บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองหาความไม่เป็นเส้นตรง (Non-Linear) ของความกว้างของพิกเซล จากการเพิ่มขึ้นทีละเท่ากันของระยะตามแนวระนาบ

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่ทำขึ้นเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด ค่ามากที่สุด และ ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างพิกเซลของวัตถุที่คำนวณได้จากการกำหนดช่วงของความลึกที่เก็บได้จากเซนเซอร์คินเน็คท์ เพื่อมาเปรียบเทียบว่าการเพิ่มขึ้นของระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้องที่เพิ่มแบบเส้นตรง (linear) หรือแบบเป็นสัดส่วนที่เท่ากัน ที่เพิ่มขึ้นทีละ 300 มิลลิเมตรนั้นการลดลงของจำนวนพิกเซลของแต่ละเฟรมมีการลดลงแบบเป็นเส้นตรง (linear)หรือเป็นสัดส่วนที่เท่ากันหรือไม่ โดยใช้ไลบรารี่บางส่วนจาก Kinect for Windows SDKและใช้ภาษา C# ในการติดต่อใช้งานกล้องคินเน็คท์จากนั้นได้ทำการแปลงค่าความลึกที่ได้ให้มีค่าตามสเกล (Scale)ดังนี้

โดย กำหนดให้ค่าความลึกน้อยที่สุดเป็นไปตามสี

กำหนดให้ค่าความลึกตรงกลางเป็นไปตามสี

กำหนดให้ค่าความลึกมากที่สุดเป็นไปตามสี

ดังนั้น สเกลสีที่ได้จะเป็นดังรูป

รูปที่ 4.1 สเกลสีที่ใช้แปลงค่าความลึก

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแสดงการเปรียบเทียบ ภาพสีที่ได้ (RGB) ภาพที่ได้จากการแปลงค่าความลึกจากเซนเซอร์ตามสเกลสีจากรูปที่ 4.1 และภาพที่ได้จากการตัดส่วนของวัตถุในระยะ ±50 โดยวัตถุที่ระยะห่างจากกล้องเป็น 1,500 มิลลิเมตร

4.1.1สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) Kinect for Xbox 360
2) Microsoft Visual Studio 2010
3) Kinect for Windows SDK
4) Microsoft Excel 2010
5) วัตถุขนาด 550มิลลิเมตรx 1,000 มิลลิเมตร

รูปที่ 4.3 ขนาดของวัตถุที่ใช้ในการทดลอง

6) เซนเซอร์ของคินเน็คท์สูงจากพื้นเป็นระยะ460มิลลิเมตร

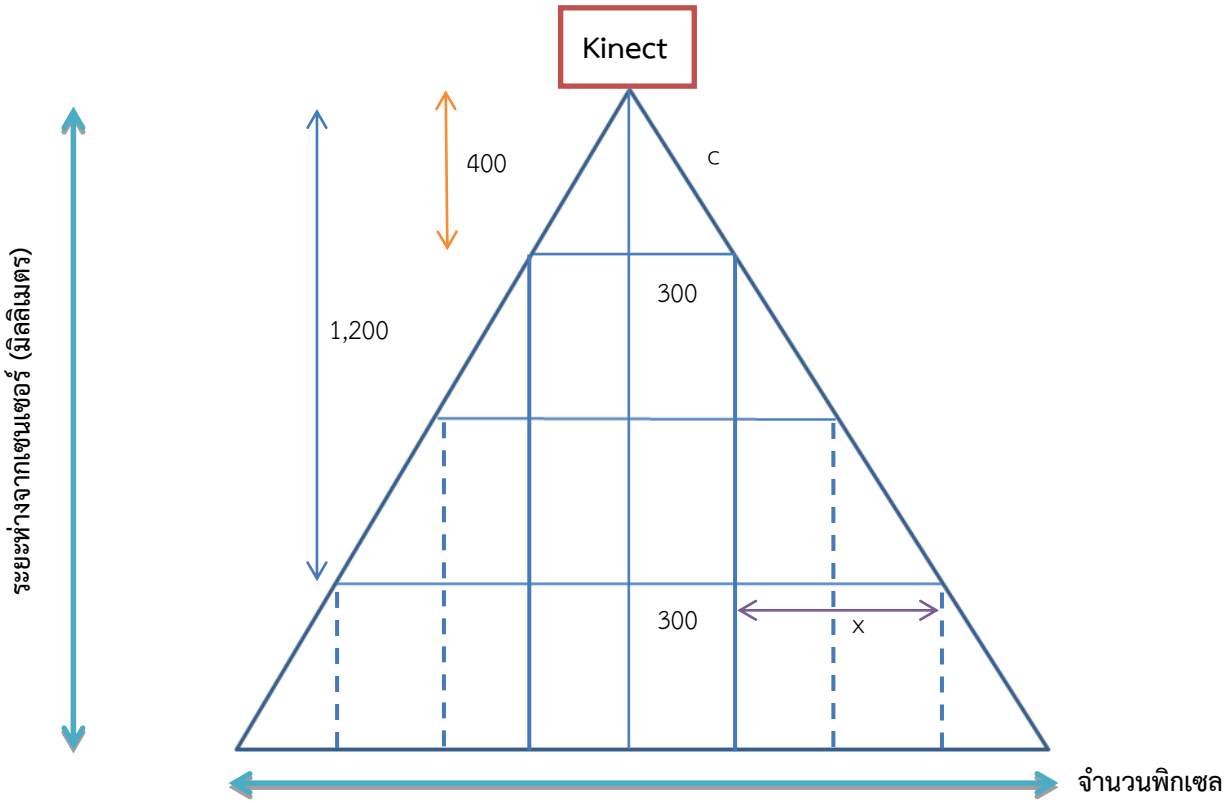
รูปที่ 4.4 ระยะความสูงจากพื้นถึงเซนเซอร์คินเน็คท์

7) ระยะห่างระหว่างวัตถุและคินเน็คท์ตามระยะต่างๆที่กำหนดในแต่ละการทดลอง ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.5 แสดงระยะห่างระหว่างวัตถุและคินเน็คท์เป็นระยะ 1,500 มิลลิเมตร

4.1.2 สมมติฐานในการทดลอง

จากทฤษฎีสามเหลี่ยมปีทากอรัส และ ทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย การเพิ่มขึ้นของความยาวด้านใดในขนาดที่เท่ากัน จะทำให้ได้ความยาวของอีก

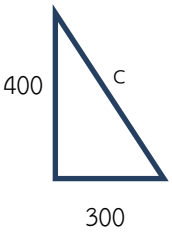


รูปที่ 4.6 เทียบจำนวนพิกเซลกับระยะห่างจากเซอเซอร์(มิลลิเมตร)

จากรูปที่ 4.6 จะได้ว่า หากเรารู้อัตราส่วนของพิกเซลที่ได้จากกล้องคินเน็คท์เป็น 640 x 480 พิกเซลสรุปได้ว่าไม่ว่าวัตถุจะอยู่ห่างจากกล้องที่ระยะใดๆก็ตาม อัตราส่วนของพิกเซลภาพที่ได้ก็จะยัง 640 x 480 พิกเซล และจะได้ขนาดของวัตถุเหมือนเดิม แต่สิ่งที่เปลี่ยนไปคือขนาดพิกเซลของวัตถุในแต่ระยะ โดยวัตถุที่ระยะใกล้จะมีขนาดใหญ่ แต่หากวัตถุอยู่ห่างจากกล้องเพิ่มมากขึ้นขนาดพิกเซลของวัตถุในภาพก็จะมีจำนวนลดลงเช่นกัน

ตัวอย่างเช่น ที่ระยะ 400 มิลลิเมตรจะรู้ขนาดของวัตถุซึ่งกำหนดให้มีขนาดเท่ากับความกว้างของจำนวนพิกเซลเต็มๆ ซึ่งก็คือ 640 โดยทราบว่าวัตถุชิ้นนี้มีขนาดเป็น 600 มิลลิเมตร

จากทฤษฎี ปิทากอรัส สามารถหาค่าc ได้โดย



จากสูตร $c^2 = a^2 + b^2$

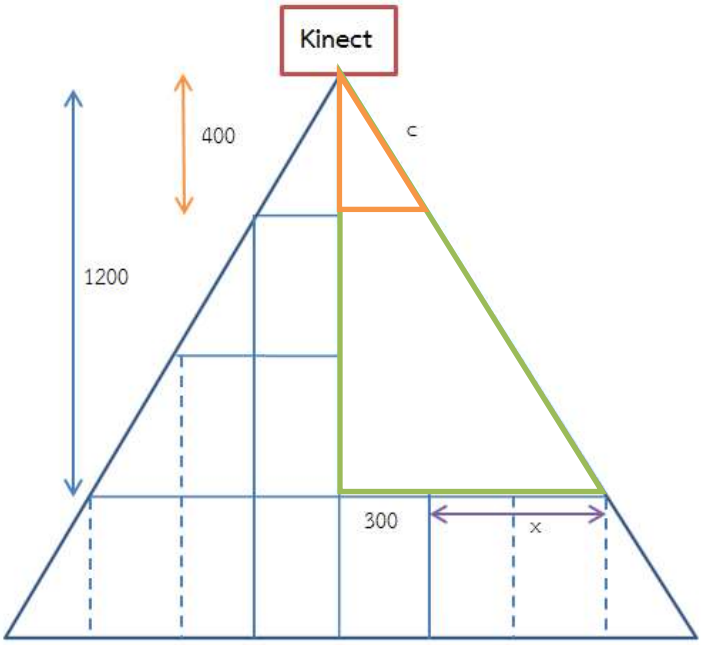
แทนค่า $c^2 = (300)^2 + (400)^2;$

$c^2 = 90,000 + 160,000$

$c^2 = 250,000$

ดังนั้น $c = 500$ มิลลิเมตร

จากทฤษฎี สามเหลี่ยมคล้าย สามารถหาค่า x ได้โดย



ที่ระยะ 400 จากกล้อง ด้านยาว : ด้านกว้าง = 400 : 300

ที่ระยะ 1200 จากกล้อง ด้านยาว : ด้านกว้าง = 1200 : x

เมื่อเทียบจากบัญญัติไตรยางค์ จะได้ x = (1200/300) x 400 = 900

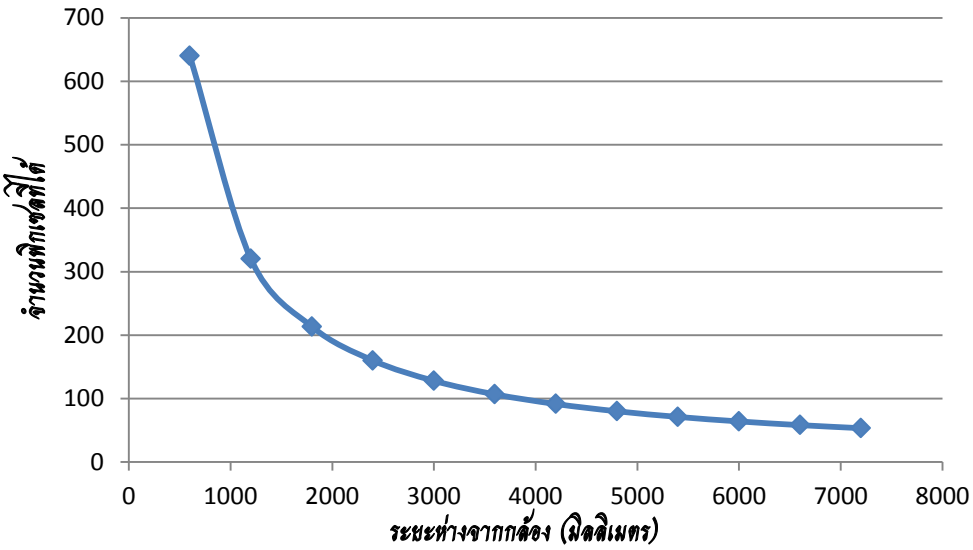
จำนวนพิกเซลที่ได้จากกล้องตามแนวนอนจะมีเพียง 640 พิกเซล เท่านั้น หากให้ ที่ระยะ 400 มิลลิเมตร เป็นระยะที่วัตถุอยู่เต็มจำนวนพิกเซล ดังนั้น เมื่อที่ระยะเพิ่มขึ้น เป็นระยะที่ 1,200 มิลลิเมตร ความยาวทั้งหมดของฐานสามเหลี่ยม คือ 1,800 มิลลิเมตร โดยมีความยาวของวัตถุที่ 600 มิลลิเมตรเหมือนเดิม ดังนั้นจำนวนพิกเซลของวัตถุจะลดลงเป็น

ถ้าที่ระยะ 1,200 มิลลิเมตร วัตถุมีขนาด 1,800 มิลลิเมตร จะมีจำนวน 640 พิกเซล แต่วัตถุมีขนาด 600 มิลลิเมตร จะได้จำนวนเป็น 213.33 พิกเซล

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราส่วนของวัตถุต่อภาพ ที่ได้จากระยะห่างของกล้อง เพื่อแสดงจำนวนพิกเซลที่ได้

ที่ระยะห่างจากกล้อง	อัตราส่วนของวัตถุต่อภาพ	จำนวนพิกเซลที่ได้
600	1:1	640.00
1,200	1:2	320.00
1,800	1:3	213.33
2,400	1:4	160.00
3,000	1:5	128.00
3,600	1:6	106.67
4,200	1:7	91.42
4,800	1:8	80.00
5,400	1:9	71.11
6,000	1:10	64.00
6,600	1:11	58.18
7,200	1:12	53.33

เมื่อนำค่ามาวาดกราฟจะได้ดังนี้



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบระยะห่างจากกล้อง (มิลลิเมตร) กับจำนวนพิกเซลที่ได้

4.1.3 จุดประสงค์ของการทดลอง

1) เพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด ค่ามากที่สุด และ ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างพิกเซลของวัตถุ
2) เพื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้อง และ จำนวนพิกเซลของวัตถุที่ลดลง

4.1.4 วิธีการทดลอง

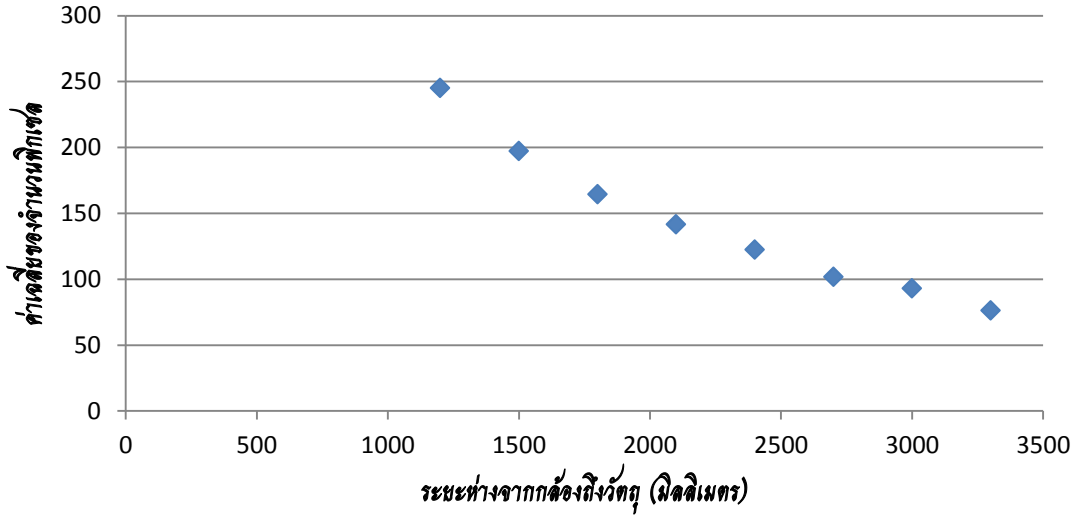
1) ให้วัตถุอยู่ห่างจากระนาบของกล้องเป็นระยะ 1,200,1,500,1,800,2,100,2,400,2,700,3,000 และ 3,300 ในหน่วยมิลลิเมตร
2) กำหนดให้การเก็บค่าของการทดลองแต่ละระยะ มีการเก็บค่าระยะความลึกของวัตถุเป็นไฟล์ .csv และ ภาพ Sceenshort
3) นำไฟล์ .csv ของแต่ละตัวมาเข้าเงื่อนไขเพื่อกำหนดสีให้กับช่วงของแต่ละความลึก
4) กำหนดค่าช่วงของวัตถุที่ควรจะเป็น โดยประมาณให้มีค่าเป็น บวก(+) 50จากขนาดความลึกของวัตถุ และ ลบ(-) 50จากขนาดความลึกของวัตถุ ตัวอย่างเช่น เก็บค่าความลึกของวัตถุที่ระยะ 1200 มิลลิเมตร จะกำหนดช่วงค่าความลึกที่ควรได้เป็น 1,150 มิลลิเมตร (จาก 1200-50) ถึง 1,250 มิลลิเมตร (จาก 1200+50)

5) กำหนดให้ค่าที่อยู่ในช่วงที่กำหนดมีค่าเป็น 1 ส่วนที่อยู่นอกช่วงที่กำหนดให้เป็น 0 เพื่อหาระยะตามความกว้าง และ ความสูงของวัตถุ
6) การหาค่าตามแนวแกน X ให้นับค่าของ 1 ตั้งแต่ซ้าย ไป ขวา ของทุกแถว แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด ค่ามากที่สุด และ ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างพิกเซลของวัตถุ
7) การหาค่าตามแนวแกน Y ให้นับค่าของ 1 ตั้งแต่บน ลง ล่าง ของทุกคอลัมภ์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด ค่ามากที่สุด และ ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างพิกเซลของวัตถุ

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบจำนวนพิกเซลในแนวแกน X

ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลในแนวแกน X	ค่าน้อยที่สุดของจำนวนพิกเซลในแนวแกน X	ค่ามากที่สุดของจำนวนพิกเซลในแนวแกน X	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1,200	245.08	241.00	250.00	1.77
1,500	197.19	193.00	200.00	1.42
1,800	164.47	160.00	169.00	1.49
2,100	141.67	134.00	146.00	2.06
2,400	122.44	106.00	129.00	4.61
2,700	101.60	65.00	117.00	11.45
3,000	92.92	5.00	104.00	11.35
3,300	76.17	45.00	93.00	11.98

จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้

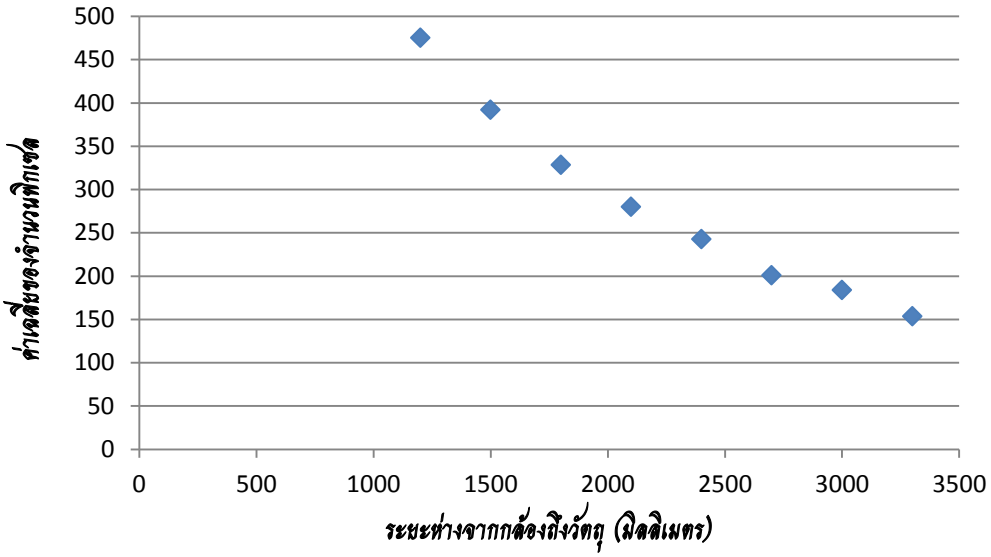


รูปที่ 4.8รูปแสดงความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยจำนวนพิกเซลในแนวนอน(แนวแกนX) และระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y

ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y	ค่าน้อยที่สุดของจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y	ค่ามากที่สุดของจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1,200	475.24	442.00	478.00	2.32
1,500	391.89	367.00	398.00	2.58
1,800	328.18	318.00	334.00	2.34
2,100	279.91	264.00	285.00	3.24
2,400	242.71	221.00	252.00	7.00
2,700	200.81	146.00	222.00	17.95
3,000	183.68	98.00	201.00	15.40
3,300	153.35	101.00	179.00	18.36

จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 4.9 รูปแสดงกราฟความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยจำนวนพิกเซลในแนวตั้ง(แนวแกนY) และระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ

4.1.5 ปัญหาและอุปสรรค

1) การวัดระยะจริงจากกล้องอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ทราบระยะที่แท้จริง
2) ถ้ามีวัตถุอื่นที่อยู่ในสภาพแวดล้อมระหว่างวัตถุกับกล้องจะทำให้ตรวจค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน
3) มีการสะท้อนแสงจากหลอดไฟที่กระทบลงบนพื้น ทำให้รูปที่ได้มีข้อมูลด้านล่างของวัตถุเยอะเกินที่ควรจะเป็น
4) ค่าด้านบนของวัตถุมีขนาดสูงเกินจริง อาจเป็นเพราะแสงสว่างจากหลอดไฟ ทำให้การรับค่าเปลี่ยนไป

4.1.6 การแก้ไข

1) ทำ Marker ไว้บนพื้นในระยะต่างๆกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระยะจากกล้องถึงวัตถุที่ใช้ทดลอง
2) ต้องทำให้พื้นที่บริเวณนั้นไม่มีสิ่งใดกีดขวางระหว่างกล้องกับวัตถุทดลอง
3) ควบคุมปริมาณแสง ให้ทั้งพื้นที่ทดลองมีปริมาณแสงอยู่ที่ระดับเดียวกัน
4) ปรับอัลกอริทึมให้ตรวจสอบวัตถุได้แม้มีสิ่งกีดขวา

4.1.7 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะสามารถนำค่าจำนวนพิกเซลของวัตถุตามแนวนอน(แนวแกน X)และวัตถุตามแกนแนวตั้ง (แนวแกนY) ที่ได้โดยจะทราบว่า แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้องที่เพิ่มแบบเส้นตรง (Linear) หรือแบบเป็นสัดส่วนที่เท่ากัน ที่เพิ่มขึ้นทีละ 300 มิลลิเมตรนั้น แต่การลดลงของจำนวนพิกเซลของแต่ละเฟรมไม่ได้มีการลดลงแบบเป็นเส้นตรง (Linear)หรือไม่ได้เป็นการลดลงแบบสัดส่วนที่เท่ากัน นั่นเอง

4.2 การทดลองหาระยะความสูงจากพื้นที่เหมาะสมแก่การตั้งกล้อง และหาระยะที่เหมาะสมในการยืนของผู้ทดลอง

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่ทำขึ้นเพื่อหาระยะความสูงจากพื้นที่เหมาะสมแก่การตั้งกล้องคินเน็คท์และหาระยะที่เหมาะสมในการยืนของผู้ทดลอง โดยจะพิจารณาจากการเห็นขนาดทั้งตัวของผู้ทดลอง เพื่อประมาณค่าความสูงจากพื้นที่กล้องเซนเซอร์ควรจะตั้งอยู่และตำแหน่งที่ผู้ทดลองควรจะยืน

4.2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาระยะความสูงจากพื้นที่เหมาะสมแก่การตั้งกล้อง และหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการยืนของผู้ทดลอง

4.2.2สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

ผู้ทดลอง สูง 163 เซนติเมตร (1,630 มิลลิเมตร)

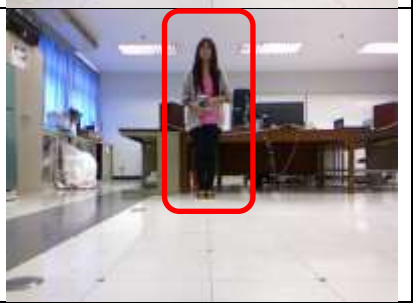
4.2.3วิธีการทดลอง

1) ให้ผู้ทดลองอยู่ห่างจากระนาบของกล้องเป็นระยะ 1,200, 1,500, 1,800, 2,100, 2,400, 2,700, 3,000 และ 3,300 ในหน่วยมิลลิเมตร
2) ให้ฐานกล้องอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ 0, 250,500, 750, 1,000, 1,250 และ 1,500 มิลลิเมตร โดยจากฐานกล้องขึ้นมาถึงตัวเซนเซอร์จะมีค่าเป็น 55 มิลลิเมตร ดังนั้น ค่าที่ได้จากระดับพื้นจนถึงเซนเซอร์คินน็คท์จะมีค่าเป็น 55, 305, 555, 805, 1,055, 1,305, 1,555 มิลลิเมตร
3) กำหนดให้การเก็บค่าของการทดลองแต่ละระยะ มีการเก็บค่าภาพแบบ Screenshot
4) นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ว่าช่วงใด ของระยะใดเป็นช่วงที่เหมาะสมในการตั้งกล้องคินเน็คท์

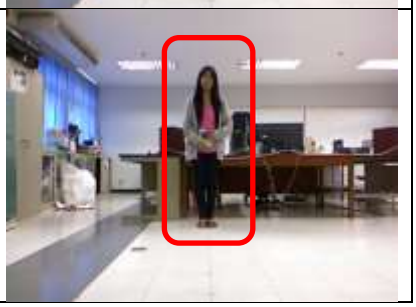
ตารางที่ 4.4 แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 55 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

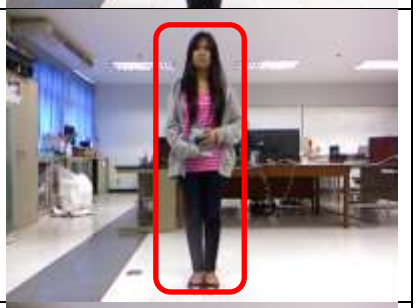
ตารางที่ 4.5 แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 305 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

ตารางที่ 4.6 แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 555 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

ตารางที่ 4.7แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 805 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

ตารางที่ 4.8แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 1,055 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

ตารางที่ 4.9 แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 1,305 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

ตารางที่ 4.10 แสดงระยะห่างจากกล้องถึงคนในหน่วยมิลลิเมตร และ ภาพที่ได้จากกล้อง โดยเซนเซอร์คินเน็คท์สูงจากพื้น 1,555 มิลลิเมตร

ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง	ระยะห่างจากกล้องถึงคน (มิลลิเมตร)	ภาพที่ได้จากการกล้อง
1,200		1,500	
1,800		2,100	
2,400		2,700	
3,000		3,300	

4.2.4 ปัญหาและอุปสรรค

1) ช่วงที่ได้เกิดจากการพิจารณาจากผู้ทดลองคนเดียว ที่ความสูงเดียว
2) อาจจะความคลาดเคลื่อนของระยะที่สามารถเห็นผู้ทดลองได้เต็มตัว เมื่อผู้ทดลองมีความสูงที่แตกต่างกันออกไป

4.2.5 การแก้ไข

พิจารณาบวกค่าความสูงจากผู้ทดลองเพิ่ม เพื่อในกรณีที่ผู้ใช้ท่านอื่นมีส่วนสูงสูงกว่าผู้ทดลอง

4.2.6 สรุปผลการทดลอง

จากตารางการทดลองจะพบว่า ระยะที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งคินเน็คท์ คือ ระยะที่สูงจากพื้นถึงฐานกล้อง 750 มิลลิเมตร หรือ ระยะที่สูงจากพื้นถึงเซนเซอร์คินเน็คท์เป็น 805 มิลลิเมตร เพราะสามารถเห็นช่วงของผู้ทดลองได้อย่างเต็มตัวได้ 5ระยะที่ห่างจากกล้อง แต่หากสังเกต ค่าที่ความสูง 555 มิลลิเมตร จากพื้นถึงเซนเซอร์คินเน็คท์ และ ค่าที่ความสูง 1,055 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถเห็นช่วงตัวของผู้ทดสอบอย่างเต็มตัวได้ถึง 4 และ 3 ระยะที่ห่างจากกล้อง ตามลำดับ ดังนั้นจะสามารถกำหนดได้ว่า ช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งกล้องคินเน็คท์คือ ตั้งแต่ ที่ความสูง 555 มิลลิเมตร จากพื้นถึงเซนเซอร์คินเน็คท์ถึงที่ความสูง 1,055 มิลลิเมตร จากพื้นถึงเซนเซอร์คินเน็คท์ ทำให้ทราบว่าระยะที่เหมาะสมในการยืนของผู้ทดลองจากการตั้งกล้องที่ความสูง 555 มิลลิเมตร ถึง 1,055 มิลลิเมตร คือ 2,000 มิลลิเมตร ถึง 3,000 มิลลิเมตร

4.3 การทดลองหาสมการของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพิกเซลกับระยะห่างจากวัตถุถึงกล้อง

การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อหาสมการของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพิกเซลกับระยะห่างจากวัตถุถึงกล้อง เพื่อนำมาเป็นตัวแปรหนึ่งในการคำนวณหาขนาดตัวของผู้ใช้ เนื่องจากระยะห่างจากวัตถุถึงกล้องมีผลต่อจำนวนพิกเซลที่วัดได้ ซึ่งจากการทดลองที่ 4.2 เราทราบว่าผู้ใช้ควรยืนอยู่ในช่วงที่ห่างจากกล้องเป็นระยะ 2,100 – 3,000 มิลลิเมตร การทดลองนี้จึงทำการหาสมการในช่วงของระยะที่ผู้ใช้ควรยืนเท่านั้น เพื่อให้การคำนวณขนาดตัวมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4.3.1จุดประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาสมการของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพิกเซลกับระยะห่างจากวัตถุถึงกล้อง

4.3.2 สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) Kinect for Xbox 360
2) Microsoft Visual Studio 2010
3) Kinect for Windows SDK
4) Microsoft Excel 2010
5) กล่องขนาด 70.5เซนติเมตรx 117 เซนติเมตร
6) แผ่นเหล็กขนาด 31.5 เซนติเมตร x 116 เซนติเมตร

4.3.3 วิธีการทดลอง

1) นำกล่องมาตั้ง(ตั้งแบบแนวตั้ง)ให้ห่างจากกล้องเป็นระยะต่างๆ ดังนี้200, 220, 240, 260, 280 และ 300 เซนติเมตร
2) เก็บค่าความลึกของวัตถุเป็นไฟล์ .csv
3) นำไฟล์ .csv มาวิเคราะห์ ตามขั้นตอน ดังนี้
   3.1) นับจำนวนพิกเซลในแนวคอลัมน์ของแต่ละแถว
   3.2) หาค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลในแนวคอลัมน์ทั้งหมด
   3.3) คำนวณหาสัดส่วนระหว่างจำนวนพิกเซลกับขนาดจริงของวัตถุ
4) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 1) โดยเปลี่ยนเป็นตั้งกล่องแบบแนวนอน
5) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 1) โดยเปลี่ยนเป็นแผ่นเหล็ก(ตั้งแบบแนวตั้ง)
6) นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 3 ด้านของวัตถุ 2 ชิ้นที่ระยะตั้งวัตถุเดียวกัน มาเฉลี่ยรวมกัน
7) นำค่าเฉลี่ยที่ได้ มา plot กราฟตามระยะที่วางวัตถุ
8) วิเคราะห์กราฟที่ได้ แล้วคำนวณหาสมการ

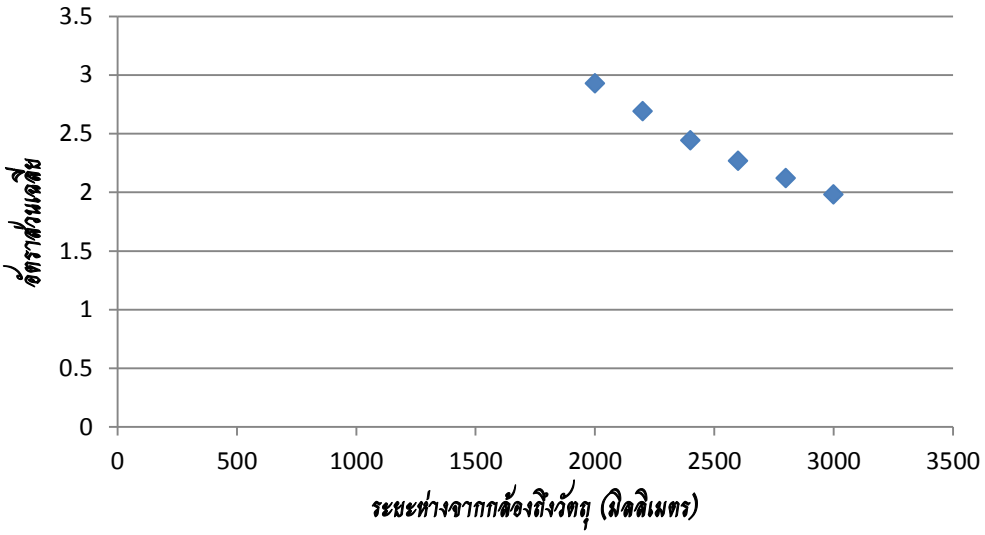
ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุในหน่วยมิลลิเมตร และ จำนวนพิกเซลที่คำนวณได้ตามขนาดของวัตถุจริง

ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ (มิลลิเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 31.5 เซนติเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 70.5 เซนติเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 117 เซนติเมตร)
2,000	93.38	203.37	343.16
2,200	84.87	189.75	313.92
2,400	78.13	169.65	285.57
2,600	72.00	158.41	265.17
2,800	68.03	147.63	246.26
3,000	63.19	137.89	231.18

ตารางที่ 4.12ตารางเปรียบเทียบระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุในหน่วยมิลลิเมตร และ อัตราส่วนของวัตถุ3ชนิด และอัตราส่วนเฉลี่ยของวัตถุ3ชนิด

ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ (เซนติเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 31.5 เซนติเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 70.5 เซนติเมตร)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย (ที่ขนาดวัตถุจริง (ตามแนวกว้าง) 117 เซนติเมตร)	อัตราส่วนเฉลี่ยของวัตถุทั้ง 3 ขนาด
2,000	2.96	2.88	2.93	2.92
2,200	2.69	2.69	2.68	2.68
2,400	2.48	2.40	2.44	2.44
2,600	2.28	2.24	2.26	2.26
2,800	2.159	2.09	2.10	2.11
3,000	2.00	1.95	1.975	1.97

จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบระยะห่างจากกล้อง (เซนติเมตร) กับอัตราส่วนเฉลี่ยของวัตถุ3ชนิด

4.3.4 ปัญหาและอุปสรรค

1) ข้อมูลความลึกที่นำมาใช้พิจารณาอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวางกล้องและวัตถุอาจไม่อยู่ในแนวระนาบ

2) การวัดระยะจริงจากกล้องอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ทราบระยะที่แท้จริง

4.3.5 การแก้ไข

1) ทำ Marker ไว้บนพื้นในระยะต่างๆกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระยะจากกล้องถึงวัตถุที่ใช้ทดลอง

4.3.6 สรุปผลการทดลอง

การยืนในตำแหน่งที่มีระยะห่างจากกล้องต่างกัน จะทำให้ได้ค่าความกว้างของวัตถุมีขนาดต่างกันไปด้วย ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงขนาดของวัตถุที่ถูกต้องในระยะนั้นๆ จะสามารถหาด้วยการนำสมการนี้ มาหารเพื่อหาขนาดของวัตถุจากจำนวนพิกเซลที่เก็บค่า โดยจะได้สมการดังนี้

$$y = 6.3534e^{-0.004x}$$

ค่า x คือ ระยะห่างระหว่างผู้ยืนกับกล้อง

ค่า y คือ ค่า Factor ที่จะนำไปใช้ในการแปลงขนาดพิกเซลให้เป็นค่าให้หน่วยมิลลิเมตร

4.4 การทดลองหาจำนวนของพิกเซลรอบข้างที่นำมาเฉลี่ยกัน เพื่อให้ค่าความลึกของพิกเซลที่ติดกันมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง

การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อหาจำนวนของพิกเซลรอบข้างที่นำมาเฉลี่ยกัน เพื่อให้ค่าความลึกของพิกเซลที่ติดกันมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง เนื่องจากลักษณะของรูปร่างคนมีลักษณะเป็นส่วนโค้งเว้า ไม่ได้เป็นเส้นตรงลากต่อกัน เพื่อความถูกต้องของข้อมูลจึงต้องนำค่าระยะความลึกที่ได้จากเซ็นเซอร์คินเน็คมาเฉลี่ย โดยการทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อหาจำนวนเฉลี่ยของพิกเซลที่เหมาะสม ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งเปรียบเทียบจากค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย หรือ Root Mean Square Error (RMSE) จากสูตร

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_1 - y_2)^2}$$

4.4.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาสมการของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพิกเซลกับระยะห่างจากวัตถุถึงกล้อง

4.4.2 สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) Kinect for Xbox 360
2) Microsoft Visual Studio 2010
3) Kinect for Windows SDK
4) Microsoft Excel 2010
5) กล่องขนาด 70.5เซนติเมตรx 117 เซนติเมตร
6) แผ่นเหล็กขนาด 31.5 เซนติเมตร x 116 เซนติเมตร

4.4.3 วิธีการทดลอง

1) นำกล่องมาตั้ง(ตั้งแบบแนวตั้ง)ให้ห่างจากกล้องเป็นระยะต่างๆ ดังนี้200, 220, 240, 260, 280 และ 300 เซนติเมตร

2) เก็บค่าความลึกของวัตถุเป็นไฟล์ .csv

3) นำไฟล์ .csv มาวิเคราะห์ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1) นับจำนวนพิกเซลในแนวคอลัมน์ของแต่ละแถว

3.2) หาค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลในแนวคอลัมน์ทั้งหมด

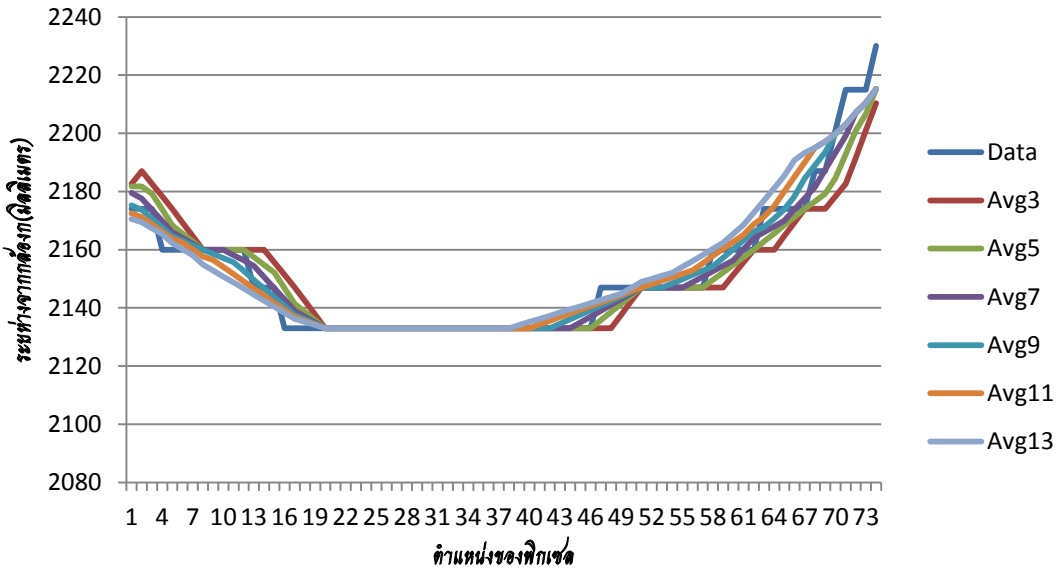
3.3) คำนวณหาสัดส่วนระหว่างจำนวนพิกเซลกับขนาดจริงของวัตถุ

4) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 1) โดยเปลี่ยนเป็นตั้งกล่องแบบแนวนอน

5) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 1) โดยเปลี่ยนเป็นแผ่นเหล็ก(ตั้งแบบแนวตั้ง)

6) นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 3 ด้าน มาเฉลี่ยรวมกัน

จากข้อมูล จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบตำแหน่งของพิกเซล กับระยะห่างจากกล้อง (มิลลิเมตร)

จากข้อมูล นำมาหาค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย หรือ Root Mean Square Error (RMSE) ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบจำนวนพิกเซลที่เฉลี่ย และ ค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย

จำนวนพิกเซลที่เฉลี่ย	ค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย
3	5.83
5	3.99
7	2.78
9	2.45
11	2.93
13	3.61

ทำการทดลองโดยนำการเฉลี่ยตามจำนวนพิกเซลไปคำนวณเพื่อหาจำนวนเฉลี่ยพิกเซลที่ดีที่สุดหรือได้ค่า RMSE น้อยดีสุด (ทราบขนาดความกว้างของเอวด้านหน้าเป็น 380 มิลลิเมตร)

ตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบจำนวนพิกเซลที่เฉลี่ย ค่าความกว้างของเอวด้านหน้าในหน่วยมิลลิเมตร และ เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน

จำนวนพิกเซลที่เฉลี่ย	ค่าความกว้างของเอวด้านหน้า (มิลลิเมตร)	% ความคลาดเคลื่อน
1 พิกเซล	496.45	30.64
3 พิกเซล	417.80	9.94
5 พิกเซล	400.60	5.42
7 พิกเซล	391.21	2.95
9 พิกเซล	386.89	1.81
11 พิกเซล	370.66	2.45
13 พิกเซล	368.91	2.91

4.4.4 ปัญหาและอุปสรรค

1) ข้อมูลความลึกที่นำมาใช้พิจารณาอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวางกล้องและวัตถุอาจไม่อยู่ในแนวระนาบ

2) การวัดระยะจริงจากกล้องอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ทราบระยะที่แท้จริง

4.4.5 การแก้ไข

1) ทำ Marker ไว้บนพื้นในระยะต่างๆกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระยะจากกล้องถึงวัตถุที่ใช้ทดลอง

4.4.6 สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.12 แสดงผลจำนวนพิกเซลที่นำมาเฉลี่ย กับ Root Mean Square Error (RMSE) หรือ ค่าเฉลี่ยยกกำลังสองของข้อมูล จะพบว่าค่า RMSE ที่มีค่าน้อยที่สุด หรือที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ ค่าที่นำพิกเซลจำนวน9พิกเซลมาเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่คำนวณจากขนาดความกว้างรอบเอวของผู้ใช้จริง โดยจากตารางที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนค่าที่ได้เทียบกับค่าจริงที่มีค่าน้อยที่สุดคือจากการเฉลี่ยด้วยจำนวน 9 พิกเซล ดังนั้นจึงนำการเฉลี่ยข้อมูลเป็นจำนวน 9 พิกเซลมาคำนวณเพื่อหาขนาดรอบตัวที่ตำแหน่ง อก เอว และสะโพก ของผู้ใช้

4.5 การทดลองหาวิธีการที่ดีที่สุดในการคำนวณขนาดตัว

การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อหาคำนวณหาวิธีที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุดในการหาขนาดตัวของผู้ทดลอง หน้าอก เอว และสะโพก โดยจะทดลองด้วยกัน 2 วิธี คือ คำนวณจากสมการวงรี และคำนวณจากจำนวนพิกเซลรอบข้าง จากการทดลองที่ 4.5 ที่นำมาเฉลี่ยและคำนวณหาผลรวมของระยะห่างระหว่างแต่ละจุด

4.5.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

เพื่อเปรียบเทียบ2วิธีการในการคำนวณหาขนาดตัว และนำวิธีที่ใกล้เคียงกับค่าจริงและมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ในการคำนวณ

4.5.2 สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) Kinect for Xbox 360
2) Microsoft Visual Studio 2010
3) Kinect for Windows SDK
4) Microsoft Excel 2010
5) ผู้ทดลอง สูง 163 เซนติเมตร (1630 มิลลิเมตร)

4.5.3 วิธีการทดลอง

1) ให้ผู้ทดลองยืนห่างจากกล้องเซ็นเซอร์เป็นระยะ 2200 มิลลิเมตร
2) ตั้งกล้องเซ็นเซอร์ให้สูงจากพื้นเป็นระยะ 750 มิลลิเมตร
3) เก็บค่าระยะความลึกของวัตถุที่ได้จากการสะท้อนภาพ 1 เฟรมมาประมวลผล
4) เก็บค่าความลึกของวัตถุเป็นไฟล์ .csv
5) นำไฟล์ .csv มาวิเคราะห์ ตามขั้นตอน ดังนี้

5.1) นับจำนวนพิกเซลในแนวคอลัมน์ของแต่ละแถว แล้วนำขนาดพิกเซลของความกว้างด้านหน้า และด้านข้างที่ตำแหน่ง อก เอว และสะโพก มาแปลงเป็นเซนติเมตร โดยหารด้วยค่าที่ได้จากการคำนวณตำแหน่งที่ยืนในสูตรจากการทดลองที่ 4.3 แล้วนำไปหารสอง เพื่อเข้าสูตรการหาเส้นรอบวงของสมการวงรี คือ

$$\pi(3(a+b)-\sqrt{(3a+b)(a+3b)})$$

โดยให้ a = ครึ่งของขนาดความกว้างด้านหน้าของผู้ใช้

b=ครึ่งของขนาดความกว้างด้านข้างของผู้ใช้

5.2) นำค่าระยะความลึกที่ได้จากการคำนวณด้านหน้ามาเฉลี่ยทีละ 9 จำนวน แล้วหาผลรวมของระยะห่างระหว่างแต่ละจุด ส่วนด้านข้าง ให้หาค่าความลึกที่น้อยที่สุด แล้วนำมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเฉลี่ยค่าทีละ 9 จำนวนแล้วหาผลรวมของระยะห่างระหว่างแต่ละจุด และด้านหลังให้นำความลึกที่ได้มาหาเฉลี่ยทีละ 9 จำนวน แล้วหาผลรวมของระยะห่างระหว่างแต่ละจุดและลบด้วยสองเท่าของขนาดความกว้างของด้านข้าง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้านหน้า ด้านข้างและด้านหลังมารวมกัน ซึ่งจะเป็นขนาดรอบตัว ณ ตำแหน่งที่ทำ

ตารางที่4.14 ตารางเปรียบเทียบขนาดรอบตัวจริง ขนาดของรอบตัวที่ได้จากการคำนวณด้วย วิธีที่ 1 และวิธีที่2 ของผู้ทดลองเพศหญิง

ลำดับผู้ทดลอง	ขนาดรอบตัว			ขนาดรอบตัวจากวิธีที่ 1			ขนาดรอบตัวจากวิธีที่ 2		
	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก
1	83.00	73.00	91.00	59.00	71.00	83.00	85.68	75.10	92.90
2	82.00	73.00	93.00	57.00	75.00	91.00	88.55	79.25	86.64
3	82.00	76.00	90.00	58.00	73.00	87.00	84.55	79.13	84.09
4	84.00	75.00	93.00	60.00	74.00	81.00	99.82	93.66	86.31
5	79.00	78.00	90.00	59.00	77.00	87.00	87.85	77.36	82.82

ตารางที่ 4.15 ตารางเปรียบเทียบขนาดรอบตัวจริง ขนาดของรอบตัวที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่1 และวิธีที่2 ของผู้ทดลองเพศชาย

ลำดับผู้ทดลอง	ขนาดรอบตัว			ขนาดรอบตัวจากวิธีที่ 1			ขนาดรอบตัวจากวิธีที่ 2		
	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก	รอบอก	รอบเอว	รอบสะโพก
1	101.00	100.00	107.00	77.00	95.00	97.00	119.21	102.61	107.73
2	93.00	83.00	95.00	68.00	84.00	87.00	98.91	88.83	86.30
3	89.00	89.00	97.00	64.00	82.00	87.00	94.62	92.85	95.42
4	105.00	104.00	105.00	75.00	94.00	99.00	101.80	99.00	101.75
5	84.00	83.00	94.00	67.00	78.00	81.00	80.15	84.18	84.19

ตารางที่4.16 ตารางเปรียบเทียบค่า RSME ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่1 และวิธีที่2ของผู้ทดลองเพศหญิง

ลำดับผู้ทดลอง	ค่า RMSE จากวิธีที่ 1	ค่า RMSE จากวิธีที่ 2
1	14.67	2.11
2	14.52	6.39
3	14.07	4.13
4	15.50	14.64
5	11.69	6.56
เฉลี่ย	14.09	6.36

ตารางที่4.17 ตารางเปรียบเทียบค่า RSME ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่1 และวิธีที่2 ของผู้ทดลองเพศชาย

ลำดับผู้ทดลอง	ค่า RMSE จากวิธีที่ 1	ค่า RMSE จากวิธีที่ 2
1	15.28	10.63
2	15.16	6.94
3	16.06	4.03
4	18.58	3.90
5	12.68	6.11
เฉลี่ย	15.55	6.322

จากตารางที่ 4.15 และ 4.16 จะสังเกตว่าผู้ทดลองลำที่ 4 และ 1 ตามลำดับตารางมีค่า RMSE จากวิธีที่ 2 มากกว่าผู้ทดลองลำดับอื่นๆ ซึ่งอาจเกิดจากการวัดตัวเพื่อคำนวณของผู้ทดลอง เช่น เสื้อผ้าที่ผู้ทดลองสวมใส่อาจมีขนาด สี หรือ รูปทรงที่แตกต่างกันออกไปจากผู้ทดลองลำดับอื่นๆ จนทำให้ได้ค่า RMSE ที่แตกต่างออกไป ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยนำผู้ทดลองท่านเดิมมาทำการทดลองอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความผิดพลาด หรือให้ผู้ทดลองสวมเสื้อที่มีขนาดพอดีตัว มีสีที่ใกล้เคียงกับผู้ทดลองท่านอื่นๆ

4.5.4 ปัญหาและอุปสรรค

1) ข้อมูลความลึกที่นำมาใช้พิจารณาอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวางกล้องและผู้ทดลองอาจไม่อยู่ในแนวระนาบ

2) การวัดระยะจริงจากกล้องอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่ทราบระยะที่แท้จริง

3) ผู้ทดลองอาจยืนในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง

4.5.5 การแก้ไข

1) ทำ Marker ไว้บนพื้นในระยะต่างๆกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระยะจากกล้องถึงผู้ทดลองที่ใช้ทดลอง

4.5.6 สรุปผลการทดลอง

จากตารางแสดงผลจะทราบว่าการคำนวณด้วยวิธีที่ 2 มีความใกล้เคียงกับขนาดรอบตัวของผู้ทดลองมากที่สุด และมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้นจึงนำวิธีที่ 2 มาใช้ในการคำนวณโดยจะเก็บขนาดของผู้ทดลองทั้งด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง