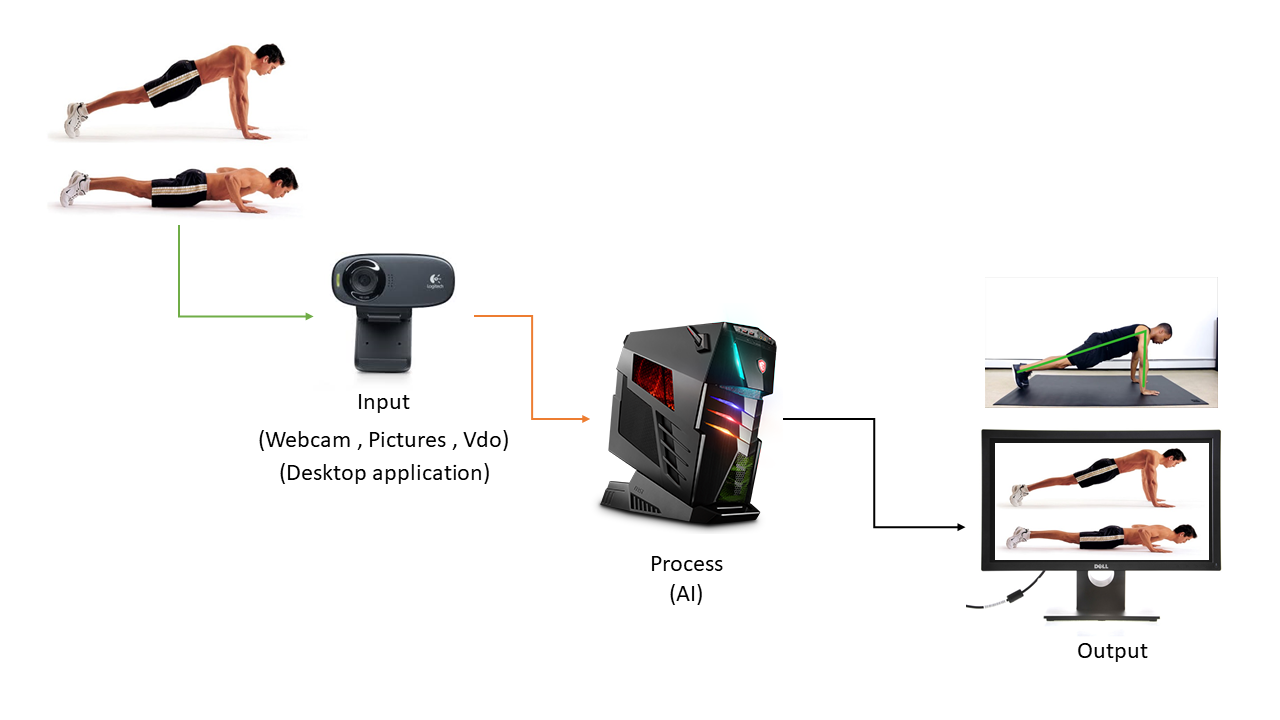
# บทที่ 3

# ขั้นตอนการดำเนินงาน

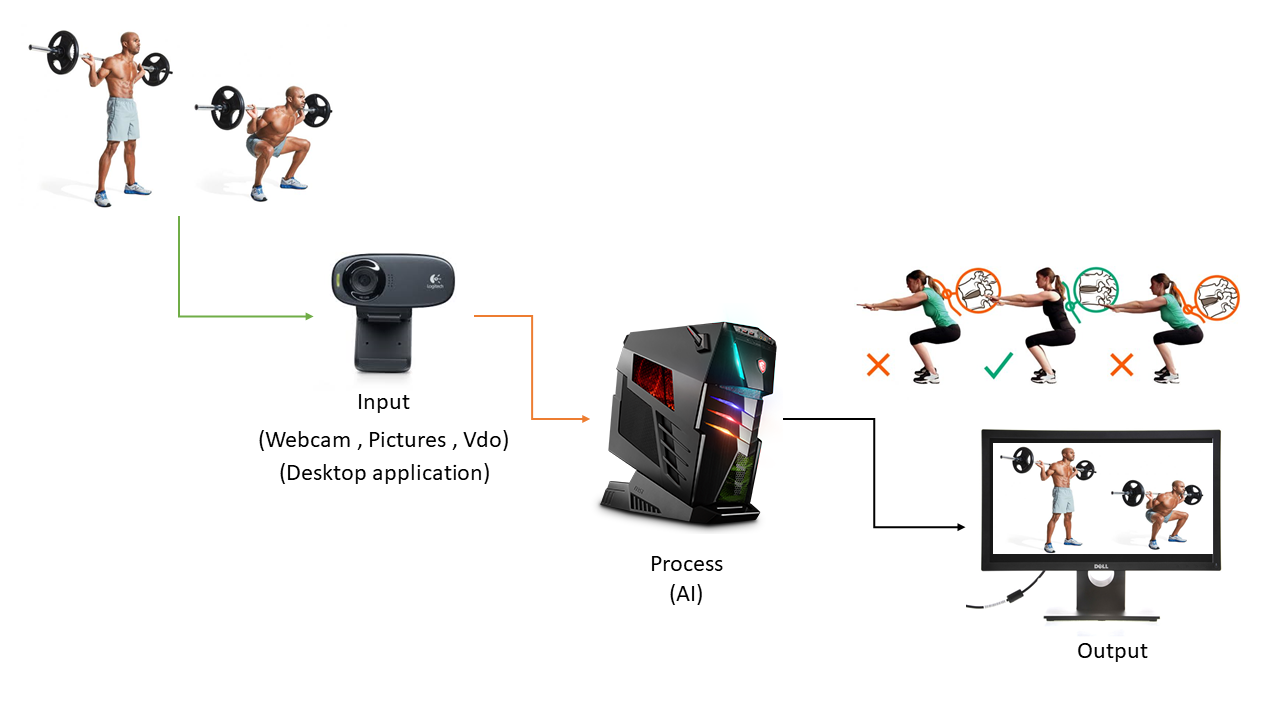
## 3.1 การออกแบบภาพรวมและหลักการทำงาน

การทำงานของระบบเทรนเนอร์อัจฉริยะจะเริ่มจากรับ input ผ่านทาง webcam และ นำข้อมูลไปประมวลผลสุดท้ายจะแสดงข้อความออกมาทาง Monitor บอกผู้ใช้ว่าท่าทางออกกำลังกายถูกต้องหรือไม่ ซึ่งในระบบนี้ มีการใช้ 5 ท่าเป็นตัวอย่าง ดูได้จากภาพประกอบที่3-1 ถึงภาพประกอบที่3-5



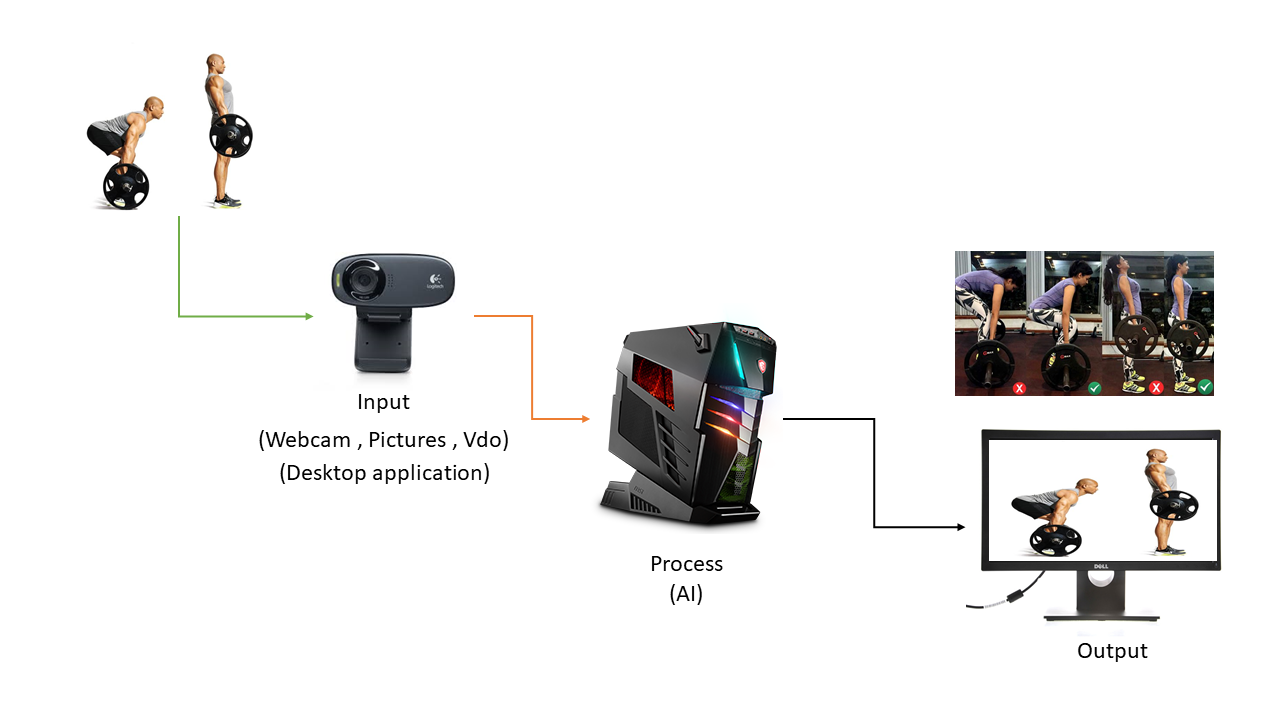
**ภาพประกอบที่ 3-1** ภาพการทำงานการตรวจสอบท่า Push ups

จากภาพประกอบที่ 3-1 การตรวจสอบท่า Push ups จะตรวจสอบจากมุมด้านข้างโดยจะตรวจสอบจาก ลักษณะ ลำตัว และ แขน



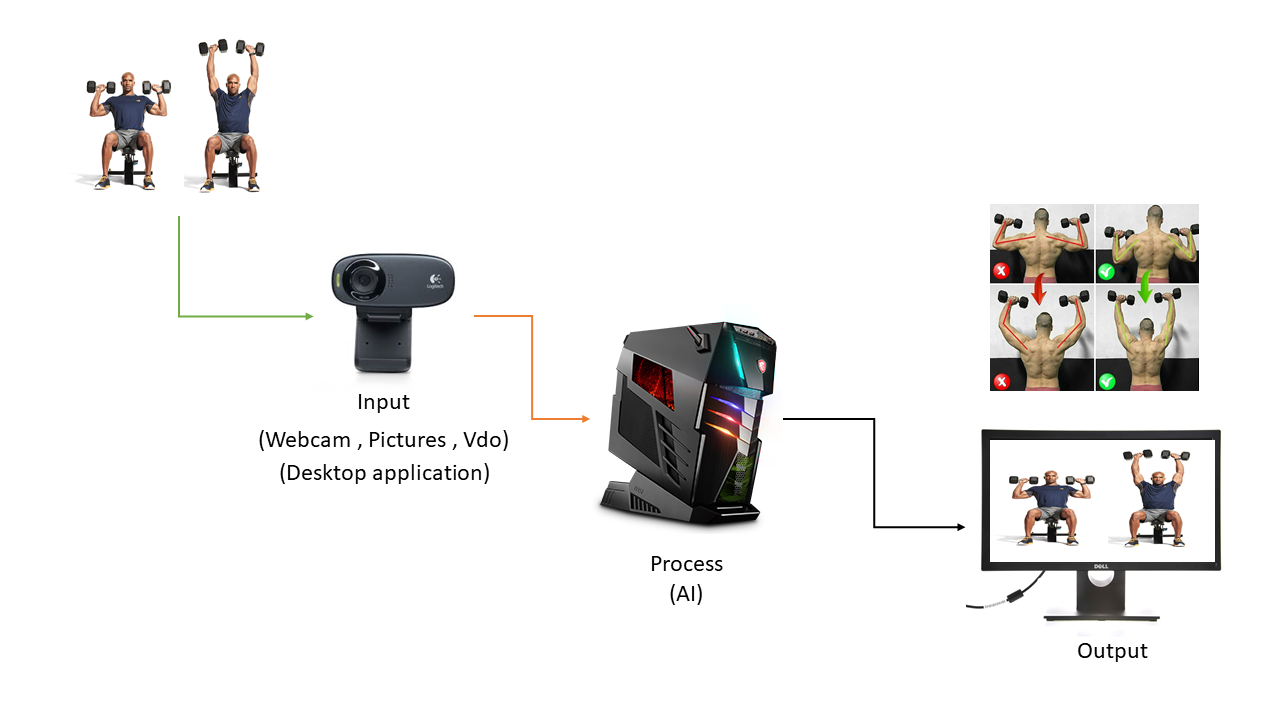
**ภาพประกอบที่ 3-2** ภาพการทำงานการตรวจสอบท่า Squat

จากภาพประกอบที่ 3-2 การตรวจสอบท่า Squat จะตรวจสอบจากมุมด้านข้างโดยจะตรวจสอบจาก ลักษณะ ลำตัวส่วนบน คอ และ ขา



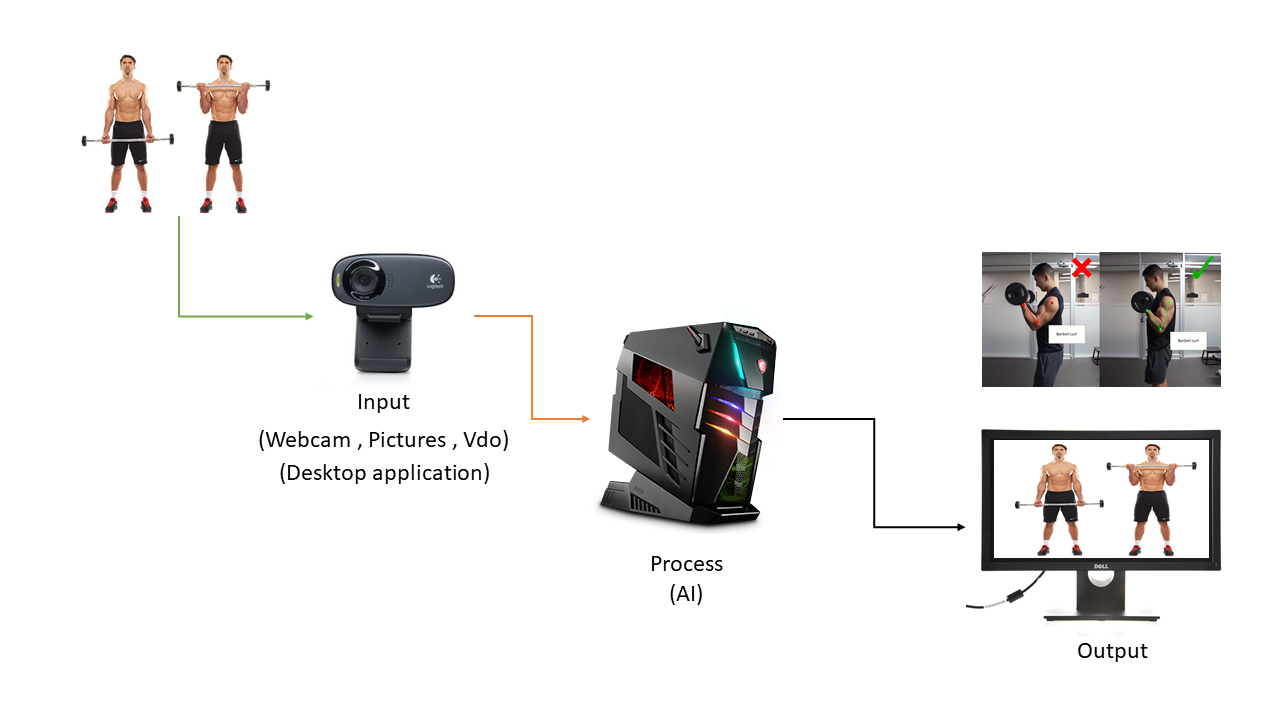
**ภาพประกอบที่ 3-3**  ภาพการทำงานการตรวจสอบท่า Deadlift

จากภาพประกอบที่ 3-3 การตรวจสอบท่า Deadlift จะตรวจสอบจากมุมด้านข้างโดยจะตรวจสอบจาก ลักษณะ ลำตัวส่วนบน คอ และ ขา



**ภาพประกอบที่**  **3-4**  ภาพการทำงานการตรวจสอบท่า Dumbbell Shoulder Press

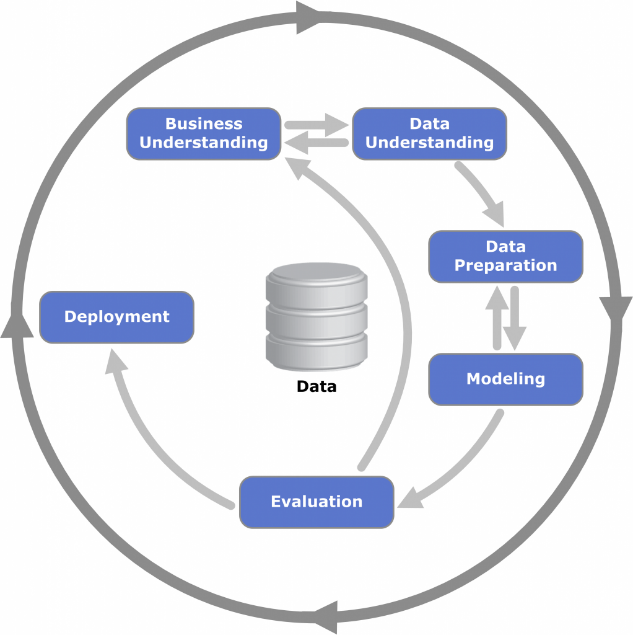
จากภาพประกอบที่ 3-4 การตรวจสอบท่า Dumbbell Shoulder Press จะตรวจสอบจากมุมด้านหน้าโดยจะตรวจสอบจาก ลักษณะ ของ ท่อนแขนบน และ ท่อนแขนล่าง



**ภาพประกอบที่ 3-5** ภาพการทำงานการตรวจสอบท่า Barbell Curl

จากภาพประกอบที่ 3-5 การตรวจสอบท่า Barbell Curl จะตรวจสอบจากมุมด้านข้างโดยจะตรวจสอบจาก ลักษณะ ของ ท่อนแขนบน และ ท่อนแขนล่าง

## 3.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM



**ภาพประกอบที่ 3-6** กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM

**3.2.1 Business Understanding**

วิเคราะห์ข้อมูลทางดาต้า ไมน์นิงพร้อมทั้งวางแผนในการดำเนินการ

**3.2.2 Data Understanding**

เก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมมาได้เพื่อดูความถูกต้องของข้อมูล และพิจารณาว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือจำเป็นต้องเลือกข้อมูลบางส่วนมาใช้ในการวิเคราะห์ จากภาพประกอบที่ 3-7 เราจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน

1) Training set แบ่งข้อมูล 80 % เพื่อนำไป สอน model

2) Development set แบ่งข้อมูล 10 % เพื่อนำไปเลือก model ที่มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

3) Test set แบ่งข้อมูล 10 % เพื่อนำไปทดสอบ model ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่



**จากภาพประกอบที่ 3-7 แสดงการแบ่งชุดข้อมูล**

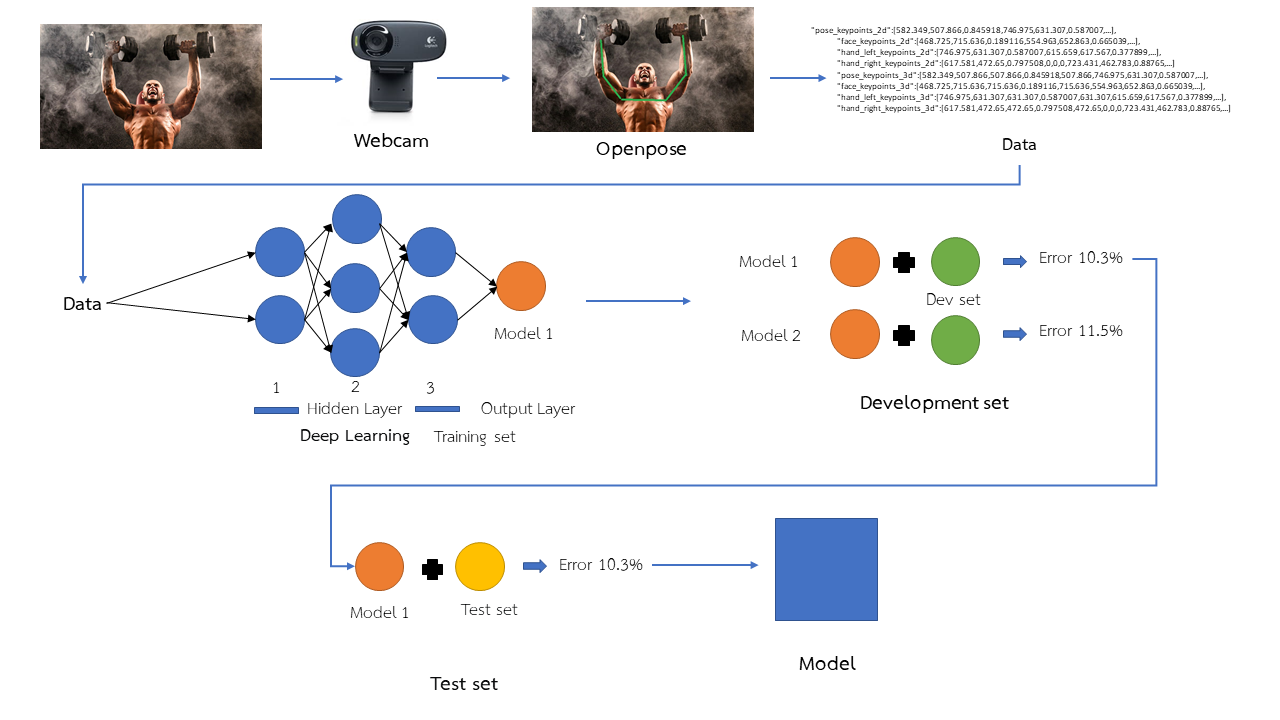
**3.2.3 Data Preparation**

แปลงข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมา (raw data) ให้กลายเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ในขั้นถัดไปได้ และทำ data cleaning  เช่น การแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วง (scale) เดียวกัน หรือการเติม

ข้อมูลที่ขาดหายไปดังตารางที่ 3-1

**3.2.4 Modeling**

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Deep learning จากภาพประกอบที่ 3-8 แสดงหลักการเรียนรู้ของเครื่องโดยใช้การรับ input ด้วย webcam และใช้ Openpose API ในการแปลงจาก VDO มาเปลี่ยนเป็นชุดข้อมูลเพื่อนำข้อมูลไปผ่านกระบวนการ Training set และเมื่อได้ Model มาแล้วจะนำไปผ่านกระบวนการ Development set โดยวัด error จากชุดข้อมูลที่ model ไม่เคยเห็นมาก่อน เพื่อเลือกเอา Model ที่มี Error น้อยที่สุด และนำไปผ่านกระบวนการ Test Set เป็นลำดับสุดท้ายเพื่อวัด unbiased error โดยใช้ข้อมูลที่เป็นอิสระจากทุกข้อมูลที่เราเคยใช้มาทั้งหมด และสุดท้ายจะได้ Model ที่มีประสิทธิภาพที่สุด



**ภาพประกอบที่ 3-8** การ Training Model

จากภาพประกอบที่ 3-8 ในการเรียนรู้จะใช้ Training set ในการสอน model ด้วยขั้นตอนของ Gradient Descent (การเคลื่อนลงตามความชัน) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้หาค่าที่เหมาะสมที่สุดให้กับฟังก์ชั่นที่กำหนดขึ้นมา โดยอัลกอริทึมใช้การวนหาค่าที่ทำให้ค่าต่ำสุดจากการคำนวณจากความชันที่จุดที่เราอยู่แล้วพยายามเดินทางไปทางตรงข้ามกับความชันที่คำนวณขึ้นมา

**3.2.5 Evaluation**

จากภาพประกอบที่ 3-8การทดสอบ Model จะมี 2 ขั้นตอนคือ Development set และ Test set

3.3.2.1 Development set คือขึ้นตอนในการเลือก Model ตัวใดที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดที่ได้มาจาก Training set

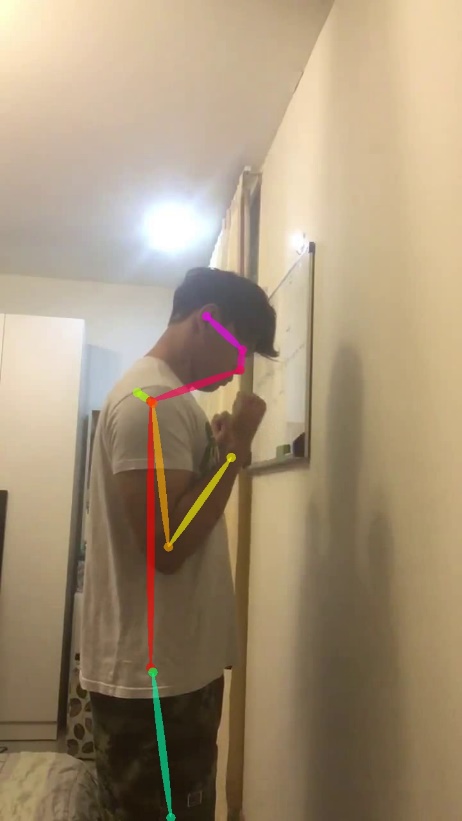
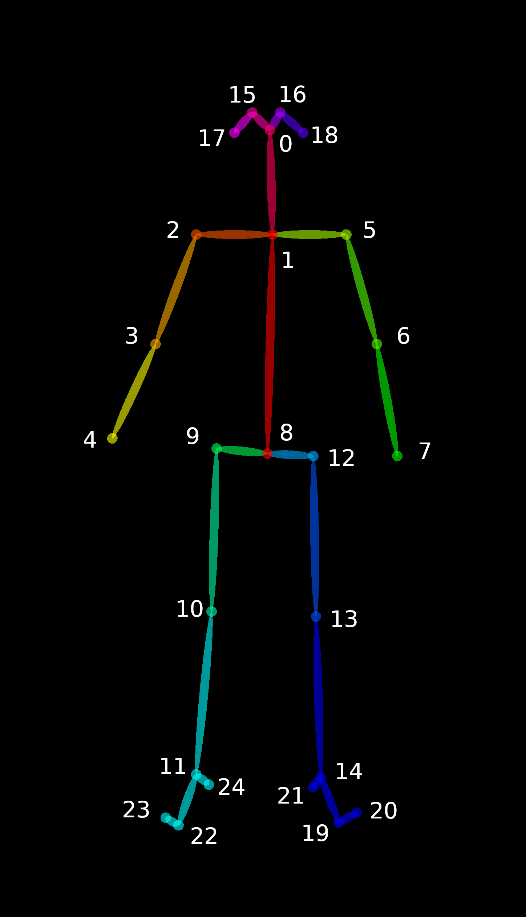
3.3.2.2 Test set คือเมื่อเราได้ Model มาแล้วจะนำมาวัด unbiased error ที่แท้จริงโดยจะใช้ข้อมูลในการทดสอบคนละชุดกับ Development set

**3.2.6 Deployment**

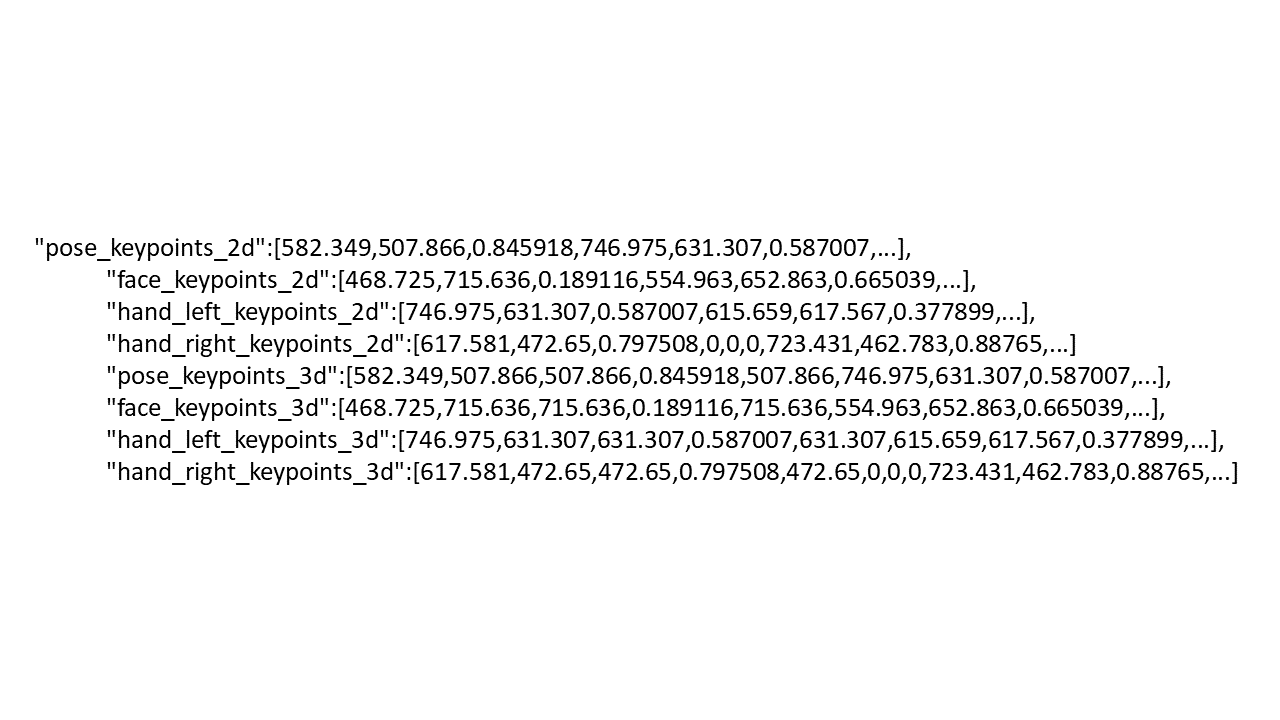
นำ Model ที่สร้างขึ้นมาไปใช้งานจริง โดยจะใช้วิธีบันทึกเก็บเป็นออบเจ็กต์ จะใช้มอดูลที่ชื่อ Pickle ที่เป็นมอดูลมาตรฐานของ Python ที่ใช้เก็บบันทึกออบเจ็กต์ไว้เพื่อใช้งานข้ามโปรแกรม

## 3.3 ตารางตัวอย่างข้อมูล

จากภาพประกอบที่3-9 แสดงข้อมูลจุด keypoints ที่ได้จาก Openpose ที่จะนำไปสร้าง model



**ภาพประกอบที่ 3-9** แสดงจุดhuman tracking keypoint



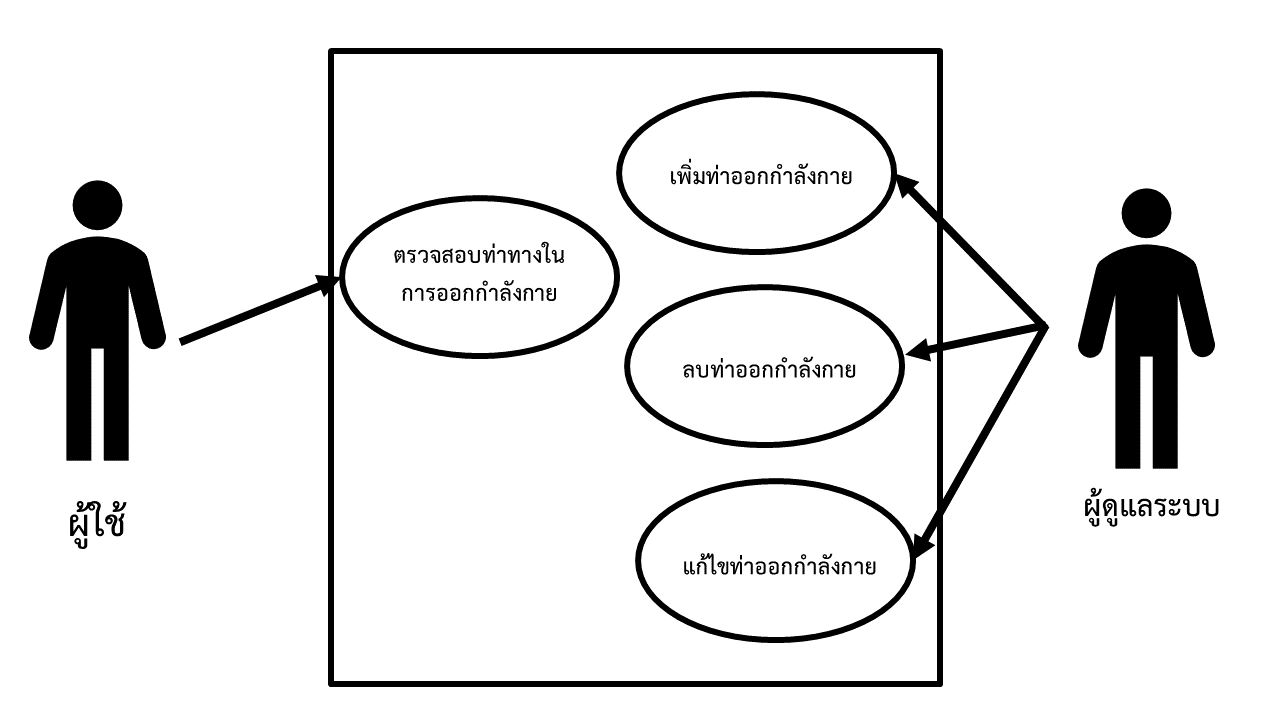
**ภาพประกอบที่ 3-10** ตัวอย่างraw data ที่ได้จาก Openpose

## ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลที่ได้จาก openpose ที่ได้ผ่านขั้นตอน Data Preparation โดยข้อมูลจะประกอบไปด้วยตัวแปรแกน x , y และ c ที่ แสดงถึงความน่าจะเป็นในช่วง 0,1

## ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างชุดข้อมูล

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pose Output** | **keypoints 1** | **keypoints 2** | **keypoints 3** | **keypoints 4** | **keypoints 5** | **keypoints 6** |
| x0, "Nose" | 509.948 | 496.216 | 489.066 | 475.202 | 457.875 | 454.211 |
| y0, "Nose" | 433.291 | 461.134 | 482.063 | 510.145 | 537.903 | 541.555 |
| c0, "Nose" | 0.814327 | 0.79594 | 0.782292 | 0.763333 | 0.796098 | 0.774719 |
| x1, "Neck" | 290.205 | 286.636 | 279.771 | 272.705 | 265.793 | 262.382 |
| y1, "Neck" | 607.826 | 614.831 | 621.726 | 628.72 | 628.859 | 632.344 |
| c1, "Neck" | 0.553807 | 0.531956 | 0.572829 | 0.577432 | 0.601575 | 0.576434 |
| x2, "RShoulder" | 213.355 | 216.861 | 213.451 | 216.909 | 220.44 | 227.355 |
| y2, "RShoulder" | 632.207 | 628.824 | 639.197 | 646.212 | 649.733 | 653.115 |
| c2, "RShoulder" | 0.503318 | 0.518037 | 0.53368 | 0.558326 | 0.584394 | 0.603601 |
| x3, "RElbow" | 185.54 | 199.386 | 206.46 | 209.818 | 206.408 | 202.915 |
| y3, "RElbow" | 1012.72 | 1016.16 | 1012.59 | 995.193 | 984.697 | 974.325 |
| c3, "RElbow" | 0.679362 | 0.673701 | 0.648009 | 0.582808 | 0.558327 | 0.602261 |
| x4, "RWrist" | 346.126 | 352.998 | 349.554 | 349.507 | 370.512 | 363.456 |
| y4, "RWrist" | 1274.48 | 1274.48 | 1250.08 | 1232.58 | 1239.5 | 1215.11 |
| c4, "RWrist" | 0.392098 | 0.351922 | 0.325699 | 0.279955 | 0.546362 | 0.634605 |
| x5, "LShoulder" | 360.001 | 346.04 | 342.564 | 332.057 | 314.64 | 307.605 |
| y5, "LShoulder" | 597.281 | 604.332 | 600.874 | 618.263 | 618.252 | 625.237 |
| c5, "LShoulder" | 0.376881 | 0.366441 | 0.400558 | 0.362316 | 0.39045 | 0.390814 |
| x6, "LElbow" | 311.154 | 314.61 | 314.585 | 293.693 | 293.718 | 286.753 |
| y6, "LElbow" | 939.391 | 925.407 | 949.866 | 942.88 | 932.395 | 946.387 |
| c6, "LElbow" | 0.167728 | 0.20738 | 0.217464 | 0.229447 | 0.206125 | 0.236712 |
| x7, "LWrist" | 374.059 | 373.943 | 374.066 | 373.883 | 370.404 | 366.963 |
| **Pose Output** | **Keypoints 1** | **Keypoints 2** | **Keypoints 3** | **Keypoints 4** | **Keypoints 5** | **Keypoints 6** |
| y7, "LWrist" | 1047.6 | 1047.6 | 1058.1 | 1058.05 | 1058 | 1061.49 |
| c7, "LWrist" | 0.603187 | 0.678407 | 0.575413 | 0.60329 | 0.663122 | 0.639352 |
| x8, "MidHip" | 237.81 | 234.234 | 248.277 | 244.874 | 244.867 | 241.355 |
| y8, "MidHip" | 1194.16 | 1173.23 | 1173.25 | 1159.26 | 1141.83 | 1162.77 |
| c8, "MidHip" | 0.245804 | 0.271155 | 0.195336 | 0.254594 | 0.249424 | 0.277674 |
| x9, "RHip" | 185.453 | 182.101 | 199.431 | 202.863 | 202.935 | 209.879 |
| y9, "RHip" | 1201.14 | 1176.73 | 1187.2 | 1180.19 | 1159.29 | 1173.24 |
| c9, "RHip" | 0.284233 | 0.318744 | 0.230284 | 0.285912 | 0.282045 | 0.376008 |
| x10, "RKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y10, "RKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c10, "RKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x11, "RAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y11, "RAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c11, "RAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x12, "LHip" | 300.649 | 283.226 | 311.134 | 311.122 | 307.644 | 290.161 |
| y12, "LHip" | 1183.73 | 1162.76 | 1166.26 | 1134.86 | 1124.36 | 1152.29 |
| c12, "LHip" | 0.192725 | 0.198357 | 0.160593 | 0.203428 | 0.197593 | 0.203159 |
| x13, "LKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y13, "LKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c13, "LKnee" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x14, "LAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y14, "LAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c14, "LAnkle" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x15, "REye" | 485.76 | 489.092 | 485.689 | 482.027 | 461.32 | 457.714 |
| y15, "REye" | 398.449 | 422.748 | 436.873 | 464.828 | 489.308 | 509.964 |
| c15, "REye" | 0.812815 | 0.811481 | 0.822228 | 0.789121 | 0.824947 | 0.801429 |
| x16, "LEye" | 513.575 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Pose Output** | **Keypoints 1** | **Keypoints 2** | **Keypoints 3** | **Keypoints 4** | **Keypoints 5** | **Keypoints 6** |
| y16, "LEye" | 402.014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c16, "LEye" | 0.0782677 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x17, "REar" | 377.472 | 394.905 | 398.365 | 401.996 | 401.891 | 398.425 |
| y17, "REar" | 380.938 | 398.4 | 405.454 | 422.866 | 440.341 | 457.746 |
| c17, "REar" | 0.662203 | 0.739947 | 0.829464 | 0.86402 | 0.870627 | 0.892092 |
| x18, "LEar" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y18, "LEar" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c18, "LEar" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x19, "LBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y19, "LBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c19, "LBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x20, "LSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y20, "LSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c20, "LSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x21, "LHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y21, "LHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c21, "LHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x22, "RBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y22, "RBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c22, "RBigToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x23, "RSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y23, "RSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c23, "RSmallToe" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x24, "RHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| y24, "RHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c24, "RHeel" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## 3.4 การออกแบบ Use Case Diagram



**ภาพประกอบที่ 3-11** Use Case Diagram

จากUse Case Diagram ดังภาพประกอบที่ 3-11 ระบบจะมี 2 หน้าที่หลัก ได้แก่ ตรวจสอบท่าทางในการออกกำลังกาย โดยผู้ใช้ และ เพิ่ม,ลบ,แก้ไขท่าออกกำลังกายโดย ผู้ดูแลระบบ

**ตารางที่ 3.2** Use Case Diagram ตรวจสอบท่าทางในการออกกำลังกาย

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** ตรวจสอบท่าทางในการออกกำลังกาย | **Use Case ID: 1** |
| **Primary Actor:** อุปกรณ์ | |
| **Main Flow:** User จะทำการตรวจสอบท่าทางการออกกำลังกายกับอุปกรณ์ | |
| **Exception Flow:** ในกรณีที่ไม่สามารถทำงานได้แสดงว่าไม่มีท่าออกกำลังกายในระบบ | |

**ตารางที่ 3.3** Use Case Diagram เพิ่มท่าออกกำลังกาย

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** เพิ่มท่าออกกำลังกาย | **Use Case ID: 2** |
| **Primary Actor:** อุปกรณ์ | |
| **Main Flow:** Admin จะเป็นคนเพิ่มท่าต่างๆ | |
| **Exception Flow:** ในกรณีที่ไม่สามารถเพิ่มท่าได้แปลว่าข้อมูลไม่เพียงพอ | |

**ตารางที่ 3.4** Use Case Diagram ลบท่าออกกำลังกาย

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** เพิ่มท่าออกกำลังกาย | **Use Case ID: 3** |
| **Primary Actor:** อุปกรณ์ | |
| **Main Flow:** Admin จะเป็นคนลบท่าต่างๆ | |
| **Exception Flow:** **:** ในกรณีที่ไม่สามารถลบได้ระบบจะไม่ทำงานใดๆหรือแสดงค่าใดๆ | |

**ตารางที่ 3.5** Use Case Diagram แก้ไขท่าออกกำลังกาย

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** แก้ไขท่าออกกำลังกาย | **Use Case ID: 4** |
| **Primary Actor:** อุปกรณ์ | |
| **Main Flow:** Admin จะเป็นคนแก้ไขท่าต่างๆ | |
| **Exception Flow:** **:** ในกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขได้แปลว่าข้อมูลท่าทางไม่เพียงพอ | |

## การอ้างอิง

[1] G-able. (2018). G-able. เรียกใช้เมื่อ 20 กันยายน 2561 จาก G-able: https://www.g-able.com/thinking/artifact-intelligence/

[2] Phyblas.hinaboshi. (18 สิงหาคม 2561). Phyblas.hinaboshi. เรียกใช้เมื่อ 21 กันยายน 2561 จาก Phyblas.hinaboshi: จาก https://phyblas.hinaboshi.com/panyapradit

[3] Vithan Minaphinant. (28 กุมภาพันธ์ 2561). blog.finnomena. เรียกใช้เมื่อ 23 กันยายน 2561 จาก blog.finnomena: <https://blog.finnomena.com/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-fa8bf6663c07>

[4] Suphan Fayong. (2561). http://codeonthehill.com. เรียกใช้เมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561 จาก http://codeonthehill.com: http://codeonthehill.com/machine-learning-3-deep-learning/

[4] Sanparith Marukatat. (13 กรกฎาคม 2560). medium. เข้าถึงได้จาก medium: https://medium.com/@sanparithmarukatat/%E0%B8%AA%E0%B8%99%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-neural-network-2-11a7194ed236

[5] Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh Zhe Cao. (2560). Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. Pittsburgh, เพนซิลเวเนีย: Carnegie Mellon University.

[6] Sven Jens Jorgensen Miguel Arduengo. (2560). ROS Wrapper for Real-Time Multi-Person Pose Estimation with a Single Camera. csic.

[7] Saixiii. (27 เมษายน 2560). Saixiii. เรียกใช้เมื่อ 2561 กันยายน 20 จาก Saixiii: https://saixiii.com/python-programming/

[8] Daniel Bubnis. (1 มกราคม 2561). healthline. เรียกใช้เมื่อ 26 กันยายน 2561 จาก healthline: https://www.healthline.com/health/fitness-exercise-weight-training

[9] ณัชนนท์ วงษ์วิไล ดนัยนันท์ เก่าเงิน. (2553). Virtual Fitting Room Using Augmented Reality. กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] Tianhong Li,Mohammad Abu Alsheikh,Yonglong Tian,HangZhao,Antonio Torralba,Dina Katabi Mingmin Zhao. (2561). Through-Wall Human Pose Estimation Using Radio Signals. Cambridge: MIT CSAIL.