

บทที่ 5

การพัฒนาโปรแกรม

เนื่องจาก งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะต้องทำงานบนเครื่องให้บริการตั้งแต่ 2 เครื่อง ผ่านระบบเครือข่าย โดยแต่ละเครื่องต้องมีระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ขณะเดียวกันการจัดรูปแบบ เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบกระจาย การทำสำเนาข้อมูลระดับคอสม์น์เกิดขึ้นเมื่อแหล่งข้อมูลหนึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลหลักและอีกแห่งจะเป็นแหล่งข้อมูลรอง ในสถาปัตยกรรม รับ/ให้บริการ

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

5.1.1 สภาพแวดล้อมทางด้านฮาร์ดแวร์

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการ มีทรัพยากร ดังนี้

- ไมโครโพรเซสเซอร์ชนิด เซเลรอน(Celeron) ความเร็วที่สัญญาณนาฬิกา 600 เมกะเฮิร์ตซ์
- หน่วยความจำขนาด 128 เมกกะไบต์
- หน่วยบันทึกข้อมูลขนาด 20 กิกะไบต์
- แผ่นวงจรประสานสำหรับเชื่อมต่อเครือข่าย
- เครื่องกระจายสัญญาณ (Hub) สำหรับระบบเครือข่าย ขนาด 8 ช่องทาง หรือ สายสัญญาณ แบบ Peer-to-Peer กรณีการเชื่อมต่อเพียง 2 เครื่อง

5.1.2 สภาพแวดล้อมทางด้านซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์ (LINUX) ที่มีเคอร์เนล ตั้งแต่รุ่น 2.2
- ระบบจัดการฐานข้อมูลออรากเคิล เวอร์ชัน 8.1.6 สำหรับ ลินุกซ์
- ซอฟต์แวร์สำหรับ พัฒนา ภาษาเพิร์ล (PERL) เวอร์ชัน 5 สำหรับ ลินุกซ์
- ซอฟต์แวร์สำหรับ พัฒนา เชลสคริป (Shell Script)
- ซอฟต์แวร์ เครื่องมือสำหรับพัฒนา เคอร์ส (CURSES) เวอร์ชัน 6.01 สำหรับ ทำงานร่วมกับภาษา เพิร์ล บนระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์

5.2 การออกแบบ และองค์ประกอบสำหรับพัฒนาโปรแกรม

5.2.1 การออกแบบสำหรับพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบลักษณะโปรแกรม สำหรับระบบงานสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ โดยแบ่งการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

5.2.1.1 โปรแกรมสำหรับทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลโดยตรง โปรแกรมส่วนนี้มีหน้าที่ ดังนี้

- เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนผ่านหน้าจอ
- เพื่อติดต่อสั่งงานกับระบบจัดการฐานข้อมูล สำหรับการกำหนดรูปแบบนิยามข้อมูล หรือ เพื่อการจัดดำเนินการข้อมูล
- เพื่อรับข้อมูลหรือข้อความแจ้งกลับมาจากระบบจัดการฐานข้อมูล สำหรับกรณีมีการทำงานที่สำเร็จ การทำงานที่ไม่สำเร็จ หรือเกิดปัญหาจากระบบจัดการฐานข้อมูลในขณะทำงาน

5.2.1.2 โปรแกรมสำหรับส่วนประสานผู้ใช้ โปรแกรมส่วนนี้มีหน้าที่ ดังนี้

- เพื่อใช้เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้ ติดต่อกับระบบงาน
- เพื่อส่งข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาให้แก่โปรแกรมสำหรับทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล ในข้อ 5.2.1.1 และรับข้อความกลับมาแสดงที่หน้าจอ
- เพื่อเรียกใช้สำหรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ และเรียกใช้คำสั่งโปรแกรมอรรถประโยชน์ จากระบบปฏิบัติการได้สะดวก พร้อมทั้งรับข้อมูลหรือข้อความแสดงความผิดพลาดจากระบบปฏิบัติการเพื่อแสดงผลที่หน้าจอ

5.2.1.3 โปรแกรมสำหรับสั่งงานระบบปฏิบัติการ โปรแกรมส่วนนี้มีหน้าที่ ดังนี้

- เพื่อสั่งงานกับระบบปฏิบัติการให้ทำงานโดยตรง
- เพื่อติดต่อประสานงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ เช่น การใช้ระบบรักษาความปลอดภัย ผ่านระบบปฏิบัติการ เป็นต้น

5.2.2 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ สำหรับการพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมระบบทำสำเนา ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาการทำงานของโปรแกรม ในลักษณะ ดำเนินงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์บริการเท่านั้น กล่าวคือ สภาพแวดล้อมการดำเนินงานขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องบริการ ดังนั้น ฮาร์ดแวร์ที่ใช้เป็นเครื่องลูกข่ายคุณลักษณะไม่ต้องสูงมาก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับ เพนเทียม ความเร็ว 100 เมกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 8 เมกะไบต์ ก็สามารถเชื่อมต่อ

ต่อไปยังเครื่องให้บริการเพื่อทำการพัฒนาโปรแกรมได้

5.2.3 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ สำหรับการพัฒนาโปรแกรม

5.2.3.1 ระบบปฏิบัติการและระบบจัดการฐานข้อมูล

ผู้วิจัย เลือกสภาพแวดล้อมทางด้านซอฟต์แวร์ โดยใช้ระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์ เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่ให้ความปลอดภัยสูงในการทำงาน และระบบส่วนใหญ่ที่ต้องการความมั่นคงและปลอดภัยมากๆ จะใช้ระบบปฏิบัติการดังกล่าว นอกจากนี้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์สามารถป้องกันปัญหาไวรัส ที่เกิดบนเครื่องที่มีระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ได้

สำหรับระบบจัดการฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยเลือกใช้จะเป็น ออราเคิล เนื่องจาก ในส่วนของผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลผู้วิจัยได้กล่าวถึง ผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลออราเคิล และเอสคิวแอล เซฟเวอร์ แต่เนื่องจาก เอสคิวแอล เซฟเวอร์ สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการของไมโครซอฟต์ เท่านั้น ผู้วิจัยจึงใช้ ออราเคิล สำหรับการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งรุ่นที่ใช้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์

5.2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

5.2.3.2.1 กระบวนคำสั่งที่มีการจัดเก็บ

ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือนี้เนื่องจาก เป็นส่วนสำคัญที่ผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูลจะต้องมี เพื่อให้ผู้ใช้ติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล ในรูปแบบของคำสั่งงานแต่ละคำสั่งหรือชุดคำสั่งงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ นอกจากนี้การติดต่อบริการฐานข้อมูลด้วยกระบวนคำสั่งที่มีการจัดเก็บจะทำให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว เนื่องจากชุดคำสั่งนี้จัดเก็บไว้ในพจนานุกรมข้อมูล

5.2.3.2.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้

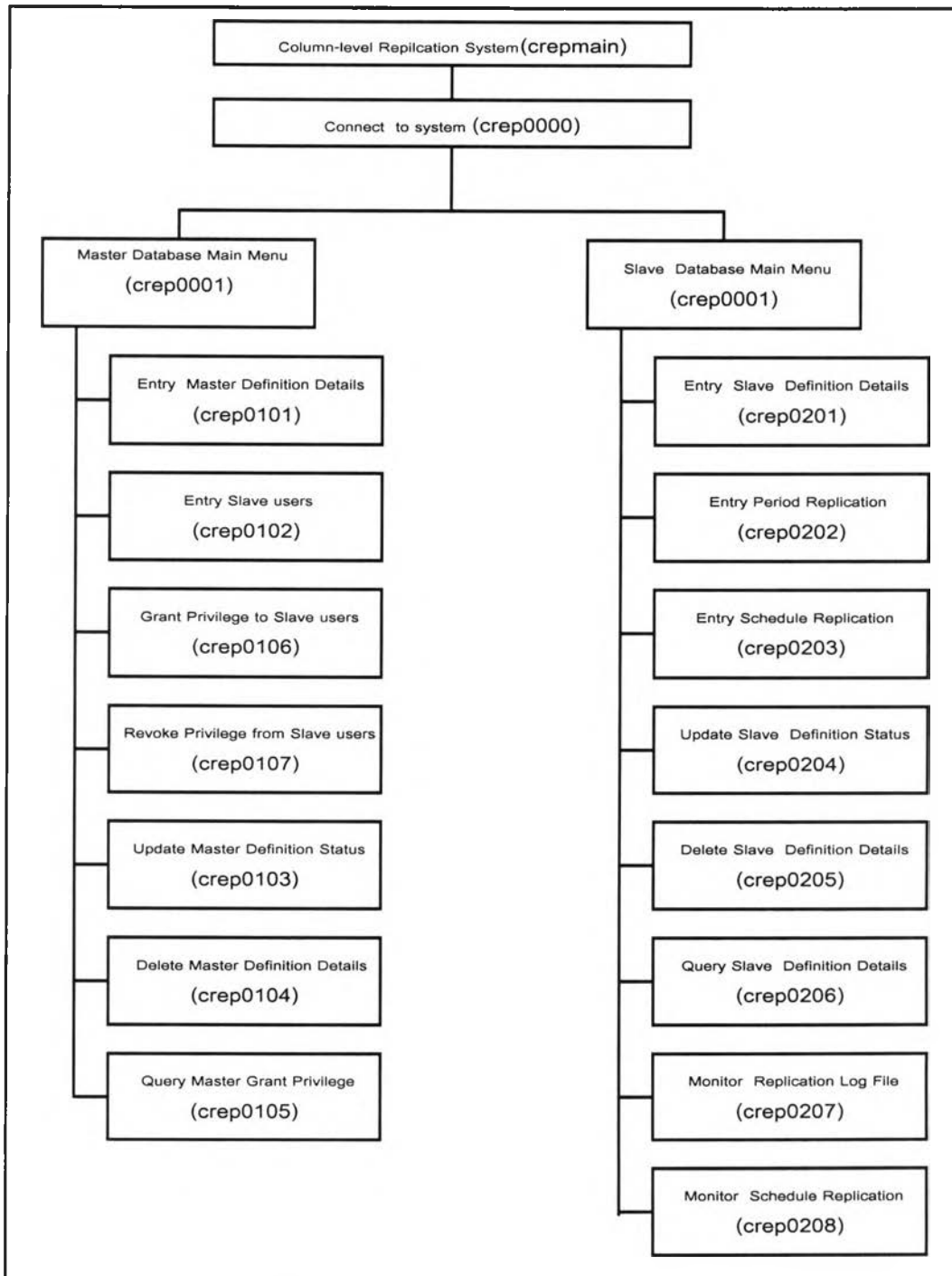
ผู้วิจัยเลือกใช้ภาษาเพิร์ล เวอร์ชัน 5 เนื่องจากสามารถใช้งานร่วมกับกระบวนคำสั่งที่มีการจัดเก็บในข้อ 5.2.3.2.1 และติดต่อกับโปรแกรมอรรถประโยชน์ของระบบปฏิบัติการในข้อต่อไปได้โดยตรง ดังนั้น เมื่อนำภาษาดังกล่าวมาใช้ร่วมกับ โปรแกรมเคอร์ส เวอร์ชัน 6.01 ซึ่งมีหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการแสดงผลทางจอภาพและการรับผลทางแป้นพิมพ์ที่กำหนดหน้าที่ จะทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกเมื่อใช้โปรแกรมหาดังกล่าว

5.2.3.2.3 โปรแกรมอรรถประโยชน์ของระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์

นอกจากคำสั่งงานที่ผู้วิจัยจะต้องติดต่อกับระบบปฏิบัติการโดยตรง เช่น การตรวจสอบความปลอดภัย โดยผ่านการทำงานของระบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะต้องใช้คุณลักษณะอื่นของโปรแกรมอรรถประโยชน์ในระบบปฏิบัติการ เช่น การจำกัดกำหนดการทำสำเนาข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้คำสั่ง "ac" ในระบบปฏิบัติการ ชุดคำสั่งของระบบปฏิบัติการที่เรียกว่า เชลสคริป (shell script) ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการสั่งงานเป็นกลุ่มคำสั่ง

5.3 ผังโครงสร้างของโปรแกรม

ในขั้นตอน การออกแบบกระบวนการในบทที่ 4 และแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม
ข้างต้น สามารถจัดผังโครงสร้างโปรแกรมของระบบ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงผังโครงสร้างโปรแกรมของระบบ

5.4 การพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมตามผังโครงสร้างโปรแกรมหาดังกล่าว โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาตามที่ระบุไว้ อย่างไรก็ตามการใช้งานระบบสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ให้สามารถทำงานได้จะต้องประกอบด้วยโปรแกรม 2 ส่วน คือ โปรแกรมเสริมหลัง (back-end program) และ โปรแกรมเสริมหน้า (front-end program) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขออธิบายการพัฒนาโปรแกรม เป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

5.4.1 การพัฒนาโปรแกรมเสริมหลัง

โปรแกรมในส่วนนี้สามารถแบ่งตามเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาได้เป็น 2 ส่วนคือ

5.4.1.1 โปรแกรมที่พัฒนาด้วย กระทบวนคำสั่งที่มีการจัดเก็บ

โดยจะเป็นส่วนที่ทำงานในระดับติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล สำหรับการสอบถาม ปรับปรุง เพิ่มหรือลบ ข้อมูล โดยได้รับความต้องการมาจาก โปรแกรมเสริมหน้าซึ่งเป็นส่วนที่ประสานผู้ใช้ โปรแกรมในส่วนนี้นอกจากการเขียนด้วยกระทบวนคำสั่งที่มีการจัดเก็บแล้วยังมีการนำชุดคำสั่งนี้ไปเก็บในพจนานุกรมของระบบจัดการฐานข้อมูล โดยจะทำให้ทำงานได้เร็วและมีความปลอดภัย เนื่องจากโปรแกรมต้นฉบับเก็บอยู่ในระบบจัดการฐานข้อมูล

5.4.1.2 โปรแกรมที่พัฒนาด้วย โปรแกรมมอรรถประโยชน์ของระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์

โปรแกรมเสริมหลังส่วนนี้จะต้องมีการติดต่อกับระบบปฏิบัติการโดยตรงหรือมีการขอทำงานโดยตรง เช่น การขอให้ระบบปฏิบัติการจัดกำหนดการทำงานต่างๆ ซึ่งเกิดจากผู้ใช้ป้อนคำสั่งงาน ผ่านโปรแกรมเสริมส่วนหน้าส่งมายังโปรแกรมเหล่านี้ โดยชื่อโปรแกรมและหน้าที่ของโปรแกรมเสริมหลัง แสดงในตารางที่ 5.1

5.4.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมหน้า

โปรแกรมในส่วนนี้ใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ในกลุ่มส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งกล่าวแล้วในข้างต้น โปรแกรมส่วนนี้คือ เมนู และหน้าจอที่ผู้ใช้ จะต้องป้อนข้อมูล และใช้เป็นกำหนดหน้าที่สำหรับส่งคำสั่งมาประมวลผลที่ เครื่องบริการ รหัสโปรแกรม ชื่อโปรแกรมและหน้าที่ของโปรแกรมเสริมหน้าแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหลัง และหน้าที่การทำงาน

	ชื่อ โปรแกรม	ลักษณะโปรแกรมและหน้าที่การทำงาน
แหล่งข้อมูลหลัก	mas_main.sql	เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้เรียก โปรแกรมต่างๆ ในส่วนของแหล่งข้อมูลหลัก เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสริมหลังที่จะต้องใช้ สำหรับแหล่งข้อมูลหลัก
	mas_proc01.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บชื่อ mas_chk_entry สำหรับตรวจสอบข้อมูล ที่ป้อนผ่านหน้าจอคือ ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ และชื่อกุญแจหลักว่าถูกต้องและมียู่ในระบบจัดการฐานข้อมูล
	mas_proc02.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ กรณีโปรแกรมอื่นเรียกใช้จะต้องเรียกชื่อ mas_ins_mastrepdef สำหรับการบันทึกรายละเอียดการทำสำเนาข้อมูลลงในฐานข้อมูลของแหล่งข้อมูลหลัก
	mas_proc03.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ กรณีโปรแกรมอื่นเรียกใช้จะต้องเรียกชื่อ gen_trig_mast สำหรับสร้างทริกเกอร์สำหรับการปรับปรุงทริกเกอร์สำหรับการลบข้อมูลและทริกเกอร์สำหรับการเพิ่มข้อมูล เพื่อติดตั้งที่ฐานข้อมูลของแหล่งข้อมูลหลัก
แหล่งข้อมูลรอง	sla_main.sql	เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้เรียก โปรแกรมต่างๆ ในส่วนของแหล่งข้อมูลรอง เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสริมหลังที่จะต้องใช้ สำหรับแหล่งข้อมูลรอง
	sla_proc01.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ กรณีโปรแกรมอื่นเรียกใช้จะต้องเรียกชื่อ sla_chk_entry สำหรับตรวจสอบข้อมูล ที่ป้อนผ่านหน้าจอคือ ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ และชื่อกุญแจหลัก ว่าถูกต้องและได้รับสิทธิให้สามารถใช้ข้อมูล จากแหล่งข้อมูลหลัก
	sla_proc02.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ กรณีโปรแกรมอื่นเรียกใช้จะต้องเรียกชื่อ sla_ins_slavrepdef สำหรับการบันทึกรายละเอียดการขอทำสำเนาข้อมูลลงในฐานข้อมูลของแหล่งข้อมูลรอง
	sla_proc03.sql	เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างกระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ ชื่อprocrep_mastname สำหรับสร้างชุดคำสั่ง เพื่อการอ่านข้อมูลตามเงื่อนไขและหมายเลขรายการที่ระบุ จากแหล่งข้อมูลหลักโดยระบบปฏิบัติการจะเรียกใช้ชุดคำสั่งนี้ ตามกำหนดเวลาที่ต้องการ

ตารางที่ 5.1 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหลัง และหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

	ชื่อ โปรแกรม	ลักษณะโปรแกรมและหน้าที่การทำงาน
แหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง	utl_main.sql	เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้เรียกกลุ่มโปรแกรมอรรถประโยชน์ต่างๆ เพื่อติดตั้งสำหรับแหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรอง
	utl_proc01.sql	เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้กระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ ให้เป็นโปรแกรมอรรถประโยชน์ มีชื่อเรียกคือ SQL_EXE ใช้สำหรับการส่งคำสั่ง ภาษาเอสคิวแอล ที่ต้องการผลลัพธ์โดยเรียกใช้งานจากโปรแกรมเสริมส่วนหน้า ไปทำงานที่ระบบจัดการฐานข้อมูลและนำผลลัพธ์กลับมา
	utl_proc02.sql	เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้กระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ ให้เป็นโปรแกรมอรรถประโยชน์ มีชื่อเรียกคือ SQL_SEL ใช้สำหรับการนับจำนวนระเบียบในตารางที่กำหนดและส่งจำนวนนั้น กลับมาที่โปรแกรมเสริมส่วนหน้า
	utl_proc03.sql	เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้กระบวนการคำสั่งที่มีการจัดเก็บ ให้เป็นโปรแกรมอรรถประโยชน์ มีชื่อเรียกคือ SQL_GET ใช้สำหรับค้นหาข้อมูลในตารางที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ และส่งค่าข้อมูลของคอลัมน์ ที่ต้องการกลับมาที่โปรแกรมเสริมหน้า

ตารางที่ 5.2 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหน้า และหน้าที่การทำงาน

รหัส โปรแกรม	ชื่อโปรแกรม	หน้าที่การทำงาน
crepmain	Main Program	เป็นโปรแกรมที่ใช้เริ่มต้นการทำงาน ภายใต้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์
crep0000	Connect to Database	เป็นโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้ระดับจัดการและบริหารฐานข้อมูล ว่าสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อใช้ระบบสำเนาข้อมูลได้หรือไม่
crep0001	Main Menu	โปรแกรมนี้มีหน้าที่สำหรับควบคุมเมนูทั้งหมด ของระบบสำเนาข้อมูลนี้ โดยผู้ใช้จะต้องเลือกจากรายการนี้ว่าจะทำการในฐานะแหล่งข้อมูลหลัก หรือต้องการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่น

ตารางที่ 5.2 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหน้า และหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

รหัสโปรแกรม	ชื่อโปรแกรม	หน้าที่การทำงาน
crep0101	Entry Master Definition Details	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับบันทึกข้อมูลรายละเอียด ชื่อเค้าร่าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ และกุญแจหลัก ที่ต้องการทำสำเนาข้อมูล เพื่อนำไปเก็บในระบบจัดการฐานข้อมูล
crep0102	Entry Slave users	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับบันทึกชื่อแหล่งข้อมูลรองและชื่อผู้ใช้ ที่ต้องการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก โดยสถานะของผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง จะยังไม่สามารถขอสำเนาข้อมูลได้ จนกว่าจะมีการให้สิทธิ จากแหล่งข้อมูลหลัก
crep0106	Grant Privilege to Slave users	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับนำข้อมูลของแหล่งข้อมูลรองและชื่อผู้ใช้ ตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น เพื่ออ่านข้อมูลที่มีการบันทึกไว้แล้วมาทำการให้ สิทธิในการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก
crep0107	Revoke Privilege from Slave users	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับนำข้อมูลของแหล่งข้อมูลรองและชื่อผู้ใช้ ตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น เพื่ออ่านข้อมูลที่มีการบันทึกไว้แล้วมาทำการระงับสิทธิในการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก ถือเป็น การระงับสิทธิหรือตัดสิทธิชั่วคราว ไม่สามารถทำสำเนาข้อมูลในช่วงดังกล่าว
crep0103	Update Master Definition Status	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับเมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะของการทำสำเนาข้อมูลให้ไม่สามารถทำได้ในช่วงดังกล่าว การยืนยันรายการสำหรับ โปรแกรมนี้จะมีผลทำให้ ผู้ใช้จากแหล่งข้อมูลรองทั้งหมด ไม่สามารถทำสำเนาข้อมูลดังกล่าว
crep0104	Delete Master Definition Details	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับเมื่อต้องการลบข้อมูลการติดตั้งการสำเนาข้อมูล ที่แหล่งข้อมูลหลัก
crep0105	Query Master Grant Privilege	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับสอบถามข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถป้อนเงื่อนไข ที่เป็นของแหล่งข้อมูลหลัก หรือแหล่งข้อมูลรองก็ได้ นอกจากนี้แต่ละเขตข้อมูลบนหน้าจอ ผู้ใช้สามารถใช้อักขระตัวแทน (wildcard) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการค้นหา ข้อมูลที่ถูกอ่านมาแสดงหลายระเบียนในหน้าจอเดียวกัน

ตารางที่ 5.2 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหน้า และหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

รหัสโปรแกรม	ชื่อโปรแกรม	หน้าที่การทำงาน
crep0201	Entry Slave Definition Details	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับบันทึกข้อมูลรายละเอียด ชื่อแหล่งข้อมูลหลัก ชื่อเคำร้าง ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ ของแหล่งข้อมูลหลัก และชื่อเคำร้าง ของแหล่งข้อมูลรองที่ต้องการทำสำเนาข้อมูล การบันทึกโปรแกรมนี้จะทำสำเร็จก็ต่อเมื่อผู้ใช้ระดับดูแลและจัดการฐานข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลักจะต้องมอบสิทธิการทำสำเนาข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ของแหล่งข้อมูลรองเรียบร้อยแล้ว
crep0202	Entry Period Replication	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับบันทึกช่วงเวลาที่ต้องการทำสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก โดยช่วงเวลาดังกล่าวผู้ใช้สามารถป้อนในหน่วยของชั่วโมงและนาที กรณีการบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ชุดคำสั่งสำหรับการสำเนาข้อมูล จะถูกสร้างขึ้น
crep0203	Entry Schedule Replication	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับยืนยันช่วงเวลาที่ต้องการทำสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก และทำหน้าที่ในการติดต่อกับระบบปฏิบัติการเพื่อปล่อยงาน ที่ต้องการกำหนดการในการทำงานไปให้กับระบบปฏิบัติการดูแล ช่วงเวลาที่มีการสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลักจะเริ่มคิดตั้งแต่การทำงาน of โปรแกรมนี้แสดงข้อความการทำงานเรียบร้อยแล้ว
crep0204	Update Slave Definition Status	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับเมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะของการขอทำสำเนาข้อมูลให้หยุดการขอสำเนาข้อมูลในช่วงดังกล่าว การยืนยันรายการสำหรับโปรแกรมนี้จะมีผลทำให้ ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลรองตามรายการที่ระบุไว้ ไม่มีการขอสำเนาข้อมูล
crep0205	Delete Slave Definition Status	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับเมื่อต้องการลบข้อมูลการติดตั้งการสำเนาข้อมูล ที่แหล่งข้อมูลรอง
crep0206	Query Slave Definition Details	โปรแกรมนี้ถูกใช้สำหรับสอบถามข้อมูลโดยผู้ใช้สามารถป้อนเงื่อนไข ที่เป็นของแหล่งข้อมูลหลัก หรือแหล่งข้อมูลรองก็ได้ นอกจากนี้แต่ละเขตข้อมูลบนหน้าจอ ผู้ใช้สามารถใช้อักขระตัวแทน (wildcard) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการค้น

ตารางที่ 5.2 แสดงชื่อโปรแกรม ลักษณะโปรแกรมเสริมหน้า และหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

รหัสโปรแกรม	ชื่อโปรแกรม	หน้าที่การทำงาน
		หา ข้อมูลที่ถูกอ่านมาแสดงหลายระเบียบในหน้าจอเดียวกัน พร้อมสถานะของแต่ละระเบียบ
crep0207	Monitor Replication Log File	โปรแกรมนี้จะอ่านแฟ้มลงบันทึกของการทำสำเนาข้อมูล สำหรับให้ผู้ใช้ตรวจสอบการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก และการปรับปรุงข้อมูลที่แหล่งข้อมูลรองว่าสามารถทำได้หรือไม่ มีปัญหาใดๆ เกิดขึ้นกับระบบจัดการฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบประวัติการทำสำเนาข้อมูล จากโปรแกรมนี้ได้
crep0208	Monitor Schedule Replication	โปรแกรมนี้จะติดต่อกับระบบปฏิบัติการเพื่อขอข้อมูลรายการของงานต่างๆ ที่เกิดจากระบบสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ โดยโปรแกรมนี้มีรายละเอียด วัน เดือน ปี และเวลาที่ จะมีการขอสำเนาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก ครั้งต่อไป

5.5 การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบระบบการสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ผู้วิจัยได้สร้างตารางที่ประกอบด้วยคอลัมน์ที่มีประเภทของข้อมูลเป็นแบบตัวอักษรแบบคงที่ ตัวอักษรแบบผันแปร และแบบตัวเลข โดยใช้ข้อมูลจำนวน 100,000 ระเบียบ ณ แหล่งข้อมูลหลัก เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการทดสอบ การทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

5.5.1 ทดสอบระบบความปลอดภัยของระบบ

5.5.1.1 ทดสอบระบบความปลอดภัยในการขอเข้าใช้โปรแกรม ผ่านระบบปฏิบัติการ

5.5.1.2 ทดสอบระบบความปลอดภัยในการขอเชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล

5.5.2 ทดสอบระบบความปลอดภัยของข้อมูล

5.5.2.1 ทดสอบติดตั้งระบบทำสำเนาระดับคอลัมน์ ณ แหล่งข้อมูลหลัก โดยให้แหล่งข้อมูลรอง ติดตั้งเพื่อขอทำสำเนาข้อมูล โดยยังไม่ได้รับสิทธิ

5.5.2.2 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงสถานะของข้อมูลที่ทำสำเนา ณ แหล่งข้อมูลหลัก

5.5.2.3 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงสถานะของผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลรอง ระหว่าง สถานะต่างๆ ที่ทำให้ไม่สามารถขอสำเนาข้อมูลได้ โดยการระงับสิทธิ

- 5.5.2.4 ทดสอบการลบข้อมูลที่ติดตั้งการทำสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลหลัก
- 5.5.2.5 ทดสอบการลบข้อมูลที่ติดตั้งการทำสำเนาข้อมูล ณ แหล่งข้อมูลรอง
- 5.5.3 ทดสอบในด้านความสามารถในการทำงาน
 - 5.5.3.1 ทดสอบกับข้อมูลที่ใส่เข้าไปใหม่ที่แหล่งข้อมูลหลัก
 - 5.5.3.2 ทดสอบการปรับปรุงและลบข้อมูลที่แหล่งข้อมูลหลัก
 - 5.5.3.3 ทดสอบการทำสำเนาข้อมูลกรณีที่แหล่งข้อมูลหลักยังไม่ได้ทำยื่นชั้นรายการ
 - 5.5.3.4 ทดสอบทำสำเนาข้อมูลทุกๆ ระเบียบจากแหล่งข้อมูลหลัก มายังแหล่งข้อมูลรอง

5.6 ผลการทดสอบและคุณลักษณะระบบจากการทดสอบ

5.6.1 ระบบการทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยการทำสำเนาข้อมูลจากคอลัมน์ ของตารางที่มีเจ้าของเป็นผู้ใช้ที่แหล่งข้อมูลหลัก จะถูกส่งไปสำเนาให้กับคอลัมน์ของตารางที่ชื่อผู้ใช้แตกต่างกันได้

5.6.2 การส่งข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลักไปยังแหล่งข้อมูลรอง จะส่งเฉพาะข้อมูลที่มีการยื่นชั้นเรียบร้อย เท่านั้น

5.6.3 การทำสำเนาข้อมูลระดับคอลัมน์ ได้ออกแบบครอบคลุม การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลให้แก่แหล่งข้อมูลหลัก เป็นสำคัญ

5.6.4 การทำสำเนาข้อมูลในลักษณะนี้ โปรแกรม ณ แหล่งข้อมูลรอง มีหน้าที่ไปอ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลักและนำมาปรับปรุงข้อมูลของตนเอง

5.6.5 การทำสำเนาข้อมูลในลักษณะนี้ ทำให้แหล่งข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลรองมีความเป็นอิสระกัน ดังนั้นการทำสำเนาข้อมูลแบบนี้ไม่มีข้อจำกัดว่าจะต้องทำเพียงคู่หนึ่ง หรือ จำกัดจำนวนของเครื่องให้และรับบริการ แต่จะขึ้นกับประสิทธิภาพของแต่ละเครื่องที่สามารถรองรับการทำงาน