

บทที่ 4

การพัฒนา ติดตั้งและทดสอบ

4.1 การพัฒนาระบบ

ตามที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการด้านการจัดส่งเครื่องโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลที่ทำงานบนเครือข่ายมาตรฐานภายใน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ช่วยเสริมประสิทธิภาพของระบบการประมวลผลแบบรับ-ให้บริการ โดยการลดภาระในด้านการติดตั้ง โปรแกรมรับบริการซึ่งกระจายอยู่ที่ตัวเครือข่าย ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ภาษาจาวา ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถพัฒนาโปรแกรมเป็น โปรแกรมขนาดเล็ก ที่ถูกบรรจุลงเครือข่ายไปทำการประมวลผล ณ เครื่องรับบริการ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2

ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมนี้ ทำการพัฒนาโปรแกรมเพียงบางส่วนของระบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยเลือกฟังก์ชันการทำงานหลักของระบบคือ การขาย การโอนย้ายสินค้า และการสืบค้นข้อมูลเครื่องโทรศัพท์เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบที่ออกแบบไว้สามารถทำงานได้จริง

รูปแบบการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการด้านการจัดส่งเครื่องโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลเป็นการทำงานแบบระบบรับ-ให้บริการ ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา โดยใช้คลาสสเป็คซีฟิเคชัน แผนภาพซินแนริโอ แผนภาพกิจกรรมและแผนภาพสถานะ ที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

จากการขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม การทำงานของระบบแบ่งแยกเป็น 2 ส่วนอย่างชัดเจนคือ

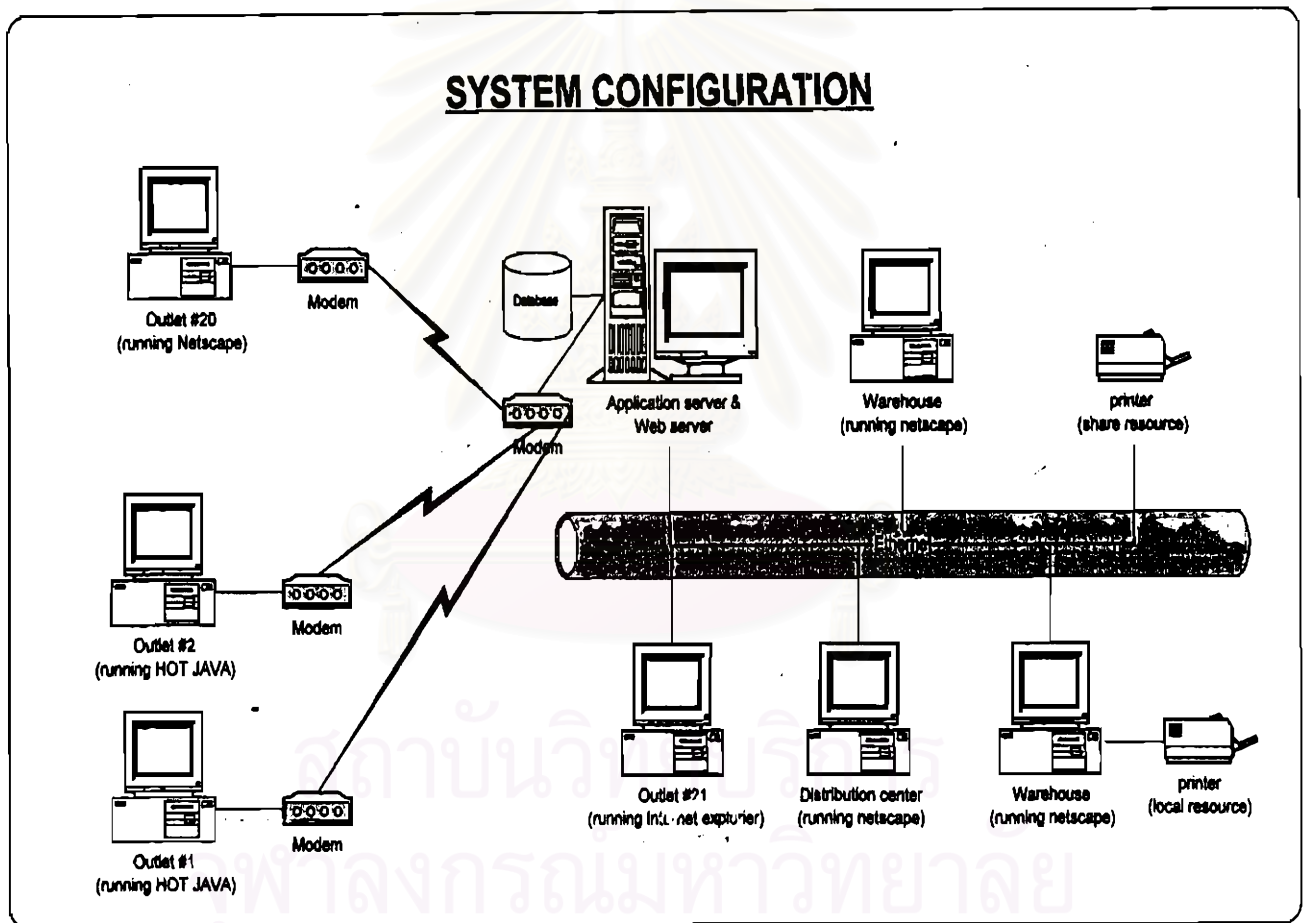
1) ส่วนให้บริการ เป็นส่วนที่จะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาเพื่อรอรับการขอบริการจากโปรแกรมรับบริการ ในการพัฒนาโปรแกรม เขียนเป็นโปรแกรมตามหลักการของภาษาจาวา คือ สร้างคลาสหลักที่เป็นจุดเริ่มต้นการทำงาน โดยเริ่มต้นที่บริการภายในคลาสที่ชื่อว่า `main` ในบริการนี้ทำหน้าที่สร้างวัตถุและเรียกใช้บริการของวัตถุต่างๆ เพื่อให้เกิดการทำงานตามที่ได้กำหนดไว้ คลาสหลักนี้คือ `PISServer` คลาส ซึ่งทำหน้าที่สร้างและเรียกใช้บริการของคลาสในกลุ่มสื่อสาร กลุ่มให้บริการ และ กลุ่มเอกสาร ตามที่ได้แสดงความสัมพันธ์และลำดับการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ไว้ในบทที่ 3 และภาคผนวก

การพัฒนาคลาสในกลุ่มของฟังก์ชัน ซึ่งจะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลอินฟอร์เมชันสามารถทำได้โดยการเรียกใช้คลาสใน package ที่เรียกว่า "JDBC" ซึ่งเป็นคลาสที่ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูลเป็นผู้พัฒนาขึ้น

2) ส่วนรับบริการ เป็นโปรแกรมที่ถูกส่งผ่านเครือข่ายจากตัวบริการเว็บ ไปยังโปรแกรมค้นผ่านเว็บ ในการพัฒนาจึงใช้ความสามารถในการส่งโปรแกรมผ่านเครือข่ายของภาษาจาวา ด้วยคลาสที่มีชื่อว่า “แอ็พเพล็ต” คลาสนี้มีจุดเริ่มต้นการทำงานที่บริการที่ชื่อว่า init โดยคลาสที่เป็นแอ็พเพล็ตนี้ทำหน้าที่สร้างและเรียกใช้บริการจากคลาสในกลุ่มการเชื่อมโยงผู้ใช้ คลาสในกลุ่มสื่อสาร คลาสในกลุ่มให้บริการ และคลาสเอกสาร ตัวอย่างของโปรแกรมทั้งในส่วนให้บริการ และขอบริการ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง

4.2 การติดตั้งระบบบนเครือข่ายมาตรฐานภายใน

4.2.1 องค์ประกอบของระบบ (System Configuration)



รูปที่ 4.1 องค์ประกอบของระบบ

รูปที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) เครื่องให้บริการ (Application server & Web server) คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมให้บริการ ระบบการจัดการฐานข้อมูล และ WEB server ซึ่งทั้ง 3 โปรแกรมทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการ โซลาริส 2.6 (Solaris 2.6)

2) เครื่องรับบริการ คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมรับบริการ ซึ่งทำงานอยู่บนตัวบริการเว็บของค่ายใดๆ ก็ได้ ที่สนับสนุนการทำงานของจาวาเวอร์ชัว แมชชีน

3) เครื่องข่ายที่เชื่อมโยงเครื่องให้บริการ และ เครื่องรับบริการให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้การเชื่อมโยง 2 รูปแบบคือ แบบ 10BaseT ซึ่งเป็นมาตรฐานการติดตั้ง Local area network ที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน โดยมีความเร็วในการสื่อสารเป็น 10Mbps และแบบ Dial-up โดยใช้โมเด็ม (Modem) ที่ความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที

4.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture)

องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการด้านการจัดส่งเครื่องโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลในเครือข่ายมาตรฐานภายใน ประกอบไปด้วยโปรแกรมต่างๆ ดังนี้

1) ตัวบริการเว็บคือโปรแกรมให้บริการสืบค้นข้อมูล และนำส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย โดยทำหน้าที่ให้บริการตามที่โปรแกรมค้นผ่านเว็บ ร้องขอมา การติดต่อสื่อสารอาศัยโปรโตคอลมาตรฐาน เฮททีทีพี

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้ อาปาเช่ ตัวบริการเว็บ (Apache Web server) เป็นระบบให้บริการ โดยทำหน้าที่ในการส่งโปรแกรมรับบริการจากเครื่องตัวบริการเว็บไปยังเครื่องลูกข่าย

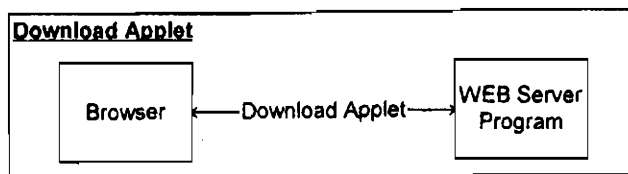
2) โปรแกรมค้นผ่านเว็บคือโปรแกรมที่ใช้ในการสื่อสารกับตัวบริการเว็บ มีหน้าที่ในการดึงข้อมูล และแสดงผลข้อมูล โดยที่ผู้ใช้สามารถระบุแหล่งที่อยู่ของข้อมูลได้ ในรูปแบบของยูอาร์แอล (Uniform Resource Locator) ซึ่ง โปรแกรมโปรแกรมค้นผ่านเว็บ ได้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่ตำแหน่งของข้อมูลไว้ให้แล้ว เมื่อผู้ใช้ระบุยูอาร์แอลที่ต้องการลงไปโปรแกรมค้นผ่านเว็บ จะทำการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ เพื่อดึงข้อมูลนำมาแสดงบนหน้าจอของ โดยสามารถแสดงข้อมูลได้หลายรูปแบบ เช่น ข้อมูล ข้อมูลหลายมิติ เสียง และ รูปภาพ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมค้นผ่านเว็บ 2 ชนิดคือ เน็ตเคสเป (Netscape) และ ฮอตจาวา (HOT java)

3) ระบบการจัดการฐานข้อมูล คือ โปรแกรมที่ช่วยในการจัดเก็บและเข้าถึงข้อมูล ซึ่งเก็บอยู่ในรูปแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational database) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล อินฟอร์มิคส์ (Informix database management system)

4) ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการด้านการจัดส่งเครื่องโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคล คือโปรแกรมที่ทำการวิจัยครั้งนี้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนให้บริการ และ ส่วนขอรับบริการ

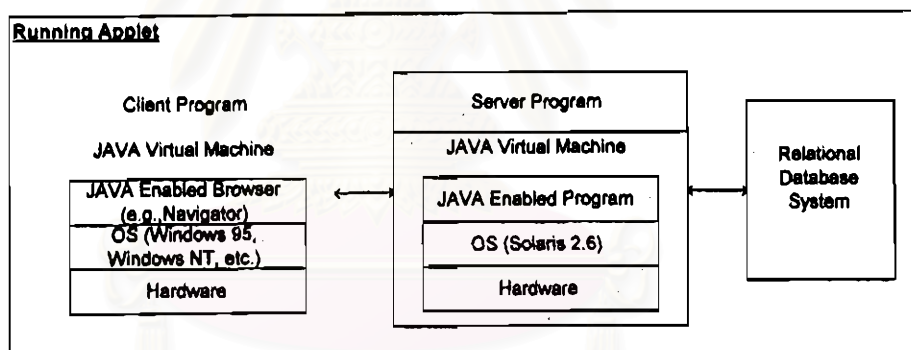
การสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ต่างๆที่มีอยู่ในระบบ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ



รูปที่ 4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการบรรจุโปรแกรมรับบริการลงเครือข่ายไปยังเครื่องรับบริการ

4.1) ขั้นตอนการดึงโปรแกรมรับบริการจากเครื่องให้บริการ มาติดตั้งยังเครื่องรับบริการ ทำงานโดยอาศัยการสื่อสารระหว่างตัวบริการเว็บและโปรแกรมค้นผ่านเว็บด้วยเซชที่พีที โพรโตคอล ดังรูปที่ 4.2

4.2) เมื่อแอปเพล็ตได้รับการติดตั้งที่เครื่องรับบริการ การติดต่อระหว่างโปรแกรมรับบริการ และโปรแกรมให้บริการทำงานโดยจาวาเวอร์ชัวแมชชีน จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมให้บริการทำงานอยู่บนจาวาเวอร์ชัวแมชชีนซึ่งมิได้เป็นโปรแกรมค้นผ่านเว็บ นอกจากนี้แล้วจะเห็นได้ว่าเฉพาะโปรแกรมให้บริการเท่านั้นที่ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งก็คือสถาปัตยกรรมแบบ 3 เทียร์ (3 tier architecture)



รูปที่ 4.3 องค์ประกอบของซอฟต์แวร์ในขณะที่แอปเพล็ตทำงาน

4.2.3 การติดตั้งและจัดเตรียมข้อมูล

มีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การติดตั้งโปรแกรมที่เครื่องให้บริการ

โปรแกรมต่างๆ ที่จะต้องติดตั้งอยู่ในเครื่องให้บริการมีดังต่อไปนี้

1.1) ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระบบปฏิบัติการโซลาริส 2.6 การติดตั้งทำตามขั้นตอนและข้อกำหนดต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ในคู่มือของชุดโปรแกรมนี้

1.2) ระบบฐานข้อมูล ในการวิจัยนี้ใช้ระบบฐานข้อมูลอินฟอร์มิคซ์ การติดตั้งทำตามขั้นตอนและข้อกำหนดต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ในคู่มือของชุดโปรแกรมนี้

1.3) อินฟอร์มิคซ์ เจ ดี บี ซี (Informix JDBC) คือกลาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับระบบฐานข้อมูล

1.4) ตัวบริการเว็บ ในการวิจัยนี้ใช้ตัวบริการเว็บ อาปาเช่ การติดตั้งทำตาม ขั้นตอนและข้อกำหนดต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ในคู่มือที่มากับชุดโปรแกรมนี้ โดยกำหนดไคลเอนท์ที่ชุด โปรแกรมนี้สามารถเข้าถึงได้คือ “/opt/WWW/htdocs” และ “/opt/WWW/servlets”

1.5) โปรแกรมให้บริการ คือส่วนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งการทำงานไม่เกี่ยวข้องกับตัว บริการเว็บจึงได้ติดตั้งไว้ในไคลเอนท์ที่ชุด โปรแกรมตัวบริการเว็บไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ คือ “/opt/pis/server”

1.6) โปรแกรมขอบริการ คือส่วนที่พัฒนาขึ้น และเป็นส่วนที่ชุดโปรแกรมตัว บริการเว็บจะต้องเข้าถึงข้อมูลได้ จึงได้ติดตั้งไว้ที่ “/opt/WWW/htdocs/pis”

2) สร้างฐานข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้ ฐานละเอียดที่ภาคผนวก ค

3) ติดตั้งโปรแกรมที่เครื่องขอบริการ ซึ่งก็คือการติดตั้งโปรแกรมโปรแกรมคัน ผ่านเว็บ เช่น เน็ตเคสเป หรือ ฮีตเจวา เป็นต้น

4.3 ทดสอบระบบ

4.3.1 วิธีการทดสอบ

การทดสอบกระทำบนระบบปฏิบัติการ 2 ชนิดคือ วินโดวส์ เอ็นที และ วินโดวส์ 95 หน่วย ความจำ 32 MB ในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps และ ในเครือข่ายที่เชื่อมโยงด้วยโมเด็มความเร็ว ขนาด 19200 บิตต่อวินาที ด้วยโปรแกรมคันผ่านเว็บ เน็ตเคสเป และ ฮีตเจวา

การทดสอบกระทำใน 2 ลักษณะคือ

1) การจับเวลาในช่วงการเริ่มต้นโปรแกรม และการเริ่มต้นการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งจะต้องเสียเวลาในการส่งโปรแกรมผ่านเครือข่ายจากเครื่องให้บริการ ไปติดตั้งยังเครื่องรับบริการ ปลายทาง

2) การจับเวลาการทำงานของฟังก์ชัน ในการทดสอบนี้ใช้ฟังก์ชันในการสร้างและแก้ไข เอกสารการโอน

การจับเวลากระทำใน 2 ช่วงเวลาคือ ระหว่างเวลาทำงาน คือระหว่างเวลา 10:00 – 12:00 และ 13:00-17:00 ซึ่งเป็นเวลาที่เครือข่ายมีการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนมาก และในช่วงเวลาหลังเลิก งาน คือระหว่างเวลา 18:00-02:00 ซึ่งการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายมีจำนวนน้อยลง ในการจับเวลา ทำ การจับเวลาช่วงเวลาระยะ 10 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 สำหรับการ ทำงานในช่วงเวลาทำงาน และ ตารางที่ 4.3 และ 4.4 สำหรับการดำเนินงานในช่วงเวลาหลังเลิกงาน

4.3.2 ผลการทดสอบ

สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

1) การเริ่มต้นโปรแกรมเพื่อแสดงหน้าจอล็อกอินใช้เวลานานกว่าการเริ่มต้นทำงาน ของแต่ละฟังก์ชันมาก และการตอบสนองการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ในครั้งแรกช้ากว่าในครั้งต่อๆ

ไป สาเหตุเนื่องจากการเริ่มต้นโปรแกรม โปรแกรมคั่นผ่านเว็บจะต้องทำการเริ่มต้นโปรแกรม จาวาเวอชัวเมชชีน และทำการร้องขอคลาสต่างๆ จากตัวบริการเว็บเพื่อติดตั้งในหน่วยความจำ เมื่อผ่านขั้นตอนการล็อกอินและเลือกเมนูแล้ว คลาสต่างๆยังคงเก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อฟังก์ชันต่างๆ ถูกเรียกใช้ โปรแกรมคั่นผ่านเว็บจะทำการร้องขอเฉพาะคลาสที่ไม่มีในหน่วยความจำเท่านั้น มาติดตั้ง จึงทำให้การตอบสนองในการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ใช้เวลาน้อยกว่าการเริ่มต้นโปรแกรม และการเรียกใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ในครั้งที่ สอง และ ครั้งต่อไปเร็วกว่าครั้งแรก

2) ความเร็วในการทำงานของโปรแกรมขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของโปรแกรมคั่นผ่านเว็บแต่ละตัว ดังจะเห็นได้จากเวลาในการเข้าสู่ระบบของโปรแกรมคั่นผ่านเว็บ เน็ตเคสปล เวอร์ชัน 4.05 เร็วกว่า เวอร์ชัน 4.5 และเวลาในการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรมคั่นผ่านเว็บ ฮีตจาวา ช้ากว่า เน็ตเคสปล

3) เวลาในการเข้าสู่ระบบสำหรับในเครือข่ายความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที ช้ากว่า ในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps 1-2 นาทีขึ้นอยู่กับโปรแกรมคั่นผ่านเว็บที่ใช้งาน สำหรับเน็ตเคสปล ช้ากว่า 1 นาที และฮีตจาวาช้ากว่า 2 นาที

4) เวลาการเข้าสู่หน้าจอฟังก์ชันต่างๆ ในเครือข่ายความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที ช้ากว่าในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps ไม่เกิน 10 วินาที

5) จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าการตอบสนองของโปรแกรมในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมากคือในช่วงเวลาทำงาน และในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนน้อยคือช่วงเวลาหลังเลิกงาน ไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าในเครือข่ายที่มีระดับการใช้งานปกติจำนวนผู้ใช้ไม่มีนัยสำคัญ

ความหมายของสัญลักษณ์ในช่องเวลาในการทำงาน

- A : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ เน็ตเคสปล เวอร์ชัน 4.05 ในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps
- B : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ เน็ตเคสปล เวอร์ชัน 4.05 ในเครือข่ายที่เชื่อมโยงด้วยโมเด็มความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที
- C : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ เน็ตเคสปล เวอร์ชัน 4.5 ในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps
- D : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ เน็ตเคสปล เวอร์ชัน 4.5 ในเครือข่ายที่เชื่อมโยงด้วยโมเด็มความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที
- E : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ ฮีตจาวา เวอร์ชัน 1.1.5 ในเครือข่ายความเร็ว 10 Mbps
- F : ทดสอบการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็นที และ ฮีตจาวา เวอร์ชัน 1.1.5 ในเครือข่ายที่เชื่อมโยงด้วยโมเด็มความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที

99/99 : ค่าที่แสดงในช่อง A-F สำหรับการเข้าสู่หน้าจอต่างๆ แสดงเป็น 2 ส่วนคือ ครั้งแรก / ครั้งต่อไป

ความหมายของสัญลักษณ์ในช่องการทำงาน

- รายการที่ 1 : การเข้าสู่ระบบ เริ่มจับเวลาเมื่อกด Enter หลังจากที่ยืนยัน URL เรียบร้อย จนกระทั่งปรากฏหน้าจอเข้าสู่ระบบ
- รายการที่ 2 : การเข้าสู่หน้าจอสร้างเอกสารการขาย (Sale hand-set) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 3 : การเข้าสู่หน้าจอการค้นหา/ปิด/ยกเลิก เอกสารการขาย (Search/Close/Cancel sale document) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 4 : การเข้าสู่หน้าจอสร้างเอกสารการโอน (Request hand-set) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 5 : การเข้าสู่หน้าจอการค้นหา/ปิด/ยกเลิก เอกสารการโอน (Search/Close/Cancel transfer document) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 6 : การเข้าสู่หน้าจอการรับเครื่องโทรศัพท์เข้าคลัง ณ จุดขาย (Receive hand-set) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 7 : การเข้าสู่หน้าจอการค้นหาข้อมูลเครื่องโทรศัพท์ (Hand-set information) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 8 : การเข้าสู่หน้าจอการสร้างเอกสารการจัดส่ง (Packing hand-set) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 9 : การเข้าสู่หน้าจอการค้นหา/ยกเลิก เอกสารการจัดส่ง (Search/Cancel delivery document) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 10 : การเข้าสู่หน้าจอการค้นหาเอกสารการโอน (Search transfer document) เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม Enter จนกระทั่งปรากฏหน้าจอพร้อมให้บันทึกข้อมูล
- รายการที่ 11 : การบันทึกเอกสารการโอน เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม save จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลลัพธ์การทำงาน
- รายการที่ 12 : การปิดเอกสารการโอน เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม close จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลลัพธ์การทำงาน
- รายการที่ 13 : การยกเลิกเอกสารการโอน เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม cancel จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลลัพธ์การทำงาน

- รายการที่ 14 : การค้นหาเอกสารการโอน โดยกำหนดให้มีข้อมูลในรายการผลลัพธ์ 10 รายการ เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม search จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลการทำงานของผลลัพธ์การทำงาน
- รายการที่ 15 : การเลื่อนรายการไปข้างหน้า เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม next จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลการทำงานของผลลัพธ์การทำงาน
- รายการที่ 16 : การเลื่อนรายการถอยหลัง เริ่มจับเวลาตั้งแต่กดปุ่ม previous จนกระทั่งหน้าจอแสดงผลการทำงานของผลลัพธ์การทำงาน

การทำงาน	เวลาในการทำงาน หน่วยเป็นวินาที					
	A	B	C	D	E	F
รายการที่ 1	28.9	63.4	97.7	103.3	20	137.3
รายการที่ 2	5.4/0.8	13.8/1	5.2/0.8	10.8/1	4.4/1	18/0.4
รายการที่ 3	2/1	7/1	1.2/0.2	7/1	1.4/0.8	11.2/0.2
รายการที่ 4	1.4/1	5/1	1.4/0.8	5.4/1	2.2/0.8	6.4/0.4
รายการที่ 5	2.8/1	3.6/1	2.6/0.6	3.2/1	2.2/0.8	3.6/0.6
รายการที่ 6	2.8/1	10.8/1	2/1	9.4/1	3/1.4	14/1
รายการที่ 7	1/0.6	3/0.8	0.4/0.6	2.6/1	1.8/0.4	3/0.2
รายการที่ 8	0.8/0.8	2.6/0.8	0.6/0.6	2.8/0.8	1/0.6	3/0.2
รายการที่ 9	2.2/1	8.4/1	1.6/1	7.2/1	1.8/1	8.8/1
รายการที่ 10	1.2/1	3.6/1	1/0.8	3/0.6	1/0.6	3.8/1

ตารางที่ 4.1 แสดงการจับเวลาในช่วงเวลาการทำงาน ของการเริ่มต้นโปรแกรม และการเริ่มต้นการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ

การทำงาน	เวลาในการทำงาน หน่วยเป็นวินาที					
	A	B	C	D	E	F
รายการที่ 11	1.6	2.1	1.8	2.4	2.9	3.2
รายการที่ 12	1.5	2	1.2	2.3	2.4	3.3
รายการที่ 13	1.5	2.1	1.3	2.1	2.1	2.5
รายการที่ 14	6.7	10.9	6.4	11.7	13.1	12.4
รายการที่ 15	3.4	5.5	3.5	5.6	4.6	6.3
รายการที่ 16	3.5	5.4	3.3	5.8	5.7	7.6

ตารางที่ 4.2 แสดงการจับเวลาในช่วงเวลาการทำงาน ของการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ

การทำงาน	เวลาในการทำงาน หน่วยเป็นวินาที					
	A	B	C	D	E	F
รายการที่ 1	28.1	60.7	95	99.4	20.6	134.9
รายการที่ 2	5.4/1	13/1.4	5/0.6	5.6/1	4.2/0.8	18.1/1
รายการที่ 3	2/1	8/1.4	1.6/0.4	8/0.8	1.4/1	10/0.4
รายการที่ 4	1.6/1	5.2/1.6	1/0.2	6.4/1	1.4/0.6	5.8/0.4
รายการที่ 5	3/0.8	3.8/1.6	3/0.4	4/0.8	2.2/1	3.6/0.6
รายการที่ 6	2/1	10/1.6	1.6/1	11/1	2.6/1	10.8/0.6
รายการที่ 7	0.8/0.4	2.8/1.2	0.8/0.2	2.6/1	0.4/0.4	2.6/0.4
รายการที่ 8	1/0.8	3/1.2	0.6/0.4	2.8/0.6	1/1	2.4/0.6
รายการที่ 9	2.2/1	9.6/1.4	2/0.8	6.2/1.4	2/1.6	8.8/1
รายการที่ 10	1.6/1	3.8/1.4	1/0.4	3.4/1	1/1	3.4/0.8

ตารางที่ 4.3 แสดงการจับเวลาในช่วงเวลาหลังเลิกงาน ของการเริ่มต้นโปรแกรมและการเริ่มต้นการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ

การทำงาน	เวลาในการทำงาน หน่วยเป็นวินาที					
	A	B	C	D	E	F
รายการที่ 11	2.4	2.4	1.6	3	3.1	2.5
รายการที่ 12	1.1	2.3	1.1	1.9	3.5	2.9
รายการที่ 13	1.6	2.3	1.6	2.3	2.1	2.8
รายการที่ 14	5.9	11.9	6.1	11.7	14.8	14.2
รายการที่ 15	3.2	5.3	3.4	5.5	5.4	6.5
รายการที่ 16	3.2	5.6	2.8	5.3	7.2	6.8

ตารางที่ 4.4 แสดงการจับเวลาในช่วงเวลาหลังเลิกงาน ของการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ