ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248521

ระบบแปลภาษามือไทย
THAI SIGN LANGUAGE GESTURE RECOGNITION SYSTEM

นายชนพ อุไรเรืองพันธ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

b00253274

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248521

ระบบจดจำภาษามือไทย

THAI SIGN LANGUAGE GESTURE RECOGNITION SYSTEM

นายธเนศ อุไรเรืองพันธ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ.2554

ระบบจดจำภาษามือไทย

นายธเนศ อุไรเรืองพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

THAI SIGN LANGUAGE GESTURE RECOGNITION SYSTEM

MR. THANET URIRUANGPUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN COMPUTER ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2011

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: ระบบจดจำภาษามือไทย

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายธเนศ อุไรเรืองพันธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบล	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร. ดารณี หอมดี	กรรมการ
	ดร. วรินทร์ สุวรรณวิสูตร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดารณี หอมดี)

.....	.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)	(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธเนศ อุไรเรืองพันธ์. 2554. **ระบบจดจำภาษามือไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดารณี หอมดี

บทคัดย่อ

248521

สังคมปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร ทำให้ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลตลอดเวลา ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ซึ่งคนทั่วไปใช้ภาษาพูดในการสื่อสาร แต่ผู้พิการด้านการฟังและการพูดจะวาศัยภาษามือในการสื่อสารแทนภาษาพูด เนื่องจากภาษามือมีโครงสร้างและไวยากรณ์แตกต่างจากภาษาพูด จึงเป็นเหตุให้ภาษามือยากต่อการเข้าใจของบุคคลทั่วไปและยังเป็นอุปสรรคต่อการการสื่อสารระหว่างบุคคลทั่วไปกับผู้พิการด้านการฟังและการพูด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาต่ำ มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับตรวจจับท่าทางของภาษามือ ในการตรวจจับท่าทางของภาษามือนั้นจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์ 2 ประเภทสำหรับ ก. การตรวจจับตำแหน่งของมือ ซึ่งหมายถึง การเคลื่อนที่และการหมุนของมือ และ ข. การตรวจจับรูปแบบของมือ ซึ่งหมายถึง การกาง การหุบ การงอและการเหยียดของนิ้วมือ โดยได้เลือกใช้เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer: ADXL330) สำหรับการตรวจจับตำแหน่งของมือ ในขณะที่เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับรูปแบบของมือนั้น ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดระยะและการวัดมุมการงอนิ้วมือระหว่างเซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์ (Hall effect) กับเซนเซอร์แอลวีดีที (LVDT) ผลที่ได้สรุปว่าเซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์มีความเหมาะสมสำหรับตรวจจับรูปแบบของมือ เพราะเซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์ให้ผลลัพธ์การวัดมุมการงอนิ้วมือเป็นเชิงเส้นมากกว่าแอลวีดีที ทั้งมีราคาถูกและสะดวกต่อการสร้าง 2) เพื่อการพัฒนาต้นแบบระบบจดจำภาษามือไทยโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการเรียนรู้และจดจำภาษามือ 3) เพื่อช่วยลดช่องว่างด้านสื่อสารระหว่างบุคคลทั่วไปกับผู้พิการด้านการฟังและการพูด จากการทดลองประสิทธิภาพการวัดองศาการงอและเหยียดนิ้วมือของต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ โดยวัดองศาการงอของนิ้วข้อกลางช่วง 0 ถึง 100 องศาและวัดองศาการงอของนิ้วข้อโคนช่วง 0 ถึง 90 องศา ผลที่ได้ คือ เซนเซอร์มีความละเอียดในการวัดองศาการงอของนิ้วข้อโคนที่ 0.03 องศาและความละเอียดในการวัดองศาการงอของนิ้วข้อกลางที่ 0.04 องศา สำหรับการทดลองประสิทธิภาพในการจดจำภาษามือของระบบต้นแบบจดจำภาษามือไทย นั้นทำการทดลองกับคำภาษามือไทยจำนวน 15 คำ ได้ผลค่าความถูกต้องการจดจำภาษามือไทยของโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบของมือ ตำแหน่งของมือ การเคลื่อนที่ของมือ และการหมุนของมือเป็นร้อยละ 97.25 89.97 92.33 และ 76.92 ตามลำดับ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.83 9.19 7.69 และ11.05 ตามลำดับ โดยสรุปงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต้นทุนต่ำ (งบประมาณ 12,000 บาท) มีประสิทธิภาพสำหรับตรวจจับท่าทางภาษามือไทยและระบบจดจำภาษามือไทยที่สามารถจดจำภาษามือไทยได้ร้อยละ 75

Thanet Uriruangpun. 2011. **Thai Sign Language Gesture Recognition System.** Master of Engineering Thesis in Computer Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Daranee Hormdee

ABSTRACT

248521

The present society is one in which news and information is being exchanged all the time. Communication is thus extremely necessary. People normally use a spoken language as a means for communicating with others. However, those who have difficulty listening and speaking have to rely on sign language. Sign language, with structural and grammatical patterns different from spoken languages, is difficult to understand. Obstacles may arise in the communication between those who can and cannot sign. Consequently, this research had the following objectives: 1) To develop a low-cost electronic prototype glove with sufficient efficiency to sense sign language gestures. Two types of sensors were installed as its main components. One is for sensing hand locations which mean the motions and orientations of the hand. Second is for sensing hand shapes which include the unfurling, furling, curling and stretching of fingers. The accelerometer: ADXL 330 is chosen for sensing hand locations. While for sensing hand shapes, two types of sensors, the Hall Effect and LVDT, were compared for sensing efficiency and the sensing of the curling and stretching of fingers. It was shown that the Hall Effect is more appropriate for hand shape sensing owing to its linear effect of finger curling than the LVDT. The Hall Effect is also cheaper and simpler to make. 2) To develop a recollection prototype for Thai sign language based on genetic algorithm and neural network. 3) To lessen the communication gap between the hearing and speaking disabled and other individuals. An experiment was performed to determine the efficiency in sensing finger curling and stretching of the electronic prototype glove. Measurements were made from 0 to 100 curling degrees of the middle knuckle and 0 to 90 curling degrees of the base knuckle. The results show that the sensor became more accurate at 0.03 curling degrees of the middle knuckle and at 0.04 degrees of curling the base knuckle. The experiment on the efficiency in the recollection of the finger language of the prototype was carried out with 15 Thai finger language words. The accuracy of recognition memory of the neural network on the hand shape, hand location, hand motion, and hand orientation was 97.25%, 89.97%, 92.33% and 76.92% respectively, with the standard deviations of 3.83, 9.19, 7.69 and 11.05 in the same order. To conclude, this research achieved its goal of developing a low-cost electronic prototype glove (12,000 Baht) to sense the postures of Thai finger language with a recognition capacity of 75%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีจากความกรุณาของบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารณี หอมดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำและคอยชี้แนะในสิ่งต่าง ๆ ตลอดทั้งให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัว ที่เป็นกำลังใจตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษา ที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี รวมถึงกำลังใจจากนักศึกษาปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกคน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล สำหรับคำแนะนำและให้การสนับสนุนทรัพยากรในการทดลองในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงกำลังใจจากนักศึกษาปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกคน

ธเนศ อุไรเรืองพันธ์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
	3. ขอบเขตของการวิจัย	3
	4. วิธีการดำเนินการ	3
	5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	1. โครงสร้างทางกายภาพของมือและแขน	4
	2. ภาษามือ	10
	3. เซนเซอร์และทรานดิวเซอร์	12
	4. รายละเอียดเกี่ยวกับถุงมืออิเล็กทรอนิกส์	16
	5. โครงข่ายประสาทเทียม	18
	6. วิธีเชิงพันธุกรรม	25
	7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3	การพัฒนาระบบจดจำภาษามือไทย	36
	1. แนวคิดในการพัฒนาระบบจดจำภาษามือไทย	36
	2. การพัฒนาต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์	38
	3. การพัฒนาระบบเรียนรู้และจดจำภาษามือ	47
บทที่ 4	ผลการทดลอง	56
	1. การทดลองประสิทธิภาพการตรวจจับการงอและเหยียดนิ้วของต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์	56
	2. การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมระหว่างแบบใช้วิธีเชิงพันธุกรรมและแบบไม่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม	59
	3. การทดลองระบบจดจำ	72

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	74
	1. สรุป	74
	2. ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม		76
ภาคผนวก		79
	ภาคผนวก ก ข้อมูลเพิ่มเติมของถุงมืออิเล็กทรอนิกส์	80
	ภาคผนวก ข ตรรกศาสตร์คลุมเครือ	84
	ภาคผนวก ค คำภาษามือไทย	96
	ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	100
ประวัติผู้เขียน		116

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ	6
ตารางที่ 2.2	คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนไหวของข้อมือ	8
ตารางที่ 2.3	คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของแขน ข้อศอกและหัวไหล	9
ตารางที่ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับพันธุศาสตร์	26
ตารางที่ 2.5	ตัวอย่างการเข้ารหัส	34
ตารางที่ 3.1	ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยฮอลล์เอฟเฟกต์เซนเซอร์	40
ตารางที่ 3.2	ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยแอลวีดีที	41
ตารางที่ 3.3	ผลการทดลองการวัดการงอของข้อนิ้วมือด้วยฮอลล์เอฟเฟกต์เซนเซอร์	42
ตารางที่ 3.4	ผลการทดลองการวัดการงอของข้อนิ้วด้วยแอลวีดีที	43
ตารางที่ 3.5	เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนระหว่างฮอลล์เอฟเฟกต์กับแอลวีดีที	44
ตารางที่ 3.6	ข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียม	53
ตารางที่ 4.1	ผลการวัดองศาการงอของข้อโคนนิ้ว	56
ตารางที่ 4.2	ผลการวัดองศาการงอของข้อกลางนิ้ว	57
ตารางที่ 4.3	การเปรียบเทียบค่าความแม่นยำในการเรียนรู้แบบใช้วิธีเชิงพันธุกรรมและแบบไม่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม	61
ตารางที่ 4.4	ข้อมูลการเปรียบเทียบทางสถิติด้วยเทคนิค Paired-samples t-test	62
ตารางที่ 4.5	ข้อมูลการเปรียบเทียบจำนวนรอบในการลู่เข้าหาคำตอบ Error = 0.01	62
ตารางที่ 4.6	ค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบมือ	64
ตารางที่ 4.7	ค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมตำแหน่งมือ	65
ตารางที่ 4.8	ค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมการเคลื่อนที่มือ	66
ตารางที่ 4.9	ค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมการหมุนมือ	67
ตารางที่ 4.10	ค่า Population Generation Crossover และ Mutation ที่ให้ค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด	72
ตารางที่ 4.11	สรุปโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม	72
ตารางที่ 4.12	ค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียมแต่ละคำจากผู้ทดลอง	72
ตารางที่ 4.13	ค่าความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียมจากผู้ทดสอบ	73
ตารางที่ 5.1	ความละเอียดในการวัดองศาการงอนิ้วมือ	74
ตารางที่ 5.2	สรุปโครงสร้างและค่าความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียม	75

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 องศาอิสระของมือ 5
ภาพที่ 2.2 การงอและเหยียดนิ้วมือ 6
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของแอลวีดีที 13
ภาพที่ 2.4 เซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์ (ขา 1: Vcc ขา 2: GND และขา 3: Vout) 15
ภาพที่ 2.5 รูปแบบการใช้งานเอฟเฟกต์เซนเซอร์ 15
ภาพที่ 2.6 ประเภทของถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ 18
ภาพที่ 2.7 เซลล์ประสาท 19
ภาพที่ 2.8 นิวรอล 20
ภาพที่ 2.9 ฟังก์ชันปรับค่าผลลัพธ์ 21
ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น 22
ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบย้อนกลับ 24
ภาพที่ 2.12 ลักษณะทางพันธุกรรมของโครโมโซมของเมล็ดถั่ว 25
ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบ Roulette-wheel selection 27
ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนการเลือกสรรประชากรแบบ Stochastic universal sampling 28
ภาพที่ 2.15 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบ 1 จุด 28
ภาพที่ 2.16 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบ 2 จุด 29
ภาพที่ 2.17 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบ Uniform crossover 29
ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างแสดงการกลายพันธุ์ 30
ภาพที่ 2.19 โครงสร้างระบบของระบบจดจำภาษามือด้วยโครงข่ายใยประสาทเทียม (Sign Language Recognition: SLARTI) 31
ภาพที่ 2.20 องค์ประกอบของจดจำภาษามือไทยโดยใช้ฮิตเดนมาร์คอฟโมเดล 32
ภาพที่ 2.21 วงจรของเซนเซอร์เหนี่ยวนำ 33
ภาพที่ 2.22 (ก) ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์แบบสัมผัส (ข) ตัวอักษรญี่ปุ่นคำว่า “ra”: Yohei 33
ภาพที่ 2.23 (ก) เซนเซอร์ปรับค่าได้ (ข) เซนเซอร์แสงพร้อมตัวรับแสง 34
ภาพที่ 2.24 การกำหนดรูปแบบข้อมูล 35
ภาพที่ 3.1 แนวทางการพัฒนาระบบจดจำภาษามือไทย 36
ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของระบบจดจำภาษามือไทย 37
ภาพที่ 3.3 โครงสร้างของฮอลล์เอฟเฟกต์แบบ Push-push approach 39

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความต่างศักย์จากฮอลล์เอฟเฟกต์ 40
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความต่างศักย์จากแอลวีดีที 41
ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาการงอข้อนิ้วมือกับความต่างศักย์จากฮอลล์เอฟเฟกต์ 42
ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาการงอข้อนิ้วมือกับความต่างศักย์จากแอลวีดีที 43
ภาพที่ 3.8 ตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์ 45
ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อคไปเป็นสัญญาณดิจิตอล 46
ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ของต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ 46
ภาพที่ 3.11 กระบวนการทำงานของระบบจดจำภาษามือไทย 47
ภาพที่ 3.12 Mechanical filter window 48
ภาพที่ 3.13 การแบ่งเงื่อนไขข้อมูลเชิงขจัด 49
ภาพที่ 3.14 การแบ่งเงื่อนไขข้อมูลเชิงมุม 49
ภาพที่ 3.15 ผังการหาค่าความเร่ง ความเร็วและตำแหน่ง 50
ภาพที่ 3.16 กราฟแสดงพื้นที่ใต้กราฟของความเร่ง ความเร็วและตำแหน่งของวัตถุ 50
ภาพที่ 3.17 พื้นฐานตรีโกณมิติ 51
ภาพที่ 3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมกับแกนในสามมิติ 51
ภาพที่ 3.19 จตุภาคของการหมุน 360 องศา 52
ภาพที่ 3.20 กระบวนการเรียนรู้และจดจำ 53
ภาพที่ 3.21 หน้าต่างการทำงานหลักของซอฟต์แวร์ 54
ภาพที่ 3.22 ส่วนการรับค่าและวิเคราะห์ข้อมูล 54
ภาพที่ 3.23 ส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมใช้ในการเรียนรู้และจดจำภาษามือ 55
ภาพที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์กับองศาการงอข้อโคนนิ้ว 58
ภาพที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์กับองศาการงอข้อกลางนิ้ว 58
ภาพที่ 4.3 กราฟค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบมือ 68
ภาพที่ 4.4 กราฟค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมตำแหน่งมือ 69
ภาพที่ 4.5 กราฟค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมการเคลื่อนที่มือ 70
ภาพที่ 4.6 กราฟค่าความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมการหมุนมือ 71