เปลี่ยนแปลงจะทำให้ประหยัดเทปได้ แต่มีความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมในการสั่งใช้งาน

ตามที่ได้กล่าวแล้วว่าต้นม้วนและปลายม้วนเทปจะเป็นเทปว่างยาวประมาณ 6-8 ฟุต ในส่วนที่ว่างนี้ตอนที่อยู่ใกล้กับจุดเริ่มต้นและจุดจบของแถบที่จะบันทึกข้อมูลจะมี Magnetic Mark เล็ก ๆ เรียกว่า Reflective Spot จะบอกว่าเป็น Load point คือตั้งแต่จุดนี้เป็นต้นไปจะใช้ในการบันทึกข้อมูล ส่วนจุดสุดท้ายเป็น EOR Pont (End of Reel) เพื่อบอกว่าเทปหมดแค่นี้หลังจุดนี้ไปแล้วห้ามบันทึกข้อมูลอีก และระหว่าง Load Point และ Record แรกจะมีส่วนที่เรียกว่า Header Control Label เป็นส่วนที่จะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเทปม้วนนั้นเช่นเป็นข้อมูลอะไร ใช้กับโปรแกรมใด ฯลฯ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการใช้เทปผิดม้วนสุดท้ายระหว่าง Record สุดท้าย EOR Point จะมี Trailer Control Label ซึ่งจะเป็นส่วนที่จะบอกว่าจำนวน Record ในเทปม้วนนี้มีเท่าไรเพื่อที่เราจะตรวจสอบจำนวน Record ที่ประมวลผลไปแล้วกับจำนวน Record ในเทป

ข้อดีของเทปแม่เหล็กมีดังนี้คือ

1. เก็บข้อมูลได้มากกว่าบัตร เคลื่อนย้ายได้สะดวก และเก็บรักษาได้ง่ายกว่าบัตรและเทปกระดาษ

2. ราคาถูกกว่าบัตร

3. Transfer Rate ดีกว่าบัตร

4. การเก็บข้อมูลในเทปช่วยป้องกันการสับสนและการสูญหายของ Record ใน File ได้ดีกว่าการเก็บในบัตร

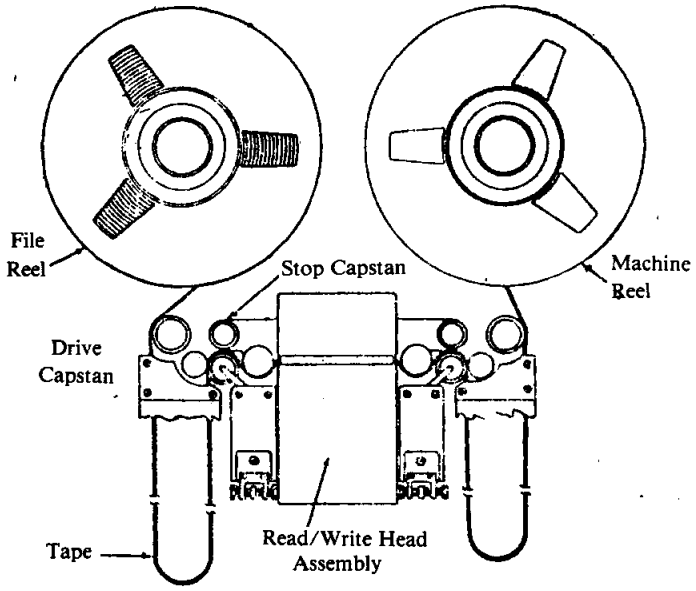
ข้อเสียของการใช้เทป

1. ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้จากเทปโดยตรง (สายตามนุษย์) ได้เช่นเดียวกับบัตร ถ้าต้องการทราบข้อมูลต้องใช้เครื่องอ่าน (Need for Machine Interpretation)

2. ถ้าต้องการข้อมูลจากส่วนหนึ่งส่วนใดในเทปม้วนนั้นจำเป็นต้องเริ่มอ่านข้อมูลตั้งแต่แรกทุกครั้ง ทั้งนี้เพราะเทปเป็นระบบ Sequential Access อาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็ได้ว่าการดึงข้อมูลออกมาแต่ละครั้งจะเสียเวลามากไปกับส่วนที่เป็นข้อมูลที่ไม่ต้องการ

3. การเก็บเทปแม่เหล็กต้องระวังในเรื่องฝุ่นเพราะอาจจะมีส่วนที่จะทำให้ข้อมูลเลือนได้ และยังต้องจัดเก็บเทปในที่ ๆ มีอุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะ

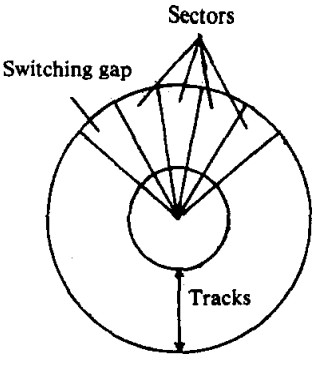
4. ต้องระวังไม่ให้ข้อมูลใน File ถูกลบทิ้งไปโดยความผิดพลาด



รูปแสดงส่วนประกอบภายในตู้เทป

จานแม่เหล็ก

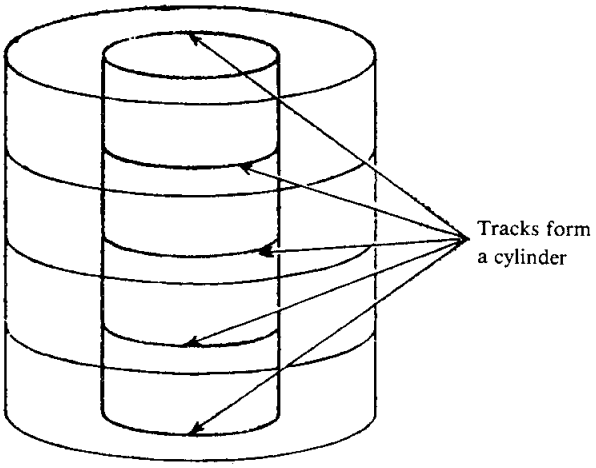
จานแม่เหล็กจะอยู่ประกอบกันเป็นชุด จานแม่เหล็ก 1 ชุดเรียกว่า Disk Pack ลักษณะของ Disk pack คล้ายกับชุดของจานเสียง ข้อสนเทศจะถูกบันทึกบน Track ซึ่งอยู่บนผิวหน้าทั้งสองหน้าของ Disk แต่ละแผ่น ยกเว้นที่ผิวหน้าด้านบนของแผ่นบนสุดและผิวหน้าด้านล่างของแผ่นล่างสุดในชุดของ Disk pack แต่ละชุด ประโยชน์ก็เพื่อใช้ป้องกันผิวหน้าของจานแม่เหล็กอันอื่น ๆ ที่อยู่ในชุดเดียวกัน จานแม่เหล็กชุดหนึ่งจะมีจำนวนจานแม่เหล็กมากหรือน้อยแตกต่างกันไปและเส้นผ่าศูนย์กลางของจานแม่เหล็กแผ่นก็มีขนาดแตกต่างกันไป โดยปกติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปกติตั้งแต่ 6-12 นิ้ว บางขนาดอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 4 ฟุต จานแม่เหล็กแต่ละแผ่นจะแบ่งออกเป็น Track คล้ายกับจานเสียง และแต่ละ Track ยังแยกออกเป็น Sector



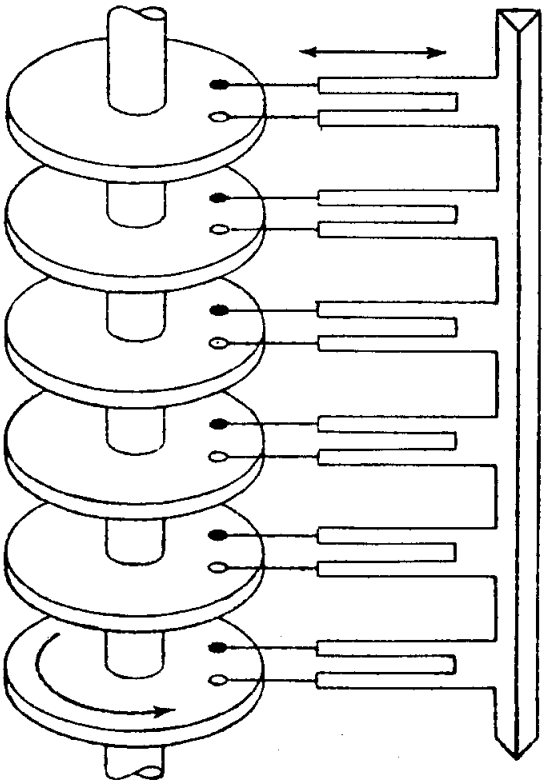
แต่ละ Track บนจานแม่เหล็กจะไม่ติดต่อกันแต่จะมี Switching Gap เชื่อมอยู่ Switching Gap ก็คือพื้นที่ว่างบนจานแม่เหล็กที่ไม่ใช้บันทึกข้อมูล จุดประสงค์ที่มีส่วนนี้ ก็เพื่อที่จะให้ หัวอ่าน-บันทึกได้เปลี่ยน Track เพื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้ เครื่องสำหรับอ่าน-บันทึกจานแม่เหล็ก (Disk Drive) จะมีหัวอ่านบันทึกข้อมูลอยู่ ณ ตำแหน่งผิวจานแม่เหล็กแต่ละแผ่นหัวอ่าน-บันทึกดังกล่าวจะอยู่เหนือหัวแต่ละ Track เพื่อที่จะอ่านหรือบันทึกข้อมูลที่ต้องการ

ข้อมูลที่เก็บอยู่บนจานแม่เหล็กจะถูกบันทึกอย่างเรียงลำดับในแต่ละ Track ในลักษณะของบิท Track แต่ละ Track จะสามารถบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 25,000 ถึง 50,000 บิท และจำนวนของจำนวนแม่เหล็กแต่ละแผ่นจะประกอบด้วยจำนวน Track ตั้งแต่ 2 ถึง 500 Track ดังนั้นแต่ละหน้าของจานแม่เหล็กอันหนึ่งจะสามารถบันทึกข้อมูลได้ประมาณตั้งแต่ 5 ล้าน ถึง 25 ล้านบิท เทียบได้ประมาณ 1-4 ล้านตัวอักขระ สรุปแล้วชุดของจานแม่เหล็ก 1 ชุดจะสามารถจุข้อมูลได้ถึง 7-100 ล้านตัวอักขระ (Characters)

ลักษณะการเก็บข้อมูลใน disk file



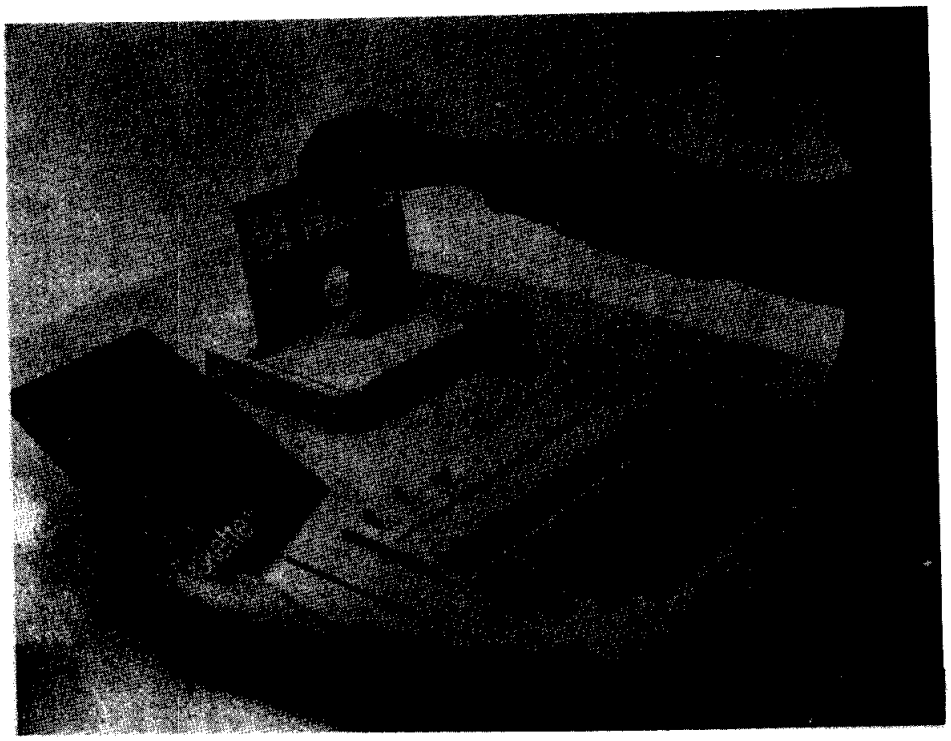
Concept of a cylinder in a disk file.



Sources of delay as accessing a disk.

เครื่องสำหรับจานแม่เหล็ก (Disk Drive) สามารถใช้ในการดำเนินกรรมวิธีข้อมูลแบบสุ่มเลือก (Random Access) คือเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ใช้โดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถทำหน้าที่เก็บข้อมูลช่วย (Auxiliary Storage) ด้วย เครื่องนี้จะทำหน้าที่ได้ 2 อย่าง คือเป็นทั้ง Input Device และ Output Device เครื่องอ่าน-บันทึก จานแม่เหล็ก 1 ชุด (Disk System) จะมีส่วนประกอบคร่าว ๆ ดังนี้คือ มี Disk Drive โดยที่แต่ละ Disk Drive จะมีแกน (Axes) สำหรับยึดกับจานแม่เหล็ก ปกติแล้วจานแม่เหล็กจะสามารถจุข้อมูลได้มากกว่าเทปแม่เหล็ก เครื่อง อ่าน-บันทึกจานแม่เหล็กจะทำงาน โดยการหมุน จานแม่เหล็กที่ติดกับแกนไปโดยที่อัตราเร็วในการโยกย้ายข้อมูล (Transfer Rate) ของ Time ประมาณ 100,000 และ 400,000 Character per second

เมื่อเทียบกับเทปแม่เหล็กแล้วจะเห็นได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้ว Access Disk ของจานแม่เหล็กจะต่ำกว่าของเทปแม่เหล็ก

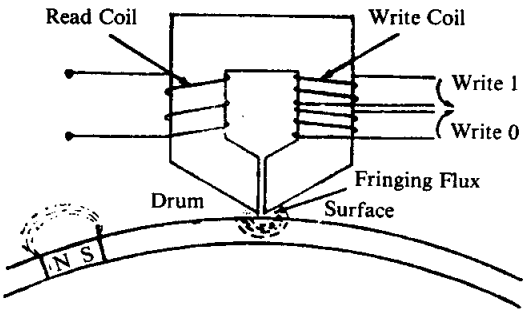


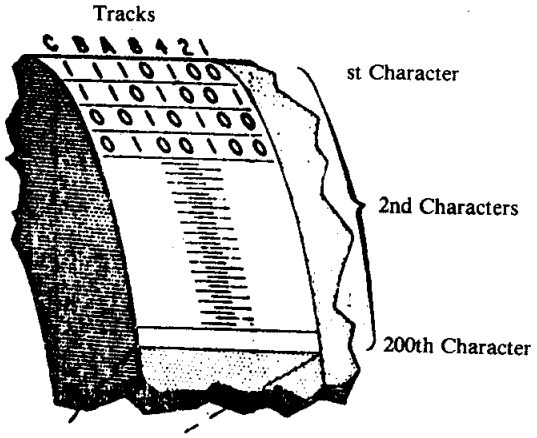
เครื่องมือ key ข้อมูลลง diskette

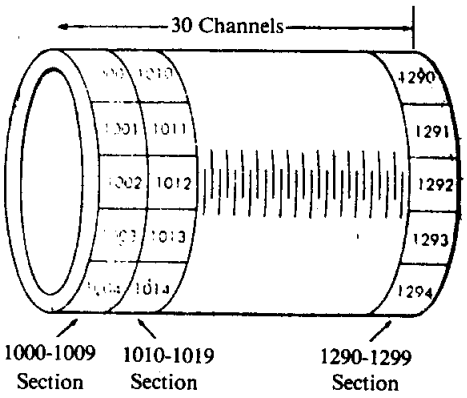
เครื่องมือ key ข้อมูลลง diskette

ดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum)

เป็นตัวกลางที่ใช้บันทึกข้อมูล ดรัมแม่เหล็กมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก ผิวหน้า







เป็น Mettalic Magnetizable Film โดยที่ข้อมูลจะบันทึกลงบนผิวทรงกระบอก พื้นที่ผิวนี้จะแบ่งออกเป็น Track โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ดรัมเป็นหน่วยความจำช่วย (Auxiliary storage)

เครื่องดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum Unit) เป็นทั้งเครื่องนำข้อมูลเข้า (Input Device) และเครื่องนำข้อมูลออก (Output Device) ในการประมวลผลข้อมูล

การทำงานของดรัมแม่เหล็กโดยอาศัยการหมุนของดรัมแม่เหล็กด้วยความเร็วคงที่ โดยที่แต่ละ Track ของดรัมแม่เหล็กจะมีหัวอ่าน-บันทึก อยู่ (ดูรูปประกอบ)

ดิสเคท (Diskette)

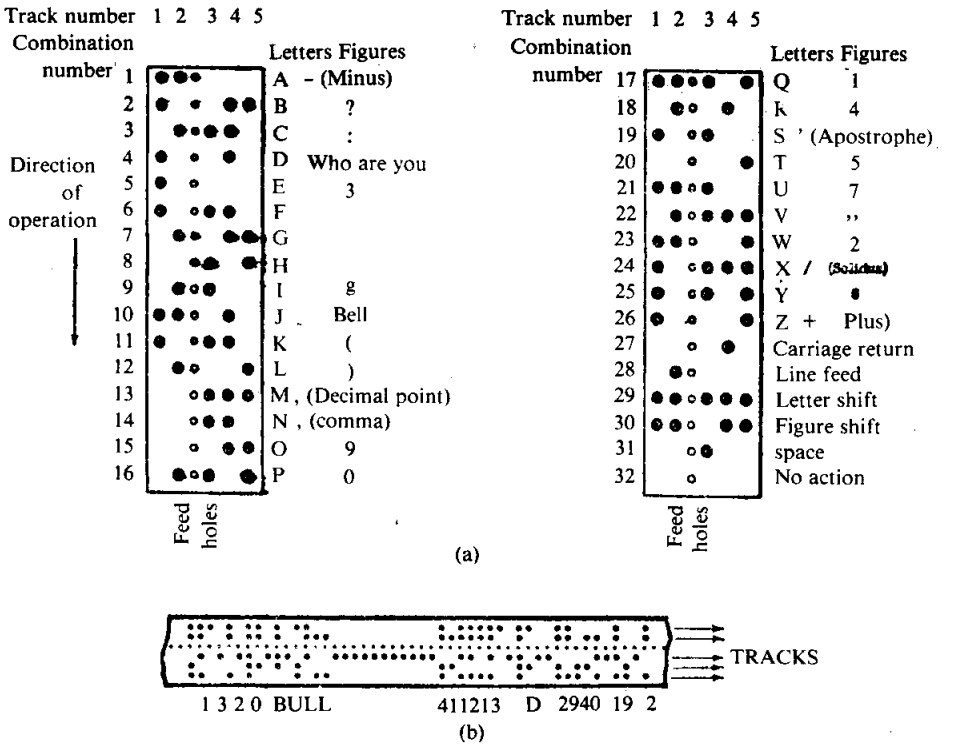
ดิสเคทเป็นตัวกลางใช้ในการเก็บข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายจานแม่เหล็กแต่มีขนาดเล็กกว่า (เปรียบเทียบได้กับจานแม่เหล็กขนาดเล็ก) เวลาใช้ ๆ เป็นแผ่นไม่ได้ใช้เป็นชุดแบบจานแม่เหล็ก เป็นตัวกลางที่ใช้ได้สะดวกน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่ายความจุของดิสเคทขนาดเล็กแต่ละแผ่นเทียบได้เท่ากับบัตรประมาณ 300×80 สดมภ์

ข้อมูลที่บันทึกในดรัมแม่เหล็กจะสามารถบันทึกข้อมูลได้ใหม่โดยการบันทึกข้อมูลชุดใหม่ทับลงในข้อมูลเก่า ดังนั้นข้อมูลเก่าก็จะหายไปปรากฏข้อมูลใหม่แทนเช่นเดียวกับเทปแม่เหล็ก

เครื่องดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum Unit) จะทำงานโดยการหมุนตัวของทรงกระบอกดรัมแม่เหล็กด้วยความเร็วคงที่ คือประมาณ 3500 รอบต่อนาที (แล้วแต่ชนิดของเครื่อง)

เทปกระดาษ (Punched Paper Tape)

เทปกระดาษมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับเทปแม่เหล็กเพียงแต่ว่าทำจากกระดาษและการบันทึกข้อมูลลงบนเทปกระดาษก็ทำโดยการเจาะรูแทนที่จะทำให้เป็น magnetized spot เทปกระดาษมีหลายขนาด ซึ่งการที่มีขนาดแตกต่างกันก็ส่งผลถึงลักษณะของระหัสที่บันทึกลงบนเทปว่าใช้ระบบระหัสแบบใดเช่น BCD เป็นต้น



Five-track Paper Tape

ความผิดพลาดและขนาดของความถูกต้องในการประมวลผลข้อมูล

ความผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูลอาจจะมาจาก แหล่งใดแหล่งหนึ่งใน 3 แหล่งนี้ คือ

1. ข้อมูลผิดพลาด (Fauty data)
2. ระบบคำสั่งผิดพลาด (Faulty Software)
3. ระบบอุปกรณ์ในการประมวลผลผิดพลาด (Faulty Hardware)

1. **ข้อมูลผิดพลาด** อาจจะมาจากขั้นตอนใด ขั้นตอนหนึ่ง ในการเตรียมข้อมูลจากเอกสารลงตัวกลาง เพื่อส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลในเอกสารไม่ครบถ้วนหรือขาดหายไป (Missing source documents)

1.2 ข้อมูลจากเอกสารต้นกำเนิดบันทึกข้อมูลอย่างผิดพลาดหรือมีปัญหา (Source documents on which entries and omitted, ellegible or dubious)

1.3 การลอกข้อมูลผิดพลาด (Transcription errors) ตัวอย่าง เช่น การลอกข้อมูลจากเอกสารอันหนึ่งสู่เอกสารอีกอันหนึ่งผิดพลาด

1.4 ขั้นตอนการถ่ายทอดข้อมูลลงตัวกลางผิดพลาด (Data preparation error) เช่น ความผิดพลาดจากการเจาะบัตร

2. **ระบบคำสั่งผิดพลาด** อาจเนื่องมาจากโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลผิดพลาด

3. **ระบบอุปกรณ์ในการประมวลผลผิดพลาด** อาจเนื่องมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผิดพลาด

ความผิดพลาดทั้ง 3 กรณีย์ที่อาจเป็นไปได้นี้ กรณีย์ที่ 3 เป็นกรณีย์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นน้อยมาก ทั้งนี้ก็เพราะคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นนั้นโดยปกติ จะมีการตรวจสอบอยู่ในตัวของมัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดอยู่แล้ว ตัวอย่าง เช่น การใช้ Parity error ดังนั้นถ้าหากมีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้น มันจะส่งสัญญาณแสดงให้ผู้ใช้ทราบทันที

ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาด จึงต้องมีระบบการควบคุมที่ดีพอ การควบคุมสามารถกระทำได้ดังนี้คือ

1. การควบคุมโดยใช้แรงงานคน (Manual Controls) กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ และยังมีความจำเป็นอยู่ ถึงแม้ว่าระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่จะทันสมัยเพียงใดก็ตาม

กระบวนการใช้แรงงานคนในการควบคุม มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1.1 ข้อมูลสูญหาย

1.2 ข้อมูลคัดลอกมาอย่างผิดพลาด

1.3 ตรวจสอบดูบันทึกที่กำกับมากับข้อมูล เพื่อขจัดข้อผิดพลาด

1.4 ถ้าเป็นข้อมูลชนิดตัวเลข ก็ให้คำนวณตรวจสอบ

2. การควบคุมกระบวนการรวบรวมข้อมูล (Data Collection Controls) กระบวนการควบคุมในขั้นนี้รวมถึงการควบคุมขั้นตอนในแปลงข้อมูลอยู่ในรูปที่จะนำไปประมวลผลการควบคุมในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วย วิธีการดังต่อไปนี้ คือ

2.1 ควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลลงตัวกลางกระบวนการนี้คือการทำ Verification ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

2.2 ให้เครื่องคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเข้าไป แล้วพิมพ์ออกมาเพื่อให้ตรวจสอบก่อนที่จะทำการประมวลผล โดยปกติวิธีนี้มักจะใช้กับระบบ On-line มากกว่าระบบ Batch

3. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูล (Validation Checks) การตรวจสอบโดยวิธีแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ก่อนที่จะประมวลผลข้อมูล (Input)

3.2 ขั้นตอนที่มีการประมวลผลร่วมกับข้อมูลใน Master file ขั้นตอนนี้เรียกว่า การ updating ความหมายในกระบวนการนี้ก็คือ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของข้อมูลใน Transaction file โดยเทียบกับข้อมูลใน Master file การตรวจสอบในขั้นนี้จะกระทำไปพร้อมกัน การประมวลผลข้อมูลในขั้นการ Update ข้อมูล

ความหมายของการตรวจสอบ Validation ของข้อมูล

1. Presence : ตรวจสอบว่าข้อมูลทุกรายการยังคงอยู่ครบ
2. Size : ข้อมูลในแต่ละรายการจะตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละรายการมีจำนวนตัวเลข หรือตัวอักษรครบถ้วนตามที่ตั้งไว้
3. Range : ตรวจสอบว่าข้อมูลแต่ละรายการมีข้อมูลอยู่ในช่วงที่ถูกต้องเช่น อายุของนักศึกษาต้องอยู่ในช่วง 15 ปี ถึง 60 ปี เป็นต้น
4. Character Check : ตรวจสอบตัวอักขระในแต่ละรายการว่าตรงตามความมุ่งหมาย เช่น ข้อมูลในรายการเงินเดือนจะต้องเป็นตัวเลข ล้วน ๆ จะมีตัวอักษรปะปนมาไม่ได้เป็นอันขาด

5. Format : ตรวจสอบรายการข้อมูลว่ามี format ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น ถ้าข้อมูลบันทึกในเทปแม่เหล็กที่ผ่านการเรียงลำดับ (Sort) ข้อมูลระหัสประจำตัวแล้วดังนั้น format ของตัวเลขในรายการข้อมูลดังกล่าวจะต้องเรียงลำดับอย่างถูกต้อง

6. Resonable : เป็นกรณีย์ของข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Numeric) จะต้องเป็นตัวเลขที่น่าเชื่อถือ เช่น ข้อมูลในการสั่งสินค้าของลูกค้าจะต้องไม่สูงจนกว่าจะน่าเชื่อถือ ว่าถูกต้อง

7. Check digit : ถ้าเป็นกรณีย์ของข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่มีการสร้าง Check digit ข้อมูลที่ตรวจสอบในรายการดังกล่าวจะต้องถูกตรงตาม Check digit

การตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกลงตัวกลางมีอยู่ 2 วิธีคือ

การตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกลงตัวกลางมีอยู่ 2 วิธีคือ

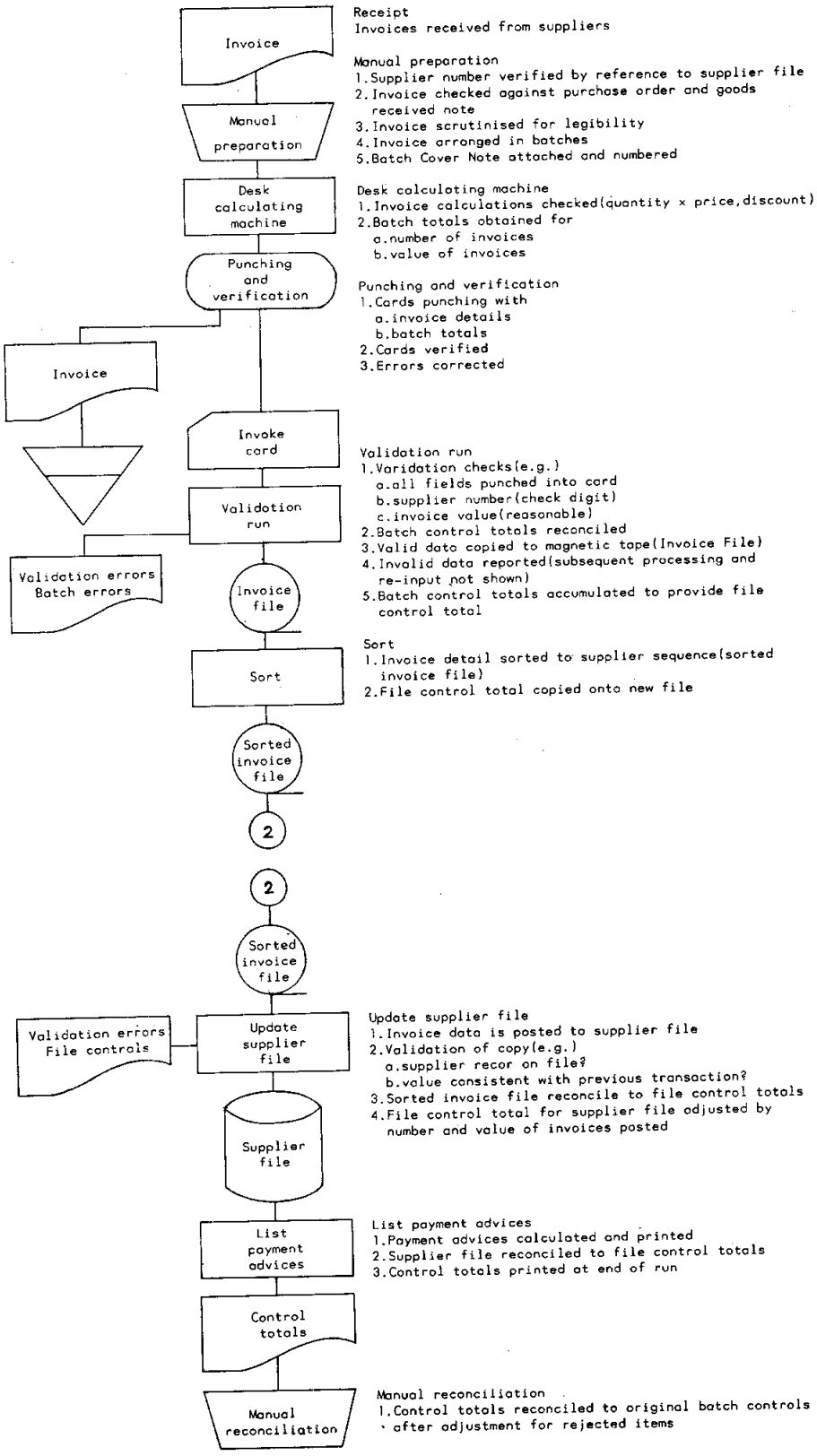
1. ตรวจสอบโดยใช้เครื่องจักร (Machine Editing) เราจะใช้เครื่องจักรที่เรียกว่า Verifying Machine ก็ต่อเมื่อเราบันทึกข้อมูลลงบัตร การตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกลงตัวกลางแล้วทำได้ 2 วิธีคือ

1. ตรวจสอบทุกรายการในทุก Record ใช้สำหรับกรณีย์ข้อมูลที่ไม่มากจนเกินวิสัยที่จะตรวจสอบได้ และข้อมูลมีความสำคัญมากจำเป็นต้องตรวจสอบอย่างละเอียด

2. วิธีการสุ่มข้อมูลในตัวกลางมาตรวจสอบ ซึ่งการตรวจสอบวิธีนี้มีหลายวิธีดังนี้คือ

1. การตรวจสอบข้อมูลโดยวิธี Acceptance Sampling

การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลโดยวิธี Acceptance Sampling คือแผนการตรวจสอบคุณภาพของงานที่สามารถใช้กับงานในลักษณะที่เป็นวัตถุดิบเรื่อยไปจนถึงระดับที่เป็นวัตถุสำเร็จรูป โดยปกติเป็นวิธีที่ใช้กับงานด้านอุตสาหกรรมโดยใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพของสินค้า ตั้งแต่แรกเริ่มในรูปวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้าสำเร็จรูปและถูกนำไปประยุกต์กับกิจการด้านยุทโธปกรณ์ทางทหาร ในที่นี้เป็นการประยุกต์วิธีการดังกล่าวมาใช้กับงานประมวลผล โดยถือว่าบัตรหรือเทปหรือตัวกลางอื่นที่บันทึกข้อมูลแล้วคืองาน (lot) ที่จะต้องตรวจสอบ โดยมุ่งตรวจสอบดูว่างานมีคุณภาพตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หรือนัยหนึ่งงานนั้นมีข้อผิดพลาดของ field หรือ record อยู่ในระดับที่พอจะยอมรับได้หรือไม่


Invoice
Manual preparation
Desk calculating machine
Punching and verification
Invoice
Invoke card
Validation run
Validation errors Batch errors
Invoice file
Sort
Sorted invoice file
2
2
Sorted invoice file
Validation errors File controls
Update supplier file
Supplier file
List payment advices
Control totals
Manual reconciliation
Receipt
Invoices received from suppliers
Manual preparation
1.Supplier number verified by reference to supplier file
2.Invoice checked against purchase order and goods received note
3.Invoice scrutinised for legibility
4.Invoice arranged in batches
5.Batch Cover Note attached and numbered
Desk calculating machine
1.Invoice calculations checked(quantity x price,discount)
2.Batch totals obtained for
a.number of invoices
b.value of invoices
Punching and verification
1.Cards punching with
a.invoice details
b.batch totals
2.Cards verified
3.Errors corrected
Validation run
1.Varidation checks(e.g.)
a.all fields punched into card
b.supplier number(check digit)
c.invoice value(reasonable)
2.Batch control totals reconciled
3.Valid data copied to magnetic tape(Invoice File)
4.Invalid data reported(subsequent processing and re-input not shown)
5.Batch control totals accumulated to provide file control total
Sort
1.Invoice detail sorted to supplier sequence(sorted invoice file)
2.File control total copied onto new file
Update supplier file
1.Invoice data is posted to supplier file
2.Validation of copy(e.g.)
a.supplier recor on file?
b.value consistent with previous transaction?
3.Sorted invoice file reconcile to file control totals
4.File control total for supplier file adjusted by number and value of invoices posted
List payment advices
1.Payment advices calculated and printed
2.Supplier file reconciled to file control totals
3.Control totals printed at end of run
Manual reconciliation
1.Control totals reconciled to original batch controls after adjustment for rejected items

โดยปกติงานที่จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยวิธีนี้ควรมีลักษณะที่สอดคล้องเงื่อนไขต่อไปนี้

1. เมื่อค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงมาก

2. เมื่อไม่อาจตรวจสอบความผิดพลาดจากทุกหน่วย (100% Inspection) ได้ อาจด้วยเหตุผลบางประการเช่น งานมีลักษณะ เป็น Destructive Nature

3. เมื่อต้องการบีบคั้นให้ผู้ผลิตสร้างงานที่มีคุณภาพ

จริงอยู่ที่งาน (lot) คือกลุ่มของบัตรมิได้สอดคล้องกับเงื่อนไขทั้งสามประการโดยเฉพาะบัตรมิได้มี Destructive Nature แต่อย่างน้อยก็สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อที่ 1 และข้อที่ 3 ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลที่เพียงพอแก่การใช้วิธีการนี้กับงานที่มีลักษณะของการถ่ายทอดข้อมูลลงบนตัวกลาง (conversion of data)

อนึ่งวิธีการ Acceptance Sampling มีเป้าหมายเพียงเพื่อขึ้นแนวทางในการตัดสินใจมิใช่เป็นวิธีที่จะใช้สำหรับคาดประมาณคุณภาพของงาน นอกจากนี้ยังมิใช่มีวิธีการที่ใช้ควบคุมคุณภาพของงานแต่เป็นวิธีที่ใช้สอบย้ำคุณภาพของงานว่ามีคุณภาพอยู่ในกรอบที่พึงหวังหรือกำหนดไว้หรือไม่

ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้บริโภคจะต้องกำหนดให้แน่ชัดลงไปว่า ต้องการงานในระดับคุณภาพใด นัยหนึ่งก็คือ ยอมรับให้เกิดข้อผิดพลาดได้กี่เปอร์เซนต์ ในเรื่องของการกำหนดระดับคุณภาพของงานนี้เป็นเรื่องที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งกันในระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคเพราะบุคคล 2 กลุ่มมีความสนใจในแนวทางที่กลับกัน กล่าวคือ ผู้บริโภคจะพยายามป้องกันตนเองมิให้ยอมรับงานที่มีคุณภาพต่ำ จึงกำหนดคุณภาพของงานไว้สูง คือกำหนดค่า (proportion or percentage of defective) ไว้ต่ำ ๆ ขณะที่ผู้ผลิตจะป้องกันตนเองมิให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับงานที่มีคุณภาพสูง ซึ่งความขัดแย้งนี้จะส่งผลสะท้อนออกมาในรูปของการเลือกใช้ Samplig plan ดังนั้น ในทางปฏิบัติ เราจึงจำเป็นต้องกำหนดคุณภาพของงานออกมาเป็น 2 ค่า เพื่อขจัดความขัดแย้งดังกล่าว ค่าทั้งสองจึงเป็นดัชนีของงาน Acceptance plan ซึ่งจะเป็นค่าที่ปรากฏจุดต่าง ๆ ของ OC-Curve แล้วแต่ว่าผู้ผลิตและผู้บริโภคจะตกลงกันว่าจะใช้ดัชนีใด

ดัชนีทั้งสองคือ

1. คุณภาพของงานที่มีความน่าจะเป็นที่จะทำให้ยอมรับงานได้ถึง .95 นั่นคือ Pa = .95 คุณภาพระดับนี้เรียกว่า Acceptable Quality Level (AQL) ระดับคุณภาพ (p) ของ

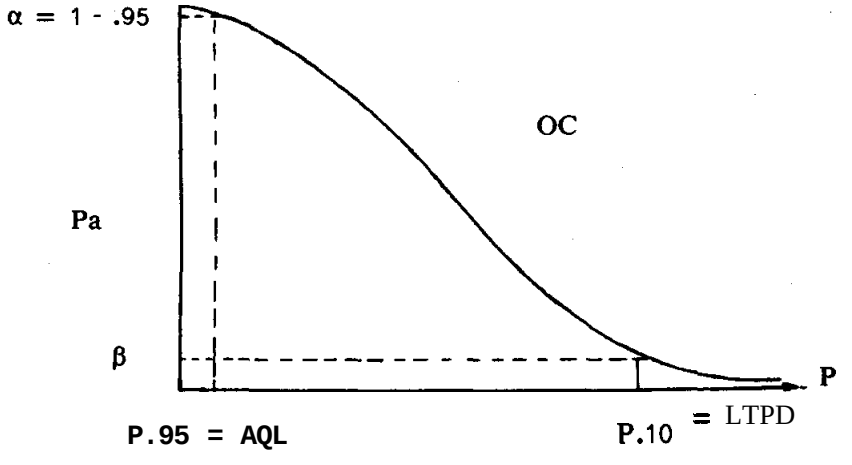
งานที่เป็น AQL คือ p.95 อ่านว่างานนั้นมีคุณภาพระดับ p ซึ่งเป็นระดับที่มีโอกาสได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคถึง 95%

2. คุณภาพของงานที่มีความน่าจะเป็นที่จะทำให้ยอมรับงานได้เพียง 0.10 หรือ Pa = .10 คุณภาพระดับนี้เป็นคุณภาพระดับต่ำที่สุดแล้วที่ผู้บริโภคจะทนยอมรับได้ ต่ำเกินกว่าที่จะไม่ยอมรับ เรียกว่า Lot Tolerance Fraction Defective (LTFD) หรือ Lot Tolerance Percentage Defective (LTPD) ระดับคุณภาพ (p) ของงานที่เป็น LTPD คือ p.10 อ่านว่างานนั้นเป็นงานที่มีคุณภาพในระดับ p ซึ่งเป็นระดับที่มีโอกาสได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเพียง 10%

ค่า AQL และ LTFD จึงเป็นค่าที่แสดงระดับคุณภาพของงานที่ออมชอมความสนใจของกลุ่มบุคคล 2 ฝ่าย โดย AQL คือระดับคุณภาพของงานที่ออมชอมกับผู้ผลิตในลักษณะที่ถ้าผลิตเสนองานที่มีคุณภาพเท่ากับ AQL แล้ว งานนั้นจะมีโอกาสผ่านการตรวจสอบไปได้ถึง 95% หรือมีโอกาสที่จะถูกปฏิเสธทั้ง ๆ ที่งานมีคุณภาพสูงเพียง $\alpha = 1 - Pa = 1 - .95 = .05$ หรือ 5% เรียก $\alpha = 1 / Pa$ ว่าความเสี่ยงของผู้ผลิต (Producer Risk)

ส่วน LTFD คือระดับคุณภาพของงานที่ออมชอมกับผู้บริโภคในลักษณะที่ถ้าผู้ผลิตเสนองานที่มีคุณภาพเท่ากับ LTFD มาให้ตรวจสอบแล้ว งานนั้นจะมีโอกาสผ่านการตรวจสอบเพียง 10% หรือโอกาสที่ผู้บริโภคจะต้องยอมรับงานที่มีคุณภาพต่ำเพียง $\beta = Pa = 0.10$ เรียก β ว่าความเสี่ยงของผู้บริโภค (Consumer Risk)

ทั้ง AQL และ LTFD เป็นระดับคุณภาพของงานที่ปรากฏขึ้นภายหลังจากการวาดเส้นโค้ง OC ดังภาพ



OC-Curve (Operating Characteristic Curve) คืออะไร โค้ง OC คือโค้งที่เกิดจากการ plot ค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงาน ณ. ระดับคุณภาพของงานต่าง ๆ นั่นคือ Pa (p′) = pr (ยอมรับงาน 1p′) เมื่อ p′ คือระดับคุณภาพของงานหรือ Proportion of defective โดยที่ $0 \leq Pa\ (p') \leq 1$ และ $p' \geq 0$

การ plot โค้ง OC ใช้แกนนอนเป็นแกนค่าของ p′ และแกนตั้งเป็นแกนของค่า Pa โค้งนี้จึงเป็นโค้งของค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงาน (lot) ณ. ระดับคุณภาพต่าง ๆ และจากโค้ง OC ซึ่งเราทราบค่า Pa แล้วจากการคำนวณ ค่าของ AQL และ LTFD ย่อมทราบได้โดยง่าย

ปัญหาจึงอยู่ที่ว่าจะสร้าง OC-Curve ได้อย่างไร? การจะทราบ OC-Curve ได้จำเป็นจะต้องทราบ Sampling plan และจะกำหนด Sampling plan ได้จำเป็นต้องทราบคุณภาพทั่วไป คือ อัตราถัวเฉลี่ยของระดับคุณภาพของงาน เรียกว่า p′ (True process average fraction defective of submitted lot) ซึ่งอาจทราบได้ด้วยการศึกษาภูมิหลังของงาน การสุ่มตัวอย่าง item มาเพื่อหาค่าประมาณของ p′ หรือไม่จำเป็นต้องทราบค่า p′ ก็ได้ แต่อาศัยเทคนิคการใช้ตาราง (Sampling Inspection Tables)

ความสำคัญของเส้นโค้ง OC

โค้ง OC คือโค้งที่ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนตรวจสอบ (Sampling plan) โดยจะต้องทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกันในระหว่างทุกค่าของ p′ ซึ่งแสดงระดับคุณภาพของงาน กล่าวคือ ถ้าระดับคุณภาพ p′ ของงานโค้ง OC จะแสดงระดับความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานนั้น (Pa) ของแต่ละแผน นัยหนึ่งโค้ง OC จะแสดงร้อยละ (ความน่าจะเป็น) ในระยะยาวของงาน (long run percentage of lot) ที่จะผ่านการยอมรับถ้าหากมีงานแบบเดียวกันนั้นเป็นจำนวนมากส่งมาให้ตรวจสอบ และเมื่อจำเป็นต้องตัดสินใจว่าควรจะ

---

1 หลักเกณฑ์เกี่ยวกับ acceptance sampling กำเนิดมาจาก Bell Telephone Laboratory ในปีคริสตศักราช 1920 สมัยนั้นเส้นโค้งนี้เรียกว่า Probability of Acceptance Curve ต่อมาก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 โค้งดังกล่าวถูกเปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็น Operating Characteristic Curve โดยพันเอก H. Zaring ซึ่งเป็นนักการทหารทำงานอยู่ที่ Balliatic Research Laboratory มลรัฐแมรี่แลนด์ ในฐานะหัวหน้าศูนย์ และพลเอก Leslire E. Simon เป็นผู้นำคำนี้มาใช้ในโอกาสต่อมาในบทความเรื่องการควบคุมคุณภาพซึ่งในไม่ช้าคำนี้กลับเป็นคำที่รู้จักใช้กันอย่างกว้างขวางในสาขาวิชาสถิติ

เลือกใช้แผนใดเป็นแผนที่จะพึงยึดถือปฏิบัติต่อไป เกณฑ์ตัดสินใจที่จะช่วยให้สามารถเลือกแผนตรวจสอบที่เหมาะสมก็คือโค้ง OC กล่าวคือ ถ้าแผนตรวจสอบใดให้โค้ง OC ที่ชันกว่าเราก็พึงเลือกใช้แผนนั้น เพราะโค้ง OC ที่ชันกว่าจะเป็นโค้ง OC ที่ก่อให้เกิด α และ β ที่ต่ำกว่า ซึ่งจะมีผลให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคทำงานด้วยระดับความเสี่ยงที่ต่ำกว่า นัยหนึ่งงานที่สอดคล้องกับแผนตรวจสอบที่มีโค้ง OC ลักษณะดังกล่าวนั้นมีคุณภาพสูง ให้ค่า AQL และ LTPD ต่ำ ผู้บริโภคมีความเสี่ยงที่จะต้องรับมอบงานที่มีคุณภาพต่ำได้น้อยกว่า ขณะเดียวกัน เมื่องานนั้นมีคุณภาพสูงผู้ผลิตก็จะมีความเสี่ยงที่จะเผชิญปัญหาที่งานนั้นได้รับการปฏิเสธได้น้อยกว่า

1.1 แผนตรวจสอบคุณภาพ (Acceptance Sampling Plan)

แผนตรวจสอบคุณภาพคือแผนปฏิบัติการที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของงาน ณ. ระดับคุณภาพที่กำหนด (หรือทราบค่าประมาณของระดับคุณภาพ) โดยการสุ่มตัวอย่าง item มาบางส่วนแล้วตัดสินใจยอมรับงานหรือปฏิเสธงานนั้นภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจนั้นด้วยการเปรียบเทียบจำนวนหน่วยบกพร่อง (defective) ที่พบจากตัวอย่างกับจำนวนหน่วยบกพร่องสูงสุดของแผนนั้นที่พอจะยอมรับได้ที่เรียกว่า acceptance number

แผนการตรวจสอบโดยทั่วไปมี 4 แบบ คือ Single Sampling Plan (SSP), Double Sampling Plan (DSP), Multpile Sampling Plan (MSP)., Sequential Sampling Plan (SQSP) ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะ Single Sampling Plan และ Double Sampling Plan ทั้งนี้เพราะ

1. SSP และ DSP มีวิธีการที่ง่ายสะดวกในทางปฏิบัติและมีตารางแสดงแผนต่าง ๆ ไว้ครบถ้วน เช่น Dodge-Roming Standard, ABC-Standard (หรือ Military-Standard 105)

2. SSP และ DSP มีวิธีการคำนวณหาค่า Pa ได้ไม่ยากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ MSP และ SQSP

3. MSP และ SQSP ใช้ได้ยากในทางปฏิบัติโดยเฉพาะในด้านการฝึกอบรมบุคคลากร

การใช้แผนการตรวจสอบจำเป็นต้องทำความเข้าใจในสัญญลักษณ์ต่อไปนี้

N = ขนาดของงาน (lot size) หรือขนาดของกลุ่มประชากร ในที่นี้คือ record หรือจำนวน specific field

n = ขนาดของตัวอย่าง (Sample size) ของหน่วย (item) ที่จะเลือกมาตรวจสอบจากกลุ่มของหน่วย (lot)

M = จำนวนหน่วยบกพร่องทั้งหมดในแต่ละงาน

m = จำนวนหน่วยบกพร่องทั้งหมดที่พบในกลุ่มตัวอย่าง

c = จำนวนหน่วยบกพร่องที่สูงที่สุดที่พอจะยอมให้มีได้ในกลุ่มตัวอย่าง (Acceptanced Number)

p = สัดส่วน (หรือร้อยละ) ของความบกพร่อง
= M/N สำหรับงาน
= m/n สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

p' = สัดส่วนโดยถัวเฉลี่ยของความบกพร่องของงาน

Pa = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับมอบงานหรือยอมรับว่างานมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด

α = ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธ (ไม่ยอมรับ) งานที่มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด (Producer risk)

β = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานที่มีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด (คุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนด)

p.95, P.10, p.05 = คุณภาพของงาน ณ. ระดับคุณภาพ (สัดส่วนของความบกพร่อง) ที่มีโอกาสจะผ่านการยอมรับได้ 95%, 10% และ 5% ตามลำดับ

AQL = สัดส่วนปริมาณต่ำของความบกพร่อง ที่ถ้างานใดคุณภาพเท่ากับค่านี้นั้นจะมีโอกาสได้รับการยอมรับสูงมาก โดยทั่วไปจะมีโอกาสสูงถึง 95% (AQL = Acceptance Quality Level)

AOQ = คุณภาพของงาน (สัดส่วนของงาน Defective) โดยถัวเฉลี่ยภายหลังจากที่ตรวจสอบแล้ว หมายความว่าได้นำงาน (lot) ประเภทเดียวกันที่มีคุณภาพเท่ากันมาตรวจสอบงานใดมี Defective มากกว่าปริมาณที่พอยอมรับได้ (c) จะถูกปฏิเสธและต้องนำไปตรวจสอบใหม่ทั้งหมด (100% Inspection) พร้อมทั้งแก้ไขหน่วย (item) ที่พบว่า

เป็น Defective งานใดมี Defective ไม่เกินปริมาณที่พอยอมรับได้ (c) จะผ่านการยอมรับดำเนินการเช่นนี้จนครบทุกงาน อัตราถัวเฉลี่ยของคุณภาพของงานเหล่านี้เรียกว่า AOQ (Average Outgoing Quality)

สมมุติว่ามีงานประเภทเดียวกัน 30 งาน ทุกงานถือว่าใกล้เคียงกัน คือมีสัดส่วนของ Defective เท่ากับ p = .02 คือมี item ที่ผิดข้อกำหนดปะปนอยู่ร้อยละ 2 เราดำเนินการตรวจสอบทีละงาน งานใดที่มีจำนวน Defective ต่ำกว่าค่า c จะผ่านการยอมรับและถือว่ามีคุณภาพเท่ากับ p = .02 งานใดถูกปฏิเสธผู้ผลิตจะต้องนำงานนั้นไปแก้ไขใหม่ทั้งหมดโดยตรวจสอบทุก item และแก้ไข item ที่พบว่าผิดให้ถูกต้อง (Rectification หรือ Screening) งานที่ผ่าน Screening Inspection จะถือว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์ คือ p = 0 เมื่อตรวจสอบและแก้ไขเช่นนี้ครบทุกงาน คุณภาพโดยถัวเฉลี่ยของงาน (คือ p) เหล่านี้เรียกว่า AOQ ค่า AOQ โดยปกติจะมีค่าไม่เกินค่าของ p ในตอนเริ่มต้นในที่นี้ AOQ $\leq$ .02

AOQL = ค่าสูงสุดของ AOQ

ค่าสูงสุดของ AOQ คือค่าแสดงระดับคุณภาพของงานที่ถือว่าต่ำสุดในบรรดาระดับคุณภาพ AOQ โดยปกติค่า AOQL จะมีค่าได้ไม่เกินกว่า p เดิม คือ AOQL $\leq$ p

โค้ง AOQ = โค้งแสดงที่เชื่อมโยงระดับคุณภาพเดิมของงาน p (Incoming fracton Defective) กับระดับคุณภาพใหม่ภายหลังตรวจและปรับปรุงคุณภาพของงานบางงานที่ถูกปฏิเสธ (Outgoing fraction Defective)

โค้ง AOQ จะช่วยชี้ให้เห็นว่าถ้างาน (งานประเภทเดียวกัน ระดับคุณภาพใกล้เคียงกันหลาย ๆ ชุด หรืองานเดิมแต่ผ่านการตรวจสอบมาแล้วหลายขั้นตอนเป็นระยะ ๆ) ผ่านการตรวจและแก้มาแล้ว ระดับคุณภาพเดิมจะเปลี่ยนไปอย่างไร มากน้อยเพียงใด นอกนี้โค้ง AOQ จะชี้ให้เห็นว่าในทางปฏิบัติแล้วน่าจะเชื่อได้ว่างานมีคุณภาพเพียงใดควรยึดถือเอาระดับคุณภาพใดไปใช้เป็นเกณฑ์แสดงคุณภาพของงานในอนาคต เกณฑ์ดังกล่าวคือ AOQL เพราะในระยะยาวแล้วค่า AOQ จะไม่สูงเกินกว่า AOQL ไปได้

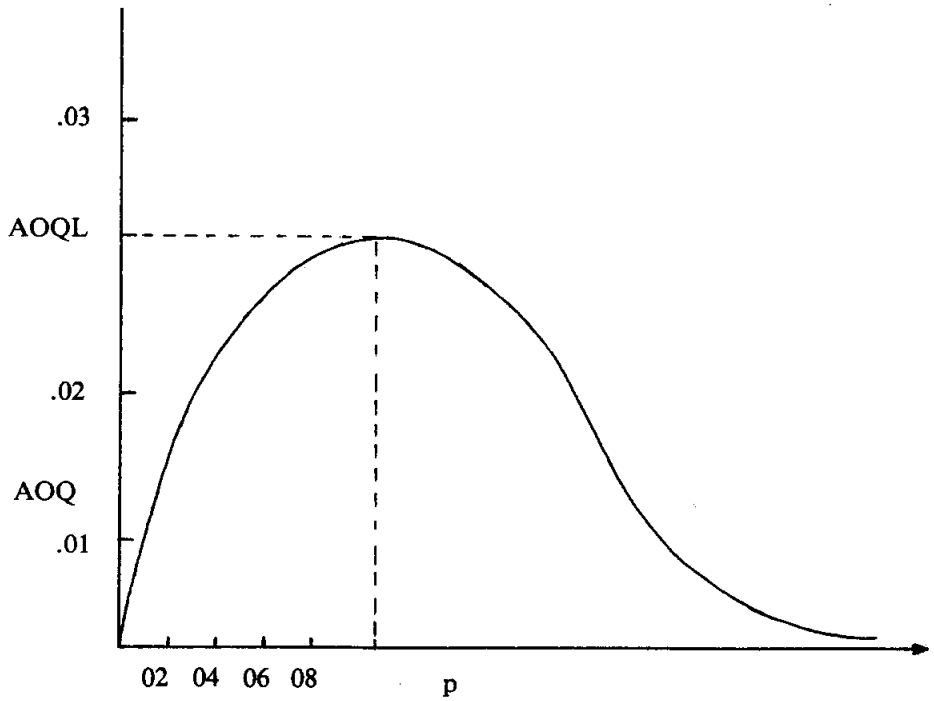
ดังที่กล่าวแล้ว ค่า AOQ จะมีค่าไม่เกินระดับคุณภาพเดิม คือ $AOQ \leq p$ ถ้า $AOQ \ll p$ แสดงว่าผู้ตรวจและแก้ไขในระยะก่อนทำงานได้ดี ถ้า $AOQ \equiv p$ แสดงว่าผู้ตรวจและแก้ไขในระยะก่อนทำงานบกพร่อง ความบกพร่องมีได้ 2 ลักษณะ คือ

(1) β-error คือยอมรับ item ที่ผิดว่าถูกต้อง การยอมรับอาจเป็นไปในลักษณะไม่ตั้งใจ เช่น เผลอเรอหรือไม่ถี่ถ้วนพอ ทำให้ผ่าน Defective item เข้ามาในงาน (lot)

(2) α-error คือปฏิเสธ item ที่ถูกต้อง หมายความว่า item เดิมถูกต้องแล้วแต่ผู้ตรวจแก้ดำเนินการแก้ไขเสียใหม่ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากความไม่แม่นยำในข้อสั่งชี้แจงหรือข้อกำหนดหรือไม่เข้าใจระหัส

โดยปกติผู้ตรวจแก้จะสร้าง β-error มากกว่า α-error

โค้ง AOQ มีลักษณะดังภาพ



ที่มา : Gupta, Op cit., p 194

ลักษณะของโค้งเป็นเช่นที่ปรากฏเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

ถ้านำงานที่มีคุณภาพสูง (p มีค่าต่ำ มาตรวจสอบ โอกาสที่จะพบตัวอย่างที่ไม่ดีอันมีผลถึง Screening Inspection จะปรากฏได้น้อย เมื่อ p มีค่าสูงขึ้น โอกาสที่จะพบตัวอย่างที่ไม่ดีย่อมมากขึ้น ส่งผลให้เกิด Screening Inspection ซึ่งทำให้งานมีคุณภาพสูงขึ้น แปลว่า AOQ มีค่าต่ำกว่า p นั่นคือโค้ง AOQ จะค่อย ๆ ลาดชันขึ้นเป็นลำดับเมื่อ p มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้นซึ่งเป็นค่าน้อยจนถึงสุดยอด ซึ่งก็คือค่า AOQL จากนั้นโค้งจะลาดต่ำลงตามลำดับเมื่อ p มีค่าสูงขึ้น ๆ

หรือเมื่อพิจารณาที่ค่า AOQL โค้งจะลาดต่ำลงมาทางซ้าย (แต่มีระดับความชันสูงกว่าทางขวา) ทั้งนี้เพราะงานเดิมมีคุณภาพดีอยู่แล้ว และลาดต่ำลงไปทางขวาเพราะงานเดิมมีคุณภาพต่ำ (p มีค่าสูง ซึ่งมีโอกาสทำให้เกิด Screening Inspection ได้มาก และภายหลังจากผ่าน Screening Inspection งานจะมีคุณภาพสูงขึ้นกว่าคุณภาพเดิม)

ปัญหาข้อขัดแย้งอันเนื่องมาจากโค้ง AOQ ลาดต่ำลงทางขวา (ด้านที่ p มีค่าสูง) มากกว่าก็คือ ถ้า p มีค่าสูงขึ้น AOQ จะมีค่าต่ำลงนั่นแปลว่าเราควรสร้างงานให้มีคุณภาพต่ำไว้ (p สูง) เพื่อจะให้ได้ AOQ ต่ำข้อนี้ไม่ถูกต้อง เพราะถ้าผลิตงานมีคุณภาพต่ำ AOQ จะมีค่าต่ำได้ จะต้องผ่าน Screening Inspection (100% Inspection) Screening Inspection เป็นกระบวนการที่สูญเสียแรงงานและค่าใช้จ่ายสูงมากดังนั้น ถ้าจะใช้ AOQ มีค่าต่ำโดยใช้ยุทธวิธีสร้างงานเดิมให้มีคุณภาพต่ำ (p สูง) จะไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย เวลาและกำลังงานที่สูญไปในทางปฏิบัติ เราจึงเลือกใช้ AOQL เป็นหลักโดยกำหนดคุณภาพของงาน

การคำนวณหาค่า AOQ (ค่าทั่วไป) ใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$AOQ = p' Pa(p') \text{ หรือ } 100\ AOQ\% = (100p') Pa(p')$$

พิสูจน์

นำงานขนาด N ระดับคุณภาพใกล้เคียงกันจำนวนหนึ่งมาตรวจสอบ สมมุติจำนวนงานประกอบด้วย (X + Y) โดยที่ X คือจำนวนงานที่สามารถผ่านการตรวจสอบไปได้ (Accepted lot) Y คือจำนวนงานที่ถูกปฏิเสธ

ให้งานเหล่านี้มีคุณภาพใกล้เคียงกับเท่ากับ p_i

$\therefore$ จำนวน Defective item ในงานที่ผ่านการตรวจสอบ = $p'NX$ หน่วย

Y คือจำนวนที่ถูกปฏิเสธ (Rejected lots) ซึ่งเมื่อถูกปฏิเสธทุกงานจะผ่าน Screening Inspection มีผลให้งานทั้ง Y ชุดไม่มี Defective ปะปนอยู่

วิธีที่ 1[1] โดยใช้ Peach Littaner Method

ขั้นที่ 1 $$\frac{X^2_{\alpha,\,2(c+1)}}{X^2_{1-\beta,\,2(c+1)}} = \frac{2np_1}{2np_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{AQL}{LTPD}$$

เปิดตาราง X^2 ณ. ระดับความน่าจะเป็น α และ $1-\beta$ โดยค่อย ๆ เปรียบเทียบทีละคู่ตามลำดับของแถว (df) จนกว่าจะพบคู่ที่ให้ผลหารเท่ากับ $\frac{AQL}{LTPD}$ ค่า df หรือแถวนั้นก็คือค่าที่ต้องการ ถ้าแถวที่เช่น r ทำให้ผลหาร $\frac{X^2_{\alpha,r}}{X^2_{1-\beta,r}}$ เท่ากับ $\frac{AQL}{LTPD}$ แสดงว่า $2(c+1) = r$, ดังนั้น $c = 1 - \frac{r}{2}$

ขั้นที่ 2 เมื่อได้ค่า c ดำเนินการหาค่า n ได้จากสมการต่อไปนี้สมการใดสมการหนึ่ง คือ

$$X^2_{\alpha,\,2(c+1)} = np_1$$

หรือ $$X^2_{1-\beta,\,2(c+1)} = np_2$$

แสดงว่า $n = \frac{1}{p_1} X^2_{\alpha,\,2(c+1)}$ หรือ $\frac{1}{p_2} X^2_{1-\beta,\,2(c+1)}$

แผนการตรวจสอบที่ต้องการคือ $\left\{ \begin{matrix} N \\ n \\ c \end{matrix} \right.$ ตามต้องการ

วิธีที่ 2 สร้างแผนตรวจสอบที่สอดคล้องกับจุด (AQL, $1-\alpha$) (LTPD, β) โดยแก้จากสมการทวินาม

$\because$ α = Pr (ปฏิเสธงานเมื่องานมีคุณภาพเท่ากับ AQL)

= Pr (ปฏิเสธงาน $|p = AQL = p_1$)

β = Pr (ยอมรับงานเมื่องานมีคุณภาพเท่ากับ LTPD)

= Pr (ยอมรับงาน $|p = LTPD = p_2$)

ให้ Pa = Pr (ยอมรับงาน $|p = p_1$)

นั่นคือ $Pa = 1 - \alpha$

ให้ ^2Pa = Pr (ยอมรับงาน $|p = p_2$)

นั่นคือ $^2Pa = \beta$

---

[1] Issac N. Gibra, Probability and Statistical Inference for Scienctists and Engineers (Prentice-Hall Inc., NJ, 1973) p.498

ดังนั้น $^{1}Pa = 1 - \alpha = \sum_{x=0}^{c} \binom{n}{x} p_1^x (1 - p_1)^{n-x}$ .....(1)

และ $^{2}Pa = \beta = \sum_{x=0}^{c} \binom{n}{x} p_2^x (1 - p_2)^{n-x}$ .....(2)

แก้สมการทั้งสองหาค่า n, c โดยอาศัยตารางสะสมทวินาม

วิธีที่ 3[1] สร้างแผนตรวจสอบโดยการใช้ตารางพัวซองสะสม

ขั้นที่ 1. คำนวณหาอัตราส่วน $R_0 = \frac{p_1}{p_2} = \frac{AQL}{LTPD}$

ขั้นที่ 2. หาค่า np_1 และ np_2 จากสมการ

$$1 - \alpha = \frac{e^{-np_1} (np_1)^c}{c!}$$

และ $$\beta = \frac{e^{-np_2} (np_2)^c}{c!}$$

ทั้งนี้ให้ดำเนินการหาค่า np_1 และ np_2 ดังกล่าวโดยเริ่มกำหนดค่า c=0, c=1, c=2 เรื่อยไป การคำนวณให้ใช้ตารางพัวซอง ณ. ระดับความน่าจะเป็นเท่ากับ $1-\alpha$ และ β ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3. ตรวจดูเศษส่วน $\frac{np_1}{np_2}$ ซึ่งก็คือ $\frac{p_1}{p_2}$ ถ้าผลหารหรืออัตราส่วนนี้มีค่าเท่ากับ R_0 แสดงว่าค่า c ที่ต้องการมีค่าเท่ากับ c ที่ก่อให้เกิด np_1 และ np_2 ดังกล่าว นั่นคือ ถ้า c=c′ มีผลให้ $np_1 = a_1$ และ $np_2 = a_2$ และ $\frac{np_1}{np_2} = \frac{a_1}{a_2} R_0$ แสดงว่า ค่า c มีค่าเท่ากับ c′

ขั้นที่ 4. คำนวณหาค่า n จากสมการ $np_1 = a_1$ หรือ $np_2 = a_2$

นั่นคือ $n = \frac{a_1}{p_1}$ หรือ $\frac{a_2}{p_2}$

(2) สร้างแผนตรวจสอบโดยอาศัยตารางซึ่งเสนอโดย dodge-roming STD และ ABC-STD (หรือ MIL-STD 105)

วิธีนี้สะดวกรวดเร็วและเป็นวิธีที่จะยึดถือปฏิบัติต่อไป

---

[1] Isaac N. Gibra, Opcit., p 499.

2. AOQ = p'Pa(p') เมื่อ Defective item ในกลุ่มตัวอย่างไม่ได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective item (Rectify)

หรือ

$$AOQ = \frac{N-n}{N} p'Pa(p')$$ เมื่อ Defective item ในกลุ่มตัวอย่างได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective item

แต่ถ้า $N \to \infty$ แล้ว $AOQ \cong p'Pa(p')$

3. Average Sampling Number (ASN) $= n$

4. Average Total Inspection (ATT)

$$= \frac{n+(1-Pa(p'))(N-n)}{1-p'}$$

$$= \frac{n+(1-Pa(p'))N-(1-Pa(p'))n}{1-p'}$$

$$= \frac{n-n+nPa(p')+(1-Pa(p'))N}{1-p'}$$

$$= \frac{nPa(p')+(1-Pa(p'))N}{1-p'}$$

ATI คือจำนวน Item โดยถัวเฉลี่ยที่จะต้องใช้ในการตรวจสอบทั้งหมดของแต่ละงาน ค่านี้ใช้สำหรับเปรียบเทียบแผนตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกันในระหว่างแผน แผนใดให้ค่า ATI ต่ำกว่าเราพึงเลือกใช้แผนนั้น เพราะเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ (Cost of Inspection) น้อยกว่า

Dodge-Romig-STD และ ABC-STD จะเสนอเฉพาะแผนที่ให้ค่า ATI ต่ำสุดไว้ในตาราง ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาวิเคราะห์เปรียบเทียบให้เสียเวลา และในทางปฏิบัติเราจะเลือกใช้วิธีการทั้งสองดังกล่าว ซึ่งจะศึกษาโดยละเอียดต่อไป

ข. Double Sampling Plan (DSP)

เมื่อกำหนดระดับคุณภาพของงาน (lot quality) เท่ากับ p' แผนตรวจสอบแบบ DSP จะสร้างขึ้นโดยสุ่มตัวอย่าง Item จากงานนั้นมาไม่เกิน 2 ชุดขนาด n_1 และ n_2 ตามลำดับ โดยใช้เกณฑ์ตัดสินใจ (Acceptance Number) 2 ตัวคือ c_1 และ c_2 แผนตรวจสอบดังกล่าวคือ

$$\begin{cases} N \\ n_1 \\ c_1 \\ n_2 \\ c_2 \end{cases}$$

N = จำนวน Item ในงานที่ตรวจสอบ n_1 = จำนวน Item ในกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 1

c_1 = จำนวน Defective Item สูงสุดที่พอจะยอมให้มีได้ในตัวอย่างชุดที่ 1

n_2 = จำนวน Item ในกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 2 n_1+n_2 = จำนวน Item ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองชุด

c_2 = จำนวน Defective Item สูงสุดที่พอจะยอมให้มีได้ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองชุดรวมกัน

d_1 = จำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 1 d_2 = จำนวน defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 2

ดังนั้น โดยนัยของ DSP แผนดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของงานให้ดำเนินการดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างชุดที่ 1 ขนาด n_1 มาจากกลุ่มของ Item N หน่วย
2. ยอมรับงานทั้งหมดถ้าจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 1 มีจำนวนไม่เกินกว่า c_1 หน่วย $(d_1 < c_1 | n_1)$
3. ปฏิเสธงานทั้งหมดถ้าจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 1 มีจำนวนเกินกว่า c_2 หน่วย $(d_1 > c_2 | n_1, c_1 < c_2)$
4. สุ่มตัวอย่างชุดที่ 2 มาสอบย้ำ n_2 หน่วย เมื่อเกิดปัญหาคือจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 1 มากเกินกว่า c_1 แต่ไม่เกิน c_1c_2 $(c_1 < d_1 < c_2 | n_1)$
5. ยอมรับงานทั้งหมดถ้าจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างรวมขนาด (n_1+n_2) มีจำนวนไม่เกิน c_2 หน่วย $(d_1+d_2 \le c_2 | n_1+n_2)$
6. ปฏิเสธงานทั้งหมดถ้าจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างรวมขนาด (n_1+n_2) มีจำนวนเกินกว่า c_2 หน่วย $(d_1+d_2 > c_2 | n_1+n_2)$

จะเห็นได้ว่าเราจะยอมรับงานก็ต่อเมื่อ

$d_1 \le c_1 | n_1$ หรือ $d_1+d_2 \le c_2 | n_1+n_2$

การศึกษา DSP ควรทราบสัญญลักษณ์บางตัวเพิ่มเติมดังนี้

$Pa_1(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานคุณภาพ p' โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างชุดที่ 1

$Pr_1(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธงานคุณภาพ p′ โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างชุดที่ 1

$Pr_2(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานคุณภาพ p′ โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างชุดที่ 2

$Pr_2(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธงานคุณภาพ p′ โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างชุดที่ 2

$Pa(p') = Pa_2(p') + (Pa_2(p')$

$Pa(p')$ = ความน่าจะเป็นที่ยอมรับงานคุณภาพ p′ โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างทั้ง 2 ชุด

$Pr(p') = (1 - Pa(p'))$

= ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธงานคุณภาพ P′ โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างทั้ง 2 ชุด

$Pr_1(p') = (1 - Pa(p')) - Pr_2(p')$

$Pr_2(p') = (1 - Pa(p')) - Pr_1(p')$

1. การสร้างแผนตรวจสอบของ DSP

แผนตรวจสอบของ DSP ที่เหมาะสมคือแผนที่กำหนดขึ้นโดย Dodge-Romig STD และ ABC-STD (หรือ MIL-STD 105) โดยที่ Dodge-Romig STD เสนอโดยใช้ AOQL และ LTPD เป็นเกณฑ์กำหนด โดยมุ่งลด ATI ให้มีค่าต่ำสุด เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่ำที่สุด แผนต่าง ๆ ตามวิธีของ Dodge-Romig STD จึงเป็นแผนตรวจสอบที่ให้ค่า ATI ต่ำสุดเสมอ ส่วน ABC-STD เสนอโดยใช้ AQL แผนเหล่านี้จะได้กล่าวถึงในลำดับต่อไป

2. AOQ

วิธีการของ DSP สามารถคำนวณหาค่า AOQ ได้ 5 วิธีดังนี้

(1) เมื่อจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างชุดที่ 1 (Undecided Sample) ได้รับการแทนที่และ $c_2 > c_1, c_1 = 0$

$$AOQ = p_1 Pa_1(p') + \frac{N - n_1}{N} Pa_2(p')$$

โดยที่ $Pa_1(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานระดับคุณภาพ p′ สำหรับตัวอย่างที่ 1

$Pa_2(p')$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงานระดับคุณภาพ p′ สำหรับตัวอย่างที่ 2

(2) เมื่อจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างที่ 1 (Undecided Sample) และตัวอย่างที่ 2 (Accepted Sample) ได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective Item และ

$c_2 > c_1,\ c_1 = 0 : AOQ = p'Pa_1(p' + \frac{p'(N-n_1-n_2)\ Pa_2(p')}{N}$

หรือ

$$\%AOQ = (100p')Pa_1(p') + \frac{(100p')(N-n_1-n_2)Pa_2(p')}{N}$$

(3) เมื่อจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างที่ 1 (Accepted Sample) ไม่ได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective Item แต่ถ้าเป็น Undecided Sample จะได้รับการแทนที่และ $c_1 > c_2 > 0$

$$AOQ = p'Pa_1(p') + \frac{(N-n_1)}{N}p'Pa_2(p')$$

หรือ

$$\%AOQ = (100p')Pa_1(p') + \frac{(N-n_1)}{N}(100p')Pa_2(p')$$

(4) เมื่อจำนวน Defective Item ในตัวอย่างที่ 1 (Accepted Sample) ไม่ได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective Item แต่ถ้าตัวอย่างที่ 1 เป็น Undecided Sample และตัวอย่างที่ 2 เป็น Accepted Sample หน่วยที่ Defective Item จะได้รับการแทนที่ และ $c_2 > c_1 > 0$

$$AOQ = p' \frac{(N-n_1-n_2)}{N}p'Pa_2(p')$$

หรือ

$$\%AOQ = (100p') \frac{(N-n_1-n_2)}{N}(100p')Pa_2(p')$$

(5) เมื่อจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างที่ 1 ได้รับการแทนที่ด้วย Nondefective Item และ $c_2 > c_1 > 0$

$$AOQ = \frac{(N-n_1)p'Pa_1(p')}{N} + \frac{(N-n_1-n_2)p'Pa_2(p')}{N}$$

หรือ

$$\%AOQ = \frac{(N-n_1)(100p')\ Pa_1(p')}{N} + \frac{(N-n_1-n_2)(100p')Pa_2(p')}{N}$$

(6) โดยทั่วไปเมื่อ $N > > n_1, n_2$ แล้ว $AOQ \cong p'Pa(p')$

3. $ASN = n_1 + n_2 (1 - Pa_1(p') - Pa_1(p'))$

4. $ATI = \dfrac{n_1 Pa_1(p') + (n_1 + n_2) Pa_2(p') + N(1 - Pa_1(p') - Pa_2(p'))}{1 - p'}$

แผนตรวจสอบโดยวิธี DSP ให้ประโยชน์สูงกว่า SSP เป็น 2 ประการ

(1) DSP ใช้ ATI น้อยกว่า SSP แสดงว่าเสียเวลาตรวจสอบและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบน้อยกว่า

(2) DSP ให้ผลดีในด้านจิตวิทยา มากกว่า เพราะเปิดโอกาสให้มีการตรวจสอบถึง 2 ครั้งหรือให้โอกาสที่ 2 (Second chance) แก่งานที่มีปัญหาโดยเฉพาะปัญหาถกเถียงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค (งานดีเกินกว่าจะปฏิเสธได้ แต่เลวเกินกว่าที่จะยอมรับได้) อนึ่งแผน DSP นี้ไม่มีแผนตรวจสอบใดที่ใช้ค่า $c = 0$ คือปฏิเสธ lot เมื่อพบ Defective Item เพียงหน่วยเดียว ดังนั้น DSP จึงให้ประโยชน์ร่วมกันทั้งฝ่ายผู้ผลิตและผู้บริโภคคือผู้บริโภคสามารถกล่าวกับผู้ผลิตได้ชัดเจนว่าที่ปฏิเสธ lot ไปนั้นได้ให้โอกาสแก่ผู้ผลิตแล้วถึง 2 ครั้ง ขณะเดียวกัน ผู้ผลิตจะรู้สึกต่อต้านอย่างมากถ้าผู้บริโภคปฏิเสธทั้ง lot โดยอาศัยข้อสนเทศจากตัวอย่างชุดเดียวและปฏิเสธโดยยึดถือข้อสนเทศจากการพบ Defective Item เพียงหน่วยเดียว (กรณี $c = 0$) โดยนัยแห่ง DSP ประกาศนี้จึงแก้ ข้อโต้แย้งของผู้ผลิตได้

1.2 การคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับงาน (Probability of Acceptance, Pa)

(1) การหาค่า Pa ของกรณี SSP

วิธีที่ 1. คำนวณหาโดยตรงจากการกระจายแบบไฮเปอร์จีออร์เมตริก (Hypergeometric Distribution)

จากแผนตรวจสอบงาน ณ. ระดับคุณภาพ p' คือ $\begin{Bmatrix} N \\ n \\ c \end{Bmatrix}$ ให้ d คือจำนวน Defective Item ที่พบในตัวอย่างขนาด n

เราจะยอมรับงานก็ต่อเมื่อ $d \leq c$

โดยวิธีการของการกระจายแบบไฮเปอร์จีออร์เมตริก ให้แบ่ง Item N หน่วยออกเป็น 2 ส่วนคือ Defective Item และ Nondefective Item ในที่นี้งานมีคุณภาพ ณ.