

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาการออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุมซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีและแนวคิดข้อดีจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุมดังต่อไปนี้

2.1 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บริษัทที่ต้องการเป็นผู้นำและผู้ครอบครองส่วนแบ่งส่วนใหญ่ของตลาดเพื่อความอยู่รอดจำเป็นต้องมีการวางกลยุทธ์ทางธุรกิจเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย คุณภาพก็เป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะสร้างความพึงพอใจและตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยเฉพาะอุตสาหกรรม ธุรกิจ หรือการบริการที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ธุรกิจสื่อสาร กิตติศักดิ์(2544) ได้นิยามว่า ความสามารถของกระบวนการ คือ ความสม่ำเสมอของกระบวนการซึ่งจะทำการวัดได้จากค่าความผันแปรของผลที่ได้ โดยทั้งนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์และกระบวนการจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าซึ่งจะมีผลกระทบต่อรายได้ของธุรกิจและต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ลักขวดี ศิริกิจวัฒนา และ เจริญ สุนทรวาณิชย์ (2546) ได้ศึกษาและอาศัยหลักการทางสถิติลดความเบี่ยงเบนของกระบวนการผลิตไอศกรีม เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพ โดยใช้ค่า Cpk ในการระบุค่าความสามารถของกระบวนการที่มีการปรับปรุงโดยอาศัยหลักการการออกแบบการทดลอง ซึ่งสามารถนำแนวคิดและเครื่องมือนี้ไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจสื่อสารในการเฝ้าระวังความผิดปกติและควบคุมคุณภาพกระบวนการในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะต้องพิจารณาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของระบบเครือข่าย ซึ่งภาคภูมิ เนียมหอม (2543) ได้ศึกษาการนำแผนภูมิควบคุมตามลักษณะตัวแปรพหุ (Multivariate NP Chart) มาประยุกต์ใช้ในแผนภูมิควบคุมตัวแปรพหุไฮเทคถึงทิสแควร์ซึ่งเป็นการศึกษาในการควบคุมคุณภาพโดยใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรอื่นทั้งหมดที่มี ซึ่งถือว่าเป็นการควบคุมที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากการศึกษาค่าตัวแปรหนึ่งนั้นอาจส่งผลให้ค่า

ของตัวแปรอื่นมีการเปลี่ยนแปลง ส่วนสิโรรัตน์ จันทาม (2544) ได้ศึกษาคุณสมบัติการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการค่าเฉลี่ยของแผนภูมิในกรณีที่เกิดสหสัมพันธ์ในตัวเองโดยใช้การเคลื่อนที่ของเส้นกลางและเปรียบเทียบค่าจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ข้อมูลออกนอกเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมชนิดแผนภูมิชีวฮาร์ต และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กโปเนนเชียล สามารถที่จะสรุปได้ว่าที่ $\lambda = 0.15$, 0.25 $L = 2.75$ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กโปเนนเชียลจะให้ค่าจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ข้อมูลออกนอกเขตการควบคุมน้อยที่สุดที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง $1.5\sigma - 3\sigma$ หมายความว่าค่าจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมน้อยที่สุดจะเป็นแผนภูมิที่ใช้แก้ปัญหาได้ดีในข้อมูลที่เกิดสหสัมพันธ์ในตัวเอง นอกจากนี้ กิตยากร อิศรางกูร ณ อยุธยา (2544) และ พิกัสสร ไกรวีระเดชาชัย (2546) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยที่ใช้ในกรณีที่มีข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวน วิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวนที่มีขนาด วิธีการของเนลสันและวิธีการของชีวฮาร์ต ในกรณีที่ข้อมูลเป็น (Weibull Distribution, Lognormal Distribution and Burr's Distribution) และสามารถที่จะสรุปได้ว่าเมื่อข้อมูลเป็นแบบ Weibull Distribution เหมาะสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ความเบ้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 9 วิธีเนลสันมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยขนาดของตัวอย่างเท่ากับ 7 เมื่อข้อมูลเป็นแบบ Lognormal Distribution เหมาะสำหรับแผนภูมิค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ความเบ้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 9 โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวนที่มีขนาดมีประสิทธิภาพมากที่สุดขนาดตัวอย่างเท่ากับ 3 สำหรับแผนภูมิควบคุมพิสัย สัมประสิทธิ์เบ้ตั้งแต่ 0 ถึง 9 วิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวนมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยขนาดของตัวอย่างเท่ากับ 7 และเมื่อข้อมูลเป็นแบบ Burr's Distribution เหมาะสำหรับแผนภูมิค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ความเบ้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 4 โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวนที่มีขนาดมีประสิทธิภาพมากที่สุด ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 3 สำหรับแผนภูมิควบคุมพิสัย สัมประสิทธิ์เบ้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 4 วิธีการถ่วงน้ำหนักจากความแปรปรวนมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยขนาดของตัวอย่างเท่ากับ 7 แต่การนำข้อมูลของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มาออกแบบหรือเลือกใช้แผนภูมิควบคุมนั้นจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะข้อมูลว่ามีการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ โดยมีหลายงานวิจัยของต่างประเทศ เช่น Willem Albers (2004) ทำการศึกษาเรื่อง Data Driven Choice of Control Charts ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมหากข้อมูลที่ใช้มีลักษณะ การกระจายแบบไม่ปกติกล่าวคือลักษณะข้อมูลนั้นเป็นปัจจัยที่ไม่ได้กำหนดแล้วจะทำให้เกิดความผิดพลาดต่อแผนภูมิควบคุมพื้นฐานดังนั้นจึงได้พัฒนา แผนภูมิควบคุมใหม่เรียกว่า "Omnibus Control Chart" ที่สามารถควบคุมค่าข้อมูลขนาดใหญ่และมีการกระจายตัวของข้อมูลซึ่งอาศัย Model ในการแปลงค่าข้อมูลให้อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลจริงและเป็นมาตรฐาน โดยแผนภูมิ

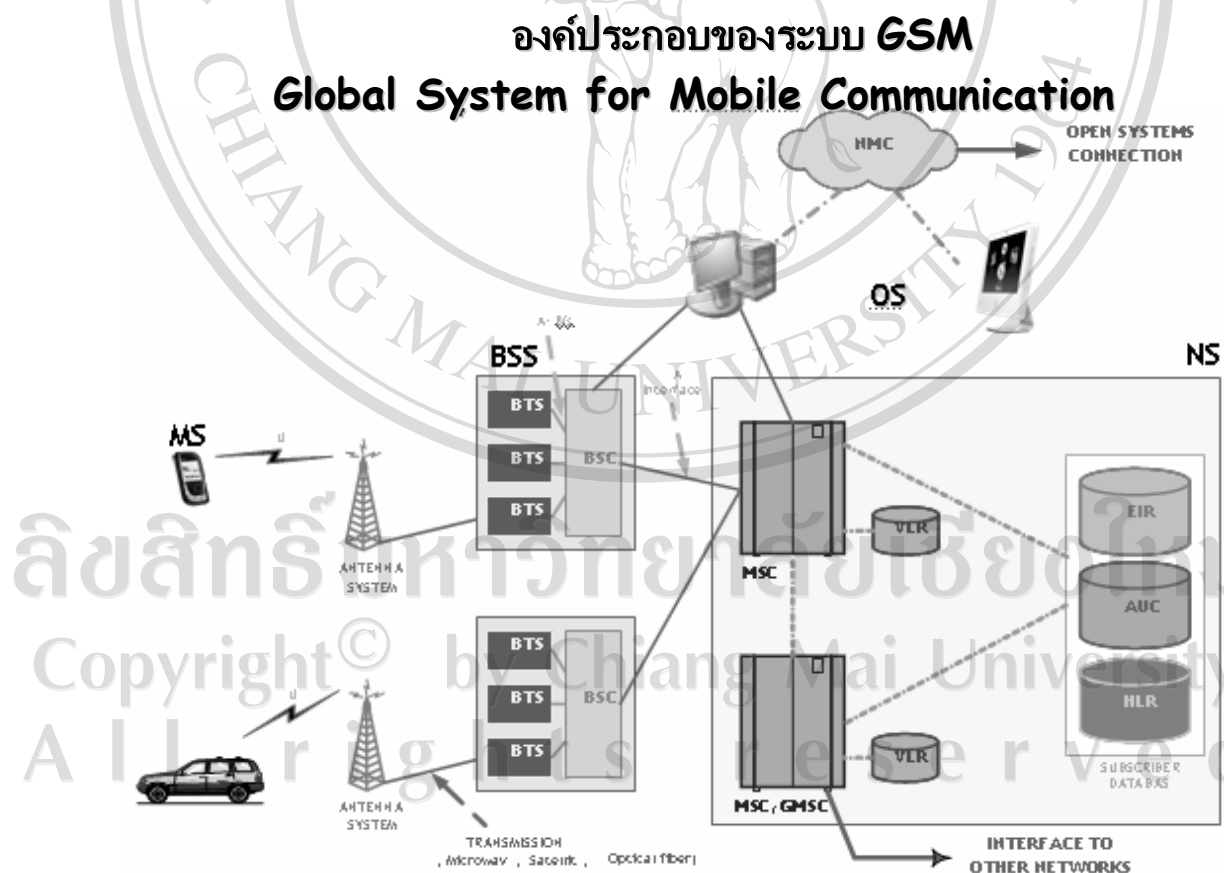
ใหม่นี้จัดเป็น Nonparametric Control Chart ซึ่งเป็นแผนภูมิที่มีความน่าสนใจและถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้และนอกจากนี้ Francisco and J. Carlos (2005) ได้วิจัยเรื่อง Design and Optimization of EWMA Control Charts for In-Control, Indifference, and Out-of-Control Regions ซึ่งศึกษาเพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมในการควบคุมกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของกระบวนการผลิต โดยในการศึกษานี้เลือกใช้ EWMA Chart และหลักการของ Markov Chain ในการพิจารณาค่า ARL: Average Run Length เพื่อปรับแต่งแผนภูมิควบคุม EWMA Chart และพัฒนาออกมาเป็น Program เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานถึงแม้ผู้ใช้งานจะไม่มีพื้นฐานความรู้ในด้านนี้ก็ตาม เช่นเดียวกับการที่จะนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้กับการควบคุมคุณภาพของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ หากสามารถที่จะพัฒนาแผนภูมิควบคุมที่มีความซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมก็จะทำให้สะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้ แต่ถ้าสามารถที่จะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแบบพื้นฐานซึ่งไม่ยุ่งยากซับซ้อนแต่ให้ประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เช่น Kun-Lin Hsieh and Lee-Ing (2006) ได้ทำการศึกษาเรื่อง The Application of Control Chart for Defects and Defect Clustering in IC Manufacturing Based on Fuzzy Theory ที่ประเทศไต้หวัน ซึ่งเป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตรวจสอบรอยตำหนิในการผลิต IC (Integrate Circuit) บนพื้นฐาน Fuzzy Theory โดยใช้แผนภูมิควบคุมแบบ C-Chart ในการตรวจติดตามจำนวนรอยตำหนิบนแผ่น Wafer ที่ใช้เป็น Substrate โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดจำนวนรอยตำหนิบนแผ่น Wafer ในการผลิต IC ซึ่งอาศัยการ Revise แผนภูมิควบคุมเพื่อให้สามารถควบคุมรอยตำหนิบนแผ่น Wafer หากพบว่าข้อมูลนั้นออกนอกเขตควบคุมและทราบถึงสาเหตุของความผิดปกติของกระบวนการผลิต

งานวิจัยบางเรื่องสามารถนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้กับการออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุมเนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการที่จะตรวจสอบปัญหาจากการเกิด TCH Drop โดยพิจารณาปริมาณของสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นแต่ปริมาณของสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในระบบนั้นมีลักษณะเป็นแบบ Low Count Rate โดยการตรวจสอบปัญหาแบบ Low Count Rate ด้วยแผนภูมิควบคุมนั้น Calvin (1983), Goh (1987), Xie and Goh (1992) and Chan et al. (2002) ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนารูปแบบของ CCC-Chart หรือ CCC_r-Chart ให้เป็น Two stage CCC-Chart หรือ CCC_{1+ γ} Chart ที่แบ่งขอบเขตการควบคุมเป็นสองช่วงกล่าวคือจะมี 2 Control Limit ทำให้สามารถตรวจสอบและเฝ้าระวังความผิดปกติของกระบวนการรวมทั้งความเปลี่ยนแปลงได้อย่างละเอียดกว่าแผนภูมิควบคุมพื้นฐาน โดยช่วงการควบคุมแรกนั้นจะถูกกำหนดด้วย $(1-\gamma)\alpha$ และช่วงการควบคุมที่สองนั้นจะถูกกำหนดด้วย $\gamma\alpha$ จากคุณสมบัติดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องสามารถที่จะนำมาพัฒนาและ

ประยุกต์ใช้กับการออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุม

จากการรวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าปัจจุบันนั้นมีการศึกษาและให้ความสำคัญต่อแผนภูมิควบคุมคุณภาพรวมถึงการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพแต่ละประเภทเป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่มีการนำแผนภูมิควบคุมไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมและพัฒนาคุณภาพของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยตรง ดังนั้นหากนำข้อดีและข้อเสียจากแนวคิดของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ มาออกแบบหรือเลือกใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพและพัฒนาเป็นต้นแบบสำหรับควบคุมคุณภาพระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ย่อมถือว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความน่าสนใจ

2.2 องค์ประกอบของระบบ GSM

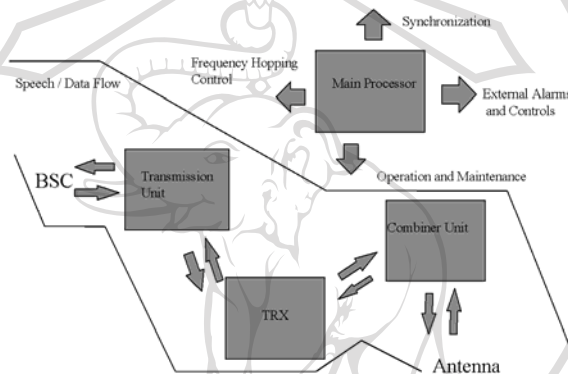


รูปที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของระบบ GSM

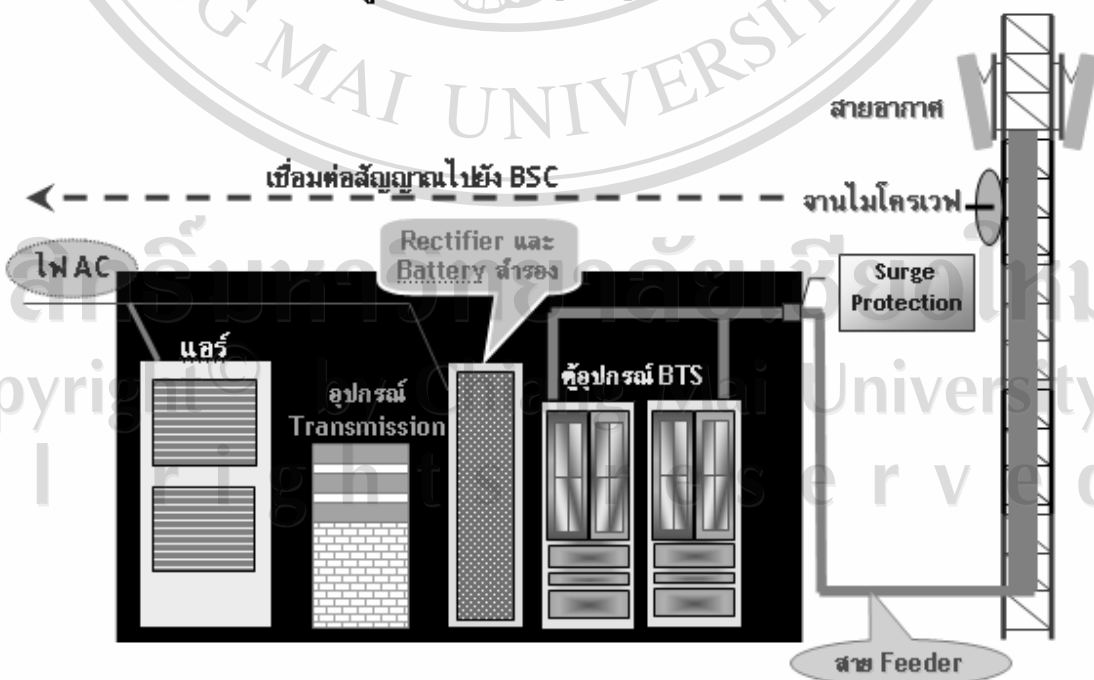
2.2.1 หน้าที่และองค์ประกอบของระบบ GSM

1. โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Subscriber) หรือ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณจากสถานีฐาน ประกอบด้วย Subscriber Identity Module (SIM) มีหน้าที่เก็บหมายเลข International Mobile Subscriber Identity (IMSI) หมายเลขนี้จะผูกติดกับหมายเลขโทรศัพท์ของเจ้าของ โดยมีตารางเทียบอยู่ในฐานข้อมูล Home Location Register (HLR) และยังเก็บข้อมูลสำคัญของ Operator เช่น ย่านความถี่ใช้งาน, ภาษาที่ใช้, รหัสที่ใช้ในการปลอมแปลง SIM Card

2. Base Transceiver Station (BTS) จะทำหน้าที่ Signal Processing เช่น เข้ารหัส ป้องกันการดักฟัง, Modulation, Synchronize เข้ากับสัญญาณที่ส่งมาจาก BSC

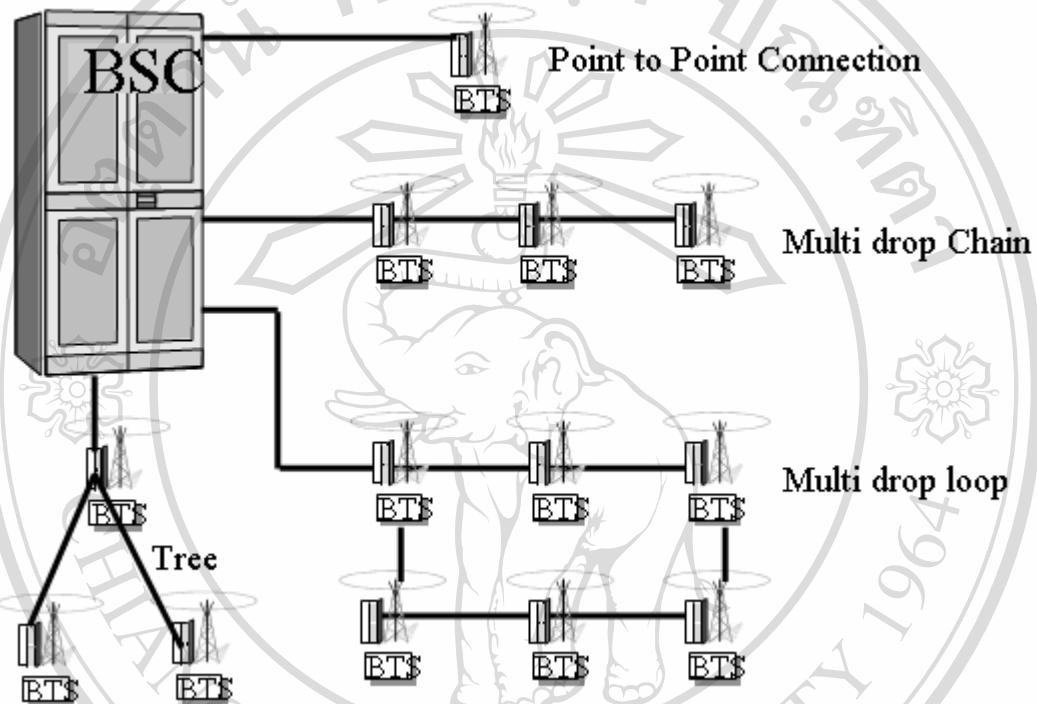


รูปที่ 2.2 แสดง Signaling Process



รูปที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบของ Base Transceiver Station

ปกติแล้วสถานีฐานในกรุงเทพฯ มีรัศมีทำการประมาณ 1 ก.ม. ชานเมือง มีรัศมีทำการประมาณ 2-5 ก.ม. ในต่างจังหวัด มีรัศมีทำการประมาณ 12-15 ก.ม. และบนยอดเขา มีรัศมีทำการประมาณ 20-30 ก.ม.



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อระหว่าง BSC กับ BTS

3. Mobile Service Switching Center (MSC) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อคู่สายที่ต้องการสนทนากันเข้าหากัน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ที่สำคัญคือ

1. ควบคุมกระบวนการ call set up
2. ควบคุมการ hand over ข้าม BSC และข้าม MSC
3. จัดการบริการเสริมพิเศษ
4. รวบรวมข้อมูลสำหรับคิดค่าบริการ
5. ควบคุมวงจรเชื่อมต่อไปยังชุมสาย MSC อื่น

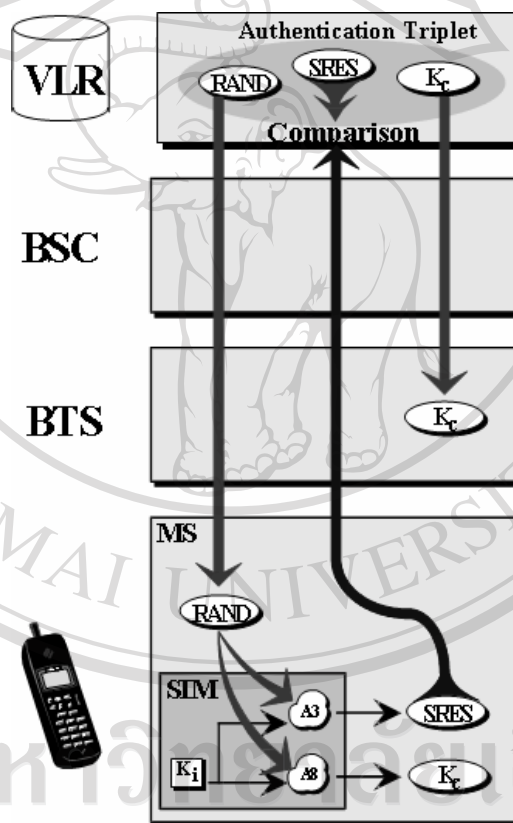
4. AUC: Authentication Center ทำหน้าที่ตรวจสอบการขอใช้บริการเครือข่ายของ Mobile ซึ่งจะทำการตรวจสอบเมื่อ

1. Mobile ต้องการโทรออก (Mobile Originate Call)

2. Mobile ทำ location update

3. Mobile ขอ Activate หรือ Deactivate บริการพิเศษ

โดย AUC จะเก็บค่า K_i : Individual Subscriber Key ไว้ซึ่งมีค่าตรงกับใน Sim Card: Subscriber Identity Module แต่ไม่ต้องการส่งค่าดังกล่าวผ่านอากาศ ดังนั้นการตรวจสอบ MSC จะต้องส่งค่า Random Number ผ่านอากาศให้กับ Mobile นำค่า K_i ของ Sim Card และค่า Random Number ที่ระบบส่งมาผ่าน Algorithms A3 และ A8 ได้ค่า SRES และ K_c : Ciphering Key ตามลำดับจากนั้นส่งกลับไปยังระบบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่า K_i ของ Sim Card กับ Authentication Center



รูปที่ 2.5 แสดงการทำ Authentication

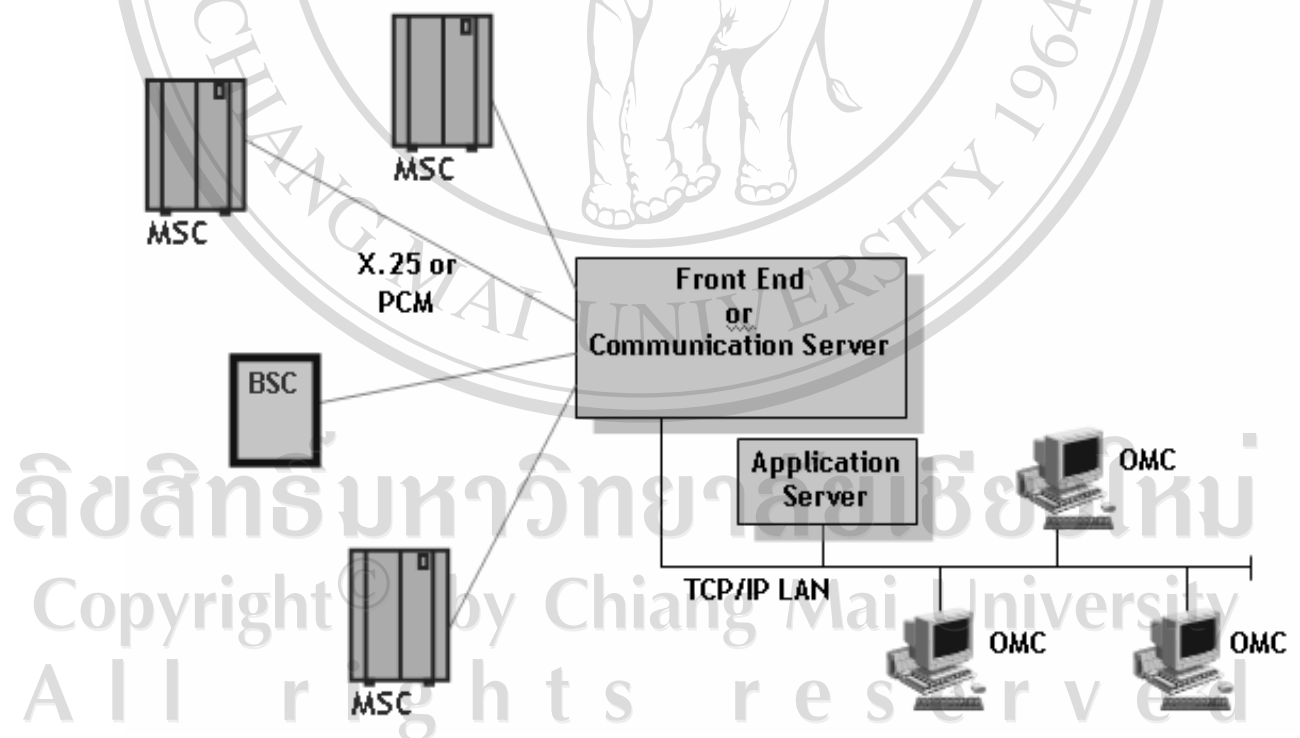
นอกจากนี้ยังมีการเข้ารหัสป้องกันการดักฟังระหว่างสถานี (Ciphering) โดยใช้ค่า K_c ผ่าน A5 Algorithm ในการส่งผ่านอากาศเพื่อป้องกันค่า

1. IMSI (ยกเว้นในขณะที่เปิดเครื่องครั้งแรก)
2. หมายเลขโทรศัพท์ต้นทาง และ ปลายทาง (MSISDN)
3. ข้อมูลเสียง, Fax, Data ที่ส่งมาทาง traffic channel

5. BSC: Base Station Controller เป็นอุปกรณ์จำพวกชุมสาย แต่ BSC เป็นชุมสายที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบ Radio มีหน้าที่สำคัญคือ

1. เก็บรักษาข้อมูลประจำเซลล์ เช่น ความถี่, Output Power
2. ตัดสินใจสั่งการ hand over
3. วัดและเก็บรวมค่าสถิติของ Traffic
4. คำนวณและสั่งการให้ BTS และ MS ปรับกำลังส่งให้เหมาะสม
5. สั่งการให้ BTS ทำ Frequency Hopping
6. โหลดโปรแกรมไปยัง BTS ได้โดยไม่ต้องไปโหลดที่ BTS

โดยค่าสถิติที่มีการวัดของ BSC จะถูกจัดเก็บใน Hard Disk ของ OSS ตามช่วงเวลาที่กำหนดให้ BSC มีการ Transfer ข้อมูลโดยปกติจะกำหนดให้มีการ Transfer ทุก 1 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการทับของข้อมูลใน OMU ของ BSC เนื่องจากพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลของ OMU นั้นมีค่อนข้างจำกัด



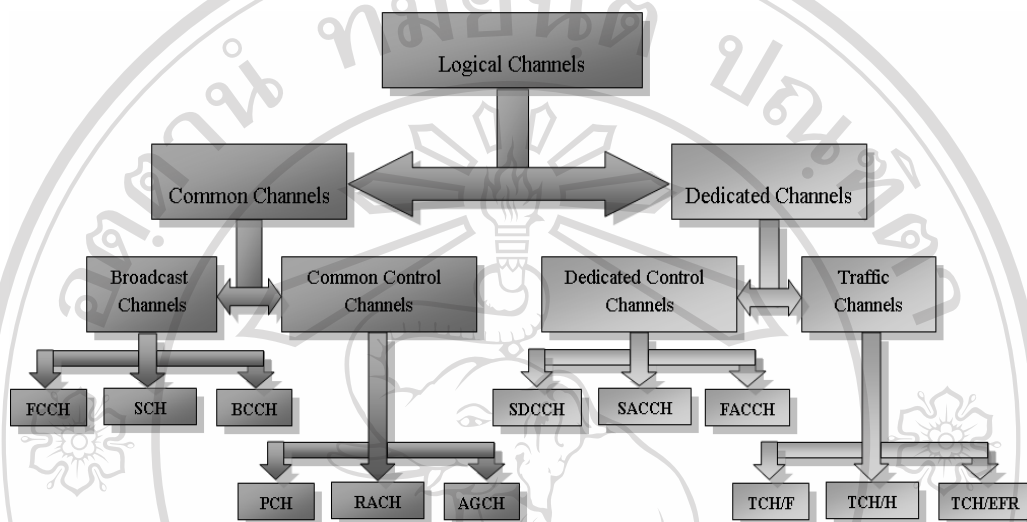
รูปที่ 2.6 Operation and Support System

6. Operation and Support System (OSS) มีหน้าที่คือ

1. Fault Management
2. Alarm
3. Performance Management
4. Network performance
 - 4.1 Successful Call
 - 4.2 Dropped Call
 - 4.3 Availability
 - 4.4 Cell performance
 - 4.5 Congested cells
 - 4.6 Congest Trunks
 - 4.7 Dropped call cells
 - 4.8 Hand over failure cells
 - 4.9 Configuration
 - 4.10 Management

2.2.2 ขั้นตอนและกระบวนการในการติดต่อสื่อสาร

ระบบจะทำกระบวนการ Call Setup, Location Update, SMS, Cell Broadcast, Handover ผ่าน Logical Channel ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.7 แสดงชนิดของ Channel ใน Logical Channels

1. Common Channel เป็นสัญญาณที่ใช้ควบคุมกระบวนการในการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่าง BTS กับ Mobile ซึ่งประกอบด้วย

BCCH (Broadcast Channel) เป็นสัญญาณที่ส่งจากสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกเครื่องที่อยู่ในบริเวณนั้นเมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มทำงานตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะสแกนช่องความถี่ทั้งหมดในระบบ GSM เพื่อพยายามหาสัญญาณ BCCH ที่ส่งจากสถานีฐานและเมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่พบช่องสัญญาณแรงที่สุดก็จะพยายาม Synchronize เข้ากับสัญญาณนั้น เพื่อตรวจสอบว่าเป็น BCCH หรือไม่ โดย Broadcast นั้นจะประกอบไปด้วย

1.1 FCCH (Frequency Correction Channel) เป็นการส่งสัญญาณ Sine Wave ตลอดเวลาเพื่อให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทราบว่า Time Slot นี้เป็น Broadcast Channel ที่สามารถรองรับสัญญาณ BCCH ได้และให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถ Synchronize เข้ากับความถี่ได้

1.2 SHC (Synchronization Channel) ช่องสัญญาณแรงที่สุดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถ Synchronize เข้ากับสัญญาณนั้น เรียกว่า “TDMA Frame Number”

GSM 900		GSM 1800	
• Uplink:	890 - 915 MHz	• Uplink:	1710 - 1785 MHz
• Downlink:	935 - 960 MHz	• Downlink:	1805 - 1880 MHz
• Carrier Pairs (in MHz)		• Carrier Pairs (in MHz)	
	890.0 935.0		1710.0 1805.0
	890.2 935.2		1710.2 1805.2
			
	914.8 959.8		1784.8 1879.8
	915.0 960.0		1785.0 1880.0
	(Total 124 pairs)		(Total 374 pairs)
• Duplex Frequency = 45 MHz		• Duplex Frequency = 95 MHz	

1.3 BCCH (Broadcast Control Channel) เป็นสัญญาณที่ส่งข้อมูลเพิ่มให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้แก่ ค่าที่ใช้ระบุพื้นที่ของตัว Mobile (LAI: Location Area Identity), ความถี่ BCCH ของเซลรอบข้าง เป็นต้น

CCCH (Common Control Channel) นั้นจะประกอบไปด้วย

1.4 PCH (Paging Channel) เป็นสัญญาณที่ส่งข้อมูลระหว่างสถานีฐานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการเตรียมเชื่อมการสื่อสารระหว่างกัน โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ว่าจะมี โทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องอื่นส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันมาปะทะกันหรือไม่

1.5 RAC (Random Access Channel) เป็นช่องสัญญาณสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ในการตอบ สถานีฐานเพื่อขอทำการเชื่อมการสื่อสาร ระหว่างกัน ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ตรวจพบสัญญาณเรียกจากสถานีฐานในช่อง PCH หรือในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องการโทรออก

1.6 AGCH (Access Grant Channel) เป็นช่องสัญญาณที่ส่งกลับมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อทำการแจ้งช่องสัญญาณ (SDCCH) ที่อนุญาตให้โทรศัพท์เคลื่อนที่เข้าไปใช้ได้ โดยจะไม่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องอื่นเข้าไปแย่งใช้เมื่อถึงขั้นนี้ก็ถือว่าสถานีฐาน และโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เชื่อมการสื่อสารระหว่างกันแล้ว

2. Dedicated Channel นั้นเป็นช่องสัญญาณที่ระบบจัดสรรให้โดยจะประกอบไปด้วย

DCCH (Dedicated Control Channel) ซึ่งจะประกอบไปด้วย

2.1 SDCCH (Stand alone Dedicated Control Channel) เป็นช่องที่ใช้ติดต่อระหว่างสถานีฐานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการทำ Signaling process เพื่อที่จะทำการขออนุญาตช่องสัญญาณ Traffic Channel (TCH) เมื่อทำการจองได้ แล้วโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานก็จะย้ายไปใช้ TCH ในการสื่อสารระหว่างคู่สนทนา นอกจากนี้ช่องสัญญาณ SDCCH นี้ยังใช้ในการส่งข้อมูล Short Message อีกด้วย

2.2 SACCH (Slow Associated Control Channel) ทุก 13 time Slot Physical Channel ที่ใช้เป็นช่องสัญญาณ SDCCH หรือช่องสัญญาณ TCH จะเปลี่ยนมาทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณ SACCH เพื่อส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังสถานีฐานดังนี้

2.2.1 Measurement Report and System Information

2.2.2 Signal Quality, Strength Current and Neighbor BTS

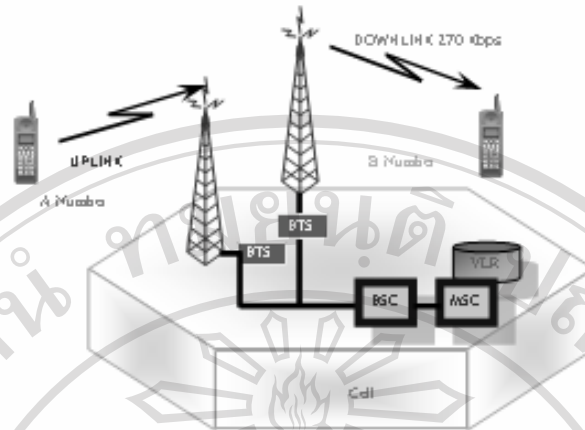
2.3 FACCH (Fast Associated Control Channel) ช่องสัญญาณสำหรับส่ง Handover command จากสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่และแทนที่สัญญาณ TCH ด้วย FACCH ทันทีที่สัญญาณระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐานกำลังจะขาด โดยยอมสละเสียงพูดเป็นเวลา 20 วินาทีซึ่งผู้ฟังไม่ทันรู้สึก เนื่องจาก Speech coder จะส่งเสียงพูดเมื่อ 20 วินาทีที่แล้วซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

2.4 Traffic Channel สัญญาณในการเชื่อมการสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้นทางกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางในการส่งสัญญาณที่เป็น traffic ได้แก่ เสียงพูด, โทรสาร และ ข้อมูลสามารถแยกประเภทออกเป็น

2.4.1 Traffic Channel ชนิด Full Rate 1 สายใช้ 1 Time Slot

2.4.2 Traffic Channel ชนิด Half Rate 1 Time Slot ใช้ 2 สาย

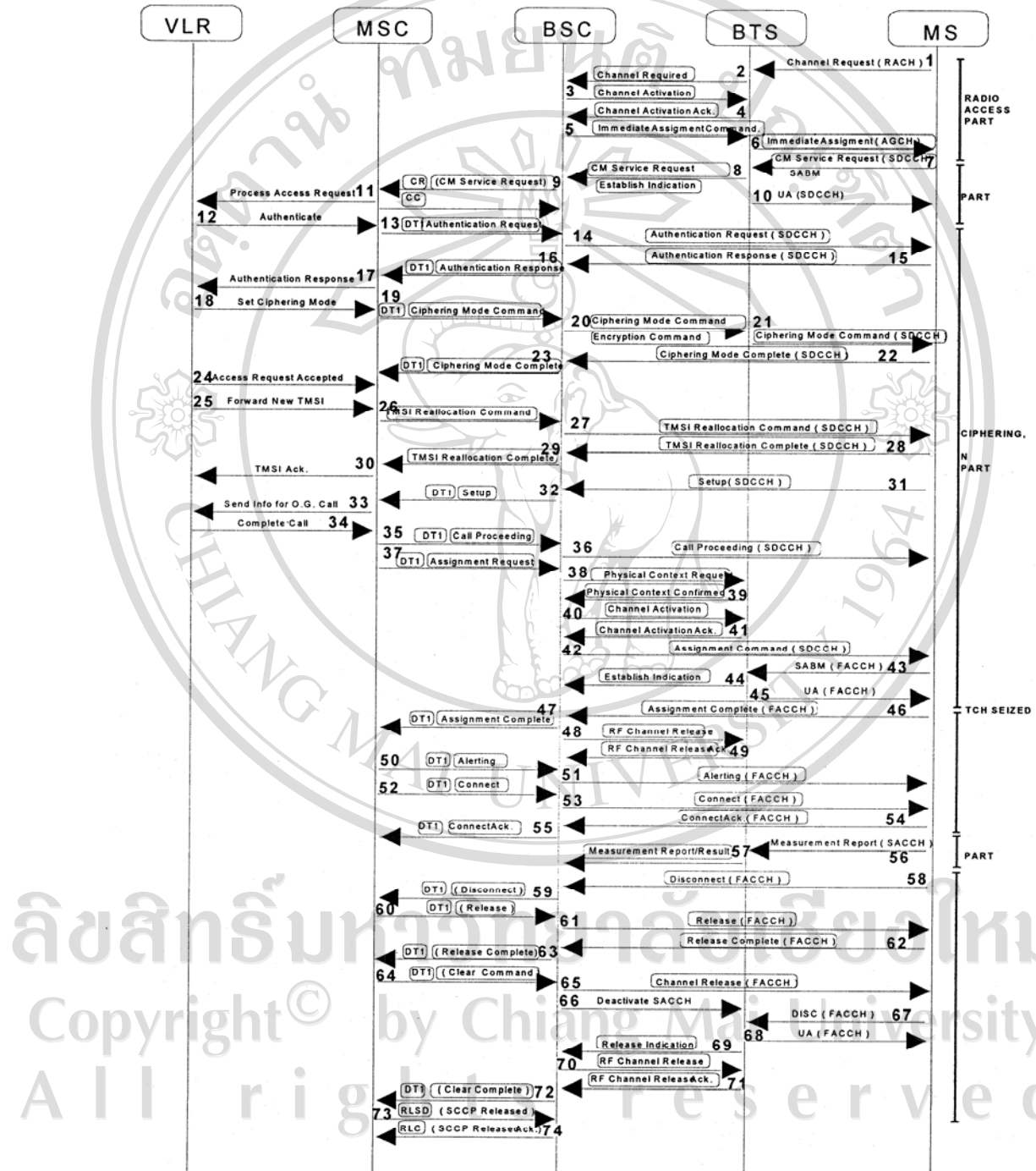
2.4.3 Traffic Channel ชนิด Enhance Full Rate 1 สายใช้ 1 Time Slot แต่มีประสิทธิภาพดีกว่า Full Rate



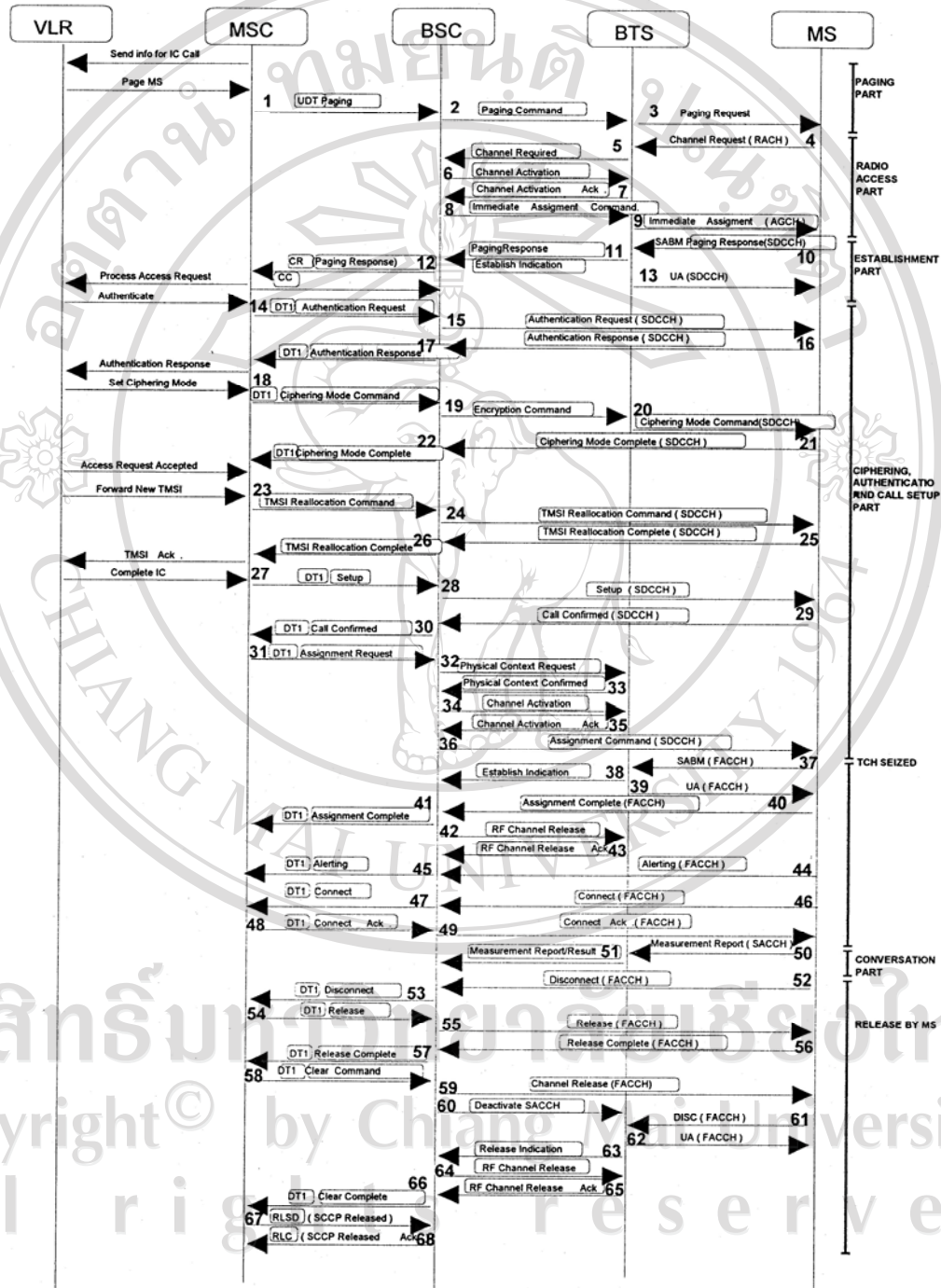
รูปที่ 2.8 แสดงขั้นตอนกระบวนการจองและขอช่องสัญญาณในการติดต่อสื่อสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Mobile Originated Call Signalling Example



Mobile Terminated Call Signalling Example



2.3 เครื่องมือทางคุณภาพ

เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพและเป็นที่รู้จักกันดีก็คือ 7 เครื่องมือคุณภาพซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าให้ประสิทธิผลอย่างมากมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การควบคุมกระบวนการ และการปรับปรุงคุณภาพ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ทำความเข้าใจและใช้ได้ง่าย ซึ่งประกอบไปด้วย แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram), แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram หรือ Cause and Effect Diagram), แผนภูมิการกระจายกลุ่ม (Scatter Diagram), ฮิสโตแกรม (Histogram), แผนภูมิควบคุม (Control Chart) และ แบบใบตรวจสอบ (Check Sheet)

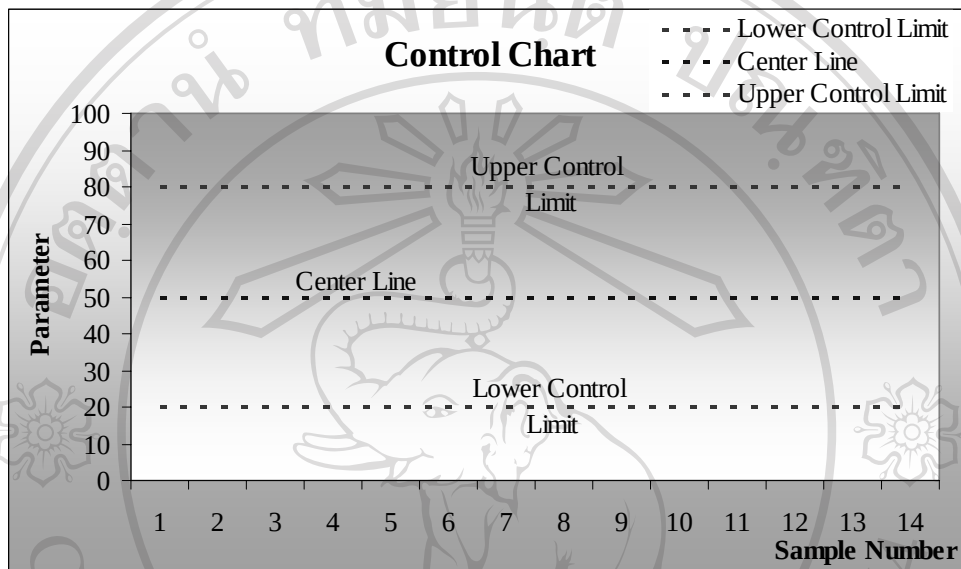
ซึ่งแผนภูมิควบคุมถือเป็น 1 ใน 7 เครื่องมือคุณภาพใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การควบคุมกระบวนการ และการปรับปรุงคุณภาพ เป็นกราฟที่ใช้ช่วยหาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจากกระบวนการ โดยข้อมูลที่ได้จะมีความแปรปรวนของกระบวนการรวมอยู่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์และลักษณะของข้อมูลที่พิจารณาอยู่ ความผันแปรหรือความแปรปรวนอาจเกิดขึ้นได้ ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 สาเหตุคือ

1.สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือสาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause) เป็นความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญจากสาเหตุตามธรรมชาติที่ควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ยาก เช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้น อุณหภูมิ หรือ กระแสไฟฟ้า

2.สาเหตุที่ระบุได้หรือกำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นความผันแปรที่เกิดจากความผิดปกติ หรือความผิดพลาด ความชำรุดของปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เป็นธรรมชาติของการผลิต เช่น การปฏิบัติของคนงาน การผิดปกติของเครื่องจักร ซึ่งสาเหตุเหล่านี้จะอยู่นอกการควบคุม (Out of Control) ความแปรปรวนสามารถที่จะตรวจพบและแก้ไขด้วยวิธีที่เหมาะสม

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือทางสถิติที่ถูกคิดค้นและนำมาใช้สำหรับศึกษาและควบคุมการผลิตและกระบวนการ โดยจะแสดงสถานะของกระบวนการในแต่ละช่วงเวลามีความแปรปรวนอยู่ในระดับที่ปกติคงอยู่หรือไม่ เนื่องจากในกระบวนการ ความแปรปรวนสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยมีผลมาจากความแปรปรวนของหลายปัจจัยซึ่งความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติหรือความผิดพลาดในกระบวนการ มีผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า ซึ่งอยู่ในระดับที่ต้องกำจัดหรือแก้ไข ความแปรปรวนที่ผิดปกติอาจเกิดจากการปรับตั้งหรือควบคุมเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน และวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ โดยทั่วไปจะพยายามควบคุมให้กระบวนการมีความแปรปรวนอยู่ในควบคุม ดังนั้นแผนภูมิควบคุมจะช่วยเฝ้าระวังและเตือนให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อจะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

- Center Line คือ ค่าเฉลี่ยที่ต้องการตามข้อกำหนดทางเทคนิค
- Upper Control Limit คือ ขอบเขตการควบคุมบน
- Lower Control Limit คือ ขอบเขตการควบคุมล่าง



รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบของแผนภูมิควบคุม

ซึ่งแผนภูมิควบคุมประกอบด้วย เส้นกึ่งกลางที่แสดงถึงค่ากลางของกระบวนการ เส้นพิสัยควบคุมบน และเส้นพิสัยควบคุมล่าง ซึ่งเป็นเส้นเปรียบเทียบเพื่อดูว่า กระบวนการในขณะนั้นมีความผิดปกติ เส้นพิสัยควบคุมแสดงถึงขอบเขตของความแปรปรวนของค่าที่วัด เมื่อกระบวนการอยู่ในสภาพปกติจะมีการสุ่มตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลาต่างแล้วนำมาเขียนจุดของค่าที่วัดหรือคำนวณได้ลงในแผนภูมิควบคุม สำหรับกระบวนการที่อยู่ในการควบคุม จุดเหล่านี้ควรอยู่ในเส้นพิสัยควบคุมบนและล่าง ถ้าการกระจายอยู่ในช่วงเส้นพิสัยควบคุมบนและล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม และจะต้องมีการกระจายแบบปกติ ถ้ามีจุดออกนอกเส้นการควบคุมไป แสดงว่ากระบวนการเริ่มผิดปกติไป ต้องทำการหาสาเหตุและแก้ไข เส้นพิสัยควบคุมบนและล่าง ได้จากการคำนวณโดยอาศัยสถิติจากการกระจายข้อมูล โดยยึดกฎของความน่าจะเป็น (Law of Probability) แผนภูมิควบคุมยังถือเป็นเทคนิคหรือเครื่องมือในการประเมินความสามารถของกระบวนการ และเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแผนภูมิควบคุมเป็นเพียงเครื่องมือในการตรวจติดตามและเฝ้าระวังความผิดปกติของกระบวนการเท่านั้น หากมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เราจะต้องทำการหาสาเหตุของความผิดปกติ

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมตัวแปร (Control Chart for Variable) เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับการวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เป็นค่าที่ต่อเนื่อง แผนภูมิประเภทนี้ที่นิยมกันมากที่สุดมี 2 ชนิดคือ

1.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (X-bar Chart)

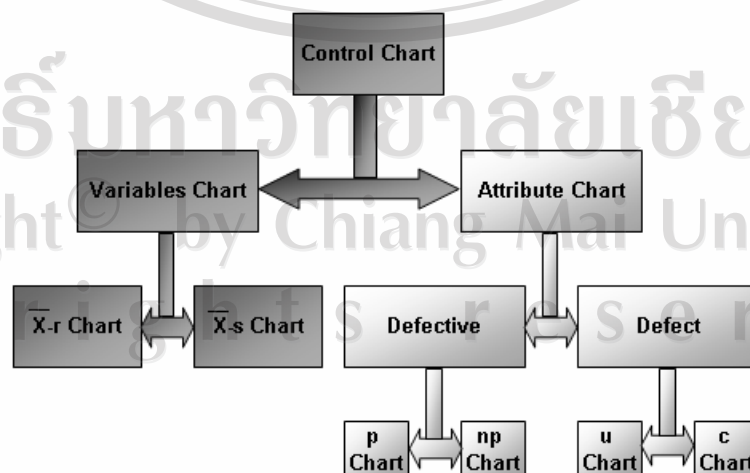
1.2 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-Chart)

ซึ่งแผนภูมิทั้ง 2 มักใช้ร่วมกัน เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยได้พร้อมกัน เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมและบอกให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของค่าพิสัยของค่าคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพปกติหรือไม่

2. แผนภูมิควบคุมประเภทลักษณะจำเป็น (Control Chart for Attribute) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตที่มีการตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยการนับ เช่น จำนวนของเสีย หรือชำรุด จำนวนรอยตำหนิ แผนภูมิประเภทนี้มี 2 ชนิด คือ

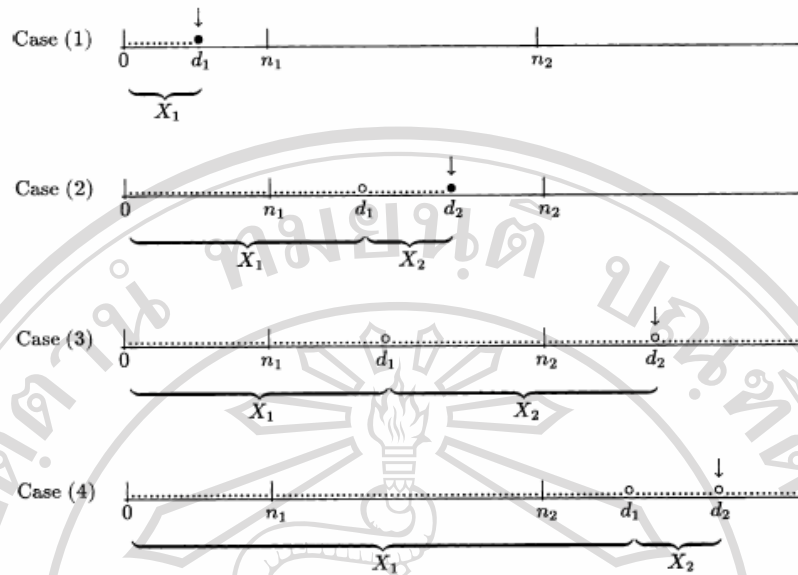
2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียหรือจำนวน (P Chart, NP Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับการวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยวิธีนับจำนวนของเสีย หรือชิ้นงานที่ชำรุดจากสายงานผลิต

2.2 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ ทั้งจำนวนและ สัดส่วน (C Chart, U Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับการวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยใช้กรณีที่ควบคุมคุณภาพทำโดยการนับจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นแต่ละกลุ่ม



รูปที่ 2.10 แสดงชนิดของแผนภูมิควบคุม

แต่ข้อดีของการใช้แผนภูมิควบคุม Shewhart คือแผนภูมิได้ใช้ข้อมูลคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ณ ปัจจุบันในการเฟ้นรว้งเท่านั้น ข้อมูลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในอดีตมิได้ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาตัดสินใจ กระบวนการนี้เองทำให้แผนภูมิควบคุมแบบชีวฮาร์ทไม่มีความไวต่อหรือขาดประสิทธิภาพในการเฟ้นรว้งการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในช่วงแคบแคบดังนั้นการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม Shewhart อาจจะไม่สามารถตอบคำถามแก่ผู้วิเคราะห์ได้ทันทั่วถึง ยิ่งไปกว่านั้นหากกรณีการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งได้ค่าการตรวจสอบเพียงค่าเดียว ประสิทธิภาพของการใช้แผนภูมิควบคุมก็จะยิ่งลดต่ำลง วิธีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการเฟ้นรว้งคุณลักษณะของคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณข้อมูลจำกัดวิธีหนึ่งก็คือการใช้แผนภูมิควบคุมประเภทที่มีความซับซ้อนยุ่งยากมากกว่าแผนภูมิควบคุมคุณภาพชีวฮาร์ท แต่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการสูงกว่าแผนภูมิควบคุมแบบชีวฮาร์ท เช่น Two stages control chart หรือรู้จักกันในชื่อ Two stages Cumulative Count Control Chart ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมจำนวนนับที่แบ่งขอบเขตการควบคุมเป็นสองช่วงเพื่อใช้ในการเฟ้นรว้งความผิดปกติของสัดส่วนของเสียโดยสัดส่วนของเสียนั้นมีปริมาณน้อย เพื่อให้สอดคล้องกับความสามารถการผลิตในปัจจุบันกล่าวคือบางอุตสาหกรรมอาจมีสัดส่วนของเสียอยู่เพียงหนึ่งในล้านชิ้นเท่านั้นแต่ต้องการที่จะตรวจสอบหรือเฟ้นรว้งเพื่อให้ทราบและส่งสัญญาณเมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไป ความน่าจะเป็นที่กระบวนการอยู่ในการควบคุมแต่แผนภูมิควบคุมระบุว่าเกิดสัญญาณผิดปกติของแผนภูมิควบคุมชนิดนี้ก็จะถูกแบ่งออกเป็นสองช่วงด้วยเช่นกัน โดยในช่วงแรกจะมีค่าเท่ากับ $(1-\gamma) * \alpha$ และช่วงที่สองจะมีค่าเท่ากับ $\gamma * \alpha$ เพื่อระบุสัดส่วนของของเสียในกระบวนการกำหนดให้ $\gamma, \alpha \in (0,1)$ และกำหนดให้ n เป็นจำนวนชิ้นงานที่ถูกตรวจสอบแผนภูมิควบคุม Two Stage Cumulative Count Control Chart นั้นมี Control limit อยู่สองช่วงโดยช่วงแรกจะถูกกำหนดด้วย $n_1 : n_1 \geq 1$ สำหรับช่วงแรกเมื่อพบของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงนี้เพียง 1 ชิ้นจะถือว่าระบบอยู่นอกการควบคุมและจะส่งสัญญาณความผิดปกติตามเงื่อนไข $N(1, p) \leq n_1$ และช่วงที่สองจะถูกกำหนดด้วย $n_2 : n_2 \geq n_1 + 2$ สำหรับช่วงที่สองเมื่อพบของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ 2 ชิ้นติดต่อกันจะถือว่ากระบวนการอยู่นอกการควบคุมและจะส่งสัญญาณความผิดปกติตามเงื่อนไขเมื่อ $n_1 < N(1, p) < N(2, p) \leq n_2$ แสดงว่ากระบวนการอยู่นอกการควบคุมซึ่งจะส่งสัญญาณผิดปกติเกิดขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงเงื่อนไขการควบคุมทั้ง 4 แบบ

2.4 ระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลถือเป็นหัวใจที่สำคัญ เนื่องจากเป็นแหล่งที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลและจะถูกแปรเปลี่ยนให้สามารถนำไปวิเคราะห์ และประเมินผลต่อไป

Microsoft SQL Server ถือเป็นระบบฐานข้อมูลหนึ่งซึ่งนอกจากความสามารถทางด้านของ Relational Database Management System (RDBMS) ตามปกติแล้วยังสามารถเรียกดูข้อมูลวิเคราะห์ ตลอดจนจัดการข้อมูลผ่านเว็บด้วยการสนับสนุน XML ช่วยในการจัดการข้อมูลทั้งแบบ Online Transaction Processing (OLTP) และ Online Analytical Processing (OLAP) เป็นไปอย่างง่ายดาย และมีประสิทธิภาพสูง

โดยการใช้งานในการเก็บข้อมูลนั้น จะต้องมีการสร้างรวมทั้งจัดการกับระบบฐานข้อมูลให้เรียบร้อยโดยจะประกอบไปด้วยไฟล์ 2 ประเภทคือ

1. ไฟล์ข้อมูล (Data File) เป็นที่เก็บข้อมูลจริงของฐานข้อมูลนั้น โดยแบ่งออกเป็น

1.1 ไฟล์ข้อมูลหลัก (Primary Data File) มีนามสกุลเป็น mdf ซึ่งถือเป็น File Default ที่จำเป็นต้องถูกสร้างขึ้นทุกครั้งที่มีการสร้างฐานข้อมูล เพื่อเก็บตารางข้อมูลและ Object ของระบบสำหรับฐานข้อมูลนั้น

1.2 ไฟล์ข้อมูลรอง (Secondary Data File) มีนามสกุลเป็น ndf เป็นไฟล์เพิ่มเติม (Option) ที่ช่วยให้สามารถแบ่งหรือแยกการเก็บข้อมูลออกจากไฟล์ข้อมูลหลักได้ หากไม่มีการสร้างไฟล์ข้อมูลรองไว้ ข้อมูลทุกอย่างจะถูกจัดเก็บอยู่ที่ไฟล์ข้อมูลหลักทั้งหมด

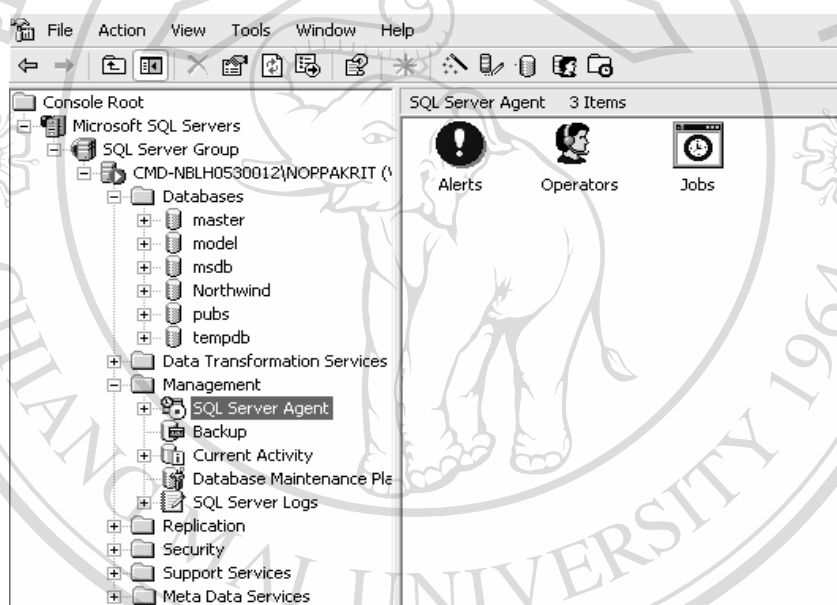
2. ไฟล์ทรานแซกชันล็อก (Transaction Log File) มีนามสกุลเป็น Idf สำหรับเก็บข้อมูลผู้ปฏิบัติงานหรือข้อมูลการใช้งาน

สำหรับ Service หลักที่สำคัญของ SQL Server คือ

1. MS SQL SERVER คือ Service หลักซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจในการทำงานของ Data Base Service

2. SQL SWEVERAGENT เป็น Service ที่คอยทำหน้าที่สำหรับ Schedule Jobs, Alerts, Event Management และ Replication ซึ่งก็คือ SQL Executive

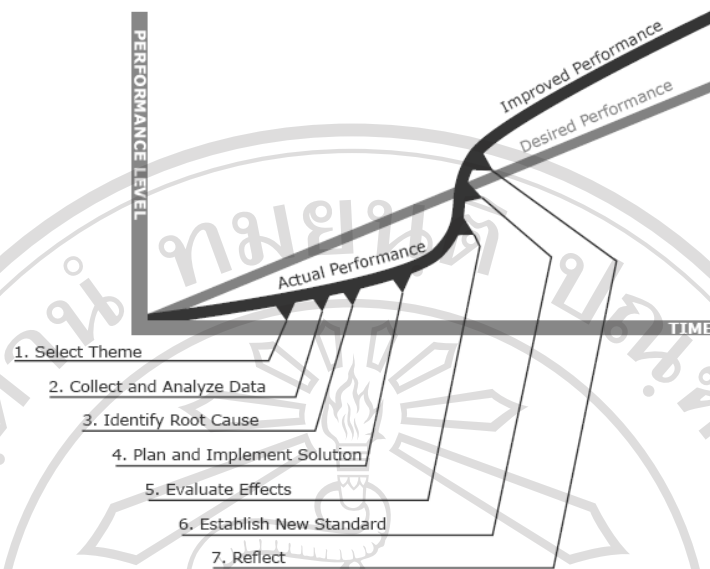
3. Microsoft Search เป็น Service ที่ช่วยสนับสนุนในการทำ Index ของข้อมูล



รูปที่ 2.12 แสดงหน้าต่างของ Microsoft SQL Server

2.5 The 7-Step Problem Solving Method

แนวทางในการแก้ไขปัญหา 7 ขั้นตอนถือเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาที่ยังยากซับซ้อนรวมถึงการเลือกใช้เครื่องมือของการแก้ไขปัญหาในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.13 แสดงองค์ประกอบของ 7 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน เพื่อให้แน่ใจว่าปัญหาที่กำลังจะถูกแก้ไข เป็นปัญหาหลักและส่งผลกระทบต่อกระบวนการอย่างแท้จริง

ขั้นตอนที่ 2 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาในเชิงลึก ซึ่งจะ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการแก้ไขในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการระบุต้นเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อวิเคราะห์สาเหตุหลักของ ปัญหาด้วยเทคนิควิธีการทางคุณภาพ เช่น แผนภูมิแก้มปลา แผนภูมิพาเรโต เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด เพื่อเลือก แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผลกระทบ เพื่อให้แน่ใจว่าแนวทางและวิธีการในการแก้ปัญหาที่ ถูกกำหนดจะไม่ส่งผลกระทบหรือเพิ่มความรุนแรงของปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 สร้างมาตรฐานและการควบคุม เพื่อควบคุมให้กระบวนการอยู่ใน มาตรฐานที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 7 ติดตามผล ประเมินผลที่ได้จากแนวทางในการแก้ไขปัญหา 7 ขั้นตอน (The 7-Step Problem Solving Method) เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาอื่นต่อไป

The 7-Step Problem Solving Method			
Diagnostic Steps			
Step	Purpose	Tools	Result
1. Theme Selection	Ensure you are solving the right problem	> Process flow diagram > Theme selection matrix > Six Sigma business case > Document current capability	Clearly state the problem to be solved
2. Data Collection and Analysis	Get an in-depth understanding of the problem	> Design checksheets > Pareto diagrams > Six Sigma measurement plan	The facts are well understood
3. Causal Analysis	Identify root cause of the problem	> Cause-Effect diagram > Regression analysis > Design of experiments > Statistical modeling	The root of the problem is confirmed
Perennial Steps			
Step	Purpose	Tools	Result
4. Solution Planning and Implementation	Implement a solution that works	> Solution selection matrix > Solution implementation plan > 4WH&C table	Performance improvement
5. Evaluation of Effects	Verify the solution has desired results	> Pareto diagrams > Understand financial outcomes	Results quantified in operational and financial terms
6. Standardization	Make the solution permanent	Standardization plan: > 4WH&C table > Control charts	Revised standards, procedures, and policies
7. Reflection	Allow team and others to learn from experience	> Assess use of tools > Plan next problem > Prepare and present improvement story	Identify one key strength and one key weakness of team performance

รูปที่ 2.14 แสดง 7 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาและการเลือกใช้เครื่องมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved