สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)
Abstract.....(4)
กิตติกรรมประกาศ.....(5)
สารบาญ.....(6)
รายการตาราง.....(8)
รายการภาพประกอบ.....(9)
ตัวย่อและสัญลักษณ์.....(11)

บทที่

1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย.....1
1.2 การตรวจเอกสาร.....2
1.3 วัตถุประสงค์.....3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....3
1.5 ขั้นตอนการวิจัย.....3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเสียงหัวใจ.....5
3 วิธีการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....14
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....14
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย.....14
3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย.....15
3.3.1 วิธีการแม็ชชิงเพิซยูท.....15
3.3.2 การสร้าง Gabor dictionary.....19
3.3.3 การค้นหาอะตอมใน Gabor dictionary.....21
3.3.4 การกระจายกำลังงานของสัญญาณ *f(t)* ในแกนของเวลา – ความถี่.....22
3.3.5 วิธีการของนิวตัน.....23
3.3.6 การลดอัตราการสุ่มตัวอย่างของสัญญาณเวลาเต็มหน่วย.....27

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

4 ขั้นตอนวิธีแม็ชชิงเพิซยูท.....30
4.1 สร้างฟังก์ชันดิกชันนารี.....30
4.2 กำหนดค่าผิดพลาดเพื่อหยุดกระบวนการทำซ้ำของวิธีการแม็ชชิงเพิซยูท.....33
4.3 ค้นหาอะตอมใน Gabor dictionary.....33
4.4 หาค่า Real atom.....34
4.5 โปรเจกชันสัญญาณ f ไปบนดิกชันนารี.....34
4.6 คำนวณค่าผิดพลาด.....36
4.7 แปลงกลับค่าพารามิเตอร์.....36
5 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นของหัวใจ.....37
5.1 แสดงผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนของการประมวลผลสัญญาณ.....37
5.2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นของหัวใจ.....44
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....68

บรรณานุกรม.....70
ภาคผนวก.....72
ประวัติผู้เขียน.....87

รายการตาราง

ตาราง หน้า

2-1 ความถี่ของสัญญาณเสียงชนิดต่างๆ ของหัวใจที่ผิดปกติและเสียงปอด.....13

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

2-1 แสดงข้อมูลเชิงกลต่างๆของหัวใจในหนึ่งรอบการทำงานของหัวใจ.....5

2-2 เครื่องตรวจฟังเสียงเต้นหัวใจ (Stethoscope).....6

2-3(ก) ตัวอย่างกราฟเสียงเต้นหัวใจในคนปกติ.....7

2-3(ข) ตัวอย่างกราฟเสียงเต้นหัวใจในผู้ป่วย.....7

2-4(ก) Normal splitting ของ the first heart sound ที่บริเวณ apex 8

2-4(ข) Normal splitting ของ the first heart sound ที่บริเวณ apex และที่ left sternal border.....8

2-4(ค) Normal splitting ของ the first heart sound ที่ left sternal border.....8

2-5 Abnormal splitting ของ the first heart sound ในผู้ป่วย right bundle branch block.....9

2-6(ก) PR interval 0.12 second เสียง S1 ดังมาก.....9

2-6(ข) PR interval 0.18 second เสียง S1 เบากว่า S2.....9

2-7(ก) Normal splitting ของ second heart sound.....10

2-7(ข) Abnormal splitting ของ second heart sound ฟังได้ใน right bundle branch block.....10

2-8 Third heart sound (S3).....11

2-9(ก) เสียง S4 หรือ atrial sound 0.11 วินาที เกิดก่อนเสียง S1.....11

2-9(ข) เสียง S4 หรือ atrial sound 0.05 วินาที เกิดก่อนเสียง S1.....11

2-10 ฟังที่ left intercostal spaced ที่ 2 ในขณะที่หายใจออกและหายใจเข้า.....12

2-11 pullmonary ejection click (EC).....12

2-12 ฟังที่ apex ใน congenital aortic atenosis ได้ยินเสียง ejection sound และ systolic murmur.....13

3-1 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย.....15

3-2 แสดงบลอกไดอะแกรมการทำงานของการลดอัตราการสุ่มตัวอย่าง.....29

4-1 The Gaussian window function $g(t)$.....31

4-2 The Discrete Gaussian window function $g_s(n)$.....31

4-3 The Discrete complex Gabor atom $g_\gamma(n)$.....32

4-4 The Real discrete time-frequency atoms $g_{(\gamma,\phi_1)}(n)$ จากสมการที่ (3-16).....32

4-5 The Real discrete time-frequency atoms $g_{(\gamma,\phi_2)}(n)$ จากสมการที่ (3-17).....33

4-6 แสดงสัญญาณที่ได้จากการสร้างฟังก์ชันทดสอบ f.....34

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4-7 แสดงผลการค้นหาอะตอมและการโปรเจกชันสัญญาณ f ไปบนอะตอม $g_{\tilde{\gamma}_0}$ ซึ่งได้จากการค้นหาในขั้นตอนที่ 1 35

4-8 แสดงผลการค้นหาอะตอมด้วยวิธีการของนิวตันและการโปรเจกชันสัญญาณ f ไปบนอะตอม g_{γ_0} ซึ่งได้จากการค้นหาในขั้นตอนที่ 2.....35

4-9 แสดงการกระจายกำลังงานในแกนเวลา – ความถี่ 36

5-1 สัญญาณกราฟเสียงเต้นของหัวใจซึ่งยังไม่ผ่านวงจรกรอง.....38

5-2 สัญญาณกราฟเสียงเต้นของหัวใจหลังจากผ่านวงจรกรอง.....38

5-3 แสดงการเลือกสัญญาณเพื่อนำมาวิเคราะห์.....39

5-4 แสดงช่วงสัญญาณที่เลือกมาวิเคราะห์หลังจากลดอัตราการสุ่มตัวอย่างแล้ว.....41

5-5 การแยกองค์ประกอบของสัญญาณด้วยวิธีการแม็ชชิงเพิซยูท.....43

5-6 การกระจายกำลังงานในแกนเวลา – ความถี่ ของสัญญาณโดยสมการการกระจายกำลังงานแบบวิกเนอร์.....43

5-7 ผลของการแปลงฟูเรียร์.....44

5-8 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Normal split first heart sound.....46

5-9 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Normal split second heart sound.....48

5-10 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Normal first and second heart sound....49

5-11 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Third heart sound ตัวอย่างที่ 1 51

5-12 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Third heart sound ตัวอย่างที่ 2 53

5-13 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Forth heart sound ตัวอย่างที่ 1 55

5-14 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Forth heart sound ตัวอย่างที่ 2 57

5-15 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Ejection Click.....59

5-16 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Early Diastolic Murmur.....61

5-17 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Early Systolic Murmur.....63

5-18 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Late Diastolic Murmur 65

5-19 ผลการวิเคราะห์สัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจชนิด Late Systolic Murmur.....67

ตัวย่อและสัญลักษณ์

PCG	=	Phonocardiogram
S1	=	เสียงที่ 1 (First heart sound)
S2	=	เสียงที่ 2 (Second heart sound)
S3	=	เสียงที่ 3 (Third heart sound)
S4	=	เสียงที่ 4 (Fourth heart sound)
OS	=	เสียง Opening Snap
EC	=	เสียง Ejection Click หรือ Ejection Sound (ES)
$< f, g_{\gamma_0} >$	=	Inner product ของ f และ g_{γ_0}
$\sup_{\gamma \in \Gamma} x_\gamma$	=	Supremum operator เพื่อใช้หาค่า x_γ ตัวที่ใหญ่ที่สุดใน Subset ของ Γ
$\|f\|$	=	Norm
$\nabla f(x)$	=	เกรเดียนของ $f(x)$
$H = \nabla^2 f$	=	Hessian matrix
Hz	=	Hertz
kHz	=	kilo hertz