

โปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต

TREE ALGORITHMS SIMULATION ON INTERNET



วรบุตร เลิศอิทธิพร  
อัครินทร์ รักบัว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 39645  
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ย. 2544

b.....  
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TREE ALGORITHMS SIMULATION ON INTERNET



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 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ

โปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต

TREE ALGORITHMS SIMULATION ON INTERNET

ชื่อนักศึกษา

นายวรบุตร เลิศอิทธิพร 40056070

นายอัครินทร์ รักบัว 40056116

ภาควิชา

คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

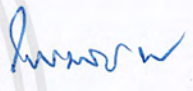
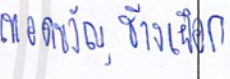

สาขาวิชา

วิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปัญหาพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2543

	คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรักษ์พงษ์	
กรรมการ	อาจารย์เทอดขวัญ ช้างเผือก	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรักษ์พงษ์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต	
ชื่อนักศึกษา	นายวรบุตร เลิศอิทธิพร	40056070
	นายอัครินทร์ รักบัว	40056116
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2543	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.จันทร์บุรณธ์ สถิตวิริยวงศ์	

### บทคัดย่อ

เป็นที่ยอมรับกันว่าการศึกษาถือว่าเป็นกุญแจสำคัญในการที่จะทำให้คนเราประสบความสำเร็จในชีวิต แต่เป็นที่น่าเสียดายว่า ในปัจจุบันนี้หลายๆ คนไม่มีเวลาที่จะไปศึกษาตามสถานศึกษาได้ ทำให้เขาเหล่านั้นต้องเสียโอกาสทางการศึกษาไป แต่ด้วยการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดโอกาสทางการศึกษาแนวใหม่ ซึ่งผู้ศึกษาไม่จำเป็นต้องไปเรียนที่สถานศึกษาอีกต่อไป แต่สามารถเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้ผู้ศึกษาสามารถจะเรียนจากที่ไหนก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งการศึกษาแนวใหม่นี้ก็คือการศึกษาทางไกลโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ซึ่งการศึกษาทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนี้เป็นการเพิ่มโอกาสทางการศึกษาให้แก่ผู้ที่ไม่มีโอกาสจะได้ศึกษาตามปกติและผู้ที่มีความสนใจศึกษาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนในสถานศึกษาตามปกติ

ดังนั้นโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่บุคคลที่ไม่มีโอกาสจะได้ศึกษาในสถานศึกษาตามปกติ และผู้ที่มีความสนใจจะศึกษาความรู้เพิ่มเติมให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยอาศัยการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยโปรแกรมนี้จะช่วยให้ผู้ที่ศึกษาได้รับความรู้ในเรื่องอัลกอริทึมของทรีหลายๆ แบบ

Special Project Title	TREE ALGORITHMS SIMULATION ON INTERNET	
Students	Mr.Worabutr Lert-itthiporn	40056070
	Mr.Akrin Ruckbua	40056116
Degree	Bachelor's Degree of Science	
Department	Mathematics and Computer Sciences, Faculty of Science	
Programme	Computer Sciences	
Academic Year	2000	
Special Project Advisor	Dr.Chanboon Sathitviriyawong	

## ABSTRACT

One important key for people to success is Education. Unfortunately that some people can not attend the class. So they lose the opportunity, but the computer technology and internet give them the new chance to educate themselves and no need to attend the class. They can learn anywhere through the internet system. Online learning is the other choice for people who want to increase the knowledge and the people who can not attend the class.

Tree algorithms simulation on internet was developed for all people to study the tree algorithm through the internet system.

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเตอร์เน็ตสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์ อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ จนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จด้วยดี รวมทั้งเพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
กิตติกรรมประกาศ.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญตาราง.....	vi
สารบัญภาพ.....	vii
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา.....	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
<b>บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 อินเทอร์เน็ต.....	3
2.1.1 อินเทอร์เน็ต คืออะไร.....	3
2.1.2 WWW.....	3
2.1.3 เว็บเซิร์ฟเวอร์.....	3
2.1.4 เว็บเบราว์เซอร์.....	3
2.2 Professional Homepage (PHP).....	4
2.2.1 Professional Homepage (PHP) คืออะไร.....	4
2.2.2 โครงสร้างของ PHP.....	4
2.3 JAVA.....	5
2.4 ทรี.....	6
2.4.1 นิยามของทรี.....	6
2.4.2 Binary Tree.....	7
2.4.3 AVL Tree.....	8
2.4.4 B-Tree.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 B*-Tree.....	29
<b>บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบ.....</b>	<b>36</b>
3.1 การวิเคราะห์ปัญหา.....	36
3.2 การศึกษาความเป็นไปได้.....	36
3.3 Context Diagram และ Data Flow Diagram .....	37
3.4 การออกแบบ.....	41
<b>บทที่ 4 การพัฒนาและผลจากการพัฒนา.....</b>	<b>45</b>
4.1 ลักษณะของโปรแกรมและภาษาที่ใช้.....	45
4.2 การพัฒนา.....	46
4.3 ผลจากการพัฒนา.....	49
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>64</b>
5.1 ผลการวิจัย.....	65
5.2 อุปสรรคในการทำงาน.....	65
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	66
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>67</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตาราง Exercise.....	43
3.2 ตาราง User.....	43
3.3 ตาราง Test.....	44
3.4 ตาราง Dateja.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ทรี.....	6
2.2 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	9
2.3 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	9
2.4 AVL Tree หลังการ Rotate.....	9
2.5 ตัวอย่างของ LL Rotation.....	10
2.6 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	10
2.7 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	10
2.8 AVL Tree หลังการ Rotate.....	11
2.9 ตัวอย่างของ RR Rotation.....	11
2.10 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	12
2.11 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	12
2.12 AVL Tree หลังการ Rotate.....	12
2.13 ตัวอย่างของ LR (a) Rotation.....	13
2.14 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	13
2.15 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	14
2.16 AVL Tree หลังการ Rotate.....	14
2.17 ตัวอย่างของ LR (b) Rotation.....	15
2.18 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	15
2.19 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	16
2.20 AVL Tree หลังการ Rotate.....	16
2.21 ตัวอย่างของ LR (c) Rotation.....	17
2.22 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	17
2.23 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	17
2.24 AVL Tree หลังการ Rotate.....	18
2.25 ตัวอย่างของ RL (a) Rotation.....	18
2.26 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	19
2.27 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	19
2.28 AVL Tree หลังการ Rotate.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.29 ตัวอย่างของ RL (b) Rotation.....	20
2.30 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล.....	20
2.31 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล.....	21
2.32 AVL หลังการ Rotate.....	21
2.33 ตัวอย่างของ RL (c) Rotation.....	21
2.34 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 1).....	23
2.35 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 2).....	23
2.36 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 3).....	23
2.37 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 4).....	24
2.38 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 5).....	24
2.39 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 6).....	24
2.40 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 7).....	25
2.41 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 8).....	25
2.42 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 9).....	25
2.43 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 10).....	26
2.44 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 11).....	26
2.45 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 12).....	26
2.46 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 13).....	27
2.47 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 14).....	27
2.48 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 15).....	27
2.49 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 16).....	28
2.50 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 17).....	28
2.51 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 1).....	31
2.52 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 2).....	31
2.53 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 3).....	31
2.54 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 4).....	31
2.55 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 5).....	31
2.56 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 6).....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.57 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 7).....	32
2.58 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 8).....	32
2.59 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 9).....	32
2.60 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 10).....	32
2.61 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 1).....	34
2.62 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 2).....	34
2.63 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 3).....	34
2.64 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 4).....	35
2.65 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 5).....	35
2.66 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B-Tree (ชั้นที่ 6).....	35
3.1 Context Diagram ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต.....	37
3.2 DFD ระดับที่ 0 ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต.....	38
3.3 DFD ระดับที่ 1 ของส่วนสื่อการสอน (Algorithms).....	39
3.4 DFD ระดับที่ 1 ของส่วนแบบทดสอบความรู้ (Exercise).....	40
3.5 ER – Diagram ของแบบทดสอบความรู้.....	43
4.1 โปรแกรม Macromedia Flash.....	47
4.2 การปรับแต่งคุณสมบัติของ Movie ใน Macromedia Flash.....	48
4.3 หน้าจอแรก.....	50
4.4 หน้าจอเริ่มการทำงาน (Intro).....	51
4.5 หน้าจอ Binary Tree (Definition).....	52
4.6 หน้าจอ Binary Tree (Tree traversal) .....	53
4.7 หน้าจอ Binary Tree (Interaction).....	54
4.8 หน้าจอ AVL Tree (Definition).....	54
4.9 หน้าจอ AVL Tree (LL Rotation).....	55
4.10 หน้าจอ AVL Tree (RR Rotation).....	55
4.11 หน้าจอ AVL Tree (LR Rotation).....	56
4.12 หน้าจอ AVL Tree (RL Rotation).....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 หน้าจอ AVL Tree (Example).....	57
4.14 หน้าจอ AVL Tree (Interaction).....	57
4.15 หน้าจอ B-Tree (Definition).....	58
4.16 หน้าจอ B-Tree (Example).....	59
4.17 หน้าจอ B*-Tree (Definition).....	59
4.18 หน้าจอ B-Tree (Example).....	60
4.19 หน้าจอ Exercise.....	60
4.20 หน้าจอ Exercise (Member Log In).....	61
4.21 หน้าจอ Exercise (แบบทดสอบความรู้).....	61
4.22 หน้าจอ Exercise (ลงทะเบียนสมาชิก).....	62
4.23 หน้าจอ Exercise (ลิ้มรสผ่าน).....	63
4.24 หน้าจอ Exercise (เฉลยคำตอบและรวมคะแนน).....	63
4.25 หน้าจอ Forum.....	64

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากข้อมูลบางครั้งมีความยุ่งยากและไม่มีความเป็นระเบียบ ดังนั้นการนำโครงสร้างข้อมูลแบบต่างๆมาใช้ในการจัดการกับข้อมูลเหล่านี้จะทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งทริกก็เป็นการจัดโครงสร้างข้อมูลแบบหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจัดการกับข้อมูลเป็นอย่างดี ดังนั้นเราจึงให้ความสำคัญในการใช้ทริกเข้ามาจัดการกับข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งอัลกอริทึมของทริกนั้นมีอยู่หลายแบบ ซึ่งในแต่ละแบบจะมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน และมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันอีกด้วย

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ที่จะจัดทำโปรแกรมการจำลองทริกอัลกอริทึมบนอินเตอร์เน็ตขึ้นมา เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจในเรื่องนี้ได้มีโอกาสศึกษาและทำความเข้าใจในรายละเอียดของทริกในแบบต่างๆ อีกทั้งเพื่อให้ผู้ที่ศึกษาได้มองเห็นถึงข้อแตกต่างและข้อดีข้อเสียของทริกแต่ละแบบ เพื่อที่จะสามารถนำทริกแบบต่างๆ ไปประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

### 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจในเรื่องทริกได้มีโอกาสศึกษาและทำความเข้าใจในรายละเอียดของทริกแบบต่างๆ อีกทั้งได้มองเห็นถึงข้อแตกต่างและข้อดีข้อเสียของทริกแบบต่างๆ

1.2.2 เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจศึกษาในเรื่องทริกสามารถใช้ทริกแบบต่างๆ ได้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องการทำ

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

โปรแกรมการจำลองทริกอัลกอริทึมบนอินเตอร์เน็ต ที่อาศัยการจำลองขั้นตอนการทำงานของทริกแต่ละแบบขึ้นมาแสดงทีละขั้นให้ผู้ใช้ได้ศึกษา จะส่งผลให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมสามารถเข้าใจถึงรายละเอียดของทริกแบบต่างๆ เข้าใจถึงลักษณะอัลกอริทึมของทริกแต่ละแบบ และสามารถเข้าใจถึงข้อแตกต่างและข้อดีข้อเสียของทริกแต่ละแบบได้ และทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถที่จะเลือกใช้ทริกได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องการทำได้

## 1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา

รูปแบบของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนของเนื้อหาซึ่งได้แก่รายละเอียดของทรีในแบบต่างๆ และข้อดีและข้อเสียของทรีแต่ละแบบ ตัวอย่างของทรีแบบต่างๆ และมีการจำลองขั้นตอนการทำงานของทรีแบบต่างๆ ขึ้นมาแสดงลักษณะการทำงานของทรีอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเกิดความเข้าใจมากขึ้น มีตัวอย่างซอสโค้ด ของทรีแบบต่างๆ และส่วนของแบบฝึกหัดเพื่อใช้ในการทดสอบความรู้และความเข้าใจของผู้ใช้โปรแกรม

## 1.5 ขอบเขตการศึกษา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นเรื่องของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหาของทรีหลายๆ แบบ ได้แก่ AVL Tree, B-Tree, B\*-Tree โดยจะกล่าวถึงในส่วนของคุณลักษณะของทรีแบบต่างๆ อัลกอริทึมของทรีแต่ละแบบ และการโรเตทรี การเพิ่มข้อมูลลงในทรี และการลบข้อมูลออกจากทรี

## 1.6 ขั้นตอนการศึกษา

- 1.6.1 ศึกษาข้อมูลเรื่องทรีและอัลกอริทึมแบบต่างๆ ของทรี
- 1.6.2 ศึกษาวิธีการสร้างเว็บไซต์
- 1.6.3 ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรม
- 1.6.4 จัดทำในส่วนรายละเอียดเนื้อหา ตัวอย่าง แบบจำลอง และ แบบฝึกหัด
- 1.6.5 ออกแบบการนำเสนอ
- 1.6.6 เขียนโปรแกรมและนำเนื้อหาใส่ลงในเว็บไซต์
- 1.6.7 ทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของทุกส่วนของโปรแกรม
- 1.6.8 ปรับแต่งรูปแบบการนำเสนอให้สวยงาม
- 1.6.9 จัดทำคู่มือการใช้งาน

## บทที่ 2

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 อินเทอร์เน็ต

##### 2.1.1 อินเทอร์เน็ต คืออะไร

อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สำคัญ ที่ใช้สื่อสารในระบบเว็บ หรือการสื่อสารระบบใยแมงมุม ซึ่งสามารถเชื่อมโยง กับแหล่งข้อมูลได้อย่างกว้างขวางทั่วโลก หรือที่เรียกว่า เวิร์ลด์ไวด์เว็บ หรือ www ที่เรารู้จักกันนั่นเอง โดยที่ในตอนแรกนั้น อินเทอร์เน็ตเริ่มมาจากเครือข่าย "ARPANET" (Advanced Research Project Agency Network) ซึ่งเป็นเครือข่ายทางทหารของกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา ร่วมมือกับ มหาวิทยาลัยในแคลิฟอร์เนีย เมื่อ พ.ศ.2512 เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการวิจัย และต่อมาได้ขยายไปยังมหาวิทยาลัยต่างๆ จนมีขนาดใหญ่ขึ้น และทำให้เกิดปัญหาเกิดขึ้น ทางทหารของสหรัฐจึงขอแยกตัวออกไปกลายเป็นเครือข่าย Milnet (Military Network) แต่ก็ยังคงเชื่อมต่อกับเครือข่ายอาร์พาเน็ต ด้วยเทคนิคการโต้ตอบ IP ที่เรียกว่า TCP/IP และต่อมาก็ขยายไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก จนกลายเป็นอินเทอร์เน็ตอยู่ในปัจจุบันนี้

##### 2.1.2 WWW

WWW นั้น ย่อมาจากคำว่า World Wide Web ซึ่งเป็นชื่อบริการชนิดหนึ่งบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้รับความนิยมมากที่สุดบริการหนึ่ง เพราะเป็นบริการที่ให้ทั้งข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ต่างๆ และยังให้ความบันเทิง ทั้งภาพและเสียงต่างๆ ซึ่งเป็นที่ดึงดูดผู้ใช้บริการ

##### 2.1.3 เว็บเซิร์ฟเวอร์

เว็บเซิร์ฟเวอร์ คือ คอมพิวเตอร์ที่เป็นแหล่งเก็บเว็บเพจที่ผู้ใช้บริการสามารถเรียกดูได้ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์อาจจะใช้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ หรือวินโดวส์เอ็นทีก็ได้ และจะต้องมีการติดตั้งโปรแกรมจัดการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์จึงจะสามารถใช้งานได้

##### 2.1.4 เว็บเบราว์เซอร์

เว็บเบราว์เซอร์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเข้าสู่ WWW และเปิดดูเว็บเพจที่เก็บอยู่ในเว็บไซต์ต่างๆ ตัวอย่างของเว็บเบราว์เซอร์ที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ โปรแกรม Netscape Communicator และโปรแกรม Microsoft Internet Explorer นอกจากเว็บเบราว์เซอร์จะใช้ในการเรียกดูเว็บเพจแล้ว เว็บเบราว์เซอร์หลายๆตัว ยังมีความสามารถอื่นๆ อีก เช่น การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 Professional Homepage (PHP)

### 2.2.1 Professional Homepage (PHP) คืออะไร

PHP ( Personal Home Page ) คือ สคริปต์โปรแกรมชนิดหนึ่งสำหรับ CGI ที่มีโครงสร้างการใช้งานคล้าย PERL และ C++ ปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 3 ขณะนี้ได้ออกเวอร์ชัน 4 แล้ว การใช้งานง่ายคล้ายกับ ASP สามารถใช้แทนได้ทันที โดยมีโครงสร้างดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<html>
  <head>
    <title>Example</title>
  </head>
  <body>
    <?php echo "Hi, I'm a PHP script!"; ?>
  </body>
</html>
```

PHP สามารถจัดการกับฟอร์มข้อมูล สร้างเอกสารแบบไดนามิก รับส่งคุกกี้ สนับสนุนการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้เป็นอย่างดีและมากมาย อาทิเช่น InterBase Solid dBase mSQL Sybase Empress MySQL Velocis FilePro Oracle Unix dbm Informix PostgreSQL นอกจากนี้ยังสนับสนุนโพรโตคอลต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP

### 2.2.2 โครงสร้างของ PHP

โครงสร้างของ PHP สามารถเขียนได้ด้วยทั้ง 4 แบบ โดยจะคล้ายๆ กับ ASP เพียงเปลี่ยนแท็กเริ่มต้นและแท็กลงท้ายเท่านั้น ส่วนคำสั่งที่ใช้จะเหมือนกับภาษา PERL หรือ C ตัวอย่างเช่น

- 1) <? echo ("this is the simplest, an SGML processing instruction\n"); ?>
- 2) <?php echo("if you want to serve XML documents, do like this\n"); ?>
- 3) <script language="php">
 

```
        echo ("some editors (like FrontPage) don't like processing instructions");
      </script>
```
- 4) <% echo ("You may optionally use ASP-style tags"); %>
 

```
        <%= $variable; # This is a shortcut for "<?echo .." %>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHP สนับสนุน C , C++ , ยูนิกซ์เชลล์ ดังนั้นเราจะเขียนคอมเมนต์ได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ

```
<?php echo "This is a test"; // แบบแรกบรรทัดเดียว แบบ C++
```

```
/* แบบหลายบรรทัด
```

```
บรรทัดนี้ก็ยังคงเป็นคอมเมนต์อยู่ */
```

```
echo "One Final Test"; # แบบนี้บรรทัดเดียวแต่เขียนแบบยูนิกซ์เชลล์
```

```
?>
```

### 2.3 JAVA

ภาษา Java เป็นภาษาที่สามารถสร้างโปรแกรมที่จะใช้งานบนอินเทอร์เน็ต โดยเน้นข้อได้เปรียบของภาษา ที่โปรแกรมที่สร้างขึ้นบนคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง จะสามารถนำไปทำงานได้บนคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่อาจจะมียุคประมวลผลต่างชนิดและโดยไม่ต้องคอมไพล์โปรแกรมใหม่ โดยภาษา JAVA ถูกออกแบบให้มีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) เป็นภาษาที่ง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน
- 2) โปรแกรมที่สร้างขึ้นด้วยภาษา JAVA จะไม่มีความผิดพลาดจากข้อบกพร่องของภาษา นั่นคือโปรแกรมจะต้องไม่ล้มเหลวลงด้วยความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยที่ไม่เกี่ยวกับตรรกะของโปรแกรม คุณสมบัตินี้เรียกว่าความคงทน (Robust)
- 3) โปรแกรมภาษา JAVA มักถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายไปทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้อื่น ดังนั้นภาษา JAVA ต้องมีหลักประกันให้แก่ผู้รับโปรแกรมนั้นไปทำงานว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเครื่องหรือระบบของเขา ภาษา JAVA จึงมีข้อกำหนดหลายอย่าง เพื่อให้โปรแกรมไม่สามารถทำอันตรายหรือสิ่งที่ไม่สมควรทำต่อระบบที่รับโปรแกรมนั้นไปทำงาน อย่างไรก็ตาม ไม่มีภาษาใดที่ปลอดภัยร้อยเปอร์เซ็นต์ ภาษา JAVA ถูกจัดว่ามีความปลอดภัยในระดับสูงเท่านั้น เพราะถูกออกแบบมาเพื่อความปลอดภัยมากกว่าภาษาอื่น
- 4) จุดมุ่งหมายสำคัญของ การออกแบบภาษา JAVA คือ โปรแกรมต้องสามารถทำงานบนเครื่องต่างระบบกันได้ เพื่อให้ได้คุณสมบัตินี้ ภาษา JAVA ต้องใช้วิธีการแปลภาษาแบบทั้ง Compilation และ Interpretation รวมทั้งการกำหนด Java Virtual Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

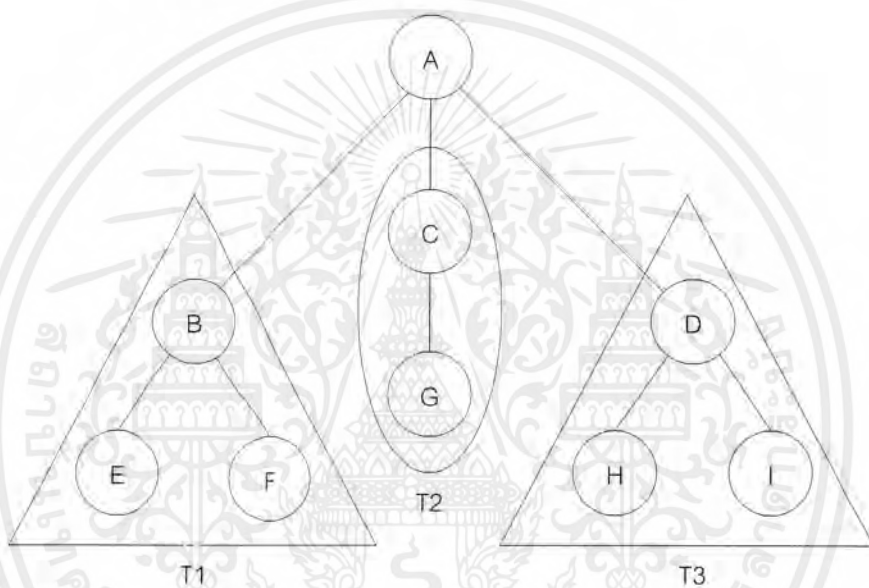
## 2.4 ทรี

### 2.4.1 นิยามของทรี

นิยามของทรีเป็นนิยามแบบรีเคอร์ซีฟ ว่าทรีประกอบด้วยสมาชิกที่เรียกว่าโหนดที่

- 1) ว่าง (ไม่มีโหนดในทรี) หรือ
- 2) มีโหนดหนึ่งถือเป็นรู๊ตโหนด ส่วนโหนดที่เหลือแบ่งเป็นทรีย่อย  $T_1, T_2, \dots, T_k$  ( $k \geq 0$ ) โดยทรีย่อยมีคุณสมบัติเป็นทรีเช่นกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างรู๊ตโหนดและรู๊ตโหนดของทรีย่อยเป็นไปในลักษณะพ่อกับลูก คือ รู๊ตโหนดเป็นโหนดพ่อ และรู๊ตโหนดของทรีย่อยเป็นโหนดลูก



ภาพที่ 2.1 ทรี

จากภาพที่ 2.1 ตัวอักษรหรือตัวเลขในโหนดเป็นชื่อของโหนดหรืออาจจะเป็นค่าที่อยู่ในโหนด ทรีนี้มีโหนด A เป็นรู๊ตของทรี ทรีย่อยของ A มี 3 ต้น คือ ทรี T1, T2 และ T3 ที่มี B, C และ D เป็นรู๊ต ทรี B มีทรี E และ F เป็นทรีย่อย ทรี C มีทรี G เป็นทรีย่อย ทรี D มี H และ I เป็นทรีย่อย หรือพูดอีกอย่างว่า โหนด A เป็นโหนดพ่อของ B, C และ D โหนด B เป็นโหนดพ่อของ E และ F โหนด C เป็นโหนดพ่อของ G และโหนด D เป็นโหนดพ่อของ H และ I หรือในทางกลับกัน โหนด B, C และ D เป็นลูกของโหนด A โหนด E และ F เป็นลูกของโหนด B

โหนดพี่น้อง (Brother Node) คือ โหนดที่มีพ่อแม่เดียวกัน จากภาพที่ 2.1 โหนด B, C และ D เป็นโหนดพี่น้องกัน โหนด E และ F เป็นพี่น้องกัน โหนด H และ I เป็นโหนดพี่น้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิ่ง (Branch) หรือ เอ็ดจ์ (Edge) คือ เส้นที่เชื่อมต่อระหว่างพอกับลูก โหนดที่ไม่มีลูก เช่น โหนด E, F, G, H และ I เรียกว่า ลีฟโหนด (Leaf Node) ส่วนโหนดที่ไม่ใช่รูต และไม่ใช่ลีฟโหนด เช่น โหนด B, C และ D เรียกว่าโหนดกิ่ง (Branch Node)

ดีกรี (Degree) ของโหนด X ใดๆ คือ จำนวนลูกของโหนดนั้น เช่น ดีกรีของลีฟโหนดเท่ากับ 0

ไดเรกต์ดีเซนแดนทโหนด (Direct Descendant Node) หรือโหนดที่มาทีหลังทันทีของโหนด X ใดๆ คือโหนดที่เป็นลูกของโหนด X นั้น เช่น B, C และ D เป็น ไดเรกต์ดีเซนแดนทโหนดของโหนด A

ดีเซนแดนทโหนด คือ โหนดลูกของ X และโหนดที่เป็นดีเซนแดนทของลูกของ X เช่น ดีเซนทแดนทของโหนด A คือ ทุกโหนดที่เหลือในทรี

ไดเรกต์แอนเซสเตอร์โหนด (Direct Ancestor Node) หรือโหนดที่มาก่อนทันทีของโหนด X ใดๆ (ยกเว้นรูตโหนด) คือ โหนดพ่อของ X นั้น เช่น โหนด E และ F มีโหนด B เป็นไดเรกต์แอนเซสเตอร์ และโหนด B มี A เป็นไดเรกต์แอนเซสเตอร์

แอนเซสเตอร์ของโหนด X ใดๆ คือ โหนดพ่อและโหนดที่เป็นแอนเซสเตอร์ของโหนดพ่อของ X เช่น A, B เป็นแอนเซสเตอร์ของ E และ F

เลเวล (Level) เป็นหมายเลขแสดงระดับของโหนดในทรี รูตโหนดถูกกำหนดให้อยู่ในระดับ 0 ส่วนไดเรกต์ดีเซนแดนทอยู่ในระดับถัดไป คือ 1 คือ ถ้าโหนด X (ยกเว้นลีฟโหนด) ใดๆ อยู่ในระดับ i ลูกของโหนด X จะอยู่ในระดับ i+1

ความสูงหรือความลึก (Height หรือ Depth) ของทรี คือ ระดับสูงสุดของทรีนั้น จากภาพที่ 2.1 โหนด A อยู่ระดับ 0 โหนด B, C และ D อยู่ในระดับ 1 โหนด E, F, G, H และ I อยู่ระดับ 2 และมีความสูงเท่ากับ 2

#### 2.4.2 Binary Tree

Binary Tree เป็นทรีที่มีความสำคัญคือ ใช้ประโยชน์ในหลายด้าน โดยนิยามของ Binary Tree เป็นดังนี้ คือ

- 1) ว่าง (คือ ไม่มี Node) หรือ
- 2) มี Node หนึ่งถือเป็น Root และส่วนที่เหลือแยกเป็น Sub Tree 2 ต้น เรียกว่า Left Sub Tree และ Right Sub Tree โดย Sub Tree ทั้ง 2 นั้นมีคุณสมบัติเป็น Binary Tree เช่นกัน

Binary Search Tree คือ Binary Tree ที่มีลักษณะ คือ Parent Node จะมีค่ามากเป็นที่สองส่วน Left Child จะมีค่าน้อยที่สุด ส่วน Right Child จะมีค่ามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 AVL Tree

AVL Tree (Adelson – Velskii and Landis) เป็น Binary Search Tree แบบ Height-Balanced คือ ทรี่ย่อย ทั้ง 2 ข้าง ของโหนดใดๆ ใน AVL Tree จะต้องมีความสูงไม่เกิน 1 โดยความสูงของ ทรี่ย่อยเป็น  $O(\log N)$  เมื่อ  $N$  คือจำนวน Node ใน Tree

#### 1) การพัฒนาโครงสร้างแบบ AVL Tree

- ใช้บาลานซ์แฟคเตอร์เป็นตัววัดความสมดุลของทรี่ย่อย
- ใช้บาลานซ์แฟคเตอร์ของโหนดใดๆ คือ Height of Right Subtree – Height of Left Subtree
- AVL Tree คือ Binary Search Tree ที่ทุกโหนดในทรี่ย่อยมีค่าบาลานซ์แฟคเตอร์อยู่ระหว่าง  $-1$  กับ  $1$
- ในการเพิ่มหรือลบโหนดใน AVL Tree อาจทำให้ทรี่ย่อยขาดความสมดุล ดังนั้นจะต้องทำการหมุน (Rotation) โหนดบางโหนดเพื่อให้ทรี่ย่อยสมดุล

#### 2) การสร้าง AVL Tree

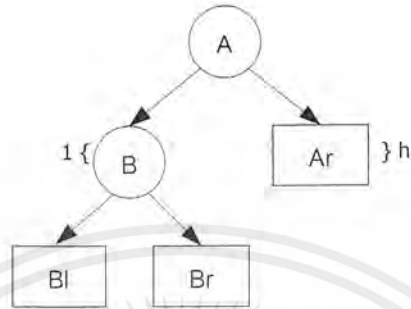
- 1) การอินลิรท์ จะมีขั้นตอนเหมือน Binary Search Tree
- 2) หลังจากอินลิรท์ให้ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของทุกๆ โหนดบนเส้นทางจากโหนดใหม่กลับไปหาหัวของทรี่ย่อย และการปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์นั้นจะหยุดก็ต่อเมื่อทรี่ย่อยมีความสมดุล
- 3) ถ้า Tree ขาดความสมดุล ให้ทำการ Rotation ซึ่งมีอยู่ 4 ประเภท คือ
  - 1) LL Rotation คือ การที่ Node ที่ Insert เข้ามาใหม่ ถูก Insert เข้าไปในด้าน Left Subtree ของ Left Child ของ Node แรก ที่ค่า Balance Factor ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด
  - 2) RR Rotation คือ การที่ Node ที่ Insert เข้ามาใหม่ ถูก Insert เข้าไปในด้าน Right Subtree ของ Right Child ของ Node แรก ที่ค่า Balance Factor ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด
  - 3) LR Rotation คือ การที่ Node ที่ Insert เข้ามาใหม่ ถูก Insert เข้าไปในด้าน Right Subtree ของ Left Child ของ Node แรก ที่ค่า Balance Factor ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด โดย LR Rotation
  - 4) RL Rotation คือ การที่ Node ที่ Insert เข้ามาใหม่ ถูก Insert เข้าไปในด้าน Left Subtree ของ Right Child ของ Node แรก ที่ค่า Balance Factor ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด โดย RL Rotation

โดยเนื้อหาของการทำ Rotation ทั้ง 4 แบบ จะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

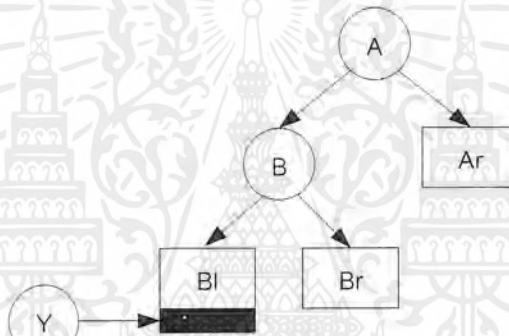
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1) LL Rotation

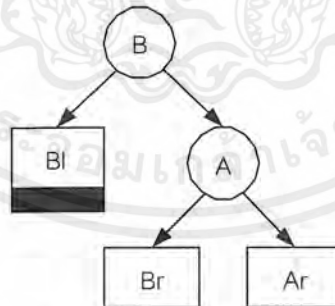
จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.2 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.3 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.2 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล



ภาพที่ 2.3 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล



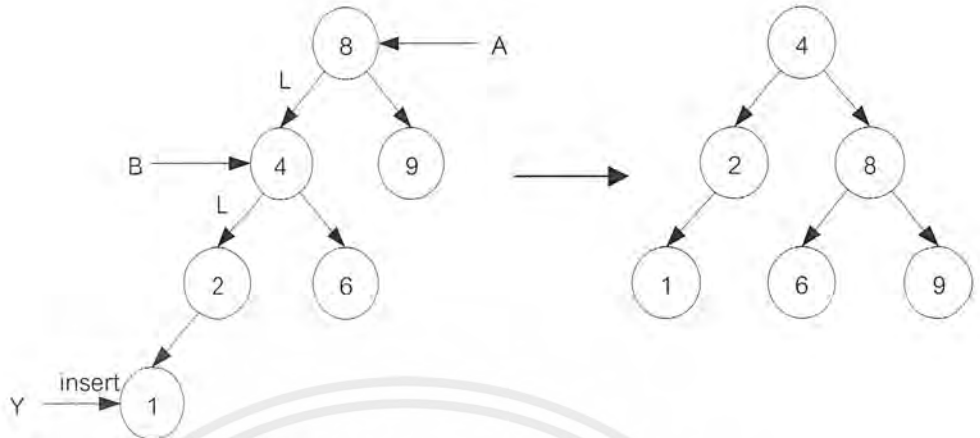
ภาพที่ 2.4 AVL Tree หลังการ Rotate

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย Right Subtree ของ B มาเป็น Left Subtree ของ A
- 2) ย้าย A มาเป็น Right Child ของ B
- 3) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ A และ B เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

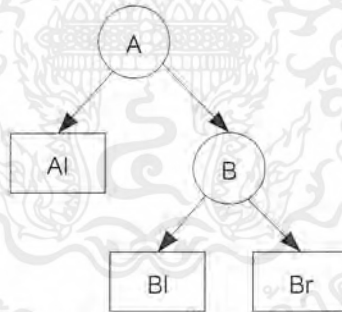
โดยในภาพที่ 2.5 คือ ตัวอย่างของการทำ LL Rotation



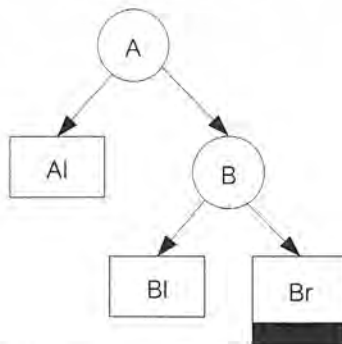
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างของ LL Rotation

2) RR Rotation

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.6 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.7 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.8

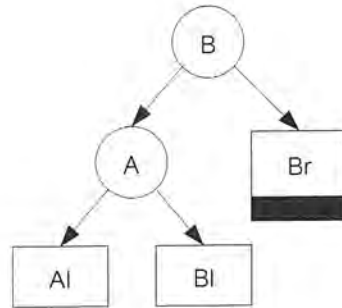


ภาพที่ 2.6 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล



ภาพที่ 2.7 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

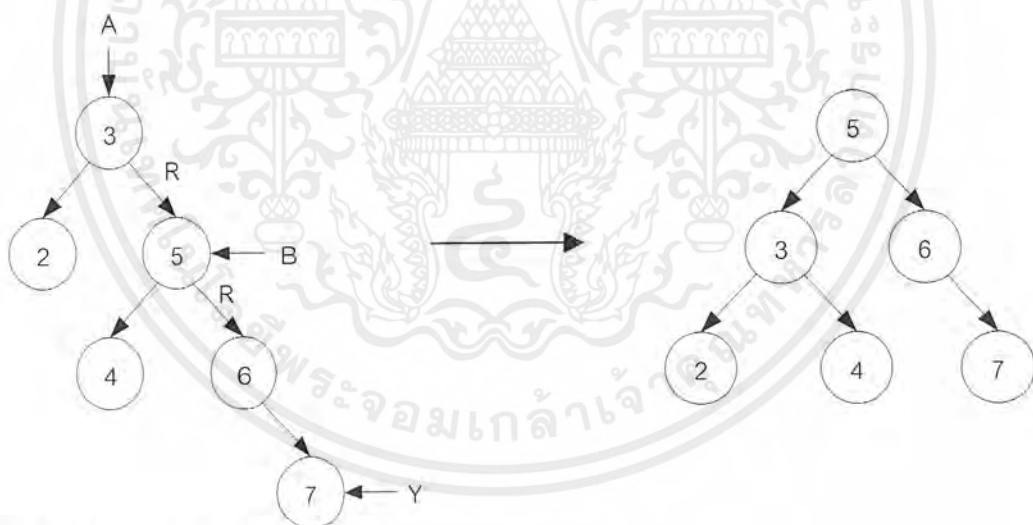


ภาพที่ 2.8 AVL Tree หลังการ Rotate

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย Left Subtree ของ B มาเป็น Right Subtree ของ A
- 2) ย้าย A มาเป็น Left Child ของ B
- 3) ปรับค่าบาลานซ์แฟกเตอร์ของ A และ B เป็น 0

โดยในภาพที่ 2.9 คือ ตัวอย่างของการทำ LL Rotation



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างของ RR Rotation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3) LR Rotation

มี 3 กรณี คือ

## 1) LR (a)

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.10 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.11 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.12

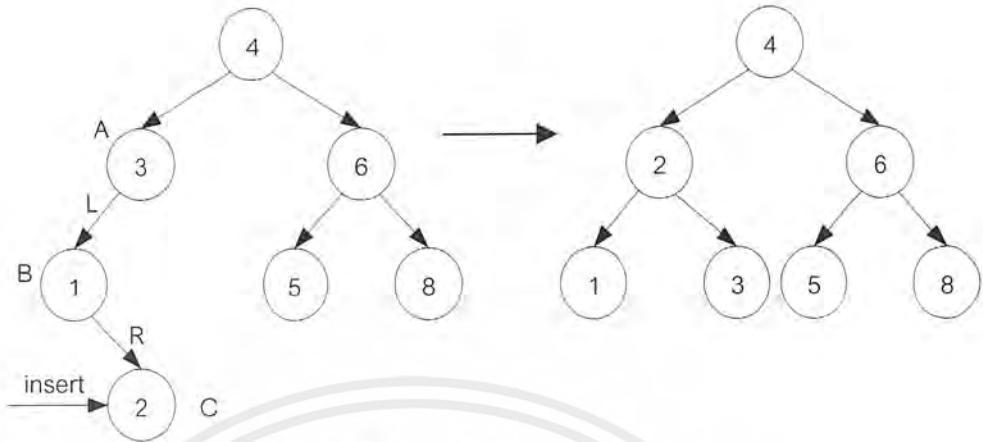


โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย A มาเป็น Right Child ของ C
- 2) ย้าย B มาเป็น Left Child ของ C
- 3) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ A และ B เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

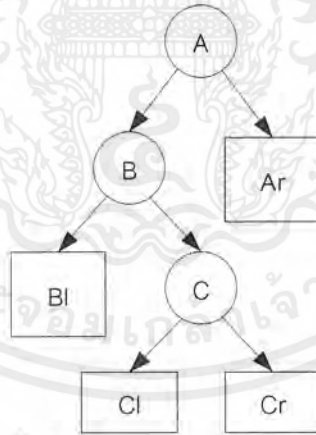
โดยในภาพที่ 2.13 คือ ตัวอย่างของการทำ LR (a) Rotation



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของ LR (a) Rotation

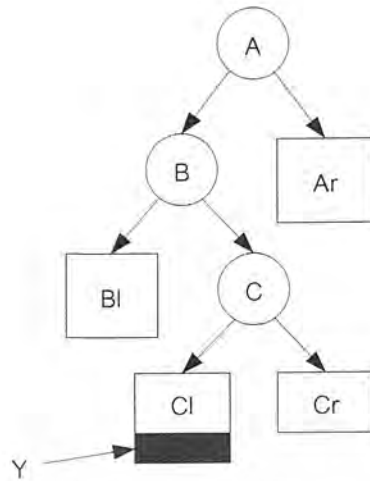
2) LR (b)

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.14 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.15 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.16

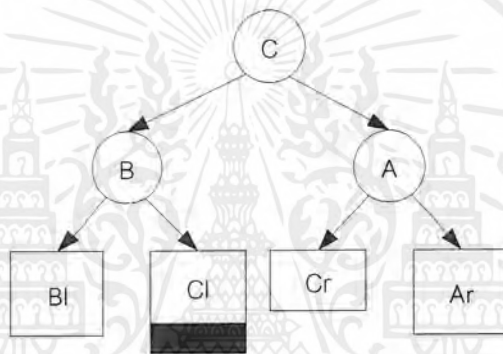


ภาพที่ 2.14 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล



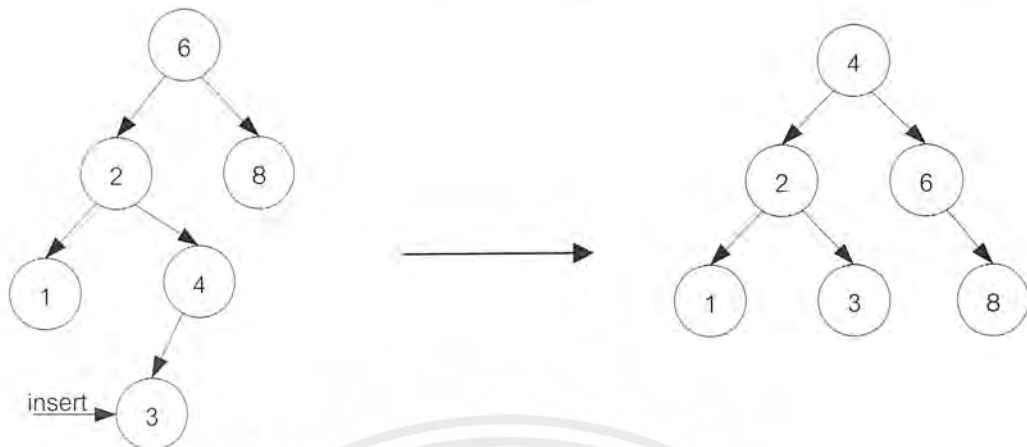
ภาพที่ 2.16 AVL Tree หลังการ Rotate

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย Left Subtree ของ C มาเป็น Right Subtree ของ B
- 2) ย้าย Right Subtree ของ C มาเป็น Left Subtree ของ A
- 3) ย้าย A มาเป็น Right Child ของ C
- 4) ย้าย B มาเป็น Left Child ของ C
- 5) ปรับค่า BF ของ B และ C เป็น 0
- 6) ปรับค่า BF ของ A เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

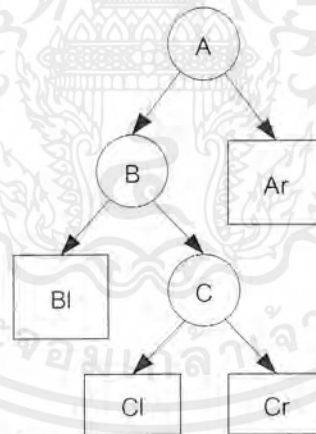
โดยในภาพที่ 2.17 คือ ตัวอย่างของการทำ LR (b) Rotation



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างของ LR (b) Rotation

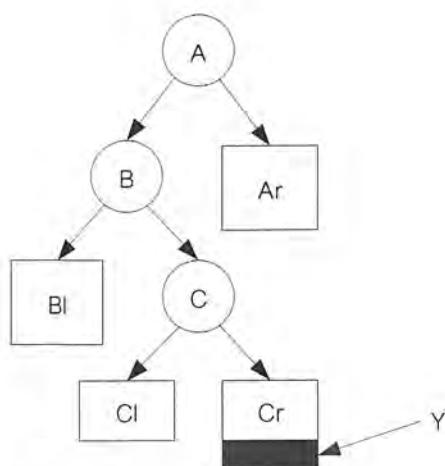
### 3) LR (c)

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.18 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.19 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.20

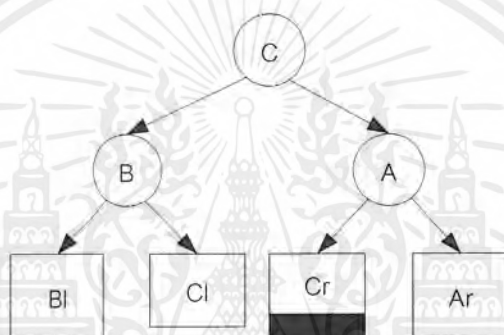


ภาพที่ 2.18 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล



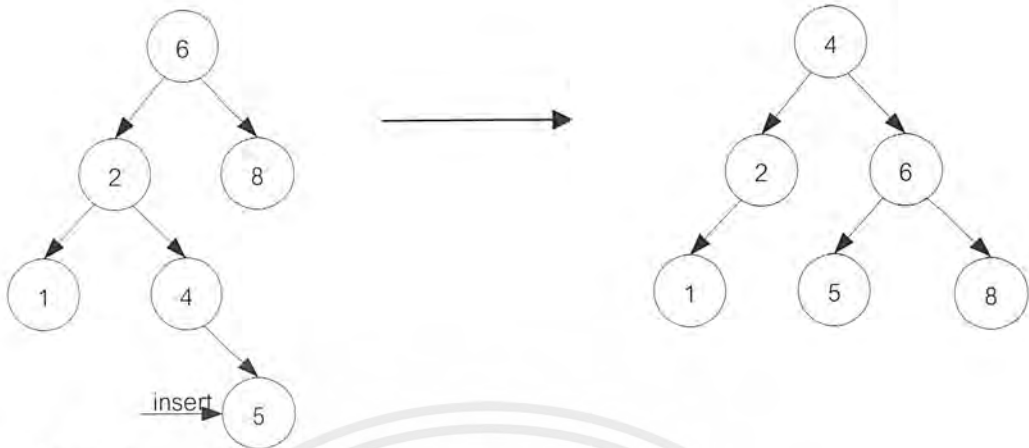
ภาพที่ 2.20 AVL Tree หลังการ Rotate

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย Left Subtree ของ C มาเป็น Right Child ของ B
- 2) ย้าย Right Subtree ของ C มาเป็น Left Subtree ของ A
- 3) ย้าย A มาเป็น Right Child ของ C
- 4) ย้าย B มาเป็น Left Child ของ C
- 5) ปรับค่าบาลานซ์แฟกเตอร์ของ A และ C เป็น 0
- 6) ปรับค่าบาลานซ์แฟกเตอร์ของ B เป็น -1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในภาพที่ 2.21 คือ ตัวอย่างของการทำ LR (c) Rotation



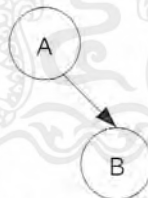
ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างของ LR (c) Rotation

4) RL Rotation

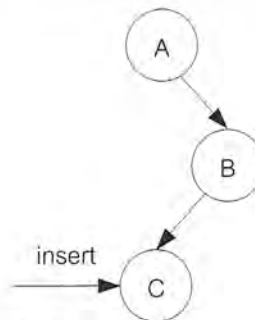
มี 3 กรณี คือ

1) RL (a)

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.22 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.23 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.24

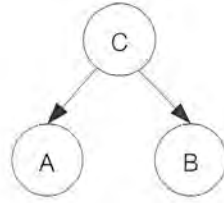


ภาพที่ 2.22 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล



ภาพที่ 2.23 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

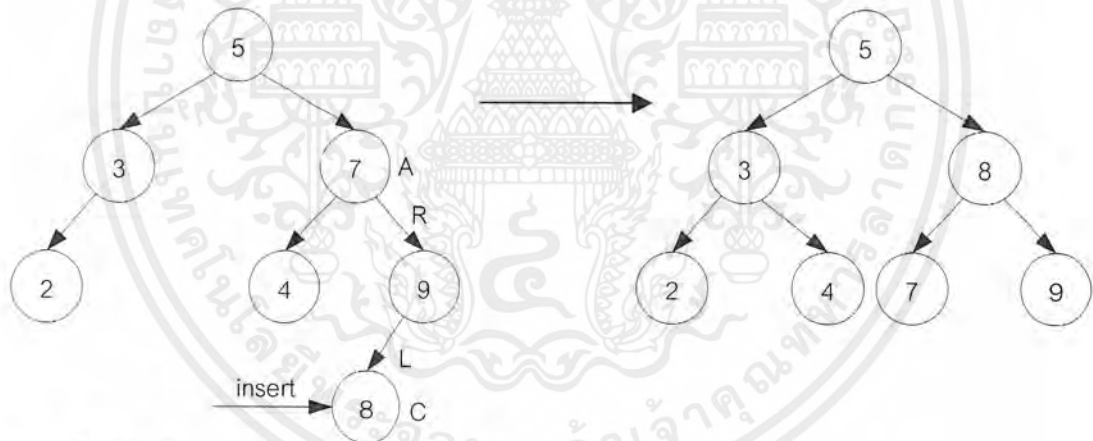


ภาพที่ 2.24 AVL Tree หลังการ Rotate

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย A มาเป็น Left Child ของ C
- 2) ย้าย B มาเป็น Right Child ของ C
- 3) ปรับค่า BF ของ A และ B เป็น 0

โดยในภาพที่ 2.25 คือ ตัวอย่างของการทำ RL (a) Rotation

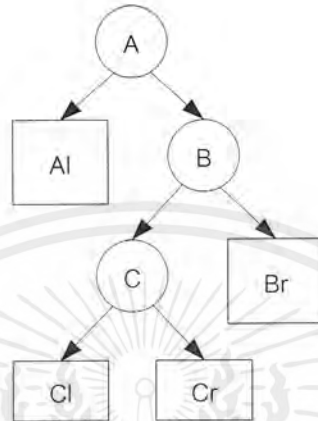


ภาพที่ 2.25 ตัวอย่างของ RL (a) Rotation

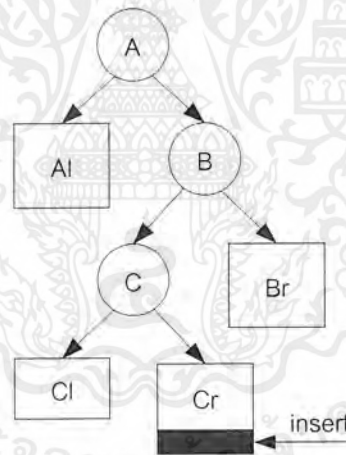
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) RL (b)

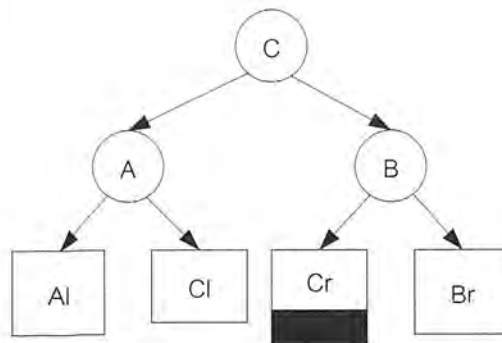
จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.26 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.27 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.26 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล



ภาพที่ 2.27 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล



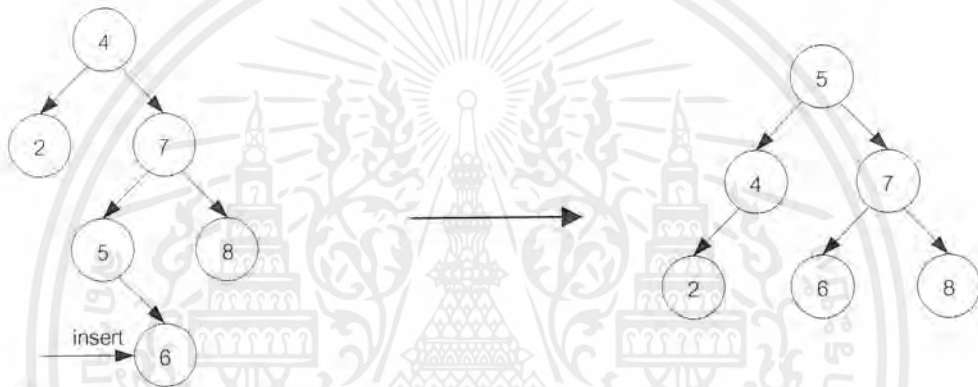
ภาพที่ 2.28 AVL Tree หลังการ Rotate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะมีวิธี Rotate ดังนี้

- 1) ย้าย Right Subtree ของ C มาเป็น Left Subtree ของ B
- 2) ย้าย Left Subtree ของ C มาเป็น Right Subtree ของ A
- 3) ย้าย A มาเป็น Left Child ของ C
- 4) ย้าย B มาเป็น Right Child ของ C
- 5) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ B และ C เป็น 0
- 6) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ A เป็น -1

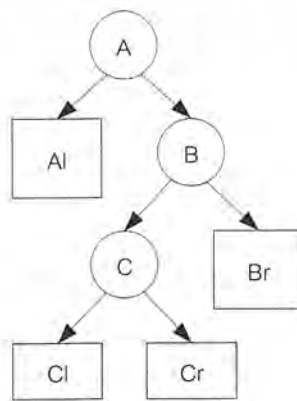
โดยในภาพที่ 2.29 คือ ตัวอย่างของการทำ RL (b) Rotation



ภาพที่ 2.29 ตัวอย่างของ RL (b) Rotation

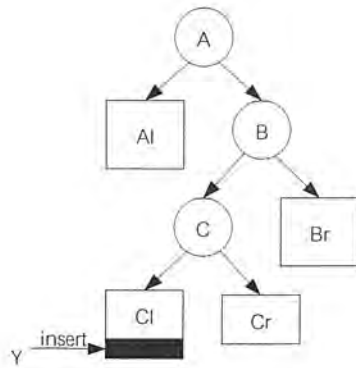
3) RL (c)

จะมีลักษณะของ Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูลดังภาพที่ 2.30 และเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลลงใน Tree จะมีลักษณะดังภาพที่ 2.31 และเมื่อทำการ Rotation แล้ว จะได้ Tree ดังลักษณะภาพที่ 2.32

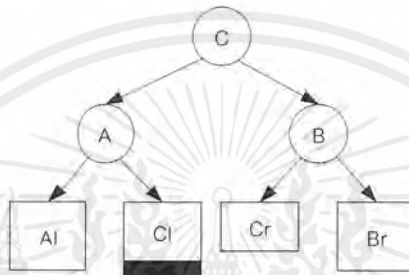


ภาพที่ 2.30 AVL Tree ก่อนการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.31 AVL Tree หลังการเพิ่มข้อมูล

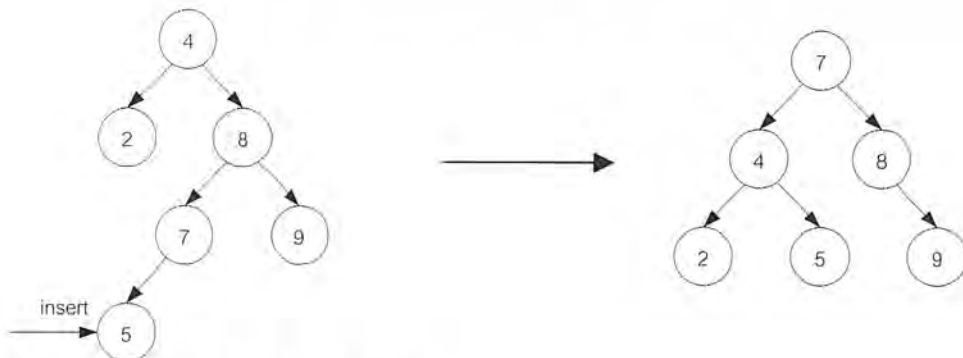


ภาพที่ 2.32 AVL Tree หลังการ Rotate

วิธีหมุน

- 1) ย้าย Right Subtree ของ C มาเป็น Left Subtree ของ B
- 2) ย้าย Left Subtree ของ C มาเป็น Right Subtree ของ A
- 3) ย้าย A มาเป็น Left Child ของ C
- 4) ย้าย B มาเป็น Right Child ของ C
- 5) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ A และ C เป็น 0
- 6) ปรับค่าบาลานซ์แฟคเตอร์ของ B เป็น 1

โดยในภาพที่ 2.33 คือ ตัวอย่างของการทำ RL (c) Rotation



ภาพที่ 2.33 ตัวอย่างของ RL (c) Rotation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3) การลบข้อมูลใน AVL Tree

- 1) ถ้า Delete Terminal Node ให้ลบได้เลย แล้วตรวจสอบว่า Tree เสียสมดุลหรือไม่ ถ้าเสียสมดุล ให้ทำการ Rotate ตามกรณี
- 2) ถ้า Delete ตัวที่ไม่ใช่ Terminal Node ให้ค้นหา Immediate Predecessor หรือ Immediate Successor มาแทนที่ แล้วดูว่า Tree เสียสมดุลหรือไม่ ถ้าเสียสมดุล ให้ทำการ Rotate ตามกรณี

#### 2.4.4 B-Tree

##### 1) คุณสมบัติของ B-Tree

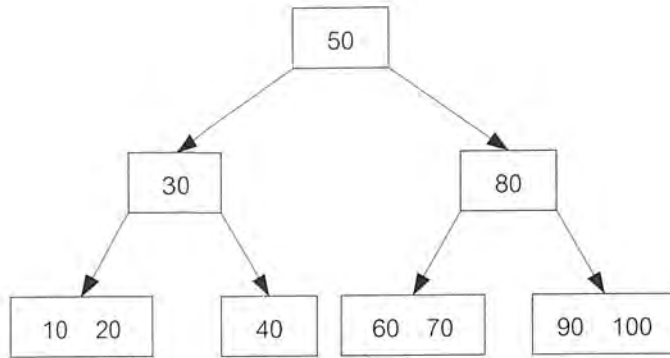
สำหรับ B-Tree order  $m$  มีคุณสมบัติ คือ

- 1) B-Tree คือ  $m$ -way search tree ที่ว่าง หรือมี Height  $\geq 0$
- 2) Root Node จะต้องมีย่าน้อย 1 Key Value ไม่ว่าจะเป็ Order ใดๆก็ตาม และ Child หรือ Link จำนวนอย่างน้อย คือ 2 นั่นคือ  $1 \leq \text{Key Value} \leq m - 1$  และ  $2 \leq \text{Link} \leq m$
- 3) Nonterminal Node ยกเว้น Root Node จะมีจำนวน Link ดังนี้  $\lceil m/2 \rceil \leq \text{Link} \leq m$
- 4) Internal Node ยกเว้น Root Node จะมีจำนวน Key Value ดังนี้  $\lceil m/2 \rceil - 1 \leq \text{Key Value} \leq m - 1$
- 5) Terminal Node จะต้องอยู่ Level เดียวกัน เพื่อรักษาความเป็น Balance

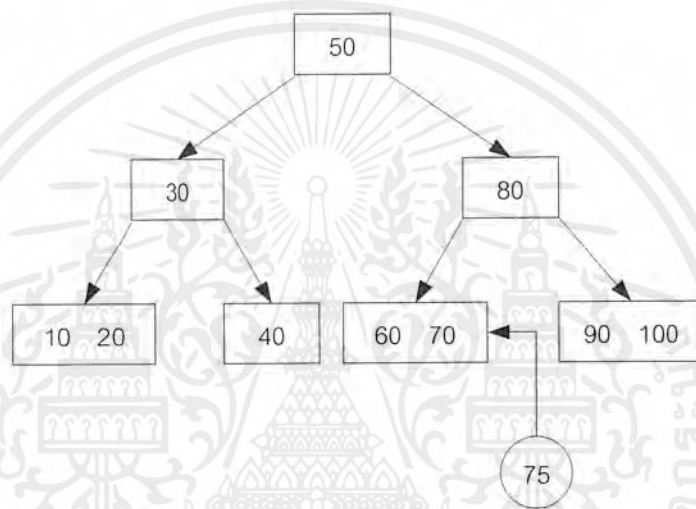
##### 2) การเพิ่มข้อมูลใน B-Tree

- 1) เมื่อ Insert เข้าไปแล้ว ทำให้คุณสมบัติของ B-Tree เสีย นั่นคือ จำนวนของ Key Value  $> m - 1$  จะต้องทำการ Split เป็น 2 Node คือ  $\text{Key}_1$  ถึง  $\text{Key}_{\lceil m/2 \rceil - 1}$  และ  $\text{Key}_{\lceil m/2 \rceil + 1}$  ถึง  $\text{Key}_m$  และ Promote Node กลาง คือ  $\text{Key}_{\lceil m/2 \rceil}$  ขึ้นไปยัง Parent Node จนกระทั่งมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด
- 2) เมื่อ Insert แล้วทำให้ Root Node มีจำนวน Key Value  $> m - 1$  จะต้องทำการ Split Root Node ให้เป็น 2 Node และ Promote Key Value ตัวกลางขึ้นไปเป็น Root Node ใหม่ แล้วจัดการ Link ให้ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ Height เพิ่มขึ้นอีก 1

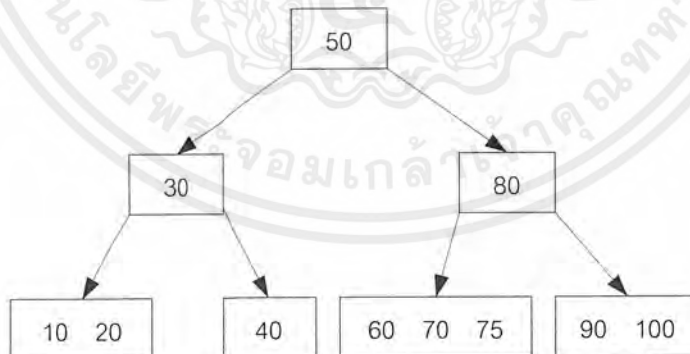
โดยตัวอย่างของการเพิ่มข้อมูลใน B-Tree ดูได้จากภาพที่ 2.34 ถึงภาพที่ 2.50



ภาพที่ 2.34 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 1)

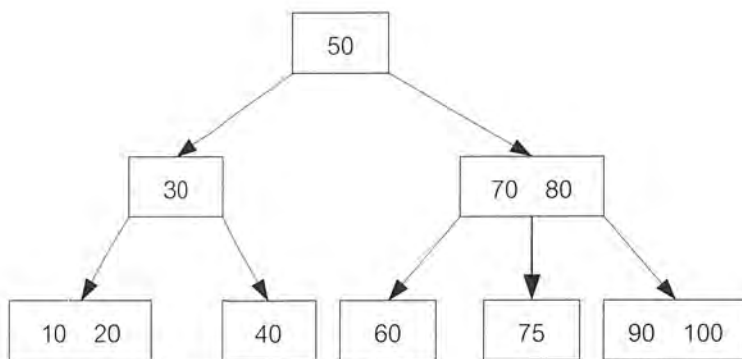


ภาพที่ 2.35 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 2)

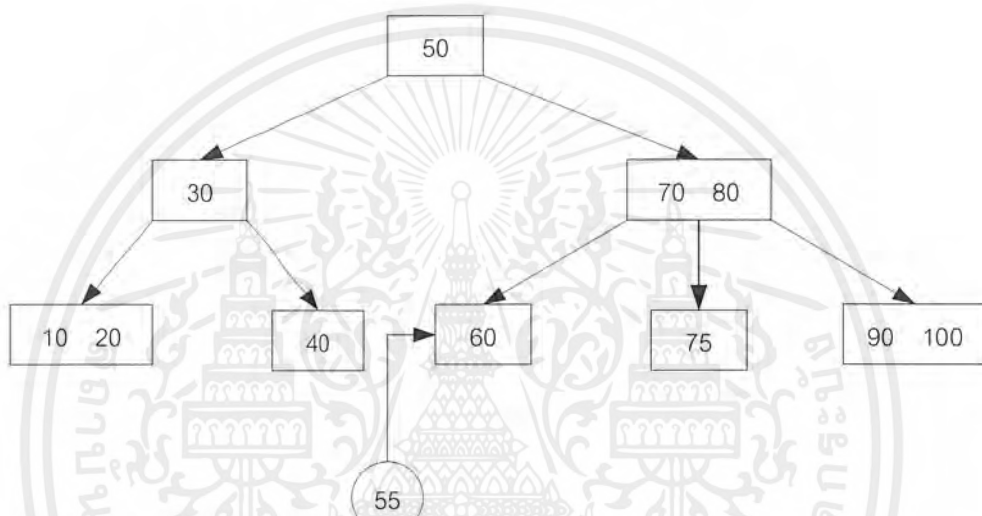


ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 3)

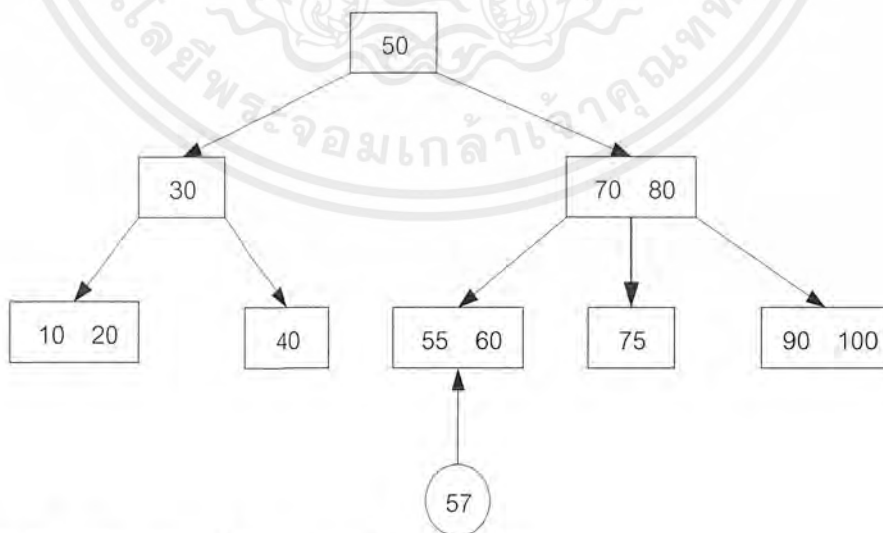
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.37 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 4)

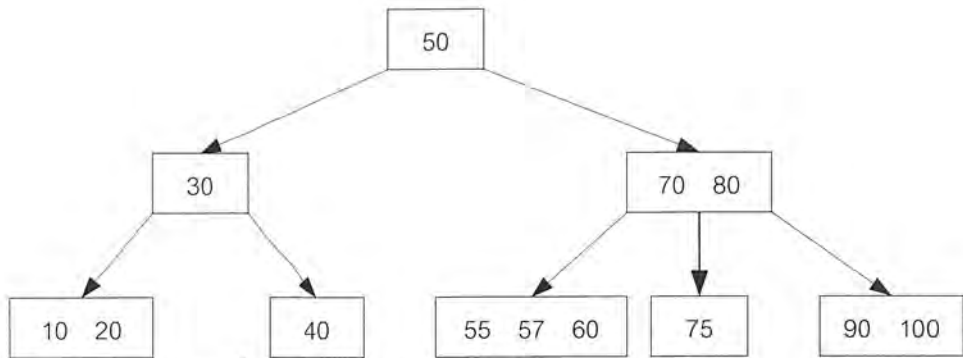


ภาพที่ 2.38 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 5)

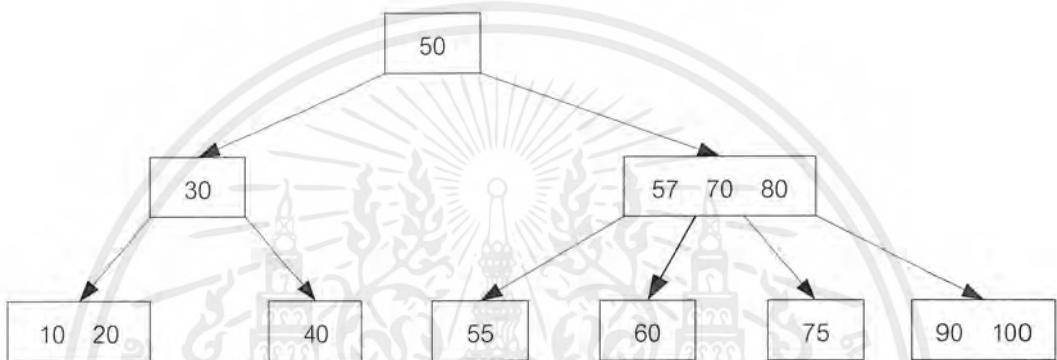


ภาพที่ 2.39 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 6)

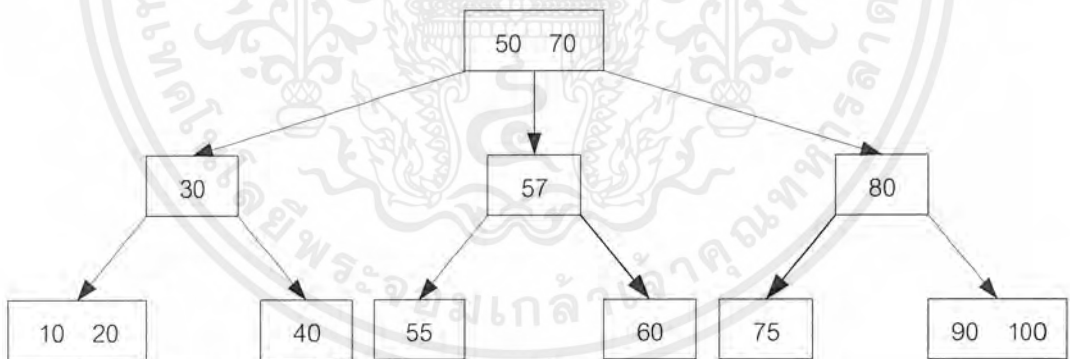
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.40 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 7)

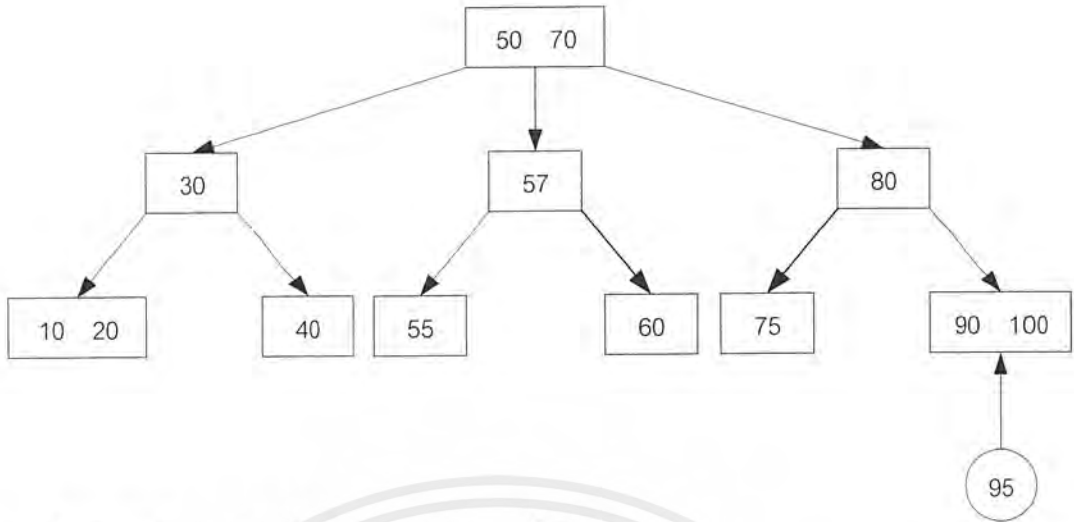


ภาพที่ 2.41 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 8)

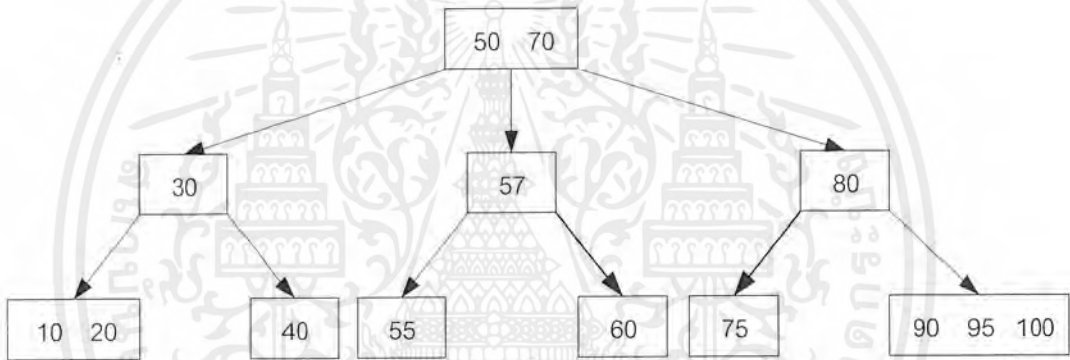


ภาพที่ 2.42 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 9)

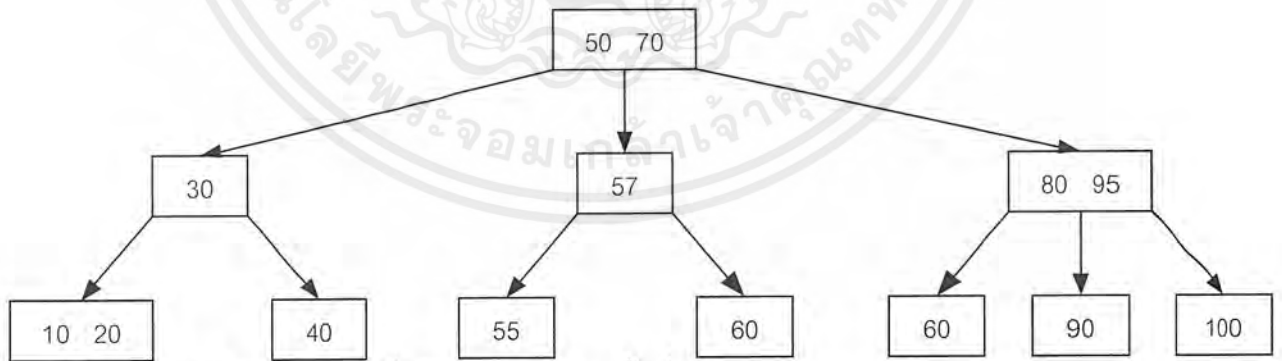
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.43 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 10)

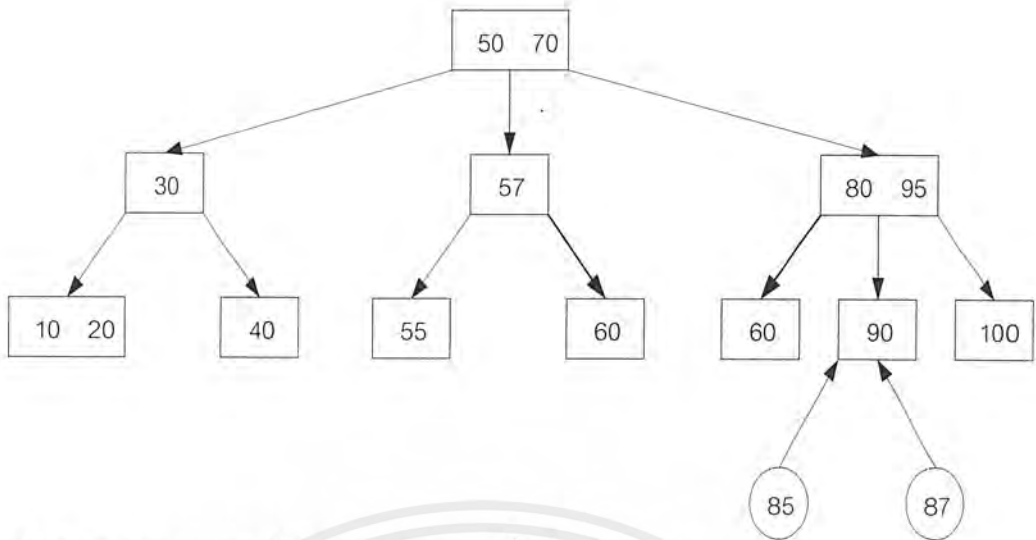


ภาพที่ 2.44 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 11)

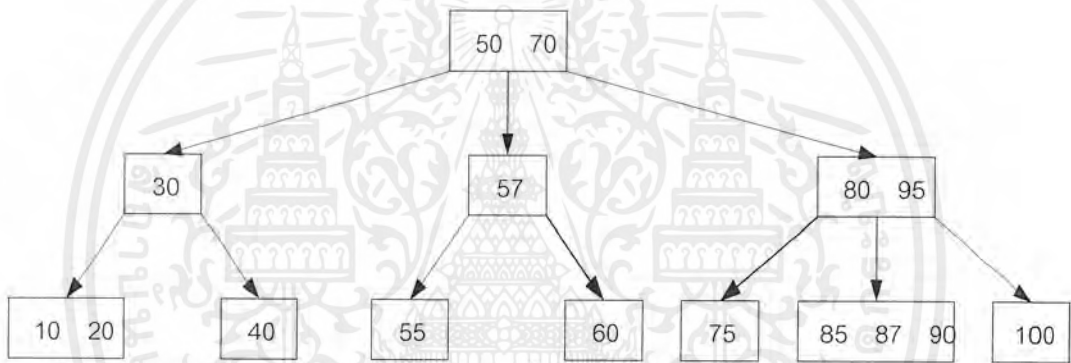


ภาพที่ 2.45 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 12)

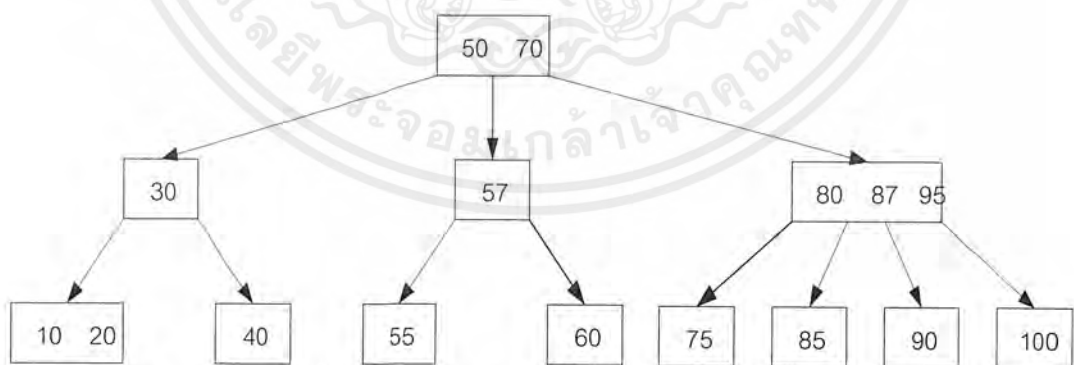
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.46 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 13)

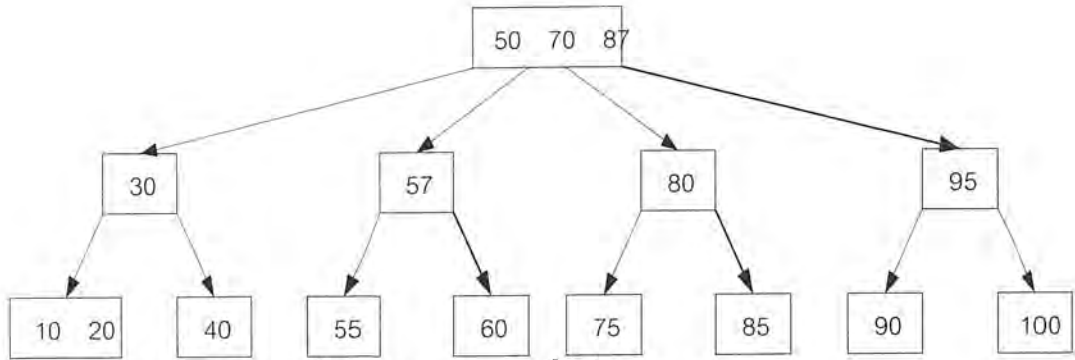


ภาพที่ 2.47 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 14)

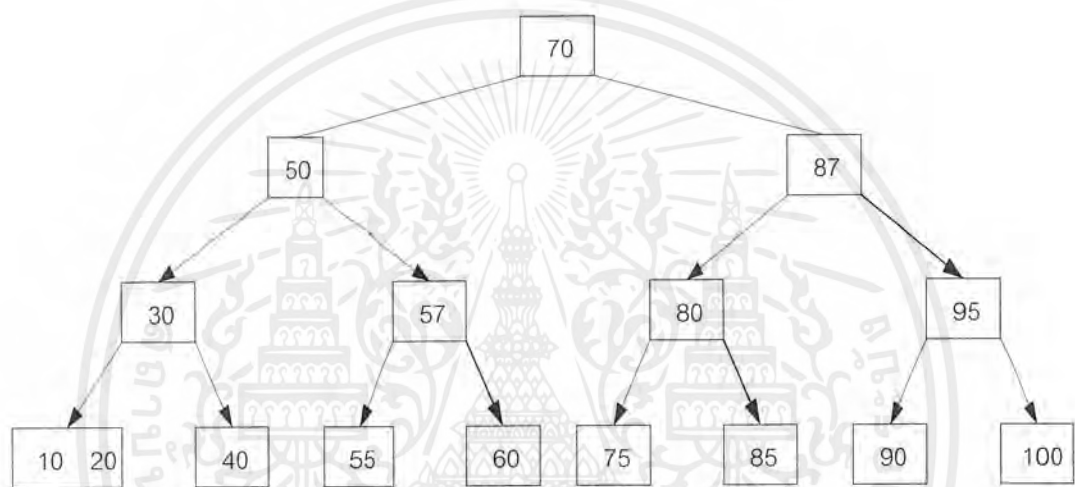


ภาพที่ 2.48 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.49 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 16)



ภาพที่ 2.50 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลง B-Tree (ชั้นที่ 17)

### 3) การลบข้อมูลใน B-Tree

1) ถ้า Delete Terminal Node แล้วสูญเสียคุณสมบัติ จะต้องทำ

- 1) มองหา Left หรือ Right Sibling Node ว่ามี Key Value เกิน  $\lceil m / 2 \rceil - 1$  หรือไม่ ถ้ามีให้ Rotate Key Value ที่เป็น Parent ของ Key Value ที่ถูก Delete ลงมายัง Key Value ที่ถูก Delete แล้วทำการ Rotate Key Value ที่เป็น Left / Right Sibling ที่เหมาะสมไปยัง Parent Node นั้น
- 2) ถ้า Left / Right Sibling Node ไม่มี Key Value เกิน  $\lceil m / 2 \rceil - 1$  ก็จะทำให้การ Merge โดยนำเอา Key Value ที่เป็น Parent Node ของ Key Value ที่ถูก Delete มารวมกับ Left / Right Sibling Node ที่เหมาะสมให้เป็น Node เดียวกัน แล้วจัดการ Link ใหม่ให้เหมาะสม และจะต้องพิจารณาว่า Parent Node ของ Node ใหม่ที่เกิดขึ้นมีการสูญเสียคุณสมบัติหรือไม่ ถ้าสูญเสียให้ทำข้อ 1) อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ถ้า Delete Nonterminal Node ให้หน้า Immediate Predecessor / Successor ของ Key Value ที่เหมาะสมไปแทน Key Value ที่ถูกลบ แล้วตรวจสอบ Terminal Node ที่ถูกตั้ง Key Value ขึ้นไปว่าสูญเสียคุณสมบัติหรือไม่ ถ้าสูญเสียให้ทำข้อ 1) อีกครั้งหนึ่ง

#### 2.4.5 B\*-Tree

##### 1) คุณสมบัติของ B\*-Tree

เกิดจากการปรับปรุง B-TREE โดยการนำ Overflow Technique มาใช้ ซึ่ง B-TREE Order  $m$  จะมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็น  $m$ -way search tree ที่ว่าง หรือมี Height  $\geq 0$

- 2) Root Node มีคุณสมบัติคือ

$$1 \leq \text{Key Value} \leq 2 \lfloor (2m - 2) / 3 \rfloor$$

$$2 \leq \text{Link} \leq 2 \lfloor (2m - 2) / 3 \rfloor + 1$$

- 3) Internal Node ยกเว้น Root Node

$$\lfloor (2m - 1) / 3 \rfloor - 1 \leq \text{Key Value} \leq m - 1$$

- 4) Nonterminal Node ยกเว้น Root Node

$$\lfloor (2m - 1) / 3 \rfloor \leq \text{Link} \leq m$$

- 5) Terminal Node จะต้องอยู่ใน Level เดียวกัน เพื่อรักษาความ Balance

##### 2) การเพิ่มข้อมูลใน B\*-Tree

เพิ่มข้อมูลเข้าไปยังโหนดที่เหมาะสม โดยหากเพิ่มข้อมูลเข้าไปแล้วทำให้คุณสมบัติของ B\*-Tree สูญเสีย ต้องทำดังนี้

- 1) ถ้าบาง Terminal Node มีจำนวน Key Value ไม่เต็ม ให้ทำการ Rotate Key Value ไปยัง Terminal Node ที่ไม่เต็มและใกล้ที่สุด

- 2) ถ้าทุก Terminal Node ที่ใกล้เคียง มี Key Value เต็มตามข้อกำหนด ให้ทำการ Rotate ดังต่อไปนี้

- 1) สร้าง Terminal Node ที่เป็นโหนดซ้าย ของจำนวนโหนดที่สร้างใหม่ ทั้งหมดโดยเอา  $Key_1$  ถึง  $Key_{\lfloor (2m - 2) / 3 \rfloor}$  จากโหนดซ้ายของความ สัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value

- 2) สร้าง Terminal Node ที่เป็นโหนดกลางของจำนวนโหนดที่สร้างใหม่ทั้งหมด โดยเอา  $Key_{\lfloor (2m-2)/3 \rfloor + 2}$  ถึง  $Key_{m-1}$  จากโหนดซ้ายของความสัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value และ Key ที่เป็น Parent และ  $Key_1$  ถึง  $Key_{\lfloor (m-1)/3 \rfloor}$  จากโหนดขวาของความสัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value
- 3) สร้าง Terminal Node ที่เป็นโหนดขวาของจำนวนโหนดที่สร้างใหม่ทั้งหมด โดยนำเอา  $Key_{\lfloor (m-1)/3 \rfloor + 2}$  ถึง  $Key_m$  จาก Node ขวาของความสัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value
- 4) สร้าง Parent Key Value จาก

$Key_{\lfloor (2m-2)/3 \rfloor + 1}$  จาก Node ซ้ายของความสัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value

$Key_{\lfloor (m-1)/3 \rfloor + 1}$  จาก Node ขวาของความสัมพันธ์ก่อนการทำ Rotate Key Value

- 3) เมื่อทำการ Rotate ไม่ได้ ให้ Split แล้ว Promote Node กลาง ขึ้นเป็น Parent Node

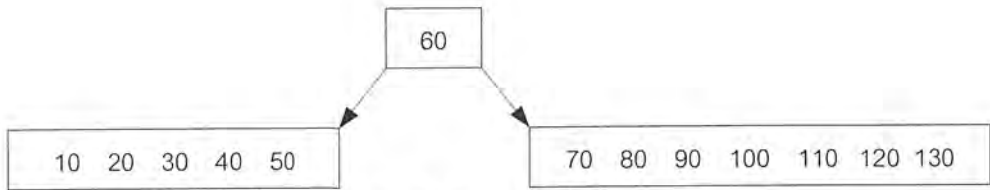
Node ซ้าย คือ Key<sub>1</sub> ถึง  $\lfloor (2m-1)/3 \rfloor - 1$

Parent Node คือ Key $_{\lfloor (2m-1)/3 \rfloor}$

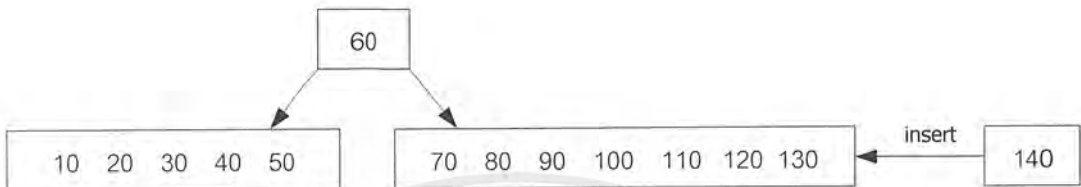
Node ขวา คือ Key $_{\lfloor (2m-2)/3 \rfloor + 1}$  ถึง Key $_{m-1}$

แล้วจัดการ Link ให้ถูกต้อง

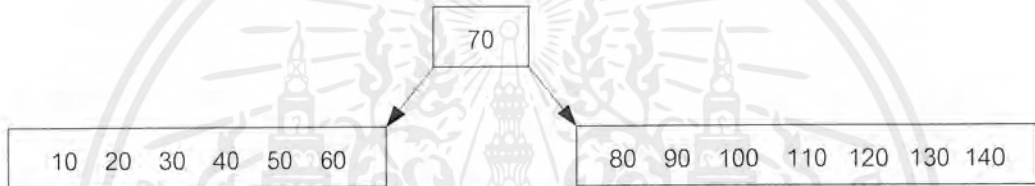
โดยตัวอย่างของการเพิ่มข้อมูลใน B\*-Tree ดูได้จากภาพที่ 2.51 ถึงภาพที่ 2.60



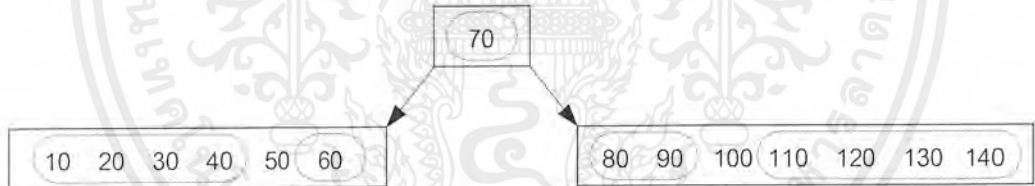
ภาพที่ 2.51 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 1)



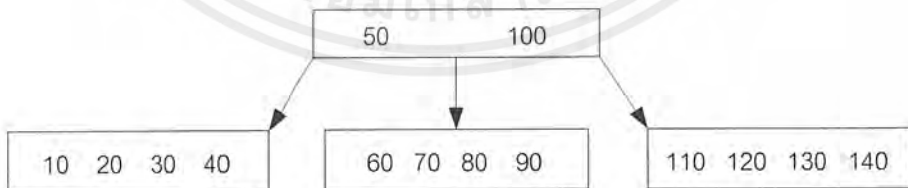
ภาพที่ 2.52 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 2)



ภาพที่ 2.53 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 3)

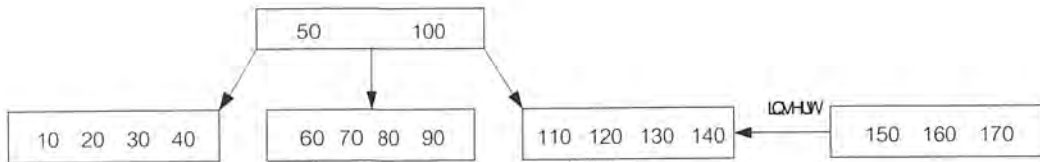


ภาพที่ 2.54 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 4)

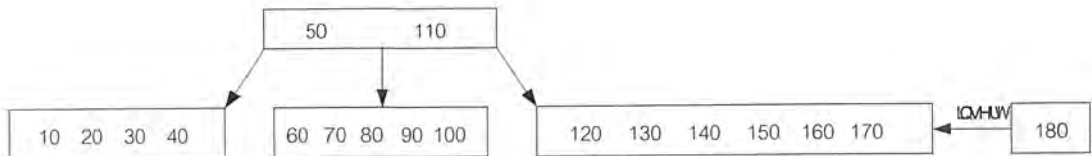


ภาพที่ 2.55 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 5)

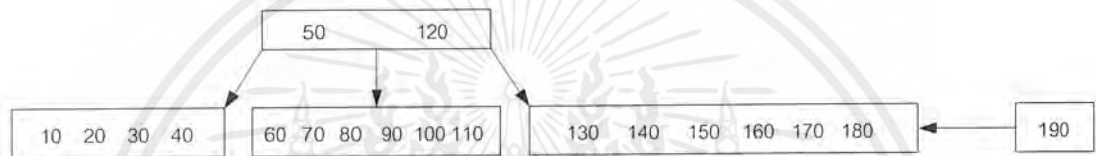
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



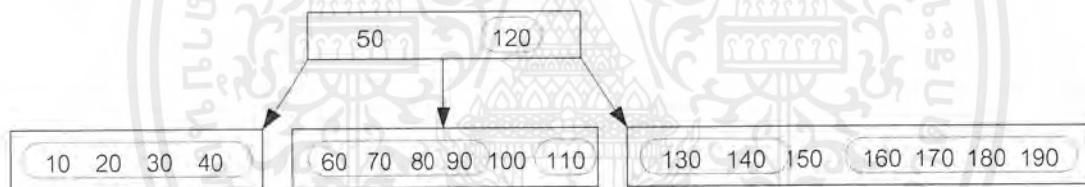
ภาพที่ 2.56 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 6)



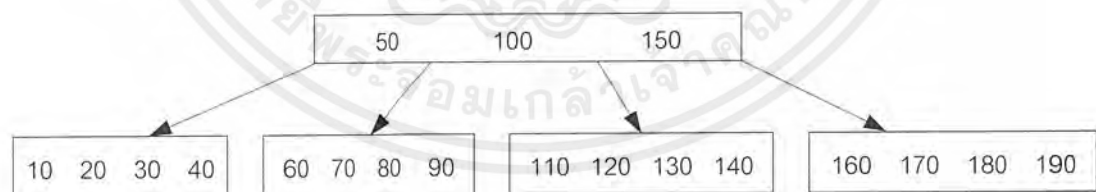
ภาพที่ 2.57 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 7)



ภาพที่ 2.58 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 8)



ภาพที่ 2.59 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 9)



ภาพที่ 2.60 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree (ชั้นที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3) การลบข้อมูลใน B\*-Tree

#### 1. Terminal Node

- 1) ถ้า Key Value  $> [(2m - 1) / 3] - 1$  ให้ Delete ได้ทันที โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น
- 2) ถ้า Key Value  $= [(2m - 1) / 3] - 1$  โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น
  - กรณีที่ Parent Node มีจำนวน Key Value = 1 ให้ทำการ Delete และทำการ Merge เป็น Node เดียว (Left หรือ Right Sibling Node มี Key Value  $[(2m - 1) / 3] - 1$  ด้วย โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น)
  - กรณีที่ Parent Node มีจำนวน Key Value  $> 1$ 
    - 1) ให้ Delete Key Value ที่ Terminal Node นั้น
    - 2) ถ้า Terminal Node นั้นมี Left / Right Sibling Node เพียง Node เดียว ให้ Rotate Key Value ใน Parent Node มาที่ Terminal Node ที่ Key Value ถูก Delete และ Rotate จาก Left / Right Sibling Node มายัง Parent Node
    - 3) ถ้า Terminal Node นั้นมีทั้ง Left และ Right Sibling Node ให้ทำการตรวจสอบว่า Sibling Node ทั้งสองมีจำนวน Key Value ของแต่ละ Node  $> [(2m - 1) / 3] - 1$  หรือไม่ โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น
      - ถ้ามากกว่า ให้ Rotate
      - ถ้าเท่ากับ ให้ทำการ Merge จาก 4 Node เป็น 3 Node ดังนี้
 

Left Node : Key1 ถึง Key  $[(2m - 1) / 3] - 1$  ของ Node ซ้าย และ Key Value ของ Parent ตัวแรกของความล้มพันธ์ และ Key1 ถึง Key  $[(m - 1) / 3] - 1$  ของ Node กลาง โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น และค่าที่ได้จาก  $[(m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดลง

Parent Node : Key  $[(m - 1) / 3] + 1$  ของ Node กลาง โดยค่าที่ได้จาก  $[(m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดลง

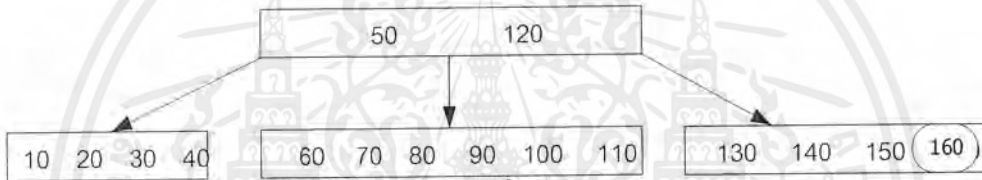
Right Node : Key  $[(m - 1) / 3] + 1$  ถึง

Key  $[(2m - 1) / 3] - 2$  ของ Node กลาง โดยค่าที่ได้จาก

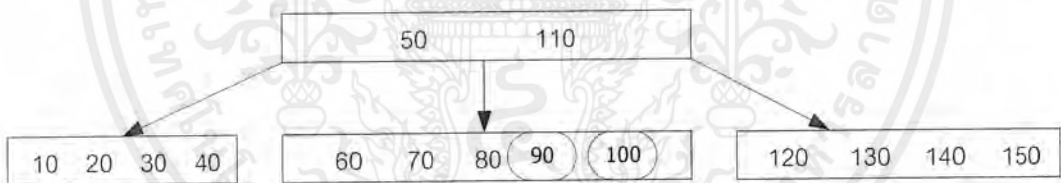
$[(m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดลง และค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น และ Key Value ของ Parent Node ตัวที่สองของความล้มพันธ์ และ Key1 ถึง Key  $[(2m - 1) / 3] - 1$  ของ Node ขวา โดยค่าที่ได้จาก  $[(2m - 1) / 3]$  หากมีเศษให้ปัดขึ้น

2. ให้มองหา Immediate Predecessor / Successor ของ Key Value ที่จะ Delete ที่เหมาะสม และนำค่า Key Value ที่เหมาะสมนั้นขึ้นไปแทน Key Value ที่ถูก Delete นั้น แล้วให้ทำการพิจารณาข้อ 1. อีกครั้งหนึ่ง

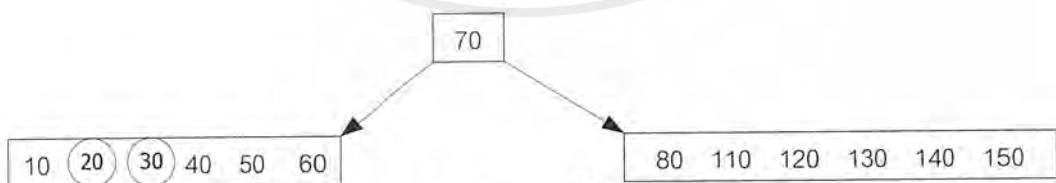
โดยตัวอย่างของการลบข้อมูลใน B\*-Tree ดูได้จากภาพที่ 2.61 ถึงภาพที่ 2.66



ภาพที่ 2.61 ตัวอย่างการลบข้อมูลใน B\*-Tree (ขั้นที่ 1)



ภาพที่ 2.62 ตัวอย่างการลบข้อมูลลงใน B\*-Tree (ขั้นที่ 2)



ภาพที่ 2.63 ตัวอย่างการลบข้อมูลลงใน B\*-Tree (ขั้นที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การวิเคราะห์และออกแบบ

#### 3.1 การวิเคราะห์ปัญหา

เนื่องจากข้อมูลบางครั้งมีความยุ่งยากและไม่มีความเป็นระเบียบ ดังนั้นการนำโครงสร้างข้อมูลแบบต่างๆมาใช้ในการจัดการกับข้อมูลเหล่านี้จะทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งทรีก็เป็นการจัดโครงสร้างข้อมูลแบบหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจัดการกับข้อมูลเป็นอย่างดี ดังนั้นเราจึงให้ความสำคัญในการใช้ทรีเข้ามาจัดการกับข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งอัลกอริทึมของทรีนั้นมีอยู่หลายแบบ ซึ่งในแต่ละแบบจะมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน และมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันอีกด้วย

ถึงแม้ว่าทรีจะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการจัดการกับข้อมูลต่างๆ แต่ว่าอัลกอริทึมของทรีนั้นมีความซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษนี้จึงต้องทำการศึกษาเนื้อหาอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆเป็นอย่างดีเพื่อที่จะสามารถถ่ายทอดให้กับผู้ที่เข้ามาศึกษาได้อย่างไม่มีผิดพลาด เพื่อที่ผู้ศึกษาจะสามารถนำอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ ไปประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างเหมาะสมต่อไป

#### 3.2 การศึกษาความเป็นไปได้

เมื่อกำหนดขอบเขตของงานที่จะทำได้แล้ว ก็มาทำการศึกษาดูว่าปัญหาพิเศษที่จะทำนั้นมีความเป็นไปได้ในการจะทำให้สำเร็จมากน้อยแค่ไหน ขอบเขตของปัญหามากหรือน้อยไปหรือไม่ และเราจะต้องใช้ความรู้ด้านใดบ้างในการทำงาน จากนั้นก็อาศัยการค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการจากเอกสารและตำราต่างๆ รวมทั้งอาศัยการค้นคว้าข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ ทางอินเทอร์เน็ตประกอบกันไปด้วย โดยได้ทำการค้นคว้างานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับงานนี้ เช่น ข้อมูลพวกการเรียนการสอนทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานนี้ เช่น เครื่องมือที่จะสามารถใช้ในการทำงานนี้ได้ และข้อมูลเกี่ยวกับอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ รวมทั้งข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการทำงานนี้ทั้งหมด

ซึ่งจากการค้นคว้าแล้ว ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปัญหาพิเศษนี้เป็นที่น่าพอใจ จึงทำให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการที่จะทำปัญหาพิเศษนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้

### 3.3 Context Diagram และ Data Flow Diagram

โปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต มีขั้นตอนในการดำเนินงานของโปรแกรมโดยแสดงเป็นแผนภาพต่างๆ ดังนี้

#### 1. Context Diagram

เป็นแผนภาพแสดงถึงระบบโดยรวมและหน่วยงานนอกระบบที่เกี่ยวข้อง

#### 2. Data Flow Diagram (DFD)

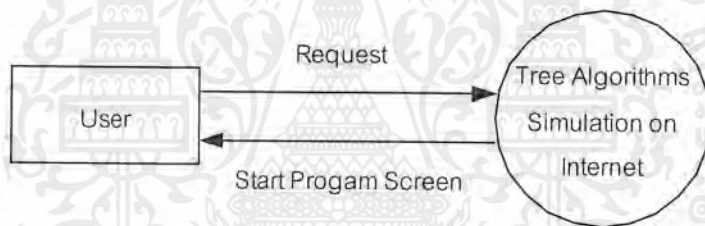
เป็นแผนภาพแสดงถึง Process ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบ ซึ่งจะมีอยู่ 2 ระดับ นั่นคือ

##### 1) DFD ระดับ 0

เป็นแผนภาพแสดง Process 2 ส่วนของระบบ คือ ส่วนที่เป็นสื่อการสนทนา และส่วนแบบทดสอบความรู้

##### 2) DFD ระดับ 1

เป็นแผนภาพแสดง Process ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบทั้ง 2 ส่วน



ภาพที่ 3.1 Context Diagram ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต

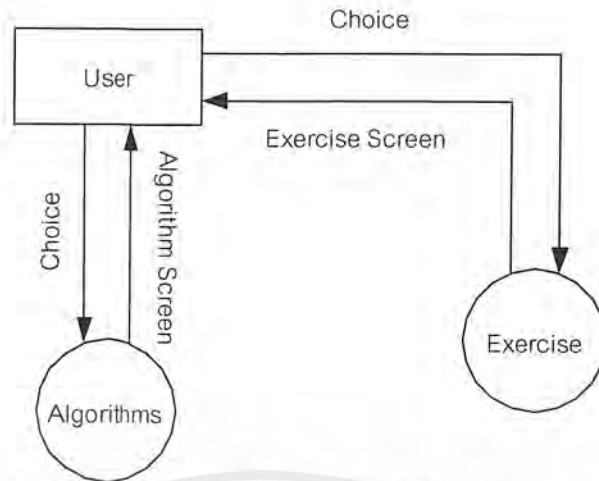
จากภาพที่ 3.1 คือ ภาพ Context Diagram ของระบบ ซึ่งเป็นระบบโดยรวมของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะมีระบบภายนอกที่มาเกี่ยวข้อง คือ

#### - User

คือ ผู้ที่เข้ามาใช้งานโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต โดยจะมี Input และ Output ดังนี้

Input ได้แก่ การกดปุ่ม Enter จากหน้าจอเริ่มแรกของโปรแกรมเพื่อเข้าสู่หน้าจอเริ่มการทำงาน

Output ได้แก่ หน้าจอเริ่มการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 3.2 DFD ระดับที่ 0 ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต

จากภาพที่ 3.2 จะเป็นภาพของ Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 0 ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต

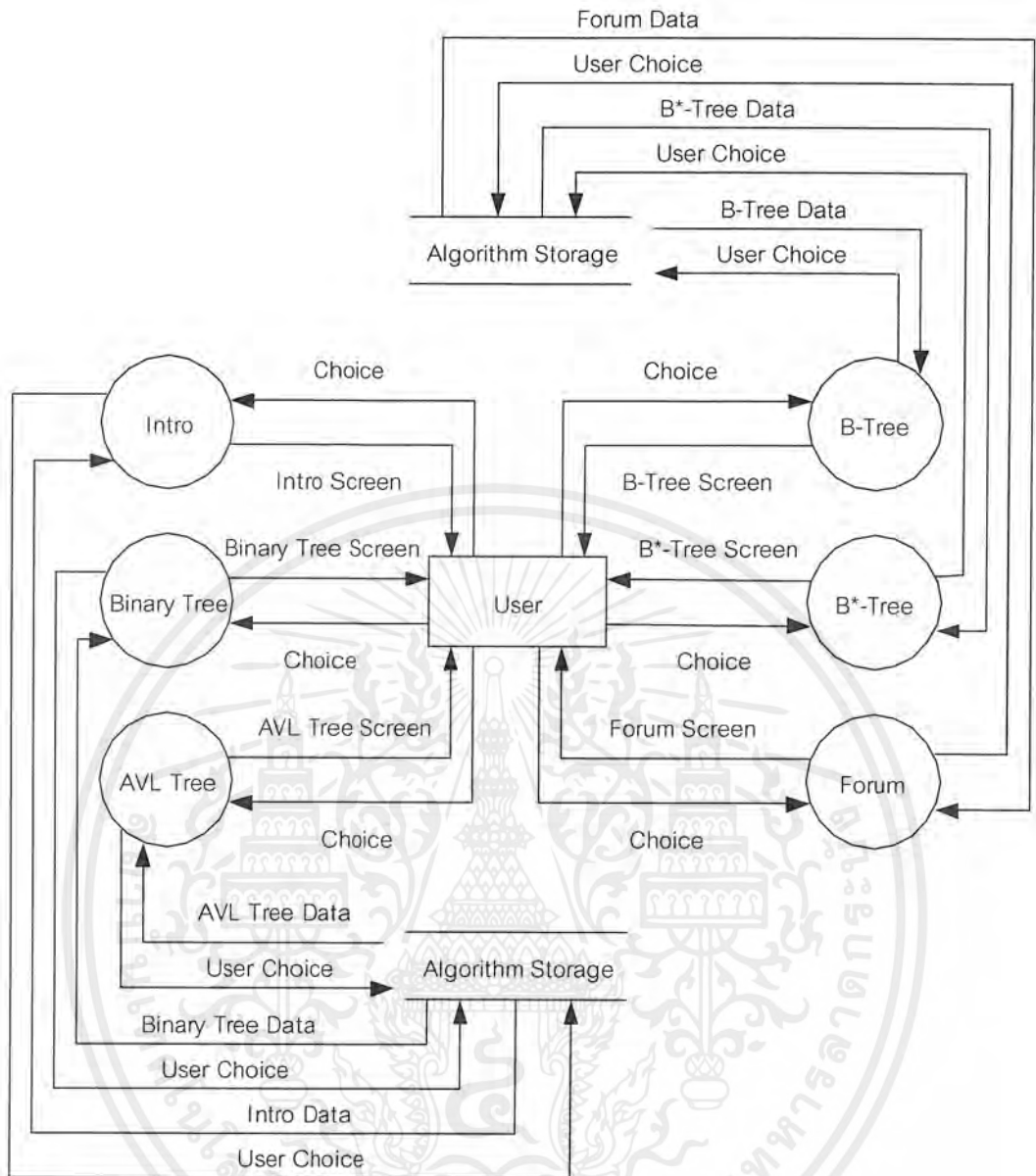
โดย Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 0 ของโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต จะอธิบายได้ดังนี้ คือ ภายในระบบจะแบ่งออกเป็น 2 Process ใหญ่ๆ ได้แก่

1. สื่อการสอน (Algorithms)

เกี่ยวข้องกับ User คือ เป็นการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งก็คืออัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ ที่ User ได้เลือกให้กับ User ได้ศึกษา

2. แบบทดสอบความรู้

เกี่ยวข้องกับ User คือ เป็นส่วนที่จะนำแบบทดสอบความรู้มาให้ User ใช้ทดสอบดูว่า ตนเองมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้ศึกษามากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 3.3 DFD ระดับที่ 1 ของส่วนสื่อการสอน (Algorithms)

จากภาพที่ 3.3 จะเป็นภาพของ Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 1 ของส่วนสื่อการสอน (Algorithms)

โดย Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 1 ของส่วนสื่อการสอน (Algorithms) นี้ แสดงถึง Process ภายในส่วนนี้ ดังนี้

#### 1. Intro

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลเนื้อหาในส่วนของ Introduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. Binary Tree

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลเนื้อหาในส่วนของทรีโดยทั่วไป และ Binary Tree

## 3. AVL Tree

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลเนื้อหาในส่วนของ AVL Tree

## 4. B-Tree

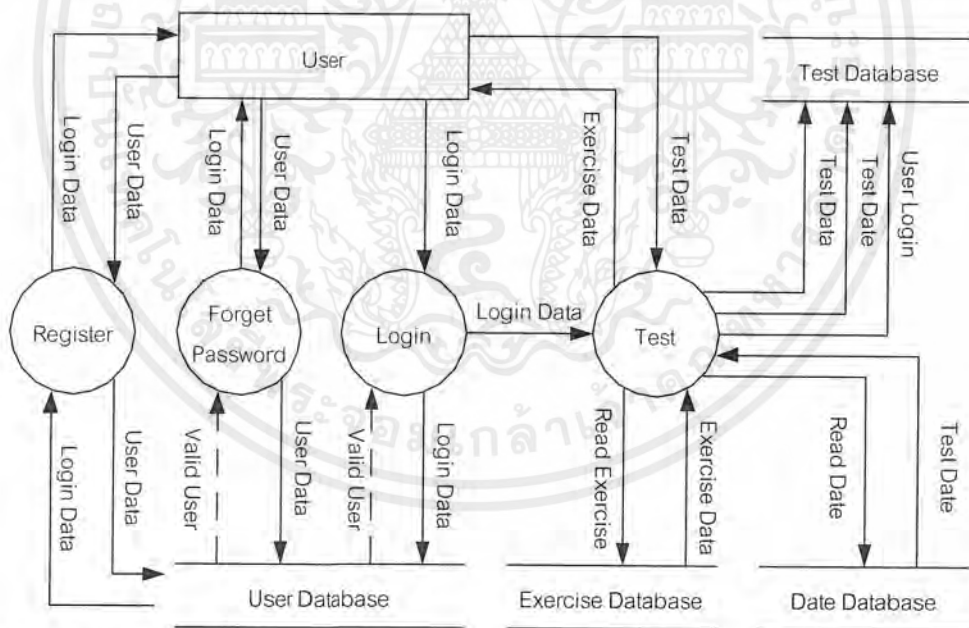
เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลเนื้อหาในส่วนของ B-Tree

## 5. B\*-Tree

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลเนื้อหาในส่วนของ B\*-Tree

## 6. Forum

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแสดงผลในส่วนของ Message Board โดยในส่วนนี้จะมี Input จาก User ก็คือ การเลือกเมนูต่างๆที่ต้องการ โดยเมื่อ User เลือกเมนูแล้ว ระบบก็จะมี Output ออกมา ซึ่งก็คือการแสดงผลเนื้อหาในส่วนที่ User ได้เลือกเอาไว้จากเมนูออกมา



ภาพที่ 3.4 DFD ระดับที่ 1 ของส่วนแบบทดสอบความรู้ (Exercise)

จากภาพที่ 3.4 จะเป็นภาพของ Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 1 ของส่วนแบบทดสอบความรู้ (Exercise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Data Flow Diagram (DFD) ระดับที่ 1 ของส่วนแบบทดสอบความรู้ (Exercise) นี้ แสดงถึง Process ภายในส่วนนี้ ดังนี้

#### 1. Register

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการลงทะเบียนสมาชิกใหม่ โดยจะรับ Input จาก User คือ ข้อมูลต่างๆ ของ User เมื่อได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว ก็จะส่ง Output ให้กับ User นั่นก็คือข้อมูลที่ต้องใช้ในการ Log In ของ User

#### 2. Login

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการที่สมาชิก Log In เข้าสู่ระบบเพื่อทำแบบทดสอบความรู้ โดยจะรับ Input จาก User คือ ข้อมูลที่ต้องใช้ในการ Log In ของ User เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้ว ก็จะทำการตรวจสอบกับฐานข้อมูล User ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็จะส่งข้อมูลของ User ต่อไปยัง Process Test

#### 3. Test

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการนำแบบฝึกหัดมาให้ User ได้ทำการทดสอบ โดยเมื่อ Process Login ส่งข้อมูล Login ของ User มาให้ ก็จะไปอ่านข้อมูลแบบทดสอบความรู้มาจากฐานข้อมูลแบบทดสอบความรู้ จากนั้นก็จะส่งแบบทดสอบความรู้ให้ User ได้ทำการทดสอบ เมื่อ User ทำการทดสอบเสร็จ ก็จะส่งข้อมูลที่ได้ทำการทดสอบกลับมา Process Test ก็จะนำข้อมูลการทดสอบของ User นั้นไปเก็บยังฐานข้อมูลการทดสอบต่อไป

#### 4. Forget Password

เป็น Process ที่เกี่ยวกับการแจ้งรหัสผ่านให้กับที่สมาชิกได้ทำการลงทะเบียนไปแล้ว แต่ว่าลืมรหัสผ่าน หรือว่าทำรหัสผ่านหาย โดยจะรับ Input จาก User คือ ข้อมูลต่างๆ ของ User เมื่อได้รับข้อมูลแล้ว ก็จะตรวจสอบกับฐานข้อมูลว่า User มีข้อมูลอยู่จริงและถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็จะส่ง Output ให้กับ User นั่นก็คือข้อมูลที่ต้องใช้ในการ Log In ของ User

### 3.4 การออกแบบ

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์และศึกษาความเป็นไปได้ของปัญหาพิเศษแล้ว ก็จะทำการออกแบบส่วนต่างๆ ของงาน

โดยในที่นี้จะทำการออกแบบโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

## 1. ส่วนที่เป็นสื่อการสอน

ในส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาที่ใช้ในการสอนอัลกอริทึมของทรี โดยจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาที่เป็นข้อความธรรมดาของเรื่องทรีโดยทั่วไป และอัลกอริทึมของทรีในรูปแบบต่างๆ ซึ่งส่วนที่เป็นเนื้อหานี้ จะมีหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

- Tree
- Binary Tree
- AVL Tree
- B-Tree
- B\*-Tree

และในส่วนสื่อการสอนนี้ยังจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีและง่ายขึ้น โดยจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบความเข้าใจในแต่ละส่วนของเนื้อหาอย่างละเอียด ซึ่งผู้ใช้สามารถดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของภาพได้เป็นขั้นๆอีกด้วย โดยหากไม่เข้าใจก็สามารถย้อนกลับมาดูขั้นที่ผ่านไปได้ หรือจะเริ่มดูใหม่แต่ต้นก็ได้

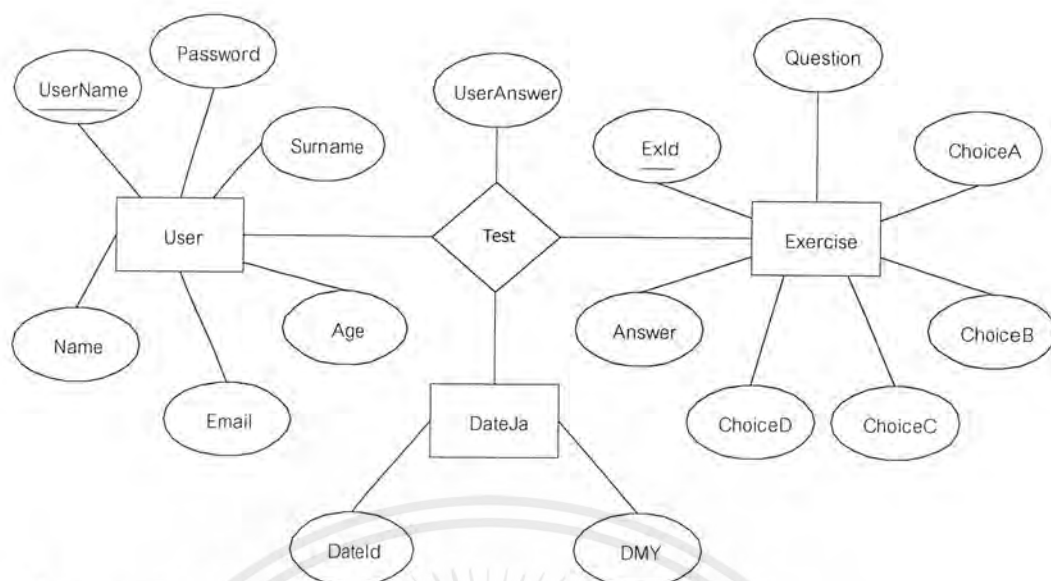
และในส่วนสื่อการสอนนี้ยังจะมีส่วนที่ทำการ Interact กับผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งในส่วนนี้จะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถทดลองกรอกข้อมูลลงไปได้ โดยที่ทรีจะเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกลงไป ซึ่งจะเป็นการทำให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจมากขึ้นและทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นไปอีก

## 2. ส่วนของแบบทดสอบความรู้

ในส่วนนี้จะเป็นแบบทดสอบความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับทรี โดยคำถามที่นำมาใช้นั้นจะนำมาจากเนื้อหาในส่วนที่เป็นสื่อการสอน โดยขอบเขตของคำถามจะมีตั้งแต่เรื่องของทรีโดยทั่วไป ไปจนถึงคำถามที่เจาะลึกลงไปในอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ

โดยจะมีการออกแบบให้มีลักษณะของการนำระบบสมาชิกเข้ามาใช้ และจะมีการใช้ฐานข้อมูลเข้ามาเก็บข้อมูลของคำถามและข้อมูลของผู้ใช้ รวมทั้งข้อมูลการทดสอบของผู้ใช้อีกด้วย

โดยฐานข้อมูลนี้จะมี ER – Diagram ลักษณะดังภาพที่ 3.5 คือ



ภาพที่ 3.5 ER – Diagram ของแบบทดสอบความรู้

และจาก ER – Diagram ที่ได้ จะสามารถนำมาสร้างเป็นตารางต่างๆได้ดังต่อไปนี้ คือ ตั้งแต่ตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.4

Field Name	Type	Description
ExId	Number	เป็น Primary Key โดยจะเก็บหมายเลขลำดับของคำถาม
Question	Text	จะเก็บโจทย์คำถาม
ChoiceA	Text	จะเก็บตัวเลือกที่เป็นคำตอบข้อ A
ChoiceB	Text	จะเก็บตัวเลือกที่เป็นคำตอบข้อ B
ChoiceC	Text	จะเก็บตัวเลือกที่เป็นคำตอบข้อ C
ChoiceD	Text	จะเก็บตัวเลือกที่เป็นคำตอบข้อ D
Answer	Text	จะเก็บคำตอบตรงกับตัวเลือกในข้อ A, B, C หรือว่า D

ตารางที่ 3.1 ตาราง Exercise

Field Name	Type	Description
Username	Text	เป็น Primary Key โดยจะเก็บ Login Name ของผู้ใช้
Email	Text	จะเก็บ Email Address ของผู้ใช้
Passwd	Text	จะเก็บรหัสผ่านของผู้ใช้
Name	Text	จะเก็บชื่อของผู้ใช้
Surname	Text	จะเก็บนามสกุลของผู้ใช้
Age	Number	จะเก็บอายุของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตาราง User

Field Name	Type	Description
Username	Text	เป็น Combine Key ร่วมกับ ExId โดยจะเก็บ Login Name ของผู้ใช้
ExId	Number	เป็น Combine Key ร่วมกับ UserName จะเก็บหมายเลขของคำถาม
DateId	Number	เป็น Combine Key ร่วมกับ ExId และ UserName จะเก็บลำดับของวันที่
UserAnswer	Text	จะเก็บคำตอบของผู้ใช้

ตารางที่ 3.3 ตาราง Test

Field Name	Type	Description
DateId	Number	เป็น Primary Key จะเก็บลำดับของวันที่
DMY	Text	จะเก็บวันที่

ตารางที่ 3.4 ตาราง Dateja



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การพัฒนาและผลจากการพัฒนา

#### 4.1 ลักษณะของโปรแกรมและภาษาที่ใช้

โปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการทำงานนี้มีหลายตัว ได้แก่

##### 1) โปรแกรม JDK (Java Developer Kits)

ที่เลือกใช้โปรแกรมนี้นี้ เนื่องจากภาษา JAVA เป็นภาษาที่สามารถใช้ในการสร้างโปรแกรมที่จะใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ และเป็นภาษาที่ง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน และยังสามารถใช้ในการทำในส่วนของ การ Interact กับผู้ใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ อีกทั้งยังสามารถใช้คู่กับการสร้าง Web Page ด้วยภาษา HTML ได้อีกด้วย

โดยในการทำงานนี้ จะมีการนำภาษา JAVA มาใช้ในด้านของการทำส่วนที่จะให้มีการ Interact กับผู้ใช้ โดยจะนำมาเขียนเป็นลักษณะของ JAVA Applet

##### 2) ภาษา HTML

ที่เลือกใช้ภาษา HTML เนื่องจากภาษา HTML สามารถใช้ในการสร้าง Web Page ได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

โดยในงานนี้ ภาษา HTML เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะใช้ในหลายๆส่วนของงาน นั่นก็คือ ตั้งแต่ส่วนของสื่อการตอน ไปจนกระทั่งถึงส่วนของแบบทดสอบความรู้ด้วย หรือพูดอีกอย่างก็คือ ใช้ในการสร้างหน้า Web Page ของงานนี้ทั้งหมด

##### 3) PHP (Professional Homepage)

ที่เลือกใช้ PHP เนื่องจาก PHP สามารถจัดการกับฟอร์มข้อมูล สร้างเอกสารแบบไดนามิก รับส่งคุกกี้ และสนับสนุนการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้เป็นอย่างดีและหลายชนิด และสามารถใช้ในการสร้าง Script ต่างๆได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ควบคู่กับภาษา HTML ได้

โดยในงานนี้ จะมีการนำ PHP มาใช้ในการสร้างหน้าจอและแบบฟอร์มต่างๆ และยังใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะติดต่อกับฐานข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบความรู้อีกด้วย

##### 4) Microsoft Access

ที่เลือกใช้ Microsoft Access เนื่องจาก Microsoft Access สามารถใช้ในการสร้างฐานข้อมูลได้ และสามารถใช้งานได้ง่าย

โดยในงานนี้จะนำ Microsoft Access มาใช้ในการสร้างฐานข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การพัฒนา

เมื่อทำการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มทำการพัฒนาโปรแกรมให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง แล้วจึงทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ และทำการปรับปรุงงานเพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องครบถ้วน

โดยในส่วนของการพัฒนา จะแบ่งส่วนที่จะทำการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

### 1. ส่วนที่เป็นสื่อการสอน

ในส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาที่ใช้ในการสอนอัลกอริทึมของทรี โดยจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาที่เป็นข้อความธรรมดาของเรื่องทรีโดยทั่วไป และอัลกอริทึมของทรีในแบบต่างๆ และส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ดีและง่ายขึ้น และส่วนที่ทำการ Interact กับผู้ใช้ด้วย

โดยในส่วนของเนื้อหาการสอนโดยส่วนใหญ่ จะใช้ภาษา HTML ในการสร้าง Web Page ขึ้นมาสำหรับใส่เนื้อหา โดยจะแบ่งออกเป็นเมนูต่างๆ ดังนี้

#### - Intro

เป็นส่วนที่จะบอกว่างานนี้คืออะไร มีเนื้อหาอย่างไร และผู้ที่เข้ามาทำการศึกษาจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร ซึ่งส่วนนี้จะทำให้ผู้ที่เข้ามาใช้โปรแกรมนี้นี้ มีความเข้าใจในงานนี้ได้ดีขึ้น

#### - Binary Tree

เป็นส่วนที่จะกล่าวถึงเรื่องของทรีโดยทั่วไป เช่น นิยามของทรี และคำศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับทรี โดยจะมีเรื่องของ Binary Tree แทรกอยู่ในเนื้อหาส่วนนี้ด้วย

#### - AVL Tree

เป็นส่วนที่จะกล่าวถึงเนื้อหาต่างๆของ AVL Tree

#### - B-Tree

เป็นส่วนที่จะกล่าวถึงเนื้อหาต่างๆของ B-Tree

#### - B\*-Tree

เป็นส่วนที่จะกล่าวถึงเนื้อหาต่างๆของ B\*-Tree

#### - Exercise

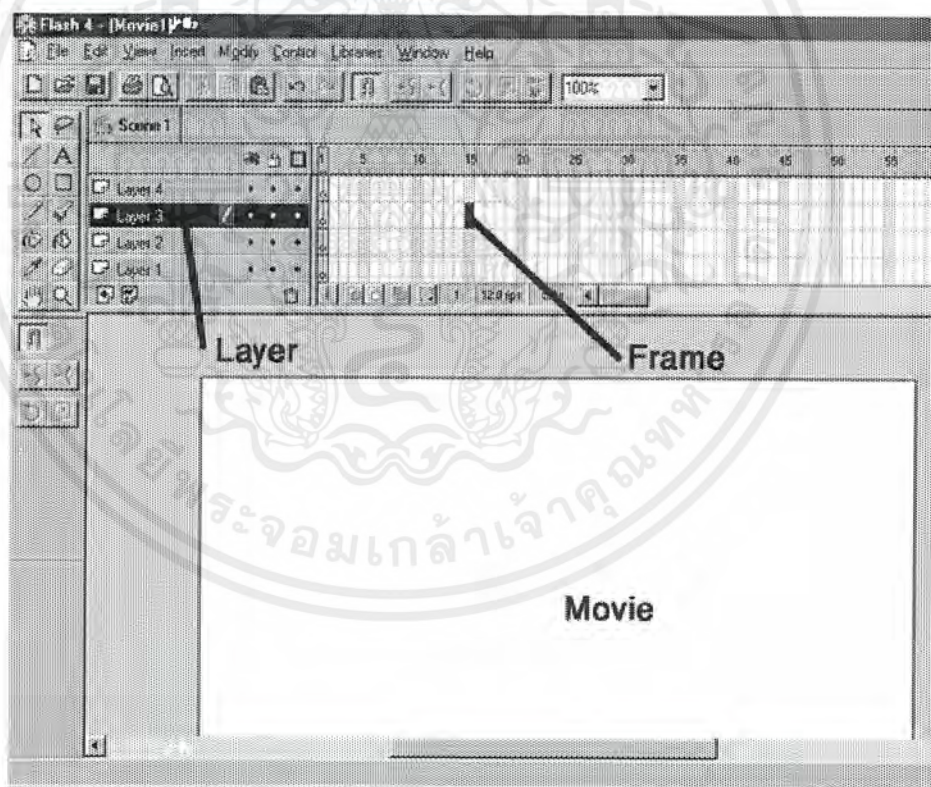
เป็นส่วนของแบบทดสอบความรู้ โดยขอบเขตของคำถามจะนำมาจากเนื้อหาของส่วนที่เป็นสื่อการสอน โดยจะมีคำถามตั้งแต่เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับทรี ไปจนถึงคำถามที่เจาะลึกลงไปในเรื่องของอัลกอริทึมของทรีในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Forum

เป็นส่วนของ Message Board โดยผู้ที่เข้ามาใช้หรือเข้ามาทำการศึกษาอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ หากมีข้อสงสัย หรือว่ามีคำถาม ก็สามารถเขียนข้อความไว้ใน Message Board นี้ได้ หากมีผู้ที่เข้ามาใช้หรือเข้ามาศึกษาคนอื่นๆ ทราบคำตอบนั้น ก็สามารถจะช่วยตอบปัญหานั้นได้ ซึ่งจะเป็นการทำให้ขอบเขตของการศึกษากว้างขวางยิ่งขึ้น โดย Message Board นี้ก็จะเปรียบเสมือนเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันและกัน

โดยในแต่ละเมนูก็จะมีส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวเพื่อช่วยให้ผู้ที่ทำการศึกษาเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น โดยภาพเคลื่อนไหวเหล่านี้จะให้โปรแกรม Macromedia Flash ในการสร้าง ซึ่งข้อดีของการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วย Macromedia Flash ก็คือ มันสามารถตอบสนองกับผู้ใช้ได้ดีในระดับหนึ่ง

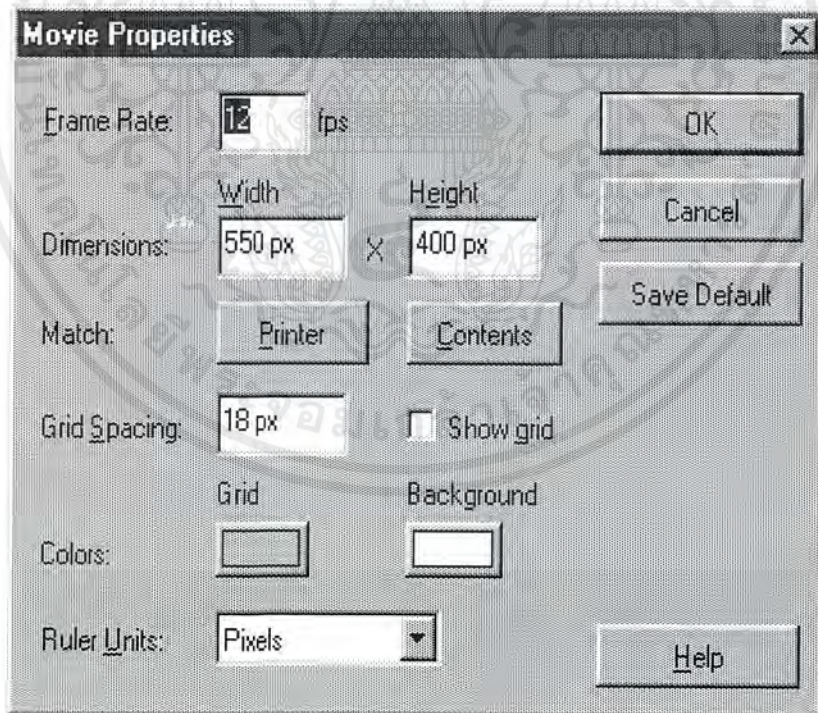


ภาพที่ 4.1 โปรแกรม Macromedia Flash

จากภาพที่ 4.1 คือ ภาพของโปรแกรม Macromedia Flash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวจะต้องมีการออกแบบและวางแผนอย่างละเอียดรอบคอบ อีกทั้งต้องทำการแสดงภาพให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งในการสร้าง Movie ขึ้นมาในแต่ละอันจะต้องเริ่มด้วยการหาภาพทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวนั้นและทำการกำหนดว่าภาพที่นำมาแสดงผลอยู่ใน Layer ใดซึ่งในการกำหนด Layer ของ Movie จะต้องมีการจัดลำดับอย่างเป็นขั้นตอน หากจัดลำดับ Layer ผิดก็ทำให้ Movie เกิดการแสดงผลที่ผิดไปจากที่ควรจะเป็น Movie หนึ่งๆ จะมี Frame ที่ใช้ในการแสดงผลหลาย Frame ยิ่ง Movie ใดมีหลาย Frame ก็จะทำให้ Movie มีขนาดใหญ่ ดังนั้นเราต้องดูความเหมาะสมด้วยว่าในแต่ละ Movie ควรจะมี Frame มากน้อยเพียงใด ในการสร้างภาพยนตร์จะใช้จำนวน Frame ในการแสดงผล 24 Frames ต่อ 1 วินาที แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่จำเป็นต้องมีความละเอียดขนาดนั้นเพราะจะทำให้ Movie ที่ได้มีขนาดใหญ่มากและหากนำไปแสดงผลทาง Web Page แล้วจะต้องใช้เวลานานในการ Download Movie เพื่อแสดงผล ดังนั้นในโปรแกรม Macromedia Flash เองจึงกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการแสดงผลเป็น 12 Frames ต่อ 1 วินาที



ภาพที่ 4.2 การปรับแต่งคุณสมบัติของ Movie ใน Macromedia Flash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.2 คือ หน้าจอการปรับแต่งคุณสมบัติของ Movie ในโปรแกรม Macromedia Flash ซึ่งเราสามารถปรับขนาดตามความเหมาะสมได้ แต่ถ้าเรากำหนดจำนวน Frame ต่อ 1 วินาทีน้อยเกินไปก็จะทำให้ Movie ที่ได้ไม่ Smooth ต่อมาจะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นของแต่ละภาพในแต่ละ Layer ว่าจะเริ่มที่ Frame ไหน ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อความแม่นยำในการวางตำแหน่งของภาพ ในการสร้าง Movie จะต้องรู้ว่าเมื่อถึง Frame ใดภาพจะต้องออกมาในลักษณะใด ซึ่งจะต้องอาศัยความรอบคอบในการจัดลำดับเหตุการณ์ต่างๆ และอาศัยความเชี่ยวชาญในการสร้าง Movie เพื่อให้ภาพที่ได้มีความสอดคล้องกัน

และในบางเมนูก็จะมีส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ โดยจะมีการนำภาษา JAVA มาใช้ในส่วนนี้ โดยหลังจากศึกษาอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆแล้ว ก็จะมาเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา JAVA มาเขียนเป็น JAVA Applet เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดลองกรอกข้อมูลต่างๆ ลงไป แล้วดูว่าทรีเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด ซึ่งส่วนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้เห็นภาพและเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น

## 2. ส่วนที่เป็นแบบทดสอบความรู้

จะมีการใช้ฐานข้อมูลเข้ามาเก็บข้อมูลของคำถาม ข้อมูลของผู้ใช้ และข้อมูลการทดสอบของผู้ใช้ โดยในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Access เข้ามาช่วยในการสร้างฐานข้อมูล และใช้โปรแกรม PHP เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างหน้าจอและแบบฟอร์มต่างๆ รวมทั้งติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ฐานข้อมูล และนำข้อมูลต่างๆจากฐานข้อมูลมาใช้ในการแสดงคำถามและในการตรวจสอบคำตอบ โดยหลังจากผู้ใช้ได้ทำการทดสอบแล้ว จะมีการเฉลยคำตอบให้กับผู้ใช้ได้ทราบว่าคำตอบของโจทย์ในแต่ละข้อคืออะไร และจะมีการแสดงคะแนนที่ผู้ใช้ได้รับให้ดูด้วย โดยการที่จะเข้ามาใช้ส่วนนี้ได้จะต้องทำการลงทะเบียนสมาชิกก่อนจึงจะอนุญาตให้เข้ามาใช้ได้

## 4.3 ผลจากการพัฒนา

ผลจากการพัฒนาโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต จะได้ออกมาเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

### 1. ส่วนที่เป็นสื่อการสอน

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของเนื้อหาต่างๆในเรื่องทรี ตั้งแต่เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับทรี ไปจนถึงอัลกอริทึมของทรีในแบบต่างๆ

## 2. ส่วนที่เป็นแบบทดสอบการเรียนรู้

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของแบบทดสอบความรู้ โดยจะมีลักษณะเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบ โดยเนื้อหาของคำถามจะมีตั้งแต่เรื่องทั่วๆไปเกี่ยวกับทรี ไปจนถึงคำถามที่เจาะลึกในอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ

โดยโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ตจะมีลักษณะดังนี้ คือ

เมื่อเข้าสู่หน้าจอแรกจะพบกับหน้าจอลักษณะดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 หน้าจอแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน้าจอแรก เมื่อกดปุ่ม ENTER จะเข้าสู่หน้าจอเริ่มการทำงานหรือว่าหน้าจอ Intro ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 หน้าจอเริ่มการทำงาน (Intro)

ที่หน้าจอเริ่มการทำงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 เฟรม โดยที่เฟรมฝั่งซ้ายจะเป็นเมนูหลักของการทำงาน ส่วนเฟรมฝั่งขวาจะเป็นส่วนที่จะแสดงข้อมูลที่ได้จากการเลือกเมนูต่างๆ โดยจะมีเมนูให้เลือกดังต่อไปนี้

1) Intro

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการแสดงบทนำ โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงเนื้อหา ใน Web Site นี้ว่าประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

โดยเมื่อเริ่มเข้าสู่การทำงาน จะทำการแสดงหน้าจอส่วน Intro นี้เป็นหน้าเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

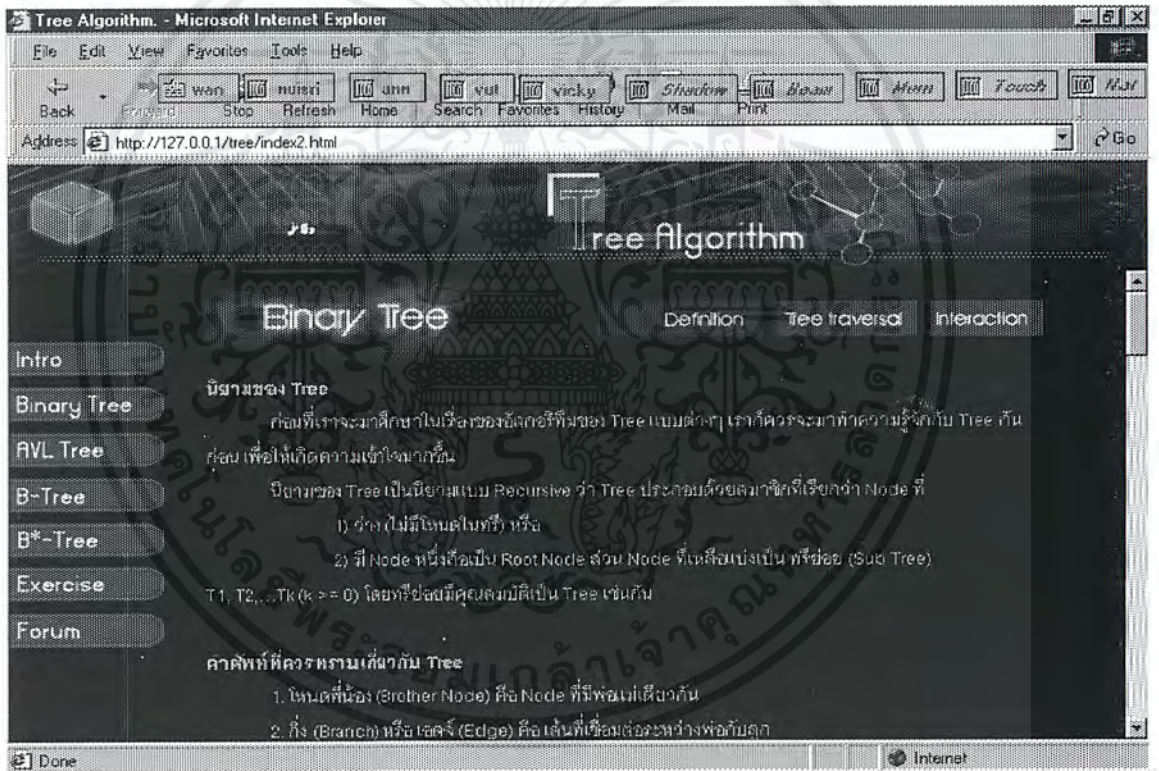
## 2) Binary Tree

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการแสดงเนื้อหาโดยทั่วไปของทรี และ Binary Tree โดยในเมนูนี้จะมีเมนูย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

### - Definition

จะกล่าวถึงนิยามของทรี, ศัพท์ต่างๆของทรีที่ควรทราบ, นิยามของ Binary Tree และนิยามของ Binary Search Tree ด้วย โดยในส่วนนี้จะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายเพื่อเสริมให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

โดยเมื่อทำการเลือกเมนู Binary Tree จะทำการแสดงหน้าจอ ส่วน Definition นี้เป็นหน้าเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 4.5

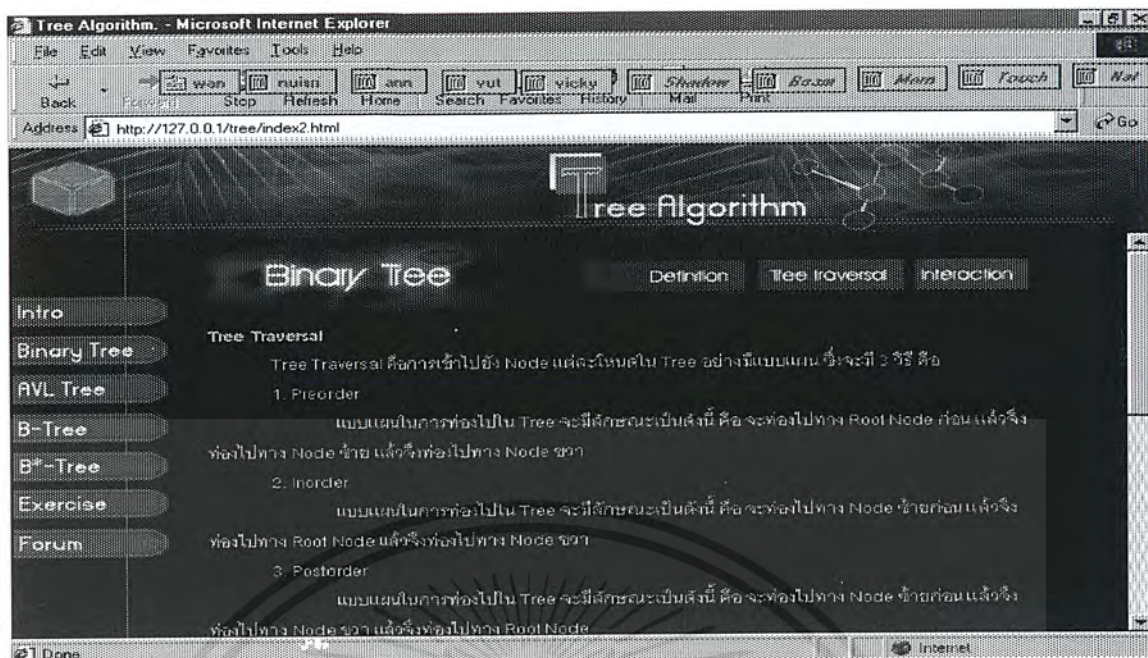


ภาพที่ 4.5 หน้าจอ Binary Tree (Definition)

### - Tree traversal

จะกล่าวถึงเรื่องของ Tree traversal ทั้ง 3 แบบ คือ Preorder, Inorder และ Postorder โดยในแต่ละแบบจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายเพื่อเสริมให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4.6

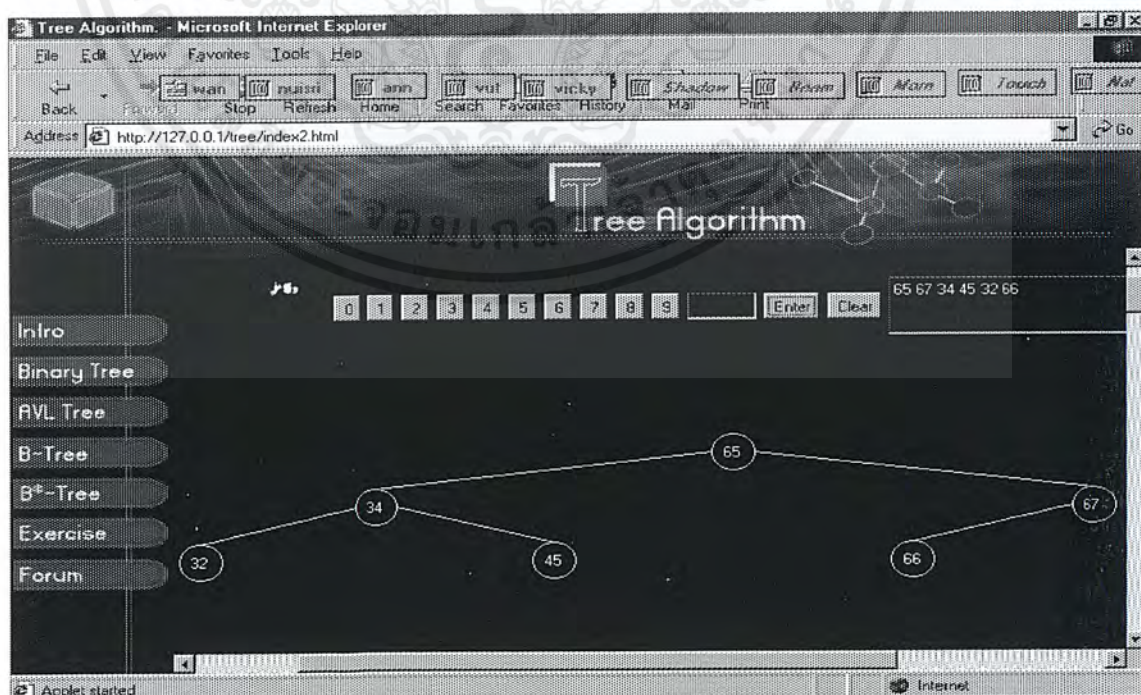
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 หน้าจอ Binary Tree (Tree traversal)

#### - Interaction

ส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมที่จะให้ผู้ใช้ทดลองทำการกรอกข้อมูลลงไป เพื่อสร้าง Binary Search Tree โดยในส่วนนี้นั้นจะทำให้ผู้ใช้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น และสามารถเข้าใจในอัลกอริทึมได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 หน้าจอ Binary Tree (Interaction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

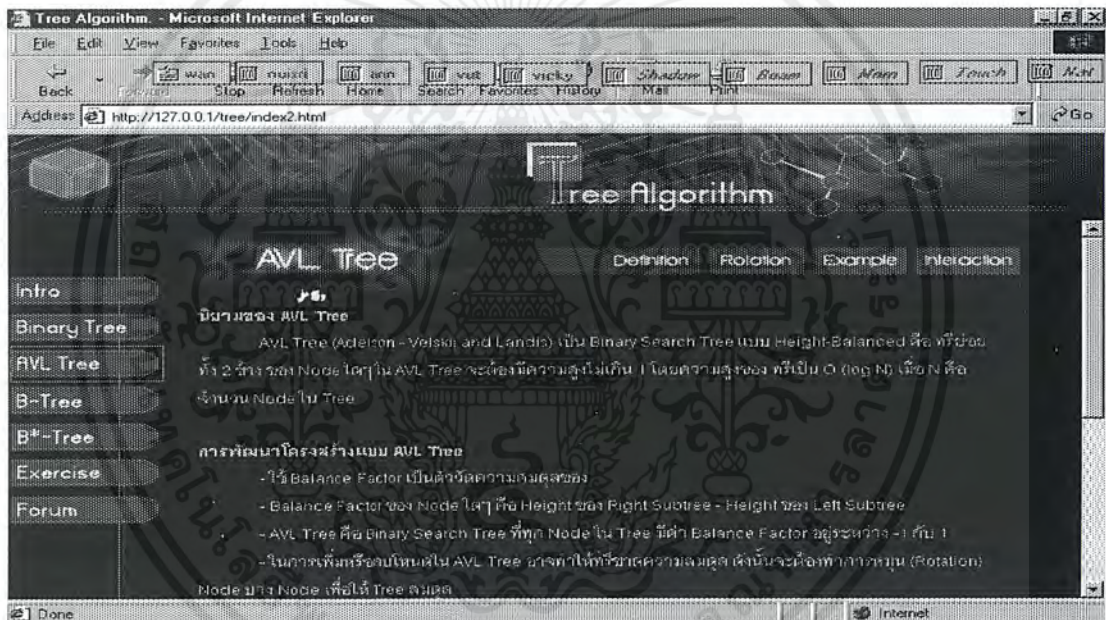
### 3) AVL Tree

หากเลือกเมนูนี้จะเป็นการแสดงเนื้อหาของอัลกอริทึมของทรีแบบ AVL Tree โดยในเมนูนี้จะมีเมนูย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

#### - Definition

จะกล่าวถึงนิยามของ AVL Tree, การพัฒนาโครงสร้างแบบ AVL Tree, อัลกอริทึมในการเพิ่มข้อมูลลงใน AVL Tree และอัลกอริทึมในการลบข้อมูลใน AVL Tree โดยในส่วนนี้จะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายเพื่อเพื่อเสริมให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

โดยเมื่อทำการเลือกเมนู AVL Tree จะทำการแสดงหน้าจอส่วน Definition นี้เป็นหน้าเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 4.8



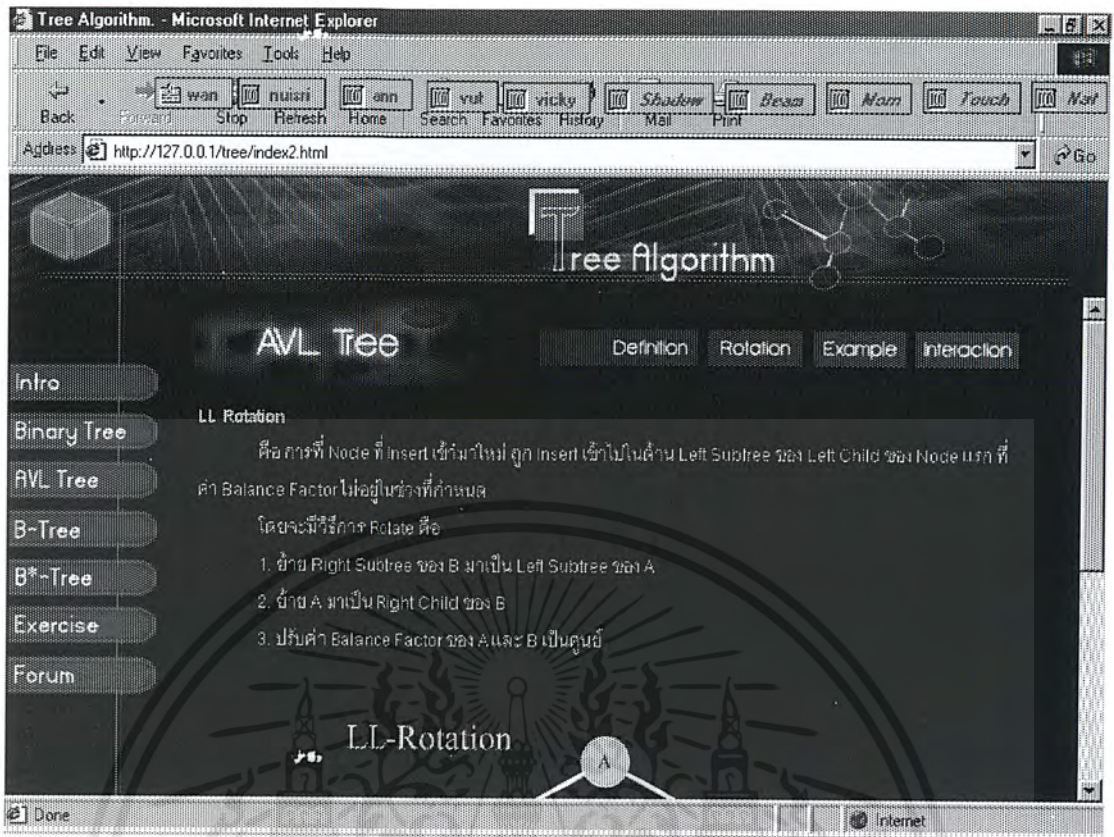
ภาพที่ 4.8 หน้าจอ AVL Tree (Definition)

#### - Rotation

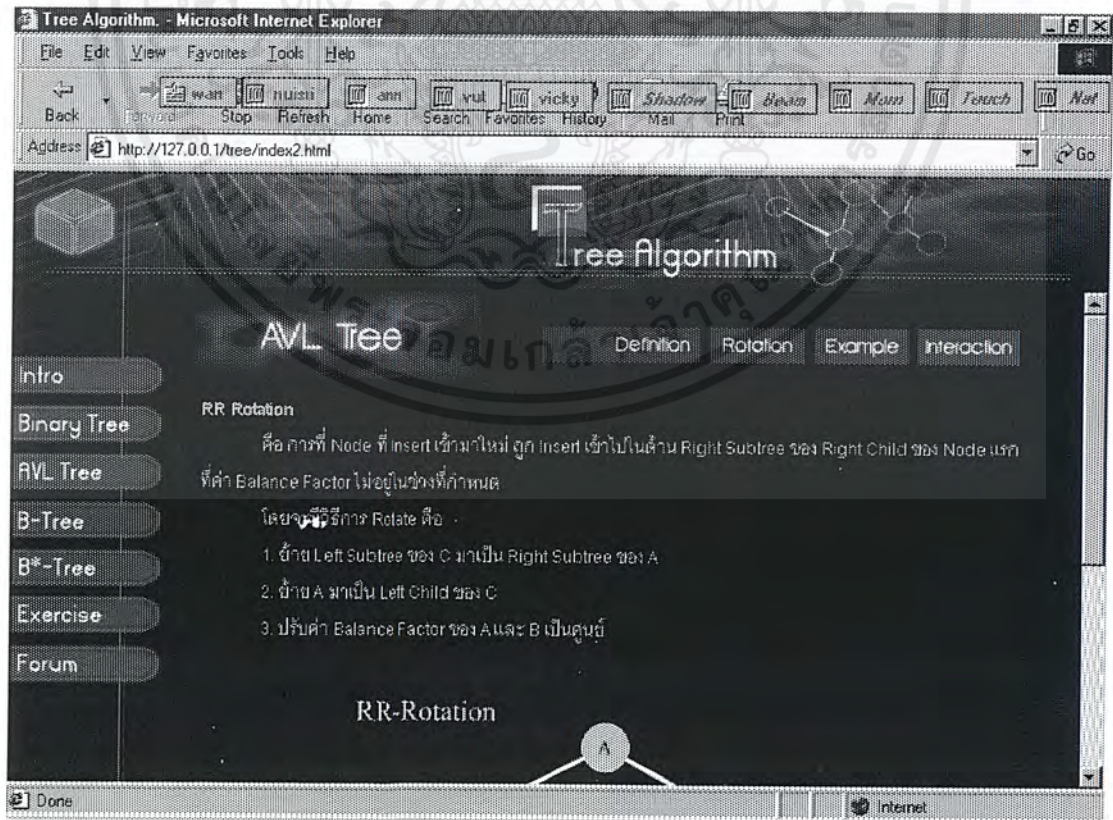
จะกล่าวถึงอัลกอริทึมในการ Rotate ทรี เมื่อทรีเกิดการเสียสมดุลอันเนื่องมาจากการเพิ่มข้อมูลหรือลบข้อมูลใน AVL Tree ซึ่งจะมีอยู่ 4 แบบใหญ่ๆ คือ LL Rotation, RR Rotation, LR Rotation และ RL Rotation โดยในอัลกอริทึมแต่ละแบบจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายเพื่อเสริมให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

โดยในภาพที่ 4.9 ถึง ภาพที่ 4.12 จะเป็นภาพหน้าจอเนื้อหาของ การ Rotation ในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

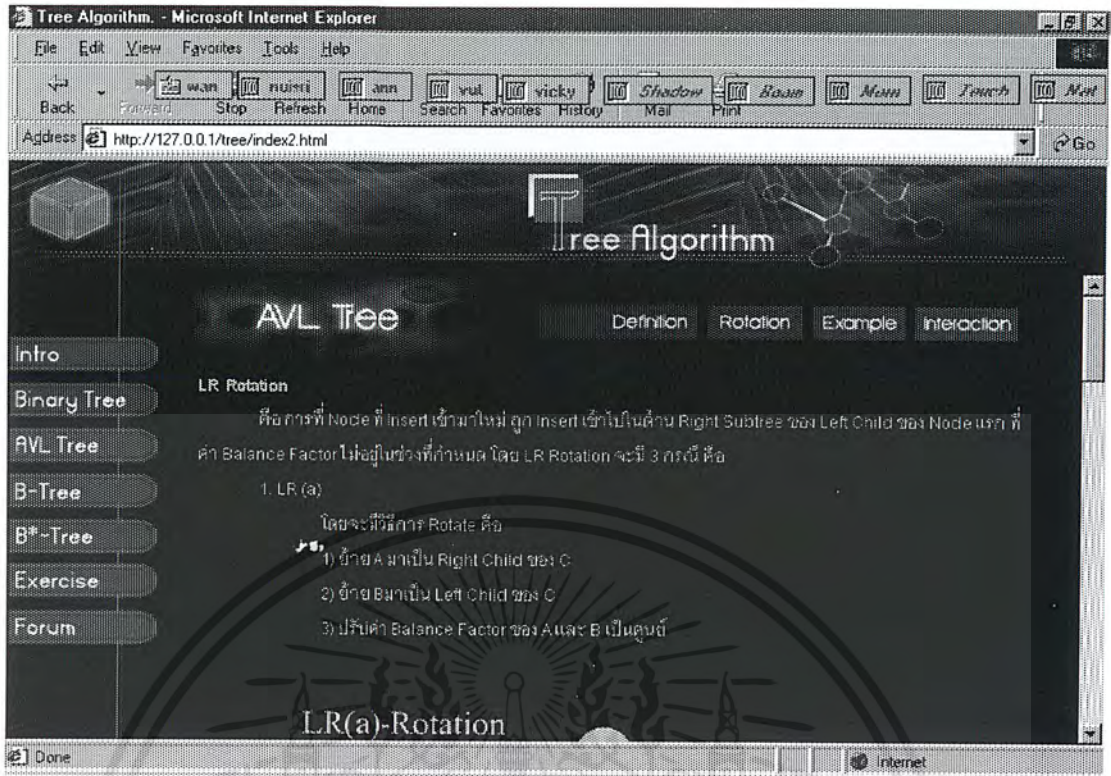


ภาพที่ 4.9 หน้าจอ AVL Tree (LL Rotation)

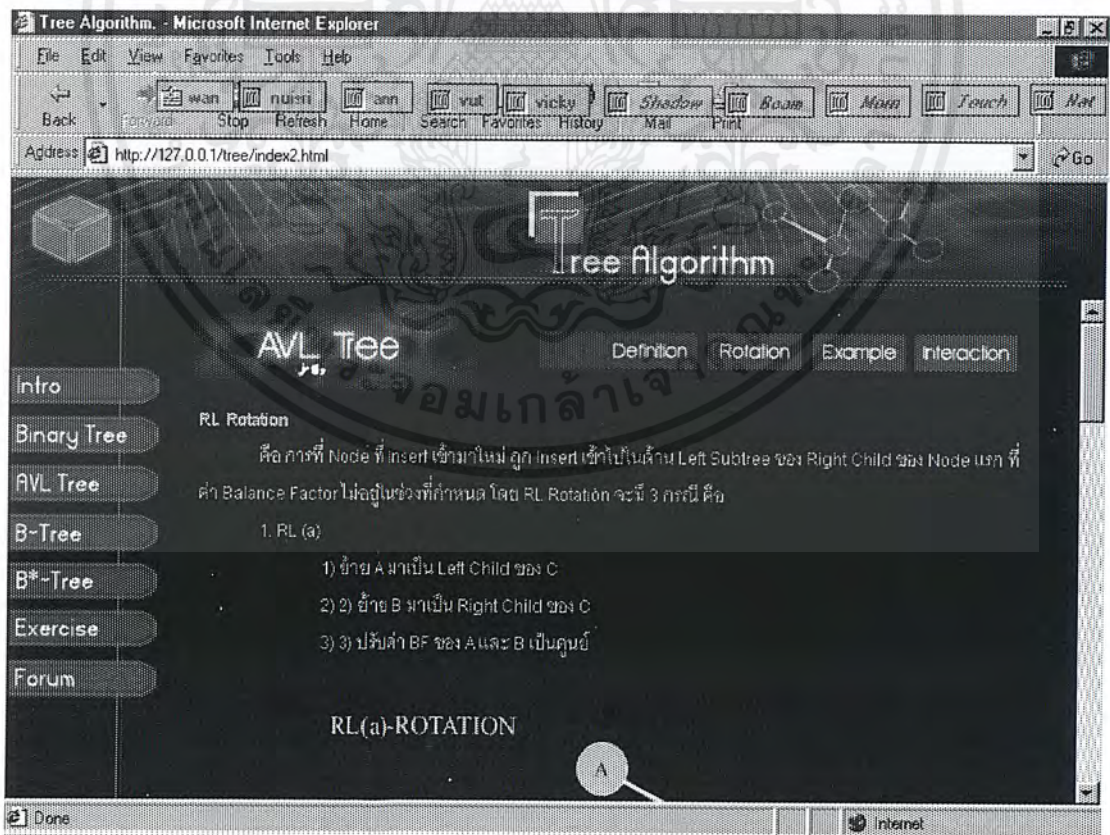


ภาพที่ 4.10 หน้าจอ AVL Tree (RR Rotation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 หน้าจอ AVL Tree (LR Rotation)

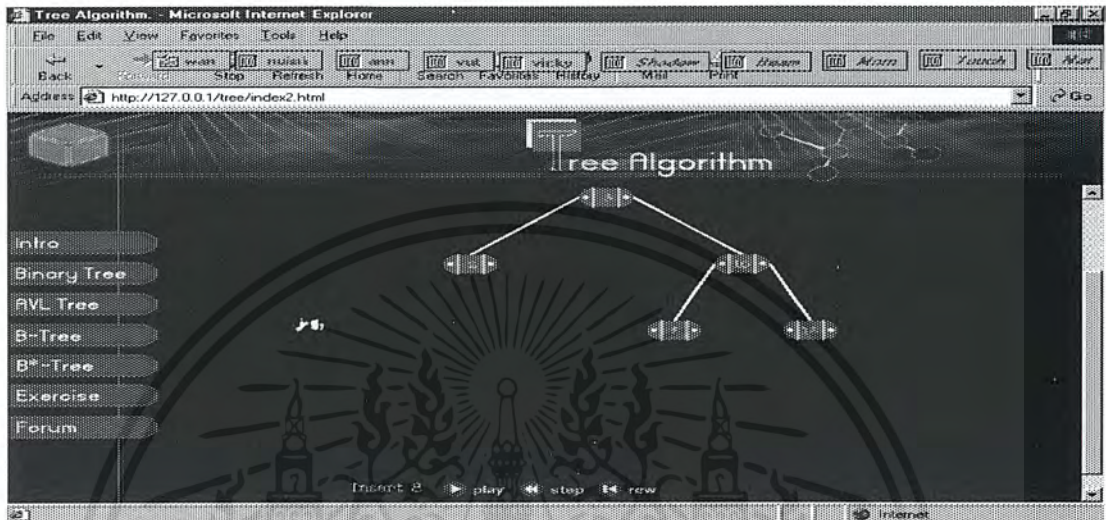


ภาพที่ 4.12 หน้าจอ AVL Tree (RL Rotation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Example

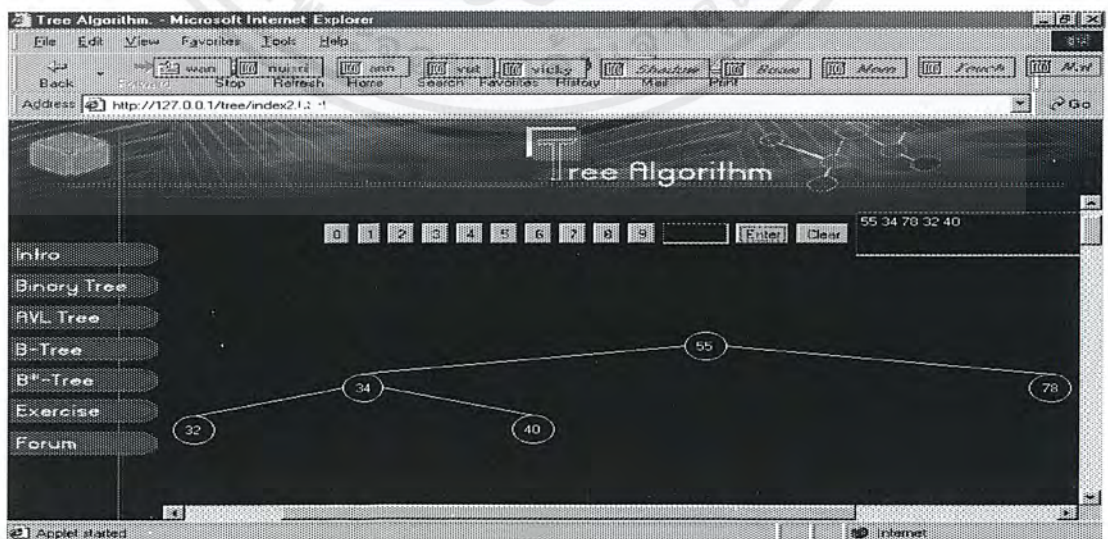
จะเป็นตัวอย่างของ AVL Tree โดยจะเป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มข้อมูลลงใน AVL Tree และการลบข้อมูลใน AVL Tree ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 หน้าจอ AVL Tree (Example)

- Interaction

ส่วนนี้จะป็นโปรแกรมที่จะให้ผู้ใช้ทดลองทำการกรอกข้อมูลลงไปเพื่อสร้าง AVL Tree โดยในส่วนนี้นั้นจะทำให้ผู้ใช้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจในอัลกอริทึมได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 หน้าจอ AVL Tree (Interaction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

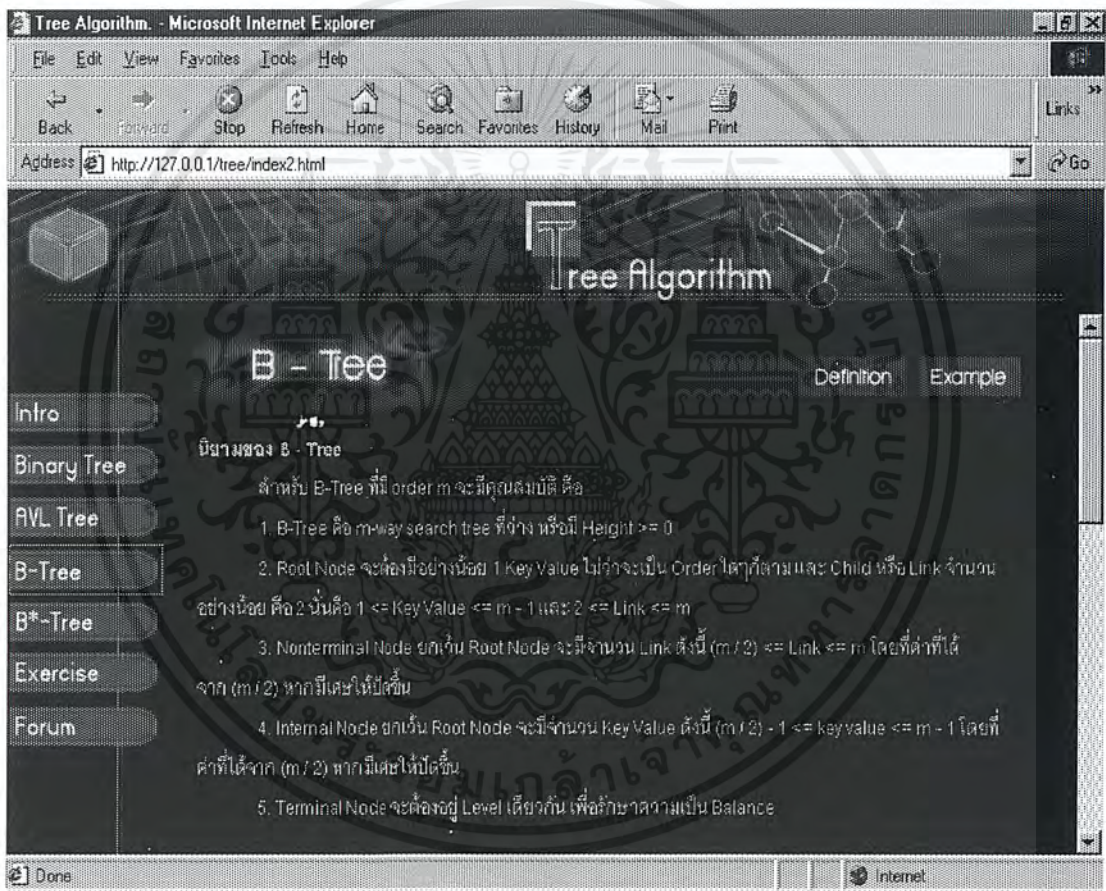
## 4) B-Tree

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการแสดงเนื้อหาของอัลกอริทึมของทรีแบบ B-Tree โดยในเมนูนี้จะมีเมนูย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

## - Definition

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงนิยามของ B-Tree, อัลกอริทึมในการเพิ่มข้อมูลลงใน B-Tree และอัลกอริทึมในการลบข้อมูลใน B-Tree

โดยเมื่อทำการเลือกเมนู B-Tree จะทำการแสดงหน้าจอในส่วน Definition นี้เป็นหน้าเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ ดังภาพ 4.15

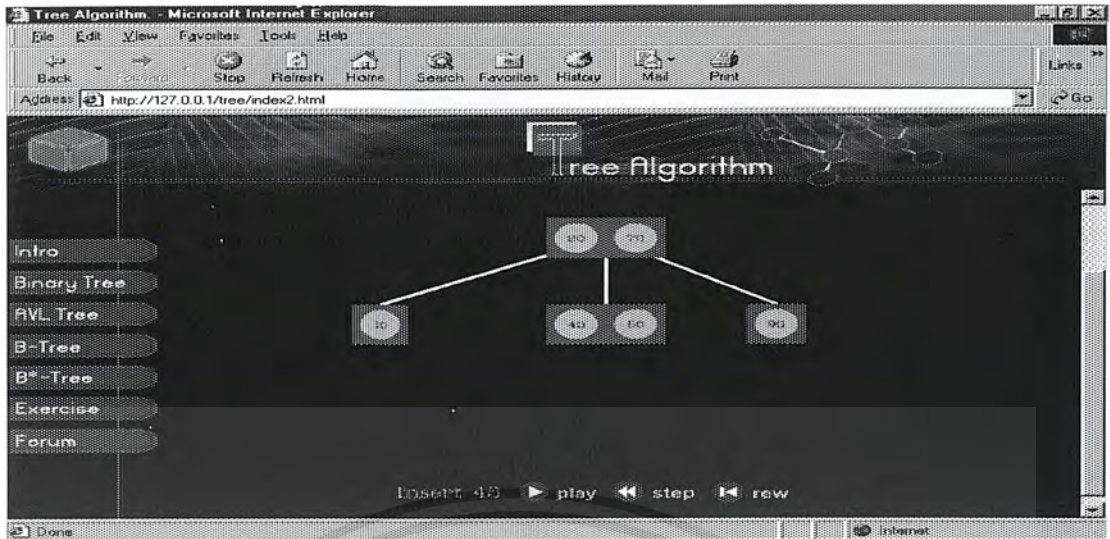


ภาพที่ 4.15 หน้าจอ B-Tree (Definition)

## - Example

ส่วนนี้จะเป็นการโปรแกรมที่จะให้ผู้ใช้งานทดลองทำการกรอกข้อมูลลงไปเพื่อสร้าง B-Tree โดยในส่วนนี้นั้นจะทำให้ผู้ใช้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจในอัลกอริทึมได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 หน้าจอ B-Tree (Example)

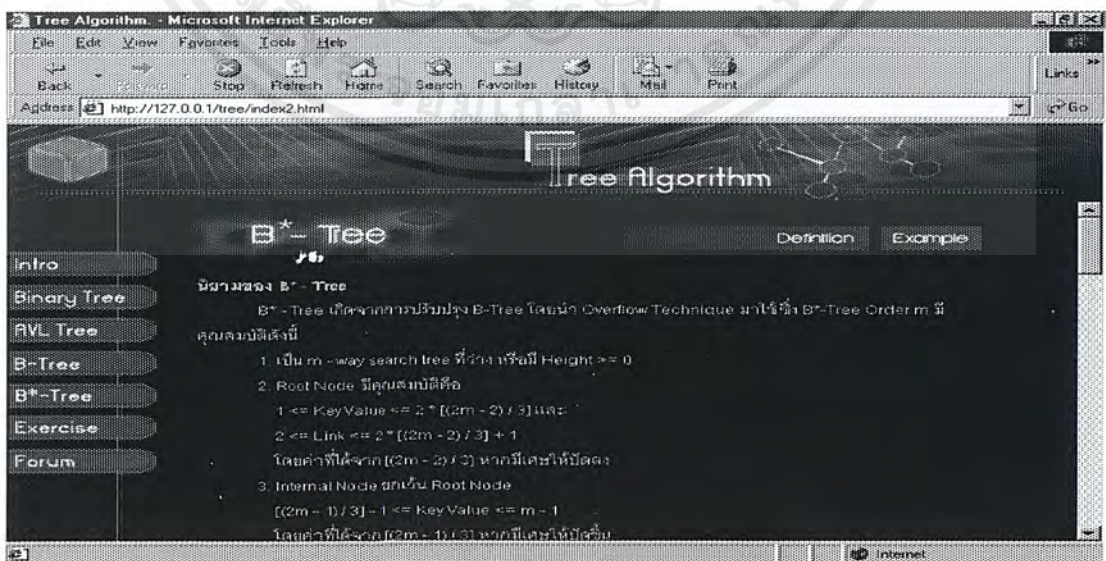
### 5) B\*-Tree

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการแสดงเนื้อหาของอัลกอริทึมของทรีแบบ B\*-Tree โดยในเมนูนี้จะมีเมนูย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

#### - Definition

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงนิยามของ B\*-Tree, อัลกอริทึมในการเพิ่มข้อมูลลงใน B\*-Tree และอัลกอริทึมในการลบข้อมูลใน B\*-Tree

โดยเมื่อทำการเลือกเมนู B\*-Tree จะทำการแสดงหน้าจอในส่วน Definition นี้เป็นหน้าเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ ดังภาพ 4.17

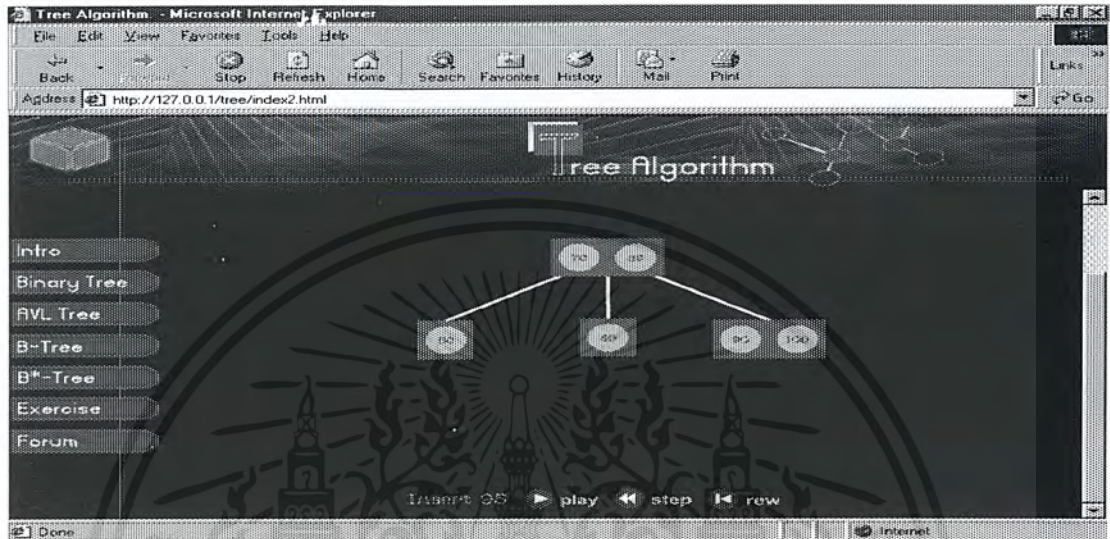


ภาพที่ 4.17 หน้าจอ B\*-Tree (Definition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Example

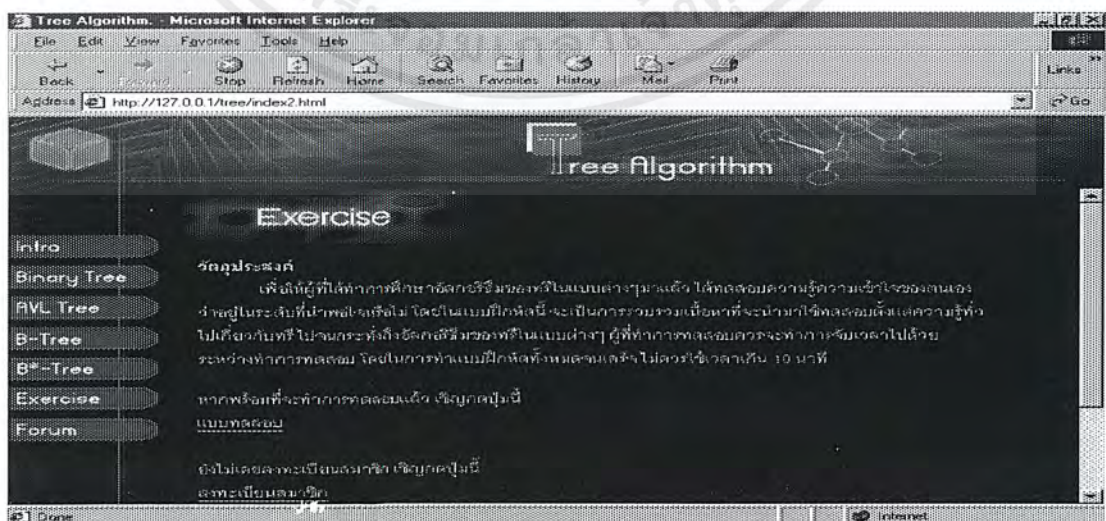
ส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมที่จะให้ผู้ใช้ทดลองทำการกรอกข้อมูลลงไปเพื่อสร้าง B\*-Tree โดยในส่วนนี้นั้นจะทำให้ผู้ใช้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจในอัลกอริทึมได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 หน้าจอ B\*-Tree (Example)

6) Exercise

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการเข้าสู่ส่วนของแบบทดสอบความรู้ โดยจะมีคำถามตั้งแต่เรื่องทั่วๆไปเกี่ยวกับทรี ไปจนถึงคำถามที่เจาะลึกลงไปในเรื่องของอัลกอริทึมของทรีในแบบต่างๆ ดังภาพที่ 4.19



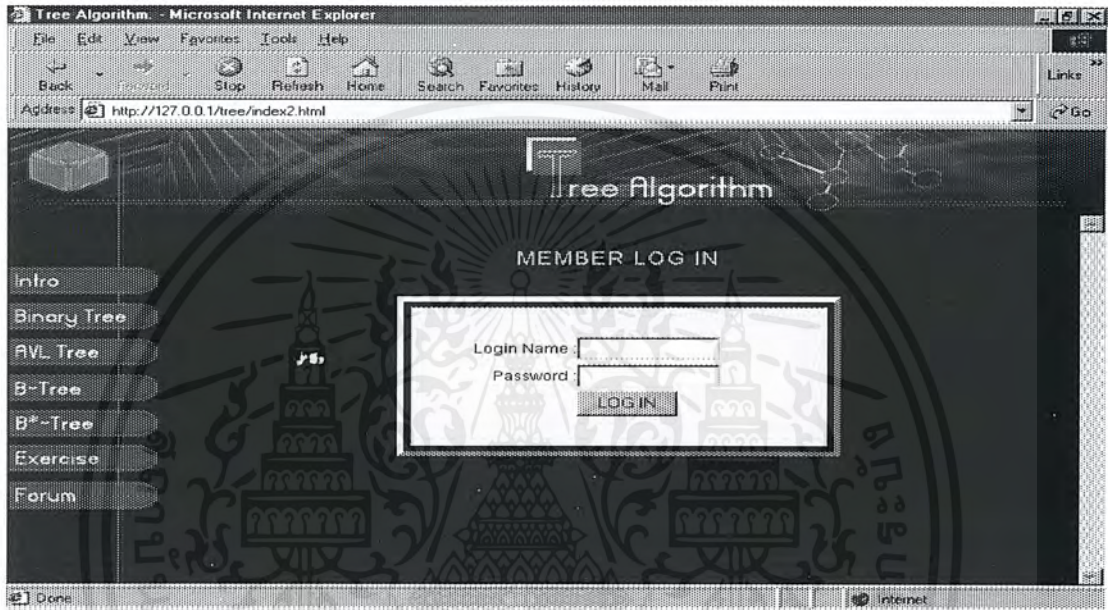
ภาพที่ 4.19 หน้าจอ Exercise (วัตถุประสงค์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

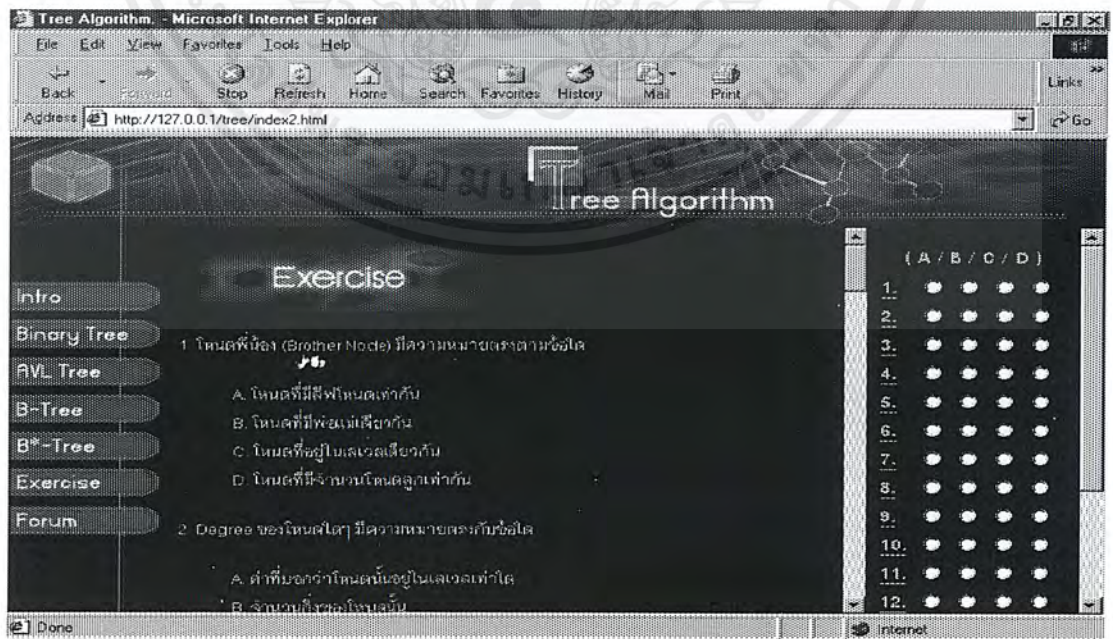
โดยในเมนูนี้จะมีเมนูย่อย ดังต่อไปนี้ คือ

- แบบทดสอบ

ในส่วนนี้สำหรับผู้ที่ได้ทำการลงทะเบียนสมาชิกไว้แล้ว ต้องการ  
ทำแบบทดสอบความรู้ ก็ให้เลือกที่เมนูนี้เพื่อจะทำการ Log In เข้าสู่ส่วน  
แบบทดสอบ ดังภาพที่ 4.20 โดยเมื่อทำการ Login เสร็จ ก็จะเข้าสู่ส่วน  
ของแบบทดสอบ ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.20 หน้าจอ Exercise (Member Log In)

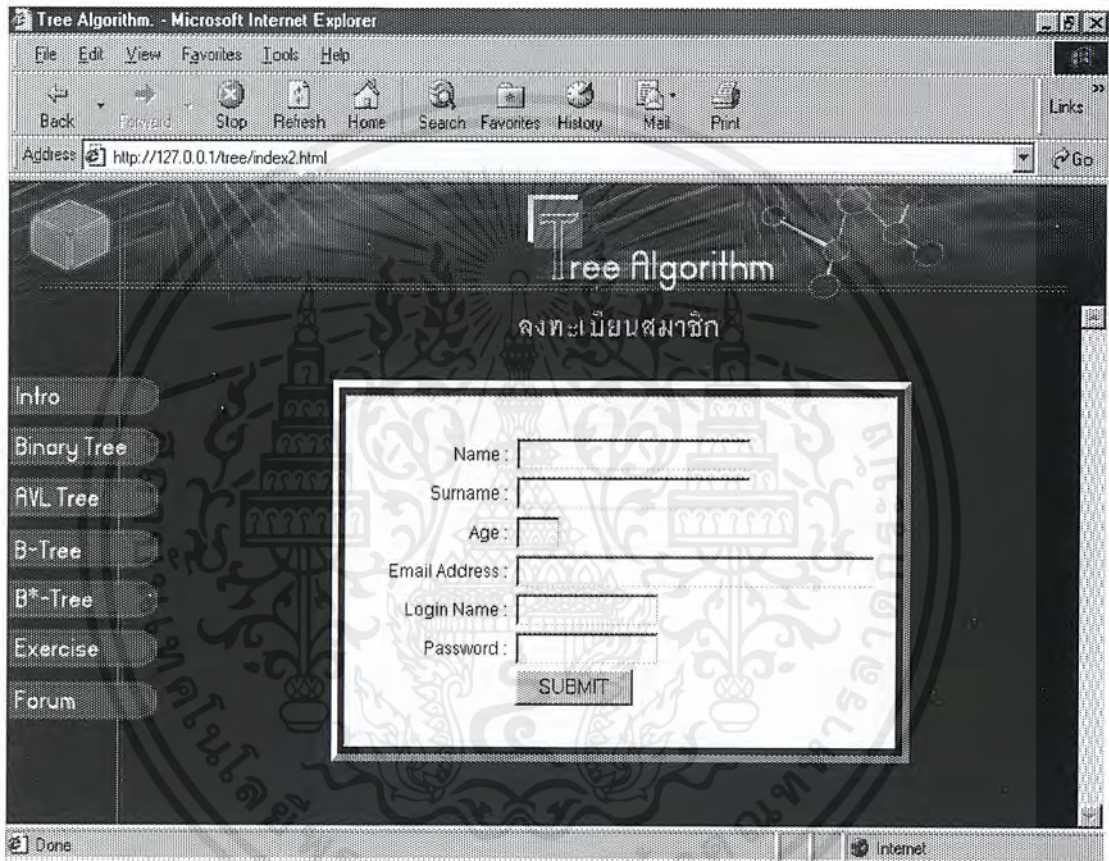


ภาพที่ 4.21 หน้าจอ Exercise (แบบทดสอบความรู้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลงทะเบียนสมาชิก

สำหรับผู้ที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนสมาชิกและต้องการทำแบบทดสอบ ก็ให้มาลงทะเบียนสมาชิกในส่วนนี้ก่อน โดยหลังจากลงทะเบียนจะได้รับ Login Name และรหัสผ่านส่งไปทาง Email ก็ให้นำ Login Name และรหัสผ่านมาใช้ในการ Login เพื่อเข้าทำแบบทดสอบ โดยภาพที่ 4.22 คือ ภาพหน้าจอการลงทะเบียนสมาชิก



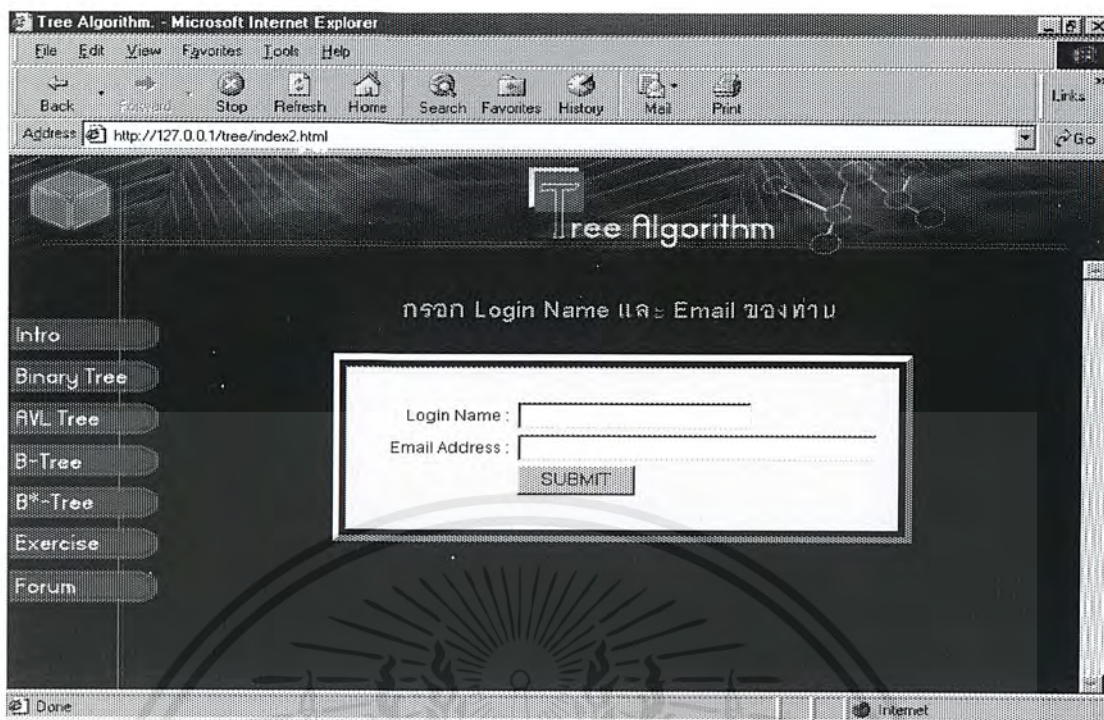
ภาพที่ 4.22 หน้าจอ Exercise (ลงทะเบียนสมาชิก)

- ลืมรหัสผ่าน

สำหรับผู้ที่เคยลงทะเบียนสมาชิกไว้แล้ว แต่ว่าลืมรหัสผ่านหรือว่ารหัสผ่านหาย ก็ให้มาทำการแจ้งขอทราบรหัสผ่านของตนเองในส่วนนี้ โดยหากตรวจสอบแล้วว่า เป็นสมาชิกจริง ก็จะมีการส่ง Login Name และรหัสผ่านไปให้อีกครั้งทาง Email

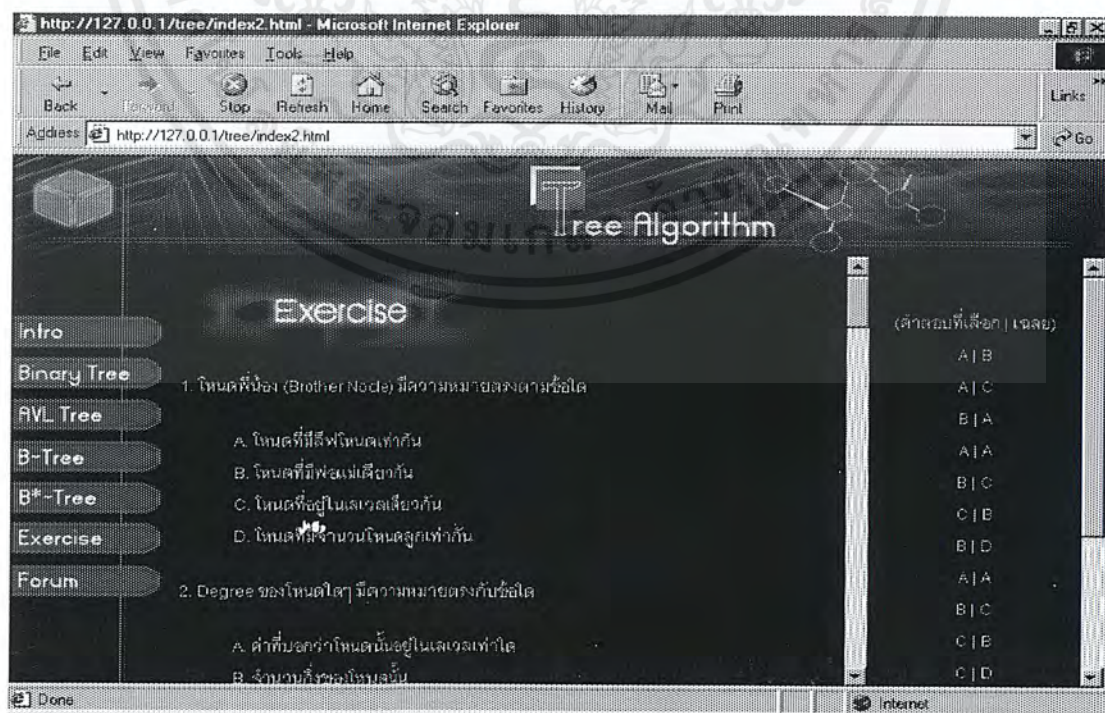
โดยภาพที่ 4.23 คือ ภาพหน้าจอในส่วนของการขอรหัสผ่านเมื่อสมาชิกลืมรหัสผ่านหรือรหัสผ่านหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 หน้าจอ Exercise (ลิ้มรสผ่าน)

และเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ก็จะมีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้ และมีการบอกให้ทราบด้วยว่า ผู้ที่ทำการทดสอบได้คะแนนจากการทดสอบนั้นก็คะแนน ดังภาพที่ 4.24

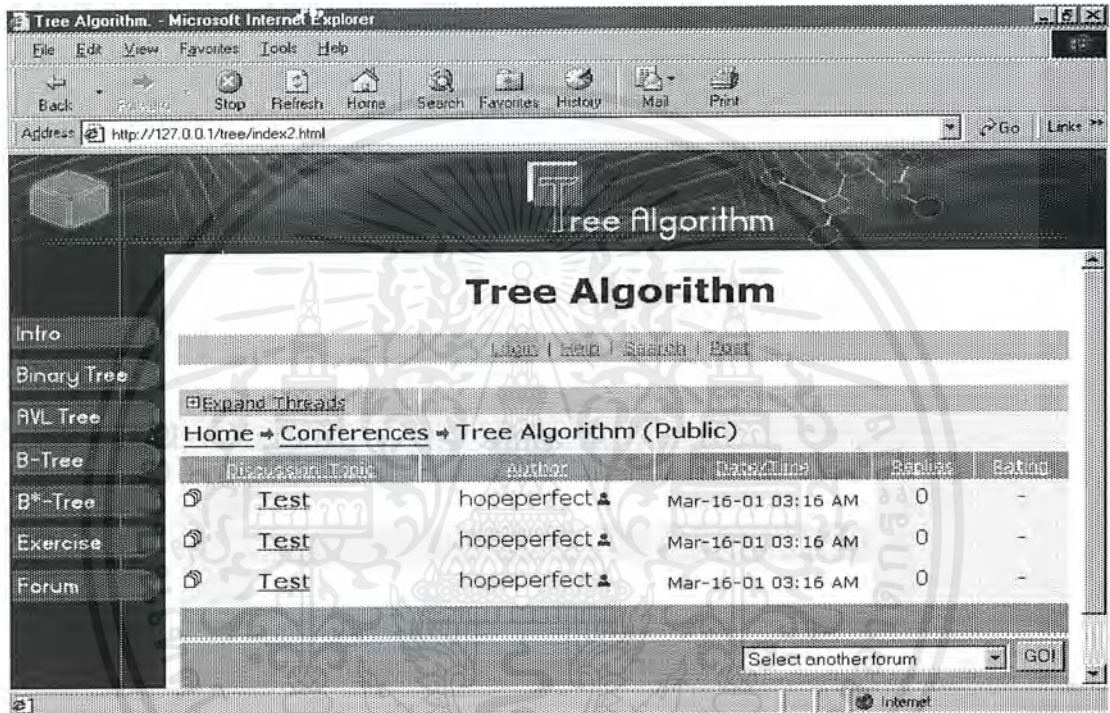


ภาพที่ 4.24 หน้าจอ Exercise (เฉลยคำตอบและรวมคะแนน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7) Forum

หากเลือกเมนูนี้ จะเป็นการเข้าสู่ส่วนของ Message Board โดยผู้ที่เข้ามาใช้หรือเข้ามาทำการศึกษาอัลกอริทึมของทรีแบบต่างๆ หากมีข้อสงสัย หรือว่ามีคำถามก็สามารถเขียนข้อความไว้ใน Message Board นี้ได้ หากมีผู้ที่เข้ามาใช้หรือเข้ามาศึกษาคนอื่น ๆ ทราบคำตอบนั้น ก็สามารถจะช่วยตอบปัญหานั้นได้ โดยหน้าตาของ Message Board จะมีลักษณะดังในภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 หน้าจอ Forum

## 4.3 การอภิปรายผล

หลังจากการทดสอบการใช้งาน พบว่าสามารถใช้งานได้ดี โดยส่วนที่เป็นสื่อการสอน มีลักษณะของสีพื้นและตัวอักษรที่อ่านง่ายสบายตา ส่วนภาพเคลื่อนไหวที่สร้างโดย Macromedia Flash ใช้งานได้ดี มีลักษณะที่น่าสนใจ และสามารถดึงดูดให้คนให้เกิดความสนใจได้ เพราะไม่ใช่ภาพเคลื่อนไหวธรรมดา แต่เป็นภาพเคลื่อนไหวที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ในระดับหนึ่ง สำหรับในส่วนของโปรแกรมที่ทำการ Interact กับผู้ใช้ สามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่ง แต่มีข้อเสียในเรื่องของ User Interface ที่ไม่ค่อยสวยงามน่าดึงดูดเท่าไร และในส่วนของแบบทดสอบความรู้ก็มีคำถามที่ครอบคลุมในทุกๆ เนื้อหาที่ทำการสอน แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องจำนวนข้อของคำถามที่มีจำนวนไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 ผลการวิจัย

คณะผู้พัฒนาได้พัฒนาโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต โดยใช้ภาษา HTML และ JAVA Applet และ Macromedia Flash เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน และใช้ PHP และ ODBC ในการติดต่อกับฐานข้อมูล

โดยโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1) ส่วนที่เป็นสื่อการสอน

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเนื้อหาของอัลกอริทึมของทรีจำนวน 4 แบบได้แก่ Binary Tree, AVL Tree, B - Tree, B\* - Tree

2) ส่วนที่เป็นแบบทดสอบการเรียนรู้

ในส่วนนี้จะ เป็นแบบทดสอบการเรียนรู้ โดยคำถามที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้นจะครอบคลุมเนื้อหาตั้งแต่เรื่องของทรีทัวๆไป ไปจนถึงเนื้อหาเฉพาะของอัลกอริทึมแบบต่างๆ

ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต ได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้วางไว้ คือ ทำให้ผู้ที่มีความสนใจที่จะศึกษาสามารถทำการศึกษาจากที่ไหนก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสทางการศึกษาแก่ผู้ที่ไม่มีโอกาสจะได้ศึกษาตามปกติและผู้ที่มีความสนใจศึกษาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนในสถานศึกษาตามปกติ

และการพัฒนาโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้ อาจจะเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาเป็นระบบการการสอนทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ตต่อไปในอนาคต

### 5.2 อุปสรรคในการทำงาน

- 1) โปรแกรมที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ หลายๆโปรแกรม ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญ และหาหนังสือที่สอนการใช้โปรแกรมบางโปรแกรมได้ยาก ทำให้เมื่อเกิดปัญหา ต้องใช้เวลานานในการแก้ปัญหาต่างๆ และทำให้ในบางครั้งต้องมีการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นที่มีประสิทธิภาพดีต่อยกว่า หรือในบางครั้งต้องเปลี่ยนไปใช้โปรแกรมอื่นเลยเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เนื่องจากภาษาที่สามารถใช้ในการทำ Interact กับผู้ใช้บนระบบอินเทอร์เน็ตได้นั้น มีจำนวนไม่มากที่คุ้นเคยกัน และทางผู้พัฒนาได้เลือกภาษา JAVA มาใช้ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาบางประการ นั่นคือ ในอัลกอริทึมของทรีบางแบบนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องให้ Pointer แต่ที่ JAVA นั้น ไม่มี Pointer ให้ใช้ จึงทำให้เกิดปัญหาว่า ไม่สามารถสร้างส่วนที่เป็น Interact กับผู้ใช้ได้ในบางอัลกอริทึม
- 3) เนื่องจากการทำสื่อการสอนนั้น เป็นงานที่ผู้ทำจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะทำการสอนเป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษางานเป็นระยะเวลาเวลานาน เพื่อให้ได้เนื้อหาที่จะทำการสอนที่ถูกต้อง และได้งานที่สมบูรณ์มากที่สุด

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโปรแกรมการจำลองทรีอัลกอริทึมบนอินเทอร์เน็ต ยังมีข้อเสนอแนะบางอย่าง เพื่อที่จะปรับปรุงส่วนที่อาจจะยังบกพร่องอยู่ หรือเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ดังนี้

#### 1) ส่วนของ User Interface

User Interface ของงานนี้อาจจะยังมีบางส่วนที่ไม่สวยงาม เราอาจจะสามารถปรับปรุงให้ดูสวยงามสนใจกว่านี้ได้

#### 2) ส่วนของเนื้อหา

ปัจจุบันในส่วนของเนื้อหาจะมีอัลกอริทึมของทรีอยู่เพียง 4 อัลกอริทึม ซึ่งในอนาคตอาจจะเพิ่มจำนวนอัลกอริทึมในส่วนของเนื้อหาให้มากขึ้นได้

#### 3) ส่วนที่ Interact กับผู้ใช้

ปัจจุบันเป็น Java Applet ซึ่งมี User Interface ไม่สวยงามนัก อาจจะมีการปรับปรุงพัฒนาให้ดูสวยงามขึ้นกว่านี้ และใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

#### 4) ส่วนของแบบทดสอบความรู้

ปัจจุบันมีคำถามอยู่ทั้งหมดเป็นจำนวนไม่มากนัก ซึ่งอาจจะสามารถเพิ่มคำถามให้มากขึ้นอีกได้ต่อไปในอนาคต เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาต่างๆ ที่มีอยู่ และเนื้อหาที่อาจจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต

## บรรณานุกรม

- กิตติภูมิ วรรณจักร. 2543. PHP เปลี่ยนวิถีสู่การสร้างโฮมเพจอย่างมือโปร. กรุงเทพฯ :  
 วิตต์กรุ๊ป.
- ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2543. การใช้ Macromedia Flash 4. กรุงเทพฯ : เซ็นจูรี่.
- วีระศักดิ์ ชิงถาวร. 2543. Fundamental of JAVA Programming Volume 1. กรุงเทพฯ :  
 ชัม ชีสเท็ม.
- วีระศักดิ์ ชิงถาวร. 2543. Fundamental of JAVA Programming Volume 2. กรุงเทพฯ :  
 ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Glenn Rowe. 1998. An Introduction to Data Structures and Algorithms with Java.  
 Hertfordshire : Prentice Hall Europe.

