตรงที่ จะมีการตรวจวัดความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้ Radio Link Protocol หรือ RLP ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นหน้าที่การทำงานของ IWU ในการควบคุมการไหลของข้อมูล

การตรวจวัดความผิดพลาดจะใช้สัญญาณการตอบรับ (Acknowledgement Signal) ซึ่งผู้รับข้อมูลจะส่งกลับมายังผู้ส่งเพื่อแจ้งให้ทราบว่า ผู้รับได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว หากไม่มีสัญญาณการตอบรับจากผู้รับ โครงข่ายจะใช้การเก็บพักข้อมูลไว้ชั่วคราว (Data Buffering) ซึ่งจะส่งข้อมูลใหม่ในภายหลัง

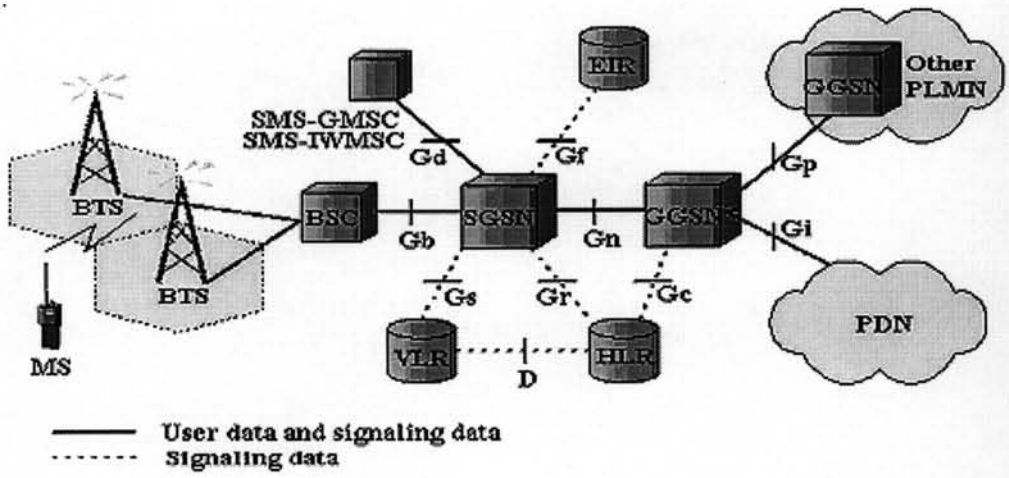
หากต้องการรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย GSM จะต้องใช้หมายเลขที่ได้รับจากโครงข่าย เช่นหากเป็นข้อมูลเสียงธรรมดา ซึ่งก็คือการสนทนาทางโทรศัพท์ธรรมดา จะใช้หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเช่นเดียวกัน หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้ในการติดต่อเพื่อรับ-ส่งข้อมูลที่อัตราข้อมูล 9.6 kbps ด้วย ดังนั้น จะเห็นได้ว่า หากต้องการรับ-ส่งข้อมูลจะต้องมีการหมุนโทรศัพท์เพื่อติดต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่องเสียก่อน

ข้อดีของการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Stream เมื่อเทียบกับการส่งข่าวสารสั้น (SMS)

- สามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละมากๆ ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการส่ง SMS 1 ครั้ง
- สามารถโปรแกรมให้รายงานข้อมูลเป็นระยะๆ ได้

2.4 บริการ GPRS (General Packet Radio Services) [5], [9], [15], [17]

GPRS คือ บริการเสริมแบบใหม่ที่รองรับการรับส่งข้อมูลซึ่งถือได้ว่าเป็นวิวัฒนาการของการสื่อสารข้อมูลไร้สายแบบ Packet Switching เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการสื่อสารแบบ CSD (Circuit Switch Data) ของโครงข่าย GSM เดิม ระบบ GPRS มีส่วนประกอบของโครงข่ายเพิ่มเติมขึ้นมาจากโครงข่าย GSM เดิม โดยมีลักษณะโครงข่ายเป็นดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงข่าย GPRS

ในการรวม GPRS เข้ากับโครงข่าย GSM จะต้องมีการเพิ่ม Network Node ซึ่งมีชื่อเรียกว่า GSN (GPRS Serving Node) โดย Node ที่เพิ่มเข้ามานี้จะทำหน้าที่ในการส่งและกำหนดเส้นทางของ Data Packet ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับ Packet Data Network (PDN) ภายนอก สามารถแบ่ง GSN ออกเป็น 2 ชนิด ซึ่งมีหน้าที่ต่างกัน ดังนี้

2.4.1 SGSN (Serving GPRS Service Node) มีหน้าที่รับผิดชอบการส่งข้อมูลแบบ Packet จากหรือไปยัง โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อยู่ในพื้นที่บริการ ซึ่งข้อมูลของผู้จดทะเบียนขอใช้บริการ GPRS จะถูกเก็บไว้ในส่วนนี้

2.4.2 GGSN (Gateway GPRS Service Node) มีหน้าที่เหมือนกับตัวต่อร่วมระหว่างแกนหลักของโครงสร้าง GPRS กับ PDN ภายนอก โดยแปลง GPRS Packet ที่มาจาก SGSN ไปใช้ Packet Data Protocol (PDP) ที่เหมาะสม เช่น IP และ X.25 จากนั้นจึงส่งออกไปใน PDN ที่สอดคล้อง ในทางกลับกัน PDP Address ของข้อมูลแบบ Packet ที่เข้ามาจะถูกแปลงไปเป็น GSM Address ของผู้ใช้ปลายทาง

ความสัมพันธ์ของ Node ทั้งสองข้างต้นเป็นแบบ many-to-one คือ SGSN สามารถเลือกเส้นทางการส่ง Packet ของตัวเองไปยัง GGSN ที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลแบบ Packet ที่ใช้โพรโทคอลต่าง ๆ กันออกไปได้

ข้อดีของการใช้ GPRS

- ความเร็วในการส่งข้อมูลสูง และมีค่าสูงสุดถึง 171.2 kbps โดยอาศัยร่องเวลา (Time Slot) ทั้งแปดร่องที่มีอยู่ซึ่งหมายถึงความเร็วสูงสุดที่สูงขึ้นเป็นสามเท่าเมื่อเทียบกับการส่งข้อมูลผ่านสายบนโครงข่ายโทรศัพท์ปัจจุบัน และสูงมากกว่าการต่อแบบ CSD ถึงสิบเจ็ดเท่า
- การใช้ช่องสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารแบบ Packet Switching นั้นทำให้การใช้งานทรัพยากรคลื่นวิทยุในโครงข่ายของ GPRS นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะใช้ช่องสัญญาณก็ต่อเมื่อมีความต้องการรับส่งข้อมูลจากผู้ใช้เท่านั้นซึ่งจะแตกต่างจาก CSD ที่จะต้องจองช่องสัญญาณตลอดเวลาที่มีการต่ออยู่ ดังนั้นการใช้งานช่องสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพนี้ ทำให้ผู้ใช้งานจำนวนมากของ GPRS สามารถใช้ขีดความสามารถของแบนด์วิดท์ที่มีได้อย่างสูงสุดร่วมกันและยังใช้ได้จาก Cell Site เดียวกันอีกด้วย
- การใช้งานร่วมกับ Internet เช่น FTP, www, e-mail ทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ในโลกที่ต่ออยู่กับระบบอินเทอร์เน็ต
- อัตราค่าบริการคิดตามปริมาณข้อมูลที่ใช้