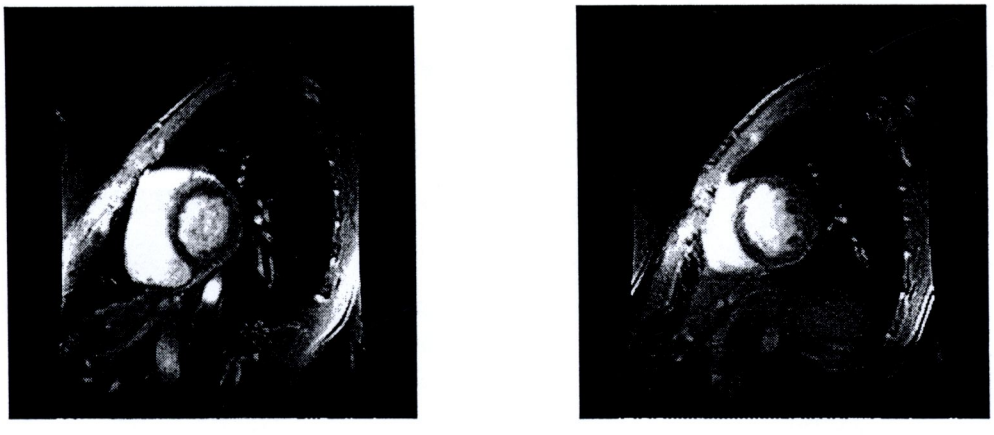
บทที่ 4 ผลการทดสอบ

4.1 ภาพถ่ายเรโซแนนซ์แม่เหล็กหัวใจที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลภาพที่นำเข้าระบบเป็นภาพถ่ายเรโซแนนซ์แม่เหล็กบริเวณหัวใจตามระนาบการตัดขวางลำตัว (ลักษณะการถ่ายภาพระนาบตัดขวางตามลำตัวได้กล่าวไปในบทที่ 2) ชุดข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากฐานข้อมูลออนไลน์ Cardiac Radiologist, of the Hospital for Sick Children, Toronto, Canada [57] ประกอบด้วยภาพถ่ายเรโซแนนซ์แม่เหล็กหัวใจ และข้อมูลแท้จริง(ground truth) ของหัวใจผู้ป่วยเด็ก ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับข้อมูลภาพผู้ป่วยเด็กคนที่ 5 ซึ่งเป็นผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติที่กล้ามเนื้อหัวใจจากการตีบของเส้นเลือดแดงใหญ่ที่ส่งเลือดไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีความหนากว่าปกติ เรียกว่า Coarctation of Aorta [58] (จากฐานข้อมูลออนไลน์ระบุไว้ใน DICOM Header ด้วยสัญลักษณ์ COARCT) ทั้งหมด 7 ระนาบ ระนาบละ 20 เฟรมภาพ ภาพเป็นชนิด DICOM ขนาด 255 x 255 x 16 บิต โดยในการถ่ายภาพแต่ละระนาบของการตัดจะได้ลักษณะของภาพที่มีความแตกต่างกันออกไป โดยมีข้อมูลทางเทคนิคสำหรับระนาบที่เลือกมาทำการทดลองได้แก่ค่าขนาดของจุดภาพต่อ 1 จุดภาพ (pixel spacing) เท่ากับ 1.25 มิลลิเมตรต่อจุดภาพในหนึ่งระนาบ และค่าความหนาของสไลด์ (thickness) เท่ากับ 9 มิลลิเมตรต่อ 1 ระนาบ



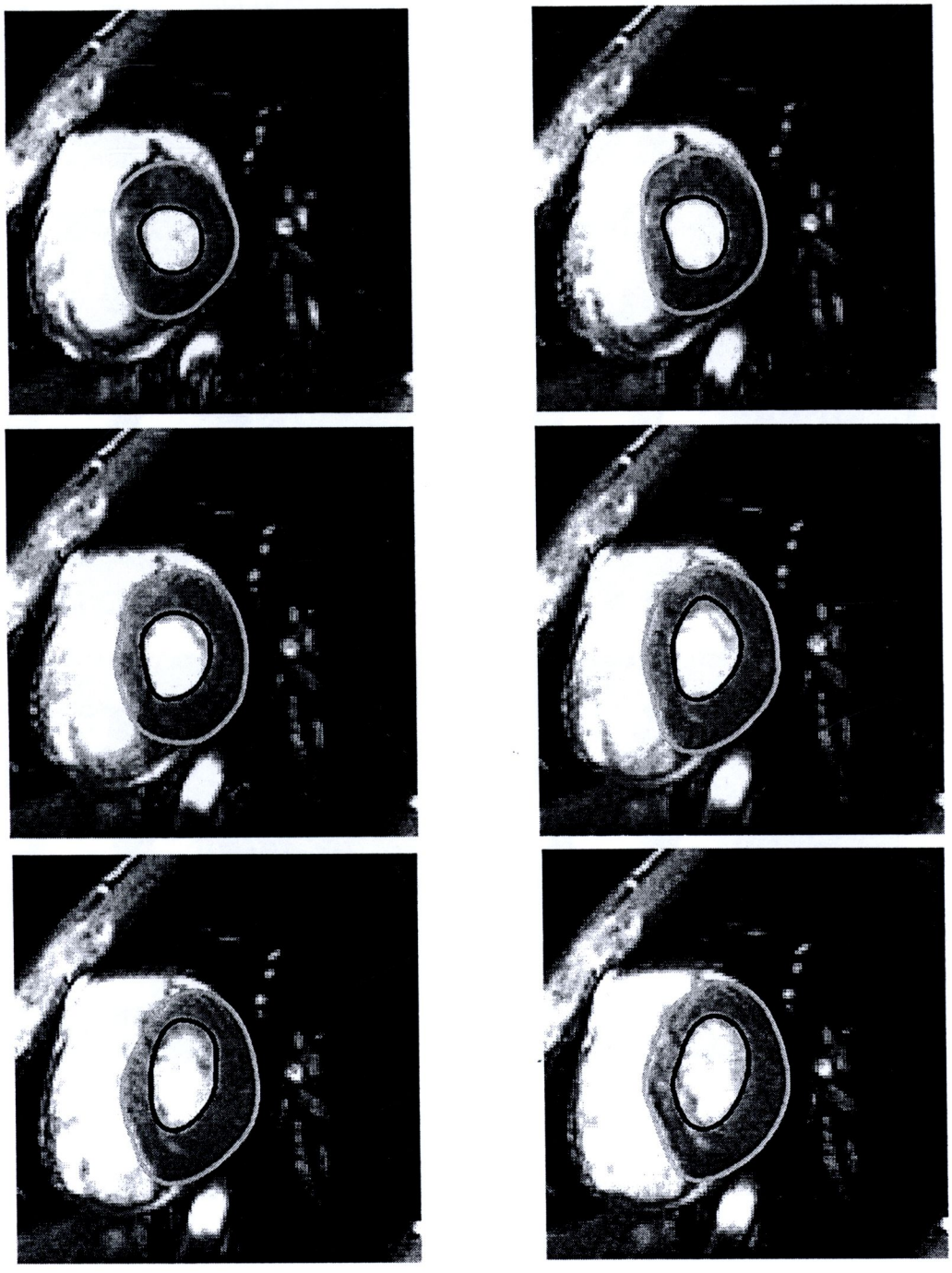
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างภาพถ่ายเรโซแนนซ์แม่เหล็กหัวใจที่ใช้ทดสอบ

4.2 ข้อจำกัดของระบบ

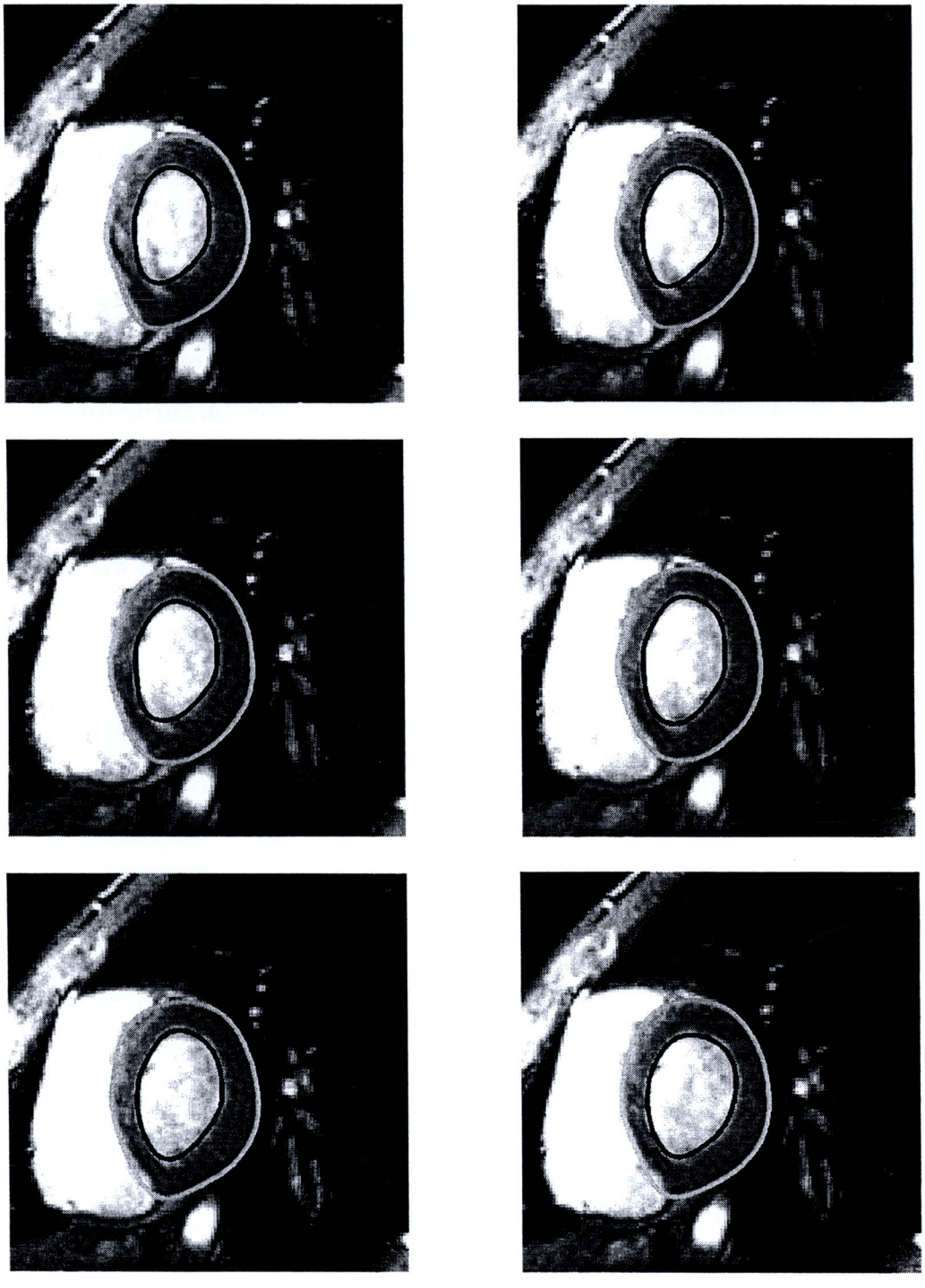
ในระบบนี้ทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLB version.2010a ทำการประมวลผลโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหน่วยประมวลผล INTEL(R) Core (TM) i5 CPU @ 2.27 GHz. หน่วยความจำ 4Gb. ระบบปฏิบัติการ Window Seven Home Premium Service Pack 1

4.3 ผลการทดสอบ

จากขั้นตอนการทดลองแยกออกเป็นสองส่วนใหญ่ คือ ตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุหัวใจ แล้วทำการแสดงผลทั้งสองส่วนพร้อมกัน เพื่อแสดงขอบเขตพื้นที่ของกล้ามเนื้อหัวใจ



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลการตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุของหัวใจห้องล่างซ้าย



รูปที่ 4.2 (ต่อ) ตัวอย่างผลการตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุของหัวใจห้องล่างซ้าย

4.4 การประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการประเมินผลจากการตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุของหัวใจห้องล่างซ้ายนั้น นอกจากการแสดงขอบเขตพื้นที่กล้ามเนื้อหัวใจบนภาพแล้ว ในการวินิจฉัยเพื่อประเมินความผิดปกติของหัวใจในผู้ป่วยแต่ละรายจะวิเคราะห์จากมวลของกล้ามเนื้อหัวใจ, ปริมาตรเลือดที่อยู่ในหัวใจห้องล่างซ้ายในช่วงหัวใจคลายตัวเต็มที่ (End – Diastolic Volume : EDV) และ ปริมาตรเลือดที่ถูกฉีดออกจากหัวใจในช่วงหัวใจบีบตัวเต็มที่ (End – Systolic Volume: ESV) ซึ่งการหาค่าปริมาตรจากภาพนั้นหาได้จากการหาจำนวนจุดภาพภายในขอบเขตเส้นที่เราตรวจจับได้ คูณด้วยค่าขนาดของจุดภาพ และค่าความหนาของสไลด์ นอกจากนั้นยังมีการคำนวณเพื่อหาค่าบ่งชี้ความสามารถการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ (Ejection Fraction : EF) ด้วย ซึ่งวิธีการหาค่าต่างๆได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ผลจากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่า EDV, ESV, EF และ MASS ระหว่างข้อมูลแท้จริงและวิธีที่นำเสนอ

	EDV(cc.)	ESV(cc.)	EF (%)	MASS (g)
GROUND TRUTH	100.75	28.63	71.58	124.00
PROPOSE	88.08	23.59	73.21	129.40
ACCURACY (%)	N/A	N/A	97.72	95.65
ERROR (%)	N/A	N/A	2.28	4.35

จากตาราง 4.1 แสดงการเปรียบเทียบผลระหว่างวิธีที่นำเสนอและข้อมูลแท้จริงมีทั้งหมด 4 ค่า ได้แก่ ปริมาตรเลือดในหัวใจขณะคลายตัวเต็มที่ (EDV) สำหรับข้อมูลแท้จริงเท่ากับ 100.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร และวิธีที่เสนอให้ค่าเท่ากับ 88.08 ลูกบาศก์เซนติเมตร , ปริมาตรเลือดในหัวใจขณะบีบตัวเต็มที่ (ESV) ข้อมูลแท้จริงเท่ากับ 28.63 ลูกบาศก์เซนติเมตร และวิธีที่เสนอให้ค่าเท่ากับ 23.59 ลูกบาศก์เซนติเมตร , ค่าบ่งชี้ประสิทธิภาพการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ(EF) เท่ากับร้อยละ 71.58 ในข้อมูลแท้จริงและเท่ากับร้อยละ 73.21 ในวิธีที่นำเสนอ ผลของค่าบ่งชี้ประสิทธิภาพนี้ (EF) สามารถใช้ประเมินอาการผิดปกติของหัวใจได้ ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 (ค่า EF ของหัวใจปกติอยู่ที่ประมาณร้อยละ 55-70 ถ้าค่า EF มากเกินจะเกิดอาการผิดปกติของการคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ [35,36])

จากผลค่า EF ที่ได้ระหว่างข้อมูลแท้จริงและวิธีที่นำเสนอ ต่างมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งหมายความว่าสามารถจะสันนิษฐานเบื้องต้นได้ว่าหัวใจนี้เป็นของผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติ ซึ่งจากฐานข้อมูลและข้อมูลเฉพาะระบุว่าผู้ป่วยรายนี้มีอาการผิดปกติที่กล้ามเนื้อหัวใจจากการตีบของเส้นเลือดแดงใหญ่ที่ส่งเลือดไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีความหนากว่าปกติ (Coarctation of Aorta : COARCT) [58] ค่า EF จากวิธีที่นำเสนอให้เปอร์เซ็นต์ค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 97.72 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแท้จริง และการวัดค่าสุดท้ายคือมวลของกล้ามเนื้อหัวใจเท่ากับ 124 กรัมและจากวิธีที่เสนอเท่ากับ 129.40 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าความถูกต้องของมวลกล้ามเนื้อหัวใจเท่ากับร้อยละ 95.65 นอกจากค่าผลการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในงานวิจัยนี้ได้ประเมินเวลาในการประมวลผลด้วย เพื่อแสดงความเร็วสำหรับต้นแบบการตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุของหัวใจห้องล่างซ้ายดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เวลาประมวลผลสำหรับการตรวจจับเยื่อหุ้มและเยื่อบุหัวใจห้องล่างซ้าย

TIME OPERATION (Seconds/Frame)								
DETECTION\SLICE	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVERAGE**
ENDO - CONTOUR	0.44	0.43	0.44	0.43	0.42	0.43	0.44	0.43
EPI - CONTOUR	2.24	2.60	1.68	1.50	2.36	1.58	2.11	2.01

ผลจากตารางเวลาสรุปได้ว่า การตรวจจับเยื่อบุหัวใจห้องล่างซ้ายใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 วินาทีต่อเฟรม และการตรวจจับเยื่อหุ้มหัวใจห้องล่างซ้ายใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.01 วินาทีต่อเฟรม