# การพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลา

# The Development of Time-Series Statistical Analysis Support Program

โดย


**นายสุทธิศักดิ์ ลิ่วสกุล**

รหัส 41067102


อาจารย์ที่ปรึกษา

**อาจารย์อัครินทร์ อุณกิตติ**


*H001693*

วัน เดือน ปี 25 ธ.ค. 2548

เลขทะเบียน 01693

เลขเรียกหนังสือ วพ. ส๗๓๗ก ๒๕๔๓

"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจอ."


รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543


คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **ชื่อหัวข้อ** | การพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลา |
| **นักศึกษา** | นายสุทธิศักดิ์ ลิ่วสกุล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อาจารย์อัครินทร์ คุณกิตติ |
| **ระดับการศึกษา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ |
| **แขนงวิชา** | วิทยาการสารสนเทศ |
| **ปีการศึกษา** | 2543 |

## บทคัดย่อ

เอกสารฉบับนี้เป็นเอกสารประกอบการพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลาซึ่งเป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถนิยามสูตรการคำนวณชุดข้อมูลที่มีลักษณะเชิงเวลาได้ด้วยตนเอง ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมนี้จะอาศัย Context Diagram และ Data Flow Diagram เพื่ออธิบายลักษณะการทำงานในแต่ละส่วนการทำงานโดยละเอียดของโปรแกรม โดยจะกล่าวถึง ทฤษฎีโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นแก่การพัฒนาโปรแกรมคือ ทฤษฎีโครงสร้างข้อมูลชนิดแสตก และ ลิงค์ลิสที่เป็นโครงสร้างหลักในการจัดการตัวข้อมูลที่กำลังดำเนินงานอยู่ภายในโปรแกรมขณะมีการคำนวณสูตรการคำนวณ, วิธีการจัดเก็บและเข้าถึงฐานข้อมูลโดยใช้ Object ของ MFC, การประมาณค่าที่หายไปของข้อมูลโดยวิธีการ Interpolation, การแปลงนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั่วๆไปให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำไปคำนวณได้ รวมถึงการออกแบบฐานข้อมูลและการจัดทำรายงานให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Title** | The Development of Time-Series Statistical Analysis Support Program |
| **Student** | Mr.Suttisak Liwsakul |
| **Advisor** | Mr.Akharin Khunkitti |
| **Level of Study** | Master of Science in Information Tchnology |
| **Major** | Information science |
| **Academic Year** | 2000 |


## ABSTRACT

This article is the development of Time-Series statistical analysis support program. The user can determine data that are calculated by mean of user defined formula is the principle of this program. The process of this program is represented by context diagram and data flow diagram. To develop this project we have to understand the data structure theory such as stack and linklist that is the main structure to store and handle data when program need to calculates the data. The method to store and access database by using MFC object. Approximation the missing values by using interpolation method. Translation the mathematics expression to a structure that computer can compute. Finally, database design and generate the report and graph.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเหนิดที่ได้กรุณาส่งเสริม อบรมให้ความสนับสนุนด้วยความรักและความเมตตามาตั้งแต่เกิด

ขอขอบคุณอาจารย์อัครินทร์ คุณกิตติ และอาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณามอบความรู้ อบรมสั่งสอน ชี้แนะ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มก้าวเข้ามาศึกษายังสถาบันแห่งนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ รุ่นน้อง และเพื่อนร่วมงานทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ถ้าหากผลงานฉบับนี้สามารถก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้สนใจไม่ว่าจะมากน้อยเพียงใดก็ตาม ขออุทิศความดีงามทั้งหลายให้ตกแก่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และทุกๆท่านที่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ด้วยเทอญ

นายสุทธิศักดิ์ ลิ่วสกุล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... II
กิตติกรรมประกาศ ..... III
สารบัญ ..... IV

บทที่

1. บทนำ
   - 1.1 ความเป็นมา ..... 1
   - 1.2 เป้าหมายของโครงงาน ..... 1
   - 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ..... 2
   - 1.4 แนวทางการศึกษา ..... 2
   - 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน ..... 2
   - 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2
   - 1.7 โครงสร้างของบทความ ..... 3
2. ทฤษฎีและโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรม
   - 2.1 โครงสร้าง Object ของ MFC ที่ใช้สำหรับการจัดการฐานข้อมูล ..... 4
   - 2.2 โครงสร้างข้อมูลชนิดลิงค์ลิสต์ ..... 6
   - 2.3 โครงสร้างข้อมูลชนิดสแตก ..... 9
   - 2.4 การสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix ..... 10
   - 2.5 การประมวลผลทางคณิตศาสตร์จากนิพจน์ชนิด Postfix ..... 11
   - 2.6 การแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องด้วยวิธีการ Interpolation ..... 12
3. การออกแบบระบบงานและฐานข้อมูล
   - 3.1 Context Diagram ของโครงงาน ..... 27
   - 3.2 ส่วนการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณ ..... 28
   - 3.3 ส่วนการรับสูตรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด ..... 31
   - 3.4 ส่วนการประมวลผล ..... 37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนการจัดทำรายงานและกราฟ ..... 39
3.6 ส่วนการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ ..... 39
3.7 การออกแบบฐานข้อมูล ..... 41
4. การพัฒนาระบบงานและการทดสอบโปรแกรม
4.1 โปรแกรมในส่วนของการจัดการค่าของตัวแปรต่างๆ ..... 45
4.2 โปรแกรมในส่วนของการคำนวณ ..... 58
4.3 โปรแกรมในส่วนของการจัดทำรายงานและกราฟ ..... 60
4.4 โปรแกรมในส่วนของการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ ..... 62
5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ
5.1 บทสรุป ..... 65
5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 66
บรรณานุกรม ..... 67
ภาคผนวก (การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม) ..... 68
ประวัติผู้เขียน ..... 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

โครงงานการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สำหรับช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลานี้ เป็นโครงงานที่ทำการพัฒนาต่อเนื่องจากโครงงานระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารซึ่งได้จัดทำโดย น.ส.นริสรา ชัยมงคล ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาระบบงาน หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีอาจารย์อัครินทร์ คุณกิตติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โดยในส่วนของโครงงานระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเพื่อการบริหารนั้นมีลักษณะของการทำงานโดยย่อคือทำการรวบรวมข้อมูลการใช้งานจากอุปกรณ์ต่างในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลของ MS-Access จากนั้นจึงทำการดึงเอาข้อมูลที่ได้เก็บเอาไว้ในฐานข้อมูลนั้นไปจัดทำเป็นรายงานต่อไป

## 1.1 ความเป็นมา

สืบเนื่องมาจากโครงงานระบบรวมรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารนั้นยังมีความสามารถในส่วนการจัดการข้อมูลเพื่อทำการคำนวณและการจัดทำรายงานจากข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บเอาไว้ในฐานข้อมูลยังมีความยืดหยุ่นไม่เพียงพอ ดังนั้นในส่วนของโครงงานพัฒนาเครื่องมือสำหรับช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลานี้จะเข้ามาเสริมทางด้านการจัดการข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บไว้แล้วเพื่อจัดทำรายงาน หรือตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่งขึ้นโดยโครงงานที่จะพัฒนาขึ้นมานี้มีลักษณะการทำงานที่คล้าย MS-Excel คือ อนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถนิยามนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อทำการคำนวณได้ แต่มีความแตกต่างตรงที่ลักษณะของการคำนวณของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะมีลักษณะของการคำนวณเป็น Time Series ซึ่งเป็นลักษณะของชุดของข้อมูล แต่ของ MS-Excel จะกระทำเป็น Cell ซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลเดี่ยวๆ

## 1.2 เป้าหมายของโครงงาน

พัฒนาเครื่องมือสำหรับช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลาขึ้นมาเพื่อช่วยเหลืองานของผู้ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

1.3.1 เพื่อศึกษาถึงวิธีการพัฒนาโปรแกรมอย่างมีระบบ

1.3.2 เพื่อนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เต็มที่

**1.4 แนวทางการศึกษา**

การพัฒนาระบบงานนี้จะต้องมีการศึกษาวิธีการที่จะดึงเอาข้อมูลที่ได้มาจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารที่ได้มีการจัดเก็บไว้แล้วในลักษณะของ Time Series ในระบบของฐานข้อมูล, เทคนิคและวิธีการที่จะทำให้โปรแกรมสามารถทำการคำนวณข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Time Series ได้โดยใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก, ลบ, คูณ, หาร, ยกกำลัง และฟังก์ชันที่จำเป็นบางอย่างเช่น Sum[], Avg[] มาสร้างเป็นนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ใช้งานสามารถที่จะนิยามขึ้นมาเองได้ อีกทั้งยังต้องสามารถแสดง Output ออกมาในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจง่ายทั้งในรูปแบบของรายงานและกราฟได้

**1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน**

1.5.1 ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดของโครงงานระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารรวมถึงข้อจำกัดที่มีอยู่

1.5.2 ศึกษาถึงโครงสร้างของฐานข้อมูลที่ระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารใช้ทำการเก็บข้อมูลเอาไว้เพื่อทำการเข้าถึงและดึงเอาข้อมูลมาใช้

1.5.3 ศึกษาถึงทฤษฎีต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาโครงงานนี้เช่น โครงสร้างข้อมูลชนิด Link-list, Stack, วิธีการประมาณค่าที่หายไปของข้อมูลโดยการใช้ Interpolation

1.5.4 ออกแบบระบบงานและฐานข้อมูลที่ใช้แบบ Local

1.5.5 พัฒนาระบบงาน

1.5.6 ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงระบบงาน

1.5.7 จัดทำเอกสารประกอบการใช้งาน

**1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ**

หลังจากการพัฒนาระบบงานนี้เสร็จจะได้เครื่องมือที่สามารถใช้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับระบบที่ต้องการคำนวณข้อมูลที่มีลักษณะของ Time Series โดยคำนวณจากนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนิยามขึ้นมาได้เอง ซึ่งเครื่องมือชิ้นนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

งานต่างๆที่มีลักษณะการคำนวณข้อมูลเชิงเวลาได้ เช่นงานคำนวณข้อมูลเชิงเวลาทางด้านงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

**1.7 โครงสร้างของบทความ**

บทความนี้จะแบ่งโครงสร้างออกเป็น 5 บทด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ

จะกล่าวถึงความเป็นมา เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และแนวทางการศึกษาของระบบงานที่จัดทำ

บทที่ 2 ทฤษฎีและโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรม

เป็นส่วนของการปูพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูล และเทคนิควิธีการที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

บทที่ 3 การออกแบบระบบงานและฐานข้อมูล

เป็นส่วนที่จะอธิบายรายละเอียด ลักษณะการทำงานและการประมวลผล รวมถึงข้อกำหนดต่างๆของระบบงานที่จัดทำ

บทที่ 4 การพัฒนาระบบงานและการทดสอบโปรแกรม

เป็นส่วนที่อธิบายถึงรายละเอียดของการพัฒนาระบบงาน หน้าจอส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน รวมถึงการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

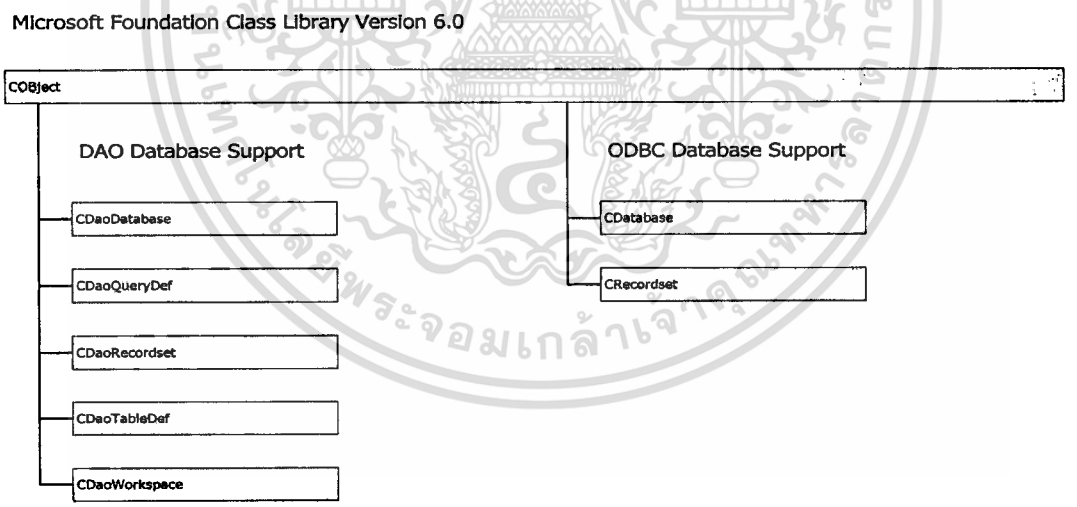
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรม

การที่จะพัฒนาโครงงานการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สำหรับช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลานี้ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงทฤษฎีและโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นดังต่อไปนี้

## 2.1 โครงสร้าง Object ของ MFC ที่ใช้สำหรับการจัดการฐานข้อมูล

เนื่องจากโครงงานนี้จะพัฒนาด้วย Microsoft Visual C++ ดังนั้นในส่วนนี้จะใช้ชุด Object ของ MFC (Microsoft Foundation Class) ที่สามารถเข้าถึงและจัดการกับฐานข้อมูลคือ DAO Database Support และ ODBC Database Support ซึ่งแสดงดังภาพ 2.1 ดังต่อไปนี้




ภาพที่ 2.1 Object ของ MFC ที่ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูล

และจากภาพที่ 2.1 แสดงถึง Object ที่ใช้สำหรับเข้าถึงฐานข้อมูลทั้ง 2 ชนิด โดย Object ทั้ง 2 ชุดนี้จะประกอบไปด้วย Object ต่างๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DAO Database Support**

*CDaoDatabase* เป็น Object ที่ใช้สำหรับสร้างการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยเราสามารถที่จะมี Object ชนิดนี้หลายๆตัวทำงานพร้อมกันได้โดยใช้ Object CdaoWorkspace

*CdaoWorkspace* เป็น Object ที่ใช้สำหรับการจัดการเรื่องการรักษาความปลอดภัยในการใช้ฐานข้อมูลในเรื่องของการตรวจสอบสิทธิในการใช้งานด้วยชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน

*CdaoQueyDef* เป็น Object ที่ใช้สำหรับการนิยามคิวรี่ โดยเราสามารถจัดเก็บคิวรี่ที่ได้จัดทำขึ้นไว้ในตัวฐานข้อมูลได้

*CdaoTableDef* เป็น Object ที่ใช้สำหรับเก็บนิยามของตารางที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

*CdaoRecordset* เป็น Object ที่ใช้สำหรับแสดงถึงเซตของข้อมูลที่เราทำการเลือกมาจากแหล่งของข้อมูล โดยเซตของข้อมูลนี้จะมีอยู่ 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ชนิด Table โดยเซตของข้อมูลที่ได้จะเป็นไปในลักษณะของตารางที่เราเลือก
2. ชนิด Dynaset โดยเซตของข้อมูลที่ได้จะเป็นไปในลักษณะของข้อมูลที่ได้ผ่านการทำคิวรี่แล้วอีกทั้งยังสามารถแก้ไขข้อมูลได้ด้วย
3. ชนิด Snapshot โดยเซตของข้อมูลที่ได้จะเป็นไปในลักษณะของข้อมูลที่ได้ผ่านการทำคิวรี่แล้วแต่เราไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้

**ODBC Database Support**

*CDdatabase* เป็น Object ที่ใช้สำหรับสร้างการเชื่อมต่อกับแหล่งของฐานข้อมูลผ่าน ODBC โดยเราสามารถที่จะมี Object ชนิดนี้หลายๆตัวทำงานพร้อมกันได้

*CRecordset* เป็น Object ที่ใช้สำหรับแสดงถึงเซตของข้อมูลที่เราทำการเลือกมาจากแหล่งของข้อมูล โดยเซตของข้อมูลชนิดนี้จะมีอยู่ 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

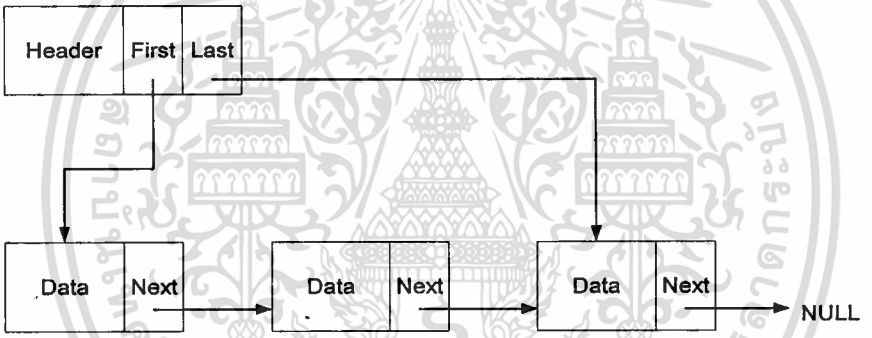
1. ชนิด Dynaset โดยเซตของข้อมูลที่ได้จะเป็นไปในลักษณะของข้อมูลที่ได้ผ่านการทำคิวรี่แล้วอีกทั้งยังสามารถแก้ไขข้อมูลได้ด้วย
2. ชนิด Snapshot โดยเซตของข้อมูลที่ได้จะเป็นไปในลักษณะของข้อมูลที่ได้ผ่านการทำคิวรี่แล้วแต่เราไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในโครงงานที่จะพัฒนานี้จะอาศัย DAO Database Support สำหรับจัดการฐานข้อมูล สำหรับการคำนวณ, การสร้างกราฟ และรายงานในรูปแบบต่างๆ เพราะโครงงานที่ได้พัฒนานี้จะมีการเข้าถึงฐานข้อมูลที่มีลักษณะ Local เท่านั้น

**2.2 โครงสร้างข้อมูลชนิด Link List**

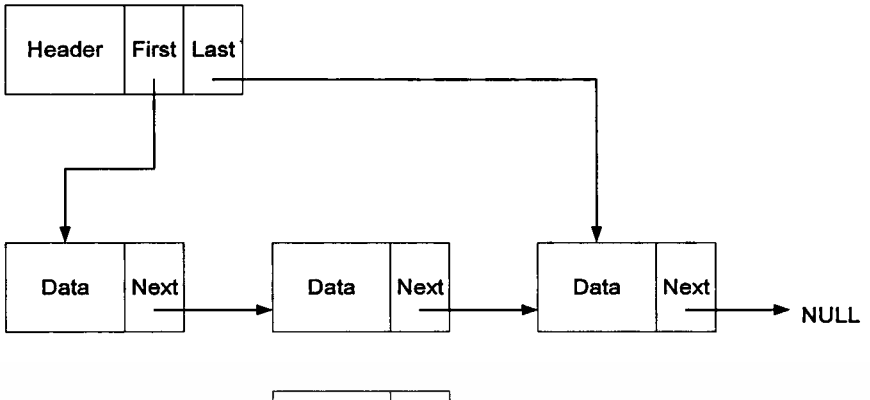
ลิงค์ลิสต์ เป็นโครงสร้างที่สำคัญมากในเรื่องของโครงสร้างข้อมูลและเป็นโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อนกว่าโครงสร้างข้อมูลชนิดอื่น และโดยส่วนใหญ่แล้วโปรแกรมที่มีโครงสร้างซับซ้อนก็มักจะใช้ ลิงค์ลิสต์ เป็นส่วนประกอบสำคัญ โดยเฉพาะภาวะที่มีการทำงานแบบ Real – Time ที่ต้องมีการนำข้อมูลเข้า หรือดึงข้อมูลออกตลอดเวลา โดย ลิงค์ลิสต์ จะมีลักษณะโครงสร้างเป็นสายของข้อมูลดังภาพที่ 2.2



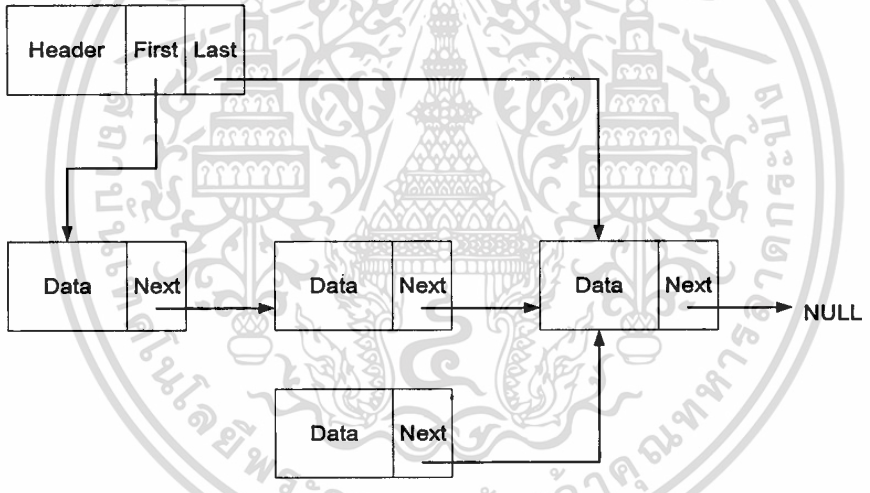

ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของลิงค์ลิสต์

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า เราได้ใช้พอยน์เตอร์เป็นตัวเชื่อมโยงสมาชิกของสิสต์ให้อยู่รวมกันเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นเราสามารถจัดการกับข้อมูลในสายข้อมูลนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าโครงสร้างข้อมูลแบบอื่น เช่น อาเรย์ เพราะเราสามารถเพิ่ม ตัดทอน หรือจัดเรียงข้อมูลในส่วนใดๆ ได้สะดวกกว่าอาเรย์มาก เช่น ถ้าหากเราต้องการแทรกข้อมูลใดๆ ลงไปในลิสต์เราก็ทำได้โดยสร้างสมาชิกตัวใหม่ในลิสต์ที่มีค่าตามต้องการ จากนั้นก็ทำการย้ายพอยน์เตอร์ของสมาชิกที่ต้องการให้สมาชิกใหม่มีต่อท้ายไปชี้ที่สมาชิกตัวใหม่นี้ และให้พอยน์เตอร์ของสมาชิกตัวใหม่นี้ชี้ไปที่สมาชิกเดิมที่ถัดจากสมาชิกใหม่นี้ ก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อย ดังที่แสดงในรูป 2.3 ก-ค ส่วนในการตัดทอนก็จะมีลักษณะคล้ายๆ กันดังที่แสดงในรูป 2.4 ก-ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

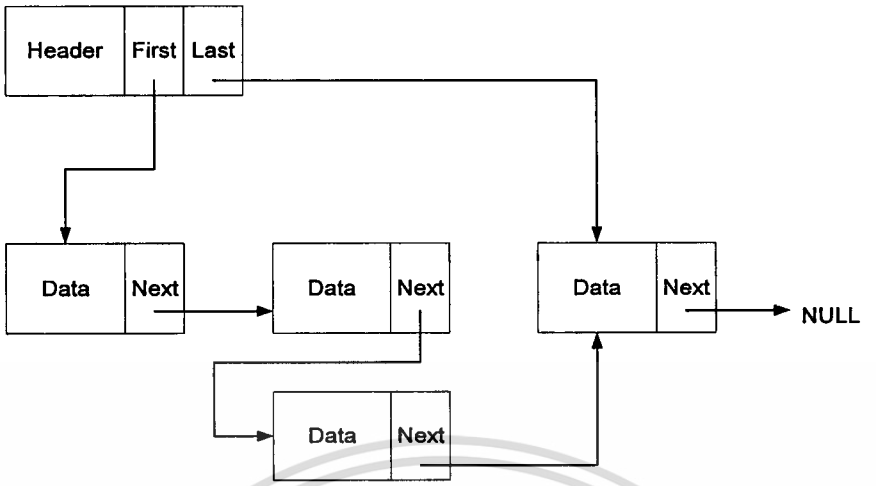



ภาพที่ 2.3 ก แสดงขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 1

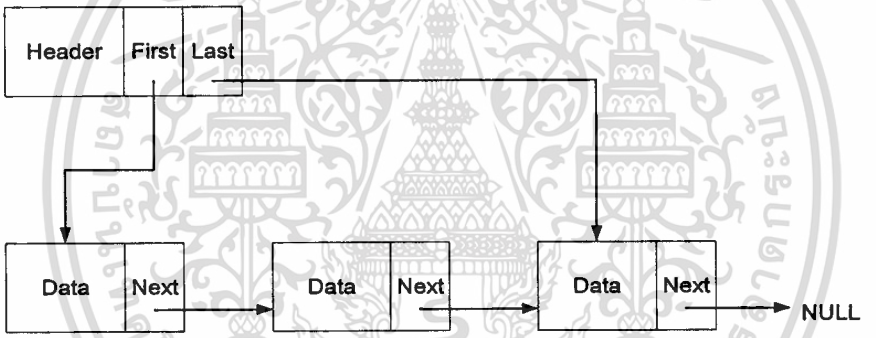



ภาพที่ 2.3 ข แสดงขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 2

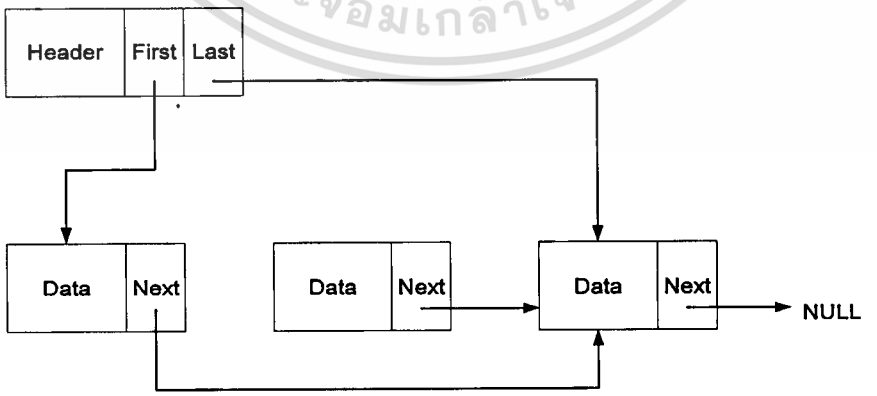
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.3 ค แสดงขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 3

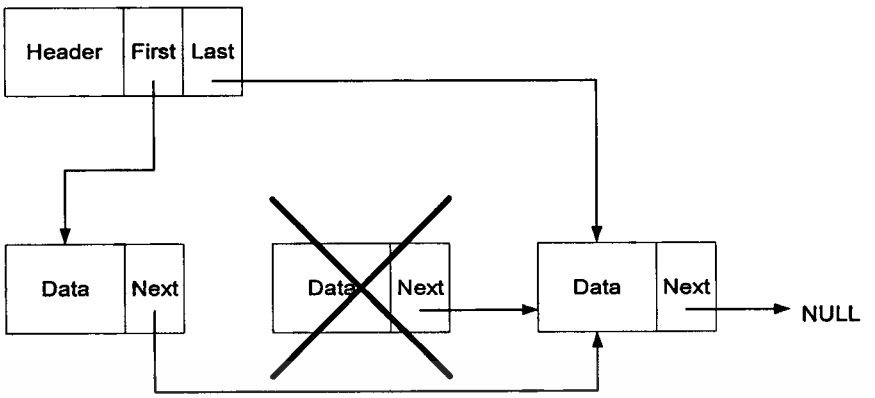



ภาพที่ 2.4 ก แสดงขั้นตอนการลบข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 1

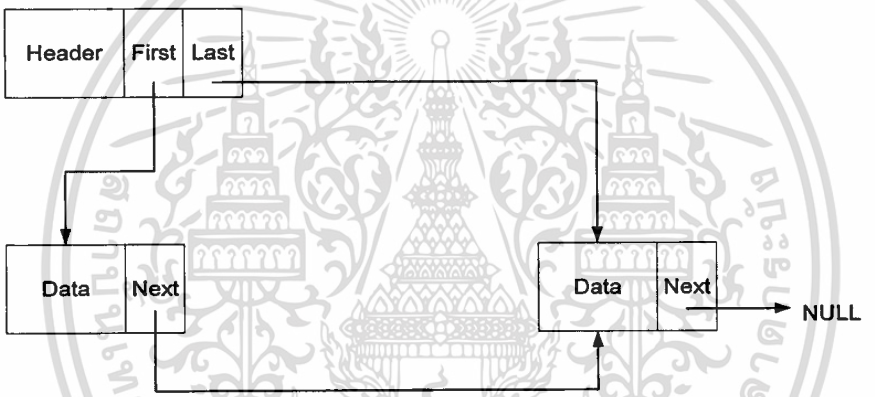



ภาพที่ 2.4 ข แสดงขั้นตอนการลบข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.4 ค แสดงขั้นตอนการลบข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 3



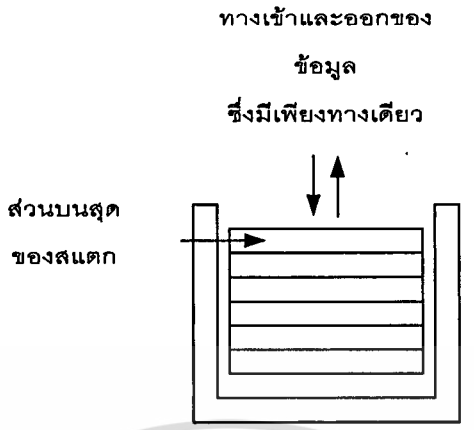

ภาพที่ 2.4 ง แสดงขั้นตอนการลบข้อมูลโครงสร้างของลิงค์ลิสต์ขั้นตอนที่ 4

แต่ถ้าเป็นในกรณีของอาเรย์ เราจะต้องทำการย้ายข้อมูลที่มีอยู่ก่อนหน้าหรือหลังสมาชิกใหม่ทุกตัวออกไปเสียก่อน เพื่อสร้างที่ว่างให้กับสมาชิกใหม่ ข้อดีอีกประการของลิงค์ลิสต์คือ เราสามารถใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าในกรณีที่เรามีจำนวนข้อมูลที่ไม่แน่นอน เนื่องจากเราสามารถสร้างสมาชิกใหม่ขึ้นมาเพื่อทำการเพิ่มการเก็บข้อมูลได้ ไม่เหมือนกับอาเรย์ที่ต้องกำหนดจำนวนสมาชิกที่แน่นอนที่ต้องการใช้ และมีอยู่บ่อยครั้งที่เราใช้เนื้อที่ที่จองนี้ไม่หมด ทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลโดยใช่เหตุ

## 2.3 โครงสร้างข้อมูลชนิดสแตก

สแตกเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะคือ ข้อมูลที่นำเข้าไปเก็บก่อนจะถูกนำออกมาทีหลัง ส่วนข้อมูลที่นำเข้าไปเก็บทีหลังจะถูกนำออกมาก่อน หรือกล่าวง่ายๆ ว่า เข้าหลังออกก่อน (Last in first out) ซึ่งเป็นไปดังภาพที่ 2.5

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของข้อมูลชนิดสแตก

จะเห็นว่าการนำข้อมูลเข้าสู่สแตกนี้ ก็เหมือนกับการกดข้อมูลลงบนกองข้อมูลนั่นเอง (Push) และเมื่อจะนำข้อมูลออกมาก็ต้องนำข้อมูลที่อยู่บนสุดออกก่อน (Pop) ในการพัฒนาโครงงานนี้จะใช้รูปแบบของลิงค์ลิสต์นำมาสร้างเป็นสแตกเนื่องจากข้อดีที่ได้กล่าวไปแล้วในส่วนของโครงสร้างข้อมูลชนิดลิงค์ลิสต์

**2.4 การสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix**

การที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถทำการคำนวนนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ใช้งานเป็นผู้นิยามได้นั้นจะต้องมีการแปลงนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ใช้เป็นผู้นิยามขึ้นมาซึ่งอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า Infix Expression ซึ่งมีลักษณะ Operator คั่นอยู่ระหว่าง Operand เช่น A+B*(C^D*E/F)-G ซึ่งการคำนวณหาผลลัพธ์จากสูตรการคำนวณที่มีลักษณะเป็น Infix Expression นั้นทำได้ยาก จึงต้องมีการทำการเปลี่ยนแปลงนิพจน์ชนิด Infix Expression เป็นนิพจน์ชนิด Postfix Expression ที่มีลักษณะดังนี้ ABCD^E*F/*+G- โดยมีขั้นตอนการแปลงดังต่อไปนี้

การแปลงนิพจน์ชนิด Infix ให้เป็นนิพจน์ชนิด Postfix นั้นต้องมีการใช้กลไกของแสตกมาช่วยในการดำเนินงาน นอกจากนั้นยังต้องมีการนิยามความสำคัญหรือลำดับก่อนหลังของ Operator หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยโปรแกรมนี้จะมีการใช้ Operator ดังต่อไปนี้

- สัญลักษณ์บวกแทนด้วยเครื่องหมาย “+.
- สัญลักษณ์ลบแทนด้วยเครื่องหมาย “-“
- สัญลักษณ์คูณแทนด้วยเครื่องหมาย “*”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญลักษณ์หารแทนด้วยเครื่องหมาย "/"
- สัญลักษณ์ยกกำลังแทนด้วยเครื่องหมาย "^"

และยังมีสัญลักษณ์อีกชนิดหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาด้วยคือสัญลักษณ์วงเล็บเปิดและปิด ซึ่งแทนด้วยเครื่องหมาย "(" และ ")" ส่วนอัลกอริทึมเพื่อแปลงนิพจน์ชนิด Infix ให้เป็นนิพจน์ชนิด Postfix นั้นจะมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ถ้าอินพุตเป็น Operand ให้นำไปไว้ที่เอาต์พุต
2. ถ้าอินพุตเป็น Operator ให้ทำดังนี้
   - นำ Operator ตัวนั้นเข้าสู่แสตกถ้าแสตกนั้นว่าง โดยแสตกที่ใช้นี้จะถูกเรียกว่า Operator stack (ย่อว่า opst)
   - ถ้า opst ไม่ว่าง ซึ่งแสดงว่ามี Operator อยู่ในแสตกนั้น ให้ทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของ Operator ที่เป็นอินพุตกับลำดับความสำคัญของ Operator ที่อยู่บนสุดของสแตกโดยใช้ตารางเปรียบเทียบลำดับความสำคัญดังตารางที่ 2.1

   โดยถ้าลำดับความสำคัญของ Operator ที่เป็นอินพุตน้อยกว่าหรือเท่ากับลำดับความสำคัญของ Operator ที่อยู่บนสุดของแสตกแล้ว ให้นำ Operator ที่อยู่บนสุดของสแตกไปไว้ที่เอาต์พุต จำนั้นให้ทำการเปรียบเทียบแบบเดิมอีกระหว่างอินพุตตัวนั้นกับ Operator ที่อยู่ส่วนบนสุดของสแตก (เป็น Operator ตัวใหม่เพราะตัวเดิมถูกนำออกไปไว้ที่เอาต์พุตแล้ว) โดยใช้หลักการเดิมจนกระทั่ง
   - ลำดับความสำคัญของ Operator ที่เป็นอินพุตมีค่ามากกว่าลำดับความสำคัญของ Operator ที่อยู่ส่วนบนสุดของสแตก หรือ
   - ทำจนกว่าแสตกจะว่างเปล่า หรือ
   - ทำจนกว่าจะพบเครื่องหมายวงเล็บเปิด

| เครื่องหมาย | ลำดับความสำคัญเมื่ออยู่ในแสตก | ลำดับความสำคัญเมื่ออยู่ที่อินพุต |
|---|---|---|
| ^ | 3 | 4 |
| *, / | 2 | 2 |
| +, - | 1 | 1 |
| ( | 0 | 4 |

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงลำดับความสำคัญของแต่ละ Operator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้าอินพุตเป็นเครื่องหมายวงเล็บเปิด “(“ ให้เก็บค่า “(“ ลงสู่แสตก แต่ถ้าอินพุตเป็นเครื่องหมายวงเล็บปิด “)” ให้นำ Operator ออกจากสแตกไปไว้ที่เอาต์พุตจนกว่าจะพบเครื่องหมาย วงเล็บเปิด “(“ ซึ่งทั้งเครื่องหมายวงเล็บเปิดและปิดนั้นจะถูกละทิ้งไปโดยไม่ได้นำไปไว้ที่เอาต์พุต

**2.5 การประมวลผลทางคณิตศาสตร์จากนิพจน์ชนิด Postfix**

หลังจากได้ศึกษาถึงการแปลงนิพจน์ชนิด Infix ไปเป็นนิพจน์ชนิด Postfix ส่วนต่อไปคือการหาค่าผลลัพธ์จากนิพจน์ชนิด Postfix ซึ่งต้องอาศัยโครงสร้างข้อมูลชนิดสแตกโดยมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1. ถ้าอินพุตเป็น Operand ให้เก็บค่าลงสแตก
2. ถ้าอินพุตเป็น Operator ให้ดึงค่า Operand 2 ค่าออกมาจากสแตกแล้วทำการคำนวณหาผลลัพธ์โดยใช้ Operand ตัวแรกที่ได้จากสแตกเป็น Operand ตัวที่ 2 จากนั้นให้เก็บค่าผลลัพธ์ลงสู่สแตกแต่เนื่องจากโปรแกรมต้องทำการคำนวณข้อมูลที่เป็นชุดไม่ใช่ค่าเดี่ยวๆดังนั้นตัวโปรแกรมจึงต้องทำการสร้างตารางชุดของข้อมูลและตัวแปรใหม่ซึ่งใช้เก็บผลลัพธ์จากการคำนวณขึ้นมาชั่วคราวและนำตัวแปรที่ได้สร้างขึ้นมาใหม่นั้นลงไปเก็บในแสตกแทน
3. ทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 จนกว่าอินพุตที่เป็นนิพจน์ชนิด Postfix หมดไป

**2.6 การแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องด้วยวิธีการ Interpolation**

Interpolation คือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการเชื่อมจุดเข้าด้วยกัน หรือในที่รู้จักกันอย่างทั่วๆไปคือวิธีการประมาณค่าของฟังก์ชันที่ตำแหน่งใดๆ จากการใช้ค่าที่ทราบอยู่แล้วมาทำการประมาณค่าที่หายไป โดยปัจจุบันนี้มีโปรแกรมประยุกต์หลากหลายโปรแกรมได้นำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ ตัวอย่างเช่น โปรแกรมสำหรับพยากรณ์ความเร็วลม ณ ตำแหน่งความสูงต่างๆเหนือระดับน้ำทะเลนั้น จะไม่ทำการเก็บค่าของความเร็วลมในทุกๆตำแหน่งและทุกๆระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล เพราะว่าเป็นการสิ้นเปลืองทั้งพื้นที่ในการจัดเก็บและอีกทั้งยังเกี่ยวเนื่องกันกับค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นเป็นเงาตามตัวด้วย ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้ว โปรแกรมนี้จะจัดเก็บข้อมูลเพียงแต่เท่าที่จำเป็นเท่านั้น และส่วนที่เหลือเมื่อเกิดความต้องการที่จะใช้งานขึ้นมาก็จะใช้วิธี Interpolation นี้ในการจัดการกับค่าที่ไม่ได้จัดเก็บเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีการทำ Interpolation ด้วยกัน 4 วิธีด้วยกันคือ

- การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Lagrange Polynomials
- การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Newton Polynomials
- การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Picewise-Linear Polynomials
- การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Picewise-Cubic Hermite Polynomials

ซึ่งใน 4 วิธีทั้งหมดที่จะกล่าวต่อไปนี้ล้วนอาศัยพื้นฐานของการสร้าง Polynomial ขึ้นมาเพราะว่ามันมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนมาก และค่อนข้างทำความเข้าใจได้ไม่ยากนักและยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติการทางด้านการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

2.6.1 การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Lagrange Polynomials

เป้าหมายของ Polynomial Interpolation คือสิ่งดังที่จะกล่าวต่อไปนี้คือ ถ้าเรากำหนดเซตของจุดที่มีสมาชิกจำนวน n+1 โดยประกอบไปด้วย $x_0, x_1, x_2, ..., x_n$ ในช่วงของ I = [a,b] ด้วยค่าที่เราได้รู้อยู่แล้วจากฟังก์ชัน f(x) ใดๆ จากนั้นเราสามารถที่จะสร้าง Polynomial ที่เป็นไปตาม สมการดังต่อไปนี้

$$p(x_i) = f(x_i) \text{ โดยที่ I} = 0,...,n \qquad (1.1)$$

โดย Polynomial ที่เป็นไปตามรูปสมการนี้เราจะกล่าวได้ว่าเป็นการ Interpolate ฟังก์ชัน f(x) และสำหรับกลุ่มของจุดที่มีสมาชิกจำนวน n+1 นั้นเราจะใช้ Polynomial ที่มีดีกรีเป็นจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ n (degree <= n) และ p(x) นี้จะเป็นตัวที่จะบอกเราได้ถึงค่าที่เราต้องการที่จะประมาณของ f(x) ณ ที่ตำแหน่ง x ใดๆ ที่ไม่ใช่ $x_0, x_1, x_2, ..., x_n$ ที่เราทราบค่าอยู่ก่อนหน้านี้แล้ว ส่วนวิธีการที่เป็นมาตรฐานในการที่จะแสดงถึง Polynomial ในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์นั้นคือ รูปแบบการยกกำลังดังสมการที่จะแสดงต่อไปนี้ โดยกำหนดให้ $a_n$ มีค่าไม่เท่ากับ 0 และเราจะเรียก Polynomial นี้ว่า Polynomial ที่มีดีกรีเท่ากับ n

$$p(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + ... + a_n x^n \qquad (1.2)$$

แม้ว่าในรูปแบบของการยกกำลังของ Polynomial นั้นจะดูเป็นลักษณะที่ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ยังคงมีรูปแบบ Polynomial อื่นๆอีกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาวะแวดล้อมบางอย่างได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่ารูปแบบของ Polynomial ในรูปแบบที่แสดงก่อนหน้านี้ เช่น Polynomial ในรูปแบบของ Lagrange ที่จะแสดงดังต่อไปนี้จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติของสภาวะแวดล้อมการทำ Interpolation ได้อย่างดี

$$p(x) = a_o l_0(x) + a_1 l_1(x) + \ldots + a_n l_n(x) \tag{1.3}$$

โดยที่

$$l_k(x) = \prod_{\substack{i=0 \\ j \neq k}}^{n} \frac{x - x_i}{x_k - x_j} \quad k = 0, \ldots, n \tag{1.4}$$

และสำหรับเซตของจุดจำนวน n+1 นั้นจะมีค่า x0,x1,x2,…,xn ที่ตรงกันกับฟังก์ชัน f(x) อยู่แล้ว และเราสามารถที่จะสร้าง Polynomial ในรูปแบบของ Lagrange ด้วยดีกรีเท่ากับ 2 ได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} p(x) = \quad & a_0 \left( \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} \right) \left( \frac{x - x_2}{x_0 - x_2} \right) \\ & + a_1 \left( \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \right) \left( \frac{x - x_2}{x_1 - x_2} \right) \\ & + a_2 \left( \frac{x - x_0}{x_2 - x_0} \right) \left( \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) \end{aligned} \tag{1.5}$$

โดยแต่ละ lx(x) คือผลลัพธ์ของ ตัวประกอบเชิงเส้น และเมื่อเราพิจารณา Polynomial ในรูปแบบของ Lagrange ต่อไปจะพบจุดที่น่าสังเกตคือเมื่อ lx(x) มีค่าเท่ากับ 0 ที่จุด xi สำหรับทุกๆ I ≠ k และ 1 เมื่อ I = k ดังนั้นเราสามารถที่จะกำหนดรูปแบบ Polynomial ที่ตำแหน่ง x ใดๆได้ดังต่อไปนี้

$$p(x_i) = \sum_{k=0}^{n} a_k l_k(x_i) = a_i, i = 0, \ldots, n \tag{1.6}$$

ซึ่งสัมประสิทธิ์ $a_0, \ldots, a_n$ ในรูปแบบ Polynomial ของ Lagrange นั้นคือค่าของ Polynomial p(x) ที่ตำแหน่ง $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n$ และด้วยการแทนที่ $a_0, \ldots, a_n$ ด้วยค่าของ f(x) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n$ จะทำให้เราได้สูตรดังต่อไปนี้ด้วย Polynomial ที่มีดีกรีน้อยกว่าหรือเท่ากับ n ซึ่ง Interpolate f(x) ที่ $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n$

$$p(x) = \sum_{k=0}^{n} f(x_k) l_k(x) \qquad (1.7)$$

และที่กล่าวมานี้คือ Lagrange formular สำหรับการทำ Interpolation ด้วย Polynomial

ตัวอย่างการ Interpolation ด้วยวิธีการของ Lagrange Polynomial

ตัวอย่างนี้จะใช้ Lagrange Polynomial ในการ Interpolate ฟังก์ชัน f(x) ซึ่งอธิบายแรกยกของปีกเครื่องบินโดยอยู่ในระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและสภาพแวดล้อมของปีกที่มีความคงที่ของบริษัทผลิตเครื่องบินแห่งหนึ่ง โดยกำหนดว่าเรารู้ค่าของ f(x) ที่ตำแหน่งความเร็วลมที่

$x_0$ = 100 ft/sec

$x_1$ = 500 ft/sec,

$x_2$ = 900 ft/sec และ

f(100) = 7882.1 lbs

f(500) = 197052.5 lbs

f(900) = 638450.1 lbs

ในการคำนวณแรงยกที่ความเร็วลม x = 600 ft/sec ได้นั้นเราจะทำการคำนวณแรงยกในแต่ละค่าของ x ในรูปแบบที่เหมือนๆกันดังต่อไปนี้

$$l_0(600) = \left(\frac{600-500}{100-500}\right)\left(\frac{600-900}{100-900}\right) = -0.09375$$

$$l_1(600) = \left(\frac{600-100}{500-100}\right)\left(\frac{600-900}{500-900}\right) = 0.93750$$

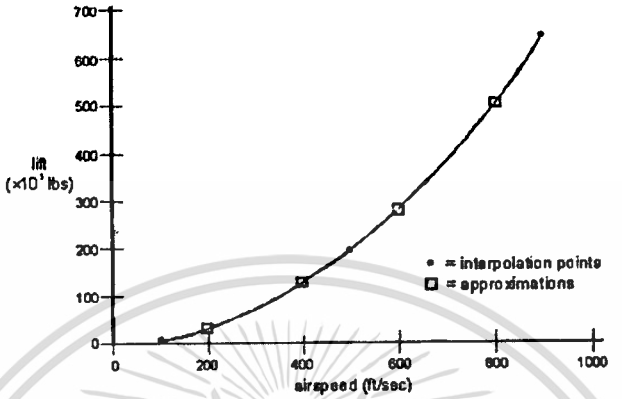
$$l_2(600) = \left(\frac{600-100}{900-100}\right)\left(\frac{600-500}{900-500}\right) = 0.15625$$

f(600) = (7882.1)(-0.09375)+(197052.5)(0.9375)+(638450.0)(0.15625)

= 283755.6 lbs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการ Interpolation ด้วย Lagrange Polynomial คือที่ความเร็วลมเท่ากับ 600 ft/sec นั้นจะทำให้ปีกมีแรงยกเท่ากับ 283755.6 lbs




ภาพที่ 2.6 การ Interpolation ด้วย Lagrange Polynomial

และจากภาพที่ 2.6 จะแสดงถึงผลลัพธ์จากการทำ Interpolation ด้วย Lagrange Polynomial ที่ความเร็วลม x = 200, x = 400, x = 600 และ x = 800 ft/sec ด้วยค่าที่เราทราบมาก่อนแล้วจากตัว

จากตัวอย่างที่ได้แสดงนั้นเรามีค่าที่เราทราบอยู่แล้ว 3 ค่า ดังนั้นเราจะใช้ Interpolation Polynomial ที่ดีกรีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 และจากวิธีการนี้เราอาจจะเห็นว่ามันเป็นวิธีการที่เยี่ยมยอดมากในสถานการที่เราทราบจำนวนจุดที่เราทราบแน่นอน ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วเรามักจะไม่ค่อยทราบค่าเหล่านี้ ทำให้เราต้องทำการ Interpolate Polynomial pk(x) ด้วยดีกรีที่เพิ่มขึ้นคือน้อยกว่าหรือเท่ากับ k จนกระทั่ง $|p_k(x) - p_{k-1}(x)|(k \geq 1)$ ซึ่งทำให้เราต้องมีการคำนวณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อเราต้องการหาค่าที่หายไปเป็นจำนวนมากๆ เพราะเมื่อเราได้ค่าที่หายไป 1 ค่า และต้องการคำนวณค่าถัดไปที่หายไปจะทำให้การคำนวณครั้งต่อไปนั้นค่า k จะเพิ่มขึ้นอีก 1 นั่นคือ Polynomial จะมีดีกรีเพิ่มขึ้นอีก 1 ด้วย และด้วยวิธีการที่จะกล่าวต่อไปจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

### 2.6.2 การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Newton Polynomials

Polynomial ในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำ Interpolation ได้คือ รูปแบบของ Norton ที่จะแสดงดังต่อไปนี้ โดยกำหนดให้ an มีค่าไม่เท่ากับ 0 และเราจะเรียก Polynomial นี้ว่า Polynomial ที่มีดีกรีเท่ากับ n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p_n(x) = a_0 + a_1(x-x_0) + a_2(x-x_0)(x-x_1) + \ldots + a_n(x-x_0)\cdots(x-x_{n-1}) \quad (2.1)$$

โดยที่ตัวแปร $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ คือจุดศูนย์กลางโดยในความหมายของ Polynomial Interpolation คือ n จุดแรกของจุด Interpolation ที่ n+1 และในการสร้าง Inerpolation Polynomial ในรูปแบบของ Newton คือการแทนที่แต่ละ $a_k$ ด้วย $f[x_0, \ldots, x_k], k = 0, \ldots, n$ ดังต่อไปนี้

$$p_n(x) = f[x_0] + f[x_0, x_1](x-x_0) + f[x_0, x_1, x_2](x-x_0)(x-x_1) + \ldots + f[x_0, \ldots, x_n](x-x_0)\cdots(x-x_{n-1}) \quad (2.2)$$

และที่จะแสดงดังลำดับต่อไปนี้คือ Newton formula สำหรับการทำ Interpolation Polynomial โดยที่เราสามารถเขียนให้กระชับขึ้นได้ในรูปแบบที่กำหนดให้แต่ละ $f[x_0, \ldots, x_k]$ คือ divided difference ลำดับที่ k ของ $f(x)$ ที่จุด $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_k$

$$p_n(x) = \sum_{i=0}^{n} f[x_0, \ldots, x_i] \prod_{j=0}^{i-1} (x - x_j) \quad (2.3)$$

ซึ่งการคำนวณค่าของแต่ละ $f[x_0, \ldots, x_k]$ นั้นตัวเลขสัมประสิทธิ์ ของการ Interpolation Polynomial จะใช้ขั้นตอนดังนี้ คือ ให้ $f[x_0] = f(x_0)$ และ $f[x_0, x_1] = (f(x_1) - f(x_0))/(x_1 - x_0)$ ซึ่งเราสามารถตรวจสอบสมการทางพีชคณิตได้โดยการเปลี่ยนแปลง $p_1(x)$ ที่ได้มาจาก Largrange formula ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

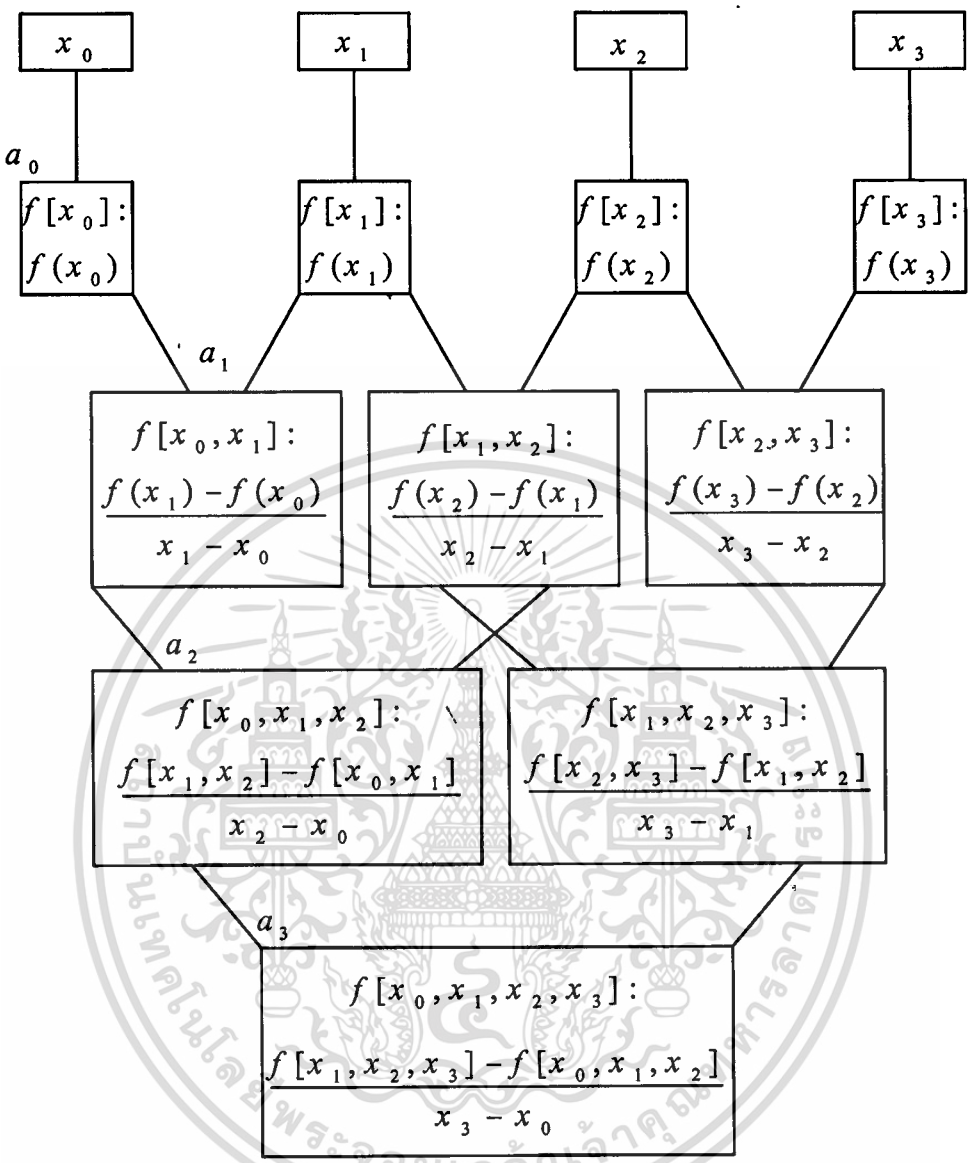
$$
\begin{aligned}
p_1(x) &= f(x_0)l_0(x) + f(x_1)l_1 x \\
&= f(x_0)\left(\frac{x - x_1}{x_0 - x_1}\right) + f(x_1)\left(\frac{x - x_0}{x_1 - x_0}\right) \\
&= \frac{f(x_0)(x - x_1)}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_1)(x - x_0)}{x_0 - x_1} \\
&= \frac{f(x_0)x}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_0)x_1}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_1)(x - x_0)}{x_0 - x_1} \\
&= \frac{f(x_0)x}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_0)x_0}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_0)(x_0 - x_1)}{x_0 - x_1} - \frac{f(x_1)(x - x_0)}{x_0 - x_1} \\
&= \frac{f(x_0)(x - x_0)}{x_0 - x_1} + f(x_0) - \frac{f(x_1)(x - x_0)}{x_0 - x_1} \\
&= f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0)
\end{aligned}
\tag{2.4}
$$

และการคำนวณ divided differences ของลำดับที่สูงกว่าโดยการใช้สูตรดังที่จะกล่าวต่อไปโดยการกำหนดจุด Interpolate ที่ n+1 โดยมีข้อควรละวังคือในแต่ละ divided differences จะขึ้นอยู่กับการคำนวณค่าอื่นๆก่อนตัวมันเอง

$$
\begin{aligned}
&f[x_i, \ldots, x_{i+k}] = \frac{f[x_{i+1}, \ldots, x_{i+k}] - f[x_i, \ldots, x_{i+k-1}]}{x_{i+k} - x_i} \\
&k = 1, \ldots, n \\
&i = 0, \ldots, n - k
\end{aligned}
\tag{2.5}
$$

วิธีการที่ดีที่สุดที่จะทำการคำนวณที่เป็นระเบียบคือการใช้ตารางของ divided-difference ซึ่งประกอบไปด้วยแถวหลายๆแถว ซึ่งแถวบนสุดจะใช้สำหรับเก็บค่าของ $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n$ ส่วนในแถวถัดไปจะใช้สำหรับเก็บค่าของ $f[x_0] = f(x_0), \ldots, f[x_n] = f(x_n)$ แล้วจึงทำการคำนวณแต่ละ divided differences ในส่วนที่เหลืออยู่ในตาราง จากนั้นจึงทำการวาดในแนวเฉียงลงมาจากแต่ละ divided differences กลับไปสู่ $f[x_i]$ และ $f[x_{i+k}]$ ซึ่งการที่จะได้รับค่า $x_i$ และ $x_{i+k}$ ในตัวหารคือการกระทำตรงๆจาก $f[x_i]$ และ $f[x_{i+k}]$ และจำนวน divided differences 2 จำนวนในตัวเลขส่วนของเศษส่วนคือค่า 2 ค่าที่จะทำการคำนวณทันที ซึ่งจะทำให้เราสามารถทำการสร้างตารางขึ้นมาทั้งหมด โดยสัมประสิทธิ์สำหรับ Interpolating Polynomial คือ divided differences ที่อยู่ทางซ้ายสุดของในแต่ละแถวตามลำดับ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่แถวที่ 2 เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2.7 ตาราง divided difference

จากภาพที่ 2.7 จะแสดงถึงตาราง divided difference ที่ได้ถูกสร้างขึ้นมาจากข้อมูลที่เราทราบค่าอยู่แล้วเป็นจำนวน 4 ค่า และจากที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ว่าวิธีการ Interpolation ด้วย Newton Polynomial นั้นจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ Lagrange Polynomial เมื่อทำการคำนวณ Polynomial $p_k(x)$ ที่มีการเพิ่มขึ้นของดีกรีที่ <= k จนกระทั่ง $|p_k(x) - p_{k-1}(x)|(k >= 1)$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า tolerance การที่เราจะทำความเข้าใจสิ่งเหล่านี้ได้นั้น เราจะทำการกำหนด $q_k(x)$ ให้เป็นผลรวมของเทอม k+1 ของ $p_n(x)$ สำหรับค่า k บางค่าที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง n และในความหมายนี้ แต่ละเทอมที่เหลืออยู่จะมีตัวประกอบคือ $(x - x_0),..., (x - x_k)$ ดังนั้นเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเขียน $p_n(x)$ ในรูปแบบดังต่อไปนี้ โดยที่ $r(x)$ คือ Polynomial ที่เราจะไม่สนใจมันในตอนนี้

$$p_n(x) = q_k(x) + (x - x_0)\cdots(x - x_k)r(x) \qquad (2.6)$$

และเมื่อ $(x - x_0),..., (x - x_k)r(x)$ จะกลายเป็น 0 เมื่อ x คือจุดใดๆ ใน $x_0, x_1, x_2,..., x_k, q_k(x)$ ซึ่งถูกทำการ Interpolate $f(x)$ ที่ $x_0, x_1, x_2,..., x_k$ และเมื่อ $q_k(x)$ คือ Polynomial ที่มีดีกรี <=k ที่ Interpolate $f(x)$ ที่ $x_0, x_1, x_2,..., x_k$ ซึ่งมันมีความสำคัญมากเนื่องจากเราสามารถสร้าง $p_k(x)$ ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก $p_{k-1}(x)$ ซึ่งก็คือค่าก่อนหน้าของตัวมัน และการที่จะคำนวณ $p_k(x)$ จาก $p_{k-1}(x)$ โดยใช้รูปแบบของ Newton ดังที่จะแสดงดังต่อไปนี้

$$p_k(x) = p_{k-1}(x) + f[x_0,..., x_k](x - x_0)\cdots(x - x_{k-1}) \qquad (2.7)$$

ตัวอย่างการ Interpolation ด้วยวิธีการของ Newton Polynomial

โดยตัวอย่างนี้จะใช้ Newton Polynomial ในการประมาณค่า $f(x) = \sin x$ โดยกำหนดค่าที่เรารู้อยู่แล้วล่วงหน้าเป็นจำนวน 9 ค่าตาม $x_i = i\pi/4, i = 0,..., 8$ ซึ่งมีค่าดังต่อไปนี้

$$f(0) = 0.0$$
$$f(\pi/2) = 1.0$$
$$f(\pi) = 0.0$$
$$f(3\pi/2) = -1.0$$
$$f(2\pi) = 0.0$$
$$f(\pi/4) = 0.7071068$$
$$f(3\pi/4) = 0.7071068$$
$$f(5\pi/4) = 0.7071068$$
$$f(7\pi/4) = 0.7071068$$

โดยจากโจทย์ข้อนี้เราต้องการที่จะทำการคำนวณค่าของ $f(x)$ ที่ $x = 3\pi/8$ ซึ่งค่าของ $3\pi/8$ คือ 1.17810 เพราะฉะนั้นเราจึงต้องการประมาณค่าของ $f(1.17810)$ โดยที่ $|p_k(x) - p_{k-1}(x)| < 0.001$ ซึ่ง K >= 1 และเราสามารถทำการคำนวณ $p_0(x),..., p_6(x)$ โดยใช้กระบวนการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p_0(x) = f(x_0)$$
$$p_0(1.17810) = 0.0$$
$$p_1(x) = p_0(x) + f[x_0, x_1](x - x_0)$$
$$p_1(1.17810) = 0.0 + (0.900316)(1.17810) = 1.06066$$
$$|p_1(x) - p_0(x)| = |1.06066 - 0.0| > 0.001$$
...
$$p_5(x) = p_4(x) + f[x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)(x - x_4)$$
$$p_5(1.17810) = 0.924100 + (-0.002803)(-0.420254) = 0.925274$$
$$|p_5(x) - p_4(x)| = |0.925274 - 0.924100| > 0.001$$
$$p_6(x)$$
$$= p_5(x) + f[x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)(x - x_4)(x - x_5)$$
$$p_6(1.17810) = 0.925274 + (-0.000841)(1.15523) = 0.924302$$
$$|p_6(x) - p_5(x)| = |0.924302 - 0.925274| < 0.001$$

การ Interpolation โดยวิธีการของ Norton Polynomial จะใช้ได้ผลดีมากในกรณีที่เรารู้ว่า $f(x)$ ไม่มีความซับซ้อนมากนักและเรายังสามารถทำการประมาณค่าที่เราต้องการโดยการกำหนด Tolerance ได้เองอีกด้วย อย่างไรก็ตามการประมาณค่าด้วยวิธีการ Newton Polynomial นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับการสร้าง Polynomial ขึ้นมาเพื่อทำการ Interpolation ที่ $f(x)$ ที่ในแต่ละจุดในช่วงที่เราสนใจ และการเพิ่มจำนวนจุดจะมีผลให้การทำงานโดยรวมซับซ้อนยิ่งขึ้น และถ้าเราทำการ Interpolation ด้วย $f(x)$ ที่มีความความซับซ้อนมากขึ้นจุดที่จำเป็นต้องใช้ (ค่าของจุดที่รู้ค่าก่อนหน้าตัวมัน) ก็มีความต้องการมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งวิธีการที่จะทำการ Interpolation ให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้นั้น เราจะอาศัยวิธีการที่ 3 ที่จะกล่าวต่อไป

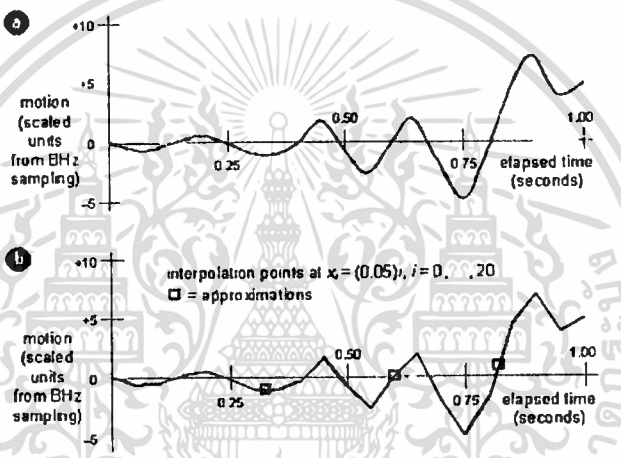
2.6.3 การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Piecewise-Linear Interpolation

การทำการ Interpolation ในรูปแบบของ Piecewise-Linear Interpolation เราจะทำการแตกฟังก์ชันออกเป็นส่วนๆในทางกตรรกะ จากนั้นจึงทำการ Interpolate เป็นส่วนๆไปโดยการใช้ Polynomial ที่มี ดีกรีเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเราต้องการจุด 2 จุด ที่ต้องรู้ค่าเพื่อทำการ Interpolate ในแต่ละส่วน และเส้นโค้งระหว่างแต่ละคู่ของจุดจะถูกแทนด้วยเส้นตรง (ซึ่งหมายถึงเทอม Linear) โดยเราจะให้ลำดับของค่าเป็นจำนวน n+1 สำหรับ $f(x_i), i = 0,..., n, x_0 < ... < x_n$ ซึ่งเราจะทำการประมาณค่า $f(x)$ ที่บางจุดของ x โดยการเลือกในช่วงของ $[x_k, x_{k+1}]$ ซึ่ง x จะอยู่ในช่วงนี้ และทำการคำนวณโดยการใช้ $x_k$ และ $x_{k+1}$ เป็นจุดในการทำ Interpolation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p_1(x) = f(x_k) + f[x_k, x_{k+1}](x - x_k) \qquad (3.1)$$

ข้อดีของการ Interpolation ด้วยวิธีการของ Piecewise-Linear คือ แม้ว่า $f(x)$ จะมีความซับซ้อน แต่ Polynomial ที่ใช้ในการ Interpolate ในแต่ละส่วนของ $f(x)$ ไม่ซับซ้อนเลย และยิ่งไปกว่านั้น ถ้าเรามีความเข้าใจวิธีการของ Newton Polynomials ดี เราจะเห็นว่า การ Interpolate ด้วยวิธีการของ Pieceswise-Linear นั้นดูว่าง่ายอีกทั้งยังสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายกว่าในการนำไปประยุกต์ใช้ซ้ำในการหาจุดบน $f(x)$ หลายๆจุด




ภาพที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าจากการทำ Interpolation

จากภาพที่ 2.8 ได้แสดงถึงการสั่นสะเทือนของพื้นดินอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว ซึ่งข้อมูลต่างๆได้รับการบันทึกไว้โดย Berkley Digital Seismic Network ซึ่งการสั่นสะเทือนนี้เกิดขึ้นใน Woodside,CA โดยพิจารณาจากภาพ b แสดงถึงการใช้ Piecewise-Linear ในการ Interpolate เส้นโค้งในรูป a โดยใช้ส่วนต่างๆที่มีความห่างกันที่ $x_i = 0.05i$ วินาที โดยที่ i= 0,...,20 แต่สิ่งที่เราควรคำนึงถึงในรูป b คือ ถ้าเราใช้ระยะห่างระหว่างจุดยิ่งน้อยลง เส้นที่ได้จากการ Interpolation ในแต่ละส่วนของ $f(x)$ ก็จะยิ่งมีคุณภาพมากขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้ ค่าที่มีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนก็ย่อมจะลดลงด้วย ส่วนวิธีการที่สามารถลดความผิดพลาดจากการใช้ Polynomial ที่มีลำดับสูงกว่าได้ในการ Interpolate แต่ละส่วนของ $f(x)$ นั้นจะใช้วิธีการถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 การทำ Interpolation ด้วยการใช้ Piecewise-Cubic Hermite Interpolation

Piecewise-Cubic Hermite Interpolation นั้นมีความคล้ายคลึงกันกับ Piecewise-Linear Interpolation ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการแตกฟังก์ชันออกเป็นส่วนๆในทางตรรกะ แล้วจึงทำการ Interpolate ในแต่ละส่วน แต่วิธีการที่จะกล่าวดังต่อไปนี้ เราจะทำการ Interpolate ในแต่ละส่วนด้วยการใช้ Polynomial ที่มีดีกรีเท่ากับ 3 ซึ่งมีผลทำให้เราต้องการใช้จุดที่เรารู้ค่าอยู่แล้วเป็นจำนวน 4 ค่า เพื่อทำการ Interpolate ในแต่ละส่วน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลลัพธ์ที่เราต้องการหานั้นมีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าเดิม

โดยทั่วๆไปนั้นการประมาณค่า $f(x)$ ที่บางจุดของ x จะต้องการลำดับของค่าที่ทราบอยู่ล่วงหน้าแล้วเป็นจำนวน n+1 ค่าสำหรับ $f(x_i), i = 0,..,n, x_0 < ... < x_n$ แล้วเราจะทำการเลือกช่วง $[x_k, x_{k+1}]$ ที่ x จะไปปรากฏอยู่และจะทำการประมาณค่ามันด้วย Interpolation Polynomial ที่มีดีกรีเท่ากับ 3 โดยใช้การพิจารณาว่าถ้า $x_k$ และ $x_{k+1}$ เป็นเพียงแค่จุด 2 จุดที่เรารู้ค่าในส่วนของ $f(x)$ เราก็จะทำการหาค่าจากจุดเพิ่มขึ้นมาอีก 2 จุด ซึ่งในวิธีการของ Piecewise-Cubic Hermite Interpolation จะเลือกจุด $x_k, x_k, x_{k+1}$ และ $x_{k+1}$ เข้ามาใช้ในการคำนวณจากนั้นจึงใช้รูปแบบของ Norton ของการ Interpolation Polynomial ที่สร้างจากจุดเหล่านี้คือ

$$\begin{aligned} p_3(x) = \quad & f[x_k] + f[x_k, x_k](x - x_k) \\ & + f[x_k, x_k, x_{k+1}](x - x_k)(x - x_k) \\ & + f[x_k, x_k, x_{k+1}, x_{k+1}](x - x_k)(x - x_k)(x - x_{k+1}) \end{aligned} \qquad (4.1)$$

ซึ่ง Polynomial ที่ได้แสดงนี้แต่ละสัมประสิทธิ์ทั้ง 4 ค่าจะเรียกว่า $a_0, a_1, a_2$ และ $a_3$ คือ divided difference ที่ได้มาในเทอมของ $x_k$ และ $x_{k+1}$ ซึ่งการเลือกค่าของแต่ละสัมประสิทธิ์นั้นจะได้มาจากการสร้างตาราง divided difference โดยการใช้จุด $x_0 = x_k, x_1 = x_k, x_2 = x_{k+1}$ และ $x_3 = x_{k+1}$ ในตางรางนั้น และทุกครั้งที่พบ $(f(x_{k+1}) - f(x_{k+1}))/(x_{k+1} - x_{k+1})$ เราจะทำการแทนที่มันด้วย $f'(x_{k+1})$ และในทำนองเดียวกันเมื่อเราพบ $(f(x_k) - f(x_k))/(x_k - x_k)$ เราก็จะทำการแทนที่มันด้วย $f'(x_k)$ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{aligned}
a_0 &= f(x_k) \\
a_1 &= f[x_k, x_k] = f'(x_k) \\
a_2 &= \frac{f[x_k, x_{k+1}] - f'(x_k)}{x_{k+1} - x_k} \\
a_3 &= \frac{f[x_k, x_{k+1}, x_{k+1}] - f[x_k, x_k, x_{k+1}]}{x_{k+1} - x_k} \\
&= \frac{f'(x_{k+1}) + f'(x_k) - 2f[x_k, x_{k+1}]}{(x_{k+1} - x_k)^2}
\end{aligned} \tag{4.2}
$$

แต่จากวิธีการทั้งหมด 4 วิธีที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้นในการพัฒนาโครงงานนี้จะเลือกใช้วิธีการที่ 1 ในการแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเขียนโปรแกรมได้โดยไม่ยากลำบากนัก และผลที่ได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่แสดงต่อมาคือ การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ทำการ Interpolation ด้วย Lagrange Polynomial

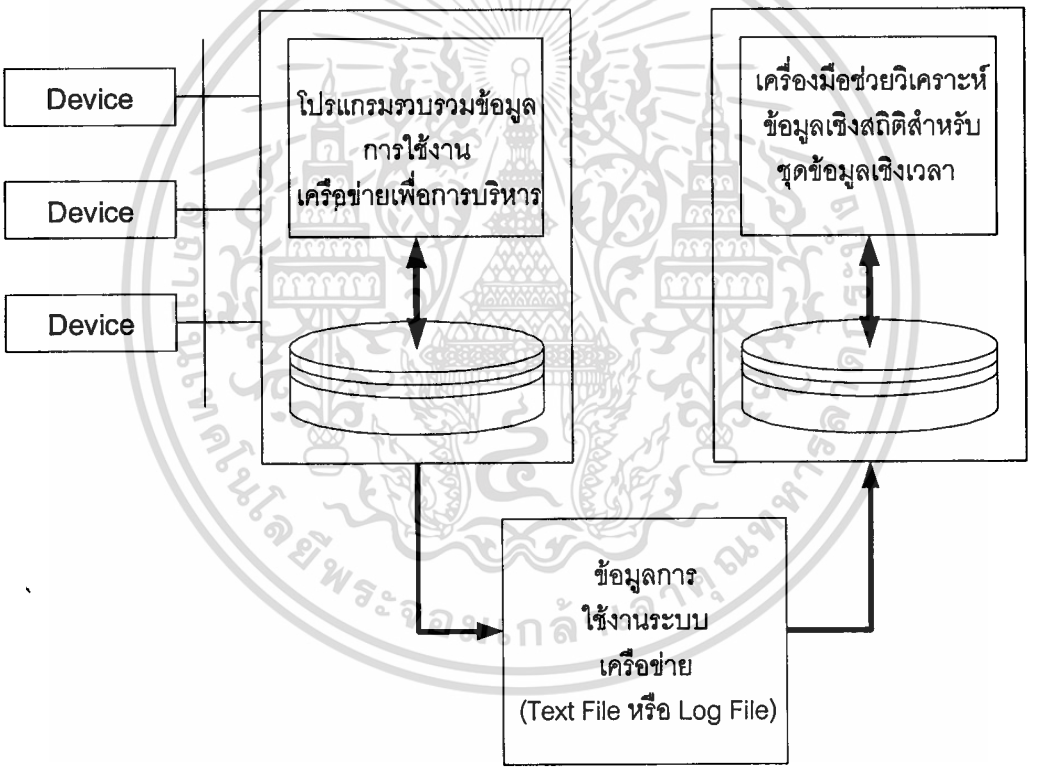
```
/*****************************************************************
*                                                                *
*  -------- Interpolation Using Lagrange Polynomials --------   *
*                                                                *
*  On Call:                                                      *
*  x           Array of interpolation points                     *
*  fx          Array of known values of f(x) at each x           *
*  n           Count of values in x and fx                       *
*  X           Value of x at which to compute f(x)               *
*                                                                *
*  On Return:                                                    *
*  lagrange    Value of f(x) at X                                *
*                                                                *
*****************************************************************/

double lagrange(const double *x, const double *fx, int n, double X)
{

double              l, p = 0.0;
int                 i, k;

for (k = 0; k < n; k++) {

   l = 1.0;

   for (i = 0; i < n; i++) {

      if (i != k)
         l = l * ((X - x[i]) / (x[k] - x[i]));

   }

   /*
   ** Add the next term computed from lk(x) to the interpolating
   ** polynomial.
   */

   p = p + (fx[k] * l);

}

return p;

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## การออกแบบระบบงานและฐานข้อมูล

การพัฒนาระบบงานนี้จะใช้ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นชุดของข้อมูลเชิงเวลาเช่นชุดข้อมูลที่ได้มาจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารที่ได้มีการจัดเก็บไว้เข้ามายังฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับระบบงาน ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังภาพที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

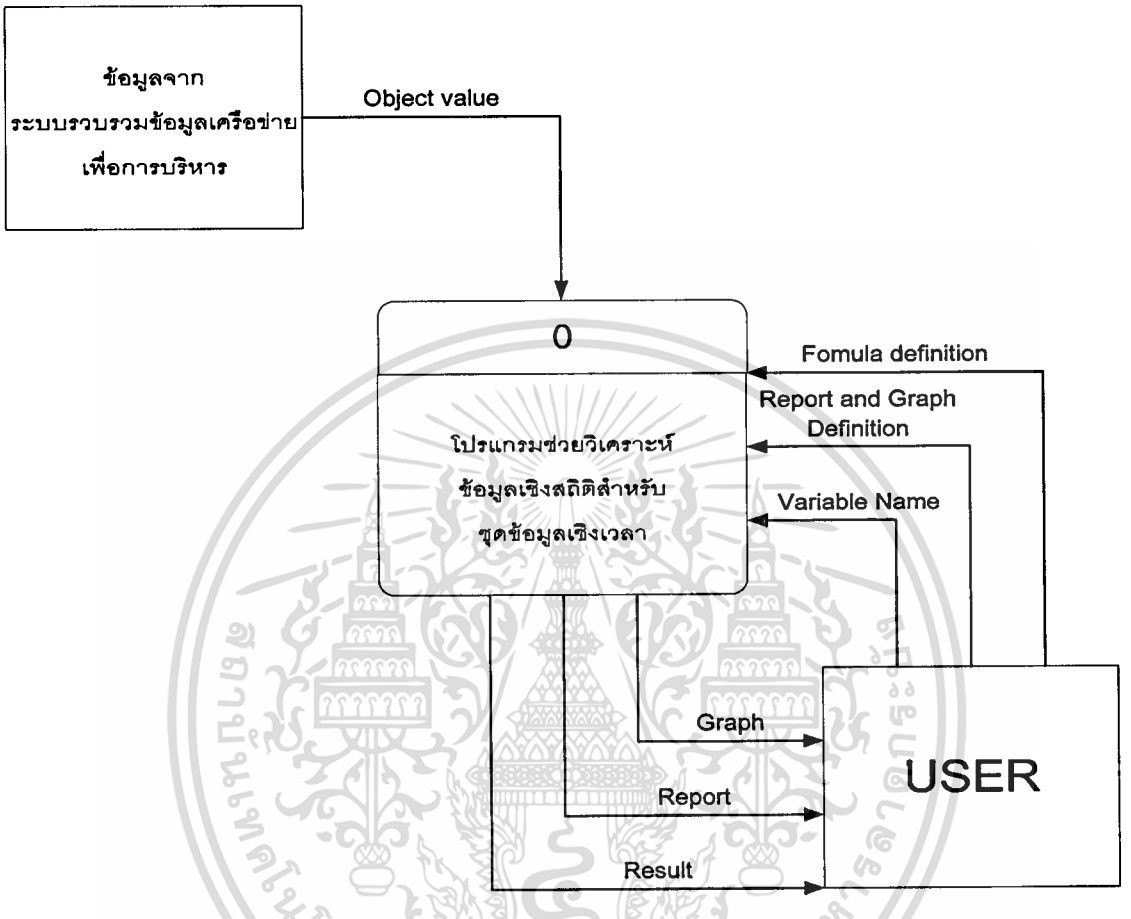



ภาพที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม

โดยที่สามารถเขียนเป็น Context Diagram และ Data Flow Diagram Level 1 ได้ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

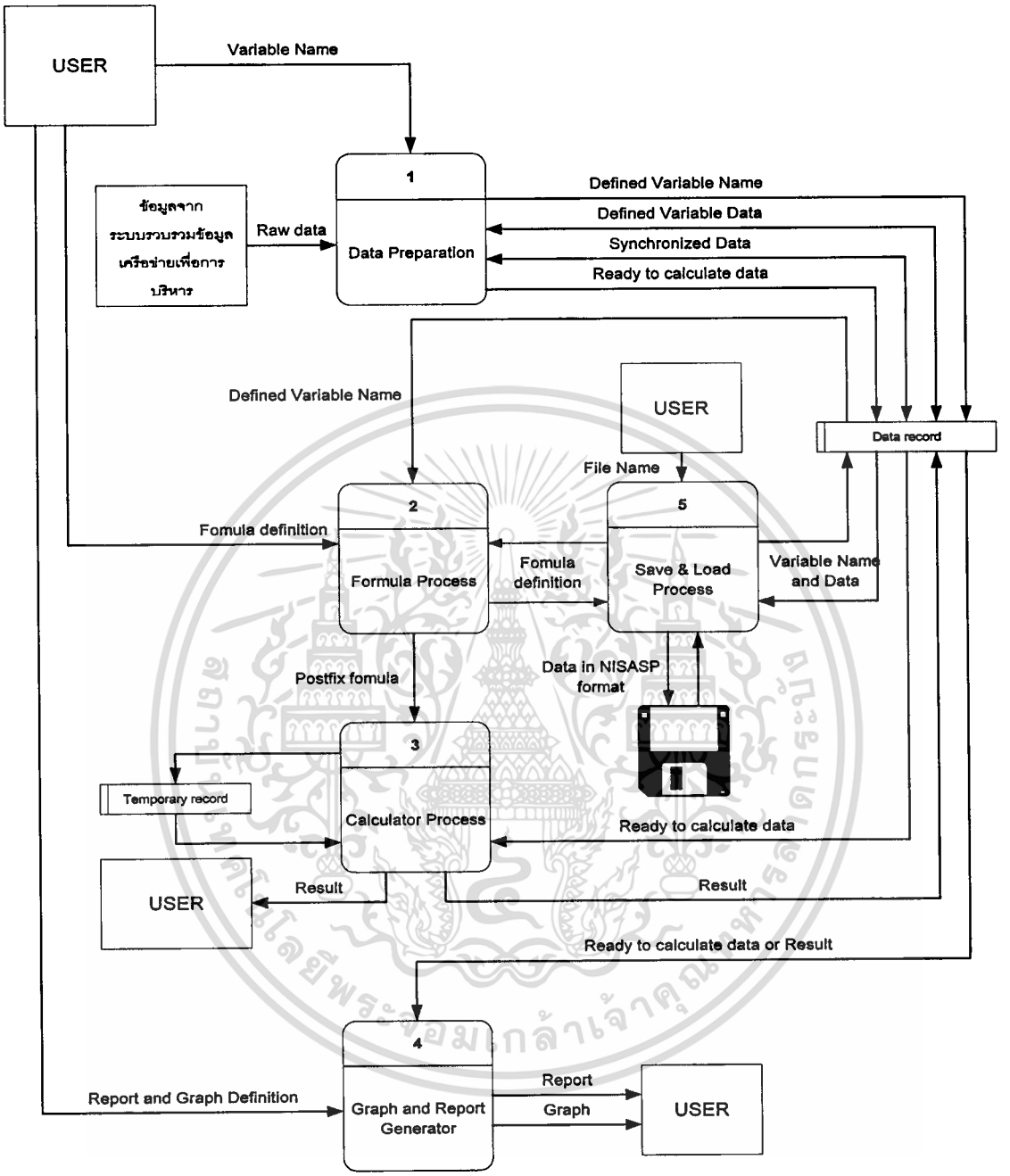
### 3.1 Context Diagram ของโครงงาน




ภาพที่ 3.2 Context Diagram

จากภาพที่ 3.2 โครงงานที่พัฒนานี้จะต้องทำการเอาเข้ามูลมาจากระบบรวบรวมข้อมูลเครือข่ายเพื่อการบริหารมาใช้เพื่อการคำนวณตามสูตรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้นิยามขึ้นมาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นรายงานหรือกราฟเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 3.3 Data Flow Diagram Level 1

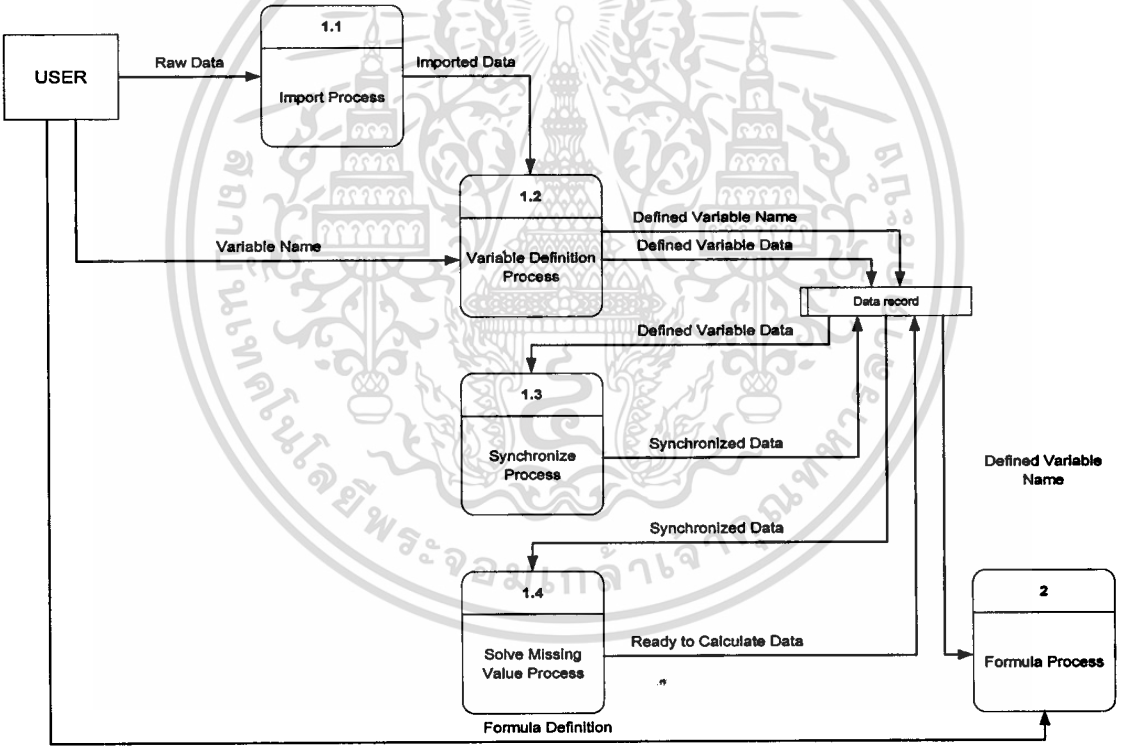
### 3.2 ส่วนจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณ

-เป็นส่วนที่ใช้สำหรับจัดเตรียมข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมแก่การนำไปคำนวณต่อไป ซึ่งข้อมูลที่จะนำเข้ามาใช้เพื่อการคำนวณนั้นจะมีลักษณะเป็นชุดข้อมูลที่อ้างอิงกับเวลาโดยมีลักษณะที่ประกอบไปด้วย Date,Time และ Value ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Date | Time | Value |
|---|---|---|
| 19/07/2000 | 08:00:00 | 250 |
| 19/07/2000 | 08:05:00 | 300 |
| ... | ... | ... |
| 19/07/2000 | 16:00:00 | 1350 |

โดยจะทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ดึงเอามาจากระบบรวบรวมข้อมูลเครือข่ายเพื่อการบริหารไว้ในฐานข้อมูลที่เป็น Local จากนั้นจึงทำการกำหนดตัวแปรให้กับข้อมูลในแต่ละชุด, ปรับแต่งขนาด และทำการแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องให้สมบูรณ์ขึ้นโดยแสดง Process การทำงานได้ดังภาพที่ 3.4 ดังนี้




ภาพที่ 3.4 Data Flow Diagram Level 2 ในส่วนของ Data Preparation

จากภาพที่ 3.4 ผู้ใช้งานจะทำการ Import ข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Time-Series เข้ามายังตัวโปรแกรม โดยจะต้องทำการกำหนดชื่อให้กับ Time-Series ชุดนี้ด้วยแล้วจึงทำการเก็บเอาข้อมูลชุดนี้ลงสู่ฐานข้อมูล และเมื่อผู้งานได้ทำการ Import ข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณเข้ามาครบแล้วตัวโปรแกรมจึงจะทำการปรับสถาวะแวดล้อมของแต่ละตัวแปรให้มีค่าเท่ากัน คือการทำให้แต่ละตัวแปรมีจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดของข้อมูลเท่ากัน แต่การทำการปรับสภาวะแวดล้อมของแต่ละตัวแปรให้เท่ากันนั้นจะยังผลให้เกิด Missing Value ขึ้น ดังนั้นตัวโปรแกรมจึงต้องมีการคำนวณหาค่า Missing Value ได้

*3.2.1 ส่วนของการนำข้อมูลเข้ามาทำการคำนวณ*

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จะนำข้อมูลจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารที่ได้ถูกจัดเก็บเอาไว้เป็น Text File ที่อยู่ในลักษณะ Time Series โดยตัวโปรแกรมจะต้องสามารถอ่านรูปแบบต่างๆที่เป็นมาตรฐานได้เช่น การแบ่งคอลัมน์โดยการกำหนดขอบเขตด้วยตัวอักษรเช่น "," TAB หรือสามารถกำหนดตัวอักษรเฉพาะ อีกทั้งยังสามารถกำหนดขอบเขตแต่ละคอลัมน์ได้ด้วย

*3.2.2 ส่วนการกำหนดตัวแปรให้กับข้อมูล*

ส่วนนี้จะร้องขอกับผู้ใช้งานให้กำหนดตัวแปรให้กับข้อมูลเพื่อที่จะนำไปใช้สำหรับการสร้างสูตรเพื่อทำการคำนวณต่อไป โดยตัวแปรนั้นจะต้องตั้งชื่อตามกฎดังต่อไปนี้

- ต้องเริ่มต้นด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษคือ (A-Z, a-z) และตัวถัดมาจะเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษหรือตัวเลข (0-9) ก็ได้โดยไม่มีช่องว่างระหว่างตัวอักษรที่ใช้เป็นชื่อตัวแปร
- มีความยาวไม่เกิน 15 ตัวอักษร

*3.2.3 ส่วนการปรับขนาดให้กับข้อมูลทุกตัวที่ดึงมาให้มีค่าเท่ากัน*

เนื่องจากข้อมูลแต่ละชุดที่ได้มาจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารนั้น ในแต่ละชุดของข้อมูลอาจจะมีจำนวนข้อมูลที่ไม่เท่ากันหรือเวลาที่ไม่ตรงกัน มิฉะนั้นแล้วตัวโปรแกรมจะไม่สามารถทำการคำนวณค่าได้ดังนั้นจึงต้องทำการปรับช่วงเวลาให้มีค่าตรงกันโดยการสร้างตารางที่ใช้สำหรับการ Synchronize ซึ่งใช้สำหรับปรับสภาวะแวดล้อมของตัวแปรต่างๆโดยเฉพาะ จากนั้นจึงนำตัวแปรต่างๆเข้ามาทำการ Union กับตาราง Synchronize นี้เพื่อที่จะให้แต่ละตัวแปรมีจำนวนของข้อมูลเท่ากันและมีวันที่และเวลาตรงกันด้วย และหลังการปรับช่วงเวลาให้มีค่าตรงกันแล้วจะมีผลให้เกิดส่วนที่ไม่มีข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการคำนวณขึ้นมา ซึ่งวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาตรงส่วนนี้ได้คือส่วนที่จะกล่าวถัดไป

ตัวอย่างการปรับสภาวะแวดล้อมของตัวแปรให้เท่ากัน

กำหนดให้ A = {{date1,time1,value},{date1,time2,value}}

B = {{date1,time3,value},{date1,time4,value}}

ดังนั้นภายหลังการปรับสภาวะแวดล้อมของตัวแปรให้เท่ากันทำให้ A และ B มีค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A= {{date1,time1,value},{date1,time2,value},{date1,time3,**unknown**},{date1,time4,**unknown**}}

B= {{date1,time1,**unknown**},{date1,time2,**unknown**},{date1,time3,value},{date1,time4,value}}

*3.2.4 ส่วนการแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่อง*

เนื่องจากบางครั้งข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บเอาไว้โดยระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารอาจมีความไม่สมบูรณ์อันเนื่องจากเหตุการณ์บางอย่างที่มีความไม่ปกติเช่นไฟฟ้าอาจดับทำให้ไม่มีกระแสไฟเข้าไปหล่อเลี้ยงการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทำให้ข้อมูลบางช่วงอาจขาดหายไป หรืออันเนื่องมาจากการปรับขนาดให้กับข้อมูลในขั้นตอนที่ 1.3 ให้มีจำนวนชุดข้อมูลให้เท่ากันและอยู่ในช่วงเวลาที่เท่ากันเพื่อที่จะสามารถคำนวณได้ โดยจะอาศัยวิธีการที่ได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องการแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องด้วยวิธีการ Interpolation

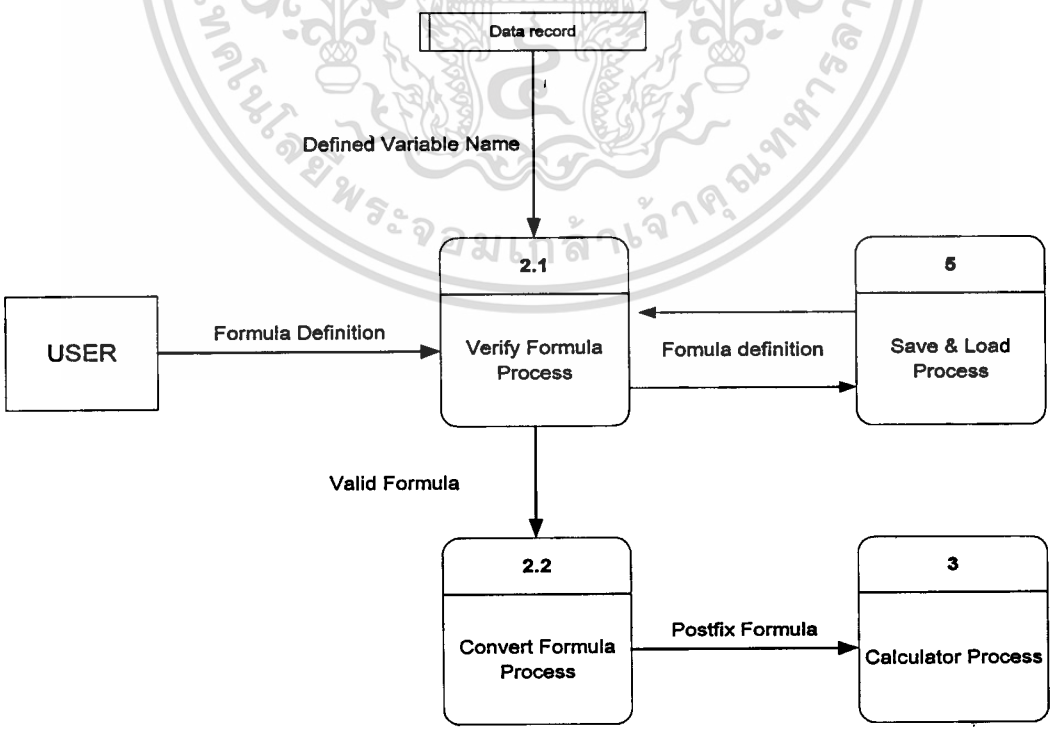
**3.3 ส่วนการกำหนดสูตรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด**

ส่วนนี้จะทำการรับเอาสูตรต่างๆที่ผู้ใช้งานเป็นผู้นิยามซึ่งมีลักษณะเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ คือประกอบไปด้วย Operator (เครื่องหมายที่ใช้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์) Operand (ตัวแปรของข้อมูลที่มีลักษณะแบบ Time Series และค่าคงที่ต่างๆ ที่เป็นตัวเลข) และฟังก์ชันเข้ามาทำการคำนวณ เช่น Result = SUM[Op1,Op2,Op3] / 4 โดยมีข้อกำหนดในการพัฒนาโครงงานดังต่อไปนี้

- Operator จะประกอบไปด้วยเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องการสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix
- Operand คือชื่อของตัวแปรที่ได้ให้คำนิยามไว้แล้วในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณในหัวข้อที่ 1.2 ส่วนการกำหนดตัวแปรให้กับข้อมูล
- Grouping เป็นเครื่องหมายวงเล็บเปิด '(' และปิด ')' ซึ่งใช้สำหรับจัดกลุ่มหรือจัดลำดับการคำนวณโดยตัวโปรแกรมจะต้องทำการคำนวณข้อมูลภายในวงเล็บก่อน
- Assignment เป็นเครื่องหมายที่ใช้สำหรับกำหนดค่าให้กับตัวแปร คือเครื่องหมายเท่ากับ '=' เช่น Result = 5000 หมายถึงให้เก็บค่า 5000 ไว้ในตัวแปร Result
- ฟังก์ชัน เป็นโมดูลที่ใช้ช่วยสำหรับการคำนวณซึ่งทำให้สูตรที่ผู้ใช้งานต้องป้อนเข้าสู่ระบบสั้นลงโดยในการพัฒนาโครงงานนี้จะมีฟังก์ชันให้เลือกใช้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| AVG[Operand] | ใช้สำหรับหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้ โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือค่าคงที่เป็นตัวเลข |
| MAX[Operand] | ใช้สำหรับหาค่าของข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดในข้อมูลชุดนี้ โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือค่าคงที่เป็นตัวเลข |
| MIN[Operand] | ใช้สำหรับหาค่าของข้อมูลที่มีจำนวนน้อยที่สุดในข้อมูลชุดนี้ โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือค่าคงที่เป็นตัวเลข |
| MEDIAN[Operand] | ใช้สำหรับหาค่ามัธยฐานของข้อมูลชุดนี้ โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือค่าคงที่เป็นตัวเลข |
| STD[Operand] | ใช้สำหรับหาค่าส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลชุดนี้ โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือค่าคงที่เป็นตัวเลข |
| SUM[Operand, ...] | ใช้สำหรับการหาผลรวมของ Operand ทั้งหมดที่เป็น Argument ของฟังก์ชัน โดยค่าที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันนี้คือชุดของข้อมูลชนิด Time Series ชุดใหม่ |



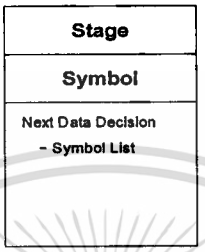

ภาพที่ 3.5 Data Flow Diagram Level 2 ในส่วนของ Formula Process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.5 สามารถอธิบาย Process การทำงานได้ดังต่อไปนี้

*3.3.1 ส่วนการตรวจสอบสูตรที่ผู้ใช้เป็นผู้ป้อนเข้ามา*

ส่วนนี้จะทำการตรวจสอบการนิยามสูตรของผู้ใช้งานว่ามีความถูกต้องสำหรับการนำไปคำนวณหรือไม่ โดยเป็นไปตามกฎดังภาพต่อไปนี้




ภาพที่ 3.6 แสดงถึงสัญลักษณ์ที่ใช้ในกฎการตรวจสอบสูตรการคำนวณ

จากภาพที่ 3.6 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

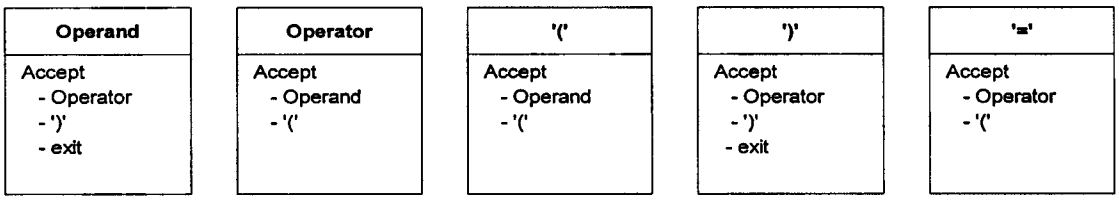
*Stage* หมายถึงสถานะปัจจุบันของขั้นตอนการตรวจสอบสูตรการคำนวณ

*Symbol* หมายถึงสัญลักษณ์ต่างๆที่สามาถใช้ในการนิยามสูตรซึ่งมีได้ดังต่อไปนี้ Operator, Operand, Grouping (เครื่องหมายวงเล็บ), และ Assignment (เครื่องหมายเท่ากับ)

*Next Data Decision* หมายถึงขั้นตอนการตัดสินใจว่าข้อมูลตัวถัดไปนั้นจะสามารถเป็น Symbol อะไรต่อได้บ้างซึ่งประกอบไปด้วย Accept และ Decline โดย Accept จะหมายถึงว่า Symbol ตัวถัดไปสามารถเป็นอะไรได้บ้าง ส่วน Decline หมายถึงว่า Symbol ตัวถัดไปต้องไม่เป็นอะไรบ้าง

*Symbol List* หมายถึงรายการของสัญลักษณ์ที่เป็นไปตาม Next Data Decision ว่าสามารถเป็นอะไรได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 3.7 แสดงถึงสัญลักษณ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในสูตรการคำนวณ

จากภาพที่ 3.7 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

Operand หมายถึงชื่อของตัวแปรที่ได้ให้คำนิยามไว้แล้วในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณในหัวข้อที่ 1.2 ส่วนการกำหนดตัวแปรให้กับข้อมูลโดย Symbol ตัวถัดไปที่สามารถเป็นไปทั้งหมดได้คือ Operator, เครื่องหมายวงเล็บปิด และจุดสิ้นสุดสมการทางคณิตศาสตร์

Operator หมายถึงเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องการสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix มูลโดย Symbol ตัวถัดไปที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดคือ Operand และเครื่องหมายวงเล็บเปิด

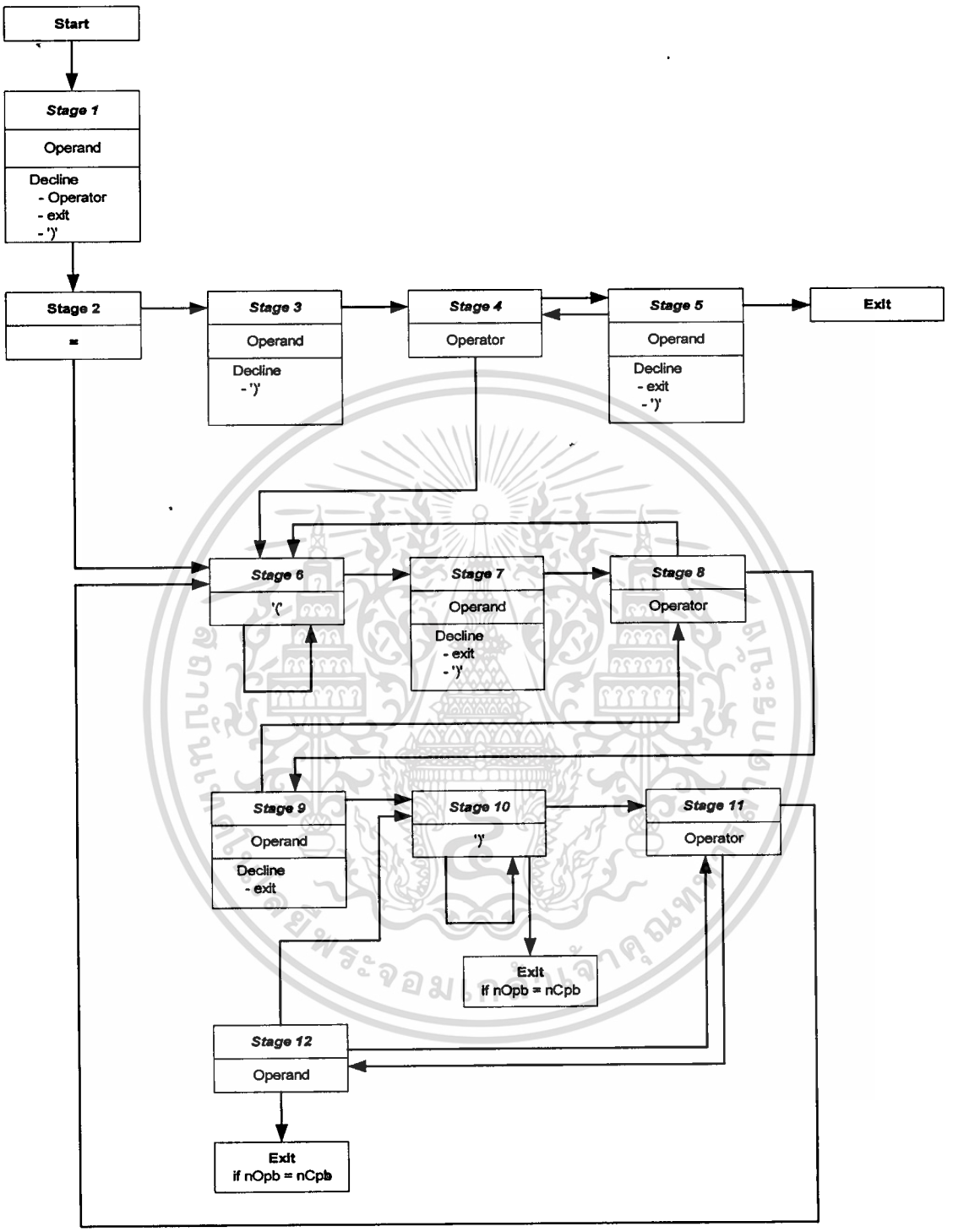
( คือเครื่องหมายวงเล็บเปิดซึ่งใช้สำหรับการจัดกลุ่มเพื่อจัดลำดับการคำนวณโดย Symbol ตัวถัดไปที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดคือ Operand และเครื่องหมายวงเล็บเปิดเช่นเดียวกันกับ Operator

) คือเครื่องหมายวงเล็บปิดซึ่งใช้สำหรับการจัดกลุ่มเพื่อจัดลำดับการคำนวณโดย Symbol ตัวถัดไปที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดคือ Operator, เครื่องหมายวงเล็บปิดและจุดสิ้นสุดสมการทางคณิตศาสตร์

= คือเครื่องหมายซึ่งใช้สำหรับการกำหนดค่าโดย Symbol ตัวถัดไปที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดคือ Operator และเครื่องหมายวงเล็บเปิดเช่นเดียวกันกับ Operator

*หมายเหตุ* ในส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการคำนวณนี้จะกำหนดให้ฟังก์ชันมีคุณสมบัติเป็นOperand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



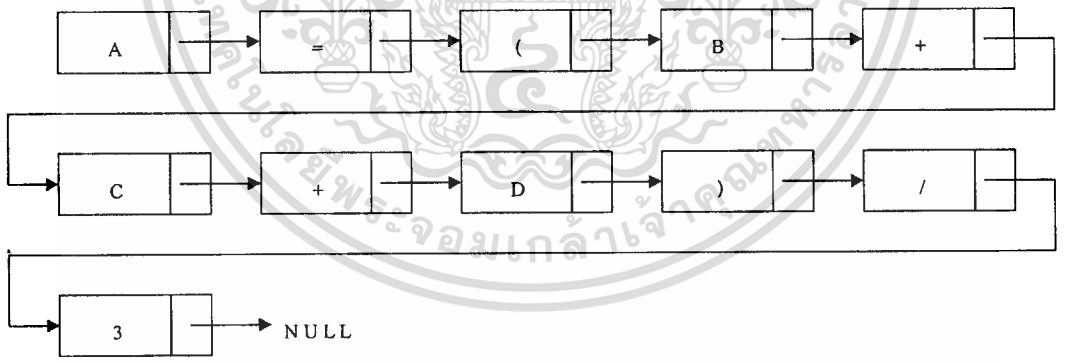

**ภาพที่ 3.8 แสดงกฎการตรวจสอบความถูกต้องของสูตรที่ผู้ใช้เป็นผู้นิยาม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

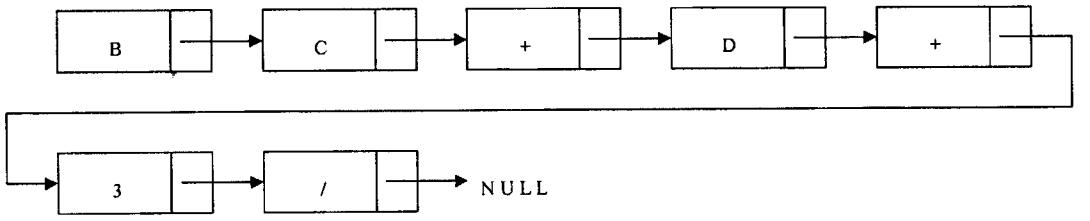
จากภาพที่ 3.8 จะเห็นว่าในส่วนของ Next Data Decision จะเป็น Decline ทั้งหมดเพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลหรือ Symbol ตัวถัดไปนั้นจะเป็น Symbol ชนิดใดไม่ได้บ้าง แต่ Symbol ตัวถัดไปที่เป็นไปได้นั้นจะถูกเชื่อมโยงโดยลูกศรไปยัง Symbol ตัวถัดไปทันที

*3.3.2 ส่วนการแปลงสูตรที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผล*

ส่วนนี้จะทำการแปลงสูตรที่ผู้ใช้เป็นผู้นิยามขึ้นมาซึ่งอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า Infix Expression ซึ่งมีลักษณะที่มี Operator คั่นอยู่ระหว่าง Operand โดยจะทำการแยก Expression ออกเป็นส่วนๆคือ Operator, Operand, Grouping, Function และ Assignment แล้วนำไปเก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลชนิดลิงค์ลิสต์ จากนั้นจึงทำการแปลงนิพจน์ชนิด Infix ที่เก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลชนิดลิงค์ลิสต์ให้เป็นนิพจน์ชนิด Postfix ต่อไปซึ่งขั้นตอนดังกล่าวได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องโครงสร้างข้อมูลชนิด Link List และการสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix แต่ถ้าใน Infix Expression มีการใช้ Build-in Function แล้ว จะต้องทำการแปลง Build-in Function ให้อยู่ในรูปแบบที่เป็น Infix Expression ธรรมดาก่อน กล่าวคือ ถ้า Function นั้น return ค่าที่ได้เป็นค่าคงที่ก็จะทำการคำนวณหาค่าคงที่จาก Function นั้นเลย จากนั้นจึงนำค่าที่คำนวณได้ไปแทนที่ Function ใน Link List ต่อไปดังที่แสดงในภาพ 3.11

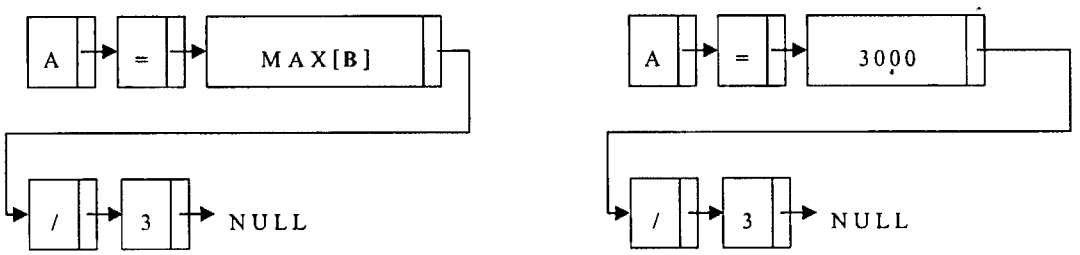



ภาพที่ 3.9 แสดงถึงการกระจาย Infix Expression ให้แต่ละส่วนอยู่ใน Link List




ภาพที่ 3.10 แสดงถึง Link List ที่ใช้สำหรับเก็บ Postfix Expression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 3.11 แสดงถึงการแทนที่ Build-in Function ด้วยค่าที่คำนวณได้

**3.4 ส่วนการประมวลผล**

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการดึงเอาข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาเพื่อใช้คำนวณตามสูตรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้นิยามขึ้นมาโดยอาศัย นิพจน์ Postfix ซึ่งได้มาจากหัวข้อที่ 2.2 และจะอาศัยวิธีการคำนวณที่ได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องการประมวลผลทางคณิตศาสตร์จากนิพจน์ชนิด Postfix โดยการประมวลผลชุดมูลนั้นแต่ละชุดได้นั้นตัวข้อมูลในแต่ละตัวแปรจะต้องมีจำนวนข้อมูลที่เท่ากัน และค่าของข้อมูลที่จะเอามากระทำกันด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องเป็นค่าของข้อมูลที่ตกอยู่ช่วงวันที่และเวลาเดียวกันเท่านั้นซึ่งการกระทำกันด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์โดยการอาศัย Operator นั้น จะกระทำกันเป็น element by element ซึ่งในโครงงานนี้จะนิยามการคำนวณระหว่างตัวแปรต่างๆดังต่อไปนี้

1. ถ้าข้อมูลชนิด Time-Series กระทำกันกับ Time-Series ด้วย Operator ต่างๆดังที่ได้นิยามเอาไว้แล้วข้างต้น ผลที่ได้จากการกระทำกันคือ Time-Series

2. ถ้าข้อมูลชนิด Time-Series กระทำกันกับค่าคงที่ด้วย Operator ต่างๆดังที่ได้นิยามเอาไว้แล้วข้างต้น ผลที่ได้จากการกระทำกันคือ Time-Series

3. ถ้าข้อมูลชนิดค่าคงที่กระทำกันกับ Time-Series ด้วย Operator ต่างๆดังที่ได้นิยามเอาไว้แล้วข้างต้นจะไม่สามารถทำการคำนวณได้

4. ถ้าข้อมูลชนิดค่าคงที่กระทำกันกับค่าคงที่ด้วย Operator ต่างๆดังที่ได้นิยามเอาไว้แล้วข้างต้น ผลที่ได้จากการกระทำกันคือค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาสามารถยกตัวอย่างการคำนวณโดยกำหนดให้

ตัวแปร A มีค่าดังต่อไปนี้

| Date | Time | Value |
|---|---|---|
| 19/07/2000 | 08:00:00 | 250 |
| 19/07/2000 | 08:05:00 | 300 |
| ... | ... | ... |
| 19/07/2000 | 16:00:00 | 1350 |

ตัวแปร B มีค่าดังต่อไปนี้

| Date | Time | Value |
|---|---|---|
| 19/07/2000 | 08:00:00 | 50 |
| 19/07/2000 | 08:05:00 | 60 |
| ... | ... | ... |
| 19/07/2000 | 16:00:00 | 500 |

ดังนั้นถ้ากำหนดสมการ C = A + B จะได้ผลลัพธ์ของข้อมูลซึ่งถูกเก็บไว้ที่ตัวแปร C ดังต่อไปนี้

| Date | Time | Value |
|---|---|---|
| 19/07/2000 | 08:00:00 | 300 |
| 19/07/2000 | 08:05:00 | 360 |
| ... | ... | ... |
| 19/07/2000 | 16:00:00 | 1850 |

แต่เนื่องจากบางครั้ง Infix Expression ที่ผู้ใช้งานนิยามขึ้นมานั้นมีความซับซ้อนอันเนื่องมากจากใช้ตัวแปรและ Operator เป็นจำนวนมากซึ่งมีผลให้ตัวโปรแกรมจะต้องทำการสร้างตารางที่ใช้สำหรับเก็บผลลัพธ์ชั่วคราวเอาไว้สำหรับทำการคำนวณต่อไปดังตัวอย่างสมการที่จะแสดงดังนี้

*ตัวอย่าง*

Result = (A+B+C+D)/4 แปลงเป็น Postfix Expression คือ Result = AB+C+D+4/

ขั้นตอนการคำนวณ

สร้างตารางชั่วคราวชื่อ TempTbl01 ใช้เก็บผลลัพธ์ A+B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TempTbl01 = A + B

สร้างตารางชั่วคราวชื่อ TempTbl02 ใช้เก็บผลลัพธ์ TempTbl01+C

TempTbl02 = TempTbl01+C

สร้างตารางชั่วคราวชื่อ TempTbl03 ใช้เก็บผลลัพธ์ TempTbl02+D

TempTbl03 = TempTbl02+D

สร้างตารางชั่วคราวชื่อ TempTbl04 ใช้เก็บผลลัพธ์ TempTbl03/4

TempTbl04 = TempTbl03+C

ทำการเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณไว้ที่ตัวแปร Result

Result = TempTbl04

ขั้นตอนสุดท้านคือทำการลบตารางชั่วคราวที่เกิดภายในขั้นตอนการคำนวณทั้งหมด

**3.5 ส่วนการจัดทำรายงานและกราฟ**

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแสดงข้อมูลของแต่ละตัวแปรในรูปแบบของกราฟและการจัดทำรายงานให้กับผู้ใช้งาน โดยการแสดงผลด้วยกราฟนั้นจะอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดรูปแบบของกราฟได้ดังต่อไปนี้

- กำหนดลักษณะของกราฟเช่น กราฟแท่ง, กราฟเส้น และแสดงค่าได้
- กำหนดสีต่างๆได้

**3.6 ส่วนของการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่**

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลต่างๆที่เกิดขึ้นจากการใช้งานโปรแกรมลงสู่ไฟล์ข้อมูลเพื่อที่จะสามารถทำกลับมาแก้ไขใหม่ภายหลังได้ โดยมีรูปแบบการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| *Signature* | ต้องเป็น NISASP เท่านั้น ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบว่าเป็นไฟล์ข้อมูลที่ถูกสร้างด้วยโปรแกรมนี้หรือไม่ |
| *Version* | เป็นหมายเลขที่ใช้กำกับว่าไฟล์นี้ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมรุ่นใด เพื่อที่จะได้กำหนดวิธีในการอ่านข้อมูลเข้ามาใช้ได้ เมื่อมีการพัฒนาโปรแกรมไปสู่รุ่นต่อไป |
| *Number of formula line* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบอกว่าสูตรที่ใช้ในการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นมานั้นมีจำนวนกี่บรรทัด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| *Formula* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกสูตรของผู้ใช้งานซึ่งจำนวนบรรทัดขึ้นอยู่กับ *Number of formula line* |
| *Number of variable* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบอกว่าจำนวนตัวแปรทั้งหมดที่ได้มีการกำหนดเอาไว้ในตัวโปรแกรมนั้นมีจำนวนเท่าใด |
| *Variable Name* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกชื่อตัวแปร |
| *Variable Type* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบอกว่าตัวแปรตัวนี้เก็บข้อมูลชนิดใด โดยกำหนดให้ T = ข้อมูลชนิด Time-Series ส่วน C = ข้อมูลค่าคงที่ |
| *Variable Description* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกคำอธิบาย *Variable Name* |
| *Number of record in this variable* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบอกว่าจำนวนข้อมูลทั้งหมดในตัวแปร *Variable Name* นั้นมีจำนวนเท่าใด |
| *Date Data* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลชนิด Date ของตัวแปรที่อยู่ภายใต้ชื่อ *Variable Name* |
| *Time Data* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลชนิด Time ของตัวแปรที่อยู่ภายใต้ชื่อ *Variable Name* |
| *Value Data* | เป็นส่วนที่ใช้สำหรับบันทึกค่าข้อมูลชนิดที่ตรงกันกับ Date และ Time ของตัวแปรที่อยู่ภายใต้ชื่อ *Variable Name* |
| *หมายเหตุ* | ส่วน Date Data, Time Data และ Value Data จะทำการจัดเก็บลงบรรทัดเดียวกันโดยคั่นด้วยเครื่องหมายลูกน้ำ “,” |

จากรูปแบบการบันทึกไฟล์ที่ได้แสดงข้างต้นสามารถแสดงตัวอย่างไฟล์ที่ใช้บันทึกข้อมูลการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

```
NISASP
1.0
FORMULALINE=2
Result01 = SWA01 + SWA02
Result02 = SWA01 * SWA02
VARIABLENUM=4
VARIABLENAME=SWA01
VARTYPE=T
VARDESC=Switch A Port 01
RECORDS=3
21/07/2000,05:03:00,3022
21/07/2000,05:02:50,3021
21/07/2000,05:02:40,3000
VARIABLENAME=SWA02
VARTYPE=T
VARDESC=Switch A Port 02
RECORDS=3
21/07/2000,05:03:00,10890.147333
21/07/2000,05:02:50,9718.400647
21/07/2000,05:02:40,8613.361812
```

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
VARIABLENAME=Result01
VARTYPE=T
VARDESC=Result Variable
RECORDS=3
21/07/2000,05:03:00,13912.147333
21/07/2000,05:02:50,12739.400647
21/07/2000,05:02:40,11613.361812
VARIABLENAME=Result02
VARTYPE=T
VARDESC=Result Variable
RECORDS=3
21/07/2000,05:03:00,32910025.240326
21/07/2000,05:02:50,29359288.354587
21/07/2000,05:02:40,25840085.436000
```

จากตัวอย่างไฟล์ที่ใช้บันทึกข้อมูลจะเห็นว่าบรรทัดแรกจะต้องเป็น "NISASP" ส่วนบันทัดถัดมาเป็นตัวบอกว่าไฟล์นี้บันทึกโดยโปรแกรมรุ่น 1.0 โดยมีจำนวนบรรทัดของสูตรการคำนวณเท่ากับ 2 บรรทัดคือ Result01 = SWA01 + SWA02 และ Result02 = SWA01 * SWA02 และมีตัวแปรทั้งหมดเป็นจำนวน 4 ตัวแปรคือ SWA01, SWA02, Result01 และ Result02 โดยแต่ละตัวแปรมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดมีชนิดของข้อมูลเป็น Time-Series

### 3.7 การออกแบบฐานข้อมูล

การพัฒนาโครงงานนี้จะอาศัยความสามารถของระบบฐานข้อมูลเข้ามาใช้เพื่อการคำนวณข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Time Series เพราะมันมีความสามารถทางด้านการจัดเลียงลำดับ, การค้นหา, การกรองเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ, การเพิ่มข้อมูล, การแก้ไขข้อมูล และการลบข้อมูลที่ไม่ต้องการได้สะดวกกว่าการจัดทำด้วยวิธีการอื่น โดยฐานข้อมูลซึ่งใช้ในโครงงานนี้คือระบบฐานข้อมูลที่ชื่อว่า Microsoft Access ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นมาเมื่อมีการเริ่มต้นโปรแกรมสำหรับการจัดเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณและจะถูกลบทิ้งภายหลังจากเสร็จสิ้นการใช้งาน โดยภายในฐานข้อมูลนี้จะประกอบไปด้วยตารางหลักๆ 2 ตาราง, ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆซึ่งจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนตัวแปรทั้งหมด และตารางที่ใช้เก็บผลลัพธ์ชั่วคราวซึ่งเกิดจากขั้นตอนการคำนวณ

1. ตาราง **VarList** ใช้สำหรับเก็บค่าตัวแปรทั้งหมดที่ผู้ใช้นำเข้ามาใช้งานในระบบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| **Field** | **Type** | **Description** |
|---|---|---|
| VariableName | Text(15) | ชื่อของตัวแปร |
| VariableType | Text(1) | ชนิดของตัวแปร โดย<br>T หมายถึงเป็นตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลชนิด Time Series<br>C หมายถึงเป็นตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลชนิดค่าคงที่ |
| VarDescription | Text(50) | คำอธิบายความหมายของตัวแปร |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตาราง **VarSync** ใช้สำหรับการปรับขนาดของช่วงเวลาในแต่ละตัวแปรให้เท่ากันโดยการทำการ Union ช่วงเวลาทั้งหมดของตัวแปรทุกตัวเข้ามาเก็บเอาไว้ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| Field | Type | Description |
|---|---|---|
| DataDate | Text(10) | เก็บข้อมูลชนิดวันที่โดยมีรูปแบบ dd/mm/yyyy |
| DataTime | Text(8) | เก็บข้อมูลชนิดเวลาโดยมีรูปแบบ HH:MM:SS |

3. ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลของตัวแปรต่างๆซึ่งจะมีชื่อตามฟิลด์ VariableName ในตาราง VarList และจำนวนของตารางชนิดนี้จะเท่ากับจำนวนของตัวแปรซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| Field | Type | Description |
|---|---|---|
| X | Number | ใช้สำหรับการคำนวณหาค่าที่หายไปด้วย Interpolation |
| DataDate | Text(10) | เก็บข้อมูลชนิดวันที่โดยมีรูปแบบ dd/mm/yyyy |
| DataTime | Text(8) | เก็บข้อมูลชนิดเวลาโดยมีรูปแบบ HH:MM:SS |
| DataValue | Number | เก็บค่าของข้อมูลที่วันและเวลาที่กำหนด |

แต่ถ้าตารางนี้ใช้เก็บข้อมูลชนิดค่าคงที่แล้วค่าของข้อมูลจะเก็บไว้ที่ ฟิลด์ DataValue และในฟิลด์อื่นๆจะเป็นค่า NULL ทั้งหมด

*หมายเหตุ* เนื่องจากการคำนวณค่าที่หายไปด้วยวิธี Interpolation นั้นจะต้องส่งค่าของสิ่งที่เราสนใจ ณ ตำแหน่งที่ x ใดๆที่เราทราบค่าอยู่ก่อนหน้าแล้วเข้าไปยังฟังก์ชัน Interpolation เพื่อการคำนวณหาค่า ณ ตำแหน่ง x ที่เราไม่ทราบค่า แต่เนื่องจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารนั้นทำการเก็บค่าของ x ในรูปแบบของ Date และ Time ซึ่งไม่สามารถใช้ใน Interpolation ได้ดังนั้นจึงต้องมีฟิลด์ X เพื่อใช้ทำการแปลงค่าของ Date และ Time ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งเข้าไปยังฟังก์ชัน Interpolation ได้โดยสามารถแปลงค่าของ Date และ Time ได้ดังนี้

- กำหนดค่า X ค่าแรกเป็น 0
- กำหนดค่า X ของข้อมูลชุดถัดไปเป็นเวลาที่แตกต่างกันระหว่าง Date และ Time ของข้อมูลชุดนี้เทียบกันกับข้อมูลชุดแรก เช่นถ้าข้อมูลชุดแรกคือ 17/05/200, 18:00:10 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่ 2 คือ 17/05/2000, 18:00:20 ดังนั้นค่า X ของข้อมูลชุดที่ 2 คือ 10 และถ้าข้อมูลชุดสุดท้ายคือ 17/05/2000, 18:01:00 ดังนั้นค่า X ของข้อมูลชุดสุดท้ายคือ 50

- ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนกว่าจะได้ค่า X ทุกชุดข้อมูล

4. ตารางที่ใช้เก็บผลลัพธ์ชั่วคราวซึ่งเกิดจากขั้นตอนการคำนวณซึ่งจะมีรายละเอียดเหมือนกันกับตารางที่ใช้เก็บข้อมูลของตัวแปรทุกประการ โดยตารางที่ใช้เก็บผลลัพธ์ชั่วคราวนี้จะถูกกำจัดออกไปภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการคำนวณ

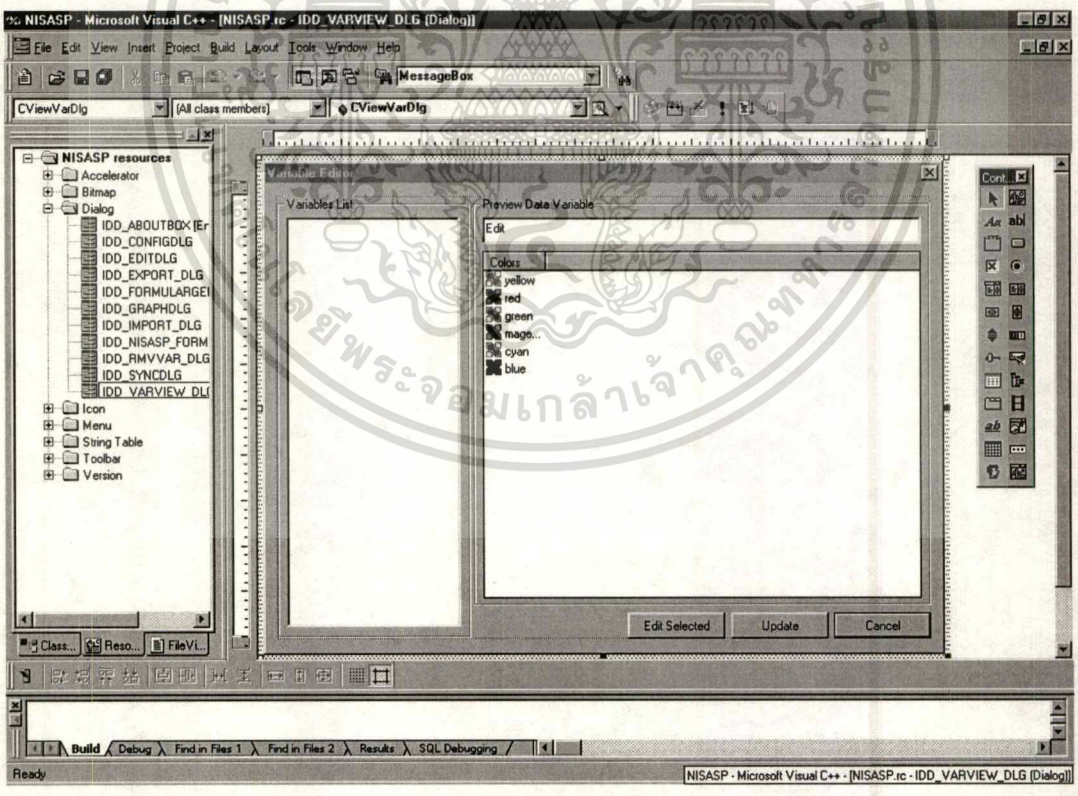


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

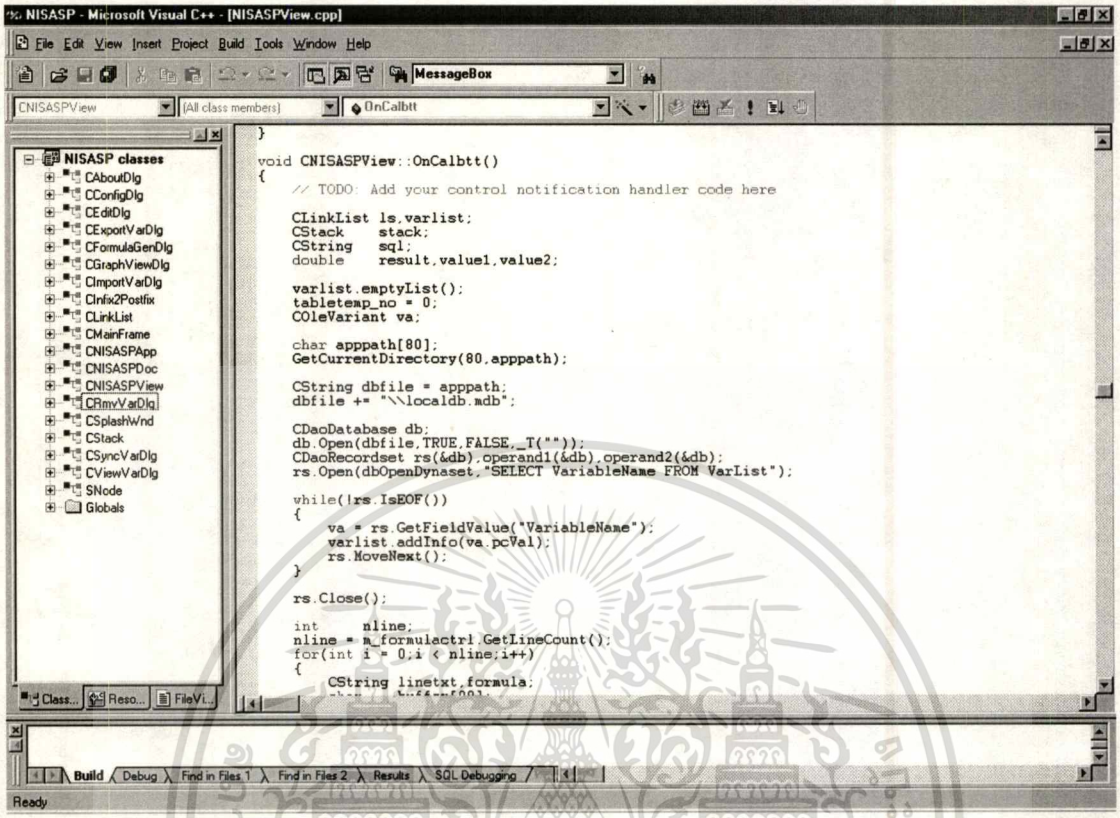
## การพัฒนาระบบงานและการทดสอบโปรแกรม

หลังจากได้ทำการออกแบบระบบงานและฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงได้ทำการการพัฒนาระบบงานต่อไป ซึ่งการพัฒนาระบบงานนี้จะใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบงานที่มีชื่อว่า Microsoft Visual C++ เนื่องจากเครื่องมือตัวนี้เป็น Compiler ภาษา C/C++ ที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ และมีความสามารถในการใช้หน่วยความจำประเภท Dynamic ผ่าน Pointer ได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีความจำเป็นแก่การพัฒนาระบบงานนี้เนื่องจากต้องใช้โครงสร้างข้อมูลประเภท Link List และ Stack ประกอบกับผู้พัฒนามีความชำนาญในการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ อยู่แล้ว จึงได้เลือกเครื่องมือตัวนี้เข้ามาพัฒนาระบบงานในครั้งนี้




ภาพที่ 4.1 ก แสดงสภาวะแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรมด้วย MS Visual C++ ในการสร้าง Dialog Window หรือที่เรียกว่า Form ใน MS Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



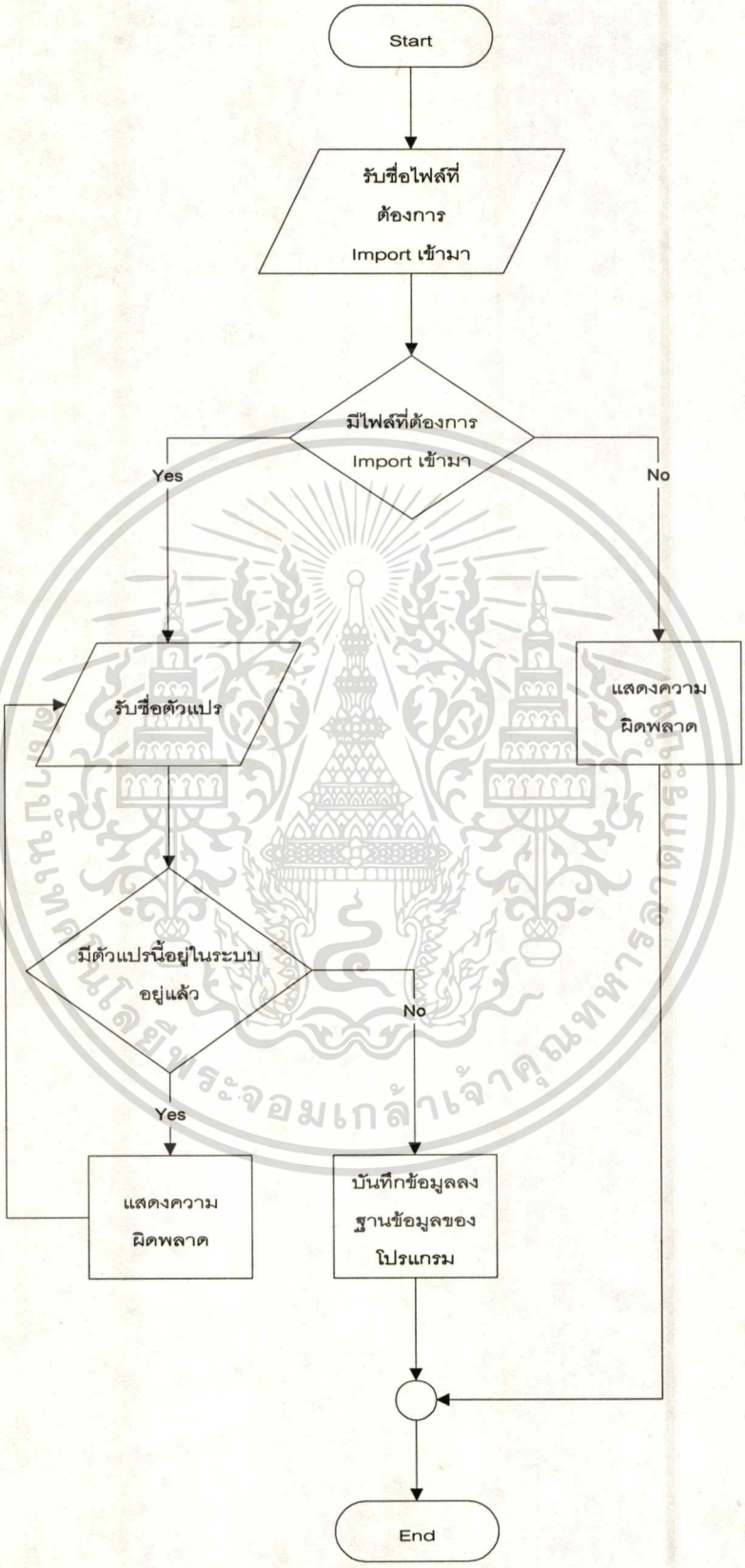

ภาพที่ 4.1 ข แสดงสภาวะแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรมด้วย MS Visual C++ ในการเขียนโปรแกรม

## 4.1 โปรแกรมในส่วนของการจัดการค่าตัวแปรต่างๆ

การพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้เป็นการจัดการข้อมูลต่างเช่นการเพิ่ม ลบ แก้ไข ตัวแปรต่างๆ ที่จะนำมาใช้เพื่อการคำนวณดังต่อไปนี้

*4.1.1 การ Import ข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ในตัวแปร* การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นการอ่านเอาข้อมูลจากระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารเข้ามาเก็บเอาไว้ยังตัวแปรที่กำหนดเพื่อใช้ในการคำนวณ แสดงผลด้วยกราฟ หรือจัดทำรายงานต่อไปโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ทีจะแสดงดังต่อไปนี้

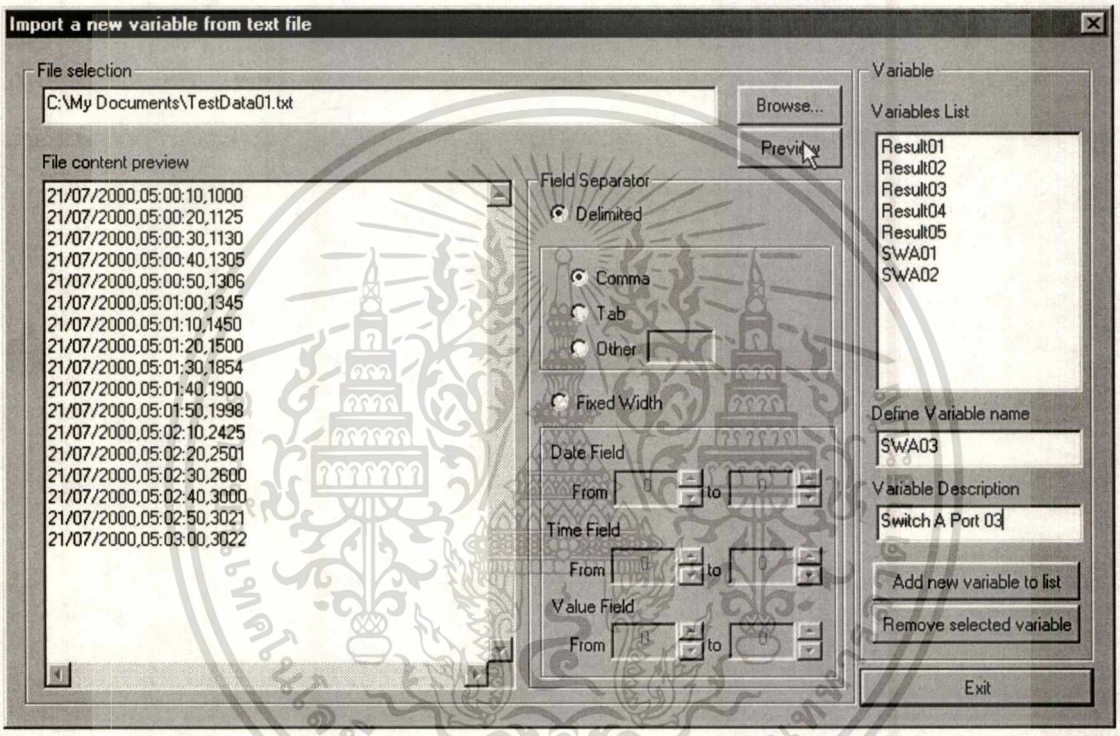
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการ Import ข้อมูลมาเก็บไว้ยังตัวแปรที่กำหนด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.2 แสดงถึงขั้นตอนการ Import ข้อมูลมาเก็บไว้ยังตัวแปรที่กำหนดซึ่งชื่อตัวแปรนั้นจะทำการบันทึกลงตาราง VarList และจากนั้นตัวโปรแกรมจะทำการสร้างตารางขึ้นมาใหม่อีก 1 ตาราง โดยมีชื่อตารางเป็นชื่อเดียวกันกับตัวแปรที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเพื่อใช้เก็บข้อมูลในลักษณะ Time Series สำหรับตัวแปรนั้นๆ และจากภาพที่ 4.3 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการ Import ข้อมูลของตัวโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้

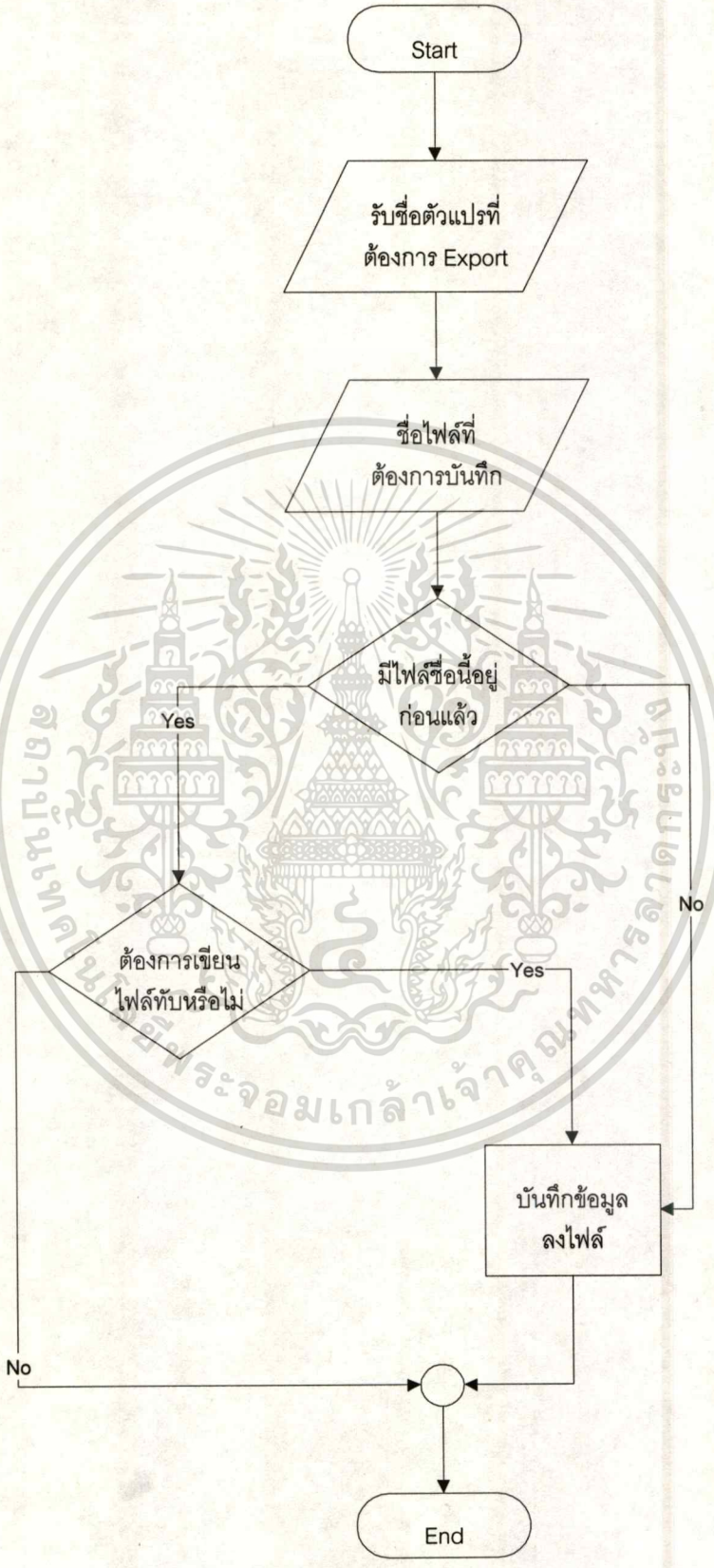



จากภาพที่ 4.3 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการ Import ข้อมูลของตัวโปรแกรม

และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้งการใช้สัญลักษณ์ต่างๆทั้ง Comma, Tab, Other และ Fixed Width เพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และเมื่อทดลองตรวจสอบฐานข้อมูลดูก็ปรากฏว่าตัวโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี

*4.1.2 การ Export ข้อมูลจากตัวแปรสู่ Text ไฟล์* การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นการอ่านเอาข้อมูลจากตัวแปรที่กำหนดเอาไว้แล้วเพื่อทำการบันทึกเก็บเอาไว้ใช้ได้ในภายหลังโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ที่จะแสดงดังต่อไปนี้

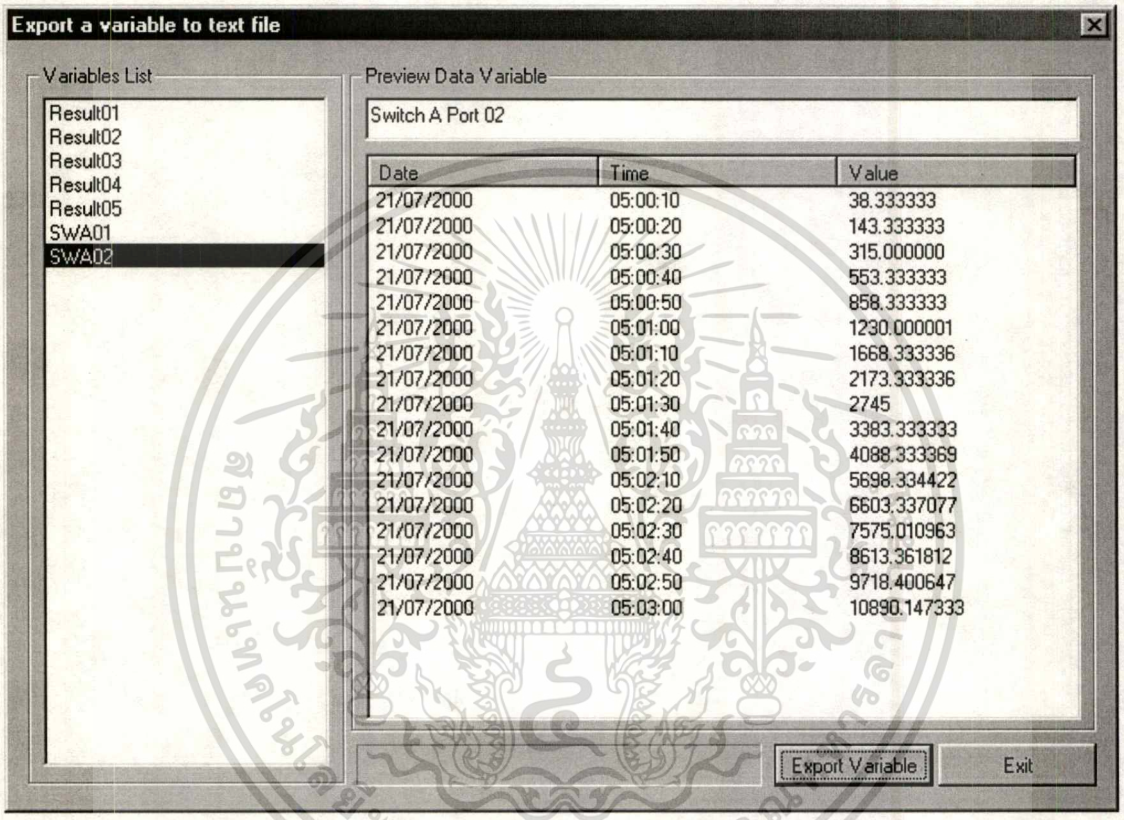
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการ Export ข้อมูลจากตัวแปรที่กำหนด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.4 แสดงถึงขั้นตอนการ Export ข้อมูลจากตัวแปรที่กำหนดโดยตัวโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลมาจากตารางที่มีชื่อตารางเป็นชื่อเดียวกันกับตัวแปรที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเพื่อที่บันทึกลงไฟล์ในรูปแบบ Date,Time,Value ซึ่งมีตัวอักษร "," เป็นตัวแบ่งแยกฟิลด์และจากภาพที่ 4.5 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการ Export ข้อมูลของตัวโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้




จากภาพที่ 4.5 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการ Export ข้อมูลของตัวโปรแกรม

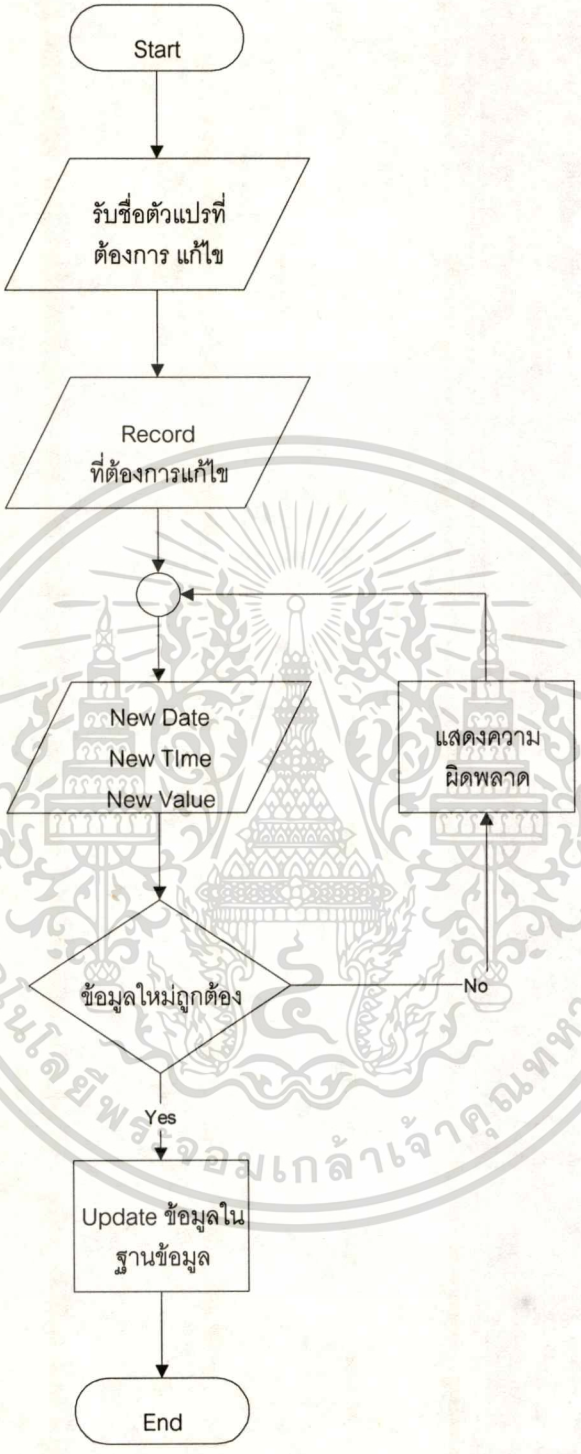
และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกตามตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดีโดยเมื่อทำการบันทึกข้อมูลลงไฟล์แล้ว ข้อมูลภายในไฟล์จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
21/07/2000,05:00:10,38.333333
21/07/2000,05:00:20,143.333333
21/07/2000,05:00:30,315.000000
21/07/2000,05:00:40,553.333333
21/07/2000,05:00:50,858.333333
21/07/2000,05:01:00,1230.000001
21/07/2000,05:01:10,1668.333336
21/07/2000,05:01:20,2173.333336
21/07/2000,05:01:30,2745
21/07/2000,05:01:40,3383.333333
21/07/2000,05:01:50,4088.333369
21/07/2000,05:02:10,5698.334422
21/07/2000,05:02:20,6603.337077
21/07/2000,05:02:30,7575.010963
21/07/2000,05:02:40,8613.361812
21/07/2000,05:02:50,9718.400647
21/07/2000,05:03:00,10890.147333
```

*4.1.3 การแก้ไขข้อมูลภายในตัวแปร* การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นการแก้ไขข้อมูลภายในตัวแปรที่ได้ทำการ Import เข้ามายังตัวโปรแกรมไว้แล้วโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ทีจะแสดงดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

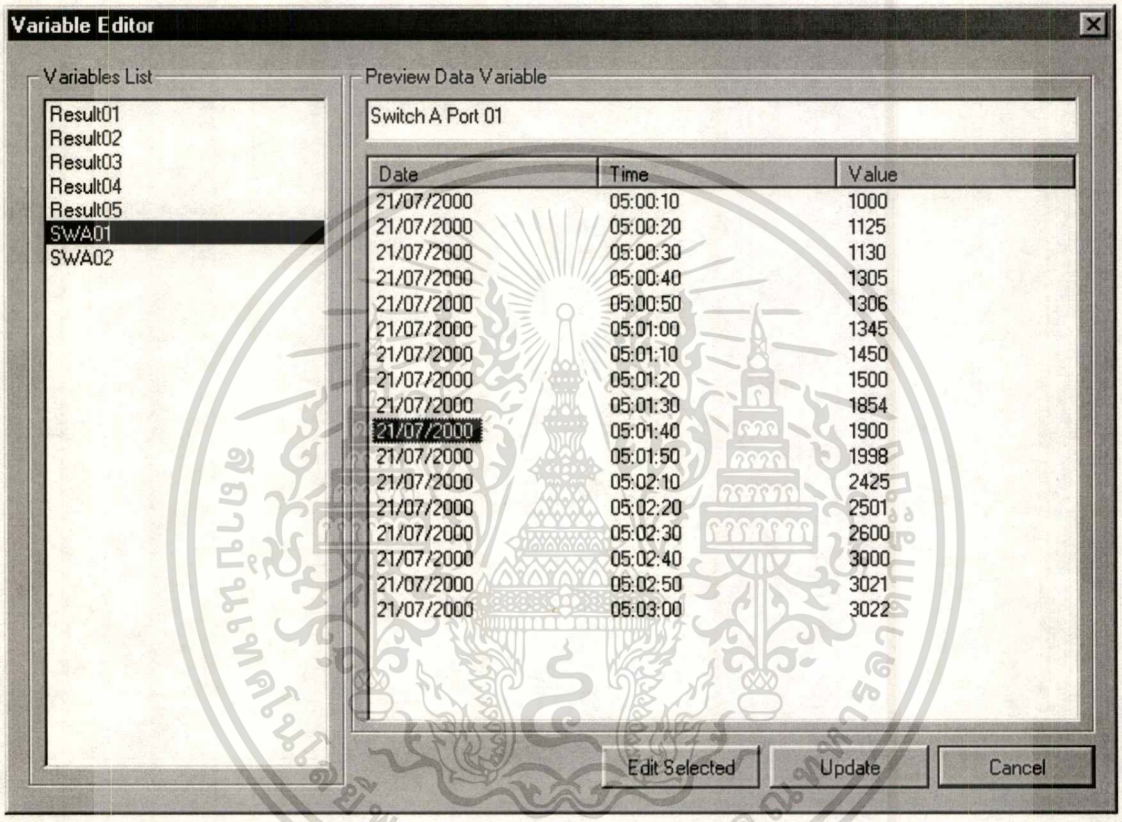



**ภาพที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลภายในตัวแปรที่กำหนด**

**จากภาพที่ 4.6 แสดงถึงขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลภายในตัวแปรที่กำหนดโดยตัวโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลมาจากตารางที่มีชื่อเดียวกันกับชื่อตัวแปรที่ผู้ใช้งานต้องการแก้ไข จากนั้นผู้ใช้งานจะต้อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเลือกข้อมูลในส่วนที่จะทำการแก้ไข แล้วจากนั้นจึงทำการแก้ไขข้อมูลนั้น และเมื่อเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูลตัวโปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลในส่วนที่ทำการแก้ไขแล้วลงสู่ฐานข้อมูลต่อไป และจากภาพที่ 4.7 ก-ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการแก้ไขข้อมูลของตัวโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้



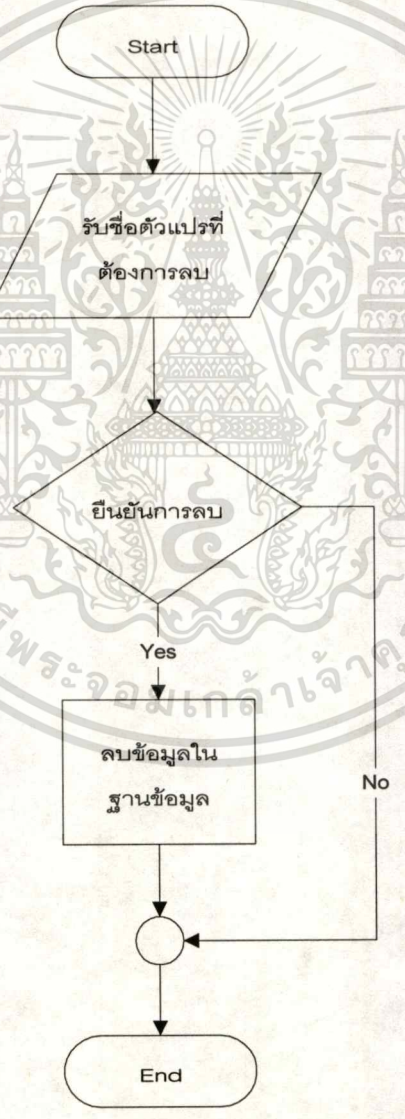

ภาพที่ 4.7 ก แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการเลือกข้อมูลที่จะทำการแก้ไขของตัวโปรแกรม

ภาพที่ 4.7 ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการแก้ไขข้อมูลของตัวโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากภาพที่ 4.7 ก-ข นั้นเมื่อผู้ใช้ทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกดปุ่ม Update ด้วย ไม่เช่นนั้นแล้วจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลเลย และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องจากนั้นจึงทดลองตรวจสอบฐานข้อมูลดูก็ปรากฏว่าตัวโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี

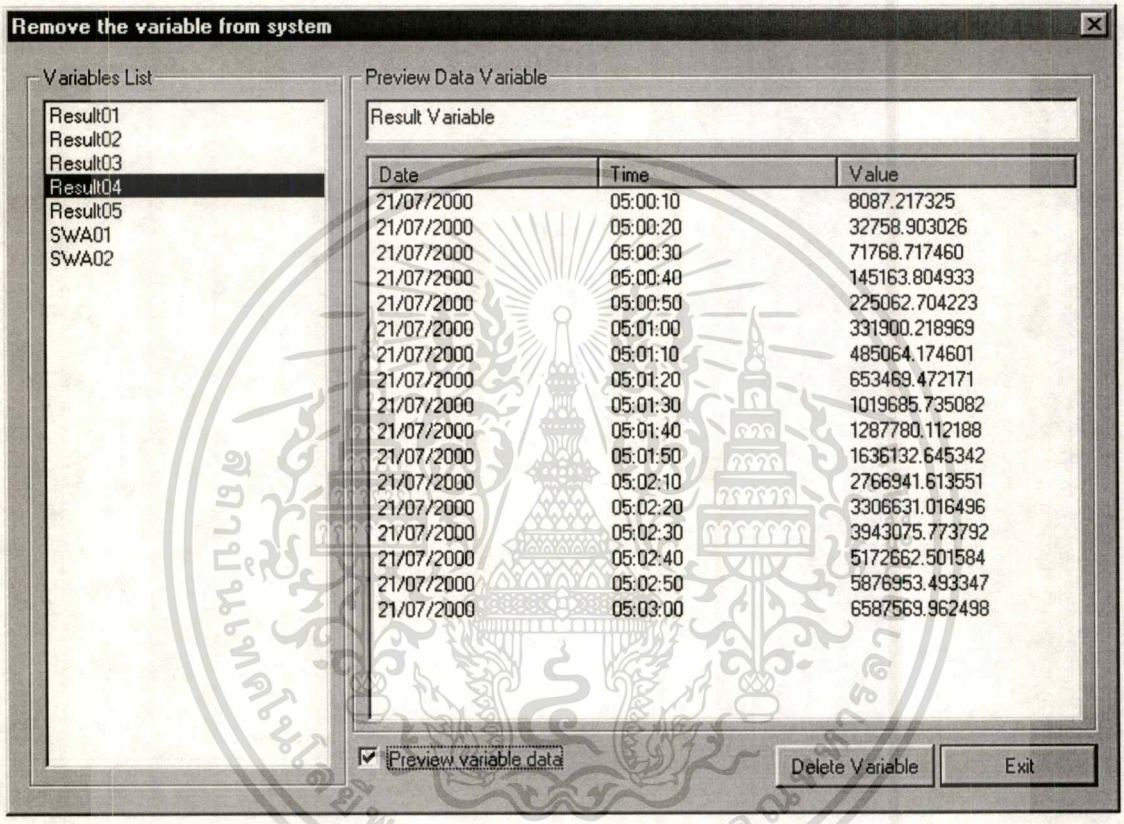
*4.1.4 การลบตัวแปรออกจากตัวโปรแกรม* การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นการนำข้อมูลออกจากตัวโปรแกรมโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ทีจะแสดงดังต่อไปนี้




ภาพที่ 4.8 แสดงขั้นตอนลบตัวแปรที่กำหนดออกจากตัวโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.8 แสดงถึงขั้นตอนการลบตัวแปรที่กำหนดออกจากตัวโปรแกรม โดยตัวโปรแกรมเมื่อได้รับคำยืนยันในการลบจากผู้ใช้งานแล้ว ตัวโปรแกรมจะเข้าไปทำการลบข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรในตาราง VarList จากนั้นจึงทำการลบตารางที่มีชื่อเดียวกันกับตัวแปรออกจากฐานข้อมูลต่อไป และจากภาพที่ 4.9 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการลบตัวแปรได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้

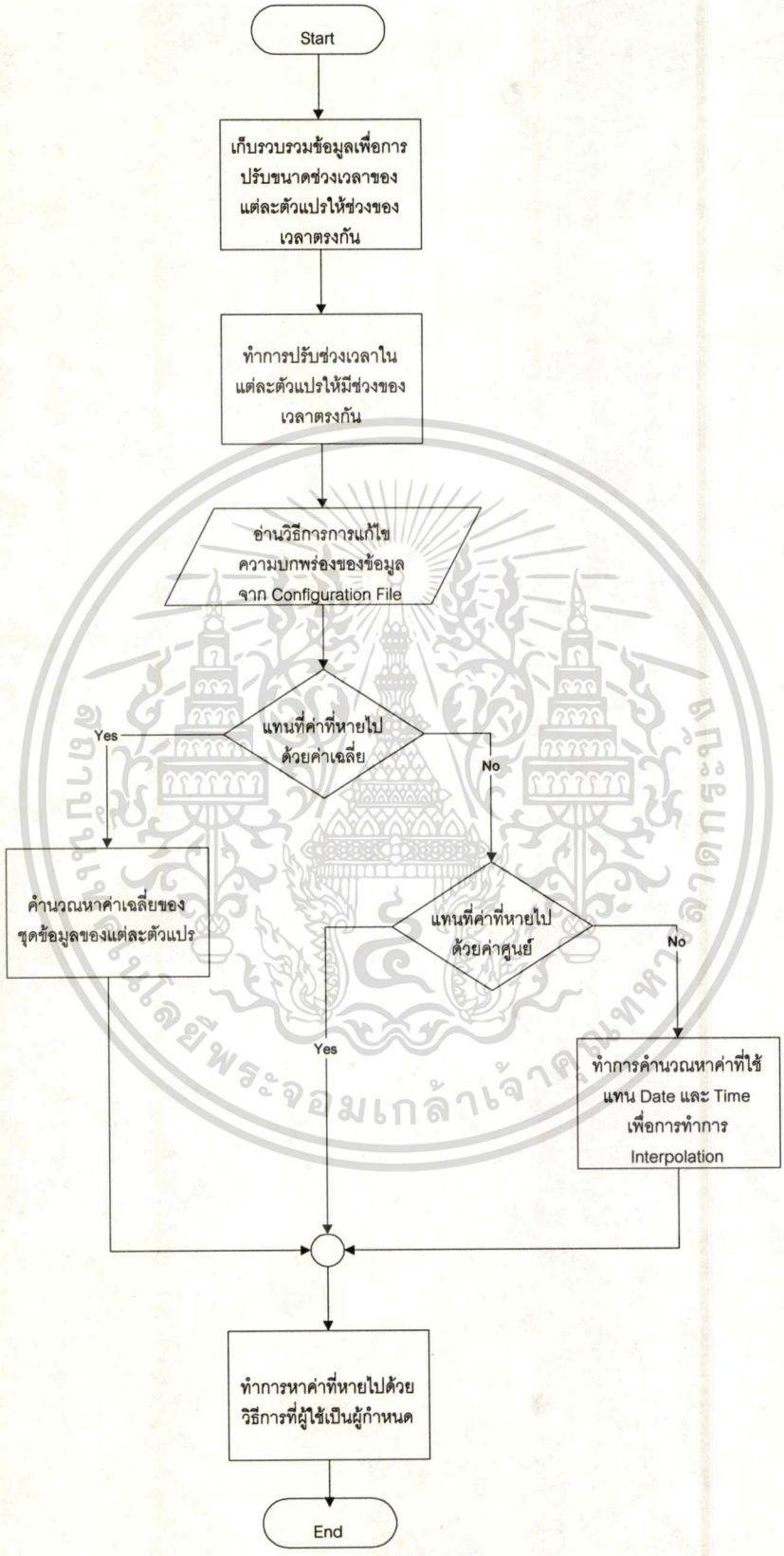



ภาพที่ 4.9 แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการลบตัวแปรของตัวโปรแกรม

และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการ จากนั้นจึงทำการทดลองตรวจสอบฐานข้อมูลดูก็ปรากฏว่าตัวโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี

*4.1.5 การแก้ไขความบกพร่องของข้อมูล* การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นแก้ไขความบกพร่องของข้อมูล ซึ่งอาจเกิดจากความบกพร่องของตัวข้อมูลเอง หรืออาจเกิดจากการปรับช่วงเวลาของข้อมูลในแต่ละตัวแปลให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ที่จะแสดงดังต่อไปนี้

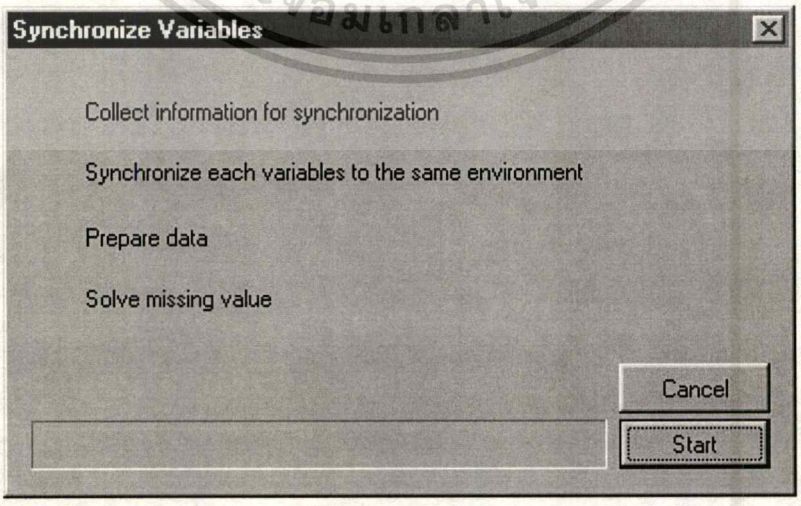
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.10 แสดงขั้นตอนการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูล**

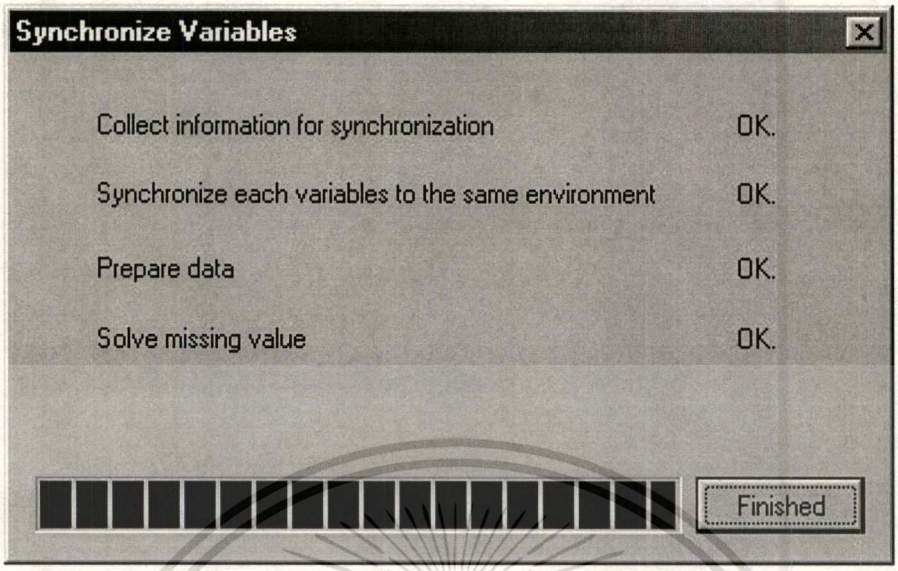
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.10 ซึ่งได้แสดงขั้นตอนการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลโดยมีลักษณะการทำงานคือ เริ่มจากทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการปรับขนาดช่วงเวลาของแต่ละตัวแปรให้ช่วงของเวลาตรงกันโดยการทำการ Union ข้อมูลชนิด Date และ Time ของทุกตัวแปรโดยนำผลที่ได้จากการ Union ไปเก็บเอาไว้ที่ตาราง VarSync จากนั้นจึงทำการปรับช่วงเวลาในแต่ละตัวแปลให้มีช่วงของเวลาที่ตรงกันโดยการเพิ่มเอาข้อมูลชนิด Date และ Time จากตาราง VarSync ที่ไม่ปรากฏลงไปยังตัวแปรแต่ละตัวโดยให้ฟิลด์ DataValue เป็นค่า "unknown" จากนั้นจึงทำการอ่าน Configuration ไฟล์ของตัวโปรแกรมเพื่อที่จะทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานได้กำหนดวิธีการใดในการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูล ซึ่งในที่นี้คือค่า "unknown" นั่นเอง โดยถ้าผู้ใช้งานกำหนดวิธีการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลด้วยวิธีการแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ย (เป็นค่าที่กำหนดเริ่มแรกให้กับระบบ) ตัวโปรแกรมก็จะทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยภายในตัวแปรนั้นๆจากส่วนที่รู้ค่า จากนั้นจึงทำการแทนค่า "unknown" ด้วยค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ แต่ถ้าผู้ใช้งานกำหนดวิธีการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลด้วยวิธีการ Interpolation ตัวโปรแกรมจะต้องทำการคำนวณหาค่าที่ใช้แทน Date และ Time เพื่อการทำ Interpolation โดยค่าที่ได้จะนำไปเก็บเอาไว้ที่ฟิลด์ X ซึ่งได้อธิบายเอาไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อการออกแบบฐานข้อมูล จากนั้นจึงทำการคำนวณหาค่า "unknown" ด้วยวิธีการ Interpolation ต่อไปซึ่งวิธีการ Interpolation นั้นได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องการแก้ไขข้อมูลที่มีความบกพร่องด้วยวิธีการ Interpolation และสุดท้ายถ้าผู้ใช้งานกำหนดวิธีการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลด้วยการแทนที่ด้วยค่า 0 ตัวโปรแกรมก็จะทำการแทนที่ค่า "unknown" ในทุกๆตัวแปรด้วยค่า 0 ทันที และจากภาพที่ 4.11 ก-ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลซึ่งได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้




**ภาพที่ 4.11 ก แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 4.11 ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการแก้ไขความบกพร่องของข้อมูลหลังจากกดปุ่ม Start

จากภาพที่ 4.11 ข ตัวโปรแกรมจะทำการรายงานสถาณะของการทำงานแต่ละขั้นตอนให้ผู้ใช้ทราบระหว่างการทำงานด้วยว่ามีการทำงานถูกต้องหรือไม่ และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจและเมื่อทดลองตรวจสอบฐานข้อมูลดูก็ปรากฏว่าตัวโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี โดยตัวข้อมูลที่ได้นำเข้ามาทดสอบมีลักษณะดังต่อไปนี้

**ข้อมูลที่มีความถูกต้อง**

```
21/07/2000,05:00:10,38.333333
21/07/2000,05:00:20,143.333333
21/07/2000,05:00:30,315
21/07/2000,05:00:40,553.333333
21/07/2000,05:00:50,858.333333
21/07/2000,05:01:00,1230.333333
21/07/2000,05:01:10,1668.333333
21/07/2000,05:01:20,2173.333333
21/07/2000,05:01:30,2745
21/07/2000,05:01:40,3383.333333
```

**ข้อมูลที่ตั้งใจให้มีความบกพร่องเพื่อทำการทดสอบ**

```
21/07/2000,05:00:10,unknown
21/07/2000,05:00:20,143.333333
21/07/2000,05:00:30,unknown
21/07/2000,05:00:40,553.333333
21/07/2000,05:00:50,858.333333
21/07/2000,05:01:00,unknown
21/07/2000,05:01:10,unknown
21/07/2000,05:01:20,unknown
21/07/2000,05:01:30,2745
21/07/2000,05:01:40,3383.333333
```

**ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการแก้ไขความบกพร่องด้วยวิธีการ Interpolation**

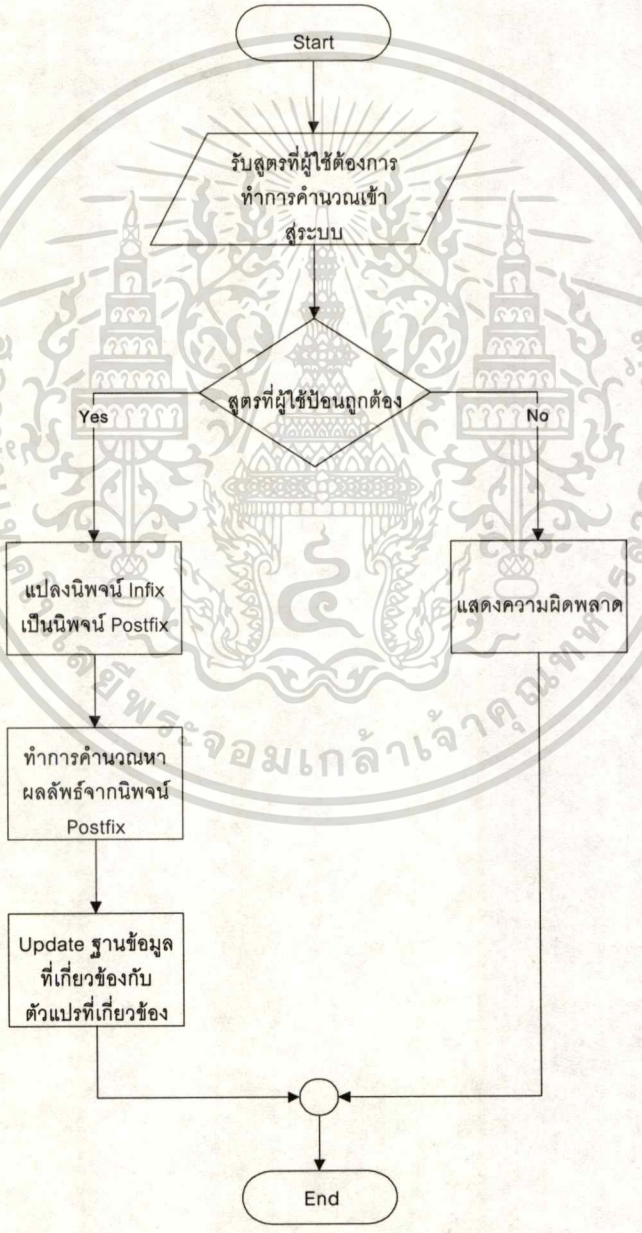
```
21/07/2000,05:00:10,38.333333
21/07/2000,05:00:20,143.333333
21/07/2000,05:00:30,315.000000
21/07/2000,05:00:40,553.333333
21/07/2000,05:00:50,858.333333
21/07/2000,05:01:00,1230.000001
21/07/2000,05:01:10,1668.333336
21/07/2000,05:01:20,2173.333336
21/07/2000,05:01:30,2745
21/07/2000,05:01:40,3383.333333
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบปรากฏว่าได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจโดยมีความผิดพลาดอยู่ที่ข้อมูลแถวที่ 6-8 ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำ Interpolation นั้นถือได้ว่าเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

## 4.2 โปรแกรมในส่วนของการคำนวณ

การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำการคำนวณสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Flowchart ที่จะแสดงดังต่อไปนี้



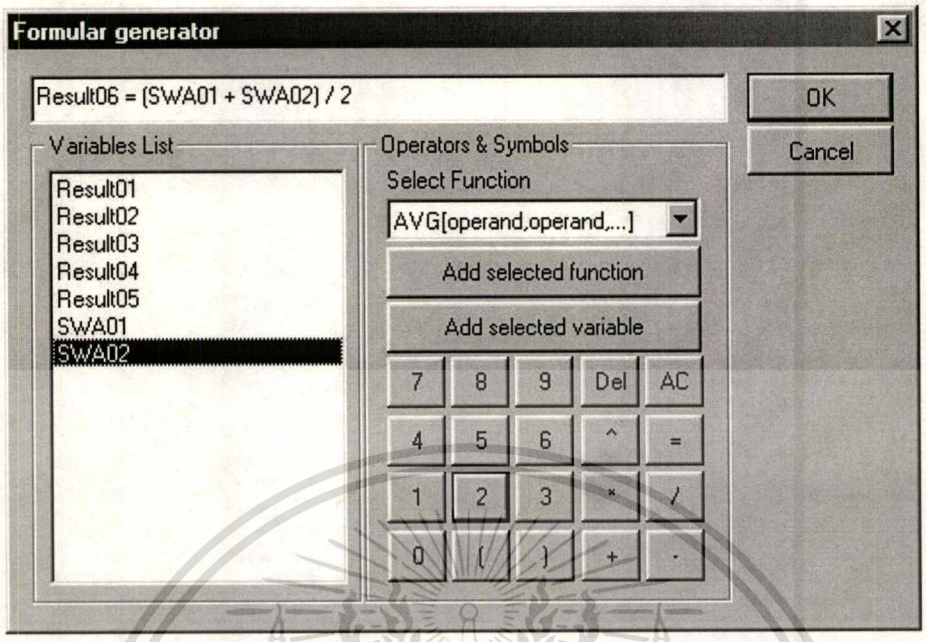

ภาพที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการคำนวณสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.12 แสดงถึงขั้นตอนการคำนวณสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นมาโดยเริ่มจากผู้ใช้ป้อนสูตรที่จะใช้ในการคำนวณเข้ามาสู่ระบบจากนั้นตัวโปรแกรมจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของสูตรที่ผู้ใช้งานกำหนด และถ้าสูตรนั้นมีความถูกต้องตามที่ได้นิยามเอาไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อที่ 2.1 ส่วนการตรวจสอบสูตรที่ผู้ใช้เป็นผู้ป้อนเข้ามาก็จำทำการแปลงสูตรซึ่งมีลักษณะเป็นนิพจน์ Infix ไปเป็นนิพจน์ชนิด Postfix ซึ่งได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ 2 หัวข้อ การสร้างนิพจน์ชนิด Postfix จากนิพจน์ Infix และเมื่อตัวโปรแกรมได้นิพจน์ชนิด Postfix มาแล้วก็จะทำการคำนวณข้อมูลจากนิพจน์ Postfix ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วเช่นกันในบทที่ 2 หัวข้อการประมวลผลทางคณิตศาสตร์จากนิพจน์ Postfix และส่วนสุดท้านคือผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณนั้นจะถูกนำไปเก็บเอาไว้ยังตัวแปรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด ซึ่งถ้าผู้ใช้งานต้องการเก็บผลลัพธ์เอาไว้ที่ตัวแปรตัวใหม่ ตัวโปรแกรมก็จะทำการ Update ตาราง VarList เพื่อบอกให้โปรแกรมรู้ว่าตอนนี้ได้มีตัวแปรตัวใหม่เพิ่มเข้ามา จากนั้นจึงทำการสร้างตารางขึ้นมาอีกตารางซึ่งมีชื่อเดียวกันกับตัวแปรเพื่อที่ใช้เก็บผลลัพธ์จากการคำนวณนั่นเอง และจากภาพที่ 4.13 ก-ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการคำนวณสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นมาได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.13 ก แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการคำนวณสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




4.13 ข แสดงถึงส่วนที่ใช้สำหรับการช่วยป้อนสูตรการคำนวณ

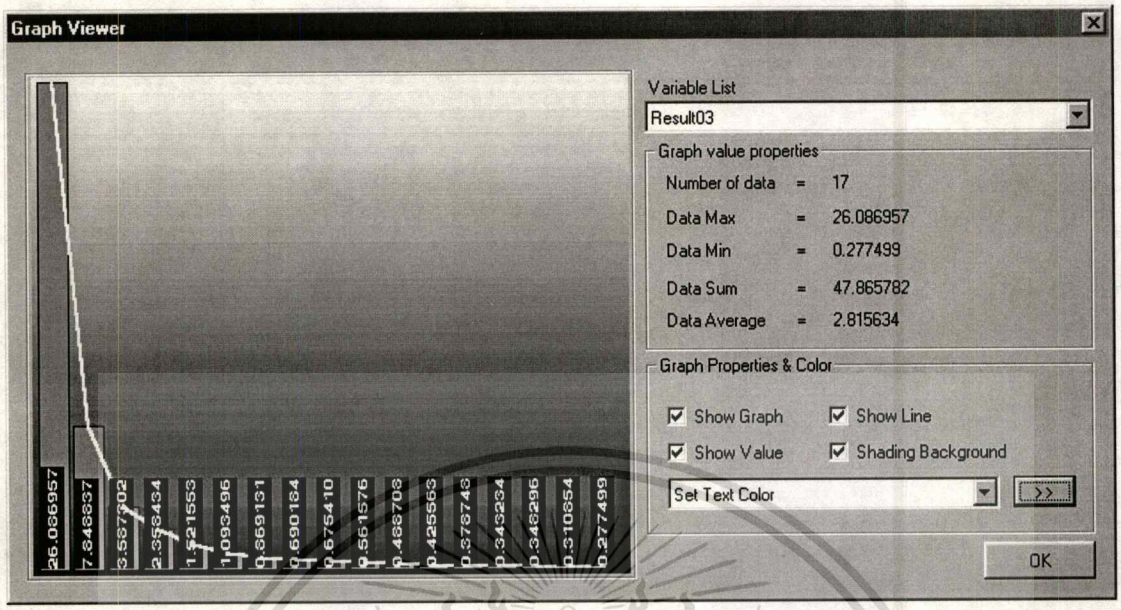
จากภาพที่ 4.13 ก จะเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานป้อนสูตรการคำนวณด้วยตนเอง และเนื่องมาจากการทดลองใช้งานโปรแกรมแล้วพบว่าเกิดความไม่สะดวกในการป้อนสูตรเท่าที่ควร ดังนั้นจึงได้จัดทำส่วนที่ใช้สำหรับการช่วยสร้างสูตรขึ้นมาดังภาพที่ 4.13 ข ขึ้นมา และเมื่อผู้ใช้งานใช้ส่วนที่ใช้สำหรับการช่วยสร้างสูตรนี้ในการสร้างสูตรแล้วกดปุ่ม OK สูตรที่ได้ทำการสร้างขึ้นมานั้นก็จะไปปรากฏยังส่วนที่อยู่ในภาพ 4.13 ก ทันที และเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Calculate ตัวโปรแกรมก็จะทำการคำนวณหาผลลัพธ์ตามขั้นตอนที่ปรากฏดัง Flowchart ดังภาพที่ 4.12 ดังที่ได้แสดงไว้แล้วก่อนหน้านี้

และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการ จากนั้นจึงทำการทดลองตรวจสอบฐานข้อมูลดูก็ปรากฏว่าตัวโปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี

### 4.3 โปรแกรมในส่วนของการจัดทำรายงานและกราฟ

การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำการแสดงผลของตัวแปรแต่ละตัวแปรในรูปแบบของรายงานและกราฟ โดยการแสดงผลของตัวแปรในรูปแบบของกราฟนั้นสามารถทำความเข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่ายกว่าแบบที่แสดงผลเป็นตัวเลขเพียงอย่างเดียวดังภาพที่จะแสดงตัวต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

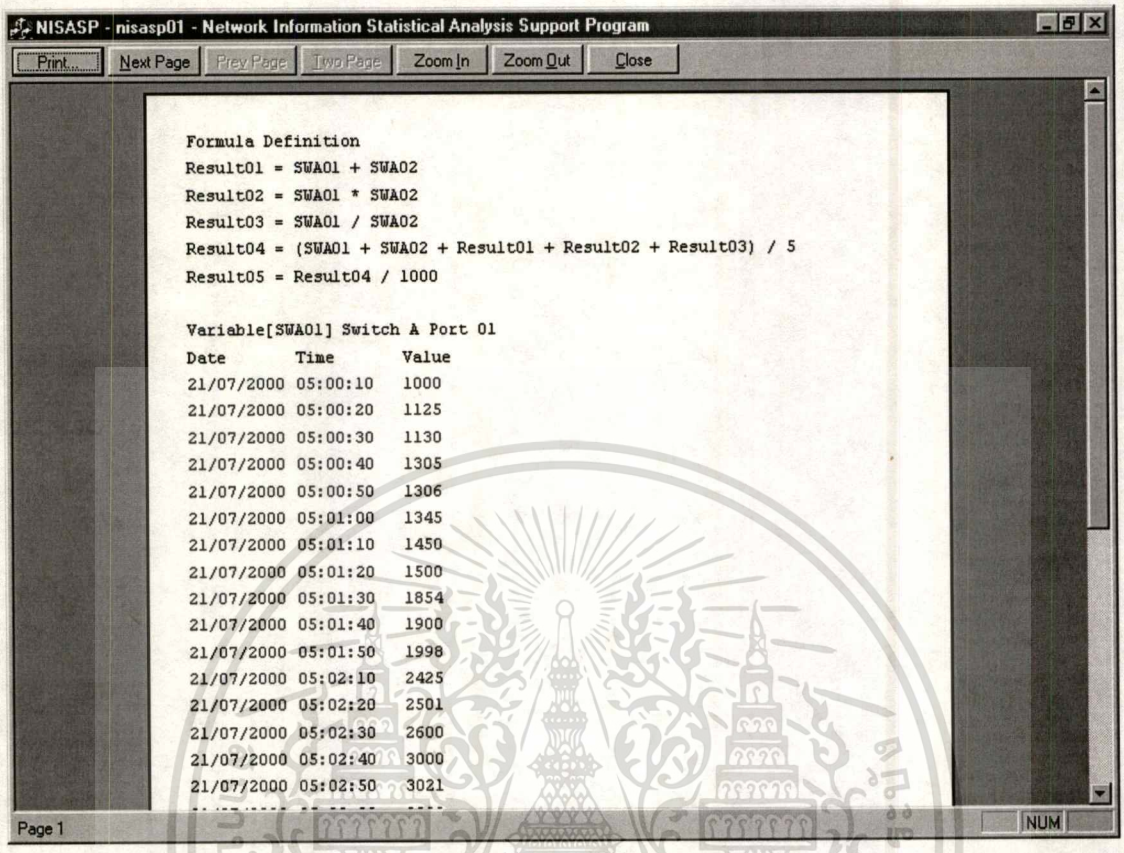



ภาพที่ 4.14 แสดงส่วนของข้อมูลของตัวแปรในรูปแบบของกราฟ

จากภาพที่ 4.14 ซึ่งแสดงส่วนของข้อมูลของตัวแปรในรูปแบบของกราฟนั้นสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของกราฟที่จะปรากฏออกมาได้หลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นการปรับเปลี่ยนสีของกราฟ, พื้นหลัง, การแสดงเส้น, การแสดงค่าของตัวแปร, การแสดงกราฟ และรวมถึงการเลือกตัวแปรที่จะนำมาแสดงผลในรูปแบบของกราฟด้วย

ส่วนถัดมาเป็นส่วนของการจัดทำรายงานโดยส่วนนี้จะทำการอ่านเอาข้อมูลสูตรที่ผู้ใช้งานเป็นผู้ป้อนเข้ามาสู่ระบบ และตัวแปรต่างๆที่มีอยู่ในระบบทั้งหมดมาจัดทำเป็นรายงานดังภาพที่จะแสดงดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



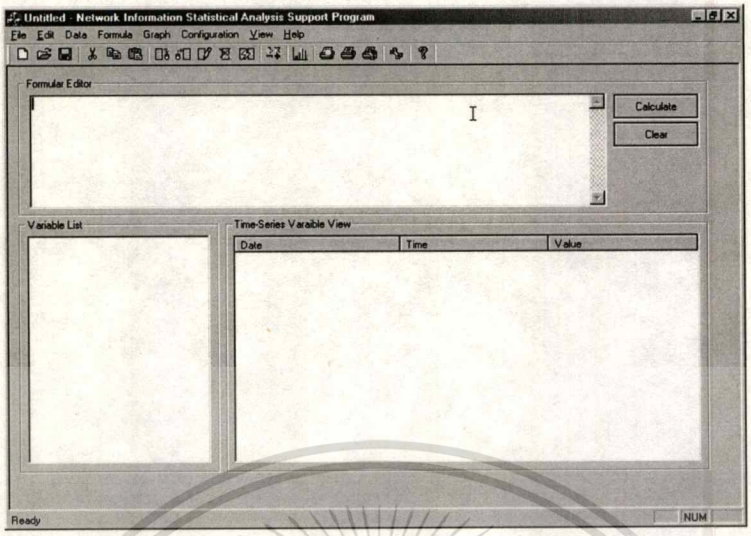

ภาพที่ 4.15 แสดงส่วนของการจัดทำรายงาน

และจากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการตามที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดีทั้งทางด้านการสร้างกราฟและการจัดทำรายงาน

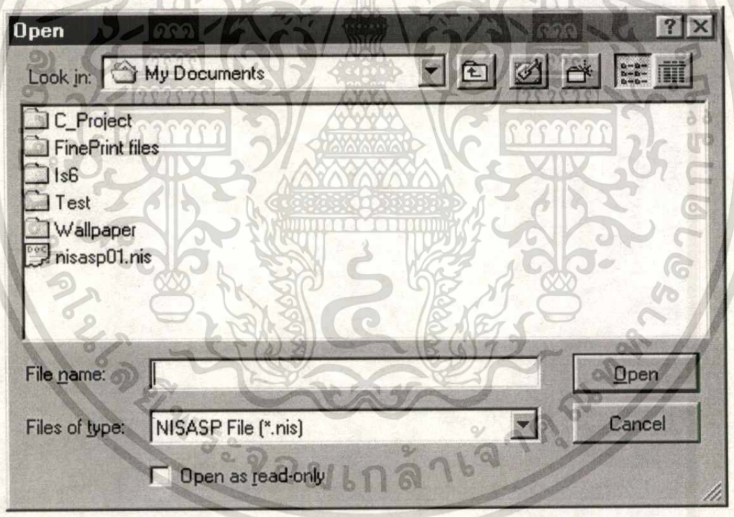
## 4.4 โปรแกรมในส่วนของการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่

การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำการบันทึกข้อมูลต่างที่ผู้ใช้งานทำงานในโปรแกรมแล้วต้องการบันทึกเอาไว้เพื่อนำกลับมาใช้ทีหลังโดยรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ดังภาพ 3 หัวข้อที่ 5 ส่วนของการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ที่จะแสดงดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

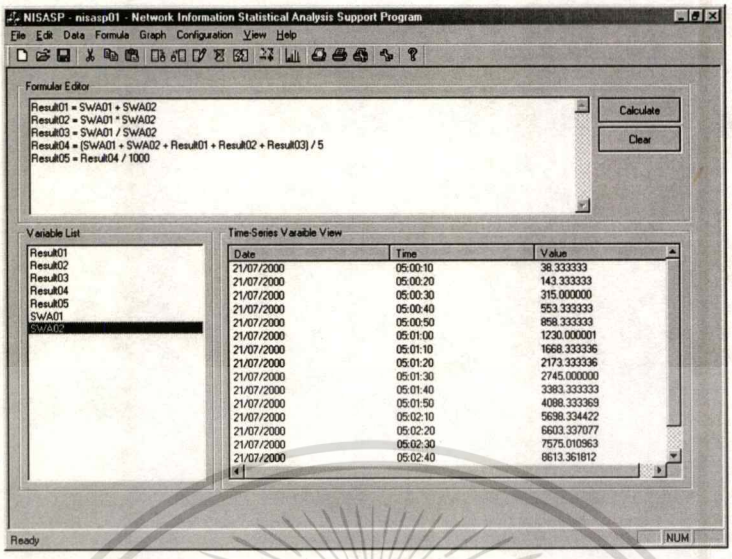



ภาพที่ 4.16 ก แสดงถึงการเริ่มต้นโปรแกรมโดยที่ยังไม่มีข้อมูลใดๆอยู่ในระบบ




ภาพที่ 4.16 ข แสดงถึงการเปิดไฟล์ข้อมูลที่ได้บันทึกเอาไว้เพื่อนำกลับมาทำงานต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 4.16 ค แสดงถึงตัวโปรแกรมหลังจากอ่านข้อมูลที่เคยบันทึกไว้แล้วเพื่อนำกลับมาทำงานต่อ

จากภาพที่ 4.16 ก-ค แสดงถึงขั้นตอนการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่โดยมีการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการจะนำกลับมาใช้แล้วตัวโปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบก่อนว่าเป็นไฟล์ข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นมาจากตัวโปรแกรมเองหรือไม่โดยวิธีการตรวจสอบได้กล่าวเอาไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อที่ 5 ส่วนของการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ และถ้าไฟล์ที่ผู้ใช้งานเลือกนั้นถูกต้อง ตัวโปรแกรมก็จะทำการอ่านเอาข้อมูลต่างๆจากไฟล์นั้นเข้ามายังระบบฐานข้อมูลของตัวโปรแกรม จากนั้นจึงทำการ Update หน้าจอการใช้งานเพื่อที่จะแสดงข้อมูลต่างๆที่ได้อ่านเข้ามาดังภาพที่ 4.16 ค ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวโปรแกรมสามารถทำตามขั้นตอนที่ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## 5.1 บทสรุป

ผลที่ได้จากการพัฒนาโครงงานช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติสำหรับชุดข้อมูลเชิงเวลานี้คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการคำนวณชุดข้อมูลเชิงเวลา (Time-Series) จากสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดเองได้ ซึ่งสามารถสรุปผลการพัฒนาระบบเป็นส่วนๆ ได้ดังต่อไปนี้

ส่วนของ Input นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการ Import ข้อมูลเชิงเวลาเข้ามาทำการคำนวณ และสูตรการคำนวณที่สามารถพิมพ์เข้าไปได้ตรงๆหรือใช้ Tool ในการช่วยป้อนสูตรและ Build-in Function เช่น การคำนวณหาค่าเฉลี่ย, การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ที่โปรแกรมได้จัดเตรียมเอาไว้ให้ ตัวอย่างเช่น Import ชุดข้อมูลเชิงเวลาจากงานระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหารซึ่งอยู่ในลักษณะของ Text File เข้ามาสู่ระบบ จากนั้นจึงทำการกำหนดค่าตัวแปรให้แก่ข้อมูลแต่ละชุดที่นำเข้ามาเพื่อที่จะสามารถนำไปอ้างถึงสูตรในส่วนที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้นมาได้ต่อไป โดยในส่วนนี้จะต้องอาศัยทฤษฎีโครงสร้างของข้อมูลชนิดลิงค์ลิสต์ เพื่อที่จะใช้เก็บ Operator, Operand, Grouping, Assignment และ Function ที่ทำการแยกออกจากกันจากสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพื่อความสะดวกในการประมวลผลต่อไป

ส่วนของการประมวลผลนั้นจะทำการประมวลผลชุดข้อมูลที่ได้รับการ Import เข้ามาด้วยสูตรการคำนวณที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด ซึ่งตัวโปรแกรมมีความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่อย่างอัตโนมัติ ส่วนชุดของข้อมูลแต่ละชุดที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการคำนวณนั้นจะต้องมีสภาวะแวดล้อมเดียวกัน กล่าวคือจะต้องมีจำนวนชุดของข้อมูลเท่ากัน และจะต้องมี Date และ Time ตรงกันด้วย โดยในส่วนนี้ตัวโปรแกรมจะมี Tool ที่ช่วยในการปรับข้อมูลในแต่ละชุดให้เท่ากัน อีกทั้งยังสามารถประมาณค่าที่หายไปจากการปรับชุดข้อมูลให้เท่ากันด้วยวิธีการ Interpolation หรือจะเป็นวิธีการอื่นๆ เช่นการแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ย ค่าศูนย์ หรือ ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ ตามที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้นมาได้ จากนั้นจากนั้นจึงทำการแปลงโครงสร้างข้อมูลชนิด Infix ให้เป็นชนิด Postfix เพื่อที่จะให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณได้ ซึ่งการคำนวณนิพจน์ชนิด Postfix นั้นจะต้องอาศัยโครงสร้างข้อมูลชนิดสแตกเข้ามาช่วย

ส่วนของ Output นั้นจะมีลักษณะการแสดงผลอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนที่ใช้สำหรับแสดงข้อมูลภายในตัวแปรต่างๆ ที่เป็นผลลัพธ์จากการคำนวณ หรือจากตัวแปรที่ได้ทำการ Import เข้ามาทางหน้าจอ ส่วนที่สองจะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของกราฟ ซึ่งมีความสามารถแสดงผลข้อมูลภายในตัวแปรต่างๆในรูปแบบ กราฟแท่ง, กราฟเส้น และแสดงค่าเป็นตัวเลขได้ ส่วนสุดท้ายจะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของรายงาน

จากการพัฒนาโครงงานนี้นับได้ว่าได้ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนมาได้อย่างเต็มที่ในเรื่องของโครงสร้างของข้อมูล, การออกแบบโปรแกรม, ระบบการจัดการและออกแบบฐานข้อมูล และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาระบบงานนี้ค่อนข้างมีเวลาจำกัดจึงทำให้ระบบงานนี้ยังขาดความสามารถในบางส่วนที่สามารถช่วยในการคำนวณข้อมูลให้มีความสะดวกแก่ผู้ใช้งานมากขึ้น ดังแนวทางที่ได้แสดงไว้ ณ ที่นี้สำหรับผู้ที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

- การกำหนดชื่อตัวแปรในลักษณะของอาเรย์
- การอ้างอิงถึงตัวข้อมูลภายในตัวแปรโดยตรง
- ความสามารถในการใช้โครงสร้าง Loop ในการสร้างสูตรการคำนวณ
- การ Import ข้อมูลโดยตรงจากระบบฐานข้อมูล
- การประมวลผล Script ไฟล์เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำงานอย่างอัตโนมัติ
- การจัดทำรายงานในลักษณะผสมทั้งตัวข้อมูลและกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

นริสรา ชัยมงคล. 2542. **ระบบรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครือข่ายเพื่อการบริหาร (Development of Network Management Data Collecting System)**. โครงการพัฒนาระบบงาน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประกาศิต ชาติบุรุษ และ อาทิตย์ จิตต์จุฬานนท์. 2533. **โครงสร้างข้อมูลและอัลการิทึม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน.

สุชาย ธนวเสถียร และ วิชัย จิวังกูร. 2535. **โครงสร้างข้อมูลเพื่อการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน.

Cay Horstmann. 1997. **Computing Concept with C++ Essentials**. Newyork : John Wiley and Sons.

John Paul Mueller. 1997. **Visual C++ 5 From The Ground Up**. California : McGraw-Hill.

Kyle Loudon. 2000. "An Introduction to Interpolation". **C/C++ Users Journal**. 2000(February) : 20-34.

Peter Hipson and RogerJennings. 1996. **Database Developer's Guide with Visual C++ 4**. Indiana : Sam Publishing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

# การติดตั้งและการใช้งานโปรแกรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การติดตั้ง**

โปรแกรมนี้ได้รับการบีบอัดเพื่อลดขนาดไฟล์ของตัวโปรแกรมด้วยโปรแกรม WinZip เพื่อความสะดวกในการทำสำเนาแจกจ่ายแก่ผู้ใช้งาน ดังนั้นก่อนที่จะนำโปรแกรมนี้ไปใช้จึงจำเป็นที่จะต้องใช้โปรแกรมที่สามารถขยายขนาดไฟล์ในรูปแบบ *.zip ให้กลับมาอยู่ในสภาพเดิมที่พร้อมใช้งานได้ และภายหลังจากทำการขยายไฟล์ nisasp.zip แล้วจะได้ไฟล์ nisasp.exe ซึ่งมีขนาดประมาณ 2.8 เมกกะไบต์ ซึ่งไฟล์นี้สามารถนำไปเก็บไว้ยังโฟลเดอร์ใดๆก็ได้ และยังสามารถ Execute โปรแกรมเพื่อเริ่มการใช้งานได้ทันที ส่วนความต้องการของระบบที่สามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้มีดังต่อไปนี้

ระบบปฏิบัติการ MS Windows 95/98

หน่วยประมวลผลกลาง Pentium 75

หน่วยความจำ 16 เมกกะไบต์

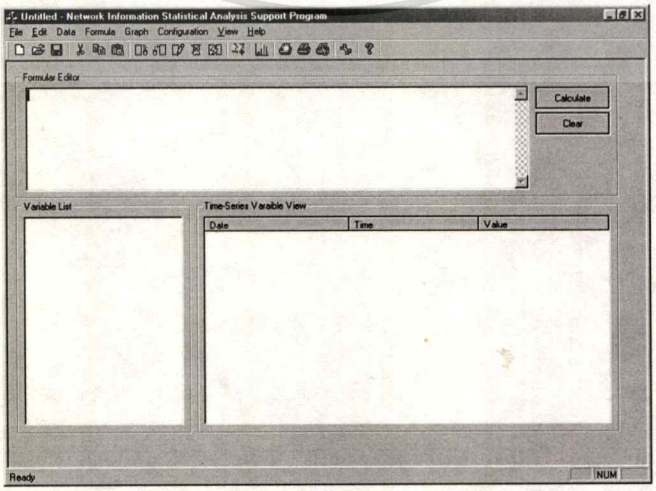
เนื้อที่ฮาร์ดดิสก์สำหรับจัดเก็บโปรแกรม 3 เมกกะไบต์

ความละเอียดของจอแสดงผล แนะนำที่ 800x600 ที่ 256 สีขึ้นไป

**การใช้งานโปรแกรม**

การเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมนั้นสามารถเรียกไฟล์ nisasp.exe ขึ้นมาทำงานผ่านทาง Windows Explorer ได้ทันที และเมื่อโปรแกรมทำการโหลดตัวเองเข้าสู่หน่วยความจำแล้วจะแสดงผลหน้าจอหลักดังต่อไปนี้

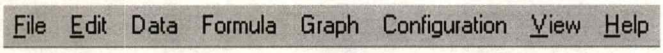
**1. ส่วนหน้าจอหลักของตัวโปรแกรม**



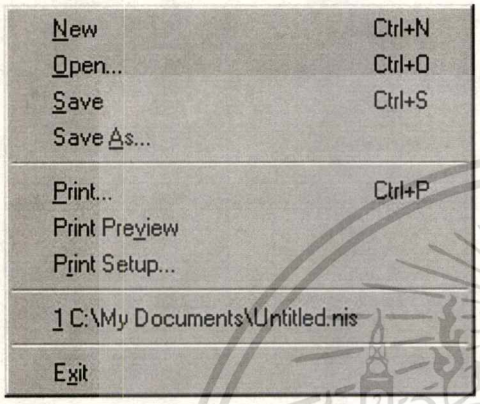

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหน้าจอหลักของตัวโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนเมนูของระบบ ประกอบไปด้วยรายการดังภาพต่อไปนี้

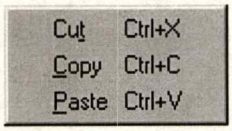



โดยเมนู File จะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับจัดการเรื่องไฟล์โดยเฉพาะโดยมีเมนูย่อยดังนี้




| | |
|---|---|
| New | หมายถึงสร้างงานขึ้นมาใหม่ |
| Open | หมายถึงโหลดงานที่ได้บันทึกเอาไว้ขึ้นมาทำงานต่อ |
| Save | หมายถึงการบันทึกงานที่กำลังทำอยู่ |
| Save As | หมายถึงการบันทึกงานที่กำลังทำอยู่ให้เป็นชื่อใหม่ |
| Print | หมายถึงการพิมพ์รายงาน |
| Print Preview | หมายถึงการดูภาพรายงานก่อนการพิมพ์จริง |
| Print Setup | หมายถึงการจัดเตรียมหรือปรับแต่งเครื่องพิมพ์ |
| Exit | หมายถึงจบการทำงานของโปรแกรม |

ส่วนถัดมาคือเมนู Edit ใช้สำหรับจัดเรื่องการพิมพ์ข้อความต่างๆโดยมีเมนูย่อยดังนี้



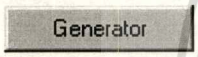

| | |
|---|---|
| Cut | หมายถึงการตัดส่วนที่เป็นข้อความที่เลือกเอาไว้เพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำ |
| Copy | หมายถึงการทำสำเนาข้อความที่เลือกไว้เพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำ |
| Past | หมายถึงการวางข้อความที่ได้ Cut หรือ Copy เอาไว้ก่อนหน้านี้ที่ตำแหน่งที่กำหนด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนถัดมาคือเมนู Data ใช้สำหรับจัดการข้อมูลต่างๆที่ใช้ภายในโปรแกรมโดยมีเมนูย่อยดังนี้

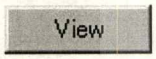
| | |
|---|---|
| Import | หมายถึงการนำชุดข้อมูลเชิงเวลาจาก Text File เข้ามาสู่ตัวโปรแกรม |
| Export | หมายถึงการนำเอาชุดข้อมูลเชิงเวลาจากตัวโปรแกรมไปบันทึกไว้เป็น Text File |
| Edit | หมายถึงการแก้ไขข้อมูลภายในชุดของข้อมูลเชิงเวลา |
| Remove | หมายถึงการลบชุดข้อมูลเชิงเวลาที่กำหนดออกจากตัวโปรแกรม |
| Synchronize | หมายถึงการปรับสภาวะแวดล้อมของชุดข้อมูลเชิงเวลาทุกชุดให้เหมือนกัน |

ส่วนถัดมาคือเมนู Formula ใช้สำหรับช่วยในการสร้างสูตรการคำนวณ โดยมีเมนูย่อยดังนี้



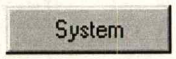

| | |
|---|---|
| Generator | หมายถึงเรียกหน้าต่างที่ใช้สำหรับช่วยสร้างสูตรการคำนวณขึ้นมาใช้งาน |

ส่วนถัดมาคือเมนู Graph ใช้สำหรับแสดงข้อมูลเชิงเวลาในลักษณะของกราฟโดยมีเมนูย่อยดังนี้




| | |
|---|---|
| View | หมายถึงแสดงชุดข้อมูลเชิงเวลาที่กำหนดในลักษณะของกราฟ |

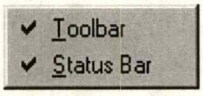
ส่วนถัดมาคือเมนู Configuration ใช้สำหรับปรับแต่งระบบโดยมีเมนูย่อยดังนี้




| | |
|---|---|
| System | หมายถึงเรียกหน้าต่างการปรับแต่งระบบขึ้นมาแก้ไข |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

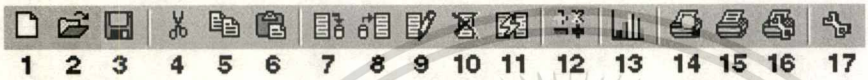
ส่วนถัดมาคือเมนู View ใช้สำหรับแสดงหรือซ่อนรายละเอียดต่างๆ โดยมีเมนูย่อยดังนี้




Toolbar หมายถึงการแสดง/ซ่อน Toolbar ของตัวโปรแกรม

Status Bar หมายถึงการแสดง/ซ่อน Status Bar ของตัวโปรแกรม

1.2 ส่วนแถบเครื่องมือของระบบประกอบไปด้วยรายการดังภาพต่อไปนี้




หมายเลข 1 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/New

หมายเลข 2 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/Open

หมายเลข 3 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/Save

หมายเลข 4 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Edit/Cut

หมายเลข 5 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Edit/Copy

หมายเลข 6 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Edit/Past

หมายเลข 7 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Data/Import

หมายเลข 8 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Data/Export

หมายเลข 9 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Data/Edit

หมายเลข 10 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Data/Remove

หมายเลข 11 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Data/Synchronize

หมายเลข 12 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Formula/Generate

หมายเลข 13 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Graph/View

หมายเลข 14 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/Print Preview

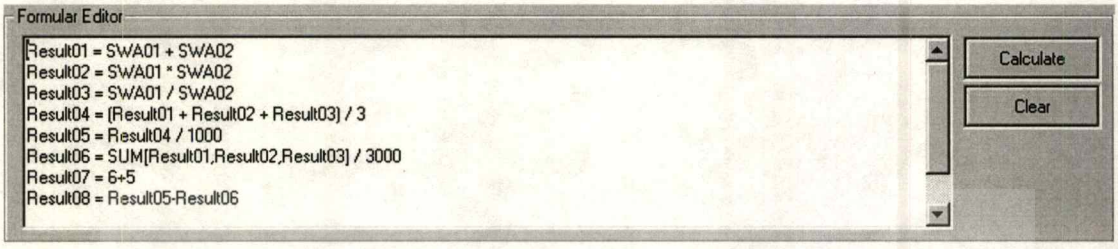
หมายเลข 15 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/Print

หมายเลข 16 มีความหมายเดียวกันกับเมนู File/Print Setup

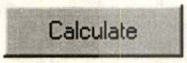
หมายเลข 17 มีความหมายเดียวกันกับเมนู Configuration/System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

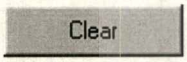
1.3 ส่วนที่ใช้สำหรับป้อนสูตรการคำนวณ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถป้อนสูตรการคำนวณลงไปได้ทันทีหรือจะใช้ตัวช่วยในการสร้างสูตรจากเมนู Formula/Generator หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 12 ซึ่งส่วนนี้สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้




โดยที่ปุ่ม

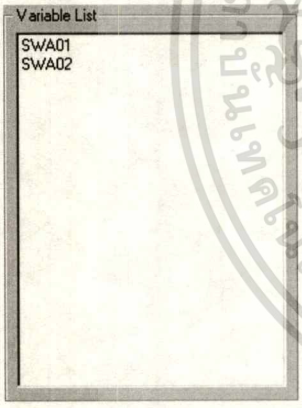



ใช้สำหรับสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำการคำนวณตามสูตรที่กำหนด




ใช้สำหรับสั่งให้ลบสูตรการคำนวณทั้งหมด

1.4 ส่วนที่ใช้สำหรับแสดงรายการของชุดข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตัวแปรดังภาพต่อไปนี้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

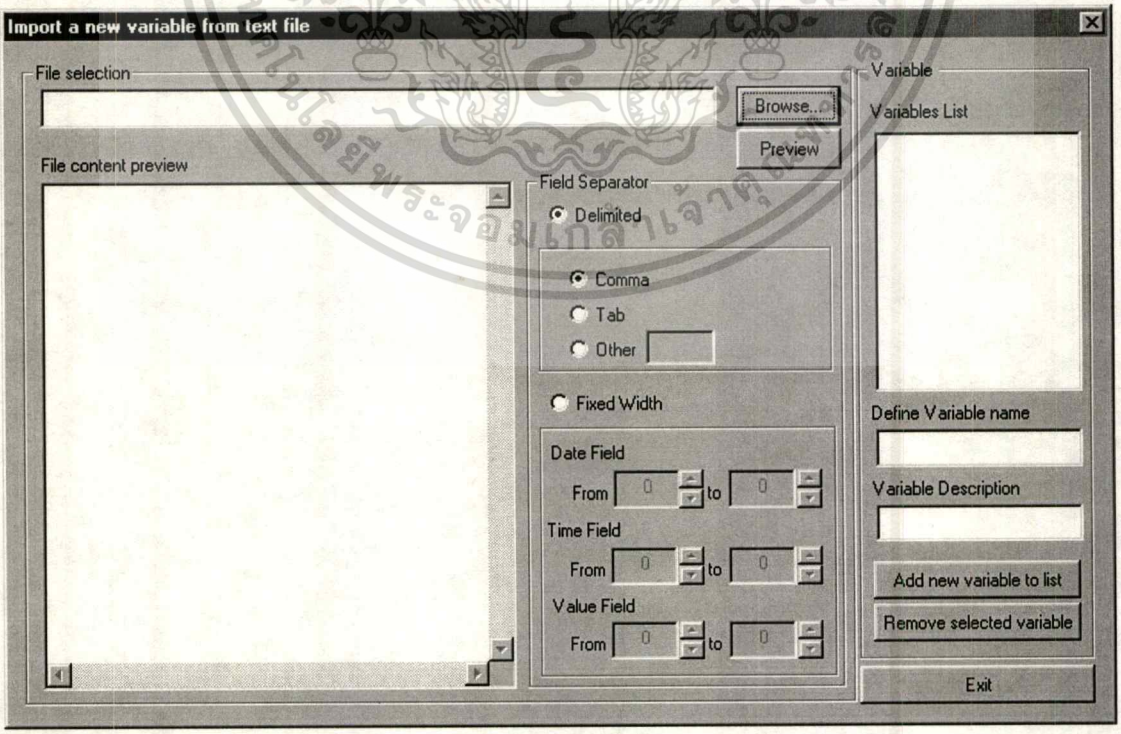
1.5 ส่วนที่ใช้สำหรับแสดงค่าภายในตัวแปรแต่ละตัวที่เลือกไว้ในส่วนที่ 4 ดังภาพต่อไปนี้

Time-Series Varaible View

| Date | Time | Value |
|---|---|---|
| 21/07/2000 | 05:00:10 | 1000 |
| 21/07/2000 | 05:00:20 | 1125 |
| 21/07/2000 | 05:00:30 | 1130 |
| 21/07/2000 | 05:00:40 | 1305 |
| 21/07/2000 | 05:00:50 | 1306 |
| 21/07/2000 | 05:01:00 | 1345 |
| 21/07/2000 | 05:01:10 | 1450 |
| 21/07/2000 | 05:01:20 | 1500 |
| 21/07/2000 | 05:01:30 | 1854 |
| 21/07/2000 | 05:01:40 | 1900 |
| 21/07/2000 | 05:01:50 | 1998 |
| 21/07/2000 | 05:02:10 | 2425 |
| 21/07/2000 | 05:02:20 | 2501 |
| 21/07/2000 | 05:02:30 | 2600 |
| 21/07/2000 | 05:02:40 | 3000 |

**2. ส่วนที่จะแสดงถัดมาเป็นส่วนหน้าต่างย่อยต่างๆที่มีในตัวโปรแกรม**

2.1 หน้าต่างย่อยสำหรับการ Import ข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Data/Import หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 7 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

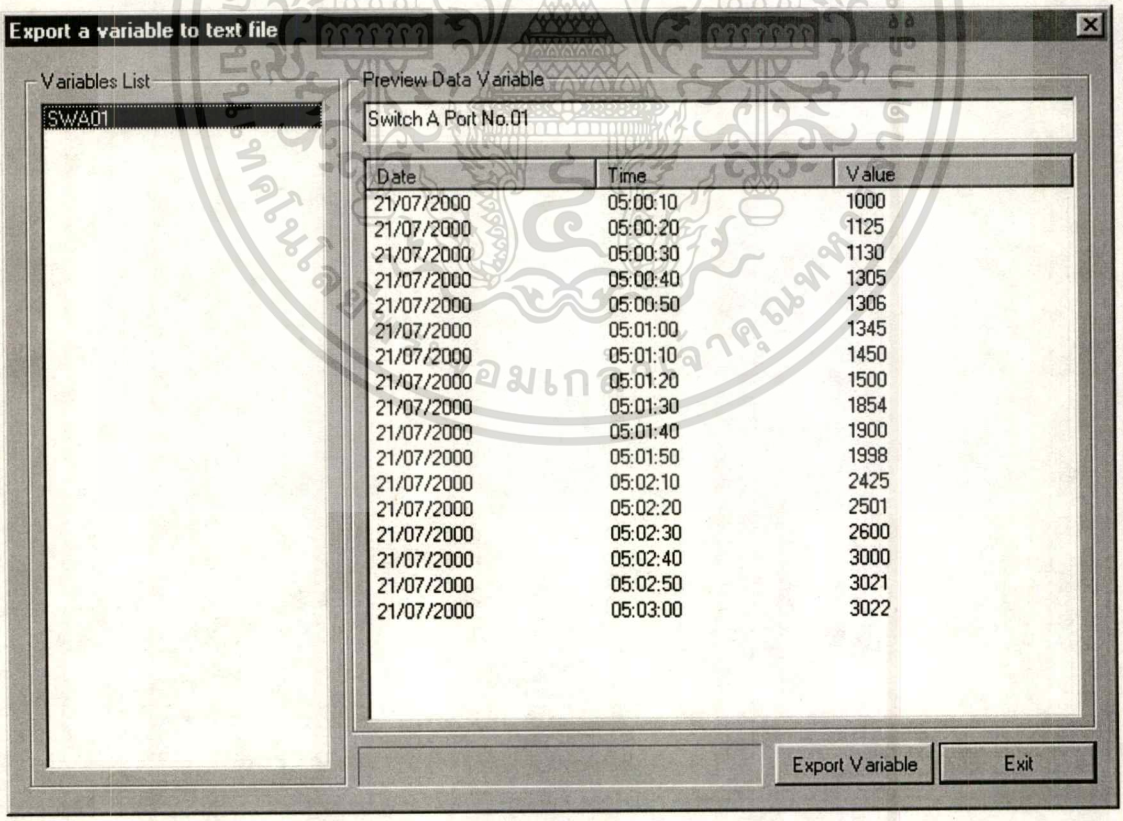



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการแบ่งคอลัมน์ของ Date, Time และ Value ของชุดข้อมูลเชิงเวลาได้หลายวิธี ทั้งการใช้ตัวอักษรพิเศษในการแบ่ง และแบบกำหนดความกว้างของแต่ละคอลัมน์ได้เอง ส่วนปุ่มที่มีการใช้งานในหน้าต่างย่อยนี้มีดังนี้

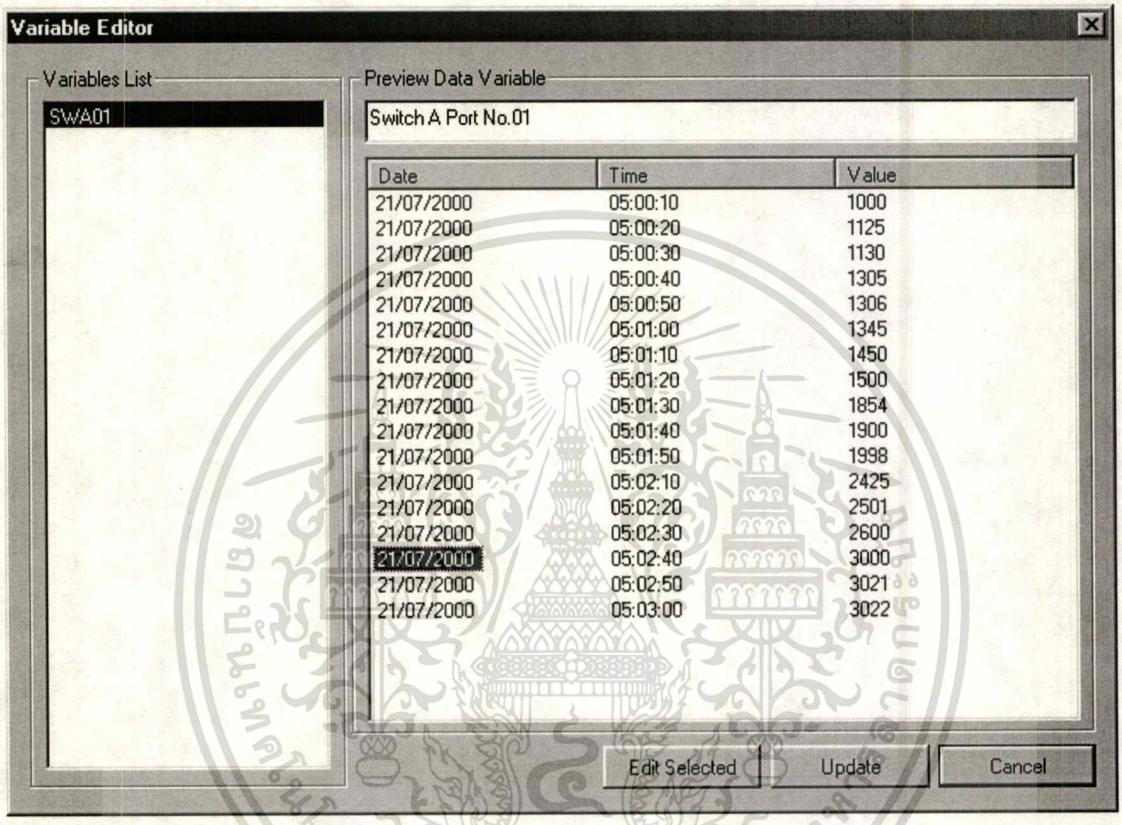
| | |
|---|---|
| Browse... | ใช้สำหรับเลือกไฟล์ที่ต้องการ Import เข้ามาใช้งาน |
| Preview | ใช้สำหรับแสดงข้อมูลภายในไฟล์ที่เลือก |
| Add new variable to list | ใช้สำหรับเพิ่มข้อมูลที่ Import เข้ามาเป็นตัวแปรเพื่อใช้งาน |
| Remove selected variable | ใช้สำหรับลบข้อมูลที่ Import เข้ามาแล้ว |

2.2 หน้าต่างย่อยสำหรับการ Export ข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Data/Export หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 8 ซึ่งผู้ใช้งานเพียงแค่เลือกตัวแปรที่ต้องการจาก Variable List จากนั้นก็กดปุ่ม Export ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการ Export ข้อมูล โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



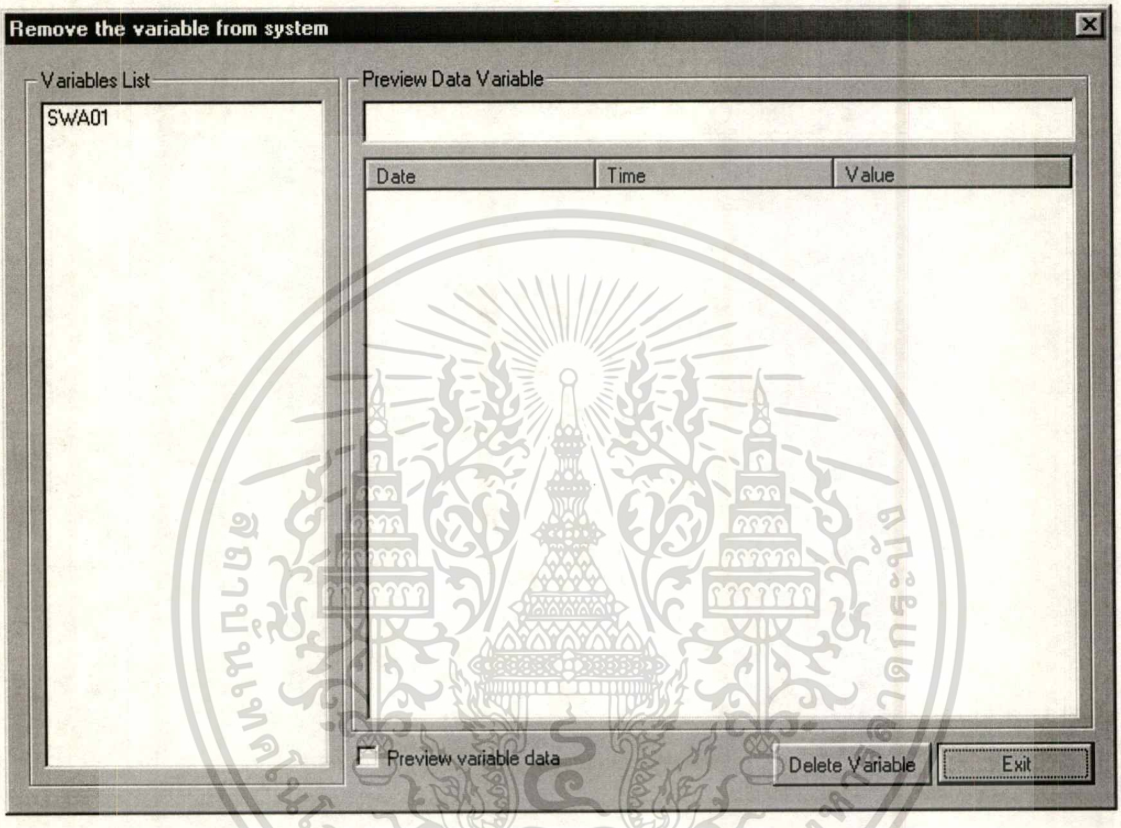

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

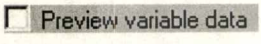
2.3 หน้าต่างย่อยสำหรับการแก้ไขข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Data/Edit หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 9 ซึ่งผู้ใช้งานเพียงแค่เลือกตัวแปรที่ต้องการจาก Variable List จากนั้นก็กดปุ่ม Edit Selected ก็จะสามารถแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการได้ทันที โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หน้าต่างย่อยสำหรับการลบข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Data/Remove หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 10 ซึ่งผู้ใช้งานเพียงแค่เลือกตัวแปรที่ต้องการจาก Variable List จากนั้นก็กดDelete Variable ก็จะสามารถลบข้อมูลที่ต้องการได้ทันที โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

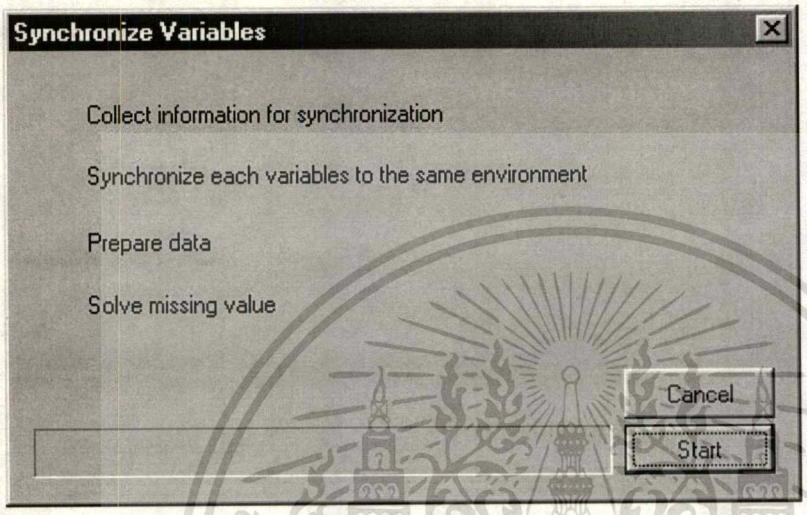


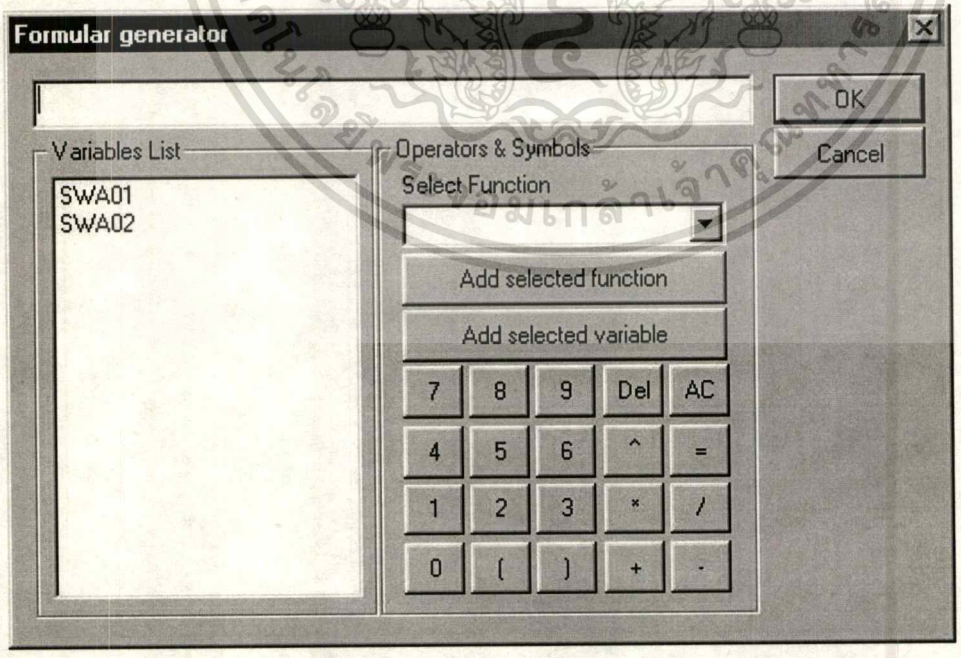

ใช้สำหรับขอดูข้อมูลภายในตัวแปรแต่ละตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หน้าต่างย่อยสำหรับการปรับสภาวะแวดล้อมของชุดข้อมูลเชิงเวลาทุกตัวให้เหมือนกันซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Data/Synchronize หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 11 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

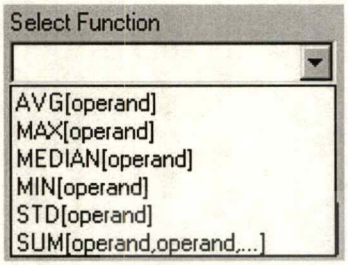



2.6 หน้าต่างย่อยสำหรับช่วยในการสร้างสูตรการคำนวณซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Formula/Generator หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 12

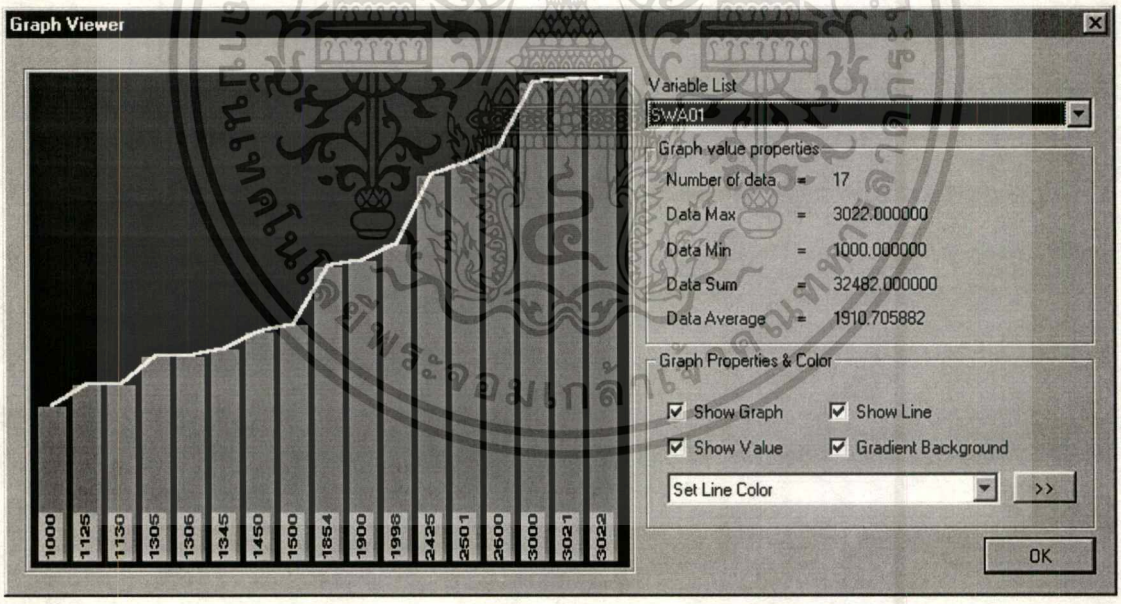


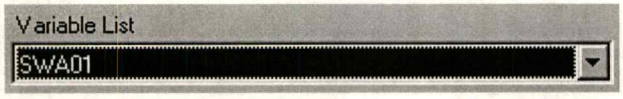

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนนี้ผู้ใช้งานสามารถเลือก Build-in Function เข้ามาใช้ในสูตรการคำนวณได้ที่รายการ Select Function ที่แสดงดังภาพต่อไปนี้



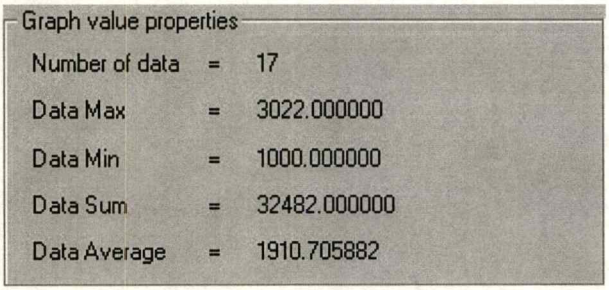

2.7 หน้าต่างย่อยสำหรับแสดงข้อมูลของตัวแปรในรูปแบบของกราฟซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Graph/View หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 13 ซึ่งในส่วนนี้สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลหรือสีของกราฟ พร้อมทั้งแสดงค่าเชิงสถิติของตัวแปรต่างๆที่เลือกให้แก่ผู้ใช้งานโดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



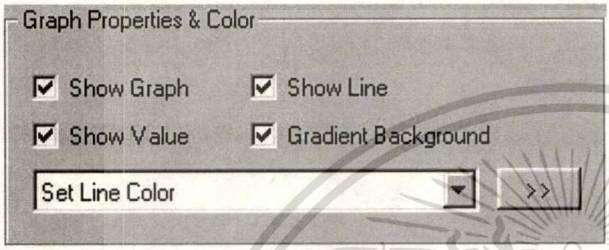




ส่วนที่ใช้สำหรับเลือกตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

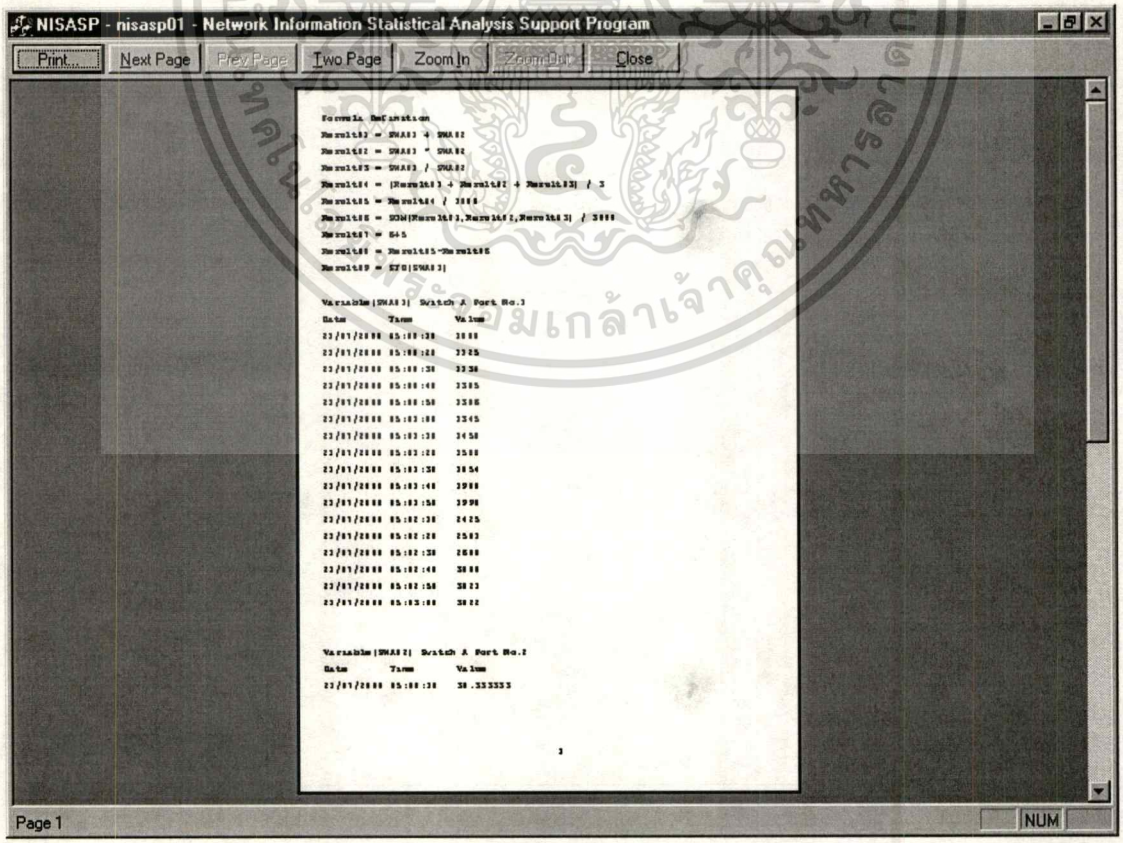



ส่วนที่ใช้สำหรับแสดงค่าเชิงสถิติ




ส่วนที่ใช้สำหรับปรับแต่งกราฟ

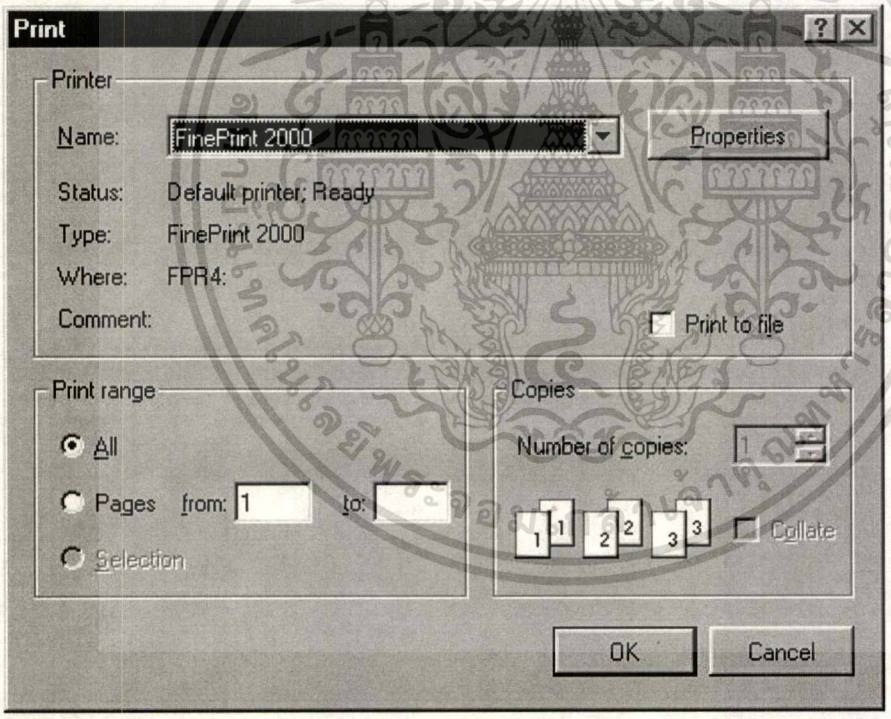
2.8 หน้าต่างย่อยสำหรับแสดงข้อมูลก่อนการพิมพ์ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู File/Print Preview หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 14 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

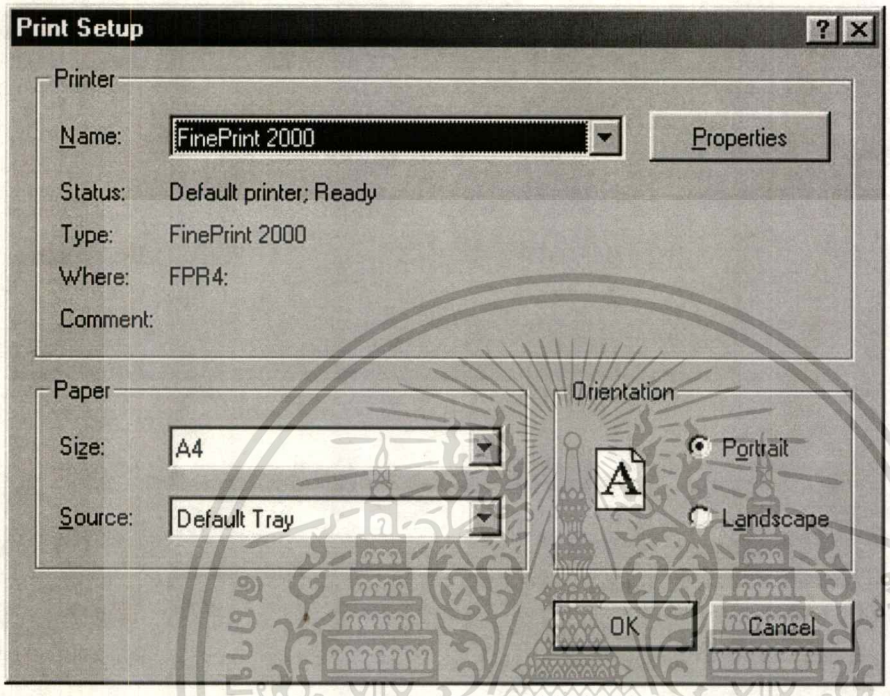
| | |
|---|---|
| Print... | ใช้สำหรับพิมพ์รายงานออกเครื่องพิมพ์ทันที |
| Next Page | ใช้สำหรับดูรายงานหน้าถัดไป |
| Prev Page | ใช้สำหรับดูรายงานหน้าก่อนหน้านี้ |
| Two Page | ใช้สำหรับดูรายงานครั้งละ 2 หน้า |
| Zoom In | ใช้สำหรับขยายภาพก่อนพิมพ์ |
| Zoom Out | ใช้สำหรับย่อภาพก่อนพิมพ์ |
| Close | ใช้สำหรับปิดหน้าต่างย่อยนี้ |

2.9 หน้าต่างย่อยสำหรับสร้างรายงานข้อมูลทางเครื่องพิมพ์ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู File/Print หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 15 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

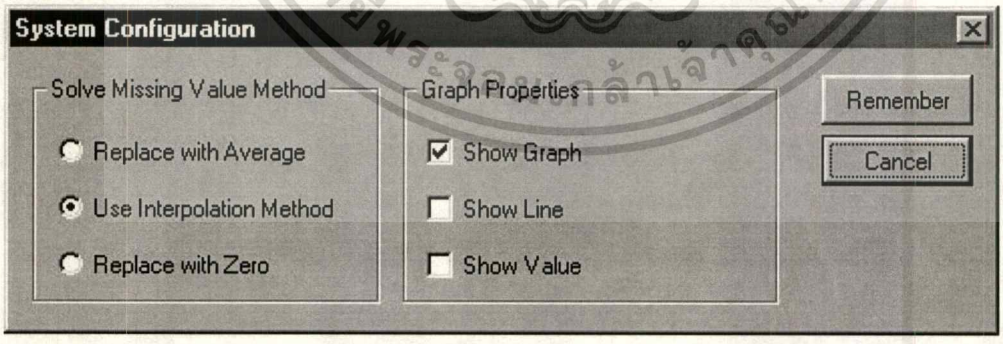



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 หน้าต่างย่อยสำหรับปรับแต่งเครื่องพิมพ์ซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู File/Print setup หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 16 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้




2.11 หน้าต่างย่อยสำหรับการปรับแต่งระบบของตัวโปรแกรมซึ่งสามารถเรียกได้จากเมนู Configuration/System หรือจากแถบเครื่องมือลำดับที่ 17 โดยสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้




โดยในส่วนนี้จะเป็นการกำหนดค่าให้กับวิธีการแก้ไขปัญหา Missing Value ที่เกิดจากกระบวนการปรับสภาวะแวดล้อมของชุดข้อมูลเชิงเวลาแต่ละชุดให้เท่ากัน อีกทั้งยังสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นของการแสดงผลด้วยกราฟด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อผู้เขียน** | **นายสุทธิศักดิ์ ลิ่วสกุล** |
| **สถานที่เกิด** | **นราธิวาส** |
| **วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี** | **วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์** |
| **สถานที่สำเร็จการศึกษา** | **มหาวิทยาลัยนเรศวร** |
| **ปีการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา** | 2540 |
| **อาชีพปัจจุบัน** | **พนักงานบริษัทเอกชน** |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้