# การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกาย โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

ปรีชาพล บุญส่ง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

# การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกาย โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

ปรีชาพล บุญส่ง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง"

ของ ปรีชาพล บุญส่ง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บูรณจารุกร)

**อนุมัติ**

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

**ชื่อเรื่อง** การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

**ผู้วิจัย** ปรีชาพล บุญส่ง

**ประธานที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธนิตย์ พุทธพนม

**ประเภทสารนิพนธ์** วิทยานิพนธ์ ปร.ด. วิศวกรรมการจัดการ, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

**คำสำคัญ** การยศาสตร์สำนักงาน, เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน, ชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์, การจัดกลุ่ม, การเรียนรู้ของเครื่อง, การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

## บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมระหว่างสัดส่วนร่างกายและขนาดของเฟอร์นิเจอร์และออกแบบแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับขนาดร่างกายตามหลักการทางด้านการยศาสตร์ โดยทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายต่างๆของกลุ่มวัยทำงานอายุระหว่าง 18 - 59 ปี จำนวน 857 คน และศึกษาความเหมาะสมระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดของชุดโต๊ะเก้าอี้โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง แบบ K-Mean แบบ Fuzzy C-Mean และแบบ Hierarchical Clustering

การตรวจสอบความเหมาะสมของเก้าอี้พื้นที่นั่งสูง 42 ซม.และโต๊ะสูง 75 ซม. ซึ่งขนาดมาตรฐานที่ใช้กันแพร่หลายในสำนักงาน พบว่ามีความเหมาะสมเพียง 6% หรือ 52 จาก 857 คน การเพิ่มชุดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ช่วยเพิ่มความเหมาะสมได้มากขึ้นดังนี้ การจัดกลุ่มแบบ k-Means ทั้งแบบ 2 ชุดขนาดและ 3 ชุดขนาดให้ความเหมาะสมที่ 89.38% และ 96.03% ตามลำดับ และ การจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means ทั้งแบบ 2 ชุดขนาดและ 3 ชุดขนาดให้ความเหมาะสมที่ 91.48% และ 95.80% ตามลำดับ การจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธีการแบบ Hierarchical Clustering เพื่อทดสอบการไม่ระบุจำนวนกลุ่ม เมื่อการจำนวนชุดขนาดมากขึ้นความเหมาะสมก็เพิ่มมากขึ้น และเมื่อทดสอบใช้เก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้กับชุดขนาดโต๊ะโดยวิธี Fuzzy c-Means แบบ 2 ขนาด จะสามารถทำให้ได้ความเหมาะสมได้เป็น 100% ซึ่งชุดขนาดโต๊ะ/เก้าอี้ขนาดเล็กมีขนาดเก้าอี้สูง 40 ซม. โต๊ะสูง 64 ซม. และ ขนาดใหญ่มีขนาด เก้าอี้สูง 43 ซม. โต๊ะสูง 71 ซม.

**Title** ERGONOMIC OFFICE FURNITURE SIZING SET ARRANGEMENT BASED ON ANTHROPOMETRICS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

**Author** Preechapon Boonsong

**Advisor** Assistant Professor Sutanit Puttapanom, Ph.D.

**Academic Paper** Ph.D. Dissertation in Management Engineering - (Type 2.1), Naresuan University, 2022

**Keywords** Office furniture ergonomics, Furniture size set, Chair and desk, Clustering, Machine learning, Mismatch, Misfit, Anthropometry

## ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the suitability between office worker anthropometry and furniture and to ergonomically design furniture that is more suitable. The anthropometric data was collected from 857 people aged between 18 - 59 years old. The machine learning techniques; K-Mean, Fuzzy C-Mean and Hierarchical Clustering are used to size furniture.

In most offices, the 42cm. seat height chair and 75 cm height desk are used. The match between the sample anthropometry and the furniture size is 6% or 52 out of 857 people. However, after defining two or three sizes of furniture sets, the percents of match increase dramatically; the two-size and three-size using k-means are 89.38% and 96.03%, respectively, and the two-size and three-size using Fuzzy C-Means are 91.48% and 95.80%, respectively. The hierarchical clustering method was tested and the results show that as the number of size increases, the suitability also increases. The best recommended result is two-size furniture sets from Fuzzy C-Means where the small chair is 40cm, the small desk is 64cm, and the large chair is 43cm, the large desk is 71 cm

# ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความเมตตาและกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธนิตย์ พุทธพนม ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดมาในระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อัน ประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ บูรณจารุกร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอบคุณน้องรัชนก แจงป้อม(น้องนก) เจ้าหน้าที่ภาควิชาที่คอยติดตาม ให้ข้อมูลปฏิทินการศึกษาและประสานงานจนการสอบสำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้โอกาสทั้งในงานวิชาการและทักษะวิชาชีพตลอดมา

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดี โดยเฉพาะอาจารย์ ดร.ศศินิภา ศณีกัลยานิวาท เพื่อนอาจารย์ที่ให้คำแนะนำ เรียบเรียงวิทยานิพนธ์นี้อย่างเต็มกำลัง คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานให้เหมาะสมที่มากขึ้นในปัจจุบันและอนาคตได้

ปรีชาพล บุญส่ง

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

ประกาศคุณูปการ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

คำถามการวิจัย ..... 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 5

ขอบเขตของงานวิจัย ..... 5

นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 8

แนวคิดเกี่ยวกับการยศาสตร์ ..... 8

สัดส่วนร่างกายและขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ ..... 12

การจัดกลุ่ม ..... 16

การเรียนรู้ของเครื่อง ..... 19

การวัดประสิทธิภาพวิธีในการจัดกลุ่ม ..... 28

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....29
กรอบแนวคิดการวิจัย....35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....36
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย....36
การเก็บรวบรวมข้อมูล....36
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล....37
อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะและเก้าอี้....38
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....39
อักษรย่อ....39
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง....40
ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ....40
การจัดกลุ่มวิธี k-Means แบบ 2 และแบบ 3 กลุ่ม....46
การจัดกลุ่ม Fuzzy C-Means แบบ 2 และ 3 กลุ่ม....53
การจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธีการแบบ Hierarchical Clustering....59
การหาขนาดเหมาะสมชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ 62
ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละวิธี....68
บทที่ 5 บทสรุป....71
สรุปผลการวิจัย....71
อภิปรายผลการวิจัย....71
ข้อเสนอแนะ....73
บรรณานุกรม....75
ภาคผนวก....80

ภาคผนวก ก ..... 81

ภาคผนวก ข ..... 86

ประวัติผู้วิจัย ..... 87

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตาราง 1 แสดงงานวิจัยที่สมการทั้ง (1) และ (2) ได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย.....16

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....40

ตาราง 3 แสดงค่ากำหนดขนาดความสูงเก้าอี้และโต๊ะมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....43

ตาราง 4 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน .....43

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดความเหมาะสมตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน.....44

ตาราง 6 แสดงผลค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม.....48

ตาราง 7 แสดงผลตรวจสอบความเหมาะสมด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม.....48

ตาราง 8 แสดงผลสรุปความเหมาะสมรวมโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม.....49

ตาราง 9 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม.....50

ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด.....51

ตาราง 11 แสดงจำนวนสรุปเหมาะสมรวมของโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม.....52

ตาราง 12 แสดงผลลัพธ์จากการใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบ fcm เพื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มขนาดแต่ละกลุ่ม .....53

ตาราง 13 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งชุดขนาดด้วยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่ม.....54

ตาราง 14 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 กลุ่มขนาด (S1-S2).....54

ตาราง 15 .แสดงสรุปผลความเหมาะสมรวมด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 กลุ่ม.....55

ตาราง 16 แสดงผลการเรียนรู้แบบ Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด.....56

ตาราง 17 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด.....57

ตาราง 18 แสดงผลสรุปจำนวนความเหมาะสมรวมด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่ม 58

ตาราง 19 แสดงจำนวนเหมาะสมแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Clustering .....61

ตาราง 20 แสดงระยะการปรับตั้งแต่ 1 ซม. (S1) ถึง 15 ซม. (S15).....63

ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 75 ซม. กับเก้าอี้ที่ปรับได้ 1-15 ซม.....64

ตาราง 22 แสดงผลสรุปความเหมาะสมแบบเก้าอี้ปรับระดับได้ โต๊ะสูง 75 ซม. .....66

ตาราง 23 ผลสรุปรวมแบบเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้กับโต๊ะ 75 ซม. .....67

ตาราง 24 ตารางสรุปจำนวนความเหมาะสมในการจัดแบบแบบต่างๆ .....68

ตาราง 25 แสดงชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานเพื่อนำเสนอ.....69

# สารบัญภาพ

**หน้า**

ภาพ 1 แสดงอาการ Office Syndrome (https://thumbs.dreamstime.com/) ..... 2
ภาพ 2 แสดงลักษณะขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป ..... 3
ภาพ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โต๊ะ เก้าอี้ ตามระบบ ISO-5970-1979 (E) ..... 9
ภาพ 4 สัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินงาน ..... 11
ภาพ 5 แสดงขนาดของโต๊ะเก้าอี้และความห่างระหว่างพื้นเก้าอี้และพื้นโต๊ะ ..... 12
ภาพ 6 แสดงความสูงเก้าอี้(SH) ความสูงโต๊ะ(DH) และระยะห่างพื้นเก้าอี้ถึงพื้นโต๊ะ(SDH) 13
ภาพ 7 แสดงอสมการตรวจความเหมาะสมความสูงของเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกาย ..... 14
ภาพ 8 แสดงอสมการวามเหมาะสมความสูงของโต๊ะกับสัดส่วนร่างกาย ..... 15
ภาพ 9 แสดงผัง AI และ ML (Source: : https://images.app.goo.gl/tfz2doe2oY5b6GgXA) ..... 21
ภาพ 10 แสดงประเภทของ Machine Learning ..... 22
ภาพ 11 รูปแบบการวัดระยะทางระหว่างจุด ..... 25
ภาพ 12 แสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ..... 41
ภาพ 13 แสดงกราฟเส้นแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง ..... 41
ภาพ 14 ความเหมาะสมของโต๊ะตามความสูงของร่างกายรายบุคคล ..... 42
ภาพ 15 แสดงการกระจายความเหมาะของเก้าอี้ตามความสูงร่างกายรายบุคคล ..... 42
ภาพ 16 แสดงผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Mean แบบ 2 กลุ่ม ..... 47
ภาพ 17 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาด ..... 50
ภาพ 18 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาดแบบ Fuzzy ..... 56

ภาพ 19 แสดงจำนวนกลุ่มตามขนาดเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้รายบุคคล.....60

ภาพ 20 แสดงกราฟจำนวนที่เหมาะสมของการแบ่งด้วยวิธี Hierarchical Clustering.....61

ภาพ 21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่ม.....62

ภาพ 22 แสดงเปอร์เซ็นเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละแบบ.....68

# บทที่ 1

# บทนำ

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

การปฏิบัติงานของพนักงานในสำนักงานส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 90 ใช้เวลานั่งทำงานติดต่อกันวันละหลายชั่วโมงและอาจไม่มีการเปลี่ยนท่าทางในการนั่งเกิน 1 ชั่วโมง ส่งผลให้เกิดโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยอาการที่พบได้บ่อยที่สุด คือ อาการปวดกล้ามเนื้อบริเวณบ่า ต้นคอโรคกระดูกสันหลังส่วนคอและหลังเสื่อมในช่วงอายุน้อยลง จึงส่งผลต่อความสามารถการปฏิบัติงานและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคออฟฟิศซินโดรมซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสมและทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยการทำซ้ำๆได้ (Genaidy et al., 2017; Lewis et al., 2002; สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวมาก คือ การขาดความรู้ในการปรับเก้าอี้ให้เหมาะสมกับการนั่งของแต่ละบุคคล (จันทณี นิลเลิศ, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุดา ถิรัฏฐานกุล และวริศรา เบ้านู (2564) ที่ศึกษาวิจัยปัญหาการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บทางการยศาสตร์ สำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูก (WMSDs) ที่เกิดจากการนั่งปฏิบัติงานเป็นอาการปวดหลังปวดกล้ามเนื้อ โรคกระดูก อันเนื่องมาจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ความเจ็บป่วยของกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการใช้งานโต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกาย แต่ถ้าหากโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้สำหรับทำงานมีความเหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายจะส่งผลให้ลดอาการเมื่อยล้าและอาการเจ็บปวดลงได้ การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายจึงจะต้องออกแบบตามหลักการยศาสตร์ หรือ Ergonomic ซึ่งเป็นการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้เหมาะกับบริบทการทำงาน จึงจะทำให้ลดและป้องกันความปวดกล้ามเนื้อและกระดูก (Cranz, 2000) และทำให้สามารถนั่งทำงานได้นานมากยิ่งขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล อัตราการขาดงานลาออกลดลง จึงทำให้ผลผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น (กิตติ อินทรานนท์, 2553)

**ภาพ 1 แสดงอาการ Office Syndrome (https://thumbs.dreamstime.com/)**

เฟอร์นิเจอร์มีบทบาทสำคัญในการที่จะช่วยรักษาท่าทางในการนั่งที่ดี แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดของเฟอร์นิเจอร์นั่นกับขนาดสัดส่วนร่างกายของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน การที่จะเลือกโต๊ะและเก้าอี้มา 1 ชุด แล้วคาดหวังว่าจะสามารถนำมาใช้งานให้เหมาะสมกับทุกคนนั้นคงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานที่ดีควรจะมีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric Measurement) เพื่อนำไปออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้หมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ศาสตร์ที่จะช่วยให้การทำงานปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้น ศาสตร์นั่นเรียกว่า การยศาสตร์ การยศาสตร์ (Ergonomics) คือ ศาสตร์แห่งการทำงาน โดยคำว่า Ergonomics มาจากรากศัพท์ภาษากรีกโดยแยกออกเป็น 2 คำ Ergon แปลว่า งาน และคำว่า Nomos แปลว่า กฎตามธรรมชาติ (Natural Laws) เมื่อนำ 2 คำ รวมกันจึงออกมาเป็นคำว่า “Laws of Work” ที่แปลว่า ศาสตร์แห่งการทำงานหรือกฎของงานเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการหาความสัมพันธ์ระหว่างงานผู้ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อหาวิธีออกแบบลักษณะของการทำงานให้มีประสิทธิภาพและลดปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพและอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นต้น (จันทณี นิลเลิศ, 2560) ซึ่งการใช้เก้าอี้ที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานตามหลักการยศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายขณะนั่งทำงานและลดปัญหาการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในระยะยาวได้ อย่างไรก็ตามความเหมาะสมของเฟอร์นิเจอร์สำนักงาน โดยเฉพาะโต๊ะและเก้าอี้ทำงานได้ถูกออกแบบมาตามหลักการทางวิศวกรรม โดยทำการออกแบบด้านการยศาสตร์ คือ การจัดกลุ่มได้ถูกนำมาใช้ในงานที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อต้องการออกแบบอุปกรณ์ให้มีความหลายหลายมากยิ่งขึ้น งานวิจัยของ Zakaria (2011) ได้กล่าวว่า หลักการจัดกลุ่มไปออกแบบระบบการกำหนดขนาดต่างๆ (Sizing System) โดยใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อกำหนดขนาดเสื้อผ้าเด็กนักเรียนในประเทศมาเลเซียออกเป็นขนาดต่างๆ เช่น S,

M และ L เป็นต้น โดยได้ใช้หลักการทางสถิติ Factor Analysis ส่วน PCA: Principle component analysis สำหรับคัดเลือกตัวแปรและการวิเคราะห์ขนาดและใช้หลักการของ Data mining ซึ่งเป็น Super Set ของ Machine Learning ได้กล่าวถึงคือการจัดกลุ่ม (Clustering) โดยใช้ K-Means ทำให้ได้ขนาด (Dimensions) โดยใช้หลักการของ Cluster Technique โดยกล่าวถึงว่าการจัดกลุ่มสามารถทำได้ทั้งวิธีทางสถิติ คือ ใช้ PCA และเทคนิคทาง Data Mining ในการกำหนดขนาดเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมในสำนักงานได้ (ปริญญา สงวนสัตย์, 2558)

**ภาพ 2 แสดงลักษณะขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป**

ปริญญา สงวนสัตย์ (2558) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ของเครื่อง Machine learning ได้สรุปการจัดกลุ่ม (Clustering) ไว้ดังนี้ การจัดกลุ่มจัดเป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่างที่ไม่มีการกำหนดค่าเป้าหมาย (Target) หรือฉลาก (Label) ของคลาส (Class) ไว้ ซึ่งจะแตกต่างจากการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ที่ข้อมูลตัวอย่างมีการกำหนดค่าเป้าหมายหรือฉลากไว้ก่อนแล้ว โดยในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธี k-Means และ Fuzzy C-Means, Hierarchical Clustering และ Expectation-Maximization (EM) ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการจัดกลุ่มและงานวิจัยของ Bolstad, Benum et al. (2001) ได้ทำการศึกษาขนาดสัดส่วนของคน Norwegian ในอุตสาหกรรมเบาและคนทำงานในสำนักงาน ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้เป็นเอกสารยืนยันว่าข้อมูลสำรวจด้านขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อที่จะนำไปกำหนดหรือออกแบบเครื่องมือต่างๆ ซึ่งการออกแบบทางการยศาสตร์จะต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญกับขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric) และขนาด (Dimension)เฟอร์นิเจอร์

**เหตุผลการจัดกลุ่ม (Clustering) ชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์สำนักงาน**

การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์สำนักงานมีประโยชน์ด้วยเหตุผลหลายประการ อาทิเช่น การออกแบบตามหลักการยศาสตร์การจัดกลุ่มโต๊ะเก้าอี้ในสำนักงานตามขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานสามารถช่วยระบุรูปแบบในการออกแบบเก้าอี้ ที่สะดวกสบายและถูกหลักสรีรศาสตร์สำหรับผู้ใช้ได้ ตัวอย่างเช่นเก้าอี้ที่มีความสูงของที่นั่งความสูงของโต๊ะที่คล้ายกันอาจสะดวกสบายกว่าสำหรับผู้ที่มีความสูงหรือสัดส่วนที่แน่นอนได้ซึ่งในประสิทธิภาพการผลิต การจัดกลุ่มชุดโต๊ะเก้าอี้ที่มีขนาดใกล้เคียงกันสามารถช่วยให้ผู้ผลิตปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดต้นทุนได้ ด้วยการผลิตโต๊ะเก้าอี้เป็นชุดที่มีขนาดใกล้เคียงกันผู้ผลิตสามารถลดปริมาณการปรับแต่งที่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้และในส่วนของการตลาดและการขาย การจัดกลุ่มเก้าอี้สำนักงานตามขนาดสามารถช่วยให้บริษัทกำหนดเป้าหมายการตลาดและการขายไปยังกลุ่มลูกค้าเฉพาะได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่นเก้าอี้ที่มีขนาดเฉพาะบางอย่างอาจเป็นที่นิยมมากขึ้นในหมู่คนที่มีร่างกายบางประเภทหรือบทบาทงานและบริษัทสามารถใช้ข้อมูลนี้เพื่อปรับแต่งข้อความทางการตลาดและกลยุทธ์การขายได้ ในส่วนด้านการวิจัยและพัฒนา การจัดกลุ่มเก้าอี้สำนักงานตามขนาดสามารถช่วยให้นักวิจัยและนักออกแบบระบุช่องว่างในตลาดและพื้นที่สำหรับนวัตกรรมต่อไปด้วยการวิเคราะห์รูปแบบในขนาดเก้าอี้และการจัดอันดับความสะดวกสบายนักออกแบบสามารถระบุพื้นที่ที่การออกแบบเก้าอี้ในปัจจุบันขาดและพัฒนาการออกแบบใหม่ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น โดยรวมแล้วการจัดกลุ่มขนาดเก้าอี้โต๊ะสามารถเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงการออกแบบเก้าอี้ประสิทธิภาพการผลิตการตลาดและความพยายามในการวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำนักงาน

**เหตุผลการใช้การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง(Machine learning) เพื่อการจัดกลุ่ม**

การใช้การเรียนรู้ของเครื่องมักใช้สำหรับการจัดกลุ่มเนื่องจากความสามารถในการค้นหารูปแบบโดยอัตโนมัติและจัดกลุ่มจุดข้อมูลที่คล้ายกันเข้าด้วยกันโดยไม่ต้องใช้กฎที่ชัดเจนหรือหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Zemp et al., 2016) โดยมีเหตุผลบางส่วนของการใช้การเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจัดกลุ่ม อาทิเช่น การค้นพบรูปแบบใหม่ๆ, ความสามารถในการปรับขนาด, การปรับตัว, การเรียนรู้ที่ไม่ได้รับกำหนดประเภทมาก่อน, การสำรวจข้อมูลและการแสดงภาพ หรือการตรวจจับความผิดปกติ เป็นต้น โดยรวมแล้วการเรียนรู้ของเครื่องเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการจัดกลุ่มโดยนำเสนอความสามารถในการค้นพบโครงสร้างที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลและปรับให้เข้ากับประเภทข้อมูลที่แตกต่างกันและให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการสำรวจข้อมูลและการตรวจจับสิ่งผิดปกติ

จากช่องว่างทางการวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับกลุ่มวัยทำงานเพื่อต้องการศึกษารูปและขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงานและหาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้หลักการ Machine Learning ในการจัดกลุ่มแบบ K-Mean แบบ Fuzzy C-Mean และแบบ Hierarchical Clustering ซึ่งประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยในครั้งนี้คือทำให้ทราบถึงขนาดของความสูงที่เหมาะสมของเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานสำหรับการปฏิบัติของกลุ่มวัยทำงานและแนวทางในการเลือกซื้อหรือปรับปรุงเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานให้เหมาะสมกับขนาดสันส่วนร่างกายและท่าทางการนั่งของกลุ่มวัยทำงานได้

**คำถามการวิจัย**

1. ขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

2. ขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยหลักการจัดกลุ่มแบบ K-Mean แบบ Fuzzy C-Mean และแบบ Hierarchical Clustering มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษารูปและขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน

2. เพื่อหาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้หลักการ Machine Learning ในการจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ Fuzzy c-Means และแบบ Hierarchical Clustering

**ขอบเขตของงานวิจัย**

การวิจัยเรื่องการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

**1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรและกลุ่มที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชากรกลุ่มวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 18 ปีขึ้นไป จำนวน 857 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 10 สิงหาคม 2559)

**2. ขอบเขตด้านเนื้อหา**

1) การศึกษาขนาดของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานจะศึกษาเฉพาะขนาดความสูงเท่านั้นจะไม่คำนึงถึงวัสดุ รูปทรงและอื่นๆ

2) เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างวันทำงานภายในจังหวัดพิษณุโลก ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป เนื่องจากเป็นวัยที่มีการหยุดการเจริญเติบโต (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสร้างสุขภาพ หรือ สสส.) ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูล จำนวน 400 คน ขึ้นไป เพื่อให้สามารถอนุมานเป็นประชากรวัยทำงานทั้งประเทศได้ตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างสำเร็จรูปของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane Taro, 1970)

**3. ขอบเขตด้านพื้นที่**

ขอบเขตด้านพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มวัยทำงานภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะเพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันและสอดคล้องกับเนื้อหาของการวิจัยไว้ดังนี้

1. การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์ หมายถึง หาขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน

2. การยศาสตร์ หมายถึง หลักการในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ให้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน

3. เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน หมายถึง โต๊ะและเก้าอี้

4. ขนาดสัดส่วนของร่างกาย หมายถึง การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงานที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป

5. การเรียนรู้ของเครื่อง หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยอัลกอริทึมที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เรียนรู้และเข้าใจในประเด็นที่สนใจจากข้อมูลสัดส่วนร่างกาย

6. การจัดกลุ่ม หมายถึง การใช้หลักการ Machine Learning ในการจัดกลุ่มแบบ K-Mean แบบ Fuzzy C-Mean และแบบ Hierarchical Clustering

7. กลุ่มวัยทำงาน หมายถึง ประชากรที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป เนื่องจากเป็นวัยที่มีการหยุดการเจริญเติบโต (*สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)*, n.d.)

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทำให้ทราบถึงขนาดของความสูงที่เหมาะสมของเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานสำหรับการปฏิบัติของกลุ่มวัยทำงาน

2. บริษัทผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ของกลุ่มวัยทำงาน

3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกซื้อหรือปรับปรุงเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานให้เหมาะสมกับขนาดสันส่วนร่างกายและท่าทางการนั่งของกลุ่มวัยทำงานได้

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบเครื่องมือและแนวทางการพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการยศาสตร์
2. สัดส่วนร่างกายและขนาดของโต๊ะและเก้าอี้
3. การจัดกลุ่ม
4. การเรียนรู้ของเครื่อง
5. การวัดประสิทธิภาพวิธีในการจัดกลุ่ม
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

## แนวคิดเกี่ยวกับการยศาสตร์

### ความหมายของการยศาสตร์

กายศาสตร์หรือ Ergonomics เป็นคำที่มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า Ergos ซึ่งแปลว่างาน กับ Nomos แปลว่ากฎธรรมชาติ เมื่อนำมารวมกันเป็น Ergonomicsจะมีความหมายว่า การศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544) และนักกายศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านปัจจัยมนุษย์จะให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบและหลักการขนส่ง (Ergonomic Society) ในขณะที่ กิตติ อินทรานนท์ (2548) ได้ให้ความหมายของการศึกษาการยศาสตร์ หมายถึง มีความรู้ในวิธีการแก้ไขเพื่อบรรเทาให้ความไม่พึงประสงค์นั้นหายไป เพื่อสุขภาพและความปลอดภัยอันดี ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

### หลักการกายวิภาคศาสตร์สำหรับเก้าอี้

เก้าอี้ตามหลักการกัลยาศาสตร์หมายถึง เก้าอี้ที่ออกแบบมาให้มีลักษณะที่ถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานนั่นคือ ข้อศอกต้องตั้งฉากกับพื้น ทาวน์ต้องวางราบ ทำให้ผู้ปฏิบัติงาน

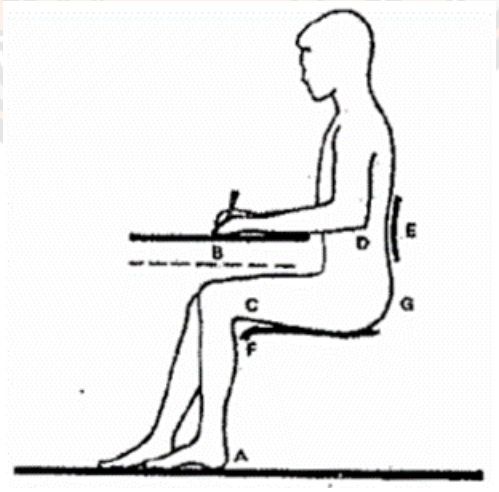
สามารถนั่งได้อย่างสะดวกสบาย โดยเก้าอี้ต้องสามารถปรับระดับความสูงได้เพื่อให้ท่านั่งในการทำงานเป็นท่าที่เหมาะสมตรงตามลักษณะของงานที่ปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานไม่ทำให้เกิดการกดทับของกล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้า และลดปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการนั่งทำงานเป็นเวลานาน (Phonnipha Boriboonsuksri & Natth Junkrob, 2555) ลักษณะการนั่งทำงานกับคอมพิวเตอร์ในสำนักงานที่ถูกต้องควรจะนั่งหลังตรงและติดกับพนักพิง วางเท้าราบกับพื้นเพื่อลดแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังให้น้อยที่สุด (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544)

**หลักการกายวิภาคศาสตร์สำหรับโต๊ะ**

โต๊ะทำงานตามหลักการยศาสตร์ หมายถึง โต๊ะที่ได้รับการออกแบบให้มีพื้นผิวในการทำงานที่ส่งผลให้ท่าทางในการวางแขนขณะปฏิบัติงานมีลักษณะที่ข้อศอกทำมุมกับแขนท่อนบนเพื่อให้เกิดความผ่อนคลายของกล้ามเนื้อแขนและยังช่วยให้ข้อมืออยู่ในท่าทีเหยียดตรงทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสะดวกสบายและอยู่ในท่าทางการทำงานที่ถูกต้องไม่ว่าจะเป็นการทำงานในท่านั่งหรือท่ายืนซึ่งเหมาะกับการทำงานที่ต้องทำซ้ำๆเป็นเวลานาน (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544)

**ความสัมพันธ์ระหว่างโต๊ะและเก้าอี้ที่ถูกหลักตามการยศาสตร์**

งานวิจัยเรื่องการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ประกับไผ่โดยใช้หลักการการยศาสตร์ วันชัย แหลมหลักสกุล (2551)ได้กล่าวถึง ISO 5970-1979 (E) โดยระบุไว้ว่า การประเมินความเหมาะสมของโต๊ะ เก้าอี้และท่านั่งนั้นมีความสัมพันธ์กันโดยมีการพิจารณาจาก 7 เกณฑ์ ดังนี้




**ภาพ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โต๊ะ เก้าอี้ ตามระบบ ISO-5970-1979 (E)**

A. เท้าจะต้องวางราบกับพื้น

B. มีที่ว่างเพียงพอระหว่างเหนือต้นขากับใต้โต๊ะ เพื่อให้ส่วนเข่ามีการเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ

C. ต้องไม่มีแรงกดที่ขอบด้านหน้าของแผ่นรองนั่งกับบริเวณใต้ต้นขา

D. ความสูงแผ่นรองเขียนเหมาะสมกับระดับข้อศอก

E. พนักพิงต้องรองรับหลังส่วนเอว และส่วนที่อยู่ต่ำกว่าสะบักของผู้นั่ง

F. มีช่องว่างระหว่างใต้ต้นขาด้านในกับขอบด้านหน้าของแผ่นรองนั่ง

G. มีช่องว่างเพียงพอระหว่างขอบล่างของพนักพิงที่รองรับหลังส่วนเอวกับพื้นที่รองนั่งเพื่อที่ให้สะโพกมีการเคลื่อนไหวได้อิสระ

**ปรัชญาในการออกแบบเชิงการยศาสตร์**

นักการยศาสตร์จะได้นำข้อมูลสมบัติทางกายภาพและขนาดสัดส่วนของร่างกายไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อกลุ่มประชากรเฉพาะแห่ง ซึ่งมีปรัชญาในการออกแบบมีอยู่ 3 ลักษณะดังนี้ (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544)

1. การออกแบบเพื่อกลุ่มโดยเฉลี่ย (Design for the average) ปัญหาของการออกแบบข้อนี้คืออาจไม่เหมาะสมกับผู้ใดเลยเพราะไม่มีใครที่จะมีมิติเฉลี่ยในทุกส่วนสัด อย่างไรก็ดีการออกแบบวิธีนี้ อาจใช้กับอาคารสถานที่สาธารณะ เช่น เก้าอี้นั่งในสวนสาธารณะ ที่นั่งรถบัสและที่อื่นที่ต้องใช้โดยกลุ่มประชากรหลากหลายจำนวนมากเป็นต้น

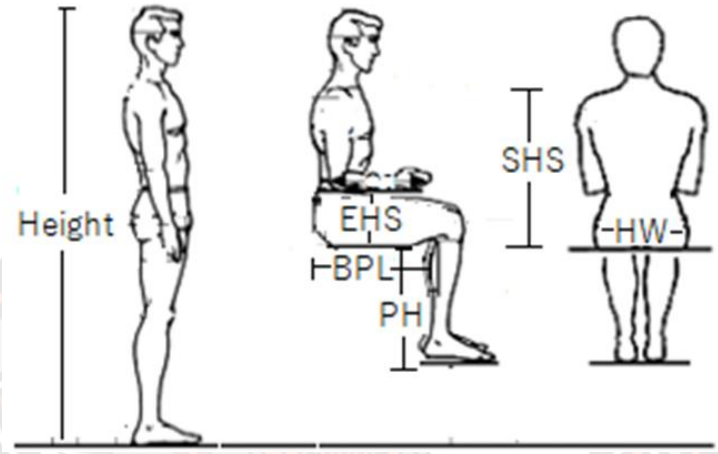
2. การออกแบบสำหรับบุคคลที่มีขนาดสุดๆ (Design for the extremes) ปัญหาที่พบสำหรับวิธีนี้คือเรื่องต้นทุน สมมติว่าถ้าที่นั่งสำหรับคนขับรถยนต์ถูกออกแบบมาเพื่อให้คนที่มีร่างกายเล็กที่สุดนั่ง ครั้นเมื่อมีคนที่ตัวใหญ่ที่สุดมาใช้ย่อมเกิดปัญหาตามมาอย่างแน่นอน ดังนั้นการเข้าใจถึงกลุ่มประชากรที่จะใช้เป็นอย่างดีจะสามารถช่วยลดข้อขัดแย้งเหล่านี้ลงได้

3. การออกแบบสำหรับกลุ่มคน (Design for range) หมายถึง การออกแบบสำหรับประชากรเป็นกลุ่มซึ่งจะใช้ช่วงระหว่างเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และที่ 95 มาเป็นฐานในการออกแบบการออกแบบวิธีนี้จะให้ครอบคลุมกลุ่มประชากร 90% การปรับเปลี่ยนช่วง (Range) นี้สามารถทำได้โดยอาจจะแคบลงหรือใหญ่ขึ้นแล้วแต่ผลิตภัณฑ์ ลักษณะงานหรือการใช้งานและต้นทุน

**สัดส่วนร่างกายเพื่อการออกแบบทางการยศาสตร์ (Anthropometry)**

Anthropometry คือ ศาสตร์แห่งการวัดและการประยุกต์ใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายซึ่งถูกกำหนดโดยเรขาคณิตทางกายภาพ คุณสมบัติของมวลและความสามารถด้านความแข็งแรงของร่างกายมนุษย์หรือคือการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับมิติของร่างกาย เช่น ขนาดร่างกาย รูปร่าง ความ

แข็งแรงของร่างกาย และความสามารถในการทำงานของร่างกาย เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของขนาดร่างกายสำหรับมนุษย์ที่มีความแตกต่างกันเพื่อใช้ในการออกแบบสถานีทำงาน อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ หรือแม้กระทั่งพื้นที่หรือสถานที่ต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลจากการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric Data) ดังแสดงในภาพ 4 และ ภาพ 5




**ภาพ 4 สัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินงาน**

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height: PH) วัดจากพื้นถึงขาพับด้านในโดยการนั่งที่ขาจะต้องตั้งฉากกับพื้น

2. ความยาวของสะโพกถึงขาพับ (Buttock Popliteal Length: BPL) วัดจากขาพับด้านในถึงด้านหลังของสะโพกในขณะนั่ง

3. ความกว้างของสะโพก (Hip Width: HW) วัดจากด้านซ้ายสุดถึงขวาสุดของสะโพกในขณะนั่ง

4. ความสูงของศอกถึงแผ่นรองนั่ง (Elbow Height Sitting: EHS) วัดจากผิวบนของแผ่นรองนั่งถึงข้อศอกโดยนั่งหลังตรง แขนท่อนบนต้องแนบกับลำตัวและแขนท่อนล่างต้องตั้งฉากกับแขนท่อนบน

5. ความสูงของไหล่ถึงแผ่นรองนั่ง (Shoulder Height Sitting: SHS) วัดจากผิวของแผ่นรองนั่งถึงไหลในแนวดิ่ง

6. ส่วนสูง (Height/Stature) คือส่วนสูงของสัดส่วนร่างกายซึ่งวัดจากพื้นจนถึงศีรษะ

**ภาพ 5 แสดงขนาดของโต๊ะเก้าอี้และความห่างระหว่างพื้นเก้าอี้และพื้นโต๊ะ**

**สัดส่วนร่างกายและขนาดของโต๊ะและเก้าอี้**

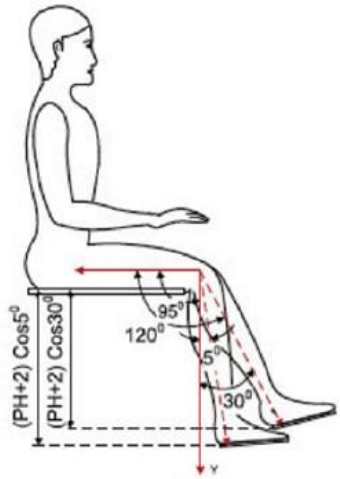
**ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายและขนาดของเก้าอี้และโต๊ะ**

จากสัดส่วนร่างกายเพื่อการออกแบบทางการยศาสตร์ (Anthropometry และขนาดของโต๊ะเก้าอี้และความห่างระหว่างเก้าอี้และโต๊ะที่ได้กล่าวนำไปการพิจารณาว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายและขนาดของโต๊ะเก้าอี้ (Dimensions)ว่าสัมพันธ์การหรือไม่มีหลายวิธีการ เช่น การทดสอบเก็บข้อมูลแล้วทำแบบสอบถามว่าเหมาะหรือไม่ซึ่งวิธีนี้จะใช้ความรู้สึกเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งไม่เหมาะกับงานวิจัยในลักษณะนี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สมการ (Math Model) เพื่อสามารถแสดงถึงค่าของความเหมาะสมได้และต้องเป็นสมการที่ต้องได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย

**ภาพ 6 แสดงความสูงเก้าอี้(SH) ความสูงโต๊ะ(DH) และระยะห่างพื้นเก้าอี้ถึงพื้นโต๊ะ(SDH)**

**อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง**

จากการศึกษาของ Afzan et al., (2012) ได้กล่าวว่า หลักการหรือสมการสำหรับตรวจสอบความเหมาะสมที่ใช้เป็นเกณฑ์ตรวจสอบที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ ซึ่งมีการใช้อย่างแพร่หลาย (Agha, 2010; Baharampour et al., 2013, 2013; H. I. Castellucci et al., 2021; I. Castellucci et al., 2014; Dianat et al., 2013, 2014) คือ อสมการที่ใช้สำหรับกำหนดความสูงของเก้าอี้ ที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายผู้ปฏิบัติงาน โดยมีหลักการว่า ความสูงของที่นั่ง (Seat High: SH) มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ซึ่งความสูงของที่นั้นๆ ต้องมีระดับที่ต่ำกว่าค่าปรับ (I. Castellucci et al., 2014) เพื่อให้ขาท่อนล่างเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยที่ขาท่อนล่างจะต้องทำมุม 5-30 องศากับพื้นและในปัจจุบันสำนักงานส่วนใหญ่มีการสวมรองเท้าขณะทำงาน ดังนั้นจึงต้องมีการคิดความสูงของพื้นรองเท้า (Shoe Correction) ดังแสดงในภาพ 7




**ภาพ 7 แสดงอสมการตรวจความเหมาะสมความสูงของเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกาย**

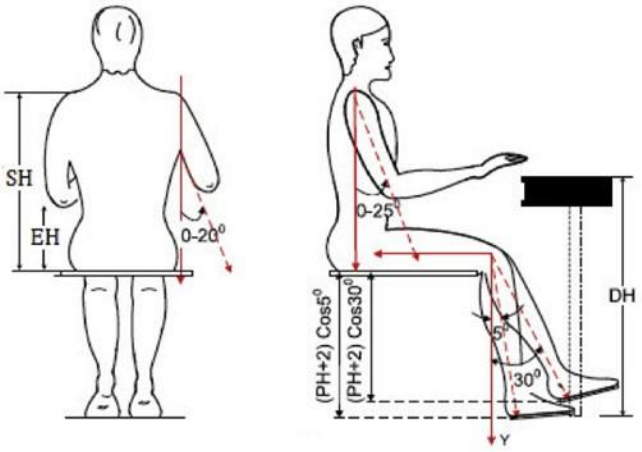
สูตรการคำนวณอสมการความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้ซึ่งเป็นที่ยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย (Afzan et al., 2012; Agha, 2010; H. I. Castellucci et al., 2021; I. Castellucci et al., 2014; Dianat et al., 2018; Gouvali & Boudolos, 2006; Kahya, 2019) โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$(PH + SC)cos30 \leq SH \leq (PH + SC)cos5 \quad (1)$$

**โดยที่** PH คือ ความสูงของขาพับในขณะนั่ง
SH คือ ความสูงของที่นั่ง
SC คือ ความสูงของรองเท้า

**อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ**

จากการศึกษาของ Chaffin & Andersson, 1991 กล่าวว่า ความสูงของโต๊ะทำงานถูกคำนวณให้อยู่ระหว่างจากที่นั่งและพื้นโต๊ะซึ่งก็คือความสูงโต๊ะ โดยจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับความสูงของศอก (EHS) โดยมุมของการกางศอกและมุมงอแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่สุดคือ มุม 20 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย (Afzan et al., 2012; Agha, 2010; H. I. Castellucci et al., 2021b; Gouvali & Boudolos, 2006) ดังแสดงในภาพ 8




**ภาพ 8 แสดงอสมการวามเหมาะสมความสูงของโต๊ะกับสัดส่วนร่างกาย**

$$ESH \leq SDH \leq 0.8517 * EHS + 0.14855 * SHS \quad (2)$$

**โดยที่** EHS คือ ความสูงของศอก

SDH คือ ความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงพื้นโต๊ะ

SHS คือ ความสูงของไหล่จากพื้นที่นั่ง

จากสมการทั้ง (1) และ (2) ทำให้สามารถทราบความสูงโต๊ะได้ โดยได้จากความสูงของเก้าอี้รวมกับความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงพื้นโต๊ะ โดยจะต้องหาความสูงของเก้าอี้ก่อนเพื่อที่จะหาความสูงของโต๊ะ โดยสมการทั้ง 2 นี้ได้มีการใช้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสัดส่วนร่างกายและขนาดของโต๊ะเก้าอี้อย่างแพร่หลาย สามารถสรุปในตาราง 1 ดังนี้

**ตาราง 1 แสดงงานวิจัยที่สมการทั้ง (1) และ (2) ได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย**

| ขนาดที่ต้องการ | สมการตรวจสอบความเหมาะสม | นักวิจัย ปี พ.ศ. |
|---|---|---|
| **SH** | (PH+SC)cos30≤ **SH** ≤(PH+SC)cos5 | (Afzan et al., 2012; Agha, 2010; H. I. Castellucci et al., 2021; I. Castellucci et al., 2014; Dianat et al., 2018; Gouvali & Boudolos, 2006; Kahya, 2019) |
| **SDH** | ESH ≤ **SDH** ≤0.8517*EHS+0.14855*SHS | (H. Castellucci et al., 2020; H. I. Castellucci et al., 2015, 2021; Kahya, 2019) |
| **DH** | **SH + SDH** | (H. Castellucci et al., 2020; H. I. Castellucci et al., 2015, 2021; Kahya, 2019) |

**การจัดกลุ่ม**

การออกแบบด้านการยศาสตร์ คือ การจัดกลุ่มได้ถูกนำมาใช้ในงานที่หลากหลายทั้งนี้เพื่อต้องการออกแบบอุปกรณ์ให้มีความหลายหลายมากยิ่งขึ้น งานวิจัยของ Zakaria (2011) ได้กล่าวว่าหลักการจัดกลุ่มไปออกแบบระบบการกำหนดขนาดต่างๆ (Sizing System) โดยใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อกำหนดขนาดเสื้อผ้าเด็กนักเรียนในประเทศมาเลเซียออกเป็นขนาดต่างๆ เช่น S, M และ L เป็นต้น โดยได้ใช้หลักการทางสถิติ Factor Analysis ส่วน PCA: Principle component analysis สำหรับคัดเลือกตัวแปรและการวิเคราะห์ขนาดและใช้หลักการของ Data mining ซึ่งเป็น Super Set ของ Machine Learning ได้กล่าวถึงคือการจัดกลุ่ม (Clustering) โดยใช้ K-Means ทำให้ได้ขนาด (Dimensions) ของเสื้อผ้าเด็กนักเรียนมาแต่ละขนาดและในงานวิจัย (Zakaria et al., 2008) ได้ศึกษาเพื่อสำรวจแบบแผนของสัดส่วนร่างกายของนักเรียน 2 ช่วงอายุ ในประเทศมาเลเซีย เพื่อหาค่าระบบขนาดของร่างกาย เพื่อทั้งหมดนำสู่การสร้างขนาดเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ โดยใช้หลักการของ Cluster technique โดยกล่าวถึงว่าการจัดกลุ่มสามารถทำได้ทั้งวิธีทางสถิติคือใช้ PCA และเทคนิคทาง Data mining จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในการกำหนดขนาดเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมในสำนักงานได้ (ปริญญา สงวนสัตย์, 2016)

งานวิจัยของ Niu et al. (2010) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มข้อมูลรูปร่างร่างกายของบุคคล โดยเปรียบเทียบวิธีการ Principle Component Analysis: PCA และ Factor Analysis: FA ได้กล่าวถึงว่า การแบ่งกลุ่ม (Classification) รูปร่างสัดส่วนในแบบธรรมเนียมที่ปฏิบัติมาเป็นข้อมูลที่นำไปสู่ปัญหาการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ทางการยศาสตร์ที่ถูกต้อง การวิเคราะห์ตัวแปรแบบหลายตัวแปรไม่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบในอดีต อาทิเช่น วิธี PCA, FA ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการเปรียบเทียบ 2 หลักการนี้เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ให้ถูกต้องตามสถานการณ์ต่างๆ

งานวิจัยของ Hsu et al. (2009) ได้กล่าวถึง การจัดกลุ่ม (Clustering) ขนาดสัดส่วนร่างกายได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์มากมายโดยเฉพาะอุตสาหกรรมด้านเสื้อผ้า โดยทำการศึกษาการค้นหาข้อมูลสำคัญของขนาดสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric) ของเพศหญิง เพื่อนำไปสู่ การกำหนดกลุ่มขนาดเพื่อใช้ในการปรับปรุงธุรกิจเสื้อผ้าด้านการตลาดและด้านการขนส่งโดยใช้วิธี Fuzzy Clustering Data Mining ซึ่งอ้างถึงขนาดมาตรฐาน ISO ต่างๆ มาเปรียบเทียบและยกตัวอย่างความคิดเห็นของนักวิจัยบางคนในเรื่องความสัมพันธ์ด้านร่างกายและขนาดเสื้อผ้าที่จะออกสู่ตลาดและยังได้กล่าวถึงการนำข้อมูลเชิงคำพูด (เชิงคุณภาพ) มาใช้ในการคำนวณในที่นี้คือ เรื่องความเป็น Fuzzy ในการจัดการแบ่งกลุ่ม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังเสนอนี้เป็นอย่างมาก งานวิจัยของ VITHANAGE et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระบบกำหนดกลุ่มขนาดกางเกง Pant สำหรับผู้หญิงในศรีลังกาที่ทำการศึกษาถึงความจำเป็นในการกำหนดขนาดเสื้อผ้าสำหรับการผลิตที่ต้องมีการกำหนดขนาดไว้ก่อนหน้าเพื่อจะได้วางแผนผลิตออกมาเป็นขนาดมาตรฐานในอุตสาหกรรมและมาตรฐานนี้ก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของแต่ละประเทศ จึงได้เสนองานวิจัยชิ้นนี้มาวิธีที่ใช้ คือ ใช้ PCA เพื่อลดตัวแปร ใช้ Two-stage Cluster analysis (Hierarchical cluster analysis และ K-Means algorithm) โดยได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 5 ขนาดโดยแต่ละขนาดมีค่าต่างๆ กำหนดออกเป็นความยาวช่วงขา(Inseam) และรอบเอว(Waist)

งานวิจัยของ Park and Han (2004) ได้ศึกษาการใช้แนวทาง fuzzy rule เพื่อการสร้างแบบจำลองความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการออกแบบเก้าอี้สำนักงาน ซึ่งได้ศึกษาถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความหรูหรา ความสมดุล ความน่าดึงดูดใจ โดยได้กำหนดตัวแปรต่างๆ ของแต่ละส่วนไว้เพื่อกำหนดการออกแบบและได้ใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering Techniques) เพื่อหาส่วนย่อยของการป้อนข้อมูลที่เป็นไปได้และได้เสนอรวมทั้งกล่าวถึงเทคนิคการจัดกลุ่มไว้หลายวิธีในด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าได้ ในขณะที่งานวิจัยของ Chang, Liu et al. (2009) ได้ทำการศึกษาการใช้

หลักการของการจัดกลุ่มข้อมูล Data clustering และ KFNN: fuzzy neural network สำหรับการพยากรณ์การขายในอุตสาหกรรมวงจรไฟฟ้า โดยใช้ฐานความรู้จาก K-Means โดยได้จัดกลุ่มข้อมูลจากข้อมูลการขายเก่าเพื่อจัดกลุ่มลูกค้า ทั้งหมดเพื่อนำไปพยากรณ์ลูกค้ากลุ่มใหม่ เครื่องมือที่ใช้ คือ หลักสถิติ, PCA, SRA: Stepwise regression analysis ส่วน AI: Artificial Intelligence คือ ANNs และ Fuzzy theory

สำหรับงานวิจัยด้านเทคนิคที่ใช้ในการจัดกลุ่ม (Clustering) ได้มีการศึกษาไว้มากมาย อาทิ เช่น งานวิจัยของ Lu, Ma et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย Fuzzy C-Means: FCM เพื่อปรับปรุงการกำหนดกลุ่มเริ่มต้นให้ FCM โดยได้ใช้ WEKA ซึ่งเป็น Open Source เป็นโปรแกรมในการจัดการ ซึ่งทำให้งานวิจัยที่กำลังเสนอนี้ได้เรียนรู้วิธีการ FCM และประยุกต์ใช้หลักการกำหนดระยะของข้อมูลชุดแรกในงานวิจัย ในขณะที่งานวิจัยของ Van der Merwe and Engelbrecht (2003) ได้ทำการศึกษาการใช้ PSO: Particle swarm Optimization เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลโดยเพิ่มการใช้ K-Means clustering เพื่อจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้กลุ่ม SWARM ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของหลักการในประเทศไทย ในส่วนงานวิจัยของ กาณจนา จรัญศิริไพศาล และ สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. (2011) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงการจัดกลุ่มด้วย K-Means ด้วยวิธีเคอินเวอร์สฮาร์โมนิกมีนถือเป็นข้อดีอีกวิธีในการจัดกลุ่มและได้ทราบข้อด้อยของการใช้วิธี K-Means ที่ข้อมูลจะต้องอยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง งานวิจัยของ Li, Ng et al. (2008) ทำการศึกษาAgglomerative Fuzzy K-Means Clustering Algorithm with Selection of Number of Clusters เพื่อเสนอการกำหนดจำนวนกลุ่ม โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคทาง Fuzzy K-Means โดยใช้พิจารณาการรวมกลุ่ม (Agglomerative) เทคนิคที่ใช้คือ Agglomerative Hierarchy (Agglomerative Hierarchical Clustering) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นชุดข้อมูลขนาดใหญ่ โดยมีการประยุกต์ใช้หลักการทาง Meta Heuristic Algorithms เช่น GA และอื่นๆ รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องในการกำหนดกลุ่ม (Cluster validation) เช่น ขนาดกลุ่มต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์มากต่องานวิจัยที่กำลังเสนอนี้และได้มีการกล่าวถึงทิศทางในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining ได้เพื่อยืนยันว่าเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน อาทิเช่น งานวิจัยของ Jain. (2010) ได้ทำการศึกษาวิจัย Data clustering: 50 years beyond K-Means โดยกล่าวถึงการจัดกลุ่มเหตุผลที่ต้องจัดกลุ่มประวัติการจัดกลุ่มรวมถึงประวัติและเรื่องราวของ K-Means การนำ K-Means ไปปรับปรุงขยายงานวิจัยต่อไป และงานวิจัยของ ZHANG, ZHOU et al. (2006) ได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่มด้วย Fuzzy C-Mean Clustering บนฐานความรู้เรื่อง Mata Heuristics เรื่อง PSO: Particle Swarm Optimization และ

งานวิจัยของ Kannan, Ramathilagam et al. (2012) ได้ทำการศึกษา Effective fuzzy c-means clustering algorithms สำหรับแก้ปัญหาการจัดกลุ่มข้อมูล

**การเรียนรู้ของเครื่อง**

**การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)**

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) หมายถึง รูปแบบหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองอย่างเป็นอัตโนมัติ ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยีด้าน AI (Artificial intelligence) ซึ่งตั้งอยู่บนรากฐานแนวคิดที่ว่าระบบต่างๆ นั้น สามารถที่จะเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับชุดข้อมูลต่างๆ รวมถึงสามารถระบุและทราบรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การตัดสินใจได้เองโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพามนุษย์ การเรียนรู้ของเครื่องเป็นการให้เครื่อง หมายถึงเครื่องคำนวณที่สามารถทำตามชุดคำสั่งได้ เช่น คอมพิวเตอร์ ได้เรียนรู้งานใดงานหนึ่ง (Task) จากตัวอย่าง (Sample) ประสบการณ์ (Experience) จำนวนหนึ่งเพื่อให้ทำงานนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Performance) อีกทั้งยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้จากตัวอย่างเพิ่มเติม (ปริญญา สงวนสัตย์, 2016)

เหตุผลการใช้การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง(Machine learning) เพื่อการจัดกลุ่ม: การใช้การเรียนรู้ของเครื่องมักใช้สำหรับการจัดกลุ่มเนื่องจากความสามารถในการค้นหารูปแบบโดยอัตโนมัติและจัดกลุ่มจุดข้อมูลที่คล้ายกันเข้าด้วยกันโดยไม่ต้องใช้กฎที่ชัดเจนหรือหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยมีเหตุผลบางส่วนของการใช้การเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจัดกลุ่ม อาทิเช่น

การค้นพบรูปแบบ: อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากและระบุรูปแบบหรือโครงสร้างที่ซ่อนอยู่ภายในข้อมูลได้ สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างมากในสถานการณ์การเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลซึ่งข้อมูลไม่มีป้ายกำกับหรือหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าได้ อัลกอริทึมการจัดกลุ่มสามารถเปิดเผยกลุ่มหรือคลัสเตอร์ที่มีความหมายในข้อมูลให้ข้อมูลเชิงลึกและอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ความสามารถในการปรับขนาด: อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องสามารถจัดการชุดข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้เหมาะสำหรับการจัดกลุ่มงานที่เกี่ยวข้องกับจุดข้อมูลหลายพันหรือหลายล้านจุด โดยถูกออกแบบมาเพื่อปรับขนาดด้วยข้อมูลทำให้สามารถวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่ซับซ้อนและรองรับมิติจำนวนมากได้

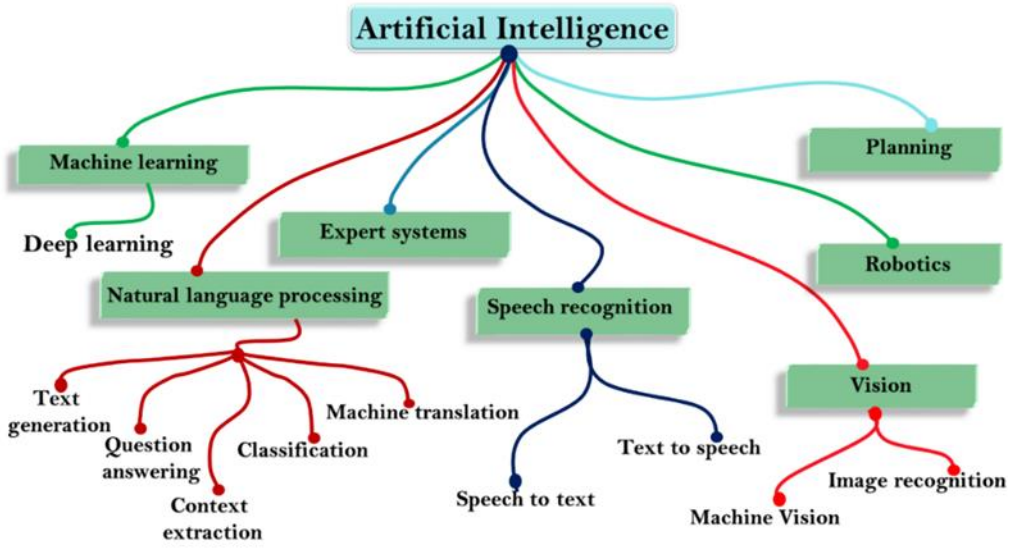
ความสามารถในการปรับตัว: อัลกอริทึมการจัดกลุ่มสามารถปรับให้เข้ากับข้อมูลประเภทต่างๆ รวมถึงข้อมูลตัวเลข หมวดหมู่ และแม้แต่ข้อความหรือรูปภาพ เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เช่น

k-means, hierarchical clustering, Hierarchical Clustering หรือ Gaussian mixture models ให้ความยืดหยุ่นและสามารถปรับแต่งให้เข้ากับลักษณะเฉพาะของข้อมูลที่ถูกจัดกลุ่มได้

การเรียนรู้ที่ไม่ต้องมีรูปแบบหรือประเภทอื่นใดมาก่อน: การจัดกลุ่มเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลซึ่งอัลกอริทึมจะสำรวจโครงสร้างโดยธรรมชาติในข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีตัวอย่างที่มีป้ายกำกับมาก่อน ซึ่งเป็นประโยชน์เมื่อข้อมูลไม่มีหมวดหมู่ที่มีอยู่ก่อนหรือเมื่อสำรวจชุดข้อมูลใหม่ที่ไม่ทราบโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเหมาะสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้

การสำรวจข้อมูลและการแสดงภาพ: การจัดกลุ่มสามารถช่วยในการสำรวจข้อมูลโดยการแสดงภาพของการจัดกลุ่มตามธรรมชาติของข้อมูล อัลกอริทึมอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องสามารถสร้างการแสดงภาพเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และความคล้ายคลึงกันระหว่างจุดข้อมูลทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้

การวิเคราะห์ข้อมูล การพัฒนาระบบหรือการเขียนโปรแกรมแบบปกติทั่วไปวิธีการคือผู้พัฒนาจะเป็นผู้กำหนดขั้นตอนวิธีการประมวลผลหรือเรียกว่าอัลกอริทึมการทำงานเองทั้งหมด ส่วน Machine Learning เป็นกระบวนการที่แตกต่างออกไป คือ เป็นการนำข้อมูลมาสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้แล้วสร้างส่วนที่เหมือนกับมันสมองขึ้นเหมือนกับให้เรียนรู้ได้เองแล้วสามารถคิดเองได้ ซึ่ง Machine Learning เป็นศาสตร์ย่อยแขนงหนึ่งของ Artificial Intelligence (AI) หรือปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำการศึกษา วิจัยและพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถอันชาญฉลาด เช่นการสร้างหุ่นยนต์ สร้างระบบประสาทรับรู้เลียนแบบมนุษย์การประมวลภาษาธรรมชาติของมนุษย์ ดังแสดงในภาพ 9

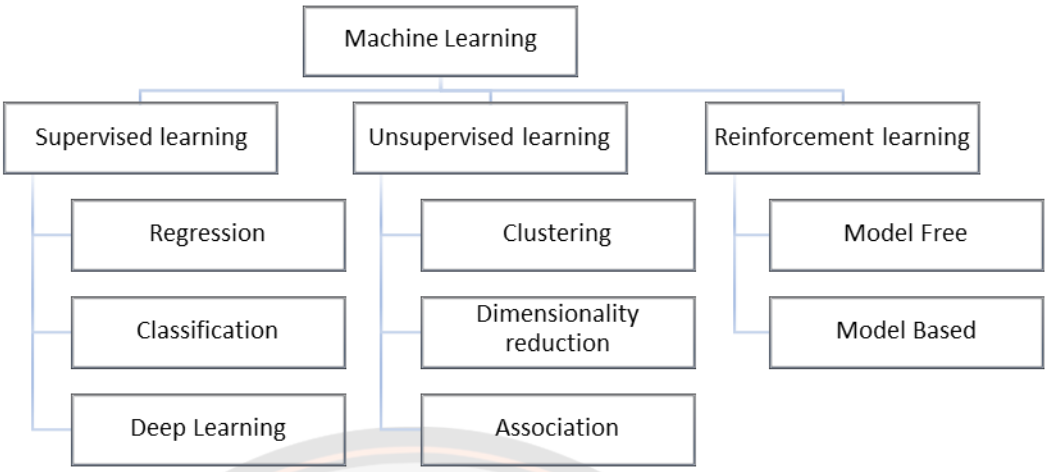



**ภาพ 9 แสดงผัง AI และ ML (Source: : https://images.app.goo.gl/tfz2doe2oY5b6GgXA)**

จากภาพ 9 แสดงแผนผัง Machine Learning ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ AI ที่ให้ความชาญฉลาดแก่เครื่อง คือ อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยความสามารถในการเรียนรู้แบบอัตโนมัติที่มีประสบการณ์หรือรูปแบบที่เคยได้รับรู้มาแล้วโดยไม่ต้องตั้งโปรแกรมแบบตรงตัวไว้ก่อนได้เลย โดยสามารถสรุปความสามารถออกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

- การทำงานจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมที่ช่วยให้ระบบเรียนรู้จากข้อมูลในอดีตเป็นหลัก
- Machine Learning มีพื้นฐานมาจากแนวคิดที่ว่าเครื่องสามารถเรียนรู้จากข้อมูลในอดีตระบุรูปแบบและตัดสินใจโดยใช้อัลกอริทึม
- อัลกอริทึม Machine Learning ได้รับการออกแบบในลักษณะที่พวกเขาสามารถเรียนรู้และปรับปรุงประสิทธิภาพโดยอัตโนมัติ
- Machine Learning ช่วยในการค้นหารูปแบบในข้อมูล

Machine Learning จะมีความแตกต่างตรงที่ส่วนของโปรแกรมที่ทำการคำนวณประมวลผลการตั้งเงื่อนไขการตัดสินใจต่างๆ หรือเรียกว่าโมเดลจะถูกสร้างโดยคอมพิวเตอร์โดยผู้พัฒนาจะนำข้อมูลหรือ Dataset ทั้งที่เป็นส่วนดาต้าและอองพุธเข้าไปให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้เพื่อสร้างโมเดล ซึ่งเป็นเหมือนกับมันสมองของโปรแกรม จากนั้นผู้พัฒนาก็เขียนโปรแกรมหลักเพิ่มเติมจะได้โปรแกรมที่สมบูรณ์สามารถรับอินพุตประมวลผลและผลลัพธ์ออกมาได้ (กอบเกียรติ สระอุบล, 2563)




**ภาพ 10 แสดงประเภทของ Machine Learning**

จากภาพ 10 สามารถแบ่งประเภทของ Machine Learning ได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

**การเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning)**

Supervised Learning เป็น Machine learning ประเภทหนึ่งที่เรียนรู้จากชุดข้อมูลที่รู้จักหรือมีอยู่ก่อนแล้ว(ชุดตัวอย่างการฝึกอบรม) แล้วคาดการณ์ผลลัพธ์ ตัวแทนการเรียนรู้ที่อยู่ภายใต้การดูแลจำเป็นต้องค้นหาฟังก์ชันที่ตรงกับชุดตัวอย่างที่กำหนดการเรียนรู้ภายใต้การดูแลเพิ่มเติมสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทของอัลกอริทึม:

1. Classifications เป็นการจำแนกแยกแยะเป็นการจำแนก แยกแยะ เช่น แยกแยะว่าเป็นแมว เป็นสุนัข ระบบคัดแยกสแปมเมลก็จะแยกแยะได้เพียงว่าเมล์ไหนเป็นสแปมหรือไม่เป็นสแปมเท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าลักษณะแบบนี้ต้องมีประสบการณ์เดิมหรือมีการแบ่งกลุ่มมาก่อนแล้ว จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอันนี้อยู่ในกลุ่มไหน จึงสามารถแยกแยะข้อมูลใหม่เข้าไปกับระบบเดิมได้

2. Regression เป็นการคำนวณทำนายค่าเป็นตัวเลขเช่น ทำนาย ปริมาณกระแสไฟฟ้าในอนาคต ทำลายการขึ้นราคาหุ้น ทำนายการใช้วัตถุดิบในอนาคตทำนายผลกำไรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

**การเรียนรู้แบบไม่มีการสอนหรือไม่มีความรู้มาก่อน (Unsupervised learning)**

การเรียนรู้แบบไม่มีการสอนหรือไม่มีความรู้มาก่อนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ โดยไม่มีการควบคุมดูแลหรือการฝึกอบรม ในการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลอัลกอริทึมจะได้รับการฝึกอบรมด้วยข้อมูลที่ไม่มีป้ายกำกับหรือจัดประเภท ในการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลตัวแทนจำเป็นต้องเรียนรู้จาก

รูปแบบโดยไม่มีค่าเอาต์พุตที่สอดคล้องกันการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทของอัลกอริทึม ได้แก่

1) Clustering การจัดกลุ่ม ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้วิธีนี้เป็นหลักเพื่อการจัดกลุ่มขนาดเฟอร์นิเจอร์สำนักงาน

2) Dimensionality reduction การลดมิติข้อมูล เป็นขั้นตอนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นวิธีที่ถูกนำเสนอเพื่อแก้ไขปัญหาของมิติข้อมูลที่มีลักษณะความซับซ้อนของข้อมูลสูง และไม่มีการจัดการข้อมูลก่อนในเบื้องต้น ข้อมูลที่มีจำนวนมากนั้นมีลักษณะข้อมูลที่กระจัดกระจาย และบางข้อมูลไม่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการประมวลผล และบางอัลกอริทึมของประมวลผลไม่สามารถรองรับการทำงานของข้อมูลหรือตัวแปรจำนวนที่มากๆ ได้ นอกจากนี้ยังทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรในการประมวลผล

3) Association Rules: กฎความสัมพันธ์เปนเทคนิคหนึ่งที่ใชในกระบวนการทำเหมืองขอมูล (Data Mining) เพื่อคนหาความสัมพันธ์ของขอมูลที่ซอนอยูในขอมูลขนาดใหญ โดยความสัมพันธที่ไดสามารถอธิบายในรูปแบบของกฎ (Rules) หรือรูปแบบของการเกิดร่วมกันของขอมูลที่พบบอย

**การเรียนรู้จากอาศัยการป้อนกลับผลลัพธ์ (Reinforcement learning)**

เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการป้อนกลับแล้วให้ระบบเรียนรู้และปรับปรุงตัวเองเช่นระบบทรงตัวของหุ่นยนต์ เริ่มแรกหุ่นยนต์อาจจะล้มในตอนแรก ระบบจะทำการป้อนกลับแล้วนำข้อมูลต่างๆในการทรงตัวมาปรับปรุงตัวเอง ในที่สุดสามารถทรงตัวได้อย่างมีเสถียรภาพ ซึ่งได้ถูกแบ่งออกเป็น Model Free กับ Model Based

**การใช้ Machine Learning ในการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis)**

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคนิควิธี เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้วิธีการเพื่อจะตัดสินใจได้จากการวิเคราะห์ชุดข้อมูล การเรียนรู้ของเครื่องจะเกี่ยวข้องกับสถิติศาสตร์ เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องถูกใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้านต่างๆ เช่น การสร้างให้คอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะวัตถุ เสียง หรือตัวอักษรได้ หรือจำแนกข้อมูลจำนวนมากที่ไม่สามารถทำได้โดยมนุษย์ ลักษณะทั่วไปของการเรียนรู้ของเครื่องเป็นการสร้างอัลกอริทึมหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการให้ข้อมูลฝึก (Training Data) สำหรับสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ เพื่อให้ได้สมมติฐานในการนำมาใช้แยกแยะวัตถุอื่นได้ เทคนิคที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ คือ การจัดกลุ่ม (Clustering) หรือการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster

Analysis) ซึ่งการวิเคราะห์กลุ่มเป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อตรวจสอบหรือค้นพบกลุ่มหรือกลุ่มของวัตถุหรือบุคคลที่มี 1) เนื้อหาข้อมูลเดียวกันและ 2) แยกออกจากกลุ่มอื่น ๆ โดยเฉพาะ การจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่ของวัตถุที่เป็นกลุ่มที่แตกต่างกัน ข้อมูลที่แบ่งเป็นกลุ่มเพื่อให้ข้อมูลในแต่ละกลุ่มมีความนึกคิดที่คล้ายกันในหนึ่งหรือหลายลักษณะ (มักจะวัดโดยใช้ระยะห่างระหว่างวัตถุหรือข้อสังเกตในตาราง) โดยนำมาประยุกต์ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ กลุ่มบุคคลหรือสรีระของกลุ่มบุคคลที่มีขนาดใกล้เคียงกันควรจะใช้ชุดโต๊ะเก้าอี้ที่มีขนาดเท่ากันได้ โดยการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลได้แบบประเภทออกเป็นดังนี้ (Matteucci, n.d.)

ปริญญา สงวนสัตย์. (2016) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ของเครื่อง Machine learning ได้สรุปการจัดกลุ่ม (Clustering) ไว้ดังนี้ การจัดกลุ่มจัดเป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่างที่ไม่มีการกำหนดค่าเป้าหมาย (Target) หรือฉลาก (Label) ของคลาส (Class) ไว้ ซึ่งจะแตกต่างจากการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ที่ข้อมูลตัวอย่างมีการกำหนดค่าเป้าหมายหรือฉลากไว้ก่อนแล้ว โดยในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธี K-Means และ Fuzzy C-Means, Hierarchical Clustering และ Expectation-Maximization (EM) ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการจัดกลุ่ม

กาณจนา จรัญศิริไพศาล และสิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (2011) ได้กล่าวถึง การจัดกลุ่มสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ Exclusive Clustering เช่น K-Means Overlapping Clustering เช่น Fuzzy C-mean Hierarchical Clustering และProbabilistic Clustering เช่น Mixture of Gaussian Matteucci (สืบค้นเมื่อ 01/09/2014) ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการนำ Fuzzy C-mean มาใช้ในงานวิจัยเพราะ Fuzzy C-mean ซึ่งอยู่ในกลุ่มของ Overlapping Clustering คือ สมาชิกสามารถอยู่ได้หลายเซตซึ่งเหมาะกับลักษณะของงานวิจัยที่ต้องการแบ่งกลุ่มของขนาดชุดของโต๊ะและเก้าอี้ที่คนที่มีขนาดร่างกายใกล้เคียงที่ 2 กลุ่มได้ ซึ่งต่างกับถ้าใช้ k-Means ซึ่งเป็นแบบ Exclusive Clustering ที่เป็นสมาชิกได้เซ็ตเดียวเท่านั้น โดยสามารถแบ่งประเภทของการจัดกลุ่มได้ดังนี้ Matteucci (สืบค้นเมื่อ 01/09/2014)

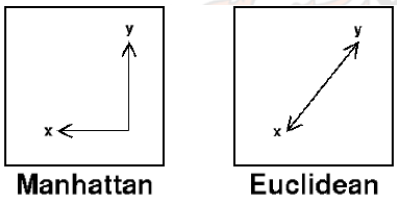
1. Exclusive Clustering เช่น K-means
2. Overlapping Clustering เช่น Fuzzy C-mean
3. Hierarchical Clustering
4. Probabilistic Clustering เช่น Mixture of Gaussian

ในงานวิจัยนี้ ได้ให้ความสนใจที่จะนำ Fuzzy C-mean มาใช้ในงานวิจัยเพราะ Fuzzy C-mean ซึ่งอยู่ในกลุ่มของ Overlapping Clustering คือ สมาชิกสามารถอยู่ได้หลายเซต Matteucci (สืบค้นเมื่อ 01/09/2014) ซึ่งเหมาะกับลักษณะของงานวิจัยที่ต้องการแบ่งกลุ่มของขนาดชุดของโต๊ะและเก้าอี้ ที่คนที่มีขนาดร่างกายใกล้เคียงที่ 2 กลุ่มได้ ซึ่งต่างกับถ้าใช้ K-means ซึ่งเป็นแบบ Exclusive Clustering ที่เป็นสมาชิกได้เซ็ตเดียวเท่านั้นMatteucci (สืบค้นเมื่อ 01/09/2014) ดังนั้นจึงขอแสดงทฤษฎีหรือหลักการของ การจัดแบ่งกลุ่มที่นำมาใช้งานจาก (กาณจนา จรัญศิริไพศาล et al., 2011) ดังนี้

**การวัดระยะทาง Distances measuring**

- Manhattan Distance และ Euclidean Distance

$$d = \sum_{i=1}^{n} |x_i - y_i|$$




**ภาพ 11 รูปแบบการวัดระยะทางระหว่างจุด**

- Minkowski Metric เป็นการหลักการวัดระยะทางความห่างของข้อมูล ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กัน Matteucci (สืบค้นเมื่อ 01/09/2014)

$$d_p(x_i, x_j) = \left( \sum_{k=1}^{d} \left| x_{i,k} - x_{j,k} \right|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

โดย d เป็นมิติของข้อมูล ระยะทางยุคลิด(Euclidean Distance) เป็นกรณีพิเศษที่ p = 2 ขณะที่แมนฮัตตัน (Manhattan Distance)ตัวชี้วัดที่มี p = 1 แต่ไม่มีแนวทางทฤษฎีทั่วไปสำหรับการเลือกตัวชี้วัดสำหรับการใช้งานใด ๆ มักจะเป็นกรณีที่มีส่วนประกอบของเวกเตอร์คุณลักษณะข้อมูลที่ไม่ได้เปรียบทันที มันสามารถเป็นไปได้ว่าชิ้นส่วนไม่ได้ตัวแปรอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับระยะเวลาในแต่ประเภทที่กำหนดเช่นวันของสัปดาห์ ในกรณีนี้อีกครั้งความรู้โดเมนจะต้องใช้ในการกำหนดตัวชี้วัดที่เหมาะสม (Source: http://www.improvedoutcomes.com)

จากหลักการวัดระยะทางที่กล่าวนำมาเป็นหลักการของการหาระยะทางระหว่างจุดเพื่อการหาจุดกลาง (Centroid) ซึ่งจะเป็นค่าเฉลี่ยของระยะทางระหว่างจุดข้อมูลและจุดกลางซึ่งเป็นหลักของ

การหากลุ่มที่สังกัดที่วัดจากระยะห่างจากจุดข้อมูลถึงจุดกลางของแต่ละกลุ่ม โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการทางการเรียนรู้ของเครื่องประเภทการจัดกลุ่ม 3 ประเภท โดยมีอัลกอริทึมดังนี้

**1). k-Means Clustering**

K-Means clustering เป็นเทคนิคการจำแนกเคสออกเป็นกลุ่มย่อยจะใช้เมื่อมีจำนวนเคสมาก โดยจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่มหรือจำนวนกลุ่มที่ต้องการ เช่น กำหนดให้มี k กลุ่ม เทคนิค K-Means จะมีการทำงานหลายๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวมเคสให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มที่เคสนั้นมีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุดแล้วคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่จะทำเช่นนี้จนกระทั่งค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงหรือครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ โดยมีอัลกอริทึม ดังนี้

```
## K-Means Clustering (Rohith Gandhi, n.d.)
1. Choose the number of clusters(K) and obtain the data points
2. Place the centroids c_1, c_2, ..... c_k randomly
3. Repeat steps 4 and 5 until convergence or until the end of a fixed
number of iterations
4. for each data point x_i:
    - find the nearest centroid(c_1, c_2 .. c_k)
    - assign the point to that cluster
5. for each cluster j = 1..k
    - new centroid = mean of all points assigned to that cluster
6. End
```

**2. Fuzzy C-Means Clustering**

การจัดกลุ่มแบบ Fuzzy เป็นวิธีการจัดกลุ่มตามพาร์ติชันโดยอนุญาตให้ชุดข้อมูลสามารถสังกัดหรือเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม กระบวนการนี้ใช้ค่ากลาง (Centroid) แบบถ่วงน้ำหนักตามความน่าจะเป็นเชิงพื้นที่โดยขั้นตอนการทำงานได้เริ่มตั้งแต่การกำหนดค่าเริ่มต้น การทำซ้ำและสิ้นสุดการสร้างกลุ่มที่เหมาะสมด้วยการแจกแจงที่ความน่าจะเป็นที่เป็นไปได้แทนการกำหนดกลุ่มไว้ล่วงหน้าแล้ว อัลกอริทึมการทำงานโดยกำหนดค่าสมาชิกให้กับจุดข้อมูลทั้งหมดที่เชื่อมโยงกับศูนย์กลางแต่ละกลุ่ม คำนวณจากระยะห่างระหว่างศูนย์กลางและจุดข้อมูลหากค่าสมาชิกของวัตถุอยู่ใกล้กับศูนย์กลางมากขึ้นก็มีความเป็นไปได้สูงที่จะอยู่ในกลุ่มนั้นหรือเป็นสมาชิกกลุ่มนั้น เมื่อสิ้นสุด

การวนซ้ำค่าที่เกี่ยวข้องของสมาชิกและศูนย์คลัสเตอร์จะถูกจัดระเบียบใหม่ การจัดกลุ่มแบบคลุมเครือจะจัดการกับสถานการณ์ที่จุดข้อมูลค่อนข้างอยู่ระหว่างศูนย์กลางคลัสเตอร์หรือไม่ชัดเจน โดยเลือกความน่าจะเป็นมากกว่าระยะทาง (Matteucci, n.d.) อัลกอริทึม FCM เป็นวิธีการจัดกลุ่มหนึ่งที่ช่วยให้ชิ้นส่วนของข้อมูลจะเป็นสองคนหรือมากกว่ากลุ่ม วิธีนี้ได้พัฒนาโดย Dunn ในปี 1973 และปรับปรุงโดย Bezdek ในปี 1981 ได้ถูกนำมาใช้ในการจดจำรูปแบบ โดยขึ้นอยู่กับการลดปริมาณของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

$$J_m = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C} u_{ij}^{m} \left\| x_i - c_j \right\|^2$$

โดยที่ $1 \le m < \infty$

โดยที่ m คือ จำนวนจริงใดๆ มากกว่า 1 UIJ คือ ระดับของการเป็นสมาชิกของ Xi ในกลุ่ม J ซีอานเป็นบอดของ D-มิติข้อมูลที่วัด, CJ เป็นศูนย์กลางของ D-มิติของกลุ่ม(cluster) และ || * || เป็นบรรทัดฐานการแสดงความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อมูลที่วัดใดและศูนย์ใดๆ และดำเนินการผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพซ้ำของฟังก์ชันวัตถุประสงค์แสดงข้างต้นด้วยการปรับปรุงของ $u_{ij}$ เป็นสมาชิกและกลุ่มศูนย์ $c_j$ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{C}\left(\frac{\left\| x_i - c_j \right\|}{\left\| x_i - c_k \right\|}\right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

โดยที่

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m}}$$

**3. Hierarchical Clustering**

การจัดกลุ่มแบบโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchical clustering) เป็นการจัดกลุ่มโดยไม่ต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการจัดกลุ่มข้อมูลก่อนเป็นการวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอน วิธีการที่นิยมคือวิธีการ “Agglomerative Hierarchical Cluster” การจัดกลุ่มแบบโครงสร้างลำดับชั้นนั้นจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (TNI University, n.d.)

ขั้นตอนที่ 1 : คำนวณระยะห่างของแต่ละจุดข้อมูล โดยใช้สูตรเดียวกับที่ใช้คำนวณใน K-Mean

ขั้นตอนที่ 2 : เลือกค่าที่น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 : รวมแถวและคอลัมน์ที่มีค่าน้อยที่สุดให้เป็น Cluster เดียวกัน

ขั้นตอนที่ 4 : ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 ซ้ำจนกว่าข้อมูลจะถูกรวมทั้งหมด

**การวัดประสิทธิภาพวิธีในการจัดกลุ่ม**

ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการจัดกลุ่มที่กล่าวนำมาจะมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไป ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีแต่ละวิธีนี้ ได้มีผู้ทำวิจัยไว้ในหัวข้อการเปรียบเทียบอัลกอริทึมในแบบต่างๆ และไว้ผลลัพธ์เป็นตารางเปรียบเทียบ (Xu & Tian, 2015) ในแต่ละรูปแบบต่างๆ ด้วย 3 วิธี ได้แก่ แบบ k-Means แบบ Fuzzy c-Means และแบบ SOM ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ การจัดความคลาดเคลื่อนของ Centroid และการวัดอัตราความถูกต้อง โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ (ปริญญา สงวนสัตย์, 2558)

**การวัดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของ Centroid**

การวัดความคลาดเคลื่อนของ Centroid ทำได้โดยการหาค่าเฉลี่ยของผลต่าง ของ Centroid ที่คำนวณได้ c และ Centroid ที่แท้จริงของเขตข้อมูล ดังนี้

$$e = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} \| c_k - \tilde{c}_k \|$$

โดย $K$ คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมด

**การวัดอัตราความถูกต้อง**

การวัดอัตราความถูกต้องทำได้โดยการระบุคลาสหรือ Label ด้วยค่าฐานนิยม(Model) หรือด้วยวิธีการเปรียบเทียบ Centroid ที่ใกล้เคียงที่สุดของกลุ่มที่ถูกจัดแล้วนำมาเทียบความถูกต้องกับเฉลย จากนั้นนับจำนวนตัวอย่างที่จัดกลุ่มได้ถูกต้อง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$a = \frac{number\ of\ matched\ labels}{number\ of\ samples} * 100\% \qquad (3)$$

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การวิจัยเรื่องการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

**งานวิจัยด้านการยศาสตร์**

วันชัย แหลมหลักสกุล (2551) ได้ทำการศึกษาออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ประกับไผ่โดยใช้หลักการยศาสตร์ที่สืบเนื่องจากเก้าอี้แบบเดิมทำให้เกิดความปวดเมื่อยกล้ามเมื่อยเกิดขึ้นมากส่งผลต่อการทำงานทางกรมคุ้มครองแรงงานซึ่งได้ออกหนังสือ “การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน” ในขณะที่งานวิจัยของ Bidassie et al., (2010) และ Robertson et al., (2009) ได้ทำการศึกษาการยศาสตร์เพื่อหาขนาดของการออกแบบเก้าอี้ทำงานที่เหมาะสมเพื่อลดความปวดเมื่อย ต่อมางานวิจัยของ Van Niekerk, Louw et al. (2012) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงเก้าอี้ทำงานที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายทำให้ลดอาการปวดเมื่อยความเนื้อได้ งานวิจัยของ Guerlain, Shin et al. (2002) ได้ทำการศึกษาการยศาสตร์ของเฟอร์นิเจอร์สำหรับการทำงานในสำนักงาน พบว่าหากตำแหน่ง Keyboards ของคอมพิวเตอร์และเก้าอี้ทำงานสามารถปรับเปลี่ยนขึ้นลงได้จะทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกสบายขึ้น ในส่วนงานวิจัยของ Moffet, Hagberg et al. (2002) ได้ทำการศึกษาผลการออกแบบคอมพิวเตอร์แบบตั้งตัก (Laptop) กับแบบตั้งโต๊ะ (Desktop) ในเรื่องของท่าทางในการนั่งใช้งาน พบว่า คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทำให้อาการปวดคอน้อยกว่าแบบ ตั้งตักซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนอย่างดีในเรื่องการออกแบบชุดเฟอร์นิเจอร์สำหรับการทำงานเพื่อให้เกิดงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และงานวิจัยของ Bolstad, Benum et al. (2001) ได้ทำการศึกษาขนาดสัดส่วนของคน Norwegian ในอุตสาหกรรมเบาและคนทำงานในสำนักงาน ซึ่งเป็นงานวิจัยอีกชิ้นที่ใช้เป็นเอกสารยืนยันว่าข้อมูลสำรวจด้านขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อที่จะนำไปกำหนดหรือออกแบบเครื่องมือต่างๆ นั้นเก่าแล้วจึงต้องมีการสำรวจใหม่ด้วยเครื่องมือวัดใหม่และได้รายงานเรื่อง BMI ของคนอายุมากขึ้นจะมี BMI มากขึ้นซึ่งหมายถึงน้ำหนักและส่วนสูงที่เหมาะสมในการใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดอยู่จำกัดในท้องตลาดก็จะไม่เหมาะสมกับร่างกายของผู้ปฏิบัติงานได้ ซึ่งการออกแบบทางการยศาสตร์จะต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญกับขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric) และขนาด (Dimension)

โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความไม่เหมาะสม (Mismatch) ของขนาดโต๊ะเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกาย จากการศึกษาที่ผ่าน พบว่า มีนักวิชาการหลายท่านที่ได้ทำการศึกษา อาทิเช่น งานวิจัยของ Adu, Adu et al. (2014) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของคนทำงานและขนาดของ

เก้าอี้ ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำนักงานในประเทศ Ghana พบว่า ไม่มีขนาดเก้าอี้ที่เหมาะสมกับคนทำงานในส่วนใหญ่ ในขณะที่งานวิจัยของ Shikdar and Al-Kindi (2007) ได้ทำการศึกษาความไม่เหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ของระบบงานคอมพิวเตอร์ พบว่า ความไม่เหมาะสมจะพบในการออกแบบทางกายภาพของโต๊ะเก้าอี้ทำงาน โดยแบ่งเป็นรูปแบบการจัดวางตำแหน่งคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนถึง 45% ด้วยเหตุผลของที่ไม่สามารถปรับขนาดสัดส่วนเก้าอี้ได้ และ 90% ของพนักงานที่นั่งทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์มากกว่า 4 ชม./วัน จะมีปัญหาทางด้านระดับสายตากับหน้าระดับหน้าจอคอมพิวเตอร์ถึง 58% ต่อมางานวิจัยของ Castellucci, Arezes et al. (2010) ได้ทำการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์และความเหมาะสมของเฟอร์นิเจอร์ในโรงเรียน Chilean schools กับขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียนในโรงเรียนค่าที่ต้องการวัดเป็นขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะยืน 6 ค่ากับขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์ ในโรงเรียน 8 ค่า พบว่า ความสูงของโต๊ะที่ใช้เรียนสูงมากไปสำหรับนักเรียนและไม่เหมาะสมถึง 99% ในโรงเรียนหนึ่งและ 100% ในโรงเรียนอื่นๆ ในส่วนงานวิจัยของ Afzan, Hadi et al. (2012) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างขนาดสัดส่วนนักเรียนประถมศึกษาในมาเลเซียกับขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์ในโรงเรียน พบว่า ระดับความสูงของที่นั่ง ความลึกและความสูงของเก้าอี้มีความสูงเกินไปเป็นจำนวน 100% ซึ่งหมายความว่าไม่เหมาะสมเลยซึ่งอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ งานวิจัยของ Castellucci, Arezes et al. (2014) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนของร่างกายและขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์ในโรงเรียน พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ของขนาดสัดส่วนของนักเรียนและขนาดของเฟอร์นิเจอร์โต๊ะเก้าอี้ที่สามารถใช้อย่างเหมาะสมซึ่งได้เสนอเพื่อใช้ในการอ้างอิงเพื่อออกแบบขนาดเฟอร์นิเจอร์โต๊ะเก้าอี้สำหรับการเรียนของนักเรียนต่อไป ต่อมางานวิจัยของ Castellucci, Arezes et al. (2014) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Anthropometric และ Dimension ของโต๊ะเก้าอี้ ได้นำเสนอให้ใช้ความสัมพันธ์ที่เผื่อการสวมใส่รองเท้าด้วยและในเมืองไทย และจากการศึกษาของ วิจัย วันชัย แหลมหลักสกุล (2551) พบว่า ได้มีการกำหนดความสัมพันธ์ไว้ คือ ขนาดความสูงของเก้าอี้ได้เสนอความสูงเก้าอี้ในการอ่านหนังสือของคนไทยไว้ที่ 45 cm และความลึก 46 cm และความกว้างของเก้าอี้ ได้เสนอให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทต์ที่ 95 ของขนาดสะโพกของผู้หญิง ซึ่งทั้งหมดเป็นข้อมูลยืนยันอย่างดี ในความไม่เหมาะสมของการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ทั้งในโรงเรียนที่เด็กกำลังจะเติบโตต่อไปและชุดเฟอร์นิเจอร์โต๊ะเก้าอี้ในสำนักงานที่ผู้ทำงานต้องใช้ในการทำงานทั้งวัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขนาดของโต๊ะในส่วนของความสูงของโต๊ะที่ไม่เหมาะสมในสำนักงาน พบว่า มีนักวิชาการหลายท่านที่ได้ทำการศึกษา อาทิเช่น วันชัย แหลมหลักสกุล (2551) ได้กล่าวว่า

ควรออกแบบเพื่อคนสูงมากกว่าการเลือกคนใช้เกณฑ์สำหรับคนที่เตี้ย เพราะเมื่อนำไปใช้งานคนเตี้ยสามารถปรับระดับได้ ในขณะที่งานวิจัยของกิตติและคณะ (2533) พบว่า พื้นโต๊ะควรสูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง (Elbow Height, Sitting) ประมาณ 3-4 cm และในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขนาดของโต๊ะในส่วนของความลึก เช่น งานวิจัยของ Klamklay, Sungkhapong et al. (2008) กล่าวถึง การประยุกต์หลักการหาระยะพื้นที่ทำงานมากที่สุดและพื้นที่ทำงานปกติของพนักงาน ซึ่งควรออกแบบโดยใช้ค่าสัดส่วนร่างกายในเปอร์เซ็นต์ไทต์ที่ 5 และ 50 ของกลุ่มประชากรเป็นหลัก ในส่วนงานวิจัยของ Adu., Adu. et al. (2014) ได้ทำการศึกษาวิจัยทาง Office Ergonomic เพื่อตรวจสอบประเมินผลว่าโต๊ะเก้าอี้ที่ใช้ในสำนักงานมีการออกแบบที่เหมาะสมกับคนทำงานหรือไม่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการเลือกชุดเฟอร์นิเจอร์สำหรับสำนักงาน พบว่า มีจำนวนเก้าอี้ส่วนน้อยเท่านั้นที่มีส่วนสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของผู้หญิง ซึ่งเรื่องเพศเป็นอีกปัจจัยหนึ่งของการพิจารณาในการออกแบบและงานวิจัยนี้ยังได้แนะนำว่าการออกแบบเพื่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์สำนักงานควรจะอยู่บนพื้นฐานของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานทำให้การออกแบบจะเผื่อค่าไว้เพื่อให้รองรับกับคนเกือบทั้งหมด โดยกล่าวว่าจะมีคนนั่งสบายอยู่เป็นจำนวนส่วนหนึ่งที่เป็นส่วนน้อยเท่านั้นที่นั่งได้อย่างสบาย ส่วนที่เหลือจะนั่งได้แต่จะนั่งแบบไม่เหมาะสม (Mismatch) ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ต่อมางานวิจัยของ Adu, Adu et al. (2014) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนของคนทำงานในสำนักงานกับขนาดเก้าอี้ในสำนักงานเพื่อที่จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการอ้างอิงต่อไปและได้กล่าวถึงเก้าอี้ที่ผลิตออกมาไม่ได้ออกแบบเพื่อให้เกิดความสบายตัวสำหรับคนเป็นรายคนและขณะเดียวกันความสูงของโต๊ะทำงานก็ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อให้ปรับความสูงได้เป็นรายบุคคล

ในด้านข้อมูลการออกแบบชุดของโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมได้มีการศึกษาวิจัยไว้ อาทิเช่น งานวิจัยของ Tunay and Melemez (2008) ได้ทำการศึกษาหาขนาดการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายที่จำเป็นที่ใช้ในการออกแบบชุดเฟอร์นิเจอร์ของนักเรียนและในการออกแบบห้องปฏิบัติการในประเทศตุรกี ที่วัดในขณะยืนและในขณะนั่งได้ทำการออกแบบขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมสำหรับขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียน โดยให้ทดสอบด้วยชุดเก้าอี้และโต๊ะ 2 ชุดและได้มีการเปรียบเทียบ13 ขนาดสัดส่วนร่างกายของหลายประเทศเพื่อยันยันความไม่เหมาะสมด้วย ในขณะที่งานวิจัยของ Parcells, Stommel et al. (1999) ได้ศึกษาความไม่เหมาะสมระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายและขนาดของเฟอร์นิเจอร์ห้องเรียนทำให้เกิดผลต่อด้านสุขภาพของเด็กนักเรียน เช่น ปวดคอ ปวดหัว เป็นต้น และได้เสนอพารามิเตอร์ขนาดสัดส่วนของโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อ

ทำการศึกษาวิจัยสำหรับคนทำงานในสำนักงานได้ และงานวิจัยของ Castellucci, Arezes et al. (2010) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์ 3 ชุด ใน 3 โรงเรียนที่มีลักษณะสัดส่วนของร่างกายของนักเรียนของประเทศชิลี เพื่อที่จะประเมินผลความไม่เหมาะสมที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ได้เอกสารยืนยันเรื่องการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ออกมาใช้โดยไม่ได้คำนึงถึงหลักการการยศาสตร์เท่าที่ควรจะเป็น และได้เสนอแนะค่าต่างๆ แต่ก็สำหรับกลุ่มส่วนใหญ่ในที่นี้ คือ ที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และก็ยังไม่ได้มีงานวิจัยสำหรับกลุ่มสำนักงาน

สำหรับเรื่องความสัมพันธ์ของขนาดสัดส่วนร่างกายกับขนาดเฟอร์นิเจอร์ได้มีการศึกษาวิจัยไว้ อาทิเช่น งานวิจัยของ Castellucci, Arezes et al. (2014) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์สมการและรูปแบบความสัมพันธ์หลายแบบสำหรับประเมินระดับความไม่เหมาะสมของขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนและขนาดของเฟอร์นิเจอร์ในโรงเรียน โดยได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่ได้ข้อสรุปเป็นสมการด้าน Mismatch ในประเทศต่างๆ ไว้ดังError! Reference source not found. แล้วนำมาทดสอบนักเรียนส่งผลให้ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายกับขนาดเฟอร์นิเจอร์ทำให้ได้สมการที่เหมาะสมกับส่วนที่ศึกษานั้นๆ ซึ่งเป็นข้อดีอย่างมากต่องานวิจัยที่กำลังเสนอนี้ที่จะได้ทดสอบสมการต่างๆ เพื่อใช้ในการกำหนดชุดขนาดของโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับสำนักงาน

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการทดสอบเพื่อหาข้อมูลการเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายของเจ้าหน้าที่ในสำนักงานกับขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่แต่ละคนใช้ในการปฏิบัติงาน โดยผู้วิจัยได้ทดสอบโดยใช้หลักการ Mismatch ของ Castellucci, Arezes et al. (2014) ที่ใช้ความสูงนั่ง Popliteal Height: PH กับความสูงเก้าอี้ที่ควรจะเป็นกับจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากการเก็บข้อมูล Anthropometric เบื้องต้นจากกลุ่มตัวอย่าง

**งานวิจัยด้านการจัดกลุ่ม (Clustering)**

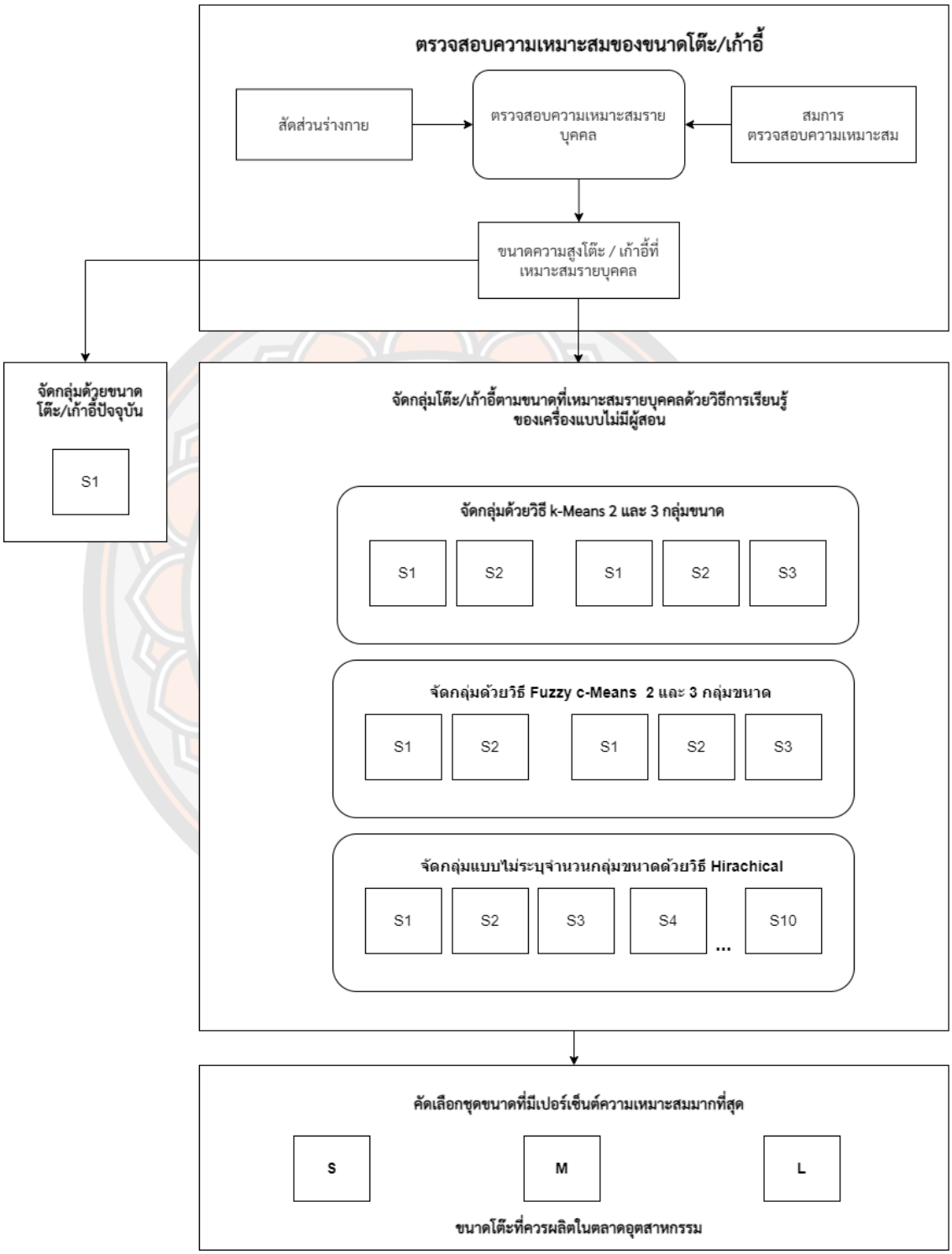
ในงานการออกแบบด้านการยศาสตร์ การจัดกลุ่มได้ถูกนำมาใช้ในงานที่หลากหลายทั้งนี้เพื่อต้องการออกแบบอุปกรณ์ให้มีความหลายหลายมากยิ่งขึ้น อาทิเช่น งานวิจัยของ Zakaria (2011) ได้ทำการศึกษาชุดนักเรียนในประเทศมาเลเซีย พบว่า ได้หลักการจัดกลุ่มไปออกแบบระบบการกำหนดขนาดต่างๆ (Sizing System) โดยใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อกำหนดขนาดเสื้อผ้าเด็กนักเรียนในประเทศมาเลเซียออกเป็นขนาดต่างๆ เช่น S, M และ L โดยได้ใช้หลักการทางสถิติ Factor Analysis ส่วน PCA: Principle component analysis สำหรับคัดเลือกตัวแปรและการวิเคราะห์

ขนาดและใช้หลักการของ Data Mining คือการจัดกลุ่ม (Clustering) โดยใช้ K-Means ทำให้ได้ขนาด(Dimensions) ของเสื้อผ้าเด็กนักเรียนมาแต่ละขนาด ในขณที่งานวิจัยของ Zakaria, Jamil Salleh et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการสำรวจแบบแผนของสัดส่วนร่างกายของนักเรียน 2 ช่วงอายุ ในประเทศมาเลเซีย เพื่อหาค่าระบบขนาดของร่างกายที่นำสู่การสร้างขนาดเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ โดยใช้หลักการของ Cluster Technique พบว่า การจัดกลุ่มสามารถทำได้ทั้งวิธีทางสถิติ คือ ใช้ PCA และเทคนิคทาง Data Mining ต่อมางานวิจัยของ Niu, He et al. (2010) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มข้อมูลรูปร่างร่างกายของบุคคล โดยเปรียบเทียบวิธีการ Principle Component Analysis: PCA และ Factor Analysis: FA ได้กล่าวถึง การแบ่งกลุ่ม (Classification) รูปร่างสัดส่วนในแบบธรรมเนียมที่ปฏิบัติมาเป็นข้อมูลที่นำไปสู่ปัญหาการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ทางการยศาสตร์ที่ถูกต้อง การวิเคราะห์ตัวแปรแบบหลายตัวแปรไม่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบในอดีต เช่น วิธี PCA, FA เป็นต้น Hsu, Lee et al. (2009) ได้ทำการศึกษาขนาดสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric) ของเพศหญิง เพื่อนำไปสู่การกำหนดกลุ่มขนาดที่ใช้ในการปรับปรุงธุรกิจเสื้อผ้าด้านการตลาดและด้านการขนส่ง โดยใช้วิธี Fuzzy Clustering Data Mining ซึ่งอ้างถึงขนาดมาตรฐาน ISO ต่างๆ มาเปรียบเทียบและยกตัวอย่างความคิดเห็นของนักวิจัยบางคน ในเรื่องความสัมพันธ์ด้านร่างกายและขนาดเสื้อผ้าที่จะออกสู่ตลาดและยังได้กล่าวถึงการนำข้อมูลเชิงคำพูด (เชิงคุณภาพ) มาใช้ในการคำนวณในที่นี้ คือ เรื่องความเป็น Fuzzy ในการจัดการแบ่งกลุ่ม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังเสนอนี้เป็นอย่างมาก ในขณะที่งานวิจัยของ VITHANAGE, JAYAWARDANA et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระบบกำหนดกลุ่มขนาดกางเกง Pant สำหรับผู้หญิงในศรีลังกา ได้กล่าวว่า ความจำเป็นในการกำหนดขนาดเสื้อผ้าสำหรับการผลิตที่ต้องมีการกำหนดขนาดไว้ก่อนหน้าเพื่อจะได้วางแผนผลิตออกมาเป็นขนาดมาตรฐานในอุตสาหกรรมและมาตรฐานนี้ก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของแต่ละประเทศ จึงได้เสนองานวิจัยชิ้นนี้มา วิธีที่ใช้ คือ ใช้ PCA เพื่อลดตัวแปรใช้ Two-stage Cluster analysis (Hierarchical cluster analysis และ K-Means algorithm) โดยได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 5 ขนาด โดยแต่ละขนาดมีค่าต่างๆ กำหนดออกเป็นความยาวช่วงขา (Inseam) และรอบเอว (Waist) ต่อมางานวิจัยของ Park and Han (2004) ได้ศึกษาการใช้แนวทาง fuzzy rule เพื่อการสร้างแบบจำลองความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการออกแบบเก้าอี้สำนักงาน โดยศึกษาถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความหรูหรา ความสมดุล ความน่าดึงดูดใจโดยได้กำหนดตัวแปรต่างๆ ของแต่ละส่วนไว้เพื่อกำหนดการออกแบบและได้ใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering Techniques) เพื่อหาส่วนย่อยของการป้อนข้อมูลที่เป็นไปได้และได้เสนอรวมทั้งกล่าวถึง

เทคนิคการจัดกลุ่มไว้หลายวิธี ในส่วนงานวิจัยของ Chang, Liu et al. (2009) ได้ทำการศึกษาการใช้หลักการของการจัดกลุ่มข้อมูล (Data clustering) และ KFNN: fuzzy neural network สำหรับการพยากรณ์การขายในอุตสาหกรรมวงจรไฟฟ้า โดยใช้ฐานความรู้จาก K-Means โดยได้จัดกลุ่มข้อมูลจากข้อมูลการขายเก่าเพื่อจัดกลุ่มลูกค้า ทั้งหมดเพื่อนำไปพยากรณ์ลูกค้ากลุ่มใหม่เครื่องมือที่ใช้คือ หลักสถิติ, PCA, SRA: Stepwise regression analysis ส่วน AI: Artificial Intelligence คือ ANNs และ Fuzzy theory

งานวิจัย Lu, Ma et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย Fuzzy C-Means: FCM เพื่อปรับปรุงการกำหนดกลุ่มเริ่มต้นให้ FCM โดยได้ใช้ WEKA ซึ่งเป็น Open Source เป็นโปรแกรมในการจัดการ ซึ่งทำให้งานวิจัยที่กำลังเสนอนี้ได้เรียนรู้วิธีการFCM และประยุกต์ใช้หลักการกำหนดระยะของข้อมูลชุดแรก ในขณะที่งานวิจัย Van der Merwe and Engelbrecht (2003) ได้ทำการศึกษาการใช้ PSO: Particle swarm Optimization เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลโดยเพิ่มการใช้ K-Means clustering เพื่อจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้กลุ่ม SWARM ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของหลักการในประเทศไทย ต่อมางานวิจัยของกาณจนา จรัญศิริไพศาล และสิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (2011) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงการจัดกลุ่มด้วย K-Means ด้วยวิธีเคอินเวอร์สฮาร์โมนิกมีน โดยเป็นอีกวิธีในการจัดกลุ่มและได้ทราบข้อด้อยของการใช้วิธี K-Means ที่ข้อมูลจะต้องอยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง งานวิจัยของ Li, Ng et al. (2008) ได้ทำการศึกษา Agglomerative Fuzzy K-Means Clustering Algorithm with Selection of Number of Clusters เพื่อเสนอการกำหนดจำนวนกลุ่ม ผู้วิจัยใช้เทคนิคทาง Fuzzy K-Means โดยใช้พิจารณาการรวมกลุ่ม (Agglomerative) เทคนิคที่ใช้คือ Agglomerative Hierarchy (Agglomerative Hierarchical Clustering) ในงานวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นชุดข้อมูลขนาดใหญ่ โดยมีการประยุกต์ใช้หลักการทาง Meta Heuristic Algorithms เช่น GA และอื่นๆ งานวิจัยของ Jain (2010) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Data clustering: 50 years beyond K-Means ได้กล่าวถึง การจัดกลุ่ม เหตุผลที่ต้องจัดกลุ่ม ประวัติการจัดกลุ่มรวมถึงประวัติและเรื่องราวของ K-Means การนำ K-Means ไปปรับปรุงขยายงานวิจัยต่อไป รวมทั้งกล่าวถึงงานวิจัย 100 กว่าเรื่องที่ได้นำไปใช้งานในสถานการณ์ต่างกัน และสุดท้ายเสนอก้าวต่อไปของเรื่องราวของการจัดกลุ่มข้อมูลต่างๆ และงานวิจัยของ ZHANG, ZHOU et al. (2006) ได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่ม ด้วย Fuzzy C-Mean Clustering บนฐานความรู้เรื่อง Mata Heuristics เรื่อง PSO: Particle Swarm Optimization และงานวิจัยของ Kannan, Ramathilagam et al. (2012) ได้ทำการศึกษา Effective fuzzy c-means clustering algorithms สำหรับแก้ปัญหาการจัดกลุ่มข้อมูล

**กรอบแนวคิดการวิจัย**



# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสามารถอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชากรกลุ่มวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 18 ปี ขึ้นไป

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ คือ ประชากรกลุ่มวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 18 ปี ขึ้นไป จำนวน 857 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 10 สิงหาคม 2559) การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของทาโร่ยามาเน่ในการคำนวณหากลุ่มตัวอย่าง โดยมีระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% (Yamane Taro, 1970)

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างและอุปกรณ์ที่ใช้นการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติในการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและอสมการสำหรับตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างขนาดของโต๊ะและเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน
2. การศึกษาสัดส่วนร่างกายที่มีผลต่อขนาดชุดเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้และโต๊ะ
3. วางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง
4. เก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง
5. ตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้องและทำความสะอาดข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ
6. วางแผนและจัดทำตารางสำหรับเก็บในโปรแกรมทางสถิติ

7. จัดสร้างฟังก์ชันด้วยภาษา VBA สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของการนั่งจากอสมการความเหมาะสมที่เลือก

8. ใช้โปรแกรมทางสถิติสำหรับการทำการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

9. นำข้อมูลผลจากการจัดกลุ่มด้วยโปรแกรมทางสถิติ

10. ทำการสอบแบบการจัดกลุ่มแบบต่างๆ พร้อมทดสอบและค้นหาการเหมาะสมของเก้าอี้และโต๊ะของข้อมูลของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดปัจจุบัน

11. ทำการทดสอบการจัดกลุ่มแบบต่างๆ พร้อมทดสอบและค้นหาการเหมาะสมของเก้าอี้และโต๊ะของข้อมูลของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดกลุ่มต่างๆ จัดกลุ่มด้วย k-Means แบบ 2 ขนาด จัดกลุ่มด้วย k-Means แบบ 3 ขนาด จัดกลุ่มด้วย Fuzzy C-Means แบบ 2 ขนาด จัดกลุ่มด้วย Fuzzy C-Means แบบ 3 ขนาด

12. เปรียบเทียบร้อยละความเหมาะสมระหว่างขนาดโต๊ะและเก้าอี้แต่ละวิธีและแต่ละขนาด

13. จัดทำการทดลองปรับขนาดความสูงของเก้าอี้ในสำนักงานปัจจุบันที่สามารถปรับระดับความสูงได้กับความสูงของโต๊ะปัจจุบัน

14. วิเคราะห์ผลข้อมูล

15. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

**การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล**

ในการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายคนวัยทำงานตั้งแต่ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป ภายในจังหวัดพิษณุโลกจะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายว่า มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ เพื่ออนุมานผลที่ได้เป็นข้อมูลของประชากรทั้งหมด จะทำการตรวจสอบเฉพาะข้อมูลส่วนสูง เนื่องจากส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนด้านความยาว (Oyewole et al, 2010; Roebuck et al, 1975) สัดส่วนทางด้านความยาวที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal Height: PH) ความสูงของข้อสอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting : EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder Height Sitting: SHS) ดังนั้น หากข้อมูลส่วนสูงมีการแจกแจงแบบปกติแล้วข้อมูลสัดส่วนทางด้านความยาวต้องมีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ซึ่งการแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกินนัยสำคัญของประชากรไทยเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ โดยการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล จะใช้โปรแกรม Minitab ตรวจสอบมีขั้นตอนดังนี้

1) เรียงข้อมูลความสูงจากน้อยไปมาก

2) ตรจสอบด้วยกราฟฮิสโตแกรมโดยใช้ฟังก์ชัน Graph เลือกกราฟแบบ Histogram และเลือกรูปแบบกราฟแบบ With Fit แล้วทำการตรวจสอบว่า ข้อมูลมีการกระจายความถี่ของข้อมูลแบบปกติค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลางหรือไม่

3) ตรวจสอบด้วยกราฟเส้นใช้ฟังก์ชัน Stat เลือกรูปแบบ Basic Statistics และเลือกแบบ Normality Test แล้วทำการตรวจสอบว่า กราฟมีจุดตัดเรียงตัวกันเป็นเส้นตรงหรือไม่ ซึ่งข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ลักษณะเกิดจุดแต่ละจุดจะอยู่ใกล้เคียงกัน และค่า P-value ของค่าสถิติ ต้องมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

**อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของโต๊ะและเก้าอี้**

**อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงของที่นั่ง**

ความสูงของที่นั่ง (SH) มีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ซึ่งความสูงของที่นั่งนั้นต้องมีระดับที่ต่ำกว่าขาพับ (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003) เพื่อให้ขาท่อนล่างเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยที่ขาท่อนล่างจะต้องทำมุม 5-30 องศากับพื้น และในปัจจุบันสำนักงานส่วนใหญ่มีการสวมรองเท้าขณะทำงาน ดังนั้น จึงต้องมีการคิดความสูงของพื้นรองเท้าด้วย (SC) ดังสมการ (PH + SC)cos30°s SH s (PH + SC)cos5°

โดยที่ PH คือ ความสูงของขาพับ

SH คือ ความสูงของที่นั่ง

SC คือ ความสูงของพื้นรองเท้า

**อสมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ**

ความสูงของโต๊ะทำงานจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับความสูงของศอก (EHS) โดยมุมกางศอกและมุมงอแขนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ มุม 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ(Chaffin and Anderson, 1991) ดังอสมการ EHS s SDH s 0.8517EHS + 0.14855SHS

โดยที่ EHS คือ ความสูงของศอก

SDH คือ ความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ

# บทที่ 4

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยสามารถอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

**อักษรย่อ**

| | | |
|---|---|---|
| M | = | Match หมายถึง จำนวนเหมาะสมรวม |
| N | = | Not Match หมายถึง จำนวนไม่เหมาะสมรวม |
| NG | = | No Group หมายถึง การจัดแบบเดิมไม่ได้มีการจัดกลุ่มชุดขนาด |
| S1 | = | Size#1 หมายถึงชุดขนาดที่ 1 |
| SH | = | Seat Height หมายถึง ความสูงเก้าอี้ |
| DH | = | Desk Height หมายถึง ความสูงโต๊ะ |
| MB | = | Match Both หมายถึง เหมาะทั้งคู่ (เหมาะสมทั้งเก้าอี้และโต๊ะ) |
| H-S | = | Too high Seat หมายถึง เก้าอี้สูงเกินไป |
| L-S | = | Too Low Seat หมายถึง เก้าอี้ต่ำเกินไป |
| M-S1-S | = | Match Size#1 Seat หมายถึง เหมาะกับชุดขนาดที่ 1 ของเก้าอี้ |
| H-D | = | Too high Desk หมายถึง โต๊ะสูงเกินไป |
| L-D | = | Too Low Desk หมายถึง โต๊ะต่ำเกินไป |
| M-S1-D | = | Match Size#1 Desk หมายถึง เหมาะกับชุดขนาดที่ 1 ของโต๊ะ |
| KM2 | = | k-Means 2 cluster หมายถึง การจัดชุดขนาดแบบ 2 กลุ่มด้วยวิธี k-Means |
| KM3 | = | k-Means 3 cluster หมายถึง การจัดชุดขนาดแบบ 3 กลุ่มด้วยวิธี k-Means |
| FCM2 | = | fcm 2 cluster หมายถึง การจัดชุดขนาดแบบ 2 กลุ่มด้วยวิธี Fuzzy C-Means |
| FCM3 | = | fcm 3 cluster หมายถึง การจัดชุดขนาดแบบ 3 กลุ่มด้วยวิธี Fuzzy C-Means |
| M-Sx-S | = | Match Size#x Seat หมายถึง เหมาะกับชุดขนาดที่ x (1,2,3) ของเก้าอี้ |

M-Sx-D = Match Size#x Seat หมายถึง เหมาะกับชุดขนาดที่ x (1,2,3) ของโต๊ะ

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 857 คน พบว่า เป็นเพศชาย จำนวน 427 คน คิดเป็นร้อยละ 49.82 และเป็นเพศหญิง จำนวน 430 คน คิดเป็นร้อยละ 50.18 และผลการวิเคราะห์ข้อมูลสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 2

**ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง**

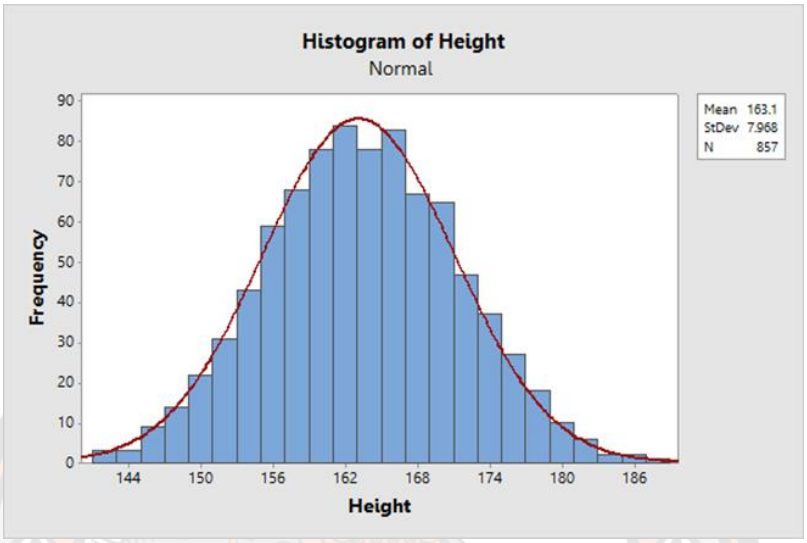
| Descriptive Statistic | Height | PH | SHS | EHS |
|---|---|---|---|---|
| Mean | 163.10 | 41.84 | 57.79 | 23.43 |
| Standard Error | 0.27 | 0.07 | 0.10 | 0.10 |
| Median | 163.00 | 41.80 | 58.00 | 23.50 |
| Mode | 160.00 | 41.00 | 58.00 | 24.00 |
| Standard Deviation | 7.97 | 2.14 | 2.88 | 2.80 |
| Sample Variance | 63.48 | 4.56 | 8.27 | 7.85 |
| Kurtosis | -0.22 | -0.56 | 0.04 | -0.13 |
| Skewness | 0.04 | 0.21 | -0.21 | 0.12 |
| Range | 46.00 | 12.50 | 16.50 | 17.00 |
| Minimum | 141.00 | 36.00 | 49.00 | 16.00 |
| Maximum | 187.00 | 48.50 | 65.50 | 33.00 |
| Sum | 139779.50 | 35853.00 | 49527.70 | 20082.40 |
| Count | 857.00 | 857.00 | 857.00 | 857.00 |
| **Confidence Level (95.0%)** | **0.53** | **0.14** | **0.19** | **0.19** |

**ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบข้อมูลเชิงสถิติ**

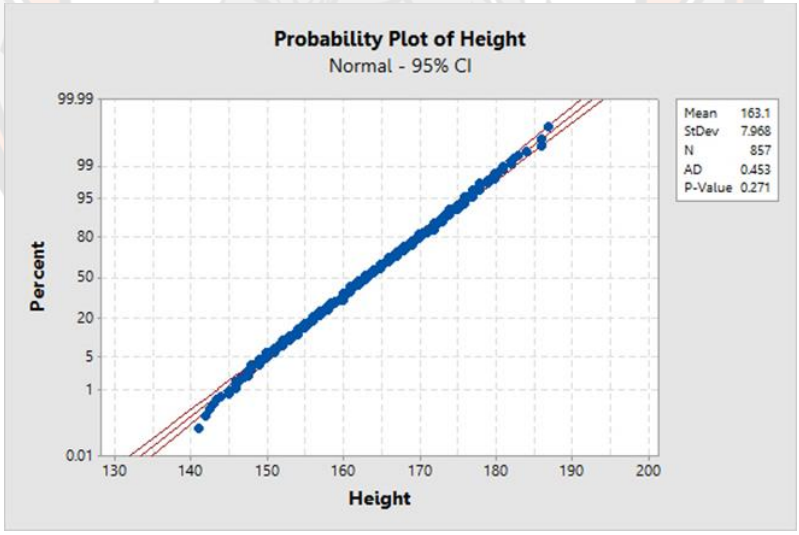
**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ข้อมูลมีการกระจายความถี่ของข้อมูล แบบปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง ดังแสดงในภาพ 12 และภาพ 13 แสดงให้เห็นว่ากราฟ มีจุดตัดเรียง

ตัวกันเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงถึงข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ลักษณะเกิดจุดแต่ละจุดจะอยู่ใกล้เคียงกัน และค่า P-value ของค่าสถิติ มีค่าเท่ากับ 0.271 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสามารถอนุมานเป็นตัวแทนของประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้

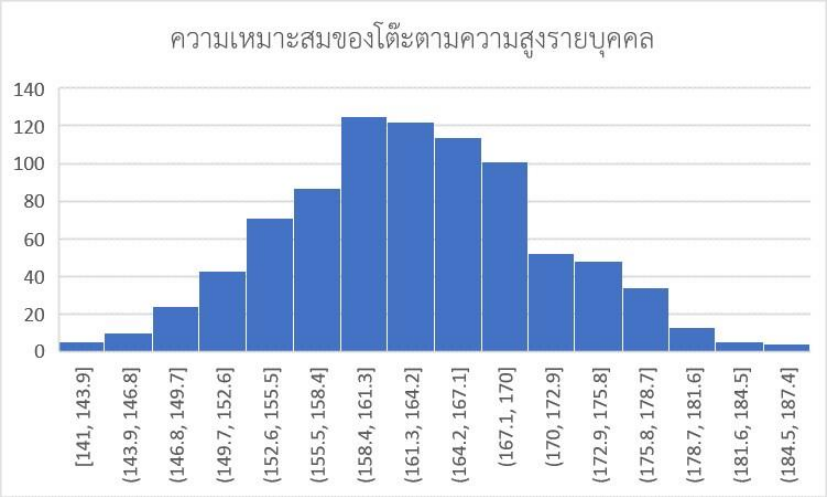



**ภาพ 12 แสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด**



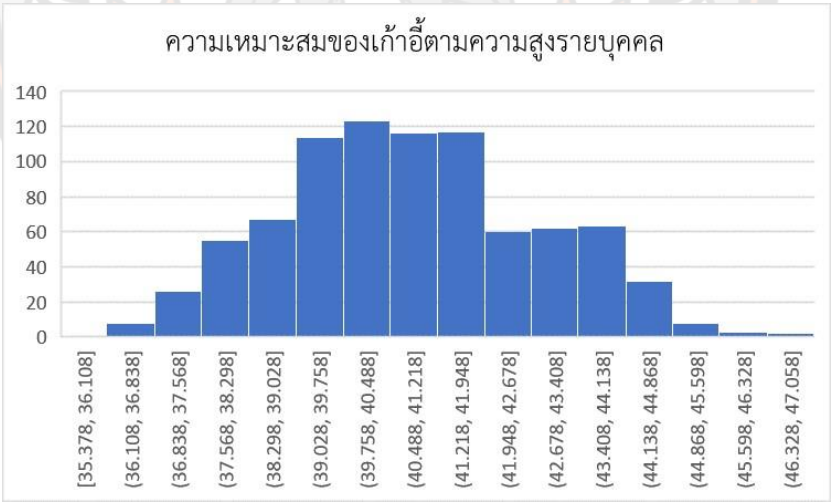

**ภาพ 13 แสดงกราฟเส้นแสดงการกระจายของข้อมูลส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง**

**ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมรายบุคคล**




**ภาพ 14 ความเหมาะสมของโต๊ะตามความสูงของร่างกายรายบุคคล**

จากภาพ 14 แสดงกราฟความเหมาะของโต๊ะตามความสูงของร่างกายรายบุคคล พบว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นโค้งปกติ โดยจะมีช่วงความสูงของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 141-143.9 ซม มีจำนวนน้อย จนถึงขนาดความสูง 3 คนจนถึงช่วงสัดส่วนความสูง 152.6-170 ซม. ซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ จนถึง 184.5-187.4 ซม.มีจำนวนน้อย




**ภาพ 15 แสดงการกระจายความเหมาะของเก้าอี้ตามความสูงร่างกายรายบุคคล**

จากภาพ 15 แสดงกราฟความเหมาะของเก้าอี้ตามความสูงของร่างกายรายบุคคล พบว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นโค้งปกติ โดยจะมีช่วงความสูงของเก้าอี้ตั้งแต่ 35.37-36.10 มีจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นส่วนน้อย และช่วงความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับคนส่วนใหญ่คือช่วงความสูงตั้งแต่ 39.02-

39.07 จนถึงช่วง 41.21-41.94 ซม. มีจำนวนรวมกันประมาณ 460 คน (110+120+115+115) หรือประมาณ 50% ของประชากรตั้งหมดและกระจายไปขนาดต่างๆ

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขนาดสัดส่วนร่างกายตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน**

ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มโดยใช้มาตรฐาน มอก.ปัจจุบัน พบว่า ค่ากำหนดชุดขนาดเดียว (S1) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วยขนาดความสูงของเก้าอี้ (SH) ที่มีความสูง 42.5 ซม.และความสูงโต๊ะ 75 ซม.ตามขนาดที่แพร่หลายในปัจจุบัน และกำหนดให้เป็น S1 คือมีขนาดเดียว ดังแสดงในตาราง 3

**ตาราง 3 แสดงค่ากำหนดขนาดความสูงเก้าอี้และโต๊ะมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน**

| NG | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 42.5 | 75 |

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่ากำหนดขนาดความสูงโต๊ะ/เก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน ด้วยขนาดความสูงเก้าอี้ 42.5 ซม และโต๊ะสูง 75 ซม.แบบเก้าอี้ที่ไม่สามารถปรับระดับได้ เพื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมตามความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างและขนาดความสูงของโต๊ะ/เก้าอี้ พบว่ามีจำนวนที่เหมาะสมรวม(M) เพียง 5.83% หรือคิดเป็นจำนวน 51 คน แต่มีจำนวนไม่เหมาะสมซึ่งอาจจะสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ไม่เหมาะสมกับขนาดความสูงเก้าอี้ ไม่เหมาะสมกับขนาดความสูงโต๊ะ หรือไม่เหมาะสมทั้ง 2 อย่าง สรุปรวมดังแสดงในตาราง 4

**ตาราง 4 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน**

| NG-MB (เก้าอี้ 42.5 – โต๊ะ 75 ซม.) | ความเหมาะสมรวม(ทั้งโต๊ะและเก้าอี้) |
|---|---|
| M | 5.83% |
| N | 94.17% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากผลสรุปในตาราง 4 ซึ่งเป็นการสรุปความเหมาะสมของการนั่งที่ใช้ขนาดความสูงของเก้าอี้ที่ 42.5 ซม. และขนาดความสูงของโต๊ะที่ 75 ซม. เมื่อตรวจสอบเพิ่มขึ้นในรายละเอียดตามผลสรุปในตาราง 5 พบว่าขนาดความสูงที่เหมาะสมทั้งโต๊ะและเก้าอี้มีแค่เพียง 5.83% หรือ 6% หรือคิดเป็นจำนวนคือ 52 คน ที่เหลือ 94% คือ สูงเกินไป (H) ทั้งเก้าอี้และความสูงของโต๊ะซึ่งมีตัวเลขคือ 26.72% หรือเป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 234 คน จาก 857 คน และจะ ผู้ที่นั่งเหมาะสม (M-S1-D) คือโต๊ะเหมาะสม จำนวน 4.78% หรือคิดเป็น 41 คน รวมทั้งหมดที่เก้าอี้สูงเกินไปเป็น 31.51% หรือเป็นจำนวน 270 คนจาก 857 คน กรณีเก้าอี้ต่ำเกินไป (L) โดยไม่มีจำนวนที่เก้าอี้ต่ำไปและโต๊ะสูง

ไป แต่มีเก้าอี้ต่ำไปและโต๊ะต่ำไปเป็น 0.23% ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างขอบของข้อมูล และเก้าอี้ต่ำไปแต่โต๊ะเหมาะสมมีจำนวน 0.23% ด้วย รวมความเหมาะสมของเก้าอี้ที่ขนาดต่ำเกินไปรวมเป็น 0.47% จึงเหลือแต่ขนาดเก้าอี้ที่เหมาะสมแต่โต๊ะสูงเกินไปมีจำนวน 34.71 % ซึ่งเป็นจำนวนที่เยอะสุดของประเทศไทย ซึ่งถ้าคิดเป็นจำนวนคนมีถึงจำนวน 306 คนจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 857 คนซึ่งเป็นปัญหาของปัจจุบัน และมีจำนวนที่เก้าอี้เหมาะสมแต่โต๊ะต่ำไปมีจำนวน 1.28% และสุดท้ายที่เหมาะสมสุดของประเทศไทยในกรณีในสถานการณ์ในปัจจุบันมีจำนวน 31.04% หรือเป็นจำนวน 266 คนซึ่งถือว่าน้อยมาก เมื่อมองในภาพรวมแล้วรวมจำนวนที่เก้าอี้มีความเหมาะสมทั้งหมดไม่ว่าโต๊ะจะสูงไป ต่ำไปหรือเหมาะสมอย่างใดอย่างหนึ่งมีจำนวนถึง 68.03% ซึ่งเป็นจำนวน 583 คนจาก 857 คน ซึ่งถือว่ามีอยู่เป็นจำนวนมาก

**ตาราง 5 แสดงรายละเอียดความเหมาะสมตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน**

| สรุปผลตามรายการ | Count of NG-MB |
|---|---|
| **H-10-S** | **0.12%** |
| H-9-D | 0.12% |
| **H-6-S** | **16.22%** |
| H-10-D | 0.35% |
| H-1-D | 0.70% |
| H-2-D | 1.40% |
| H-3-D | 1.28% |
| H-4-D | 1.87% |
| H-5-D | 3.38% |
| H-6-D | 2.22% |
| H-7-D | 2.10% |
| H-8-D | 1.98% |
| H-9-D | 0.70% |
| M-S1-D | 0.23% |
| **H-7-S** | **11.20%** |
| H-10-D | 0.35% |
| H-11-D | 0.12% |
| H-2-D | 0.35% |
| H-3-D | 1.52% |
| H-4-D | 1.17% |
| H-5-D | 1.98% |
| H-6-D | 1.75% |

| สรุปผลตามรายการ | Count of NG-MB |
|---|---|
| H-7-D | 2.10% |
| H-8-D | 1.28% |
| H-9-D | 0.58% |
| **H-8-S** | **3.85%** |
| H-10-D | 0.47% |
| H-11-D | 0.12% |
| H-12-D | 0.12% |
| H-2-D | 0.12% |
| H-3-D | 0.12% |
| H-4-D | 0.23% |
| H-5-D | 0.58% |
| H-6-D | 0.47% |
| H-7-D | 0.93% |
| H-8-D | 0.35% |
| H-9-D | 0.35% |
| **H-9-S** | **0.12%** |
| H-8-D | 0.12% |
| **L-0-S** | **0.23%** |
| M-S1-D | 0.23% |
| **L-1-S** | **0.23%** |
| M-S1-D | 0.23% |
| **M-S1-S** | **68.03%** |
| H-0-D | 2.57% |
| H-10-D | 0.12% |
| H-1-D | 7.70% |
| H-2-D | 10.50% |
| H-3-D | 10.97% |
| H-4-D | 9.68% |
| H-5-D | 8.52% |
| H-6-D | 5.95% |
| H-7-D | 3.03% |
| H-8-D | 2.33% |
| H-9-D | 0.70% |
| L-0-D | 0.12% |

| สรุปผลตามรายการ | Count of NG-MB |
|---|---|
| M-S1-D | **5.83%** |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

**ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง**

ในการนี้การจัดชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้ในสำนักงานที่ปัญหาส่วนใหญ่มาจากเรื่องความสูงของเก้าอี้และโต๊ะ ซึ่งได้แสดงให้เห็นด้วยจำนวนต่างๆ ในตารางสรุปของการใช้ขนาดสัดส่วนความสูงตามมาตรฐาน มคอ. ที่ผ่านมาจะเห็นว่ามีจำนวนที่ไม่เหมาะสมมีจำนวนมากเพราะเหตุผลส่วนหนึ่งคือการใช้ขนาดสัดส่วนความสูงขนาดเดียวไม่ว่าจะเป็นโต๊ะและเก้าอี้ ดังนั้นในการทำวิจัยจึงได้มุ่งแก้ปัญหาของการแบ่งกลุ่มทางด้านความสูงเป็นหลักโดยมีสมมติฐานที่ว่าถ้ามีกลุ่มของขนาดมากขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการนั่งตามหลักการทางการยศาสตร์จะมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่มากขึ้นและได้เลือกใช้วิธีการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพราะจะมีหลักการการแบ่งกลุ่มที่อิงตามข้อมูลจริงมากกว่ากว่าวิธีทางสถิติ จึงได้เลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องในที่นี้คือวิธี K-Mean วิธี FCM และวิธี Hierarchical Clustering โดยจะทำการจัดกลุ่มเป็น 2 ขนาดและ 3 ขนาดในแต่ละวิธี และจะนำแต่ละกลุ่ม และแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาความเหมาะสมรวมที่ดีที่สุด จึงจะเริ่มด้วยการจัดกลุ่มแต่ละวิธีและแต่ละขนาดดังนี้

**การจัดกลุ่มวิธี k-Means แบบ 2 และแบบ 3 กลุ่ม**

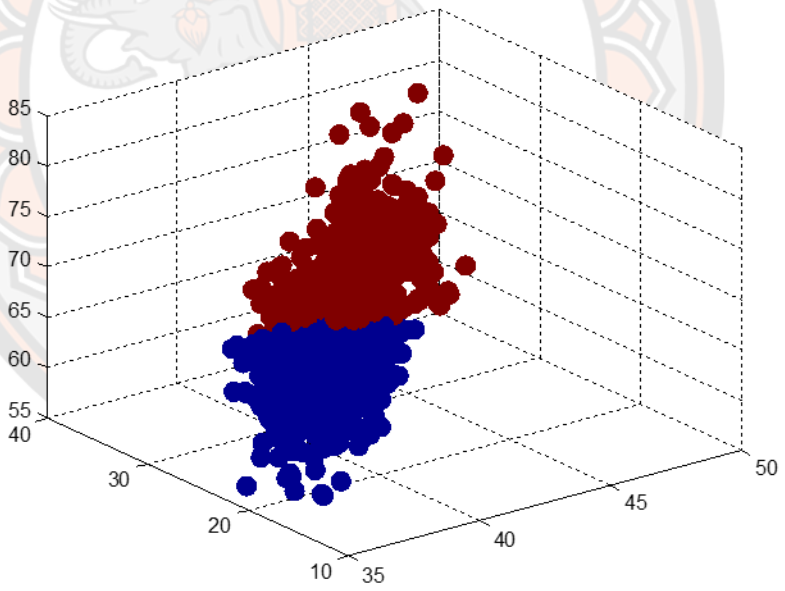
**1) การจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ 2 ชุดขนาด**

จากการต้องการแบ่งกลุ่มขนาดชุดสำนักงานที่เหมาะสมงานวิจัยนี้จึงได้เริ่มด้วยการแบ่งชุดเป็นแบบ 2 ชุดขนาดโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องประเภทและได้ใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ k-Means ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายและใช้งานได้ง่ายด้วยโปรแกรมต่างๆ ในการวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม MATLAB ที่มีฟังก์ชันนี้อยู่ คือ ฟังก์ชัน k-means โดยใช้ข้อมูลชุดขนาดข้อมูลที่จัดเก็บและนำค่าความสูงของเก้าอี้ (SH) ที่เหมาะกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างรายการนั้นส่วนสูงจากพื้นนั่งเก้าอี้ถึงส่วนสูงโต๊ะ (SDH) ที่เหมาะสมและส่วนสูงของโต๊ะที่เหมาะสม (DH) มาจัดใส่ในตัวแปรใน MATLAB คือ ShSdhDh ซึ่งเป็นเมตรตริกขนาด 857x3 และใช้คำสั่งเพื่อสร้างการจัดกลุ่มแบบ 2 ขนาด ดังนี้

**คำสั่ง**

```
[kcidx2,kcmeans2] = kmeans(ShSdhDh,2)
scatter3(ShSdhDh (:,1), ShSdhDh (:,2), ShSdhDh (:,3),100,kcidx2,'filled')
```

ผลจากคำสั่ง สามารถแสดงผลการจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ 2 ขนาดและได้ผลลัพธ์เป็นเมตรตริกขนาด 2x3 ซึ่งประกอบด้วย ขนาดที่ 1 (SH-S1) คือส่วนสูงเฉลี่ยของเก้าอี้ซึ่งเป็นตัวแทนความสูงของกลุ่มที่ 1 (S1) โดยจะมีค่าเฉลี่ยของขนาดความสูงของเก้าอี้คือ 39.42 ขนาด SDH-S1 เป็น 23.90 และ DH-S1 เป็น 63.32 และขนาดที่ 2 (SH-S2) จะมีค่าเฉลี่ยของ SH-S2, SDH-S2 และ DH-S2 เป็น 42.15, 27.99 และ 70.15 ตามลำดับ ซึ่งได้ผลลัพธ์ภาพและตารางเพื่อการกำหนดเป็นค่ากำหนดในการตรวจสอบความเหมาะสมรายบุคคลและได้ผลการตรวจสอบดังตาราง. จากนั้นได้คัดเลือกเฉพาะส่วนสูงเก้าอี้และส่วนสูงของโต๊ะทั้ง 2 กลุ่มมาเป็นตัวตรวจสอบของฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างในซอฟต์แวร์สเปรดชีต เพื่อมาตรวจสอบว่าชุดขนาดสัดส่วนที่ถูกแบ่งกลุ่มมาจากวิธี k-Means ที่มี 2 ขนาดนี้มีความเหมาะสมกี่เปอร์เซ็นต์ดีกว่าแบบขนาดเดียวที่กล่าวนำมาหรือไม่อย่างไรผลที่ได้แสดงดังภาพ 16 แสดงผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Mean แบบ 2 กลุ่ม และตาราง 6 แสดงผลค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม




**ภาพ 16 แสดงผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Mean แบบ 2 กลุ่ม**

จากภาพ 16 แสดงผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Mean แบบ 2 กลุ่ม แสดงให้เห็นถึงการคำนึงข้อมูลหลายมิติพร้อมๆ กันเพื่อนำไปใช้งานที่ไม่ได้พิจารณาแยกเป็นมิติเดียวรายๆ ไปซึ่งจะมีความเป็นจริงมากกว่า ดังแสดงในตาราง 6 แสดงผลค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม

**ตาราง 6 แสดงผลค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม**

| KM2 | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 39.42034905 | 63.32233583 |
| S2 | 42.15974644 | 70.15774776 |

จากตาราง 6 แสดงผลค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่มซึ่งเป็นตารางแสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่มแล้วใช้ฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างไว้และนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง และได้ผลดังตารางซึ่งมีจำนวน 2 ขนาดคือ ชุดขนาดแรก (S1) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 39.42 คิดเป็น 40 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 63.32 คิดเป็น 64 ซม. และชุดขนาดที่ 2 (S2) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 42.15 คิดเป็น 42 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 70.15 คิดเป็น 70 ซม และหลังจากจากใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละขนาดตามคำสั่งดังนี้

**คำสั่ง**

=ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$AM$10",B2,C2,D2)

=ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$AM$10",B2,C2,D2)

ผลตรวจสอบความเหมาะสมด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม สามารถแสดงผลสรุปตามตาราง 7 แสดงผลตรวจสอบความเหมาะสมด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม ได้ดังนี้

**ตาราง 7 แสดงผลตรวจสอบความเหมาะสมด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม**

| Count of KM2-MB | จำนวนความเหมาะสมโต๊ะ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **จำนวนความเหมาะสมเก้าอี้** | **L** | **M-S2-D** | **H** | **M-S1-D** | **ผลรวมทั้งหมด** |
| H | 0.00% | 0.12% | 0.58% | 0.35% | 1.05% |
| L | 0.47% | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.58% |
| M-S1-S | 0.12% | 7.58% | 2.57% | 16.10% | 26.37% |
| M-S2-S | 5.37% | 43.06% | 0.93% | 22.64% | 72.00% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **5.95%** | **50.88 %** | **4.08 %** | **39.09 %** | **100.00%** |

จากตาราง 7 แสดงผลตรวจสอบความเหมาะสมด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม ซึ่งจะมีผลการทดลองออกมาดังนี้ ตารางได้แบ่งออกมาเป็นระดับแถวและคอลัมน์ ข้อมูลทางแถวจะเป็นข้อมูล

ของการใช้งานเก้าอี้ ความสูงไป (H) ต่ำไป (L) และขนาดคัดส่วนเหมาะสมของขนาดต่างๆ ทั้งกลุ่มที่ 1 (M-S1-S) และ M-S2-S และฝั่งคอลัมน์เป็นข้อมูลของโต๊ะ คือโต๊ะต่ำเกิน (L) เหมาะสมในขนาดที่ 2 (M-S2-D) สูงเกินไป (H) เหมาะสมในขนาดที่ 1 (M-S1-D) และผลรวม ซึ่งจากตาราง จะเห็นว่าไม่มีขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่สูงไปและโต๊ะที่ต่ำไปเลย คือ ค่า H และ L เป็น 0 % ถ้ามองตามแถวคือฝั่งเก้าอี้ที่สูงเกินไป (H) จะไม่มีโต๊ะที่ต่ำไปแต่จะสามารถใช้ได้เหมาะสมกับชุดขนาดกลุ่ม 2 (M-S2-D) 0.12% สูงไป 0.58% และเหมาะสมกับชุดขนาด 1 (M-S1-D) 0.35% หรือรวมที่สูงไป แค่ 1.05 % หรือเป็นจำนวนแค่ 9 คน ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับแบบมีขนาดเดียวตามตาราง 4 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน ที่มีถึง 31.51% หรือ 270 คน แสดงให้เห็นว่าเมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่มในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ มีจำนวนความเหมาะสมรวมกลุ่มแรกเท่ากับ 766 คน (ร้อยละ 89.38) และกลุ่มที่สองมีจำนวนความเหมาะสมรวมเท่ากับ 335 คน (ร้อยละ 79.57) จึงทำให้ผลรวมจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งสองกลุ่มหรือจำนวนความเหมาะสมรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 699 คน (ร้อยละ 81.56) ดังแสดงในตาราง 8 แสดงผลสรุปความเหมาะสมรวมโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม

**ตาราง 8 แสดงผลสรุปความเหมาะสมรวมโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม**

| สรุปผลตามรายการ | Count of KM2-MB |
|---|---|
| M | 89.38% |
| N | 10.62% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

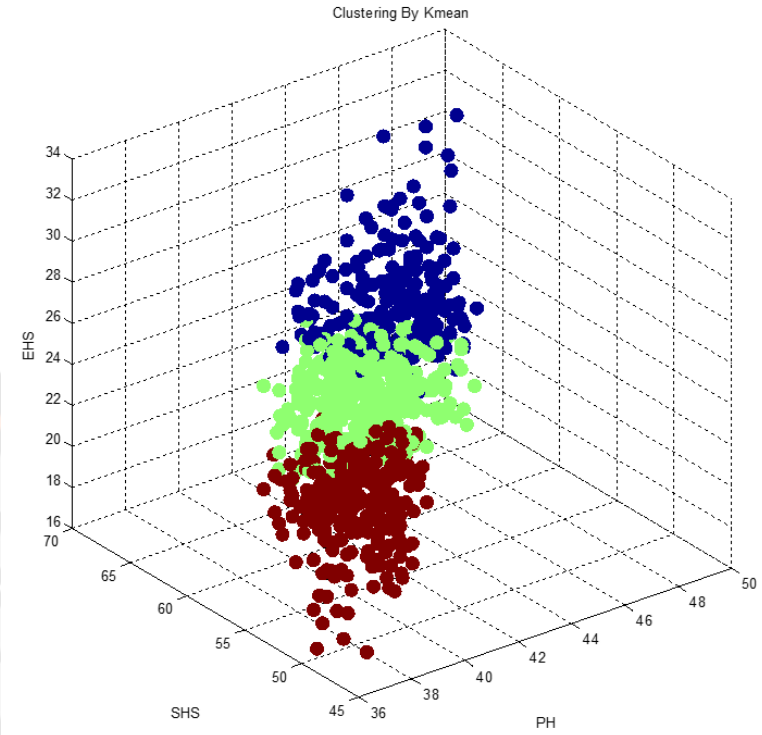
จากตาราง 8 แสดงผลสรุปความเหมาะสมรวมโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม พบว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม ในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ จะมีจำนวนความเหมาะสม (M) จำนวน 766 คน คิดเป็นร้อยละ 89.38 และที่ไม่เหมาะ (N) จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 10.62 ซึ่งดีกว่าแบบขนาดเดียวโดยมีผลต่างกันที่ 68.96-10.62 = 58.34% หรือเป็นจำนวน 500 คน จาก 857 คน

**2) การจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ 3 ชุดขนาด**

จากหัวข้อที่ผ่านมาซึ่งการจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ 2 ชุดขนาดจะเห็นได้ว่าผลสรุปรวมของความเหมาะสมมีถึง 89.38% หรือ 90% เลยจึงมีข้อสงสัยว่าจำนวนกลุ่มเยอะจะทำให้ความเหมาะสมรวมจะมีจำนวนมากขึ้นหรือไม่ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองโดยการแบ่งขนาดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม จึงได้ทำการทดลองใน MATLAB โดยใช้คำสั่งดังนี้

**คำสั่ง**

1. [kcidx,kcmeans] = kmeans(ShSdhDh,3)
2. scatter3(ShSdhDh (:,1), ShSdhDh (:,2), ShSdhDh (:,3),100,kcidx,'filled')




**ภาพ 17 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาด**

จากผลคำสั่งสามารถแสดงออกมาภาพรวมของการจัดกลุ่ม ดังแสดงในภาพ 17 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาด แสดงให้เห็นถึงการคำนึงข้อมูลหลายมิติพร้อมๆกันเพื่อนำไปใช้งานที่ไม่ได้พิจารณาแยกเป็นมิติเดียวรายๆไปซึ่งจะมีความเป็นจริงมากกว่าโดยเฉพาะขนาดสัดส่วนร่างกายที่อยู่ในกลุ่มสั้น (ด้านล่าง) และส่วนยาว (ด้านบน) จะมีจำนวนมากกว่าส่วนตรงกลาง และสามารถสรุปออกมาเป็นค่ากำหนดสำหรับชุดโต๊ะเก้าอี้ของ 3 ขนาดดังแสดงด้วยตาราง 9 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม

**ตาราง 9 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม**

| KM3 | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 38.98516135 | 61.87331315 |
| S2 | 40.66847614 | 66.84092273 |
| S3 | 43.0054073 | 72.01193225 |

จากตาราง 9 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม เพื่อการแสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม โดยใช้ฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างไว้และนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างและได้ผลออกมาเป็นจำนวน 3 ขนาดคือ ชุดขนาดแรก (S1) ซึ่งจะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 38.98 คิดเป็น 39 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 61.87คิดเป็น 62 ซม. ชุดขนาดที่ 2 (S2) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 40.66 คิดเป็น 41 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 66.84 คิดเป็น 70 ซม และขนาดที่ 3 (S3) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 43.00 คิดเป็น 43 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 72.01 คิดเป็น 72 ซม จึงได้ใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมแบบ 3 ชุดขนาด ด้วยคำสั่งนี้

**คำสั่ง**

=ChkFitEachSizeV2("SH",3,"$AM$1",B2,C2,D2) เพื่อตรวจสอบชุดของเก้าอี้

=ChkFitEachSizeV2("DH",3,"$AM$1",B2,C2,D2) เพื่อตรวจสอบชุดของโต๊ะ

หลังจากจากใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละขนาดแสดงให้เห็นผลขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมกับแต่ละชุดขนาด ดังแสดงในตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด

**ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด**

| Count of KM3-MB | Column Labels | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **สรุปผลตามรายการ** | **H-D** | **L-D** | **M-S1-D** | **M-S2-D** | **M-S3-D** | **ผลรวมทั้งหมด** |
| H-S | 0.00% | 0.00% | 0.23% | 0.00% | 0.00% | 0.23% |
| L-S | 0.00% | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.12% | 0.23% |
| M-S1-S | 0.82% | 0.00% | 2.57% | 2.22% | 0.82% | 6.42% |
| M-S2-S | 0.58% | 0.00% | 12.25% | 14.94% | 8.87% | 36.64% |
| M-S3-S | 0.00% | 2.10% | 3.50% | 19.02% | 31.86% | 56.48% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **1.40%** | **2.22%** | **18.55%** | **36.17%** | **41.66%** | **100.00%** |

จากตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด มีผลการทดลองออกมาเป็นข้อมูลของการใช้งานเก้าอี้จาก ความสูงไป(H) ต่ำไป(L) และขนาดคัดส่วนเหมาะสมของขนาดต่างๆ ทั้งกลุ่มที่ 1 (M-S1) กลุ่มที่ 2 (M-S2) และ กลุ่มขนาดที่ 3 (M-S3) ซึ่งจากตารางจะพบว่าไม่มีขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่สูงไปที่ต่ำไปเลยก็คือ ค่า H และ L เป็น 0 % ถ้ามองตามแถวคือฝั่งเก้าอี้ที่สูงเกินไป (H-D) จะไม่มีโต๊ะที่ต่ำสูงไป และต่ำไปเลย (0.00%) แต่จะสามารถอยู่ในชุดขนาดกลุ่ม 1 (M-S1-D) 0.23% ได้ ถ้ามาพิจารณาเก้าอี้ต่ำไป (L-S) จะไม่มีโต๊ะที่สูงไปแต่จะอยู่ในกลุ่มที่โต๊ะต่ำไปด้วย

(L-D) เป็นจำนวน 0.12 % ซึ่งแค่ 1 คนจาก 857 คน และจะสามารถอยู่ในชุดขนาดโต๊ะกลุ่ม 3 ได้ (M-S3-D) มีจำนวน 0.12% คือประมาณ 1 คน ส่วนที่เหลือจะสามารถอยู่ในกลุ่มชุดขนาดทั้งหมดซึ่งอาจเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะเหมาะสมทั้งคู่ เช่น ความสูงเก้าอี้ที่ขนาดเหมาะสมของกลุ่มขนาดที่ 1 (M-S1-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.82, 2.57, 2.22 และ 0.82 ตามลำดับ ถัดมาสูงเหมาะสมของเก้าอี้ของชุดขนาดที่ 2 (M-S2-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.58, 12.25, 14.94 และ 8.87 ตามลำดับ ซึ่งถามดูยอดรวมแล้วมีจำนวนถึง 36.64% หรือคิดเป็น 314 คน จาก 857 คนซึ่งถือว่ามีปริมาณที่เยอะและชุดขนาดสุดท้ายของความสูงเหมาะสมของเก้าอี้คือ ชุดขนาดที่ 3 (M-S3-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, L-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.00, 2.10, 3.50, 19.02 และ 31.86 ตามลำดับ ซึ่งถามดูยอดรวมแล้วมีจำนวนถึง 56.48% หรือคิดเป็น 484 คนจาก 857 คนซึ่งถือว่ามีปริมาณที่เหมาะสมเฉพาะขนาดนี้มีจำนวนเกินครึ่ง และถ้ารวมเฉพาะที่เหมาะสมของเก้าอี้ (M-S1-S + M-S2-S + M-S3-S) จะมีจำนวนถึง 99.54% ความหมายคือสามารถทำให้คนนั่งทำงานได้เหมาะสมทั้งหมด เช่นเดียวกันกับความเหมาะสมของความสูงของโต๊ะ (M-S1-D + M-S2-D + M-S3-D) จะมีจำนวนถึง 96.38% ความหมายคือสามารถทำให้คนนั่งทำงานได้เหมาะสมเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 11 แสดงจำนวนสรุปเหมาะสมรวมของโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม

**ตาราง 11 แสดงจำนวนสรุปเหมาะสมรวมของโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม**

| สรุปผลตามรายการ | Count of KM3-MB |
|---|---|
| M | 96.03% |
| N | 3.97% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากตาราง 11 แสดงจำนวนสรุปเหมาะสมรวมของโต๊ะเก้าอี้ด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม พบว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่มในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้จะมีจำนวนความเหมาะสม(M) รวมถึง 823 คน จาก 857 คน คิดเป็นร้อยละ 96.03 หรือสามารถบอกได้ว่าเหมาะสมเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์และมีที่ไม่เหมาะ (N) เพียง 34 คน คิดเป็นร้อยละ 3.97 ซึ่งดีกว่าแบบขนาดเดียวและที่จัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means แบบ 2 ขนาดมากขึ้นอีก โดยมีผลต่างกันที่ 96.03 - 89.38 = 6.65% หรือถ้าเปรียบเทียบกับแบบที่เป็นขนาดเดียวในปัจจุบัน 96.03 - 31.04 = 64.99% เป็นจำนวน 557 คนจาก 857 คน ซึ่งถือว่าเห็นผลที่ชัดเจนมาก

**การจัดกลุ่ม Fuzzy C-Means แบบ 2 และ 3 กลุ่ม**

**1) การจัด 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means**

การต้องการแบ่งกลุ่มขนาดชุดสำนักงานที่เหมาะสมโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องประเภทและได้ใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายและใช้งานได้ง่ายด้วยโปรแกรมต่างๆ ในการวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม MATLAB ที่มีฟังก์ชันนี้อยู่ คือ ฟังก์ชัน fcm โดยใช้ข้อมูลชุดขนาดข้อมูลที่จัดเก็บและนำค่าความสูงของเก้าอี้(SH)ที่เหมาะกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างรายการนั้น ส่วนสูงจากพื้นนั่งเก้าอี้ถึงส่วนสูงโต๊ะ (SDH) ที่เหมาะสม และส่วนสูงของโต๊ะที่เหมาะสม (DH) มาจัดใส่ในตัวแปรใน MATLAB คือ ShSdhDh ซึ่งเป็นเมตรตริกขนาด 857x3 และใช้คำสั่งเพื่อสร้างการจัดกลุ่มแบบ 2 ขนาด ดังนี้

**คำสั่ง**

```
[fcmC2,fcmU2] = fcm(ShSdhDh,2);
```

และได้ผลลัพธ์เป็นภาพการจัดกลุ่มและกลุ่มขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังแสดงในตาราง 12 แสดงผลลัพธ์จากการใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบ fcm เพื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มขนาดแต่ละกลุ่ม

**ตาราง 12 แสดงผลลัพธ์จากการใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบ fcm เพื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มขนาดแต่ละกลุ่ม**

| | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 39.4405 | 23.8774 | 63.3179 |
| 2 | 42.2354 | 28.075 | 70.3139 |

จากตาราง 12 แสดงผลลัพธ์จากการใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบ fcm เพื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มขนาดแต่ละกลุ่ม แสดงให้เห็นผลจากการจัดกลุ่มแบบ fcm: Fuzzy C-Means แบบ 2 ขนาดและได้ผลลัพธ์เป็นเมตรตริกขนาด 2x3 ซึ่งประกอบด้วย ขนาดที่ 1 (SH-S1) จะมีค่าเฉลี่ยของขนาดความสูงของเก้าอี้คือ 39.44 ขนาด SDH-S1 เป็น 23.88 และ DH-S1 เป็น 63.32 และขนาดที่ 2 เป็น SH-S2, SDH-S2 และ DH-S2 เป็น 42.23, 28.07 และ 70.31 ตามลำดับ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกเฉพาะส่วนสูงเก้าอี้และส่วนสูงของโต๊ะทั้ง 2 กลุ่ม มาเป็นตัวตรวจสอบของฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างในซอฟต์แวร์สเปรดชีต และกำหนดจุดตำแหน่ง (Range) เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบว่าชุดขนาดสัดส่วนที่ถูกแบ่งกลุ่มมาจากวิธี fcm ที่มี 2 โดยใช้ค่ากำหนดดังตาราง 13 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งชุดขนาดด้วยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่ม

**ตาราง 13 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งชุดขนาดด้วยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่ม**

| FCM2 | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 39.4404717 | 63.31788111 |
| S2 | 42.2354056 | 70.31394008 |

จากตาราง 13 แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งชุดขนาดด้วยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่ม แสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่มใช้ฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างไว้และนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง และได้ผลดังตารางซึ่งมีจำนวน 2 ขนาด คือ ชุดขนาดแรก (S1) ประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 39.44 คิดเป็น 39 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 63.31 คิดเป็น 63 ซม.และชุดขนาดที่ 2 (S2) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 42.23 คิดเป็น 42 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 70.31 คิดเป็น 70 ซม และหลังจากจากใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละขนาดแสดงให้เห็นดังตารางถัดไป

**คำสั่ง**

=ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$AM$25",B2,C2,D2)

=ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$AM$25",B2,C2,D2)

หลังจากจากใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละขนาดแสดงให้เห็นผลขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมกับแต่ละชุดขนาดดังแสดงในตาราง 14

**ตาราง 14 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 กลุ่มขนาด (S1-S2)**

| Count of FCM2-MB | Column Labels | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **สรุปผลตามรายการ** | **H-D** | **L-D** | **M-S1-D** | **M-S2-D** | **ผลรวมทั้งหมด** |
| H-S | 0.58% | 0.00% | 0.35% | 0.12% | 1.05% |
| L-S | 0.00% | 0.35% | 0.00% | 0.23% | 0.58% |
| M-S1-S | 2.33% | 0.00% | 16.45% | 7.58% | 26.37% |
| M-S2-S | 0.82% | 3.73% | 23.45% | 43.99% | 72.00% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **3.73%** | **4.08%** | **40.26%** | **51.93%** | **100.00%** |

จากตาราง 14 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 กลุ่มขนาด (S1-S2) พบว่า การตรวจสอบการเหมาะสมด้วยวิธีจัดกลุ่มโดยวิธี fcm แบบ 2 กลุ่ม มีผลการทดลองดังนี้ เก้าอี้สูงไป (H-S) ต่ำไป (L-S) และขนาดคัดส่วนเหมาะสมของขนาดต่างๆ ทั้งกลุ่มที่ 1 (M-S1-S) และกลุ่มที่ 2 (M-S2-S) ซึ่งจากตารางจะพบว่าไม่มีขนาดเก้าอี้และโต๊ะ ที่สูงไปที่ต่ำไป คือ ค่า H-S และ L-D เป็น 0 % ถ้ามองตามแถวคือฝั่งเก้าอี้ที่สูงเกินไป (H-D) จะไม่มีโต๊ะที่ต่ำสูงไปและเก้าอี้ (L-S) ต่ำไปเลย

(0.00%) แต่จะสามารถอยู่ในชุดขนาดกลุ่ม 1 (M-S1-D) 0.35% และ กลุ่มขนาด 2 (M-S2-D) 0.12% ได้ ถ้ามาพิจารณาเก้าอี้ต่ำไป (L-S) จะไม่มีโต๊ะที่สูงไป (H-D) แต่จะอยู่ในกลุ่มที่โต๊ะต่ำไปด้วย (L-D) เป็นจำนวน 0.35 % ซึ่งแค่ 3 คนจาก 857 คนและจะสามารถอยู่ในชุดขนาดโต๊ะกลุ่ม 2 จำนวน 0.12% ได้ส่วนที่เหลือจะสามารถอยู่ในกลุ่มชุดขนาดทั้งหมดซึ่งอาจเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะเหมาะสมทั้งคู่ เช่น ความสูงเก้าอี้ที่ขนาดเหมาะสม ของกลุ่มขนาดที่ 1 (M-S1-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, M-S1-D, M-S2-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 2.33, 16.45 และ7.58 ตามลำดับ ถัดมาสูงเหมาะสมของเก้าอี้ของชุดขนาดที่ 2 (M-S2-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, L-D,M-S1-D, M-S2-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.82, 3.73, 23.45 และ 43.99 ตามลำดับ ซึ่งถ้าดูยอดรวมแล้วมีจำนวน 72.00% หรือคิดเป็น 617 คน จาก 857 คน ซึ่งถือว่ามีปริมาณที่เหมาะสมเฉพาะขนาดนี้มีจำนวนเกินครึ่งและถ้ารวมเฉพาะที่เหมาะสมของเก้าอี้ (M-S1-S + M-S2-S+ M-S1-D+ M-S2-D) จะมีจำนวนถึง 91.47% ความหมายคือสามารถทำให้คนนั่งทำงานได้เหมาะสมทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 15

**ตาราง 15 .แสดงสรุปผลความเหมาะสมรวมด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 กลุ่ม**

| สรุปผลตามรายการ | Count of FCM2-MB |
|---|---|
| M | 91.48% |
| N | 8.52% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากตาราง 15 พบว่า เมื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่มในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้จะมีจำนวนความเหมาะสม (M) รวมถึง 784 คน จาก 857 คน คิดเป็นร้อยละ 91.48 หรือสามารถบอกได้ว่าเหมาะสมเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์และมีที่ไม่เหมาะ (N) เพียง 73 คน คิดเป็นร้อยละ 8.52 ซึ่งดีกว่าแบบขนาดเดียวและที่จัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means แบบ 2 ขนาดมาก โดยดีขึ้น 2.1% (91.48 - 89.38) หรือถ้าเปรียบเทียบกับแบบที่เป็นขนาดเดียวในปัจจุบัน 91.48 - 31.04 = 60.44% เป็นจำนวน 518 คน จาก 857 คน ซึ่งถือว่าเห็นผลที่ชัดเจนมาก

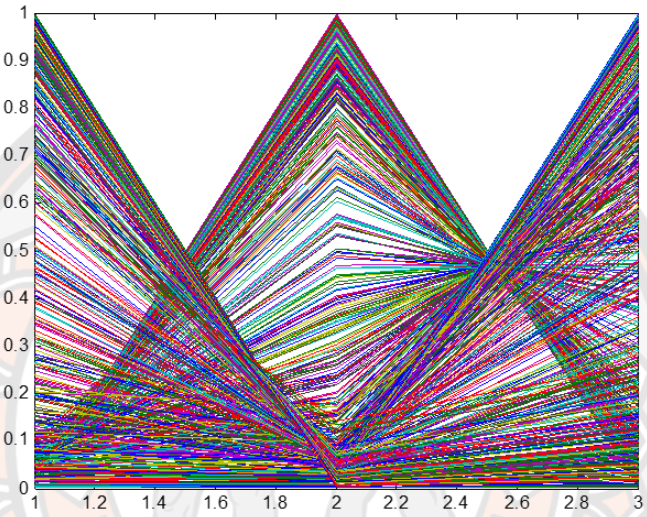
**2) การจัด 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means**

จากหัวข้อที่ผ่านมาซึ่งการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means แบบ 2 ชุดขนาดจะเห็นได้ว่าผลสรุปรวมของความเหมาะสมมีถึง 91.48% หรือ 92% เลย จึงมีข้อสงสัยว่าจำนวนกลุ่มเยอะ จะทำให้ความเหมาะสมรวมจะมีจำนวนมากขึ้นหรือไม่ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองโดย การแบ่งขนาดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม จึงได้ทำการทดลองใน MATLAB โดยใช้คำสั่งดังนี้

**คำสั่ง**

```
[fcmC3,fcmU3] = fcm(ShSdhDh,3);
plot(fcmU3,'DisplayName','fcmC3')
```

และได้ผลลัพธ์เป็นภาพการจัดกลุ่มและกลุ่มขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล ดังแสดงในภาพ 18




**ภาพ 18 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาดแบบ Fuzzy**

จากภาพ 18 แสดงกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาดแบบ Fuzzy แสดงให้เห็นถึงความสูงเฉลี่ยแต่ละกลุ่มชุดขนาดสามารถอยู่คาบเกี่ยวกับได้โดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็นในความเป็นสมาชิกกลุ่ม (f(x)) ที่แตกต่างกันไปโดยมีการคำนึงข้อมูลหลายมิติพร้อมๆ กันเพื่อนำไปใช้งานที่ไม่ได้พิจารณาแยกเป็นมิติเดียวรายๆ ไปซึ่งจะมีความเป็นจริงมากกว่าโดยเฉพาะขนาดสัดส่วนร่างกายที่อยู่ในกลุ่มสั้น (ด้านล่าง) และส่วนยาว (ด้านบน) จะมีจำนวนมากกว่าส่วนตรงกลาง ดังแสดงในตาราง

**ตาราง 16 แสดงผลการเรียนรู้แบบ Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด**

| FCM3 | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 39.04447167 | 62.0366968 |
| S2 | 40.78062097 | 67.05802926 |
| S3 | 43.04740255 | 72.04935244 |

จากตาราง 16 แสดงผลการเรียนรู้แบบ Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด ซึ่งเป็นตารางแสดงค่ากำหนดชุดขนาดจากการแบ่งด้วย วิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาดแล้วใช้ฟังก์ชันที่ได้จัดสร้างไว้และนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง และได้ผลออกมาเป็นจำนวน 3 ขนาด คือ ชุดขนาดแรก (S1) ประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 39.04 คิดเป็น 39 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 62.03 คิดเป็น 62 ซม. ชุดขนาดที่ 2 (S2) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 40.78 คิดเป็น 41 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 67.05 คิดเป็น 67 ซม และขนาดที่ 3 (S3) จะประกอบด้วยความสูงของเก้าอี้ (SH) เป็น 43.04 คิดเป็น 43 ซม. และความสูงโต๊ะคือ 72.04 คิดเป็น 72 ซม จึงได้ใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมแบบ 3 ชุดขนาดด้วยคำสั่ง

**คำสั่ง**

=ChkFitEachSizeV2("SH",3,"$AM$34",B2,C2,D2) เพื่อตรวจสอบชุดของเก้าอี้

=ChkFitEachSizeV2("DH",3,"$AM$34",B2,C2,D2) เพื่อตรวจสอบชุดของโต๊ะ

หลังจากจากใช้ฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละขนาดแสดงให้เห็นผลขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมกับแต่ละชุดขนาดดังแสดงในตาราง 17

**ตาราง 17 แสดงผลการตรวจสอบด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มขนาด**

| Count of FCM3-MB | Column Labels | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **สรุปผลตามรายการ** | **H-D** | **L-D** | **M-S1-D** | **M-S2-D** | **M-S3-D** | **ผลรวมทั้งหมด** |
| H-S | 0.00% | 0.00% | 0.23% | 0.00% | 0.00% | 0.23% |
| L-S | 0.00% | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.12% | 0.23% |
| M-S1-S | 0.93% | 0.00% | 2.45% | 2.22% | 0.82% | 6.42% |
| M-S2-S | 0.70% | 0.00% | 13.19% | 13.89% | 8.98% | 36.76% |
| M-S3-S | 0.00% | 2.10% | 3.73% | 18.79% | 31.74% | 56.36% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **1.63%** | **2.22 %** | **19.60 %** | **34.89 %** | **41.66 %** | **100.00%** |

จากตาราง 17 มีผลการทดลองออกมาเป็นข้อมูลของการใช้งานเก้าอี้จาก ความสูงไป (H) ต่ำไป (L) และขนาดคัดส่วนเหมาะสมของขนาดต่างๆ ทั้งกลุ่มที่ 1 (M-S1) กลุ่มที่ 2 (M-S2) และ กลุ่มขนาดที่ 3 (M-S3) ซึ่งจากตารางจะพบว่าไม่มีขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่สูงไปที่ต่ำไปเลยก็คือ ค่า H-S,

L-S และ H-D และ L-D เป็น 0 % ถ้ามองตามแถวคือฝั่งเก้าอี้ที่สูงเกินไป (H-D) จะไม่มีโต๊ะที่ต่ำสูงไปและต่ำไปเลย (0.00%) แต่มีเก้าอี้ที่มีความสูงเกินไป(H-S)ที่ยังถูกจัดอยู่ในกลุ่มโต๊ะที่เหมาะสม (M-S1-D) ได้โดยมีจำนวน 0.23% หรือ 2 คน และถ้ามาพิจารณาเก้าอี้ต่ำไป (L-S) จะไม่มีโต๊ะที่สูงไป (H-D) แต่จะอยู่ในกลุ่มที่โต๊ะต่ำไปด้วย (L-D) เป็นจำนวน 0.12 % ซึ่งแค่ 1 คนจาก 857 คน และจะสามารถอยู่ในชุดขนาดโต๊ะกลุ่ม 3 ได้ (M-S3-D) มีจำนวน 0.12% คือประมาณ 1 คน ส่วนที่เหลือจะสามารถอยู่ในกลุ่มชุดขนาดทั้งหมดซึ่งอาจเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะเหมาะสมทั้งคู่ เช่น ความสูงเก้าอี้ที่ขนาดเหมาะสมของกลุ่มขนาดที่ 1 (M-S1-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.93, 2.45, 2.22 และ 0.82 ตามลำดับ ถัดมาสูงเหมาะสมของเก้าอี้ของชุดขนาดที่ 2 (M-S2-S) สามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ H-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 0.70, 13.19, 13.98 และ 8.98 ตามลำดับ ซึ่งถามดูยอดรวมแล้วมีจำนวนถึง 36.76% หรือคิดเป็น 315 คนจาก 857 คนซึ่งถือว่ามีปริมาณที่เยอะ และชุดขนาดสุดท้ายของความสูงเหมาะสมของเก้าอี้คือชุดขนาดที่ 3 (M-S3-S) ไม่มีที่ขนาดโต๊ะที่สูงเกินไป (H-D = 0.0%) และยังสามารถจับคู่กับขนาดความสูงโต๊ะคือ L-D, M-S1-D, M-S2-D, M-S3-D ด้วยเปอร์เซ็นต์ 2.10, 3.73, 18.79 และ 31.74 ตามลำดับได้ ซึ่งถามดูยอดรวมแล้วมีจำนวนถึง 99.54% (6.42+ 36.76+ 56.36) หรือคิดเป็น 853 คนจาก 857 คนซึ่งถือว่ามีปริมาณที่เหมาะสมเกือบ 100% และถ้ารวมเฉพาะที่เหมาะสมของเก้าอี้ (M-S1-S + M-S2-S + M-S3-S) จะมีจำนวนถึง 99.54% ความหมายคือสามารถทำให้คนนั่งทำงานได้เหมาะสมทั้งหมด เช่นเดียวกันกับความเหมาะสมของความสูงของโต๊ะ (M-S1-D + M-S2-D + M-S3-D) จะมีจำนวนถึง 96.15% ความหมายคือสามารถทำให้คนนั่งทำงานได้เหมาะสมเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ได้ดังแสดงในตาราง 18

**ตาราง 18 แสดงผลสรุปจำนวนความเหมาะสมรวมด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่ม**

| สรุปผลตามรายการ | Count of FCM3-MB |
|---|---|
| M | 95.80% |
| N | 4.20% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากตาราง 18 แสดงผลสรุปจำนวนความเหมาะสมรวมด้วยวิธี Fuzzy C-Means แบบ 3 กลุ่มพบว่าเมื่อแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่มในกรณีที่เก้าอี้ไม่สามารถปรับได้ จะมีจำนวนความเหมาะสม (M) รวมถึง 821 คนจาก 857 คน คิดเป็นร้อยละ 95.80 หรือสามารถบอกได้ว่าเหมาะสมเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์และมีที่ไม่เหมาะ (N) เพียง 36 คน คิดเป็นร้อยละ 4.20 ซึ่งน้อยกว่าการจัดกลุ่มด้วยวิธี k-

Means แบบ 3 ขนาด (96.03 – 95.80 = 0.23%) ซึ่งน้อยมากแต่ถ้าเปรียบเทียบกับแบบที่เป็นขนาดเดียวในปัจจุบัน 95.80 - 31.04 = 64.76% หรือเป็นจำนวน 553 คน จาก 857 คน ซึ่งถือว่าเห็นผลที่ชัดเจนมากด้วยเช่นกัน

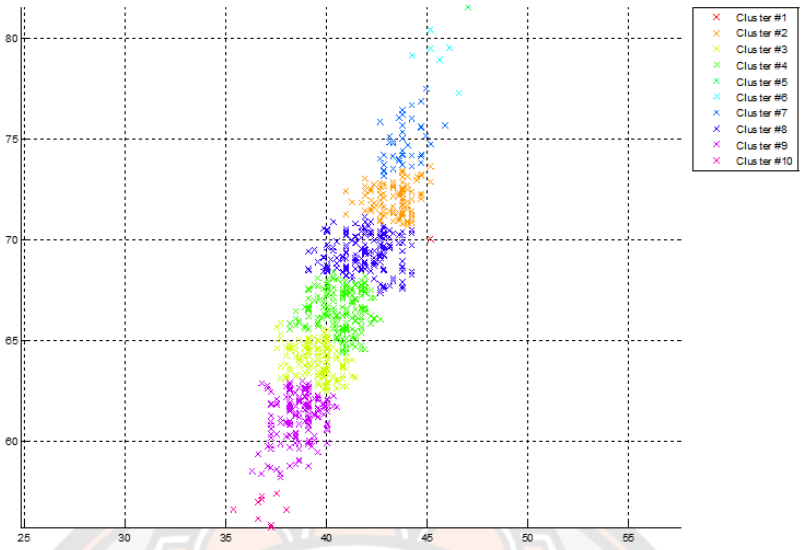
**การจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธีการแบบ Hierarchical Clustering**

การจัดกลุ่มแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมาจำเป็นระบุจำนวนกลุ่มไว้ในเบื้องต้นเพราะต้องการค่าที่เป็น Centroid ของกลุ่มนั้นๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ที่ต้องการจัดกลุ่มของชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้ซึ่งยังไม่ทราบจำนวนกลุ่มที่แน่ชัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทดสอบได้วิธีแบบไม่มีการระบุจำนวนกลุ่มมาก่อนจึงทำเป็นต้องมีการทดสอบหาจำนวนกลุ่มที่เป็นไปได้ของความเหมาะสมที่นำเสนอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่สามารถจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มได้ จึงได้ทดสอบด้วยวิธี Hierarchical Clustering นี้ และดำเนินการทดสอบด้วยคำสั่งนี้

**คำสั่ง**

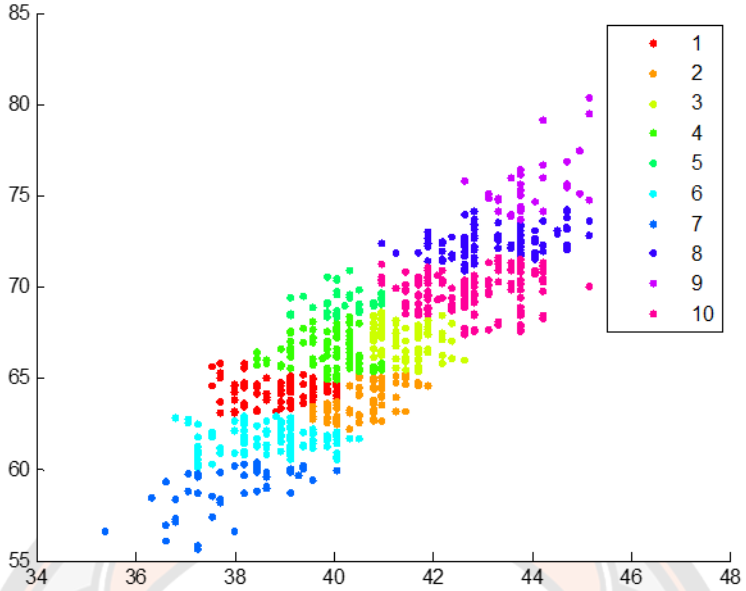
```
X = ShDh;
Y = pdist(X,'euclidean')
dendrogram(Y,'ColorThreshold',cutoff)
Z = linkage(Y,'centroid')
T = cluster(Z,'MaxClust',10)
PlotClusterinResult(X, T);
```

และได้ผลลัพธ์เป็นภาพการจัดกลุ่มและกลุ่มขนาดเก้าอี้และโต๊ะที่เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลถูกกำหนดให้เป็น Centroid ดังแสดงในภาพ 19 แสดงจำนวนกลุ่มตามขนาดเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้รายบุคคล โดยมีจำนวน 10 กลุ่มขนาด และแสดงผลจำนวนเหมาะสมของแต่ละกลุ่มขนาดด้วยภาพ 21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่ม และ ตาราง 19 ดังนี้




**ภาพ 19 แสดงจำนวนกลุ่มตามขนาดเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้รายบุคคล**

จากภาพ 19 แสดงจำนวนกลุ่มตามขนาดเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้รายบุคคล แสดงให้เห็นถึงจำนวนกลุ่มที่สามารถเป็นได้ตามความสูงเฉลี่ยแต่ละกลุ่มชุดขนาด โดยมีการคำนึงข้อมูลหลายมิติพร้อมๆ กันเพื่อนำไปใช้งานที่ไม่ได้พิจารณาแยกเป็นมิติเดียวรายๆ ไปซึ่งจะมีความเป็นจริงมากกว่าโดยเฉพาะขนาดสัดส่วนร่างกายที่อยู่ในกลุ่มและแสดงผลจำนวนที่เหมาะสมแยกตามกลุ่มขนาดต่างๆ จาก S1 จนถึง S10 ดังภาพ 20 และจำนวนผลสรุปในตาราง 19 แสดงจำนวนเหมาะสมแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Clustering

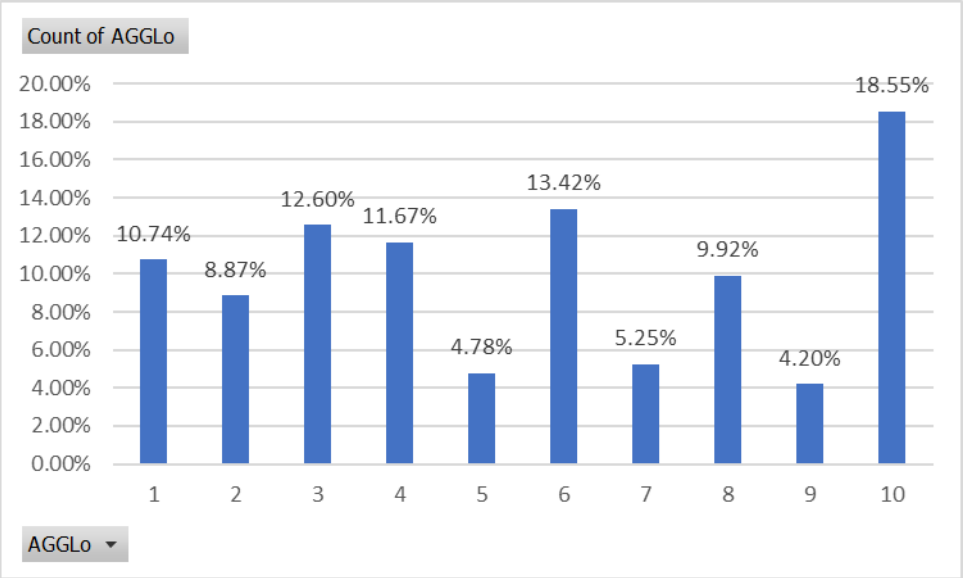



**ภาพ 20 แสดงกราฟจำนวนที่เหมาะสมของการแบ่งด้วยวิธี Hierarchical Clustering**

จากภาพ 20 แสดงกราฟจำนวนที่เหมาะสมของการแบ่งด้วยวิธี Hierarchical Clustering จะพบเห็นได้ว่ามีการกระจายความเหมาะสมเกือบทุกกลุ่ม โดยมีจำนวนสรุปผลในตาราง 19 แสดงจำนวนเหมาะสมแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Clustering และภาพ 21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่ม ดังนี้

**ตาราง 19 แสดงจำนวนเหมาะสมแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Clustering**

| สรุปผลตามชุดขนาด | Count of Hierarchical Clustering |
|---|---|
| S1 | 10.74% |
| S2 | 8.87% |
| S3 | 12.60% |
| S4 | 11.67% |
| S5 | 4.78% |
| S6 | 13.42% |
| S7 | 5.25% |
| S8 | 9.92% |
| S9 | 4.20% |
| S10 | 18.55% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |




**ภาพ 21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่ม**

จากตาราง 19 แสดงจำนวนเหมาะสมแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical Clustering และภาพ 21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่ม จะเห็นได้ว่าจำนวนที่เหมาะสมมีการกระจายอยู่ในกลุ่มต่างๆในจำนวนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งหมายถึงแต่ละรายบุคคลต้องการชุดขนาดที่เหมาะสมกับตัวเองดังนั้นการจัดกลุ่มชุดขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์จึงมีความสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการมีหลายกลุ่มขนาดเกินไปไม่เหมาะสมกับสายการผลิตจริง จึงไม่เหมาะกับการนำมาเป็นค่าเสนอแนะสำหรับการใช้งานจริงในอุตสาหกรรมการผลิต

**การหาขนาดเหมาะสมชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้ในกรณีที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้**

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในเรื่องของขนาดความสูงของเก้าอี้และโต๊ะที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้นั่งสามารถนั่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยได้เสนอวิธีการต่างๆในการลองจัดชุดขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ไม่ว่าจะเป็นจำนวน 2 ชุด ขนาด 3 ชุด ขนาดด้วยวิธีการจัดกลุ่มในแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ด้วยแบบ k-Means และแบบ Fuzzy C-Means เพื่อให้ได้ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายของผู้ปฏิบัติจริงในแง่ทฤษฎีให้มีความเป็นไปได้ให้มากที่สุดได้ แต่ในความเป็นจริง ณ. ปัจจุบันก็ยังเป็นปัญหาอยู่คือโต๊ะมีขนาดเดียวคือ 75 ซม.และตัวเก้าอี้เองก็สามารถปรับระดับความสูงได้เพื่อแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ทั่วไปของสภาพแวดล้อมการนั่งปฏิบัติงานในสำนักงาน ซึ่งการปรับระดับได้ที่สามารถแก้ปัญหาเรื่องความเหมาะสมของเก้าอี้ได้ตรงกับลักษณะสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานเองเพื่อแก้ปัญหาทางการยศาสตร์ได้แต่จะมีปัญหาเรื่องความแข็งแรงของเก้าอี้ในแง่ของช่วงความสูงที่

สามารถปรับได้ งานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีขนาดช่วงที่สามารถปรับได้แต่ทำให้ได้เรื่องความสมกับการยศาสตร์แล้วยังได้คำนึงถึงความเสถียรและความแข็งแรงของเก้าอี้ด้วยซึ่งควรปรับระดับความสูงควรมีระยะห่างเพียงเล็กน้อย ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาช่วงของการปรับที่ทำให้ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมกับความสูงของขาพับ(PH)ของผู้ใช้ให้มากที่สุดโดยได้ทำการทดลองด้วยช่วงการปรับ 15 ขนาด (S1-S15) ซึ่งสามารถปรับได้ตั้งแต่ 1-15 ซม. โดยเริ่มจากระดับความสูงเก้าอี้ที่ 38 ซม. ปรับไปจนถึง 50 ซม. คือปรับได้ 15 ซม. ดังแสดงในตาราง 20 แสดงระยะการปรับตั้งแต่ 1 ซม. (S1) ถึง 15 ซม. (S15) ดังนี้

**ตาราง 20 แสดงระยะการปรับตั้งแต่ 1 ซม. (S1) ถึง 15 ซม. (S15)**

| AJS15: เก้าอี้ปรับระยะความสูงได้ | SH | DH |
|---|---|---|
| S1 | 36 | 75 |
| S2 | 37 | 75 |
| S3 | 38 | 75 |
| S4 | 39 | 75 |
| S5 | 40 | 75 |
| S6 | 41 | 75 |
| S7 | 42 | 75 |
| S8 | 43 | 75 |
| S9 | 44 | 75 |
| S10 | 45 | 75 |
| S11 | 46 | 75 |
| S12 | 47 | 75 |
| S13 | 48 | 75 |
| S14 | 49 | 75 |
| S15 | 50 | 75 |

จากตาราง 20 แสดงระยะการปรับตั้งแต่ 1 ซม. (S1) ถึง 15 ซม. (S15) ด้วยโต๊ะสูง 75 ซม โดยใช้วิธีปรับค่าทีละ 1 ซม. สำหรับแต่ละชุดขนาด โดยมีผลลัพธ์ดังตาราง ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 75 ซม. กับเก้าอี้ที่ปรับได้ 1-15 ซม.

**ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 75 ซม. กับเก้าอี้ที่ปรับได้ 1-15 ซม.**

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| **H-D** | **10.15%** |
| M-S1-S | 3.97% |
| M-S2-S | 3.03% |
| M-S3-S | 2.80% |
| M-S4-S | 0.35% |
| **M-S10-D** | **12.37%** |
| M-S1-S | 0.47% |
| M-S2-S | 1.40% |
| M-S3-S | 2.92% |
| M-S4-S | 2.80% |
| M-S5-S | 1.63% |
| M-S6-S | 1.98% |
| M-S7-S | 1.05% |
| M-S8-S | 0.12% |
| **M-S11-D** | **13.89%** |
| M-S1-S | 1.63% |
| M-S2-S | 1.28% |
| M-S3-S | 2.10% |
| M-S4-S | 3.38% |
| M-S5-S | 2.80% |
| M-S6-S | 1.98% |
| M-S7-S | 0.70% |
| **M-S12-D** | **12.95%** |
| M-S1-S | 1.40% |
| M-S2-S | 1.98% |
| M-S3-S | 2.68% |
| M-S4-S | 4.78% |
| M-S5-S | 1.40% |
| M-S6-S | 0.35% |
| M-S7-S | 0.35% |
| **M-S13-D** | **14.47%** |
| M-S1-S | 2.57% |
| M-S2-S | 3.38% |

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| M-S3-S | 3.03% |
| M-S4-S | 3.27% |
| M-S5-S | 1.05% |
| M-S6-S | 0.93% |
| M-S7-S | 0.12% |
| M-S8-S | 0.12% |
| **M-S14-D** | **10.39%** |
| M-S1-S | 2.22% |
| M-S2-S | 2.22% |
| M-S3-S | 2.92% |
| M-S4-S | 1.87% |
| M-S5-S | 0.58% |
| M-S6-S | 0.47% |
| M-S7-S | 0.12% |
| **M-S15-D** | **8.17%** |
| M-S1-S | 3.03% |
| M-S2-S | 2.10% |
| M-S3-S | 2.10% |
| M-S4-S | 0.93% |
| **M-S3-D** | **0.23%** |
| M-S7-S | 0.12% |
| M-S8-S | 0.12% |
| **M-S4-D** | **0.23%** |
| M-S8-S | 0.12% |
| M-S9-S | 0.12% |
| **M-S5-D** | **0.47%** |
| M-S5-S | 0.12% |
| M-S7-S | 0.12% |
| M-S8-S | 0.23% |
| **M-S6-D** | **1.05%** |
| M-S6-S | 0.70% |
| M-S7-S | 0.35% |
| **M-S7-D** | **2.57%** |
| M-S3-S | 0.23% |

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| M-S4-S | 0.58% |
| M-S5-S | 0.47% |
| M-S6-S | 0.93% |
| M-S7-S | 0.23% |
| M-S9-S | 0.12% |
| **M-S8-D** | **4.67%** |
| M-S2-S | 0.23% |
| M-S3-S | 0.58% |
| M-S4-S | 0.70% |
| M-S5-S | 1.52% |
| M-S6-S | 1.05% |
| M-S7-S | 0.35% |
| M-S8-S | 0.23% |
| **M-S9-D** | **8.40%** |
| M-S2-S | 0.70% |
| M-S3-S | 1.63% |
| M-S4-S | 1.87% |
| M-S5-S | 1.52% |
| M-S6-S | 2.10% |
| M-S7-S | 0.47% |
| M-S8-S | 0.12% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความสูงโต๊ะ 75 ซม. กับเก้าอี้ที่ปรับได้ 1-15 ซม. จะเห็นได้ว่า มีจำนวนความเหมาะสมกระจายทุกกลุ่มขนาด และเมื่อสรุปจำนวนความเหมาะสมแต่ละขนาด สามารถแสดงผลสรุปจากตาราง 22 แสดงผลสรุปความเหมาะสมแบบเก้าอี้ปรับระดับได้ โต๊ะสูง 75 ซม.

**ตาราง 22 แสดงผลสรุปความเหมาะสมแบบเก้าอี้ปรับระดับได้ โต๊ะสูง 75 ซม.**

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| M-S1-S | 15.29% |
| M-S2-S | 16.34% |
| M-S3-S | 21.00% |
| M-S4-S | 20.54% |

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| M-S5-S | 11.09% |
| M-S6-S | 10.50% |
| M-S7-S | 3.97% |
| M-S8-S | 1.05% |
| M-S9-S | 0.23% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จาก ตาราง 22 แสดงผลสรุปความเหมาะสมแบบเก้าอี้ปรับระดับได้ โต๊ะสูง 75 ซม. สามารถทำให้เกือบทุกรายบุคคลปรับอย่างเหมาะสมได้ แต่ยังมีบางส่วนจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถ ปรับให้เหมาะสมได้ ดังแสดงในตาราง 23 ผลสรุปรวมแบบเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้กับโต๊ะ 75 ซม.

**ตาราง 23 ผลสรุปรวมแบบเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้กับโต๊ะ 75 ซม.**

| สรุปผลตามรายการ | Count of AJ-MB |
|---|---|
| M | 89.85% |
| N | 10.15% |
| **ผลรวมทั้งหมด** | **100.00%** |

จากตาราง 23 ผลสรุปรวมแบบเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้กับโต๊ะ 75 ซม.จะเห็นได้ว่าการใช้เก้าอี้แบบปรับระดับได้ สามารถทำให้เหมาะสมเป็นจำนวน 89.85% แต่ยังมีอีกจำนวนคือ 10.15% ที่ไม่เหมาะสมได้ทั้งที่เก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้

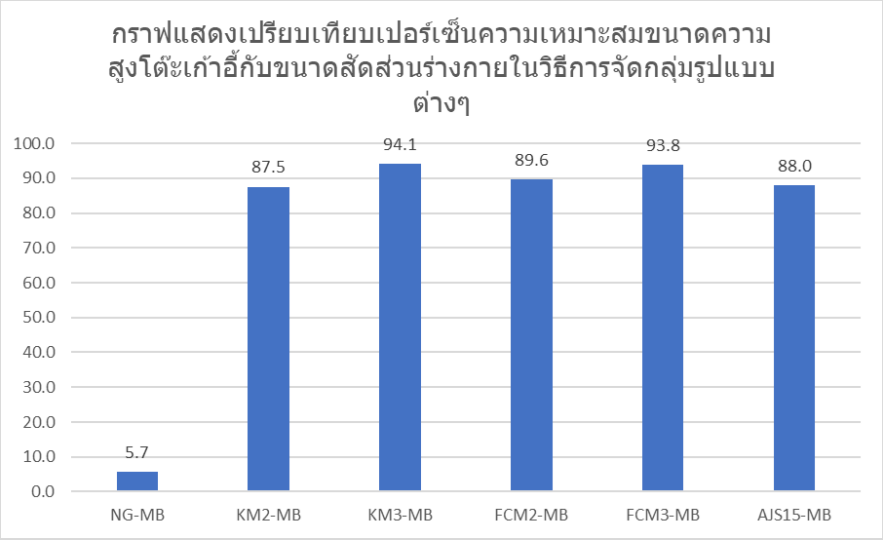
**ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละวิธี**

ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละสามารถสรุปข้อมูลเป็นตารางและภาพเปรียบเทียบแต่ละวิธีและแต่ละขนาดที่นำเสนอ ดังแสดงใน ตาราง 24 ตารางสรุปจำนวนความเหมาะสมในการจัดแบบแบบต่างๆ และภาพ 22 แสดงเปอร์เซ็นเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละแบบ

**ตาราง 24 ตารางสรุปจำนวนความเหมาะสมในการจัดแบบแบบต่างๆ**

| จัดกลุ่มแบบ | จำนวนเหมาะสม (857) | คิดเป็น % เหมาะสม |
|---|---|---|
| NG-MB | 50 | 5.7 |
| KM2-MB | 766 | 87.5 |
| KM3-MB | 823 | 94.1 |
| FCM2-MB | 784 | 89.6 |
| FCM3-MB | 821 | 93.8 |
| AJS15-MB | 770 | 88.0 |

จากตาราง 24 ตารางสรุปจำนวนความเหมาะสมในการจัดแบบแบบต่างๆ สามารถสรุปได้เป็นกราฟเพื่อการเปรียบเทียบ ตามภาพ 22 แสดงเปอร์เซ็นเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละแบบ ดังนี้

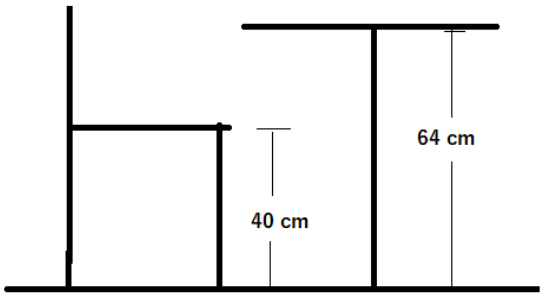
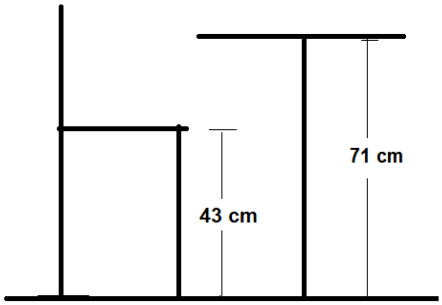



**ภาพ 22 แสดงเปอร์เซ็นเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละแบบ**

จากตาราง 24 ตารางสรุปจำนวนความเหมาะสมในการจัดแบบแบบต่างๆ และภาพ 22 แสดงเปอร์เซ็นเปรียบเทียบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแต่ละแบบ ได้แสดงการจัดกลุ่มในแบบ

ต่างๆ จะพบว่าการเปรียบเทียบจำนวนที่เหมาะสมของแต่ละวิธีการนี้ได้เริ่มตั้งแต่ในปัจจุบันที่ใช้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ไปสู่การจัดกลุ่มแบบ k-Means 2 ขนาด k-Means 3 ขนาด Fuzzy C-Mean 2 ชุดขนาด Fuzzy C-Means แบบ 3 ชุดขนาด และวิธีใช้เก้าอี้ ที่สามารถปรับระดับได้โดยความสูงโต๊ะยังเป็นปัจจุบันคือ 75 ซม. (AJS15) พบว่า การมีชุดขนาดให้เลือกจะทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเดิมยังไม่ได้ทำอะไรเลยจะมีความเหมาะสมแค่ 5.7% แต่เมื่อการจัดกลุ่มขึ้นมาไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด วิธีการใดก็จะมีผลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนโดยเพิ่มขึ้น 80% เป็นอย่างน้อย โดยการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (KM3 และ FCM3) จะมีเปอร์เซ็นที่เหมาะสมมากกว่าแบบ 2 กลุ่ม (KM2 และ FCM2) มากกว่าอยู่ 6% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าการมีหลายกลุ่มชุดขนาดให้เลือกสามารถทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยของแต่ละขั้นตอนการศึกษาเพื่อนำไปสู่การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายของกลุ่มวัยทำงานดังแสดง ตาราง 25 แสดงชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานเพื่อนำเสนอ

**ตาราง 25 แสดงชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานเพื่อนำเสนอ**

| ชุดขนาดที่ 1 (S) | ชุดขนาดที่ 2 (L) |
|---|---|
|  |  |

จาก ตาราง 25 แสดงชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานเพื่อนำเสนอ แสดงภาพจากผลสรุปเพื่อขอนำเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาการไม่เหมาะสมของชุดขนาดเก้าอี้และโต๊ะทำงานในปัจจุบัน จากตารางสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า วิธีการจัดกลุ่มที่เหมาะสมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง คือ วิธี Fuzzy C-Means แบบ 2 ขนาด โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ถ้าจะจัดกลุ่มชุดเก้าอี้จะแนะนำให้เลือกเป็น 2 กลุ่มขนาดและให้เลือกใช้การจัดกลุ่มด้วยวิธี Fuzzy C-Means เพื่อที่จะได้เป็นไปได้ในแง่การผลิตและมีความเหมาะสมที่สูงมากเมื่อเทียบกับ

การจัดชุดขนาดแบบอื่น โดยเสนอให้มีขนาดเป็นชุดขนาดที่ 1 กำหนดให้เก้าอี้สูง 40 ซม. โต๊ะสูง 64 ซม. และชุดขนาดที่ 2 กำหนดให้เก้าอี้สูง 43 ซม. โต๊ะสูง 71 ซม.

2) ถ้าจะไม่ต้องการแบ่งกลุ่มขนาดใดๆโดยใช้สิ่งที่มีทั่วไปในการปฏิบัติงานปัจจุบัน โดยมีโต๊ะสูง 75 ซม. และมีเก้าอี้ที่ปรับระดับได้ที่มีแพร่หลาย งานวิจัยนี้จะเสนอให้ใช้เก้าอี้แบบปรับระดับความสูงได้ในแบบปัจจุบันแต่ควรมีแกนเพื่อการปรับระบบไม่ควรสูงเกินกว่า 10 ซม.

# บทที่ 5

# บทสรุป

การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกาย โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ตามลำดับดังนี้

## สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้หลักการ Machine Learning ในการจัดกลุ่มแบบ K-Mean แบบ Fuzzy C-Mean และแบบ Hierarchical Clustering โดยการเปรียบเทียบความเหมาะสมขนาดความสูงโต๊ะเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกายของการจัดกลุ่มในแบบต่างๆ จะพบว่าการเปรียบเทียบจำนวนที่เหมาะสมของแต่ละวิธีการนี้ได้เริ่มตั้งแต่ในปัจจุบันที่ใช้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ไปสู่การจัดกลุ่มแบบ k-Means 2 ขนาด k-Means 3 ขนาด Fuzzy C-Mean 2 ชุดขนาด Fuzzy C-Means แบบ 3 ชุดขนาด และวิธีใช้เก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้ โดยความสูงโต๊ะยังเป็นปัจจุบันคือ 75 ซม. (AJS15) พบว่า การมีชุดขนาดให้เลือกจะทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเดิมยังไม่ได้ทำอะไรเลยจะมีความเหมาะสมแค่ 5.7% แต่เมื่อการจัดกลุ่มขึ้นมาไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด วิธีการใดก็จะมีผลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนโดยเพิ่มขึ้น 80% เป็นอย่างน้อย ซึ่งการแบ่งเป็น 3 กลุ่ม (KM3 และ FCM3) จะมีเปอร์เซ็นที่เหมาะสมมากกว่าแบบ 2 กลุ่ม (KM2 และ FCM2) มากกว่าอยู่ 6% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าการมีหลายกลุ่มชุดขนาดให้เลือกสามารถทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยของแต่ละขั้นตอนการศึกษาเพื่อนำไปสู่การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของร่างกายสำหรับกลุ่มวัยทำงาน

## อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อการศึกษารูปและขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้ขนาดโต๊ะเก้าอี้ทั่วไป พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายและขนาดของ

เก้าอี้และโต๊ะมีตามตารางที่ 9 สรุปจำนวนไม่เหมาะสมที่มากกว่าเหมาะสมมาก และถ้ามองให้ละเอียดลงไปถึงขนาดความสูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจะได้ผลดังตารางด้านล่าง ซึ่งจะแสดงข้อมูลตามระดับความสูงที่สูงเกินไปและต่ำเกินไป และจากผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาขนาดโต๊ะและเก้าอี้ภาพรวมที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานในสำนักงานโดยใช้ขนาดเดียวซึ่งเป็นขนาดที่กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.). (Community & Standard, n.d.) จะพบว่ามีความเหมาะสมแค่ 5.83% หรือ 6% แค่นั้นถ้าคิดเป็นจำนวนจำนวนคนคือ 34 คนจาก 857 คนถือว่าน้อยมาก ในขณะที่ไม่เหมาะสมเลยคิดเป็น 94.17% หรือคิดเป็น 807 คนจาก 857 คนซึ่งถือว่าไม่เหมาะสมเป็นจำนวนที่เยอะมาก งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอขนาดความสูงของเก้าอี้และโต๊ะทำงานในสำนักงานว่าเหมาะกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้ตามตาราง 4 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายตามความสูงของโต๊ะเก้าอี้ปัจจุบัน จะพบว่ามีความเหมาะสมที่น้อยมาก และถ้าพิจารณาโดยละเอียดตามข้อมูลในตาราง 5 ซึ่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของเก้าอี้สูง 42 โต๊ะสูง 75 ซม. แยกเป็นความสูงที่เกินไปจะพบว่ามีจำนวนที่เป็นกลุ่มๆใกล้เคียงกัน การเปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับขนาดของโต๊ะและเก้าอี้แนะนำ

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ที่ว่า เพื่อหาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้หลักการ Machine Learning ในการจัดกลุ่มแบบ k-Means แบบ Fuzzy c-Means และแบบ Hierarchical Clustering จากการทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการจัดกลุ่มขนาดต่างๆ ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องที่สามารถจัดกลุ่มของปัจจัยได้หลายมิติในเวลาเดียวกันได้ ได้ใช้ข้อมูลที่มีเพื่อที่จะได้ให้เรียนรู้โดยเครื่องสู่การปรับค่าต่างๆได้ด้วยวิธีตัวเอง โดยได้ทำการทดลองจัดกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบยืนยันด้วยอสมการเหมาะสมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้จัดกลุ่มตามเก้าอี้และโต๊ะที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างแล้ว โดยได้จัดกลุ่มเป็น 1)ขนาดเดียวขนาดเดิมคือเก้าอี้สูง 42 ซม. โต๊ะสูง 75 ซม. 2)จัดกลุ่มเป็น 2 ชุดขนาดด้วยวิธี k-Means 3)จัดกลุ่มเป็น 3 ชุดขนาด ด้วยวิธี k-Means 4)จัดกลุ่มเป็น 2 ชุดขนาดด้วยวิธี Fuzzy C-Means 5)จัดกลุ่มเป็น 3 ชุดขนาดด้วยวิธี Fuzzy C-Means 6)จัดกลุ่มด้วยวิธีไม่ระบุจำนวนกลุ่มขนาดด้วยใช้วิธีการแบบ Hierarchical Clustering และ 7)แบ่งกลุ่มตามโต๊ะปกติสูง 75 ซม.แต่เก้าอี้ที่สามารถปรับความสูงได้ โดยใช้การทดลองวิเคราะห์ข้อมูลที่วัดจากขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในวัยทำงานจำนวน 857 คนมีกระจายข้อมูลความสูงร่างกายแบบปกติ และใช้ข้อมูลต่างๆเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมที่สามารถวัดได้ง่ายในที่นี้คือ PH และ SSH ที่คัดเลือกเพื่อนำไปสู่

การตรวจสอบความเหมาะสมในรูปแบบต่างๆ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาฟังก์ชันใน MS-Excel ที่สร้างจากภาษา VBA เพื่อนำหลักการจากอสมการตรวจสอบมาใช้เพื่อให้การเรียกใช้งานได้สะดวก ลดการผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลผลวิจัยพบว่า 1) ความเหมาะสมรวมของเก้าอี้และโต๊ะมาตรฐานที่ขนาดความสูง 42 ซม.และโต๊ะสูง 75 ซม. ที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันมีความเหมาะสมเพียง 31 % ไม่เหมาะสมมีถึง 69% ซึ่งถือว่าเยอะมาก 2)การจัดกลุ่มแบบ k-Means ทั้งแบบ 2 ชุดขนาดและ 3 ชุดขนาดจะทำให้ความเหมาะสมมากขึ้นโดยมีความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 89.38% และ 96.03% ตามลำดับซึ่งถือว่าเห็นผลได้ชัดเจนมาก 3)การจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Means ทั้งแบบ 2 ชุดขนาดและ 3 ชุดขนาดจะทำให้ความเหมาะสมมากขึ้นโดยมีความเหมาะสมเพิ่มขึ้นเป็น 91.48% และ 95.80% ตามลำดับซึ่งเป็นความเหมาะสมที่มากกว่า 4)การจัดกลุ่มแบบไม่ระบุจำนวนกลุ่มด้วยวิธีการแบบ Hierarchical Clustering วิธีนี้ได้ผลออกมาเป็นจำนวน 10 กลุ่มขนาดซึ่งถือว่าเยอะเกินไปสำหรับในแง่การผลิต และวิธีสุดท้ายคือ 5)การหาขนาดเหมาะสมของชุดขนาดโต๊ะสูงปกติ 75 ซม. และเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูงได้ พบว่าสามารถปรับระดับเพิ่มขึ้นได้ตั้งแต่ 1-10 ซม. จะสามารถทำให้ได้ความเหมาะสมรวมได้เป็น 89.85% หรือเป็น 90% ตามลำดับ ซึ่งถือเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุดในขณะนี้แต่จะต้องคำนึงถึงความเสถียรของเก้าอี้ที่มีแกนเดียวต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆ ที่อ้างถึงสมการตรวจสอบความเหมาะสมและได้ชุดขนาดที่ใช้เป็นการกำหนดความเหมาะสมดังกล่าวนำมา (Afzan et al., 2012; Agha, 2010; H. I. Castellucci et al., 2021b; Gouvali & Boudolos, 2006) และสอดคล้องกับวิธีใน งานวิจัยของ Hsu et al. (2009) ในการจัดกลุ่มของสัดส่วนร่างกายถูกใช้ไปในการออกแบบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้า

**ข้อเสนอแนะ**

จากมูลเหตุการวิจัยและแสดงผลการทดลองตามที่กล่าวนำมา วิจัยนี้จึงขอสรุปเพื่อเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาการไม่เหมาะสมของชุดขนาดเก้าอี้และโต๊ะทำงานในปัจจุบันดังนี้ 1)ถ้าจะจัดกลุ่มชุดเก้าอี้จะแนะนำให้เลือกเป็น 2 กลุ่มขนาดและให้เลือกใช้การจัดกลุ่มด้วยวิธี Fuzzy C-Means เพื่อที่จะได้เป็นไปได้ในแง่การผลิตและมีความเหมาะสมที่สูงมากเมื่อเทียบกับการจัดชุดขนาดแบบอื่น 2)ถ้าจะไม่ต้องการแบ่งกลุ่มขนาดใดๆโดยใช้สิ่งที่มีทั่วไปในการปฏิบัติงานปัจจุบันโดยมีโต๊ะสูง 75 ซม. และมีเก้าอี้ที่ปรับระดับได้ที่มีแพร่หลาย งานวิจัยนี้จะเสนอให้ใช้เก้าอี้แบบปรับระดับความสูงได้ในแบบปัจจุบันแต่ควรมีแกนเพื่อการปรับระบบไม่ควรสูงเกินกว่า 10 ซม. หรือสรุปเป็นหลักการดังนี้

1 ควรปรับปรุงขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่ใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากในการนั่งทำงานที่มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้ ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน และไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ทำให้ส่งผลเสียต่อร่างกายของผู้ใช้งานในอนาคต และอาจจะเสี่ยงเป็นโรคออฟฟิตซินโดรม

2 ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงาน ให้มีความเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานในสำนักงานให้มากยิ่งขึ้นได้

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กอบเกียรติ สระอุบล. (2563). *เรียนรู้ Data Science และ AI : Machine Learning ด้วย Python* (1st ed.). มีเดีย.

กาณจนา จรัญศิริไพศาล, ดร.สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา, & คำรณ สุนัติ. (2011). การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธี เคอินเวอร์สฮาร์โมนิกมีน. *วารสารวิจัย มข. (บศ.)11(2)*.

จันทณี นิลเลิศ. (2560). การนั่งตามหลักการยศาสตร์. *Siriraj Medical Bulletin*, *10*(1), 23–28. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/simedbull/article/view/87527

ปริญญา สงวนสัตย์. (2558). *การเรียนรู้ของเครื่อง Machine Learning*. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์,.

วันชัย แหลมหลักสกุล. (2551). การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ประกับไผ่ โดยใช้หลักการยศาสตร์. *รายงานการวิจัย*.

*สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)*. (n.d.). Retrieved October 14, 2022, from https://www.thaihealth.or.th/

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2544). *เออร์กอนอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้ = (Ergonomics on sitting and chairs)*. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

อนุดา ถิรัฏฐานกุล, & วริศรา เบ้านู. (2564). ผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพด้านการยศาสตร์ ต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อลดความเสี่ยง ต่อโรคกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดจากการทำงานของพนักงานในสถานประกอบการแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อมและสุขภาพชุมชน*, *6*(3), 38–44. https://he03.tci-thaijo.org/index.php/ech/article/view/892

Afzan, Z. Z., Hadi, S. A., Shamsul, B. T., Zailina, H., Nada, I., & Rahmah, A. R. S. (2012). Mismatch between school furniture and anthropometric measures among primary school children in Mersing, Johor, Malaysia. *Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES), 2012 Southeast Asian*, 1–5. https://doi.org/10.1109/seanes.2012.6299557

Agha, S. R. (2010). School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. *Ergonomics*, *53*(3), 344–354.

Bidassie, B., McGlothlin, J. D., Goh, A., Feyen, R. G., & Barany, J. W. (2010). Limited economic evaluation to assess the effectiveness of a university-wide office ergonomics program. *Applied Ergonomics*, *41*(3), 417–427. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2009.09.005

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2015). International Journal of Industrial Ergonomics Equations for de fi ning the mismatch between students and school furniture : A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *48*, 117–126. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.002

Castellucci, H. I., Viviani, C., Arezes, P., Molenbroek, J. F. M., Martínez, M., & Aparici, V. (2021). Application of mismatch equations in dynamic seating designs. *Applied Ergonomics*, *90*, 103273. https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2020.103273

Castellucci, H., Viviani, C., Arezes, P., Molenbroek, J. F. M., Martínez, M., Aparici, V., & Dianat, I. (2020). 011*-Applied anthropometry for common industrial settings design: Working and ideal manual handling heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *78*, 102963. https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2020.102963

Castellucci, I., Arezes, P., & Molenbroek, J. (2014). Applied Anthropometrics in School Furniture Design: Which Criteria Should be Used for Standardization? In *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014*.

Community, T., & Standard, P. (n.d.). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน*.

Dianat, I., Molenbroek, J., & Castellucci, H. I. (2018). A review of the methodology and applications of anthropometry in ergonomics and product design. In *Ergonomics* (Vol. 61, Issue 12). https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1502817

Genaidy, A. M., Huston, R. L., Dionysiou, D. D., & Karwowski, W. (2017). A system-of-systems framework for improved human, ecologic and economicwell-Being. *Sustainability (Switzerland)*, *9*(4). https://doi.org/10.3390/su9040616

Gouvali, M. K., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, *37*(6), 765–773.

Hsu, C. H., Lee, T. Y., & Kuo, H. M. (2009). Mining the body features to develop sizing systems to improve business logistics and marketing using fuzzy clustering data mining. *WSEAS Transactions on Computers*, *8*(7), 1215–1224. http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-70450198193&site=eds-live&authtype=ip,uid

Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, *31*, 651–666. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011

Kahya, E. (2019). 004-Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures of university students. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *74*, 102864. https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2019.102864

Lewis, R. J., Krawiec, M., Confer, E., Agopsowicz, D., & Crandall, E. (2002). Musculoskeletal disorder worker compensation costs and injuries before and after an office ergonomics program. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *29*(2), 95–99. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00054-3

Matteucci, M. (n.d.). *A Tutorial on Clustering Algorithms*. *2014*.

Niu, J., He, Y., Li, M., Zhang, X., Ran, L., Chao, C., & Zhang, B. (2010). *A comparative study on application of data mining technique in human shape clustering : Principal component analysis vs. factor analysis*. 2014–2018. https://doi.org/10.1109/iciea.2010.5515577

Phonnipha Boriboonsuksri, & Natth Junkrob. (2555). *การออกแบบโต๊ะเรียนให้ เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ*.

Robertson, M., Amick Iii, B. C., DeRango, K., Rooney, T., Bazzani, L., Harrist, R., & Moore, A. (2009). The effects of an office ergonomics training and chair intervention on worker knowledge, behavior and musculoskeletal risk. *Applied Ergonomics*, *40*(1), 124–135. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2007.12.009

Rohith Gandhi. (n.d.). *K-Means Clustering — Introduction to Machine Learning Algorithms*. Retrieved June 1, 2023, from https://towardsdatascience.com/k-means-clustering-introduction-to-machine-learning-algorithms-c96bf0d5d57a

VITHANAGE, C. P., JAYAWARDANA, T. S. S., & NILES, S. N. (2013). THE DEVELOPMENT OF PANT SIZING SYSTEM FOR SRI LANKAN FEMALES. *International Journal*, *1*(1), 2307-227X.

Zakaria, N. (2011). *Sizing system for functional clothing—Uniforms for school children*.

Zemp, R., Tanadini, M., Plüss, S., Schnüriger, K., Singh, N. B., Taylor, W. R., & Lorenzetti, S. (2016). Application of Machine Learning Approaches for Classifying Sitting Posture Based on Force and Acceleration Sensors. *BioMed Research International*, *2016*. https://doi.org/10.1155/2016/5978489

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

ฟังก์ชันที่สร้างในโปรแกรมกระดานคำนวณเพื่อความสะดวกในการทำวิจัย

```
Option Explicit


Public Function getSuitSH(pPH As Double, pSH As Double) As String
    Dim xretu As String
    Dim lb As Double
    Dim ub As Double

    lb = ((pPH + 2) * 0.866)  ' - 0.5  'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§
    ub = ((pPH + 2) * 0.996) '+ 0.5 'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§

    If (lb <= pSH) And (pSH <= ub) Then
        xretu = "M"
    ElseIf pSH < lb Then
        'xretu = "H-" & Abs(pPH - ub)
        xretu = "L-" & Round(Abs(pSH - lb), 0)
    ElseIf pSH > ub Then
        'xretu = "L-" & Abs(pPH - lb)
        xretu = "H-" & Round(Abs(pSH - lb), 0)
    Else
        xretu = "*"
    End If
    getSuitSH = xretu
End Function


Public Function getSuitDH(pEHS As Double, pDH As Double, pSH As
Double, pSHS As Double) As String
    Dim xretu As String
    Dim lb As Double
```

```
        Dim ub As Double
        Dim dh As Double

        lb = pSH + (pEHS) '- 0.5    'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§
        ub = pSH + (pEHS * 0.8517 + pSHS * 0.1483) '+ 0.5 'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§

        If (lb <= pDH) And (pDH <= ub) Then
            xretu = "M"
        ElseIf pDH < lb Then
            'xretu = "H-" & Abs(lb - pSDH)
            xretu = "L-" & Round(Abs(lb - pDH), 0)
         ElseIf pDH > ub Then
            'xretu = "L-" & Abs(ub - pSDH)
            xretu = "H-" & Round(Abs(ub - pDH), 0)
        Else
            xretu = "*"
        End If
        getSuitDH = xretu
    End Function

    Public Function ChkFitEachSizeV2(WhatToChk As String, NumSize As
Integer, startRange As String, pPH As Double, pSHS As Double, pEHS As
Double) As String
        Dim xretu As String
        Dim rSM As String
        Dim i As Integer
        Dim rowStart As Integer
        Dim colStart As Integer
        Dim sh As Double
        Dim dh As Double
        Dim posiSH As Integer
```

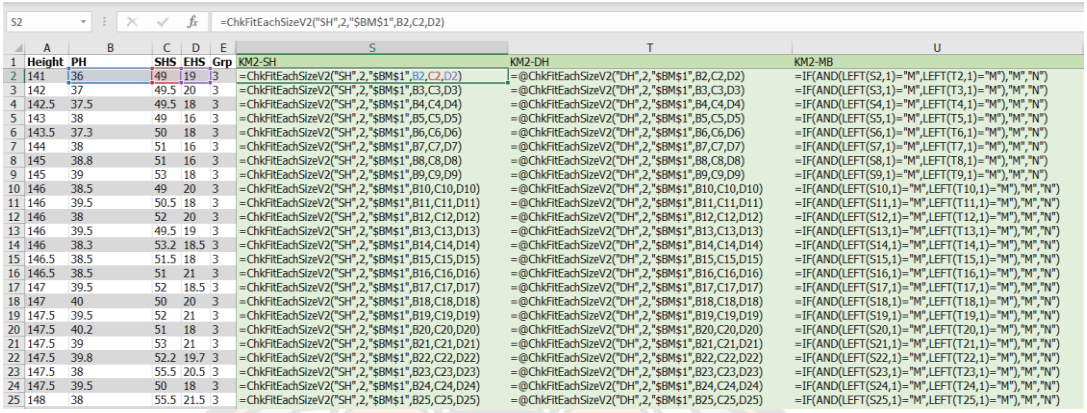
```
        Dim posiSDH As Integer


        xretu = ""
        'sheetName = "OK-Results"
        'oldsheet  =
        'rowStart = Sheets(sheetName)!Range(startRange).Row
        'colStart = Sheets(sheetName)!Range(startRange).Column  + 1

        rowStart = Range(startRange).Row
        colStart = Range(startRange).Column + 1

        For i = 1 To NumSize
            If WhatToChk = "SH" Then
               sh = Cells(rowStart + i, colStart)
               rSM = getSuitSH(pPH, sh)
            ElseIf WhatToChk = "DH" Then
               sh = Cells(rowStart + i, colStart)  '+4
               dh = Cells(rowStart + i, colStart + 1)
               rSM = getSuitDH(pEHS, dh, sh, pSHS)
            End If

            If rSM = "M" Then
               xretu = "M-" & "S" & i & "-" & Left(WhatToChk, 1)
               Exit For
            End If
        Next i
        xretu = IIf(Left(xretu, 1) = "M", xretu, rSM & "-" & Left(WhatToChk,
1))

        ChkFitEachSizeV2 = xretu
    End Function
```

```
Public Function ChkFitEachSize(WhatToChk As String, NumSize As Integer, startRange As String, pPH As Double, pSHS As Double, pEHS As Double) As String
    Dim xretu As String
    Dim rSM As String
    Dim i As Integer
    Dim rowStart As Integer
    Dim colStart As Integer
    Dim sh As Double
    Dim dh As Double
    Dim posiSH As Integer
    Dim posiSDH As Integer

    xretu = ""
    rowStart = Range(startRange).Row
    colStart = Range(startRange).Column

    For i = 1 To NumSize
      If WhatToChk = "SH" Then
        sh = Cells(rowStart + i, colStart + 9)
        rSM = getSuitSH(pPH, sh)
      ElseIf WhatToChk = "EHS" Then
        sh = Cells(rowStart + i, colStart + 9)    '+4
        dh = Cells(rowStart + i, colStart + 9 + 4 + 4)
        'Public Function getSuitDH(pEHS As Double, pDH As Double, pSH As Double, pSHS As Double) As String
        rSM = getSuitDH(pEHS, dh, sh, pSHS)
      End If
      'xRetu = rSM
      If rSM = "M" Then
        xretu = "M-" & "S" & i
```

```
                End If
                xretu = IIf(Left(xretu, 1) = "M", xretu, rSM)
            Next i
            ChkFitEachSize = xretu

'=IF(Y2="S21",getSuitSH(C2,$AT$7),IF(Y2="S22",getSuitSH(C2,$AT$8),"*"))
        End Function

        Public Function getSizeDH(pSH As Double, pEHS As Double, pSHS As
Double) As Double
            Dim lb As Double
            Dim ub As Double
            Dim dh As Double
            'Dim diff As Double

            lb = pSH + (pEHS) '- 0.5    'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§
            ub = pSH + (pEHS * 0.8517 + pSHS * 0.1483) '+ 0.5 'à¼×èÍ¹Ô´¹Ö§

            getSizeDH = (lb + ub) / 2

        End Function
```

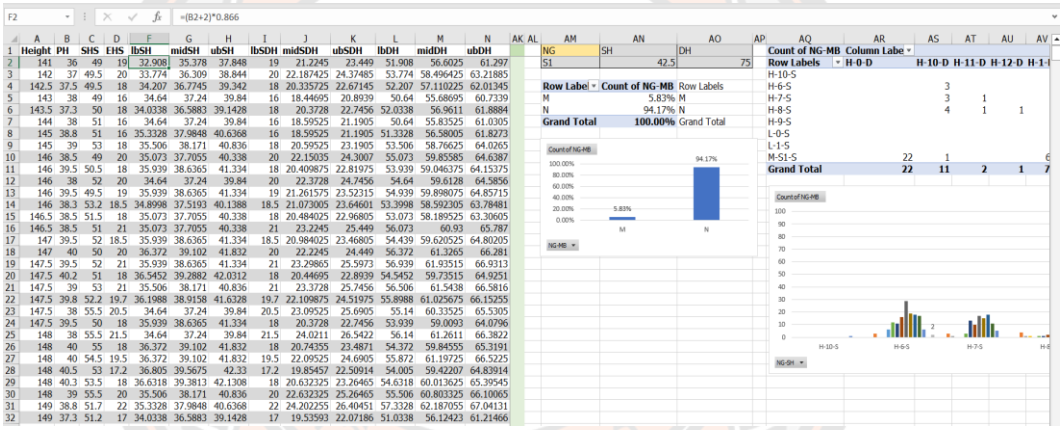
## ภาคผนวก ข

# สมการตรวจสอบความเหมาะสมที่ถูกใช้ในโปรแกรมตารางคำนวณ



S2 =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B2,C2,D2)

| | A | B | C | D | E | S | T | U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Height | PH | SHS | EHS | Grp | KM2-SH | KM2-DH | KM2-MB |
| 2 | 141 | 36 | 49 | 19 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B2,C2,D2) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B2,C2,D2) | =IF(AND(LEFT(S2,1)="M",LEFT(T2,1)="M"),"M","N") |
| 3 | 142 | 37 | 49.5 | 20 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B3,C3,D3) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B3,C3,D3) | =IF(AND(LEFT(S3,1)="M",LEFT(T3,1)="M"),"M","N") |
| 4 | 142.5 | 37.5 | 49.5 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B4,C4,D4) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B4,C4,D4) | =IF(AND(LEFT(S4,1)="M",LEFT(T4,1)="M"),"M","N") |
| 5 | 143 | 38 | 49 | 16 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B5,C5,D5) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B5,C5,D5) | =IF(AND(LEFT(S5,1)="M",LEFT(T5,1)="M"),"M","N") |
| 6 | 143.5 | 37.3 | 50 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B6,C6,D6) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B6,C6,D6) | =IF(AND(LEFT(S6,1)="M",LEFT(T6,1)="M"),"M","N") |
| 7 | 144 | 38 | 51 | 16 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B7,C7,D7) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B7,C7,D7) | =IF(AND(LEFT(S7,1)="M",LEFT(T7,1)="M"),"M","N") |
| 8 | 145 | 38.8 | 51 | 16 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B8,C8,D8) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B8,C8,D8) | =IF(AND(LEFT(S8,1)="M",LEFT(T8,1)="M"),"M","N") |
| 9 | 145 | 39 | 53 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B9,C9,D9) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B9,C9,D9) | =IF(AND(LEFT(S9,1)="M",LEFT(T9,1)="M"),"M","N") |
| 10 | 146 | 38.5 | 49 | 20 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B10,C10,D10) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B10,C10,D10) | =IF(AND(LEFT(S10,1)="M",LEFT(T10,1)="M"),"M","N") |
| 11 | 146 | 39.5 | 50.5 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B11,C11,D11) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B11,C11,D11) | =IF(AND(LEFT(S11,1)="M",LEFT(T11,1)="M"),"M","N") |
| 12 | 146 | 38 | 52 | 20 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B12,C12,D12) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B12,C12,D12) | =IF(AND(LEFT(S12,1)="M",LEFT(T12,1)="M"),"M","N") |
| 13 | 146 | 39.5 | 49.5 | 19 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B13,C13,D13) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B13,C13,D13) | =IF(AND(LEFT(S13,1)="M",LEFT(T13,1)="M"),"M","N") |
| 14 | 146 | 38.3 | 53.2 | 18.5 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B14,C14,D14) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B14,C14,D14) | =IF(AND(LEFT(S14,1)="M",LEFT(T14,1)="M"),"M","N") |
| 15 | 146.5 | 38.5 | 51.5 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B15,C15,D15) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B15,C15,D15) | =IF(AND(LEFT(S15,1)="M",LEFT(T15,1)="M"),"M","N") |
| 16 | 146.5 | 38.5 | 51 | 21 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B16,C16,D16) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B16,C16,D16) | =IF(AND(LEFT(S16,1)="M",LEFT(T16,1)="M"),"M","N") |
| 17 | 147 | 39.5 | 52 | 18.5 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B17,C17,D17) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B17,C17,D17) | =IF(AND(LEFT(S17,1)="M",LEFT(T17,1)="M"),"M","N") |
| 18 | 147 | 40 | 50 | 20 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B18,C18,D18) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B18,C18,D18) | =IF(AND(LEFT(S18,1)="M",LEFT(T18,1)="M"),"M","N") |
| 19 | 147.5 | 39.5 | 52 | 21 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B19,C19,D19) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B19,C19,D19) | =IF(AND(LEFT(S19,1)="M",LEFT(T19,1)="M"),"M","N") |
| 20 | 147.5 | 40.2 | 51 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B20,C20,D20) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B20,C20,D20) | =IF(AND(LEFT(S20,1)="M",LEFT(T20,1)="M"),"M","N") |
| 21 | 147.5 | 39 | 53 | 21 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B21,C21,D21) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B21,C21,D21) | =IF(AND(LEFT(S21,1)="M",LEFT(T21,1)="M"),"M","N") |
| 22 | 147.5 | 39.8 | 52.2 | 19.7 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B22,C22,D22) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B22,C22,D22) | =IF(AND(LEFT(S22,1)="M",LEFT(T22,1)="M"),"M","N") |
| 23 | 147.5 | 38 | 55.5 | 20.5 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B23,C23,D23) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B23,C23,D23) | =IF(AND(LEFT(S23,1)="M",LEFT(T23,1)="M"),"M","N") |
| 24 | 147.5 | 39.5 | 50 | 18 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B24,C24,D24) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B24,C24,D24) | =IF(AND(LEFT(S24,1)="M",LEFT(T24,1)="M"),"M","N") |
| 25 | 148 | 38 | 55.5 | 21.5 | 3 | =ChkFitEachSizeV2("SH",2,"$BM$1",B25,C25,D25) | =@ChkFitEachSizeV2("DH",2,"$BM$1",B25,C25,D25) | =IF(AND(LEFT(S25,1)="M",LEFT(T25,1)="M"),"M","N") |



F2 =(B2+2)*0.866

| | A | B | C | D | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Height | PH | SHS | EHS | lbSH | midSH | ubSH | lbSDH | midSDH | ubSDH | lbDH | midDH | ubDH |
| 2 | 141 | 36 | 49 | 19 | 32.908 | 35.378 | 37.848 | 19 | 21.2245 | 23.449 | 51.908 | 56.6025 | 61.297 |
| 3 | 142 | 37 | 49.5 | 20 | 33.774 | 36.309 | 38.844 | 20 | 22.187425 | 24.37485 | 53.774 | 58.496425 | 63.21885 |
| 4 | 142.5 | 37.5 | 49.5 | 18 | 34.207 | 36.7745 | 39.342 | 18 | 20.335725 | 22.67145 | 52.207 | 57.110225 | 62.01345 |
| 5 | 143 | 38 | 49 | 16 | 34.64 | 37.24 | 39.84 | 16 | 18.44695 | 20.8939 | 50.64 | 55.68695 | 60.7339 |
| 6 | 143.5 | 37.3 | 50 | 18 | 34.0338 | 36.5883 | 39.1428 | 18 | 20.3728 | 22.7456 | 52.0338 | 56.9611 | 61.8884 |
| 7 | 144 | 38 | 51 | 16 | 34.64 | 37.24 | 39.84 | 16 | 18.59525 | 21.1905 | 50.64 | 55.83525 | 61.0305 |
| 8 | 145 | 38.8 | 51 | 16 | 35.3328 | 37.9848 | 40.6368 | 16 | 18.59525 | 21.1905 | 51.3328 | 56.58005 | 61.8273 |
| 9 | 145 | 39 | 53 | 18 | 35.506 | 38.171 | 40.836 | 18 | 20.59525 | 23.1905 | 53.506 | 58.76625 | 64.0265 |
| 10 | 146 | 38.5 | 49 | 20 | 35.073 | 37.7055 | 40.338 | 20 | 22.15035 | 24.3007 | 55.073 | 59.85585 | 64.6387 |
| 11 | 146 | 39.5 | 50.5 | 18 | 35.939 | 38.6365 | 41.334 | 18 | 20.409875 | 22.81975 | 53.939 | 59.046375 | 64.15375 |
| 12 | 146 | 38 | 52 | 20 | 34.64 | 37.24 | 39.84 | 20 | 22.3728 | 24.7456 | 54.64 | 59.6128 | 64.5856 |
| 13 | 146 | 39.5 | 49.5 | 19 | 35.939 | 38.6365 | 41.334 | 19 | 21.261575 | 23.52315 | 54.939 | 59.898075 | 64.85715 |
| 14 | 146 | 38.3 | 53.2 | 18.5 | 34.8998 | 37.5193 | 40.1388 | 18.5 | 21.073005 | 23.64601 | 53.3998 | 58.592305 | 63.78481 |
| 15 | 146.5 | 38.5 | 51.5 | 18 | 35.073 | 37.7055 | 40.338 | 18 | 20.484025 | 22.96805 | 53.073 | 58.189525 | 63.30605 |
| 16 | 146.5 | 38.5 | 51 | 21 | 35.073 | 37.7055 | 40.338 | 21 | 23.2245 | 25.449 | 56.073 | 60.93 | 65.787 |
| 17 | 147 | 39.5 | 52 | 18.5 | 35.939 | 38.6365 | 41.334 | 18.5 | 20.984025 | 23.46805 | 54.439 | 59.620525 | 64.80205 |
| 18 | 147 | 40 | 50 | 20 | 36.372 | 39.102 | 41.832 | 20 | 22.2245 | 24.449 | 56.372 | 61.3265 | 66.281 |
| 19 | 147.5 | 39.5 | 52 | 21 | 35.939 | 38.6365 | 41.334 | 21 | 23.29865 | 25.5973 | 56.939 | 61.93515 | 66.9313 |
| 20 | 147.5 | 40.2 | 51 | 18 | 36.5452 | 39.2882 | 42.0312 | 18 | 20.44695 | 22.8939 | 54.5452 | 59.73515 | 64.9251 |
| 21 | 147.5 | 39 | 53 | 21 | 35.506 | 38.171 | 40.836 | 21 | 23.3728 | 25.7456 | 56.506 | 61.5438 | 66.5816 |
| 22 | 147.5 | 39.8 | 52.2 | 19.7 | 36.1988 | 38.9158 | 41.6328 | 19.7 | 22.109875 | 24.51975 | 55.8988 | 61.025675 | 66.15255 |
| 23 | 147.5 | 38 | 55.5 | 20.5 | 34.64 | 37.24 | 39.84 | 20.5 | 23.09525 | 25.6905 | 55.14 | 60.33525 | 65.5305 |
| 24 | 147.5 | 39.5 | 50 | 18 | 35.939 | 38.6365 | 41.334 | 18 | 20.3728 | 22.7456 | 53.939 | 59.0093 | 64.0796 |
| 25 | 148 | 38 | 55.5 | 21.5 | 34.64 | 37.24 | 39.84 | 21.5 | 24.0211 | 26.5422 | 56.14 | 61.2611 | 66.3822 |
| 26 | 148 | 40 | 55 | 18 | 36.372 | 39.102 | 41.832 | 18 | 20.74355 | 23.4871 | 54.372 | 59.84555 | 65.3191 |
| 27 | 148 | 40 | 54.5 | 19.5 | 36.372 | 39.102 | 41.832 | 19.5 | 22.09525 | 24.6905 | 55.872 | 61.19725 | 66.5225 |
| 28 | 148 | 40.5 | 53 | 17.2 | 36.805 | 39.5675 | 42.33 | 17.2 | 19.85457 | 22.50914 | 54.005 | 59.42207 | 64.83914 |
| 29 | 148 | 40.3 | 53.5 | 18 | 36.6318 | 39.3813 | 42.1308 | 18 | 20.632325 | 23.26465 | 54.6318 | 60.013625 | 65.39545 |
| 30 | 148 | 39 | 55.5 | 20 | 35.506 | 38.171 | 40.836 | 20 | 22.632325 | 25.26465 | 55.506 | 60.803325 | 66.10065 |
| 31 | 149 | 38.8 | 51.7 | 22 | 35.3328 | 37.9848 | 40.6368 | 22 | 24.202255 | 26.40451 | 57.3328 | 62.187055 | 67.04131 |
| 32 | 149 | 37.3 | 51.2 | 17 | 34.0338 | 36.5883 | 39.1428 | 17 | 19.53593 | 22.07186 | 51.0338 | 56.12423 | 61.21466 |

| | AK | AL | AM | AN | AO |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | NG | SH | DH |
| | | | S1 | 42.5 | 75 |

| Row Label | Count of NG-MB | Row Labels |
|---|---|---|
| M | 5.83% | M |
| N | 94.17% | N |
| Grand Total | 100.00% | Grand Total |




| | AP | AQ | AR | AS | AT | AU | AV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Count of NG-MB | Column Labe | | | | |
| | | Row Labels | H-0-D | H-10-D | H-11-D | H-12-D | H-1-I |
| | | H-10-S | | | | | |
| | | H-6-S | | 3 | | | |
| | | H-7-S | | 3 | 1 | | |
| | | H-8-S | | 4 | 1 | 1 | |
| | | H-9-S | | | | | |
| | | L-0-S | | | | | |
| | | L-1-S | | | | | |
| | | M-S1-S | 22 | 1 | | | 6 |
| | | Grand Total | 22 | 11 | 2 | 1 | 7 |