ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190701

การพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง และการประยุกต์ใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง ในการแปลความหมายท่าทางของมือ

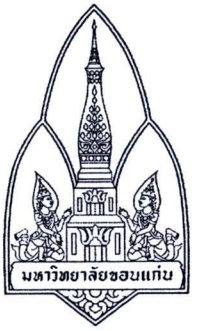
DEVELOPMENT OF AN OPTICAL DATA GLOVE AND APPLICATION OF THE OPTICAL DATA GLOVE TO HAND GESTURE INTERPRETATION

นายธนวิทย์ คำหวร

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ.2553

0255247

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190701



การพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง และการประยุกต์ใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง ในการแปลความหมายท่าทางของมือ

DEVELOPMENT OF AN OPTICAL DATA GLOVE AND APPLICATION OF THE OPTICAL DATA GLOVE TO HAND GESTURE INTERPRETATION

นายธนวิทย์ คำควร

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

การพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง และการประยุกต์ใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง ในการแปลความหมายท่าทางของมือ

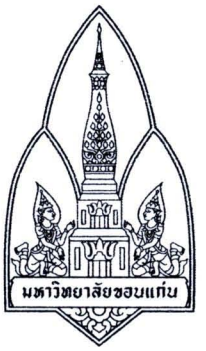
นายธนวิทย์ คำควร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

DEVELOPMENT OF AN OPTICAL DATA GLOVE AND APPLICATION OF THE OPTICAL DATA GLOVE TO HAND GESTURE INTERPRETATION

MR. THANAWIT KUMKURN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN COMPUTER ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: การพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง และการประยุกต์ใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง ในการแปลความหมายท่าทางของมือ

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายธนวิทย์ คำควร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ดร. วรินทร์	สุวรรณวิสูตร	ประธานกรรมการ
ดร. มนัสวี	แก่นอำพรพันธ์	กรรมการ
ดร. นวภัค	เอื้ออนันต์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....
(ดร. นวภัค เอื้ออนันต์) อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธนวิทย์ คำควร. 2553. ***การพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง และการประยุกต์ใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสงในการแปลความหมายท่าทางของมือ.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ดร.นวภัค เอื้ออนันต์

บทคัดย่อ

190701

ถุงมือข้อมูล (Data Glove) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายทอดข้อมูลลักษณะท่าทางของนิ้วมือไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยถุงมือข้อมูลส่วนใหญ่ในท้องตลาดจะใช้ตัวตรวจจับเชิงกล-ไฟฟ้าร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนในการวัดตำแหน่งของนิ้วมือ บทความนี้นำเสนอถุงมือข้อมูลชนิดใหม่ที่เรียกว่าถุงมือข้อมูลเชิงแสงโดยใช้ระบบเส้นเอ็นและภาพจากกล้องเว็บในการแสดงตำแหน่งท่าทางของนิ้วมือ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยถุงมือพิเศษที่มีเส้นเอ็นไนลอนจำนวน 20 เส้นติดตั้งอยู่ ณ ตำแหน่งข้อต่าง ๆ ของนิ้วมือ และร้อยผ่านท่อนำร่องมารวมกันที่แผงหลอดคาปิลลารีที่ติดตั้งบนหลังมือ กล้องเว็บและกระจกที่ติดตั้งเหนือแผงหลอดคาปิลลารีจะถ่ายทอดภาพตำแหน่งของจุดสีบนเส้นเอ็นที่แสดงถึงตำแหน่งของนิ้วมือไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องคอมพิวเตอร์จะนำภาพที่ได้มาประมวลผลเพื่อคำนวณตำแหน่งของนิ้วมือต่อไป การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการทดสอบคุณลักษณะของถุงมือ และการทดสอบประสิทธิภาพของการรู้จำรูปแบบท่าทางของมือโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากถุงมือ ผลการทดสอบคุณลักษณะของถุงมือพบว่า ถุงมือสามารถวัดมุมของข้อนิ้วมือได้ในทุกทิศทางในรูปตำแหน่งของจุดสีบนเส้นเอ็น สามารถวัดการงอของนิ้วและการกางในระนาบของฝ่ามือของนิ้วได้ โดยความละเอียดในการวัดมุมขึ้นกับตำแหน่งของตัวตรวจจับและมีค่าอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 10.82 องศาต่อพิกเซล และระหว่าง 0.56 ถึง 0.94 องศาต่อพิกเซลตามลำดับเมื่อใช้กล้องเว็บที่มีความละเอียด 320x240 พิกเซล ในเรื่องการทดสอบประสิทธิภาพของการรู้จำรูปแบบท่าทางของมือ ท่าทางของมือที่ใช้แทนสัญลักษณ์ตัวพิมพ์ใหญ่ภาษาอังกฤษ 21 ตัวถูกใช้ในการทดสอบ ผลการทดลองพบว่า วิธีการเปรียบเทียบระยะทางแบบยูคลิเดียนสำหรับรู้จำรูปแบบของบุคคลคนเดียวกันมีความถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 100 ในขณะที่การรู้จำรูปแบบท่าทางมือของต่างบุคคลมีความถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 59.48 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 22.47 เมื่อใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าการทดลองรู้จำรูปแบบท่าทางมือของบุคคลคนเดียวกันมีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 94.17 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 4.26 ในขณะที่การรู้จำรูปแบบท่าทางมือของต่างบุคคลมีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 10.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 9.23

Thanawit Kumkurn. 2010. ***Development of an Optical Data Glove and Application of the Optical Data Glove to Hand Gesture Interpretation.*** Master of Engineering Thesis in Computer Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Dr. Nawapak Eua-anant

ABSTRACT

190701

A data glove is a device that transfers finger position data to a computer. Most of data gloves available in markets use electro-mechanical sensors and complicated electronics circuits to measure finger positions. This paper presents a novel data glove called optical data glove that employs a string system and images obtained from a web camera to represent hand gesture. The developed device consists of a special glove with 20 nylon strings attached to each finger joints and inserted pass guiding rods through an array of capillary tubes installed on the back of the glove. The web camera with a mirror installed above the capillary array captures and transfers images of marked string positions to a personal computer. The computer can then processes the images to determine all finger positions. The experiment conducted in this thesis consists of 2 parts: the optical glove characterization and performance evaluation of hand gesture recognition using data obtained from the glove. From optical glove characterization, it is found that the glove can measure angles of finger joints in all directions in the form of positions of points marked on the strings and can measure finger bending and finger abduction. The measurement resolutions of finger bending and finger abduction, depending on positions of sensors, were between 0.38 to 10.82 degrees per pixel and 0.56 to 0.94 degrees per pixel respectively. When the web camera with 320x240 pixel resolution was used. For performance evaluation of hand gesture recognition using the glove, 21 hand gestures representing English alphabets were tested. The Euclidean distance comparison method gave the average 100.0 percent correct results for recognition of individual's hand gestures and 59.48 percent correct results with standard deviation 22.47 for recognition of hand gestures of different persons whereas the artificial neural networks gave the average 94.17 percent correct results persons with standard deviation 4.26 for recognition of individual's hand gestures and 10.39 percent correct results with standard deviation 9.23 for recognition of hand gestures of different persons.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการี และคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก อ.ดร.นวภัค เอื้ออนันต์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการทั้งหลายและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยด้วยความอดทน โดยมิได้คำนึงถึงความเหนื่อยยากลำบาก อีกทั้งได้ทุ่มเททั้งแรงกายแรงใจ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี และชี้แนะแนวความรู้ต่าง ๆที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยนี้ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้ประสบสัมฤทธิผลและสำเร็จเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว เป็นอย่างยิ่งที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งแก่ศิษย์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในสำนักเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในกระบวนการดำเนินการทางเอกสารต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ธนวิทย์ คำควร

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. หลักการและเหตุผล	1
	2. วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	3
	3. ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์	3
	4. วิธีการดำเนินการศึกษา	3
	5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	1. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
	2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3	วิธีดำเนินการศึกษา	33
	1. ขั้นตอนการดำเนินงาน	33
	2. ขั้นตอนการทำงานของถุงมือข้อมูลเชิงแสง	37
	3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือข้อมูลเชิงแสง	38
	4. การทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	39
บทที่ 4	ผลการศึกษา	41
	1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือข้อมูลเชิงแสง	41
	2. ผลการทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	44
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	51
	1. สรุปผลการทดสอบคุณลักษณะของถุงมือข้อมูลเชิงแสง	51
	2. สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของการรู้จำรูปแบบท่าทางของมือ	52
	3. ข้อเสนอแนะและวิธีแก้ไข	55
เอกสารอ้างอิง		56
ภาคผนวก		59
ประวัติผู้เขียน		67

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	องศาของการงอและการเหยียดของข้อนิ้วมือแต่ละข้อ และการเคลื่อนไหวของนิ้วมือในลักษณะต่าง ๆ	7
ตารางที่ 4.1	ผลการวัดมุมของการงอของข้อนิ้วแต่ละข้อโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสงที่พัฒนาขึ้นเทียบกับองศาของข้อนิ้ว	41
ตารางที่ 4.2	ค่าความละเอียดในการวัดการกางของนิ้วมือในระนาบของฝ่ามือโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง	42
ตารางที่ 4.3	ตัวอย่างค่าจากสมการ $D(\mathrm{X}_i^j, \overline{\mathrm{X}}_p)$ ของข้อมูลที่ได้จากผู้ทดลองที่ 1 เมื่อทำท่าตามท่าต้นแบบ A ($\mathrm{X}_{i=a}^j$)	44
ตารางที่ 4.4	จำนวนครั้งของข้อมูลที่ทำการจับคู่ถูกต้องทั้งหมดด้วยวิธีการเปรียบเทียบระยะทางแบบยูคลิเดียน	45
ตารางที่ 4.5	จำนวนครั้งของข้อมูลที่ทำการจับคู่ถูกต้องด้วยวิธีใช้โครงข่ายประสาทเทียม	48
ตารางที่ 4.6	ค่าความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลของแต่ละบุคคลกับชุดข้อมูลต้นแบบ	50
ตารางที่ 5.1	สรุปผลค่าความละเอียดของถุงมือข้อมูลเชิงแสง	51
ตารางที่ 5.2	ค่าความละเอียดในการวัดการกางของนิ้วมือในระนาบของฝ่ามือโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง	52
ตารางที่ 5.3	ผลการทดลองการทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมเปรียบเทียบทั้งสองวิธี	52
ตารางที่ 5.4	สรุปผลทดลองการทดสอบการจำแนกชุดข้อมูลตามชุดข้อมูลต้นแบบ	53

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	กระดูกมือซ้ายจากมุมมองด้านขวาบน	5
ภาพที่ 2.2	ลักษณะการงอและเหยียดนิ้วมือ	6
ภาพที่ 2.3	ท่าภาษามือในตัวอักษรภาษาอังกฤษ	9
ภาพที่ 2.4	ท่าภาษามือในตัวอักษรภาษาไทย	9
ภาพที่ 2.5	การใช้งาน Motion Tracking	11
ภาพที่ 2.6	ส่วนประกอบ และตัวอย่างอุปกรณ์ LDVT	12
ภาพที่ 2.7	หลักการทำงาน และตัวอย่างการนำไปใช้ของอุปกรณ์คลื่นเสียงอัลตราโซนิกส์	12
ภาพที่ 2.8	Flexible Bend Sensors และตัวอย่างการนำไปใช้งาน	13
ภาพที่ 2.9	รูปแบบการใช้งาน CyberGlove และคุณลักษณะ	14
ภาพที่ 2.10	การใช้งาน CyberTouch	15
ภาพที่ 2.11	รูปแบบของถุงมือ DG5-VHand Glove และคุณลักษณะ	16
ภาพที่ 2.12	รูปแบบของถุงมือ 5DT Data Glove 5 Ultra	17
ภาพที่ 2.13	หลักการทำงานเบื้องต้นของโครงข่ายประสาทเทียม	20
ภาพที่ 2.14	การเชื่อมโยงกันระหว่างโหนดของระบบโครงข่ายประสาทเทียม	21
ภาพที่ 2.15	กราฟของฟังก์ชัน Threshold	22
ภาพที่ 2.16	กราฟของฟังก์ชันเส้นตรง (Linear Function)	23
ภาพที่ 2.17	กราฟของฟังก์ชันการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution Function)	24
ภาพที่ 2.18	กราฟของฟังก์ชันซิกมอย (Sigmoid Function)	24
ภาพที่ 2.19	กราฟของฟังก์ชันแทนไฮเปอร์โบลิค (Tangent Hyperbolic Function)	25
ภาพที่ 2.20	การจำลองรูปแบบการเคลื่อนไหวของมือ	30
ภาพที่ 2.21	ขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของมือ	30
ภาพที่ 2.22	การนำไปประยุกต์ใช้งาน	31
ภาพที่ 3.1	ภาพจำลองแสดงการติดตั้งเส้นเอ็นบนถุงมือข้อมูลเชิงแสง	34
ภาพที่ 3.2	ตัวอย่างถุงมือข้อมูลเชิงแสงที่พัฒนาขึ้น	34
ภาพที่ 3.3	จุดสีบนเส้นเอ็นภายในแผงหลอดคาปิลลารีเมื่อมืออยู่ในท่าแบ (a) และกำ (b)	35
ภาพที่ 3.4	ตำแหน่งติดตั้งหลอด LED สีขาว	35
ภาพที่ 3.5	Output ของโปรแกรม	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 3.6	กระบวนการทำงานของระบบทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น	37
ภาพที่ 3.7	ท่าที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการวัดการงอของนิ้ว โดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง	38
ภาพที่ 3.8	ท่าที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการวัดการกางของนิ้ว ในระนาบของฝ่ามือโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง	39
ภาพที่ 3.9	ท่าภาษามือสำหรับแทนตัวอักษรในภาษาอังกฤษ	40
ภาพที่ 4.1	รายละเอียดการตั้งค่าโปรแกรม Neural Network Training ที่ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบการจับคู่ในโปรแกรม MATLAB	47