บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ช่วยสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือทางการแพทย์สมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้แพทย์วินิจฉัยโรคของผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็ว *เครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอ*[1] (MRI Scanner) เป็นเครื่องมือที่ทันสมัยอีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับถ่ายภาพภาคตัดขวางของร่างกายของผู้ป่วยโดยไม่ต้องผ่าตัด และสามารถถ่ายภาพภาคตัดขวางได้ทุกส่วนของร่างกายแม้แต่ในส่วนปิด เช่น เนื้อสมองในกะโหลกศีรษะ เป็นต้น แพทย์สามารถใช้ภาพเอ็มอาร์ไอเพื่อการวิเคราะห์ในเชิง 3 มิติ สำหรับการตรวจสอบ การศึกษา การหาส่วนผิดปกติ การเตรียมแผนการผ่าตัด หรืออื่น ๆ การวิเคราะห์ภาพเอ็มอาร์ไอช่วยแพทย์ในการเตรียมแผนการรักษาตลอดจนการติดตามผลการรักษา ซึ่งส่งผลให้การรักษาผู้ป่วยมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมาก

ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องราวโดยสังเขปของภาพเอ็มอาร์ไอ ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของภาพเอ็มอาร์ไอสมอง วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการแยกบริเวณสมองจากภาพถ่ายเอ็มอาร์ไอ ปัญหาอันเกี่ยวเนื่องกับการแยกบริเวณสมองของวิธีการที่ใช้กันอยู่รวมถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขต ข้อจำกัด และประโยชน์ของงานวิจัยนี้

1.1.1 การถ่ายภาพโดยเครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอ

เครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอทำให้การถ่ายภาพภาคตัดขวางของอวัยวะหรือส่วนประกอบภายในเป็นจริงขึ้นมาโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (คลื่นวิทยุ) ความถี่สูงจะถูกปล่อยเป็นจังหวะไปที่เนื้อเยื่อซึ่งอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กความเข้มสูงมาก เนื้อเยื่อที่อยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กความเข้มสูงจะมีสภาพเป็นแม่เหล็กชั่วขณะและให้อัตราการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างกัน ตัวรับสัญญาณภายในเครื่องเอ็มอาร์ไอจะวัดค่าการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเนื้อเยื่อเหล่านี้และนำมาสร้างเป็นภาพภาคตัดขวางเชิง 2 มิติออกมา เมื่อเราใช้เครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอถ่ายภาพภาคตัดขวางของร่างกายหลาย ๆ ภาพตามแนวที่กำหนดและนำภาพเชิง 2 มิติเหล่านั้นมาประกอบกันจะสามารถสร้างกลับเป็นภาพเชิง 3 มิติของอวัยวะได้

---

[1] เอ็มอาร์ไอ ใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษจากคำว่า MRI ย่อมาจาก Magnetic Resonance Imaging

การถ่ายภาพภาคตัดขวางของสมองซึ่งถือเป็นวัตถุ 3 มิติโดยเครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไออยู่ภายใต้การกำหนดเงื่อนไข 3 ประการได้แก่ การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการถ่ายภาพ, การกำหนดระนาบ (plane) ของภาพ และการกำหนดความหนาของชั้นภาพ[2] (slice thickness) เงื่อนไขที่กำหนดจะมีผลต่อโครงสร้าง[3]ที่ปรากฏในภาพ และค่าความเข้มแสงของจุดภาพ[4]

การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอมี 3 ชนิด [3] ได้แก่ แบบ PD (Proton Density), แบบ T1 (Spin-Lattice Relaxation Time) และ แบบ T2 (Spin-spin Relaxation Time) เมื่อกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการถ่ายภาพแบบหนึ่ง ๆ แล้วเนื้อเยื่อต่างชนิดกันจะให้ผลตอบสนองต่อคลื่นสัญญาณต่างกันซึ่งปรากฏเป็นเค้าโครงของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในภาพถ่าย ภาพซึ่งถ่ายโดยการกำหนดพารามิเตอร์ทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะดังรูปที่ 1 (ก) – (ค)

การกำหนดระนาบของการถ่ายภาพมีผลต่อลักษณะโครงสร้างภายในที่ปรากฏในภาพ ระนาบสำหรับการถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอมี 3 ชนิด [3] คือ ระนาบที่ขนานกับใบหน้า (coronal plane) ระนาบที่ขนานกับด้านข้าง (sagittal plane) และระนาบที่ตั้งฉากกับแกนศีรษะ (axial plane) ลักษณะของภาพที่ถ่ายโดยการกำหนดระนาบต่างกันแสดงดังรูปที่ 1 (ง) – (ฉ)

การกำหนดความหนาของชั้นภาพจะมีผลต่อค่าความเข้มแสงของจุดภาพ ซึ่งค่าความเข้มแสงนี้เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาตรเล็ก ๆ (voxel) ในชั้นภาพ นอกจากนี้สิ่งที่อาจมีผลต่อค่าความเข้มแสงของจุดภาพ เช่น ผลของเนื้อเยื่อที่อยู่รายรอบเนื้อเยื่อ ณ ตำแหน่งจุดภาพ ขบวนพัลส์ของคลื่นสัญญาณที่ปล่อยออกในขณะถ่ายภาพ เครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอได้ถูกปรับเทียบ (calibrate) ไว้เที่ยงตรงเพียงใด การไหวตัวของเนื้อเยื่อหรือของเหลวในขณะถ่ายภาพ เป็นต้น

ภาพเอ็มอาร์ไอของสมองในชุดภาพเดียวกันมีประมาณ 60 ภาพ[5] สำหรับภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นชนิด T1 แบบระนาบที่ขนานกับใบหน้า (coronal plane) ตัวอย่างของชุดภาพเอ็มอาร์ไอสมองแสดงดังรูปที่ 2

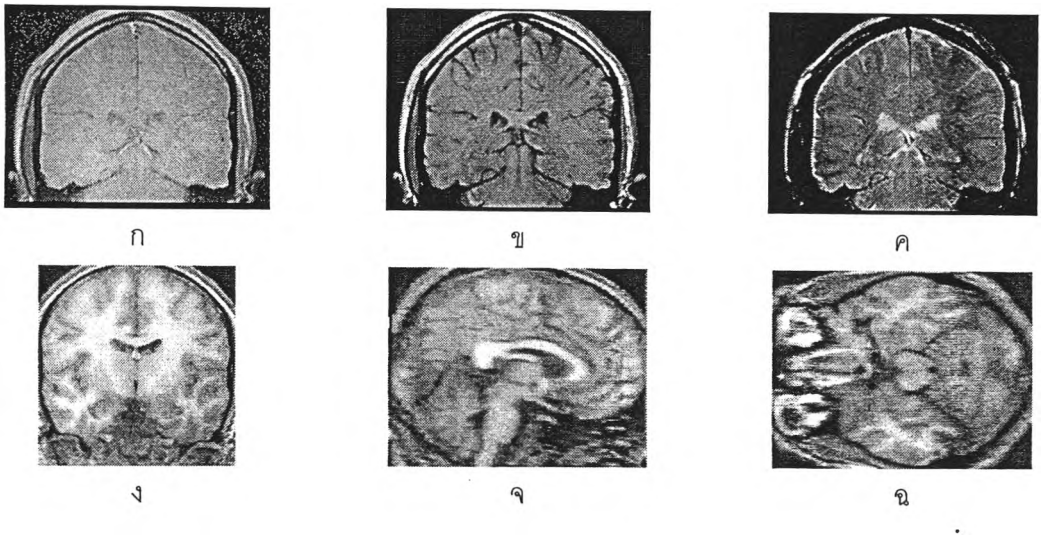
---

[2] ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องถายภาพเอ็มอาร์ไอด้วย เครื่องบางรุ่นอาจตั้งค่านี้ไม่ได้

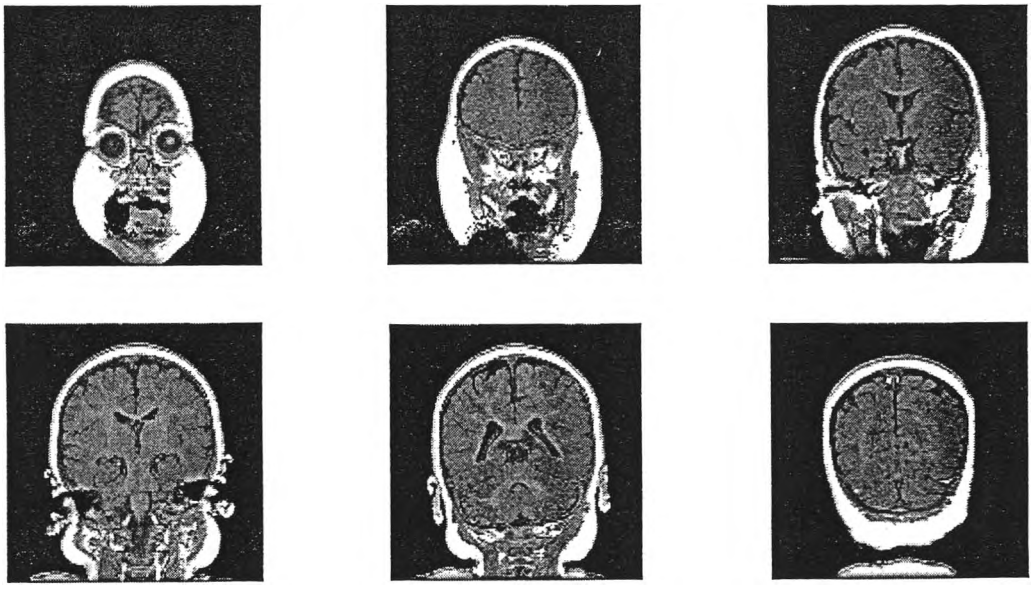
[3] โครงสร้างในที่นี้หมายถึง เค้าโครงของอวัยวะภายใน ณ ตำแหน่งของภาคตัดขวาง

[4] ค่าความเข้มแสงหรือค่าระดับเทามีความหมายเหมือนกันและอาจใช้แทนกันได้ สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า ค่าความเข้มแสง

[5] จำนวนภาพขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอที่ใช้ เครื่องบางรุ่นอาจถ่ายได้ 120 ภาพต่อชุด ภาพเอ็มอาร์ไอที่ใช้ในงานวิจัยนี้ชุดหนึ่งมี 60 ภาพ และได้จากเครื่องถ่ายภาพเอ็มอาร์ไอของ GE รุ่น Signa ซึ่งใช้อยู่ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



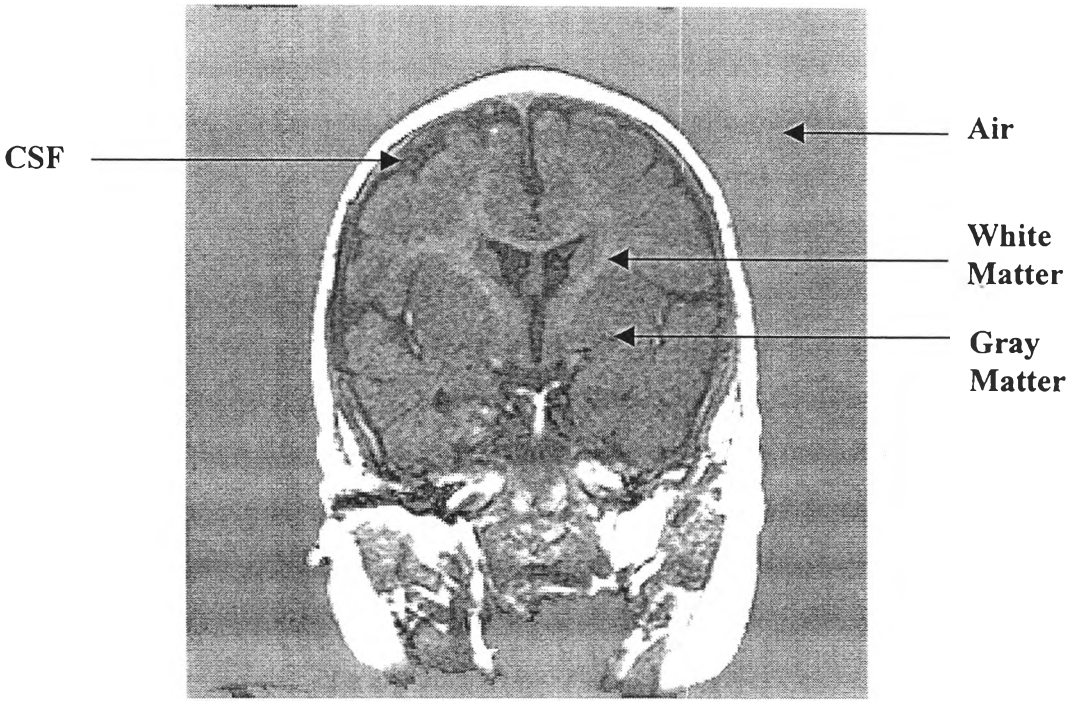
รูปที่ 1 ภาพเอ็มอาร์ไอซึ่งกำหนดพารามิเตอร์การถ่ายภาพ 3 แบบ (ก) PD (ข) T1 (ค) T2 (ง)–(ฉ) แสดงภาพเอ็มอาร์ไอที่ถ่ายโดยกำหนดหนดระนาบต่างกัน (ง) ระนาบที่ขนานกับด้านหน้า (coronal plane) (จ) ระนาบที่ขนานกับด้านข้าง (sagittal plane) และ (ฉ) ระนาบที่ตั้งฉากกับแกนศีรษะ (axial plane)



รูปที่ 2 ภาพเอ็มอาร์ไอของสมองจำนวน 6 จาก 60 ภาพ ถ่ายโดยกำหนดพารามิเตอร์แบบ T1 และแนวระนาบที่ขนานกับใบหน้า

1.1.2 ลักษณะภาพเอ็มอาร์ไอสมอง

ภาพเอ็มอาร์ไอสมองเป็นภาพระดับเทาซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ white matter, gray matter, cerebrospinal fluid (csf), meninges, กะโหลกศีรษะ, กล้ามเนื้อ, ไขมัน (fat) และช่องว่างอากาศ (air) ซึ่งแต่ละส่วนเหล่านี้แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพเอ็มอาร์ไอสมอง และส่วนประกอบต่าง ๆ ของสมอง

1.1.3 การวิเคราะห์ภาพเอ็มอาร์ไอ

โดยทั่วไปการวิเคราะห์เพื่อการแยกบริเวณส่วนที่สนใจในภาพเอ็มอาร์ไอสมองซึ่งเป็นภาพระดับเทาจะอาศัยหลักเกณฑ์กว้าง ๆ ดังนี้คือ

- เนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบของเนื้อเยื้อหรืออวัยวะชนิดเดียวกันจะมีค่าความเข้มแสงของจุดภาพที่ใกล้เคียงกัน และเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบนั้นถูกแบ่งออกโดยชัดเจนบริเวณอื่นซึ่งมีค่าความเข้มแสงของจุดภาพต่างกันออกไป
- การกำหนดบริเวณโดยตรง (โดยผู้เชี่ยวชาญ ในที่นี้หมายถึงแพทย์)

ภาพถ่ายเอ็มอาร์ไอสมองประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่มีค่าความเข้มแสงแตกต่างกัน ส่วนที่มีความเข้มแสงแตกต่างกันมากได้แก่ ไขมันและ gray matter หรือส่วนที่มีค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เช่น csf และ gray matter เป็นต้น การวิเคราะห์บริเวณสมองของแพทย์จะเน้นไปที่ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อสมองอันประกอบด้วย white matter และ gray matter (ทายาท ดีสุดจิต, สัมภาษณ์, มกราคม 2540) ดังนั้นการแยกบริเวณส่วนที่จะวิเคราะห์ออกจากส่วนอื่นจึงเป็นสิ่งสำคัญ

วิธีการที่แพทย์ใช้แยกบริเวณ (ทายาท ดีสุดจิต, สัมภาษณ์, มกราคม 2540) มี 3 ลักษณะ ได้แก่

1) ใช้การกำหนดช่วงค่าความเข้มแสงของส่วนที่สนใจศึกษาซึ่งเรียกว่าวิธีกำหนดค่าขีดแบ่ง (thresholding) การแยกบริเวณโดยวิธีนี้นี้จะต้องสร้าง *ฮีสโตแกรม (histogram)* ของภาพเอ็มอาร์ไอที่ต้องการวิเคราะห์ ด้วยคุณสมบัติของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่มีค่าความเข้มแสงต่างกัน ผู้ใช้โปรแกรมจะกำหนดช่วงค่าความเข้มแสงในฮีสโตแกรมที่แทนเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจศึกษาโดยพิจารณาจากลักษณะของฮีสโตแกรม แล้วประมวลผลเพื่อสร้างภาพที่แสดงเฉพาะจุดภาพที่มีค่าความเข้มแสงอยู่ในช่วงที่กำหนดและตัดจุดภาพที่มีค่าความเข้มแสงนอกช่วงที่กำหนดออกไปโดยทำให้จุดภาพเหล่านี้มีค่าความเข้มแสงเป็นส่วนของพื้นหลัง ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับการกำหนดช่วงค่าความเข้มแสงและลักษณะฮีสโตแกรมของภาพ ในบางกรณีที่ส่วนประกอบคนละชนิดกันมีค่าความเข้มแสงใกล้กันเช่น csf และ gray matter และไม่ปรากฏเป็นยอด (peak) ที่ชัดเจนในฮีสโตแกรมอาจทำให้การกำหนดค่าขีดแบ่งโดยการพิจารณาจากยอดฮีสโตแกรมคลาดเคลื่อนซึ่งมีผลทำให้ปรากฏเนื้อเยื่อทั้ง 2 ชนิดในภาพผลลัพธ์

2) การกำหนดขอบเขตโดยตรงโดยผู้ใช้โปรแกรม หรือเรียกว่าวิธีเชิงโต้ตอบ (interactive) วิธีนี้จะกำหนดขอบเขตของเนื้อเยื่อหรือส่วนที่สนใจในภาพโดยตรง เนื่องจากแพทย์จะทราบว่าภาคตัดขวางของร่างกาย ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ จะมีอวัยวะใด ๆ วางตัวอยู่ ณ บริเวณไหนในภาพ แพทย์จึงสามารถกำหนดขอบเขตลงไปในภาพ วิธีเชิงโต้ตอบจะให้ความถูกต้องมากที่สุดในการกำหนดรูปร่างของอวัยวะหรือส่วนประกอบที่สนใจ ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการกำหนดขอบเขตและขนาดของภาพที่นำมาใช้ การใช้ภาพที่มีขนาดใหญ่ทำให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจนและสามารถกำหนดขอบเขตได้แม่นยำยิ่งขึ้น

3) วิธีการแผ่ขยายของบริเวณ (region growing) วิธีนี้จะใช้การกำหนด *จุดเริ่มต้นของการแผ่ขยาย* (seed points) ลงไปในบริเวณของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจในภาพ และทำการประมวลผลเพื่อขยายขอบเขตของจุดเริ่มต้นออกไปทุกทิศทุกทางจนเต็มขอบเขตของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตทิศทางการแผ่ขยาย การขยายตัวของจุดเริ่มต้นจะแพร่ไปยังจุดภาพ

รายรอบที่มีค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกับจุดเริ่มต้นและมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าที่กำหนดค่าหนึ่ง และจากจุดภาพรายรอบแพร่ไปยังจุดภาพถัดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดเมื่อพบจุดภาพที่มีค่าระดับเทาอยู่เกินช่วงคลาดเคลื่อนที่กำหนด ความถูกต้องของผลลัพธ์ของการแยกบริเวณด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยายและการกำหนดค่าคลาดเคลื่อน หากเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบที่สนใจมีมากกว่าหนึ่งบริเวณและไม่ได้เป็นบริเวณที่ติดกันก็จะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยายสำหรับแต่ละบริเวณเพื่อให้เนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบเหล่านั้นปรากฏในภาพผลลัพธ์

วิธีการที่กล่าวมาทั้ง 3 แบบนี้อาจถูกนำมาใช้กับภาพเอ็มอาร์ไอสมองทุกภาพในชุดภาพก่อนที่จะนำไปใช้วิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป การที่จะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอวัยวะหรือส่วนที่สนใจศึกษา เช่น หากต้องการแยกบริเวณส่วนที่เป็นไขมันก็อาจใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่งเพราะไขมันเป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่มีค่าความเข้มแสงค่อนข้างแยกกลุ่มกันจากเนื้อเยื่อส่วนอื่นซึ่งเมื่อพิจารณาจากฮีสโตแกรมก็จะเห็นเป็นยอดที่เด่นชัด หากเป็นการแยกบริเวณสมองสำหรับบางภาพซึ่งเนื้อเยื่อมีค่าความเข้มแสงเกาะกลุ่มกันและไม่เห็นเป็นยอดเด่นชัดในฮีสโตแกรมก็อาจใช้การแยกบริเวณโดยใช้วิธีเชิงโต้ตอบเป็นต้น

จากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นนั้น วิธีกำหนดค่าขีดแบ่งเป็นวิธีการซึ่งกระทำโดยอัตโนมัติโดยการกำหนดเพียงค่าขีดแบ่ง ดังนั้นจึงสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและเหมาะที่จะใช้กับการแบ่งส่วนเพื่อการวิเคราะห์คร่าว ๆ สำหรับวิธีการแผ่ขยายของบริเวณเป็นวิธีการแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งต้องการการกำหนดจุดเริ่มต้นของการแผ่ขยายลงไปในทุกบริเวณย่อยที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อหรืออวัยวะส่วนเดียวกัน วิธีการนี้เหมาะกับภาพของเนื้อเยื่อส่วนเดียวกันแต่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยหลายส่วนที่ไม่ต่อถึงกันอันเป็นผลเนื่องมาจากรูปทรงของเนื้อเยื่อในอวัยวะส่วนนั้นและแนวภาคตัดขวางที่พาดผ่านอวัยวะนั้น วิธีสุดท้ายคือวิธีเชิงโต้ตอบเป็นวิธีการซึ่งต้องอาศัยคนกำหนดขอบเขตของบริเวณที่ต้องการในภาพโดยตรงจึงเป็นวิธีที่ใช้เวลามากที่สุดแต่จะให้ผลดีที่สุดในกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้ที่ทราบถึงขอบเขตที่ต้องการ

1.1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น

แพทย์มักจะใช้วิธีเชิงโต้ตอบสำหรับการแยกบริเวณสมองจากภาพถ่ายเอ็มอาร์ไอสมอง (ทายาท ดีสุดจิต, สัมภาษณ์, มกราคม 2540) ซึ่งวิธีเชิงโต้ตอบนี้ก็ยังมีข้อเสียเปรียบซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) เนื่องจากต้องกำหนดขอบเขตสำหรับการแยกบริเวณโดยอาศัยคน จึงไม่เป็นการกระทำแบบอัตโนมัติ ใช้เวลาในการทำงานมากโดยเฉพาะเมื่อต้องทำการแยกบริเวณกับภาพจำนวนมาก
2) อาจมีความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากบุคคลในการกำหนดขอบเขตสำหรับการแยกบริเวณ

3) การกำหนดขอบเขตไม่ได้กระทำกับทุกจุดภาพแต่ใช้การกำหนดแนวเส้นตรงหลาย ๆ เส้น เพื่อแบ่งแยกบริเวณสมอง ขอบที่ได้จึงไม่ละเอียดพอในระดับจุดภาพ

จากปัญหาความไม่สะดวกและอุปสรรคของแพทย์ในการแยกบริเวณสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอสมองดังที่ได้กล่าวในข้างต้นจึงทำให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อช่วยให้การแยกบริเวณสมองมีความเป็นอัตโนมัติโดยไม่พึ่งทักษะการแยกบริเวณโดยอาศัยคนซึ่งเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาและพัฒนาขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อการแยกบริเวณ (segmentation) สมองจากภาพเอ็มอาร์ไอแบบอัตโนมัติ
2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำเร็จประยุกต์สำหรับประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อทำการแยกบริเวณสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอแบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) พัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับการแยกบริเวณสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอชนิด T1 แบบระนาบที่ขนานกับส่วนหน้า (coronal plane)
2) การแยกบริเวณสมองจะสนใจส่วนที่เป็นขอบนอกของสมอง

1.4 ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้

1) โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ พัฒนาสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 หรือสูงกว่า และควรเป็นเครื่องที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางระดับ Pentium 120 MHz หน่วยความจำแรม 32 MB พื้นที่ใช้งานในฮาร์ดดิสก์ 50 MB หรือใช้เครื่องที่มีคุณสมบัติสูงกว่านี้
2) โปรแกรมประยุกต์รับรูปแบบของข้อมูลเข้าได้ 3 แบบ คือ แบบไฟล์ IM0, แบบข้อมูลดิบ 8 บิตต่อหนึ่งจุดภาพ และแบบข้อมูลดิบ 16 บิตต่อหนึ่งจุดภาพ และโปรแกรมสามารถสร้างรูปแบบข้อมูลขาออก (ผลลัพธ์) ได้ 2 แบบ คือ แบบข้อมูลดิบ 8 บิตต่อหนึ่งจุดภาพ และแบบข้อมูลดิบ 16 บิตต่อหนึ่งจุดภาพ
3) ขนาดของภาพระดับเทาและความละเอียดของการประมวลผลภาพดิจิตอลที่ใช้ในโปรแกรมประยุกต์จะกำหนดเป็นภาพขนาด 256 x 256 จุดภาพที่ความละเอียด 8 บิต สำหรับภาพเอ็มอาร์ไอซึ่งมีขนาด 256 x 256 จุดภาพที่ความละเอียด 16 บิตจะถูกปรับแต่งเพื่อให้เข้ากันได้การประมวลผลของโปรแกรม

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีประมวลผลภาพดิจิตอลแบบต่าง ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อการแยกบริเวณได้
2) ศึกษาชุดภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง เพื่อดูลักษณะและคุณสมบัติของภาพเอ็มอาร์ไอสมอง
3) จากทฤษฎีและขั้นตอนวิธีประมวลผลภาพดิจิตอล และคุณสมบัติของภาพเอ็มอาร์ไอสมองที่ได้ศึกษา ออกแบบพัฒนาขั้นตอนวิธีในการแยกส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อสมองออกจากส่วนอื่น
4) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม
5) พัฒนา ทดสอบ และปรับปรุงโปรแกรม
6) สรุปผลและจัดทำรายงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ขั้นตอนวิธีที่ได้ศึกษาและพัฒนาจะเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการแยกบริเวณของภาพระดับเทาของอวัยวะส่วนอื่นต่อไป
2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้อีก เช่น สามารถนำไปสร้างเป็นภาพเชิง 3 มิติ หรือนำข้อมูลเพื่อไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ทางการแพทย์ เป็นต้น
3) โปรแกรมประยุกต์สามารถนำไปปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อให้เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยศึกษาภาพเอ็มอาร์ไอสมอง และอาจปรับปรุงเพื่อให้สามารถใช้งานทางการแพทย์ได้