

การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ

SEGMENTATION OF LATERAL VENTRICLES FROM  
3-D MAGNETIC RESONANCE IMAGING



ปัญหานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)  
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ

SEGMENTATION OF LATERAL VENTRICLES FROM  
3-D MAGNETIC RESONANCE IMAGING



ชัยชนะ กุลวรฐิต  
ฐาปนกร ชาวสำอองค  
ณ หทัย อองเจรญสุข

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)  
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SEGMENTATION OF LATERAL VENTRICLES FROM 3-D MAGNETIC RESONANCE IMAGING



CHAICHANA KULWORATIT  
THAPAKORN KHAOWSUMANG  
NA HATHAI UENGCHAROUNSOOK

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)  
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อปัญหาพิเศษ**

การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ  
Segmentation of Lateral Ventricles from  
3-D Magnetic Resonance Imaging

**ชื่อนักศึกษา**

นายชัยชนะ กุลวรรฐิต รหัสนักศึกษา 56050234  
นายฐาปกร ขาวสำอางค์ รหัสนักศึกษา 56050241  
นางสาวณ ทัทัย อึ้งเจริญสุข รหัสนักศึกษา 56050245

**ปริญญา**

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

**ภาควิชา**

วิทยาการคอมพิวเตอร์

**ปีการศึกษา**

2559

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

ดร.อัคเดช อุดมชัยพร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)  
อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
(วิทยาการคอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.นันทิกา เบญจเทพานันท์ กรรมการ	
ดร.อัคเดช อุดมชัยพร กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ		
ชื่อนักศึกษา	นายชัยชนะ	กุลวรรฐิต	รหัสนักศึกษา 56050234
	นายฐาปกรณ์	ชาวสำอางค์	รหัสนักศึกษา 56050241
	นางสาวณ หทัย	อึ้งเจริญสุข	รหัสนักศึกษา 56050245
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัคเดช อุดมชัยพร		

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนของโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricles) จากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ โดยใช้เทคนิคการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) มาใช้ร่วมกับขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล (Flood Fill Algorithm) เพื่อระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง และเก็บบันทึกให้อยู่ในรูปแบบของจุดพิกัด (X, Y, Z) ในปริภูมิสามมิติ จากการทดลอง ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอมีความแม่นยำเมื่อเทียบกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างด้วยมือ (Manual) โดยผู้เชี่ยวชาญภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างซึ่งเป็นผลผลิตจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ศึกษาและวิเคราะห์ทางการแพทย์ เช่น การทำนายการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** การกำหนดค่าขีดแบ่ง การแบ่งส่วนภาพ ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล โพรงสมองด้านข้าง ภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ

<b>Title</b>	Segmentation of Lateral Ventricles from 3-D Magnetic Resonance Imaging		
<b>Students</b>	Mr.Chaichana	Kulworatit	Student ID 56050234
	Mr.Thapakorn	Khaowsumang	Student ID 56050241
	Miss Na Hathai	Uengcharounsook	Student ID 56050245
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Computer Science)		
<b>Department</b>	Computer Science		
<b>Faculty</b>	Science		
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
<b>Academic Year</b>	2016		
<b>Advisor</b>	Dr.Akadej Udomchaiporn		

### Abstract

This paper presents a method to segment lateral ventricles from 3-D MRI scan. Thresholding technique and Flood Fill algorithm are applied to identify the position of the lateral ventricles which is collected in a form of coordinate points (X, Y, Z) in 3-D system. The experimental result indicates that the lateral ventricles segmented by the proposed method are accurate when comparing to those manually segmented from an expert. The segmented lateral ventricles could be analysed and studied further in order to predict some medical conditions.

**Keywords:** Thresholding, Image Segmentation, Flood Fill Algorithms,  
Lateral Ventricles, 3-D Magnetic Resonance Imaging

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อัคเดช อุดมชัยพร ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดี แก่คณะผู้จัดทำในการปรับปรุงปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมการสอบปัญหาพิเศษ ผศ.สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน ประธานกรรมการและ ผศ.ดร.นันทิกา เบญจเทพานันท์ กรรมการ ที่ให้คำแนะนำทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุน ให้รับการศึกษา ให้การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนมาอย่างดี และเป็นกำลังใจมาโดยตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่มอบโอกาสให้ได้เข้าศึกษาในสถาบันแห่งนี้ ทำให้ได้พบกับคณาจารย์และบุคลากรที่มีศรัทธาภาพ ในการช่วยพัฒนาทักษะและมอบความรู้ให้แก่นักศึกษา

ชัยชนะ กุลวรรฐิต  
ฐาปกร ชาวสำอางค์  
ณ หทัย อังเจริญสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา .....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 งบประมาณ .....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า.....	3
2.2 โพรงสมองด้านข้าง.....	5
2.3 วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง.....	7
2.3.1 การกำหนดค่าขีดแบ่ง .....	7
2.3.2 หลักการทำงานของวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง.....	8
2.4 การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector .....	9
2.4.1 การกำจัดสัญญาณรบกวน.....	10
2.4.2 การคำนวณหาทิศทางขอบภาพ .....	11
2.4.3 การกำจัดค่าที่ไม่มากที่สุด .....	11
2.4.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง .....	12
2.5 การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วย Gaussian Filtering .....	12
2.6 การระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล .....	13
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	15
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน .....</b>	<b>16</b>
3.1 ระเบียบวิธีการดำเนินงาน .....	16
3.1.1 ศึกษาวิธีการต่าง ๆ ของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง.....	17
3.1.2 ทดลองการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างโดยใช้วิธีการต่าง ๆ .....	17
3.1.3 ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีการต่าง ๆ .....	17
3.1.4 ประเมินผลการทดลอง.....	17
3.1.5 ทดสอบทางสถิติ .....	17
3.1.6 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน .....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ใด ๆ ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ขั้นตอนวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง.....	17
3.2.1 รวบรวมภาพเอ็มอาร์ไอ.....	19
3.2.2 ปรับขนาดของภาพเอ็มอาร์ไอ.....	19
3.2.3 กำจัดสัญญาณรบกวน.....	20
3.2.4 กำหนดค่าขีดแบ่ง.....	21
3.2.5 ปรับเส้นขอบภาพด้วย Canny Edge Detector.....	22
3.2.6 ระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล.....	23
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล .....</b>	<b>27</b>
4.1 ผลการดำเนินงาน .....	27
4.2 การประเมินผลการดำเนินงาน .....	30
4.3 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน.....	32
4.3.1 ภาพสแกนเอ็มอาร์ไอที่นำมาใช้มีขนาดไม่เท่ากัน.....	32
4.3.2 เส้นขอบของวัตถุไม่มีความต่อเนื่องกัน.....	32
4.3.3 การประเมินผลของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างที่นำเสนอ ไม่สามารถพิจารณาจากรูปร่างของโพรงสมองด้านข้างได้.....	32
<b>บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>33</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน .....	33
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบการตรวจด้วยเครื่องมือทางรังสีวิทยา.....	4
4.2	เปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ และการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ .....	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 หลักการทำงานของเครื่อง MRI.....	3
2.2 ความสัมพันธ์ของโพรงสมองและพื้นผิวของสมอง .....	6
2.3 มุมมองด้านบนของโพรงสมอง .....	6
2.4 มุมมองด้านข้างของโพรงสมอง.....	7
2.5 ตำแหน่งค่าฮิสโตแกรมที่จุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุด.....	7
2.6 ค่าขีดแบ่งของภาพแบบ Grayscale ขนาดแปดบิต.....	8
2.7 ตัวอย่างของภาพเอ็มอาร์ไอของสมองก่อนและหลังการใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่ง .....	9
2.8 ขั้นตอนการหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector .....	10
2.9 ตัวกรองมีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำ .....	12
2.10 ลักษณะการกระจายเป็นสมมาตรเชิงวงกลม .....	13
2.11 เก็บตำแหน่งจุดแรก .....	14
2.12 ค้นหาจุดที่มีค่าสีเหมือนจุดเริ่มต้น .....	14
3.1 ระเบียบวิธีการดำเนินงานของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ	16
3.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง .....	18
3.3 ภาพตัดขวางบนแกน Sagittal .....	20
3.4 ภาพที่ได้หลังจากการปรับขนาดและหมุนภาพ .....	20
3.5 ภาพผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการจัดสัญญาณรบกวน.....	21
3.6 ภาพที่ได้หลังจากการกำหนดค่าขีดแบ่ง .....	22
3.7 ภาพสมองที่สมบูรณ์หลังจากทำการปรับเส้นขอบภาพ .....	22
3.8 ตัวอย่างภาพหน้าจอของซอฟต์แวร์ MRI PIXELS.....	23
3.9 วิธีการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง โดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล.....	24
3.10 ตัวอย่างภาพหน้าจอของซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา .....	25
3.11 ภาพสามมิติที่ได้จากการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากวิธีการที่นำเสนอ .....	26
4.1 ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง ACH.....	28
4.2 ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง JKF.....	29
4.3 ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง MDY.....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging: MRI) หรือการสร้างภาพด้วยเอ็มอาร์ไอแบบสามมิติ เป็นเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ภาพเอ็มอาร์ไอมีประโยชน์สำหรับวงการแพทย์ในการวินิจฉัยโรคเฉพาะทาง เนื่องจากแพทย์สามารถนำภาพเอ็มอาร์ไอมาใช้ในการวิเคราะห์หรือวิเคราะห์ต่าง ๆ เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค สำหรับการวิเคราะห์ภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง โดยปกติแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาวิเคราะห์ต่าง ๆ ภายในสมอง แต่การพิจารณารายละเอียดของอวัยวะต่าง ๆ ภายในสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอนั้นทำได้ยาก เนื่องจากอวัยวะต่าง ๆ ภายในสมองมีความเข้มสีที่ใกล้เคียงกัน และมีส่วนที่ติดต่อกันหลายส่วน ดังนั้นในปัญหาพิเศษนี้จึงเสนอวิธีการแบ่งส่วนของสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ โดยมุ่งเน้นไปที่การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricles) เนื่องจากมีงานวิจัยหลายงานนำเสนอว่า รูปทรงและขนาดของโพรงสมองด้านข้างมีความสัมพันธ์กับโรคบางโรค เช่น โรคลมชัก (Epilepsy) ซึ่งภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากปัญหาพิเศษนี้ สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ศึกษาเพื่อทำนายโรคต่าง ๆ ต่อไปได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

- 1) เพื่อศึกษาว่าวิธีการแบ่งส่วนของภาพวิธีไหนเหมาะสมกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างของสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติมากที่สุด
- 2) เพื่อสร้างซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ
- 3) เพื่อนำภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนไปใช้ศึกษาวิเคราะห์ต่อไป

### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) ปัญหาพิเศษนี้ มุ่งเน้นไปที่การหาวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ
- 2) ชุดข้อมูลทดลองในปัญหาพิเศษนี้ ประกอบไปด้วยภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติของสมองจำนวนสิบสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ทราบวิธีการที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนโครงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ
- 2) ได้ซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการแบ่งส่วนโครงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ
- 3) ได้ภาพสามมิติของโครงสมองด้านข้างที่ถูกแบ่งส่วนแล้ว เพื่อนำไปศึกษาวิเคราะห์ได้ต่อไป

#### 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาวิธีการแบ่งส่วนของภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติในแบบต่าง ๆ
- 2) เก็บข้อมูล/เตรียมพร้อมข้อมูล
- 3) ทำการทดลองการแบ่งภาพโครงสมองด้านข้าง
- 4) ประเมินผลและปรับปรุงผลการทดลอง
- 5) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- 6) จัดทำเอกสารประกอบปัญหาพิเศษ

#### 1.6 งบประมาณ

- ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

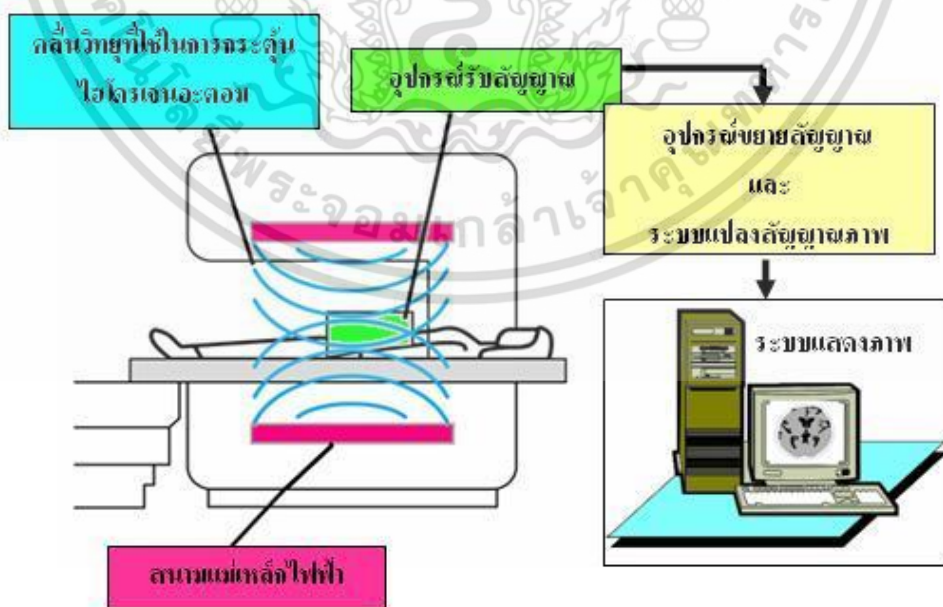
## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วยการสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โพรงสมองด้านข้าง การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

#### 2.1 การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging: MRI)

การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้ในการตรวจวินิจฉัยรอยโรคของผู้ป่วย เพื่อนำมาใช้ในการรักษาและติดตามผลการรักษา อาศัยคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของไฮโดรเจนอะตอม (Hydrogen) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายในร่างกายมนุษย์ เช่น โมเลกุลของน้ำ ( $H_2O$ ) เป็นต้น เมื่อผู้รับการตรวจเข้าไปอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุที่มีความถี่จำเพาะ (Radio Frequency) เข้าไปกระตุ้นระบบอวัยวะที่จะตรวจ เมื่ออวัยวะนั้น ๆ ถูกกระตุ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานตามกระบวนการทางฟิสิกส์ที่เรียกว่า การกำทอน (Resonance) หลังจากหยุดกระตุ้นไฮโดรเจน อะตอมภายในร่างกายมีการคายพลังงาน อุปกรณ์รับสัญญาณจะทำหน้าที่รับสัญญาณออกมา จากนั้นแปลงเป็นสัญญาณภาพต่อไป แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของเครื่อง MRI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสแกน MRI ในปัจจุบันมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการตรวจวินิจฉัย ที่ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง ให้ภาพความแตกต่างของเนื้อเยื่อได้ดี ทำให้หลายระบบ สามารถใช้ ตรวจได้ทุกระบบของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของระบบสมองและกระดูกสันหลัง การตรวจ MRI ดีกว่าการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography: CT) อีกทั้ง MRI ยังมี ประโยชน์มากในการตรวจผู้ป่วยเด็ก เนื่องจากไม่มีอันตรายจากรังสีที่เกิดจากการใช้เครื่องเอกซเรย์

การตรวจ MRI สามารถใช้ตรวจได้เกือบทุกระบบอวัยวะของร่างกาย ได้แก่ ระบบสมอง ระบบช่องท้องทั้งหมด ระบบกระดูก กล้ามเนื้อและข้อ เป็นต้น แต่จะมีข้อด้อยโดยเฉพาะการตรวจ ลำไส้ และกระเพาะอาหาร เนื่องจากในภาพ MRI รังสีแพทย์อาจจะเห็นเศษอุจจาระเป็นส่วนผิดปกติ ของร่างกาย เช่น ก้อนเนื้องอกได้ การตรวจอวัยวะต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือทางรังสีวิทยาจะให้ผลลัพธ์ ที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการตรวจด้วยเครื่องมือทางรังสีวิทยา

บริเวณที่จะตรวจ	X-Ray	Angio	Ultrasound	CT Scan	MRI
สมอง	ไม่ได้	ไม่ได้	เฉพาะทารก	ดี	ดีมาก
กระดูกสันหลัง	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ดี	ดีมาก
ปอด	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ดีมาก	ดีมาก
ช่องท้อง	ได้	ไม่ได้	ได้เฉพาะจุด	ดีมาก	ดีมาก
กระดูกข้อและเอ็น	ได้	ไม่ได้	ได้	ดี	ดีมาก
เส้นเลือดในสมอง	ไม่ได้	ดีมาก	ไม่ได้	ดี	ดี
เส้นเลือดใหญ่	ไม่ได้	ดีมาก	ได้	ดี	ดีมาก
หัวใจ	บอกได้เฉพาะขนาด	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีมาก
ลำไส้และกระเพาะ	บอกได้ด้วยการกลืนแป้ง	ไม่ได้	ไม่ได้	ดี	ไม่ได้
โพรงจมูก	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ดีมาก	ดีมาก
ตาและเส้นประสาท	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ดี	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคนไข้ งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 โพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricles)

โพรงสมอง คือ ช่องหรือโพรงที่อยู่ภายในสมอง ซึ่งเป็นที่อยู่ของน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid) ซึ่งสร้างจากเนื้อเยื่อภายในโพรงสมองที่เรียกว่า คอโรยด์เพล็กซ์ซัส (Choroid Plexuses) ทั้งนี้ โพรงสมอง น้ำหล่อเลี้ยงสมอง และไขสันหลัง มีหน้าที่เพื่อหล่อเลี้ยง ปกป้อง สมองและไขสันหลัง ให้ความชุ่มชื้น ให้การคงรูปร่าง และหล่อลื่นไม่ให้สมองเสียดสีกับกะโหลก และไม่ให้ไขสันหลังเสียดสีกับกระดูกสันหลัง

โพรงสมอง ประกอบด้วยสามส่วน ดังนี้

1. โพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricle) อยู่ในซีรีบรัม (Cerebrum)
2. โพรงสมองที่สาม (Third Ventricle) เป็นช่องเดียวที่อยู่กึ่งกลางระหว่างทาลามัส (Thalamus)
3. โพรงสมองที่สี่ (Fourth Ventricle) เป็นช่องเดียวที่อยู่ใต้ซีรีเบลลัม (Cerebellum)

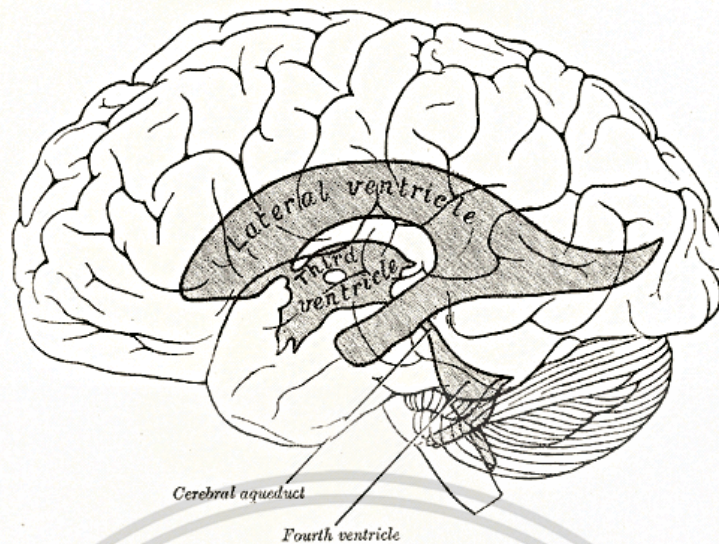
โดยภาพที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของโพรงสมองทั้งสามส่วน บนพื้นผิวของสมอง

โพรงสมองด้านข้างเป็นส่วนหนึ่งของระบบโพรงสมอง นับเป็นส่วนหนึ่งของเทเลนเซฟาโลน (Telencephalon) อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ซีรีบรัม (Cerebrum) หรือ สมองใหญ่ โพรงสมองด้านข้าง นับเป็นโพรงสมองที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เชื่อมต่อกับโพรงสมองที่สามผ่านทางอินเตอร์เวนทริคูลาร์ ฟอรามิน (Interventricular Foramina of Monro) ซึ่งโพรงสมองด้านข้างแบ่งออกเป็นสองข้าง คือ ข้างซ้ายและข้างขวา

### หลักการทำงานของโพรงสมองด้านข้าง

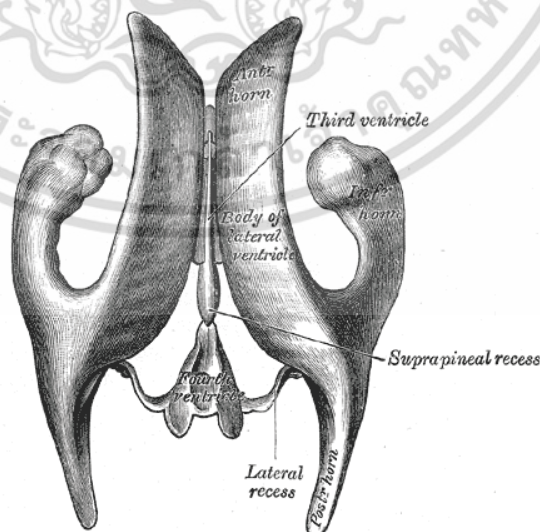
น้ำไขสันหลังสร้างมาจากคอโรยด์เพล็กซ์ซัส และถูกกรองจากเส้นเลือดในคอโรยด์เพล็กซ์ซัส เข้าไปอยู่ในโพรงสมอง (Ventricle) ลักษณะเป็นของเหลวใส ๆ ไหลจากโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricle) แต่ละข้างผ่านช่องของมอนโร (Foramen of Monro) เข้าสู่โพรงสมองที่สาม (Third Ventricle) จากนั้นจะผ่านช่องในซีรีบรัม (Cerebral Aqueduct) เข้าสู่โพรงสมองที่สี่ (Fourth Ventricle) แล้วน้ำไขสันหลังจะไหลผ่านออกสู่ช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มสมอง (Subarachnoid Space) ทางช่องของผนังโพรงสมองสามทาง (Foramina in the Roof หรือ Foramen of Luschka สองข้าง และ Magendie's Foramen) ไปอยู่รอบ ๆ สมองและไขสันหลัง ในบริเวณเอว ซึ่งจะเป็บริเวณที่แพทย์นิยมใช้เจาะน้ำไขสันหลัง โดยน้ำไขสันหลังที่ไหลเวียนในช่องว่างนี้จะนำสารอาหารไปให้เนื้อสมองและไขสันหลัง แล้วนำของเสียเข้าสู่ระบบหมุนเวียนของหลอดเลือดดำทาง อะแรชนอยด์วิลไล (Arachnoid Villi) ต่อไป นอกจากนี้ น้ำไขสันหลัง ยังช่วยกันกระเทือนให้กับสมองและไขสันหลังด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



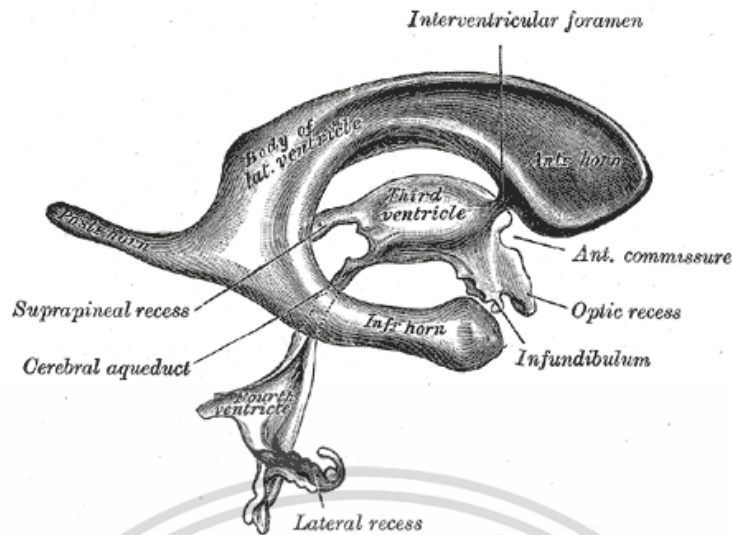
ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของโพรงสมองและพื้นผิวของสมอง

โพรงสมองด้านข้างแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนด้านหน้า (Anterior หรือ Frontal Horn) ส่วนด้านหลัง (Posterior หรือ Occipital Horn) และส่วนด้านล่าง (Inferior หรือ Temporal Horn) ส่วนแกนของโพรงสมองด้านข้างเป็นส่วนตรงกลาง อยู่ด้านหลังส่วนด้านหน้า ส่วน Trigone ของโพรงสมองด้านข้างเป็นบริเวณรูปสามเหลี่ยมที่มีส่วน Temporal Horn อยู่ด้านล่าง ส่วน Occipital Horn อยู่ด้านหลัง และแกนของโพรงสมองด้านข้างอยู่ด้านหน้า โดยภาพที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบจากมุมมองด้านบนของโพรงสมอง และภาพที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบจากมุมมองด้านข้างของโพรงสมอง



ภาพที่ 2.3 มุมมองด้านบนของโพรงสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 มุมมองด้านข้างของโพรงสมอง

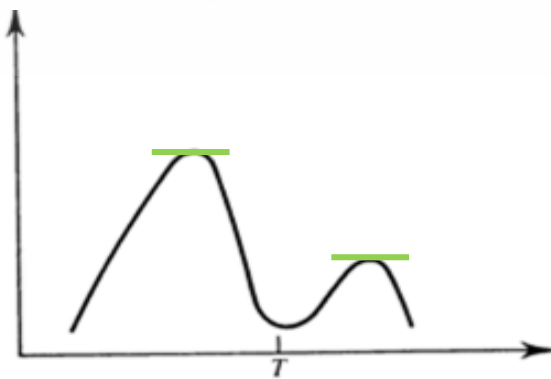
## 2.3 วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในขั้นตอนวิธีการทำการแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) เพราะว่ามีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน และให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างดี นิยมใช้ในการแบ่งส่วนภาพของภาพแบบ Grayscale

### 2.3.1 การกำหนดค่าขีดแบ่ง

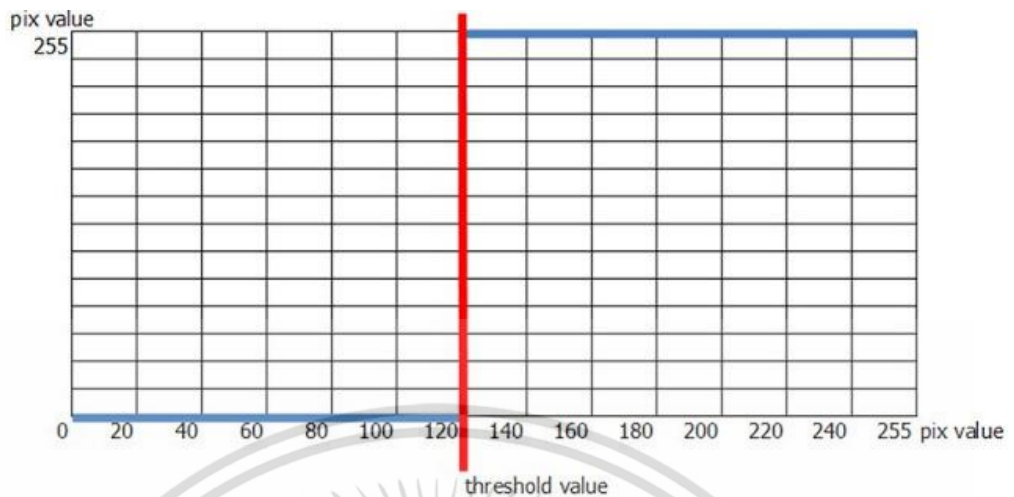
กำหนดค่าขีดแบ่งที่เป็นที่นิยม จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซลที่สูงที่สุดกับค่าพิกเซลที่ต่ำที่สุด

- สมมุติค่าพิกเซลต่ำสุดเท่ากับศูนย์ และค่าพิกเซลสูงสุดเท่ากับ 255 จะได้ค่าขีดแบ่งเท่ากับ 128
- ค่าฮิสโตแกรมที่จุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 2.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ภาพที่ 2.5 ตำแหน่งค่าฮิสโตแกรมที่จุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุดโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 หลักการทำงานของ การกำหนดค่าขีดแบ่ง



ภาพที่ 2.6 ค่าขีดแบ่งของภาพแบบ Grayscale ขนาดแปดบิต

จากภาพที่ 2.6 จะเห็นได้ว่า เมื่อกำหนดค่าขีดแบ่งมีค่าเท่ากับ 120 แล้ว ค่าพิกเซลในรูปที่มีค่าน้อยกว่า 120 จะถูกปรับค่าเป็นศูนย์ ในทางกลับกันถ้าค่าในพิกเซลมากกว่า 120 จะถูกปรับเป็น 255

การกำหนดค่าขีดแบ่งจะได้สมการดังนี้

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & ; \text{if } (x, y) > \text{Threshold} \\ 0 & ; \text{if } (x, y) < \text{Threshold} \end{cases}$$

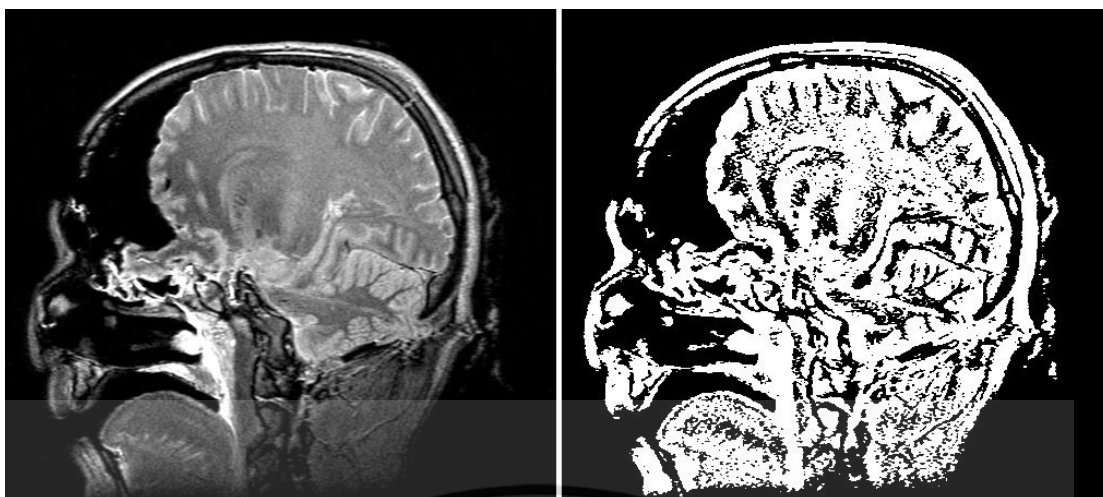
เมื่อ  $f(x, y)$  คือ ค่าข้อมูลภาพ ณ ตำแหน่งที่  $x, y$

จากสมการข้างต้นสรุปได้ว่า

- ถ้าค่า Pixel ในรูปมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่ง (Threshold) จะถูกปรับค่าเป็นหนึ่ง
- ถ้าค่า Pixel ในรูปมีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่ง (Threshold) จะถูกปรับค่าเป็นศูนย์

เมื่อหาค่าขีดแบ่งได้แล้ว จะนำค่าขีดแบ่งที่ได้ไปทำการแบ่งส่วนภาพให้ภาพเป็นสีขาวดำ โดยตัวอย่างของภาพเอ็มอาร์ไอของสมองก่อนและหลังการใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่ง และทำภาพให้เป็นภาพสีขาวดำเรียบร้อยแล้ว แสดงดังภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



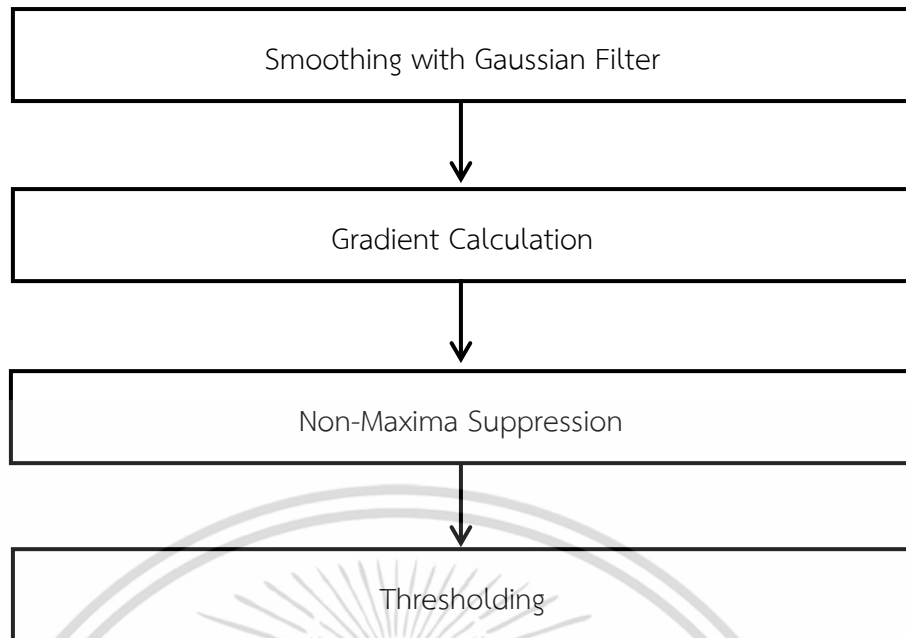
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างของภาพเอ็มอาร์ไอของสมองก่อนและหลังการใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่ง

## 2.4 การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector

การหาขอบภาพ คือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว วิธี Canny Edge Detector เป็นวิธีการหาขอบที่สามารถเลือกทิศทางการเกิดขอบภาพได้ และให้ผลดีในการหาขอบภาพ

### หลักการหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector

การทำงานของ Canny Edge Detector นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นคำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของ Gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ในขั้นตอนถัดมาจึงใช้ Non-Maximas Suppression กับ Gradient Magnitude เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้ Double Thresholding Algorithm เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบภาพ และช่วยเชื่อมขอบภาพ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด แสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector

#### 2.4.1 การกำจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian Filter)

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยขั้นตอนวิธีนี้ จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อน โดยใช้ตัวกรองเกาส์เซียน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้หน้าตาต่าง (Mask) ขนาดเล็ก ขนาดของหน้าตาต่างเกาส์เซียนนี้ หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผล ทำให้ขอบย่อย ๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ตัวกรองเกาส์เซียน โดยมีสมการดังนี้

$$S(i,j) = I(i,j) \times G(i,j,\sigma)$$

เมื่อ	$S(i,j)$	คือ ภาพภายหลังการกรอง
	$I(i,j)$	คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ
	$G(i,j)$	คือ ตัวกรองแบบ Gaussian
	$\sigma$	คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจาย

### 2.4.2 การคำนวณหาทิศทางขอบภาพ (Gradient Calculation)

ขั้นแรกนำ Smoothing Image,  $S(i,j)$  มาสร้าง (X, Y) Partial Derivatives,  $P(i,j)$  และ  $Q(i,j)$  โดยมีสมการดังนี้

$$P(i,j) \approx \frac{(S_{(i,j+1)} - S_{(i,j)} + S_{(i+1,j+1)} - S_{(i+1,j)})}{2}$$

$$Q(i,j) \approx \frac{(S_{(i,j)} - S_{(i+1,j)} + S_{(i,j+1)} - S_{(i+1,j+1)})}{2}$$

เมื่อ  $P(i,j)$  คือ ค่าความแตกต่างในแกนแนวนอน  
 $Q(i,j)$  คือ ค่าความแตกต่างในแกนแนวตั้ง  
 $S(i,j)$  คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพ

หลังจากนั้น ดำเนินการแปลงรูปแบบจาก Rectangular ไปเป็น Polar (Rectangular to Polar Conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ Gradient โดยมีสมการดังนี้

$$M(i,j) = \sqrt{P_{(i,j)}^2 + Q_{(i,j)}^2}$$

$$\theta_{(i,j)} = \arctan(Q_{(i,j)}, P_{(i,j)})$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม  $\theta$  ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน  $\arctan(x, y)$

### 2.4.3 การกำจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-Maxima Suppression)

สำหรับการหาขอบโดยวิธีการ Canny จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้น ต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่ และเป็นทิศทางเดียวกับ Gradient ด้วย ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังจากการทำการกำจัดค่าที่ไม่มากที่สุดจะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุด ยกเว้นจุดที่เป็นค่าสูงสุดสัมพัทธ์ (Local Maxima Points) ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

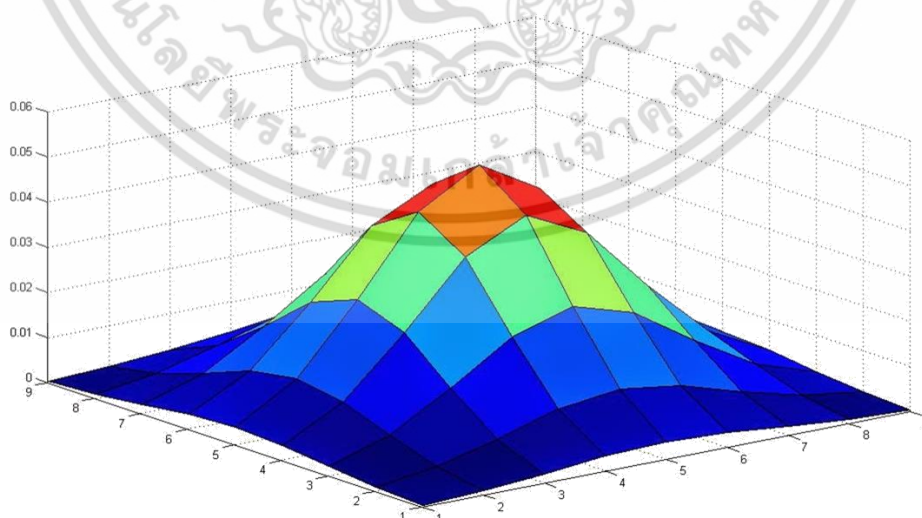
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

แม้ว่าภาพจะผ่านการกำจัดสัญญาณรบกวนในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้ อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ อันเนื่องจากสัญญาณรบกวน หรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีสวดลาย หรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่าขีดแบ่งขึ้นมาสองค่า คือ ค่าขีดแบ่งสูง (High Threshold) และค่าขีดแบ่งต่ำ (Low Threshold) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งสูงจะถูกปรับเป็นหนึ่ง (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่าค่าขีดแบ่งต่ำจะถูกปรับเป็นศูนย์ ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่าขีดแบ่งทั้งสองจะถูกปรับเป็นค่าศูนย์หรือหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า > ค่าขีดแบ่งสูง) มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งต่ำ จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็นหนึ่ง และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบ

### 2.5 การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วย Gaussian Filtering

การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วย Gaussian Filtering สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีการกระจายตัวแบบ Gaussian Distribution ซึ่งเกิดขึ้นกับทุกการสื่อสารและการส่งสัญญาณต่าง ๆ ได้ดี ตัวกรอง Gaussian Filtering มีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำ เป็นการกรองโดยใช้ Spatial Convolution ในลักษณะที่เป็นสมมาตรเชิงวงกลม ค่าน้ำหนักจะมีค่าแปรผันตามลักษณะการกระจายแบบ Gaussian Distribution แต่มีข้อเสียคือทำให้ความคมชัดของภาพลดลง โดยภาพที่ 2.9 แสดงตัวกรองมีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำ และภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะการกระจายเป็นสมมาตรเชิงวงกลม



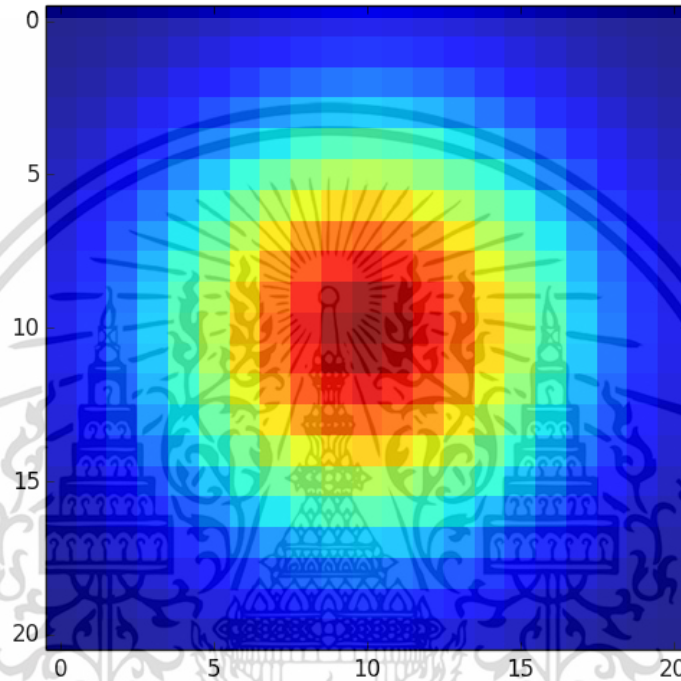
ภาพที่ 2.9 ตัวกรองมีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีสมการดังนี้

$$\text{Gaussian} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

เมื่อ  $\sigma$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma^2$  แทน ความแปรปรวน)



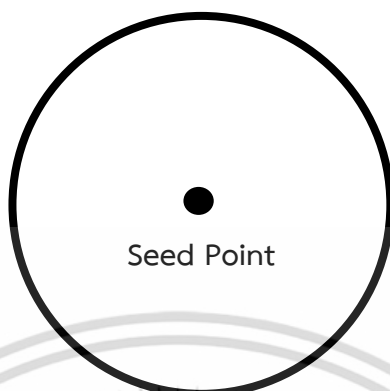
ภาพที่ 2.10 ลักษณะการกระจายเป็นสมมาตรเชิงวงกลม

## 2.6 การระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

หลักการของฟลัดฟิลมีอยู่ว่า รูปทรงที่ต้องการบันทึกตำแหน่งจะต้องมีขอบที่หนาพอที่จะไม่ทำให้สีหลุดออกไปจากภาพได้ และจุดแรกที่ต้องการบันทึกตำแหน่ง เรียกว่า จุดเริ่มต้น (Seed Point) โดยจุดเริ่มต้นจะเป็นจุดใดก็ได้แต่ต้องอยู่ในภาพนั้นเท่านั้น

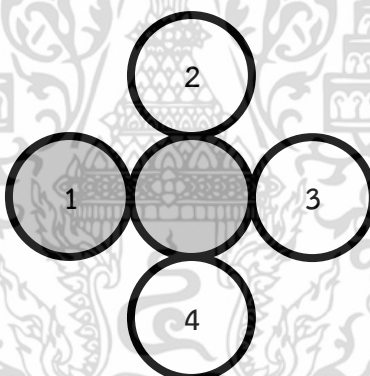
ขั้นตอนการระบุตำแหน่งทำได้ดังนี้

2.6.1 เก็บตำแหน่งจุดแรกหรือจุดเริ่มต้น แสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 เก็บตำแหน่งจุดแรก

2.6.2 ค้นหาจุดที่มีค่าสีเหมือนจุดเริ่มต้นและบันทึกตำแหน่ง แสดงดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ค้นหาจุดที่มีค่าสีเหมือนจุดเริ่มต้น

จุดที่หนึ่ง จากข้อ 2.6.2 จะกลายเป็นจุดเริ่มต้นของรอบใหม่ โดยมีเงื่อนไขอยู่ว่า จะไม่บันทึกตำแหน่งที่ทำการบันทึกแล้ว และจะไม่บันทึกขอบของภาพ

การบันทึกตำแหน่งจะเป็นในลักษณะวนซ้ำ (Recursive) คือ จะทำการบันทึกตำแหน่งจุดที่หนึ่งต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งจนถึงขอบของวัตถุแล้วจึงจะกลับมาบันทึกตำแหน่งจุดที่เหลือซึ่งยังรอเป็นจุดเริ่มต้นต่อไป

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากบทความจากการประชุมวิชาการ เรื่อง Graph-Based Shape Analysis for MRI Classification เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างร่วมกับโพรงสมองที่สาม โดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่งแบบพลวัต ซึ่งเป็นการปรับค่าขีดแบ่งที่ละรูป ทำให้ใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างมาก อีกทั้งบทความดังกล่าวยังไม่ได้กล่าวถึงผลการประเมินความถูกต้องของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างและโพรงสมองที่สาม เช่นเดียวกับบทความการประชุมวิชาการอื่น ๆ ในปัจจุบัน ยังไม่เคยมีการนำเสนอวิธีการประเมินผลการแบ่งส่วนของสมองแบบอัตโนมัติ นอกจากการให้แพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

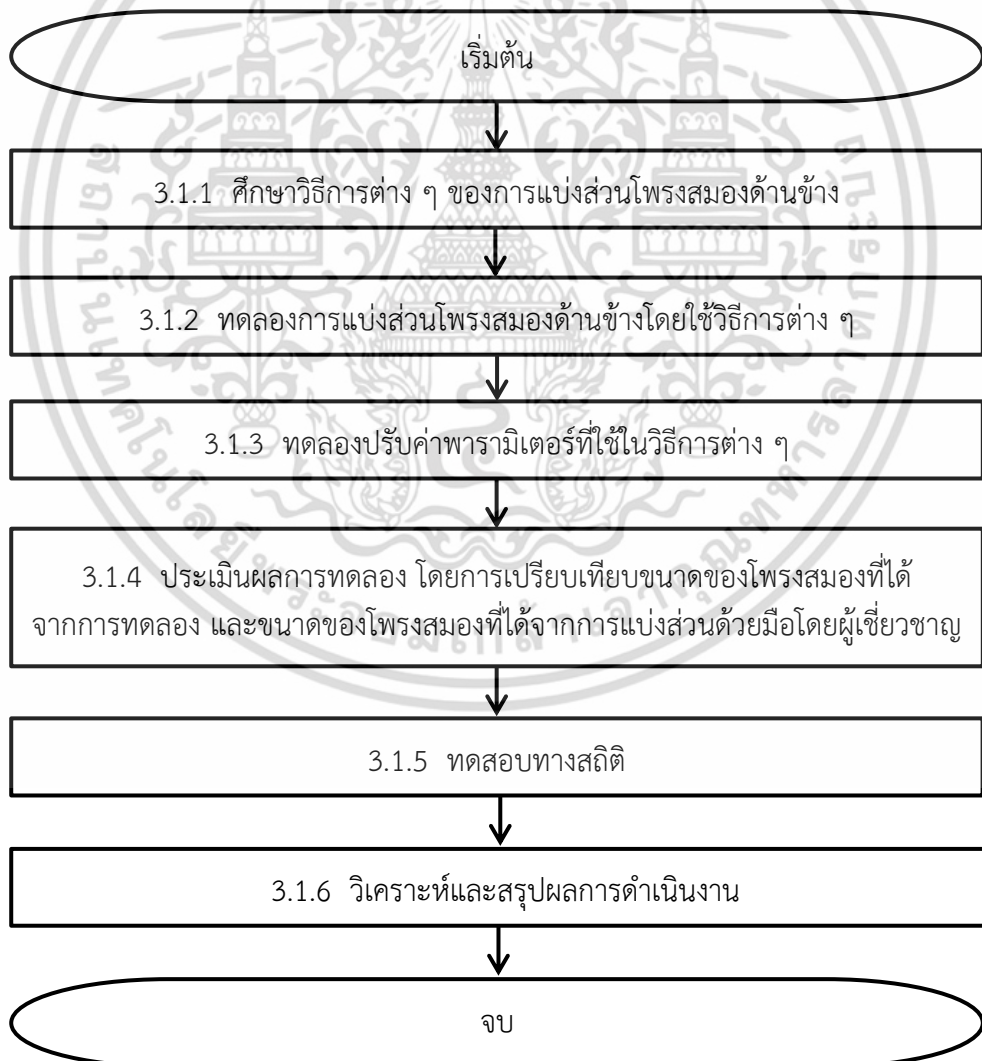
## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงาน เรื่องการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ โดยประกอบด้วยระเบียบวิธีการดำเนินงาน ขั้นตอนวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง และขั้นตอนวิธีการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง

#### 3.1 ระเบียบวิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิธีการต่าง ๆ ของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง มีลำดับการดำเนินงานแสดงดังภาพที่ 3.1



เอกสารภาพที่ 3.1 ระเบียบวิธีการดำเนินงานของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1 ศึกษาวิธีการต่างๆ ของการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

ศึกษาการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการ Gaussian Filter วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector และขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

### 3.1.2 ทดลองการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างโดยใช้วิธีการต่าง ๆ

ทดลองทำการแบ่งโพรงสมองด้านข้างโดยใช้การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการ Gaussian Filter วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector และขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

### 3.1.3 ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีการต่าง ๆ

ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวน และวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

### 3.1.4 ประเมินผลการทดลอง

โดยการเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการทดลอง และขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

### 3.1.5 ทดสอบทางสถิติ

โดยการเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการทดลอง และขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

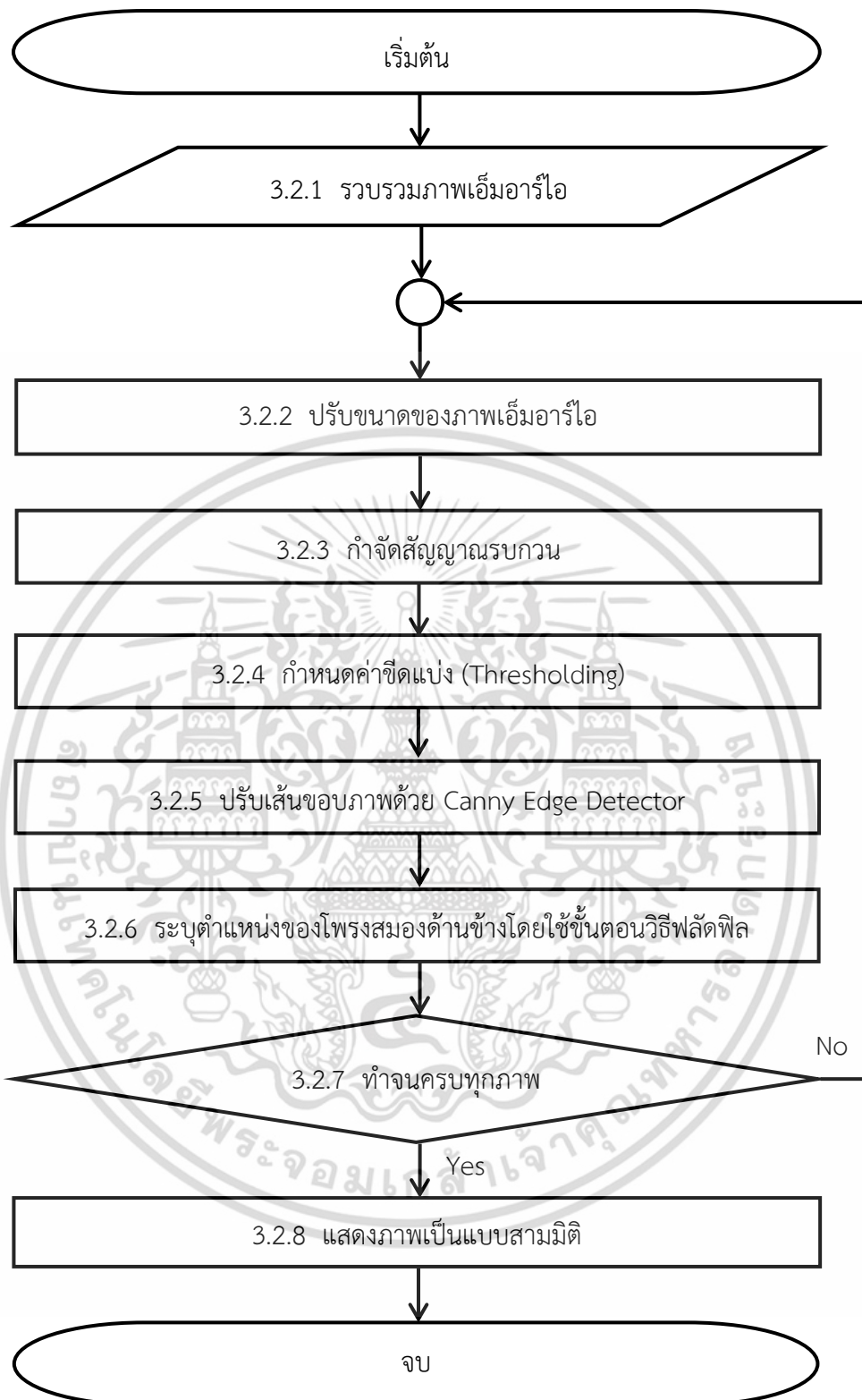
### 3.1.6 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

นำผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดจากการดำเนินงานมาวิเคราะห์ รวบรวม และสรุปผล

## 3.2 ขั้นตอนวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

ขั้นตอนการหาส่วนของโพรงสมองด้านข้างนั้น เริ่มจากการรับภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง แล้วนำไปปรับปรุงภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพ เพื่อที่จะนำภาพที่ได้ไปเลือกเฉพาะส่วนของโพรงสมองด้านข้างเพียงเท่านั้น เมื่อเลือกเฉพาะส่วนที่เป็นโพรงสมองด้านข้างได้แล้ว ต้องนำไปเข้าขั้นตอนต่อไป คือการทำภาพโพรงสมองด้านข้างให้เป็นจุดพิกเซล เพื่อที่จะนำจุดพิกเซลที่ได้มาสร้างเป็นภาพของส่วนโพรงสมองด้านข้างต่อไป แสดงดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 รวบรวมภาพเอ็มอาร์ไอ

รวบรวมภาพจากการสร้างภาพด้วยเรโซแนนซ์แม่เหล็ก (MRI) จากการเก็บภาพสแกนสมองจากเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำข้อมูลมาจาก Magnetic Resonance and Image Analysis Research Centre (MARIARC), The University of Liverpool, UK โดยมีทั้งหมดสิบสมอง ในแต่ละสมองแบ่งออกเป็นสามแกน ดังนี้

- Transverse View เป็นมุมมองภาพตัดขวางจากด้านบนลงด้านล่างของสมอง
- Sagittal View เป็นมุมมองภาพตัดขวางจากด้านซ้ายไปด้านขวาของสมอง
- Coronal View เป็นมุมมองภาพตัดขวางจากด้านหน้าไปด้านหลังของสมอง

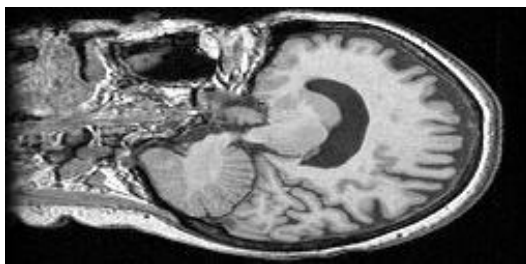
แต่ละแกนประกอบไปด้วย 256 ภาพ โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะแกน Sagittal เนื่องจากเป็นแกนที่โพรงสมองด้านข้างถูกสังเกตเห็นได้ชัดเจนที่สุด

### 3.2.2 ปรับขนาดของภาพเอ็มอาร์ไอ

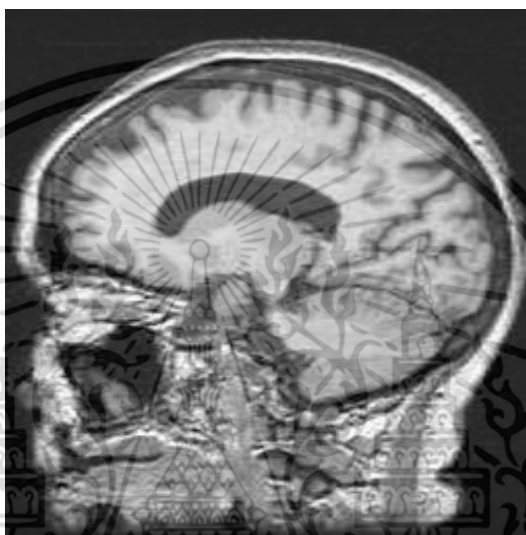
การปรับปรุงภาพนั้นเริ่มต้นด้วยการนำภาพเข้าซอฟต์แวร์ MATLAB (Matrix Laboratory) ซึ่งภาพตัดขวางที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.1 นั้น แสดงดังภาพที่ 3.3 ภาพที่ได้ไม่เป็นจัตุรัสและไม่ได้เป็นไปตามขนาดจริง ซึ่งทำให้ยากต่อการระบุตำแหน่งของโพรงสมอง ขั้นตอนนี้จึงทำการปรับขนาดของภาพตัดขวางที่ได้ให้เป็นจัตุรัส และหมุนภาพในทิศทวนเข็มนาฬิกาขนาด 90 องศา เพื่อให้ง่ายต่อการระบุตำแหน่งของโพรงสมอง โดยการใช้คำสั่งดังต่อไปนี้ในซอฟต์แวร์ MATLAB

```
[sx, sy, sz] = size(A);
xq = (0: 1/2.06: sx);
yq = (0: 1/0.999: sy);
zq = (1: sz);
vq = uint8(F({xq, yq, zq}));
J = imrotate(vq, 90, 'bicubic');
```

ผลลัพธ์ที่ได้ของขั้นตอนนี้ แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 ภาพตัดขวางบนแกน Sagittal



ภาพที่ 3.4 ภาพที่ได้หลังจากการปรับขนาดและหมุนภาพ

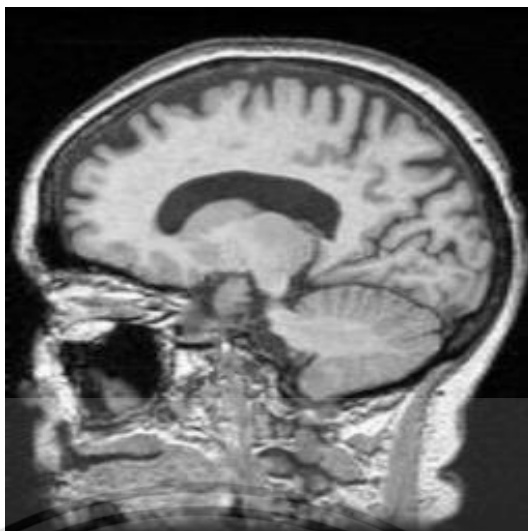
### 3.2.3 กำจัดสัญญาณรบกวน

ก่อนนำภาพที่ 3.4 ไปประมวลผล จะต้องมีการปรับปรุงภาพโดยใช้ตัวกรองเกาส์เซียนเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน การทำงานของตัวกรองเกาส์เซียนจะทำงานด้วยการพิจารณาแต่ละพิกเซล แล้วหาค่าความเข้มของพิกเซลนั้นใหม่ โดยคำนวณค่าเฉลี่ยความเข้มของพิกเซลนั้น กับความเข้มของพิกเซลบริเวณใกล้เคียง ข้อเสียของการใช้ตัวกรองเกาส์เซียนในการกำจัดสัญญาณรบกวน คืออาจจะทำให้ความคมชัดของภาพลดลง ในขั้นตอนนี้ใช้คำสั่งดังต่อไปนี้ในซอฟต์แวร์ MATLAB และผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 3.5

$$H = \text{fspecial}('gaussian');$$

$$Z = \text{imfilter}(I, h, 'replicate');$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ภาพผลลัพธ์ที่ได้หลังการกำจัดสัญญาณรบกวน

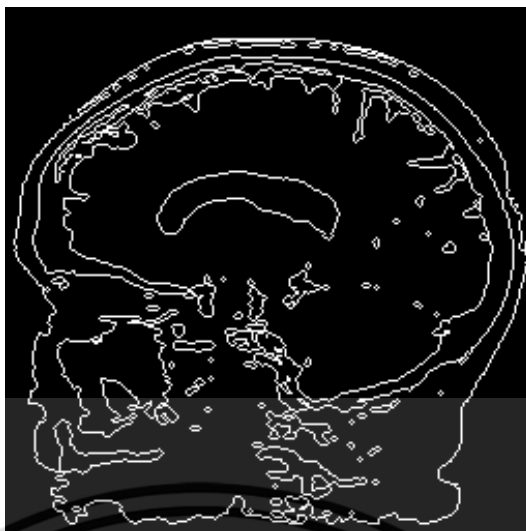
#### 3.2.4 กำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) เป็นวิธีการปรับความเข้มของภาพ โดยพิจารณาจากค่าความเข้มของพิกเซล การกำหนดค่าขีดแบ่งทำได้โดยการนำค่าพิกเซลในภาพไปเทียบกับค่าขีดแบ่งที่ระบุไว้ ถ้าความเข้มของพิกเซลอยู่เหนือกว่า (มากกว่า) ค่าขีดแบ่งที่กำหนดจะทำให้ส่วนนั้นเป็นสีขาว แต่ถ้าค่าความเข้มของพิกเซลอยู่ต่ำกว่า (น้อยกว่า) ค่าขีดแบ่งที่กำหนดจะทำให้ส่วนนั้นเป็นสีดำ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะ เป็นภาพขาวดำ ในขั้นตอนนี้ทำได้โดยใช้คำสั่งดังต่อไปนี้ในซอฟต์แวร์ MATLAB จะทำให้ได้ผลลัพธ์ แสดงดังภาพที่ 3.6

```
bw = im2bw(Z, 0.3);
```

```
bw = bwareaopen(bw, 50);
```

```
bwo = bwperim(bw);
```



ภาพที่ 3.6 ภาพที่ได้หลังจากการกำหนดค่าขีดแบ่ง

### 3.2.5 ปรับเส้นขอบภาพด้วย Canny Edge Detector

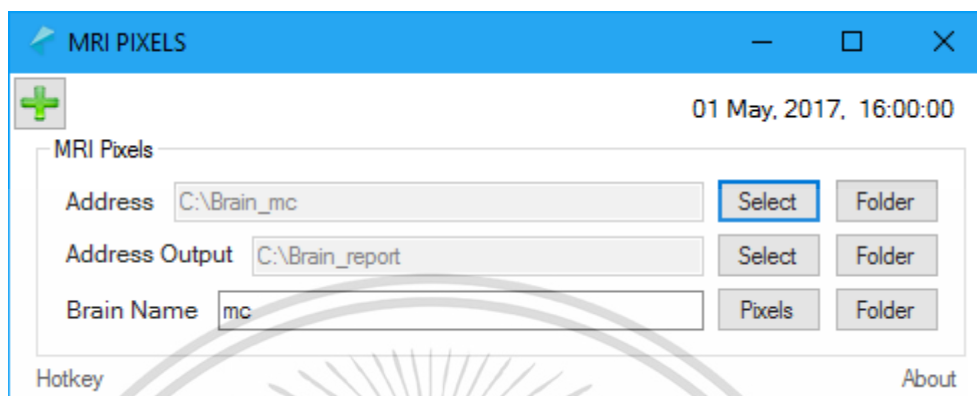
ภาพไบนารี (สีขาวดำ) ที่ได้จากวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง จะถูกนำไปใช้ในการปรับเส้นขอบของโปรแกรมด้านข้างต่อไป การปรับขอบภาพจะทำได้โดยการคำนวณการไล่ระดับสีแล้วใช้ผลต่างสูงสุดที่วัดได้ และการกำหนดค่าขีดแบ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดความกว้างของขอบภาพ ตัวอย่างของวิธีการปรับเส้นขอบของรูปภาพที่สามารถนำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้ได้แก่ Canny Edge Detector ในขั้นตอนนี้ทำได้โดยใช้คำสั่งดังต่อไปนี้ในซอฟต์แวร์ MATLAB จะทำให้ได้ผลลัพธ์ แสดงดังภาพที่ 3.7

```
bw = edge(bwo, 'canny');
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ภาพที่ 3.7 ภาพสมองที่สมบูรณ์หลังจากทำการปรับเส้นขอบภาพ โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้ภาพสมองที่สมบูรณ์จากการปรับปรุงภาพแล้ว จะนำภาพที่ได้ไปแปลงและเก็บเป็นไฟล์นามสกุล TXT โดยใช้ซอฟต์แวร์ MRI PIXELS ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อปัญหาพิเศษนี้ แสดงดังภาพที่ 3.8



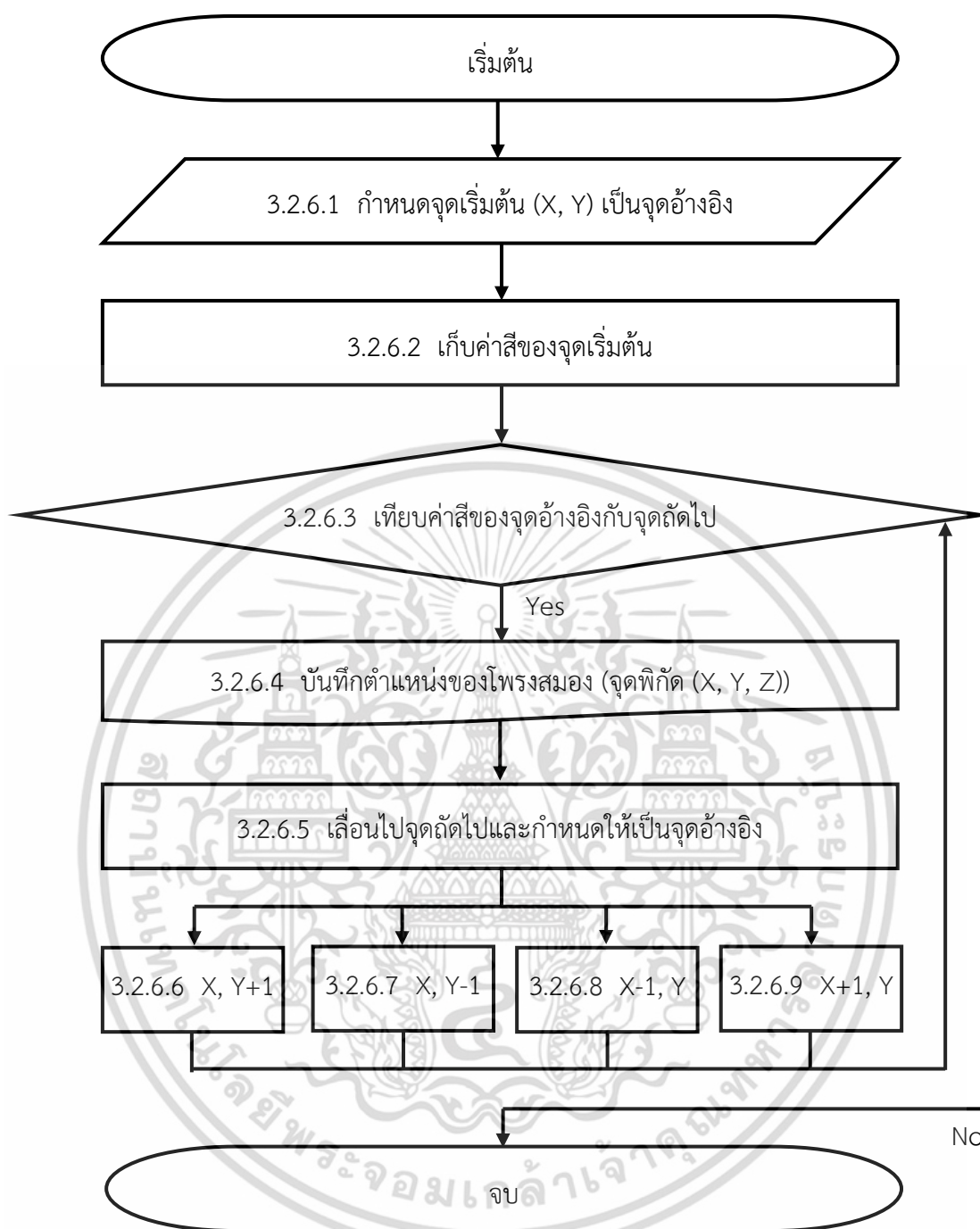
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างภาพหน้าจอของซอฟต์แวร์ MRI PIXELS

เมื่อได้ไฟล์นามสกุล TXT แล้ว จากนั้นใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลในการเลือกเฉพาะส่วนของโพรงสมองด้านข้าง

### 3.2.6 ระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

หลักการของฟลัดฟิล มีอยู่ว่า รูปทรงที่ต้องการบันทึกตำแหน่งจะต้องมีขอบที่หนาพอที่จะไม่ทำให้สีหลุดออกไปจากภาพได้ และจุดแรกที่ต้องการบันทึกตำแหน่ง เรียกว่า จุดเริ่มต้น (Seed Point) โดยจุดเริ่มต้นจะเป็นจุดใดก็ได้ แต่ต้องอยู่ในส่วนของโพรงสมองด้านข้างเท่านั้น

จุดอ้างอิงจะมีผลกระทบต่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของวัตถุ โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณขอบของวัตถุที่มีความโค้งและมีขนาดเล็ก สำหรับงานที่จะถูกพัฒนาต่อคือการดำเนินการทดลองเพิ่มเติมกับชุดข้อมูลเอ็มอาร์ไอจำนวนมากขึ้น และมีการประเมินผลโดยเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอกับขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ถูกระบุตำแหน่งด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้วิธีการที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการทำแสดงดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 วิธีการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง โดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

การทำงานของขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลแสดงดังภาพที่ 3.9 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.6.1 กำหนดจุดเริ่มต้น (X, Y) เป็นจุดอ้างอิง โดยที่จุดเริ่มต้นจะต้องอยู่ในขอบเขตของโพรงสมองด้านข้าง

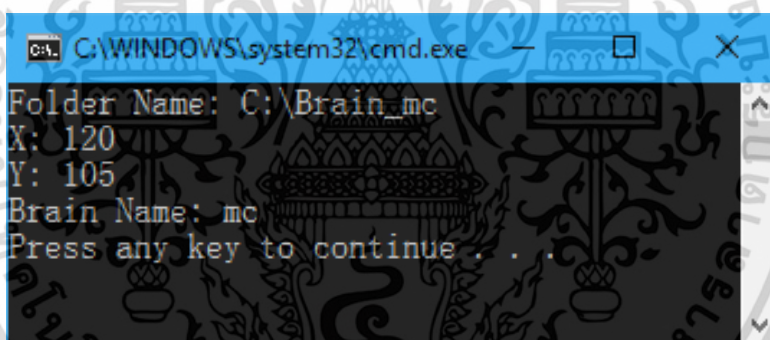
3.2.6.2 เก็บค่าสีของจุดเริ่มต้น เพื่อใช้เป็นค่าสีอ้างอิง

3.2.6.3 เปรียบเทียบค่าสีของจุดอ้างอิงกับจุดถัดไป ถ้าค่าสีเหมือนกันจะทำขั้นตอน 3.2.6.4 ต่อไป แต่ถ้าค่าสีไม่เหมือนกันจะจบการทำงานทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เขาดให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

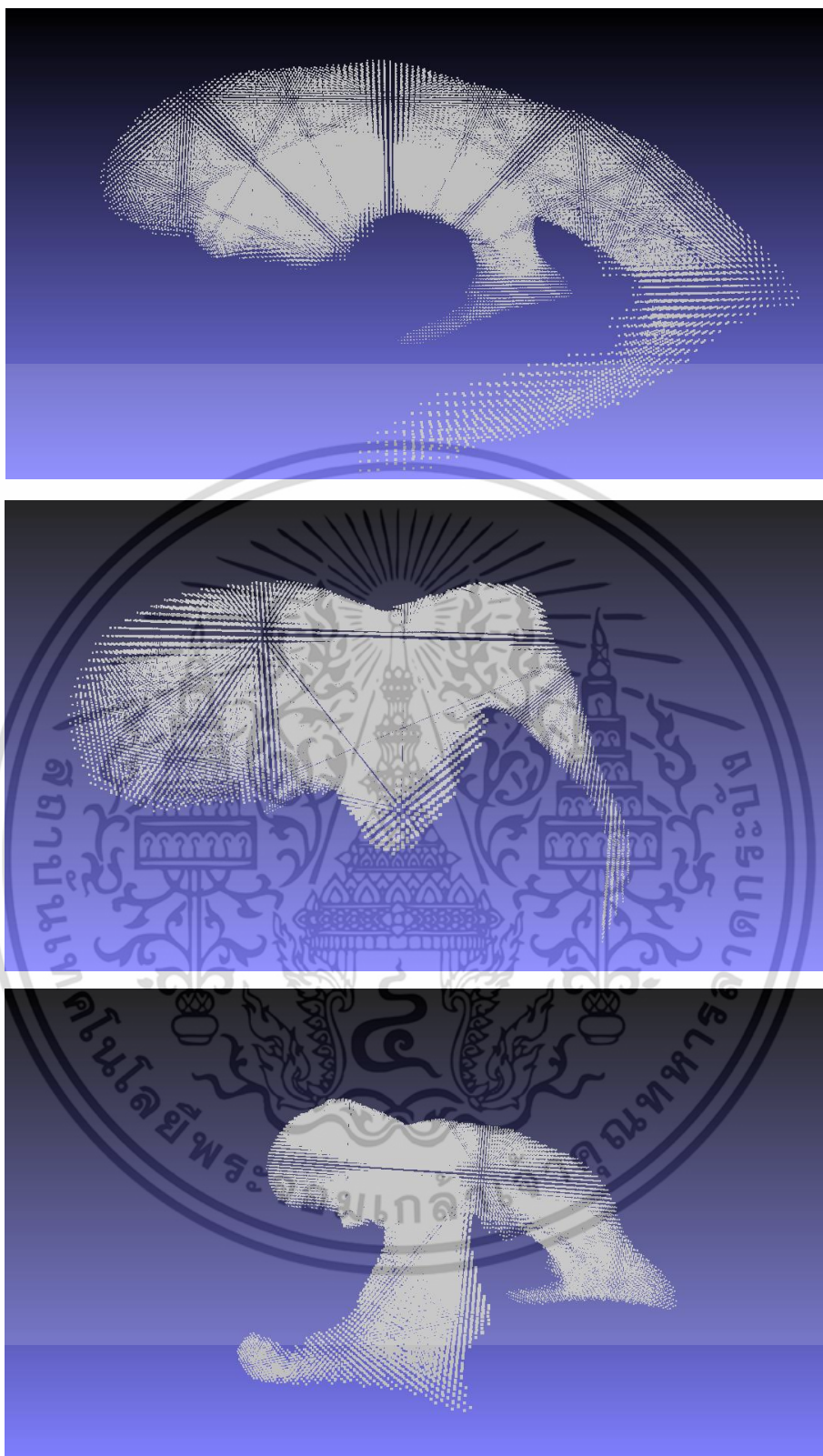
- 3.2.6.4 บันทึกรหัสตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง (จุดพิกัด (X, Y, Z)) โดยจุดพิกัด X, Y คือตำแหน่งจุดพิกเซลของภาพตัดขวางลำดับที่ Z ของแกน Sagittal (มีทั้งหมด 256 ภาพตัดขวาง)
- 3.2.6.5 เลื่อนไปจุดถัดไป ตามขั้นตอนที่ 3.2.6.6 ถึง 3.2.6.9 เพื่อค้นหาจุดของค่าสีที่เหมือนกันกับจุดอ้างอิง และกำหนดเป็นจุดอ้างอิงใหม่ แล้วย้อนกลับไปทำขั้นตอน 3.2.6.3
- 3.2.6.6 เลื่อนไปด้านบน (X, Y+1)
- 3.2.6.7 เลื่อนไปด้านล่าง (X, Y-1)
- 3.2.6.8 เลื่อนไปด้านซ้าย (X-1, Y)
- 3.2.6.9 เลื่อนไปด้านขวา (X+1, Y)

ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลสามารถทำได้โดยการนำไฟล์ที่ได้จากซอฟต์แวร์ MRI PIXELS เข้าซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา และกำหนดจุดเริ่มต้น X, Y เพื่อหาส่วนของโพรงสมองด้านข้าง แสดงดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างภาพหน้าจอของซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา

หลังจากได้ภาพที่เป็นเฉพาะส่วนของโพรงสมองด้านข้างแล้ว จะได้ตำแหน่งตัวเลขที่เป็นส่วนของโพรงสมองด้านข้าง และทำในทุกภาพของแกนสมอง ในหนึ่งแกนสมองจะได้ภาพทั้งหมด 256 ภาพ เมื่อได้ตำแหน่งของส่วนโพรงสมองด้านข้างแล้ว จะต้องนำไปเพื่อสร้างเป็นภาพสามมิติด้วยซอฟต์แวร์ MeshLab ซึ่งจะได้ภาพออกมา แสดงดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ภาพสามมิติที่ได้จากการแบ่งส่วนโครงสมองด้านข้างจากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

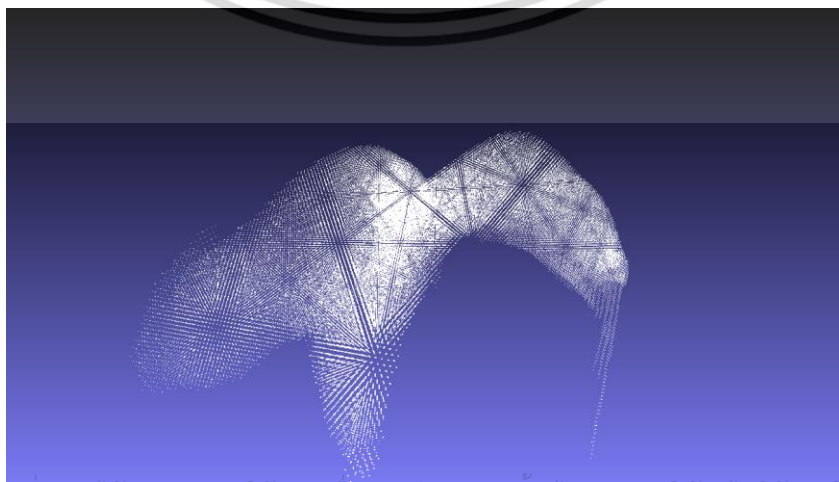
## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล

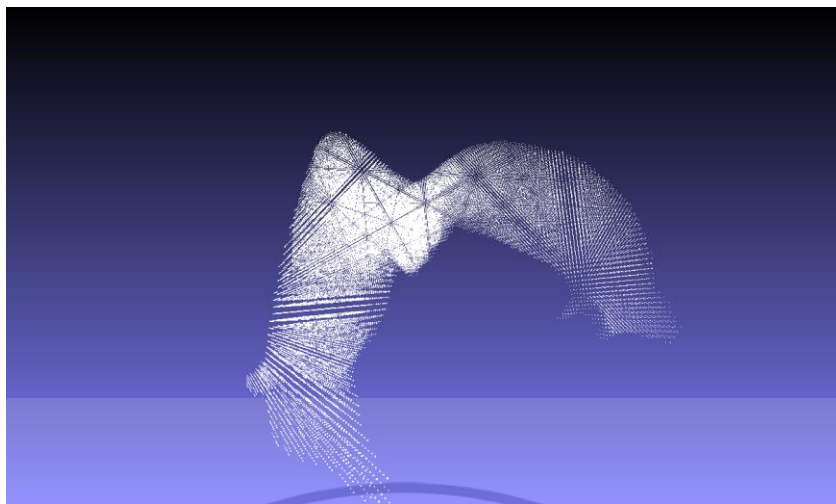
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน การอภิปรายผลการดำเนินงาน และปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

#### 4.1 ผลการดำเนินงาน

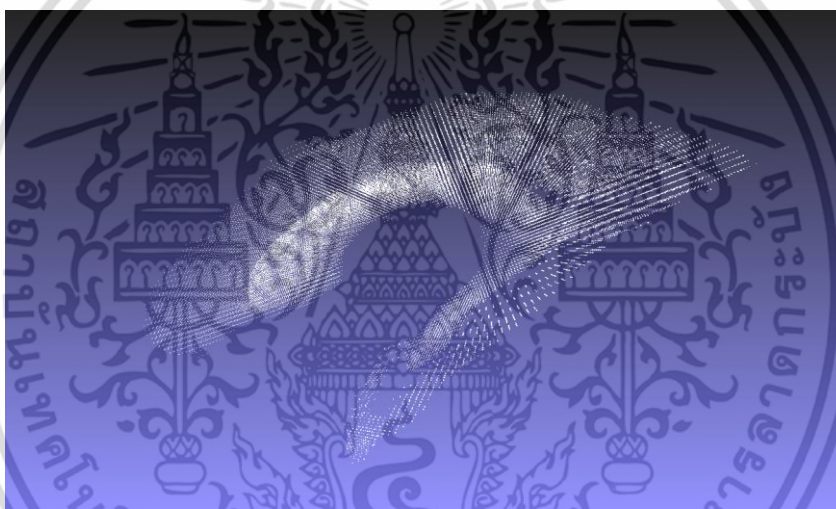
จากวิธีการที่ได้นำเสนอในบทที่สาม ตัวอย่างโพรงสมองด้านข้างที่ถูกแบ่งส่วนออกมาแล้วสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.1 - 4.3 โดยภาพที่ 4.1 คือ ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง ACH ภาพที่ 4.2 คือ ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง JKF และภาพที่ 4.3 คือ ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง MDY ซึ่งภาพดังกล่าวได้ถูกนำเสนอด้วยซอฟต์แวร์ MeshLab โดยซอฟต์แวร์ MeshLab จะรับไฟล์ที่บันทึกจุดพิกัด X, Y, Z เป็นข้อมูลนำเข้า แล้วแสดงเป็นภาพสามมิติ



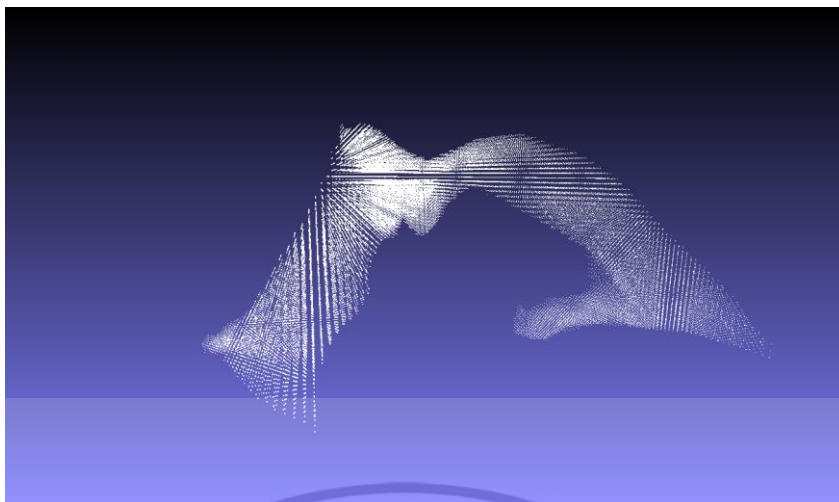
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



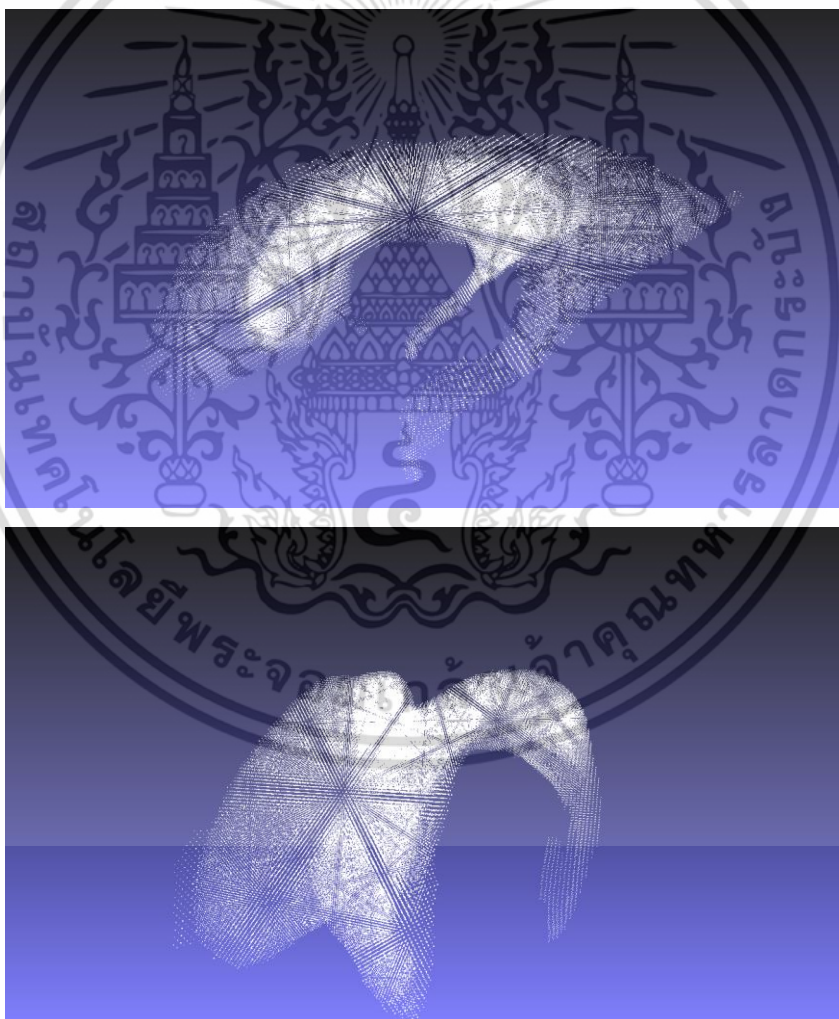
ภาพที่ 4.1 ภาพสามมิติของโครงสมองด้านข้างของสมอง ACH



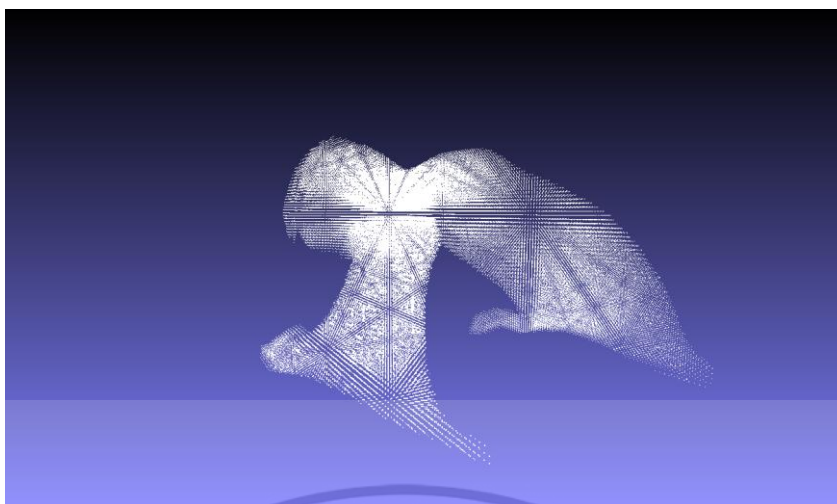
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ภาพสามมิติของโครงสมองด้านข้างของสมอง JKF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างของสมอง MDY

#### 4.2 การประเมินผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานในหัวข้อ 4.1 สามารถนำขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ เปรียบเทียบกับขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ และการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อสมอง	ขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)	ขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)	ค่าความคล้ายของขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอกับขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ (ร้อยละ)
AB	11.26	7.16	63.59
ACH	31.62	31.76	99.56
EHC	59.40	59.18	99.63
GJL	75.60	75.05	99.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสมอง	ขนาดของโพรงสมอง ด้านข้างที่ได้จาก วิธีการที่นำเสนอ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)	ขนาดของโพรงสมอง ด้านข้างที่ได้จาก การแบ่งส่วนด้วยมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)	ค่าความคล้อยของ ขนาดของโพรงสมอง ด้านข้างที่ได้จาก วิธีการที่นำเสนอกับ ขนาดของโพรงสมอง ด้านข้างที่ได้จาก การแบ่งส่วนด้วยมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ร้อยละ)
JKF	21.55	20.18	93.64
MC	37.83	41.87	90.35
MDY	47.76	49.87	95.77
PLD	55.20	45.78	82.93
RMT	75.33	79.01	95.27
TH	53.80	54.09	99.46
ค่าเฉลี่ย	46.93	46.40	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	21.43	22.56	

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ภาพโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอมีความใกล้เคียงกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจากผลการดำเนินงานที่ได้สามารถนำมาทดสอบทางสถิติโดยใช้ T-Test โดยมีสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

โดยที่  $\mu_1$  คือ ขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนโดยวิธีการที่นำเสนอ และ  $\mu_2$  คือ ขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ T-Test ได้ค่า T-Score เท่ากับ -0.43 และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางทางสถิติ (Degree of Freedom เท่ากับเก้า และค่าความมั่นใจเท่ากับ 95%) จะได้ค่า T-Critical (Two Tailed) คือ 2.26 ซึ่งค่า T-Score มีน้อยกว่าค่า T-Critical แปลความหมายว่า การทดสอบทางสถิติไม่ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  หมายความว่า  $\mu_1$  และ  $\mu_2$  แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความว่า ขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอและการแบ่งส่วนด้วยมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ ไม่มีความความแตกต่างกัน

### 4.3 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

#### 4.3.1 ภาพสแกนเอ็มอาร์ไอที่นำมาใช้มีขนาดไม่เท่ากัน

ภาพที่จะนำเข้ามาใช้ในส่วนของการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง โดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล จะต้องเป็นภาพที่มีขนาดเท่ากัน เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้คำนวณขนาดของโพรงสมองด้านข้างในขั้นตอนการประเมินผลได้ แต่ภาพสแกนเอ็มอาร์ไอที่นำมาใช้มีขนาดไม่เท่ากัน จึงต้องมีการปรับขนาดภาพ (Resampling) ก่อนที่จะนำภาพเอ็มอาร์ไอมาดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป

#### 4.3.2 เส้นขอบของวัตถุไม่มีความต่อเนื่องกัน

ภาพที่จะนำเข้ามาใช้ในส่วนของการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง โดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล เส้นขอบของวัตถุต้องมีความต่อเนื่องกัน เนื่องจากหลักการของขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลมีอยู่ว่า รูปทรงของวัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่งจะต้องมีเส้นขอบภาพที่มีความต่อเนื่องกัน เพื่อที่จะไม่ทำให้สีหลุดออกไปจากภาพได้ ในกรณีที่เส้นขอบของวัตถุไม่ต่อเนื่องกัน จำเป็นต้องมีการเพิ่มขนาดของจุดอ้างอิง (Seed Point) ให้ใหญ่ขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดการระบุตำแหน่งของวัตถุทะเลาะขอบของวัตถุไป ซึ่งการเพิ่มขนาดของจุดอ้างอิงจะมีผลกระทบต่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของวัตถุ

#### 4.3.3 การประเมินผลของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างที่นำเสนอ ไม่สามารถพิจารณาจากรูปร่างของโพรงสมองด้านข้างได้

เนื่องจากข้อจำกัดของชุดข้อมูลทดสอบ (โพรงสมองด้านข้างที่ถูกแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ) ที่มีข้อมูลมาให้คือขนาดของโพรงสมองด้านข้างเพียงอย่างเดียว แต่ไม่ได้มีรูปตัวอย่างของโพรงสมองด้านข้างที่ถูกแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญมาแล้วด้วย ทำให้ปัญหาพิเศษนี้ ประเมินผลของวิธีการที่นำเสนอได้เพียงเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ กับขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบรูปร่างของโพรงสมองด้านข้างได้

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ ซึ่งการสรุปผลการดำเนินงาน จะถูกนำเสนอในหัวข้อ 5.1 และข้อเสนอแนะจะถูกนำเสนอในหัวข้อ 5.2

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปัญหาพิเศษนี้นำเสนอวิธีการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้าง โดยนำเอาเทคนิค การกำหนดค่าขีดแบ่ง และขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลมาประยุกต์ใช้ จากการทดสอบทางสถิติพบว่า วิธีการที่นำเสนอได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งการระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างได้อย่างแม่นยำ จะช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถนำภาพโพรงสมองด้านข้างไปวิเคราะห์ และทำนายร่องรอยของ การเกิดโรคต่าง ๆ ต่อไปได้ ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลจะใช้งานได้ดีกับภาพที่ วัตถุมีเส้นขอบต่อเนื่องกัน ในกรณีที่เส้นขอบของวัตถุไม่ต่อเนื่องกัน จำเป็นต้องมีการเพิ่มขนาดของ จุดอ้างอิง (Seed Point) ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดการระบุตำแหน่งของวัตถุทะลุเลยขอบของวัตถุไป ซึ่งการเพิ่มขนาดของจุดอ้างอิงจะมีผลกระทบต่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของวัตถุ โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณขอบของวัตถุที่มีความโค้งและมีขนาดเล็ก สำหรับงานที่จะถูกพัฒนาต่อคือ การดำเนินการทดลองเพิ่มเติมกับชุดข้อมูลเอ็มอาร์ไอจำนวนมากขึ้น เพื่อให้วิธีการที่นำเสนอ มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานของปัญหาพิเศษนี้ทำให้ทราบว่า การแบ่งส่วนภาพโดยใช้วิธีการกำหนด ค่าขีดแบ่ง การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detector และขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล เหมาะแก่ การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอ อย่างไรก็ตาม การระบุตำแหน่งของโพรงสมอง ด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล ยังมีข้อจำกัดในเรื่องเส้นขอบของวัตถุที่ต้องมีความต่อเนื่องกัน ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตอาจมีการปรับค่าขีดแบ่งแบบพลวัต หรือทดลองการปรับเส้นของภาพ ด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่อให้เส้นขอบภาพมีความต่อเนื่องกันทั้งหมด จะทำให้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หรืออาจมีการทดลองใช้ขั้นตอนวิธีอื่นในการระบุตำแหน่งของโพรงสมอง ด้านข้าง เพื่อให้การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- Advanced Diagnostic Imaging Center (AIMC). 2013. **Magnetic Resonance Imaging**. [Online]. Available 1 December 2016, from <https://med.mahidol.ac.th/aimc/th/content/mrith>.
- Akshath, M.J. and Sheshadri, H.S. 2015. "Integration of Segmentation Techniques to Detect Cyst in Human Brain using MRI Sequences." 204–208. in **2015 International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT)**. Mandya : IEEE.
- Boonchieng, E. 2006. **Flood Fill Algorithm**. [Online]. Available 1 December 2016, from <http://www.cs.science.cmu.ac.th/person/ekkarat/graphics/chapter/chapter5.htm>.
- Canny, J. 1986. "A Computational Approach to Edge Detection." 679-698. in **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**. Cambridge : IEEE.
- Charutha, S. and Jayashree, M.J. 2014. "An Integrated Brain Tumour Detection Technique." 211-214. in **International Journal of Research in Advent Technology**. Kerala : IJRAT.
- Jones, J. 2016. **Lateral Ventricles**. [Online]. Available 1 December 2016, from <https://radiopaedia.org/articles/lateral-ventricles>.
- Khudeev, R. 2005. "A New Flood-Fill Algorithm for Closed Contour." 172-176 in **2005 Siberian Conference on Control and Communications**. Tomsk : IEEE.
- Minaee, S. and Wang, Y. 2016. "Screen Content Image Segmentation using Robust Regression and Sparse Decomposition." 573-584. in **IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems**. New York : IEEE.

Natarajan, P. Krishnan, N. Kenkre, N.S. Nancy, S. and Singh, B.P. 2012.

“Tumor Detection using Threshold Operation in MRI Brain Images.” 1-4.  
in **2012 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research**. Coimbatore : IEEE.

Patil, R.C. and Bhalchandra, A.S. 2012. “Brain Tumour Extraction from MRI Images using MATLAB.” 1-4. in **International Journal of Electronics, Communication & Soft Computing Science and Engineering**. Aurangabad : IJECSCSE.

Semmlow, J.L. 2004. **Biosignal and Biomedical Image Processing : MATLAB-Based Applications**. New York : Marcel Dekker.

Shanthi, U. Sowmitha, R. Sugapriya, P. Vimalavani, U. and Johannahpersis, A. 2015.  
“An Automated Computer Aided System for Tumor Detection in Brain.” 84-88.  
in **International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering**. Tamilnadu : IJECSCSE.

Taneja, A. Ranjan, P. and Ujjlayan, A. 2015. “A Performance Study of Image Segmentation Techniques.” 1-6. in **2015 4th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions)**. Noida : IEEE.

Tariq, M. Khawajah, A. and Hussain, M. 2013. “Image Processing with the Specific Focus on Early Tumor Detection.” 404-407. in **International Journal of Machine Learning and Computing**. Karachi : IJMLC.

Thakare, P. 2011. “A Study of Image Segmentation and Edge Detection Techniques.” 899-904. in **International Journal on Computer Science and Engineering**. Pune : IJCSE.

Xing, G. Ken, C. and Xiaoguang, H. 2012. “An Improved Canny Edge Detection Algorithm for Color Image.” 113-117. in **IEEE 10<sup>th</sup> International Conference on Industrial Informatics**. Beijing : IEEE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้