

บทที่ 5

การพัฒนาและทดสอบโปรแกรม

5.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ในการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับเข้าถึงแฟ้มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์ ผู้พัฒนาได้ทำการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ดังนี้

5.1.1 ฮาร์ดแวร์ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หน่วยประมวลผลกลาง 80486
- 2) หน่วยความจำขนาด 32 เมกะไบต์
- 3) จานบันทึกแม่เหล็กแบบแข็งขนาด 1 กิกะไบต์
- 4) หน่วยขับแผ่นบันทึก 1 หน่วย
- 5) จอภาพสี
- 6) แผงแป้นอักขระ
- 7) ซีดีรอม
- 8) เมาส์ 1 ตัว

5.1.2 ซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดดังนี้

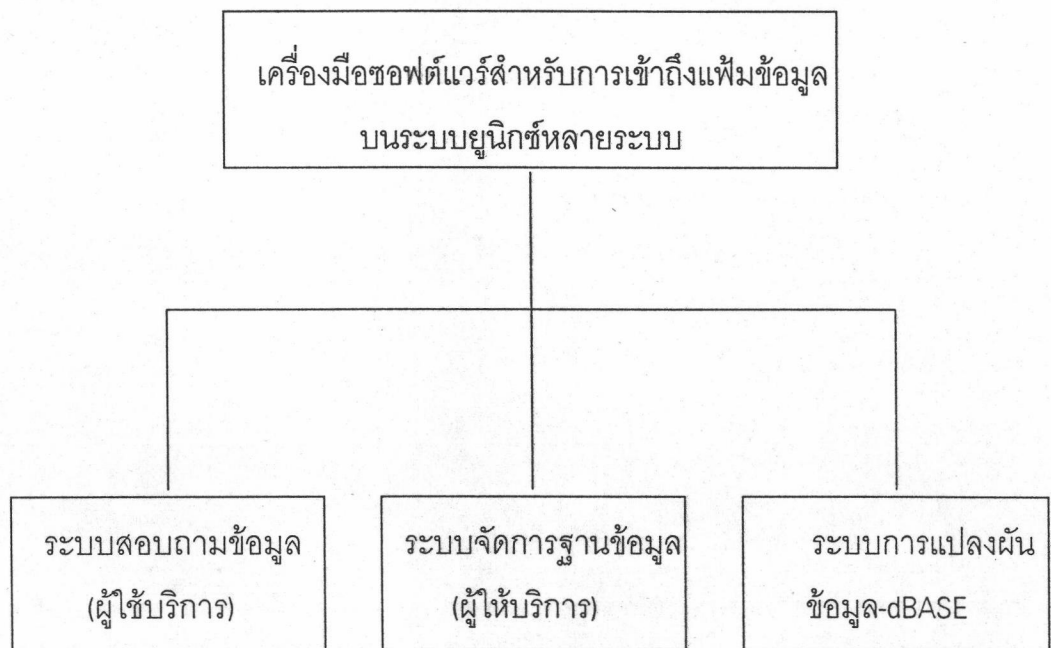
- 1) ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ 4.4BSD-Lite
- 2) คอมไพเลอร์ภาษาซี ของ GNU C เวอร์ชัน 2.6.3
- 3) คลังชุดคำสั่ง BSD ซอคเก็ต
- 4) คลังชุดคำสั่ง lex&yacc

5.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

จากการศึกษาและออกแบบส่วนต่างๆของการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับเข้าถึง
เพิ่มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์หลายระบบในบทที่ 3 และบทที่ 4 สามารถกล่าวได้ว่าการพัฒนา
โปรแกรม มีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 กำหนดผังโครงสร้างระบบโปรแกรม

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าถึงเพิ่มข้อมูลบนระบบ
ยูนิกซ์หลายระบบถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ใช้ข้อมูลสามารถเข้าถึงเพิ่มข้อมูลบนระบบ
เครือข่ายได้จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ใช้ระบบยูนิกซ์ และติดตั้งอยู่บนระบบเครือข่ายเดียวกัน
ดังนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งระบบโปรแกรมตามลักษณะการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 5.1 ผังงานการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าถึงเพิ่มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์หลายระบบ

5.2.2 การเขียนโปรแกรม

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าถึงแฟ้มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์หลายระบบ ต้องการภาษาที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้บนเครื่องหลาย Platform โดยเฉพาะ Platform ที่ใช้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ และยังมีคลังชุดคำสั่งมาตรฐานหลายคำสั่งที่มีประสิทธิภาพสูง ด้วยเหตุผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าภาษาซีเป็นภาษาที่มีความเหมาะสมที่สุดในการพัฒนาโปรแกรมภายใต้การวิจัยนี้

5.2.2.1 โปรแกรมส่วนหัว (Header Program) คือ ส่วนของโปรแกรมที่ใช้กำหนดค่าคงที่และโครงสร้างตัวแปรต่างๆ ซึ่งใช้อ้างอิงในตัวโปรแกรม ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดส่วนหัวของโปรแกรม

ชื่อโปรแกรม	หน้าที่
1. sql.h	กำหนดค่าข้อมูลด้านผู้ใช้บริการ
2. sql_priv.h	กำหนดค่าข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน
3. site.h	กำหนดค่าข้อมูลการติดต่อทางซอคเก็ต
4.errmsg.h	กำหนดข้อความที่ใช้เมื่อมีข้อผิดพลาด

5.2.2.2 โปรแกรมส่วนตัวโปรแกรม คือ ตัวโปรแกรมที่ทำหน้าที่ต่างๆ ตามระบบฝังงานเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าถึงแฟ้มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์หลายระบบที่ออกแบบไว้ ได้แก่ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล โปรแกรมสอบถามข้อมูล และโปรแกรมแปลงผันแฟ้มข้อมูล-dBASE ซึ่งหน้าที่ของโปรแกรมแสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดส่วนตัวโปรแกรม

ชื่อโปรแกรม	ขนาด(ไบต์)	หน้าที่
1. sqld	13,635	ช่วยในการสร้างและบำรุงรักษาฐานข้อมูล ตลอดจนช่วยปฏิบัติการของโปรแกรมที่ต้องใช้ ฐานข้อมูลนี้
2. sqldb	7,447	มีหน้าที่หลักดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1) สร้างฐานข้อมูล 2) ลบฐานข้อมูล 3) สอบถามรายชื่อฐานข้อมูลบนระบบ จัดการฐานข้อมูล 4) สอบถามรายชื่อตารางภายในฐาน ข้อมูล 5) สอบถามรายชื่อสดมภ์ภายในตาราง 6) ดูรายละเอียดการติดต่อระหว่าง โปรแกรมผู้ใช้ และผู้ให้บริการ หมายเหตุ โปรแกรมสำหรับผู้บริหารฐานข้อมูล (DBA)
3. sql	10,228	มีหน้าที่หลักดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1) สอบถามรายชื่อตารางภายในฐาน ข้อมูล 2) สอบถามรายชื่อสดมภ์ภายในตาราง 3) เพิ่ม ลบ แก้ไข และเรียกดูข้อมูลจาก ฐานข้อมูล หมายเหตุ โปรแกรมสำหรับผู้ให้บริการ

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดส่วนตัวโปรแกรม (ต่อ)

4. db2sql	9,202	แปลงผันจากเพิ่มข้อมูล dBASE มาเก็บในระบบฐานข้อมูลที่เป็นระบบเพิ่มข้อมูลบนยูนิกซ์
-----------	-------	----------------------------------------------------------------------------------

5.2.3 เพิ่มข้อมูล

เมื่อผู้ใช้ต้องการสร้างตารางบนระบบฐานข้อมูล โมดูล sqlCreate จะทำก่อให้เกิด (Generate) เพิ่มข้อมูลอย่างน้อย 3 เพิ่ม คือ เพิ่มข้อมูล เพิ่มนิยาม และเพิ่มกองซ้อน แต่ถ้ามีการกำหนดกุญแจหลัก โมดูล sqlCreate ก็จะทำการสร้างเพิ่มกุญแจหลักเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเพิ่ม โดยรายละเอียดของเพิ่มข้อมูลที่สร้างขึ้นอธิบายในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 รายละเอียดเพิ่มข้อมูล

ชื่อเพิ่ม	ประเภทเพิ่มข้อมูล	จำนวนเพิ่มที่สร้างขึ้นต่อหนึ่งตาราง
1. *.DAT	เพิ่มข้อมูล	หนึ่งเพิ่ม
2. *.DEF	เพิ่มนิยาม	หนึ่งเพิ่ม
3. *.STK	เพิ่มกองซ้อน	หนึ่งเพิ่ม
4. *.KEY	เพิ่มกุญแจหลัก	อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ แต่ถ้ามีจะมีได้เพียงหนึ่งเพิ่มเท่านั้น

5.2.4 โมดูลย่อยของโปรแกรมระบบ

การเขียนโปรแกรมสำหรับการเข้าถึงเพิ่มข้อมูลบนระบบยูนิกซ์หลายระบบสามารถแบ่งเป็นโมดูลย่อยโดยแบ่งตามการทำงานของระบบ ดังนี้

5.2.4.1 โมดูลด้านระบบจัดการฐานข้อมูล

โมดูลต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ในส่วนผู้ให้บริการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดโมดูลด้านระบบจัดการฐานข้อมูล

ชื่อโมดูล	หน้าที่
1. FastMalloc	จองเนื้อที่หน่วยความจำ
2. Free	ปล่อยเนื้อที่หน่วยความจำที่จองเอาไว้
3. openTable	เปิดเพิ่มข้อมูลของฐานข้อมูลที่ใช้บริการกำหนด
4. openKey	เปิดเพิ่มกุญแจหลักของฐานข้อมูลที่ใช้บริการกำหนด
5. openStack	เปิดเพิ่มกองซ้อนของฐานข้อมูลที่ใช้บริการกำหนด
6. initBackend	ตั้งค่าเริ่มต้นให้ตัวแปร
7. popBlankPos	อ่านค่าตำแหน่งแวนอน (row) ที่ถูกลบ จากท้ายของ เพิ่มกองซ้อน
8. pushBlankPos	เขียนค่าตำแหน่งแวนอนที่ถูกลบ ต่อจากท้ายของเพิ่ม กองซ้อน
9. setupKey	นำค่ากุญแจหลักมาเก็บไว้ที่โครงสร้าง cache_t
10. sqlListDBs	ส่งรายชื่อฐานข้อมูล ไปให้ผู้ให้บริการ
11. sqlListTables	ส่งรายชื่อตารางฐานข้อมูล ไปให้ผู้ให้บริการ
12. sqlListFields	ส่งนิยามของแต่ละสคีม่าภายในตารางที่ผู้ให้บริการ กำหนดไปให้ผู้ให้บริการ
13. FreeTableDef	ปล่อยเนื้อที่หน่วยความจำที่จองไว้สำหรับเก็บนิยามของ สคีม่า
14. freeCacheEntry	ปล่อยเนื้อที่หน่วยความจำสำหรับโครงสร้าง cache_t
15. dropCache	ย้ายตารางออกจากฐานข้อมูล
16. readTableDef	อ่านนิยามตารางเพิ่มข้อมูล
17. createTmpTable	สร้างตารางเพิ่มข้อมูลชั่วคราว
18. freeTmpTable	ปล่อยเนื้อที่หน่วยความจำที่ถูกจองโดยตารางเพิ่ม ข้อมูลชั่วคราว

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดโมดูลด้านระบบจัดการฐานข้อมูล (ต่อ)

ชื่อโมดูล	หน้าที่
19. findRowLen	หาจำนวนความยาวตามแนวนอนของตาราง
20. loadTableDef	ทำการกำหนดนิยามตารางและเปิดนิยามตาราง
21. initTable	กำหนดตัวชี้ขึ้นใหม่ให้กับตารางฐานข้อมูล
22. writeRow	เขียนข้อมูลจากหน่วยความจำลงสู่เพิ่มข้อมูล
23. writeKey	เขียนกุญแจหลักจากหน่วยความจำลงสู่เพิ่มกุญแจหลัก
24. readRow	อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือจากเพิ่มข้อมูล
25. readKey	อ่านกุญแจหลักข้อมูลจากเพิ่มกุญแจหลัก
26. deleteRow	ลบข้อมูลออกจากเพิ่มข้อมูล
27. deleteKey	ลบกุญแจหลักออกจากเพิ่มกุญแจหลัก
28. checkNullFields	ตรวจสอบสดมภ์ที่มีคุณสมบัติ not null ว่าผู้ใช้ต้องใส่ข้อมูลที่สดมภ์นั้นมาให้
29. qualifyFields	ตรวจสอบรายการโยงสดมภ์ ถ้าข้อมูล "table" ไม่มีค่าให้ใส่ชื่อตารางที่ผ่านค่ามาทางอาร์กิวเมนต์
30. qualifyConds	ตรวจสอบรายการโยงเงื่อนไข ถ้าข้อมูล "table" ไม่มีค่าให้ใส่ชื่อตารางที่ผ่านค่ามาทางอาร์กิวเมนต์
31. qualifyOrder	ตรวจสอบรายการโยงเรียงลำดับ ถ้าข้อมูล "table" ไม่มีค่าให้ใส่ชื่อตารางที่ผ่านค่ามาทางอาร์กิวเมนต์
32. findKeyValue	ใช้กุญแจหลักค้นหาข้อมูลที่ต้องการจากเพิ่มกุญแจหลัก
33. setupFields	หาตำแหน่ง (offset) ของแต่ละสดมภ์ ภายในแนวนอน
34. setupConds	หาตำแหน่ง (offset) ของแต่ละเงื่อนไข ภายในแนวนอน
35. setupOrder	หาตำแหน่ง (offset) ของแต่ละลำดับ ภายในแนวนอน
36. expandFieldWildCards	ใช้ในการจัดการ Wild-Card ของสดมภ์
37. expandTableFields	ขยายสดมภ์ของตาราง

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดโมดูลด้านระบบจัดการฐานข้อมูล (ต่อ)

ชื่อโมดูล	หน้าที่
38. fillRow	บันทึกข้อมูลใหม่สู่เพิ่มข้อมูล
39. updateValues	บันทึกข้อมูลที่แก้ไขสู่เพิ่มข้อมูล
40. translateValues	แปลงข้อมูลก่อนทำการบันทึกสู่เพิ่มข้อมูล
41. extractValues	ดึงข้อมูลออกจากฐานข้อมูล
42. regerror	ใช้นับจำนวนความผิดพลาดที่เกิดขึ้น
43. IntMatch	เปรียบเทียบค่าตัวแปร ชนิดเลขจำนวนเต็ม
44. charMatch	เปรียบเทียบค่าตัวแปร ชนิดอักขระ
45. realMatch	เปรียบเทียบค่าตัวแปร ชนิดเลขจำนวนจริง
46. matchRow	ใช้ค้นหาข้อมูลจากข้อมูลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด จากคำสั่งเรียกใช้ข้อมูล
47. compareRows	เปรียบเทียบแนวนอน โดยดูจากรายการโยงลำดับ
48. sqlInit	ตรวจสอบว่ามีฐานข้อมูลหรือไม่
49. sqlCreate	สร้างตาราง
50. sqlDrop	ลบตาราง
51. sqlDelete	ลบแนวนอนจากตารางตามรายการโยงเงื่อนไขที่กำหนด
52. sqlInsert	เพิ่มแนวนอนในตาราง
53. sqlUpdat	แก้ไขข้อมูลในแนวนอนของตาราง
54. formatPacket	จัดข้อมูลเตรียมส่งให้ผู้ให้บริการ
55. mergeRows	ผสานแนวนอนจาก 2 ตารางเข้าด้วยกัน
56. createTmpFieldCopy	ใช้ในการจัดสำเนารายการโยงสดมภ์
57. getFieldByName	ใช้ค้นหาชื่อสดมภ์ภายในรายการโยงสดมภ์
58. checkForPartialMatch	ใช้ในการทำ partail optimisation ของแต่ละตาราง ในการเชื่อมตาราง (Joint Table)

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดโมดูลด้านระบบจัดการฐานข้อมูล (ต่อ)

ชื่อโมดูล	หน้าที่
59. joinTables	ใช้ในการเชื่อมตาราง 2 ตาราง
60. dupRow	จัดสำเนาแนวนอน ซึ่งใช้ในการเรียงลำดับข้อมูล
61. createSortedTable	จัดเรียงแนวนอนให้เป็นไปตามลำดับของรายการเรียงลำดับ
62. createDistinctTable	ลบข้อมูลที่เหมือนกัน
63. doSelect	ส่งข้อมูลกลับไปให้ผู้ให้บริการ
64. sqlSelect	ปฏิบัติการของคำสั่ง SELECT command
65. sqlCreateDB	สร้างฐานข้อมูล
66. sqlDropDB	ลบฐานข้อมูล

5.2.4.2 โมดูลด้านการสอบถามข้อมูล

โมดูลต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสอบถามข้อมูลในส่วนของผู้ใช้บริการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดโมดูลด้านการสอบถามข้อมูล

ชื่อโมดูล	หน้าที่
1. setServerSock	กำหนดค่าซ็อกเก็ตของผู้ให้บริการ
2. closeServer	ปิดซ็อกเก็ตของผู้ให้บริการ
3. sqlClose	เลิกการติดต่อกับผู้ให้บริการ โดยปิดซ็อกเก็ตของผู้ให้บริการ
4. freeQueryData	ลบหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลที่ส่งมาจากผู้ให้บริการ
5. freeFieldList	ลบหน่วยความจำที่ใช้เก็บนิยามของสดมภ์ที่ส่งมาจากผู้ให้บริการ
6. sqlFreeResult	ลบหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลและนิยามของสดมภ์
7. tableToFieldList	แปลงผังนิยามสดมภ์ที่รับมาในโครงสร้างข้อมูลมาเป็นโครงสร้างสดมภ์

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดโมดูลด้านการสอบถามข้อมูล (ต่อ)

ชื่อโมดูล	หน้าที่
8. sqlConnect	ขอติดต่อกับผู้ให้บริการผ่านทางซอคเก็ต
9. sqlSelectDB	ขอติดต่อกับตารางที่อยู่ภายในฐานข้อมูลที่กำหนด
10. sqlStoreResult	นำข้อมูลและนิยามสดมภ์ที่ได้รับจากผู้ให้บริการมาอยู่ในพื้นที่ของผู้ใช้
11. sqlFetchField	นำนิยามของสดมภ์มาใช้
12. sqlFetchRow	นำข้อมูลแถวบนอนมาใช้
13. sqlFieldSeek	สั่งเลื่อนตำแหน่งของสดมภ์ไปยังสดมภ์ที่ต้องการ
14. sqlDataSeek	สั่งเลื่อนตำแหน่งของแถวบนอนไปยังแถวบนอนที่ต้องการ
15. sqlQueryData	อ่านข้อมูลที่ส่งมาจากผู้ให้บริการทางซอคเก็ตมาลงรายการโยงข้อมูลชั่วคราว
16. sqlListDBs	ขอรายชื่อฐานข้อมูลจากผู้ให้บริการ
17. sqlListTables	ขอรายชื่อตารางภายในฐานข้อมูลที่ขอใช้ในขณะนั้นจากผู้ให้บริการ
18. sqlListFields	ขอรายชื่อสดมภ์ภายในตารางที่กำหนดจากผู้ให้บริการ
19. sqlCreateDB	สร้างฐานข้อมูลจากผู้ให้บริการ
20. sqlDropDB	ลบฐานข้อมูลจากผู้ให้บริการ
21. sqlShutdown	สั่งให้ผู้ให้บริการเลิกการทำงาน

5.2.4.3 โมดูลด้านการรับ-ส่งข้อมูล

โมดูลต่างๆที่ใช้ในรับ-ส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ มี

รายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.6 รายละเอียดโมดูลด้านการรับ-ส่งข้อมูล

ชื่อโมดูล	หน้าที่
1. writePkt	ส่งข้อความผ่านทางซอคเก็ต
2. readPkt	รับข้อความที่ส่งมาทางซอคเก็ต

5.2.4.4 โมดูลด้านแปลคำสั่งภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

โมดูลต่างๆที่ใช้ในแปลคำสั่งภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง ในส่วนผู้ให้บริการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดโมดูลด้านแปลคำสั่งภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

ชื่อโมดูล	หน้าที่
1.sql_lex.c	ตัดคำ
2.sql_yacc.y	แปลคำสั่งภาษาสอบถามโครงสร้างเป็นโมดูลภาษาซี

5.3 การทดสอบ

5.3.1 ข้อมูลทดสอบ

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบต่างกัน ดังนี้

5.3.1.1 กลุ่มที่ 1 สำหรับใช้ทดสอบความสามารถทางภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง และการแปลงผันจากเพิ่มข้อมูล-dBASE ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจะมี 4 ตาราง คือ employee, department, projects และ assignment โดยแต่ละตารางจะมีพจนานุกรมข้อมูล

(Data Dictionary) ดังตารางที่ 5.8, 5.9, 5.10 และ 5.11 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Relation) จะแสดงที่รูป 5.2

ตารางที่ 5.8 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง employee

ชื่อสดมภ์	ชนิด	ความยาว	Not Null	Primary Key
emp_no	int	4	Y	Y
emp_name	char	25	N	N
date_hired	char	8	N	N
salary	real	8	N	N
dept_no	int	4	N	N

ตารางที่ 5.9 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง department

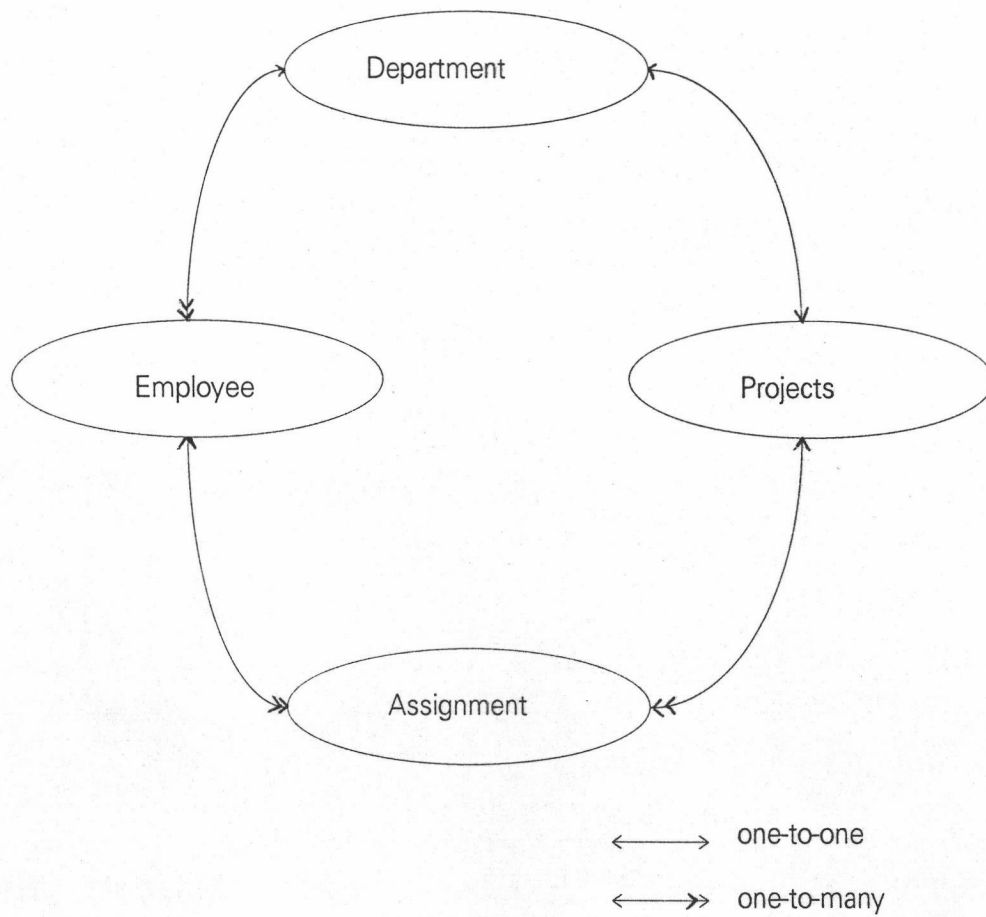
ชื่อสดมภ์	ชนิด	ความยาว	Not Null	Primary Key
dept_no	int	4	Y	Y
dept_name	char	25	N	N

ตารางที่ 5.10 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง projects

ชื่อสดมภ์	ชนิด	ความยาว	Not Null	Primary Key
proj_no	int	4	Y	Y
proj_name	char	25	N	N
start_date	char	8	N	N
completion_date	char	8	N	N
labor_budget	int	4	N	N
dept_no	int	4	N	N

ตารางที่ 5.11 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง assignment

ชื่อสคมี	ชนิด	ความยาว	Not Null	Primary Key
emp_no	int	4	Y	N
proj_no	int	4	Y	N
hours_charged	int	4	N	N



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลที่ใช้ทดสอบ

5.3.1.2 กลุ่มที่ 2 สำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบในการเพิ่มและสอบถามข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจะมีเพียงตารางเดียว คือ test โดยจะมีพจนานุกรมข้อมูลดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง test

ชื่อสดมภ์	ชนิด	ความยาว	Not Null	Primary Key
name	char	40	N	N
num	int	4	Y	Y

5.3.2 การทดสอบและผลการทดสอบ

5.3.2.1 ในการทดสอบความสามารถทางภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง เริ่มจากการสร้างฐานข้อมูล “test” ขึ้นมา หลังจากนั้นจะดำเนินการทดสอบโดยใช้ข้อมูลกลุ่มที่ 1 โดยมีขั้นตอนและผลการทดสอบดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 ขั้นตอนและผลการทดสอบความสามารถทางภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

ขั้นตอนการทดสอบ	ผลการทดลอง	
	ถูกต้อง	รวดเร็ว
ความสามารถในการสร้างตาราง	√	√
ความสามารถในการเพิ่มข้อมูล	√	√
ความสามารถในการป้องกันการเพิ่มข้อมูลลงไปในตารางที่มีบางสดมภ์จำเป็นต้องมีข้อมูลเสมอ (not null)	√	√
ความสามารถในการป้องกันการเพิ่มข้อมูลลงไปในตารางที่มีค่ากุญแจหลัก (Primary Key) ซ้ำกันได้	√	√

ตารางที่ 5.13 ขั้นตอนและผลการทดสอบความสามารถทางภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง(ต่อ)

ขั้นตอนการทดสอบ	ผลการทดลอง	
	ถูกต้อง	รวดเร็ว
ความสามารถในการสอบถามข้อมูลในรูปของ wildcard และมีการกำหนดเงื่อนไขแสดงข้อมูลใน Where Clause	√	√
ความสามารถในการแก้ไขข้อมูล	√	√
ความสามารถในการสอบถามข้อมูลจาก 2 ตารางที่สัมพันธ์กัน	√	√
ความสามารถในการสอบถามข้อมูลโดยให้แสดงผลเรียงลำดับ ตามสมมติที่กำหนดไว้ใน Order Clause	√	√
ความสามารถในการสอบถามข้อมูลโดยให้แสดงผลข้อมูลที่ซ้ำ กันเพียงข้อมูลเดียว	√	√
ความสามารถในการลบข้อมูล	√	√
ความสามารถในการสอบถามข้อมูลมากกว่า 2 ตารางที่สัมพันธ์ กัน	√	√

5.3.2.2 ในการทดสอบการแปลงผันจากเพิ่มข้อมูล-dBASE จะเริ่มจากการสร้างฐานข้อมูล 'test' ขึ้นมา และทำการเรียกใช้โปรแกรมแปลงผันจากเพิ่มข้อมูล-dBASE (db2sql) หลังจากนั้นจะใช้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง ทดสอบโดยการสอบถามข้อมูลจากตารางที่แปลงผันมาจากเพิ่มข้อมูล dBASE ซึ่งระบบสามารถแสดงผลข้อมูลที่แปลงผันจากเพิ่มข้อมูล dBASE ได้อย่างถูกต้อง

5.3.2.3 การทดสอบหาค่าเฉลี่ยการเพิ่มและการสอบถามข้อมูล จะเริ่มจากการสร้างฐานข้อมูล "test" ขึ้นมา หลังจากนั้นจะดำเนินการทดสอบโดยใช้ข้อมูลกลุ่มที่ 2 โดยจะใช้ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติการต่อวินาทีเป็นข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างตารางซึ่งมีกุญแจหลักกับตารางที่ไม่มีกุญแจหลัก โดยจะแบ่งการปฏิบัติการออกเป็น 3 อย่าง คือ

- การเพิ่มข้อมูล จากตารางว่าง
- การเพิ่มข้อมูล จากตารางที่มีการลบข้อมูลมาก่อน
- การสอบถามข้อมูล โดยมีการกำหนดเงื่อนไข

ในการทดสอบจะกำหนดให้มีการปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น โดยเลือกจำนวนครั้งที่ต้องการให้การปฏิบัติการเกิดขึ้น แล้วใช้ฟังก์ชัน time ของชุดคำสั่งระบบทำการจับเวลา และทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยการปฏิบัติการต่อวินาที ซึ่งจำนวนครั้งที่เลือกทดสอบจะเริ่มจาก 100, 500, 1000, 2000, 5000, 7000, 10000 และ 50000 ครั้ง ผลการทดสอบแสดง ดังตารางที่ 5.14, 5.15 และ 5.16

ตารางที่ 5.14 ค่าเฉลี่ยในการเพิ่มข้อมูล จากตารางว่าง

จำนวน Operation	ตารางที่มีกุญแจหลัก	ตารางที่ไม่มีกุญแจหลัก
100	178	212
500	195	251
1000	182	259
2000	158	260
5000	110	253
7000	92	252
10000	74	252
50000	20	233

ตารางที่ 5.15 ค่าเฉลี่ยในการเพิ่มข้อมูล จากตารางที่มีการลบข้อมูลมาก่อน

จำนวน Operation	ตารางที่มีกุญแจหลัก	ตารางที่ไม่มีกุญแจหลัก
100	13	13
500	12	14
1000	13	12
2000	13	12
5000	12	12
7000	12	13
10000	12	12
50000	6	9

ตารางที่ 5.16 ค่าเฉลี่ยในการสอบถามข้อมูล โดยระบุเงื่อนไข

จำนวน Operation	ตารางที่มีกุญแจหลัก	ตารางที่ไม่มีกุญแจหลัก
100	158	144
500	153	99
1000	142	72
2000	125	47
5000	96	23
7000	83	17
10000	70	12
50000	21	2