สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย	1
1.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2. หลักการพื้นฐาน	6
2.1 กล้ามเนื้อลาย	7
2.2 อิเล็กโทรด	8
2.3 วงจรขยายสัญญาณ	9
2.4 ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล	12
2.5 Code Composer Studio	14
2.6 ระบบตัวเลขที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล	17
2.7 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลและวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก	20
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	23
3.1 ระบบลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ	23
3.1.1 หลักการพื้นฐานการลดสัญญาณรบกวนโดยการใช้วงจรกรองปรับตัวชนิดที่ไม่ใช้สัญญาณอ้างอิงจากภายนอก	23
3.1.2 โครงข่ายประสาท ADALINE	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 วงจรกรองปรับตัว ADALINE 25
3.1.4 อัลกอริทึมแบบค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด 26
3.1.5 หลักการพื้นฐานของการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้วงจรกรองปรับตัว ADALINE 29
3.2 ระบบตรวจจับจุดกลืนสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาการกลืน 29
4. ผลจากการจำลอง 32
4.1 การจำลองระบบลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อด้วยโปรแกรม MATLAB 32
4.1.1 วิธีการและอุปกรณ์ 33
4.1.2 ผลการจำลอง 34
4.2 การจำลองระบบลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อด้วยโปรแกรม Code Composer Studio 37
4.2.1 วิธีการและอุปกรณ์ 37
4.2.2 ผลการจำลอง 38
4.3 การจำลองระบบตรวจจับจุดเริ่มต้นของการกลืนสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาการกลืนด้วยโปรแกรม Code Composer Studio 41
4.3.1 วิธีการจำลอง 42
4.3.2 ผลการจำลอง 43
5. ผลจากเวลาจริง 45
5.1 การทดสอบกับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแขนที่ตำแหน่งไบเซ็บ (Biceps) 45
5.1.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดสอบ 45
5.1.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย 47
5.1.3 ผลการทดสอบความสามารถในการลดสัญญาณรบกวนความถี่ 50 Hz และฮาร์มอนิคออกจากสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.4 ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ประยุกต์ใช้ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลสำหรับลดสัญญาณรบกวนและการตรวจจับจุดกลืนจากสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย 51

5.2 การทดสอบกับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อบริเวณใต้คางเพื่อตรวจจับจุดกลืน 51

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 54

6.1 บทสรุป 54

6.2 ข้อเสนอแนะ 55

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 59

ภาคผนวก ก อุปกรณ์และวิธีการสำหรับการโปรแกรม DSK 60

ภาคผนวก ข ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ 69

ประวัติผู้เขียน 80

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ผลการทดสอบค่า CMRR ของวงจรขยายที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย	12
2-2	Dynamic Range, scaling Factors และ Precision ของเลขจำนวน 16 บิตที่ใช้ Q – format ที่ต่างกัน	17
4-1	ผลของตัวบ่งชี้จากการจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB	35
4-2	ผลของตัวบ่งชี้จากการจำลองด้วยโปรแกรม Code Composer Studio	39

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
2-1	โครงสร้างของเครื่องต้นแบบที่ประยุกต์ใช้ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลสำหรับการลดสัญญาณรบกวนและการตรวจจับจุดกลืนจากสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลาย	6
2-2	ลักษณะและสเปคตรัมของสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อลาย	8
2-3	วงจรจำลองของอิเล็กโทรดในการวัดสัญญาณไฟฟ้าในร่างกาย	9
2-4	บล็อกไดอะแกรมของวงจรขยายที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย	10
2-5	วงจรขยายที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย	11
2-6	ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรขยายที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลาย	11
2-7	บอร์ด DSK TMS320VC5509A	14
2-8	โครงสร้างภายในของโปรแกรม CCS	15
2-9	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้กับโปรแกรม CCS	16
2-10	บล็อกไดอะแกรมของ TLV320AIC23B	20
2-11	การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่มีการเปลี่ยนอัตราการสุ่มในงานวิจัยนี้	21
2-12	ผลการประมวลผลสัญญาณดิจิตอลโดยเปลี่ยนอัตราสุ่ม	22
3-1	วงจรกรองปรับตัวชนิดที่ไม่ใช้สัญญาณอ้างอิงจากภายนอก	23
3-2	โครงสร้างของโครงข่ายประสาท ADALINE	25
3-3	วงจรกรองปรับตัว ADALINE	26
3-4	ระบบกำจัดสัญญาณรบกวนที่ไม่ใช้สัญญาณอ้างอิงจากภายนอก	29
3-5	ส่วนประกอบของวงจรคำนวณและตัดสินใจ	30
4-1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตสหสัมพันธ์เฉลี่ยและค่าเหลื่อมล้าหลัง	34
4-2	ความสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนเทียบกับค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และค่า NMSE ที่ต่างกัน	35
4-3	ไดอะแกรมการจำลองอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนโดยการใช้วงจรกรองปรับตัว ADALINE และอัลกอริทึม LMS บนบอร์ด TMS320VC5509A	37
4-4	กระบวนการทำงานของระบบลดสัญญาณรบกวนโดยการใช้วงจรกรองปรับตัว ADALINE ที่ใช้อัลกอริทึมแบบ LMS	38
4-5	ผลการทดสอบอัลกอริทึมลดสัญญาณรบกวนจากบอร์ด TMS320VC5509A	40

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
4-6	กระบวนการทำงานของระบบตรวจจับจุดกลืน	42
4-7	สัญญาณไฟฟ้าของการกลืนจากกล้ามเนื้อลิ้น	43
4-8	กำลังเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้าของการกลืนจากกล้ามเนื้อลิ้น	44
4-9	รูปร่างของสัญญาณทริกเกอร์ที่ส่งต่อไปยังวงจรสร้างสัญญาณกระตุ้นกล้ามเนื้อ	44
5-1	ลักษณะของอิเล็กโทรด	46
5-2	ลักษณะของการติดอิเล็กโทรดที่ตำแหน่งไบเซ็บ	46
5-3	แผนภาพแสดงวิธีการทดสอบ	46
5-4	สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่วัดได้จากอิเล็กโทรด (บน) และสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน (ล่าง)	48
5-5	สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่วัดได้จากอิเล็กโทรด (บน) และสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนเมื่อเข้าสู่สภาวะเสถียร (ล่าง)	48
5-6	สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (ซ้าย) และเพาเวอร์สเปคตรัม (ขวา) ในขณะที่ไม่มีการเกร็งกล้ามเนื้อก่อนที่จะผ่านการลดสัญญาณรบกวน (บน), หลังจากที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน (ล่าง)	49
5-7	สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (ซ้าย) และเพาเวอร์สเปคตรัม (ขวา) ในขณะที่เกร็งกล้ามเนื้อก่อนที่จะผ่านการลดสัญญาณรบกวน (บน), หลังจากที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน (ล่าง)	50
5-8	สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแขน (บน) และสัญญาณทริกเกอร์ (ล่าง)	51
5-9	ลักษณะของการติดอิเล็กโทรดบริเวณใต้คางเพื่อตรวจจับจุดกลืน	52
5-10	สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อใต้คาง (บน) และสัญญาณทริกเกอร์ (ล่าง)	52
5-11	กำลังเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้าจากการกลืน	53