



การแบ่งส่วนองค์ประกอบสมองมนุษย์อย่างอัตโนมัติเพื่อจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรค
สมองฝ่อ

AUTOMATIC SEGMENTATION OF HUMAN BRAIN COMPONENTS FOR HYDROCEPHALUS
AND CEREBRAL ATROPHY SYMPTOM

อรศิริ สิงขรณ์

มหาวิทยาลัยบูรพา

2563

การแบ่งส่วนองค์ประกอบสมองมนุษย์อย่างอัตโนมัติเพื่อจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรค
สมองฝ่อ



อรศิริ สิงขรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

AUTOMATIC SEGMENTATION OF HUMAN BRAIN COMPONENTS FOR HYDROCEPHALUS
AND CEREBRAL ATROPHY SYMPTOM



ONSIRI SINGKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF SCIENCE
IN INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATICS
BURAPHA UNIVERSITY
2020
COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ อรศิริ สิงขรณ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ ชินสาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ ชินสาร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ รัศมีขวัญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเมศวร์ ห่อแก้ว)

คณะวิทยาการสารสนเทศอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ ชินสาร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

60910114: สาขาวิชา: วิทยาการสารสนเทศ; วท.ม. (วิทยาการสารสนเทศ)

คำสำคัญ: ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง, โรคสมองฝ่อ, ร่องรอบสมอง, โพรงสมอง, ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

อริศรี สิงขรณ์ : การแบ่งส่วนองค์ประกอบสมองมนุษย์อย่างอัตโนมัติเพื่อจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคสมองฝ่อ. (AUTOMATIC SEGMENTATION OF HUMAN BRAIN COMPONENTS FOR HYDROCEPHALUS AND CEREBRAL ATROPHY SYMPTOM)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กฤษณะ ชินสาร ปี พ.ศ. 2563.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอคุณลักษณะใหม่ของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อบนภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการจำแนกประเภทของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อนั้นมีทำอย่างไรยิ่ง เนื่องจากการถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) ของผู้ป่วยทั้งสองโรคนี้มีความคล้ายคลึงกันมาก ทำให้ยากต่อการวินิจฉัยโรคในทางการแพทย์ กระบวนการวินิจฉัยต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญและใช้เวลานาน วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอคุณสมบัติใหม่สองคุณลักษณะ ได้แก่ 1. อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง 2. ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่เข้าสู่โพรงสมอง โดยอัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมองคือผลรวมของโพรงสมองและผลรวมของร่องรอบสมองนำมาหาอัตราส่วนกัน เนื่องจากในภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโพรงสมองจะขยายใหญ่ขึ้นจนบีบอัดเนื้อเยื่อรอบๆ ส่งผลให้ร่องรอบสมองมีขนาดแคบ แต่โรคในกลุ่มสมองฝ่อ โพรงสมองจะขยายใหญ่เนื่องจากการสูญเสียเนื้อเยื่อจนทำให้ร่องรอบสมองมีขนาดกว้างขึ้น และผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่เข้าสู่โพรงสมองคือผลรวมของทิศทางร่องรอบสมองที่แปรสภาพเป็นแรงลู่เข้าสู่โพรงสมอง เมื่อได้คุณลักษณะทั้งสองจึงนำมารวมกับคุณลักษณะดั้งเดิมเป็น 7 คุณลักษณะ นำคุณลักษณะทั้งหมดเข้าสู่การเรียนรู้แบบเบย์ จึงแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติทั้งสองอย่างนี้ทำให้การจำแนกประเภทได้รับความแม่นยำมากขึ้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะทั้งสองนั้นให้ความแม่นยำสูงกว่าวิธีการที่ใช้คุณลักษณะดั้งเดิม โดยประสิทธิภาพถูกประเมินตามการวัดความถูกต้องดังนี้ อัตราผลบวกจริง, อัตราผลบวกปลอม และและค่าความเหวี่ยงของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองร้อยละ 93.3, 3.3 และ 90.3 และสำหรับการจำแนกประเภทของโรคฝ่อสมองร้อยละ 96.7, 6.7 และ 97.5 ตามลำดับ

60910114: MAJOR: INFORMATICS; M.Sc. (INFORMATICS)

KEYWORDS: HYDROCEPHALUS, CEREBRAL ATROPHY, SULCI, VENTRICLE,
MAGNETIC RESONANCE IMAGE

ONSIRI SINGKORN : AUTOMATIC SEGMENTATION OF HUMAN BRAIN
COMPONENTS FOR HYDROCEPHALUS AND CEREBRAL ATROPHY SYMPTOM. ADVISORY
COMMITTEE: KRISANA CHINNASARN, Ph.D. 2020.

Classifications of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy are extremely challenging. Because of the magnetic resonance imaging (MRI) of those patients with these two diseases are very similar. Then, this makes the difficulty in the diagnostic process. Hence, the process requires a specialist and time-consuming. This paper proposes two new features: (1) the Ventricle and Sulci ratio (VSR) and (2) Convergence vector summation (CVS). VSR is the ratio between the ventricle and the sum of sulci vectors and CVS is the force of the vectors which converges into the ventricle. Ventricle and sulci regions are commonly used for identifying Hydrocephalus and Cerebral Atrophy symptoms. Because the size of the ventricle has a large size, it can be set as the landmark for localizing and identifying Cerebral Atrophy symptoms. The large size of ventricle will become together with the loss of brain tissue. Then, the sulci region will be wide and deep. On the other hand, for in the Hydrocephalus symptom, the ventricle region will be expanded because the ventricle region contains the amount of water. Extending of ventricle region causes the outer brain narrow. and the sum of the force of the vector converging into the ventricle is the sum of the direction of the vent around the brain that transforms into the force of the brain When they were acquired, they were combined with the original seven into one. The features into Bayesian learning. Therefore showing that both of these characteristics make classification more accurate Both of these features make the classification model gains more accuracy. Experimental results show that both features provide higher accuracy than the existing methods using traditional features. The performance is evaluated based on confusion matrix measurement. TP rate, FP rate, and F-measure of the Hydrocephalus classification is 93.3%, 3.3%, and

90.3% respectively. Besides, for classifying Cerebral Atrophy disease, the result in percentage is 96.7%, 6.7%, and 97.5% respectively.



กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตากรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ ชินสาร ที่คอยให้คำปรึกษาทางด้านวิชาความรู้ในหลายๆ ด้าน แนวทางในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์และคอยช่วยแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา รัชมีขวัญ ที่คอยให้คำปรึกษาและคำชี้แนะในวิทยานิพนธ์ จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน คณะวิทยาการสารสนเทศ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อผู้วิจัยตลอดมา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ปีงบประมาณ 2561

อรศิริ สิงขรณ์

สารบัญ

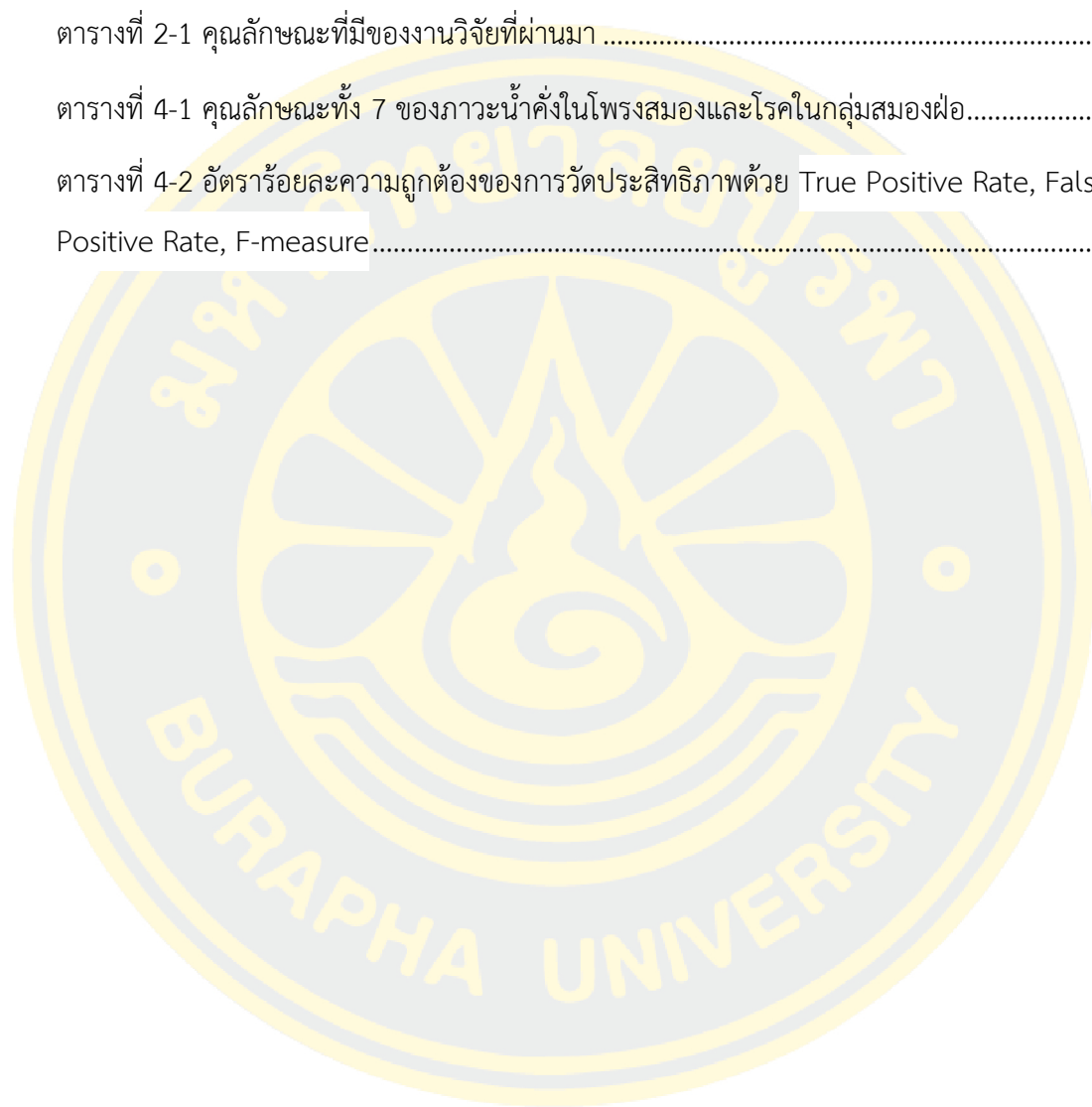
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ปัญหาของการวิจัย.....	4
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.6 แผนการดำเนินการวิจัย.....	8
บทที่ 2	9
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2.1.1 กายวิภาคโพรงสมองมนุษย์ (ventricles of brain).....	9
2.1.2 น้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid)	10
2.1.3 เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (Meninges).....	10
2.1.4 ร่องรอบสมอง.....	11

2.1.5 โรคในกลุ่มสมองฝ่อ	12
2.1.6 ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง.....	13
2.1.7 ภาพถ่ายแม่เหล็กไฟฟ้า	14
2.1.8 Complement.....	15
2.1.9 Morphological operations	15
2.1.10 Hole Filling	17
2.1.11 Labeling	17
2.1.12 Convex Hull	17
2.1.13 The Object Attributes Thresholding (OAT)	18
2.1.14 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	19
2.1.15 Bayesian Learning	20
2.1.16 Ellipse.....	20
2.1.17 Geomtry.....	21
2.1.18 เครื่องมือวัดประสิทธิภาพ	22
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
บทที่ 3	29
วิธีการดำเนินงาน	29
3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพนำเข้า.....	30
3.2 ขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนที่จะประมวลผล (Preprocessing).....	32
3.3 ขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะ	33
3.3.1 อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio).....	35
3.3.2 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่อู่เข้าสู่โพรงสมอง (Convergence of Vector Summation)	37

3.3.3 อัตราส่วนร่องรอบนอกสมอง (Sulci Ratio).....	39
3.3.4 อัตราส่วนอีวาน (Evan Ratio).....	40
3.3.5 อัตราส่วนเขาโพรงสมอง (Frontal and Occipital Horn Ratio).....	41
3.3.6 มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle).....	41
3.3.7 มุมของเขาโพรงสมอง (Frontal and Occipital Horn Angle).....	42
3.4 ขั้นตอนการจำแนก.....	42
บทที่ 4	43
ผลการทดลอง	43
4.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพ	43
4.2 ขั้นตอนการแยกองค์ประกอบ.....	45
4.3 อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง	46
4.4 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่อเข้าสู่โพรงสมอง.....	47
4.5 ขั้นตอนการจำแนก.....	48
บทที่ 5	54
สรุปผลการทดลอง.....	54
5.1 สรุปผลการทดลอง	54
5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	55
5.3 งานที่จะทำต่อในอนาคต	55
บรรณานุกรม	56
ประวัติย่อของผู้วิจัย	66

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 คุณลักษณะที่มีของงานวิจัยที่ผ่านมา	28
ตารางที่ 4-1 คุณลักษณะทั้ง 7 ของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ.....	49
ตารางที่ 4-2 อัตราร้อยละความถูกต้องของการวัดประสิทธิภาพด้วย True Positive Rate, False Positive Rate, F-measure.....	53



สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1-1 ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กสมองปกติ (ก) และความคล้ายคลึงระหว่างภาพถ่ายสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ข) และ ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ค).....	2
รูปที่ 1-2 ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ	4
รูปที่ 1-3 ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กของสมองปกติ.....	5
รูปที่ 1-4 ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กที่องค์เห็นการแยกระดับสีอย่างชัดเจน (ซ้าย) ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กมีสีของกะโหลกกับเนื้อสมองใกล้เคียงกัน และร่องรอบนอกกับเนื้อสมองมีสีใกล้เคียงกัน (ขวา).....	5
รูปที่ 1-5 โพรงสมองที่มีลักษณะปกติ (ก) และ โพรงสมองที่มีลักษณะสมบูรณ์ (ข).....	6
รูปที่ 1-6 การซ้อนทับกันของสมองที่ปกติและกลุ่มที่เป็นโรค.....	7
รูปที่ 2-1 ช่องว่างในสมอง	9
รูปที่ 2-2 เขาน้ำ (Frontal) และเขาน้ำหลัง (Occipital) ของสมอง.....	10
รูปที่ 2-3 แสดงโครงสร้างเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง	11
รูปที่ 2-4 ลักษณะร่องรอบสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ.....	12
รูปที่ 2-5 สมองปกติ (ซ้าย) และ โรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ขวา)	13
รูปที่ 2-6 โพรงสมองปกติ (ซ้าย) และ โพรงสมองที่มีภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ขวา).....	14
รูปที่ 2-7 ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กทั้ง 3 ระนาบ.....	15
รูปที่ 2-8 ตัวอย่างการทำ Complement.....	15
รูปที่ 2-9 การทำงานของ Dilatation	16
รูปที่ 2-10 การทำงานของ Erosion.....	16
รูปที่ 2-11 การเชื่อมต่อแบบ 4 จุด (ซ้าย) และ การเชื่อมต่อแบบ 8 จุด (ขวา)	17
รูปที่ 2-14 คุณลักษณะสมองของงานวิจัยที่ผ่านมา.....	28

รูปที่ 3-1 แผนผังอธิบายการทำงาน.....	29
รูปที่ 3-2 Histogram ของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ.....	30
รูปที่ 3-3 Histogram ของผู้ป่วยภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง.....	31
รูปที่ 3-4 ขั้นตอนการปกกะโหลก ด้วยวิธี MLO.....	32
รูปที่ 3-5 โพรงสมองที่ถูกสกัด.....	34
รูปที่ 3-6 การหาขอบเขตของข้อมูล.....	35
รูปที่ 3-7 ร่องรอบสมอง.....	35
รูปที่ 3-8 โรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ก) มีการขยายของโพรงสมองและร่องรอบสมองกว้าง ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ข) มีการขยายของโพรงสมองและร่องรอบสมองแคบ.....	36
รูปที่ 3-9 อัตราพื้นที่ร้อยละของกลุ่มในโรคสมองฝ่อโดยพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมองและเนื้อสมองคิดเป็น 12, 20, 68 เปอร์เซ็นต์.....	36
รูปที่ 3-10 อัตราพื้นที่ร้อยละของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโดยพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมองและเนื้อสมองคิดเป็น 24, 9, 67 เปอร์เซ็นต์.....	37
รูปที่ 3-11 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่เข้าสู่โพรงสมอง.....	39
รูปที่ 3-12 การหาความลึกของร่องรอบสมอง.....	40
รูปที่ 3-13 อัตราส่วนอีวาน.....	40
รูปที่ 3-14 อัตราส่วนเขาโพรงสมอง.....	41
รูปที่ 3-15 มุมของโพรงสมอง.....	41
รูปที่ 3-16 มุมภายในของเขาโพรงสมองทั้ง 3 มุม.....	42
รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการปกกะโหลกด้วยวิธี MLO.....	44
รูปที่ 4-2 การแยกองค์ประกอบภายในสมองของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง.....	45
รูปที่ 4-3 การแยกองค์ประกอบภายในสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ.....	45
รูปที่ 4-4 อัตราส่วนของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง.....	46
รูปที่ 4-5 อัตราส่วนของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ.....	47

รูปที่ 4-6 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่เข้าสู่โพรงสมองของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (Hydrocephalus)
.....48





บทที่ 1

บทนำ

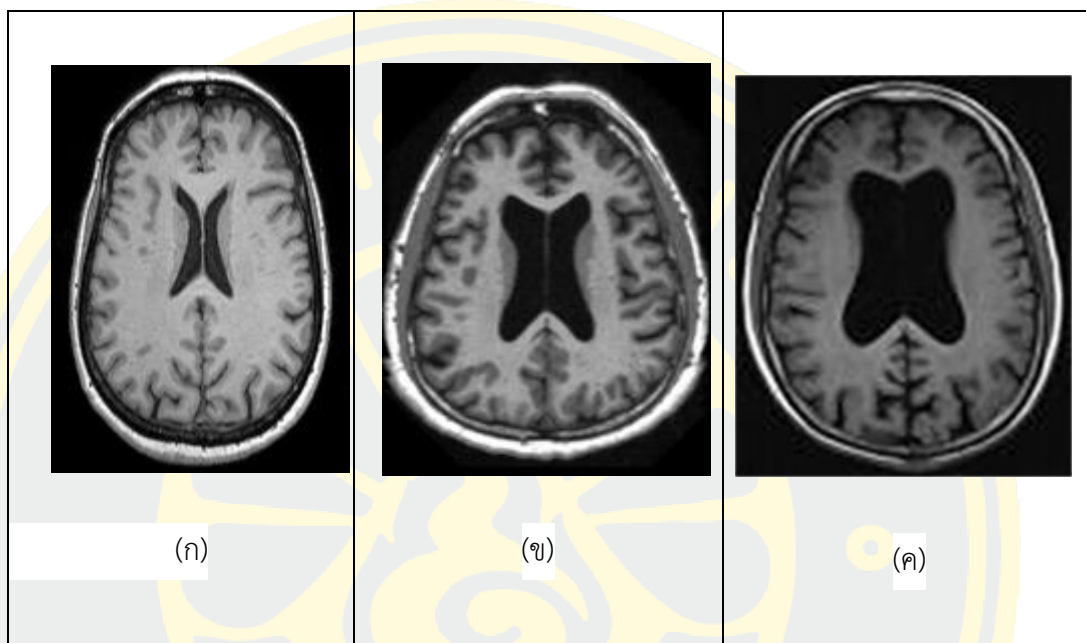
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมองฝ่อถือว่าเป็นกลุ่มโรคที่อันตราย เนื่องจากส่งผลกระทบต่อระบบความจำ อารมณ์ และพฤติกรรมของผู้ป่วย โรคนี้พบบ่อยในผู้สูงอายุ ซึ่งสาเหตุของสมองฝ่อเกิดจากความเสื่อมของสมองจากความชรา สภาวะเลือดไปเลี้ยงสมองน้อย การอุดตันของเส้นเลือด การดื่มสุรา เป็นต้น โดยสาเหตุเหล่านี้ทำให้ผู้ป่วยสูญเสียเนื้อเยื่อสมองไปบางส่วนจนส่งผลให้ผู้ป่วยสูญเสียความทรงจำ ทำให้ขาดความสนใจในเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นรอบตัว มีปัญหาในการสื่อสาร และในกรณีที่อาการหนักจะทำให้บุคลิกภาพของผู้ป่วยเปลี่ยนไป คือ มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อแขน และขาดความสามารถในการช่วยเหลือตัวเอง โดยมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ความจำเสื่อม อัมพฤกษ์ อัมพาต เป็นต้น

ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง เป็นภาวะที่มีน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลังในโพรงสมองมากเกินไป ทำให้โพรงสมองมีขนาดใหญ่จนเกิดการกดทับและทำลายเนื้อสมอง เป็นสาเหตุให้การทำงานของสมองผิดปกติ จนพัฒนาการของร่างกายและสติปัญญาบกพร่อง โดยทั่วไปภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง จะเกิดขึ้นกับเด็กทารกและผู้สูงอายุ อาการเริ่มแรกของผู้ป่วย คือ จะเริ่มมีสติน้อยลง มีอาการซึม พุดน้อย กลั้นปัสสาวะไม่ได้ มองเห็นภาพซ้อน และแขนขาอ่อนแรง หากภาวะนี้เกิดขึ้นในเด็ก ศีรษะของเด็กจะขยายใหญ่ เมื่อมองจากภายนอกจะเห็นลักษณะศีรษะที่ใหญ่ผิดปกติ อาการที่เกิดขึ้นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่นั้น มีทั้งแบบค่อยเป็นค่อยไป หรือ เป็นขึ้นมาอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสาเหตุการเกิดโรค และในผู้ใหญ่จะไม่มีอาการศีรษะโต ซึ่งภาวะผิดปกตินี้สามารถรักษาให้หายขาดได้ด้วยการรับการรักษาผ่าตัด หากผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้องอย่างทันท่วงทีผู้ป่วยก็จะพ้นต่อการสูญเสียระบบประสาทและความพิการอย่างถาวร

การวินิจฉัยภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและกลุ่มโรคในกลุ่มสมองฝ่อแพทย์จะสังเกตพยาธิสรีรวิทยาได้จากภาพถ่ายรังสี ทว่าลักษณะที่ได้จากภาพถ่ายของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีความคล้ายคลึงกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ (Cerebral Atrophy) ได้แก่ โรคสมองเสื่อมหรืออัลไซเมอร์ (Alzheimer), โรคพาร์กินสัน (Parkinson) ซึ่งโรคในกลุ่มสมองฝ่อ เมื่อดูจากภาพถ่ายรังสีจะพบว่าโพรงสมองของผู้ป่วยสมองฝ่อจะมีขนาดใหญ่กว่าคนปกติเนื้อเยื่อรอบโพรงสมองจะฝ่อ เนื้อสมองสีเทาเหลือน้อยลง ส่งผลให้มวลสมองมีปริมาณลดลง ร่องรอบนอกสมอง (Sulci) มีความลึกมากขึ้น และ แอ่งบริเวณฐานกะโหลกเห็นได้เด่นชัด ส่วนภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองนั้น จะมีโพรงสมอง

ขนาดใหญ่ เนื้อสมองสีเทามีความหนากว่าปกติ ซึ่งเกิดจากโพรงสมองและไขสันหลังมีการสร้างน้ำหล่อเลี้ยงมากจนเกินความจำเป็น ทำให้น้ำเหลือในระบบมากเกินไป ยิ่งมีน้ำในส่วนนี้มากก็จะทำให้โพรงสมองขยายใหญ่ขึ้นจนทำให้เกิดแรงดันในสมองจึงทำให้โพรงสมองเกิดการขยายใหญ่ขึ้น



รูปที่ 1-1 ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กสมองปกติ (ก) และความคล้ายคลึงระหว่างภาพถ่ายสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ข) และ ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ค)

นอกจากนี้ลักษณะของรอยหยักรอบนอกสมองทั้งภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อยังคล้ายคลึงกันเนื่องจากการขยายตัวเหมือนกัน จึงเป็นเรื่องน่ากังวลอย่างยิ่ง ทำให้ยากต่อการวินิจฉัยโรคในทางการแพทย์ เพราะในปัจจุบันต้องพึ่งพาประสบการณ์ของแพทย์เป็นหลัก จึงทำให้ในบางครั้งการวินิจฉัยโรคอาจเกิดการล่าช้า ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับอันตราย

ปัจจุบันการประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้นำมาใช้กับภาพทางการแพทย์ โดยเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ กับภาพทางการแพทย์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปช่วยในการตัดสินใจของแพทย์ได้ โดยเทคนิคการประมวลผลภาพมีมากมายหลายวิธี ในการเลือกใช้จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในภาพ และลักษณะของภาพ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ เกิดขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยลักษณะของงานนั้นเน้นไปที่การสกัดคุณลักษณะใหม่ของสมองที่จะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ANNA FABIJANSKA และคณะได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Assessment of Hydrocephalus in Children based on Digital image processing and Analysis โดยงานวิจัยนี้ได้สกัด

คุณลักษณะของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจากภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความเร็วสูง (CT scan) ซึ่งใช้ 4 คุณลักษณะ โดยมี 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนแรกจะทำการสกัดคุณลักษณะ 4 ลักษณะ ได้แก่ 1. อัตราส่วนอีวานส์ (Evans Ratio : ER) คืออัตราส่วนระหว่างโพรงสมองกับภายในกะโหลกศีรษะ 2. อัตราส่วนเขาโพรงสมองด้านหน้าและด้านหลัง (Frontal and Occipital Horn Ratio : FOHR) 3. มุมโพรงสมอง (Ventricular Angle : VA) 4. รัศมีเขาหน้า (Frontal Horn Radius : FHR) ขั้นตอนสุดท้าย คุณลักษณะทั้ง 4 จะถูกนำมาเปรียบเทียบหาค่า Relative error โดยใช้ภาพอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์วัดความถูกต้อง

Hui-Fuang Ng และคณะได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Extraction and Analysis of Structural Features of Lateral Ventricle in Brain Medical Images ในงานวิจัยนี้จะแยกความแตกต่างระหว่างโครงสร้างสมองปกติและโครงสร้างสมองที่ผิดปกติจากภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) โดยการแยก 3 คุณลักษณะ ได้แก่ 1. Ventricular Index (VI) อัตราส่วนของความกว้างของโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricle) ต่อความกว้างของเนื้อเยื่อสมองทั้งหมด (Brain Tissue) 2. Ventricular Angle (VA) คือ มุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของศีรษะมนุษย์ทำมุมกับเส้นสัมผัสเขาโพรงสมองด้านหน้า 3. รัศมีเขาหน้า (Frontal Horn Radius) และนำคุณสมบัติทั้งหมดตรวจสอบประสิทธิภาพ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สามารถแยกโครงสร้างสมองปกติและสมองผิดปกติได้

Manit Chansuparp และคณะได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Novel features for Classification of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy งานวิจัยนี้ได้นำเสนอคุณลักษณะใหม่ของสมองเพื่อนำมาจำแนกโรคในกลุ่มสมองฝ่อและภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง โดย 2 ลักษณะใหม่ที่นำเสนอ ได้แก่ มุมของเขาโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Angle) และ อัตราส่วนร่องรอบนอกนอก (Sulci Ratio) พร้อมคุณสมบัติทั่วไปอีก 3 ลักษณะคือ อัตราส่วนอีวาน (Evans Ratio), อัตราส่วนของเขาโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Ratio), มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle) ซึ่งการได้มาของแต่ละลักษณะจำเป็นต้องมีการเตรียมภาพข้อมูลก่อนเพื่อที่จะกำหนดพื้นที่สนใจ (Region of interest) ซึ่งงานวิจัยจะใช้ส่วนในเนื้อสมองเท่านั้นมาวิเคราะห์ ส่วนกะโหลกและเยื่อหุ้มสมองจะไม่นำมาใช้ เมื่อสกัดลักษณะทั้ง 5 เรียบร้อยแล้ว จึงนำลักษณะทั้งหมดนี้เป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นเพื่อใช้สร้างแบบจำลองในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

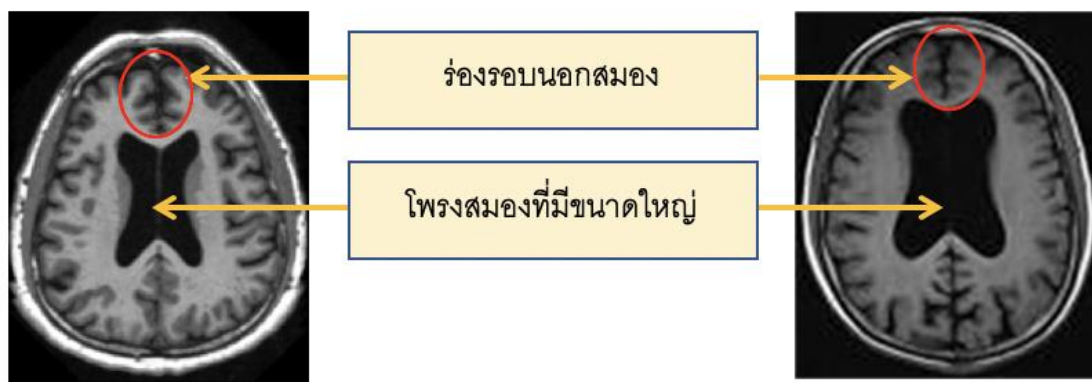
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอ 2 คุณลักษณะเชิงพื้นที่ ที่สามารถบ่งบอกถึงพฤติกรรมของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนก และนำคุณลักษณะดังกล่าวไปใช้พิจารณาร่วมกันกับคุณลักษณะพื้นฐานอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อให้ดีขึ้น

1.2 ปัญหาของการวิจัย

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อสามารถอธิบายได้ดังนี้

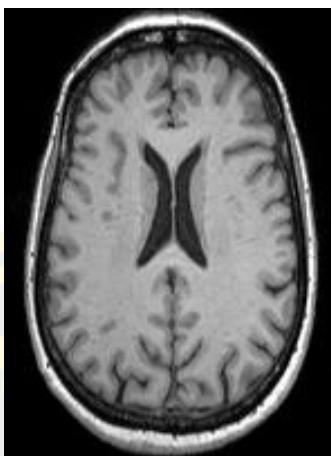
1. ภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ มีโพรงสมองขนาดใหญ่และมีรอยหยักค่อนข้างมาก
2. ภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีสีของกะโหลกศีรษะกับเนื้อสมองใกล้เคียงกัน และร่องรอบนอกสมองกับเนื้อสมองมีสีใกล้เคียงกัน

ประเด็นที่ 1 จากภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อนั้น พบว่าภาพสมองของผู้ป่วยภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อบางรายมีลักษณะของโพรงสมองที่มีขนาดใหญ่เหมือนกันแต่สาเหตุของการขยายของโพรงสมองไม่เหมือนกันคือ ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโพรงสมองจะขยายใหญ่เพราะเกิดจากน้ำในโพรงมากเกินไป ส่วนโรคในกลุ่มสมองฝ่อเกิดจากเนื้อเยื่อรอบ ๆ



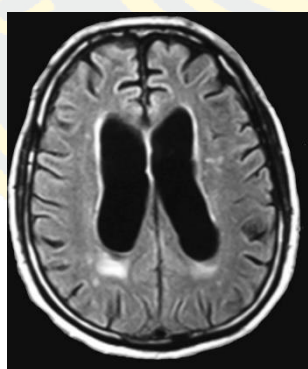
รูปที่ 1-2 ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

โพรงสมองเกิดการฝ่อตัวจึงทำให้โพรงสมองขยายใหญ่ และร่องรอบนอกสมองมีจำนวนมากเหมือนกัน ดังรูปที่ 1-2 จะเห็นได้ว่าโพรงสมองมีลักษณะที่ใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับโพรงสมองของคนปกติ ดังรูปที่ 1-3 และร่องรอบนอกสมองของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อมีจำนวนมากและมีความลึกของร่องรอบนอกสมองที่คล้ายกัน จึงเป็นการยากหากมองด้วยตาเปล่าว่าผู้ป่วยเป็นภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองหรือโรคในกลุ่มสมองฝ่อ ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้าศึกษาเพียงลักษณะของโพรงสมองนั้นไม่เพียงพอที่จะจำแนกความผิดปกติของทั้งสองในงานที่วิจัยนี้จึงนำเสนอคุณลักษณะเพิ่มเติมที่ช่วยจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ



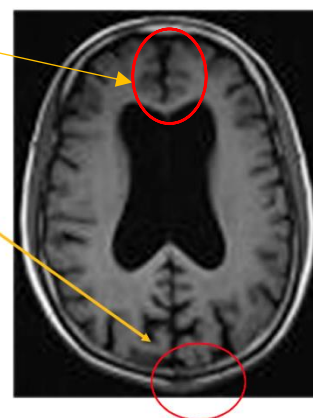
รูปที่ 1-3 ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กของสมองปกติ

ประเด็นที่ 2 ภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองนั้น ในส่วนของกะโหลกศีรษะและเนื้อสมองมีสีของภาพที่ใกล้เคียงกัน และร่องรอบนอกสมองมีสีที่ใกล้เคียงกับเนื้อสมอง ดังรูปที่ 1-4 ทำให้การจำแนกกลุ่มของข้อมูลจากค่าระดับเทาภายในภาพ เป็นเรื่องยาก ดังนั้นจึงต้องทำการประมวลผลภาพสมองโดยการกำจัดองค์ประกอบบางส่วนที่ไม่ต้องการ เพื่อแก้ปัญหากะโหลกศีรษะและเนื้อสมองมีสีของภาพที่ใกล้เคียงกัน และแยกเบื้องต้นกับเบื้องต้นหลังภายในสมองโดยใช้ขั้นตอนวิธี OAT เพื่อแก้ปัญหาร่องรอบนอกสมองมีสีที่ใกล้เคียงกับเนื้อสมอง



ร่องรอบสมองและเนื้อสมองมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน

สีของกะโหลกและเนื้อสมองคล้ายกัน



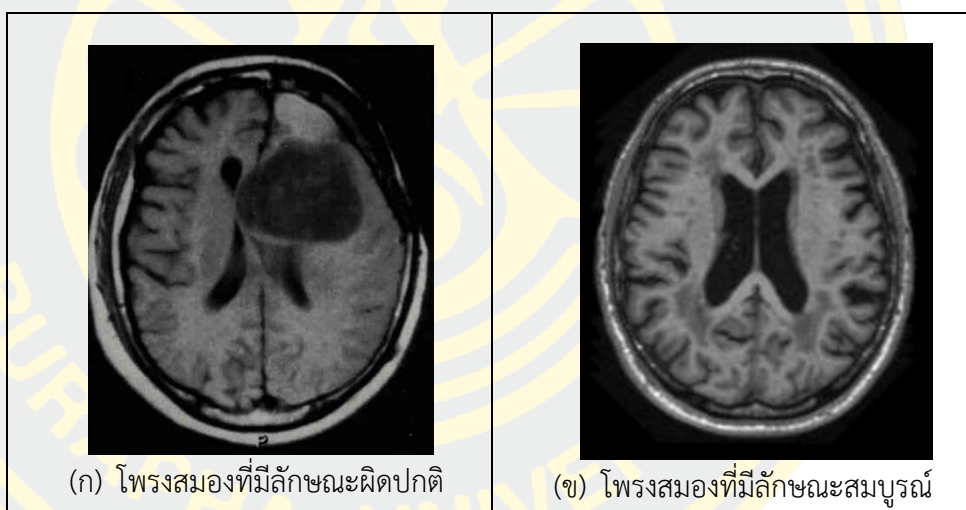
รูปที่ 1-4 ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กที่องค์เห็นการแยกระดับสีอย่างชัดเจน (ซ้าย) ภาพถ่ายสนามแม่เหล็กมีสีของกะโหลกกับเนื้อสมองใกล้เคียงกัน และร่องรอบนอกกับเนื้อสมองมีสีใกล้เคียงกัน (ขวา)

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ค้นคว้าลักษณะใหม่ในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อโดยพิจารณาจากร่องรอบสมองและโพรงสมองเป็นหลัก
2. ซอฟต์แวร์ต้นแบบที่สามารถจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อได้เพื่อช่วยในการตัดสินใจของแพทย์

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

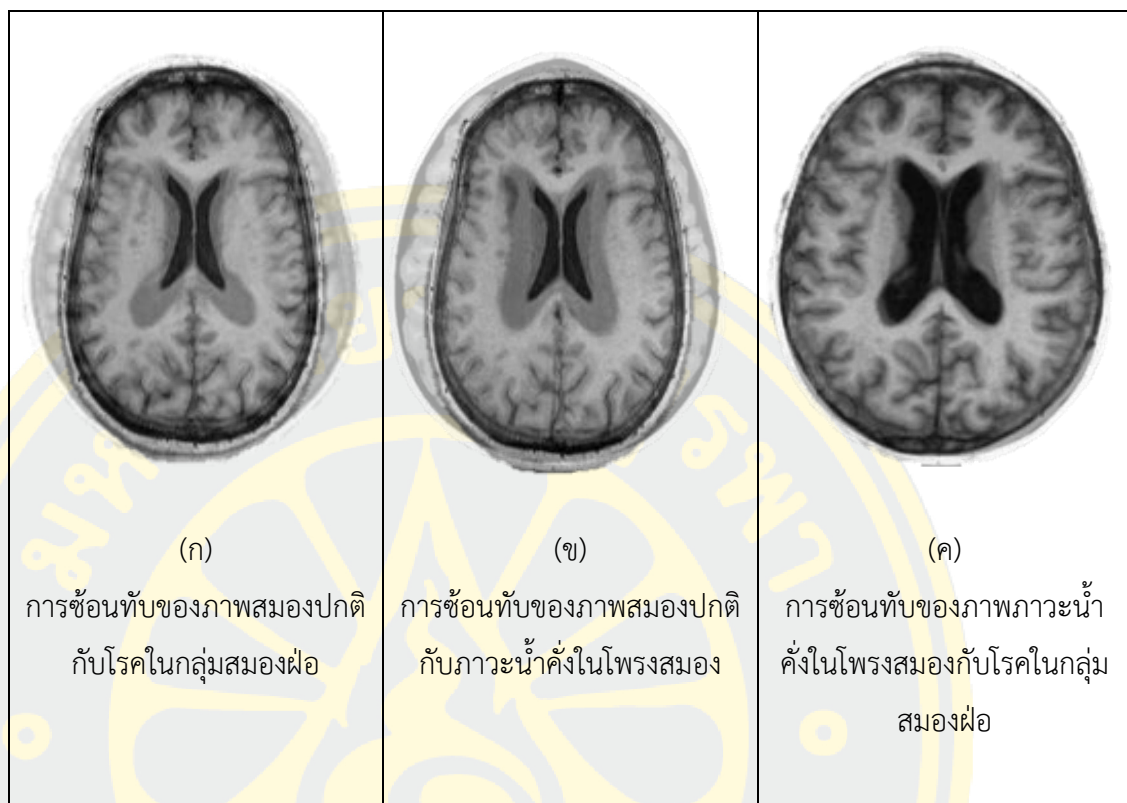
1. จำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อประกอบด้วย โรคอัลไซเมอร์ และโรคพาร์กินสัน ด้วยภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging)
2. ใช้ภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging) ของผู้ป่วยจำนวน 75 ภาพ
3. ลักษณะของมูลของภาพถ่ายต้องมีโพรงสมองที่มีลักษณะสมบูรณ์และไม่ผิดรูป



รูปที่ 1-5 โพรงสมองที่มีลักษณะปกติ (ก) และ โพรงสมองที่มีลักษณะสมบูรณ์ (ข)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คุณลักษณะใหม่ 2 คุณลักษณะที่สามารถจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
2. ซอฟต์แวร์ต้นแบบที่ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจของแพทย์
3. คุณลักษณะเชิงพื้นที่ของร่องรอบโพรงสมองและโพรงสมองที่สามารถนำมาจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 1-6 การซ้อนทับกันของสมองที่ปกติและกลุ่มที่เป็นโรค

บทที่ 2

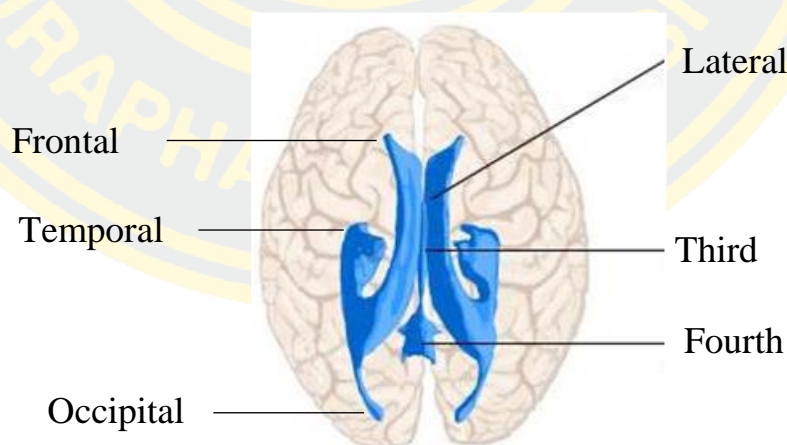
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กายวิภาคโพรงสมองมนุษย์ (ventricles of brain)

โพรงในสมอง คือช่องว่างที่อยู่กึ่งกลางภายในสมองซึ่งเป็นที่กักเก็บน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง ก้อนตรงกลางจะกลวงเป็นโพรงอยู่ข้างในเรียกว่า ventricle ซึ่งมีชื่อ เรียกตามส่วนต่าง ๆ คือ

1. Lateral ventricle มีขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ 2 ข้างของ cerebrum ใต้ corpus callosum ซึ่งติดต่อกับพื้นของ Lateral ventricle จะมี basal ganglia ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่รวมกันเพื่อทำให้กล้ามเนื้อทั่วร่างกายทำงาน ร่วมกัน คือมี coordination มีช่องติดต่อกับ third ventricles เรียกว่า interventricular foramen
2. Third ventricles อยู่ระหว่าง thalamus มีรูเล็ก ๆ ติดต่อกับ forth ventricle เรียกว่า cerebral aqueduct
3. Fourth ventricle อยู่ใต้ cerebrum และ medulla oblongata ภายใน fourth ventricle นอกจากจะติดต่อกับ third ventricles รูปที่ 2-1

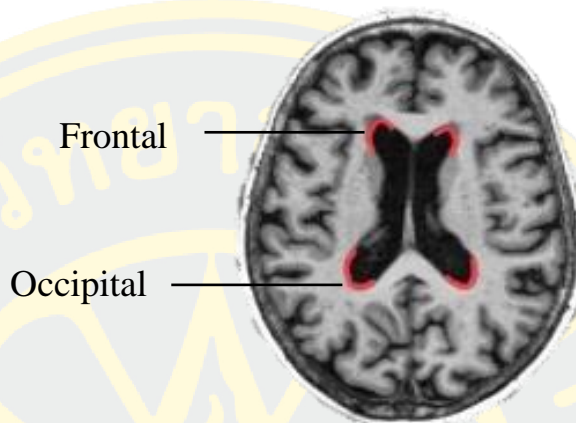


รูปที่ 2-1 ช่องว่างในสมอง

(ที่มา : Nachum Dafny (1997), Overview of the Nervous System, January 16, 2019)

นอกจากนี้โพรงสมองยังประกอบด้วยจำนวน 3 เขา อันได้แก่ เขาด้านหน้า (Frontal horn) เขาด้านหลัง (Occipital horn) และเขาล่างสุด (Temporal horn) ดังแสดงใน รูปที่ 2-2 ซึ่งเป็น

ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการตัดตามแนวนอน และเป็นระดับที่แพทย์ใช้ประเมินภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง เนื่องจากเป็นระดับที่สามารถเห็นขนาดของโพรงสมองได้ชัดเจนที่สุด



รูปที่ 2-2 ขาหน้า (Frontal) และขาหลัง (Occipital) ของสมอง

2.1.2 น้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid)

น้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลังมีลักษณะเป็นน้ำใส ๆ มีประมาณ 100-200 ซีซี ประกอบด้วยกลูโคส โปรตีน และเม็ดโลหิตขาว น้ำไขสันหลังนี้ขับออกจาก Choroid Plexuses ซึ่งเป็นกลุ่มร่างแหของหลอดเลือดฝอยเล็ก ๆ พบได้ใน Ventricles ของสมองทั้ง 3 แห่ง เป็นแหล่งที่ผลิตน้ำไขสันหลังโดยวิธีการกรองออกจากเลือด น้ำไขสันหลังจะไหลเวียนผ่าน Ventricles ต่าง ๆ โดยมีรูติดต่อทั้งทางด้านข้างและตรงกลางเข้าสู่ Subarachnoid Space และไหลไปอยู่ล้อมรอบสมอง และไขสันหลัง รูปที่ 2-4 หน้าที่ของน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง คือ 1. ป้องกันการกระทบกระเทือนของสมองและไขสันหลัง 2. ลำเลียงอาหารไปเลี้ยงสมองและไขสันหลัง 3. รักษาความดันในสมองให้คงที่ โดยหากมีช่องใดช่องหนึ่งถูกอุดตัน จะทำให้น้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลังในสมองมีจำนวนมากผิดปกติ ส่งผลให้ศีรษะขยายใหญ่ซึ่งลักษณะแบบนี้ถูกเรียกว่า Hydrocephalus

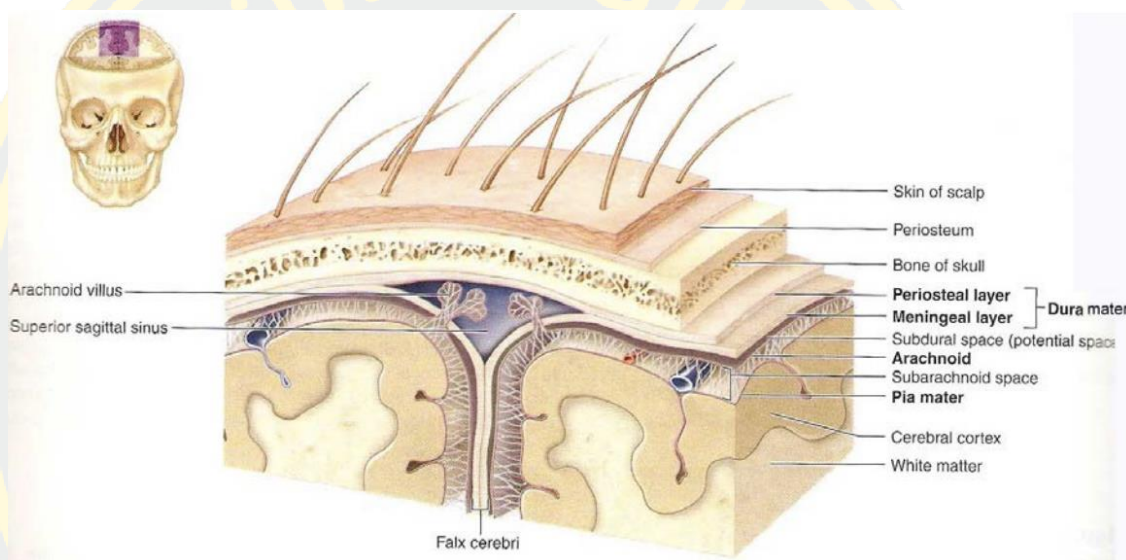
2.1.3 เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (Meninges)

เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังมี 3 ชั้น ได้แก่ รูปที่ 2-3

1. Dura Mater (เยื่อหุ้มสมองชั้นนอก) เป็นชั้นนอกสุด มีความหนามาก ช่องระหว่าง Dura Mater และกะโหลกศีรษะ เรียกว่า Epidural Space

2. Arachnoid Mater (เยื่อหุ้มสมองชั้นกลาง) เป็นชั้นกลางมีลักษณะบางใส แยกจากชั้น Dura Mater ด้วยช่องที่เรียกว่า Subdural Space

3. Pia Mater (เยื่อหุ้มสมองชั้นใน) เป็นชั้นในสุด มีลักษณะบางอยู่ใกล้ชิดกับเนื้อของสมองและไขสันหลังมากที่สุด โดยแยกจากชั้น Arachnoid Mater ด้วยช่องที่เรียกว่า Subarachnoid Space ภายในช่องจะมีน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid) เยื่อหุ้มสมองจะมีหลอดเลือดหล่อเลี้ยง ที่สำคัญจะพบเส้นตรงเหนือใบหู เรียกว่า Middle Meningeal Artery ถ้ากะโหลกศีรษะแตกที่บริเวณนี้จะทำให้บาดถูกหลอดเลือดทำให้เกิดโลหิตออกและขังอยู่นอก Dura Mater เรียกว่า Epidural Hemorrhage

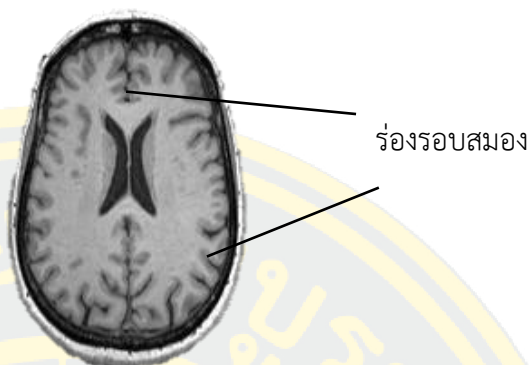


รูปที่ 2-3 แสดงโครงสร้างเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง

(ที่มา : Mckinley, M. and O' Loughlin, V.D. 2008:446, December 20, 2018)

2.1.4 ร่องรอบสมอง

ร่องรอบสมอง (Sulci) เป็นหน่วยงานของสมองโดยการสร้างรอยต่อระหว่างกลีบสมองและสมอง แบ่งออกเป็นสองซีก เยื่อหุ้มสมองสมองแบ่งออกเป็นสี่แฉก กลีบหน้าผากจะตั้งอยู่ในพื้นที่ด้านหน้าสุดของเปลือกสมอง กลีบข้างและกลีบขมับอยู่ในตำแหน่งที่อยู่เบื้องหลังกลีบหน้าผากด้วยกลีบข้างในตำแหน่งดังกล่าวข้างต้นกลีบขมับ กลีบท้ายทอยนั่งอยู่ที่ภูมิภาคหลังของเปลือกสมอง แต่ละกลีบสมองเหล่านี้มีความรับผิดชอบในหน้าที่สำคัญหลายประการ กลีบหน้าผากมีความสำคัญสำหรับการควบคุมมอเตอร์, การคิดและการใช้เหตุผล กลีบข้างขม่อมประมวลผลข้อมูลทางประสาทสัมผัสในขณะที่กลีบท้ายทอยเป็นศูนย์หลักสำหรับการประมวลผลภาพ กลีบขมับมีความสำคัญสำหรับภาษาและการผลิตการพูดเช่นเดียวกับหน่วยความจำและอารมณ์ในการประมวลผล ซึ่งร่องรอบสมองมีลักษณะดังรูปที่ 2-4



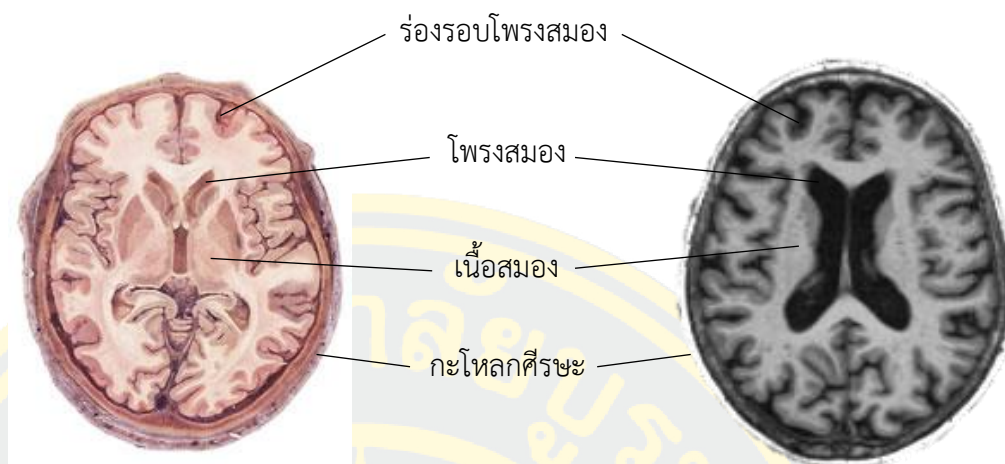
รูปที่ 2-4 ลักษณะร่องรอบสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

2.1.5 โรคในกลุ่มสมองฝ่อ

สมองฝ่อคือการเจริญเติบโตของเซลล์สมองมีขนาดลดลง ปกติในสมองมนุษย์จะประกอบด้วยเซลล์ประมาณหนึ่งแสนล้านเซลล์ ซึ่งเซลล์เหล่านี้ถูกสร้างตั้งแต่มนุษย์อยู่ในครรภ์จนเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นจึงหยุดสร้าง ถ้าหากเกิดการสูญเสียเซลล์ใดเซลล์หนึ่งไปจะไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ เมื่อมนุษย์เข้าสู่วัยชราเซลล์สมองจะเกิดการฝ่อจนทำให้โพรงสมองขยายใหญ่ขึ้นและร่องรอบสมองมีความกว้าง รูปที่ 2-5 ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีเซลล์สมองน้อยลงกว่าวัยอื่น ดังนั้นความชราถือเป็นสาเหตุหลักของโรคสมองฝ่อ แต่ก็ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่ส่งผลให้เซลล์สมองตายได้ เช่น การอุดตันของเส้นเลือด การตายของเซลล์สมองหลาย ๆ ตำแหน่ง การดื่มแอลกอฮอล์มาก การทานยาแก้ปวดและยานอนหลับเป็นเวลานาน โดยลักษณะอาการของสมองฝ่อ ได้แก่

- สติปัญญาลดลง
- อารมณ์และพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง
- ขาดความสนใจในเหตุการณ์รอบ ๆ ตัวเอง
- หลงลืมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ

ปัจจุบันโรคนี้อย่างไม่สามารถรักษาให้หายได้ เพียงแต่รักษาตามอาการของโรคเท่านั้น การดูแลผู้ป่วยและการยอมรับของญาติ จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่จะทำให้ผู้ป่วยมีอายุยืนนาน



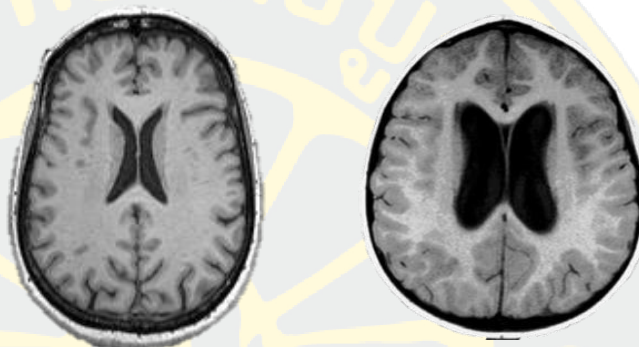
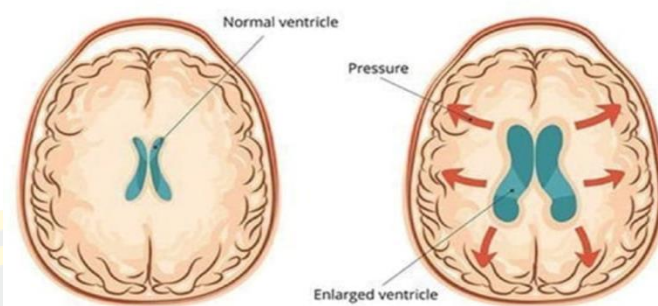
รูปที่ 2-5 สมองปกติ (ซ้าย) และ โรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ขวา)

2.1.6 ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง

ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง คือ ภาวะที่มีน้ำหล่อเลี้ยงมากผิดปกติจึงทำให้โพรงสมองเกิดการขยายตัวขึ้น ซึ่งในเด็กโตและผู้ใหญ่จะมีน้ำไขสันหลังอยู่ประมาณ 50-150 มิลลิลิตร และมีการสร้างน้ำไขสันหลังประมาณ 500 มิลลิลิตรต่อวัน ร่างกายจะสร้างน้ำไขสันหลังขึ้นมาโดยสกัดจากเลือดแดง น้ำเหล่านี้จะไหลเวียนหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง เพื่อหล่อหุ้มสมองและไขสันหลัง ลดแรงกระแทกกระเทือนของสมอง ซึ่งภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีปริมาณน้ำไขสันหลังที่สร้างนั้นมากกว่าปริมาตรของช่องในโพรงกะโหลกศีรษะ กล่าวคือ มีการสร้างมากกว่าจำนวนที่กักเก็บ ความผิดปกติเกิดจากหลายสาเหตุดังนี้

- การอุดตันของทางผ่านน้ำไขสันหลัง
- ความผิดปกติในการดูดซึมน้ำไขสันหลัง
- การสร้างน้ำไขสันหลังมากผิดปกติ
- ก้อนเนื้ออกในสมองไปเบียดทำให้น้ำไขสันหลังไหลเวียนได้ไม่ดี
- ภาวะเลือดออกในสมอง
- โพรงสมองตีบตัน

ซึ่งสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงจนทำให้โพรงสมองเกิดการขยายตัวใหญ่ขึ้นจนเบียดเนื้อเยื่อภายในสมอง และลักษณะอาการที่ตามมาของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง ไม่ใช่แค่ปวดหัวเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการทำงานของสมองที่เปลี่ยนไป เช่น ความจำที่แย่ง การเดินผิดปกติ มีอาการเกร็งและสั่นของแขนขา คล้ายคนที่เป็นโรคในกลุ่มสมองฝ่อ ถือว่าเป็นภาวะทางระบบประสาทที่อันตราย จำเป็นต้องได้รับการรักษาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากมีผลทำให้สมองพิการ และอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ รูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 โพรงสมองปกติ (ซ้าย) และ โพรงสมองที่มีภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ขวา)
(ที่มา: Samitivejhospitals (2018), December 20, 2018)

2.1.7 ภาพถ่ายแม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องสแกนแม่เหล็กไฟฟ้าเอ็มอาร์ไอ (Magnetic Resonance Imaging) เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย โดยใช้สนามแม่เหล็กความเข้มสูงและคลื่นความถี่ในย่านความถี่วิทยุ มาใช้ในการสร้างภาพตัดขวางและภาพในแนวระนาบต่าง ๆ ซึ่งภาพที่ได้จะมีด้วยกัน 3 ระนาบ คือ 1. การตัดแบ่งด้านหลัง (Coronal) 2. การตัดแบ่งซ้ายขวา (Sagittal) 3. การตัดตามแนวนอน (Axial) ซึ่งข้อดีของภาพถ่ายสนามแม่เหล็กคือ มีความละเอียดและความคมชัด ทำให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำ และการถ่ายภาพสนามแม่เหล็กจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย หรือ ความเจ็บปวดใด ๆ แก่ผู้ป่วยเนื่องจากไม่มีรังสีเอกซเรย์



รูปที่ 2-7 ภาพถ่ายสแกนแม่เหล็กทั้ง 3 ระนาบ

(ที่มา: Toubibe (2005), Pixabay, December 20, 2018)

2.1.8 Complement

วิธีการทำ Complement หรือการ invert คือการดำเนินการกับเลขฐานสอง หรือ Binary ซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่าในพิกเซล ถ้าพิกเซล ที่มีค่า เป็น 0 จะเท่ากับ 1 และพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 จะเท่ากับ 0

1	1	0	1	➔	0	0	1	1
1	0	0	1		0	1	1	0
1	0	0	0		0	1	1	1
0	1	1	1		1	0	0	0

รูปที่ 2-8 ตัวอย่างการทำ Complement

2.1.9 Morphological operations

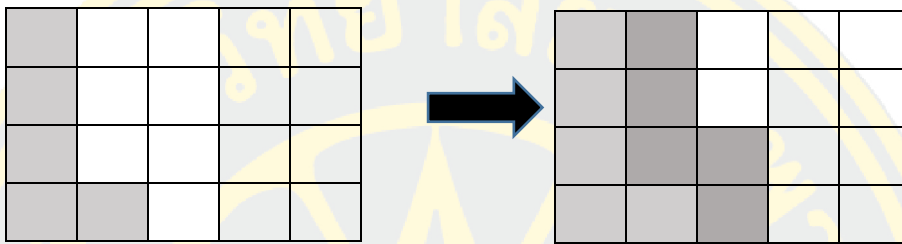
Morphology Operations เป็นเครื่องมือที่ใช้งานด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้สำหรับการแต่งเติมส่วนขอบของภาพ โดยใช้ทฤษฎีเซต โดยเซตใน Morphology จะแทนรูปร่างของวัตถุในภาพ สำหรับการทำ Morphological สามารถใช้ในการจำกัดสัญญาณรบกวน ขยายพื้นที่ของวัตถุ และกำจัดส่วนที่เกินของวัตถุได้

Dilation คือ การขยายภาพ เป็นลักษณะการเพิ่มข้อมูลภาพตามลำดับตลอดภาพ โดยจะเพิ่มส่วนสีขาวหรือขนาดของวัตถุ โดยทั้งหมดที่อยู่ใกล้เคียงนั้นจะถูกเพิ่มเข้ามาตามขนาดของ Kernel ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้เป็นค่า 1 เมื่อพิกเซลใดพิกเซลหนึ่งบน Kernel มีค่าตรงกับพิกเซลภาพ และจะมีค่าคงเดิม เมื่อทุกพิกเซลของ Kernel มีค่าตรงข้ามกับทุกค่าพิกเซลภาพ ดังสมการ 2-1

$$D = I \oplus S = \{Z | [(S)_z \cap S] \subseteq S\} \quad (2-1)$$

โดย

I คือภาพนำเข้า และ S คือ Structuring Element



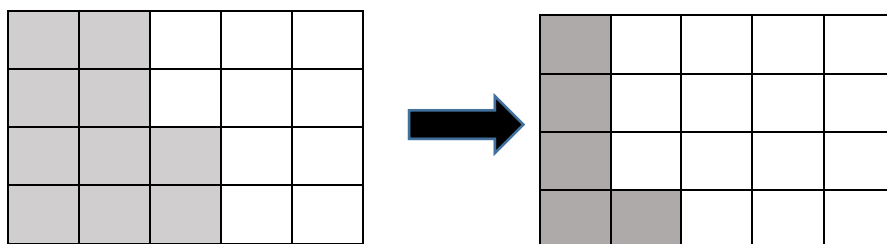
รูปที่ 2-9 การทำงานของ Dilation

Erosion คือ การย่อภาพ เป็นลักษณะของการลบข้อมูลภาพบริเวณขอบของภาพ โดยทั้งหมดที่อยู่ใกล้เคียงนั้นจะโดนลบออกไปตามขนาดของ Kernel ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ให้เป็นค่า 0 เมื่อพิกเซลใดพิกเซลหนึ่งบน Kernel มีค่าตรงกับพิกเซลภาพ และจะมีค่าคงเดิม เมื่อพิกเซลของ Kernel มีค่าตรงกับค่าพิกเซลภาพ ดังนั้นความหนาหรือขนาดของวัตถุข้างหน้าจะลดลงหรือพื้นที่ที่มีสีขาวก็จะลดลง ซึ่งจะนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการจำกัดสัญญาณรบกวน ดังสมการ 2-2

$$E = I \ominus S = \{Z | (S)_z \subseteq I\} \quad (2-2)$$

โดย

I คือ ภาพนำเข้า และ S คือ Structuring Element



รูปที่ 2-10 การทำงานของ Erosion

2.1.10 Hole Filling

เป็นกระบวนการเติมเต็มส่วนที่เป็นช่องว่างที่เกิดภายในวัตถุ โดยอาศัยการหาจุดเชื่อมต่อของขอบวัตถุที่เกิดขึ้นกับขอบของวัตถุข้างเคียงดังสมการ 2-3

$$X_k = (X_{k-1} \oplus S) \cap A^c \quad k = 1, 2, 3 \dots \quad (2-3)$$

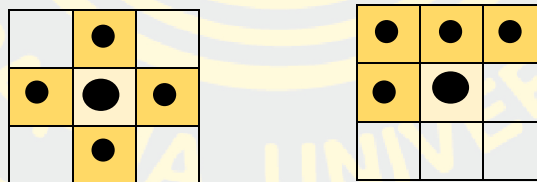
กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อวนถึงรอบการทำซ้ำที่ k ถ้า $X_k = X_{k-1}$

โดย

- A คือ พื้นที่ของวัตถุ
- S คือ Structuring Element
- X_k คือ พื้นที่ของช่องว่าง

2.1.11 Labeling

Labeling คือการค้นหาส่วนประกอบที่มีการเชื่อมติดกัน โดยการค้นหาพิกเซลของวัตถุที่ติดกันได้มีการนำเสนอครั้งแรกโดย Rosenfeld (Rosenfeld & Pfaltz, 1966) จะกระทำในภาพขาวดำ โดยแบ่งพิกเซลออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนเบื้องหน้า (วัตถุที่สนใจในภาพ) และ ส่วนเบื้องหลัง การกำหนดหมายเลขมี 2 แบบคือ จุด 4 จุดเชื่อมกันและแบบจุด 8 จุดเชื่อมกัน ข้อแตกต่างของทั้งสองแบบคือ ถ้าเป็นแบบ 4 จุด จะเลือกจุดที่เชื่อมต่อกันแบบ บน ล่าง ซ้าย ขวา รูปที่ 2-11 แต่หากเป็นแบบจุด 8 จุดเชื่อมกัน จะเลือกมุมทแยงเพิ่มเข้ามา



รูปที่ 2-11 การเชื่อมต่อแบบ 4 จุด (ซ้าย) และ การเชื่อมต่อแบบ 8 จุด (ขวา)

2.1.12 Convex Hull

Convex Hull คือการหาเปลือกนูนของวัตถุ (Kirkpatrick & Seidel, 1986) โดยเซตย่อยที่มีขนาดเล็ก ซึ่งจุดภายในเซตย่อยเหล่านี้สามารถครอบคลุมทุกจุดบนเซตได้ จะเรียกเซตย่อยนี้ว่า เซตของเปลือกนูน (Extreme Point) จะกระทำโดยพิจารณาสองจุดใด ๆ บนเซต กำหนดให้สองจุดดังกล่าวเป็นจุดแบ่งครึ่งระหว่างสองกลุ่มด้วยสมการเส้นตรง $ax_k + by_k - c = 0$ หากเส้นดังกล่าวสามารถแบ่งจุดอื่น ๆ ให้อยู่ในฝั่งเดียวกันทั้งหมด แสดงว่า สองจุดที่พิจารณานี้เป็นจุดที่อยู่รอบจุดอื่น ๆ บนเซต ถ้าหากไม่ก็จะพิจารณาหาจุดเปลือกนูนต่อไป โดยเซตเปลือกนูนจะสามารถคำนวณได้ ดังสมการ 2-4

$$C = \{ \sum_{i=1}^{|N|} a_i p_i : a_i \geq 0 \text{ for all } i \text{ and } \sum_{i=1}^{|N|} a_i = 1 \} \quad (2-4)$$

โดย

N คือ จำนวนจุดจำกัดของพิกเซลเบื้องหน้า

p_i คือ แทนแต่ละจุดใน N

a_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์เชิงบวกที่มีผลรวมเท่ากับหนึ่ง

2.1.13 The Object Attributes Thresholding (OAT)

วิธี The Object Attributes Thresholding (Rodtook & Chucherd, 2012) เป็น อัลกอริทึมที่ใช้ในการหาค่าเทรชโวลต์ของภาพโดยคำนวณหาจากฮิสโตแกรมระดับเทา มาปรับ ใช้กับฮิสโตแกรมของภาพด้วยหลักการทำให้ค่าเพื่อปรับเทรชโวลต์ ให้เหมาะสมกับความเข้มของ วัตถุ โดยสามารถพิจารณาได้จากค่าพิกเซลของภาพระดับเทา L ระดับ $[1, 2, \dots, L]$ จำนวน ของพิกเซลทั้งหมดแทนด้วย N จำนวน จากนั้นสมมติให้พิกเซลทั้งหมดสามารถจำแนกได้เป็น 2 คลาส คือ C_0 กับ C_1 โดยแทนพิกเซลที่ระดับ $[1, \dots, k]$ และ $[k + 1, \dots, L]$ ตามลำดับ วิธีนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่ใช้แยกแยะ (Discriminant analysis) ซึ่งค่าดังกล่าวสามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนของความแปรปรวนระหว่างคลาส σ_B^2 กับค่าความแปรปรวนรวม (Total variance) σ_T^2 และให้ σ_W^2 เป็นความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในคลาส ค่าเทรชโวลต์ที่เหมาะสมคำนวณได้ ตามสมการ

$$\eta = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_T^2} \quad (2-5)$$

ค่าเทรชโวลต์ที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับค่า n หรือ σ_B^2 ที่มากที่สุด จากสมการต่อไปนี้

$$\eta(k) = \frac{\sigma_B^2(k)}{\sigma_T^2} \quad (2-6)$$

$$\sigma_B^2(k) = \frac{(\mu_r w(k) - \mu(k))^2}{w(k)(1-w(k))} \quad (2-7)$$

ค่าเทรชโวลต์ที่เหมาะสม คือ ค่าระดับเทา (k^*) ที่

$$\sigma_B^2(k^*) = \max(\sigma_B^2(k)) \quad 1 \leq k \leq L \quad (2-8)$$

โดย

$$w_0 = \sum_{i=1}^k p_i = w(k), w_1 = 1 - w(k) \quad (2-9)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (1-\mu_0)^2 p_i}{w_0} \quad (2-10)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum_{i=k+1}^L (1-\mu_1)^2 p_i}{w_1} \quad (2-11)$$

$$\sigma_B^2 = w_0 w_1 (\mu_0 - \mu_1)^2 \quad (2-12)$$

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^L (i - \mu_r)^2 p_i \quad (2-13)$$

$$\sigma_W^2 = w_0 \sigma_0^2 + w_1 \sigma_1^2 \quad (2-14)$$

วิธี OAT ได้นำอัลกอริทึมของ Otsu (Otsu, 1979) มาประยุกต์ใช้กับฮิสโตแกรมระดับเทาของภาพ โดยการทำซ้ำเพื่อใช้สำหรับการปรับค่าเทรตโซลด์ ซึ่งการปฏิบัติสามารถทำได้ดังนี้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเงื่อนไข โดยใช้ความเข้มของวัตถุมาเป็นเกณฑ์ ค่าเทรตโซลด์ที่ได้จากการปรับในแต่ละครั้งต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. กำหนดให้ $j = 1$
3. กำหนดฮิสโตแกรมของภาพ (G_j)
4. นำขั้นตอนวิธีของ Otsu คำนวณหาค่าเทรตโซลด์ (t_j) จาก (G_j)
5. กำหนดฮิสโตแกรมระดับเทาใหม่โดยให้ (G_{j+1}) เท่ากับ ส่วนของ (G_j) ที่อยู่ระหว่างสีดำ กับ (t_j)
6. เพิ่มค่า j แล้วทำซ้ำข้อที่ 4 และ 5 จนกระทั่งค่าเทรตโซลด์ที่ได้ไม่อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด ดังนั้นค่าเทรตโซลด์ที่ได้จากวิธี OAT คือ ค่าเทรตโซลด์ค่าสุดท้ายที่ได้จากการ ปรับและอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด

2.1.14 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

แรงคือปริมาณเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทาง ที่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทิศทาง และสามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือหยุดนิ่ง ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตรงและมีทิศทางเดียวกับแรงที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เมื่อมีแรงลัพธ์ขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังสมการ 2-15

$$\vec{P} = \overline{M\omega} \quad (2-15)$$

เมื่อ

P = แรงสู่ศูนย์กลาง

M = มวลของวัตถุ

ω = อัตราเร็วเชิงมุม

2.1.15 Bayesian Learning

การเรียนรู้แบบเบย์ เป็นเทคนิคที่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น ตามกฎของเบย์ (Bayes' Theorem) เพื่อหาว่าสมมติฐานใดน่าจะถูกต้องที่สุด โดยใช้ความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) ได้แก่ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าสำหรับสมมติฐานหนึ่ง ๆ ร่วมกับข้อมูล เช่น ความน่าจะเป็นที่สังเกตได้สำหรับสมมติฐานหนึ่ง ๆ เพื่อหาสมมติฐานที่ดีที่สุดการเรียนรู้แบบเบย์อาศัยหลักการของการคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละสมมติฐาน (ในที่นี้คือคลาสเป้าหมายหรือผลลัพธ์การทำนาย) โดยการเรียนรู้แบบเบย์เป็นการเรียนรู้เพิ่มเติม เนื่องจากตัวอย่างใหม่ที่ได้มาถูกนำมาปรับเปลี่ยนการแจกแจงซึ่งมีผลต่อการเพิ่ม หรือ ลดความน่าจะเป็น ทำให้มีการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป วิธีการนี้ตัวแบบจะถูกปรับเปลี่ยนไปตามตัวอย่างใหม่ที่ได้โดยผนวกกับความรู้เดิมที่มี ซึ่งการทำนายค่าคลาสเป้าหมายของตัวอย่างใช้ความน่าจะเป็นมากที่สุดของทุกสมมติฐาน ดังสมการ 2-16

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)} \quad (2-16)$$

x แทนข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณการแจกแจงความน่าจะเป็น ของสมมติฐาน c คือ

$P(c|x)$ ตามทฤษฎี

$P(c)$ คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของสมมติฐาน c

$P(x)$ คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของชุดข้อมูลตัวอย่าง x

$P(c|x)$ คือ ความน่าจะเป็นของ c เมื่อรู้ x

$P(x|c)$ คือ ความน่าจะเป็นของ x เมื่อรู้ c

2.1.16 Ellipse

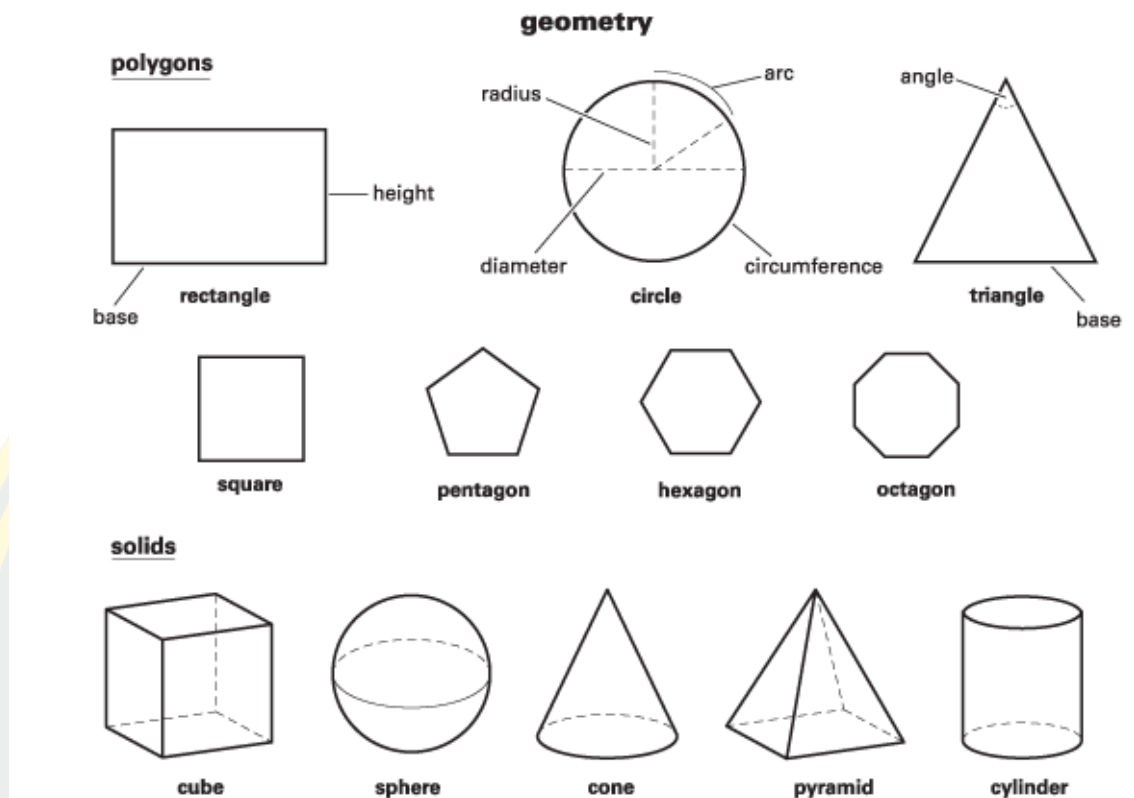
วงรี (ellipse) คือ เส้นโค้งซึ่งล้อมรอบจุดโฟกัสสองจุดและทำให้ผลรวมของระยะทางจากจุดบนเส้นโค้งไปหาจุดโฟกัสแต่ละจุดเป็นค่าคงที่ วงรีถือเป็นนัยทั่วไปของวงกลม นั่นคือ วงกลมเป็นกรณีพิเศษของวงรีที่มีจุดโฟกัสซ้อนกันเป็นจุดเดียว ความยืดของวงรีแสดงด้วยค่าความเยื้องศูนย์กลาง ซึ่งสำหรับวงรีอาจมีค่าได้ตั้งแต่ 0 (กรณีพิเศษของวงกลม) และมากเข้าใกล้ 1 เท่าใดก็ได้

ได้ แต่ไม่ถึง 1 (ซึ่งจะกลายเป็นพาราโบลา) วงรียังสามารถนิยามเป็นเซตของจุด ที่สำหรับแต่ละจุดในเซต อัตราส่วนของระยะทางไปหาจุดที่กำหนดต่อระยะทางไปหาเส้นที่กำหนดเป็นค่าคงที่ ดังสมการ 2-17

$$\frac{X^2}{b^2} + \frac{Y^2}{a^2} = 1; a, b > 0 \quad (2-17)$$

2.1.17 Geomategy

เรขาคณิต คือสาขาสอนเทศเชิงเรขาคณิตที่คงเหลืออยู่หลังจากตัดข้อมูลตำแหน่ง (Kendall, 1984) ขนาด การจัดวาง และการสะท้อน ออกจากการพรรณนาของวัตถุทางเรขาคณิตแล้ว หมายความว่า ไม่ว่าจะขยาย ย่อรูปร่าง ย้ายตำแหน่ง หมุนรูปร่าง หรือสะท้อนรูปร่าง ก็ยังคงเดิม เหมือนต้นฉบับต้นฉบับ คือไม่เปลี่ยนไปเป็นรูปร่างอื่น ทั้งนี้คำว่า รูปร่าง หรือ รูป ใช้เรียกวัดที่ไม่เกินสองมิติ ส่วนคำว่า รูปทรง หรือ ทรง ใช้เรียกวัดตั้งแต่สามมิติขึ้นไป วัตถุต่าง ๆ ที่มีรูปร่างเหมือนกัน เราจะกล่าวว่าวัตถุเหล่านั้นคล้ายกัน (Similar) และถ้าวัตถุเหล่านั้นมีขนาดเดียวกันด้วย เราจะกล่าวว่าวัตถุเหล่านั้นสมภาคกันหรือเท่ากันทุกประการ (Congruent) รูปร่างเรขาคณิตสองมิติหลายรูปสามารถนิยามขึ้นได้จากเซตของจุด (Point) หรือจุดยอด (Vertex) กับเส้นตรง (Line) ที่เชื่อมโยงจุดเหล่านั้นอย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ปิด ตลอดจนจุดที่อยู่ภายในรูปร่างที่เป็นผลลัพธ์ รูปร่างเช่นนั้นเรียกว่ารูปหลายเหลี่ยม (Polygon) เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม ฯลฯ รูปร่างนอกเหนือจากนี้อาจมีขอบเขตเป็นเส้นโค้ง เช่น รูปวงกลมหรือรูปวงรี รูปที่ 2-12



รูปที่ 2-12 รูปทรงเรขาคณิต

(ที่มา: Merriam (2020), March 14, 2020)

2.1.18 เครื่องมือวัดประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ความถูกต้องของงานวิจัยนี้ จะวัดประสิทธิภาพของผลการทดลองโดยพิจารณาจากค่า Accuracy True Positive Rate, False Positive Rate และ F-measure โดยวิธีดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

TP rate, Recall :

$$TPR, Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (2-18)$$

FP rate :

$$FPR = \frac{FP}{(TN+FP)} \quad (2-19)$$

F-measure:

$$F - measure = \frac{2*Precision*Recall}{Precision*Recall} \quad (2-20)$$

เมื่อ

TP = True Positive.

TN = True Negative.

FP = False Positive.

FN = False Negative.



2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Pushkar Bhatkoti และ Manoranjan Paul (Bhatkoti & Paul, 2016) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Early Diagnosis of Alzheimer's Disease: A Multiclass Deep Learning Framework with Modified k-sparse Autoencoder Classification งานวิจัยนี้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของ KSA Algorithm สำหรับการจำแนกประเภทเพื่อวินิจฉัยโรคอัลไซเมอร์ โดยใช้ภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก (MRI) ของสมอง คือ ภาพไขสันหลังสมอง (CSF) low amyloid beta 1-42 และ ภาพถ่ายรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนเป็นจำนวน 150 ภาพ วิธีการที่นำเสนอคือ k-sparse Autoencoder โดยวิธีการนี้สามารถจำแนกพื้นที่ที่เชื่อมตรงกลางของสมองได้ แต่มีข้อจำกัดคือ วิธีการนี้มีความเสี่ยงที่จะเกิดการ Over Fitting ของข้อมูล เนื่องจากพารามิเตอร์มีชุดข้อมูลขนาดเล็ก

Fabijańska และคณะ (Fabijańska, Weęgliński, Zakrzewski, & Nowostawska, 2014) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Assessment of Hydrocephalus in Children based on Digital image processing and Analysis สกัดคุณลักษณะของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจากภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความเร็วสูง (CT Scan) มี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกจะทำการสกัดคุณลักษณะ 4 ลักษณะ ได้แก่ 1. อัตราส่วนอีวานส์ (Evans Ratio : ER) คืออัตราส่วนระหว่างโพรงสมองกับภายในกะโหลกศีรษะ 2. อัตราส่วนเขาโพรงสมองด้านหน้าและด้านหลัง (Frontal and Occipital Horn Ratio : FOHR) 3. มุมโพรงสมอง (Ventricular Angle : VA) คือมุมที่เกิดระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของศีรษะทำมุมกับเส้นสัมผัสเขาโพรงสมองด้านหน้า 4. รัศมีเขาหน้า (Frontal Horn Radius : FHR) คือการวัดรัศมีของเขาโพรงสมองซึ่งได้รับจากการสร้างเส้นโครงกระดูกของโพรง ขั้นตอนสุดท้าย คุณลักษณะทั้ง 4 จะถูกนำมาเปรียบเทียบหาค่า Relative Error โดยใช้ภาพอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์วัดความถูกต้อง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีในการสกัดคุณลักษณะของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีความแม่นยำ เนื่องจากตัวเลขที่สกัดได้ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับของผู้เชี่ยวชาญ

Manit Chansuparp และคณะ (Chansuparp, Rodtook, Rasmeequan, & Chinnasarn, 2015) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง The Automated Skull Stripping of Brain Magnetic Resonance Images using the Integrated Method งานวิจัยนี้ได้ทำการลบกะโหลกศีรษะเหลือเพียงเนื้อในสมองโดยทำบนภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้าจะอาศัยความเข้มของวัตถุเป็นเกณฑ์ในการแยกส่วนจึงทำให้ประสบปัญหาการแยกที่ผิดพลาด งานวิจัยนี้แก้ปัญหาภาพถ่ายที่ส่วนกะโหลกศีรษะมีความเข้มของสีใกล้เคียงกับเนื้อสมอง โดยมีกระบวนการทำงานดังขั้นตอนนี้ 1. แปลงภาพระดับเทาเป็นขาวดำ ด้วยวิธีการ Object Attributes Thresholding 2.

กระบวนการ Morphology โดยใช้วิธีการกัดกร่อนภาพเพื่อแยกเนื้อสมองออกจากกะโหลก 3. Labeling เพื่อคำนวณหากลุ่มพิกเซลติดกันที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งบริเวณนี้จะเป็นเนื้อสมอง และ 4. จะเป็นการทำ Morphology อีกรอบเพื่อ ขยาย และเติมช่องว่างให้กับภาพสมอง ผลการทดลองโดยใช้ภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก T1- weighted จำนวน 20 ภาพ พบว่า ผลเฉลี่ยของ AO ที่ 98.24% FPR 0.0032% และ FNR 3.57% ซึ่งดีกว่าวิธี Rosniza Rosaln ประมาณ 16.5%, 15.9% และ 4% ตามลำดับ โดยวิธีดังกล่าวใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน

Lata Ayesha Akter และ Goo-Rak Kwon (Akter & Kwon, 2018) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Integration of Contourlet Transform and Canny Edge detector for Brain Image Segmentation ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แนะนำการผสมผสานภาพรวมใหม่ สำหรับการแบ่งส่วนภาพสมอง MRI โดยใช้การแปลงแบบใหม่ที่เรียกว่า Contourlet Transform ซึ่งใช้ร่วมกับวิธี Canny Edge Detector เพื่อการแบ่งส่วนที่ดีขึ้นเขาได้ใช้ขั้นตอนวิธี Enhancement Function กับ Contourlet Coefficients ก่อนที่จะนำเข้ากระบวนการ Canny Edge Detector จากนั้นทำการปรับปรุงคุณภาพรูปภาพโดยขั้นตอนวิธี Contourlet Transform ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการ Canny Edge Detector หลังจากการปรับปรุงภาพโดย Contourlet Transform นั้นได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการทั่วไป และวิธีการแบ่งส่วนภาพสมองจะขึ้นอยู่กับ การเพิ่มประสิทธิภาพของภาพโดยใช้ เทคนิค Contourlet Transform และ Canny Edge Eetection ซึ่งเทคนิค Canny Edge Detection จะตรวจจับได้ดีขึ้น ขึ้นอยู่กับผลของการแบ่งกลุ่ม

Wassim El Hajj Chehade และคณะ (Chehade, Kader, & El-Zaart, 2018) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Segmentation of MRI Images for Brain Cancer Detection ซึ่งเป็นการตรวจหามะเร็งสมองโดยการแบ่งส่วนภาพสอง MRI เพื่อนำไปแยกคุณลักษณะ วัตถุประสงค์ของการแบ่งส่วนคือต้องการตรวจสอบประเภทความผิดปกติของสมอง ในงานวิจัยก่อนหน้าได้เสนอเทคนิคการแจกแจงแบบ Gaussian โดยสันนิษฐานว่าฮิสโตแกรมของภาพสมองมีการกระจายแบบ Symmetric อย่างไรก็ตาม หากฮิสโตแกรมที่ได้นั้นคือการกระจายแบบ Non-Symmetric จะต้องใช้การแจกแจงแบบ Gamma ในงานวิจัยนี้จึงเสนอการปรับปรุงวิธีการ Li's ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าดีสำหรับรูปภาพ ซึ่งในวิธีการนี้ การแบ่งส่วนจะใช้ความแปรปรวนระหว่างคลาสกับการกระจาย Gamma วิธีการที่นำเสนอจะถูกทดสอบในภาพ MRI ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการของเขาดีกว่าวิธีการ Li's แบบดั้งเดิม โดยให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นและยังแก้ปัญหาของฮิสโตแกรมที่ Non-Symmetric

Annisa Wulandari และคณะ (Wulandari, Sigit, & Bachtiar, 2018) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Brain Tumor Segmentation to Calculate Percentage Tumor Using MRI ได้นำเสนอการแบ่งส่วนในสมองเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้องอกในสมองโดยเนื้องอกจะแสดงในรูปแบบเป็นลิ้ม

เลือดที่มีลักษณะเป็นก้อน ซึ่งการดูภาพถ่ายสแกนแม่เหล็กมีความยากลำบากในการแยกแยะความต่างของเนื้องอกกับเนื้อสมองที่ปกติเนื่องจากมีสีที่คล้ายกันและการวิเคราะห์เนื้องอกจะต้องวิเคราะห์อย่างถูกต้อง ในการวิเคราะห์ที่ถูกต้องนั้นจะต้องแบ่งส่วนเนื้องอกในสมองออกจากเนื้อเยื่ออื่น ๆ เช่น การบวมน้ำ, เนื้อสมองปกติ, น้ำไขสันหลัง, ไขมัน อันดับแรกจะต้องทำ Median Filtering เพื่อเบลอขอบของภาพ และใช้ Watershed Transformation หาพื้นที่ขนาดใหญ่ภายในภาพซึ่งวิธีนี้จะมีส่วนเนื้องอกออกมา นำ Thresholding มาใช้เพื่อหาวัตถุที่ต้องการ หลังจากนั้นทำการ Contour เพื่อหาพื้นที่ใหญ่ที่สุดแล้วระบุว่านั่นคือเนื้องอกสมอง สรุปผลการทดลองได้ว่าการแบ่งส่วนเนื้องอกในสมองนั้น สิ่งที่ต้องนำออกก่อนคือกะโหลกศีรษะเนื่องจากให้สีที่คล้ายกับเนื้องอกในสมอง และการคำนวณพื้นที่เนื้องอกมีความผิดพลาดเฉลี่ย 10 %

Siti Noraini Sulaiman และคณะ (Sulaiman, Non, Isa, & Hamzah, 2014) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Segmentation of Brain MRI Image Based on Clustering Algorithm งานวิจัยนี้ได้แนะนำวิธีการจัดกลุ่มแบบ Adaptive Fuzzy K-means (AFKM) ซึ่งวิธี AFKM เป็นการรวมกันระหว่าง MKM, KM และ FCM วิธีนี้จะนำมาจำแนกสามพื้นที่ คือ เนื้อสมองสีขาว (White Matter), เนื้อสมองสีเทา (Grey Matter) และ น้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid Spaces) ซึ่งภาพที่แบ่งกลุ่มจะถูกวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลลัพธ์จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-means Clustering โดยผลที่ได้สามารถพิสูจน์ได้ว่าการใช้ AFKM สามารถแบ่งส่วนภาพที่คมชัดและชัดเจนขึ้นในภาพสมอง MRI กระบวนการนี้เป็นวิธีที่ดีสำหรับการแบ่งส่วน

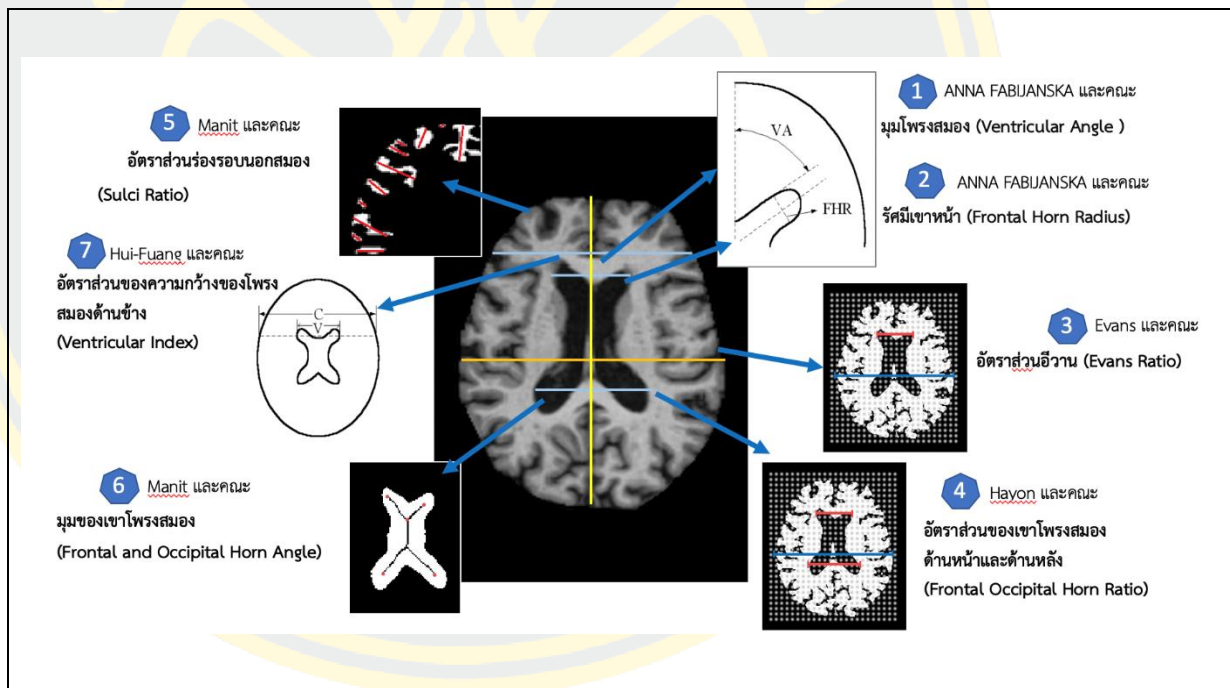
Gunjan Pahuja และ T.N.Nagabhushan (Pahuja & Nagabhushan, 2016) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง A Novel GA-ELM approach for Parkinson's disease detection using Brain Structural T1-weighted MRI Data โรคพาร์กินสันเป็นโรคที่พบได้บ่อยที่สุดเป็นอันดับสองเป็นความผิดปกติของระบบประสาทที่เกิดจากการสูญเสีย Dopamine ในสมองส่วนกลาง ในบทความนี้แนะนำวิธีการใหม่ในการตรวจจับโรคพาร์กินสัน โดยใช้ภาพถ่ายสมอง MRI เนื่องจากเป็นการถ่ายภาพที่ไม่อันตรายและมีความละเอียดสูง วิธีการที่ใช้คือสำหรับการตรวจจับโรคพาร์กินสันคือ GA-ELM โดยการสกัดคุณลักษณะของสมองจากภาพถ่าย MRI แต่เนื่องจากคุณลักษณะที่จำแนกได้นั้นมีจำนวนมากจึงเลือกเทคนิค subset โดยใช้ Genetic Algorithm เป็นตัวดำเนินการ โดยให้ผลสรุปว่าวิธีการจำแนก GA-ELM นั้นให้ผลที่ดีกว่าวิธี GA-SVM 3% เมื่อใช้ GA เลือกชุดข้อมูลเสร็จแล้วจะพบว่า มีคุณสมบัติ 12,40,60 ซึ่งในการตรวจจับโรคพาร์กินสันนั้นสามารถทำได้โดยเพียงเลือกคุณสมบัติที่ 12 หมายความว่า ELM สามารถใช้สำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์และเป็นประโยชน์สำหรับแพทย์ในการตัดสินใจที่ดีขึ้น

Manit Chansuparp และคณะ (Chansuparp, Rodtook, Rasmeequan, & Chinnasarn, 2016) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Novel features for Classification of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy งานวิจัยนี้ได้นำเสนอคุณลักษณะใหม่ของสมองเพื่อนำมาจำแนกโรคในกลุ่มสมองฝ่อและภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง โดยทำการปกกกะโหลกศีรษะก่อนที่จะนำมาหาคุณลักษณะ โดย 2 ลักษณะใหม่ที่น่าสนใจ ได้แก่ 1. มุมของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Angle) คือการวัดมุมที่เกิดขึ้นบนเส้นโครงกระดูก 2. อัตราส่วนร่องรอบนอกนอก (Sulci Ratio) คือร่องรอบสมองที่แบ่งกลางระหว่างส่วนนูนสมอง และคุณสมบัติพื้นฐาน 3 ลักษณะ คือ 1. อัตราส่วนอีวาน (Evans Ratio) คืออัตราส่วนระหว่างโพรงสมองกับภายในกะโหลกศีรษะ 2. อัตราส่วนของเข่าโพรงสมองด้านหน้าและด้านหลัง (Frontal Occipital Horn Ratio) คืออัตราส่วนของผลรวมเข่าโพรงสมองด้านหน้าและด้านหลังต่อภายในกะโหลกศีรษะ 3. มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle) คือ มุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของศีรษะมนุษย์ทำมุมกับเส้นสัมผัสเข่าโพรงสมองด้านหน้า ซึ่งการได้มาของแต่ละลักษณะจำเป็นต้องมีการเตรียมภาพข้อมูลก่อน เพื่อที่จะกำหนดพื้นที่สนใจ (Region of interest) ซึ่งงานวิจัยจะมีส่วนในเนื้อสมองเท่านั้นมาวิเคราะห์ ส่วนกะโหลกและเยื่อหุ้มสมองจะไม่นำมาใช้ เมื่อสกัดลักษณะทั้ง 5 เรียบร้อยแล้ว จึงนำลักษณะทั้งหมดนี้เป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นเพื่อใช้สร้างแบบจำลองในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

Hui-Fuang Ng และคณะ (Ng, Chuang, & Hsu, 2012) ได้นำเสนอวิจัยเรื่อง Extraction and Analysis of Structural Features of Lateral Ventricle in Brain Medical Images ในงานวิจัยนี้จะแยกความแตกต่างระหว่างโครงสร้างสมองปกติและโครงสร้างสมองที่ผิดปกติจากภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) โดยการแยก 3 คุณลักษณะ ได้แก่ 1. Ventricular Index (VI) อัตราส่วนของความกว้างของโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricle) ต่อความกว้างของเนื้อเยื่อสมองทั้งหมด (brain tissue) 2. Ventricular Angle (VA) คือ มุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของศีรษะมนุษย์ทำมุมกับเส้นสัมผัสเข่าโพรงสมองด้านหน้า 3. รัศมีเข่าหน้า (Frontal Horn Radius) คือการวัดรัศมีของเข่าโพรงสมอง เมื่อได้คุณสมบัติแล้วจึงตรวจสอบประสิทธิภาพของคุณสมบัติดังกล่าว ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของโพรงสมองด้านข้างในภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ที่ทำการสกัดคุณลักษณะนั้น สามารถแยกโครงสร้างสมองปกติและสมองผิดปกติได้

ตารางที่ 2-1 คุณลักษณะที่มีของงานวิจัยที่ผ่านมา

ลำดับ	ชื่อคุณลักษณะ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	Ventricular Angle	Anna
2	Frontal Horn Radius	Anna
3	Evans Ratio	Evans
4	Frontal and Occipital Horn Ratio	O'Hayon
5	Sulci Ratio	Manit
6	Frontal Occipital Horn Angle	Manit
7	Ventricular Index	Hui-Fuang

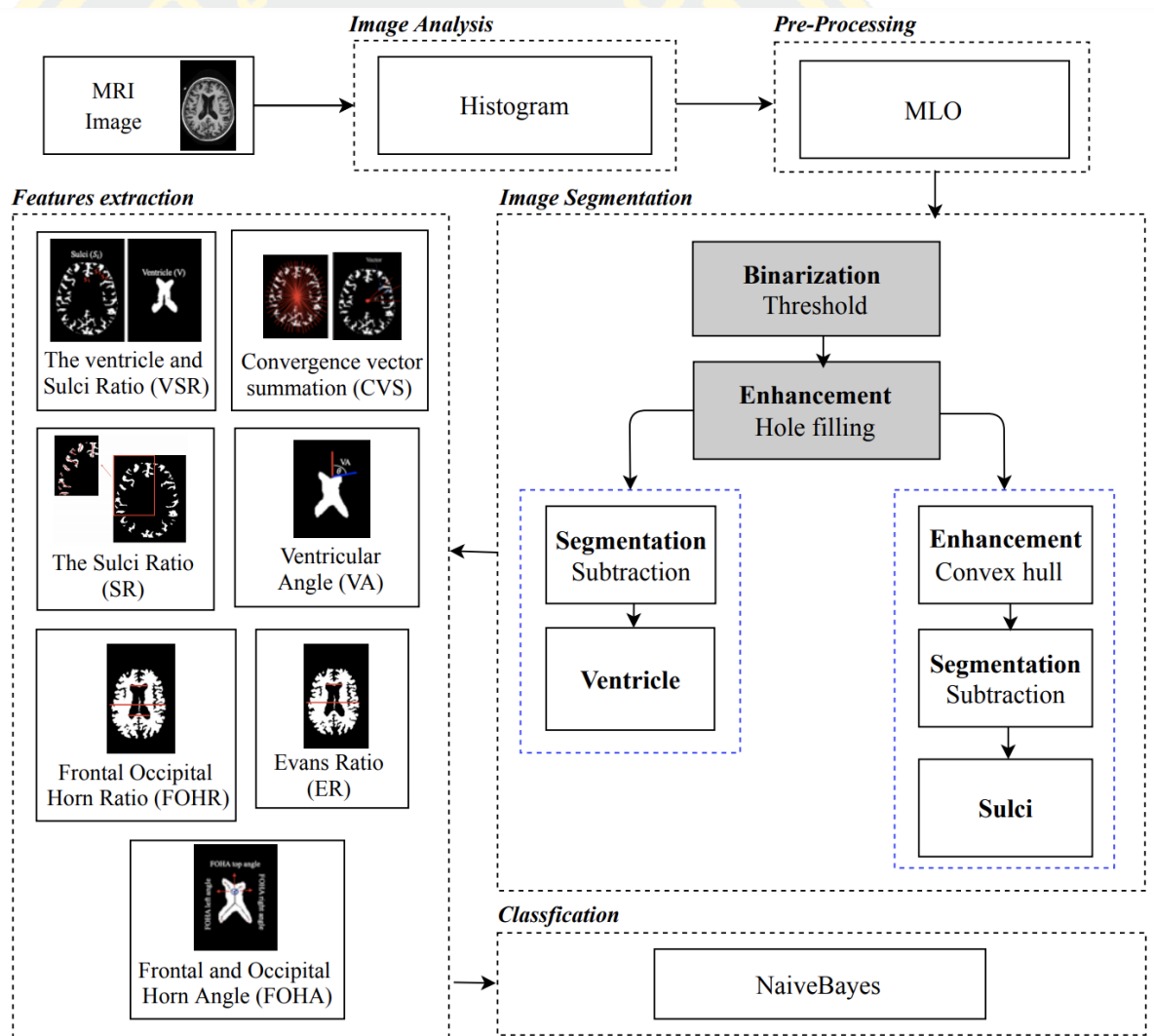


รูปที่ 2-12 คุณลักษณะสมองของงานวิจัยที่ผ่านมา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

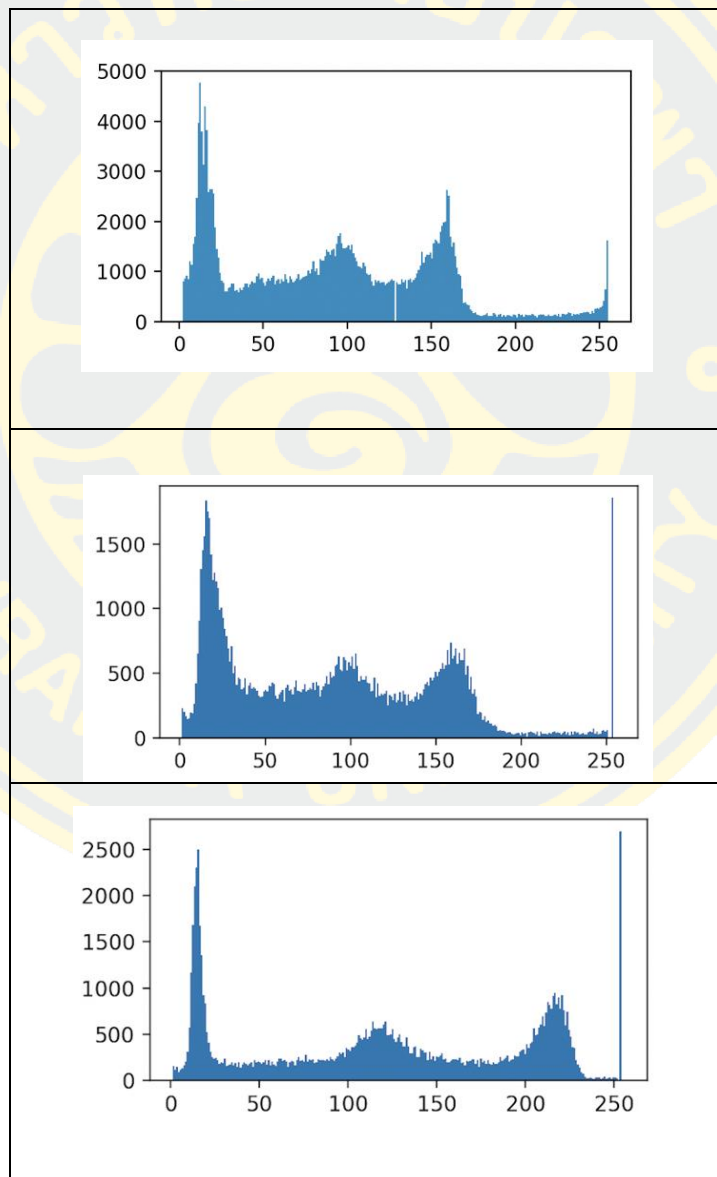
ในงานวิจัยนี้ นำภาพถ่ายสแกนแม่เหล็กแบ่งแยกองค์ประกอบของสมองและหาคุณลักษณะใหม่ เพื่อจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อซึ่งขั้นตอนและกระบวนการทั้งหมดแสดงอยู่ในแผนภาพ รูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 แผนผังอธิบายการทำงาน

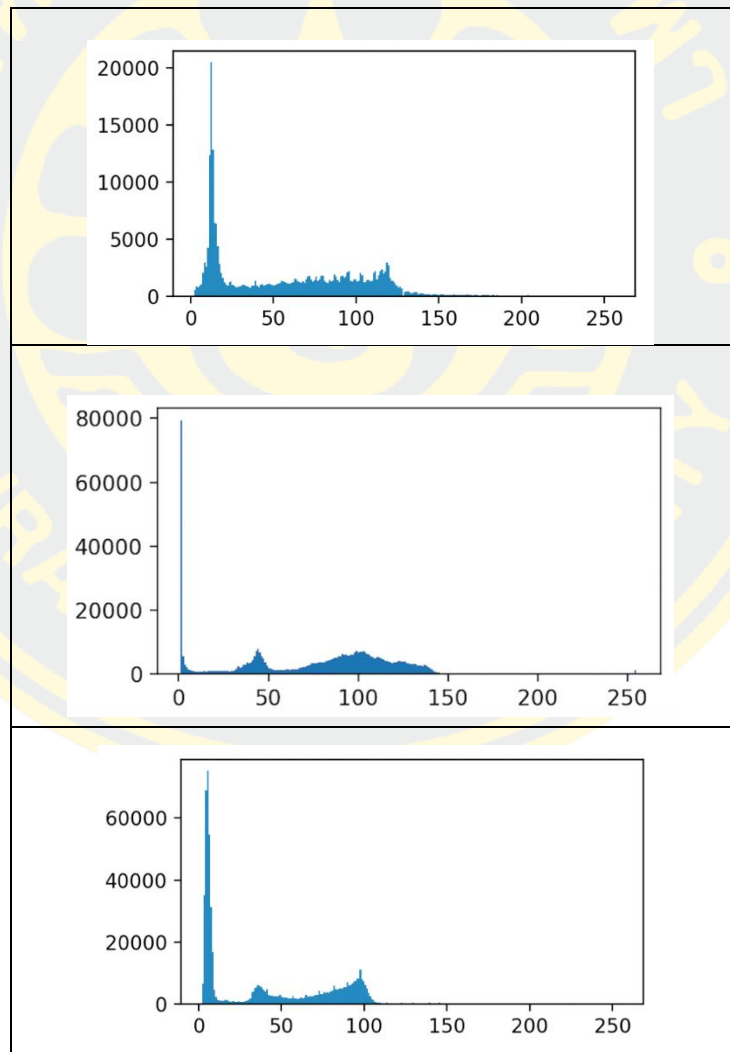
3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพนำเข้า

วิเคราะห์ภาพนำเข้าโดยการพล็อตฮิสโตแกรมจะแสดงให้เห็นว่าลักษณะของ ฮิสโตแกรมของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ ดังรูปที่ 3-2 จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่และมีการซ้อนทับของข้อมูลเกิดขึ้น ซึ่งค่าสีที่อยู่ในช่วง 250 ขึ้นไป จะสามารถสังเกตเห็นได้ว่าเป็นกะโหลกศีรษะซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จะไม่นำมาคำนวณในงานวิจัยนี้ ดังนั้นจึงต้องกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการและแยกองค์ประกอบภายในสมองเพื่อนำมาหาคุณลักษณะ



รูปที่ 3-2 Histogram ของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

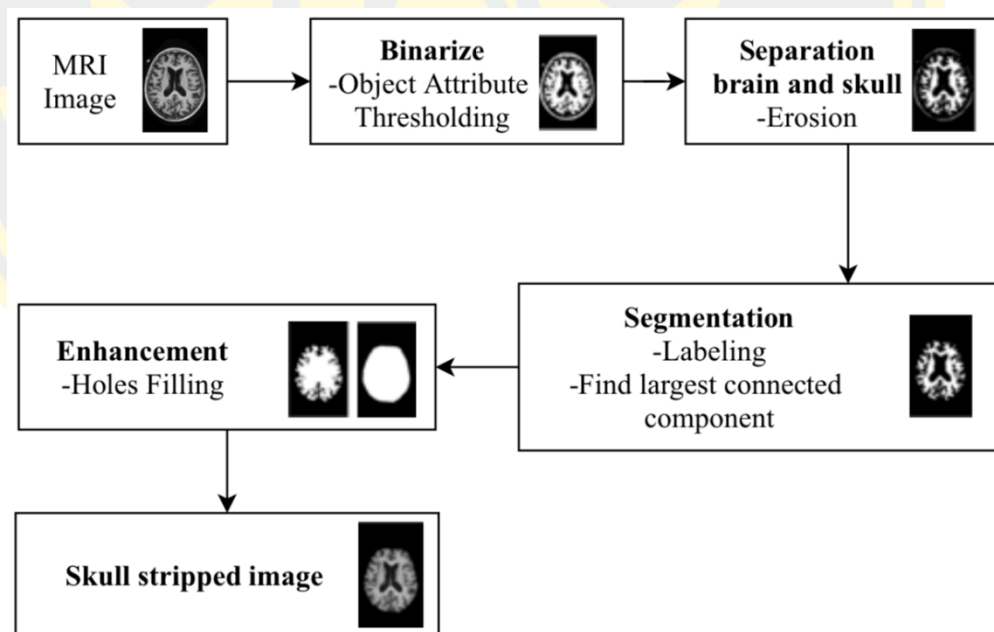
ลักษณะของฮิสโตแกรมภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองแบ่งเป็น 2-3 กลุ่ม ดังรูปที่ 3-3 มีการซ้อนทับของข้อมูล และการกระจายข้อมูลแบบเกาะกลุ่มกัน หมายความว่าองค์ประกอบของภาพมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน สามารถสังเกตได้ว่าภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองนั้น ในส่วนของกะโหลกศีรษะและเนื้อสมองมีสีของภาพที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้ การจำแนกกลุ่มของข้อมูลจากค่าระดับเทาภายในภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองเป็นเรื่องที่ไม่ง่าย ดังนั้นจึงต้องทำการกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการของภาพก่อนโดยการปกกกะโหลกศีรษะและนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปกกกะโหลกศีรษะนำมาแยกองค์ประกอบที่สนใจภายในภาพจากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ไปหาคุณลักษณะใหม่



รูปที่ 3-3 Histogram ของผู้ป่วยภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง

3.2 ขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนที่จะประมวลผล (Preprocessing)

ในการประมวลผลภาพสมองนี้ จากฮิสโตแกรมข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่าในภาพถ่ายเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีลักษณะสีของกะโหลกศีรษะใกล้เคียงกับเนื้อสมอง และมีเยื่อหุ้มสมอง รวมถึงกะโหลก จึงต้องทำการกำจัดองค์ประกอบที่จะไม่นำมาประมวลผล ดังนั้นการเตรียมภาพก่อนที่จะนำไปประมวลผลสำคัญมากเนื่องจาก ต้องทำการกำจัดองค์ประกอบของสมองบางส่วนที่ไม่ต้องการเพื่อให้การคำนวณมีความถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นจึงนำวิธีการ MLO ของ Manit Chansuparp (Chansuparp et al., 2015) มาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การแยกวัตถุกับพื้นหลังด้วยขั้นตอนวิธี Object Attribute Thresholding process (OAT) ขั้นตอนที่ 2 กัดกร่อนภาพเพื่อแยกส่วนสมองกับวัตถุโดยรอบออกจากกัน ขั้นตอนที่ 3 บริเวณที่มีการติดกันของพิกเซลจะถูกตีตรา โดยทำการติดลำดับให้แต่ละก้อนของพิกเซล เพื่อหากลุ่มพิกเซลที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาพเพื่อระบุเป็นบริเวณเนื้อสมอง ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการทำ Morphology การเติมช่องว่างเพื่อให้บริเวณทั่วทั้งเนื้อสมองถูกรวมกลุ่ม ดังรูปที่ 3-4

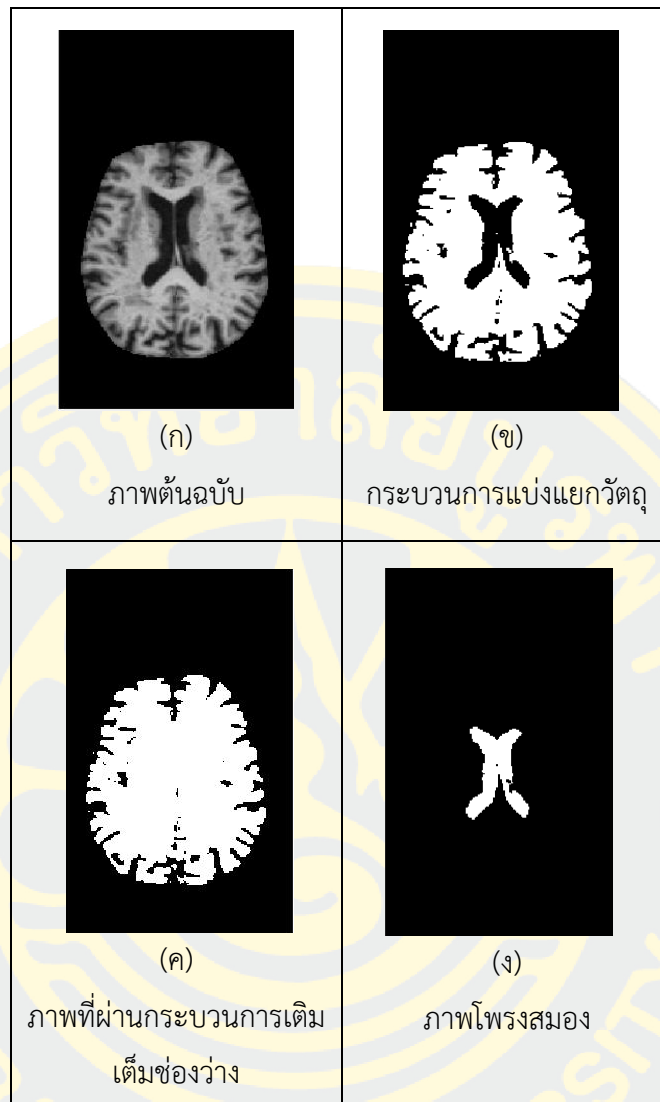


รูปที่ 3-4 ขั้นตอนการปกกกะโหลก ด้วยวิธี MLO

3.3 ขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะ

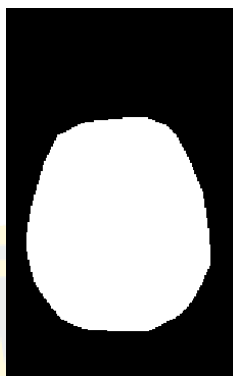
นำภาพถ่ายสมองที่ผ่านกระบวนการปกกาะโหลกศีรชะเข้าสู่การสกัดลักษณะต่าง ๆ ภายในสมอง ซึ่งส่วนที่ต้องนำมาใช้จะมีเพียงโพรงสมอง (Ventricle) และร่องรอบนอกสมอง (Sulci) เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะสนใจเพียงแค่องค์ประกอบทั้งสองเป็นหลัก ดังนั้นเราจึงต้องทำการแยกองค์ประกอบของทั้งสองออกเพื่อหาคุณลักษณะเพิ่มเติม เนื่องจากภาพนำเข้าการกระจายตัวของข้อมูลมีการซ้อนทับกัน ลักษณะของข้อมูลคือร่องรอบสมองและเนื้อสมองมีสีที่ใกล้เคียงกัน การแยกองค์ประกอบนั้นจะใช้ขั้นตอนวิธี OAT (Rodtook & Chucherd, 2012) โดยการนำ OAT จะทำงานแบบวนซ้ำของอัลกอริทึม Otsu เพื่อหาค่าเทรโดไซว์ (T) และนำมาแบ่งฮิสโตแกรมของภาพออกเป็น 2 ส่วน คือเบื้องหน้าและเบื้องหลังด้วยค่า เทรโดไซว์ (T) ที่เหมาะสมวิธีนี้ได้ผลดีกับภาพที่ลักษณะสีใกล้เคียงกัน

การแยกโพรงสมองทำได้โดย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การแยกวัตถุกับพื้นหลังด้วยขั้นตอนวิธี OAT รูปที่ 3-5 (ก) ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการเติมช่องว่าง (Hole filling) รูปที่ 3-5 (ข) วิธีนี้จะทำให้พิกเซลเบื้องหลังถูกล้อมด้วยพิกเซลเบื้องหน้า และพิกเซลเบื้องหน้าจะถูกกำหนดให้เป็นช่องว่าง โดยช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดก็คือโพรงสมอง ขั้นตอนที่ 3 นำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมเต็มช่องว่าง รูปที่ 3-5 (ข) และภาพที่ผ่านกระบวนการแยกวัตถุกับพื้นหลังนำมาซ้อนทับกันเพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการ จะได้โพรงสมอง รูปที่ 3-5 (ค)



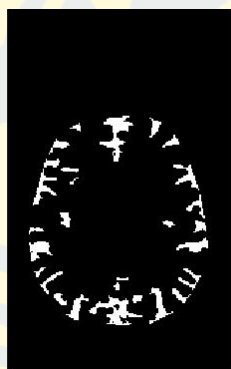
รูปที่ 3-5 โพรงสมองที่ถูกสกัด

การแยกร่องรอบนอกสมองทำได้โดยการนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมเต็มช่องว่าง รูปที่ 3-5 (ข) หาขอบเขตของเซตข้อมูลโดยขั้นตอนวิธี Convex Hull จากภาพไบนารีเพื่อหาบริเวณของสมอง รูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 การหาขอบเขตของข้อมูล

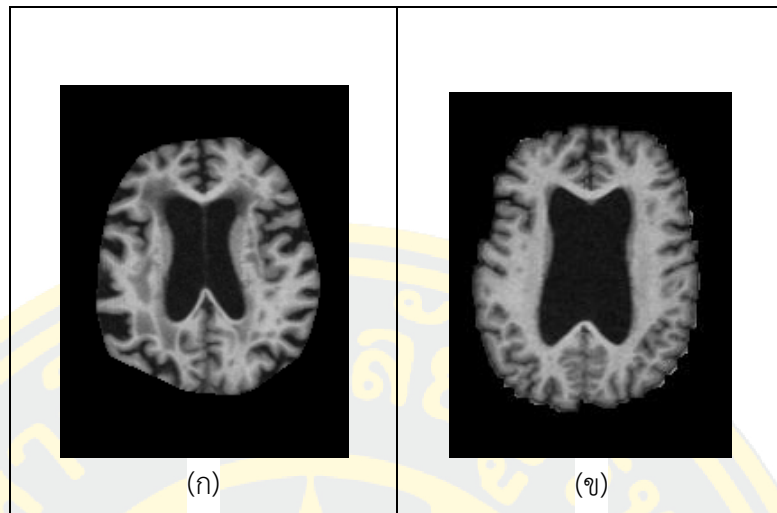
นำภาพที่ผ่านกระบวนการหาขอบเขตของข้อมูล รูปที่ 3-6 และภาพที่ผ่านกระบวนการเติมเต็มช่องว่าง รูปที่ 3-5 (ข) ซ้อนทับกันเพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่สนใจภายในภาพเพื่อสกัดร่องรอยสมองและได้ร่องรอยสมอง รูปที่ 3-7



รูปที่ 3-7 ร่องรอยสมอง

3.3.1 อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอยนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio)

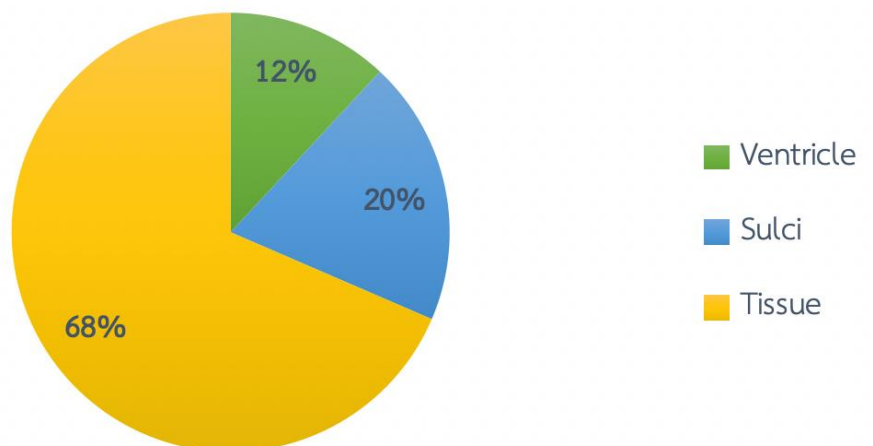
โพรงสมองและร่องรอยนอกสมอง ถูกใช้ในการวินิจฉัยน้ำคั่งในโพรงสมองกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ เนื่องจากโพรงสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อมีขนาดใหญ่ขึ้นจากการสูญเสียเนื้อเยื่อจากความชรา จึงทำให้ร่องรอยนอกสมองมีความกว้างและลึก ส่งผลให้โพรงสมองขยายใหญ่ แต่ในภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโพรงสมองจะขยายใหญ่ขึ้นเนื่องจากน้ำในโพรงสมองมีมากเกินไป จึงทำให้ขยายเบียดเนื้อเยื่อ ทำให้ร่องรอยนอกสมองมีขนาดแคบลง รูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 โรคในกลุ่มสมองฝ่อ (ก) มีการขยายของโพรงสมองและร่องรอบสมองกว้าง ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (ข) มีการขยายของโพรงสมองและร่องรอบสมองแคบ

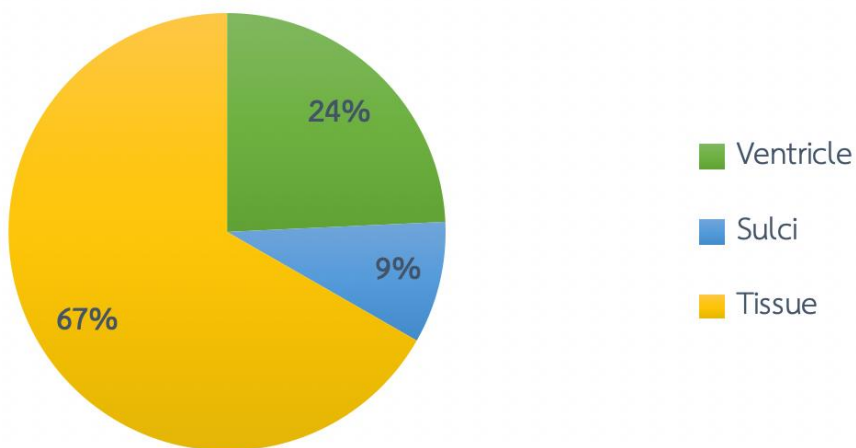
จากสมมติฐานข้างต้นสมองของผู้ป่วยสมองฝ่อจะมีขนาดพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมอง และเนื้อสมองคิดเป็น 12, 20, 68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปที่ 3-9 และสมองของผู้ป่วยภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจะมีขนาดพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมองและเนื้อสมองคิดเป็น 24, 9, 67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รูปที่ 3-10

อัตราพื้นที่ร้อยละของกลุ่มในโรคสมองฝ่อ



รูปที่ 3-9 อัตราพื้นที่ร้อยละของกลุ่มในโรคสมองฝ่อโดยพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมองและเนื้อสมองคิดเป็น 12, 20, 68 เปอร์เซ็นต์

อัตราพื้นที่ร้อยละของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง



รูปที่ 3-10 อัตราพื้นที่ร้อยละของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโดยพื้นที่โพรงสมอง ร่องรอบสมองและเนื้อสมองคิดเป็น 24, 9, 67 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 3-9 และ 3-10 แสดงว่าโพรงสมองและร่องรอบสมองของโรคทั้งสองมีอัตราที่ผกผันกัน จึงนำเสนอ อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างผลรวมของโพรงสมอง V_i กับผลรวมของร่องรอบนอกสมอง S_j ดังสมการ 3-1

$$VS = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{j=1}^m S_j} \quad (3-1)$$

3.3.2 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่เข้าสู่โพรงสมอง (Convergence of Vector Summation)

คุณลักษณะนี้ได้รับจากผลรวมของเวกเตอร์ที่ลู่เข้าสู่โพรงสมอง เนื่องจากภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีจำนวนร่องรอบสมองที่มากเหมือนกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ หากนำเพียงร่องรอบสมองหาพื้นที่จะทำให้จำแนกความผิดปกติของทั้งสองโรคได้ค่อนข้างยาก โดยสังเกตได้ว่าร่องรอบสมองจะกระจายตัวอยู่บริเวณรอบโพรงสมอง เปรียบเสมือนโพรงสมองคือจุดศูนย์กลางที่ตั้งให้ร่องรอบสมองอยู่บริเวณรอบๆ นั่นก็คือมีทิศทางลู่เข้าสู่โพรงสมอง เพราะฉะนั้นคุณลักษณะนี้จึงหาเวกเตอร์เพื่อหาแรงที่ลู่เข้าสู่โพรงสมอง โดยมีสมมติฐานว่าโพรงสมองที่มีแรงลู่เข้าสู่โพรงสมองมากแสดงว่าเป็นโรคในกลุ่มสมองฝ่อและโพรงสมองที่มีแรงลู่เข้าสู่โพรงสมองน้อยแสดงว่าเป็นภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง โดยเวกเตอร์เหล่านี้คือทิศทางของร่องรอบสมองที่ได้จากการรวม

เวกเตอร์ด้วยการหมุน 360 องศา มีการทำงานเริ่มต้นโดย กำหนดจุดเซนทรอยด์ของสมองโดยการคำนวณหาผลรวมของจุดศูนย์กลางของพื้นที่ย่อยที่ถูกแบ่ง ดังสมการ 3-2 ลำดับถัดมาทำการหาแกนหลักของสมองแล้วนำแกนหลักที่ได้หารด้วยสอง ดังสมการ 3-3 แล้วจึงนำมาหมุน ณ จุดเซนทรอยด์ ตั้งแต่ 0-360 องศา ดังสมการ 3-4 ลำดับถัดมา

$$\text{Centroid} = \left(X = \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n}{A} \right. \\ \left. Y = \frac{a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_ny_n}{A} \right) \quad (3-2)$$

$$\frac{X^2}{b^2} + \frac{Y^2}{a^2} = 1; a, b > 0 \quad (3-3)$$

$$X = r * (\cos(\text{angle})), Y = r * (\sin(\text{angle})) \quad (3-4)$$

พื้นที่ร่องรอบสมองจะถูกระบุระหว่างจุดศูนย์กลางกับขอบสมอง จากนั้นแต่ละพิกัดของพื้นที่ที่ทับซ้อนจะถูกแทรกเข้าไปในเวกเตอร์ที่แต่ละระดับการหมุนและทุก 1 องศาจะมีการนับพิกเซลที่ปรากฏบนแกนหลัก ดังรูปที่ 3-11 (ง) และนำเวกเตอร์ที่ได้คำนวณหาแรงภายใน ดังสมการ 3-5

$$\vec{P} = \overline{M\omega} \quad (3-5)$$

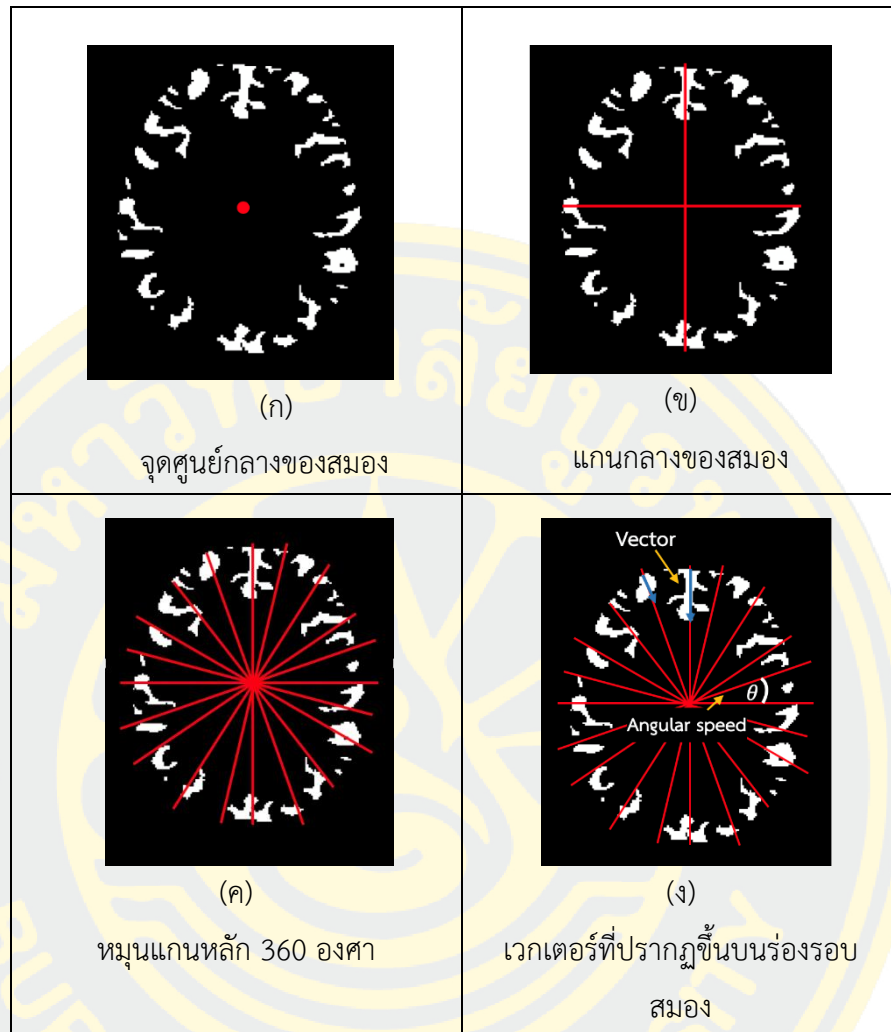
เมื่อ

P = แรงสู่ศูนย์กลาง

M = มวลของวัตถุ

ω = อัตราเร็วเชิงมุม

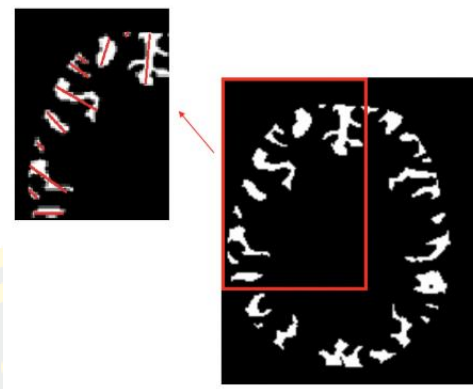
โดยที่ ω ได้จาก $\frac{\theta}{t}$ ซึ่ง θ ได้จากการพิจารณาวัตถุซึ่งพบว่ามีลักษณะคล้ายวงกลม เพราะฉะนั้นจุดศูนย์กลางจึงเท่ากับ 2π และ t คือ การเคลื่อนที่ 1 รอบ ซึ่ง 1 รอบจะเท่ากับ 60 วินาที



รูปที่ 3-11 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่เข้าสู่โพรงสมอง

3.3.3 อัตราส่วนร่องรอบนอกสมอง (Sulci Ratio)

Manit (Chansuparp et al., 2016) นำเสนอคุณลักษณะของอัตราส่วนร่องรอบสมองกับพื้นที่สัณฐานสมอง คำนวณหาความลึกของร่องรอบสมองโดยพิจารณาแกนหลักของแต่ละร่อง รูปที่ 3-12

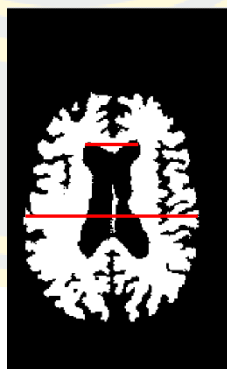


รูปที่ 3-12 การหาความลึกของร่องรอบสมอง
โดยนำร่องรอบสมองทั้งหมดมาผลรวมกันเพื่อหารพื้นที่สัณฐานสมอง ดังสมการ 3-7

$$SR = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{b} \quad (3-7)$$

3.3.4 อัตราส่วนอีวาน (Evan Ratio)

Evans (EVANS, 1942) นำเสนอคุณลักษณะของอัตราส่วนอีวาน คือการหาความยาวของปลายเขาด้านหน้าโพรงสมอง (f_{max}) และด้านที่ยาวสุดของภายในสมอง (i_{max}) รูปที่ 3-13



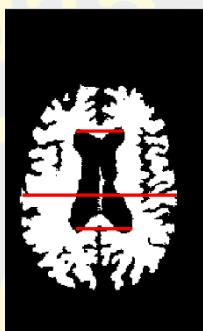
รูปที่ 3-13 อัตราส่วนอีวาน

ซึ่งทางการแพทย์ได้ตั้งสมมุติฐานว่าถ้าอัตราส่วนมากกว่า 0.29 อาจเป็นภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง เนื่องจากในคนปกติต้องมีค่าน้อยกว่า 0.29 ซึ่งคุณลักษณะนี้แสดงได้ถึง การขยายตัวของโพรงสมอง โดยอัตราส่วนหาได้ดังสมการ 3-8

$$ER = \frac{f_{max}}{i_{max}} \quad (3-8)$$

3.3.5 อัตราส่วนเขาโพรงสมอง (Frontal and Occipital Horn Ratio)

O'Hayon BB (O'Hayon, Drake, Ossip, Tuli, & Clarke, 1998) นำเสนอคุณลักษณะของอัตราส่วนเขาโพรงสมอง (FOHR) จากการคำนวณหาผลรวมระหว่างความยาวของปลายส่วนด้านหน้าโพรงสมอง f_{max} และความยาวเขาด้านหลังของโพรงสมอง O_{max} ทหารกับด้านยาวที่สุดของภายในกะโหลก i_{max} รูปที่ 3-14



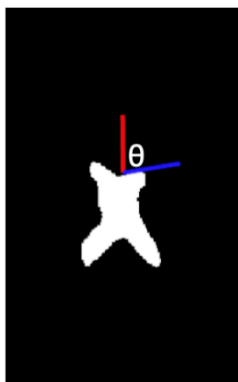
รูปที่ 3-14 อัตราส่วนเขาโพรงสมอง

ซึ่งคุณลักษณะนี้บ่งบอกถึงการขยายของเขาด้านหน้าและเขาด้านหลัง แต่ถ้ามีการขยายของโพรงสมองเพียงด้านเดียวอาจระบุไม่ได้ว่าเป็นภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง ดังสมการ 3-9

$$FOHR = \frac{f_{max} + O_{max}}{i_{max}} \quad (3-9)$$

3.3.6 มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle)

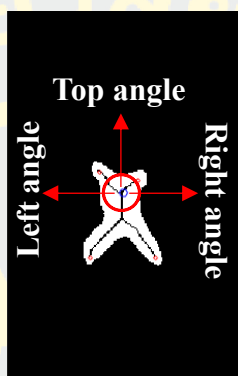
Fabijańska (Fabijańska et al., 2014) นำเสนอคุณลักษณะมุมของเขาด้านหน้าโพรงสมอง (VA) โดยการวัดจากแกนกลางของสมองทำมุมกับเขาด้านหน้าโพรงสมองทางด้านขวา รูปที่ 3-15 ซึ่งคุณลักษณะนี้บ่งบอกถึงการขยายตัวของโพรงสมอง ถ้ามุมมีลักษณะแคบหมายความว่ามีการขยายตัวของโพรงสมองมากและจะระบุได้ว่าผู้ป่วยมีภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง



รูปที่ 3-15 มุมของโพรงสมอง

3.3.7 มุมของเข่าโพรงสมอง (Frontal and Occipital Horn Angle)

Manit (Chansuparp et al., 2016) นำเสนอคุณลักษณะมุมของเข่าโพรงสมองคือมุมที่เกิดขึ้นบนโครงกระดูกของโพรงสมอง (FOHA) โดยประกอบด้วยสามมุม ได้แก่ มุมของเข่าโพรงสมองด้านซ้าย มุมของเข่าโพรงสมองด้านบนและมุมของเข่าโพรงสมองด้านขวา รูปที่ 3-16 ลักษณะนี้สามารถยืนยันได้ว่าความแคบของโพรงสมองเกิดจากการที่โพรงสมองขยายตัวผิดปกติ และไม่ว่าโพรงสมองจะขยายใหญ่แค่ไหนรูปร่างของโครงกระดูกจะยังคงรูปเดิม



รูปที่ 3-16 มุมภายในของเข่าโพรงสมองทั้ง 3 มุม

3.4 ขั้นตอนการจำแนก

ขั้นตอนนี้จะนำคุณลักษณะเพิ่มเติม 2 คุณลักษณะ รวมกับคุณลักษณะดั้งเดิม 5 คุณลักษณะ ทั้งหมด 7 คุณลักษณะ ได้แก่ อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio) ผลรวมของแรงของเวกเตอร์ (Convergence of Vector Summation) ที่ลู่อเข้าสู่โพรงสมอง มุมของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Angle), อัตราส่วนร่องรอบนอก (Sulci Ratio) อัตราส่วนอีวาน (Evans Ratio), อัตราส่วนของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Ratio), มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle) ที่สกัดได้จากภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าสู่การเรียนรู้แบบเบย์เพื่อหาความน่าจะเป็น ดังสมการ 3-10

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)} \quad (3-10)$$

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ 2 คุณลักษณะเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองโดยใช้ขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3 จะถูกนำมาแสดงไว้ในบทนี้ ซึ่งภาพถ่ายสแกนแม่เหล็กที่ได้ผ่านกระบวนการกำหนดบริเวณที่สนใจ และทำการแยกองค์ประกอบคือ ส่วนของโพรงสมองและร่องรอบสมอง เพื่อที่จะนำมาสกัดคุณลักษณะ โดยลักษณะที่ได้จะนำไปใช้ในจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองใช้การจำแนกในขั้นต่อไป ผลการทดลองแต่ละขั้นตอนอธิบายได้ดังนี้

การทดลองจะใช้กับข้อมูลภาพทางการแพทย์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มในโรคสมองฝ่อ ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่มย่อยคือ 1.1 ภาพถ่ายสแกนแม่เหล็ก ของผู้ป่วย โรคอัลไซเมอร์ จาก Open Access Series of Imaging Studies (OASIS) 1.2 ภาพถ่ายผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน จาก Parkinson's Progression Markers Initiative (PPMI) รวมกันจำนวน 60 ภาพ 2. ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง จาก Medpix ฐานข้อมูลภาพถ่ายทางการแพทย์ของภาควิชารังสีวิทยาและเวชสารสนเทศ มหาวิทยาลัย Uniformed Services จำนวน 15 ภาพ รวม 75 ภาพ

4.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพ

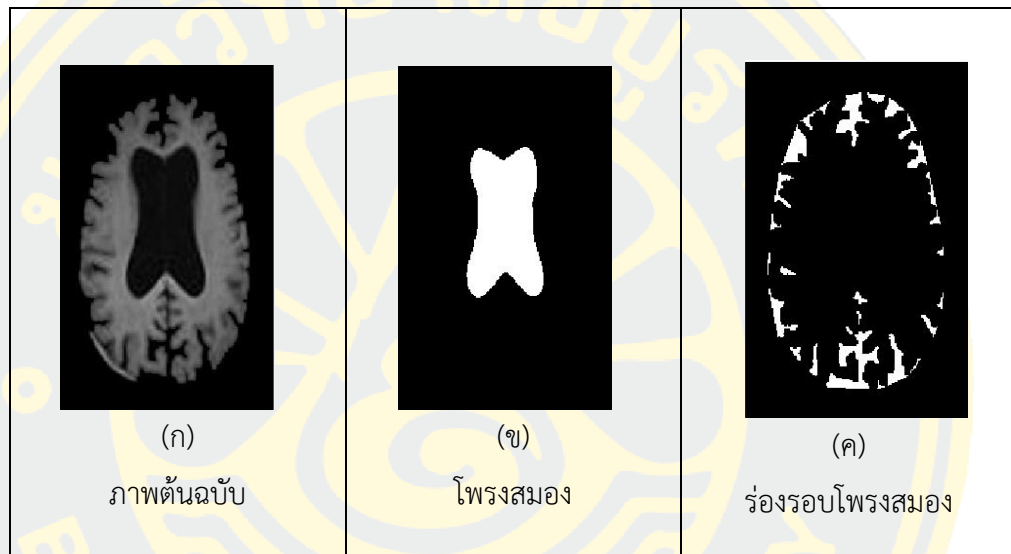
เพื่อระบุส่วนที่จะนำไปประมวลผลในขั้นต่อไป จึงใช้วิธีการกำจัดกะโหลกศีรษะและเยื่อหุ้มสมองแบบ MLO รูปที่ 4-1 (ก) ภาพระดับเทาจากชุดข้อมูล รูปที่ 4-1 (ข) ผ่านกระบวนการแบ่งแยกวัตถุ รูปที่ 4-1 (ค) ภาพที่ผ่านกระบวนการกัดกร่อนวัตถุเพื่อให้แบ่งแยกเนื้อสมอง, เยื่อหุ้ม, กะโหลก รูปที่ 4-1 (ง) ทำการตีตราพิกเซลที่ติดกัน เพื่อเลือกวัตถุกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด รูปที่ 4-1 (จ) ทำการเติมพิกเซลในช่องว่างให้กับกลุ่มข้อมูลที่ติดกัน เพื่อเลือกกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ที่สุด รูปที่ 4-1 (ฉ) สกัดเอาภาพสมองต้นฉบับด้วยบริเวณผลลัพธ์ที่ได้

 <p>(ก)</p> <p>ภาพระดับเทาจากชุดข้อมูล</p>	 <p>(ข)</p> <p>ผ่านกระบวนการแบ่งแยกวัตถุ</p>	 <p>(ค)</p> <p>ภาพที่ผ่านกระบวนการกักร่อนวัตถุเพื่อให้แบ่งแยกเนื้อสมอง, เยื่อหุ้ม, กะโหลก</p>
 <p>(ง)</p> <p>ทำการติตราฟิกเซลที่ติดกันเพื่อเลือกวัตถุกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด</p>	 <p>(จ)</p> <p>ทำการเติมพิกเซลในช่องว่างให้กับกลุ่มข้อมูลที่ติดกัน เพื่อเลือกกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ที่สุด</p>	 <p>(ฉ)</p> <p>สกัดเอาภาพสมองต้นฉบับด้วยบริเวณผลลัพธ์ที่ได้</p>

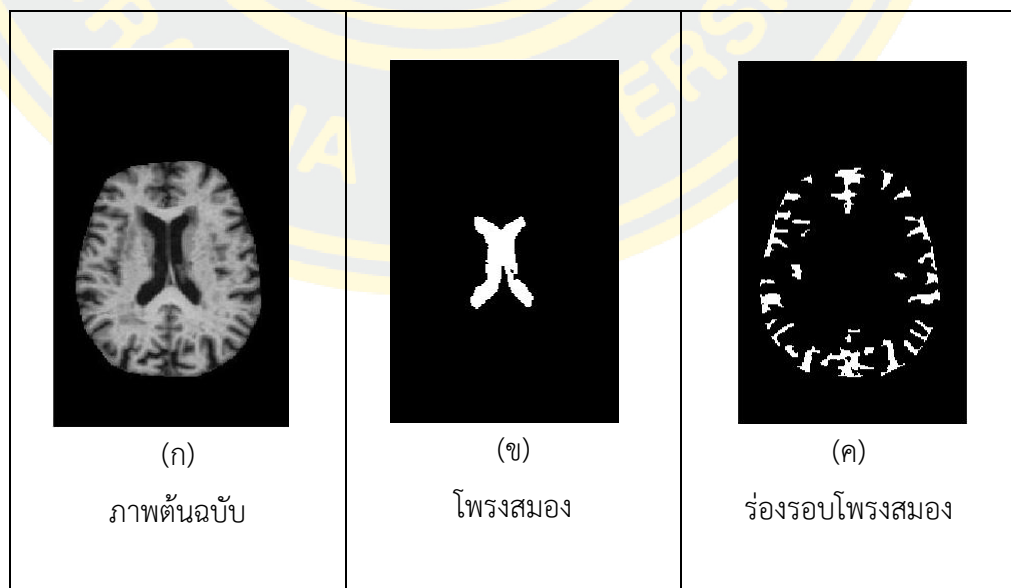
รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการปกกะโหลกด้วยวิธี MLO

4.2 ขั้นตอนการแยกองค์ประกอบ

ในการแยกองค์ประกอบของสมองนั้น จะใช้เพียงส่วนโพรงสมองและร่องรอบสมองเท่านั้นที่นำมาวิเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำจัดองค์ประกอบของสมองบางส่วนที่ไม่จำเป็นออก คือกะโหลกศีรษะและเยื่อหุ้มสมองโดยใช้ขั้นตอนวิธี MLO เพื่อให้การคำนวณมีความถูกต้องมากขึ้น ดังอธิบายไว้ในบทที่ 3 เมื่อได้ส่วนที่ต้องการ รูปที่ 4-2 และรูปที่ 4-3 จึงนำมาสกัดคุณลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกโรคภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ



รูปที่ 4-2 การแยกองค์ประกอบภายในสมองของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง

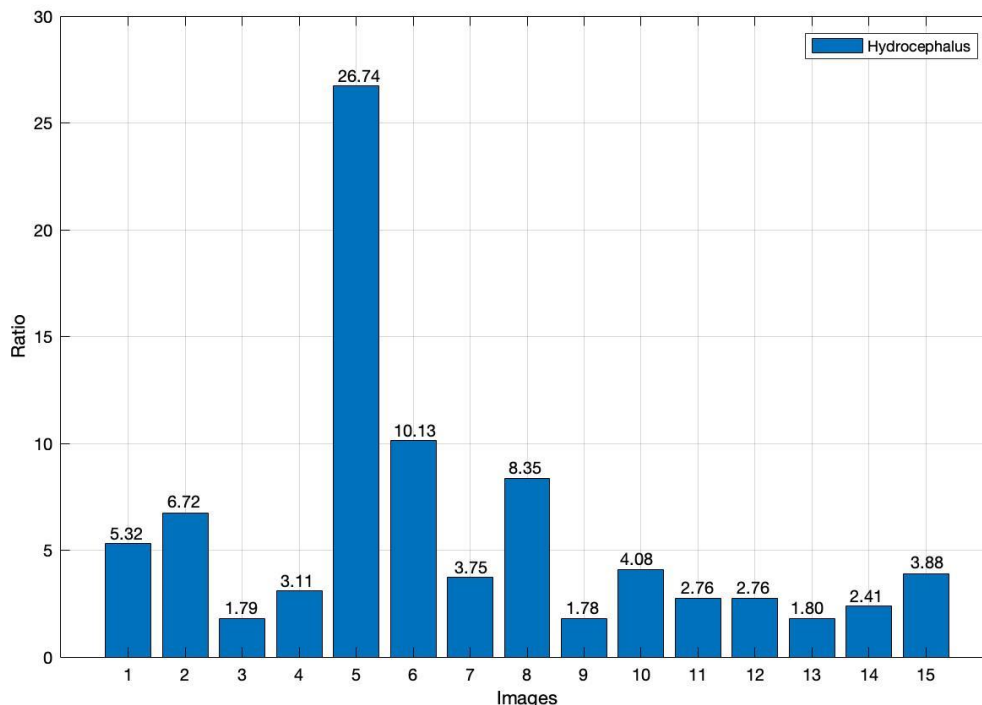


รูปที่ 4-3 การแยกองค์ประกอบภายในสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

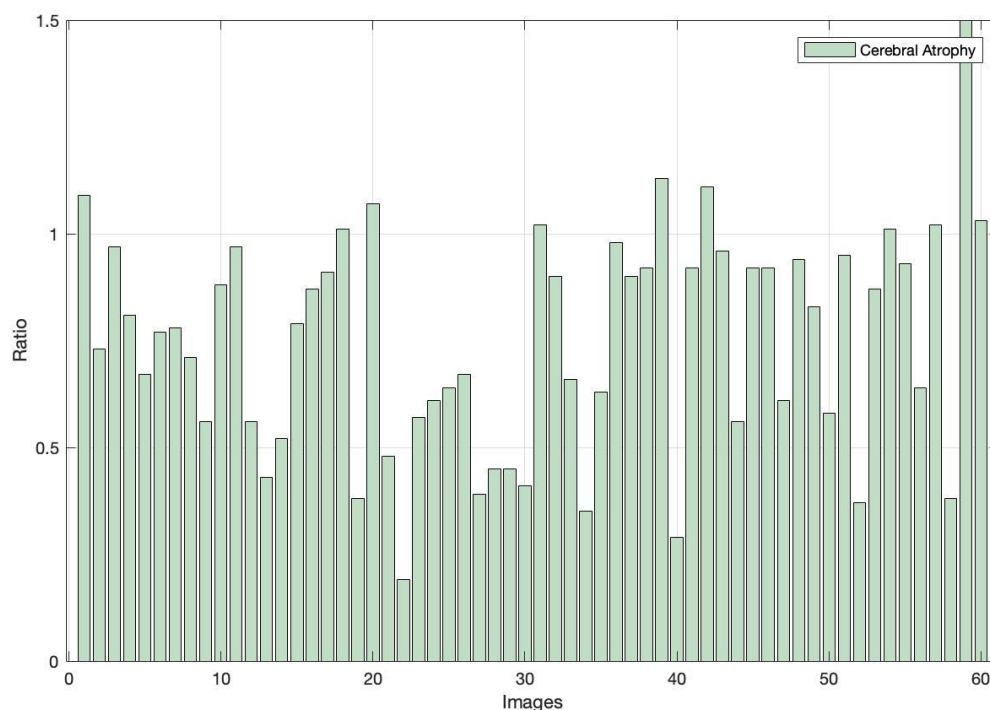
4.3 อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง

อัตราส่วนนี้คือโพรงสมอง (Ventricle) กับร่องรอบนอกสมอง (Sulci) นำทั้งสองมาหาผลรวม แล้วจึงหาอัตราส่วน เมื่อทำการหาอัตราส่วนโรคในกลุ่มสมองฝ่อจะได้อัตราส่วนที่น้อย แต่ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจะได้อัตราส่วนที่มาก เนื่องการโรคในกลุ่มสมองฝ่อนั้นการขยายของโพรงสมองนั้นเกิดจากการฝ่อของเนื้อเยื่อภายในสมอง จึงทำให้โพรงสมองขยายใหญ่ และบริเวณร่องรอบสมองมีขนาดกว้างขึ้นเมื่อนำทั้งสองหาอัตราส่วนกันจึงได้ค่าที่น้อย แต่ในทางตรงกันข้ามของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง โพรงสมองขยายใหญ่ขึ้นเนื่องการมีน้ำไขสันหลังมากเกินไป โพรงสมองจึงขยายใหญ่จนเกิดการบีบอัดของเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ ทำให้ร่องรอบสมองมีขนาดแคบลง เมื่อนำทั้งสองมาหาอัตราส่วนจึงได้ค่าที่มาก

จากการทดลองพบว่าถ้าอัตราส่วนของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจะมีค่าตั้งแต่ 1.7 ขึ้นไปจะสันนิษฐานว่าเป็นภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง รูปที่ 4-4 และโรคในกลุ่มสมองฝ่อค่าที่ได้จะไม่เกิน 1.5 สันนิษฐานว่าเป็นโรคในกลุ่มสมองฝ่อ รูปที่ 4-5



รูปที่ 4-4 อัตราส่วนของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง

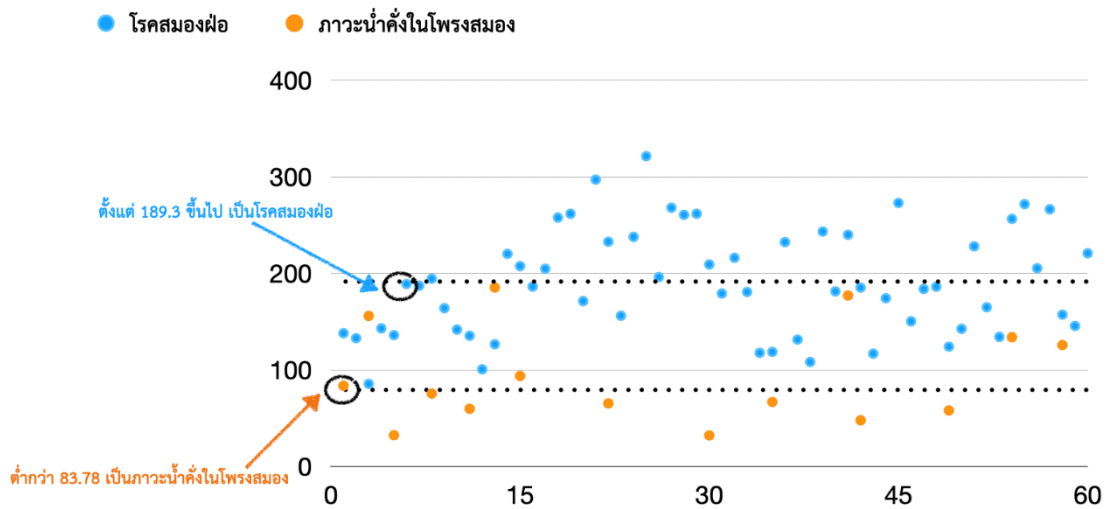


รูปที่ 4-5 อัตราส่วนของโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

4.4 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ลู่เข้าสู่โพรงสมอง

ผลรวมแรงของเวกเตอร์คือมวลของร่องรอบสมองที่ลู่เข้าสู่ศูนย์กลาง เนื่องจากโพรงสมองและร่องรอบสมองใช้ในการวินิจฉัยผลทางการแพทย์ ในภาวน้ำคั่งในโพรงสมองจะมีจำนวนร่องรอบสมองน้อยกว่าเนื่องจากโพรงสมองเกิดการขยายตัวจนบีบอัดร่องรอบสมอง ส่วนโรคในกลุ่มสมองฝ่อร่องรอบสมองมีจำนวนมากเนื่องจากโพรงสมองขยายตัวเกิดจากการสูญเสียเนื้อเยื่อภายในสมองทำให้ร่องรอบสมองมีขนาดกว้างและโพรงสมองขยายใหญ่ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่าโพรงสมองที่มีแรงลู่เข้าสู่โพรงสมองมากแสดงว่าเป็นโรคในกลุ่มสมองฝ่อและโพรงสมองที่มีแรงลู่เข้าสู่โพรงสมองน้อยแสดงว่าเป็นภาวน้ำคั่งในโพรงสมอง

จากการทดลองพบว่าถ้าแรงลู่เข้าสู่โพรงสมองมีค่าตั้งแต่ 83.78 ลงมาแสดงว่าเป็นภาวน้ำคั่งในโพรงสมอง แต่ถ้าค่าที่ได้มีค่าตั้งแต่ 189.3 ขึ้นไปแสดงว่าเป็นโรคในกลุ่มสมองฝ่อ รูปที่ 4-6 แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ายังมีช่วงทับซ้อนของข้อมูลอยู่ โดยในช่วงนั้นจะไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าเป็นโรคใด ดังนั้นในคุณลักษณะร่องรอบโพรงสมองจึงจำเป็นต้องนำคุณลักษณะที่เกี่ยวกับร่องรอบโพรงสมองเข้ามาเป็นตัวช่วยในการจำแนก



รูปที่ 4-6 ผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่เข้าสู่โพรงสมองของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง (Hydrocephalus) และ โรคในกลุ่มสมองฝ่อ (Cerebral Atrophy)

4.5 ขั้นตอนการจำแนก

คุณลักษณะที่สกัดได้ทั้ง 7 ได้แก่ อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio) ผลรวมของแรงของเวกเตอร์ (Convergence of Vector Summation) ที่เข้าสู่โพรงสมอง มุมของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Angle), อัตราส่วนร่องรอบนอก (Sulci Ratio) อัตราส่วนอีวาน (Evans Ratio), อัตราส่วนของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Ratio), มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle) ของแต่ละภาพในสองความผิดปกติ ได้แก่ ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองจำนวน 15 ภาพ และโรคในกลุ่มสมองฝ่อจำนวน 60 ภาพ (โรคพาร์กินสัน (PD) 30 ภาพ และ โรคอัลไซเมอร์ (AD) 30 ภาพ) ตารางที่ 4-1 โดยลักษณะทั้งหมดนี้จะถูกนำเข้าสู่การเรียนรู้แบบเบย์โดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการจำแนก

ตารางที่ 4-1 คุณลักษณะทั้ง 7 ของภาชนะน้ำคั้งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อ

ภาชนะน้ำคั้งในโพรงสมอง										
ภาพลำดับที่	ชนิดโรค	คุณลักษณะ								
		CVS	VSR	SR	ER	FOHR	VA	FOHA บน	FOHA ซ้าย	FOHA ขวา
1	HC	83.78	5.32	0.0053	0.10	0.72	23	43.96	121.55	165.22
2	HC	65.45	6.72	0.0035	0.39	0.91	54	81.38	129.72	121.39
3	HC	156.03	1.79	0.0082	0.16	0.33	54	104.17	160.52	0.00
4	HC	58.12	3.11	0.0058	0.17	0.65	64	62.02	135.80	124.88
5	HC	32.46	26.74	0.0026	0.47	1.04	52	58.88	147.42	137.36
6	HC	32.25	10.13	0.0035	0.3	0.84	57	37.97	91.79	165.17
7	HC	66.92	3.75	0.0077	0.38	0.76	48	74.56	124.7	120.06
8	HC	75.61	8.35	0.0037	0.48	1.19	24	54.74	136.64	137.01
9	HC	177.19	1.78	0.0262	0.39	0.81	62	79.62	117.05	122.16
10	HC	47.96	4.08	0.0035	0.31	0.72	0	116.57	147.43	67.43
11	HC	59.90	2.76	0.0039	0.28	0.68	9	26.57	88.55	139.4
12	HC	125.87	2.76	0.003	0.64	0.68	78	41.86	35.66	137.89
13	HC	185.46	1.80	0.0099	0.39	0.84	60	96.69	116.54	116.01
14	HC	134.04	2.41	0.0017	0.43	0.86	46	95.95	176.53	61.75
15	HC	93.83	3.88	0.0048	0.37	0.84	2	42.02	102.19	157

โรคในกลุ่มสมองฝ่อ										
ภาพ ลำดับ ที่	ชนิดโรค	คุณลักษณะ								
		CVS	VSR	SR	ER	FOHR	VA	FOHA บน	FOHA ซ้าย	FOHA ขวา
16	PD	138.13	1.09	0.0155	0.28	0.65	65	92.49	115.09	116.57
17	PD	132.99	0.73	0.0165	0.26	0.62	22	76.99	121.58	117.83
18	PD	85.66	0.97	0.0101	0.23	0.55	37	43.06	130.36	141.19
19	PD	143.15	0.81	0.0149	0.22	0.58	57	69.50	120.81	117.89
20	PD	136.14	0.67	0.0184	0.31	0.64	59	90	62.72	178.96
21	PD	189.12	0.77	0.0192	0.27	0.65	9	116.57	148.51	63.09
22	PD	187.34	0.78	0.0216	0.29	0.66	56	52.65	138.04	117.66
23	PD	194.57	0.71	0.0273	0.26	0.64	48	82.42	110.24	126.17
24	PD	164.10	0.56	0.0163	0.25	0.83	1	14.55	130.4	44.71
25	PD	141.90	0.88	0.0193	0.25	0.64	37	73.49	130.36	116.28
26	PD	135.51	0.97	0.0158	0.25	0.58	46	75.02	125.45	126.35
27	PD	100.74	0.56	0.0128	0.21	0.48	51	60.8	132.81	123.47
28	PD	126.71	0.43	0.016	0.16	0.47	67	58.67	135	119.03
29	PD	220.33	0.52	0.0236	0.29	0.58	25	81.54	145.3	122.24
30	PD	207.66	0.79	0.0298	0.31	0.67	57	84.45	117.16	120.38
31	PD	186.40	0.87	0.0296	0.3	0.67	47	66.27	125.07	118.12
32	PD	204.94	0.91	0.0304	0.27	0.66	60	51.94	139.92	124.26
33	PD	257.92	1.01	0.0252	0.12	0.18	24	80.07	47.16	144.46
34	PD	261.90	0.38	0.0293	0.2	0.51	68	70.42	118.84	118.93
35	PD	171.43	1.07	0.0241	0.31	0.71	75	121.5	125.18	78.65
36	PD	297.19	0.48	0.032	0.29	0.62	39	73.85	123.83	123.82
37	PD	232.90	0.19	0.0224	0.16	0.49	77	92.94	137.84	80.97
38	PD	156.24	0.57	0.0279	0.23	0.56	0	73.34	131.32	121.34
39	PD	237.92	0.61	0.0134	0.23	0.6	50	83.79	99.42	121.73
40	PD	321.49	0.64	0.0242	0.33	0.78	53	77.68	104.17	109.07

โรคในกลุ่มสมองฝ่อ										
ภาพ ลำดับ ที่	ชนิดโรค	คุณลักษณะ								
		CVS	VSR	SR	ER	FOHR	VA	FOHA บน	FOHA ซ้าย	FOHA ขวา
41	PD	196.24	0.67	0.0301	0.24	0.58	66	87.82	120.21	107.31
42	PD	268.08	0.39	0.0365	0.28	0.63	61	81.17	116.57	111.8
43	PD	260.75	0.45	0.0252	0.29	0.62	41	121.76	58.57	148.08
44	PD	261.90	0.45	0.0289	0.3	0.7	57	90	109.19	108.24
45	PD	209.33	0.41	0.0284	0.19	0.55	7	145.30	128.88	48.59
46	AD	179.28	1.02	0.0271	0.32	0.73	58	97.90	109.96	106.17
47	AD	216.25	0.90	0.0287	0.29	0.71	63	93.62	115.79	100.45
48	AD	180.85	0.66	0.0294	0.28	0.59	62	97.43	116.57	107.59
49	AD	117.81	0.35	0.0216	0.25	0.53	51	140.84	63.58	119.10
50	AD	118.86	0.63	0.0216	0.25	0.54	20	97.89	117.00	98.92
51	AD	232.48	0.98	0.0292	0.32	0.72	62	93.46	112.39	116.66
52	AD	131.53	0.90	0.0291	0.25	0.58	67	96.74	109.47	108.43
53	AD	108.28	0.92	0.0271	0.26	0.63	8	74.05	103.57	126.84
54	AD	243.47	1.13	0.0243	0.36	0.81	78	137.49	45.5	56.2
55	AD	181.48	0.29	0.0218	0.18	0.23	78	23.84	142.13	138.11
56	AD	240.12	0.92	0.0288	0.37	0.73	68	96.34	114.59	107.29
57	AD	185.35	1.11	0.0242	0.32	0.72	56	93.95	55.68	173.56
58	AD	116.97	0.96	0.0242	0.24	0.58	52	73.88	119.97	121.89
59	AD	174.36	0.56	0.0284	0.25	0.64	27	135	56.85	123.31
60	AD	273.11	0.92	0.0259	0.33	0.78	54	83.13	110.9	114.22
61	AD	150.48	0.92	0.0266	0.25	0.59	66	87.82	120.21	107.31
62	AD	183.99	0.61	0.0266	0.25	0.54	68	82.87	127.42	122.39
63	AD	186.30	0.94	0.0287	0.31	0.68	60	116.57	51.67	147.72
64	AD	124.20	0.83	0.0296	0.23	0.56	71	89.12	117.99	109.48
65	AD	142.73	0.58	0.0291	0.23	0.5	62	109.44	104.25	109.34

โรคในกลุ่มสมองฝ่อ										
ภาพลำดับที่	ชนิดโรค	คุณลักษณะ								
		CVS	VSR	SR	ER	FOHR	VA	FOHA บน	FOHA ซ้าย	FOHA ขวา
66	AD	228.18	0.95	0.0259	0.34	0.8	58	120.96	124.78	73.36
67	AD	165.04	0.37	0.031	0.23	0.51	57	76.95	116.51	116.14
68	AD	134.36	0.87	0.0232	0.27	0.6	65	83.66	116.66	112.17
69	AD	256.56	1.01	0.0253	0.41	0.77	69	91.38	119.46	103.24
70	AD	271.85	0.93	0.0262	0.35	0.83	53	77.68	104.17	109.07
71	AD	205.46	0.64	0.0268	0.31	0.65	56	118.38	84.9	116.17
72	AD	266.51	1.02	0.0256	0.3	0.4	70	97.06	110.54	112.42
73	AD	157.39	0.38	0.0297	0.15	0.46	71	80.54	118.64	109.89
74	AD	145.67	1.50	0.0227	0.35	0.71	63	95.66	111.39	106.77
75	AD	220.96	1.03	0.0266	0.30	0.74	81	100.15	104.62	102.09

การวัดประสิทธิภาพในการจำแนกด้วยความถูกต้อง 3 แบบ ได้แก่ True Positive Rate, False Positive Rate และ F-measure

TP rate, Recall :

$$TPR, Recall = \frac{TP}{(TP+FN)}$$

FP rate :

$$FPR = \frac{FP}{(TN+FP)}$$

Precision:

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)}$$

F-measure:

$$F - measure = \frac{2*Precision*Recall}{Precision*Recall}$$

เมื่อ

 TP = True Positive. TN = True Negative. FP = False Positive. FN = False Negative.

ตารางที่ 4-2 อัตราร้อยละความถูกต้องของการวัดประสิทธิภาพด้วย True Positive Rate, False Positive Rate, F-measure

อัตราความถูกต้อง (%)	3 คุณลักษณะ (ER, VA, FOHR)	5 คุณลักษณะ (ER, VA, FOHR, FOHA, SR)	7 คุณลักษณะ (ER, VA, FOHR, FOHA, SR, CVS, VSR)
Hydrocephalus			
TP	53.3	73.3	90.0
FP	5.0	1.7	2.5
F-measure	61.5	81.5	97.5
Cerebral Atrophy			
TP	95.0	98.3	97.5
FP	46.7	26.7	10.0
F-measure	91.9	95.9	97.5

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการนำคุณลักษณะทั้ง 7 ได้แก่ อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio) ผลรวมของแรงของเวกเตอร์ (Convergence of Vector Summation) ที่เข้าสู่โพรงสมอง มุมของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Angle), อัตราส่วนร่องรอบนอก (Sulci Ratio) อัตราส่วนอีวาน (Evans Ratio), อัตราส่วนของเข่าโพรงสมอง (Frontal Occipital Horn Ratio), มุมของโพรงสมอง (Ventricular Angle) สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะก่อนหน้าได้มีการมุ่งเน้นไปที่การสกัดคุณลักษณะจากโพรงสมองเป็นส่วนใหญ่ทำให้ร่องรอบสมองถูกนำมาพิจารณาเป็นส่วนน้อย เมื่อนำสองคุณลักษณะใหม่ คือ อัตราส่วนโพรงสมองและร่องรอบนอกสมอง (The ventricle and Sulci Ratio) ผลรวมของแรงของเวกเตอร์ (Convergence of Vector Summation) ช่วยจำแนกพบว่าสองคุณลักษณะนี้แสดงถึงความแตกต่างของทั้งสองโรคได้เป็นอย่างดีเนื่องจากอัตราร้อยละความถูกต้องของการวัดประสิทธิภาพด้วย True Positive Rate, False Positive Rate, F-measure ของภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและกลุ่มโรคสมองฝ่ออยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งในการวินิจฉัยทางการแพทย์ต้องใช้โพรงสมองและร่องรอบสมองมาพิจารณาร่วมกันไม่ได้มุ่งเน้นที่โพรงสมองเพียงอย่างเดียว ซึ่งโพรงสมองของโรคในกลุ่มสมองฝ่อมีขนาดใหญ่จากการสูญเสียเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ โพรงสมอง จึงทำให้ร่องรอบสมองมีความกว้างและลึก ส่งผลให้โพรงสมองขยายใหญ่ ในทางกลับกันภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองโพรงสมองขยายใหญ่ขึ้นเนื่องจากน้ำในโพรงสมองมีมากเกินไปเพราะมีการผลิตน้ำไขสันหลังมากกว่าการดูดนำไปใช้ จึงทำให้โพรงสมองขยายเปียดเนื้อเยื่อ ส่งผลให้ร่องรอบสมองมีขนาดแคบลง ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของโพรงสมองที่แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ร่องรอบสมองเป็นหลักและนำคุณลักษณะที่ได้รับรวมกับคุณลักษณะดั้งเดิม ดังตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้คุณลักษณะดั้งเดิมกับสองคุณลักษณะใหม่ซึ่งรวมเป็น 7 คุณลักษณะ ทำให้ผลการทดลองมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.2.1 จากผลการทดลองมีประสิทธิภาพการจำแนกที่ดีขึ้น แต่เนื่องจากผลรวมแรงของเวกเตอร์ที่ถูเข้าสู่โพรงสมองมีการซ้อนทับของช่วงข้อมูล จึงต้องนำคุณลักษณะที่มุ่งเน้นร่องรอยสมองเข้ามาพิจารณาร่วมเพื่อให้การจำแนกมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

5.2.2 ไม่สามารถนำเพียงสองคุณลักษณะใหม่มาจำแนกโรคภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองและโรคในกลุ่มสมองฝ่อเนื่องจากทั้งสองเน้นไปที่ร่องรอยสมองเป็นหลัก โดยในการวินิจฉัยของแพทย์ต้องวินิจฉัยโพรงสมองและร่องรอยสมองควบคู่กัน ดังนั้นทั้งสองคุณลักษณะจึงไม่เพียงพอต่อการจำแนกโรคจึงต้องนำคุณลักษณะดั้งเดิมมาร่วมพิจารณา

5.2.3 ภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 มุมมอง ได้แก่ การตัดตามแนวนอน (Axial) การตัดแบ่งด้านหลัง (Coronal) และการตัดแบ่งซ้ายขวา (Sagittal) ในแต่ละมุมมองสามารถแบ่งเป็นระนาบย่อยอีกหลายระนาบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เพียงการตัดตามแนวนอนเพียงระนาบเดียวเท่านั้น ซึ่งในการจำแนกความผิดปกติของทั้งสองสามารถใช้ระนาบและมุมมองอื่นได้เช่นกัน

5.2.4 วิธีการจำแนกคุณลักษณะสามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกับชุดข้อมูลนี้เท่านั้น เนื่องจากชุดข้อมูลมีความสมบูรณ์ของภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยโพรงสมองและโพรงสมองได้อย่างชัดเจน

5.2.5 ชุดข้อมูลภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองมีจำนวนภาพที่น้อยเมื่อเทียบกับโรคในกลุ่มสมองฝ่อ ซึ่งถ้าทั้งสองมีจำนวนชุดข้อมูลเท่ากันอาจทำให้ประสิทธิภาพการจำแนกภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองแม่นยำยิ่งขึ้น

5.3 งานที่จะทำต่อในอนาคต

คิดค้นคุณลักษณะใหม่โดยใช้ข้อมูลระนาบอื่น ซึ่งภาพถ่ายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในมุมมองหนึ่ง ไม่ได้มีเพียงแค่ระนาบเดียว ที่สามารถแสดงความผิดปกติของทั้งสองโรคได้ แต่ยังมีระนาบอื่น ๆ ที่สามารถนำมาหาคุณลักษณะได้ เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกอาจจะต้องใช้หลายระนาบมาวิเคราะห์เพื่อช่วยในการตัดสินใจและเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- Akter, L. A., & Kwon, G.-R. (2018). *Integration of Contourlet Transform and Canny Edge Detector for Brain Image Segmentation*. Paper presented at the 2018 Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN).
- Bhatkoti, P., & Paul, M. (2016). *Early diagnosis of Alzheimer's disease: A multi-class deep learning framework with modified k-sparse autoencoder classification*. Paper presented at the 2016 International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ).
- Chansuparp, M., Rodtook, A., Rasmequan, S., & Chinnasarn, K. (2015). *The automated skull stripping of brain magnetic resonance images using the integrated method*. Paper presented at the 2015 8th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON).
- Chansuparp, M., Rodtook, A., Rasmequan, S., & Chinnasarn, K. (2016). *Novel features for classification of hydrocephalus and cerebral atrophy*. Paper presented at the 2016 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE).
- Cehade, W. E. H., Kader, R. A., & El-Zaart, A. (2018). *Segmentation of MRI images for brain cancer detection*. Paper presented at the 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT).
- EVANS, W. A. (1942). An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 47(6), 931-937.
- Fabijańska, A., Węgliński, T., Zakrzewski, K., & Nowostawska, E. (2014). Assessment of hydrocephalus in children based on digital image processing and analysis. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 24(2), 299-312.
- Kendall, D. G. (1984). Shape manifolds, procrustean metrics, and complex projective spaces. *Bulletin of the London mathematical society*, 16(2), 81-121.
- Kirkpatrick, D. G., & Seidel, R. (1986). The ultimate planar convex hull algorithm? *SIAM journal on computing*, 15(1), 287-299.

- Ng, H.-F., Chuang, C.-H., & Hsu, C.-H. (2012). *Extraction and Analysis of Structural Features of Lateral Ventricle in Brain Medical Images*. Paper presented at the 2012 Sixth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing.
- O'Hayon, B., Drake, J., Ossip, M., Tuli, S., & Clarke, M. (1998). Frontal and occipital horn ratio: a linear estimate of ventricular size for multiple imaging modalities in pediatric hydrocephalus. *Pediatric neurosurgery*, 29(5), 245-249.
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 9(1), 62-66.
- Pahuja, G., & Nagabhushan, T. (2016). *A novel GA-ELM approach for Parkinson's disease detection using brain structural T1-weighted MRI data*. Paper presented at the 2016 Second International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP).
- Rodtook, A., & Chucherd, S. (2012). Detection of Microcalcifications in Mammograms Using the Object Attribute Thresholding Algorithm. *The Stamford journal*, 4(1).
- Rosenfeld, A., & Pfaltz, J. L. (1966). Sequential operations in digital picture processing. *Journal of the ACM (JACM)*, 13(4), 471-494.
- Sulaiman, S. N., Non, N. A., Isa, I. S., & Hamzah, N. (2014). *Segmentation of brain MRI image based on clustering algorithm*. Paper presented at the 2014 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications (ISIEA).
- Wulandari, A., Sigit, R., & Bachtiar, M. M. (2018). *Brain Tumor Segmentation to Calculate Percentage Tumor Using MRI*. Paper presented at the 2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC).



ภาคผนวก



The 4th International Conference on Information Technology

24-25 October 2019, Bangkok, Thailand.

Organized by: Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology and Council of IT Deans of Thailand (CITT)

Theme : Embracing Intelligent Technology and Innovation Towards the New Era of Human Life.

The 4th International Conference on Information Technology (InCIT2019) has goal and objective to be the forum of sharing the research in the related areas of information and communication technology. We believe that the research encompasses intelligent technology and innovation for the next society of human being will be very important. Authors who involves those research areas are cordially invited to submit papers and present in InCIT2019. In addition, the conference will strengthen the collaboration and provide opportunities for delegates to exchange and discuss new innovative ideas and research results, as well as the future directions for cooperative research.

The topics include, but are not limited to

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence Data Science and Analytics Cloud Service and Computing Communications and Networking Computer Animation and Game Digital Multimedia Technology Database Technology E-Commerce, E-Education, E-Government, E-Industry, E-Society Geo-informatics Human Computer Interaction IT in Education IT and Project Management IT Security and Privacy IT and Mobile Application | <ul style="list-style-type: none"> Image Processing Intelligence Communications Internet of Things Network Security and Privacy Augmented and Virtual Reality Pattern Recognition Platform Technologies Quantum Computing Signal Processing Natural Language Processing Bio-medical Informatics Smart and Expert Systems Web and Internet Technologies Wireless and Mobile Networks Other Related Topics |
|---|---|

Important Dates

Paper Submission Deadline:	Extended to 20 June 2019
Notification of Acceptance:	15 July 2019
Camera-Ready:	31 August 2019
Early Bird Registration:	10 September 2019
Regular Registration:	11-25 September 2019
Conference Date:	24-25 October 2019

Registration fee

Categories	Authors		Participants
	Early Bird	Regular	
Non IEEE/ECTI Member	USD 285 or THB 12,200	USD 495 or THB 20,800	USD 285 or THB 12,000
IEEE/ECTI Member	USD 215 or THB 9,400	USD 385 or THB 16,300	USD 195 or THB 8,400



Contact InCIT Secretariat : incit@niit.ac.th, Tel :+66 (0) 2763 2752

Honorary Chair

Bundit Kapanont TM, Thailand
President of Thai-Nichi Institute of Technology

General Chair

Rattikorn Wankasitgumrit TM, Thailand
Chairman of Council of IT Deans of Thailand (CITT)

General Co-chair

Klaara Chinnaiyan BU, Thailand
Phayung Meechai KM, THO, Thailand

Advisory Board

Woraphon Uthairatana MUT, Thailand
Kittajorn Polakorn KMUTT, Thailand
Narongchai Keerthirasak DPU, Thailand
Nopon Chitkumarn AMIT, Thailand
Pattanasak Mongkolkeha RU, Thailand
Tanyasak Lachaprasong MPU, Thailand
Sriwat Kamolprasong PSU, Thailand
Thirapong Wongwanwong RU, Thailand
Tiara Sukwani SPU, Thailand
Chutwatt Binsan RU, Thailand
Santorn Roemrut MSU, Thailand
Pattapong Boonbancha RU, Thailand
Dacharuchit Kanjyatsavet SaeU, Thailand
Anong Sangsak NPU, Thailand
Somchai Chaitanyasath SU, Thailand
Patt Oenkeelkong FW, Thailand
Tittitath Deesowan UP, Thailand
Wako Sasaki OHG-U / TOHOKU, Japan
Kenzo Takahashi IEC, Japan
Susumu Yoshida KYOTO-U, Japan
Yoshiaki Morioka HOKKAI, Japan
Bunke Yokota SYDNEY, Australia
Ying-Dar Lin NCTU, Taiwan
Yasuhiro Kato DAIS, Japan

Technical Program Supporting Committee

Kaew Channongyit KMUTT, Thailand
Kunpong Wornatanyak AMIT, Thailand
Chotpal Pornwasi AMIT, Thailand
Nopadol Maneevit AMIT, Thailand
Sakchai Tichakornat AMIT, Thailand
Sriwat Sai-U TM, Thailand
Waree Kongprasitphan SIT, Thailand
Wasit Sornthelamvachon SIT, Thailand
Sajjan Saiyot RU, Thailand
Pattarong Uthayopas RU, Thailand
Chaothi Awekul CU, Thailand
Koizumi Haruhiko TKBU-U, Japan
Somchai S. Chua LPU, Philippines
I Wayan Masika UGM, Indonesia
Hisashi Isahara TUT, Japan
Kenzo Takahashi KUMAS-NCT, Japan
Salahuddin Muhammad Salim Zuber TULIPUKA-NCT, Japan
Takashi Mizusaki TOHOKU, Japan
Haruhiko Tsunoda TOHTECH, Japan



Information of Sulci Vector for classifying Hydrocephalus and Cerebral Atrophy Symptom

Onsiri Singkom
Burapha University, Chonburi, Thailand
60910114@go.buu.ac.th

Krisana Chinmasarn
Burapha University, Chonburi, Thailand
krisana@it.buu.ac.th

Abstract—Classifications of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy are extremely challenging. Because of the magnetic resonance imaging (MRI) of those patients with these two diseases are very similar. Then, this makes the difficulty in the diagnostic process. Hence, the process requires a specialist and time-consuming. This paper proposes two new features: (1) the Ventricle and Sulci ratio (VSR) and (2) Convergence vector summation (CVS). VSR is the ratio between the ventricle and the sum of sulci vectors and CVS is the force of the vectors which converges into the ventricle. Both of these features make the classification model gains more accuracy. Experimental results show that both features provide higher accuracy than the existing methods which using traditional features. The performance is evaluated based on confusion matrix measurement. TP rate, FP rate, and F-measure of the Hydrocephalus classification is 93.3%, 3.3%, and 90.3% respectively. Besides, for classifying Cerebral Atrophy disease, the result in percentage is 96.7%, 6.7%, and 97.5% respectively.

Keywords- Hydrocephalus; Cerebral Atrophy; Sulci; Vector; MRI

I. INTRODUCTION

Cerebral Atrophy (CA) is considered a dangerous disease group. Because it affects the memory, temperament, and behaviour of the patient. This disease is commonly found in the elderly persons caused by the death of nerve cells, drinking alcohol, eating painkillers and hypnotic drug for a long time. Normally, the disease makes muscle contraction symptoms including intelligent decreased, mood and behaviour change, and forgetting the events. Currently, this disease has not been cured. Only treat according to the symptoms of the disease only

Hydrocephalus (HC) is a condition with too much cerebrospinal fluid (CSF) resulting in increased skull pressure and alters the structures and functions of many relevant neural regions. These cause the loss of various nervous systems to cause abnormal brain function, body development, and impaired intelligence. Generally, HC will happen to infants and the elderly persons. The symptoms of the patient are to become less conscious, speak less, abnormally walk,

and doubly image vision. If not properly treated, it will lose the nervous system and have a physical handicapped. This abnormal condition can be diagnosed by surgery operation.

In the medical analysis process, experts use magnetic resonance images (MRI) as a source. Because it is a safe technology and no side effect from the radiation. But the appearance of MRI of HC and CA in the ventricle are similar. In CA, the occurrence of tissue around the ventricle is less than HC. But the depth of sulci in CA is more than HC. Size of the ventricle in CA and HC are commonly larger than normal. But size of ventricles in HC and CA are the same. Therefore making it difficult to diagnose the disease. Condition of HC comes from the amount of cerebrospinal fluid (CSF) in the brain. It increases the size of ventricle causing skull pressure and pressure in the brain. Moreover, the appearance of the brain groove (Sulci) in both HC and CA are also similar. Then, these make the difficulty in the diagnose process by the experts as well. Therefore, sometimes the diagnosis process may be delayed which may result in life-threatening patients. Thus, several types of research related to the extraction of brain features occur by focusing on presenting ways. They try to extract new features of the brain to increase the efficiency of classification. Manit et al. [1] proposed two new features of the brain for classifying CA and HC. Proposed features consists of: Frontal Occipital Horn Angle (FOHA) and Sulci Ratio (SR). Anna Fabijanska et al. [3] proposed Ventricular Angle (VA) and Frontal Horn Radius (FHR). O'Hayon et al. [5] proposed Frontal and Occipital Horn Ratio (FOHR). Moore W. et al. [7] proposed quantitative measurements of lateral ventricular volume and total cortical thickness.

In this research, two new features focusing on information of sulci were presented. They revealed the pattern of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy symptoms. The related theories, proposed method, experimental result, and conclusion are described in the following section.

II. BACKGROUND KNOWLEDGE

A. Anatomy of Ventricle

The ventricle is a space in the brain which is the storage of Cerebrospinal fluid. The ventricle can be separated

into four parts, namely Lateral ventricle. In the cerebellum area, separated into left and right ventricle. The third ventricle is a single space that is middle between the thalamus. In addition, the inner ventricle consists of 3 horns: Frontal horn, Occipital horn, Temporal horn as Figure 1.

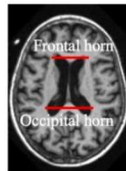


Figure 1. Brain image in the horizontal plane.

B. Brain MRI image

Magnetic Resonance Imaging (MRI) Is a tool used to detect abnormalities in various organs in the body. By using a high-intensity electromagnetic Fields. Used to create cross-sectional images and horizontal plane images. The image consist of 3 planes: (1) Coronal plane (2) Sagittal plane (3) Horizontal plane. The advantages of MRI Image are high resolution. Cause doctors to accurately diagnose the disease, MRI image of the brain with elements Figure 2.

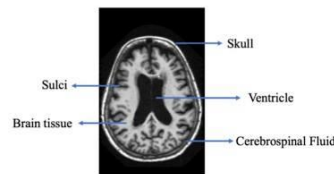


Figure 2 MRI brain Anatomy

C. Literature review

Manit et al. [1] Presenting research on Novel features for Classification of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy. By 2 new features presented are Frontal Occipital Horn Angle (FOHA) and Sulci Ratio (SR). And 3 basic features: Evans Ratio (ER), Frontal Occipital Horn Ratio (FOHR) and Ventricular Angle (VA). Which the research will use in the cerebral Tissue only to analyze. The skull and meninges will not be used. When extracting all 5 features, all of these features are then applied to the learning set of MLP neural networks to classify the Hydrocephalus and Cerebral Atrophy.

Anna Fabijanska et al. [3] Presenting research on Assessment of Hydrocephalus in Children based on Digital image processing and analysis extraction of the features of Hydrocephalus from computerized tomography (CT) scan. The first step is to extract the 4 feature: Evans Ratio (ER), Frontal and Occipital Horn Ratio (FOHR), Ventricular Angle (VA) and Frontal Horn Radius (FHR). Finally, All 4 features will be compared to find the relative error by using

reference images from experts as a measure of accuracy.

O'Hayon BB et al [5]. Presenting research on Frontal and Occipital Horn Ratio: A Linear Estimate of Ventricular Size for Multiple Imaging Modalities in Pediatric Hydrocephalus. Presented a new ratio called the frontal and occipital horn ratio (FOHR). Measure accuracy by using correlation coefficients and Spearman's correlation coefficients. Which can be concluded that the normal FOHR is 0.37 and is independent of age.

D. Existing Features

1. The Sulci Ratio (SR)

Manit et al. [1] proposed a feature related to sulci and gyri which can explain the differences in both diseases. The sulci ratio (SR) was the ratio between total depth of all sulci and the brain area as described in eq. (1)

$$SR = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{b} \quad (1)$$

2. Frontal and Occipital Horn Angle (FOHA)

Another feature proposed by Manit et al. [1] was Frontal and Occipital Horn Angle (FOHA). These features consist of 3 angles including FOHA left angle, FOHA right angle and FOHA top angle as illustrated in Figure 3.

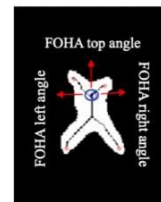


Figure 3. Three angles that occur in the ventricle.

3. Ventricular Angle (VA)

Anna Fabijanska et al. [3] proposed Ventricular Angle (VA). The angle occurs between the diameter of the head is angled to the tangent line the frontal horn as shown in Figure 4.

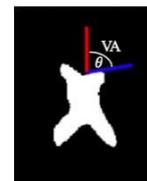


Figure 4. The angle that occurs between the forehead horn.

4. Evans Ratio (ER)

Evans et al.[6] proposed ER which was the ratio between frontal horns of the ventricle f_{max} and the longest side within the skull i_{max} of normal people. In the paper recommend that this ratio must be less than 0.29 for normal people. If it is not, the doctor will

assume that it may be hydrocephalus as described in eq. (2)

$$ER = \frac{l_{max}}{i_{max}} \quad (2)$$

5. Frontal Occipital Horn Ratio (FOHR)

O'Hayon BB et al. [5] proposed FOHR. This ratio was calculated from the summation of f_{max} and horn the longest side in the occipital frontal of the ventricle o_{max} divided by i_{max} as described in eq. (3)

$$FOHR = \frac{l_{max} + o_{max}}{i_{max}} \quad (3)$$

III. PROPOSED METHOD

Our proposed method for the classification of Hydrocephalus Condition and Cerebral Atrophy diseases consists of the following steps as shown in Figure 5.

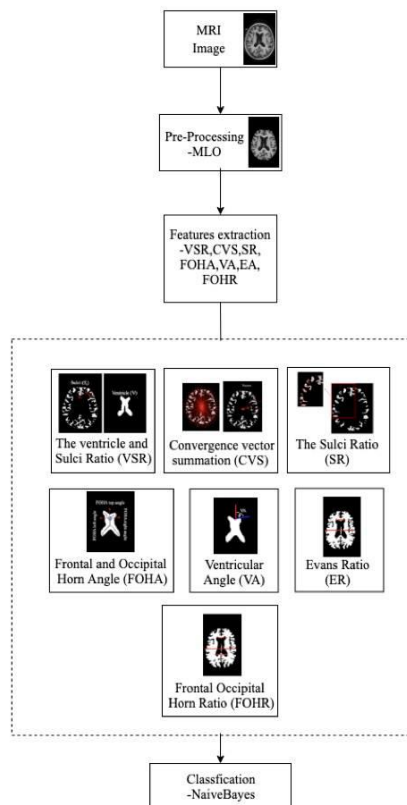


Figure 5. Flowchart of proposed method.

A. MRI Image

The dataset is projected in horizontal plane. Dimension of the image is 160 x 256 pixels. Figure 6 demonstrates the brain images in a horizontal plane.

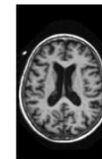


Figure 6. Brain MRI horizontal plane.

B. Image-preprocessing

In this brain image processing, the elements within the brain were interesting things. Therefore, the preparation processes to eliminate some unwanted components of the images before processing were very important. These steps can simplify computation in the following steps and provide higher accuracy. In this paper, MLO techniques proposed in [2] had been used. There were 4 steps. First, identify backgrounds and foreground using Object Attribute Thresholding (OAT). Second, erosion morphology for separating brain from surrounding objects was applied. Third, labeling of each element in the segmented image was used. The largest pixel group in the segmented image will be identified as brain area. Finally, filling holes using modified morphology process was used.

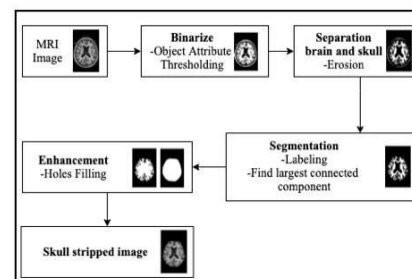


Figure 7. Flowchart of MLO method.

C. Feature extraction

1. The Ventricle and Sulci Ratio (VSR)

Ventricle and sulci regions are commonly used for identifying Hydrocephalus and Cerebral Atrophy symptoms. Because size of ventricle has a large size, it can be set as the landmark for localizing and identifying Cerebral Atrophy symptom. Large size of ventricle will be come together with lost of brain tissue. Then, sulci region will be wide and deep. On the other hand, for in the Hydrocephalus symptom, the ventricle region will be expanded because ventricle

region contains amount of water. Extending of ventricle region causes the outer brain narrow. Since both symptom are having an inverse proportion, we then propose the ratio between ventricle region and summation of sulci vectors (VSR) for separating Hydrocephalus from Cerebral Atrophy symptom. The ratio between the ventricle (V) and the sum of sulci vectors (S_i) can be described as the eq (4):

$$VSR = \frac{V}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (4)$$

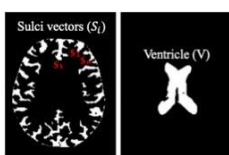


Figure 8. Sulci and ventricle that are used to calculate the ratio.

2. Convergence of Vector Summation (CVS)

In this feature extraction step, CVS value is obtained from sum up 360 different rotation of vectors. Firstly, centroid point of brain object is located using equation 5 as shown in Figure 8. Secondly, the secant line (SL) between centroid coordinate and brain object boundary is computed using eq. (6). Thirdly, by using eq. (7), SL is rotated from 1 degree to 360 degree as exhibited in Figure 9. Fourthly, overlapped area (OA) between each SL and Sulci region is identified. Then, each coordinate and its OA are inserted into vector in each rotational degree. The algorithm to find Sulci vector is demonstrated in Figure 10. Fifthly, to compute the internal force which converge to centroid coordinate, the momentum formula is employed in eq. (8). According to the summation, the output with large momentum is likely to be Cerebral Atrophy. The output with less momentum is classified to Hydrocephalus instead.

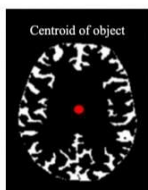


Figure 8. Center point of the object.

$$\begin{aligned} \text{Centroid} = (X &= \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n}{A}, \\ Y &= \frac{a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_ny_n}{A}) \end{aligned} \quad (5)$$

Where

X, Y = coordinate of centroid.

a_i = area of each object.

A = area of the brain.

x_i, y_i = x, y center position of each object.

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1; a, b > 0 \quad (6)$$

Where

X, Y = coordinate of centroid.

a, b = major axis and minor axis length.

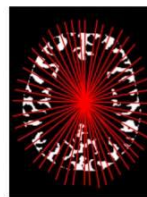


Figure 9. Vectors converging to the center.

$$X + r * (\cos(\text{angle})), Y + r * (\sin(\text{angle})) \quad (7)$$

Where

X, Y = coordinate of centroid.

r = radius of object i .

angle = the angle of rotation of axis.

Algorithm 1: Finding Sulci Vector

```

Input: Image
Output: SulciVector
Begin
1: Set X,Y as centroid of the Input Image
2: Set r = argmax(Rx,Ry) / Rx and Ry are radius in x and y axes
3: For each angle(a) step=1 do
4:   x' = X + r * cos(a)
5:   y' = Y + r * sin(a)
6:   Create Secant Line (SL) between (X,Y) and (x',y')
7:   Compute Overlapped area (OA) between SL and SulciRegion
8:   Insert [x',y',OA] into SulciVector(a)
9: endfor
End

```

Figure 10. Finding Sulci Vector Algorithm.

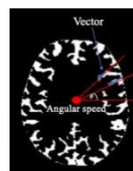


Figure 11. Vectors convergence.

$$\vec{P} = \vec{M}\omega \quad (8)$$

Where

P = Momentum.

M = Mass of vector.

ω = Angular speed.

D. Classification

Brain features were extracted from MRI images of the Hydrocephalus and Cerebral Atrophy. will be used as a learning set to create a classification model by a waka software package, method Naive Bayes as described in eq. (9)

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)} \quad (9)$$

Where

$P(x)$ = All attribute numbers.
 $P(c)$ = All class numbers.

IV. EXPERIMENTAL RESULTS

From a study about Hydrocephalus and Cerebral Atrophy, researchers have examined brain images of 75 patients to do the experiment. Uses Three standard data sets contain 1. Database of patients with cerebral hemorrhage 15 images, which is a database of the Department of Radiology and Medical Informatics.

University Uniformed Services In terms of images, patients with brain disease are divided into 2

sets of data: 1. A series of images of Alzheimer's patients from the database the Open Access Series of Imaging Studies (OASIS) 30 images. and 2. images of Parkinson's disease patients 30 images.

The results showed that when we used 3 features that were earlier, the results obtained were Hydrocephalus, 53.3%, TP Rate, 5% FP Rate, 61.5% F-measure and Cerebral Atrophy, 95.0% TP Rate, 46.7% FP Rate, 91.9% F-measure as shown in Table 2. When using 5 features [1], it can be seen that the FP rate in the Cerebral Atrophy is still high and TP Rate, F-measure of Hydrocephalus can also increase accuracy. Therefore, in order to increase accuracy, we use all 7 features that are combined with the features we proposed. It can be seen that there are better experimental results as shown in TABLE 2.

TABLE 1. RESULTS OF ALL SEVEN FEATURES EXTRACTION.

Hydrocephalus										
MRI image	disease	CVS	VSR	SR	ER	FOHR	VA	FOHA Top	FOHA Left	FOHA Right
1	HC	93.57	3.91	0.0053	0.10	0.72	23	43.96	121.55	165.22
2	HC	162.65	2.84	0.0035	0.39	0.91	54	81.38	129.72	121.39
3	HC	142.87	1.25	0.0082	0.16	0.33	54	104.17	160.52	0.00
4	HC	52.23	1.06	0.0058	0.17	0.65	64	62.02	135.80	124.88
5	HC	36.95	24.21	0.0026	0.47	1.04	52	58.88	147.42	137.36
...										
15	HC	101.422	3.09	0.0048	0.37	0.84	2	42.02	102.19	157.00
Cerebral Atrophy										
16	PD	195.41	0.84	0.0155	0.28	0.65	65	92.49	115.09	116.57
17	PD	179.61	0.59	0.0165	0.26	0.62	22	76.99	121.58	117.83
18	PD	130.83	0.79	0.0101	0.23	0.55	37	43.06	130.36	141.19
19	PD	201.27	0.65	0.0149	0.22	0.58	57	69.50	120.81	117.89
20	PD	214.99	0.49	0.0184	0.31	0.64	59	90.00	62.72	178.96
...										
45	PD	274.54	0.34	0.0284	0.19	0.55	7	145.30	128.88	48.59
46	AD	223.88	0.82	0.0271	0.32	0.73	58	97.90	109.96	106.17
47	AD	294.11	0.71	0.0287	0.29	0.71	63	93.62	115.79	100.45
48	AD	298.41	0.44	0.0294	0.28	0.59	62	97.43	116.57	107.59
49	AD	221.99	0.25	0.0216	0.25	0.53	51	140.84	63.58	119.10
50	AD	194.79	0.4	0.0216	0.25	0.54	20	97.89	117.00	98.92
...										
75	AD	276.01	0.73	0.0266	0.30	0.74	81	100.15	104.62	102.09

TABLE 2. MEASURE PERFORMANCE USING TRUE POSITIVE, FALSE POSITIVE, F-MEASURE.

Accuracy (%)	Use three Feature (ER, VA, FOHR)	Use five Feature (ER, VA, FOHR, FOHA, SR)	Use seven Feature (ER, VA, FOHR, FOHA, SR, CVS, VSR)
Hydrocephalus (HC)			
TP	53.3	73.3	93.3
FP	5.0	1.7	3.3
F-measure	61.5	81.5	90.3
Cerebral Atrophy (CA)			
TP	95.0	98.3	96.7
FP	46.7	26.7	6.7
F-measure	91.9	95.9	97.5

In this paper, We measure performance using TP rate, FP rate, F-measure with the following equation:

TP rate, Recall :

$$TPR, Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (10)$$

FP rate:

$$FPR = \frac{FP}{(TN+FP)} \quad (11)$$

Precision:

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (12)$$

F-measure

$$F - measure = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad (13)$$

where

TP = True Positive.

TN = True Negative.

FP = False Positive.

FN = False Negative.

V. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this research, the classification of brain diseases was proposed. By using five traditional features, the classifying result reaches high of FP-rate. It means that, the output from classification model with five input features consist of numerous of false result. Thus, two new features for classification model are accounted. Firstly, we proposed "Ventricle and Sulci Ratio (VSR)". It is the ratio between brain ventricle and the sum of sulci vectors. Secondly, we proposed "Convergence vector summation (CVS)". It is the amount of virtual force converging to center of brain image. By combining two new proposed features with five traditional features, the result from our approach reach 93.3% TP Rate, 3.3% FP Rate, 90.3% F-measure in Hydrocephalus classification. 96.7% TP Rate, 6.7% FP Rate, 97.5% F-measure in Cerebral Atrophy. In the future work, more new features for

classifying brain diseases with thinned ventricle and brain damaged will be attempted.

In this research, CVS, and VSR perform better results in the classification of Hydrocephalus and Cerebral Atrophy, the sulci is used for determining diseases. Both of the proposed features focus on sulci, Which can be seen that, the previous features focus on Ventricle, which may not be enough to classify. When adding two of our features, the result of the experiment is improved.

REFERENCES

- [1] M. Chansuparp, A. Rodtook, S. Rasmequan and K. Chinmasam, "Novel features for classification of hydrocephalus and cerebral atrophy," 2016 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), Khon Kaen, 2016, pp. 1-6.
- [2] M. Chansuparp, A. Rodtook, S. Rasmequan and K. Chinmasam, "The automated skull stripping of brain magnetic resonance images using the integrated method," 2015 8th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON), Pattaya, 2015, pp. 1-5.
- [3] Anna Fabijanska, Tomasz Weglinski, Krzysztof Zakrzewski, Emilia Nowoslawska, "Assessment Of Hydrocephalus In Children Based On Digital Image Processing And Analysis", International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS), Vol.24, No.2, 2014.
- [4] H. Ng, C. Chuang and C. Hsu, "Extraction and Analysis of Structural Features of Lateral Ventricle in Brain Medical Images," 2012 Sixth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, Kitakushu, 2012, pp. 35-38.
- [5] O'Hayon BB, Drake JM, Ossip MG, Tuli S, Clarke M, "Frontal and occipital horn ratio: A linear estimate of ventricular size for multiple imaging modalities in pediatric hydrocephalus", *Pediatr Neurosurg*, Nov 1998.
- [6] Evans, W.A., Jr, "An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy", *Arch. Neurol. Psychiat.*, Vol 47, pp.931-937, 1942.
- [7] Dana W. Moore, Ilhami Kovanlikaya, Linda A. Heier, "A Pilot Study of Quantitative MRI Measurements of Ventricular Volume and Cortical Atrophy for the Differential Diagnosis of Normal Pressure Hydrocephalus" *Neurology Research International*, 2012.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	อรศิริ สิงขรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	15 มิถุนายน 2537
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	4/56 ม.2 ต.นาป่า อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย บูรพา

