สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมสำหรับ สร้าง และ ทดสอบ FINITE AUTOMATA

FINITE AUTOMATA CREATION AND TEST PROGRAM

T051786

วิศิษฐ์ สุดโนรีกูล
แสงเดือน วีรชาติวัฒนา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51786
วัน,เดือน,ปี 29 ก.ค. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....
i.....

FINITE AUTOMATA CREATION AND TEST PROGRAM

VISIT SUDNOREEKUL

SAENGDUAN WEERACHARTWATTANA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำหรับ สร้าง และ ทดสอบ FINITE AUTOMATA FINITE AUTOMATA CREATION AND TEST PROGRAM
ชื่อนักศึกษา	นายวิศิษฐ์ สุดโนรีกูล 43050414 นางสาวแสงเดือน วีรชาติวัฒนา 43050431
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2546

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	อ.วีระชัย ตันยะสิทธิ์	
กรรมการ	ดร.นันทิกา เบญจเทพานันท์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำหรับ สร้าง และ ทดสอบ FINITE AUTOMATA
	FINITE AUTOMATA CREATION AND TEST PROGRAM
ชื่อนักศึกษา	นายวิศิษฐ์ สุดโนรีกูล 43050414
	นางสาวแสงเดือน วีรชาติวัฒนา 43050431
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2546
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยสร้างและทดสอบการทำงานของ Finite Automata ทั้งแบบ ดีเอฟเอและเอ็นเอฟเอ เพื่อจะช่วยในการเรียนการสอนวิชาทฤษฎีการคำนวณและวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้งานสามารถสร้าง Finite Automata โดยระบุพารามิเตอร์ที่จำเป็น จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้าง Transition กราฟที่ต้องการ ผู้ใช้สามารถทดสอบการทำงานของ Automata ที่ออกแบบไว้โดยการป้อน String รับเข้าสำหรับทดสอบ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังสามารถแปลงจากเอ็นเอฟเอไปเป็นดีเอฟเอได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Finite Automata Creation and Test Program
Student	Mr.Visit Sudnoreekul 43050414
	MissSaengduan Weerachartwattana 43050431
Degree	Bachelor of Science
Department	Mathematics and Computer Science, Faculty of Science
Programme	Computer Science
Academic Year	2003
Special Project Advisor	Asst.Prof.Dr.Sarun Intakosum

ABSTRACT

The purpose of this special project is to develop a program to create and test the work of Finite Automata, both Deterministic (DFA) and Nondeterministic (NFA), to support the Computation Theory and related courses. The Finite Automata is easily created by users enter the required parameters, and the program can then automatically generate the transition graph. User can test the correction of the designed automaton by entering test-input strings, the program will show step-by-step on how the automata work on such strings. The program also allows the conversion from NFA to DFA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องโปรแกรมสร้างและทดสอบ Finite Automata สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะหลายปัจจัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรัณย์ อินทโกสุม ที่ให้แนวทางในการปรึกษาอันก่อให้เกิดความคิดที่สามารถแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ รวมทั้ง เพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญรูป.....VIII

บทที่1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา.....1
1.5 ขอบเขตของปัญหา.....1
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 ออโตมาตา.....3
2.1.1 ออโตมาตาจำกัดเชิงกำหนด หรือดีเอฟเอ (Deterministic Finite Automata).....3
2.1.1.1 นิยามของออโตมาตาจำกัดเชิงกำหนด (DFA).....4
2.1.1.2 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ ดีเอฟเอ.....4
2.1.1.3 แผนภาพการผ่าน (Transtion diagram) ของ ดีเอฟเอ.....5
2.1.2 ออโตมาตาจำกัดเชิงไม่กำหนด หรือเอ็นเอฟเอ (Nondeterministic Finite Automata).....6
2.1.2.1 นิยามของออโตมาตาจำกัดเชิงไม่กำหนด (NFA).....6
2.1.2.2 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ เอ็นเอฟเอ.....7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.2.3 แผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของ เอ็นเอฟเอ.....7
2.1.2.4 นิยามของออโตมาตาจำกัดเชิงไม่กำหนดที่มีการย้ายโดย-Ɛ(NFA with Ɛ-moves).....8
2.1.2.5 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ เอ็นเอฟเอ ที่มีการย้ายโดย Ɛ.....9
2.1.2.6 แผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของ เอ็นเอฟเอ ที่มีการย้ายโดย-Ɛ...9
2.1.3 การสมมูลกันของดีเอฟเอ เอ็นเอฟเอ และเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-Ɛ.....10
2.1.3.1 การแปลงจาก เอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ.....10
2.1.3.2 การแปลงจากเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-Ɛ ไปเป็น เอ็นเอฟเอ.....13

บทที่3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม.....16
3.1 การออกแบบระบบงาน.....16
3.2 โครงสร้างข้อมูล.....16
3.3 อัลกอลิทึม.....17
3.3.1 อัลกอลิทึมของการทดสอบ DFA.....17
3.3.2 อัลกอลิทึมของการทดสอบ NFA.....19
3.3.2.1 การทดสอบ NFA without Ɛ-moves.....19
3.3.2.2 การทดสอบ NFA with Ɛ-moves.....21
3.3.3 อัลกอลิทึมของการแปลงจาก NFA ไปเป็น DFA.....23
3.3.4 อัลกอลิทึมของการแปลงจาก NFA with Ɛ-moves ไปเป็น NFA without Ɛ-moves.....25
3.4 ส่วนประกอบของโปรแกรม.....27
3.4.1 FrmMain.....28
3.4.2 FrmMenu.....29
3.4.3 FrmDefineDFA.....31
3.4.4 FrmDefineNFA.....36
3.4.5 FrmTranDFA.....41
3.4.6 FrmTranNFA.....42
3.4.7 FrmNFAtoDFA.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.8 FrmWithemoves..... 48

บทที่4 ผลที่ได้จากการทดลอง..... 54

4.1 การทำงานของโปรแกรม..... 54

บทที่5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 61

5.1 สรุปผลการศึกษา..... 61

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 61

ภาคผนวก ก..... 62

บรรณานุกรม..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition tableของ DFA..... 5

2.2 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition tableของ NFA..... 7

2.3 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition tableของ NFA with Ɛ-moves..... 9

2.4 ตาราง Transition function ของตัวอย่างที่ 2.7..... 11

3.1 ตารางแสดงการแทนกราฟแบบอาร์เรย์..... 16

3.2 ตารางFrmMain..... 28

3.3 ตารางFrmMenu..... 29

3.4 ตารางFrmDefineDFA..... 31

3.5 ตารางFrmDefineNFA..... 36

3.6 ตารางFrmTranDFA..... 41

3.7 ตารางFrmTranNFA..... 42

3.8 ตารางFrmNFAtoDFA..... 43

3.9 ตารางFrmWithemoves..... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 รูปแสดงส่วนประกอบของ Automata.....4
2.2 รูปแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพการผ่านของ DFA.....5
2.3 รูปแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพการผ่านของ NFA.....8
2.4 รูปแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพการผ่านของ NFA with Ɛ-moves.....10
2.5 รูปแผนภาพการผ่านของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลง NFA ไปเป็น DFA.....12
2.6 รูปแผนภาพการผ่านของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลง NFA with Ɛ-moves ไปเป็น NFA.....15
4.1 รูปแสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม.....54
4.2 รูปแสดงหน้าจอเมนูของโปรแกรม.....55
4.3 รูปแสดงการป้อนค่าตามนิยามและการสร้างกราฟDFA.....56
4.4 รูปแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม DFA.....56
4.5 รูปแสดงการป้อนค่าตามนิยามและการสร้างกราฟ NFA.....57
4.6 รูปแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม NFA.....58
4.7 รูปแสดงหน้าจอการเปลี่ยน จาก NFA เป็น DFA.....59
4.8 รูปแสดงหน้าจอการเปลี่ยนจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves.....60
ก.1 รูปเลือกไอคอน Setup.exe.....64
ก.2 รูปเลือก Directory ที่ต้องการติดตั้ง.....65
ก.3 รูปหน้าจอให้ปิดโปรแกรมอื่น.....66
ก.4 รูปเลือก Group ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม.....67
ก.5 รูปแสดงหน้าจอการติดตั้งโปรแกรมเสร็จแล้ว.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วิชาทฤษฎีการคำนวณยังไม่มีเครื่องมือหรือโปรแกรม ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้นในหัวข้อสำคัญหัวข้อหนึ่งในวิชานี้คือ Finite Automata ซึ่งเนื้อหาของหัวข้อนี้ก็คือ การออกแบบ, สร้าง ,ทดสอบ ,แปลงจาก เอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ และแปลงจากเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ไปเป็น เอ็นเอฟเอจากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยอำนวยความสะดวก และช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาในหัวข้อนี้มากขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนเนื้อหาเรื่อง Finite Automata ในวิชาทฤษฎีการคำนวณและวิชาที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อช่วยในการศึกษาการทำงานของ Finite Automata

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

โปรแกรมสำหรับสร้าง และทดสอบ Finite Automata นี้ผู้ใช้สามารถใช้เพื่อการสร้าง และทดสอบ Finite Automata ด้วยตนเองโดยจะมีการอธิบายว่า Finite Automata มีการทำงานอย่างไร โดยอธิบายเป็นรูปภาพให้เห็นเพื่อที่จะสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งโปรแกรมนี้จะสามารถดึงดูดความสนใจในบทเรียนได้มากขึ้น และสามารถเข้าใจและใช้งานได้ง่ายด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถเป็นสื่อการสอนของอาจารย์ได้อีกด้วย

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา

ในส่วนของเนื้อหาประกอบด้วย รูปแบบของ ดีเอฟเอ ,เอ็นเอฟเอ ,การแปลงจากเอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ,แปลงจากเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ไปเป็น เอ็นเอฟเอและตัวอย่างโจทย์ต่างๆ ในการเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของปัญหา

1. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะใช้สร้างและทดสอบ Finite Automata
2. โปรแกรมมีความสามารถแปลงจากเอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ
3. โปรแกรมมีความสามารถแปลงจากเอ็นเอฟเอที่ทีการย้ายโดย-ε ไปเป็น เอ็นเอฟเอ

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทบทวน ศึกษา Finite Automata
2. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรม
3. ออกแบบโปรแกรม
4. พัฒนาโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้
5. ทดสอบโปรแกรม
6. สรุปผล
7. จัดทำรายงาน
8. นำเสนอรายงาน
9. ส่งรายงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

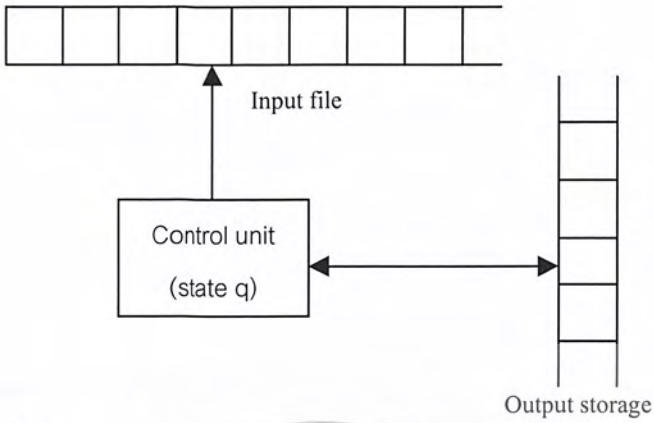
2.1 ออโตมาตา

ออโตมาตาจำกัดเป็นแบบจำลองของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความจุเป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบที่ออกไว้ตั้งแต่เริ่มต้น กับส่วนที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลเข้าเท่านั้นโดยไม่มีหน่วยความจำช่วย ออโตมาตาจำกัดซึ่งในตอนต่อๆ ไปจะเรียกสั้นๆ ว่าเอฟเอ (FA) มี 2 แบบด้วยกันคือ ออโตมาตาจำกัดเชิงกำหนดหรือดีเอฟเอ (Deterministic Finite Automata) กับ ออโตมาตาเชิงไม่กำหนดหรือเอ็นเอฟเอ (Nondeterministic Finite Automata) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละแบบจะกล่าวต่อไป

2.1.1 ออโตมาตาจำกัดเชิงกำหนด หรือดีเอฟเอ (Deterministic Finite Automata or DFA)

เราสามารถสร้างภาพของดีเอฟเอแต่ละเครื่องว่าเป็นอุปกรณ์อันหนึ่งที่สายอักขระรับเข้า (input string) ถูกส่งผ่านเข้ามาทาง แถบบันทึกรับเข้า (input tape) ที่ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยที่แต่ละช่องจะบันทึก สัญลักษณ์ (symbol) เพียงตัวเดียว ส่วนสำคัญของอุปกรณ์นี้คือส่วนที่เรียกว่า ตัวควบคุมจำกัด (Finite control) ซึ่ง ณ ขณะหนึ่งๆ จะอยู่ในสถานะ (state) หนึ่งจากเซตของสถานะทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด ตัวควบคุมจำกัดนี้สามารถอ่านสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแถบบันทึกรับเข้าโดยใช้หัวอ่าน (reading head) โดยจะเริ่มอ่านจากสัญลักษณ์ตัวที่อยู่ซ้ายมือสุดของแถบบันทึกรับเข้า และเริ่มจาก สถานะเริ่มต้น (initial state) q_0 โดยที่ในการเคลื่อนที่ของหัวอ่านแต่ละครั้ง ดีเอฟเอจะอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งเสมอ เมื่ออ่านเสร็จหัวอ่านจะเคลื่อนไปทางขวา 1ช่อง และดีเอฟเออาจจะเปลี่ยนสถานะสถานะหรือคงอยู่ในสถานะเดิมขึ้นอยู่กับสถานะที่อยู่เดิมและสัญลักษณ์ที่เพิ่งอ่านเสร็จ ทำดังนี้จนอ่านสายอักขระจบทั้งสาย เครื่องจะชี้ว่า "ยอมรับ" หรือ "ไม่ยอมรับ" โดยดูจากสถานะที่อยู่เมื่อเสร็จการอ่านสัญลักษณ์ตัวสุดท้ายของสายอักขระ โดยที่เครื่องจะชี้ "ยอมรับ" สายอักขระนั้น ก็ต่อเมื่อสถานะที่อยู่ขณะนั้นเป็นสมาชิกตัวหนึ่งของกลุ่มที่เครื่องจัดไว้แต่แรกว่าเป็นกลุ่มของ สถานะยอมรับ (accepting state or final state)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.1 แสดงส่วนประกอบของ Automata

2.1.1.1 นิยามของดีเอฟเอ

ดีเอฟเอแต่ละเครื่องแทนด้วยสัญลักษณ์ $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ โดยที่สัญลักษณ์แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

1. เซตของสถานะ (state) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Q
2. เซตของสัญลักษณ์รับเข้า (input symbol) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Σ
3. ฟังก์ชัน δ จาก $Q \times \Sigma$ ไปยัง Q ฟังก์ชันนี้มีชื่อว่า ฟังก์ชันการผ่าน (Transition function) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$
4. สถานะเริ่มต้น (initial state) ซึ่งเป็นสมาชิกของ Q เขียนแทนสถานะนี้ด้วย $q_0 (q_0 \in Q)$
5. เซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state) ทั้งหมดซึ่งเป็นสับเซตของ Q เขียนแทนด้วย F $(F \subseteq Q)$

2.1.1.2 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ ดีเอฟเอ

รายละเอียดของฟังก์ชันการผ่าน (δ) สามารถแทนด้วยตารางการผ่าน

ตัวอย่างที่ 2.1 ให้ $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ โดยที่ $Q = \{q_0, q_1\}$, $\Sigma = \{a,b\}$, $F = \{ q_0\}$ และ δ เป็นฟังก์ชันการผ่านที่นิยามดังนี้

$\delta(q_0,a) = q_0$ $\quad\quad$ $\delta(q_0,b) = q_1$

$\delta(q_1,a) = q_1$ $\quad\quad$ $\delta(q_1,b) = q_0$

ซึ่งฟังก์ชัน δ อาจเขียนแสดงโดยใช้ตาราง 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.1 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition tableของ DFA

State	Input	
	a	b
q_0	q_0	q_1
q_1	q_1	q_0

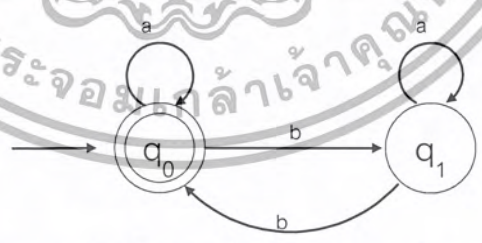
2.1.1.3 แผนภาพการผ่าน (Transtion diagram) ของ ดีเอฟเอ

สามารถบอกรายละเอียดทั้งหมดของดีเอฟเอแต่ละเครื่องโดยใช้แผนภาพที่มีชื่อ เรียกว่า แผนภาพการผ่าน ซึ่งแผนภาพการผ่านจะแทนด้วยกราฟระบุทิศทางซึ่งในกราฟจะประกอบด้วย จุดยอดและเส้นเชื่อม โดยจุดยอดแทนสถานะ

$(Q, \sum, \delta, q_0, F)$ แต่ละเครื่องมีวิธีการเขียนแผนภาพการผ่านดังนี้

1. Q เป็นเซตของจุดยอดทั้งหมด เขียนจุดยอดทั้งหมดอยู่ในวงกลม และมีลูกศรชี้เข้าที่จุดยอด q_0 ซึ่งเป็นสถานะเริ่มต้น (initial state)
2. เขียนวงกลม 2 วงล้อมรอบจุดยอดทุกจุดใน F ซึ่งเป็นเซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state)
3. มีเส้นเชื่อมจากจุดยอด q_i ไปยังจุดยอด q_j (i, j = 1...n) โดยมีสัญลักษณ์รับเข้า a เขียนกำกับบนเส้น ก็ต่อเมื่อ $\delta(q_i, a) = q_j$

ตัวอย่างที่ 2.2 เขียนแผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของดีเอฟเอจากตัวอย่างที่ 2.1



รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพการผ่านของ DFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ออโตมาตาจำกัดเชิงไม่กำหนด หรือเอ็นเอฟเอ (Nondeterministic Finite Automata or NFA)

ออโตมาตาจำกัดเชิงไม่กำหนดมี 2 ชนิดด้วยกันคือ ชนิดที่ไม่อนุญาตให้มีการผ่านสถานะเมื่ออ่าน ε จะ เรียกสั้นๆ ว่า เอ็นเอฟเอ (NFA) กับชนิดที่อนุญาตให้มีการผ่านสถานะเมื่ออ่าน ε ซึ่งจะเรียกสั้นๆ ว่า เอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε (NFA with ε-moves) แนวความคิดของเอ็นเอฟเอ ซับซ้อนกว่าของดีเอฟเอ และบางท่านอาจพบว่าเข้าใจได้ยากกว่าของดีเอฟเอด้วย แต่ข้อดีของเอ็นเอฟเอ คือช่วยทำให้การพิสูจน์ข้อความต่างๆ เกี่ยวกับดีเอฟเอง่ายขึ้น อีกทั้งการสร้างเอ็นเอฟเอที่ยอมรับภาษาที่กำหนดให้โดยมากจะกระทำได้ง่ายกว่าการสร้างดีเอฟเอ (ซึ่งจะเห็นได้เด่นชัดขึ้นในตอนต่อๆ ไป) และหากเราสนใจกลุ่มของภาษาที่ยอมรับโดยเอ็นเอฟเอ กับกลุ่มของภาษาที่ยอมรับโดยดีเอฟเอ จะพบว่ากลุ่มสองกลุ่มนี้เป็นกลุ่มเดียวกัน ดังในหัวข้อ 2.1.3 ดังนั้นในแง่ของการเป็นเครื่องยอมรับภาษา (language accepter) ดีเอฟเอและเอ็นเอฟเอทั้งสองชนิด

2.1.2.1 นิยามของเอ็นเอฟเอ

เอ็นเอฟเอแต่ละเครื่องแทนด้วยสัญลักษณ์ $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ ซึ่งจะเหมือนกับดีเอฟเอแตกต่างกันตรงฟังก์ชันการผ่าน (δ) โดยที่สัญลักษณ์แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

1. เซตของสถานะ (state) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Q
2. เซตของสัญลักษณ์รับเข้า (input symbol) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Σ
3. ฟังก์ชัน δ จาก $Q \times \Sigma$ ไปยัง power set ของ Q ฟังก์ชันนี้มีชื่อว่า ฟังก์ชันการผ่าน (Transition function) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow P(Q)$ โดยที่ P(Q) = power set ของ Q
4. สถานะเริ่มต้น (initial state) ซึ่งเป็นสมาชิกของ Q เขียนแทนสถานะนี้ด้วย q_0 ($q_0 \in Q$)
5. เซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state) ทั้งหมดซึ่งเป็นสับเซตของ Q เขียนแทนด้วย F ($F \subseteq Q$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ เอ็นเอฟเอ

รายละเอียดของฟังก์ชันการผ่าน (δ) สามารถแทนด้วยตารางการผ่าน

ตัวอย่าง 2.3 ให้ $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ โดยที่ $Q = \{q_0, q_1\}$, $\Sigma = \{0,1\}$, $F = \{q_1\}$ และ δ เป็นฟังก์ชันการผ่านที่นิยามดังนี้

$\delta(q_0,0) = \{q_0 q_1\}$ $\quad\quad$ $\delta(q_0,1) = \{q_0\}$

$\delta(q_1,0) = \{q_0 q_1\}$ $\quad\quad$ $\delta(q_1,1) = \varnothing$

ซึ่งฟังก์ชัน δ อาจเขียนแสดงโดยใช้ตาราง 2.2

ตาราง 2.2 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition tableของ NFA

State	Input	
	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0\}$
q_1	$\{q_0, q_1\}$	$\varnothing$

2.1.2.3 แผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของ เอ็นเอฟเอ

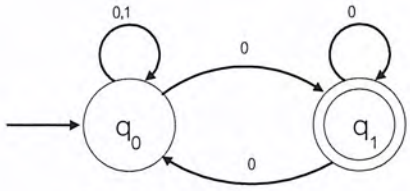
สามารถบอกรายละเอียดทั้งหมดของเอ็นเอฟเอแต่ละเครื่องโดยใช้แผนภาพที่มีชื่อเรียกว่า แผนภาพการผ่าน ซึ่งแผนภาพการผ่านจะแทนด้วยกราฟระบุทิศทางซึ่งในกราฟจะประกอบด้วย จุดยอดและเส้นเชื่อม โดยจุดยอดแทนสถานะ

$(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ แต่ละเครื่องมีวิธีการเขียนแผนภาพการผ่านดังนี้

1. Q เป็นเซตของจุดยอดทั้งหมด เขียนจุดยอดทั้งหมดอยู่ในวงกลม และมีลูกศรชี้เข้าที่จุดยอด q_0 ซึ่งเป็นสถานะเริ่มต้น (initial state)
2. เขียนวงกลม 2 วงล้อมรอบจุดยอดทุกจุดใน F ซึ่งเป็นเซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state)
3. มีเส้นเชื่อมจากจุดยอด q_i ไปยังจุดยอด q_j (i, j = 1…n) โดยมีสัญลักษณ์รับเข้า a เขียนกำกับบนเส้น ก็ต่อเมื่อ $q_j \in \delta(q_i, a)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.4 เขียนแผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของเอ็นเอฟเอจาก ตัวอย่างที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพ การผ่านของ NFA

หมายเหตุ จากที่กล่าวมาข้างต้นใน เอ็นเอฟเอ เครื่องหมาย δ แทนฟังก์ชันการผ่าน (Transition function) สำหรับข้อมูลเข้าที่เป็นสัญลักษณ์ (input symbol) และ เครื่องหมาย δ' แทนฟังก์ชันการผ่าน (Transition function) สำหรับข้อมูลเข้าที่เป็นสายอักขระ (input string) สำหรับข้อมูลเข้าที่เป็นสัญลักษณ์ a นั้น

$$\delta'(q,a) = \delta(q,a)$$

$$\text{ถ้า } A \subseteq Q \text{ แล้ว } \delta(A,a) = \bigcup_{q \text{ in } A} \delta(q,a)$$

2.1.2.4 นิยามของเอ็นเอฟเอ ที่มีการย้ายโดย-ε (NFA with ε-moves)

เอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε แต่ละเครื่องแทนด้วยสัญลักษณ์ $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ ซึ่งจะเหมือนกับเอ็นเอฟเอแตกต่างกันตรงฟังก์ชันการผ่าน (δ) โดยที่สัญลักษณ์แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

1. เซตของสถานะ (state) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Q
2. เซตของสัญลักษณ์รับเข้า (input symbol) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด เขียนแทนเซตนี้ด้วย Σ
3. ฟังก์ชัน δ จาก $Q \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\})$ ไปยัง power set ของ Q ฟังก์ชันนี้มีชื่อว่า ฟังก์ชันการผ่าน(Transition function) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \rightarrow P(Q)$ โดยที่ P(Q) = power set ของ Q
4. สถานะเริ่มต้น (initial state) ซึ่งเป็นสมาชิกของ Q เขียนแทนสถานะนี้ด้วย q_0 ($q_0 \in Q$)
5. เซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state) ทั้งหมดซึ่งเป็นสับเซตของ Q เขียนแทนด้วย F ($F \subseteq Q$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.5 ตารางการผ่าน (Transition table) ของ เอ็นเอฟเอ ที่มีการย้ายโดย-ε

รายละเอียดของฟังก์ชันการผ่าน (δ) สามารถแทนด้วยตารางการผ่าน

ตัวอย่าง 2.5 ให้ $M = (Q, \sum, \delta, q_0, F)$ โดยที่ $Q = \{q_0, q_1, q_2\}$, $\sum = \{0, 1, 2\}$, $F = \{q_2\}$ และ δ เป็นฟังก์ชันการผ่านที่นิยามดังนี้

$\delta(q_0,0) = \{q_0, q_1, q_2\}$ $\quad$ $\delta(q_0,1) = \{q_1, q_2\}$

$\delta(q_0,2) = \{q_2\}$ $\quad$ $\delta(q_0,\varepsilon) = \{q_0, q_1, q_2\}$

$\delta(q_1,0) = \varnothing$ $\quad$ $\delta(q_1,1) = \{q_1, q_2\}$

$\delta(q_1,2) = \{q_2\}$ $\quad$ $\delta(q_1,\varepsilon) = \{q_1, q_2\}$

$\delta(q_2,0) = \varnothing$ $\quad$ $\delta(q_2,1) = \varnothing$

$\delta(q_2,2) = \{q_2\}$ $\quad$ $\delta(q_1,\varepsilon) = \{q_2\}$

ซึ่งฟังก์ชัน δ อาจเขียนแสดงโดยใช้ตาราง 2.3

ตาราง 2.3 แสดงการแทน Transition function ด้วย Transition table ของ NFA with ε-moves

State	Input			ε-closure
	0	1	2	
q_0	$\{q_0, q_1, q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$	$\{q_2\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$
q_1	$\varnothing$	$\{q_1, q_2\}$	$\{q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$
q_2	$\varnothing$	$\varnothing$	$\{q_2\}$	$\varnothing$

2.1.2.6 แผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของ เอ็นเอฟเอ ที่มีการย้ายโดย-ε

สามารถบอกรายละเอียดทั้งหมดของของเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε แต่ละเครื่องโดยใช้แผนภาพที่มีชื่อ เรียกว่า แผนภาพการผ่าน ซึ่งแผนภาพการผ่านจะแทนด้วยกราฟระบุทิศทาง ซึ่งในกราฟจะประกอบด้วย จุดยอดและเส้นเชื่อม โดยจุดยอดแทนสถานะ

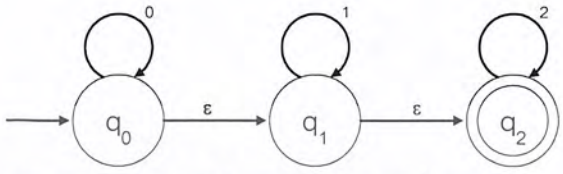
$(Q, \sum, \delta, q_0, F)$ แต่ละเครื่องมีวิธีการเขียนแผนภาพการผ่านดังนี้

1. Q เป็นเซตของจุดยอดทั้งหมด เขียนจุดยอดทั้งหมดอยู่ในวงกลม และมีลูกศรชี้เข้าที่จุดยอด q_0 ซึ่งเป็นสถานะเริ่มต้น (initial state)
2. เขียนวงกลม 2 วงล้อมรอบจุดยอดทุกจุดใน F ซึ่งเป็นเซตของสถานะยอมรับ (accepting state or final state)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีเส้นเชื่อมจากจุดยอด q_i ไปยังจุดยอด q_j โดยมีสัญลักษณ์รับเข้า $a \in \sum \cup \{\varepsilon\}$ เขียนกำกับ ก็ต่อเมื่อ $q_j \in \delta(q_i, a)$

ตัวอย่างที่ 2.6 เขียนแผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ของ NFA with ε-moves จากตัวอย่างที่ 2.5



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพการผ่านของ NFA with ε-moves

หมายเหตุ เครื่องหมาย δ“ แทน ฟังก์ชันการผ่าน (Transition function) ของเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ทั้งข้อมูลเข้าที่เป็นสัญลักษณ์ (input symbol) และข้อมูลเข้าที่เป็นสายอักขระ (input string) สำหรับข้อมูลเข้าที่เป็นสัญลักษณ์ a นั้น

$$\delta\text{“}(q,a) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta\text{“}(q,\varepsilon),a))$$

แล้ว $\delta\text{“}(q,\varepsilon) = \varepsilon\text{-closure}(q)$

ถ้า $A \subseteq Q$ แล้ว $\delta\text{“}(A,a) = \bigcup_{q \text{ in } A} \varepsilon\text{-closure}(\delta(q,a))$

2.1.3 การสมมูลกันของดีเอฟเอ เอ็นเอฟเอ และเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε (equivalent)

จากหัวข้อที่ 2.1.1, 2.1.2 จะรู้จักเอฟเอทั้งหมด 3 ชนิดด้วยกันคือ ดีเอฟเอ เอ็นเอฟเอ และเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ในหัวข้อนี้เราจะแสดงให้เห็นว่ากลุ่มของภาษาที่ยอมรับโดยดีเอฟเอ กลุ่มของภาษาที่ยอมรับโดยเอ็นเอฟเอ และกลุ่มของภาษาที่ยอมรับโดยเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε เป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะแสดงการแปลงจาก เอ็นเอฟเอไปเป็นดีเอฟเอ และ เอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ไปเป็นเอ็นเอฟเอ

2.1.3.1 การแปลงจาก เอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ

ขั้นตอนการแปลง

1. เริ่มต้นจากสถานะเริ่มต้น โดยพิจารณาข้อมูลเข้า(input) ทุกตัวใน $\sum$
2. พิจารณาสถานะการผ่านที่ได้มาจากสถานะก่อนหน้า โดยพิจารณาข้อมูลเข้าทุกตัวใน $\sum$
3. ทำขั้นตอนที่ 2 ซ้ำจนกว่าสถานะที่ได้จะมีสถานะที่ได้ซ้ำกับสถานะที่มีอยู่เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หาสถานะยอมรับของดีเอฟเอ ซึ่งคือ สถานะที่มีสถานะยอมรับของเอ็นเอฟเอ ทุกตัวเดิมอยู่

ตัวอย่างที่ 2.7 ให้ $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ เป็นเอ็นเอฟเอ โดยที่ $Q = \{q_0, q_1, q_2\}$, $\Sigma = \{0,1\}$, $F = \{q_2\}$ และ δ เป็นฟังก์ชันการผ่านที่แทนด้วยตาราง 2.4 ดังนี้

ตาราง 2.4 Transition function ของตัวอย่างที่ 2.7

State	Input	
	0	1
q_0	$\{q_0, q_1, q_2\}$	$\{q_1\}$
q_1	$\{q_1, q_2\}$	$\varnothing$
q_2	$\varnothing$	$\{q_2\}$

ให้แปลงจาก เอ็นเอฟเอ ไปเป็น ดีเอฟเอ

ขั้นตอนที่1 เริ่มต้นจากสถานะเริ่มต้น โดยพิจารณาข้อมูลเข้า(input) ทุกตัวใน Σ

$\delta(\{q_0\}, 0) = \{q_0, q_1, q_2\}$

$\delta(\{q_0\}, 1) = \{q_1\}$

ขั้นตอนที่2 พิจารณาสถานะการผ่านที่ได้มาจากสถานะก่อนหน้าโดยพิจารณาข้อมูลเข้าทุกตัวใน Σ

$\delta(\{q_1\}, 0) = \{q_1, q_2\}$

$\delta(\{q_1\}, 1) = \varnothing$

$\delta(\{q_0, q_1, q_2\}, 0) = \delta(\{q_0\}, 0) \cup \delta(\{q_1\}, 0) \cup \delta(\{q_2\}, 0)$

$= \{q_0, q_1, q_2\} \cup \{q_1, q_2\} \cup \varnothing$

$= \{q_0, q_1, q_2\}$

$\delta(\{q_0, q_1, q_2\}, 1) = \delta(\{q_0\}, 1) \cup \delta(\{q_1\}, 1) \cup \delta(\{q_2\}, 1)$

$= \{q_1\} \cup \varnothing \cup \{q_2\}$

$= \{q_1, q_2\}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่3 ทำขั้นตอนที่ 2 ซ้ำจนกว่าสถานะที่ได้จะมีสถานะที่ได้ซ้ำกับสถานะที่มีอยู่เดิม

$$\delta(\{q_1,q_2\},0) = \delta(\{q_1\},0) \cup \delta(\{q_2\},0)$$
$$= \{q_1,q_2\} \cup \varnothing$$
$$= \{q_1,q_2\}$$
$$\delta(\{q_1,q_2\},1) = \delta(\{q_1\},1) \cup \delta(\{q_2\},1)$$
$$= \varnothing \cup \{q_2\}$$
$$= \{q_2\}$$

ขั้นตอนที่4 ทำขั้นตอนที่ 2 ซ้ำจนกว่าสถานะที่ได้จะมีสถานะที่ได้ซ้ำกับสถานะที่มีอยู่เดิม

$$\delta(\{q_2\},0) = \varnothing$$
$$\delta(\{q_2\},1) = \{q_2\}$$

ขั้นตอนที่5 เมื่อสถานะที่หาได้ซ้ำกับสถานะที่หามาก่อนหน้านี้ก็จะหยุดการทำและทำการหาสถานะยอมรับของดีเอฟเอ ซึ่งคือ สถานะที่มีสถานะยอมรับของเอ็นเอฟเอทุกตัวเดิมอยู่

$$F_{NFA} = q_2$$
$$\therefore F_{DFA} = \text{ทุกสถานะที่มี } q_2 \text{ อยู่}$$

เมื่อนำผลลัพธ์จากวิธีการแปลงเอ็นเอฟเอไปเป็นดีเอฟเอ นำมาเขียนแผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ได้ดังนี้

รูปที่ 2.5 แผนภาพการผ่านของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลง NFA ไปเป็น DFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 การแปลงจากเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ไปเป็น เอ็นเอฟเอ

ขั้นตอนการแปลง

1. หาค่าฟังก์ชันการผ่าน ของสถานะทุกตัว เริ่มต้นจากสถานะเริ่มต้นจนครบทุกตัว โดยพิจารณาข้อมูลเข้าใน Σ ที่ไม่เป็น $\varnothing$ ทุกตัว
2. หา accepting state or final state ของ NFA ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้คือ

   ถ้า $\varepsilon\text{-closure}(q_0) \cap F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}} \neq \varnothing$

   แล้ว $F_{NFA} = F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}} \cup \{ q_0 \}$

   และ $F_{NFA} = F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}}$ ในกรณีอื่นๆ

ตัวอย่างที่ 2.8 จากโจทย์ตัวอย่างที่ 2.5 ให้แปลงจาก NFA with ε-moves เป็น NFA

ขั้นตอนที่1 หาค่าฟังก์ชันการผ่าน ของสถานะทุกตัว เริ่มต้นจากสถานะเริ่มต้นจนครบทุกตัว โดยพิจารณาข้อมูลเข้าใน Σ ที่ไม่เป็น $\varnothing$ ทุกตัว

$\delta''(q_0,0) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta''(q_0,\varepsilon),0)$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,0) \cup \delta(q_1,0) \cup \delta(q_2,0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_0\} \cup \varnothing \cup \varnothing)$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_0\})$

$= \{q_0,q_1,q_2\}$

$\delta''(q_0,1) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta''(q_0,\varepsilon),1)$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},1))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,1) \cup \delta(q_1,1) \cup \delta(q_2,1))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\varnothing \cup \{q_1\} \cup \varnothing)$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_1\})$

$= \{q_1,q_2\}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

δ"(q_0 ,2) $= \varepsilon$-closure($\delta(\delta$"(q_0 ,ε) ,2)

$= \varepsilon$-closure($\delta(\{q_0, q_1, q_2\}$,2))

$= \varepsilon$-closure($\delta(q_0,2) \cup \delta(q_1,2) \cup \delta(q_2,2)$)

$= \varepsilon$-closure($\varnothing \cup \varnothing \cup \{q_2\}$)

$= \varepsilon$-closure($\{q_2\}$)

$= \{q_2\}$

δ"(q_1 ,1) $= \varepsilon$-closure($\delta(\delta$"(q_1 ,ε) ,1)

$= \varepsilon$-closure($\delta(\{q_1, q_2\}$,1))

$= \varepsilon$-closure($\delta(q_1,1) \cup \delta(q_2,1)$)

$= \varepsilon$-closure($\{q_1\} \cup \varnothing$)

$= \varepsilon$-closure($\{q_1\}$)

$= \{q_1, q_2\}$

δ"(q_1 ,2) $= \varepsilon$-closure($\delta(\delta$"(q_1 ,ε) ,2)

$= \varepsilon$-closure($\delta(\{q_1, q_2\}$,2))

$= \varepsilon$-closure($\delta(q_1,2) \cup \delta(q_2,2)$)

$= \varepsilon$-closure($\varnothing \cup \{q_2\}$)

$= \varepsilon$-closure($\{q_2\}$)

$= \{q_2\}$

δ"(q_2 ,2) $= \varepsilon$-closure($\delta(\delta$"(q_2 ,ε) ,2)

$= \varepsilon$-closure($\delta(\{q_2\}$,2))

$= \varepsilon$-closure($\{q_2\}$)

$= \{q_2\}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่2 หาสถานะยอมรับของเอ็นเอฟเอ จากเงื่อนไขที่กำหนด

$$\varepsilon\text{-closure}(q_0) = \{q_0, q_1, q_2\}$$

$$F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}} = \{q_2\}$$

$$\varepsilon\text{-closure}(q_0) \cap F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}} = \{q_2\} \neq \varnothing$$

$$\therefore \quad F_{\text{NFA}} = F_{\text{NFA with } \varepsilon\text{ - moves}} \cup \{q_0\}$$

$$= \{q_2\} \cup \{q_0\}$$

$$= \{q_0, q_2\}$$

เมื่อนำผลลัพธ์จากวิธีการแปลงเอ็นเอฟเอที่มีการย้ายโดย-ε ไปเป็นเอ็นเอฟเอ นำมาเขียนแผนภาพการผ่าน (Transition diagram) ได้ดังนี้

รูปที่ 2.6แผนภาพการผ่านของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลง NFA with ε-moves ไปเป็น NFA without ε-moves

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนาโปรแกรม

3.1 การออกแบบระบบงาน

การทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยมีกี่ทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ส่วนข้อมูลเข้า (Input) เป็นการป้อนค่า DFA หรือ NFA ตามนิยามที่ต้องการสร้างกราฟ ซึ่งจะมีการตรวจสอบด้วยว่าการป้อนค่าต่างๆถูกต่างหรือไม่ ถ้ามีจะแสดงข้อผิดพลาดให้ทราบ และทำการป้อนค่าใหม่

2. ส่วนการประมวลผล (Process) นำค่า DFA หรือ NFA ตามนิยามมาทำการคำนวณเพื่อเขียนกราฟให้ได้ผลตามต้องการ

3. ส่วนข้อมูลออก(Output) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมาแสดงทางจอภาพ

3.2 โครงสร้างข้อมูล

โครงสร้างข้อมูลจะใช้โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ ซึ่งจะใช้อาร์เรย์ขนาด $n \times n$ ในการแทนกราฟโดยที่ n = จำนวน state โดยที่คอลัมน์แรกแทน state ต้นทาง และแถวแรกแทน state ปลายทาง และใช้ input แทนค่า ในการเชื่อมระหว่าง state ดังตัวอย่างที่ 3.1

ตัวอย่างที่ 3.1 เขียนอาร์เรย์ของกราฟจากตัวอย่างที่ 2.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการแทนกราฟแบบอาร์เรย์

	q_0	q_1
q_0	a	b
q_1	b	a

จากตารางที่ 3.1 แสดงว่า state = q_0 รับ input = a แล้วจะไปที่ state = q_0
แสดงว่า state = q_0 รับ input = b แล้วจะไปที่ state = q_1
แสดงว่า state = q_1 รับ input = b แล้วจะไปที่ state = q_0
แสดงว่า state = q_1 รับ input = a แล้วจะไปที่ state = q_1

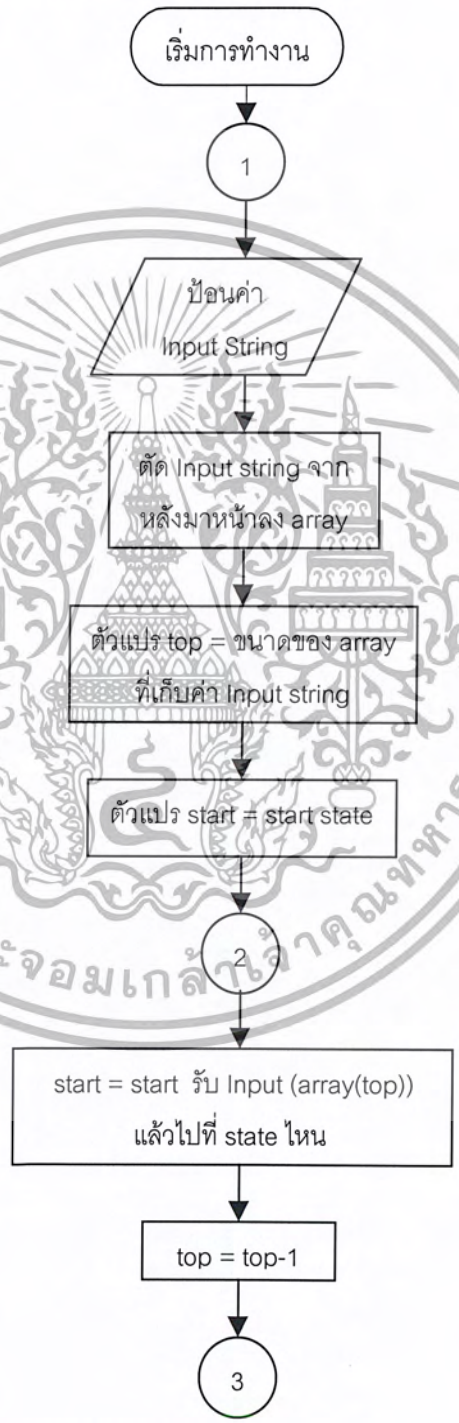
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 อัลกอลิทึม

ในโปรแกรมสร้างและทดสอบ Finite Automata มีการทำงานที่สำคัญ ซึ่งอัลกอลิทึมของส่วนต่างๆ มีดังต่อไปนี้

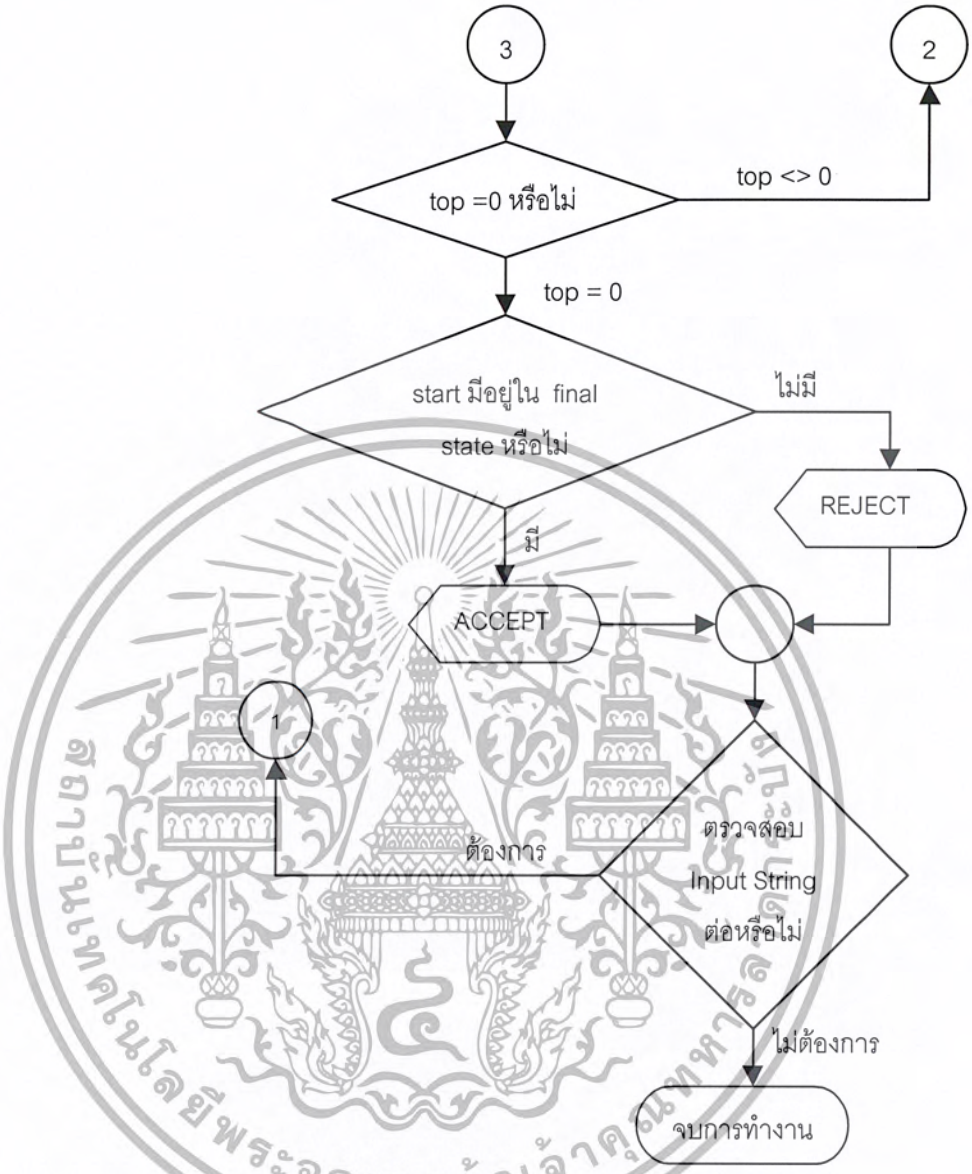
3.3.1 อัลกอลิทึมของการทดสอบ DFA



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของการทดสอบ DFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51786

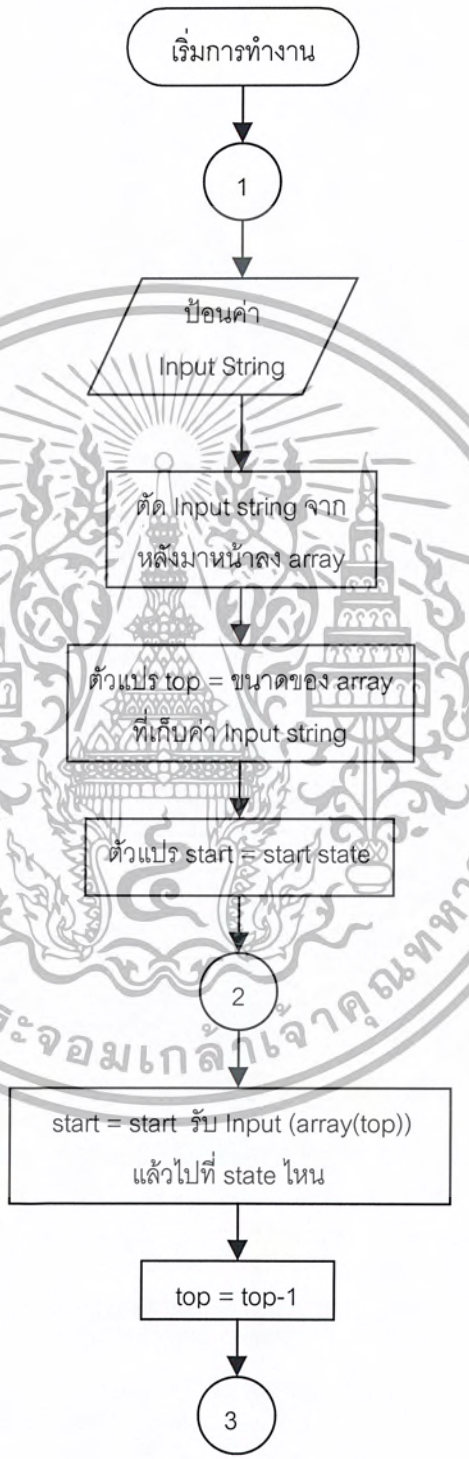


รูปที่ 3.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของการทดสอบ DFA (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

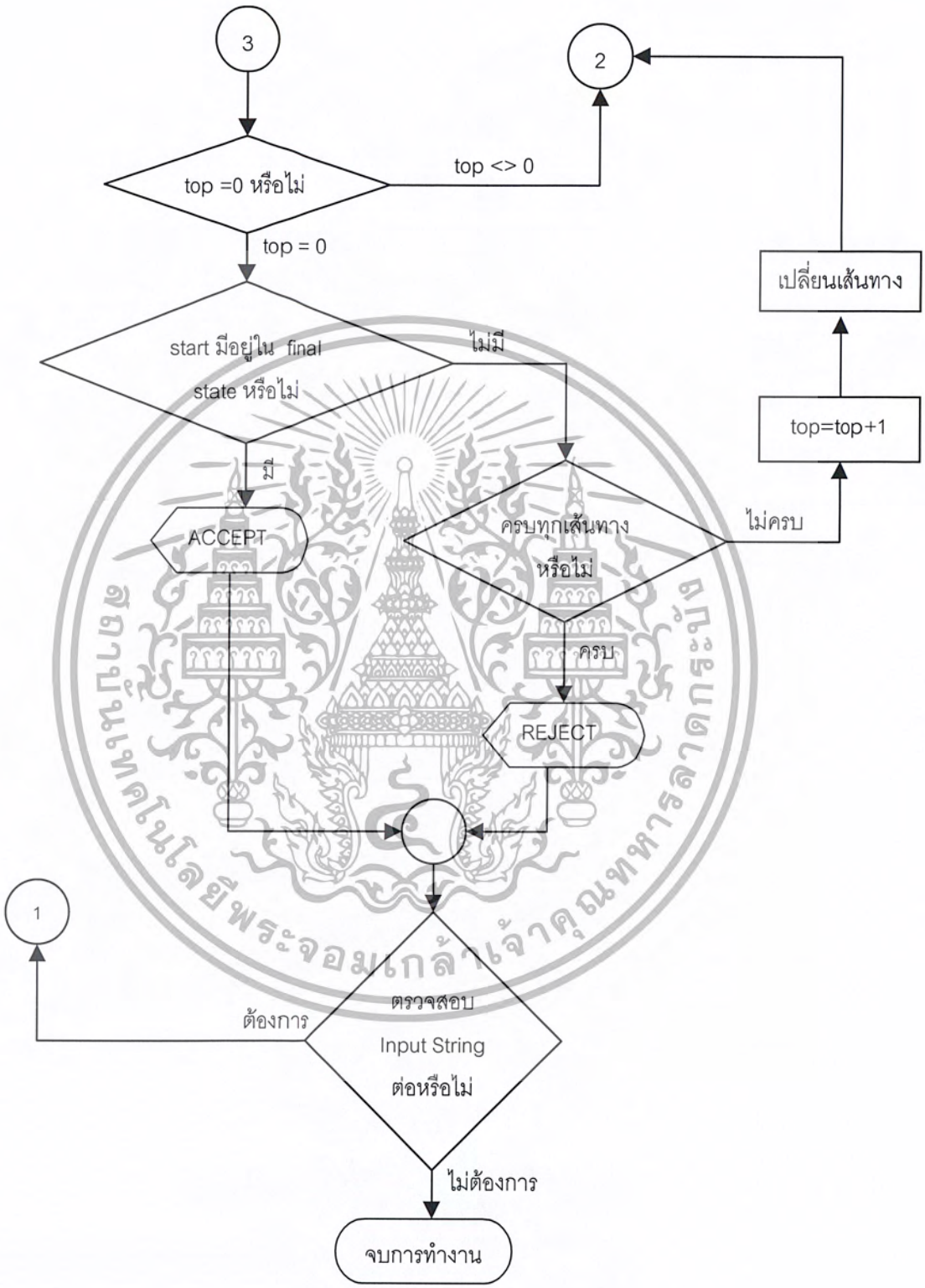
3.3.2 อัลกอลิทึมของการทดสอบ NFA

3.3.2.1 การทดสอบ NFA without ε-moves



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของการทดสอบ NFA without ε-moves

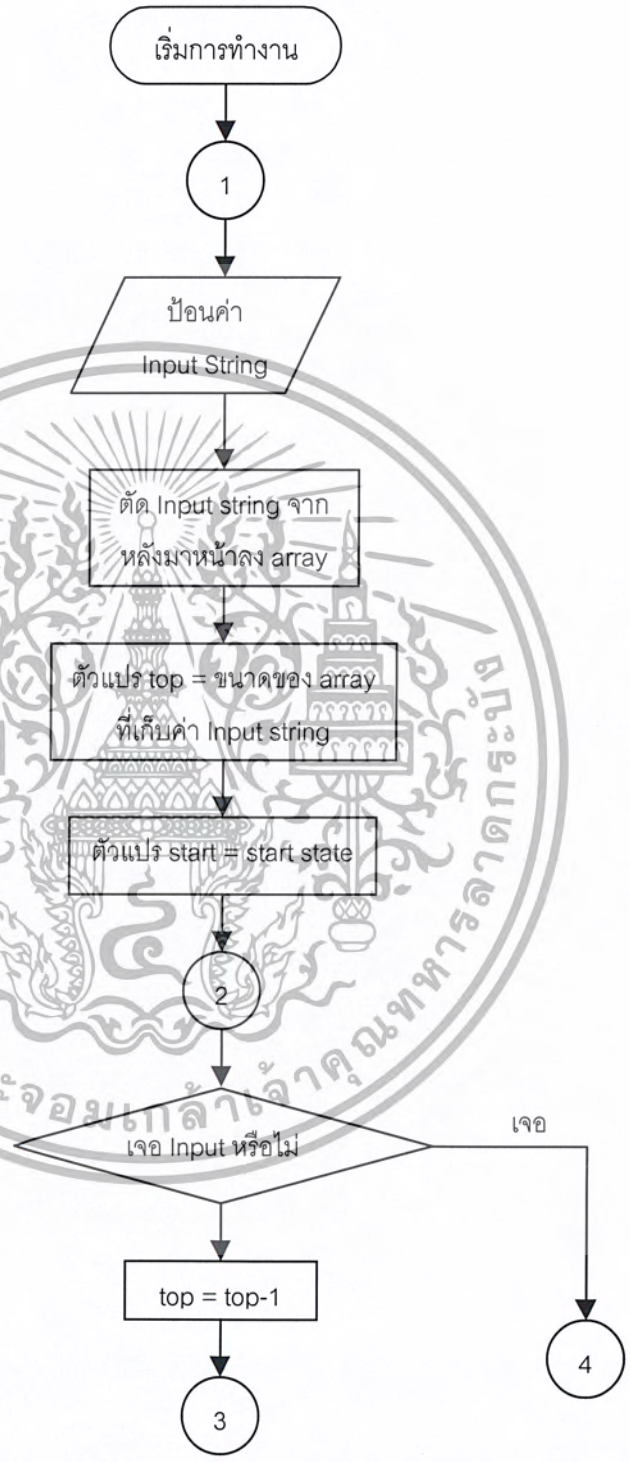
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 (ต่อ) แผนผังการทำงานของการทดสอบ NFA without ε-moves

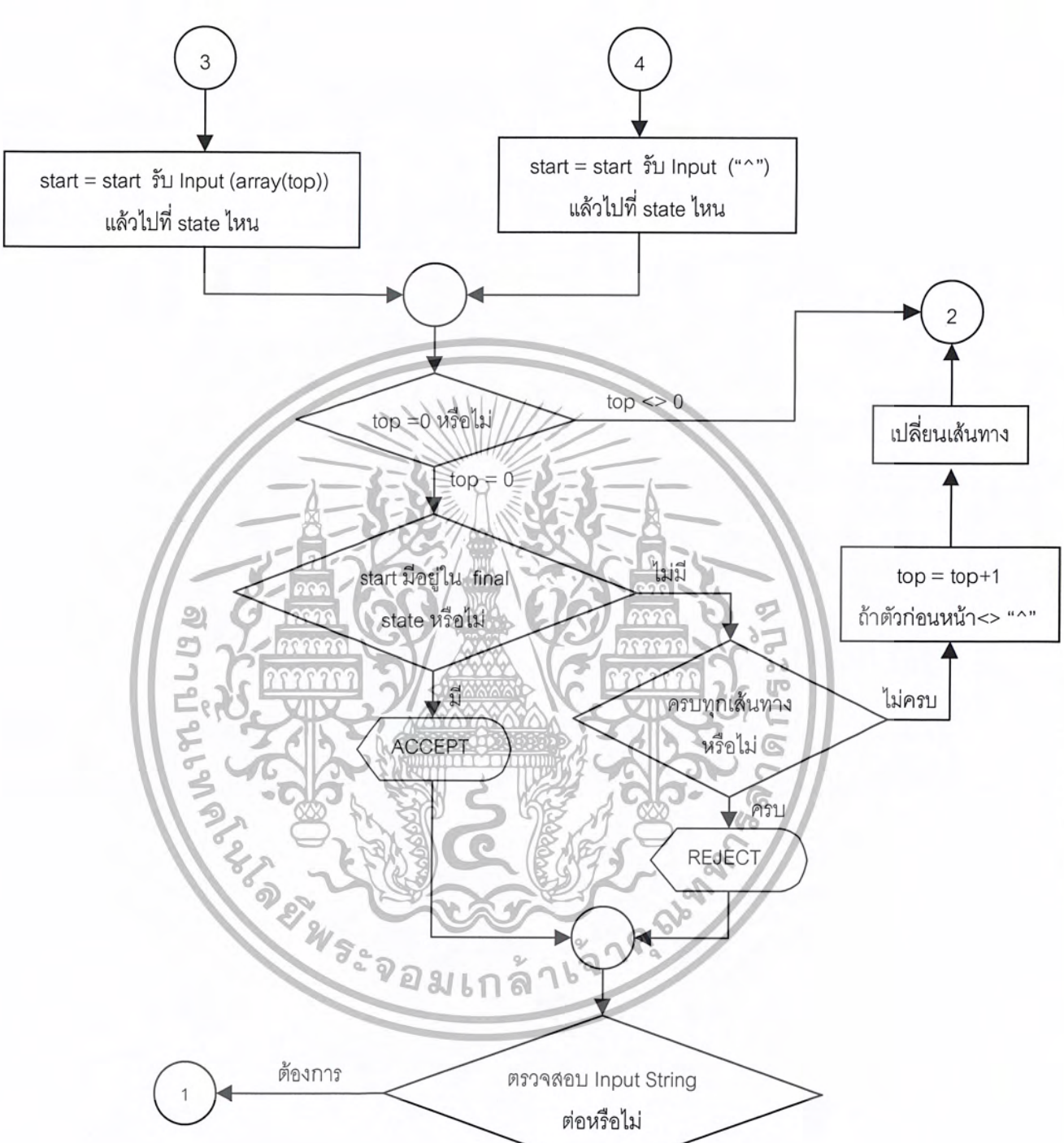
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การทดสอบ NFA with Ɛ-moves



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของการทดสอบ NFA with Ɛ-moves

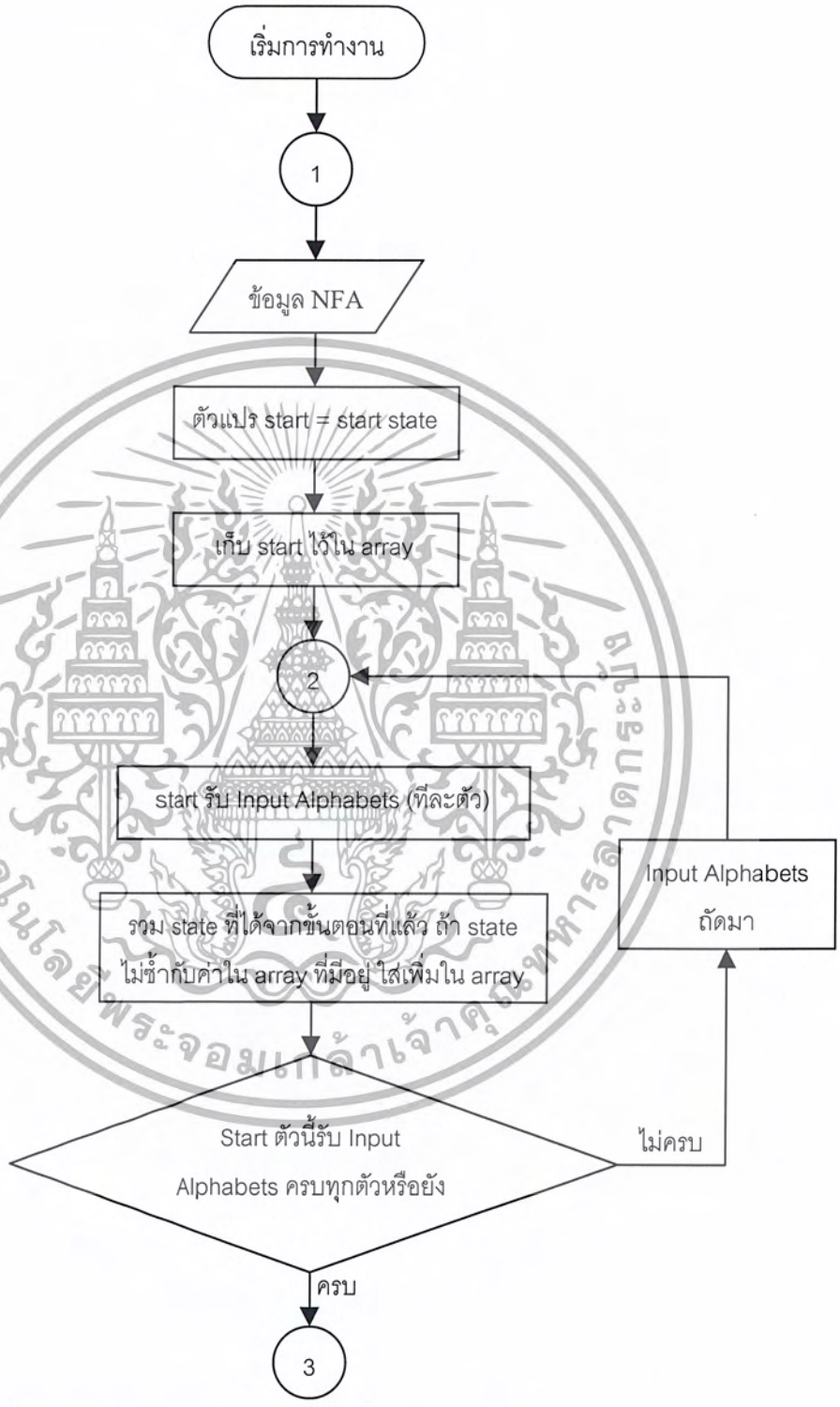
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 (ต่อ) แผนผังการทำงานของการทดสอบ NFA with Ɛ-moves (ต่อ)

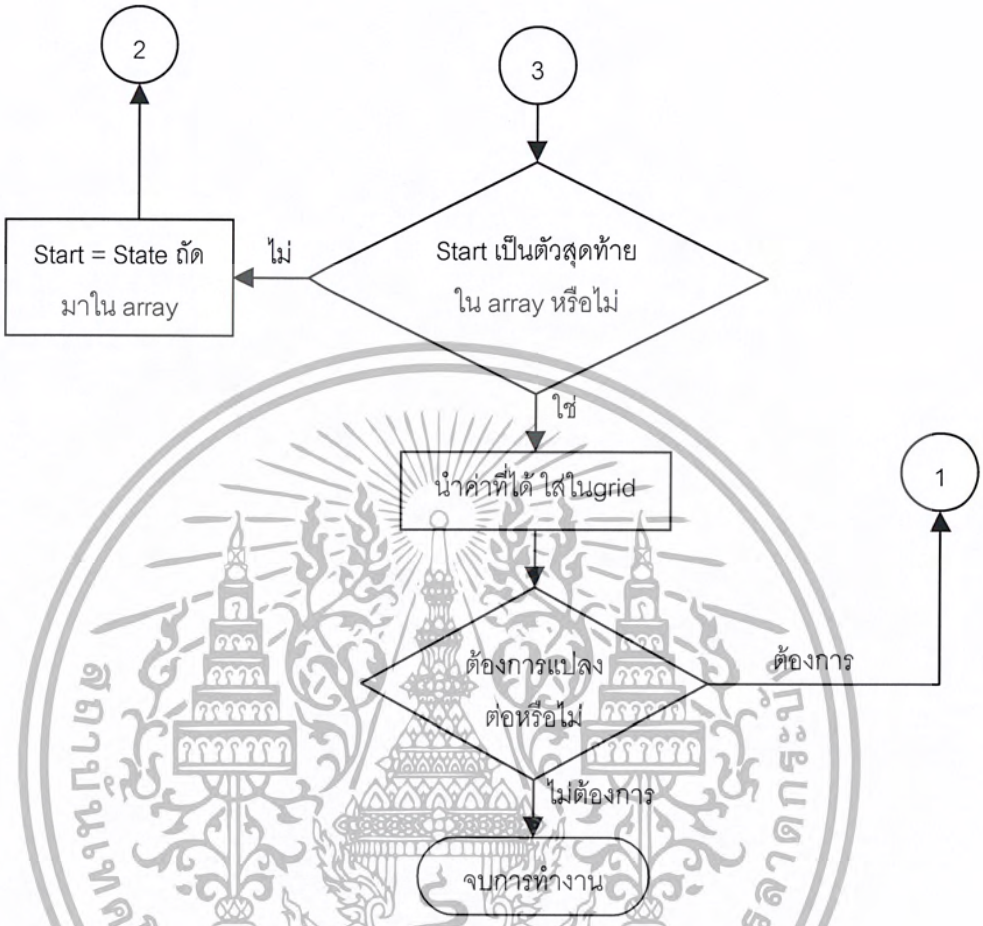
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 อัลกอลิทึมของการแปลงจาก NFA ไปเป็น DFA



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการทำงานของการแปลง NFA ไปเป็น DFA

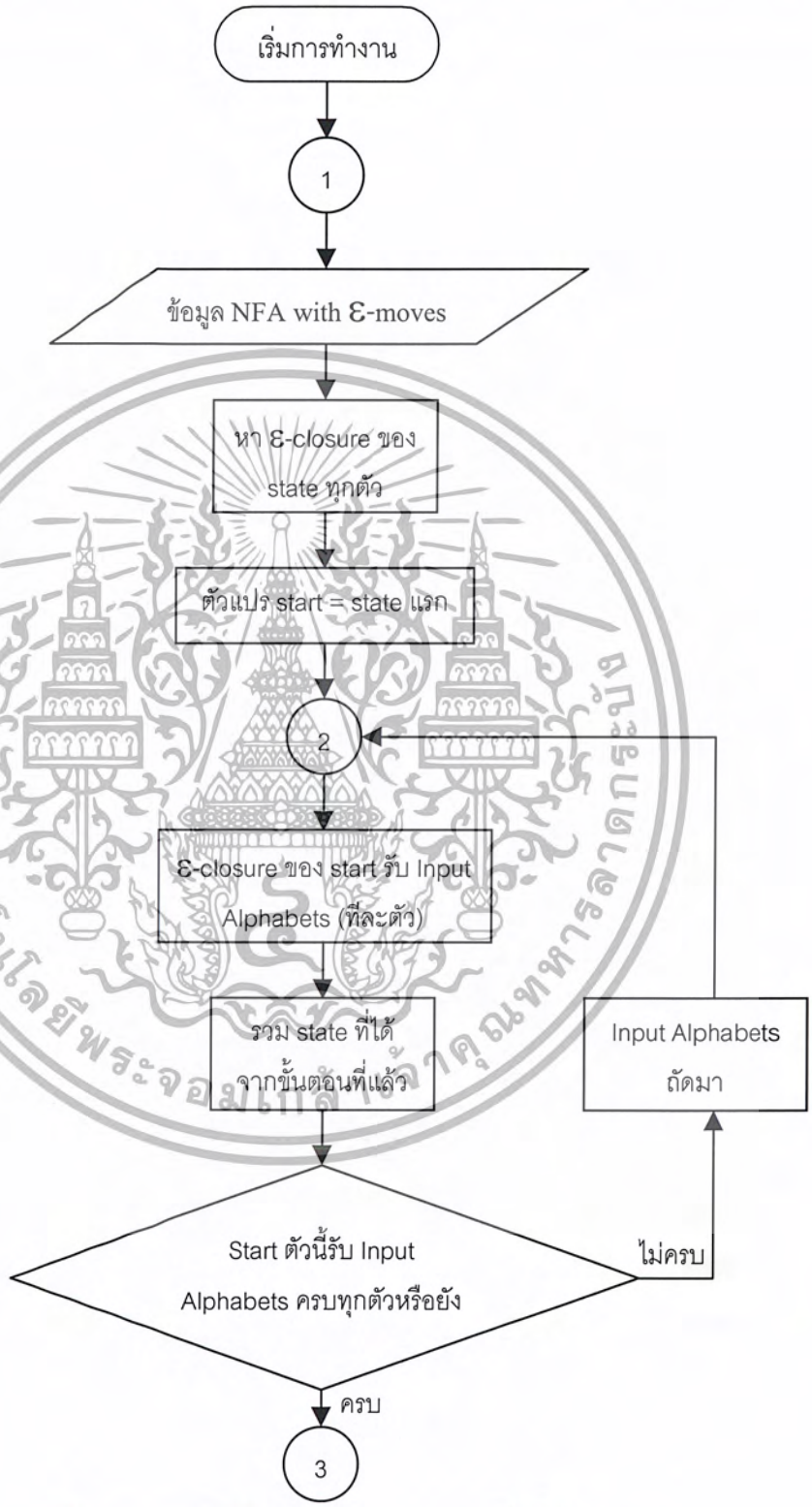
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 (ต่อ) แผนผังแสดงการทำงานของการแปลง NFA ไปเป็น DFA (ต่อ)

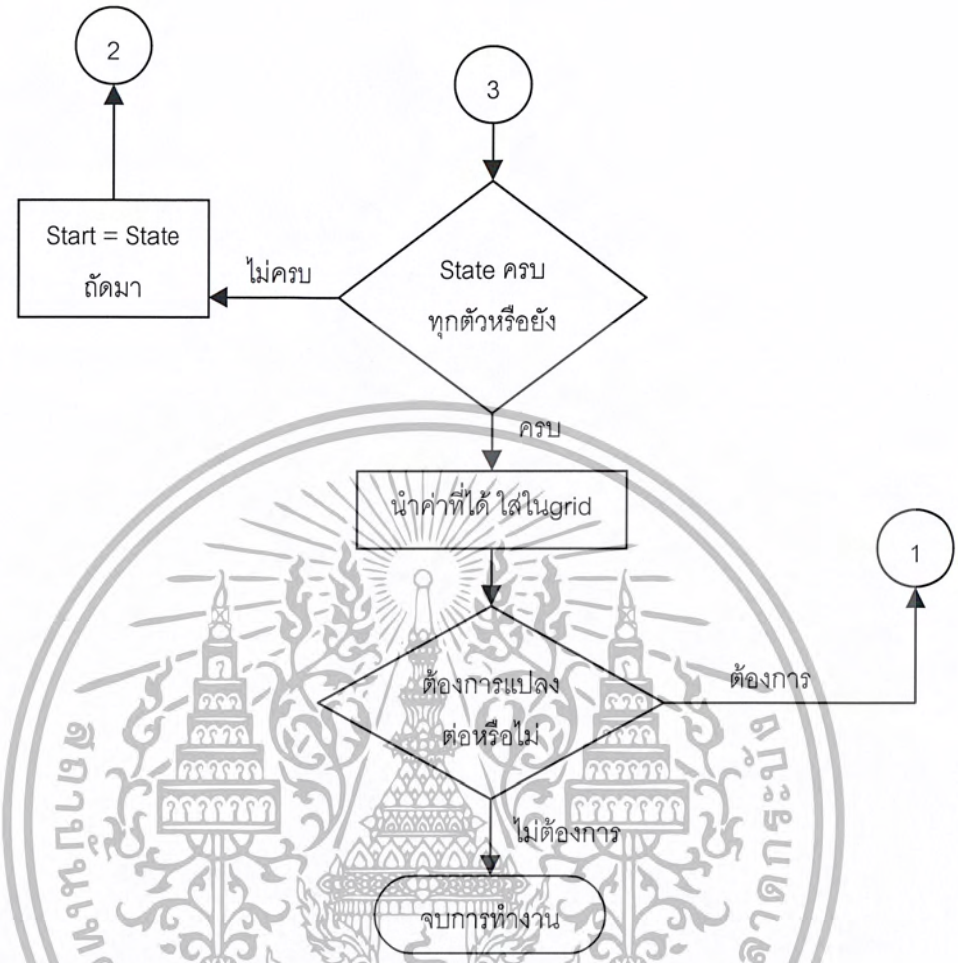
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 อัลกอลิทึมของการแปลงจาก NFA with Ɛ-moves ไปเป็น NFA without Ɛ-moves



รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงการทำงานของการแปลง NFA with Ɛ-moves ไปเป็น NFA without Ɛ-moves

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 (ต่อ) แผนผังแสดงการทำงานของการแปลง NFA with Ɛ-moves ไปเป็น NFA without Ɛ-moves (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมการสร้างและทดสอบ Finite Automata ได้มีการออกแบบ ฟอร์มหลักๆไว้ 8 ฟอร์มดังนี้

1. FrmMain
2. FrmMenu
3. FrmDefineDFA
4. FrmDefineNFA
5. FrmTranDFA
6. FrmTranNFA
7. FrmNFAtoDFA
8. FrmWithemoves

ซึ่งรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรม มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 FrmMain

เป็นฟอร์มแรกในการเข้าสู่โปรแกรมการสร้างและทดสอบ Finite Automata

ตารางที่ 3.2 FrmMain

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmMain	-	-	-
	Caption	โปรแกรมสำหรับสร้างและทดสอบ Finite Automata	-	-	-
Picture Box	Picture	Main.jpg	Cllick	-	FrmMenu

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2 FrmMenu

เป็นฟอร์มเลือกฟังก์ชันการทำงาน มีดังนี้

1. การสร้าง DFA
2. การทดสอบ DFA
3. การสร้าง NFA without e-moves
4. การสร้าง NFA with e-moves
5. การทดสอบ NFA
6. การแปลงจาก NFA ไปเป็น DFA

การแปลงจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves

ตารางที่ 3.3 FrmMenu

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmMenu	-	-	-
	Caption	เมนู	-	-	-
Frame	Name	Frame1	-	-	-
	Caption	เลือกฟังก์ชันการทำงาน	-	-	-
Option Button	Name	Option1	Click	-	-
	Caption	การสร้าง DFA	-	-	-

ตารางที่ 3.3 FrmMenu (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Option Button	Name	Option2	Click	-	-
	Caption	การทดสอบ DFA	-	-	-
Option Button	Name	Option3	Click	-	-
	Caption	การสร้าง NFA without e-moves	-	-	-
Option Button	Name	Option4	Click	-	-
	Caption	การสร้าง NFA withe-moves	-	-	-
Option Button	Name	Option5	Click	-	-
	Caption	การทดสอบ NFA	-	-	-
Option Button	Name	Option6	Click	-	-
	Caption	การเปลี่ยน NFA เป็น DFA	-	-	-
Option Button	Name	Option7	Click	-	-
	Caption	การเปลี่ยนNFA with e-move เป็น without e-move	-	-	-
Command Button	Name	CmdNext	Click	-	FrmDefineDFA,FrmDefine NFA,FrmNFAtoDFA, Frmwithemoves
	Caption	Next	-	-	-
Command Button	Name	CmdExit	Click	-	จบการทำงาน
	Caption	Exit	-	-	-

3.4.3 FrmDefineDFA

เป็นฟอร์มที่ทำการสร้างและทดสอบกราฟ DFA จากนิยาม

ตารางที่ 3.4 FrmDefineDFA

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmDefineDFA	Load	-	-
	Caption	สร้างกราฟ DFA จากนิยาม หรือ ทดสอบกราฟ DFA จากนิยาม	-	-	-
Frame	Name	Frame1	-	-	-
	Caption	Graph	-	-	-
Frame	Name	Frame2	-	-	-
	Caption	ค่าตามนิยาม	-	-	-
Frame	Name	Frame3	-	-	-
	Caption	Check ค่า Input String	-	-	-
Label	Name	Label1	-	-	-
	Caption	ค่า State(Q)	-	-	-
Label	Name	Label2	-	-	-
	Caption	ค่า Input Alphabets	-	-	-

ตารางที่ 3.4 FrmDefineDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label3	-	-	-
	Caption	ค่า Initial State(q0)	-	-	-
Label	Name	Label4	-	-	-
	Caption	ค่า Final State(F)	-	-	-
Label	Name	Label5	-	-	-
	Caption	(∑)	-	-	-
Label	Name	Label6	-	-	-
	Caption	DFA (Deterministic Finite Automata)	-	-	-
Label	Name	Label7	-	-	-
	Caption	Input String	-	-	-
Label	Name	Label8	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label9	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label10	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-

ตารางที่ 3.4 FrmDefineDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label11	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label12	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label13	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label14	-	-	-
	Caption	หน้าที่	-	-	-
Label	Name	Label15	-	-	-
	Caption	มีทั้งหมด	-	-	-
Label	Name	Label16	-	-	-
	Caption	หน้า	-	-	-
Text	Name	TxtQ	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInitial	Change	-	-
	Text		-	-	-

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 3.4 FrmDefineDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtFinal	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtCheckinput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtHowPage	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.4 FrmDefineDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtPage	Change	-	-
	Text		-	-	-
Command Button	Name	CmdTransition	Click	CutstringDFA()	FrmTranNFA
	Caption	Transition	-	-	-
Command Button	Name	CmdClear	Click	Clearpic()	-
	Caption	Clear	-	-	-
Command Button	Name	CmdGraph	Click	Clearpic(),CutstringDFA()	Picture box
	Caption	Graph	-	-	-
Command Button	Name	CmdCheckinput	Click	Clearpic(),CutstringDFA()	Dialog box Check ค่า Input
	Caption	Check Input	-	-	-
Command Button	Name	CmdPreviousPic	Click	Clearpic(),CutstringDFA()	-
	Caption	Previous	-	-	-
Command Button	Name	CmdNextPic	Click	Clearpic(),CutstringDFA()	-
	Caption	Next	-	-	-
Picture Box	Name	Picture1	Change	-	-

3.4.4 FrmDefineNFA

เป็นฟอร์มที่ทำการสร้างและทดสอบกราฟ NFA without e-moves จากนิยาม

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmDefineNFA	Load	-	-
	Caption	สร้างกราฟ NFA จากนิยาม หรือ ทดสอบกราฟ NFA จากนิยาม	-	-	-
Frame	Name	Frame1	-	-	-
	Caption	Graph	-	-	-
Frame	Name	Frame2	-	-	-
	Caption	ค่าตามนิยาม	-	-	-
Frame	Name	Frame3	-	-	-
	Caption	Check ค่า Input String	-	-	-
Frame	Name	Frame4	-	-	-
	Caption	การแปลงจาก NFA	-	-	-
Label	Name	Label1	-	-	-
	Caption	ค่า State(Q)	-	-	-

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label2	-	-	-
	Caption	ค่า Input Alphabets	-	-	-
Label	Name	Label3	-	-	-
	Caption	ค่า Initial State(q0)	-	-	-
Label	Name	Label4	-	-	-
	Caption	ค่า Final State(F)	-	-	-
Label	Name	Label5	-	-	-
	Caption	(∑)	-	-	-
Label	Name	Label6	-	-	-
	Caption	DFA (Deterministic Finite Automata)	-	-	-
Label	Name	Label7	-	-	-
	Caption	Input String	-	-	-
Label	Name	Label8	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label9	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label10	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label11	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label12	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label14	-	-	-
	Caption	หน้าที่	-	-	-
Label	Name	Label15	-	-	-
	Caption	มีทั้งหมด	-	-	-
Label	Name	Label16	-	-	-
	Caption	หน้า	-	-	-
Text	Name	TxtQ	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInitial	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtFinal	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtCheckinput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtHowPage	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtPage	Change	-	-
	Text		-	-	-
Command Button	Name	CmdTransition	Click	CutstringNFA()	FrmTranNFA
	Caption	Transition	-	-	-
Command Button	Name	CmdClear	Click	Clearpic()	-
	Caption	Clear	-	-	-
Command Button	Name	CmdGraph	Click	Clearpic(),CutstringNFA()	Picture box
	Caption	Graph	-	-	-
Command Button	Name	CmdCheckinput	Click	Clearpic(),CutstringNFA()	Dialog box Check ค่า Input
	Caption	Check Input	-	-	-
Command Button	Name	CmdPreviousPic	Click	Clearpic(),CutstringNFA()	-
	Caption	Previous	-	-	-
Command Button	Name	CmdNextPic	Click	Clearpic(),CutstringNFA()	-
	Caption	Next	-	-	-
Option Button	Name	Option1	Click	-	-
	Caption	Change NFA to DFA	-	-	-

ตารางที่ 3.5 FrmDefineNFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Option Button	Name	Option2	Click	-	-
	Caption	Change NFA with e-moves to NFA without e-moves	-	-	-
Picture Box	Name	Picture1	Change	-	-

3.4.5 FrmTranDFA

เป็นฟอร์มที่นำค่าจากฟอร์ม FrmDefineDfa ที่ตัดคำมาแล้วมาใส่ไว้ที่ฟอร์มนี้โดยใส่ไว้ในแถวแรกและหลักแรกของ Msflexgrid ส่วนในแถวและหลักที่เหลือจะให้ผู้ใช้เป็นผู้ป้อนจนครบ ข้อมูลใน MSflexgrid จะเก็บใน Text File

ตารางที่ 3.6 FrmTranDFA

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmTranDFA	-	CutstringDFA()	-
	Caption	ค่า Transition Function DFA	-	-	-
Grid	Name	Grid	Click	-	-
Command Button	Name	CmdOk	Click	-	FrmDefineDFA
	Caption	Ok	-	-	-
Command Button	Name	CmdClear	Click	-	FrmDefineDFA
	Caption	Clear	-	-	-

3.4.6 FrmTranNFA

เป็นฟอร์มที่นำค่าจากฟอร์ม FrmDefineNFA ที่ตัดคำมาแล้วมาใส่ไว้ที่ฟอร์มนี้โดยใส่ไว้ในแถวแรกและหลักแรกของ Msflexgrid ส่วนในแถวและหลักที่เหลือจะให้ผู้ใช้เป็นผู้ป้อนจนครบ ข้อมูลใน MSflexgrid จะเก็บใน Text File

ตารางที่ 3.7 FrmTranNFA

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmTranNFA	Load	CutstringDFA()	-
	Caption	ค่า Transition Function NFA	-	-	-
Grid	Name	Grid	Click	-	-
Command Button	Name	CmdOk	Click	-	FrmDefineDFA
	Caption	Ok	-	-	-
Command Button	Name	CmdClear	Click	-	FrmDefineDFA
	Caption	Clear	-	-	-

3.4.7 FrmNFAtoDFA

เป็นฟอร์มที่ทำหน้าที่ในการแปลงจาก NFA ไปเป็น DFA

ตารางที่ 3.8 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmNFAtoDFA	Load	CutText(),insertGrid()	-
	Caption	แปลง NFA เป็น DFA	-	-	-
Frame	Name	Frame1	-	-	-
	Caption	Transition Function NFA	-	-	-
Frame	Name	Frame2	-	-	-
	Caption	Transition Function NFA	-	-	-
Frame	Name	Frame3	-	-	-
	Caption	Select Graph	-	-	-
Frame	Name	Frame4	-	-	-
	Caption	Graph	-	-	-
Label	Name	Label1	-	-	-
	Caption	ค่า State(Q)	-	-	-
Label	Name	Label2	-	-	-
	Caption	ค่า Input Alphabets	-	-	-

ตารางที่ 3.8 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label3	-	-	-
	Caption	ค่า Initial State(q0)	-	-	-
Label	Name	Label4	-	-	-
	Caption	ค่า Final State(F)	-	-	-
Label	Name	Label5	-	-	-
	Caption	(∑)	-	-	-
Label	Name	Label6	-	-	-
	Caption	Change NFA to DFA	-	-	-
Label	Name	Label8	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label9	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label10	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label11	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label12	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-

ตารางที่ 3.8 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label13	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label14	-	-	-
	Caption	หน้าที่	-	-	-
Label	Name	Label15	-	-	-
	Caption	มีทั้งหมด	-	-	-
Label	Name	Label16	-	-	-
	Caption	หน้า	-	-	-
Text	Name	TxtQ	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInitial	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtFinal	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtCheckInput	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.8 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtPre1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtHowPage	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPage	Change	-	-
	Text		-	-	-
Command Button	Name	CmdTransitionDFA	Click	CutText()	-
	Caption	Transition Function DFA	-	-	-

ตารางที่ 3.8 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Command Button	Name	CmdPreviousPic	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Previous	-	-	-
Command Button	Name	CmdNextPic	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Next	-	-	-
Command Button	Name	CmdShowgraph	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Show Graph	-	-	-
Grid	Name	Grid1	Click	-	-
Grid	Name	Grid2	Click	-	-
Option Button	Name	Option1	Click	-	-
	Caption	Graph DFA	-	-	-
Option Button	Name	Option2	Click	-	-
	Caption	Graph NFA	-	-	-
Picture Box	Name	Picture1	Change	-	-

3.4.8 FrmWithemoves

เป็นฟอร์มที่ทำหน้าที่ในการแปลงจาก NFA with e-moves ไปเป็น NFA without e-moves และจะมีปุ่มกดไปยังฟอร์มที่ทำหน้าที่ในการแปลงจาก NFA ไปเป็น DFA อีกที

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Form	Name	FrmWithemoves	Load	CutStringNFA(),insertGrid()	-
	Caption	แปลง e-moves เป็น without e-moves	-	-	-
Frame	Name	Frame1	-	-	-
	Caption	Transition Function NFA with e-moves	-	-	-
Frame	Name	Frame2	-	-	-
	Caption	Transition Function NFA without e-moves	-	-	-
Frame	Name	Frame3	-	-	-
	Caption	Select Graph	-	-	-
Frame	Name	Frame4	-	-	-
	Caption	Graph	-	-	-

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label1	-	-	-
	Caption	ค่า State(Q)	-	-	-
Label	Name	Label2	-	-	-
	Caption	ค่า Input Alphabets	-	-	-
Label	Name	Label3	-	-	-
	Caption	ค่า Initial State(q0)	-	-	-
Label	Name	Label4	-	-	-
	Caption	ค่า Final State(F)	-	-	-
Label	Name	Label5	-	-	-
	Caption	(∑)	-	-	-
Label	Name	Label6	-	-	-
	Caption	Change NFA with e-moves to NFA without e-moves	-	-	-
Label	Name	Label8	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label9	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Label	Name	Label10	-	-	-
	Caption	FROM	-	-	-
Label	Name	Label11	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label12	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label13	-	-	-
	Caption	GOTO	-	-	-
Label	Name	Label14	-	-	-
	Caption	หน้าที่	-	-	-
Label	Name	Label15	-	-	-
	Caption	มีทั้งหมด	-	-	-
Label	Name	Label16	-	-	-
	Caption	หน้า1	-	-	-
Text	Name	TxtQ	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtInput	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtInitial	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtFinal	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtCheckinput	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtPre3	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext1	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext2	Change	-	-
	Text		-	-	-
Text	Name	TxtNext3	Change	-	-
	Text		-	-	-

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Text	Name	TxtHowPage	Change	-	-
Text	Text Name	- TxtPage	- Change	- -	- -
	Text	-	-	-	-
Command Button	Name	CmdTransitione-moves	Click	CutText()	-
	Caption	Transition Function NFA without e-moves	-	-	-
Command Button	Name	Cmdprevious	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Previous	-	-	-
Command Button	Name	Cmdnext	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Next	-	-	-
Command Button	Name	CmdShowgraph	Click	Clearpic(),CutText()	-
	Caption	Show Graph	-	-	-
Grid	Name	Grid1	Click	-	-
Grid	Name	Grid2	Click	-	-
Option Button	Name	Option1	Click	-	-
	Caption	Graph NFA with e-moves	-	-	-

ตารางที่ 3.9 FrmNFAtoDFA (ต่อ)

ชื่อคอนโทรล	ชื่อคุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด	อีเวนต์	เมดธอด	ไปยัง
Option Button	Name	Option2	Click	-	-
	Caption	Graph NFA without e-moves	-	-	-
Picture Box	Name	Picture1	Change	-	-

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่4
ผลที่ได้จากการทดลอง

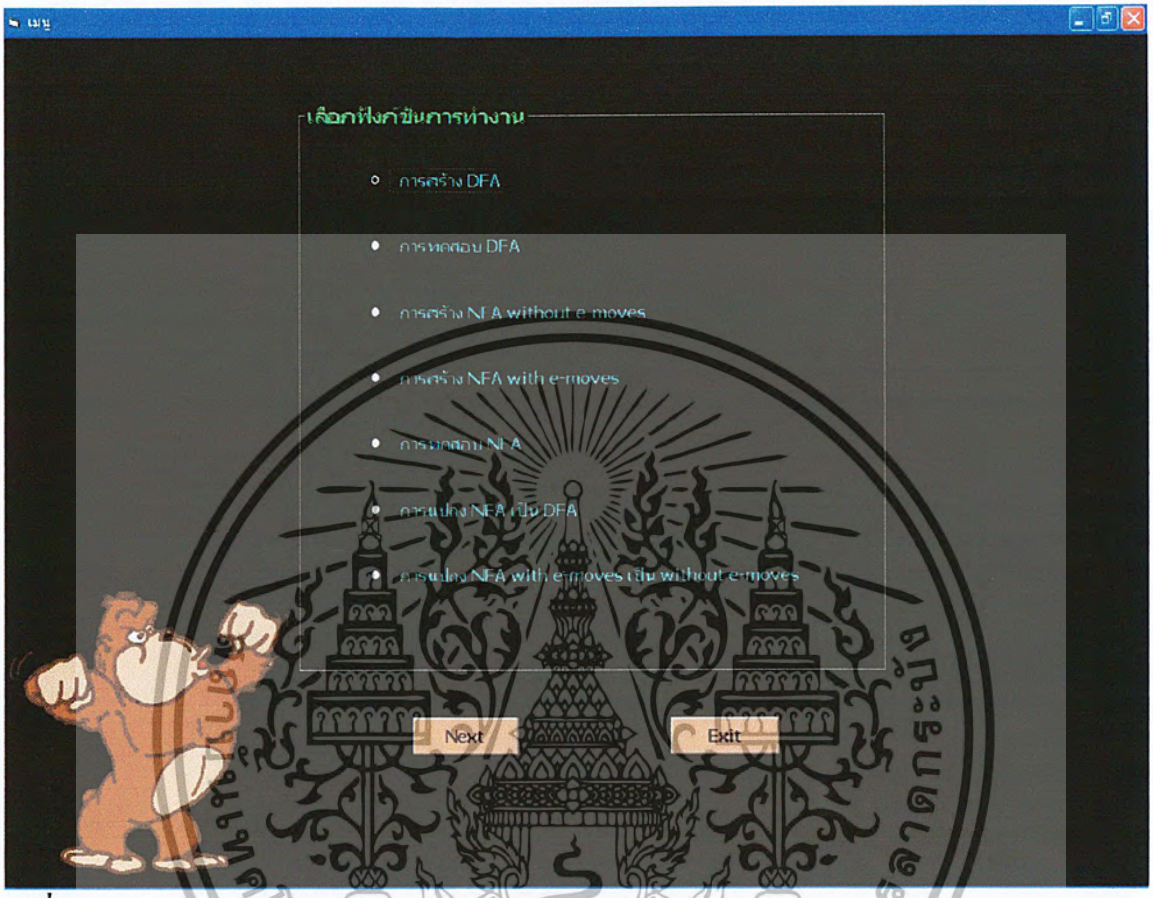
4.1 การทำงานของโปรแกรม

4.1.1 เมื่อผู้ใช้เข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอแรก ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

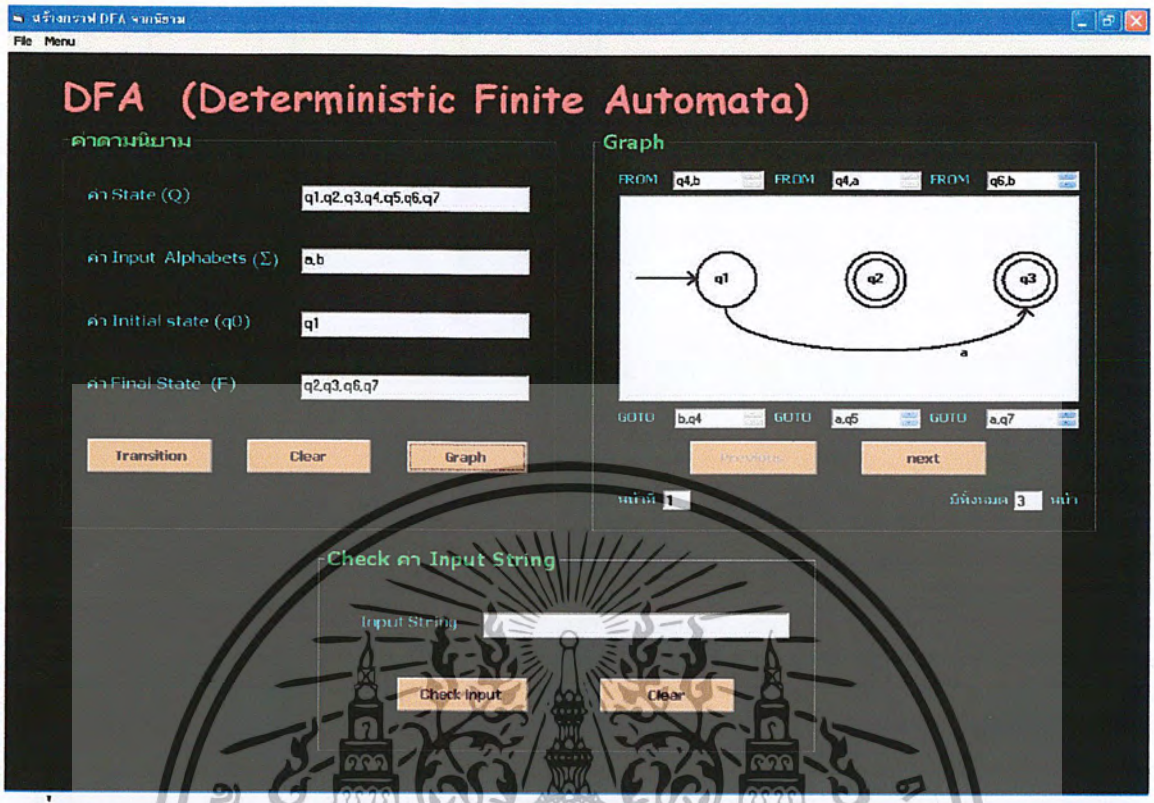
4.1.2 ในหน้าจอเมนู ผู้ใช้สามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการทำงานได้ตามความต้องการ ดังรูปที่ 4.2



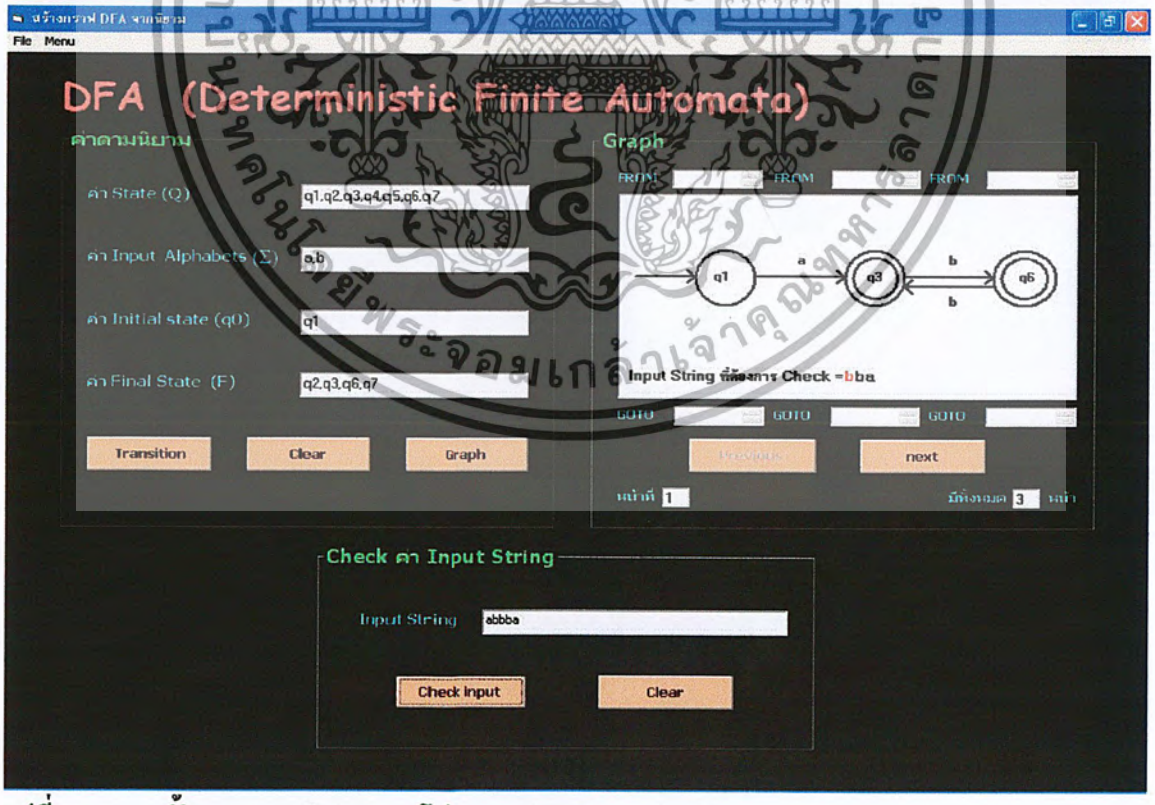
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอเมนูของโปรแกรม

4.1.3 ในส่วนของการสร้าง DFA และ การทดสอบ DFA โปรแกรมจะสามารถ สร้างกราฟ ได้ตามที่ผู้ใช้ป้อนค่าตามนิยาม และ สามารถตรวจสอบว่ากราฟที่สร้างนั้นยอมรับ Input หรือไม่ และยังสามารถดูขั้นตอนการทำงานได้ด้วย ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



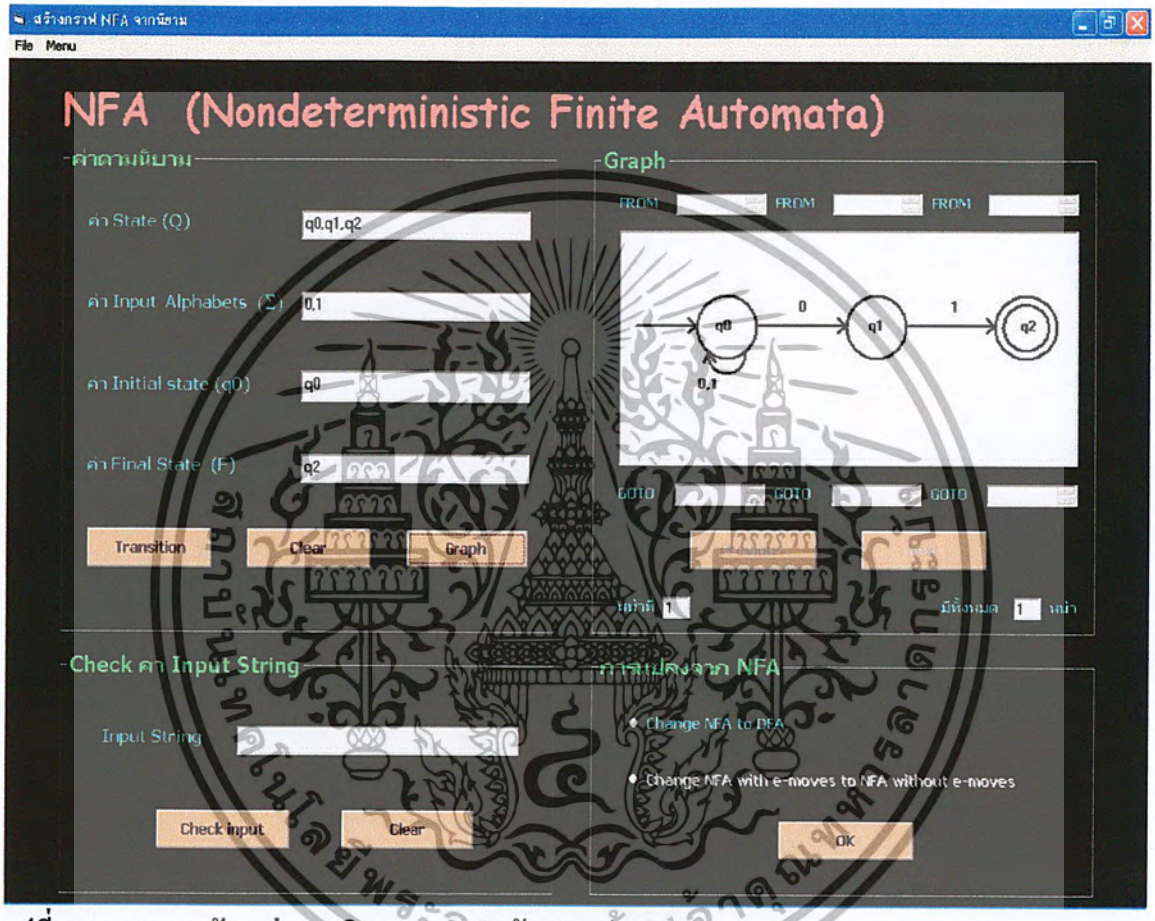
รูปที่ 4.3 แสดงการป้อนค่าตามนิยามและการสร้างกราฟ



รูปที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม DFA

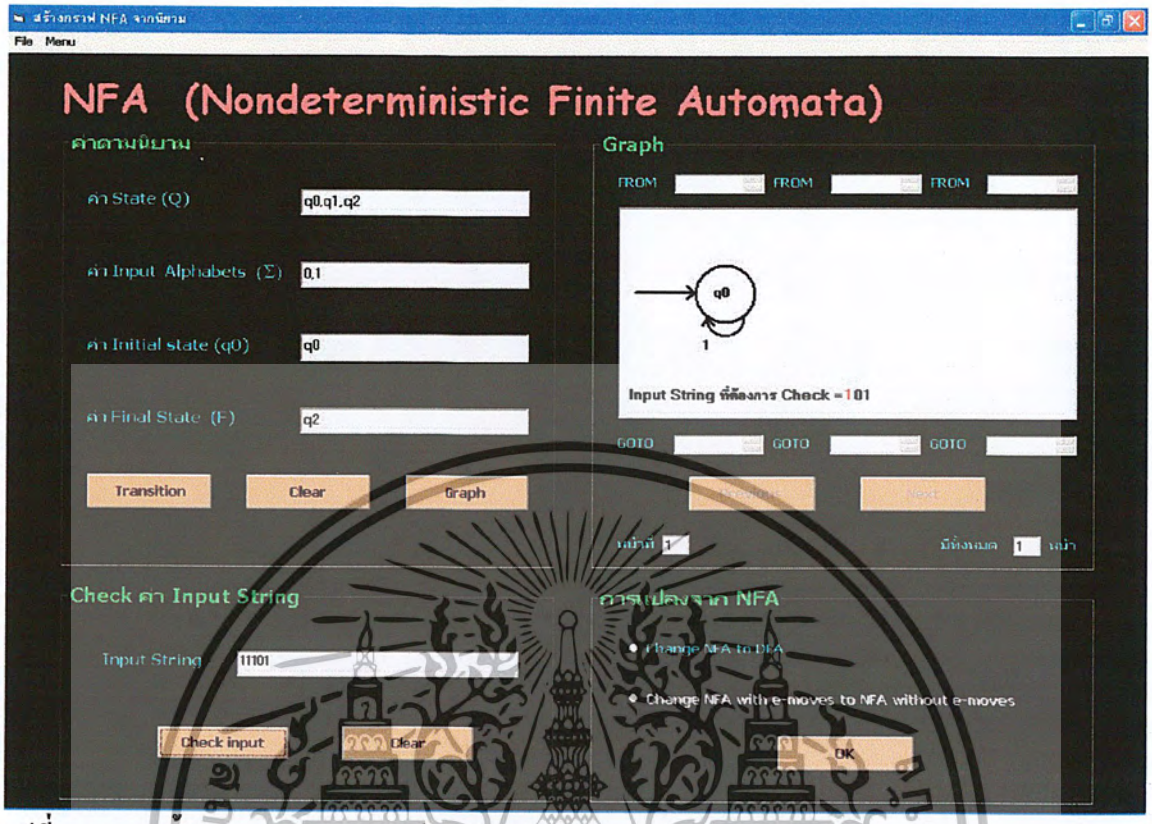
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ในส่วนของการสร้าง NFA และ การทดสอบ NFA โปรแกรมจะสามารถ สร้างกราฟได้ตามที่ผู้ใช้ป้อนค่าตามนิยาม และ สามารถตรวจสอบว่ากราฟที่สร้างนั้นยอมรับ Input หรือไม่ และยังสามารถดูขั้นตอนการทำงานได้ด้วย รวมทั้งสามารถเปลี่ยนจาก NFA เป็น DFA และ เปลี่ยนจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 แสดงการป้อนค่าตามนิยามและการสร้างกราฟ NFA

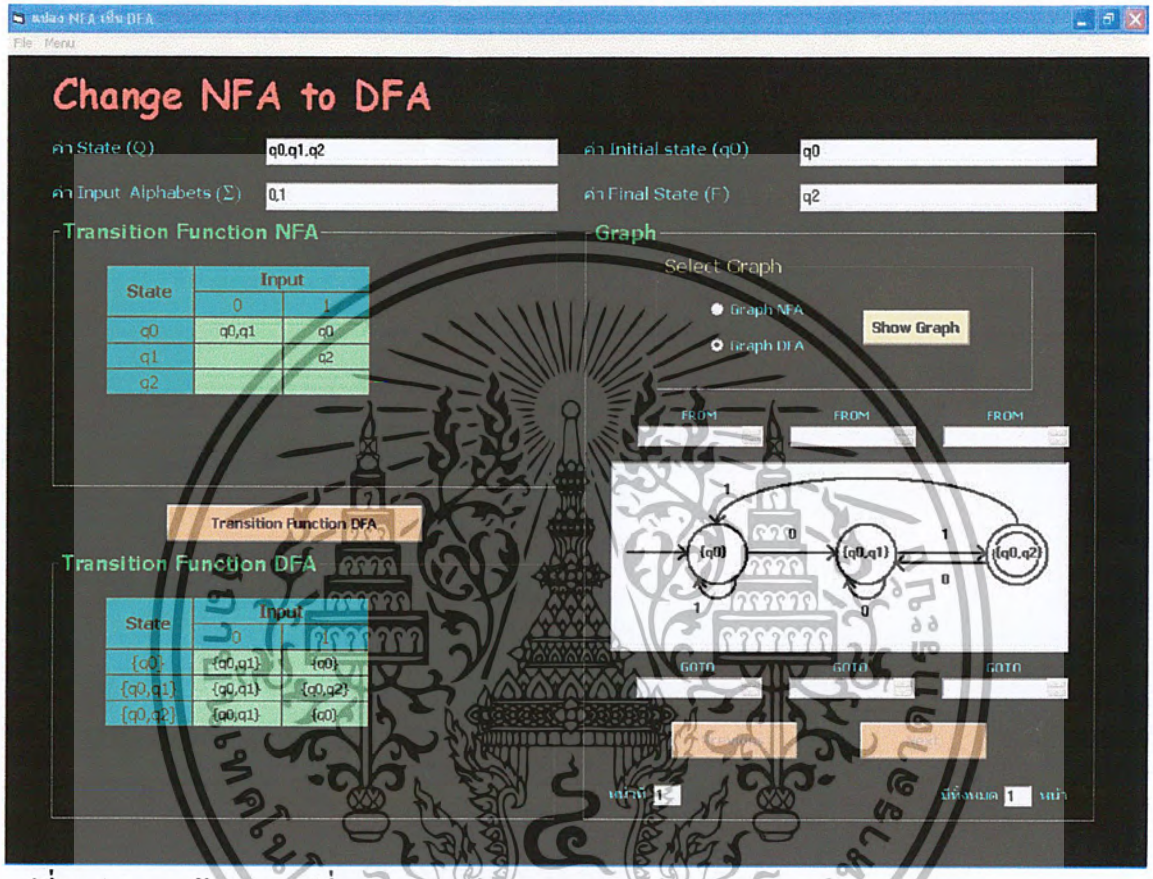
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม NFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

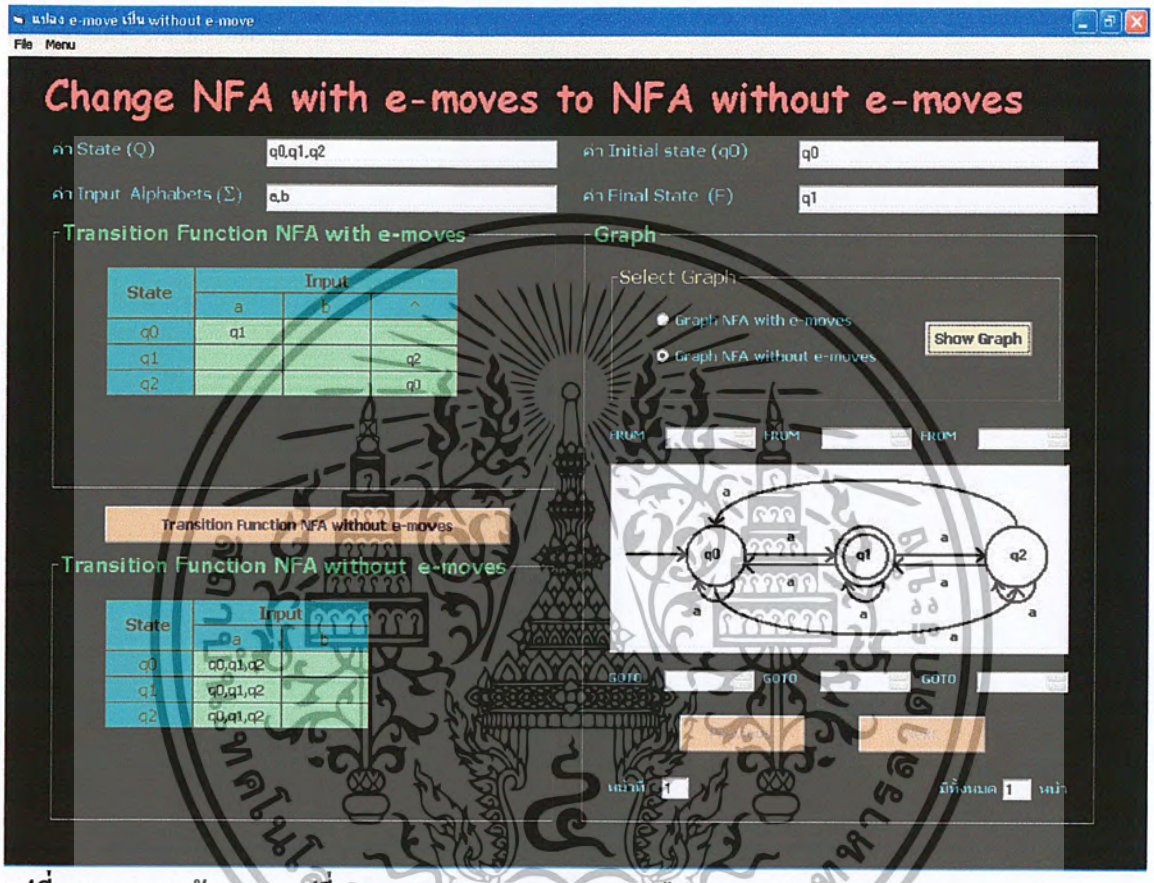
4.1.6 ในส่วนของการแปลง NFA เป็น DFA โปรแกรมสามารถแปลง NFA ทั้งแบบ NFA without e-moves และ NFA with e-moves เป็น DFA ได้ รวมทั้งยังสามารถดูกราฟได้ทั้งของ NFA และ DFA ตามที่ผู้ใช้ต้องการ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอการเปลี่ยน จาก NFA เป็น DFA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ในส่วนของการเปลี่ยนจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves โปรแกรจะสามารถแปลงจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves ได้ รวมทั้งยังสามารถดูกราฟได้ทั้ง 2 อย่างตามที่ผู้ใช้ต้องการ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอการเปลี่ยนจาก NFA with e-moves เป็น NFA without e-moves

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

วิชาทฤษฎีการคำนวณเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งหัวข้อหลักหนึ่งในวิชาดังกล่าว คือ Finite Automata ซึ่งเป็นรูปแบบจำลองพื้นฐานรูปแบบหนึ่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ Deterministic Finite Automata และ Nondeterministic Finite Automata แบบจำลองรูปแบบนี้จะใช้กราฟในการแทนแบบจำลอง ปัจจัยประการหนึ่งซึ่งจะช่วยให้เข้าใจหัวข้อดังกล่าว ก็คือการมีเครื่องมือที่จะช่วยสร้างและทดสอบ Finite Automata ปัญหาพิเศษนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างเครื่องมือดังกล่าว ซึ่งความสามารถหลักของโปรแกรมสรุปได้ ดังนี้

1. ผู้ใช้สามารถสร้าง Finite Automata ได้โดยระบุ พารามิเตอร์ที่จำเป็น เช่น เซตของสถานะ เซตของอักขระอินพุต และ Transition Function เป็นต้น จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้าง Transition กราฟให้โดยอัตโนมัติ
2. ผู้ใช้สามารถทดสอบการทำงานของ Finite Automata ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยป้อน input string จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลและขั้นตอนการทำงานของ Finite Automata โดยการยอมรับและไม่ยอมรับ String ดังกล่าว
3. ผู้ใช้สามารถที่จะแปลงเอ็นเอฟเอไปเป็นดีเอฟเอ โดยผ่านทางโปรแกรมได้

ซึ่งจากการใช้โปรแกรมดังกล่าวกับโจทย์หรือตัวอย่างที่มีอยู่ในตำราในหัวข้อที่เกี่ยวกับ Finite Automata พบว่าโปรแกรมทำงานได้โดยถูกต้องและช่วยในการสร้าง Automata ทำได้โดยสะดวกและรวดเร็ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรม Finite Automata ที่พัฒนาขึ้นเป็นเพียงโปรแกรมต้นแบบ ซึ่งยังขาดคุณลักษณะสำคัญต่างๆ ที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพดังนี้

1. ปรับปรุงในส่วนของการพิมพ์ Transition กราฟ ออกทางเครื่องพิมพ์
2. ปรับปรุงการแสดงผลของ Transition กราฟ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
3. ปรับปรุงโปรแกรมให้สามารถทำงานกับ Model อื่นๆ ทางทฤษฎีการคำนวณ เช่น Pushdown Automata และ Turing Machine
4. พัฒนาโปรแกรมให้เป็นลักษณะของ CAI คือ มีรูปแบบเสียงและแบบฝึกหัดให้ทดสอบ

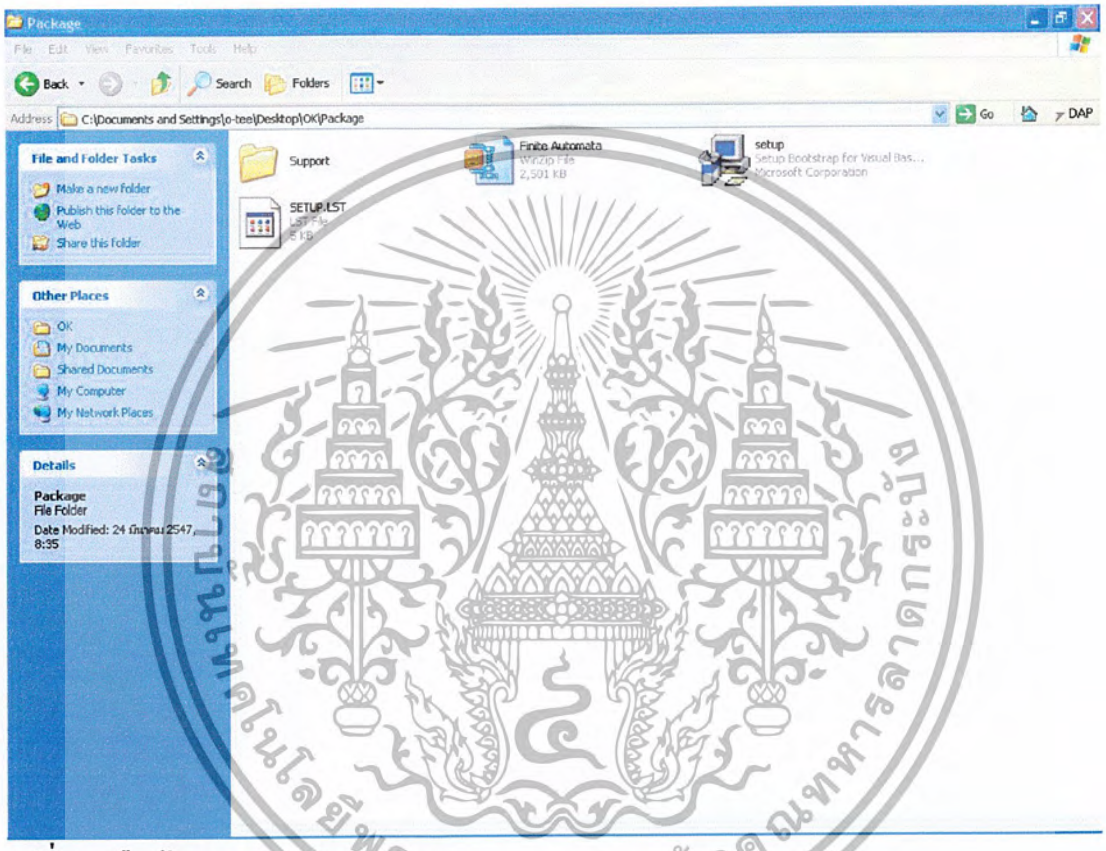
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การติดตั้งโปรแกรม

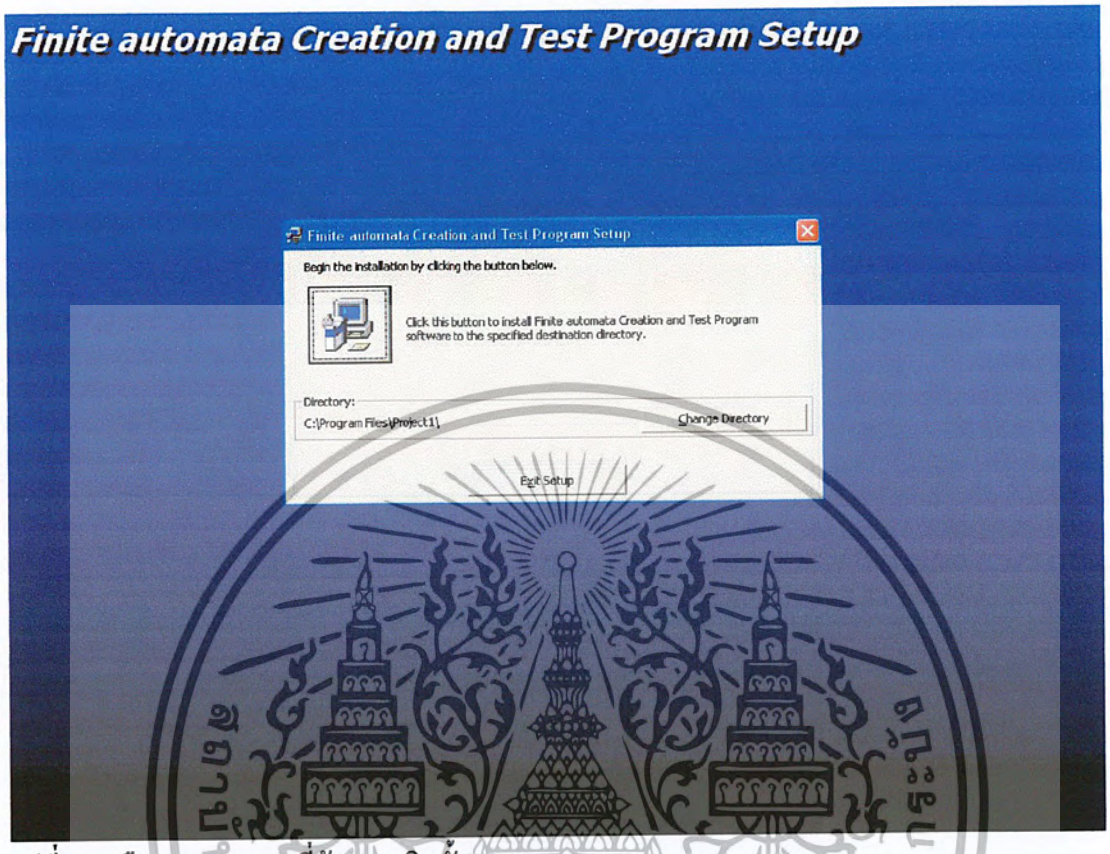
1. เปิดด้วยการ ดับเบิ้ลคลิก ที่ไอคอน CD-ROM
2. ดัลเบิ้ลคลิก ที่ไอคอน ที่ชื่อว่า Setup.exe จากนั้นโปรแกรมจะทำงานและเข้าสู่ระบบติดตั้งตามขั้นตอนต่อไป ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 เลือกไอคอน Setup.exe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

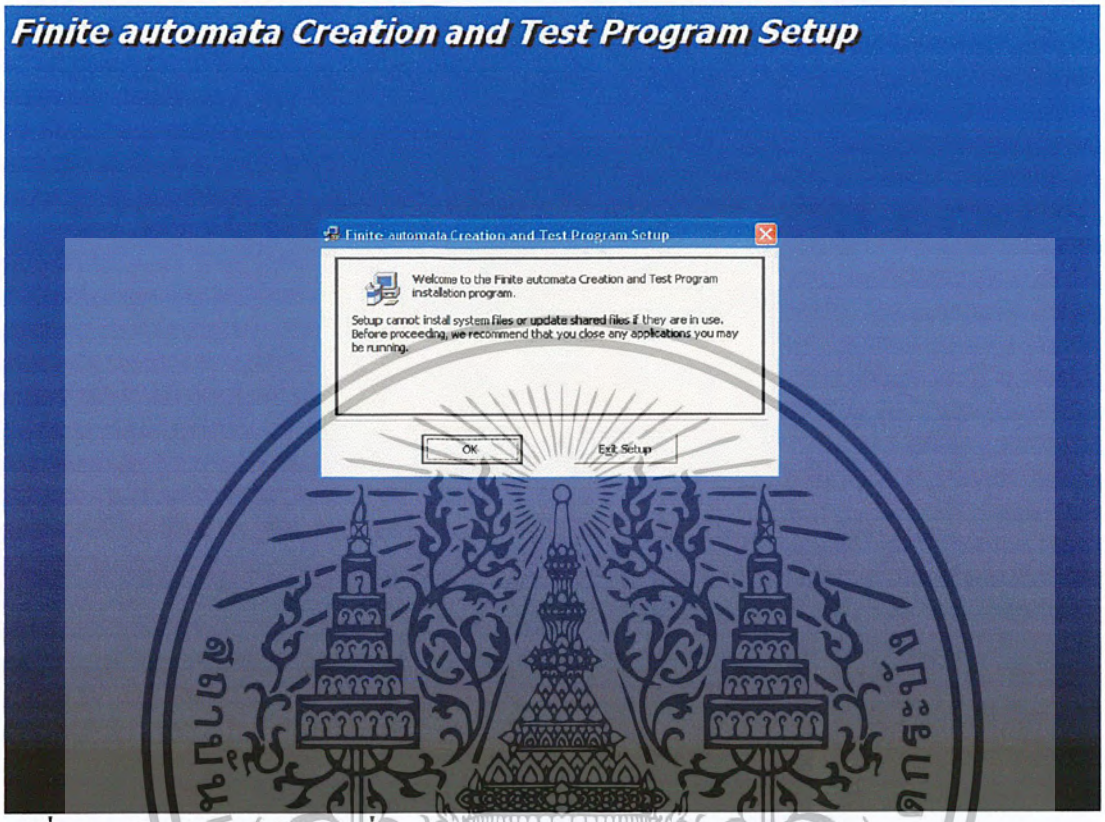
3. ทำการเลือก Directory ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม จากนั้น กดปุ่มตรงรูปคอมพิวเตอร์ เพื่อไปหน้าถัดไป ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 เลือก Directory ที่ต้องการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

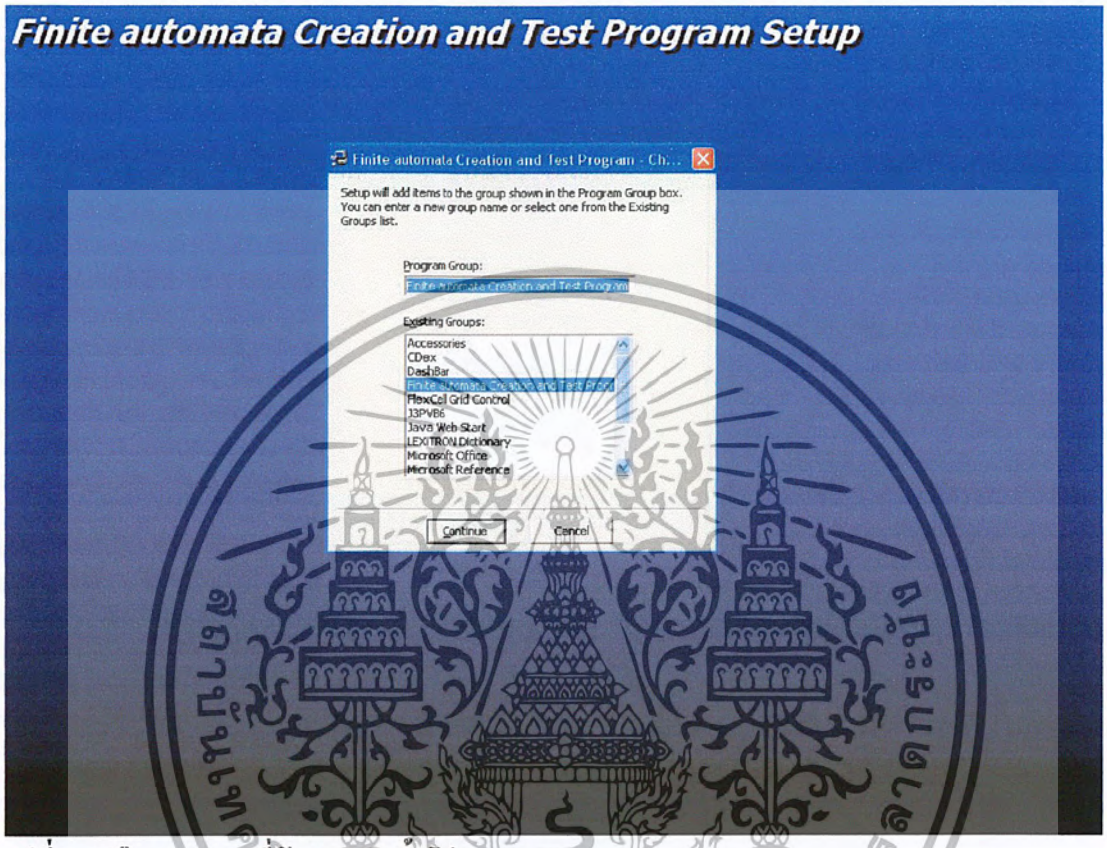
4. จากนั้นหน้าจอจะแสดงการแนะนำให้ทำการปิดโปรแกรมอื่นที่กำลังเปิดไว้อยู่ ซึ่งอาจจะทำให้การ Install ไม่สำเร็จได้ ถ้าต้องการปิดให้ทำการกดปุ่ม Exit Setup หรือถ้าต้องการทำงานต่อเลยให้กดปุ่ม OK เพื่อไปยังหน้าถัดไป ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 หน้าจอให้ปิดโปรแกรมอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

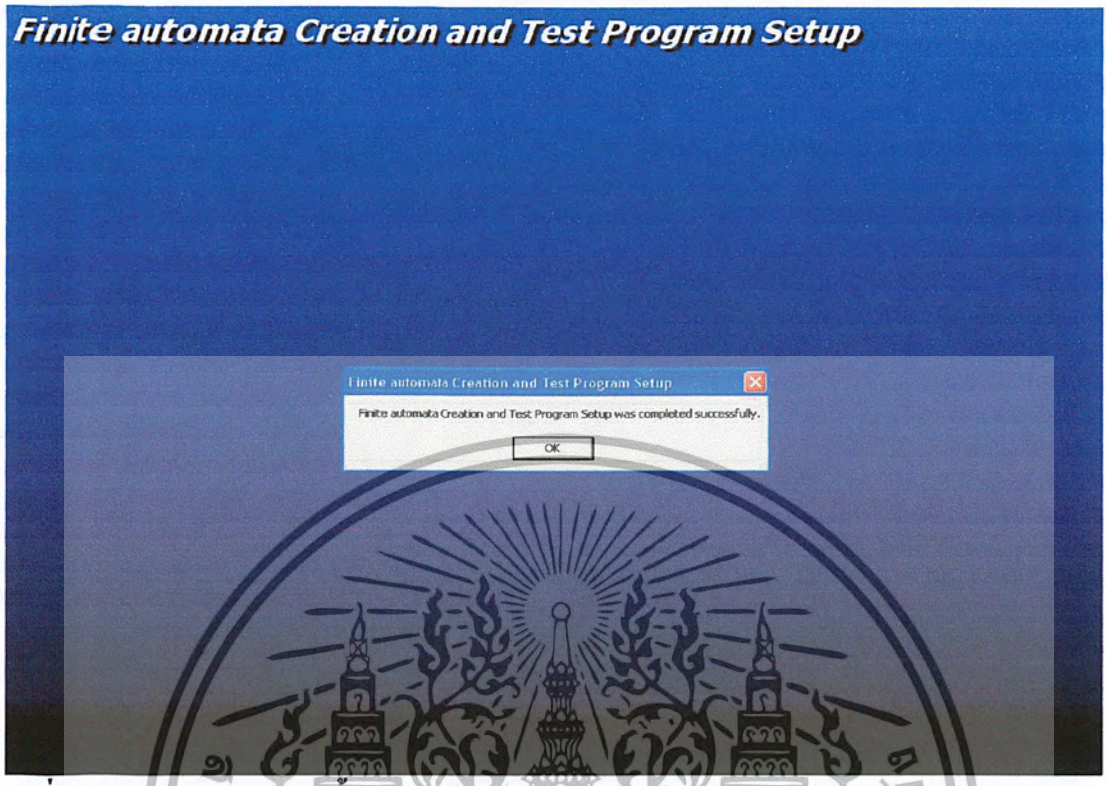
5. เลือก GROUP ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม จากนั้น กดปุ่ม Continue เพื่อไปหน้าถัดไป ดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 เลือก Group ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เสร็จแล้ว คลิก OK เพื่อออกจากการติดตั้งโปรแกรม ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 แสดงหน้าจอการติดตั้งโปรแกรมเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ.2537.Advanced Visual Basic6.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด

นิสาชล โตอดิเทพ.2541.โครงสร้างข้อมูล.พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์

ธาริน สิทธิธรรมชารี.2521.คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic6.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: ซัคเซส มีเดีย จำกัด

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุลและจำลอง ครูอุตสาหะ.2543.Visual Basic6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่8.กรุงเทพฯ: เคพีพี คอมพ์ แอนท์ คอนซัลท์ จำกัด

ทรงลักษณ์ พิริยะไพโรจน์และสุมนา เกษมสวัสดิ์.2544.เรียนลัด Data Structure ด้วย Visual Basic.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น จำกัด

Visual Basic5 by Gary Cornell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้