บทที่ 2

การกู้ข้อมูล

ในการดำเนินการกู้ข้อมูล สามารถดำเนินได้ 3 ประการคือ

1. กลยุทธ์การสำรอง (Backup Strategies) [2]
2. การกู้แบบถอยกลับ (Backward Recovery / Backout) [5,10]
3. การกู้แบบคืบหน้า (Forward Recovery) [5]

1. กลยุทธ์การสำรอง

กลยุทธ์ในการทำการสำรองมีหลายวิธี เช่น

1.1 การบันทึกคู่ของข้อมูล (Dual Recording of Data)

1.2 การเทเป็นระยะเวลาของข้อมูล (Periodic Dumping of Data)

1.3 การลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้า (Logging Input Transaction)

1.4 การลงบันทึกการเปลี่ยนแปลงข้อมูล (Logging Changes to The Data)

กลยุทธ์เหล่านี้สามารถใช้ในการสำรองฐานข้อมูลได้ ส่วนวิธีของการกู้ขึ้นกับการเลือกกลยุทธ์ในการสำรอง ดังนั้นผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator) ควรเลือกกลยุทธ์ในการสำรอง โดยคำนึงระหว่างความจำเป็นหรือความยากของการสร้างฐานข้อมูลอีกครั้งและต้นทุนของการดำเนินการสำรอง ซึ่งต้นทุนของการสำรองถูกวัดในเทอมของ

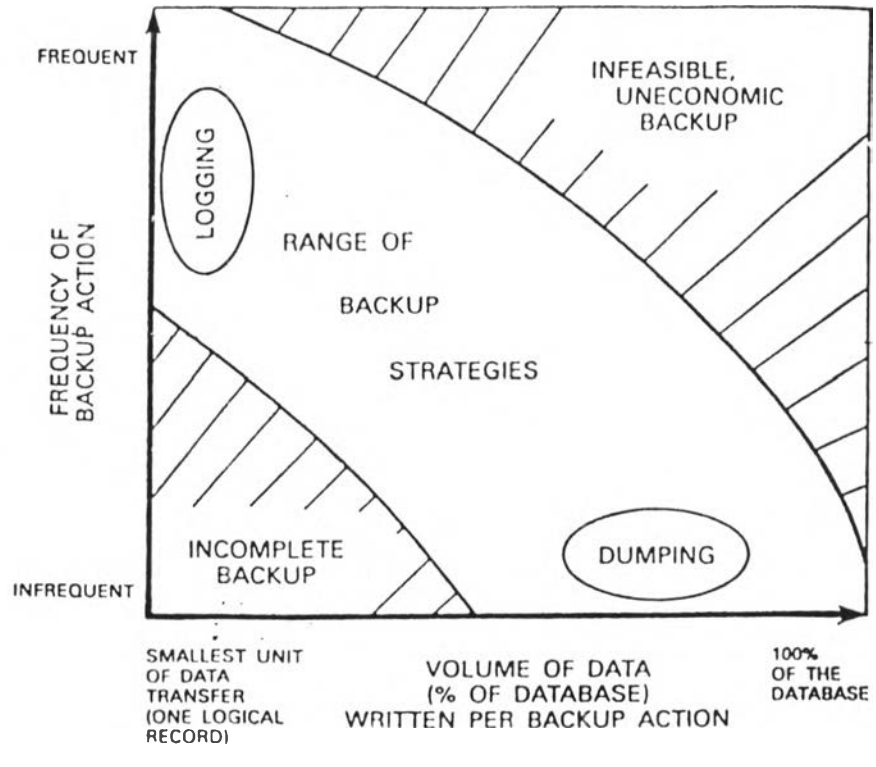
ก. การขัดจังหวะของความพร้อมของฐานข้อมูล

ข. การลดของประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลง

ค. หน่วยเก็บของข้อมูลซ้ำซ้อน

การสำรองที่มีความถี่มากขึ้นจะมีผลให้การกู้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และถูกต้องมากยิ่งขึ้น สิ่งเหล่านี้จะถูกนำมาพิจารณาด้วย

การเลือกกลยุทธ์ในการสำรองที่แท้จริง โดยเลือกเมื่อไหร่ และจำนวนเท่าไหร่ ของข้อมูลในการสำเนาลงสื่อสำรอง คำว่าเมื่อไร หมายถึงทุก ๆ วินาที หรือทุก ๆ การเปลี่ยนแปลงของฐานข้อมูล จนถึงทุก ๆ อาทิตย์ ทุก ๆ เดือน หรือมากกว่านั้น ส่วนคำว่า จำนวนเท่าไหร่ หมายถึงช่วงจากกลุ่มของระเบียนจนถึงฐานข้อมูลทั้งหมด อย่างไรก็ตาม กลยุทธ์ในการสำรองจะมี 2 ส่วน กล่าวคือ ช่วงที่ต่อเนื่องจากการลงบันทึก (Logging) ด้วยข้อมูลจำนวนน้อยแต่ความถี่สูง ถึงการเท (Dumping) ข้อมูลจำนวนมากเป็นระยะเวลา โดยทั่วไป กลยุทธ์การสำรองที่ดี ควรจะรักษาความสมดุลของ 2 ส่วนดังกล่าวให้ต่อเนื่อง ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงถึงกลยุทธ์การสำรองระหว่างการลงบันทึกและการเท



รูปที่ 1 การลงบันทึกและการเท

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 การบันทึกคู่ของข้อมูล

กลยุทธ์การสำรองอย่างหนึ่ง ที่บำรุงรักษาสำเนาของฐานข้อมูลอย่างสมบูรณ์ ทั้งแบบเชื่อมตรง (Online) และมีการเปลี่ยนแปลง (Updating) ในเวลาเดียวกัน กลยุทธ์การบันทึกคู่นี้ใช้ประโยชน์เมื่อการกู้ต้องการใช้เวลาสั้น กลยุทธ์นี้ให้การป้องกันที่ดีสำหรับความเสียหายของจานบันทึก (Disk Failure) แต่ไม่ได้ป้องกันเหตุการณ์เมื่อเกิดความเสียหายข้อมูลบนจานบันทึกทั้งคู่ เช่น ความเสียหายของเครื่องให้กำลังไฟฟ้า (Power Failure) หรือโปรแกรมที่เปลี่ยนแปลงผิดพลาด (Faulty Update Program) เป็นต้น การเก็บสำเนาในสถานที่แยกจากกันทางกายภาพจะทำให้มีการป้องกันเพิ่มขึ้น ถ้าสำเนาของฐานข้อมูลถูกเก็บบนสื่อหรืออุปกรณ์ที่คงทนมากขึ้น จะทำให้การป้องกันได้มากยิ่งขึ้น สำหรับการกู้ ถ้าฐานข้อมูลหนึ่งหยุดทำงาน ระบบสามารถเปลี่ยนสวิทช์ของสถานะ และดำเนินการกับอีกฐานข้อมูลได้ ในขณะที่ฐานข้อมูลถูกกู้กลับคืนสู่สถานะเดิม ข้อจำกัดของการป้องกันนี้ ทำให้การนำมาซึ่งต้นทุนในการเพิ่มความจุของอุปกรณ์สำรองและช่องสัญญาณ (Channel) กลยุทธ์นี้สามารถขยายโดยการเพิ่มหน่วยประมวลผลกลางคู่ (Dual Processor) เช่น โครงแบบระบบควบคู่ (Duplexed System Configuration) จะให้การป้องกันการสำรองมากขึ้น โดยที่ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นด้วย

1.2 การเทเป็นระยะเวลาของข้อมูล

วิธีที่สอง ซึ่งอาจเป็นกลยุทธ์ที่ธรรมดามาก โดยการเทเป็นระยะของฐานข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วน สถานะของฐานข้อมูลหรือบางส่วนจะถูกเก็บไว้ ณ จุดที่ทำการสำเนาบนสื่อสำรองข้อมูล เช่น แถบบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic Tape) ชุดจานบันทึกแม่เหล็กแบบเคลื่อนย้าย (Removable Magnetic Disk Pack) หรือจานแสง (Optical Disk) เป็นต้น การเทอาจจะทำบนพื้นฐานของช่วงเวลาเป็นระยะ ๆ แบบอัตโนมัติ โดยช่วงเวลาที่คงที่หรือกำหนดโดยบุคลากรด้านการบริหารฐานข้อมูล ซึ่งอาจเป็นแต่ละวัน อาทิตย์ เดือน หรือหลังจากช่วงของการแก้ไขอย่างมาก สำหรับข้อมูลขนาดใหญ่ การเทอาจใช้หลายชั่วโมง อาจทำให้ขั้นตอนดังกล่าวไม่ถูกยอมรับในบางสิ่งแวดล้อมได้

การเทอาจถูกกระทำบนพื้นฐานทางตรรกะหรือกายภาพ (Logical or Physical Basic) การเทเชิงตรรกะ (Logical Dump) ทำสำเนาระเบียนแบบตรรกะในลำดับทางตรรกะ ส่วนการเทเชิงกายภาพ (Physical Dump) สำเนากลุ่มหรือวง (Blocks

or Tracks) แบบกายภาพในลำดับเลขที่คลู่ (Address) โดยทั่ว ๆ ไป การเทเชิงกายภาพจะเร็วกว่าการเทเชิงตรรกะเมื่อจำนวนข้อมูลเดียวกัน แต่การกู้จะยากกว่า การเทเชิงกายภาพนำไปประยุกต์กับปริมาตร (Volume) ทั้งหมดบนอุปกรณ์หน่วยเก็บ (Storage Device) หรือบางครั้งอาจเป็นบางส่วนที่ต่อเนื่องกันในพื้นที่เลขที่คลู่ (Address Space) กรณีอุปกรณ์สามารถแบ่งส่วนได้

การกู้ด้วยการเทเชิงกายภาพยากกว่าการเทเชิงตรรกะ ถ้าข้อมูลบนปริมาตรสูญหายหรือถูกทำลาย การเทต้องถูกบรรจุอีกครั้ง (Reload) ลงบนปริมาตรของอุปกรณ์หน่วยเก็บที่ใช้งานคลู่ ถ้ามีอุปกรณ์หน่วยเก็บหนึ่งอุปกรณ์ หรือถ้าระบบต้องการการเทเชิงกายภาพที่ถูกบรรจุอีกครั้ง ลงบนเฉพาะปริมาตรจากการสำเนา ดังนั้นการบรรจุอีกครั้งของการสำรองจะทำลายแฟ้มข้อมูลปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำตามขั้นตอนดังกล่าว

1. ทำการเทเชิงกายภาพของปริมาตรปัจจุบัน
2. บรรจุอีกครั้ง สำหรับสำเนาที่สำรองครั้งแรก
3. กู้แฟ้มข้อมูลที่สูญหายหรือถูกทำลาย โดยการสำเนาเชิงตรรกะ (Logical Copying) ไปยังอุปกรณ์อื่น
4. บรรจุอีกครั้ง สำหรับการเทปัจจุบัน ที่ทำในขั้นตอนที่ 1
5. สำเนาแฟ้มข้อมูลที่กู้ ไปยังปริมาตรที่ใช้งานคลู่ปัจจุบัน

ส่วนการเทเชิงตรรกะ การติดตั้ง (Installation) สามารถเลือกแฟ้มข้อมูลในการสำเนาไปยังสื่อสำรองได้ เฉพาะแฟ้มข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่การสำรองครั้งหลังสุดที่มีความจำเป็นจะทำสำเนา ถ้าเนื้อหาดังกล่าวที่จะสำเนานั้นยากว่าเนื้อหาของปริมาตรทั้งหมด การเทเชิงตรรกะอาจจะกู้ได้เร็วกว่า และยืดหยุ่นกว่าการเทเชิงกายภาพ ถ้าแฟ้มข้อมูลสูญหายหรือถูกทำลาย เฉพาะแฟ้มข้อมูลดังกล่าวจะทำการบรรจุอีกครั้ง ในการกู้ไม่จำเป็นที่จะทำกับแฟ้มข้อมูลทั้งหมดในปริมาตร ทำให้การกู้โดยใช้การเทเชิงตรรกะเร็วกว่า และยืดหยุ่นหว่าการเทเชิงกายภาพ ยิ่งไปกว่านั้นเป็นไปได้ที่จะกู้โดยเลือกระเบียนจากการเทเชิงตรรกะ ไม่จำเป็นที่จะต้องเลือกทั้งแฟ้มข้อมูล

การเทเป็นระยะของข้อมูล อาจทำให้การสำรองของฐานข้อมูลไม่สมบูรณ์ ความเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของฐานข้อมูล ตั้งแต่การเทครั้งสุดท้ายจะสูญเสียไป จำนวนของงาน

สูญเสียและต้นทุนของการดำเนินการกู้ขึ้นกับ ความถี่ของการเทเป็นระยะ ในบางสิ่งแวดล้อม การสูญเสียของงานบางงานสามารถถูกทำซ้ำได้โดยผู้ใช้เก็บระเบียนของงานทั้งหมดที่ทำตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการเทเป็นประจำวัน และสูญเสียเวลาในการเทหลายชั่วโมง แต่ไม่สามารถทำให้ฐานข้อมูลสมบูรณ์ได้ ดังนั้นกลยุทธ์ในการสำรองที่กว้างขวางขึ้น ในการทำให้การสำรองที่สมบูรณ์ของความเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของฐานข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

1.3 <u>การลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้า</u>

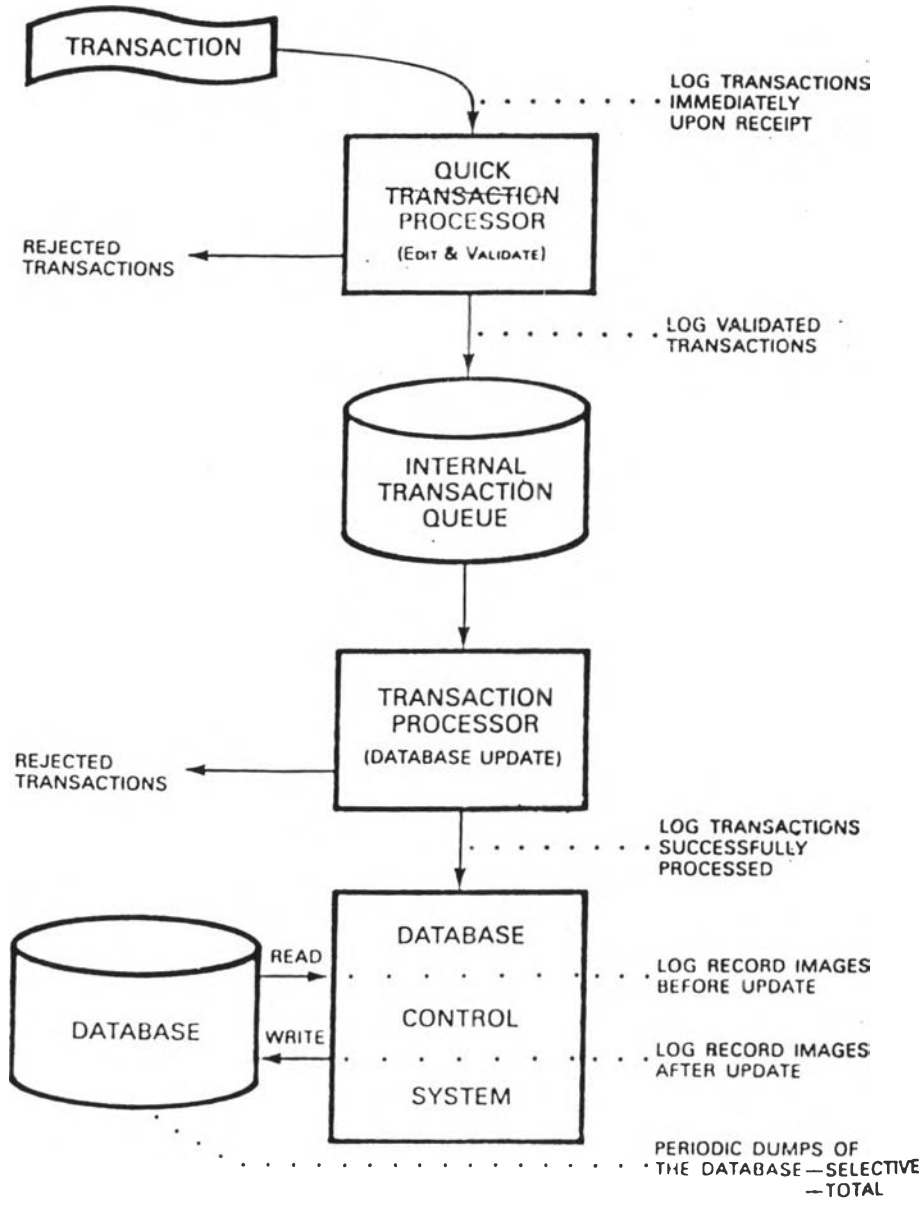
ทางเลือกที่สามในกลยุทธ์การสำรอง โดยการลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้าของข้อมูล ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูล โดยปกติก่อทำคู่กับการเทเป็นระยะเวลา การกู้โดยการคืนสภาพ (Restore) ฐานข้อมูลที่ถูกทำลายทั้งหมด หมายถึง การบรรจุอีกครั้งของการเทครั้งสุดท้ายและดำเนินการรายการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ซึ่งถูกลงบันทึกตั้งแต่การเทครั้งสุดท้าย ในเหตุการณ์ของความเสียหายเฉพาะที่ โปรแกรมการกู้หรือตัวปฏิบัติการระบบ สามารถพยายามในการคืนสภาพเฉพาะระเบียนที่ถูกทำลาย

รายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า สามารถลงบันทึก ณ สถานะต่าง ๆ ในการประมวลผลดังรูปที่ 2 เมื่อการลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันได้รับโดยระบบจะถูกใช้ระหว่างการประมวลผลอีกครั้งสำหรับการกู้ โปรแกรมในการกู้จะต้องผ่านรายการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ประสบผลสำเร็จในครั้งแรก หรือห้ามรายการเปลี่ยนแปลงที่ถูกปฏิเสธหรือข้อความที่ผิดพลาดกลับมาสู่ผู้ใช้ในครั้งที่สอง ปัญหาของรายการเปลี่ยนแปลงที่ถูกปฏิเสธ ระหว่างขบวนการกู้ สามารถหลีกเลี่ยงโดยการลงบันทึกเฉพาะรายการเปลี่ยนแปลงที่ดำเนินการประสบผลสำเร็จ

การซ่อมความเสียหายของฐานข้อมูลเฉพาะที่ จะยากมากและบางครั้งอาจเป็นไปไม่ได้ด้วยโปรแกรมการกู้ในการลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงเพียงลำพัง ไม่มีข้อมูลที่บอกว่าเนื้อหาของระเบียนก่อนเกิดความเสียหาย ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่ชี้ถึงรายการเปลี่ยนแปลงสมบูรณ์ก่อนความเสียหาย

เป็นการยาก และบางครั้งเป็นไปไม่ได้ ของการซ่อมความเสียหายเฉพาะที่ ซึ่งขบวนการกู้อาจต้องทำการบรรจุการเทครั้งสุดท้าย และดำเนินการรายการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดอีกครั้ง ดังนั้นขบวนการกู้จะใช้ต้นทุนสูง กรณีฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่จะทำการบรรจุอีกครั้ง

ถ้ามีรายการเปลี่ยนแปลงจำนวนมาก ต้องมีการดำเนินอีกครั้ง และใช้เวลานานในการดำเนินการในแต่ละรายการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือกลยุทธ์การกู้นี้อาจไม่ได้ผล กรณีที่เกิดความเสียหายบ่อย



รูปที่ 2 ขั้นตอนของการลงบันทึกสำหรับการสำรองฐานข้อมูล

1.4 การลงบันทึกการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

กลยุทธ์การสำรองแบบที่สี่ เป็นการสำเนาระเบียนแต่ละเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงระเบียนที่เปลี่ยนแปลงสามารถลงบันทึกได้ทั้งก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลง หรือทั้งสองกรณี ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 กลยุทธ์การสำรองอยู่ในขั้นตอนต่อจากการประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลงและการเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูล

1.4.1 การลงบันทึกก่อนภาพลักษณ์ (Logging before Images)

การลงบันทึกการเปลี่ยนแปลงของฐานข้อมูลทางหนึ่งคือการสำเนาระเบียนที่จะถูกเปลี่ยนแปลง หรือหน่วยของข้อมูลก่อนการเปลี่ยนแปลง การลงบันทึกก่อนภาพลักษณ์จะใช้ประโยชน์ในการถอยกลับ เพราะว่ากระบวนการกู้สามารถแทนที่สำเนาปัจจุบันด้วยแฟ้มข้อมูลที่สำรองไว้ก่อนภาพลักษณ์ได้

การคืบหน้าของฐานข้อมูลที่ถูกทำลายจะเป็นไปไม่ได้ เมื่อมีเฉพาะการลงบันทึกก่อนภาพลักษณ์ เพราะว่าสำเนาที่สำรอง เป็นระเบียนที่ไม่ถูกบำรุงรักษา ดังนั้นเพื่อการป้องกันการสำรองที่สมบูรณ์จำเป็นจะต้องบันทึกทั้งรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าและข้อมูลลงบันทึกก่อนภาพลักษณ์ เป็นไปได้ที่จะทำการกู้แบบคืบหน้าของฐานข้อมูล โดยคืนสภาพสำเนาที่สำรองของแต่ละระเบียน ควรเป็นระเบียนก่อนภาพลักษณ์ที่ล้าสุด และดำเนินการทำรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้าที่เกี่ยวข้องอีกครั้งในการคืนสภาพที่เสียหายในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่แล้วรายการเปลี่ยนแปลงหนึ่งรายการต่อระเบียน จะถูกประมวลผลในการกู้ภายใต้กลยุทธ์การสำรองนี้จะเร็วกว่า การลงรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้าอย่างเดียว

1.4.2 การลงบันทึกหลังภาพลักษณ์ (Logging after Images)

การบันทึกสำเนาของระเบียนในแฟ้มข้อมูลสำรองหลังการเปลี่ยนแปลงซึ่งใช้ในการคืบหน้าของฐานข้อมูล เรียกว่า แฟ้มข้อมูลสำรองหลังภาพลักษณ์ ใช้ในการค้นหาระเบียนล่าสุดในฐานข้อมูล หรือระเบียนในพื้นที่ที่ถูกทำลาย แต่การถอยกลับจะกระทำได้ยาก เพราะว่าระเบียนก่อนนี้ ต้องถูกค้นหากลับในแฟ้มข้อมูลสำรองหลังภาพลักษณ์ก่อนการเปลี่ยนแปลงหลังสุด ดังนั้นไม่จำเป็นที่จะมีการลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า และการลงบันทึกหลังภาพลักษณ์

1.4.3 การลงบันทึกก่อนและหลังภาพลักษณ์ (Logging both before and after Images)

เป็นการรวมกลยุทธ์การสำรองที่เป็นข้อดีของทั้งการลงบันทึกก่อนและหลังภาพลักษณ์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพในขบวนการกู้ เป็นการง่ายที่จะกระทำการคืนสภาพของข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วน หรือการถอยกลับไปยังสถานะที่ถูกต้องก่อนนี้ของฐานข้อมูล ในกรณีของการลงบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงนำเข้า จะไม่มีการสนับสนุนในอนาคตในการดำเนินการสำรองและการกู้ แต่อย่างไรก็ตามจะมีความจำเป็นในการบำรุงรักษา หลักฐานการตรวจสอบ (Audit Trail)

2. <u>การกู้แบบถอยกลับ</u>

เป็นวิธีการที่ไม่กระทำกับการเปลี่ยนแปลง (Undoing Changes) ซึ่งถูกกระทำกับทรัพยากรต่าง ๆ เช่น แฟ้มข้อมูล หรือฐานข้อมูล การกู้แบบถอยกลับเป็นกลไกพื้นฐานของการกู้ ซึ่งข้อมูลในการกู้จะเก็บไว้ขณะที่รายการเปลี่ยนแปลง (Transaction) ทำงานอยู่ปกติ ข้อมูลในการกู้ดังกล่าวจะเก็บก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรต่าง ๆ และเก็บในแฟ้มข้อมูลลงบันทึกของระบบ (System Log File) ข้อมูลที่ใช้ในการกู้มีความจำเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 <u>กรณีรายการเปลี่ยนแปลงผิดพลาด</u> (Transaction Failure)

ข้อมูลมีความจำเป็นที่จะใช้การเปลี่ยนแปลง โดยที่รายการเปลี่ยนแปลงจะถูกทำการกู้แบบถอยกลับ ในขณะที่ส่วนอื่นของระบบประมวลผลข้อมูลแบบเชื่อมตรง (Online System) ยังคงทำงานเป็นปกติ ขบวนการนี้เรียกว่าการกู้แบบถอยกลับของรายการเปลี่ยนแปลงแบบแปรผัน (Dynamic Transaction Backout) การทำงานดังกล่าวจะใช้ข้อมูลที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลลงบันทึกแบบแปรผัน (Dynamic Log File) ที่อยู่บนหน่วยความจำหลัก

2.2 <u>กรณีระบบประมวลผลข้อมูลแบบเชื่อมตรงผิดพลาด</u> (Online System Failure)

ข้อมูลมีความจำเป็นที่จะใช้การเปลี่ยนแปลงโดยภารกิจ (Task) ที่อยู่ในสภาพไม่แน่นอน (In-Flight) ขณะเกิดความเสียหาย ต้องถูกทำการกู้แบบถอยกลับ ในระหว่างระบบ

ประมวลผลข้อมูลเชื่อมตรงเริ่มขึ้น (Online Startup) เป็นกรณีพิเศษ เรียกว่าการเริ่มซ้ำแบบฉุกเฉิน (Emergency Restart) การทำการกู้แบบถอยกลับขณะการเริ่มซ้ำแบบฉุกเฉินของระบบประมวลผลข้อมูลแบบเชื่อมตรง จะใช้ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลลงบันทึกของระบบ การทำการกู้แบบถอยกลับ จะมีความสัมพันธ์กับหน่วยของงานแบบตรรกะ (Logical Unit of Work) และจุดเข้าจังหวะ (Synchronize Points) ดังนี้

หน่วยของงานแบบตรรกะ

เป็นช่วงเวลาระหว่างจุดเริ่มต้นของกลุ่มการเปลี่ยนแปลง และจุดเมื่อเสร็จสิ้นสมบูรณ์ หน่วยของงานแบบตรรกะเป็นความคิดพื้นฐานของการกู้แบบถอยกลับ กล่าวคือ ผู้ออกแบบระบบงานจำเป็นต้องมีการออกแบบหน่วยงานแบบตรรกะ ซึ่งเป็นลำดับของการกระทำ ที่มีความจำเป็นต้องเสร็จสมบูรณ์ก่อนการกระทำอื่น ๆ สำหรับกลไกของการกู้แบบถอยกลับของการประมวลผลข้อมูลแบบเชื่อมตรง หน่วยของงานแบบตรรกะเป็นส่วนหนึ่งของรายการเปลี่ยนแปลงของงานเมื่อสมบูรณ์เรียกว่า การผูกมัด (Committed) ซึ่งการผูกมัดการเปลี่ยนแปลงจะไม่ถูกทำการกู้แบบถอยกลับ ถ้ารายการเปลี่ยนแปลงหรือระบบเกิดความเสียหาย

จุดเข้าจังหวะ

เมื่อสิ้นสุดหน่วยของงานแบบตรรกะ จะถูกชี้โดยจุดเข้าจังหวะ ซึ่งจุดเข้าจังหวะจะถูกสั่งโดยโปรแกรมประยุกต์ หรือเมื่อจบภาระกิจ รูปที่ 3 แสดงถึงหน่วยของงานแบบตรรกะที่จบด้วยจุดเข้าจังหวะ และรูปที่ 4 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของฐานข้อมูลที่ถูกกระทำโดยภาระกิจที่ไม่ผูกมัด จนกระทั่งถึงจุดเข้าจังหวะ ถ้าการทำงานของภาระกิจถูกขัดจังหวะเนื่องจากความเสียหายใด ๆ การเปลี่ยนแปลงที่ถูกกระทำในหน่วยของงานแบบตรรกะที่สิ้นสุดแบบไม่ปกติ จะถูกกระทำการกู้แบบถอยกลับ จากรูปเมื่อเกิดความเสียหายกับระบบ กำหนดให้เกิดขึ้นที่เวลา x ผลที่ได้รับคือ

1. การเปลี่ยนแปลงที่ถูกกระทำโดย ภาระกิจ A จะถูกยอมรับ และไม่มีการกู้แบบถอยกลับ

2. ภาระกิจ B การเปลี่ยนแปลงแสดงโดย Mod 1, Mod 2 จะถูกผูกมัดแต่ Mod 3 ไม่ถูกผูกมัด จะกระทำการกู้แบบถอยกลับ

3. ทุก ๆ การเปลี่ยนแปลงที่ถูกกระทำโดย ภาระกิจ C จะทำการกู้แบบถอยกลับ

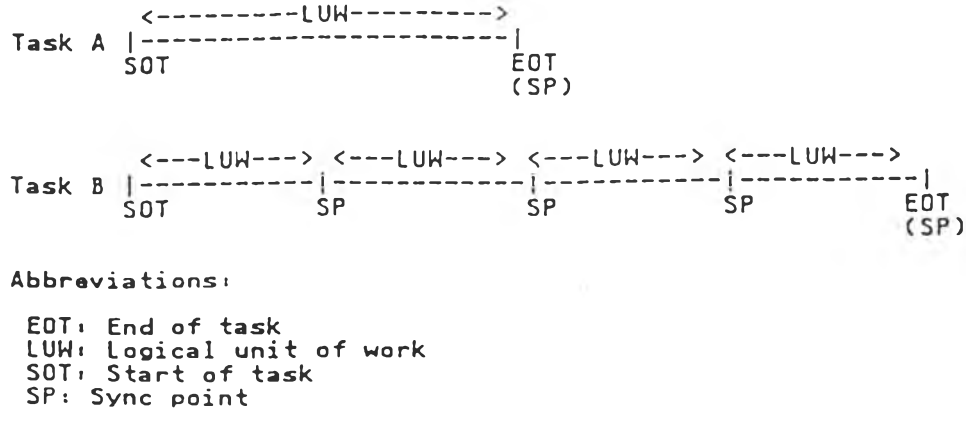
3. การกู้แบบดีบหน้า

บางกรณีของความเสียหายที่เกิดจากฐานข้อมูล ไม่สามารถถูกแก้ไขได้จากการกู้แบบถอยกลับ เช่น ความเสียหายที่เกิดจากการทำลายทางกายภาพของฐานข้อมูล เป็นต้น การกู้จากความเสียหายดังกล่าว กระทำได้ดังนี้

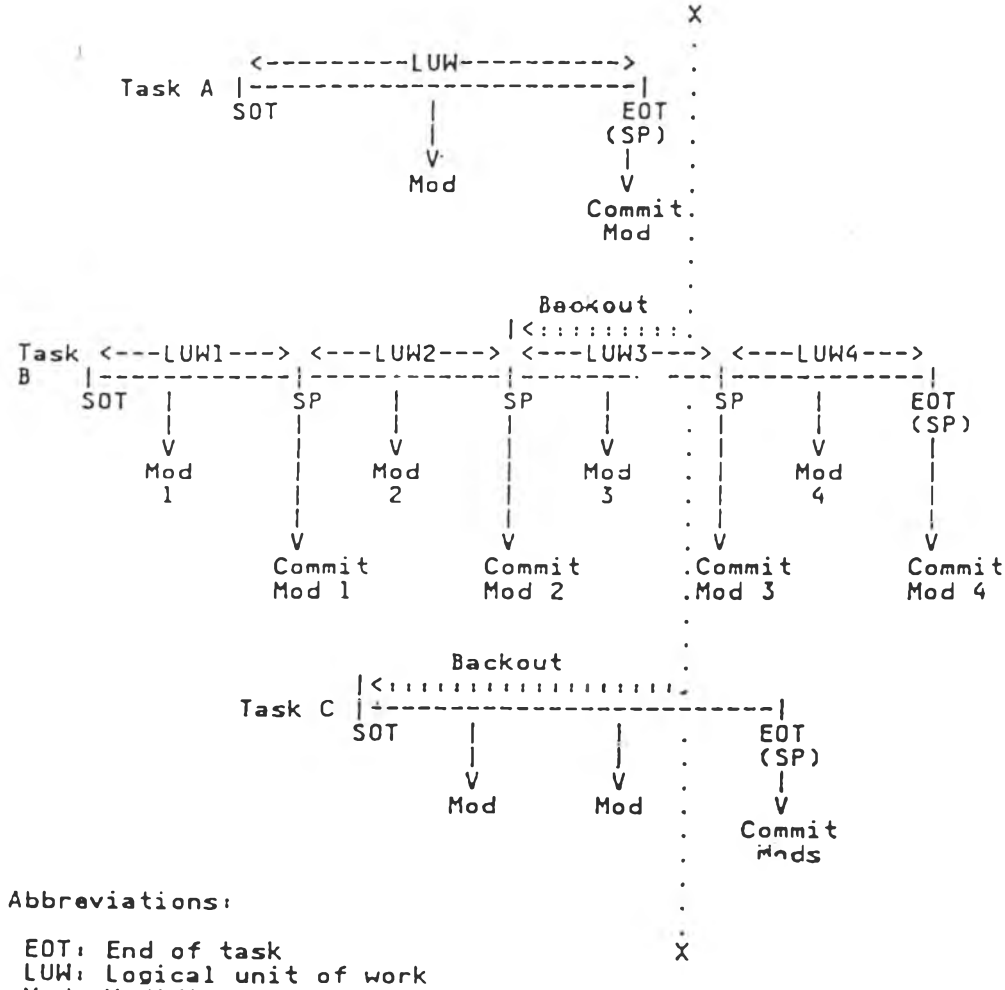
1. เก็บข้อมูลหลังภาพลักษณ์ ของทุก ๆ การเปลี่ยนแปลงลงบนแฟ้มข้อมูลลงบันทึกของระบบหรือผู้ใช้

2. ทำการสำรองในการสำเนาของฐานข้อมูล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง

3. หลังจากเกิดความเสียหาย ให้ใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลลงบันทึกของระบบหรือผู้ใช้รวมกับฐานข้อมูลที่ทำการสำรอง เพื่อที่จะให้ข้อมูลใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด



รูปที่ 3 หน่วยของงานแบบตรรกะและจุดเข้าจังหวะ



Abbreviations:

EOT: End of task
LUW: Logical unit of work
Mod: Modification to data base
SOT: Start of task
SP: Sync point
X: Moment of system failure (see discussion in text)

รูปที่ 4 การกู้แบบถอยกลับของหน่วยของงานแบบตรรกะ