บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน การแพทย์เจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็ว เครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้มีความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีส่วนช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยอาการป่วยของผู้ป่วยได้ถูกต้องและมีโอกาสรักษาผู้ป่วยให้หายจากอาการป่วยได้มากขึ้น ซึ่งการถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอ (Magnetic Resonance Imaging) นับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่แพทย์ใช้เพื่อช่วยในการวินิจฉัยอาการป่วยที่เกิดขึ้นกับอวัยวะภายใน เช่น สมอง ตับ หัวใจ โดยไม่จำเป็นต้องทำการผ่าตัด

เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้น คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพในการประมวลผลมากขึ้น รวมทั้งความรู้ แนวคิด และทฤษฎีทางด้านการประมวลผลภาพดิจิตอลมีการพัฒนามากขึ้น ส่งผลให้มีเทคนิคใหม่ ๆ ในศาสตร์ทางด้านนี้ซึ่งรวมไปถึงการแบ่งส่วนของภาพเกิดขึ้นมากมาย โดยเมื่อผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจนเป็นที่ยอมรับได้ จึงมีการประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิด และทฤษฎีที่ได้นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ภาพทางด้านการแพทย์

การแบ่งส่วนของสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอโดยการแบ่งส่วนด้วยมือ (Manual Segmentation) นับเป็นวิธีการแรกเริ่มในการแบ่งส่วนที่เป็นสมองออกจากพื้นหลัง ซึ่งวิธีการนี้ใช้เวลาและแรงงานมากในการแบ่งส่วน เนื่องจากผู้ใช้จำเป็นต้องกำหนดส่วนที่เป็นสมองเองทั้งหมด จากนั้นได้มีการคิดค้นวิธีการใหม่โดยนำเครื่องมือทางด้านการประมวลภาพดิจิตอลมาช่วยในการแบ่งส่วนเพื่อเพิ่มความสะดวกของผู้ใช้ โดยวิธีนี้สามารถเรียกได้ว่าเป็นการแบ่งส่วนแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semiautomatic Segmentation) และในที่สุด ได้มีความพยายามเพื่อให้การแบ่งส่วนที่เป็นสมองสามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้ใช้เข้ามาเกี่ยวข้อง และเรียกวิธีการนี้ว่าการแบ่งส่วนแบบอัตโนมัติ (Automatic Segmentation)

ในส่วนต่อไปนี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการทำงานในการแบ่งส่วนของแพทย์ในปัจจุบัน จึงเป็นการกล่าวถึงวิธีการแบ่งส่วนที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญใช้แบ่งส่วนที่เป็นสมองออกจากพื้นหลัง จากนั้นจึงนำเสนอให้เห็นถึงปัญหาของชุดภาพเอ็มอาร์ไอและความยากลำบากในการแบ่งส่วนต่อไป

1.1.1 วิธีการแบ่งส่วนของผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน [1]

วิธีการที่นายแพทย์ทายาท ดีสุดจิตผู้เชี่ยวชาญการแบ่งส่วนบริเวณสมองแห่งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ใช้ในการแบ่งส่วน มีด้วยกัน 3 วิธี คือ

1. **วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง** (thresholding) ใช้การกำหนดช่วงค่าระดับเทาของส่วนที่สนใจศึกษา การแบ่งส่วนโดยวิธีนี้จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ฮิสโตแกรม (histogram) ของภาพเอ็มอาร์ไอที่ต้องการแบ่งส่วน โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่มีค่าระดับเทาต่างกัน ผู้ใช้จะสามารถกำหนดช่วงค่าระดับเทาในฮิสโตแกรมที่แทนเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจศึกษา แล้วประมวลผลเพื่อสร้างภาพผลลัพธ์โดยกำจัดจุดภาพที่มีค่าระดับเทานอกช่วงที่กำหนดออกไป โดยทำให้จุดภาพเหล่านี้มีค่าระดับเทาเท่ากับค่าระดับเทาของพื้นหลัง และแสดงเฉพาะจุดภาพที่มีค่าระดับเทาอยู่ในช่วงที่กำหนด จากวิธีการนี้ความคลาดเคลื่อนของภาพผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับการกำหนดช่วงค่าระดับเทาและลักษณะฮิสโตแกรมของภาพ

2. **วิธีเชิงโต้ตอบ** (interactive) วิธีนี้จะกำหนดขอบเขตของเนื้อเยื่อหรือส่วนที่สนใจในภาพโดยตรง เนื่องจากผู้ใช้จะทราบว่าภาพตัดขวางของร่างกาย ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ จะมีอวัยวะใดวางตัวอยู่ ณ บริเวณใดในภาพ ผู้ใช้จึงสามารถกำหนดขอบเขตลงไปในภาพได้ โดยวิธีการนี้จะมีส่วนช่วยเหลือผู้ใช้ให้ได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น โดยเมื่อผู้ใช้กำหนดจุดขอบภาพขึ้นมา 2 จุด จากนั้นวิธีการนี้จะพยายามค้นหาเส้นขอบที่ดีที่สุดระหว่างจุดที่เป็นขอบภาพที่ถูกกำหนดขึ้น หากเส้นขอบที่ได้ถูกต้องผู้ใช้สามารถกำหนดขอบภาพในบริเวณอื่นต่อไปได้ แต่หากไม่ถูกต้องผู้ใช้จำเป็นต้องกำหนดจุดขอบภาพเดิมใหม่ให้มีระยะห่างระหว่างจุดขอบภาพลดลง วิธีเชิงโต้ตอบนี้จะให้ความถูกต้องมากที่สุดในการกำหนดรูปร่างของอวัยวะหรือส่วนประกอบที่สนใจ ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการกำหนดขอบเขตและขนาดของภาพที่นำมาใช้ การใช้ภาพที่มีขนาดใหญ่จะช่วยให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจนและสามารถกำหนดขอบเขตได้แม่นยำยิ่งขึ้น

3. **วิธีการแผ่ขยายบริเวณ** (region growing) วิธีนี้จะใช้การกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยาย (seed point) ลงไปในบริเวณของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจภายในภาพ และทำการประมวลผลเพื่อขยายขอบเขตของจุดเริ่มต้นออกไปทุกทิศทุกทางจนเต็มขอบเขตของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจ ค่าระดับเทาของจุดภาพ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตทิศทางของการแผ่ขยาย การขยายตัวของจุดเริ่มต้นจะกระจายไปยังจุดภาพรายรอบที่มีค่าระดับเทาใกล้เคียงกับจุดเริ่มต้นและมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าที่กำหนดค่าหนึ่ง และจากจุดภาพรายรอบจะกระจายไปยังจุดภาพถัดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดเมื่อพบจุดภาพที่มีค่าระดับเทาแตกต่างเกินช่วงค่าคลาดเคลื่อนที่กำหนด ความถูกต้องของผลลัพธ์ของการแบ่งส่วน

ด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยายและการกำหนดค่าคลาดเคลื่อน หากเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจมีมากกว่าหนึ่งบริเวณและไม่ได้เป็นบริเวณที่ต่อเนื่องกัน ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยายเพิ่มเติมสำหรับแต่ละบริเวณ เพื่อให้เนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบเหล่านั้นปรากฏถูกต้องครบถ้วนในภาพผลลัพธ์

จากวิธีการที่กล่าวมาทั้ง 3 แบบนี้ การที่จะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอวัยวะหรือส่วนที่สนใจศึกษา เช่น หากต้องการแบ่งส่วนที่เป็นไขมันอาจใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่ง ทั้งนี้เนื่องมาจากไขมันเป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่มีค่าระดับเทาแตกต่างจากค่าระดับเทาของเนื้อเยื่อส่วนอื่น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากฮิสโตแกรมก็จะเห็นเป็นกลุ่มที่ชัดเจน หากเป็นการแบ่งส่วนสมองสำหรับบางภาพซึ่งเนื้อเยื่อมีค่าระดับเทาใกล้เคียงกันและไม่เป็นกลุ่มที่ชัดเจนในฮิสโตแกรมก็อาจใช้การแบ่งส่วนโดยวิธีเชิงโต้ตอบ เป็นต้น

จากความเห็นของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยมากมักใช้วิธีเชิงโต้ตอบสำหรับการแบ่งส่วนสมองจากภาพถ่ายเอ็มอาร์ไอซึ่งวิธีเชิงโต้ตอบนี้ก็ยังมีข้อเสียเปรียบซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ใช้เวลาในการทำงานมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องทำการแบ่งส่วนกับภาพจำนวนมาก
2. มีความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากผู้ใช้ในการกำหนดขอบเขตสำหรับการแบ่งส่วน
3. ขอบที่ได้ไม่ละเอียดในระดับจุดภาพ เนื่องจากการกำหนดขอบเขตไม่ได้กระทำกับทุกจุดภาพ แต่ใช้การกำหนดจุดที่มีระยะห่างกันหลายจุดเพื่อแบ่งส่วนสมอง

1.1.2 ปัญหาในการแบ่งส่วนที่เกิดจากชุดภาพเอ็มอาร์ไอ

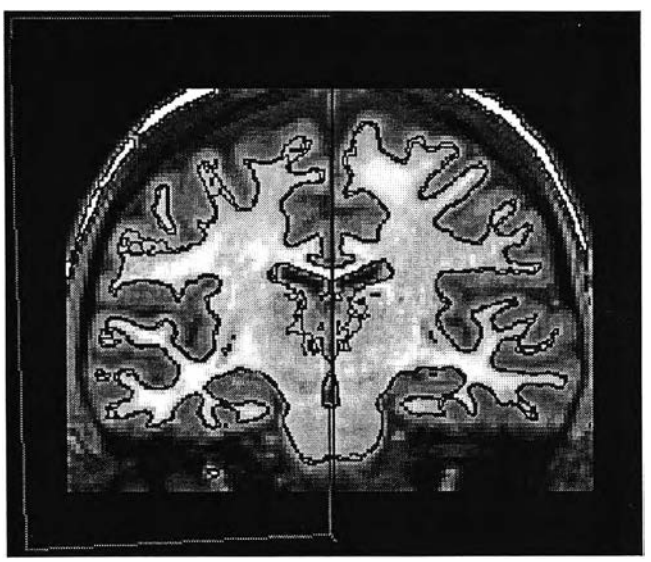
จากปัญหาในการแบ่งส่วนที่ได้ชี้ให้เห็นนี้ จึงมีงานวิจัยมากมายที่พยายามแบ่งส่วนโดยอัตโนมัติ แต่ทั้งนี้ยังมีลักษณะปัญหาที่ควรคำนึงถึง [2] ดังนี้

1. **พารามิเตอร์ของภาพที่ต่างกัน** เกิดจากการสแกนภาพบนเครื่องเอ็มอาร์ไอต่างชนิดกันหรือบนเครื่องชนิดเดียวกันที่เวลาต่างกัน (การตั้งค่าพารามิเตอร์ในเครื่องเอ็มอาร์ไอแตกต่างกัน) ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้มีค่าระดับเทาที่ต่างกัน การเปรียบต่าง (contrast) ที่ต่างกัน รวมทั้งคุณภาพของภาพโดยรวมที่ต่างกันด้วย
2. **ค่าระดับเทาที่ซ้อนทับกัน** องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในภาพเอ็มอาร์ไอ เช่น ส่วนคอและหนังศีรษะอาจมีค่าระดับเทาอยู่ในช่วงเดียวกันกับเนื้อเยื่อของสมองได้ ดังนั้นการแบ่งส่วนโดยพิจารณาแต่ค่าระดับเทาเพียงอย่างเดียว จึงไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้

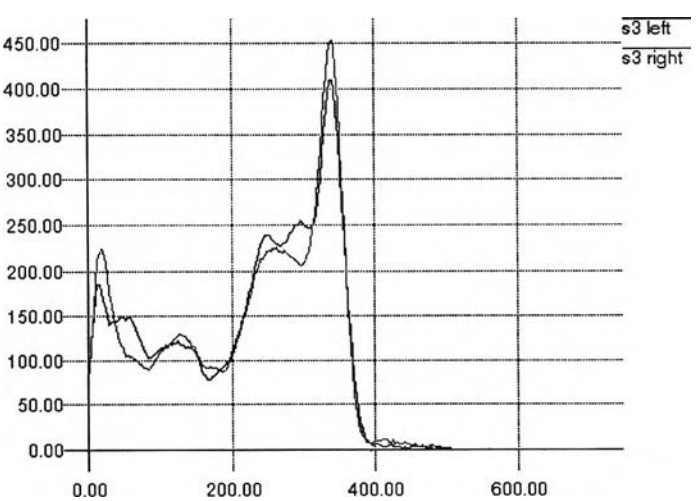
3. **สัญญาณรบกวนภายในภาพ** สาเหตุหลักเกิดจากคุณภาพของเครื่องเอ็มอาร์ไอเอง และยังสามารถเกิดจากสถานที่ตั้งเครื่องเอ็มอาร์ไอ รวมทั้งการเคลื่อนตัวของหลอดเลือดและกล้ามเนื้อของผู้ป่วยได้อีกด้วย

4. **ตำแหน่งขององค์ประกอบที่ซ้อนทับกัน** เกิดจากบริเวณปริมาตรภาพ (voxel) มีชนิดของเนื้อเยื่ออยู่หลายชนิด ทำให้ค่าระดับเทาที่ได้เป็นค่าระดับเทาเฉลี่ยของแต่ละชนิด และทำให้รายละเอียดมีความชัดเจนลดลง

5. **ค่าระดับเทาที่ไม่เท่ากันในแต่ละบริเวณ** เกิดขึ้นจากคุณภาพของเครื่องเอ็มอาร์ไอเอง โดยบริเวณของภาพเดียวกันหรือภาพที่อยู่ในลำดับสไลด์ถัดกันมีค่าระดับเทาที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 ภาพเอ็มอาร์ไอแสดงเส้นขอบบริเวณส่วนเนื้อเยื่อสมอง



รูปที่ 2 ฮิสโตแกรมของค่าระดับเทา บริเวณเส้นขอบด้านซ้าย (สีเทา) และด้านขวา (สีดำ) ของสมอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 1 แสดงจุดบริเวณขอบเนื้อเยื่อสมองเพื่อนำไปพิจารณาค่าระดับเทา ซึ่งค่าระดับเทาของจุดที่เป็นขอบบริเวณด้านซ้ายของรูปจะนำไปสร้างเป็นฮิสโตแกรมได้โดยแสดงเป็นเส้นสีเทา และค่าระดับเทาของจุดที่เป็นขอบบริเวณด้านขวาของรูปจะนำไปสร้างเป็นฮิสโตแกรมได้โดยแสดงเป็นเส้นสีดำ จากฮิสโตแกรมที่นำเสนอจะพบว่าค่าระดับเทาทั้งสองบริเวณมีความแตกต่างกันเกิดขึ้น

6. **ความไม่คมชัดของขอบภาพ** ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาของแต่ละสไลด์ โดยหากสไลด์มีความหนามากความคมชัดจะยิ่งลดลง

จากความไม่สะดวกและอุปสรรคของวิธีการแบ่งส่วนที่เป็นสมองที่ใช้ในปัจจุบัน รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุดภาพเอ็มอาร์ไอดังที่ได้นำเสนอนี้ จึงทำให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อช่วยให้การแบ่งส่วนสมองมีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคในการแบ่งส่วนสมองสำหรับชุดภาพเอ็มอาร์ไอ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลภาพที่นำมาใช้เป็นชุดข้อมูลภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง
2. ภาพผลลัพธ์ที่ได้แสดงส่วนที่เป็นสมองของแต่ละสไลด์ในแต่ละชุดภาพเอ็มอาร์ไอ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะของสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอ
2. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี รวมทั้งงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพดิจิตอลและการแบ่งส่วน
3. ออกแบบและทดสอบเทคนิคในการแบ่งส่วนเพื่อประเมินความเป็นไปได้
4. รวบรวมเทคนิคการแบ่งส่วนเพื่อนำไปใช้ในการแบ่งส่วนที่เป็นสมอง
5. พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการแบ่งส่วนที่เป็นสมอง
6. ทดสอบและประเมินความถูกต้อง
7. แก้ไขข้อผิดพลาด
8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เทคนิคใหม่ในการแบ่งส่วนที่เป็นสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอ
2. สามารถนำเทคนิคใหม่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแบ่งส่วนอวัยวะภายในอื่น ๆ ได้