Research and Development Journal
Volume 26 Issue 1 January-March 2015

Received 5 November 2014 Accepted 30 January 2015

THE DEVELOPMENT OF AN ANTHROPOMETRY APPLICATION ON TABLET

The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. The King's Patronage

การพัฒนาโปรแกรมวัดสัดส่วนร่างกายบนแท็บเล็ต

THE DEVELOPMENT OF AN ANTHROPOMETRY APPLICATION ON TABLET

เทวฤทธิ์ ประเสริฐศรี[1] และไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล[2]
[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
E-mail: Tewarit.P@student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายด้วยหลักการยศาสตร์นั้นการใช้วิธีในการเก็บข้อมูลแบบอื่น ๆนอกจากการใช้ Anthropometer แล้วยังมีการถ่ายภาพการใช้เทคโนโลยีริ้วแสง (Light stripe) การใช้เทคนิคมอเร (Moire Technique) วิธีดังกล่าวนั้นต้องใช้อุปกรณ์หลายชิ้นและมีความซับซ้อนในการใช้งานด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแท็บเล็ต (Tablet)สามารถรวบขั้นตอนตั้งแต่การถ่ายภาพการกำหนดมาตราส่วนและการวัดขนาดไว้ด้วยกัน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมวัดขนาดสัดส่วนร่างกายที่สามารถใช้งานบนแท็บเล็ตซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้การหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detection จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้อง แท็บเล็ตและปริมาณความเข้มแสงสว่างทั่วไปมีผลต่อความผิดพลาดในการวัด ดังนั้นขั้นตอนแรกของการพัฒนาจึงได้เริ่มต้นจากการหาระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้องแท็บเล็ตและปริมาณความเข้มแสงสว่างทั่วไปที่ผิดพลาดน้อยที่สุด คือที่ระยะ 6 เมตรและปริมาณความเข้มแสงสว่างที่ 400 ลักซ์จากนั้นจึงได้ทดสอบใช้งานโดยการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 20 มิติ จากผู้เข้าร่วมทดลอง 50 คนอายุระหว่าง 19-67 ปี พบว่าค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ มิติความสูงยืน เท่ากับ 0.51% มากที่สุดคือ มิติความกว้างของศีรษะ เท่ากับ4.18%และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยทุกสัดส่วนเท่ากับ 1.97%

คำสำคัญ: การวัดสัดส่วนร่างกาย, แท็บเล็ต,การหาขอบภาพ, Canny Edge Detection Algorithm

ABSTRACT

An anthropometry data collection commonly uses an anthropometer. Moreover, there is the photogrammetric method such as the light stripe technique and the Moire technique. Those methods required many equipments and complicated to use. Due to technological advance, a tablet device can combine the procedures from taking photography, determining the scale and measuring together. The experiment has developed tablet application to measure human proportions by developing with Canny Edge Detection technique. The previous research showed that the distance (between the object and the camera tablet) and the illumination had an affect on the error of the measurement. Therefore, the development began from finding the best condition of distance and illumination.The results showed that the best condition of distance was 6 meters and illumination was 400 lx. Then measurement verifying of proportions of 20 dimensions from 50 participants (aged 19-67 years old). The study found that the minimum error was0.51% at the Stature.The maximum error was4.18%at the Head breadth and the average error of all human proportions was 1.97%.

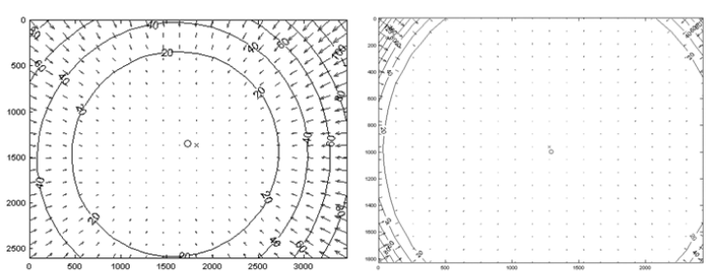
KEYWORDS: Anthropometry, Tablet, Edge Detection, Canny Edge Detection Algorithm

Tewarit Prasertsri[1] and Phairoat Ladavichitkul[2]
[1,2]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Phyathai Rd., Patumwan, Bangkok 10330

09 79-85.indd 79 20/4/2558 20:56:17

1. บทนำ

การออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการออกแบบสถานีงานจำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน ในการหาข้อมูลดังกล่าวโดยปกติจะใช้ Anthropometer เป็นเครื่องมือในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านวัฒนธรรม เช่นการถูกเนื้อต้องตัวตลอดจนค่าใช้จ่ายและเวลาของผู้ถูกวัด [1] ทำให้มีการพัฒนากระบวนการการวัดสัดส่วนร่างกายในรูปแบบต่าง ๆไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยีริ้วแสง [2] การใช้เทคนิคมอเร[3]ตลอดจนการใช้การถ่ายภาพโดยประยุกต์การหาขอบวัตถุจากภาพถ่ายดิจิตอลแบบ 2 มิติ บนคอมพิวเตอร์ [4-5] แต่ด้วยวิธีการดังกล่าวต้องใช้อุปกรณ์หลายชิ้น รวมถึงต้องมีความชำนาญในการใช้งานอุปกรณ์แต่ละชิ้นและมีความซับซ้อน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้มีอุปกรณ์ที่เรียกว่าแท็บเล็ต (Tablet) ซึ่งสามารถรวบขั้นตอนการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายไว้ในอุปกรณ์เดียว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมการวัดสัดส่วนร่างกายบนแท็บเล็ตเพื่อความสะดวกในการใช้งานแม้ว่าแท็บเล็ตจะมีราคาถูกและมีคุณภาพกล้องที่ต่ำกว่ากล้องดิจิตอลแต่ก็ยังมีปัจจัยด้านเลนส์และความละเอียด (Resolution) โดยเมื่อพิจารณาความเพี้ยนของเลนส์(Lensdistortion) [6] ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการวัดขนาดของวัตถุต่าง ๆภายในภาพดิจิตอลโดยการทดสอบด้วย Camera Calibration Toolbox for Matlab [7] ระหว่างกล้องดิจิตอลกับกล้องแท็บเล็ตได้ผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Distortion Model ของ (a) Canon รุ่น G12 (b) Samsung Galaxy Note 10.1

จากรูปที่ 1แสดงรูปแบบความเพี้ยนของเลนส์ในแต่ละวงกลมภายในภาพนั้นบอกให้ทราบถึงค่าความเพี้ยนว่าเพี้ยนไปกี่พิกเซล โดยวงในสุดนั้นมีความเพี้ยนของเลนส์ที่ต่ำกว่า 20 พิกเซล วงถัดไปจะมีความเพี้ยนเพิ่มขึ้นทีละ 20พิกเซล เมื่อพิจารณาบริเวณที่มีความเพี้ยนของเลนส์น้อยกว่า 20 พิกเซล ในกล้อง (a) ขนาดภาพ 3,648x2,736 พิกเซลคิดเป็นพื้นที่ 43% ของภาพและกล้อง (b) ขนาดภาพ 2,560x1,920 พิกเซล คิดเป็นพื้นที่ 89% ของภาพ โดยพื้นที่ที่เกิดความเพี้ยนของเลนส์ต่ำนั้นจะอยู่ในบริเวณกึ่งกลางของภาพ จากผลรูปแบบความเพี้ยนของเลนส์กล้องทั้งสองประเภทจะเห็นได้ว่าถ้าต้องการที่จะถ่ายภาพให้มีความเพี้ยนของเลนส์ต่ำนั้นจะต้องให้ภาพของวัตถุอยู่บริเวณกึ่งกลางของภาพ

การนำกระบวนการของการหาขอบภาพ [8] มาประยุกต์ใช้ในโปรแกรม โดยการหาขอบภาพนั้น Zuwena และ Soodamani ได้เปรียบเทียบความสามารถของแต่ละกระบวนการในการตรวจสอบแผ่นป้ายทะเบียนรถ เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของอักษรบนป้ายทะเบียน โดยใช้กระบวนการที่ใช้ในการหาขอบภาพในแบบต่าง ๆพบว่า วิธีการหาขอบภาพโดยวิธี Canny มีความสามารถในการตรวจจับตัวอักษรได้ถูกต้องมากที่สุด [9] ดังนั้น Canny Edge Detection Algorithm จึงถูกนำมาใช้ในการหาขอบภาพโดยขั้นตอนแรกของการพัฒนานั้นจะหาระดับของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมได้แก่ ระยะระหว่างวัตถุกับกล้องและปริมาณความเข้มแสงสว่าง ซึ่งส่งผลต่อค่าความผิดพลาดโดยเมื่อระยะทางและปริมาณความเข้มแสงสว่างเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความผิดพลาดลดลงหลังจากนั้นจึงทดสอบการใช้งานของโปรแกรมกับคนจริง โดยนำไปวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัคร และเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายด้วยโปรแกรมกับ Anthropometer

09 79-85.indd 80 20/4/2558 20:56:17

2. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2.1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

อาสาสมัคร จำนวน 50 คน แบ่งเป็นเพศชาย 35 คนและเพศหญิง 15 คน อายุระหว่าง 19 – 67 ปี โดยวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 20 มิติ

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบMartin's Anthropometer

2.2.2 แท็บเล็ต ยี่ห้อ Samsung Galaxy Note 10.1รุ่นปี 2012ความละเอียดของกล้อง 5 พิกเซล,ขนาดภาพ 2,560 x 1,920 พิกเซล

2.2.3 เก้าอี้นั่งที่สามารถปรับระดับความสูงได้

2.2.4 ฉากหลังเป็นผ้าสักหลาด พื้นสีเขียว ขนาด 2.5 x 3 เมตร ที่มีความทึบแสง

2.2.5 หมวกคลุมผมสำหรับว่ายน้ำ

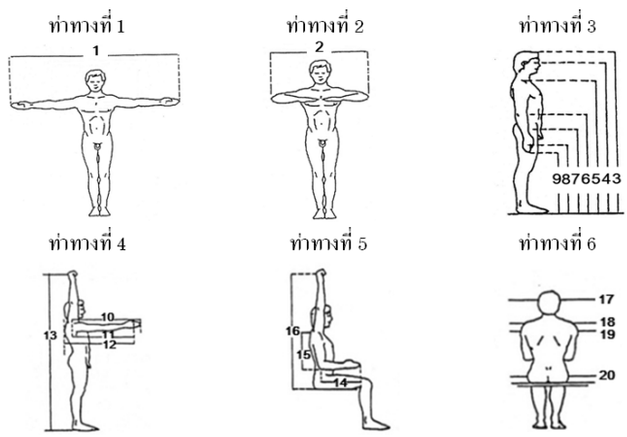
2.2.6 ชุดสปอร์ตไลท์ที่สามารถปรับระดับความสว่างได้ ตั้งแต่ 0-400 ลักซ์

2.2.7 อุปกรณ์วัดปริมาณความเข้มแสงสว่าง (Lux Meter)

2.2.8 อุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงขนาด (Calibration point) ดังแสดงในตำแหน่งที่ 1 ของรูปที่ 3

2.3 ท่าทางในการวัดสัดส่วนร่างกายจำนวน 6 ท่าทาง

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย จะอ้างอิงท่าทางการวัดสัดส่วนของร่างกายตามมาตรฐานของ Pheasantซึ่งท่าทางเหล่านี้ใช้ในการออกแบบโต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางของ ความกว้างของทางเดิน ตลอดจนสถานีงานต่าง ๆเป็นต้น ผู้วิจัยได้กำหนดท่าทางในการวัดขนาดสัดส่วนจำนวน 6 ท่าทาง แสดงดังรูปที่ 3 (ชื่อสัดส่วนแสดงในตารางที่ 3)



รูปที่ 2 ท่าทางการวัดสัดส่วนของร่างกายตามมาตรฐานของ Pheasant[10]

2.4 การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม

พิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อร้อยละของความผิดพลาดโดยปัจจัยที่ศึกษา คือ ระยะห่างระหว่างแท็บเล็ตและวัตถุ กับปริมาณความเข้มแสงสว่าง ได้ออกแบบการทดลองแบบส่วนผสมกลาง Central Composite Design (CCD) โดยมีการทำซ้ำ 3 ครั้ง ทำให้มีรูปแบบในการทดลองทั้งสิ้น 39 รูปแบบ ซึ่งมีการกำหนดระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ดังตารางที่ 1 และเนื่องจากโปรแกรม

09 79-85.indd 81 20/4/2558 20:56:17

สามารถหาขนาดของรัศมีของวัตถุทรงกลมได้อัตโนมัติ ดังนั้นจึงเลือกใช้ลูกบอลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตรในการทดลอง

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับของปัจจัย				
		-α (-1.414)	Low (-1)	Center (0)	High (+1)	+α (+1.414)
ระยะห่างระหว่างวัตถุกับแท็บเล็ต (m.)	Distance	4	4.3	5	5.7	6
ปริมาณความเข้มแสงสว่าง(Lux)	Lux	200	230	300	370	400

ค่าตัวแปรตอบสนอง (y) คือ ค่าร้อยละของความผิดพลาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุทรงกลม

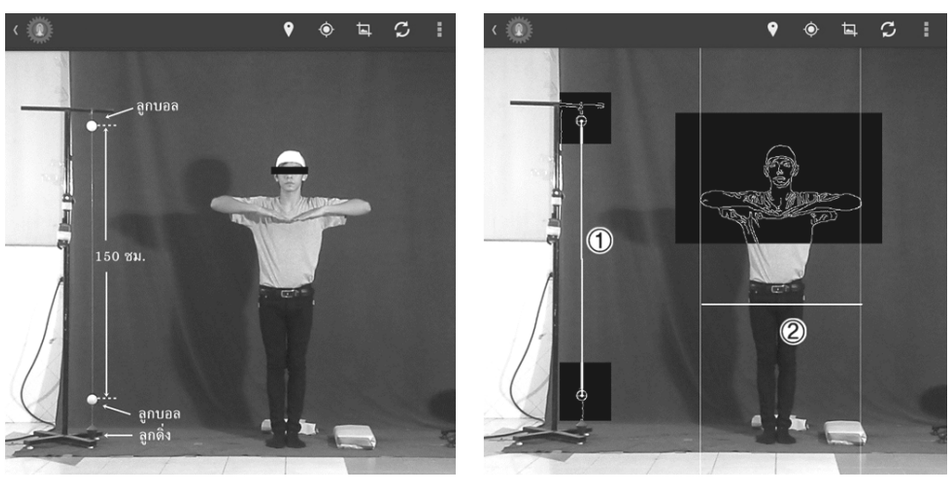
การทำงานของโปรแกรมขั้นตอนแรกหาอัตราส่วนอ้างอิง โดยเลือกตำแหน่งของลูกบอล 2 ลูกภายในภาพดังแสดงในหมายเลขที่ 1 ของรูปที่ 3 โปรแกรมจะหาระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของลูกบอลทั้ง 2 จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณหาอัตราส่วนอ้างอิง ดังสมการที่ 1

$$\text{อัตราส่วนอ้างอิง} = \frac{\text{ระยะห่างของลูกบอลจริง(ซม.)}}{\text{ระยะห่างของลูกบอลภายในภาพ(พิกเซล)}} \quad (1)$$

โดยที่ระยะห่างของลูกบอลภายในภาพที่วัดได้ในภาพคือ 608 พิกเซล ดังนั้นอัตราส่วนอ้างอิง คือ 0.247 เซนติเมตรต่อพิกเซล ในขั้นตอนต่อมาหาความยาวจริงของมิติที่สนใจเลือกบริเวณของมิติสนใจ โปรแกรมจะหาขอบภาพด้วย Canny Edge Detection Algorithmหลังจากนั้นวัดความยาวของมิติความกว้างศอกดังแสดงในหมายเลขที่ 2 ของรูปที่ 3ซึ่งความยาวที่วัดได้คือ 357.28 พิกเซล จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณหาความยาวจริงดังสมการที่ 2

$$\text{ความยาวจริง} = \text{อัตราส่วนอ้างอิง} \times \text{ความยาวของสัดส่วนที่วัดได้ภายในภาพ} \quad (2)$$

ดังนั้นความยาวจริงที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 88.25 เซนติเมตร



รูปที่ 3 โปรแกรมหาขนาดสัดส่วนร่างกาย (มิติระยะกางศอก)

09 79-85.indd 82 20/4/2558 20:56:18

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อร้อยละของความผิดพลาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุทรงกลม (Diameter) คือมีค่า P-value <0.05 ซึ่งได้แก่ ปัจจัยหลัก (Main effect) จำนวน 2 ตัวได้แก่ ระยะทางและความเข้มแสงสว่างปัจจัยหลักกำลังสองมีผล 1 ตัวคือ ระยะทางและอันตรกิริยา (Interaction) มีผล 1 ตัวคือ ระยะทางกับความเข้มแสงสว่างจากนั้นวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่เหมาะสม (Response Optimizer) เพื่อหาค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดค่าร้อยละของความผิดพลาดน้อยที่สุด พบว่าระยะห่างระหว่างวัตถุกับแท็บเล็ตและปริมาณความเข้มแสงสว่างที่เหมาะสม คือ ระยะ 6 เมตร และปริมาณความเข้มแสงสว่างที่ 400 ลักซ์

3. การตรวจสอบความแม่นยำการใช้เครื่องมือ

การนำเครื่องมือไปใช้วัดกับอาสาสมัคร โดยเริ่มจากติดตั้งอุปกรณ์วางกล้องแท็บเล็ตห่างจากอาสาสมัครเป็นระยะ 6 เมตร ปรับปริมาณความเข้มแสงสว่างที่ 400 ลักซ์จัดท่าทางสำหรับการเก็บข้อมูลโดยจะมีทั้งหมด 6ท่าทางในแต่ละท่าทางจะวัดสัดส่วนที่สนใจด้วยเครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายดังรูปที่ 4หลังจากวัดสัดส่วนในท่าที่ 1 ครบก็จะถ่ายภาพอาสาสมัครทำเช่นนี้จนครบทั้ง 6 ท่าทาง แล้วจะทำเช่นนี้จนครบทั้ง 50 คน หลังจากนั้นจะนำภาพถ่ายเข้าโปรแกรมเพื่อหาขนาดโดยมีขั้นตอนเริ่มจากการหาอัตราส่วนอ้างอิงแปลงภาพสัดส่วนที่สนใจด้วยเทคนิคการหาขอบภาพ วัดสัดส่วนร่างกายที่สนใจโปรแกรมจะแสดงค่าที่วัดได้และบันทึกผลโดยจะทำเช่นนี้จนครบทุกสัดส่วน

รูปที่ 4 การวัดขนาดสัดส่วนของอาสาสมัครด้วย Anthropometer

4. ผลการพิสูจน์ความถูกต้องของเครื่องมือ

เมื่อวัดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครทั้ง 50 คน ด้วย Anthropometer และโปรแกรมวัดสัดส่วนร่างกาย จากนั้นเปรียบเทียบความผิดพลาดในแต่ละสัดส่วนของแต่ละอาสาสมัคร และทำการหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ยในแต่ละสัดส่วนซึ่งผลการเปรียบเทียบที่ได้แสดงดังตารางที่ 3โดยค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 และ 4

$$\text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (ซม.)} = |\text{ค่าสัดส่วนจริงเฉลี่ย} - \text{ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้จากโปรแกรม}| \quad (3)$$

$$\text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (ร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย(ซม.)}}{\text{ค่าสัดส่วนจริงเฉลี่ย(ซม.)}} \times 100 \quad (4)$$

09 79-85.indd 83 20/4/2558 20:56:18

ตารางที่ 3 ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยจากอาสาสมัคร 50 คนของการวัดด้วยโปรแกรมเปรียบเทียบกับการวัดด้วย Anthropometer

สัดส่วนที่	ชื่อสัดส่วน	ความกว้าง(ซม.)			ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย	
		P5	P50	P95	(ซม.)	(ร้อยละ)
1	ระยะกางแขน	150.10	166.51	181.39	1.20	0.73
2	ระยะกางศอก	78.48	86.16	94.22	0.74	0.87
3	ความสูงยืน	150.73	163.25	177.50	0.84	0.51
4	ความสูงระดับสายตา	138.93	151.47	166.60	1.31	0.85
5	ความสูงระดับไหล่	123.69	134.72	147.22	1.51	1.13
6	ความสูงระดับข้อศอก	92.66	101.73	110.97	1.36	1.33
7	ความสูงระดับข้อสะโพก	73.03	79.69	84.72	1.21	1.54
8	ความสูงระดับมือ	66.61	72.15	78.29	1.71	2.43
9	ความสูงระดับนิ้วมือ	55.00	60.07	66.88	0.97	1.60
10	ระยะต้นแขนถึงนิ้วมือ	59.73	65.69	72.77	1.75	2.63
11	ระยะจากไหล่ถึงมือ	60.30	66.02	73.02	1.73	2.64
12	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	67.41	74.81	84.17	1.49	1.97
13	ระยะเอื้อมจับสูงสุดขณะยืน	179.18	196.29	211.43	1.51	0.77
14	ระยะจากศอกถึงนิ้วมือ	40.44	44.72	48.75	0.94	2.14
15	ระยะจากไหล่ถึงศอก	32.31	36.11	38.81	1.08	3.04
16	ระยะเอื้อมจับสูงสุดในท่านั่ง	109.27	121.15	130.44	1.65	1.36
17	ความกว้างของศีรษะ	15.68	16.61	17.62	0.67	4.18
18	ความกว้างของไหล่(อ้างอิงจากปุ่มหัวไหล่)	29.84	33.16	37.16	1.22	3.72
19	ความกว้างของไหล่(อ้างอิงจากกล้ามเนื้อไหล่)	40.25	45.12	51.61	1.34	3.00
20	ความกว้างของสะโพก	32.71	35.95	41.25	1.06	2.96
เฉลี่ย					1.26	1.97

ผลการวิจัยพบว่า สัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ สัดส่วนที่ 17 ความกว้างของศีรษะมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.67 เซนติเมตร และสัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดมากที่สุดคือ สัดส่วนที่ 10 ระยะต้นแขนถึงนิ้วมือ โดยมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 1.75 เซนติเมตร สัดส่วนที่มีค่าร้อยละของความผิดพลาดน้อยที่สุดคือสัดส่วนที่ 3 ความสูงยืน มีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 0.51 และสัดส่วนที่มีค่าร้อยละของความผิดพลาดมากที่สุดคือ สัดส่วนที่ 17 ความกว้างของศีรษะ มีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 4.18 ส่วนค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของทุกสัดส่วนนั้นเท่ากับ 1.26 เซนติเมตร และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยทุกคนทุกสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.97

5. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ พบว่าค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเป็นสัดส่วนเดียวกัน คือ ความสูงยืน ส่วนค่าความผิดพลาดที่มากที่สุดนั้นเป็นสัดส่วนที่แตกต่างกันโดยงานวิจัยของณัฐพล[5] มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยทุกคนทุกสัดส่วน

09 79-85.indd 84 20/4/2558 20:56:18

เท่ากับร้อยละ 1.35 สัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด คือ ความสูงยืน มีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 0.40 สัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดมากที่สุด คือ ความหนาหน้าอกมีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 3.54 ส่วนงานวิจัยของอนุธิดา[11]มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยทุกคนทุกสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.98 สัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด คือ ความสูงยืน มีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 0.06 สัดส่วนที่มีค่าความผิดพลาดมากที่สุด คือ ความยาวของศีรษะ มีค่าความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 3.3

เห็นได้ว่างานวิจัยนี้มีค่าร้อยละของความผิดพลาดเฉลี่ยทุกคนทุกสัดส่วนมากกว่าทั้ง 2 งานวิจัยดังกล่าว ทั้งนี้ความผิดพลาดที่มากกว่านั้นอาจเกิดจากความละเอียดของภาพเนื่องจากงานวิจัยของอนุธิดาใช้กล้องดิจิตอลที่มีความละเอียดถึง 18 ล้านพิกเซล ส่วนงานวิจัยของณัฐพลใช้กล้องดิจิตอลที่มีความละเอียด 10 ล้านพิกเซลแต่กล้องแท็บเล็ตนั้นมีค่าความละเอียดของภาพเพียง 5 ล้านพิกเซลสำหรับงานวิจัยในอนาคตอาจจะถ่ายภาพโดยไม่ต้องใช้ฉาก ชุดสปอร์ตไลท์รวมไปถึงใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไป เช่น แผ่นซีดี ดีวีดี หรือบัตรเครดิต แทนจุดอ้างอิงแบบลูกบอล แล้วพิจารณาร้อยละของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือลดเวลาในการบันทึกข้อมูลโดยค้นหาสัดส่วนแบบอัตโนมัติแทนการเลือกจากรายชื่อสัดส่วนร่างกาย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติ อินทรานนท์.การยศาสตร์, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ. มาตรฐาน SizeThai, 2537.จาก http://www.sizethailand.org, สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2557.

[3] บริษัท ไทยวาโก้จำกัด (มหาชน).โครงการสำรวจ สัดส่วนสตรีไทย.จาก http://corp.wacoal.co.th/sp.php?mid=16&cat_id=0&contentid=23 สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2557.

[4] สังกาส พิริยะสุรวงศ์.โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวัดขนาดของมนุษย์แบบ 2 มิติ, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546

[5] ณัฐพล พุฒยางกูร.การวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ โดย โปรแกรมประยุกต์การหาขอบวัตถุจากภาพถ่ายดิจิตอลแบบ 2 มิติ, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[6] เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์. การหาพารามิเตอร์สอบเทียบสำหรับการสอบเทียบกล้องชนิดร่วมระนาบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552.

[7] Bouguet J. Complete Camera Calibration Toolbox for Matlab, 1997. See http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/index.html for further details. Accessed 15/10/2013.

[8] บุญธรรม ภัทราจารุกุล.การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น, กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2556.

[9] Musoromy Z. and Ramalingam S. Edge Detection Comparison for License PlateDetection. Conference on the Control. Automation, Robotics and Vision Singapore, 2010, 1133-1138.

[10] Pheasant, S.T. Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and Design. London: Taylor & Francis Ltd, 1986.

[11] อนุธิดา ฉิมทับ.เทคนิคการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์โดยถ่ายภาพดิจิตอล 2 มิติ ที่ระยะใกล้, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

09 79-85.indd 85 20/4/2558 20:56:18