

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทย

An Application of Artificial Neural Network for Thai Sign Language Recognition

ชนม์รัตน์ ตติยวรรณันท์

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530

E-mail: chonrat@mutacth.com

Manuscript received May 6, 2020

Revised May 23, 2020

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทยโดยใช้การประมวลผลภาพ โดยมีกล้องจับภาพการเคลื่อนไหวของมือผู้ใช้ภาษามือไทยสำหรับการประมวลผลภาพขาวดำสำหรับเป็นอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้ผลการทดลองมีค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดในการรู้จำภาษามือไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมไม่เกิน 16%

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม การประมวลผลภาพ การรู้จำภาษามือไทย

ABSTRACT

This paper proposes an application of artificial neural network for Thai sign language recognition using image processing. A camera takes images of the movement of a person's hands as Thai sign language for black and white image processing for the input of artificial neural network. The experiment results show that the average of all the errors in Thai sign language recognition using artificial neural network will not exceed 16%.

Keywords: artificial neural network, image processing,

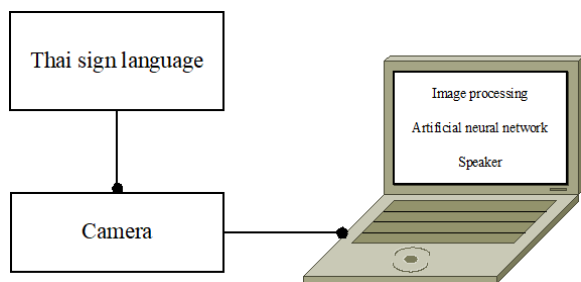
Thai sign language recognition.

1. บทนำ

การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์เพื่อแสดงความคิด อารมณ์ ความรู้สึกต่อบุคคลที่ต้องการสื่อสารให้เข้าใจ ในสังคมมีบุคคลที่มีความบกพร่องทางการสื่อสารเช่น บุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน บุคคลที่มีความบกพร่องทางการพูด บุคคลเหล่านี้จึงจำเป็นต้องใช้ภาษามือสำหรับการสื่อสารในชีวิตประจำวัน โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำภาษามืออาทิเช่น การรู้จำภาษามืออินเดียได้ใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยฟัซซีซีมีน (fuzzy c-means) เพื่อตีความภาษามืออินเดียมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้บกพร่องทางการได้ยินและการพูดในการสื่อสารกับคนปกติ [1] หรือการรู้จำภาษามืออเมริกันโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกและคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (deep learning and computer vision) ซึ่งมีการรู้จำลักษณะและรูปแบบด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันกับฐานข้อมูลภาษามืออเมริกัน [2] หรือการรู้จำภาษามือโดยใช้รูปแบบโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (convolutional neural network model) โดยการเรียนรู้เพื่อจดจำภาษามือได้ใช้คำศัพท์จำนวน 10 คำมีความแม่นยำ 100% [3] หรือการรู้จำภาษามือจีนโดยใช้เซนเซอร์ Leap motion เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือผู้ใช้ภาษามือเพื่อแสดงว่าระบบสามารถรู้จำภาษามือจีนได้ [4] หรือ

การรู้จำภาษามือสำหรับตัวอักษรเบงกอล (Bangla alphabet) ด้วยขั้นตอนวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (support vector machine) ซึ่งขั้นตอนวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนใช้สำหรับการจำแนกประเภทชุดข้อมูลได้ผลการทดสอบมีประสิทธิภาพดีกว่างานที่ถูกใช้งานอยู่มาก [5] และการรู้จำภาษามือเม็กซิกันแปลเป็นภาษาพูดสเปนโดยใช้เซนเซอร์การเคลื่อนไหวมีความแม่นยำเท่ากับ 76.19% [6] เป็นต้น

การทำงานของระบบรู้จำภาษามือไทยที่นำเสนอแสดงดังรูปที่ 1 เมื่อผู้ใช้ภาษามือไทยถูกกล้องบันทึกภาพโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเองด้วยภาษา Python จะประมวลผลภาพ โดยการประมวลผลภาพได้ประมวลผลสำหรับภาพขาวดำเป็นหลัก ซึ่งแบ่งส่วนภาพขาวดำเป็นอินพุตจำนวน 19 อินพุต จากนั้นอินพุตดังกล่าวจะถูกเรียนรู้เพื่อการรู้จำภาษามือไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับเมื่อทำการทดสอบด้วยสมการเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรู้จำภาษามือไทยสามารถแสดงผลการทดสอบเป็นเสียงตามผู้ใช้ภาษามือไทยแสดงท่าภาษามือไทยจำนวน 4 ท่า ได้แก่ ภาษามือไทยทำรัก ภาษามือไทยท่าไม่สบาย ภาษามือไทยท่าหิว และภาษามือไทยท่าสวัสดี เพื่อสำหรับแปลภาษามือไทยให้บุคคลปกติเข้าใจในการสื่อสารของผู้ใช้ภาษามือไทย



รูปที่ 1 ระบบการรู้จำภาษามือไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

2. การออกแบบ

2.1 การออกแบบการประมวลผลภาพ

การออกแบบการวัดความลึกของภาพโดยกำหนดค่าระยะใช้งานเป็นค่าคงที่ โดยผู้ใช้ภาษามือไทยจะต้องอยู่ในระยะห่างที่กำหนดเพื่อให้กล้อง Kinect สามารถจับภาพผู้ใช้ภาษามือไทยในท่านั่งได้

โดยผู้ใช้ภาษามือไทยกำลังทำท่าภาษามือไทยด้วยท่าทางต่าง ๆ จะได้ภาพจากกล้องซึ่งกำหนดความละเอียดของภาพคือ 480×480 พิกเซล (pixel) แสดงดังรูปที่ 2 และแปลงภาพเป็นภาพขาวดำแสดงดังรูปที่ 3 จากนั้นนำค่าความลึกของภาพที่ได้รับมาจากกล้อง Kinect มาสร้างภาพเพิ่มขึ้น 1 ภาพเป็นการเสมือนการมองภาพแนวความลึกโดยแปลงค่าภาพดำเป็นภาพขาวและแปลงค่าภาพขาวเป็นภาพดำแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 2 ภาพจากกล้อง Kinect ความละเอียด 480×480 พิกเซล

การออกแบบการประมวลผลภาพสำหรับอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถอธิบายได้ 3 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกใช้ภาพขาวดำจากกล้อง Kinect แบ่งส่วนภาพเป็น 9 ส่วนกำหนดค่าตัวแปรอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียมเป็น $x_1, x_2, \dots, x_9$ แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งสามารถคำนวณหาจำนวนพิกเซลภาพขาวเป็นตัวอย่าง N_w เท่ากับ 6,528,000 พิกเซลดังสมการที่ (1) เมื่อ RN_p มีค่าเท่ากับ CN_p เท่ากับ 160 และค่า P_w เท่ากับ 255 จากนั้นส่วนที่ 2 ใช้ภาพแนวความลึกที่เป็นภาพดำขาวแบ่งส่วนภาพเป็น 8 ส่วนกำหนดค่าตัวแปรอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียมเป็น $x_{10}, x_{11}, \dots, x_{17}$ แสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งสามารถคำนวณหาจำนวนพิกเซลภาพขาวดังสมการที่ (1)

$$N_w = RN_p CN_p P_w \quad (1)$$

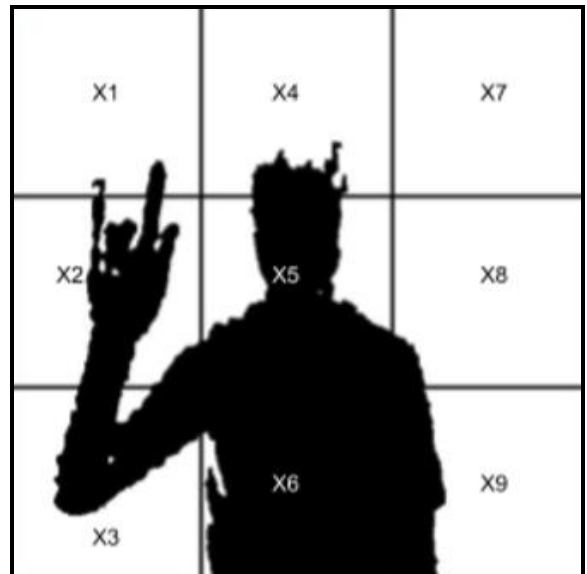
จากสมการที่ (1) เมื่อ N_w คือจำนวนพิกเซลภาพขาว RN_p คือจำนวนแถว (row number) ของภาพ CN_p คือจำนวนคอลัมน์ (column number) ของภาพ และ P_w คือค่าเลขดิจิทัลของสีขาว โดยรูปที่ 6 ถ้าค่าตัวอย่าง N_w เท่ากับ 7,344,000 พิกเซล เมื่อ RN_p เท่ากับ 60 CN_p เท่ากับ 480 และค่า P_w มีเท่ากับ 255 ส่วนสุดท้ายทำการวัดขนาดของภาพขาวดำจากกล้อง Kinect โดยวัดความยาวในแนวนอนและวัดความสูงในแนวตั้งเพื่อกำหนดค่าตัวแปรอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียมเป็น $x18$ และ $x19$ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 3 การแปลงภาพจากกล้อง Kinect เป็นภาพขาวดำ



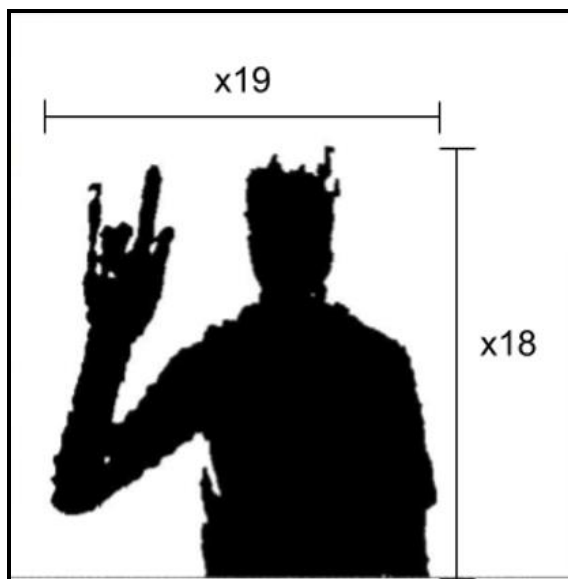
รูปที่ 4 ภาพแนวความลึกโดยแปลงค่าภาพขาวดำเป็นภาพดำขาว



รูปที่ 5 ภาพขาวดำจากกล้อง Kinect แบ่งส่วนภาพเป็น 9 ส่วน



รูปที่ 6 ภาพดำขาวแนวความลึกแบ่งส่วนภาพเป็น 8 ส่วน



รูปที่ 7 การวัดความยาวในแนวนอนและแนวตั้งของภาพ

2.2 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

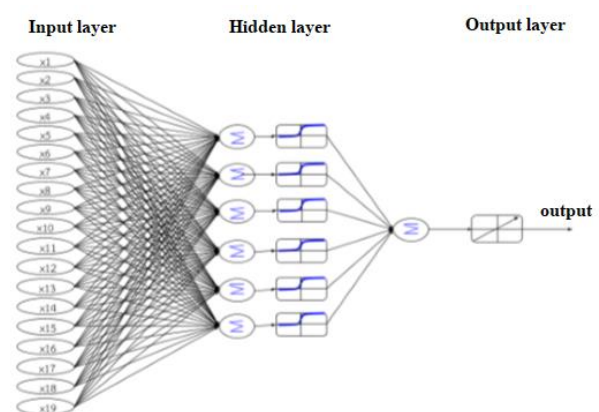
การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (backpropagation artificial neural network) [7]-[8] จากการออกแบบการประมวลผลภาพสำหรับอินพุตของโครงข่ายประสาท

เทียมจะได้อินพุตจำนวน 19 อินพุตคือ $x_1, x_2, \dots, x_{19}$ และกำหนดค่าเป้าหมาย (target) เป็นค่าจำนวนตัวเลขจากภาพผู้ใช้ภาษามือไทยท่ารัก ภาษามือไทยท่าไม่สบาย ภาษามือไทยท่าหิว และภาษามือไทยท่าสวัสดิ์ ซึ่งกำหนดค่าจำนวนตัวเลขอยู่ในช่วงข้อมูลที่ต้องการโดยโครงข่ายประสาทเทียมมีจำนวน 3 ชั้นแสดงดังรูปที่ 8 โดยส่วนชั้นที่หนึ่งคือชั้นอินพุต (input layer) มีจำนวน 19 อินพุตแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งมีอินพุตภาพจำนวน 4 ท่าภาษามือไทยแสดงดังรูปที่ 9 ส่วนชั้นที่สองคือชั้นซ่อน (hidden layer) มีจำนวน 6 นิวรอนใช้ฟังก์ชัน Logarithmic sigmoid ทุกนิวรอนดังสมการที่ (2) ซึ่งการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทยในชั้นซ่อนนี้ได้ค่าเมทริกซ์น้ำหนักและค่าเวกเตอร์ไบอัสดังสมการที่ (4)-(5) ส่วนชั้นที่สามคือชั้นเอาต์พุต (output layer) มีจำนวน 1 นิวรอนใช้ฟังก์ชันเชิงเส้นดังสมการที่ (3) ซึ่งการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทยในชั้นเอาต์พุตนี้ได้ค่าเวกเตอร์น้ำหนักและค่าไบอัสดังสมการที่ (6)-(7)

$$f_{Lg} = \frac{1}{1 + e^{-(wx+b)}} \quad (2)$$

$$f_{LN} = wx + b \quad (3)$$

จากสมการที่ (2)-(3) เมื่อฟังก์ชัน f_{Lg} คือฟังก์ชัน Logarithmic sigmoid ฟังก์ชัน f_{LN} คือฟังก์ชันเชิงเส้น (linear function) ค่า x คือค่าอินพุต ค่า w คือค่าน้ำหนัก และค่า b คือค่าไบอัส



รูปที่ 8 โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรู้จำภาษามือไทย

$$\mathbf{w}^H = \begin{bmatrix} 0.33 & 0.46 & 0.66 & 8.47 & 0.83 & 0.72 \\ 0.58 & 11.47 & 0.18 & 1.51 & 0.37 & 2.79 \\ 0.40 & -3.54 & 0.84 & -0.43 & 0.45 & 4.55 \\ 0.42 & -3.24 & 0.63 & -0.84 & 0.32 & 1.20 \\ 0.80 & -2.78 & 0.98 & -9.19 & 0.75 & -1.15 \\ 0.57 & -9.38 & 0.57 & 11.04 & 0.96 & 3.08 \\ 0.54 & -1.73 & 0.03 & -2.04 & 0.34 & -2.12 \\ 0.31 & -2.48 & 0.81 & 0.71 & 0.87 & 0.97 \\ 0.89 & -1.95 & 0.84 & -3.59 & 0.12 & -3.87 \\ 0.90 & 0.35 & 0.68 & -0.14 & 0.94 & 0.67 \\ 0.81 & 5.03 & 0.64 & -3.87 & 0.34 & 2.34 \\ 0.97 & 8.99 & 0.78 & 12.76 & 0.51 & 2.10 \\ 0.19 & 4.22 & 0.58 & 9.77 & 0.04 & -0.02 \\ 0.54 & -2.64 & 0.09 & -1.95 & 0.13 & -1.05 \\ 0.86 & 6.25 & 0.49 & -0.69 & 0.33 & -2.25 \\ 0.74 & 8.62 & 0.66 & 6.69 & 0.57 & -5.77 \\ 0.06 & 5.00 & 0.42 & -1.23 & 0.51 & -6.95 \\ 0.84 & -1.63 & 0.42 & -4.79 & 0.44 & 1.25 \\ 0.27 & -7.80 & 0.12 & 0.50 & 0.46 & -0.50 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{b}^H = \begin{bmatrix} 0.94 \\ -2.50 \\ 0.46 \\ -3.19 \\ 0.88 \\ -2.53 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{w}^O = [-0.91 \quad 8.75 \quad -0.74 \quad 7.58 \quad -0.58 \quad 9.25] \quad (6)$$

$$b^O = -0.67 \quad (7)$$

จากสมการที่ (4) เมื่อ $\mathbf{w}^H$ คือค่าเมทริกซ์น้ำหนักชั้นซ่อน สมการที่ (5) เมื่อ $\mathbf{b}^H$ คือค่าเวกเตอร์ไบอัสชั้นซ่อน สมการที่ (6) เมื่อ $\mathbf{w}^O$ คือค่าเวกเตอร์น้ำหนักชั้นเอาต์พุต และสมการที่ (7) เมื่อ b^O คือค่า

ไบอัสชั้นเอาต์พุต โดยแทนค่าสมการที่ (4)-(5) ในสมการที่ (2) ส่วนสมการที่ (3) ถูกแทนค่าด้วยสมการที่ (2) และสมการที่ (6) - (7) ดังนั้นสามารถแสดงสมการเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรู้จำภาษามือไทย (A^O) ดังสมการที่ (8)

$$A^O = \mathbf{w}^O \left(\frac{1}{1 + e^{-(\mathbf{w}^H \mathbf{x} + \mathbf{b}^H)}} \right) + b^O \quad (8)$$

3. การทดสอบ และผลการทดสอบ

การทดสอบนี้ได้ใช้กล้อง Kinect เพื่อบันทึกผู้ใช้ภาษามือไทย โดยมีระยะห่างระหว่างกล้องกับผู้ใช้ภาษามือไทยเท่ากับ 80 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบผู้ใช้ภาษามือไทยจำนวน 120 ครั้งแบ่งเป็นผู้ใช้ภาษามือไทยท่าละ 30 ครั้ง เมื่อโปรแกรมประมวลผลภาพและการรู้จำภาษามือไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแล้วจะเรียกไฟล์เสียงที่มีการบันทึกเสียงไฟล์นามสกุล .wav เมื่อผู้ใช้ภาษามือไทยท่ารักแสดงผลเสียงว่า “rug” แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 2 ผู้ใช้ภาษามือไทยท่าไม่สบายแสดงผลเสียงว่า “maisabai” แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 3 ผู้ใช้ภาษามือไทยท่าหัวแสดงผลเสียงว่า “hiw” แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 4 และผู้ใช้ภาษามือไทยท่าสวัสดีแสดงผลเสียงว่า “sawaddee” แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 5



ภาษามือไทยท่ารัก



ภาษามือไทยท่าไม่สบาย



ภาษามือไทยท่าหัว



ภาษามือไทยท่าสวัสดี

รูปที่ 9 อินพุตภาพของระบบรู้จำภาษามือไทย

ตารางที่ 1 อินพุตของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อรู้จำภาษาไทย

อินพุต	ทำรัก	ทำไม่สบาย	ทำหิว	ทำสวัสดิ
x1	6436710.00	6528000.00	6528000.00	6528000.00
x2	4315620.00	3650580.00	5060985.00	6445890.00
x3	4379880.00	6338535.00	6318900.00	5898915.00
x4	5936145.00	5899170.00	5884890.00	5794875.00
x5	2456160.00	1656990.00	2418930.00	2985795.00
x6	280755.00	301665.00	206805.00	164730.00
x7	6528000.00	6528000.00	6528000.00	6528000.00
x8	6331140.00	6271470.00	6345165.00	6123315.00
x9	5029365.00	4867950.00	4936290.00	5078580.00
x10	0.00	0.00	0.00	0.00
x11	717.50	1785.16	2774.94	3863.03
x12	9192.31	6582.13	5498.50	8059.09
x13	11199.31	6751.41	5405.38	7948.09
x14	9949.41	6136.72	9039.72	7526.47
x15	8969.03	4983.91	7113.03	7300.44
x16	7620.59	5153.19	5441.03	6532.63
x17	5282.19	5389.22	5651.53	6139.50
x18	368.00	378.00	393.00	392.00
x19	329.00	346.00	301.00	220.00

4. สรุป

การประมวลผลภาพชาวตำภาษามือไทยมีค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำรักเท่ากับ 2,197,231.70 พิกเซล ค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำไม่สบายเท่ากับ 2,214,729.78 พิกเซล ค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำหิวเท่ากับ 2,329,978.06 พิกเซล ค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำสวัสดิเท่ากับ 2,399,793.75 พิกเซล ซึ่งค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำรักกับค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำไม่สบายเท่ากับ 17,498.07 พิกเซล ซึ่งเป็นค่าน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยทำอื่นๆที่มีค่ามากกว่า 69,815 พิกเซล ดังตารางที่ 6 ทำให้ผลการทดสอบการรู้จำภาษามือไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมในภาษามือ

ไทยทำรักมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเท่ากับ 26.67% เมื่อเปรียบเทียบกับความรู้จำภาษามือไทยทำอื่นๆ และการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทยที่นำเสนอนี้มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนของภาษามือไทยทั้ง 4 ทำเท่ากับ 15.84% โดยผลงานการวิจัยนี้สามารถแสดงการรู้จำภาษามือไทยทำสวัสดิมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาษามือไทยทำอื่นๆ เท่ากับ 3.33%

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบผู้ใช้ภาษามือไทยทำรัก

ภาษามือไทยทำรัก	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียงถูกต้อง
	22
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	26.67%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบผู้ใช้ภาษามือไทยทำไม่สบาย

ภาษามือไทยทำไม่สบาย	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียงถูกต้อง
	25
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	16.67%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบผู้ใช้ภาษามือไทยทำหิว

ภาษามือไทยทำหิว	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียงถูกต้อง
	25
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	16.67%

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบผู้ใช้ภาษามือไทยท่าสวัสดี

ภาษามือไทยท่าสวัสดี	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียงถูกต้อง
	29
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	3.33%

ตารางที่ 6 สรุปข้อมูลอินพุตผู้ใช้ภาษามือไทยจำนวน 4 ท่า

ค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทย (พิกเซล)			
ท่ารัก	ท่าไม่สบาย	ท่าหิว	ท่าสวัสดี
2197231.70	2214729.78	2329978.06	2399793.75
ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่ารักกับท่าไม่สบาย		ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่ารักกับท่าหิว	
17498.07 พิกเซล		132746.36 พิกเซล	
ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่ารักกับท่าสวัสดี		ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่าไม่สบายกับท่าหิว	
202562.05 พิกเซล		115248.28 พิกเซล	
ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่าไม่สบายกับท่าสวัสดี		ค่าสัมบูรณ์ของค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอินพุตภาษามือไทยท่าหิวกับท่าสวัสดี	
185063.97 พิกเซล		69815.69 พิกเซล	

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายอภิสิทธิ์ จรรยาารากร ที่สนับสนุนงานวิจัยด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] H. Muthu Mariappan and V. Gomathi, "Real-Time Recognition of Indian Sign Language," in Proc. *International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)*, Chennai, India, 2019, pp. 1 - 6.
- [2] K. Bantupalli and Y. Xie, "American Sign Language Recognition using Deep Learning and Computer Vision," in Proc. *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, Seattle, WA, USA, 2018, pp. 4896 - 4899.
- [3] Suharjito, H. Gunawan, N. Thiracitta and A. Nugroho, "Sign Language Recognition Using Modified Convolutional Neural Network Model," in Proc. *Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference (INAPR)*, Jakarta, Indonesia, 2018, pp. 1 - 5.
- [4] Y. Xue, S. Gao, H. Sun and W. Qin, "A Chinese Sign Language Recognition System Using Leap Motion," in Proc. *International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*, Zhengzhou, China, 2017, pp. 180 - 185.
- [5] M. A. Uddin and S. A. Chowdhury, "Hand sign language recognition for Bangla alphabet using Support Vector Machine," in Proc. *International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*, Dhaka, 2016, pp. 1 - 4.
- [6] R. Galicia, O. Carranza, E. D. Jiménez and G. E. Rivera, "Mexican sign language recognition using movement sensor," in Proc. *24th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, Buzios, 2015, pp. 573 - 578.
- [7] A. Sekhon and P. Agarwal, "Face recognition using back propagation neural network technique," in Proc. *International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications*, Ghaziabad, 2015, pp. 226 - 230.
- [8] R. Mukhaiyar and R. Safitri, "Implementation of Artificial Neural Network: Back Propagation Method on Face Recognition System," in Proc. *16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Padang, Indonesia, 2019, pp. 1 - 5.



ชนมรัตน์ ตติยะวรรณ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2544 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2549 และวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ในปี

ปี พ.ศ. 2558 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และได้รับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด