# บทที่ 7

# การทดสอบรูปแบบการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของ Nelder-Mead Simplex Algorithm

เนื้อหาในบทนี้จะเกี่ยวข้องกับการทดสอบรูปแบบการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของ Nelder-Mead simplex algorithm เนื่องจากประสิทธิภาพในการหาคำตอบของวิธีดังกล่าวขึ้นอยู่กับการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้น (initial simplex) และค่า step length ($\eta$) ดังนั้นในการหาระบบการจัดขนาดเสื้อเชิ้ตของปัญหานี้จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบวิธีการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นและพารามิเตอร์เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุด

การหารูปแบบและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ Nelder-Mead simplex algorithm สามารถทำได้โดยการออกแบบการทดลอง ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบการทดลองและทำการทดลอง โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเปรียบเทียบหาองค์ประกอบที่เหมาะสมในการหาคำตอบที่ดีที่สุด จากวัตถุประสงค์เป้าหมาย (objective function)

## 7.1 การทดลองเพื่อหารูปแบบและพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

### *7.1.1 การระบุปัญหา*

กรณีศึกษาในการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กรณีศึกษา คือ

กรณีศึกษาที่ 1 เป็นการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยอาศัยการวิเคราะห์ความถดถอยระหว่างตัวแปรครั้งละ 1 คู่ ได้แก่ รอบคอกับจุดวัดอื่นที่เหลือทีละ 1 จุด จากนั้นจึงทำการประมาณค่า step length ($\eta$) ที่เหมาะสมสำหรับวิธีดังกล่าว ซึ่งทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับระบบการจัดขนาดที่ประกอบไปด้วยเสื้อ 3 ขนาด , 4 ขนาด และ 5 ขนาด

กรณีศึกษาที่ 2 เป็นการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (ดังแสดงในบทที่ 4) มาใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้น

### *7.1.2 การเลือกตัวแปรตอบสนอง*

เนื่องจากเป็นการทดสอบเพื่อหารูปแบบในการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากระดับความสามารถในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นตัวแปรตอบสนองที่ใช้ ควรเป็นค่าวัตถุประสงค์เป้าหมาย (objective value) นั่นคือ จำนวนคนที่ไม่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ที่ต่ำสุดหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบมากที่สุดนั่นเอง

## 7.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

### *7.2.1 การกำหนดจำนวนข้อมูลที่ต้องการจากการทดลอง*

ในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลค่าวัตถุประสงค์ของคำตอบ ซึ่งได้แก่ จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้และค่าเฉลี่ย penalty function ของระบบ (โดยพิจารณาจากจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ก่อนเป็นอันดับแรก ในกรณีที่มีจำนวนเท่ากันจะพิจารณาค่าเฉลี่ย penalty function ของระบบประกอบ)

### *7.2.2 การกำหนดรูปแบบการทดลอง*

มีการกำหนดรูปแบบในการทดลอง ดังนี้

1. การทดลองครั้งที่ 1

*วัตถุประสงค์* : เพื่อทำการศึกษาลักษณะการกำหนดค่า step length ที่จะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ดีที่สุด ในกรณีที่กำหนดให้ใช้สมการถดถอยดังแสดงในบทที่ 6 เป็นตัวกำหนดขนาดเริ่มต้น (initial size)

*การทดลอง* : คัดเลือกค่า step length สำหรับแต่ละระบบด้วยการเปลี่ยนค่า step length ไปเรื่อยๆ โดยเริ่มต้นจากจุดเริ่มต้นเดียวกันซึ่งก็คือค่ารอบคอต่ำที่สุดที่เป็นไปได้

*ผลการทดลอง* : ผลลัพธ์ที่ได้ คือ จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ทั้งหมดและค่าเฉลี่ย penalty function สำหรับแต่ละระบบที่ step length ค่าต่างๆ เมื่อทำการเปรียบเทียบและหาค่า step length ที่ดีที่สุดสำหรับระบบได้แล้ว คำตอบนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

2. <u>การทดลองครั้งที่ 2</u>

*วัตถุประสงค์* : เพื่อทำการศึกษารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการค่าจุดวัดภายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้น

*การทดลอง* : นำค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางที่ได้จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มในบทที่ 4 มาใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้น (ดังนั้นในการทดลองนี้จึงไม่มีการกำหนดค่า step length เพื่อใช้สำหรับหาค่าจุดวัดของเสื้อขนาดถัดไป เนื่องจากคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มประกอบไปด้วยค่าของจุดวัดทั้ง 8 จุดครบทุกขนาดแล้ว)

*ผลการทดลอง* : จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้และค่าเฉลี่ย penalty function ของการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นในลักษณะนี้ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 พร้อมกับบทสรุปเกี่ยวกับรูปแบบและการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับซิมเพล็กซ์เริ่มต้นที่จะนำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุด

<u>หมายเหตุ</u> : การทดลองทั้งสองครั้งจะถูกดำเนินการภายใต้หลักการหาความเหมาะสมที่สุดด้วย Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งถูกเขียนให้อยู่ในรูปของโปรแกรม MATLAB

## 7.3 <u>การทดลองกรณีศึกษาที่ 1</u>

### *7.3.1 ผลการทดลองที่ได้ในกรณีศึกษาที่ 1*

จากการทดลองที่ระดับ step length ต่างๆ เมื่อกำหนดให้ค่าเริ่มต้นของรอบคอเท่ากับ 35 เซนติเมตร สามารถสรุปผลที่ได้จากการดำเนินการตามอัลกอริทึมได้ดังนี้

1. <u>กรณีที่ในระบบการจัดขนาดประกอบไปด้วยเสื้อ 3 ขนาด</u>

หลังจากทำการกำหนดค่า step length ต่างๆ แล้วดำเนินการตาม Nelder-Mead simplex algorithm แล้ว สามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 7.1 (การได้มาซึ่งคำตอบที่ดีที่สุด สามารถศึกษาได้จากตัวอย่าง ในภาคผนวก ค)

**ตารางที่ 7.1** : แสดงผลการทดลองเมื่อกำหนดให้ในระบบมีเสื้อ 3 ขนาด

| Step length | ค่าสุดท้ายของรอบคอในซิมเพล็กซ์ | จำนวนคนที่สามารถจัดในระบบได้ | ค่าเฉลี่ยของ penalty function |
|---|---|---|---|
| 1.25 | 37.50 | 73 | 0.0315 |
| 1.50 | 38.00 | 79 | 0.0352 |
| 1.75 | 38.50 | 98 | 0.0381 |
| 2.00 | 39.00 | 81 | 0.0342 |
| 2.25 | 39.50 | 78 | 0.0345 |
| 2.50 | 40.00 | 83 | 0.0311 |
| 2.60 | 40.20 | 85 | 0.0400 |
| 2.80 | 40.60 | 78 | 0.0375 |
| 3.00 | 41.00 | 80 | 0.0339 |
| 3.10 | 41.20 | 86 | 0.0379 |
| 3.15 | 41.30 | 83 | 0.0409 |
| 3.25 | 41.50 | 77 | 0.0367 |
| 3.50 | 42.00 | 83 | 0.0349 |
| 3.70 | 42.40 | 87 | 0.0399 |
| 3.80 | 42.60 | 74 | 0.0286 |
| 3.90 | 42.80 | 85 | 0.0315 |
| **4.00** | **43.00** | **100** | **0.0387** |
| 4.10 | 43.20 | 96 | 0.0362 |
| 4.50 | 44.00 | 70 | 0.0355 |
| 5.00 | 45.00 | 81 | 0.0335 |
| 5.50 | 46.00 | 91 | 0.0321 |
| 6.50 | 48.00 | 67 | 0.0406 |

2. <u>กรณีที่ในระบบการจัดขนาดประกอบไปด้วยเสื้อ 4 ขนาด</u>

หลังจากทำการกำหนดค่า step length ต่างๆ แล้วดำเนินการตาม Nelder-Mead simplex algorithm แล้ว สามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 7.2

**ตารางที่ 7.2** : แสดงผลการทดลองที่ได้ เมื่อกำหนดให้ในระบบมีเสื้อ 4 ขนาด

| Step length | ค่าสุดท้ายของรอบคอในซิมเพล็กซ์ | จำนวนคนที่สามารถจัดในระบบได้ | ค่าเฉลี่ยของ penalty function |
|---|---|---|---|
| 0.50 | 36.50 | 90 | 0.0328 |
| 1.00 | 38.00 | 88 | 0.0390 |
| 1.20 | 38.60 | 100 | 0.0357 |
| 1.40 | 39.20 | 111 | 0.0318 |
| 1.50 | 39.50 | 96 | 0.0379 |
| 1.60 | 39.80 | 90 | 0.0401 |
| 1.80 | 40.40 | 112 | 0.0336 |
| 1.90 | 40.70 | 94 | 0.0251 |
| 2.00 | 41.00 | 84 | 0.0342 |
| 2.20 | 41.60 | 69 | 0.0355 |
| 2.30 | 41.90 | 108 | 0.0338 |
| 2.40 | 42.20 | 73 | 0.0422 |
| 2.60 | 42.80 | 84 | 0.0386 |
| 2.70 | 43.10 | 85 | 0.0371 |
| 2.75 | 43.25 | 100 | 0.0331 |
| **2.80** | **43.40** | **114** | **0.0363** |
| 2.85 | 43.55 | 104 | 0.0287 |
| 2.90 | 43.70 | 78 | 0.0365 |
| 3.00 | 44.00 | 90 | 0.0370 |
| 3.20 | 44.60 | 80 | 0.0373 |
| 3.40 | 45.20 | 78 | 0.0420 |
| 3.60 | 45.80 | 110 | 0.0346 |
| 3.80 | 46.40 | 104 | 0.0330 |
| 4.00 | 47.00 | 98 | 0.0366 |
| 4.20 | 47.60 | 102 | 0.0335 |
| 4.40 | 48.20 | 93 | 0.0383 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. <u>กรณีที่ในระบบการจัดขนาดประกอบไปด้วยเสื้อ 5 ขนาด</u>

หลังจากทำการกำหนดค่า step length ต่างๆ แล้วดำเนินการตาม Nelder-Mead simplex algorithm แล้ว สามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 7.3

**ตารางที่ 7.3** : แสดงผลการทดลองที่ได้ เมื่อกำหนดให้ในระบบมีเสื้อ 5 ขนาด

| Step length | ค่าสุดท้ายของรอบคอในซิมเพล็กซ์ | จำนวนคนที่สามารถจัดในระบบได้ | ค่าเฉลี่ยของ penalty function |
|---|---|---|---|
| 0.75 | 38.00 | 120 | 0.0366 |
| 1.00 | 39.00 | 123 | 0.0338 |
| 1.20 | 39.80 | 125 | 0.0369 |
| 1.50 | 41.00 | 114 | 0.0364 |
| 1.60 | 41.40 | 120 | 0.0359 |
| 1.70 | 41.80 | 124 | 0.0386 |
| **1.75** | **42.00** | **132** | **0.0385** |
| 1.80 | 42.20 | 117 | 0.0311 |
| 1.90 | 42.60 | 109 | 0.0267 |
| 2.00 | 43.00 | 103 | 0.0342 |
| 2.20 | 43.80 | 123 | 0.0353 |
| 2.25 | 44.00 | 86 | 0.0337 |
| 2.30 | 44.20 | 124 | 0.0424 |
| 2.40 | 44.60 | 117 | 0.0373 |
| 2.60 | 45.40 | 121 | 0.0365 |
| 2.70 | 45.80 | 98 | 0.0357 |
| 2.75 | 46.00 | 113 | 0.0359 |
| 2.80 | 46.20 | 110 | 0.0317 |
| 2.90 | 46.60 | 116 | 0.0361 |
| 3.00 | 47.00 | 113 | 0.0363 |

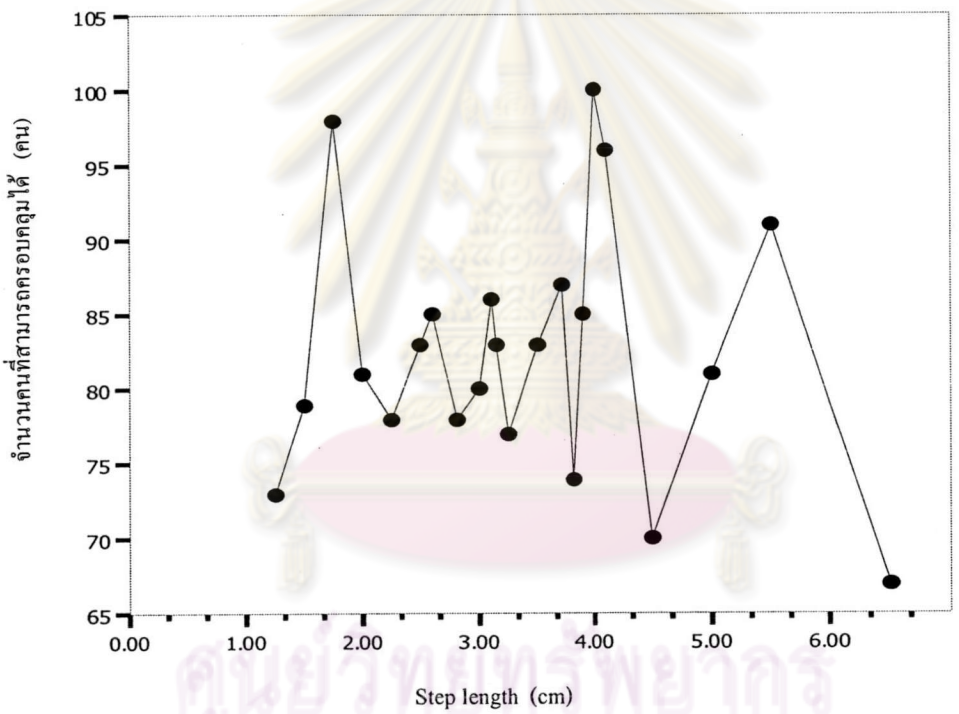
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### *7.3.2 วิเคราะห์ผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 1*

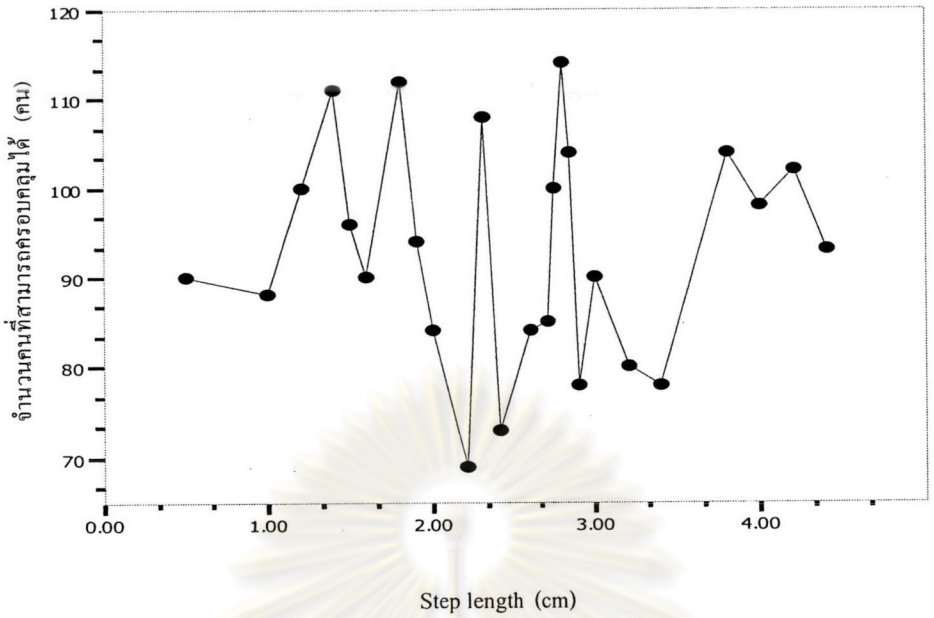
จากผลการทดลองที่ได้ในกรณีศึกษาที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 7.1 ถึง 7.3 สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังนี้

1. หากนำผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาพลอตกราฟระหว่างค่า step length และ จำนวนประชากรที่สามารถจัดกลุ่มในระบบได้ จะได้กราฟดังแสดงในภาพที่ 7.1 ถึง 7.3

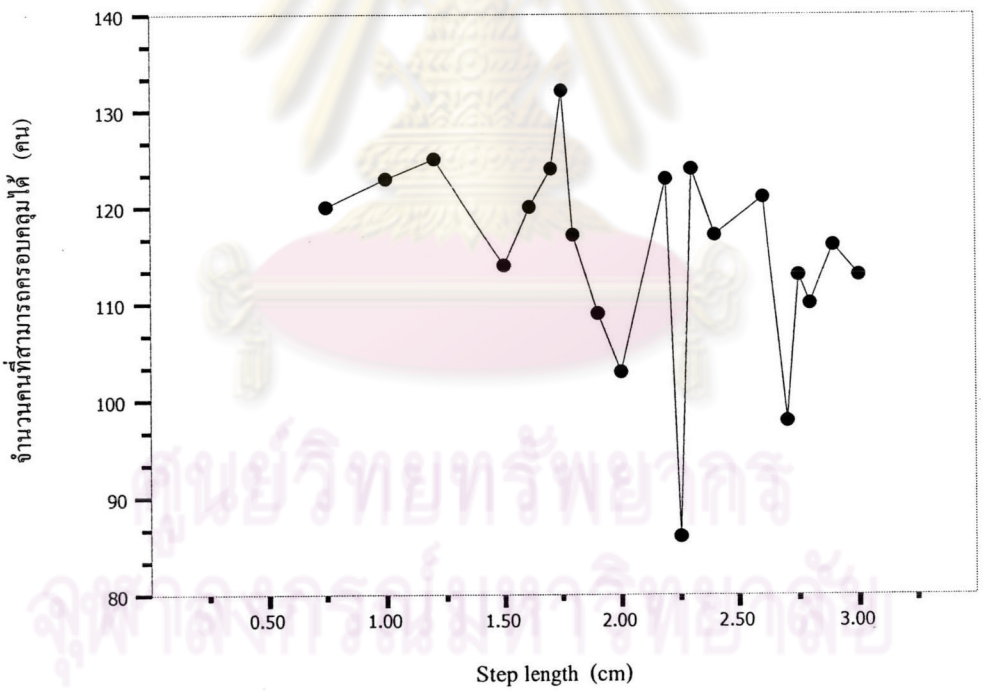
<u>กรณีกำหนดจำนวนขนาด เท่ากับ 3</u>




**ภาพที่ 7.1** : กราฟแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนด step length ค่าต่างๆ เมื่อกำหนดจำนวนขนาดภายในระบบ เท่ากับ 3




**ภาพที่ 7.2** : กราฟแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนด step length ค่าต่างๆ เมื่อกำหนดจำนวนขนาดภายในระบบ เท่ากับ 4




**ภาพที่ 7.3** : กราฟแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนด step length ค่าต่างๆ เมื่อกำหนดจำนวนขนาดภายในระบบ เท่ากับ 5

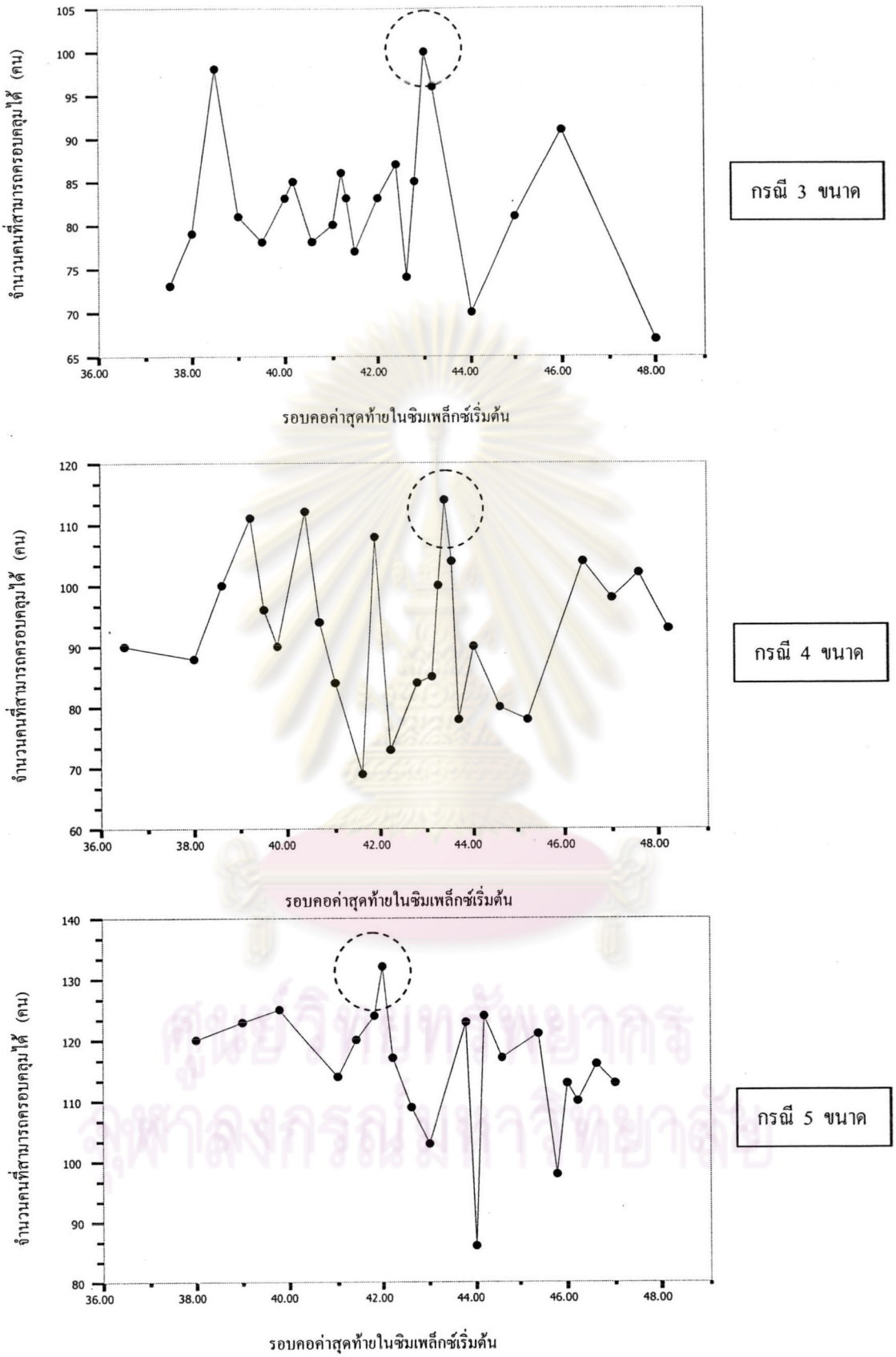
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาจากกราฟทั้งสามแล้ว จะพบว่าการกำหนดค่า step length ที่แตกต่างกันไปจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างกันตามไปด้วย แม้ว่า step length จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก แต่บางครั้งผลลัพธ์ที่ได้กลับแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

สิ่งหนึ่งที่สังเกตได้จากกราฟ คือ ลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้จะมีช่วงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้อยู่ระยะหนึ่งจนกระทั่งถึงค่าสูงสุดแล้ว จำนวนประชากรก็จะเริ่มลดลง และกลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้งวนเวียนไปเช่นนี้เรื่อยๆ แต่จะมีช่วงของ step length อยู่ช่วงหนึ่งเท่านั้นที่จะให้ผลลัพธ์ออกมาดีที่สุด หรือได้คำตอบที่ดีที่สุดของระบบนั้นๆ ซึ่งต่อไปผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ว่าช่วงของ step length ดังกล่าวควรจะอยู่ในช่วงใด จึงจะเหมาะสม

2. หากเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างค่า step length เข้ากับค่าจุดวัดรอบคอค่าสุดท้ายที่อยู่ในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นแล้วทำการพล็อตกราฟระหว่างจำนวนคนที่สามารถจัดกลุ่มได้กับค่าจุดวัดรอบคอดังกล่าว จะได้กราฟดังแสดงในภาพที่ 7.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**ภาพที่ 7.4** : ภาพรวมของการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้น และจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ สำหรับกรณีต่างๆ

เมื่อนำกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นและจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ในทุกกรณีของการทดลองครั้งที่ 1 มาพิจารณาพร้อมกัน จะพบว่าค่ารอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นที่ทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดนั้น มีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ อยู่ในช่วงระหว่าง 42 ถึง 43.40 หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ถึง 96 นั่นเอง

จากหลักการกำหนดค่า step length สำหรับสร้างซิมเพล็กซ์เริ่มต้นที่จะนำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุดที่กล่าวไว้ว่า "ควรกำหนดค่า step length ให้กว้างๆ เพื่อให้นำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุดนั้น" ทำให้เกิดข้อสงสัยตามมาว่า ควรจะกว้างเพียงใดจึงจะเหมาะสม ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า ค่า step length นั้นควรเป็นค่าที่ทำให้ได้ค่ารอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นซึ่งสามารถครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างได้มากกว่า 60% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3. ในการเลือกระบบที่ดีที่สุดสำหรับแต่ละกรณีนั้น จะพิจารณาจากจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้มากที่สุดก่อน เนื่องจากเป็นเป้าหมายแรกของการแก้ปัญหานี้ สำหรับในกรณีที่คำตอบที่ได้มีค่าเท่ากัน จะต้องพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ penalty function ต่อไป ดังนั้น

- กรณี 3 ขนาด

step length ที่เหมาะสมที่สุด คือ 4
รอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้น เท่ากับ 43.00 cm. (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 94.2)
จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ เท่ากับ 100 คน
ค่าเฉลี่ยของ penalty function เท่ากับ 0.0387

- กรณี 4 ขนาด

step length ที่เหมาะสมที่สุด คือ 2.8
รอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้น เท่ากับ 43.40 cm. (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 94.4)
จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ เท่ากับ 114 คน
ค่าเฉลี่ยของ penalty function เท่ากับ 0.0363

- กรณี 5 ขนาด

step length ที่เหมาะสมที่สุด คือ 1.75
รอบคอค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้น เท่ากับ 42.00 cm. (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 88.5)
จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ เท่ากับ 132 คน
ค่าเฉลี่ยของ penalty function เท่ากับ 0.0385

4. ผลจากการดำเนินการตามอัลกอริทึมจนกระทั่งได้ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกรณี จะพบว่าค่าจุดวัดทั้ง 7 จุดจะยังคงมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับรอบคออยู่ตามสมการถดถอยที่ใช้ในการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นอยู่ (ผลการทดลองสรุปอยู่ในตารางที่ 7.4 ถึง 7.6 ตามลำดับ)

### *7.3.3 สรุปผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 1*

จากผลการทดลองในกรณีศึกษาที่ 1 สามารถสรุปได้ว่า

1. หากทำการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยใช้จุดวัดรอบคอเป็นค่าแรกสำหรับขนาดเริ่มต้นร่วมกับการนำสมการถดถอยดังแสดงในบทที่ 6 มาใช้ในการกำหนดค่าจุดวัดอื่นในเสื้อขนาดเริ่มต้นแล้ว ค่า step length ที่เหมาะสมซึ่งจะนำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุดได้ (เมื่อเริ่มต้นจากค่ารอบคอต่ำสุด) ควรเป็นค่าที่ทำให้เกิดค่าสำหรับเสื้อขนาดถัดๆไปซึ่งสามารถครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดได้อยู่ในช่วงที่มากกว่า 60 % ของข้อมูลทั้งหมด โดยในการนำวิธีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ผู้ใช้ควรทำการเปลี่ยนแปลงค่า step length ไปเรื่อยๆ ภายในช่วงที่กำหนดเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับแต่ละระบบ

2. ผลการทดลองในแต่ละกรณี เป็นดังนี้

- กรณี 3 ขนาด ค่า step length ที่ดีที่สุด คือ 4.00 เซนติเมตร สามารถครอบคลุมกลุ่มประชากรได้ทั้งสิ้น 100 คนจาก 2,000 คน ค่าเฉลี่ย penalty function เท่ากับ 0.0387 ค่าจุดวัดต่างๆ สำหรับระบบที่มี 3 ขนาดที่ดีที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.4

**ตารางที่ 7.4** : แสดงระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่กำหนดให้จำนวนขนาดเสื้อเท่ากับ 3 ซึ่งได้จากซิมเพล็กซ์เริ่มต้น step length = 4

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 38.00 | 40.00 | 41.20 |
| รอบอก | 82.50 | 86.80 | 89.45 |
| รอบเอว | 73.50 | 78.60 | 81.60 |
| รอบสะโพก | 86.40 | 90.35 | 92.75 |
| รอบวงแขนใน | 39.18 | 41.29 | 42.69 |
| ความยาวแขน | 76.50 | 77.60 | 78.65 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.59 | 60.48 | 61.99 |
| ความยาวบ่า | 38.60 | 39.78 | 40.12 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **32** | **31** | **37** |

- กรณี 4 ขนาด ค่า step length ที่ดีที่สุด คือ 2.80 เซนติเมตร สามารถครอบคลุมกลุ่มประชากรได้ทั้งสิ้น 114 คนจาก 2,000 คน ค่าเฉลี่ย penalty function เท่ากับ 0.0336 ค่าจุดวัดต่างๆ สำหรับระบบที่มีเสื้อ 4 ขนาดที่ดีที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.5

**ตารางที่ 7.5** : แสดงระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่กำหนดให้จำนวนขนาดเท่ากับ 4 ซึ่งได้จากซิมเพล็กซ์เริ่มต้น step length = 2.8

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 37.00 | 39.00 | 40.80 | 42.00 |
| รอบอก | 80.29 | 84.63 | 88.54 | 91.14 |
| รอบเอว | 70.94 | 75.99 | 80.53 | 83.60 |
| รอบสะโพก | 84.32 | 88.50 | 91.90 | 94.30 |
| รอบวงแขนใน | 38.20 | 40.25 | 42.02 | 43.26 |
| ความยาวแขน | 75.80 | 76.90 | 77.90 | 78.60 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.14 | 60.97 | 61.80 | 62.25 |
| ความยาวบ่า | 38.15 | 39.00 | 39.80 | 40.25 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **21** | **24** | **40** | **29** |

- กรณี 5 ขนาด ค่า step length ที่ดีที่สุด คือ 1.75 เซนติเมตร สามารถครอบคลุมกลุ่มประชากรได้ทั้งสิ้น 132 คนจาก 2,000 คน ค่าเฉลี่ย penalty function เท่ากับ 0.0385 ค่าจุดวัดต่างๆ สำหรับระบบที่มีเสื้อ 5 ขนาดที่ดีที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.6

**ตารางที่ 7.6** : แสดงระบบจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่กำหนดให้จำนวนขนาดเท่ากับ 5 ซึ่งได้จากซิมเพล็กซ์เริ่มต้น step length = 1.75

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบคอ | 37.00 | 39.00 | 40.00 | 41.00 | 42.00 |
| รอบอก | 80.30 | 84.70 | 87.00 | 88.99 | 91.20 |

**ตารางที่ 7.6** (ต่อ) : แสดงระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่กำหนดให้จำนวนขนาดเท่ากับ 5 ซึ่งได้จากซิมเพล็กซ์เริ่มต้น step length = 1.75

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบเอว | 70.95 | 76.00 | 78.60 | 81.10 | 83.60 |
| รอบสะโพก | 84.40 | 88.40 | 90.44 | 92.50 | 94.35 |
| รอบวงแขนใน | 38.20 | 40.17 | 41.26 | 42.35 | 43.45 |
| ความยาวแขน | 75.73 | 76.86 | 77.50 | 78.09 | 78.62 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.14 | 60.99 | 61.40 | 61.91 | 62.30 |
| ความยาวบ่า | 38.20 | 39.00 | 39.40 | 39.80 | 40.30 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **20** | **29** | **32** | **25** | **26** |

## 7.4 การทดลองกรณีศึกษาที่ 2

เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จัดกลุ่ม K-means cluster analysis ด้วยโปรแกรม SPSS มาใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับดำเนินการตามอัลกอริทึม จากนั้นเก็บผลลัพธ์ที่ได้เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ดีที่สุดของการทดลองกรณีศึกษาที่ 1

### *7.4.1 ซิมเพล็กซ์เริ่มต้นที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม*

เมื่อนำผลที่ได้จากการจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่มซึ่งแสดงอยู่ในบทที่ 4 (ตารางที่ 4.11 , 4.15 และ 4.17) มาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของข้อมูลปกติแล้ว จะได้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับแต่ละกรณีดังนี้

1. กรณีที่ในระบบประกอบไปด้วยเสื้อ 3 ขนาด

ซิมเพล็กซ์เริ่มต้นจะประกอบไปด้วยค่าจุดวัดต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 7.7** : แสดงค่าจุดวัดต่างๆ ที่ใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับเสื้อ 3 ขนาด

| | รอบคอ | รอบอก | รอบเอว | รอบสะโพก | รอบวงแขนใน | ความยาวแขน | ความยาวช่วงตัว | ความยาวบ่า |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ขนาดที่ 1** | **38.00** | **80.81** | **70.86** | **84.00** | **38.01** | **75.12** | **59.08** | **37.70** |
| **ขนาดที่ 2** | **40.00** | **86.90** | **78.90** | **90.50** | **41.62** | **78.09** | **62.00** | **39.80** |
| **ขนาดที่ 3** | **42.50** | **95.70** | **89.48** | **99.50** | **46.50** | **79.85** | **63.45** | **41.12** |

2. <u>กรณีที่ในระบบประกอบไปด้วยเสื้อ 4 ขนาด</u>

ซิมเพล็กซ์เริ่มต้นจะประกอบไปด้วยค่าจุดวัดต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 7.8** : แสดงค่าจุดวัดต่างๆ ที่ใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับเสื้อ 4 ขนาด

| | รอบคอ | รอบอก | รอบเอว | รอบสะโพก | รอบวงแขนใน | ความยาวแขน | ความยาวช่วงตัว | ความยาวบ่า |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ขนาดที่ 1 | 37.90 | 80.70 | 70.65 | 83.79 | 37.98 | 74.90 | 58.99 | 37.50 |
| ขนาดที่ 2 | 39.60 | 84.56 | 75.66 | 88.20 | 39.65 | 79.99 | 62.50 | 41.00 |
| ขนาดที่ 3 | 40.25 | 88.90 | 81.66 | 92.30 | 43.20 | 76.30 | 61.80 | 38.50 |
| ขนาดที่ 4 | 42.68 | 95.95 | 89.40 | 99.50 | 46.00 | 80.66 | 63.80 | 41.50 |

3. <u>กรณีที่ในระบบประกอบไปด้วยเสื้อ 5 ขนาด</u>

ซิมเพล็กซ์เริ่มต้นจะประกอบไปด้วยค่าจุดวัดต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 7.9** : แสดงค่าจุดวัดต่างๆ ที่ใช้เป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นสำหรับเสื้อ 5 ขนาด

| | รอบคอ | รอบอก | รอบเอว | รอบสะโพก | รอบวงแขนใน | ความยาวแขน | ความยาวช่วงตัว | ความยาวบ่า |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ขนาดที่ 1 | 37.82 | 80.60 | 70.40 | 83.66 | 38.00 | 74.00 | 58.30 | 36.80 |
| ขนาดที่ 2 | 38.50 | 82.20 | 72.77 | 85.60 | 38.50 | 78.41 | 61.20 | 39.70 |
| ขนาดที่ 3 | 40.20 | 88.60 | 81.77 | 92.30 | 43.30 | 75.90 | 61.00 | 38.50 |
| ขนาดที่ 4 | 41.00 | 88.00 | 79.60 | 91.88 | 41.72 | 80.40 | 63.38 | 41.25 |
| ขนาดที่ 5 | 43.00 | 97.25 | 91.20 | 100.50 | 46.88 | 80.00 | 63.50 | 41.50 |

### *7.4.2 ผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 2*

หลังจากทำการทดสอบด้วยซิมเพล็กซ์เริ่มต้นดังแสดงอยู่ในตารางที่ 7.7 ถึง 7.9 ด้วย Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งถูกเขียนให้อยู่ในรูปของโปรแกรม MATLAB แล้ว ได้ผลการทดลองแยกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 7.10** : แสดงผลการทดลองที่ได้ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยจากเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่มเป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้น

| กรณีที่ | จำนวนขนาดเสื้อในระบบ | จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ | ค่าเฉลี่ย penalty function |
|---|---|---|---|
| 1 | 3 ขนาด | 94 | 0.0385 |
| 2 | 4 ขนาด | 123 | 0.0358 |
| 3 | 5 ขนาด | 142 | 0.0368 |

### *7.4.3 ผลการทดลองที่ได้ในแต่ละกรณี*

- กรณี 3 ขนาด ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.11

**ตารางที่ 7.11** : ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 38.00 | 39.65 | 40.78 |
| รอบอก | 81.20 | 86.01 | 90.00 |
| รอบเอว | 71.28 | 77.94 | 82.00 |
| รอบสะโพก | 84.00 | 89.99 | 93.40 |
| รอบวงแขนใน | 38.00 | 40.95 | 42.88 |
| ความยาวแขน | 75.20 | 77.40 | 78.20 |
| ความยาวช่วงตัว | 59.30 | 62.00 | 62.10 |
| ความยาวบ่า | 37.90 | 39.50 | 39.99 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **28** | **35** | **31** |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- <u>กรณี 4 ขนาด</u> ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.12

**ตารางที่ 7.12 :** ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 38.90 | 40.03 | 40.25 | 41.00 |
| รอบอก | 82.99 | 87.20 | 87.40 | 90.00 |
| รอบเอว | 73.60 | 78.90 | 78.90 | 81.50 |
| รอบสะโพก | 86.50 | 90.60 | 90.99 | 93.20 |
| รอบวงแขนใน | 39.00 | 41.33 | 41.30 | 42.50 |
| ความยาวแขน | 77.98 | 77.90 | 78.90 | 79.50 |
| ความยาวช่วงตัว | 61.40 | 61.50 | 62.10 | 63.00 |
| ความยาวบ่า | 39.50 | 39.70 | 40.32 | 40.80 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **40** | **30** | **23** | **30** |

- <u>กรณี 5 ขนาด</u> ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.13

**ตารางที่ 7.13 :** ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบคอ | 38.60 | 39.50 | 40.40 | 40.80 | 41.25 |
| รอบอก | 82.60 | 85.20 | 89.20 | 88.00 | 91.00 |
| รอบเอว | 72.70 | 76.10 | 82.37 | 79.80 | 83.90 |
| รอบสะโพก | 85.90 | 88.53 | 92.90 | 92.00 | 94.70 |
| รอบวงแขนใน | 38.50 | 40.10 | 43.50 | 42.00 | 43.85 |

**ตารางที่ 7.13 (ต่อ)** : ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| ความยาวแขน | 78.50 | 77.98 | 76.90 | 80.35 | 78.90 |
| ความยาวช่วงตัว | 61.20 | 61.20 | 61.69 | 63.65 | 62.80 |
| ความยาวบ่า | 40.00 | 39.88 | 39.00 | 41.55 | 40.25 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **24** | **32** | **26** | **30** | **30** |

### *7.4.4 วิเคราะห์ผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 2*

ผลการทดลองที่ได้จากกรณีศึกษาที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดค่าในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มซึ่งได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดจากกรณีศึกษาที่ 1 แล้วให้ผลที่ดีกว่าทั้งในแง่ของจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้และค่าเฉลี่ย penalty function เมื่อจำนวนขนาดในระบบเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตาราง 7.14 และ 7.15

**ตารางที่ 7.14** : เปรียบเทียบจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ของวิธีกำหนดซิมเพล็กซ์ทั้งสองวิธี

| กรณี | วิธีกำหนด ซิมเพล็กซ์เริ่มต้น | | ผลต่าง |
|---|---|---|---|
| | regression analysis | cluster analysis | |
| 3 ขนาด | 100 (5.00%) | 94 (4.70%) | +6 (0.30%) |
| 4 ขนาด | 114 (5.70%) | 123 (6.15%) | -9 (-0.45%) |
| 5 ขนาด | 132 (6.60%) | 142 (7.10%) | -10 (-0.50%) |

**ตารางที่ 7.15** : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย penalty functionของวิธีกำหนดซิมเพล็กซ์ทั้งสองวิธี

| กรณี | วิธีกำหนด ซิมเพล็กซ์เริ่มต้น | | ผลต่าง |
|---|---|---|---|
| | **regression analysis** | **cluster analysis** | |
| 3 ขนาด | 0.0387 | 0.0385 | + 0.0002 |
| 4 ขนาด | 0.0363 | 0.0358 | +0.0005 |
| 5 ขนาด | 0.0385 | 0.0368 | +0.0017 |

1. จากตารางสรุปผลแตกต่างระหว่างการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นทั้งสองวิธี สามารถสรุปได้ว่าการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่มเป็นวิธีที่ให้ผลดีกว่า เนื่องจากสามารถครอบคลุมจำนวนประชากรได้มากกว่าการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยนำสมการถดถอยมาใช้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าจุดวัดรอบคอกับค่าจุดวัดอื่นๆ ที่เหลือ อีกทั้งยังให้ค่าเฉลี่ย penalty function[1] ที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วย

2. จากตารางที่ 7.14 พบว่าความแตกต่างระหว่างจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ด้วยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยและด้วยวิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่มมีแนวโน้มที่จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันมากขึ้นเมื่อจำนวนขนาดเสื้อภายในระบบเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยนำการวิเคราะห์ความถดถอยเข้ามาเกี่ยวข้อง ผลลัพธ์ซึ่งแสดงค่าจุดวัดต่างๆ ในระบบจะยังคงอยู่ในรูปความสัมพันธ์ตามสมการถดถอยที่กำหนดไว้อยู่ ซึ่งสมการถดถอยดังกล่าวเป็นการประมาณค่าของจุดวัดอื่นๆ โดยอ้างอิงจากข้อมูลส่วนใหญ่ที่มี ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างของกลุ่มข้อมูลซึ่งอาจถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้อีก ดังนั้นเมื่อนำวิธีดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม จึงทำให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้นว่าข้อมูลจุดวัดทางสรีระที่มีอยู่นั้นสามารถนำมาจำแนกออกเป็นกลุ่มร่างกายลักษณะต่างๆ ได้

3. ถึงแม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่มจะให้ค่าวัตถุประสงค์เป้าหมาย หรือจำนวนประชากรที่สามารถจัดเข้าไปอยู่ในระบบได้มากกว่า แต่หากพิจารณาค่าของจุดวัดต่างๆ ในแต่ละขนาดแล้ว จะสังเกตเห็นว่า ค่าที่ได้จะเป็นตัวเลขที่มีความผิดปกติเกิดขึ้น หากพิจารณาในกรณี 5 ขนาด จะเห็นความผิดปกติดังกล่าวได้ชัดเจน เช่น ค่า

---

[1] ภายในงานวิจัยนี้ไม่สามารถกำหนดระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย penalty function ได้ เนื่องจากในการออกแบบระบบการจัดขนาดไม่สามารถทราบได้ว่าค่า penalty function รวมของระบบและจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในแต่ละระบบได้นั้นจะมีค่าเท่าใดในแต่ละปัญหา ดังนั้นจึงเป็นไปได้ยากที่จะกำหนดสเกลในการพิจารณาระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย penalty function แต่ประโยชน์ของการมี penalty function ภายในงานวิจัยนี้ คือ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระบบในกรณีที่ค่าวัตถุประสงค์เป้าหมายหลักมีค่าเท่ากัน

จุดวัดรอบคอในเสื้อแต่ละขนาดมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก (ขัดแย้งกับความเป็นจริง) หรือในกรณีของเสื้อขนาดที่ 3 และขนาดที่ 4 ของระบบนี้ ทำไมเมื่อค่ารอบคอเพิ่มขึ้น แต่รอบอก รอบเอว รอบสะโพก และรอบวงแขนใน กลับลดลง ทั้งๆ ที่ในบทที่ 4 ได้มีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้วพบว่า จุดวัดเหล่านี้เป็นจุดวัดที่มี ความสัมพันธ์ร่วมกันอยู่ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากที่ได้อธิบายมาแล้วในข้อที่ 1 คือ มีเรื่องของรูปร่างสรีระที่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ด้วยข้อมูลจุดวัดที่มีอยู่นั่นเอง ในทางกลับกันหากไปพิจารณาที่ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยจะไม่พบปัญหาดังกล่าว เนื่องจากสมการถดถอยที่กำหนดขึ้นในตอนแรกจะเป็นตัวบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของจุดวัดตามอัลกอริทึม และสมการถดถอยที่ได้ก็เกิดจากการประมาณค่าของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดด้วย

### *7.4.5 สรุปผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 2*

จากการทดลองกรณีศึกษาที่ 2 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า :

การกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) สามารถให้ค่าวัตถุประสงค์เป้าหมายที่ดีกว่าการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอย (regression analysis) ในกรณีที่การแบ่งจำนวนกลุ่มขนาดภายในระบบสามารถอธิบายความแตกต่างทางสรีระของข้อมูลจุดวัดได้ดีพอ

## 7.5 <u>การวิเคราะห์ระบบการจัดขนาดระบบต่างๆ อย่างละเอียด</u>

### *7.5.1 ระบบการจัดขนาดระบบปัจจุบัน*

ปัจจุบันบริษัทที่ศึกษา ได้ใช้ระบบการจัดขนาดดังแสดงในตาราง 7.16 ถึง 7.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กรณีผลิต 3 ขนาด

**ตารางที่ 7.16** : แสดงระบบการจัดขนาดในปัจจุบัน (แบบ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 39.40 | 41.90 | 44.50 |
| รอบอก | 91.40 | 96.50 | 101.60 |
| รอบเอว | 86.30 | 91.40 | 96.50 |
| รอบสะโพก | 88.90 | 94.00 | 99.10 |
| รอบวงแขนใน | 40.60 | 43.10 | 45.70 |
| ความยาวแขน | 81.30 | 83.80 | 86.40 |
| ความยาวช่วงตัว | 66.10 | 67.40 | 68.00 |
| ความยาวบ่า | 36.90 | 39.40 | 41.90 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **0** | **0** | **0** |

- กรณีผลิต 4 ขนาด

**ตารางที่ 7.17** : แสดงระบบการจัดขนาดในปัจจุบัน (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 36.80 | 39.40 | 41.90 | 44.50 |
| รอบอก | 86.30 | 91.40 | 96.50 | 101.60 |
| รอบเอว | 81.20 | 86.30 | 91.40 | 96.50 |
| รอบสะโพก | 83.80 | 88.90 | 94.00 | 99.10 |
| รอบวงแขนใน | 38.10 | 40.60 | 43.10 | 45.70 |

**ตารางที่ 7.17 (ต่อ)** : แสดงระบบการจัดขนาดในปัจจุบัน (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ขนาดที่ 1** | **ขนาดที่ 2** | **ขนาดที่ 3** | **ขนาดที่ 4** |
| ความยาวแขน | 81.30 | 81.30 | 83.80 | 86.40 |
| ความยาวช่วงตัว | 63.50 | 66.10 | 67.40 | 68.00 |
| ความยาวบ่า | 34.30 | 36.90 | 39.40 | 41.90 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **0** | **0** | **0** | **0** |

- กรณีผลิต 5 ขนาด

**ตารางที่ 7.18** : แสดงระบบการจัดขนาดในปัจจุบัน (แบบ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ขนาดที่ 1** | **ขนาดที่ 2** | **ขนาดที่ 3** | **ขนาดที่ 4** | **ขนาดที่ 5** |
| รอบคอ | 39.40 | 40.60 | 41.90 | 43.20 | 44.50 |
| รอบอก | 91.40 | 94.00 | 96.50 | 99.00 | 101.60 |
| รอบเอว | 86.30 | 88.90 | 91.40 | 93.90 | 96.50 |
| รอบสะโพก | 88.90 | 91.50 | 94.00 | 96.50 | 99.10 |
| รอบวงแขนใน | 40.60 | 41.90 | 43.10 | 44.40 | 45.70 |
| ความยาวแขน | 81.30 | 83.80 | 83.80 | 86.40 | 86.40 |
| ความยาวช่วงตัว | 66.10 | 66.70 | 67.40 | 68.00 | 68.00 |
| ความยาวบ่า | 36.90 | 38.10 | 39.40 | 40.70 | 41.90 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

หลังจากนำระบบการจัดขนาดแบบปัจจุบันที่ทางบริษัทใช้อยู่ ไปหาจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ จะพบว่าทุกระบบไม่สามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้เลย ดังนั้นจึงเกิดคำถามตามมาว่า เพราะเหตุใดการผลิตเสื้อผ้าภายใต้ระบบดังกล่าวยังสามารถขายได้และมีผู้ซื้อ

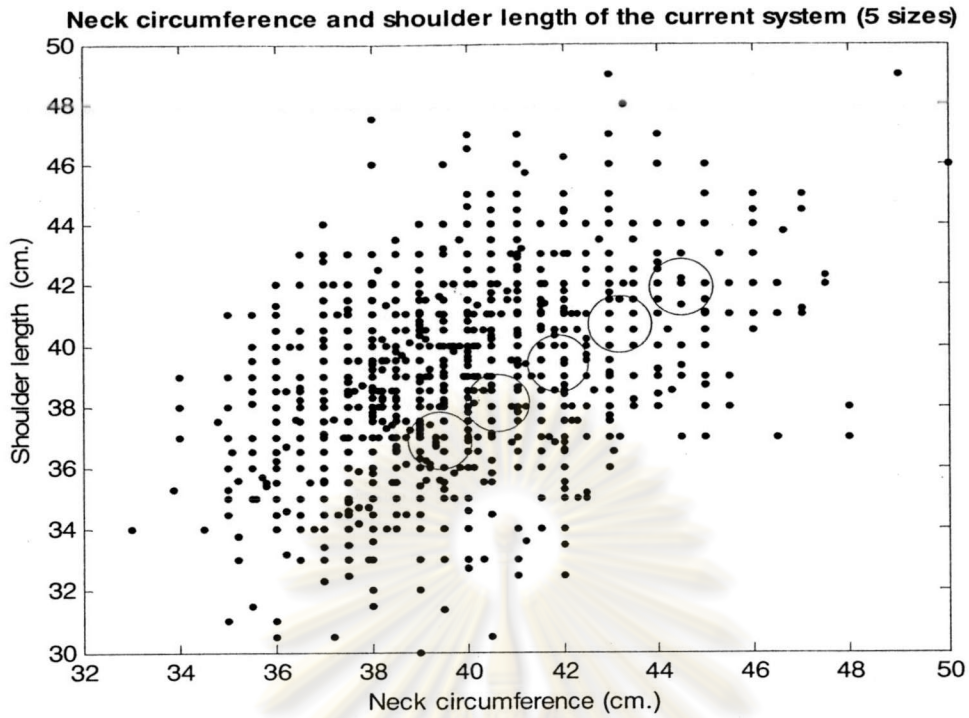
ผลิตภัณฑ์อยู่ไม่น้อย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้เป็นศูนย์ และสรุปออกมาได้ดังนี้

1. จำนวนจุดวัดที่ใช้ในการพิจารณาในแบบจำลองความพอดีนั้น มีมากถึง 8 จุดวัดและหากค่าจุดวัดของผู้สวมใส่คนหนึ่งหลุดออกจาก cut-off tolerance เพียงหนึ่งจุดวัดเมื่อเทียบกับเสื้อขนาดหนึ่งแล้ว และเป็นเช่นนี้ในทุกขนาด จะถือว่าผู้สวมใส่คนนั้นไม่สามารถจัดเข้าไปในระบบทันที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นข้อกำหนดที่ค่อนข้างเข้มงวดเกินไป เนื่องจากในความเป็นจริงแล้วคงไม่มีผู้บริโภคคนใดที่จะพิจารณาความพอดีหรือความสวยงามเมื่อเลือกซื้อเสื้อในทุกๆจุดวัด เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้โอกาสที่จะพบคนซึ่งอยู่ในช่วง cut-off tolerance ครบทุกจุดวัดยากมาก

2.. หากทำการเปรียบเทียบค่า cut-off tolerance ที่ทางช่างแพทเทิร์นและดีไซน์เนอร์ของบริษัทเป็นผู้ออกความเห็นจะพบว่า ช่วงที่ยอมรับได้นั้นเป็นค่าเผื่อด้านบวกและด้านลบที่แคบมาก ซึ่งหากนำมาเปรียบเทียบกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละจุดวัดแล้วจะเห็นได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เช่น รอบคอ กำหนดค่าเผื่อของช่วงที่ยังถือว่าใส่ได้ไว้ที่ +0.60 เซนติเมตร และ – 1.30 เซนติเมตร ในขณะที่จุดวัดดังกล่าวมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 2.2260 เซนติเมตร นั่นหมายถึงช่วงของการยอมรับได้อยู่ที่ +0.27 SD. และ – 0.58 SD. (ยังไม่ถึง 1SD.) หรือในกรณีความยาวแขนกำหนดค่าเผื่อของช่วงที่ยังถือว่าใส่ได้ไว้ที่ +0.64 เซนติเมตร และ – 1.27 เซนติเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดวัดดังกล่าวอยู่ที่ 3.400 เซนติเมตร แสดงว่าช่วงของการยอมรับได้อยู่ระหว่าง +0.19 SD. และ – 0.37 SD. ซึ่งเป็นช่วงที่แคบมากเช่นกัน และเป็นเช่นนี้ในทุกจุดวัด

เมื่อกำหนดให้ช่วงที่สามารถยอมรับได้แคบมาก ประกอบกับจำนวนจุดวัดที่มีมาก จึงทำให้โอกาสที่จะมีจำนวนคนที่ไม่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้มีสูง เพราะหากมีจุดวัดใดจุดวัดหนึ่งที่ถูกออกแบบมาไม่เหมาะสมกับข้อมูลสรีระที่มีอยู่ในปัจจุบัน ก็จะส่งผลให้ระบบที่ใช้อยู่นั้นล้มเหลวได้เช่นกัน

3. เนื่องจากระบบที่ทางบริษัทใช้ในการแบ่งช่วงของขนาดเป็นแบบเส้นตรงและมีช่วงในการแบ่งช่วงของขนาดที่เท่ากันจากขนาดหนึ่งไปยังขนาดถัดไป วิธีการนี้เมื่อนำไปพล๊อตกราฟลงบน scatter plot ระหว่างรอบคอและความยาวบ่า พร้อมกับแสดงตำแหน่งของระบบการจัดขนาดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันดังภาพที่ 7.5 จะพบว่าการแบ่งขนาดแบบเส้นตรงนั้นไม่สอดคล้องกับการกระจายตัวของข้อมูลที่มีอยู่




**ภาพที่ 7.5** : แสดงระบบการจัดขนาดปัจจุบันซึ่งมีการแบ่งช่วงของขนาดแบบเส้นตรง

<u>หมายเหตุ</u> : ภาพที่ 7.5 เป็นเพียงการแสดงจำนวนประชากรที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้เมื่อพิจารณาเพียงแค่ 2 จุดวัดเท่านั้น จึงมองเห็นว่าในวงกลมมีกลุ่มตัวอย่างอยู่

### *7.5.2 ระบบการจัดขนาด ที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม*

หลังจากทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยเทคนิค K-means cluster analysis แล้วสามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมซึ่งเดิมอยู่ในรูปของค่ามาตรฐาน (standardized variable) ในบทที่ 4 ให้อยู่ในรูปของค่าปกติได้ดังนี้

- <u>กรณีผลิต 3 ขนาด</u>

**ตารางที่ 7.19** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (แบบ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 38.00 | 40.00 | 42.50 |
| รอบอก | 80.81 | 86.90 | 95.70 |

**ตารางที่ 7.19 (ต่อ)** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (แบบ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบเอว | 70.86 | 78.90 | 89.48 |
| รอบสะโพก | 84.00 | 90.50 | 99.50 |
| รอบวงแขนใน | 38.01 | 41.62 | 46.50 |
| ความยาวแขน | 75.12 | 78.09 | 79.85 |
| ความยาวช่วงตัว | 59.08 | 62.00 | 63.45 |
| ความยาวบ่า | 37.70 | 39.80 | 41.12 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **28** | **31** | **21** |

เมื่อกำหนดจำนวนกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม จะสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

กลุ่มที่ 1 : คนที่มีรูปร่างเล็กกว่าปกติ

กลุ่มที่ 2 : คนที่มีรูปร่างปกติ และ

กลุ่มที่ 3 : คนที่มีรูปร่างใหญ่กว่าปกติ

ซึ่งคนในแต่ละกลุ่มจะมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 7.19

ระบบดังกล่าวสามารถจัดคนเข้าไปในแต่ละขนาดได้เท่ากับ 28 คน , 31 คน และ 21 คน ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 80 คน (4.00% จาก 2,000 คน)

- กรณีผลิต 4 ขนาด

**ตารางที่ 7.20** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 37.90 | 39.60 | 40.25 | 42.68 |
| รอบอก | 80.70 | 84.56 | 88.90 | 95.95 |
| รอบเอว | 70.65 | 75.66 | 81.66 | 89.40 |

**ตารางที่ 7.20 (ต่อ)** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ขนาดที่ 1** | **ขนาดที่ 2** | **ขนาดที่ 3** | **ขนาดที่ 4** |
| รอบสะโพก | 83.79 | 88.20 | 92.30 | 99.50 |
| รอบวงแขนใน | 37.98 | 39.65 | 43.20 | 46.00 |
| ความยาวแขน | 74.90 | 79.99 | 76.30 | 80.66 |
| ความยาวช่วงตัว | 58.99 | 62.50 | 61.80 | 63.80 |
| ความยาวบ่า | 37.50 | 41.00 | 38.50 | 41.50 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **27** | **31** | **9** | **15** |

เมื่อกำหนดจำนวนกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม จะสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 4 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

กลุ่มที่ 1 : คนที่มีรูปร่างผอม ตัวเตี้ย มีค่าจุดวัดต่ำกว่าปกติทุกจุด

กลุ่มที่ 2 : คนที่มีรูปร่างผอมสูง คนกลุ่มนี้จะมีรอบคอ รอบอก รอบเอว รอบสะโพก และรอบวงแขนต่ำกว่าคนปกติเล็กน้อย แต่จะมีช่วงลำตัวยาว

กลุ่มที่ 3 : คนที่มีรูปร่างนักกีฬา คนกลุ่มนี้จะมีรอบคอ รอบอก รอบเอว รอบสะโพก และรอบวงแขนมากกว่าคนปกติเล็กน้อย แต่มีช่วงลำตัวไม่ยาวมากนัก หรือไม่ใช่คนสูง

กลุ่มที่ 4 : คนที่มีรูปร่างสูงใหญ่ มีค่าจุดวัดมากกว่าปกติทุกจุด

ซึ่งคนในแต่ละกลุ่มจะมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 7.20

ระบบดังกล่าวสามารถจัดคนเข้าไปในแต่ละขนาดได้เท่ากับ 27 คน, 31 คน, 9 คน และ 15 คน ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 82 คน (4.10% จาก 2,000 ข้อมูล)

การแบ่งกลุ่มลักษณะนี้จะทำให้เห็นภาพรวมของลักษณะสรีระคนมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กรณีผลิต 5 ขนาด

**ตารางที่ 7.21** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (แบบ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบคอ | 37.82 | 38.50 | 40.20 | 41.00 | 43.00 |
| รอบอก | 80.60 | 82.20 | 88.60 | 88.00 | 97.25 |
| รอบเอว | 70.40 | 72.77 | 81.77 | 79.60 | 91.20 |
| รอบสะโพก | 83.66 | 85.60 | 92.30 | 91.88 | 100.50 |
| รอบวงแขนใน | 38.00 | 38.50 | 43.30 | 41.72 | 46.88 |
| ความยาวแขน | 74.00 | 78.41 | 75.90 | 80.40 | 80.00 |
| ความยาวช่วงตัว | 58.30 | 61.20 | 61.00 | 63.38 | 63.50 |
| ความยาวบ่า | 36.80 | 39.70 | 38.50 | 41.25 | 41.50 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **17** | **33** | **18** | **30** | **14** |

เมื่อกำหนดจำนวนกลุ่มเท่ากับ 5 กลุ่ม จะสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 5 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

กลุ่มที่ 1 : คนที่มีรูปร่างผอม ตัวเตี้ย มีค่าจุดวัดต่ำกว่าปกติทุกจุด

กลุ่มที่ 2 : คนที่มีรูปร่างปกติแต่ผอม คนกลุ่มนี้จะมีรอบคอ, รอบอก, รอบเอว, รอบสะโพก และรอบวงแขนต่ำกว่าคนปกติเล็กน้อย แต่จะมีช่วงลำตัวที่ยาวอยู่ในเกณฑ์ปกติ

กลุ่มที่ 3 : คนที่มีรูปร่างนักกีฬา คนกลุ่มนี้จะมีรอบคอ, รอบอก, รอบเอว, รอบสะโพก และรอบวงแขนมากกว่าคนปกติเล็กน้อย แต่มีช่วงลำตัวไม่ยาวมากนัก หรือไม่ใช่คนสูง

กลุ่มที่ 4 : คนที่มีรูปร่างปกติ

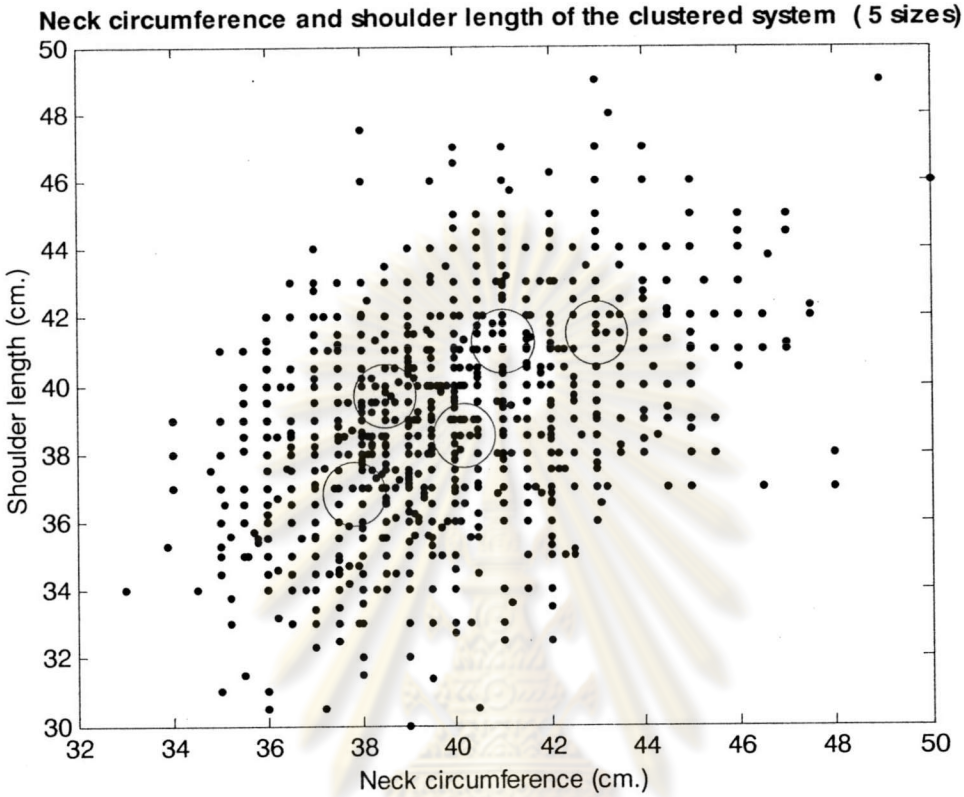
กลุ่มที่ 5 : คนที่มีรูปร่างสูงใหญ่ มีค่าจุดวัดมากกว่าปกติทุกจุด

ซึ่งคนในแต่ละกลุ่มจะมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 7.21

ระบบดังกล่าวสามารถจัดคนเข้าไปในแต่ละขนาดได้ รวมทั้งสิ้น 112 คน (5.60%)

หลังจากทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว จะพบว่าสามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้มากกว่าระบบปัจจุบันที่ใช้อยู่ เนื่องจากมีการแบ่งรูปร่างสรีระของกลุ่มตัวอย่างที่ชัดเจน ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มจึงเป็นสิ่งยืนยันได้ว่า ในการจัดระบบการจัดขนาดที่ดีนั้น ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะการแบ่งช่วงของขนาดแบบเส้นตรงเสมอไป

หากทำการพลอตกราฟระหว่างรอบคอและความยาวบ่า สำหรับ 5 ขนาด จะได้กราฟดังภาพที่ 7.6




**ภาพที่ 7.6** : แสดงลักษณะการจัดขนาดเสื้อด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม สำหรับเสื้อ 5 ขนาด

จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ ด้วยวิธีดังกล่าว ยังคงได้จำนวนที่น้อยอยู่ เนื่องจากเหตุผลเดียวกับที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อระบบการจัดขนาดแบบปัจจุบัน นั่นคือ จำนวนจุดวัดที่ใช้ในการตัดสินมีจำนวนมากและช่วงของ cut-off tolerance ที่ยอมรับได้อยู่ในช่วงที่แคบมาก

### *7.5.3 ระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ชนิดกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยวิธีวิเคราะห์ความถดถอย*

หลังจากทำการทดลองในกรณีศึกษาที่ 1 แล้ว สามารถสรุปผลการทดลองของค่า step length ที่สามารถนำไปสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ว่าควรเป็นค่า step length ที่ทำให้ได้ค่าจุดวัดหลักค่าสุดท้ายในซิมเพล็กซ์เริ่มต้นซึ่งอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ถึง 95

สำหรับระบบการจัดขนาดที่ดีที่สุดของวิธีนี้ในกรณีต่างๆ เป็นดังนี้

- กรณีผลิต 3 ขนาด

**ตารางที่ 7.22** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (แบบ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 38.00 | 40.00 | 41.20 |
| รอบอก | 82.50 | 86.80 | 89.45 |
| รอบเอว | 73.50 | 78.60 | 81.60 |
| รอบสะโพก | 86.40 | 90.35 | 92.75 |
| รอบวงแขนใน | 39.18 | 41.29 | 42.69 |
| ความยาวแขน | 76.50 | 77.60 | 78.65 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.59 | 60.48 | 61.99 |
| ความยาวบ่า | 38.60 | 39.78 | 40.12 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **32** | **31** | **37** |

ระบบการจัดขนาดระบบนี้สามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้ทั้งสิ้น 100 คน จาก 2,000 คน โดยทุกขนาดจะยังมีความสัมพันธ์ระหว่างรอบคอและจุดวัดอื่นๆ ตามสมการถดถอยที่กำหนดไว้ในตอนแรก ค่า step length ที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด เท่ากับ 4

- กรณีผลิต 4 ขนาด

**ตารางที่ 7.23** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 37.00 | 39.00 | 40.80 | 42.00 |
| รอบอก | 80.29 | 84.63 | 88.54 | 91.14 |

**ตารางที่ 7.23 (ต่อ)** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (แบบ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบเอว | 70.94 | 75.99 | 80.53 | 83.60 |
| รอบสะโพก | 84.32 | 88.50 | 91.90 | 94.30 |
| รอบวงแขนใน | 38.20 | 40.25 | 42.02 | 43.26 |
| ความยาวแขน | 75.80 | 76.90 | 77.90 | 78.60 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.14 | 60.97 | 61.80 | 62.25 |
| ความยาวบ่า | 38.15 | 39.00 | 39.80 | 40.25 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **21** | **24** | **40** | **29** |

ระบบการจัดขนาดระบบนี้สามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้ทั้งสิ้น 114 คน จาก 2,000 คน โดยทุกขนาดจะยังมีความสัมพันธ์ระหว่างรอบคอและจุดวัดอื่นๆ ตามสมการถดถอยที่กำหนดไว้ในตอนแรกเช่นเดียวกับกรณี 3 ขนาด ค่า step length ที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด เท่ากับ 2.8

- กรณีผลิต 5 ขนาด

**ตารางที่ 7.24** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (แบบ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบคอ | 37.00 | 39.00 | 40.00 | 41.00 | 42.00 |
| รอบอก | 80.30 | 84.70 | 87.00 | 88.99 | 91.20 |
| รอบเอว | 70.95 | 76.00 | 78.60 | 81.10 | 83.60 |
| รอบสะโพก | 84.40 | 88.40 | 90.44 | 92.50 | 94.35 |
| รอบวงแขนใน | 38.20 | 40.17 | 41.26 | 42.35 | 43.45 |
| ความยาวแขน | 75.73 | 76.86 | 77.50 | 78.09 | 78.62 |

**ตารางที่ 7.24 (ต่อ)** : แสดงระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความถดถอย (แบบ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| ความยาวช่วงตัว | 60.14 | 60.99 | 61.40 | 61.91 | 62.30 |
| ความยาวบ่า | 38.20 | 39.00 | 39.40 | 39.80 | 40.30 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **20** | **29** | **32** | **25** | **26** |

ระบบการจัดขนาดระบบนี้สามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้ทั้งสิ้น 132 คน จาก ค่า step length ที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด เท่ากับ 1.75

ถึงแม้ว่าระบบการจัดขนาดที่หาได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ซึ่งกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอย จะทำให้ได้ระบบซึ่งยังคงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอยู่ แต่หากสังเกตดูช่วงกว้างระหว่างขนาดของแต่ละกรณีจะพบว่า ช่วงกว้างระหว่างขนาดจะไม่คงที่ตลอดเหมือนกับระบบปัจจุบันที่ทางบริษัทใช้ ดังนั้นจำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้จึงมีมากกว่าเมื่อเทียบกับระบบปัจจุบัน

### *7.5.4 ระบบการจัดขนาดที่ได้จาก Nelder-Mead simplex algorithm ชนิดกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่ากลางของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม*

เนื่องจากค่ากลางของกลุ่มซึ่งได้จากการวิเคราะห์ การจัดกลุ่มสามารถนำมาฟอร์มเป็นซิมเพล็กซ์เริ่มต้นใน Nelder-Mead simplex algorithm ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองใช้ค่าเหล่านั้นมาเป็นจุดเริ่มต้นในการดำเนินการตามอัลกอริทึมซึ่งผลที่ได้พบว่าสามารถเกิดเป็นระบบการจัดขนาดที่สามารถครอบคลุมประชากรได้มากกว่าวิธีอื่นๆ ในขณะเดียวกันก็ยังให้ค่าเฉลี่ย penalty function ที่ต่ำด้วย

ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด ในแต่ละกรณีสามารถสรุปได้ดังนี้

- <u>กรณี 3 ขนาด</u> ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.25

**ตารางที่ 7.25 :** ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 3 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด (cm.) | | |
|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 |
| รอบคอ | 38.00 | 39.65 | 40.78 |
| รอบอก | 81.20 | 86.01 | 90.00 |
| รอบเอว | 71.28 | 77.94 | 82.00 |
| รอบสะโพก | 84.00 | 89.99 | 93.40 |
| รอบวงแขนใน | 38.00 | 40.95 | 42.88 |
| ความยาวแขน | 75.20 | 77.40 | 78.20 |
| ความยาวช่วงตัว | 59.30 | 62.00 | 62.10 |
| ความยาวบ่า | 37.90 | 39.50 | 39.99 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **28** | **35** | **31** |

ผลลัพธ์ที่ได้ ยังคงสามารถอธิบายรูปร่างสรีระของกลุ่มตัวอย่างได้ออกเป็น 3 กลุ่ม (เช่นเดียวกับในกรณีออกแบบระบบโดยใช้การวิเคราะห์ การจัดกลุ่ม) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มคนรูปร่างเล็กกว่าปกติ (หรือคนผอม ตัวเล็ก)

กลุ่มที่ 2 : กลุ่มคนรูปร่างปกติ

กลุ่มที่ 3 : กลุ่มคนรูปร่างใหญ่กว่าปกติ (หรือคนอ้วน)

หากทำการแบ่งขนาดในลักษณะดังกล่าวแล้ว จะสามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้ 94 คน จาก 2,000 คน ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใช้สมการถดถอยเป็นตัวกำหนดซิมเพล็กซ์ที่เป็นเช่นนี้ เพราะการนำเทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่มมาใช้กับข้อมูลที่มีความแตกต่างมากๆ หากกำหนดจำนวนกลุ่มต่ำเกินไป ค่ากลางของกลุ่มที่ได้ย่อมเกิดการผิดพลาดขึ้น เพราะจำนวนกลุ่มที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอที่กับการจำแนกลักษณะของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอยู่ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้วิธีการกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความถดถอยให้ผลออกมาดีกว่า แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามที่จำนวนกลุ่มเพิ่มขึ้นเพียงพอจนสามารถจำแนกลักษณะของข้อมูลออกมาเป็นกลุ่มได้อย่าง

ชัดเจนแล้ว การกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่มก็จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าทันที ดังตัวอย่างในกรณี 4 ขนาด และ 5 ขนาด

- <u>กรณี 4 ขนาด</u> ระบบการจัดขนาดแสดงอยู่ในตารางที่ 7.26

**ตารางที่ 7.26 :** ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 4 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 |
| รอบคอ | 38.90 | 40.03 | 40.25 | 41.00 |
| รอบอก | 82.99 | 87.20 | 87.40 | 90.00 |
| รอบเอว | 73.60 | 78.90 | 78.90 | 81.50 |
| รอบสะโพก | 86.50 | 90.60 | 90.99 | 93.20 |
| รอบวงแขนใน | 39.00 | 41.33 | 41.30 | 42.50 |
| ความยาวแขน | 77.98 | 77.90 | 78.90 | 79.50 |
| ความยาวช่วงตัว | 61.40 | 61.50 | 62.10 | 63.00 |
| ความยาวบ่า | 39.50 | 39.70 | 40.32 | 40.80 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **40** | **30** | **23** | **30** |

ผลที่ได้สามารถอธิบายรูปร่างสรีระได้ 4 ลักษณะดังนี้

กลุ่มที่ 1 : คนที่มีรูปร่างผอม ตัวเล็ก มีค่าจุดวัดต่ำกว่าปกติทุกจุด

กลุ่มที่ 2 : คนที่มีรูปร่างปกติ

กลุ่มที่ 3 : คนที่มีรูปร่างนักกีฬา จะค่าจุดวัดมากกว่าคนปกติเล็กน้อย

กลุ่มที่ 4 : คนที่มีรูปร่างสูงใหญ่ มีค่าจุดวัดมากกว่าปกติทุกจุด

ระบบดังกล่าวสามารถจัดคนเข้าไปในแต่ละขนาดได้เท่ากับ 40 คน, 30 คน, 23 คน และ 30 คน ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 123 คน มากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้เทคนิควิเคราะห์ความถดถอยมากำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นและมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

- <u>กรณี 5 ขนาด</u> ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุด แสดงอยู่ในตารางที่ 7.27

**ตารางที่ 7.27 :** ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดเมื่อกำหนดซิมเพล็กซ์เริ่มต้นด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (สำหรับเสื้อ 5 ขนาด)

| จุดวัด | ค่าจุดวัด | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ขนาดที่ 1 | ขนาดที่ 2 | ขนาดที่ 3 | ขนาดที่ 4 | ขนาดที่ 5 |
| รอบคอ | 38.60 | 39.50 | 40.40 | 40.80 | 41.25 |
| รอบอก | 82.60 | 85.20 | 89.20 | 88.00 | 91.00 |
| รอบเอว | 72.70 | 76.10 | 82.37 | 79.80 | 83.90 |
| รอบสะโพก | 85.90 | 88.53 | 92.90 | 92.00 | 94.70 |
| รอบวงแขนใน | 38.50 | 40.10 | 43.50 | 42.00 | 43.85 |
| ความยาวแขน | 78.50 | 77.98 | 76.90 | 80.35 | 78.90 |
| ความยาวช่วงตัว | 61.20 | 61.20 | 61.69 | 63.65 | 62.80 |
| ความยาวบ่า | 40.00 | 39.88 | 39.00 | 41.55 | 40.25 |
| **จำนวนคนในกลุ่ม** | **24** | **32** | **26** | **30** | **30** |

ระบบการจัดขนาดที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า ขนาดต่างๆ ที่ได้สามารถจำแนกเป็นกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะทางสรีระได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : คนที่มีรูปร่างผอม ตัวเล็ก มีค่าจุดวัดต่ำกว่าปกติทุกจุด

กลุ่มที่ 2 : คนที่มีรูปร่างปกติ

กลุ่มที่ 3 : คนที่มีรูปร่างค่อนข้างอ้วน แต่ไม่สูงมากนัก (ความยาวช่วงตัวใกล้เคียงกับคนปกติ)

กลุ่มที่ 4 : คนที่มีรูปร่างปกติแต่สูง (คนกลุ่มนี้จะมีความยาวช่วงตัวและความยาวแขนมากกว่าคนปกติค่อนข้างมาก)

กลุ่มที่ 5 : คนที่มีรูปร่างอ้วนและ ค่อนข้างสูง (มีค่ารอบคอ รอบอก รอบเอว รอบสะโพกมากกว่าคนปกติ ความยาวช่วงตัวและความยาวแขนมากกว่าปกติเล็กน้อย)

ระบบดังกล่าวสามารถจัดคนเข้าไปในแต่ละขนาดได้ รวมทั้งสิ้น 142 คน

ข้อสังเกตที่พบอย่างหนึ่งคือ หากนำค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มมาป้อนโปรแกรมภายใต้หลักการหาความเหมาะสมที่สุดด้วย Nelder-Mead simplex algorithm

แล้ว จะทำให้ได้ระบบการจัดขนาดระบบใหม่ที่สามารถจัดคนเข้าไปในระบบได้มากกว่าเดิม แสดงว่าอัลกอริทึมนี้สามารถปรับปรุงค่าวัตถุประสงค์เป้าหมายให้ดีขึ้นได้

## 7.6 การคัดเลือกระบบที่เหมาะสมที่สุด

หลังจากทำการวิเคราะห์ ระบบการจัดขนาดที่ออกแบบด้วยวิธีต่างๆ แล้ว สามารถสรุประบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีต่างๆ ดังนี้

**ตารางที่ 7.28** : สรุประบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกรณี

| กรณี | วิธีที่ใช้ในการออกแบบระบบการจัดขนาด | จำนวนคนที่สามารถจัดเข้าไปในระบบได้ | ค่าเฉลี่ย penalty function |
|---|---|---|---|
| 3 ขนาด | NM algorithm (การวิเคราะห์ความถดถอย) | 100 (5.00%) | 0.0387 |
| 4 ขนาด | NM algorithm (การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม) | 123 (6.15%) | 0.0358 |
| 5 ขนาด | NM algorithm (การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม) | 142 (7.10%) | 0.0368 |

จากตารางที่ 7.28 พบว่า ระบบการจัดขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาในงานวิจัยนี้ คือ ระบบการจัดขนาดที่ประกอบด้วยเสื้อจำนวน 4 ขนาด เนื่องจากเป็นจำนวนขนาดที่ต่ำที่สุดที่ให้ค่าเฉลี่ย penalty function ต่ำที่สุด โดยสามารถครอบคลุมจำนวนประชากรได้มากที่สุด 123 คน ซึ่งในบทถัดไป ผู้วิจัยจะทำการทดสอบระบบดังกล่าวกับข้อมูลอีกส่วนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าประสิทธิภาพของระบบเป็นอย่างไรบ้าง (สาเหตุที่ไม่เลือกระบบซึ่งประกอบไปด้วยเสื้อจำนวน 5 ขนาด เนื่องจากการเพิ่มจำนวนขนาดขึ้นมา สามารถเพิ่มจำนวนคนภายในระบบได้ แต่ไม่สามารถลดค่าเฉลี่ยของ penalty function ได้ ซึ่งถือว่าไม่สามารถตอบสนองต่อเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้ครบทั้งสามเงื่อนไข)

การสรุปผลเกี่ยวกับระบบการจัดขนาดที่ดีที่สุดในที่นี้ อ้างอิงจากวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่ จำนวนขนาดของเสื้อภายในระบบที่ต่ำที่สุด , ความพอดีในการสวมใส่ที่มากที่สุด และ จำนวนคนที่

สามารถจัดเข้าไปในระบบที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ไม่ได้พิจารณาในลักษณะของความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นหากผู้ผลิตทำการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์หรือทางด้านการเงินเพิ่มเติมแล้วพบว่า การเพิ่มจำนวนขนาดภายในระบบทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนมากกว่า ผู้ผลิตก็สามารถเลือกระบบการจัดขนาดแบบ 5 ขนาดได้เช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย