



โปรแกรมเผยแพร่สัทโทกา

โปรแกรมเผยแพร่สัทโทกา (TOGA) ย่อมาจากคำว่า Timetables Optimised with Genetic Algorithms เป็นโปรแกรมเกี่ยวกับการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัย ใช้หลักการจัดด้วยยีนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms) โปรแกรมนี้พัฒนาโดย Dave Haynes โดยคุณลักษณะทั่วไปของโปรแกรมมีดังนี้

- 1) โปรแกรมจัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานสำหรับระดับอาจารย์และผู้บริหาร โดยการจัดตารางสอนสามารถจัดได้อย่างอัตโนมัติ
- 2) ลิขสิทธิ์ (Licence) การใช้งานโปรแกรม ผู้พัฒนาเผยแพร่สัทโทกาได้ GNU Public Licence และสนับสนุนการพัฒนาระบบการทำงาน โปรแกรม
- 3) โปรแกรมเขียนโดยใช้ภาษาชื่อ Python ซึ่งสามารถทำการประมวลผลได้ในระบบปฏิบัติการแบบ ยูนิกซ์ (Unix) และวินโดวส์ (Windows) การประมวลผลจะทำงาน โดยใช้บรรทัดคำสั่ง (Command Line)
- 4) สามารถประมวลผลซ้ำได้ หมายถึง คำตอบที่ได้จากการประมวลผลในแต่ละครั้งจะไม่ใช้คำตอบที่คงที่ เมื่อผลการจัดตารางสอนที่ได้ไม่เป็นที่พอใจ สามารถประมวลผลได้ใหม่
- 5) มีการพัฒนาระบบโปรแกรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 โดยมีทำการเผยแพร่การใช้งานผ่านระบบเครือข่ายเว็บไซต์ไวด์เว็บ ปัจจุบันมีการเผยแพร่การทำงานจำนวน 3 รุ่น
ในการวิจัยใช้รุ่น V 0.01.003 ทำการเผยแพร่เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2545

4.1 หลักการทำงาน

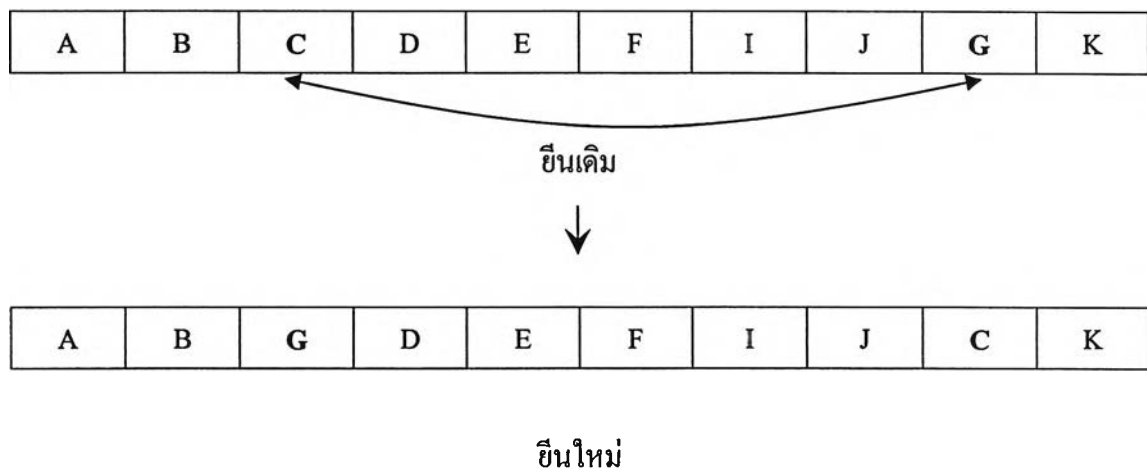
4.1.1 หลักการทำงานของยีนติกอัลกอริทึม [7]

เป็นการแก้ปัญหาโดยวิธีเชิงพันธุกรรม ใช้หลักการผสมยีน 2 อันเข้าด้วยกัน การผสมยีนโดยวิธีวิวัฒนาการมีทั้งหมด 3 วิธี คือ การสลับตำแหน่ง (Mutation) การวางสลับที่ (Inversion) และการข้ามฟาก (Crossover) วิธีการ 2 อันแรก การสลับตำแหน่งและการวางสลับที่ ใช้สำหรับการกระทำกับยีนเพียงอันเดียว การข้ามฟากจะต้องกระทำกับยีน 2 อัน เพื่อให้ได้ยีนอันใหม่เพียงอันเดียว ยีนแต่ละอันจะประกอบไปด้วยกลุ่มของโครโมโซมเรียงติดกันตามแนวยาว ความยาวของยีนจะถูกกำหนดโดยจำนวนโครโมโซม ซึ่งไม่เท่ากันในแต่ละปัญหาความหมายของโครโมโซม

ในการวิจัยในส่วนของการจัดตารางสอน ยีนติกอัลกอริทึมใช้วิธีในการแก้ปัญหา 2 วิธี คือ การสลับตำแหน่งและการข้ามฟาก หลักการของการทำงานในแต่ละวิธี ดังนี้

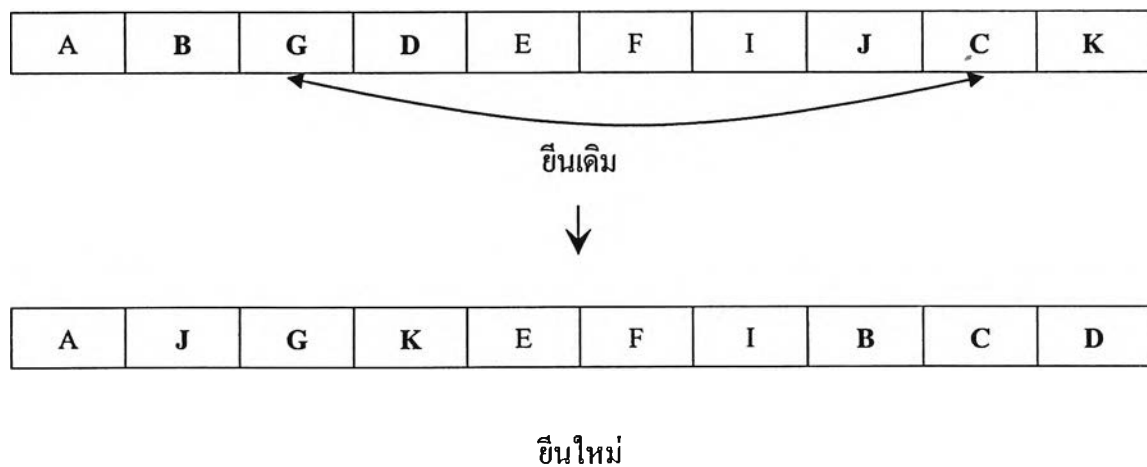
4.1.1.1 การสลับตำแหน่ง

วิธีการสลับตำแหน่งทำโดยการสุ่มโครโมโซม 2 อัน หรือมากกว่า 2 อัน แล้ว สลับโครโมโซมทั้ง 2 อัน หรือทั้งชุด สมมติว่ายีนอันหนึ่งประกอบด้วยโครโมโซมแทนด้วย A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K เราสลับตำแหน่งของ โครโมโซมของ G ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 ดังนี้



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการสลับตำแหน่งระหว่างโครโมโซมคู่

อาจสลับกลุ่มของโครโมโซมก็ได้ โดยสมมติใช้ตัวอย่างในรูป 4.1 การสลับกลุ่มโครโมโซม {B, C, D} และ {J, G, K} ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.2 ดังนี้



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการสลับตำแหน่งระหว่างกลุ่มของโครโมโซม

4.1.1.2 การข้ามฟาก

วิธีการข้ามฟากจะต้องอาศัยยีนเดิม 2 อัน มาสลับตำแหน่งของโครโมโซม (แต่ไม่สลับตำแหน่งแบบหัวข้อ 4.1.1.1) เพื่อให้ได้ยีนอันใหม่ การข้ามฟากระหว่างยีน 2 อันทำได้ 3 แบบ คือ การข้ามฟากโดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ การสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง และการสลับตำแหน่งแบบวงรอบ รายละเอียดของแต่ละวิธีสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสือที่ใช้อ้างอิง

4.1.2 โปรแกรมโทกา

โปรแกรมโทกาใช้ ยีนดิกอัลกอริทึม สำหรับหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimize) สำหรับหาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยในครั้งแรกคำตอบที่เป็นไปได้ถูกสร้างขึ้นจากการสุ่ม ต่อมานำมาจับคู่และสร้างคำตอบใหม่ โดยกระบวนการเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งจะมีแบบแผนเฉพาะตัวเรียกว่า รหัสพันธุกรรม (Genotype) ประกอบด้วยโมเลกุลยวาวๆมาต่อกัน ชุดของโมเลกุลเรียกว่าโครโมโซม โดยใช้วิธีการข้ามฟาก และการสลับตำแหน่งในการหาคำตอบใหม่ ซึ่งค่าที่เป็นไปได้แต่ละอันจะถูกประเมิน (Evaluated) หาค่าความเหมาะสม จากนั้นโปรแกรมจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุด เพื่อนำกลับไปเข้ากระบวนการทางธรรมชาติใหม่ในรอบต่อไป โดยหวังว่าจะได้คำตอบที่ดีขึ้นเรื่อยๆ

การจัดตารางสอนของโปรแกรมโทกานำหลักการของรหัสพันธุกรรมมาใช้ โดยแต่ละคาบในสัปดาห์เหมือนหนึ่งโมเลกุลในรหัสพันธุกรรม หนึ่งโมเลกุลเปรียบเหมือนอาร์เรย์ (Array) ขนาด 50 คาบ (10 คาบ×5วัน) ในแต่ละช่องบรรจุ รายวิชาและห้อง จากนั้นจะดำเนินการใช้หลักการข้ามฟากและสลับที่ของข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลการจัดตารางสอนชุดใหม่

คุณลักษณะ โดยทั่วไปและความสามารถของโปรแกรมโทกามี ดังนี้

- 1) สามารถจัดตารางสอนโดยคำนึงถึงผู้เรียน ผู้สอนพร้อมกัน หมายถึง โปรแกรมโทกาจะนำข้อมูลการลงทะเบียนของนิสิต และข้อมูลผู้สอนมาใช้ในการพิจารณาในการจัดตารางสอนให้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยการจัดที่คำนึงถึงผู้สอนจะจัดให้ไม่มีการชนกันของตารางการใช้ห้อง
- 2) สามารถใส่เงื่อนไขให้กับรายวิชาที่จำเป็นต้องใช้ห้องที่มีอุปกรณ์เฉพาะได้ เช่น วิชาปฏิบัติการเคมี ต้องการเรียนที่ห้องปฏิบัติการเคมี เท่านั้น สำหรับในการวิจัยนี้ยังไม่มีการใส่ข้อมูลอุปกรณ์เฉพาะ เนื่องจากในการวิจัยกำหนดให้ห้องมีคุณสมบัติของอุปกรณ์ประกอบของห้องเท่ากันทุกห้อง จึงยังไม่ได้กำหนดการใช้งานในส่วนนี้
- 3) สามารถกำหนดให้แต่ละวิชา มีผู้สอนได้มากกว่า หนึ่งคน และสามารถกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้ผู้สอนได้ หมายถึง สามารถใส่ค่าน้ำหนักการสอนให้ผู้สอนที่อยู่ภาคเดียวกันสามารถสอนแทนกันได้ สำหรับในการวิจัยนี้พิจารณาถึงการจัดตารางสอนปัจจุบันยังไม่มีการจัดการสอนให้สามารถสอนแทนกันได้ ดังนั้นในโปรแกรมจัดตารางสอนจึงยังไม่ได้ใส่เงื่อนไขของการสอน

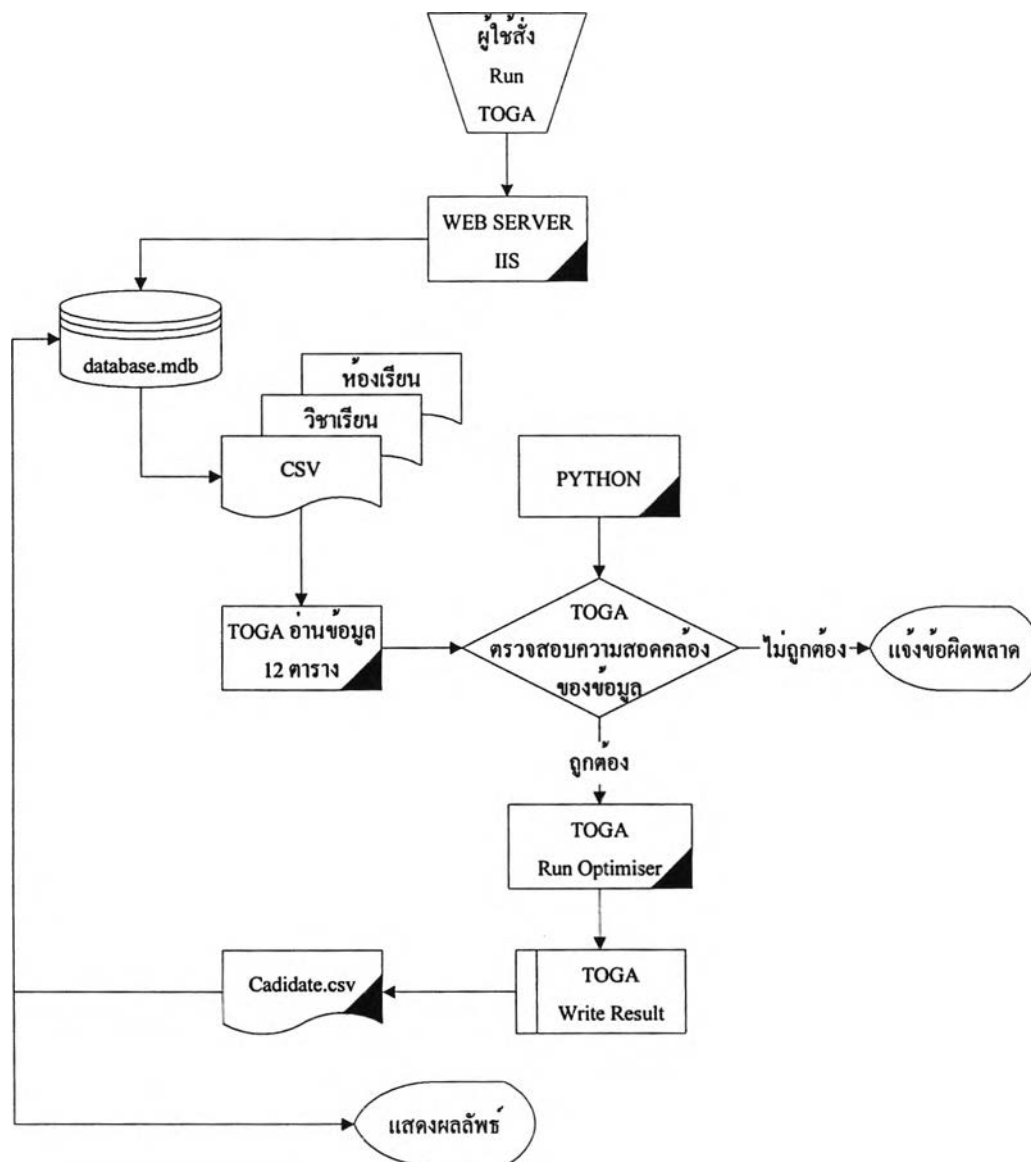
แทนกัน เพื่อให้ผลการจัด ไม่มีความหลากหลายของคำตอบเมื่อนำมาใช้สำหรับการประเมินการจัด
ตารางสอน

4) สามารถแสดงตารางสอนของผู้สอนแต่ละคนได้ โดยการแสดงผลสามารถแสดงเป็น
หน้าเว็บเพจได้ สำหรับในการวิจัยประยุกต์ในเรื่องของการแสดงตารางสอนของผู้สอนในรูปแบบ
ของตารางการใช้ห้อง

5) สามารถแสดงตารางการใช้ห้องแต่ละห้องได้ ในการใช้งาน โปรแกรมในส่วนของ
ตารางการใช้ห้องจะหมายถึงตารางสอนของแต่ละห้องที่มีการจัด

6) สามารถแสดงตารางการจัดตารางแต่ละรายวิชาได้ การวิจัยนี้สามารถแสดงตารางการ
ใช้ห้อง ได้จากการค้นหาที่ข้อมูลรายวิชา เพื่อให้ระบบมีความเชื่อมโยงในเรื่องของการแสดงผลได้
ในหลากหลายรูปแบบ

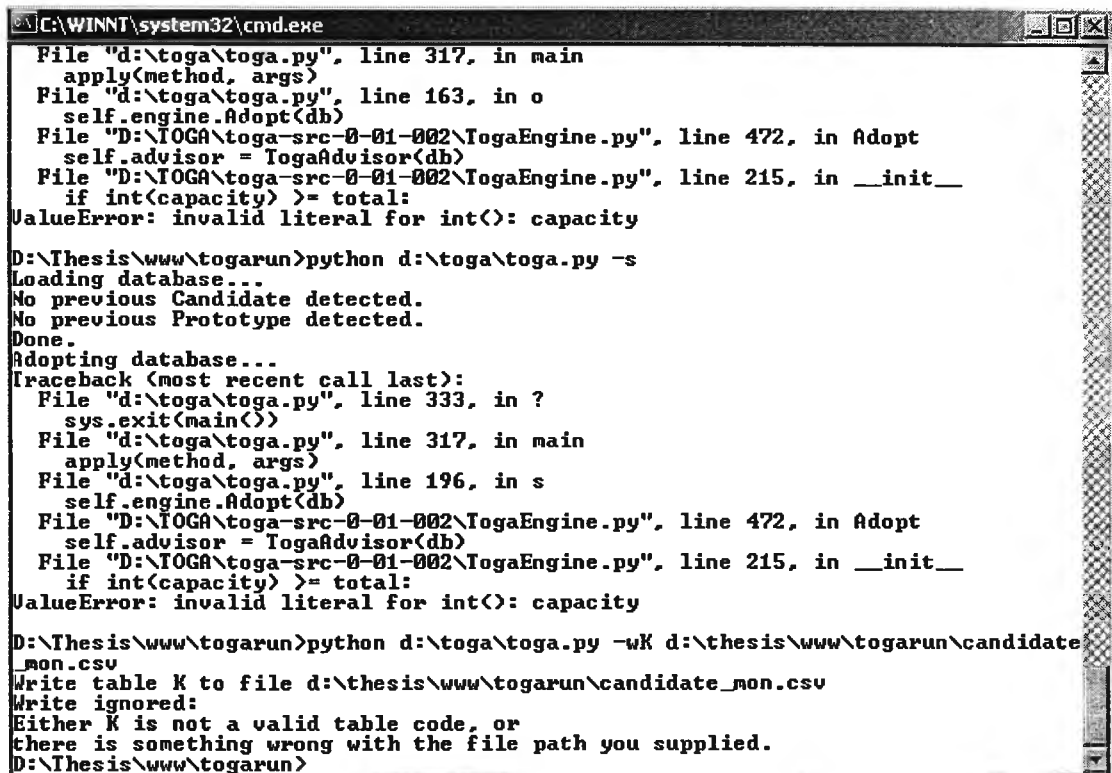
4.1.2 การเชื่อมโยงการทำงานระหว่างโปรแกรมโทกากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 4.3 การเชื่อมโยงการทำงานระหว่างโปรแกรมกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จากรูปที่ 4.3 ระบบการทำงานของโปรแกรมโทกาจะสามารถเชื่อมโยงเข้ากับระบบเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ โดยเมื่อเริ่มต้นใช้งานเมื่อผู้ใช้งานต้องการประมวลผลโปรแกรมโทกา จะส่งคำสั่งไปให้โปรแกรม Web Server IIS สืบค้นฐานข้อมูลและสร้าง Text File ที่ต้องใช้ในการประมวลผลจากตารางข้อมูลจำนวน 12 ตาราง ซึ่งการทำงานที่ระบบฐานข้อมูลระบบการทำงานจะไปเลือกไฟล์ที่เป็น .csv แล้วทำการตรวจสอบตารางทั้ง 12 ตาราง ถ้าการตรวจสอบไฟล์พบข้อผิดพลาดโปรแกรมจะแจ้งข้อผิดพลาดให้ทราบว่ามีผิดพลาดที่ส่วนใดของข้อมูล (รูปที่ 4.4) ซึ่งการผิดพลาดอาจเกิด

มาจากการใส่ข้อมูลไม่ครบ ถ้าไม่พบข้อผิดพลาดจากการตรวจสอบข้อมูลจากนั้นโปรแกรมโทกาจะทำการประมวลผลโดยการทำงานอยู่ภายใต้โปรแกรม Python แล้วทำการประมวลผลโดยการหาค่าที่ดีที่สุด เมื่อประมวลผลเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะสร้างไฟล์ชื่อ Candidate.csv เก็บผลลัพธ์ของการจัดตารางสอน จากนั้นก็จะเก็บค่าผลลัพธ์ไปไว้ยังฐานข้อมูลและจะสามารถแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอได้



```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
File "d:\toga\toga.py", line 317, in main
  apply(method, args)
File "d:\toga\toga.py", line 163, in o
  self.engine.Adopt(db)
File "D:\TOGA\toga-src-0-01-002\togaEngine.py", line 472, in Adopt
  self.advisor = TogaAdvisor(db)
File "D:\TOGA\toga-src-0-01-002\togaEngine.py", line 215, in __init__
  if int(capacity) >= total:
ValueError: invalid literal for int(): capacity

D:\Thesis\www\togarun>python d:\toga\toga.py -s
Loading database...
No previous Candidate detected.
No previous Prototype detected.
Done.
Adopting database...
Traceback (most recent call last):
  File "d:\toga\toga.py", line 333, in ?
    sys.exit(main())
  File "d:\toga\toga.py", line 317, in main
    apply(method, args)
  File "d:\toga\toga.py", line 196, in s
    self.engine.Adopt(db)
  File "D:\TOGA\toga-src-0-01-002\togaEngine.py", line 472, in Adopt
    self.advisor = TogaAdvisor(db)
  File "D:\TOGA\toga-src-0-01-002\togaEngine.py", line 215, in __init__
    if int(capacity) >= total:
ValueError: invalid literal for int(): capacity

D:\Thesis\www\togarun>python d:\toga\toga.py -wK d:\thesis\www\togarun\candidate_mon.csv
Write table K to file d:\thesis\www\togarun\candidate_mon.csv
Write ignored:
Either K is not a valid table code, or
there is something wrong with the file path you supplied.
D:\Thesis\www\togarun>

```

รูปที่ 4.4 การแจ้งข้อผิดพลาดเมื่อมีการตรวจสอบไฟล์

4.2 โครงสร้างฐานข้อมูลโปรแกรม

เมื่อมีการติดตั้งโปรแกรมโทกา โปรแกรมจะมีโครงสร้างฐานข้อมูลของโปรแกรม จะประกอบด้วยตารางจำนวน 12 ตาราง โดยข้อมูลที่บรรจุโครงสร้างฐานข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผลข้อมูลจะเก็บไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel นามสกุล .csv เป็นตารางข้อมูลที่บันทึกข้อสนเทศรายละเอียดของแต่ละตารางได้ที่ภาคผนวก ข ข้อมูลในแต่ละตารางประกอบด้วย

- | | |
|--------------------|--|
| 1) ResourceTable | หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสอุปกรณ์ ประเภทอุปกรณ์ |
| 2) LocationTable | หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสห้อง ความจุห้อง |
| 3) DepartmentTable | หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสภาควิชา ชื่อภาควิชา |

4) StaffTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสอาจารย์ ชื่อ นามสกุล คำนำหน้า ชื่อย่อ
5) PupilTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสนิสิต ชื่อ นามสกุล คำนำหน้า เพศ วันเกิด
6) SlotTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสคาบเวลา เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุด
7) FacilityTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสห้อง รหัสอุปกรณ์
8) CourseTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสวิชา รหัสภาควิชา ชื่อวิชา
9) CommitmentTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสผู้สอน รหัสภาควิชา นำหน้าการสอน
10) LessonTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสวิชา ตอนเรียน
11) EnrolmentTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสภาควิชา รหัสนิสิต
12) RequirementTable	หมายถึง ตารางซึ่งประกอบด้วยรหัสวิชา ตอนเรียน รหัสอุปกรณ์

4.3 การประมวลผลของโปรแกรม

การใช้งานตารางในฐานข้อมูลจะถูกกำหนดลำดับขั้นตอนในการใช้งานตารางออกเป็นกลุ่มๆ ในการแบ่งขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนจะใช้ชื่อว่า Tier ซึ่งแบ่ง Tier จะใช้เรียกจากการแบ่งกลุ่มตารางในฐานข้อมูลจำนวน 12 ตารางออกเป็น 5 กลุ่ม โดยที่ระบบการทำงานของโปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยการตรวจสอบความถูกต้องจากข้อมูลตารางในกลุ่มที่หนึ่งซึ่งก็คือ Tier 0 ให้เสร็จก่อน ต่อจากนั้นจึงดำเนินการในกลุ่มที่สอง Tier 1 ต่อ โปรแกรมจะดำเนินการตรวจสอบไปจนถึง Tier 3 ก็จะได้ผลการจัดตารางสอน

สำหรับในการวิจัยในครั้งนี้การประมวลผลการทำงานของการจัดตารางสอนใช้หลักการประมวลผลถึงขั้นตอนที่เรียกว่า Tier 3 เนื่องจากในขั้นตอนนี้จะได้ผลลัพธ์เป็นตารางสอนซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้ ส่วนขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมอยู่ระหว่างการพัฒนา โดยระดับ 4 จะเพิ่มความสามารถในการจัดอุปกรณ์การสอนในห้องตามความต้องการได้ เช่น ต้องการจัดห้องที่มีอุปกรณ์ประกอบห้องคือ โปรเจคเตอร์ โปรแกรมก็จะจัดหาห้องที่มีโปรเจคเตอร์ให้ได้ตามความต้องการ รายละเอียดการแบ่งกลุ่มของ Tier จะประกอบด้วยตารางข้อมูล ดังนี้

Tier 0 tables

เมื่อเริ่มการประมวลผลโปรแกรมจะทำการตรวจสอบตารางข้อมูลในระบบ โดยขั้นตอนนี้ (Tier) 0 ประกอบด้วยตารางดังนี้

- 1) ResourceTable
- 2) LocationTable
- 3) DepartmentTable
- 4) StaffTable
- 5) PupilTable
- 6) SlotTable

Tier 1 tables

ชั้นตอนที่ 1 จะเริ่มทำการตรวจสอบข้อมูลก็ต่อเมื่อโปรแกรมได้ทำการตรวจสอบข้อมูลชั้นตอนที่ 0 ไปเรียบร้อยแล้ว โดยชั้นตอนที่ (Tier) 1 ประกอบด้วยตารางดังนี้

- 7) FacilityTable
- 8) CourseTable
- 9) CommitmentTable

Tier 2 tables

ชั้นตอนที่ 2 จะเริ่มทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อโปรแกรมได้ทำการประมวลผลข้อมูลระดับ 1 ไปเรียบร้อยแล้ว โดยชั้นตอนที่ (Tier) 2 ประกอบด้วยตารางดังนี้

- 10) LessonTable
- 11) EnrolmentTable

Tier 3 tables

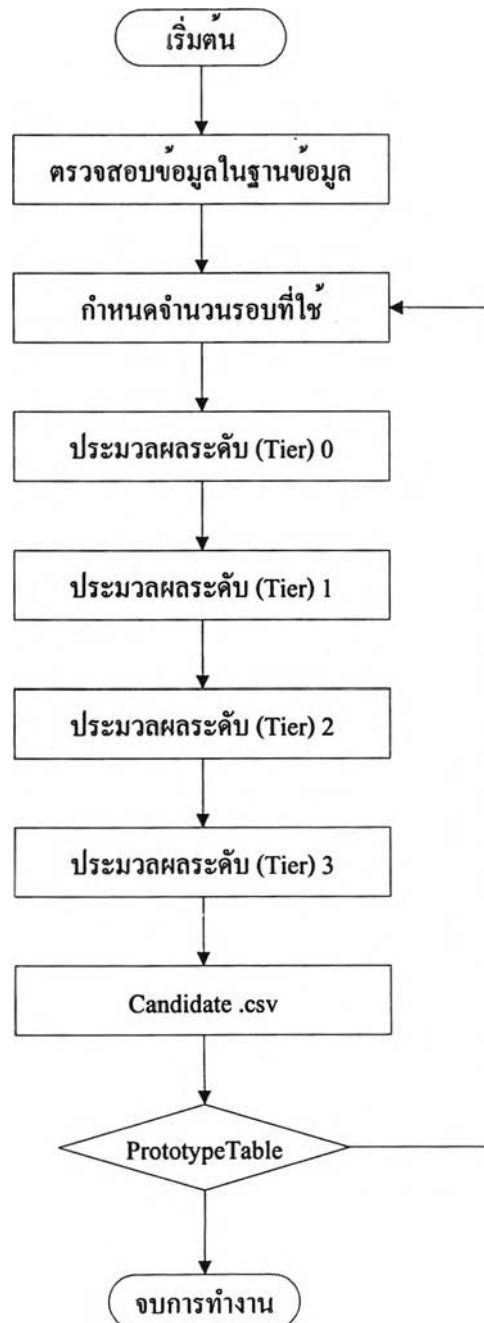
ระดับ 3 จะเริ่มทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อโปรแกรมได้ทำการประมวลผลข้อมูลระดับ 2 ไปเรียบร้อยแล้ว

- 12) RequirementTable

ในชั้นตอนนี้โปรแกรมจะสร้างตารางที่ชื่อว่า CandidateTable จะเป็นตารางคำตอบที่ได้ทำการสร้างระหว่างการทำงานโปรแกรม

สรุปขั้นตอนในการประมวลผลโปรแกรมเริ่มจากการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลว่ามีข้อมูลในระบบถูกต้องรึยัง จากนั้นกำหนดจำนวนรอบที่จะทำการประมวลผล เมื่อมีการประมวลผลระบบจะทำการประมวลผลจาก Tier 0 จนถึง Tier 3 โปรแกรมจะดำเนินการประมวลผลจนกระทั่งได้ผลลัพธ์จะเก็บอยู่ในตารางชื่อ Candidate.csv จากนั้นในการประยุกต์ใช้งานในระบบการจัด

ตารางสอนจะทำการนำเข้าคำตอบที่ได้ไปสู่ตาราง PrototypeTable เพื่อสำหรับดูผลการจัดตารางสอนและข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับตัดสินใจในการที่จะทำการประมวลผลการจัดใหม่หรือใหม่ ถ้าทำการจัดใหม่ก็กลับไปสู่ขั้นตอนของการเลือกจำนวนรอบที่ต้องการใช้ในการประมวลผล ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผังขั้นตอนการประมวลผลด้วยโปรแกรมโทกา

4.4 การติดตั้ง

ก่อนการใช้งานจะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมสองส่วนคือ โปรแกรมโทกา และโปรแกรมแปลภาษาชื่อ Python ซึ่งโปรแกรมทั้งสองสามารถดาวน์โหลดได้จากอินเทอร์เน็ต ขั้นตอนปฏิบัติมีดังนี้

1) ถ้ายังไม่เคยมีการติดตั้งโปรแกรมทั้งสอง ให้ทำการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมแปลภาษาชื่อ Python ได้จาก <http://www.python.org>

2) ดาวน์โหลดโปรแกรมโทกาได้จาก <http://www.thuswise.co.uk> ในตัวโปรแกรมจะปรากฏไฟล์ให้เลือกใช้สำหรับระบบปฏิบัติการที่ต้องการได้ทั้งระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) และยูนิกซ์ (Unix) โดยไฟล์ที่ปรากฏสองไฟล์คือ

toga-src-0-01-002.zip

toga-src-0-01-002.tar.gz

“src” หมายถึง ไฟล์ที่บรรจุ Source Code ของ python

“0” หมายถึง เวอร์ชันหลัก

“01” หมายถึง เวอร์ชันรอง

“002” หมายถึง หมายเลขรหัสที่สร้าง

“zip” หมายถึง ไฟล์บีบอัดจะต้องทำการขยายโดยใช้ไฟล์ Winzip

“tar.gz” หมายถึง ไฟล์บีบอัดที่ใช้กับระบบยูนิกซ์

3) จากนั้นทำการติดตั้งโปรแกรมโทกาลงในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยการขยาย (Unpack) ไฟล์โทกาไว้ยังแหล่งที่ต้องการทำการใช้งานโปรแกรม

4.5 การใช้โปรแกรม

4.5.1 การเตรียมข้อมูล

เมื่อมีการเตรียมโครงสร้างฐานข้อมูลในข้อ 4.2 เรียบร้อยแล้ว การนำข้อมูลที่ต้องการใช้ในการจัดตารางสอนมาใส่ในฐานข้อมูล ขั้นแรกให้ไปที่ไฟล์ชื่อ Togarun ใน Togarun จะปรากฏตารางโครงสร้างข้อมูลจำนวน 12 ตารางที่ได้ทำการเตรียมไว้ จากนั้นจะดำเนินการใส่ข้อมูลลงในตารางต่างๆ การใส่ข้อมูลสามารถใส่ตารางใดก่อนก็ได้ เช่น เมื่อไปที่ไฟล์ชื่อ CourseTable ข้อมูลที่ต้องใส่ในฟิลด์ประกอบด้วย รหัสวิชา รหัสภาควิชา และชื่อวิชา จากดำเนินการใส่ข้อมูลลงในตารางการใส่ข้อมูลจะต้องใส่ตามเงื่อนไขที่เราต้องการใช้ในการประมวลผล หมายถึงถ้ามีการกำหนดเงื่อนไขของการใช้งานโปรแกรมเพิ่ม เช่น ต้องการให้โปรแกรมจัดเฉพาะวันจันทร์ ในตารางที่เกี่ยวข้องกับวันที่ใช้จัด ก็จะต้องใส่เฉพาะข้อมูลวันจันทร์เท่านั้น ถ้าใส่วันอื่นๆเข้าไปด้วยโปรแกรมก็จะนำมาใช้ในการประมวลผลด้วย ถ้าไม่มีการกำหนดเงื่อนไขใดๆเพิ่มเติม สามารถนำ

ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ว่าจะอยู่ในรูปข้อมูลกระดาษ ก็จะทำให้การคีย์ข้อมูลเข้าไปที่ตารางหรือถ้ามีข้อมูลอยู่ในรูปไฟล์ดิจิทัลอยู่แล้ว สามารถนำเข้าได้เลยโดยใส่ข้อมูลให้ตรงตามฟิลด์ที่ระบุไว้ว่าแต่ละฟิลด์ต้องประกอบด้วยข้อมูลอะไรบ้าง

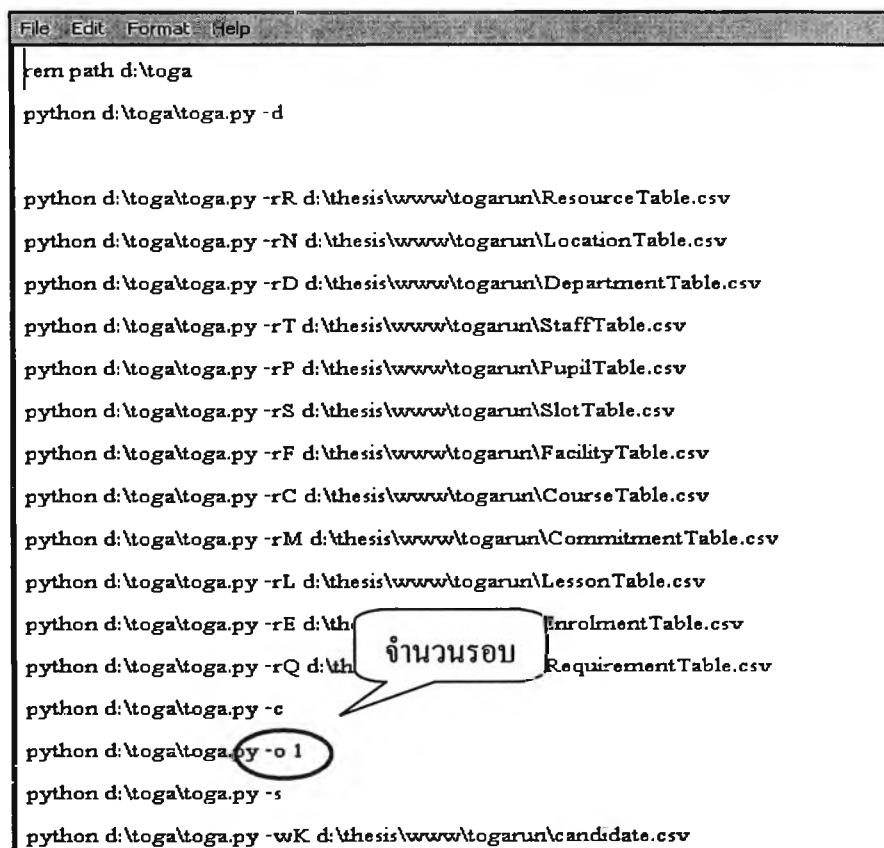
4.5.2 การประมวลผล

ขั้นตอนที่แสดงจะเป็นขั้นตอนในการประมวลผลสำหรับการประมวลผลจากบรรทัดคำสั่ง (Command Line) เมื่อได้ทำการใส่ข้อมูลลงไปในไฟล์ที่เตรียมไว้แล้ว สามารถทำการประมวลผลได้ดังนี้

- 1) ไปที่โปรแกรม Notepad เปิดไฟล์ชื่อ Togarun จะพบไฟล์นามสกุล .bat (รูปที่ 4.4) จากนั้นเปิดไฟล์ที่จะใช้ในการประมวลผล



รูปที่ 4.6 ไฟล์นามสกุล .bat



```

rem path d:\toga
python d:\toga\toga.py -d

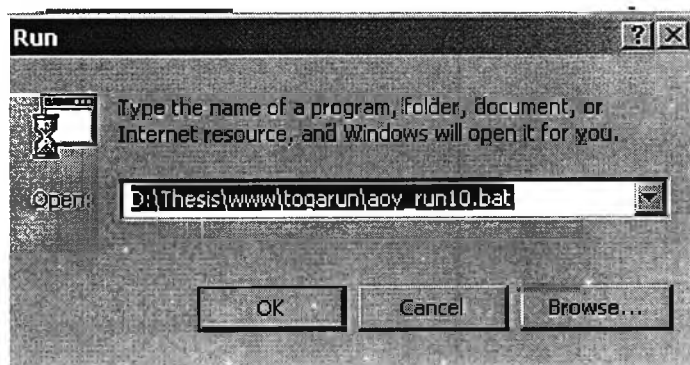
python d:\toga\toga.py -rR d:\thesis\www\togarun\ResourceTable.csv
python d:\toga\toga.py -rN d:\thesis\www\togarun\LocationTable.csv
python d:\toga\toga.py -rD d:\thesis\www\togarun\DepartmentTable.csv
python d:\toga\toga.py -rT d:\thesis\www\togarun\StaffTable.csv
python d:\toga\toga.py -rP d:\thesis\www\togarun\PupilTable.csv
python d:\toga\toga.py -rS d:\thesis\www\togarun\SlotTable.csv
python d:\toga\toga.py -rF d:\thesis\www\togarun\FacilityTable.csv
python d:\toga\toga.py -rC d:\thesis\www\togarun\CourseTable.csv
python d:\toga\toga.py -rM d:\thesis\www\togarun\CommitmentTable.csv
python d:\toga\toga.py -rL d:\thesis\www\togarun\LessonTable.csv
python d:\toga\toga.py -rE d:\thesis\www\togarun\EnrolmentTable.csv
python d:\toga\toga.py -rQ d:\thesis\www\togarun\RequirementTable.csv
python d:\toga\toga.py -c
python d:\toga\toga.py -o 1
python d:\toga\toga.py -s
python d:\toga\toga.py -wK d:\thesis\www\togarun\candidate.csv

```

รูปที่ 4.7 การเปิดไฟล์จาก Notepad

จากรูปที่ 4.5 ข้อมูลที่แสดงใน Notepad จะแสดงรายละเอียดของไฟล์ที่จะทำการประมวลผล จำนวนรอบ ถ้าต้องการประมวลผลกี่รอบก็สามารถใส่ตัวเลขจำนวนรอบลงได้

2) เมื่อใส่จำนวนรอบที่ต้องการใช้ในการประมวลผลแล้ว การประมวลผลจะใช้บรรทัดคำสั่ง (Command Line) แล้วทำการเลือกแหล่งข้อมูลที่ต้องการประมวลผล (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.8 ใส่แหล่งข้อมูลในการประมวลผลจากบรรทัดคำสั่ง

3) ทำการประมวลผลโปรแกรม ในการประมวลผลจะแสดงเวลาโดยประมาณที่ใช้สำหรับประมวลผล ข้อมูลยิ่งมากเวลาที่ใช้การประมวลก็จะเพิ่มขึ้น ดังแสดงจากรูปที่ 3.3

```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
Enrolment Table read successfully.
D:\Thesis\www\togarun>python d:\toga\toga.py -rQ d:\thesis\www\togarun\RequirementTable.csv
Requirement Table read successfully.
D:\Thesis\www\togarun>python d:\toga\toga.py -c
Loading database...
No previous Prototype detected.
Done.
Checking foreign keys...
Done.
Integrity check is complete.
D:\Thesis\www\togarun>python d:\toga\toga.py -o 2
Loading data...
No previous Prototype detected.
Done.
Adopting data...
Timing Estimation:
1100 seconds per generation
36 minutes until end of optimisation
Generating a population from previous session...
  
```

รูปที่ 4.9 แสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยประมาณ

4) เมื่อประมวลผลเรียบร้อยแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่แหล่งข้อมูลของโปรแกรม โดยเก็บอยู่ที่ไฟล์ชื่อ Candidate.csv ไฟล์นี้จะมีเตรียมไว้แล้วในระบบโปรแกรม

4.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

ผลลัพธ์จากไฟล์ชื่อ Candidate.csv จะประกอบด้วยข้อมูลรหัสวิชา จำนวนคาบ รหัสผู้สอน รหัสอาคาร และรหัสเวลา เมื่อได้ผลลัพธ์จาก Candidate.csv ในการวิจัยออกแบบให้มีการนำเอาผลลัพธ์จาก Candidate.csv ไปสู่ฐานข้อมูลใน MS ACCESS โดยสร้างไฟล์ชื่อ PrototypeTable เพื่อไว้สำหรับการเรียกแสดงผลในระบบโปรแกรม

4.7 การนำโปรแกรมไปใช้ในการวิจัย

การวิจัยได้นำโปรแกรมโทกามาใช้ในการจัดการการสอน โดยมีการประยุกต์ข้อมูลในโครงสร้างฐานข้อมูลให้สามารถนำมาใช้งานได้กับข้อมูลการจัดการการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งใช้ข้อมูลในการจัดการการสอนจาก จท 92 การนำโปรแกรมมาใช้งานจะมีการประมวลผลการจัดการสอนออกเป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 จัดโดยอัตโนมัติ โดยใช้ข้อมูลการจัดชุดเกี่ยวกับการจัดด้วยมือ สำหรับการจัดการกรณีนี้ เนื่องจากการจัดด้วยมือมีการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการจัด เช่น มีการจัดลำดับรหัสวิชา การพิจารณา

ใช้ห้องชั้นล่างก่อน ในการวิจัยจะพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้การจัดด้วยโปรแกรมโทกามาสรูปถึง ลักษณะการจัดและความสามารถในการจัดเมื่อเทียบกับการจัดแบบจัดด้วยมือ การพิจารณาผลการ ทำงานของโปรแกรมจะพิจารณาจากลักษณะการจัดห้องเรียน เวลาเรียน และอัตราการใช้ห้อง

กรณีที่ 2 จัดโดยอัตโนมัติ มีการกำหนดเงื่อนไขการจัด เพื่อพิจารณาความสามารถในการจัด เมื่อมีการกำหนดปัจจัยที่ต้องใช้ให้กับโปรแกรม โดยให้มีการจัดเฉพาะวิชาบรรยาย 3 หน่วยกิต จัด เฉพาะวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ การพิจารณาผลการทำงานของโปรแกรมจะพิจารณาจากจำนวน รายวิชาที่ใช้จัดในแต่ละช่วงเวลาเปรียบกับแบบจัดด้วยมือ

กรณีที่ 3 จัดโดยมีการกำหนดเงื่อนไขให้ความต้องการใช้ห้องมีมากกว่าจำนวนห้อง