

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับสำหรับการรู้จำภาษามือไทยโดยอาศัยการติดตามการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก

Application of Backpropagation Neural Network for Thai Sign Language Recognition based on Skeletal Motion Tracking

ชนม์รัตน์ ตติยวรรณันท์

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม/Control and Instrumentation Engineering) สถาบันนวัตกรรมมหานคร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530

E-mail: chonrat@mutacth.com

Manuscript received May 4, 2021

Revised May 24, 2021

บทคัดย่อ

ความสามารถของการติดตามภาพโครงกระดูกโดยใช้กล้องไคเนคช่วยอำนวยความสะดวกในการวิจัยเกี่ยวกับการจดจำภาษามือไทย บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับสำหรับการรู้จำภาษามือไทยโดยอาศัยการติดตามการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก ผลการทดสอบของภาษามือไทยมาตรฐานจำนวน 5 ท่าทางเสนอขั้นตอนวิธีการรู้จำภาพสำหรับการแปลภาษามือไทยให้ความแม่นยำสูงกว่า 88%

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ การรู้จำภาษามือไทย การติดตามการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก

ABSTRACT

The accessibility of skeletal tracking by a Kinect camera has facilitated the research in Thai sign language recognition. This paper proposes an application of backpropagation neural network for Thai sign language recognition based on skeletal

motion tracking. Experimental results of all 5 standard Thai sign language proposed the image recognition algorithm for Thai sign language translation yields accuracy greater than 88%.

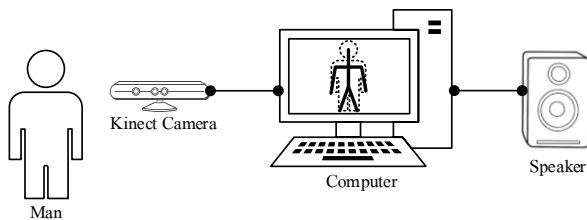
Keywords: backpropagation neural network, Thai sign language recognition, skeletal motion tracking.

1. บทนำ

การติดตามการเคลื่อนไหวของภาพโครงกระดูกได้รับความนิยมสูงอย่างมากสำหรับงานวิจัยอาทิเช่น การสร้างแอปพลิเคชันสำหรับเด็กพิการให้มีความรู้และสนุกกับการพัฒนาทักษะด้านการจดจำสีโดยใช้การติดตามภาพโครงกระดูกด้วยกล้องไคเนค [1] หรืองานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำท่าทางมวยไทยมาตรฐานจำนวน 24 ท่าทางด้วยการติดตามภาพโครงกระดูกให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำ 77% [2] ยังมีงานวิจัยที่เสนอเกมส์ด้านพัฒนาจิตของมนุษย์โดยใช้การติดตามภาพโครงกระดูกที่มีเทคโนโลยีการสั่งงานด้วยมือ (leap motion technology) ได้ผลการทดสอบจิตของมนุษย์สามารถชนะเสียงรบกวนได้ โดยมีอัตราความแม่นยำอยู่ที่ 96.5% [3] หรือการสร้าง

แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้การเคลื่อนไหวของการเดินร่าแบบดั้งเดิมขั้นพื้นฐานโดยใช้การติดตามภาพโครงกระดูกจากเซนเซอร์ไคเนคติกส์ในประเทศอินโดนีเซีย [4] ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ตามคำสั่งจำนวน 8 คำสั่งโดยใช้การติดตามภาพโครงกระดูกด้วยเซนเซอร์ไคเนคติกส์ ได้ผลลัพธ์จากการสังเกตสามารถทำตามคำสั่งที่ถูกต้องมีความแม่นยำสูง [5] และงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์ด้วยโมเดลโครงกระดูกแบบ 3 มิติ สามารถวิเคราะห์กิจกรรมของมนุษย์แบบเรียลไทม์ได้อย่างแม่นยำ [6] เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการรู้จำภาษาไทยโดยใช้กล้องไคเนคติกส์เพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของภาพโครงกระดูก ซึ่งระบบงานวิจัยที่นำเสนอนี้ประกอบด้วยกล้องไคเนคติกส์ รุ่นเอกซ์บ็อกซ์ 360 ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญคือเซนเซอร์วัดความลึก 3 มิติ (3D depth sensor) และกล้องวิดีโอ เพื่อจับภาพผู้ใช้ภาษาไทยแสดงท่าทางขอโทษ ท่าทางขอโทษ ท่าทางขอโทษ ท่าทางขอโทษ และท่าทางขอโทษ แสดงเป็นภาพโครงกระดูกที่เคลื่อนไหวตามท่าทางข้างต้นเพื่อเป็นอินพุตให้กับขั้นตอนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับสำหรับการรู้จำภาษาไทยซึ่งประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ และให้เอาต์พุตเป็นเสียงออกที่ลำโพงแทนความหมายของภาษาไทยดังรูปที่ 1



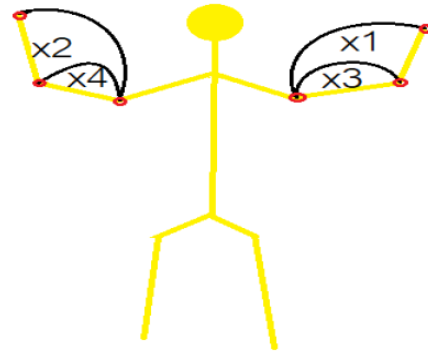
รูปที่ 1 ระบบการรู้จำภาษาไทยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมโดยการติดตามการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก

2. การออกแบบ

2.1 การออกแบบการประมวลผลภาพโครงกระดูก

การประมวลผลภาพโครงกระดูกได้ใช้ไลบรารี Skeleton Tracking ของกล้องไคเนคติกส์เพื่อแสดงตำแหน่งของหัวไหล่ ข้อศอก

และมือของด้านซ้ายพร้อมกับด้านขวาเพื่อเป็นมัมอินพุตจำนวน 4 อินพุต (x_1 ถึง x_4) มีมุมระหว่าง -180 องศาถึง 180 องศา ดังรูปที่ 2 โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ $[x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]$ หมายถึง $[\theta_{RH} \ \theta_{LH} \ \theta_{RE} \ \theta_{LE}]$ สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับเพื่อการรู้จำภาษาไทยดังสมการที่ (1) - (4)



รูปที่ 2 อินพุตของการติดตามการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก

$$\theta_{RH} = \tan^{-1} \frac{y_{RH} - y_{RS}}{x_{RH} - x_{RS}} \quad (1)$$

$$\theta_{LH} = \tan^{-1} \frac{y_{LH} - y_{LS}}{x_{LH} - x_{LS}} \quad (2)$$

$$\theta_{RE} = \tan^{-1} \frac{y_{RE} - y_{RS}}{x_{RE} - x_{RS}} \quad (3)$$

$$\theta_{LE} = \tan^{-1} \frac{y_{LE} - y_{LS}}{x_{LE} - x_{LS}} \quad (4)$$

เมื่อ θ_{RH} คือมุมของตำแหน่ง x-y ของมือขวา (x_{RH}, y_{RH}) เปรียบเทียบกับตำแหน่ง x-y ของหัวไหล่ขวา (x_{RS}, y_{RS})

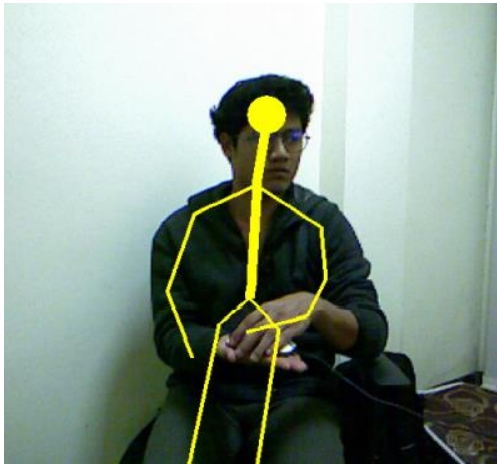
θ_{LH} คือมุมของตำแหน่ง x-y ของมือซ้าย (x_{LH}, y_{LH}) เปรียบเทียบกับตำแหน่ง x-y ของหัวไหล่ซ้าย (x_{LS}, y_{LS})

θ_{RE} คือมุมของตำแหน่ง x-y ของข้อศอกขวา (x_{RE}, y_{RE}) เปรียบเทียบกับตำแหน่ง x-y ของหัวไหล่ขวา

θ_{LE} คือมุมของตำแหน่ง x-y ของข้อศอกซ้าย (x_{LE}, y_{LE}) เปรียบเทียบกับตำแหน่ง x-y ของหัวไหล่ซ้าย

ภาพโครงกระดูกท่าทางขอโทษแสดงท่าทางยกฝ่ามือซ้าย ประกบฝ่ามือขวา โดยแนวฝ่ามือขนานกับระดับหน้าอก โดยหันปลายนิ้วไปยังคู่สนทนา จากนั้นใช้ปลายนิ้วมือข้างขวาทวนในทิศตามเข็มนาฬิกาเหนือฝ่ามือข้างซ้ายวนประมาณ 3 รอบแสดงดังรูปที่ 3 มีค่าอินพุตดังสมการที่ (5) เมื่อ $[x1 \ x2 \ x3 \ x4]^T$ คือ $[\theta_{RH} \ \theta_{LH} \ \theta_{RE} \ \theta_{LE}]^T$

$$\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \\ x4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -119.186 \\ -45.649 \\ -75.817 \\ -104.809 \end{bmatrix} \quad (5)$$

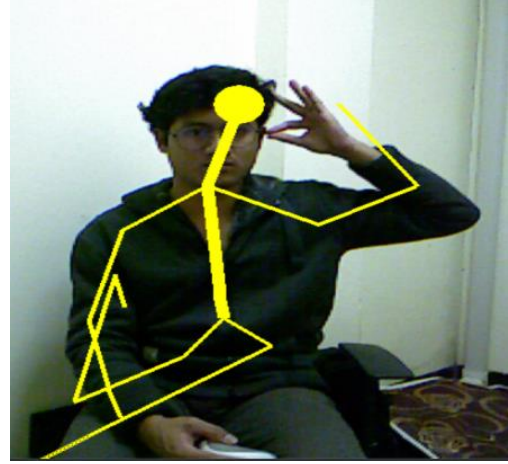


รูปที่ 3 ภาพโครงกระดูกของท่าทางขอโทษ

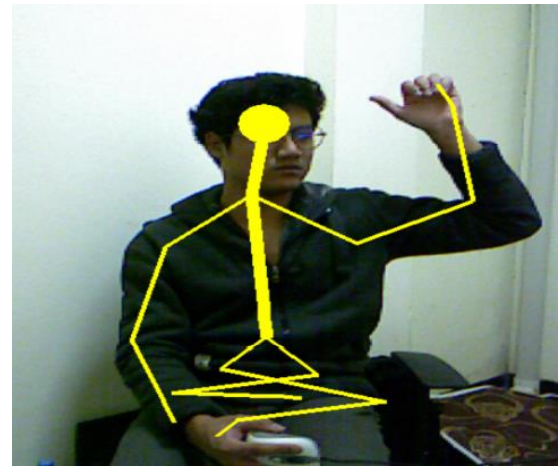
ภาพโครงกระดูกท่าทางขอโทษแสดงท่าทางเป็น 2 จังหวะคือ จังหวะที่หนึ่งใช้ปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งสัมผัสกันเป็นรูปวงกลม นิ้วที่เหลือกางออกจากกัน จังหวะที่สองกำมือและนิ้วโป้งแสดงดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 โดยมีค่ามุมของอินพุตดังสมการที่ (6) เมื่อ

$$[x1 \ x2 \ x3 \ x4]^T \text{ คือ } \begin{bmatrix} \theta_{RH}^1 & \theta_{LH}^1 & \theta_{RE}^1 & \theta_{LE}^1 \\ \theta_{RH}^2 & \theta_{LH}^2 & \theta_{RE}^2 & \theta_{LE}^2 \end{bmatrix}^T$$

$$\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \\ x4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 88.378 & 61.850 \\ -97.337 & -75.908 \\ 19.966 & 3.586 \\ -110.274 & -101.794 \end{bmatrix} \quad (6)$$



รูปที่ 4 ภาพโครงกระดูกของท่าทางขอโทษจังหวะที่หนึ่ง



รูปที่ 5 ภาพโครงกระดูกของท่าทางขอโทษจังหวะที่สอง

ภาพโครงกระดูกท่าทางขอโทษแสดงท่าทางเป็น 2 จังหวะคือ จังหวะที่หนึ่งให้นิ้วกลาง นิ้วนา และนิ้วก้อย โดยให้นิ้วชี้และนิ้วโป้งเหยียดตรงหันมือเข้าหาลำตัวระดับหน้าอก โดยให้นิ้วทั้งสองทำมุมคล้ายตัววี จังหวะที่สองลากมือลงพร้อมกับขยับปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งให้สัมผัสกันดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7 มีค่ามุมของอินพุตดัง

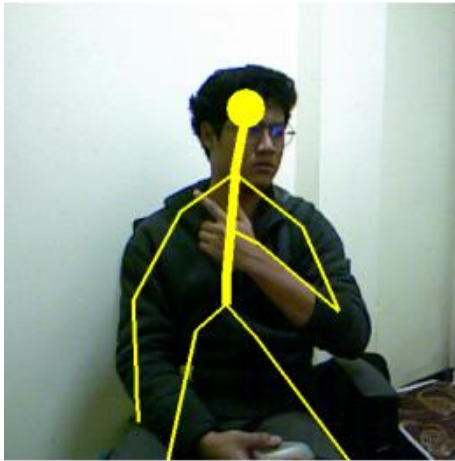
สมการที่ (7)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x1} \\ \mathbf{x2} \\ \mathbf{x3} \\ \mathbf{x4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 175.355 & -176.435 \\ -101.476 & -82.318 \\ -88.581 & -86.507 \\ -108.736 & -96.985 \end{bmatrix}$$

(7)

แสดงดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9 มีค่ามุมของอินพุตดังสมการที่ (8)

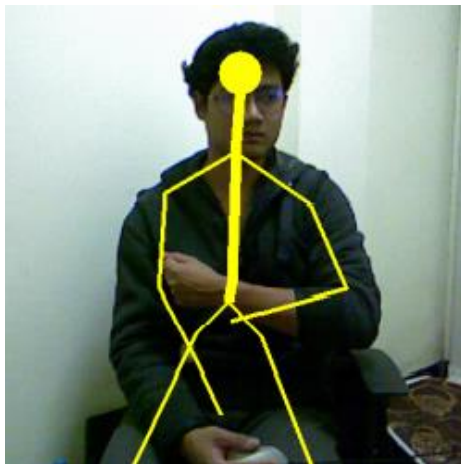
$$\begin{bmatrix} \mathbf{x1} \\ \mathbf{x2} \\ \mathbf{x3} \\ \mathbf{x4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -104.818 & -94.601 \\ 101.177 & 84.121 \\ -81.529 & -81.131 \\ 166.588 & 161.971 \end{bmatrix} \quad (8)$$



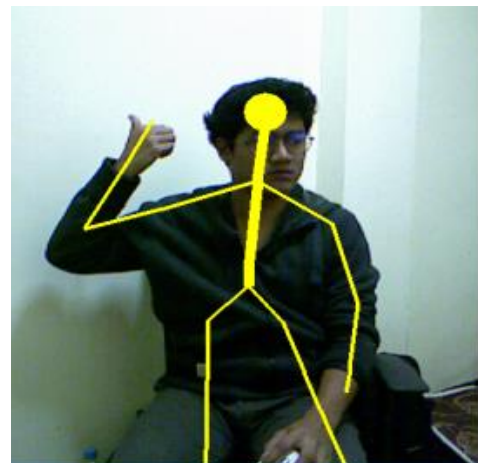
รูปที่ 6 ภาพโครงกระดูกของท่าทางชอบจิ้งหะที่หนึ่ง



รูปที่ 8 ภาพโครงกระดูกของท่าทางคนหู้ดีจิ้งหะที่หนึ่ง



รูปที่ 7 ภาพโครงกระดูกของท่าทางชอบจิ้งหะที่สอง



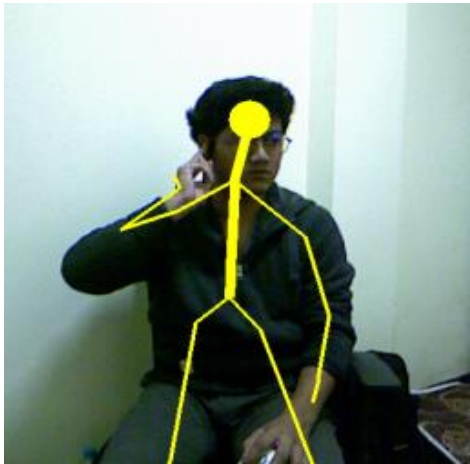
รูปที่ 9 ภาพโครงกระดูกของท่าทางคนหู้ดีจิ้งหะที่สอง

ภาพโครงกระดูกท่าทางคนหู้ดีแสดงท่าทางเป็น 2 จังหวะคือ จังหวะที่หนึ่งให้กำนิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย โดยให้นิ้วชี้และ นิ้วโป้งเหยียดตรงหันมือชี้ที่หู โดยให้นิ้วทั้งสองท่ามูมคล้ายตัววี จังหวะที่สองลากมือขึ้นพร้อมกับกำนิ้วชี้และขยับนิ้วโป้งให้สัมผัสกัน

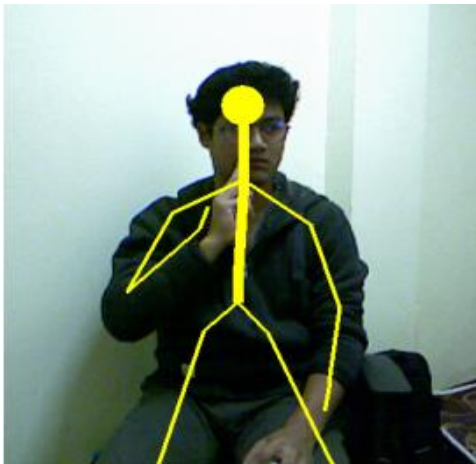
ภาพโครงกระดูกท่าทางคนหู้ดีแสดงท่าทางเป็น 2 จังหวะ คือจังหวะที่หนึ่งให้กำนิ้วโป้ง นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย โดยให้ นิ้วชี้เหยียดตรงหันมือชี้ที่หู จังหวะที่สองลากมือลงพร้อมกับขยับนิ้วชี้

ให้สัมพันธ์กันแสดงดังรูปที่ 10 และรูปที่ 11 มีค่ามุมของอินพุตดังสมการที่ (9)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x1} \\ \mathbf{x2} \\ \mathbf{x3} \\ \mathbf{x4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -111.272 & -98.074 \\ 65.327 & 67.821 \\ -83.184 & -86.914 \\ -173.468 & -161.914 \end{bmatrix}$$



รูปที่ 10 ภาพโครงกระดูกของท่าทางคนพูดทางคนพูดที่หนึ่ง

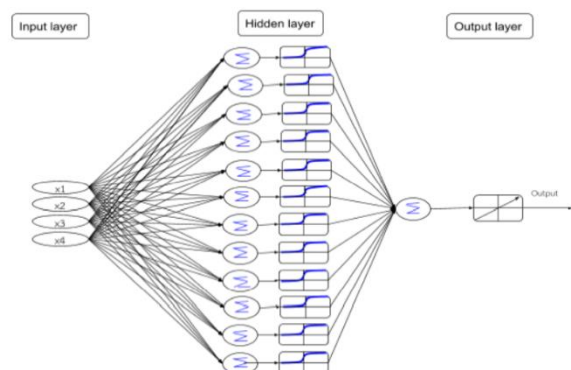


รูปที่ 11 ภาพโครงกระดูกของท่าทางคนพูดทางคนพูดที่สอง

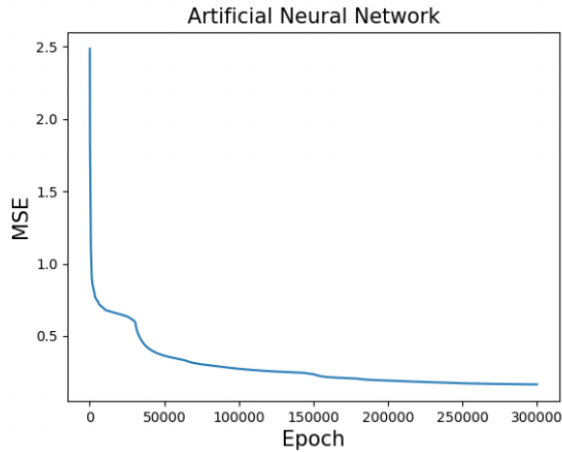
2.2 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับนี้ได้มีงานวิจัยเชิงประยุกต์ อาทิเช่น การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับสำหรับการพยากรณ์การขายข้าวเพื่อเตรียมความพร้อมต่อวัตถุดิบคือผลผลิตข้าว [7] และการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำภาษามือไทยโดยใช้การประมวลผลภาพมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 16% [8] เป็นต้น

ขั้นตอนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับได้ออกแบบมีขนาด 4-12-1 โครงข่ายคือชั้นอินพุตมี 4 อินพุต ชั้นซ่อนมี 12 นิวรอนโดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนคือฟังก์ชันลอการิทึมซิกมอยด์ (logarithmic sigmoid function) และชั้นเอาต์พุตมี 1 เอาต์พุตโดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนคือฟังก์ชันเชิงเส้น (linear function) แสดงดังรูปที่ 12 มีสมการเอาต์พุตโครงข่ายประสาทเทียมดังสมการที่ (10) เมื่ออินพุต $\mathbf{X}$ คือ $[\theta_{RH} \ \theta_{LH} \ \theta_{RE} \ \theta_{LE}]^T$ ส่วน α_{BNN} คือสมการเอาต์พุตโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ โดยแสดงข้อมูลการฝึกสอนเพื่อรู้จำภาษามือไทยกำหนดให้อัตราการเรียนรู้ (learning rate) เท่ากับ 1×10^{-2} ค่าความผิดพลาดเทรชโฮลด์ (threshold error) เท่ากับ 2×10^{-1} และมีค่าเฉลี่ยผิดพลาดกำลังสอง (MSE : mean square error) เท่ากับ 0.166 ดังรูปที่ 13 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสอนด้วยขั้นตอนวิธีกระจายย้อนกลับได้ค่าน้ำหนักชั้นซ่อน ($\mathbf{W}^H$) ค่าไบอัสชั้นซ่อน ($\mathbf{B}^H$) ค่าน้ำหนักชั้นเอาต์พุต ($\mathbf{W}^O$) ค่าไบอัสชั้นเอาต์พุต ($\mathbf{B}^O$) แสดงดังสมการที่ (11)-(14) และแสดงรหัสเทียม (pseudo code) ของโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 4-12-1 โครงข่ายดังรูปที่ 14



รูปที่ 12 โครงข่ายประสาทเทียมขนาด 4-12-1 โครงข่าย



รูปที่ 13 ข้อมูลการฝึกสอนสำหรับระบบรู้จำด้วยโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 4-12-1 โครงข่าย

```

WH = random                # line 1 คำนวณน้ำหนักชั้นซ่อน
BH = random                # line 2 คำนวณไบอัสชั้นซ่อน
WO = random                # line 3 คำนวณน้ำหนักชั้นเอาต์พุต
BO = random                # line 4 คำนวณไบอัสชั้นเอาต์พุต
X = input(Skeletal Motion) # line 5 รับค่าอินพุตจากการเคลื่อนไหวภาพโครงกระดูก
T = target(Thai Sign Language) # line 6 กำหนดค่าเป้าหมายจากภาพภาษามือไทย
eta = learning rate        # line 7 กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้
eth = threshold error      # line 8 กำหนดค่าความผิดพลาด 허용 โหมด
#Feed Forward Network
alpha_BNN = WO*(1/(1+exp(-WH*X-BH)))-BO # line 9 คำนวณเอาต์พุตโครงข่ายประสาทเทียม
E = T-alpha_BNN            # line 10 คำนวณค่าผิดพลาด เท่ากับ ค่าเป้าหมายลบค่าเอาต์พุต
#Backpropagation Network
beta_linear = d(WO*(1/(1+exp(-WH*X-BH)))-BO)/dX # line 11 คำนวณอนุพันธ์ของฟังก์ชัน Linear
WO_new = WO-eta*-2*beta_linear*E*(1/(1+exp(-WH*X-BH))) # line 12 คำนวณค่าน้ำหนักชั้นเอาต์พุตใหม่
BO_new = BO-eta*-2*beta_linear*E # line 13 คำนวณค่าไบอัสชั้นเอาต์พุตใหม่
beta_logsig = d(1/(1+exp(-WH*X-BH)))/dX # line 14 คำนวณอนุพันธ์ของฟังก์ชัน Logarithmic sigmoid
WH_new = WH-eta*b*eta_logsig*X # line 15 คำนวณค่าน้ำหนักชั้นซ่อนใหม่
BH_new = BH-eta*b*eta_logsig # line 16 คำนวณค่าไบอัสชั้นซ่อนใหม่
MSE = mse(E)               # line 17 คำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดค่าทั้งสอง
WO, BO, WH, BH = WO_new, BO_new, WH_new, BH_new # line 18 อัปเดตพารามิเตอร์
if MSE < eth, end, return(line 9) # line 19 ตรวจสอบ ถ้าค่าเฉลี่ยผิดพลาดค่าทั้งสองน้อยกว่าค่าความ
                                #   ผิดพลาด 허용 โหมดเป็นจริงหยุดโปรแกรม ไม่จริงกลับไป line 9

```

รูปที่ 14 รหัสเทียมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับขนาด 4-12-1 โครงข่าย

$$\alpha_{BNN} = \mathbf{W}^O \left(\frac{1}{1 + e^{-\mathbf{W}^H \mathbf{X} + \mathbf{B}^H}} \right) + \mathbf{B}^O \quad (10)$$

$$\mathbf{B}^O = -2.932 \quad (11)$$

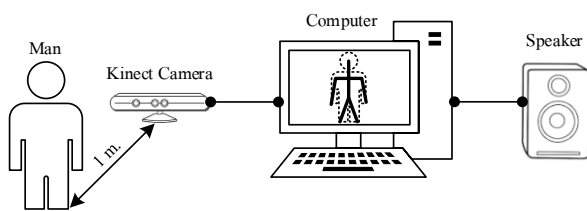
$$\mathbf{W}^O = \begin{bmatrix} -2.459 \\ -4.640 \\ -0.170 \\ 6.735 \\ -3.256 \\ 2.693 \\ 10.651 \\ 14.594 \\ 9.111 \\ -5.974 \\ 5.281 \\ -10.087 \end{bmatrix}^T \quad (12)$$

$$\mathbf{B}^H = \begin{bmatrix} -2.115 \\ -17.030 \\ 6.485 \\ -3.980 \\ 7.442 \\ -48.528 \\ 0.930 \\ -2.185 \\ -52.150 \\ 4.870 \\ 21.344 \\ 8.688 \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\mathbf{W}^H = \begin{bmatrix} -13.178 & 20.988 & -16.715 & -23.787 \\ 6.698 & 95.182 & -8.607 & -109.522 \\ -1.896 & -0.496 & -1.157 & -1.829 \\ -2.384 & 0.465 & -8.918 & -3.961 \\ -40.853 & -12.557 & 47.864 & 8.151 \\ 24.474 & 10.082 & -34.437 & -86.963 \\ -15.587 & 14.426 & 14.546 & -7.841 \\ -1.638 & -8.824 & -19.528 & 0.471 \\ 39.470 & -65.165 & 96.434 & -144.484 \\ -3.851 & -6.071 & -10.838 & 2.882 \\ -5.242 & 90.310 & 26.289 & -40.889 \\ -5.028 & 5.115 & -15.022 & 6.243 \end{bmatrix} \quad (14)$$

3. การทดสอบ และผลการทดสอบ

การทดสอบการรู้จำภาษามือไทยโดยอาศัยภาพโครงกระดูกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับแสดงผลเป็นเสียงโดยการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนกำหนดระยะห่างคงที่ 1 เมตรระหว่างกล้องไคเนคกับผู้ใช้ภาษามือไทย แสดงท่าทางขอโทษ ท่าทางโชคดี ท่าทางชอบ ท่าทางคนหูดี และท่าทางคนหูหนวก จำนวนท่าทางละ 50 ครั้งแบบสุ่มท่าทาง ดังนั้นจำนวนรวมการทดสอบท่าทางทั้งหมด 250 ครั้งโดยใช้เวลาต่อเนื่องดังรูปที่ 14 ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 1-5



รูปที่ 14 การทดสอบการรู้จำภาษามือไทยระยะ 1 เมตร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแปลภาษามือไทยด้วยท่าทางขอโทษ

ท่าทางขอโทษ	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียง "ขอโทษ" ถูกต้อง
	48
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	4%

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบแปลภาษามือไทยด้วยท่าทางโชคดี

ท่าทางโชคดี	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียง "โชคดี" ถูกต้อง
	47
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	6%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบแปลภาษามือไทยด้วยท่าทางชอบ

ท่าทางชอบ	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียง "ชอบ" ถูกต้อง
	49
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	2%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบแปลภาษามือไทยด้วยท่าทางคนหูดี

ท่าทางคนหูดี	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียง "คนหูดี" ถูกต้อง
	44
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	12%

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบแปลภาษามือไทยด้วยท่าทางคนหูหนวก

ท่าทางคนหูหนวก	ผลการทดสอบ
	จำนวนครั้งที่แสดงเสียง "คนหูหนวก" ถูกต้อง
	47
	เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน
	6%

4. สรุป

การรู้จำภาษามือไทยโดยอาศัยภาพโครงกระดูกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับมีท่าทางชอบที่ผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 1 ครั้งต่อการทดสอบ 50 ครั้ง เท่ากับ 2% และท่าทางคนหูดีมีค่าความผิดพลาดมากที่สุดคือ 6 ครั้งต่อการทดสอบ 50 ครั้ง เท่ากับ 12% โดยค่าความผิดพลาดที่สูงขึ้นส่วนหนึ่งมาจากข้อมูลอินพุตที่มีช่วงค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นระบบแปลภาษามือไทยอัตโนมัติจริงได้ และมีความแม่นยำ

มากกว่า 88 %

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์นี้ได้รับความช่วยเหลือจาก นายอภิสิทธิ์ จรรย์วารังกูร ที่สนับสนุนงานวิจัยด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] E. CahkuS, H. Kose and G. ince, "Kinect interacted drum game for disabled children," *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2014, pp. 734-737.
- [2] K. Kaewplee, N. Khamsemanan and C. Nattee, "A rule-based approach for improving Kinect Skeletal Tracking system with an application on standard Muay Thai maneuvers," *2014 Joint 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 15th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*, 2014, pp. 281-285.
- [3] R. A. Pambudi, N. Ramadijanti and A. Basuki, "Psychomotor game learning using skeletal tracking method with leap motion technology," *2016 International Electronics Symposium (IES)*, 2016, pp. 142-147.
- [4] N. Ramadijanti, H. F. Fahrul and D. M. Pangestu, "Basic dance pose applications using kinect technology," *2016 International Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC)*, 2016, pp. 194-200.
- [5] C. Akyildiz and S. Saraydemir, "Command recognition by using skeletal tracking based on Kinect sensor," *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)*, 2016, pp. 2061-2064.
- [6] S. Win and T. L. L. Thein, "Real-Time Human Motion Detection, Tracking and Activity Recognition with Skeletal Model," *2020 IEEE Conference on Computer Applications (ICCA)*, 2020, pp. 1-5.
- [7] M. Aritonang and D. J. C. Sihombing, "An Application of Backpropagation Neural Network for Sales Forecasting Rice Milling Unit," *2019 International Conference of Computer Science and Information Technology (ICoSNiKOM)*, 2019, pp. 1-4.
- [8] C. Tatiyavoranun, "An Application of Artificial Neural Network for Thai Sign Language Recognition", *Engineering Transactions*, vol. 23, no. 1, January-June, 2020, pp. 51-57 (in Thai).



ชนมรัตน์ ดิตยวรรณัท สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2544 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2549 และ วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ในปี พ.ศ. 2558 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และได้รับตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด