บทที่ 4

การออกแบบระบบทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์

จากการศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังที่ได้กล่าวมาแล้ว รวมถึงการศึกษารูปแบบต่างๆ ของการสำเนาข้อมูลสำหรับระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ พบว่าระบบจัดการฐานข้อมูลจะต้องทำสำเนาข้อมูลในลักษณะแถว และเป็นการทำสำเนาข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลที่ติดตั้งบนผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลเดียวกัน อย่างไรก็ตามถ้าระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ได้ จะช่วยให้การทำสำเนามีความคล่องตัวและมีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งแนวทางในการทำสำเนาข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มาประยุกต์กับการนำเสนอวิธีการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ดังนี้

4.1 ลักษณะการสำเนาข้อมูลระดับแถว

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สำหรับการจัดรูปแบบการกระจายของข้อมูลและแบบแผนของการกระจายข้อมูลแบบสำเนา ที่ทุกแหล่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลระหว่างกันได้ ระบบฐานข้อมูลที่มีการทำสำเนาในลักษณะไม่ประสานเวลา ซึ่งติดตั้งในรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลด้วยกัน จากการศึกษาด้านผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้กล่าวในส่วนของการสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล พบว่าการทำสำเนาข้อมูลจะเป็นแบบตารางกับตาราง ในลักษณะส่งข้อมูลไปทั้งแถวของข้อมูล โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์การทำสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลออราเคิลและเอสคิวแอล เซิฟเวอร์ พบว่ามีข้อที่ควรพิจารณาดังนี้

4.1.1 ประเภทการสำเนาข้อมูลแบบหลายแหล่งหลัก

การสำเนาข้อมูลแบบนี้จะทำการสำเนาข้อมูลแบบทุกตารางของกลุ่มข้อมูลที่ต้องการทำสำเนาและทุกระเบียนในตารางเพื่อให้ทุกแหล่งมีข้อมูลที่เหมือนกันตลอดเวลาและข้อมูลต่างๆ มีความทันสมัยมากที่สุด เหมาะสำหรับการทำสำเนาระหว่างแหล่งข้อมูลที่มีลักษณะดังนี้

- ลักษณะแหล่งข้อมูลรองเป็นแหล่งสำรองข้อมูลของแหล่งข้อมูลหลัก กรณีนี้ต้องการให้แหล่งข้อมูลปลายทางที่มีการสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก คอยช่วยเหลือและให้บริการแทนแหล่งข้อมูลหลัก เมื่อใดก็ตามที่แหล่งข้อมูลหลักไม่สามารถทำงานได้ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่แหล่งข้อมูลหลักเกิดขัดข้อง เป็นต้น

- ลักษณะแหล่งข้อมูลรองต้องการใช้ข้อมูลเหมือนแหล่งข้อมูลหลัก กรณีนี้สำหรับแหล่งข้อมูลรองต้องการใช้ตารางเดียวกันกับแหล่งข้อมูลหลัก แต่ไม่ต้องการเชื่อมต่อไปยังแหล่งข้อมูลหลักตลอดเวลาเมื่อต้องการใช้ข้อมูลดังกล่าวเมื่อใด ก็จะทำการสำเนาข้อมูลมาที่ฐานข้อมูลของตนเอง กรณีนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการสำเนาข้อมูลแบบนี้ทำให้หลีกเลี่ยงปัญหาการปิดกั้นระเบียน (record locking) ได้ เนื่องจากถ้าทุกแหล่งข้อมูลมีปริมาณผู้ใช้จำนวนมาก จะต้องใช้ตารางเดียวกัน ดังนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการปิดกั้นระเบียนก็จะสูงขึ้น นอกจากนี้จะเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูลด้วยเนื่องจากการสำเนาข้อมูลทั้งตารางมาที่แหล่งข้อมูลของตนเอง จะทำให้ข้อมูลต่างๆ ได้รับการดูแลจากผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ที่แหล่งข้อมูลของตนเองเท่านั้น

- ลักษณะของการทำงานแบบมีดุล (Load balancing) กรณีนี้แหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรองจะต้องมีข้อมูลทุกอย่างเหมือนกันทุกประการ เพราะทุกครั้งที่แหล่งข้อมูลหลักมีผู้ใช้จำนวนมากถึงปริมาณหนึ่ง จะสามารถแบ่งการใช้งานของผู้ใช้มาที่แหล่งข้อมูลรองเพื่อให้แหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง มีผู้ใช้งานไม่มากหรือน้อยจนเกินไป

4.1.2 ประเภทการสำเนาข้อมูลแบบสแน็ปช็อต

ในที่นี้ผู้วิจัยขอกล่าวถึงการสำเนาแบบสแน็ปช็อตที่ปรับปรุงได้เป็นหลัก เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับประเภทการสำเนาข้อมูลแบบหลายแหล่งหลักได้ โดยการสำเนาแบบสแน็ปช็อตจะสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลักมาเพียงบางตารางเท่านั้น และอาจจะสำเนามาบางระเบียนในสำเนาก็ได้ เหมาะสำหรับการทำสำเนาระหว่างแหล่งข้อมูลที่มีลักษณะดังนี้

- ลักษณะที่ต้องการลดการจราจรบนเครือข่าย เนื่องจากการทำสำเนากรณีนี้ไม่ได้เป็นการนำข้อมูลระเบียนทั้งหมดหรือตารางทั้งหมดจากแหล่งข้อมูลหลักมายังแหล่งข้อมูลรอง อีกทั้งการส่งข้อมูลมายังแหล่งข้อมูลรองสามารถทำได้ในลักษณะเป็นช่วงของเวลา ดังนั้นการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจะใช้ช่วงเวลาที่น้อยกว่า ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายของการทำสำเนาแบบประเภทหลายแหล่งหลัก โดยเป็นผลให้โอกาสที่การจราจรบนเครือข่ายคับคั่งมีน้อยลง

- ลักษณะที่แหล่งข้อมูลรองต้องการใช้ข้อมูลบางตารางและระเบียนบางส่วนเท่านั้น กรณีนี้เป็นวัตถุประสงค์ของการทำสำเนาประเภทนี้ เนื่องจากการทำสำเนาข้อมูลที่เหมาะสม ควรนำมาเฉพาะข้อมูลในส่วนที่จำเป็นในการทำงานของระบบหรือเกี่ยวข้องกับโปรแกรมประยุกต์ ที่ผู้ใช้งาน จำเป็นจะต้องใช้ นอกจากการส่งผ่านข้อมูลที่มากเกินความต้องการจะทำให้การจราจรบนเครือข่ายคับคั่งแล้ว การมีข้อมูลส่วนนี้ทำให้เสียพื้นที่ของฐานข้อมูลที่จะต้องให้เก็บข้อมูลดังกล่าวด้วย

- ลักษณะที่การเชื่อมต่อระหว่างแหล่งข้อมูลไม่ได้ใช้เครือข่ายเฉพาะสำหรับทำสำเนาข้อมูล กรณีนี้เครือข่ายที่ใช้ในการสื่อสารสามารถใช้ร่วมกับเครือข่ายปกติที่มีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไม่สูงมาก ตัวอย่างหนึ่งของการเชื่อมต่อแบบนี้ คือการเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยผ่านโมเด็ม กล่าวคือ เมื่อแหล่งข้อมูลรองต้องการรับข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก จะใช้โมเด็มเชื่อมต่อไปยังปลายทาง หลังจากนั้นจึงทำการรับข้อมูลที่ทำสำเนาด้วยความเร็ว ต่างๆ ตามความสามารถของโมเด็มและคุณภาพของสายโทรศัพท์ เช่น สามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็ว 28.8 กิโลบิตต่อวินาที หรือ 56 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งการเชื่อมต่อดังกล่าวแตกต่างกับการเชื่อมต่อของการทำสำเนาแบบหลายแหล่งหลัก ที่ต้องใช้เครือข่ายเฉพาะที่แยกออกมาจากการใช้งานปกติ เพราะปริมาณข้อมูลที่รับส่งมีมาก และต้องการให้ช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงข้อมูลเป็นช่วงสั้นๆ

4.2 ข้อจำกัดของการสำเนาข้อมูลระดับแถว

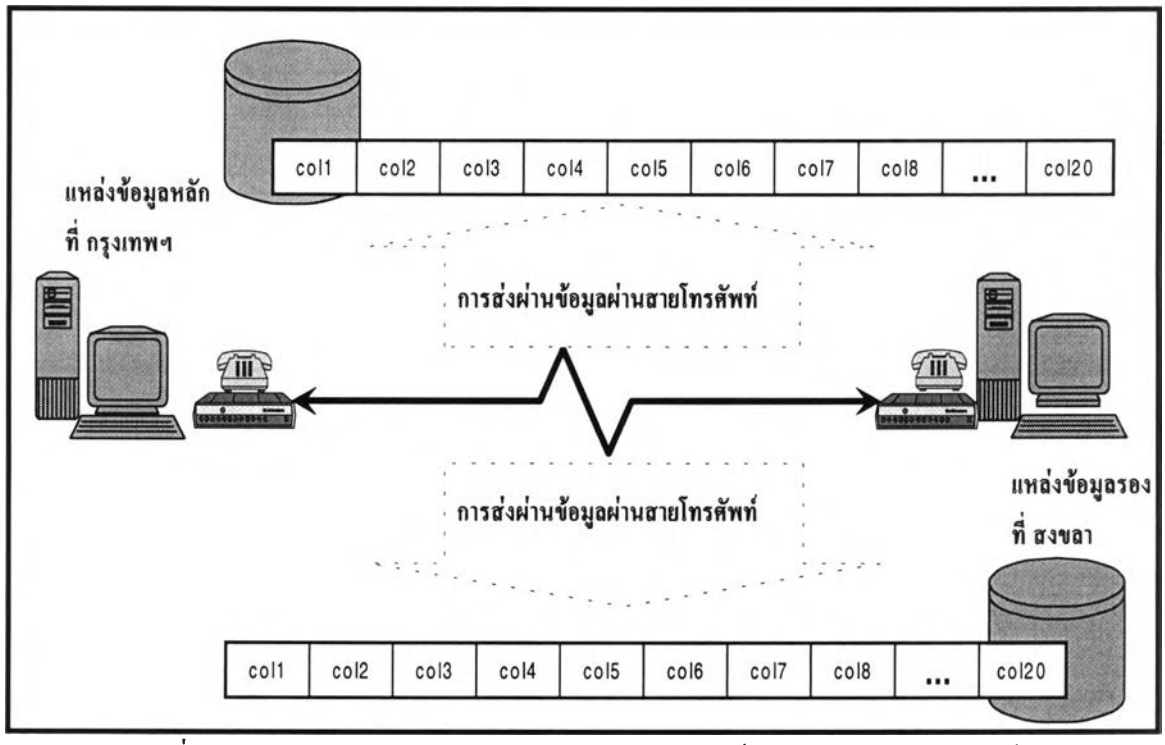
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ลักษณะการสำเนาข้อมูลระดับแถว พบว่ามีข้อจำกัดและข้อที่ควรพิจารณาถึงดังนี้

4.2.1 การจราจรที่คับคั่งบนเครือข่าย

เมื่อพิจารณาการทำสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการทำสำเนาแบบหลายแหล่งหลัก หรือการทำสำเนาแบบสแน็ปช็อต พบว่าการส่งข้อมูลเพื่อปรับปรุงระหว่างแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง สำหรับแถวที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงหนึ่งคอลัมน์ จะมีการส่งข้อมูลทั้งแถวเพื่อมาปรับปรุงที่แหล่งข้อมูลรอง ดังนั้นกรณีตารางที่ทำสำเนามีจำนวนมาก ในขณะเดียวกันถ้าแต่ละตารางมีจำนวนแถวที่ต้องปรับปรุงเป็นจำนวนมากด้วย จะทำให้ การจราจรบนเครือข่ายมีความคับคั่งสูง

4.2.2 ค่าใช้จ่ายสูงในการส่งผ่านข้อมูล

สำหรับการสำเนาข้อมูลแบบสแน็ปช็อต ซึ่งเหมาะสมกับการเชื่อมต่อลักษณะที่เป็นการเชื่อมต่อกับปลายทางเมื่อต้องการรับส่งข้อมูล ตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้กล่าวถึง คือการเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยผ่านสายโทรศัพท์ ด้วยการใช้โมเด็มในการเชื่อมต่อแหล่งข้อมูล จากรูปที่ 4.1 กรณีตารางที่ทำสำเนาข้อมูลประกอบด้วย 20 คอลัมน์ โดยแต่ละคอลัมน์มีความยาว 50 ตัวอักษร ดังนั้นระเบียนหนึ่งจะมีความยาว 1000 ตัวอักษร กรณีที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูลระหว่างกรุงเทพฯ และสงขลาอยู่ที่ 28.8 กิโลบิตต่อวินาที นอกจากข้อมูลที่มีขนาดความยาวดังกล่าวแล้ว ลักษณะการส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้กล่าวในแนวทางวิจัย เกี่ยวกับการส่งข้อมูลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แต่ละครั้งที่ส่งในรูปแบบของเฟรม



รูปที่ 4.1 แสดงการติดต่อระหว่างแหล่งข้อมูลด้วยโมเด็ม โดยผ่านสายโทรศัพท์

จะต้องมีส่วนหัวของกลุ่มข้อมูลและส่วนการตรวจสอบความผิดพลาด ติดมากับข้อมูลที่ส่งมา ที่ท่อนหัวและท่อนท้ายของข้อมูล ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเครือข่ายจะต้องรวมทั้งสองส่วนดังกล่าวกับขนาดของข้อมูลที่ต้องการ จะเป็นขนาดข้อมูลทั้งหมดที่จะต้องส่งผ่านเครือข่าย ในที่นี้ผู้วิจัยขอคำนวณส่วนหัวและส่วนท้ายดังกล่าว ประมาณตัวเลขที่ 10 เปอร์เซนต์ ของข้อมูลแต่ละระเบียนที่ต้องการส่ง

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้คำนวณค่าใช้จ่ายต่ำสุดกรณีที่มีการส่งข้อมูลในลักษณะข้างต้น ตัวอย่าง การคำนวณวิธีส่งผ่านข้อมูล x ตัวอักษร จำนวน y ระเบียน ด้วยความเร็ว 28.8 กิโลบิตต่อวินาที สำหรับข้อมูลหนึ่งไบต์หรือหนึ่งตัวอักษรจะมีขนาด 8 บิต ด้วยค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ อัตรา N บาทต่อนาที จะสามารถนำมาคำนวณได้ ดังนี้

- ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลเมื่อเปลี่ยนจากบิตมาเป็นตัวอักษรจะได้ปริมาณความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล คือ 28.8 กิโลบิตต่อวินาที หรือ 28800 บิตต่อวินาที หรือ 28800/8 ตัวอักษรต่อวินาที ซึ่งมีค่าเป็น 3600 ตัวอักษรต่อวินาที
- ปริมาณข้อมูลที่ต้องส่งผ่านเครือข่าย คือ (x + x(10/100)) * y ตัวอักษร
- เวลาที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล คือ ((x + x(10/100)) * y)/3600 วินาที
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการส่งข้อมูลคือ (((x + x(10/100)) * y)/3600 *1/60)* N บาท

จากการคำนวณ ข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการคำนวณ ค่าใช้จ่ายตามจำนวนคอลัมน์ ที่มีการทำสำเนา โดยเสนอเป็นตารางแยกตามจำนวนระเบียน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 กรณีมีระเบียนที่ต้องการทำสำเนา 50 ระเบียน

จำนวนคอลัมน์	ความยาว(ตัวอักษร)ของข้อมูลทั้งหมด	เวลา (วินาที)ที่ใช้ในการส่งข้อมูล	ค่าใช้จ่าย (บาท)สำหรับการเชื่อมต่อ
5	13,750	3.82	0.064N
10	27,500	7.64	0.127N
15	41,250	11.46	0.191N
20	55,000	13.88	0.231N

ตารางที่ 4.2 กรณีมีระเบียนที่ต้องการทำสำเนา 100 ระเบียน

จำนวนคอลัมน์	ความยาว(ตัวอักษร)ของข้อมูลทั้งหมด	เวลา (วินาที)ที่ใช้ในการส่งข้อมูล	ค่าใช้จ่าย (บาท)สำหรับการเชื่อมต่อ
5	27,500	7.64	0.127N
10	55,000	13.88	0.231N
15	82,500	22.92	0.382N
20	110,000	30.56	0.509N

ตารางที่ 4.3 กรณีมีระเบียนที่ต้องการทำสำเนา 200 ระเบียน

จำนวนคอลัมน์	ความยาว(ตัวอักษร)ของข้อมูลทั้งหมด	เวลา (วินาที)ที่ใช้ในการส่งข้อมูล	ค่าใช้จ่าย (บาท)สำหรับการเชื่อมต่อ
5	55,000	13.88	0.231N
10	110,000	30.56	0.509N
15	165,000	45.83	0.763N
20	220,000	61.11	1.019N

จากตารางสรุปค่าใช้จ่าย ข้างต้นพบว่าถ้าจำนวนระเบียนมีเพิ่มขึ้น ในขณะที่มีการทำสำเนาข้อมูลในลักษณะแบบแถวจะทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แต่ถ้าสามารถส่งได้เฉพาะข้อมูลในระดับคอลัมน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น ซึ่งถือว่าเป็นการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ก็จะมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายน้อยลง

4.2.3 การทำสำเนาระหว่างผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล

ลักษณะการทำสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล ออราเคิล และเอสคิวแอล เซิฟเวอร์ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและได้กล่าวถึงในส่วนของการสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ พบว่าการทำสำเนาของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลไม่ได้กล่าวถึงการทำสำเนาข้อมูลระหว่างผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล เช่น การสำเนาข้อมูลระหว่างผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล ออราเคิล กับผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล เอสคิวแอลเซิฟเวอร์ เป็นต้น เนื่องจากการทำสำเนาข้อมูลไม่ได้มีรูปแบบมาตรฐานหรือวิธีการให้ปฏิบัติ แต่ละผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลได้ใช้เทคนิคและวิธีการของตนเองในการทำสำเนา ซึ่งส่วนใหญ่จะสำเนาข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลที่ใช้ผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม สำหรับการสำเนาข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลหลักกับแหล่งข้อมูลรองพบว่า ถ้าเป็นฐานข้อมูลที่แตกต่างผลิตภัณฑ์กัน จะทำให้ไม่สามารถทำสำเนาข้อมูลกันได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า การทำสำเนาข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรองที่เป็นผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลเดียวกัน แต่รุ่นของฐานข้อมูลต่างกัน ก็ทำให้การทำสำเนาข้อมูลเกิดปัญหาขึ้นได้ หรือกรณีที่แหล่งข้อมูลหลักมีการเปลี่ยนจากผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลหนึ่งไปเป็นผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลอื่นที่ไม่เหมือนเดิม จะเป็นผลทำให้แหล่งข้อมูลรองอาจจะต้องมีการเปลี่ยนวิธีการในการรับส่งข้อมูลกับแหล่งข้อมูลหลักด้วย เพราะวิธีการแบบเดิมไม่สามารถทำงานได้

4.2.4 แหล่งข้อมูลได้รับข้อมูลที่ไม่ต้องการ

การสำเนาข้อมูลในลักษณะแบบแถว แหล่งข้อมูลรองจะต้องรับข้อมูลทุกคอลัมน์ที่ส่งมาจากแหล่งข้อมูลหลัก ซึ่งทุกครั้งที่รับข้อมูลมาสามารถใช้ได้เพียงบางคอลัมน์เท่านั้น กรณีนี้ทำให้เสียพื้นที่ปลายทางในการเก็บก่อนที่จะมีการเลือกคอลัมน์ที่ต้องการ เพื่อนำมาใช้งาน

4.2.5 ความปลอดภัยของข้อมูล

ในกรณีตรงข้าม การที่แหล่งข้อมูลได้รับข้อมูลที่ไม่ต้องการ ถ้ามองในด้านแหล่งข้อมูลหลักซึ่งเป็นแหล่งส่งข้อมูลออกไปพบว่าข้อมูลที่ทำสำเนา จะถูกส่งออกไปให้แหล่งข้อมูลรองได้รับทราบ กรณีถ้ามีข้อมูลบางคอลัมน์ที่ไม่ต้องการให้แหล่งข้อมูลรองบางแห่งรับทราบก็จะไม่สามารถทำได้

4.3 แนวคิดในการออกแบบ และลักษณะการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์

4.3.1 แนวคิดในการออกแบบ

ผู้วิจัยขออธิบายแนวคิดในการออกแบบและลักษณะในการทำสำเนาระดับคอลัมน์ ด้วยตัว

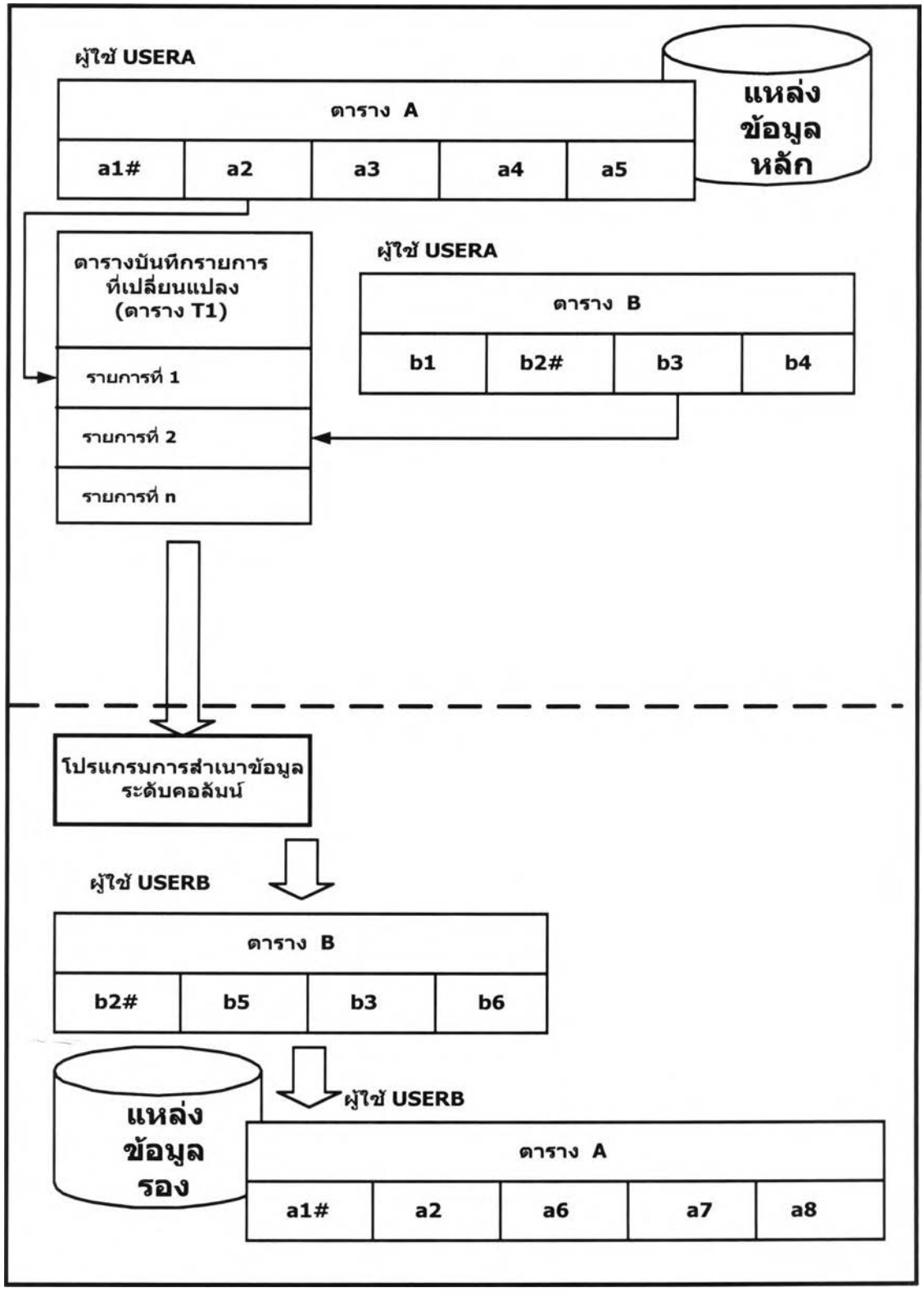
อย่างที่จะนำเสนอดังนี้ จากรูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบการทำสำเนาระดับคอลัมน์ระหว่างแหล่งข้อมูล กรณีแหล่งข้อมูลหลักในที่นี้จะใช้ชื่อผู้ใช้ USERA สำหรับตารางที่ต้องการทำสำเนาข้อมูลคือ ตารางชื่อ A และ B โดยตัวอักษร a และ bจะแทนคอลัมน์ในตาราง ตามลำดับ การสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์คือ ตาราง A ประกอบด้วยคอลัมน์ a1 a2 a3 a4 a5 โดยมีคอลัมน์ a1 เป็นกุญแจหลัก และตาราง B ประกอบด้วยคอลัมน์ b1 b2 b3 b4 โดยมีคอลัมน์ b2 เป็นกุญแจหลัก ส่วนแหล่งข้อมูลรอง ผู้ใช้ USERB ประกอบด้วยตาราง A ที่มีคอลัมน์ a1 a2 a6 a7 a8 โดยมีคอลัมน์ a1 เป็นกุญแจหลัก และตาราง B มีคอลัมน์ b2 b3 b5 b6 โดยมีคอลัมน์ b2 เป็นกุญแจหลัก

ผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก มีหน้าที่ในการติดตั้งรูปแบบนิยามสำหรับการทำสำเนาข้อมูลให้กับคอลัมน์ของตารางตามเค้าร่างที่กำหนด โดยตารางดังกล่าวจะต้องมีกุญแจหลักตามนิยามที่กล่าวในหัวข้อการนิยามข้อมูล หลังจากการติดตั้งแล้วผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูลสามารถมอบสิทธิการขอทำสำเนาข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง หรือระงับสิทธิชั่วคราวในการขอทำสำเนาข้อมูลได้

ผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรองมีหน้าที่ในการติดตั้งรูปแบบนิยามสำหรับการทำสำเนาข้อมูลให้กับผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง ซึ่งจะมีชื่อเหมือนหรือแตกต่างกับแหล่งข้อมูลหลักก็ได้ในที่นี้คือ USERA และ USERB ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ และกลุ่มของกุญแจหลักจะต้องเหมือนกับแหล่งข้อมูลหลัก เช่น ผู้ใช้ USERA ซึ่งเป็นเจ้าของตาราง A มีกุญแจหลัก a1 ให้สิทธิการสำเนาข้อมูลคอลัมน์ a2 ไปยังคอลัมน์ a2 ของตาราง A ที่มีผู้ใช้ USERB เป็นเจ้าของ ณ แหล่งข้อมูลรอง โดยประเภทของข้อมูลสำหรับคอลัมน์ที่ต้องการทำสำเนาข้อมูลจะต้องเป็นประเภทเดียวกัน ครอบคลุมข้อมูลที่เป็นประเภท ตัวอักษรแบบคงที่ ตัวอักษรแบบผันแปร และแบบตัวเลข โดยสามารถกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการทำสำเนาข้อมูลในระดับหน่วยของเวลาเป็น นาที

หลังจากติดตั้งการสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลักเรียบร้อยแล้ว การดำเนินการกับข้อมูลที่เกิดขึ้นกับคอลัมน์ของตารางภายใต้เค้าร่างดังกล่าว ครอบคลุมการเพิ่มข้อมูล การปรับปรุงและการลบข้อมูล จะถูกบันทึกไว้ที่ตารางบันทึกการเปลี่ยนแปลง คือ ตาราง T1 โดยแต่ละระเบียนจะเก็บชื่อผู้ใช้ที่เป็นเจ้าของตาราง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์และค่าของคอลัมน์ที่เปลี่ยนแปลงสำหรับกรณีการปรับปรุง และจะเก็บค่าของกุญแจหลักสำหรับทุกๆ การดำเนินการที่เกิดขึ้นกับข้อมูลโดยแต่ละระเบียนจะมีหมายเลขที่ไม่ซ้ำกันประจำแต่ละระเบียน เรียกว่า หมายเลขการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

เมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนด โปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ ณ แหล่งข้อมูลรองจะขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก ด้วยลำดับการขอสำเนาข้อมูลต่อจากหมายเลขการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้จากการทำสำเนาข้อมูลครั้งก่อน โดยการขอสำเนาข้อมูลทุกครั้งจะมีการตรวจสอบ



รูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบการทำสำเนาระดับคอลัมน์ระหว่างแหล่งข้อมูล

สิทธิในการใช้ข้อมูลทุกครั้ง และอนุญาตให้ทำสำเนาข้อมูลเฉพาะชื่อผู้ใช้ ชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์ ที่ได้ระบุไว้เท่านั้น

จากแนวคิดของการทำสำเนาระดับคอลัมน์ ดังกล่าวมีประเด็นสำคัญ ดังนี้

4.3.1.1 แหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง จะมีบทบาทและทำหน้าที่ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ กล่าวคือ แหล่งข้อมูลหลักคือแหล่งที่บริการข้อมูล และแหล่งข้อมูลรองคือแหล่งที่รับบริการข้อมูล ดังนั้น จากรูปแบบการทำสำเนาระดับคอลัมน์ แหล่งข้อมูลหนึ่ง สามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ว่าเป็นการให้หรือรับข้อมูล ณ ขณะนั้น โดยรูปแบบดังกล่าวทำให้การทำสำเนาข้อมูลไม่มีข้อจำกัดเรื่องจำนวนแหล่งข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องให้บริการ

4.3.1.2 แหล่งข้อมูลรองสามารถทำสำเนาข้อมูล ด้วยตารางที่มีจำนวนคอลัมน์ มากกว่าหรือน้อยกว่า จำนวนคอลัมน์ของตาราง จากแหล่งข้อมูลหลัก

4.3.1.3 การเน้นความปลอดภัยในการใช้ข้อมูลของแหล่งข้อมูลหลัก โดยทุกครั้งที่มีการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลรอง จะมีการตรวจสอบสิทธิสำหรับการขอใช้ข้อมูล ทุกครั้ง

4.3.2 ลักษณะการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์

จากข้อจำกัดของการทำสำเนาข้อมูลระดับแถวที่กล่าวในตอนแรก โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดของการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ดังกล่าว พบว่าทำให้ลดข้อจำกัดและเพิ่มความยืดหยุ่น ดังนี้

4.3.2.1 ทำให้แหล่งข้อมูลรองสามารถทำสำเนาข้อมูลได้ด้วยการเลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้งานเท่านั้น และการปรับปรุงข้อมูลเกิดจากแหล่งข้อมูลที่ต้องการได้ข้อมูล ทำหน้าที่ไปรับข้อมูลเพื่อมาปรับปรุงที่แหล่งข้อมูลของตนเอง

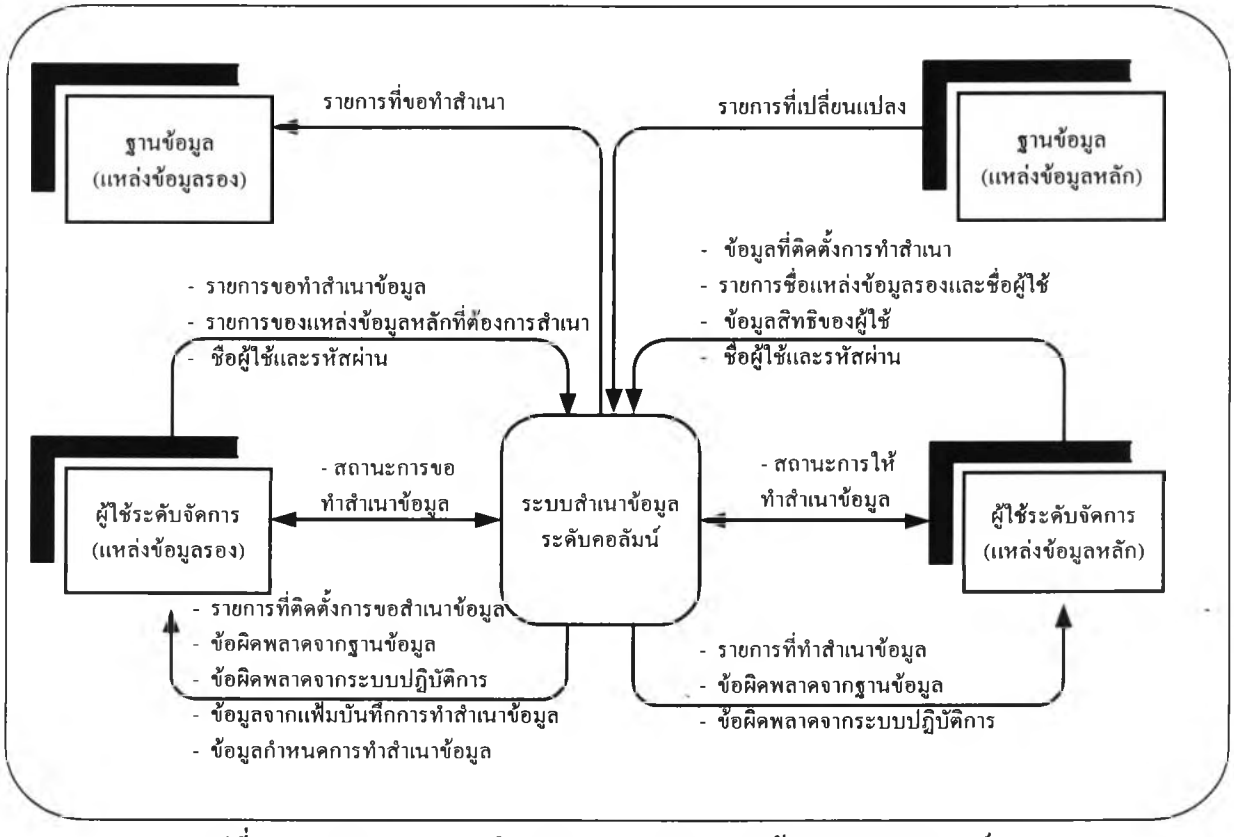
4.3.2.2 ทำให้การทำสำเนาข้อมูลไม่ขึ้นกับผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล กล่าวคือ แหล่งข้อมูลหลักจะบันทึกและเตรียมข้อมูลที่มีการปรับปรุงไว้ในรูปแบบที่แน่นอนเพื่อ ให้แหล่งข้อมูลรอง ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลที่เหมือนหรือแตกต่างจากแหล่งข้อมูลหลัก สามารถอ่านข้อมูลดังกล่าวเพื่อทำสำเนาได้

4.3.2.3 ทำให้แบ่งเบาภาระการทำงานของระบบจัดการฐานข้อมูล ถึงแม้ว่าระบบจัดการฐานข้อมูลจะมีคุณลักษณะสามารถทำงานได้หลายประเภทก็ตาม แต่เมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมากติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ จะทำให้ระบบจัดการฐานข้อมูลต้องทำงานอย่างหนัก ดังนั้นการแบ่งงานบางส่วนจากระบบจัดการฐานข้อมูลมาให้ระบบปฏิบัติการทำแทน ถือว่าเป็นการแบ่งเบาภาระดังกล่าว

4.3.2.4 ทำให้เกิดความเป็นอิสระของข้อมูลในระดับตาราง กล่าวคือ การสำเนาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลบางประเภทจะต้องทำภายใต้ ชื่อผู้ใช้ ตาราง และจำนวนคอลัมน์ ระหว่างแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง ที่จะต้องเหมือนและจำนวนเท่ากัน เท่านั้น

4.4 การออกแบบกระบวนการ

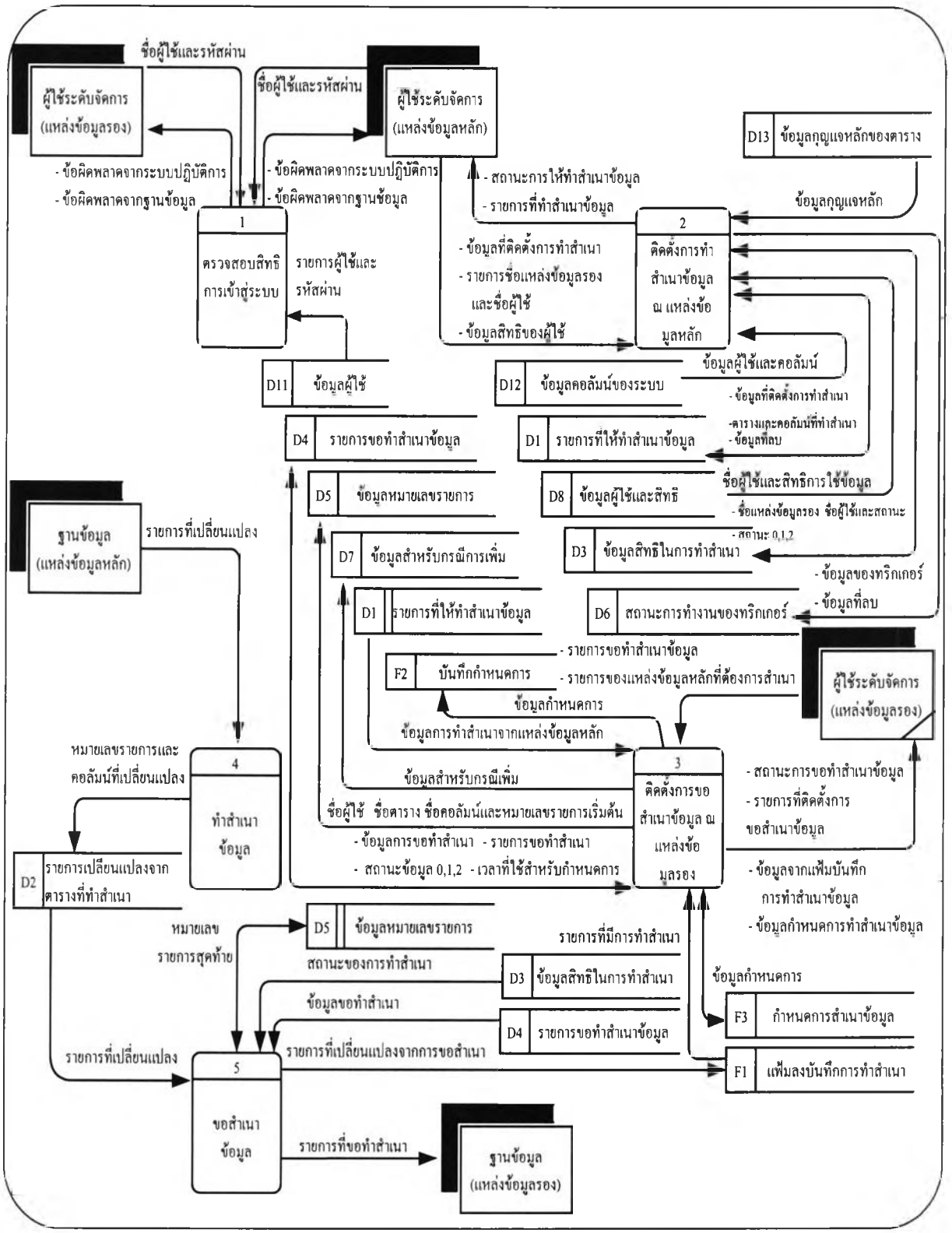
จากรูปแบบลักษณะการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ที่กล่าวข้างต้น และแนวคิดในการออกแบบผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบกระบวนการในการทำสำเนาระดับคอลัมน์ ซึ่งจะกล่าวต่อไป โดยได้แบ่งกระบวนการในการทำสำเนาข้อมูลออกเป็น 5 ส่วนหลักคือ กระบวนการตรวจสอบสิทธิการเข้าสู่ระบบ กระบวนการติดตั้งการทำสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก กระบวนการติดตั้งการขอสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลสำรอง กระบวนการทำสำเนาข้อมูลและกระบวนการขอสำเนาข้อมูล โดยใช้แผนภาพบริบท และแผนภาพกระแสข้อมูล ประกอบคำอธิบาย ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4



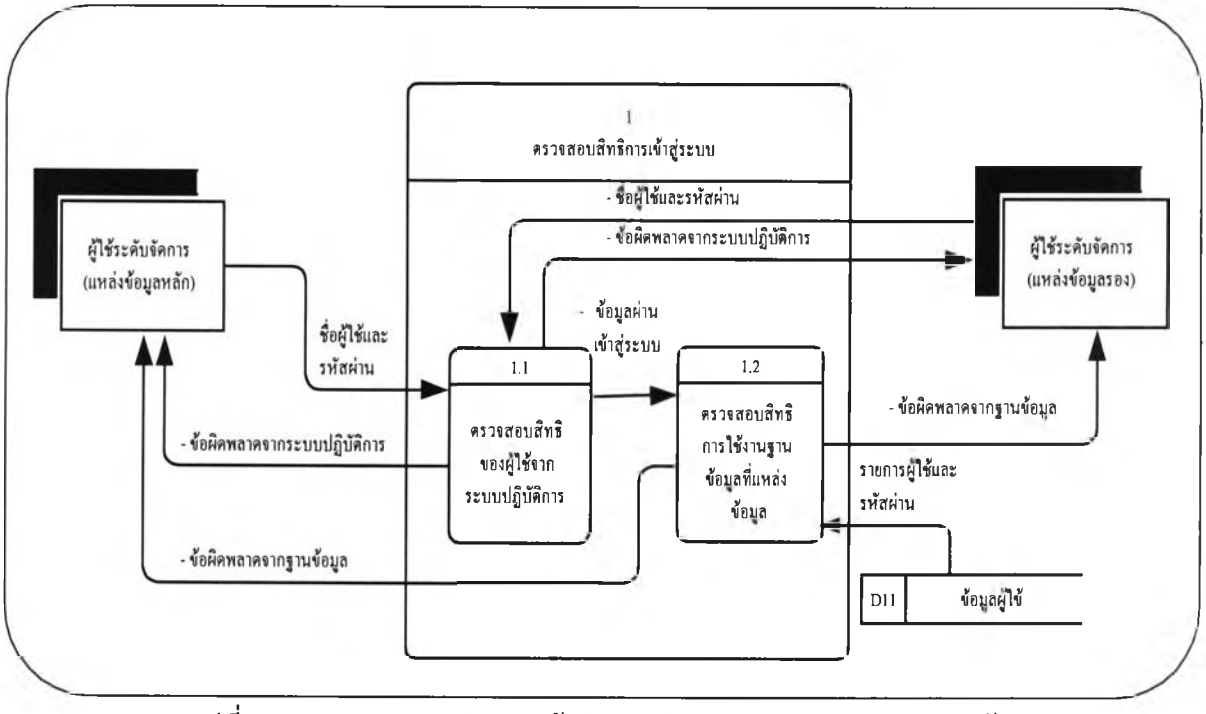
รูปที่ 4.3 แสดงแผนภาพบริบทของ ระบบทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์

4.4.1 กระบวนการตรวจสอบสิทธิการเข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้ที่มีสิทธิใช้ระบบสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ จะต้องเป็นผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูล โดยลำดับในการเข้าสู่ระบบแสดงในรูป 4.5 ผู้ใช้จะต้องผ่านการบันทึกเข้าระบบโดยระบบปฏิบัติการ หลังจากที่สามารถผ่านเข้ามาได้ จะต้องใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อขอเชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล กรณีที่ผู้ใช้ได้รับสิทธิในการใช้ระบบ จะผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป



รูปที่ 4.4 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลของ ระบบทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลกระบวนการตรวจสอบสิทธิการเข้าสู่ระบบ

4.4.2 กระบวนการติดตั้งการทำสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก

เป็นกระบวนการที่เกิด ณ แหล่งข้อมูลหลัก กรณีที่ต้องการติดตั้งการสำเนาข้อมูลที่ คอลัมน์ของตาราง ซึ่งมีผู้ใช้ ของแหล่งข้อมูลนี้เป็นเจ้าของดังแสดงในรูปที่ 4.6 ขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

4.4.2.1 บันทึกรายการที่ทำสำเนา

เป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ป้อนข้อมูล ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์ รวมทั้งกุญแจหลักของตาราง ที่ต้องการทำสำเนาข้อมูล

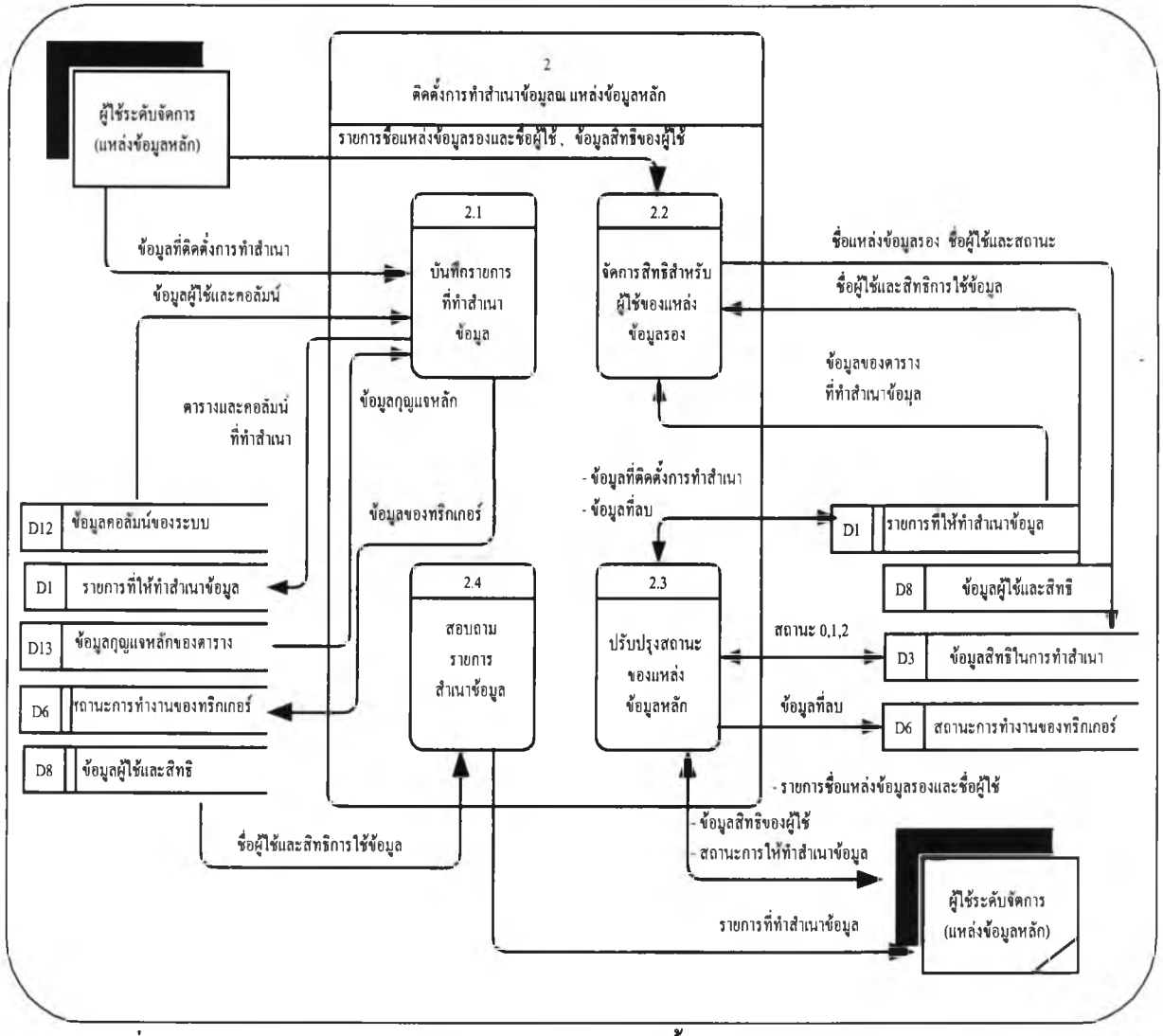
4.4.2.2 จัดการสิทธิสำหรับผู้ใช้ของแหล่งข้อมูลรอง

เป็นขั้นตอน ที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ระบุชื่อผู้ใช้และชื่อแหล่งข้อมูลรองที่มีสิทธิขอสำเนาข้อมูล ที่มีการบันทึกจากขั้นตอนแรกและทำการให้สิทธิสำหรับแต่ละผู้ใช้ที่ขอทำสำเนา หรือ ทำการระงับสิทธิ ดังกล่าว แสดงในรูปที่ 4.7 โดยแบ่งเป็นฟังก์ชั่น ดังนี้

- บันทึกผู้ใช้จากแหล่งข้อมูลรอง เป็นการบันทึกรายการที่ต้องการขอสำเนาข้อมูลและรายละเอียดของแหล่งข้อมูลรอง เพื่อใช้สำหรับแสดงรายการเมื่อมีการมอบสิทธิ

- มอบสิทธิแก่ผู้ใช้ ที่แหล่งข้อมูลรอง เป็นการสอบถามรายการที่มีการขอสำเนาข้อมูล เพื่อระบุการให้สิทธิในการอ่านข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลหลัก

- ระงับสิทธิจากผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง เป็นการทำรายการเพื่อระงับสิทธิของผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง เพื่อทำให้ไม่สามารถขอทำสำเนาข้อมูล



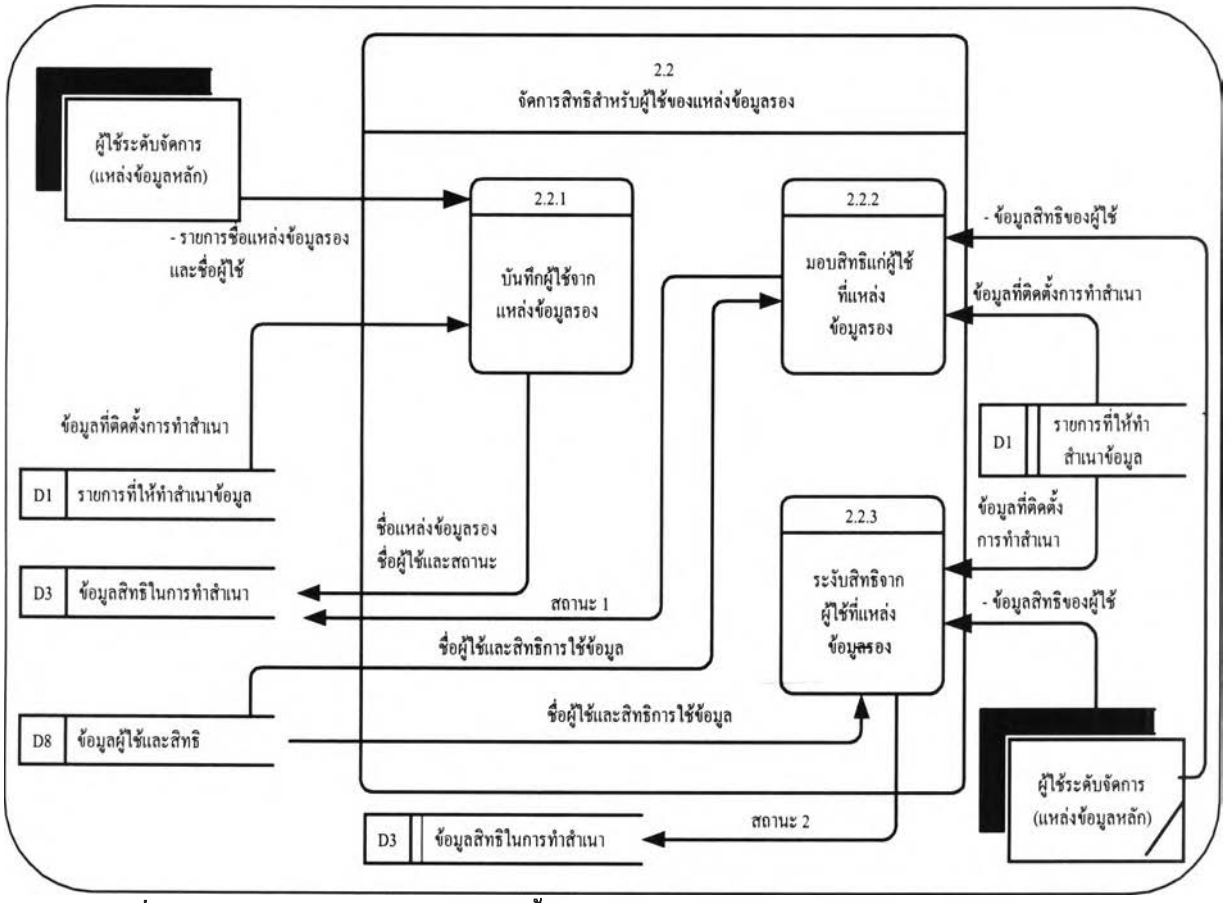
รูปที่ 4.6 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลกระบวนการติดตั้งการทำสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก

4.4.2.3 ปรับปรุงสถานะของแหล่งข้อมูลหลัก

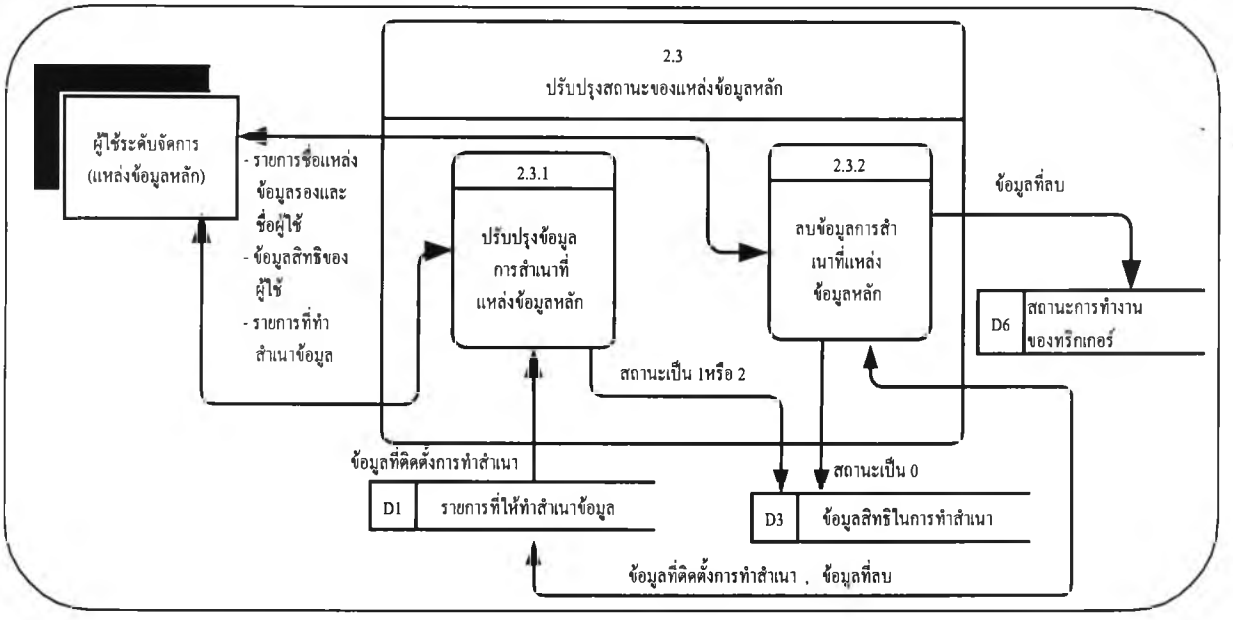
เป็นขั้นตอน ที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ทำการปรับปรุงสถานะของรายการที่ทำสำเนาข้อมูล โดยสามารถเปลี่ยนสถานะให้เป็นแบบทำงานปกติ แบบไม่สามารถทำงานหรือแบบถูกลบ แสดงในรูปที่ 4.8

4.4.2.4 สอบถามรายการสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอน ที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ทำการสอบถามข้อมูลการสำเนาข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ ด้วยการป้อนรายการชื่อเค้าร่าง ชื่อตารางหรือชื่อคอลัมน์ สำหรับการค้นหา โดยหน้าจอของการแสดงผลลัพธ์จะแสดงรายการ ชื่อเค้าร่างที่แหล่งข้อมูลหลัก ชื่อแหล่ง ข้อมูลรองและผู้ใช้ ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ และสถานะของรายการ



รูปที่ 4.7 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลขั้นตอนจัดการสิทธิสำหรับผู้ใช้ของแหล่งข้อมูลรอง



รูปที่ 4.8 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลขั้นตอนปรับปรุงสถานะของแหล่งข้อมูลหลัก

4.4.3 กระบวนการติดตั้งการขอสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรอง

เป็นกระบวนการที่เกิด ณ แหล่งข้อมูลรองดังแสดงในรูปที่ 4.9 กรณีที่ต้องการติดตั้งการขอสำเนาข้อมูลที่ มีการบันทึกรายการแล้วที่แหล่งข้อมูลหลัก โดยการติดตั้งการขอสำเนาข้อมูลนี้ ระบบจะทำการตรวจสอบกับแหล่งข้อมูลหลักทันที เพื่อทราบว่าแหล่งข้อมูลรองและผู้ใช้ดังกล่าว ได้รับอนุญาตให้ขอสำเนาข้อมูลได้หรือไม่ กรณีที่ไม่ได้รับสิทธิ ระบบจะแจ้งข้อความและปฏิเสธการทำรายการ โดยแหล่งข้อมูลรองจะต้องขอสิทธิดังกล่าว จากแหล่งข้อมูลหลัก ขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

4.4.3.1 บันทึกรายการที่ขอสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรอง บันทึกรายการเพื่อขอทำสำเนาข้อมูลกับแหล่งข้อมูลหลัก รายการที่จะต้องป้อนคือ ชื่อแหล่งข้อมูลหลักที่ต้องการขอสำเนาข้อมูล ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์ โดยต้องระบุชื่อเค้าร่างที่จะรับการทำสำเนาข้อมูล โดยชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ ที่แหล่งข้อมูลรอง จะต้องเหมือนกับ แหล่งข้อมูลหลัก เนื่องจากไม่มีการป้อนชื่อตาราง หรือชื่อคอลัมน์ ที่แหล่งข้อมูลรอง

4.4.3.2 บันทึกและจัดทำกำหนดการสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่นำรายการที่ขอสำเนาข้อมูล มาปรับปรุงช่วงเวลาที่ต้องการให้มีการขอสำเนาข้อมูลและทำการขอสำเนาข้อมูลตามกำหนดการ แสดงในรูปที่ 4.10 มีฟังก์ชั่น ดังนี้

- บันทึกช่วงเวลาการขอสำเนาข้อมูล ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล จะป้อน ชื่อแหล่งข้อมูลหลัก ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์ ที่ต้องการขอสำเนา โดยระบบจะแสดงรายการดังกล่าว กรณีที่มีการบันทึกไว้แล้ว หลังจากนั้นป้อนช่วงเวลาที่ต้องการให้ทำสำเนาข้อมูล

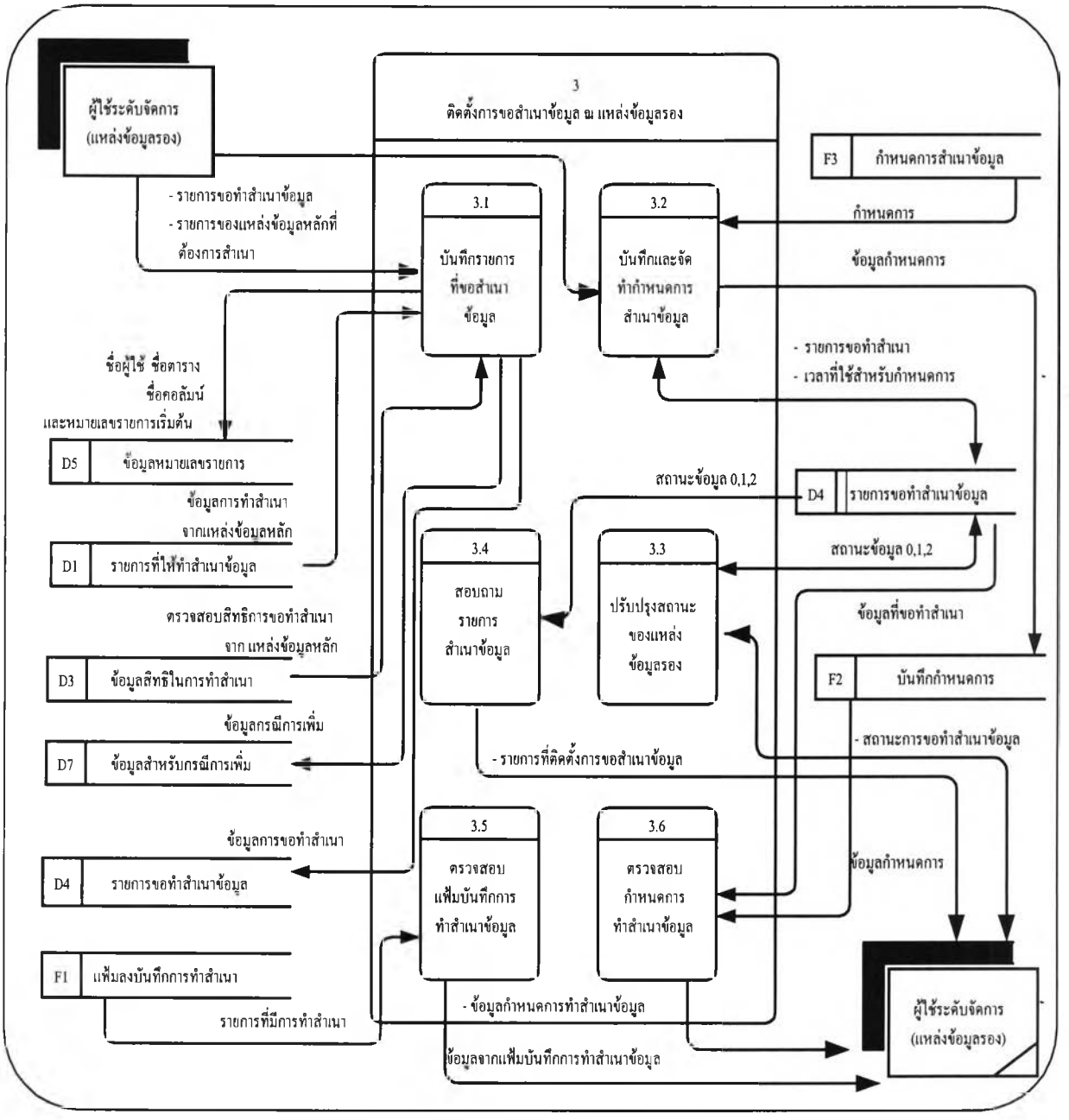
- บันทึกกำหนดการเพื่อขอสำเนาข้อมูล เป็นการนำรายการที่มีการบันทึกเกี่ยวกับรายการที่ต้องการขอสำเนาข้อมูล และช่วงเวลาการขอสำเนาข้อมูล มายืนยันเพื่อจะนำรายการดังกล่าวให้กับระบบปฏิบัติการเพื่อขอทำกำหนดการ

4.4.3.3 ปรับปรุงสถานะของแหล่งข้อมูลรอง

เป็นการนำรายการที่มีการขอทำสำเนาข้อมูลเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงสถานะ แสดงในรูปที่ 4.11 มีฟังก์ชั่น ดังนี้

- ปรับปรุงสถานะของแหล่งข้อมูลรอง เป็นกรณีที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูลต้องการเปลี่ยนสถานะเพื่อหยุดขอสำเนาข้อมูลชั่วคราว ซึ่งสถานะจะมีค่าเป็น 2 หรือกรณีที่ต้องการเปลี่ยนสถานะกลับเพื่อขอทำสำเนา สถานะจะมีค่าเป็น 1

- ลบการขอสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรอง เป็นกรณีที่ต้องการลบรายการที่มีการขอสำเนาข้อมูล สถานะของรายการจะมีค่าเป็น 0

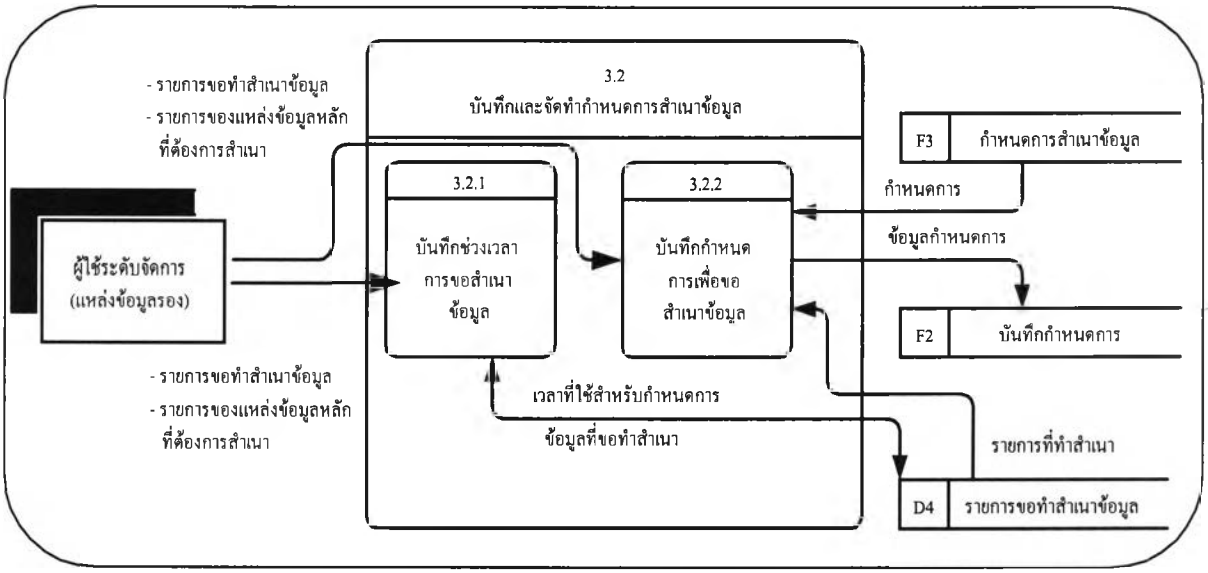


รูปที่ 4.9 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลกระบวนการติดตั้งการขอสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรอง

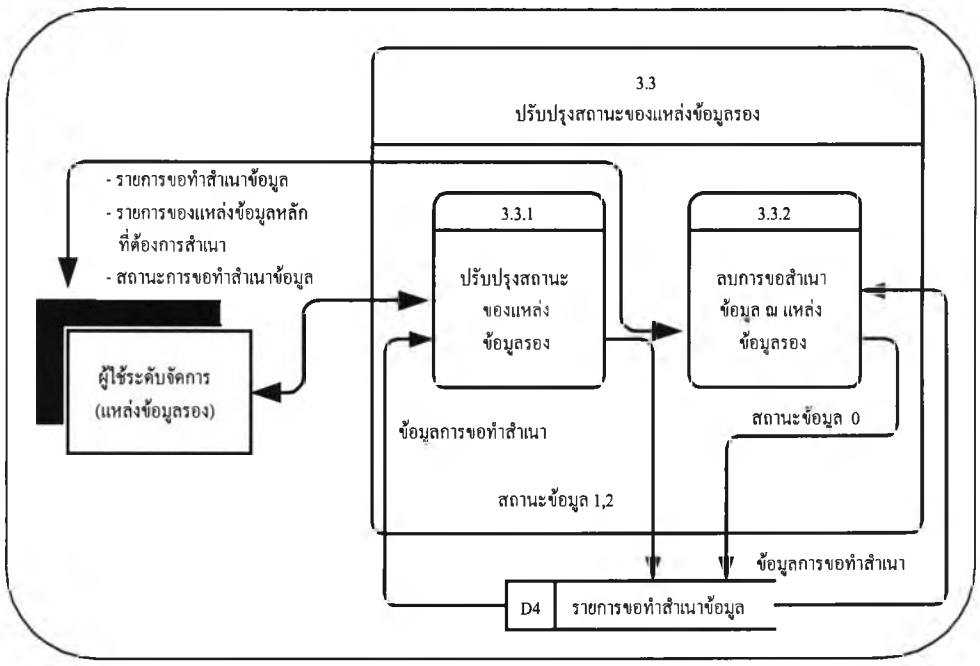
4.4.3.4 สอบถามรายการสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอน ที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ทำการสอบถามข้อมูลการขอสำเนาข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ ด้วยการป้อนรายการชื่อแหล่งข้อมูลหลักและชื่อเค้าร่าง หรือป้อนรายการชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ ของแหล่งข้อมูลรองสำหรับการค้นหา โดยหน้าจอของการแสดงผลลัพธ์จะแสดงรายการ

ชื่อแหล่งข้อมูลหลักและชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ ชื่อเค้าร่าง สถานะ และช่วงเวลาขอสำเนาข้อมูลของแหล่งข้อมูลรอง



รูปที่ 4.10 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลขั้นตอน บันทึกและจัดทำกำหนดการสำเนาข้อมูล



รูปที่ 4.11 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลขั้นตอน ปรับปรุงสถานะของแหล่งข้อมูลรอง

4.4.3.5 ตรวจสอบแฟ้มบันทึกการทำสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอน ที่ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูล ตรวจสอบการขอทำสำเนาข้อมูลหรือข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำสำเนาข้อมูล รวมทั้งรายการที่มีการปรับปรุง เพิ่ม หรือถูกลบ ที่แหล่งข้อมูลรอง โดยมี วันเวลา ที่เกิดเหตุการณ์ ดังกล่าวระบุไว้

4.4.3.6 ตรวจสอบกำหนดการทำสำเนาข้อมูล

เป็นขั้นตอน ที่ใช้ในการตรวจสอบรายการที่ขอสำเนาข้อมูลว่าจะมีการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลักในเวลาเท่าใด โดยมีหมายเลขกำหนดการที่ระบบปฏิบัติการจัดให้ ระบุไว้ที่รายการที่แสดง ดังกล่าว

4.4.4 กระบวนการทำสำเนาข้อมูล

เป็นกระบวนการที่เกิด ณ แหล่งข้อมูลหลัก โดยทุกครั้งที่คอลัมน์ของตารางสำหรับผู้ใช้ที่ติดตั้งการทำสำเนาข้อมูลมีเพิ่มขึ้น ปรับปรุงหรือถูกลบ รายการดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ที่ตารางบันทึกรายการที่เปลี่ยนแปลงซึ่งถูกบันทึกพร้อมกับหมายเลขประจำรายการที่ไม่ซ้ำโดยหมายเลขนี้จะเพิ่มแบบอัตโนมัติจากระบบ รวมถึงการบันทึก วันเดือนปีและเวลาที่เกิดขึ้นของรายการนั้นๆ ในตารางบันทึกรายการที่เปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นข้อมูลนี้จะถูกอ่านและขอทำสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลรองต่อไป

4.4.5 กระบวนการขอสำเนาข้อมูล

เป็นกระบวนการที่เกิด ณ แหล่งข้อมูลรองด้วยการขอนำข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงของแหล่งข้อมูลหลัก มาปรับปรุงที่แหล่งข้อมูลรอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.4.5.1 สัญญาณเวลาครบรอบการทำงาน จะมีการสั่งให้โปรแกรมขอทำสำเนา ทำการสำเนาข้อมูล ตามชื่อแหล่งข้อมูล ชื่อผู้ใช้ ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ที่ระบุ

4.4.5.2 ตรวจสอบสถานะการขอทำสำเนาข้อมูล เป็นขั้นตอนที่จะตรวจสอบสำหรับรายการที่ขอสำเนาข้อมูลว่ามีสถานะพร้อมทำงานหรือไม่ ถ้าไม่พร้อมก็จะไม่มีการขอสำเนาข้อมูล แต่ถ้าพร้อมที่ทำงานก็จะทำขั้นตอนต่อไป

4.4.5.3 ตรวจสอบสิทธิการทำสำเนาที่แหล่งข้อมูลหลัก เป็นขั้นตอนที่จะตรวจสอบว่าแหล่งข้อมูลหลักให้สิทธิสำหรับอ่านข้อมูลหรือไม่ ถ้ามีการระงับสิทธิเกิดขึ้น แหล่งข้อมูลรองจะไม่สามารถขอทำสำเนาข้อมูล แต่กรณีให้สิทธิในการทำสำเนาข้อมูล จะทำในขั้นต่อไป

4.4.5.4 อ่านหมายเลขสุดท้ายที่ทำสำเนาครั้งก่อน เป็นขั้นตอนที่โปรแกรมที่แหล่งข้อมูลรองจะต้องอ่านหมายเลขรายการสุดท้าย แล้วนำเลขดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับหมายเลขประจำรายการใน

ตารางบันทึกการเปลี่ยนแปลง ณ แหล่งข้อมูลหลัก หลังจากนั้นจึงอ่านข้อมูลรายการที่มีหมายเลขมากกว่าเพื่อจะได้ข้อมูลที่จะนำมาปรับปรุง ณ แหล่งข้อมูลของตนเอง

4.4.5.5 นำรายการที่ขอสำเนามาปรับปรุงที่แหล่งข้อมูลรอง กรณีที่ทำงานสำเร็จจะมีการบันทึกหมายเลขรายการสำเร็จที่ตารางข้อมูลหมายเลขรายการทุกครั้ง ดังนั้นการทำสำเนาข้อมูลในรอบถัดไปจะทำต่อจากหมายเลขรายการดังกล่าว ได้อย่างถูกต้อง

จากลักษณะการออกแบบกระบวนการที่กล่าวมา พบว่าการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ระหว่างแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง จะมีความเป็นอิสระกันมากกว่าการทำสำเนาของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล เนื่องจาก ผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูลที่แหล่งข้อมูลหลักรับผิดชอบในการติดตั้งโครงสร้างการสำเนาข้อมูลที่แหล่งข้อมูลหลักและให้สิทธิกับแหล่งข้อมูลรองในการอ่านข้อมูลจากตารางที่เก็บรายการที่เปลี่ยนแปลง ในขณะเดียวกันผู้ใช้ระดับจัดการฐานข้อมูลที่แหล่งข้อมูลรองรับผิดชอบในการติดตั้งการทำสำเนาข้อมูลที่แหล่งข้อมูลรอง โดยจะสามารถติดตั้งการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ได้เฉพาะตารางและคอลัมน์ที่ได้รับอนุญาต จากแหล่งข้อมูลหลักแล้วเท่านั้น

4.5 การออกแบบส่วนประสานผู้ใช้

จากแนวทางการออกแบบกระบวนการที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการออกแบบส่วนประสานผู้ใช้สำหรับการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.5.1 หน้าจอหลักของระบบ

เนื่องจากการออกแบบสำหรับงานวิจัยนี้ ประเด็นหนึ่งที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญ คือ ความปลอดภัยในการเข้าใช้ระบบงาน โดยจะกล่าวถึงในส่วนของการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าจอที่ผู้ใช้ต้องผ่านระบบความปลอดภัยระดับระบบปฏิบัติการเข้ามาได้แล้ว จะต้องพบคือหน้าจอการขอเชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล แสดงในรูปที่ 4.12 หน้าจอนี้จะรับข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสลับ โดยมีชื่อของระบบจัดการฐานข้อมูลที่กำลังติดต่อ ปรากฏหลัง "CONNECT DATABASE :" โดยโปรแกรมจะทำการอ่านค่านี้จากสภาพแวดล้อมปัจจุบันของผู้ใช้ หน้าจอนี้

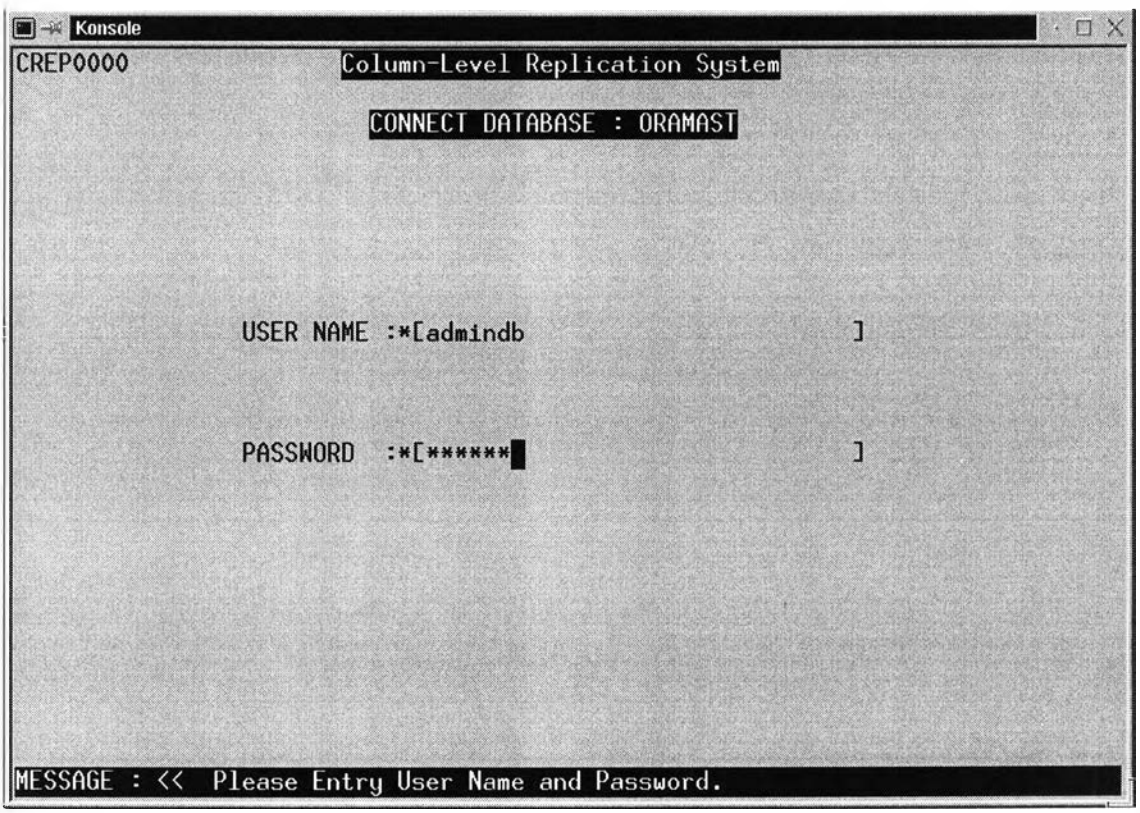
4.5.2 เมนูหลักของระบบ

ระบบทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยตรง สามารถแบ่งการติดตั้งระบบเป็น 2 รูปแบบ คือ

4.5.2.1 การติดตั้งระบบเพื่อให้สำเนาข้อมูล

เป็นการติดตั้งระบบที่แหล่งข้อมูลหลักเพื่อให้เกิดโครงสร้างต่างๆ สำหรับการทำสำเนาข้อมูล โดยเมนูหลักในส่วนนี้ถูกใช้โดยผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูลที่แหล่งข้อมูลหลัก เพื่อใช้สำหรับงานต่างๆ ดังนี้

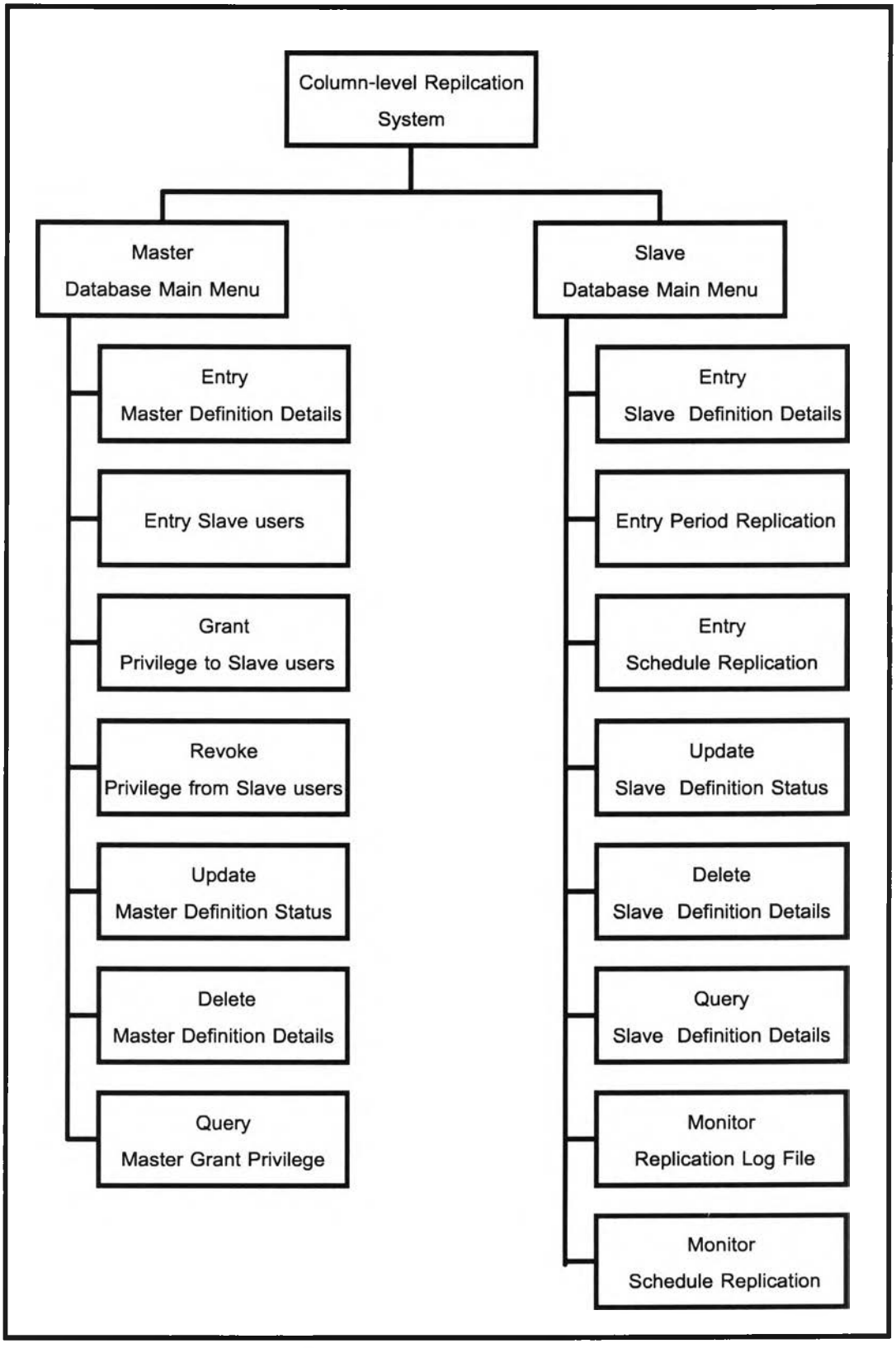
- บันทึกข้อมูลเพื่อสร้างรายการสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก
- บันทึกข้อมูลรายการของผู้ใช้ข้อมูล จากแหล่งข้อมูลรอง
- อนุญาตหรือมอบสิทธิการขอสำเนาข้อมูล ให้แก่ผู้ใช้ดังกล่าว
- ระงับหรือตัดสิทธิการขอสำเนาข้อมูล ของผู้ใช้
- เปลี่ยนแปลงสถานะการทำงาน ของโครงสร้างการสำเนาข้อมูล
- ลบโครงสร้างการสำเนาข้อมูล ที่สร้างขึ้น
- สอบถามรายละเอียดโครงสร้างการสำเนาข้อมูลและสิทธิที่มอบให้กับผู้ใช้



รูปที่ 4.12 แสดงการเข้าสู่ระบบเพื่อต่อเชื่อมกับระบบจัดการฐานข้อมูล

4.5.2.2 การติดตั้งระบบเพื่อขอสำเนาข้อมูล

เป็นการติดตั้งระบบที่แหล่งข้อมูลรองเพื่อให้เกิดโครงสร้างต่างๆ สำหรับการขอ



รูปที่ 4.13 แสดงการออกแบบเมนูหลัก

สำเนาข้อมูล โดยเมนูหลักในส่วนนี้ถูกใช้โดยผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูลที่แหล่งข้อมูลรอง เพื่อใช้สำหรับงานต่างๆ ดังนี้

- บันทึกข้อมูลเพื่อสร้างรายการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก
- บันทึกข้อมูลรายการช่วงเวลาของการขอสำเนาข้อมูล
- บันทึกข้อมูลเพื่อจัดกำหนดการเพื่อขอสำเนาข้อมูล
- ปรับปรุงสถานะรายการที่ขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก
- ลบรายการที่ขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก
- สอบถามรายการที่มีการขอสำเนาข้อมูล

4.5.3 หน้าจอโปรแกรมระบบงาน

โปรแกรมของระบบการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ มีการออกแบบหน้าจอสำหรับการนำข้อมูลเข้า การแก้ไขข้อมูล การสอบถามข้อมูลและสามารถรองรับการตรวจสอบแฟ้มลงบันทึกการเข้าออกได้ โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

4.5.3.1 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอ

จากรูปที่ 4.14 แสดงส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอซึ่งผู้วิจัยขออธิบายตามหมายเลขที่แสดงไว้ ดังนี้

หมายเลข 1 คือรหัสโปรแกรมซึ่งมีความยาว 8 ตัวอักษร โดยอักษร 4 ตัวแรกหมายถึงชื่อระบบงาน อักษรตัวที่5 และ 6 ถ้าเป็น 00 หมายถึงโปรแกรมนั้นใช้ได้ทั้งแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง ถ้าเป็น 01 หมายถึงโปรแกรมนั้นใช้สำหรับทำงานภายใต้หัวข้อแหล่งข้อมูลหลัก กรณีเป็น 02 หมายถึงโปรแกรมนั้นใช้สำหรับทำงานภายใต้หัวข้อแหล่งข้อมูลรอง อักษรตัวที่ 7 และ 8 เป็นการลำดับโปรแกรม

- ตรวจสอบการปรับปรุงระเบียนที่ขอสำเนาข้อมูล จากแฟ้มลงบันทึกการทำงาน
- ตรวจสอบกำหนดการทั้งหมดในระบบ ที่มีการขอสำเนาข้อมูล

หมายเลข 2 คือ รายการที่บอกชื่อและหน้าที่สำหรับการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 3 คือ ชื่อฐานข้อมูลขณะนั้นที่โปรแกรมทำการต่อเชื่อมอยู่

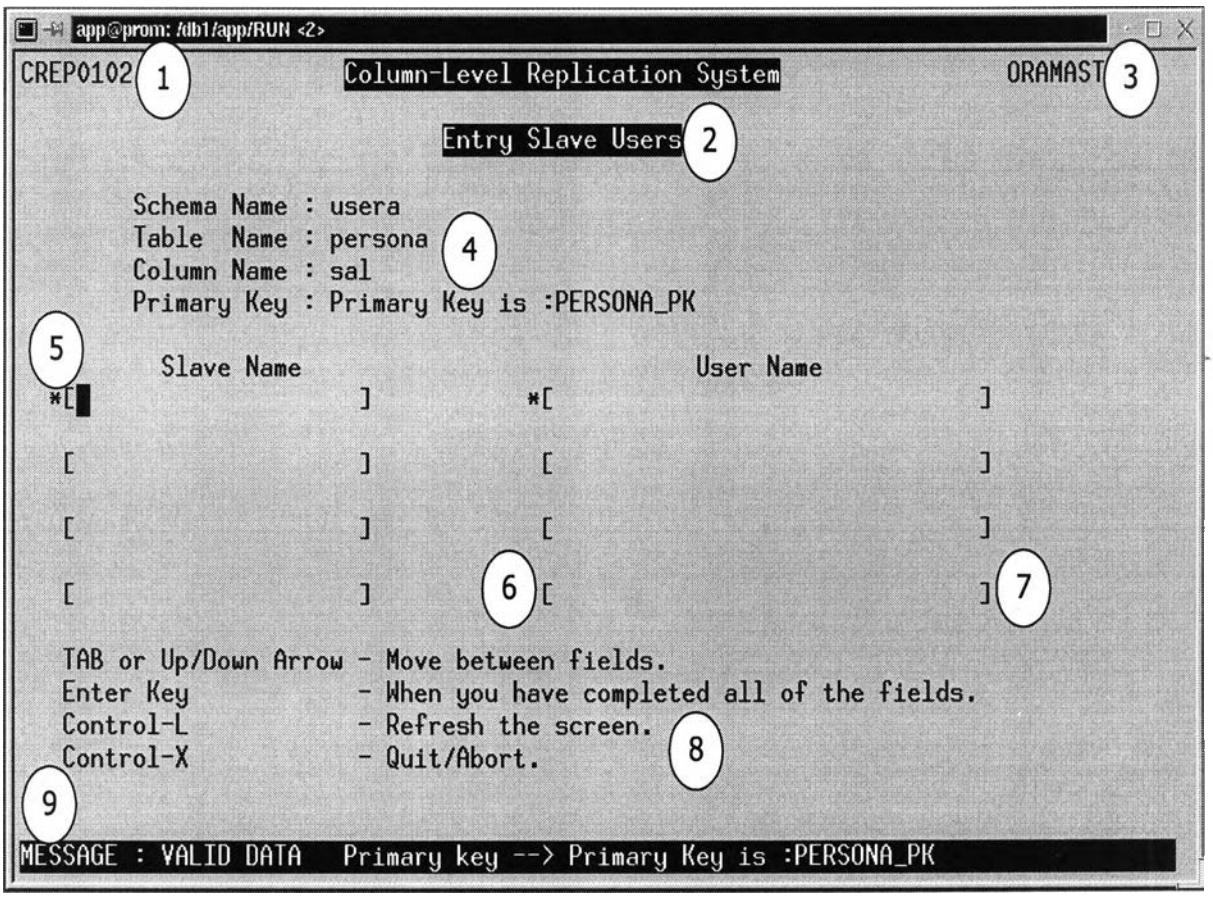
หมายเลข 4 คือ การแสดงค่าของข้อมูลที่มีการอ่านจากฐานข้อมูล โดยไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ปรับปรุงใดๆ

หมายเลข 5 คือ สัญลักษณ์ "*" ที่อยู่หน้าเขตข้อมูลใด แสดงว่าผู้ใช้จำเป็นต้องใส่ค่าให้กับเขตข้อมูล ดังกล่าว

หมายเลข 6 และ 7 คือ สัญลักษณ์ "[" และ "]" ตามลำดับซึ่งระบุความยาวของเขตข้อมูลที่ผู้ใช้ สามารถป้อนข้อมูลภายในขอบเขตดังกล่าวได้

หมายเลข 8 คือ ความช่วยเหลือที่ระบุถึง แป้นกำหนดหน้าที่ต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้

หมายเลข 9 คือ ข้อความที่ระบบบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า การทำงานดังกล่าวสำเร็จหรือไม่สำเร็จ โดยมีปัญหาอะไรเกิดขึ้น

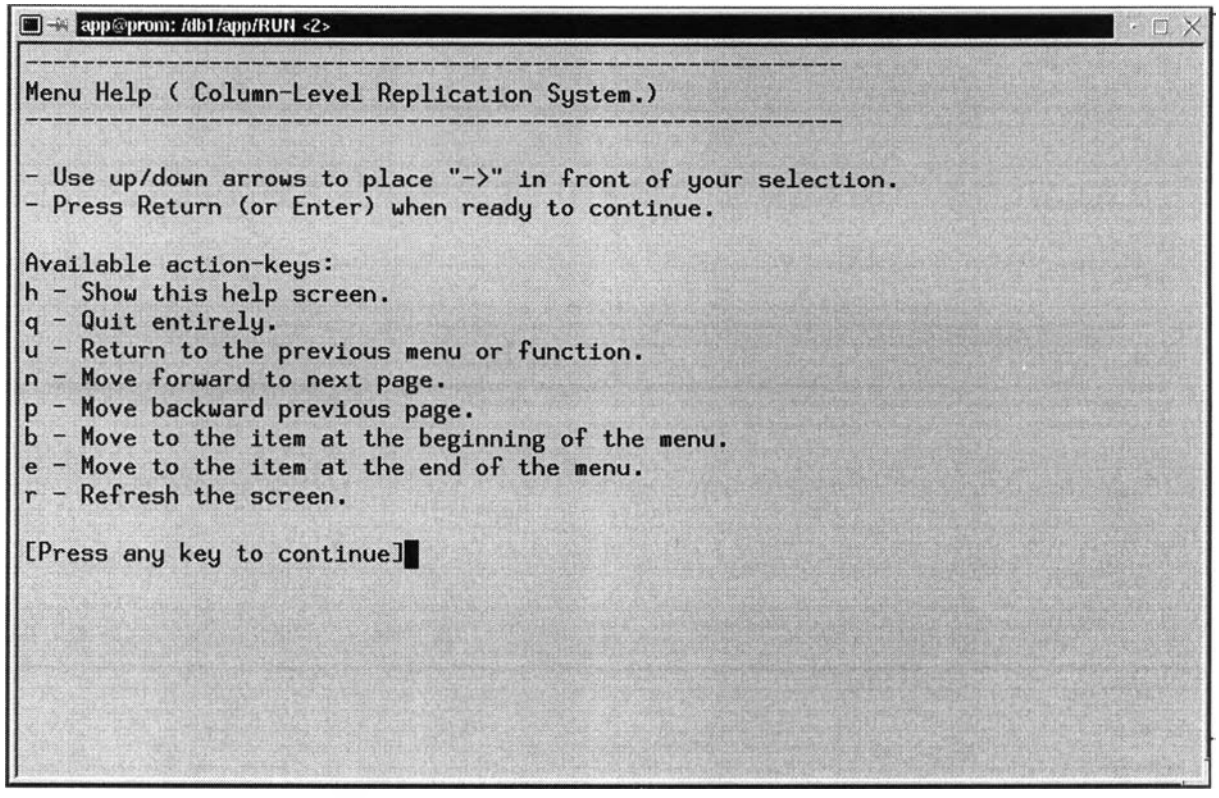


รูปที่ 4.14 แสดงส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอ

4.5.4 หน้าจอความช่วยเหลือ

ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอความช่วยเหลือ สำหรับหน้าจอที่ไม่มีความช่วยเหลือ แสดงตามหมายเลข 8 ข้างต้น ผู้ใช้สามารถเลือกกดแป้นที่อักษร h หรือ ? เพื่อเรียกหน้าจอความช่วยเหลือขึ้นมาปรากฏได้ทันที โดยหน้าจอความช่วยเหลือจะแสดงตามรูปที่ 4.15

นอกจากนี้ หน้าจอทั้งหมดของระบบงาน ผู้วิจัยได้อธิบายและแสดงรูปประกอบ ที่ภาคผนวก ข.



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอความช่วยเหลือ

4.6 การออกแบบฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการออกแบบลักษณะการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ และการออกแบบกระบวนการที่เกิดขึ้น มาใช้ในการออกแบบฐานข้อมูล ซึ่งแสดงออกในรูปแบบตารางของระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ นอกจากตารางชุดดังกล่าวที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสำหรับการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์แล้ว จะมีตารางระบบภายในของระบบจัดการฐานข้อมูลบางส่วน ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นข้อมูลเข้า โดยการใช้ร่วมกับข้อมูลที่ถูกป้อนจากผู้ใช้ระดับจัดการที่แหล่งข้อมูลหลัก

4.6.1 ตารางในระบบฐานข้อมูล

จากแนวคิดในการออกแบบการทำสำเนาข้อมูล ที่กล่าวมาแล้ว การทำสำเนาข้อมูล ณ ขณะใดขณะหนึ่งที่แหล่งข้อมูลหนึ่ง กรณีที่มีการขอข้อมูลจากอีกแหล่งข้อมูลหนึ่งเพื่อทำสำเนาข้อมูล จะถือว่าแหล่งข้อมูลนั้นมีสถานะเป็นแหล่งข้อมูลรอง ในขณะเดียวกันถ้ามีแหล่งข้อมูลอื่นมาขอข้อมูลเพื่อทำสำเนา

ก็จะถือว่า ในขณะนั้นแหล่งข้อมูลนี้ มีสถานะเป็นแหล่งข้อมูลหลักทันที ดังนั้นแหล่งข้อมูลหนึ่งๆ อาจทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลกับแหล่งข้อมูลอื่น หรือทำหน้าที่รับบริการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่น หรือทำหน้าที่ทั้งให้บริการและรับบริการจากแหล่งข้อมูลอื่น พร้อมกัน การออกแบบตารางในระบบฐานข้อมูล ผู้วิจัยทำการออกแบบและจัดเตรียม เพื่อรองรับการทำงานลักษณะดังกล่าว โดยแบ่งตารางออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มหนึ่งจะรองรับการทำงานเมื่อแหล่งข้อมูลทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลหลัก และอีกกลุ่มหนึ่งจะรองรับการทำงานเมื่อแหล่งข้อมูลทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลรอง ผู้วิจัยได้ออกแบบตารางซึ่งแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. โดยประกอบด้วยชื่อตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ตารางในระบบฐานข้อมูล

ชื่อตาราง	ชื่อที่อ้างอิง	รายละเอียด
MAST_REP_DEF	D1	ตารางสำหรับเก็บข้อกำหนดการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ที่แหล่งข้อมูลหลัก
MAST_TRAN_LOG	D2	ตารางที่แหล่งข้อมูลหลัก สำหรับเก็บรายการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ที่เกิดขึ้น กับตารางที่มีการติดตั้งการสำเนาข้อมูล โดยมีหมายเลขประจำระเบียนสำหรับแต่ละรายการ
MAST_SECURITY	D3	ตารางที่แหล่งข้อมูลหลัก สำหรับตรวจสอบแหล่งข้อมูลรองที่เข้ามาอ่านข้อมูล โดยอนุญาตให้เฉพาะแหล่งข้อมูลรองที่มีสิทธิตามที่ระบุไว้ เท่านั้น
SLAV_REP_DEF	D4	ตารางที่แหล่งข้อมูลรอง สำหรับเก็บข้อกำหนดการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ จากแหล่งข้อมูลหลัก
SLAV_CHECK_LOG	D5	ตารางที่แหล่งข้อมูลรอง สำหรับบันทึกข้อมูลที่อ่านจากแหล่งข้อมูลหลักและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ณ แหล่งข้อมูลรอง
MAST_CHECK_STAT	D6	ตารางที่แหล่งข้อมูลหลักสำหรับการตรวจสถานะการทำงานของทริกเกอร์
SLAV_TAB_COL	D7	ตารางที่แหล่งข้อมูลรองสำหรับเก็บรายละเอียดของคอลัมน์ที่ใช้สำหรับกรณี การเพิ่มข้อมูล

นอกจากนี้มีตารางภายในของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะต้องถูกใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา คือ DBA_IND_COLUMNS สำหรับตรวจสอบกุญแจหลักของตารางที่จะทำสำเนา DBA _TAB_COLUMNS สำหรับตรวจสอบจำนวนคอลัมน์ในตาราง และ DBA_CONSTRAINTS สำหรับตรวจสอบ กุญแจหลัก

4.6.2 วิวในระบบฐานข้อมูล

นอกจากตารางทั้งหมดข้างต้นแล้ว ฐานข้อมูลของระบบประกอบด้วย วิว ซึ่งใช้ในการสอบถามข้อมูลรายละเอียดโครงสร้างการสำเนาข้อมูลและสิทธิที่มอบให้กับผู้ใช้ โดยใช้วิว ชื่อ MAST_REP_SECURE ซึ่งองค์ประกอบและคุณลักษณะของวิว ได้กล่าวรายละเอียดใน ภาคผนวก ก.

4.6.3 แฟ้มข้อมูลในระบบปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการใช้แฟ้มข้อมูลบนระบบปฏิบัติการ สำหรับเป็นแฟ้มที่ใช้แสดงผลลัพธ์ แฟ้มชื่อ REPLOG.LOG สำหรับบันทึกการทำสำเนาข้อมูล แฟ้มชื่อ SCHEDULE.LOG สำหรับการแสดงกำหนดการในการขอทำสำเนาข้อมูล และแฟ้มชื่อ FILE_SCHEDULE สำหรับอ้างอิงร่วมกันระหว่างกำหนดการของระบบปฏิบัติการกับรายการที่ขอทำสำเนาข้อมูล

4.7 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย

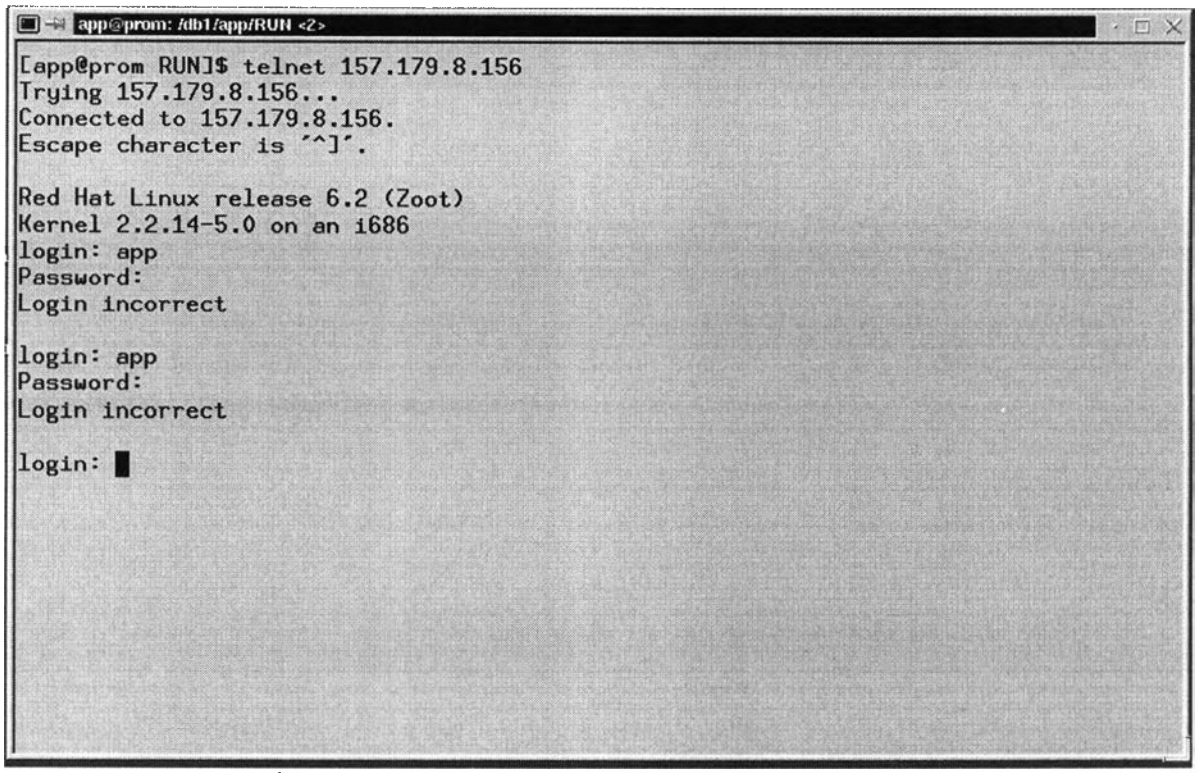
เนื่องจากการทำสำเนาข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลเป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างแหล่งข้อมูล ตั้งแต่ 2 แหล่ง ซึ่งต้องคำนึงถึงระบบรักษาความปลอดภัยเป็นสำคัญ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบ ดังนี้

4.7.1 ความปลอดภัยในการติดต่อกับโปรแกรม

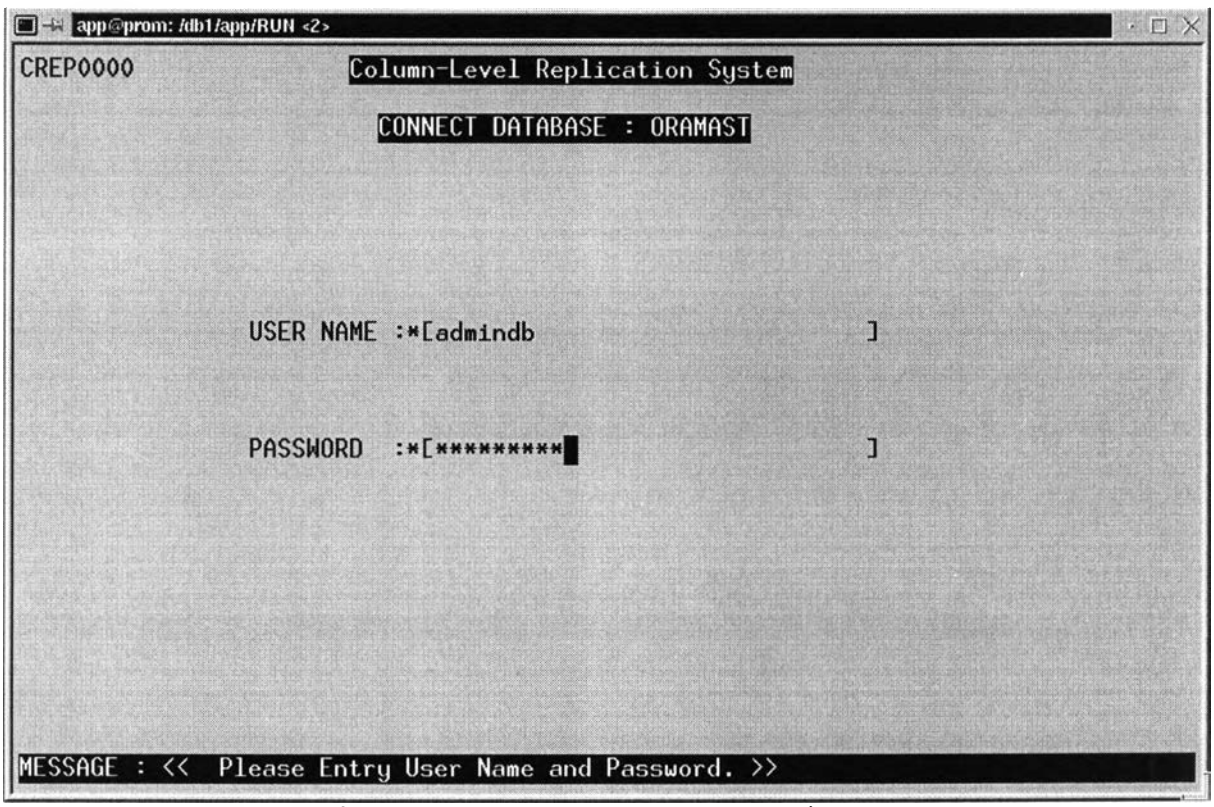
ในการติดต่อใช้ระบบสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ เบื้องต้นจะต้องผ่านระบบความปลอดภัยของระบบปฏิบัติการเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้ใช้ดังกล่าวมีสิทธิในการใช้โปรแกรมหรือไม่ โดยผู้ใช้จะต้องป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้อง เท่านั้น จึงสามารถใช้โปรแกรมได้ ชื่อผู้ใช้สำหรับลงบันทึกเข้าระบบในส่วนนี้จะถูกสร้างโดยผู้ดูแลและจัดการระบบปฏิบัติการ รูปที่ 4.16 แสดงการติดต่อกับระบบปฏิบัติการ

4.7.2 ความปลอดภัยในการติดต่อกับระบบฐานข้อมูล

ขั้นตอนต่อไป ระบบจะตรวจสอบว่า ผู้ใช้มีสิทธิในการใช้ระบบฐานข้อมูลหรือไม่ โดยผู้ใช้จะต้องใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูล กรณีที่ใส่รหัสผ่านไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง ระบบจะส่งสัญญาณให้กับระบบปฏิบัติการ เพื่อให้ระบบปฏิบัติการตัดการเชื่อมต่อของผู้ใช้ออกจากระบบ ชื่อผู้ใช้สำหรับลงบันทึกติดต่อกับฐานข้อมูลในส่วนนี้ จะถูกสร้างโดยผู้ดูแลและจัดการระบบจัดการฐานข้อมูล



รูปที่ 4.16 แสดงระบบความปลอดภัยในการติดต่อกับโปรแกรม



รูปที่ 4.17 แสดงระบบความปลอดภัยในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

4.7.3 ความปลอดภัยในการติดตั้งโครงสร้างการทำสำเนาข้อมูล

ในส่วนของระบบจัดการฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้กล่าวถึงการแบ่งระดับผู้ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นระดับต่างๆ สำหรับผู้ใช้ที่มีสิทธิในการติดต่อกับฐานข้อมูลและสามารถสั่งงานชุดคำสั่งเพื่อติดตั้งการทำสำเนาข้อมูลที่แหล่งข้อมูลหลักหรือสั่งงานชุดคำสั่งเพื่อติดตั้งการขอสำเนาข้อมูล ที่แหล่งข้อมูลรองจะต้องเป็นผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล เท่านั้น ผู้ใช้ระดับอื่นไม่สามารถสั่งงาน ดังกล่าว

4.7.4 แหล่งข้อมูลหลัก กำหนดสิทธิแก่ผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง

ผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก สามารถกำหนดสิทธิ ระงับสิทธิ หรือ ตัดสิทธิ ในการขอสำเนาข้อมูลจากผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง นอกจากนี้ กรณีที่ต้องการหยุดการทำสำเนาข้อมูลจากทุกๆ แหล่งข้อมูลรอง ก็สามารถทำได้ เนื่องจากเป็นสิทธิของผู้ใช้ ที่เป็นเจ้าของข้อมูล

4.7.5 การตรวจสอบสิทธิของแหล่งข้อมูลรอง

ทุกครั้งที่มีการขอสำเนาข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลรอง แหล่งข้อมูลหลักจะมีการตรวจสอบสิทธิในการขอข้อมูลสำหรับครั้งนั้นๆ ก่อน ถ้าไม่มีการระงับสิทธิ แหล่งข้อมูลรองจะได้ข้อมูลที่ต้องการทำสำเนา แต่ถ้าถูกระงับสิทธิ จะมีข้อความเตือนกลับไปยังผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง

ในด้านความปลอดภัยที่กล่าวในข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยได้ออกแบบ ความปลอดภัยในระดับระเบียนของตารางที่ใช้กับระบบสำเนาข้อมูล โดยการบันทึก วัน เดือน ปี และเวลา ทุกครั้งที่ข้อมูลถูกปรับปรุง

4.8 การออกแบบป้องกันและตรวจสอบข้อมูลผิดพลาด

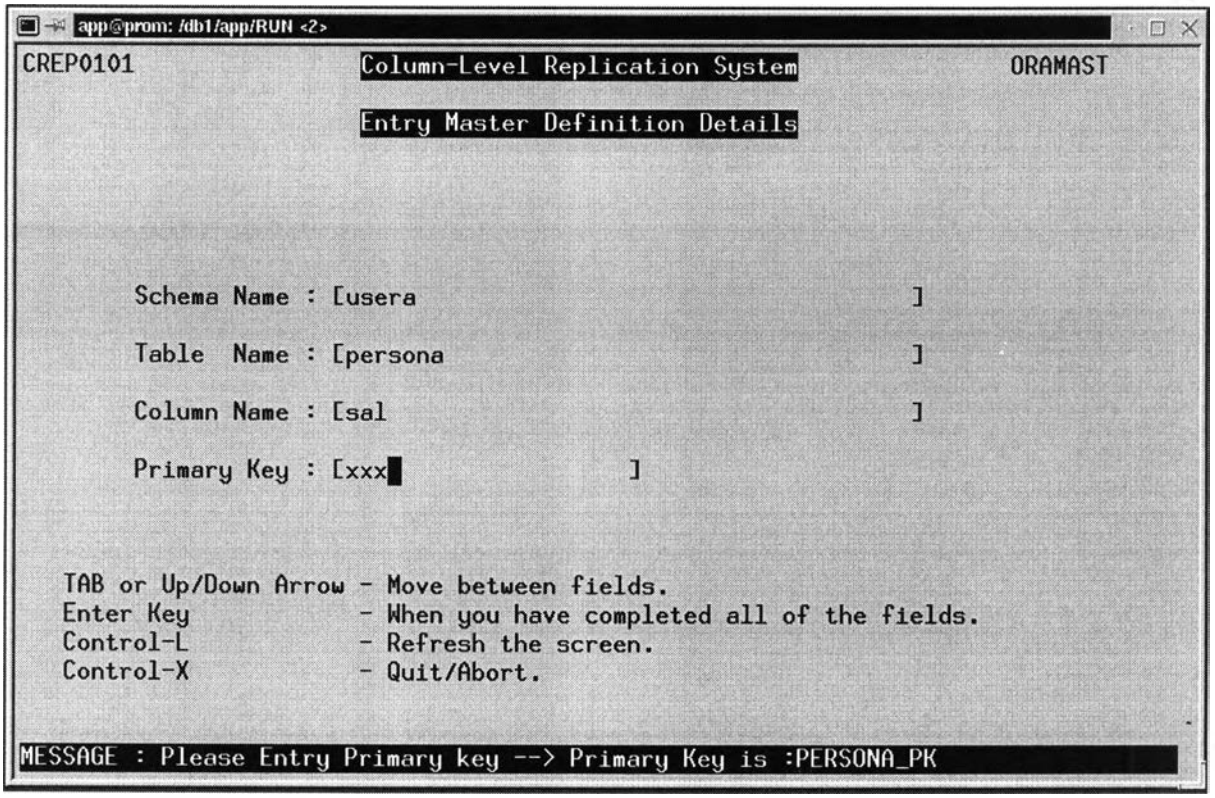
4.8.1 การตรวจสอบผลการทำงานและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ขณะที่มีการติดตั้งโครงสร้างสำหรับการสำเนาข้อมูล สำหรับแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง กรณีการทำงานที่สำเร็จ จะมีข้อความแสดง สำหรับกรณีที่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นถ้าเป็นข้อผิดพลาดที่ไม่รุนแรงมากนัก เช่น การป้อนชื่อผู้ใช้ ชื่อตาราง หรือชื่อคอลัมน์ ไม่ถูกต้องจะมีข้อความกล่าวเตือนเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนใหม่ ส่วนกรณีที่ความผิดพลาดรุนแรง เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูลมีการแจ้งความผิดพลาดดังกล่าวมาด้วย รหัสความผิดพลาดของฐานข้อมูล โปรแกรมจะนำเอารหัสดังกล่าวมาแสดงบนจอภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4.18 แสดงการเตือนข้อมูลที่ป้อนผิดพลาดและวิธีแก้ไข

4.8.2 การยืนยันความถูกต้องหรือยืนยันการลบข้อมูล

กรณีที่เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล หรือ การลบข้อมูล ผู้วิจัย

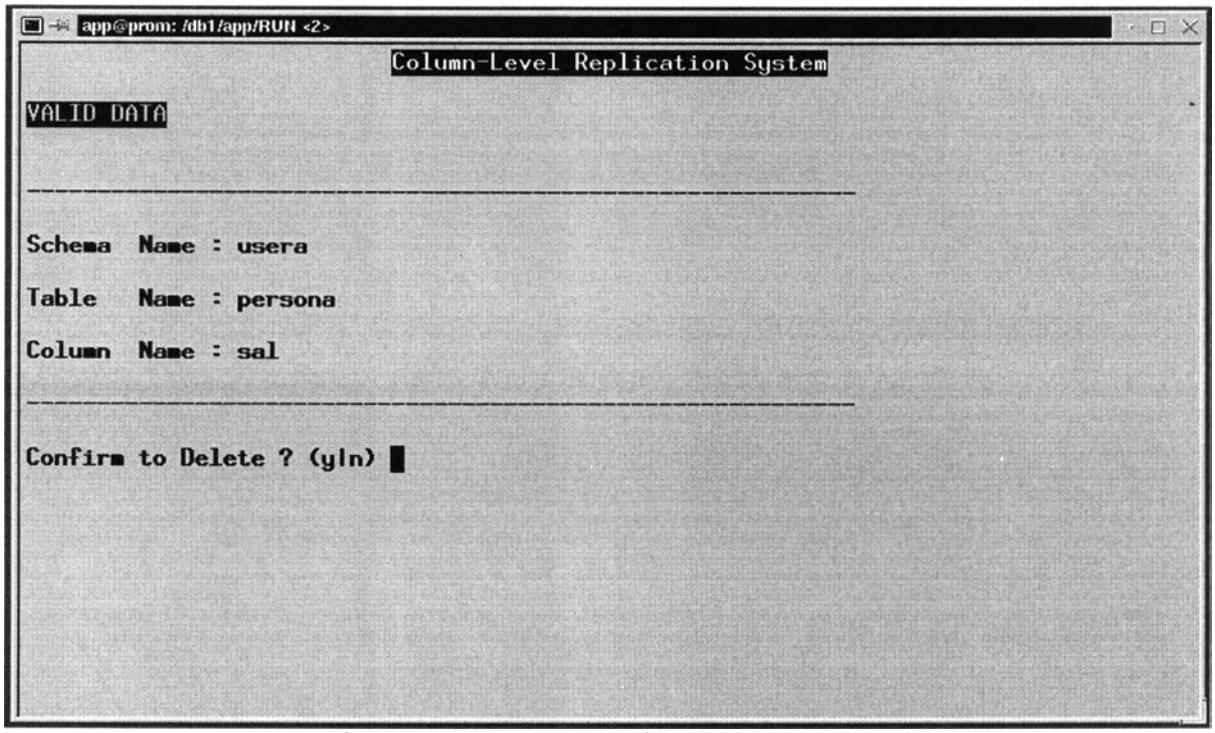
ได้ออกแบบให้มีหน้าจอ ยืนยันการทำงานดั่งกล่าว เพื่อต้องการให้ผู้ใช้สามารถยกเลิกได้ กรณีที่ไม่ต้องการที่จะทำงาน ดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 4.19 แสดงการสอบถามเพื่อยืนยันการทำงาน



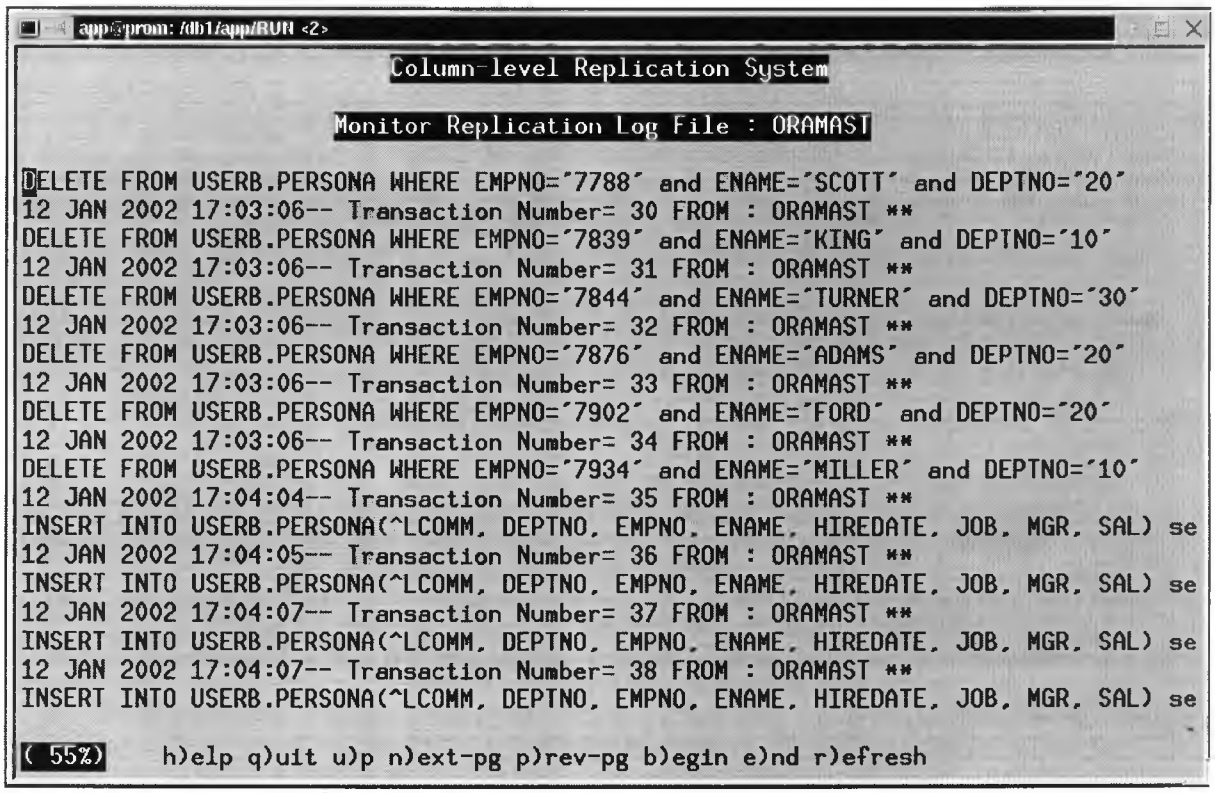
รูปที่ 4.18 แสดงการเตือนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและวิธีแก้ไข

4.8.3 การมีแฟ้มลงบันทึกการทำสำเนา

ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการลงบันทึกการทำสำเนาทุกครั้ง ที่แหล่งข้อมูลรองมีการปรับปรุงข้อมูลและทำสำเนาจากแหล่งข้อมูลหลัก แฟ้มดังกล่าวถูกใช้สำหรับกรณีที่ผู้ใช้ ณ แหล่งข้อมูลรอง ต้องการทราบหรือตรวจสอบประวัติการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่เกิดขึ้น ด้วยการแสดงคำสั่งและระบุระเบียนต่างๆ ที่มีการเพิ่มขึ้น ถูกลบ หรือถูกปรับปรุง ณ แหล่งข้อมูลรอง โดยมี วันที่และเวลาของเหตุการณ์นั้นๆ แสดงอยู่ด้วย ตัวอย่างแฟ้มลงบันทึกการทำสำเนาแสดง ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.19 แสดงการสอบถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูล



รูปที่ 4.20 แสดงตัวอย่างแฟ้มลงบันทึกการทำสำเนา

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการป้องกันข้อมูลไม่ให้ปรับปรุงผิดพลาด ด้วยการบันทึกหมายเลขรายการที่ทำสำเร็จแล้วทุกครั้งไว้ในตารางระบบ เพื่อนำหมายเลขดังกล่าวไปใช้สำหรับการทำสำเนาข้อมูลชุดนี้ในครั้งต่อไป