

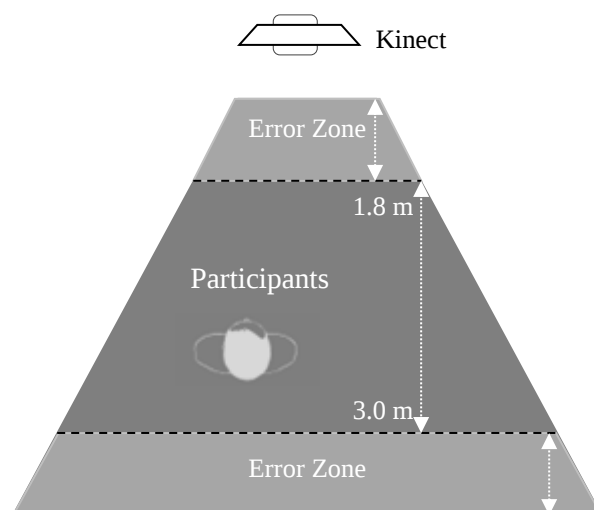
บทที่ 4 ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางจากการทดสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ท่าทางที่ได้นำเสนอไว้

4.1 รายละเอียดการทดลอง

4.1.1 Testing Set Details

ในการทดลองของงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดสอบระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นกับผู้ร่วมการทดลองจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการทำการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 4 คนและเพศหญิงจำนวน 6 คน กลุ่มผู้ทดสอบนั้นมีอายุระหว่าง 45-70 ปี มีความสูงระหว่าง 155-175 เซนติเมตร ซึ่งมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป ระยะการทดสอบหน้ากล้อง Kinect ในช่วงระหว่าง 1.8-3.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยใช้ Kinect for Windows SDK Library Function ในการวิเคราะห์โครงสร้างของร่างกาย ผู้ร่วมการทดลองทุกคนจะถูกขอให้แสดงท่าทางต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้หน้ากล้อง Kinect โดยผู้ร่วมการทดลองสามารถแสดงท่าทางตามที่ได้กำหนดไว้อย่างอิสระ และผู้ร่วมการทดลองทุกคนจะต้องแสดงแต่ละท่าทางหน้ากล้อง Kinect เป็นจำนวน 5 คลิป ซึ่งข้อมูลที่บันทึกได้จากทุกท่าทางมีทั้งหมด 900 คลิปมีจำนวนเฟรมทั้งหมด 84,690 เฟรม โดยรายละเอียดของจำนวนเฟรมในแต่ละท่าทางได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และรายละเอียดของสัดส่วนของความกว้างของไหล่และความสูงของร่างกายผู้ร่วมการทดลองได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ช่วงระยะทางที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.1 จำนวนชุดข้อมูลในแต่ละท่าทางของชุด Testing set

Posture	Testing Set (Frames)
Normal stand	4,367
Stand both hands up	4,985
Stand left hand up	4,890
Stand right hand up	4,785
Stand lean forward	4,360
Sit straight back	4,109
Sit lean forward	4,958
Sit lean backward	4,583
Sit both hands up	4,639
Sit left hand up	5,380
Sit right hand up	4,269
Sit on floor straight back	4,602
Sit on floor lean forward	5,079
Sit on floor lean backward	4,489
Sit on floor both hands up	4,753
Sit on floor left hand up	4,789
Sit on floor right hand up	4,673
Lie down in various manners	4,980

ตารางที่ 4.2 ความกว้างของไหล่และความสูงของร่างกายผู้ร่วมการทดลองในส่วนของ Testing Set

	<i>T-11</i>	<i>T-12</i>	<i>T-13</i>	<i>T-14</i>	<i>T-15</i>	<i>T-16</i>	<i>T-17</i>	<i>T-18</i>	<i>T-19</i>	<i>T-20</i>
	<i>Male</i>	<i>Male</i>	<i>Male</i>	<i>Male</i>	<i>Female</i>	<i>Female</i>	<i>Female</i>	<i>Female</i>	<i>Female</i>	<i>Female</i>
Height	168 cm.	175 cm.	169 cm.	170 cm.	155 cm.	165 cm.	154 cm.	168 cm.	169 cm.	170 cm.
Shoulder Width	23 in.	20 in.	18 in.	19 in.	16 in.	17 in.	16 in.	17 in.	14 in.	18 in.

4.2 ผลลัพธ์จากการคัดเลือกและจัดลำดับข้อมูลโดยหลักการ Data Selection

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอลำดับของข้อมูลที่ถูกคัดเลือกและจัดลำดับโดยหลักการ Data Selection ซึ่งในตารางที่ 4.3 แสดงการจัดลำดับชุดข้อมูลโดยหลักการของ Gain Ratio Attribute Evaluator และในตารางที่ 4.4 นั้นได้แสดงการจัดลำดับชุดข้อมูลโดยหลักการของ Info-Gain Attribute Evaluator

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์ในการจัดลำดับของชุดข้อมูลโดยหลักการ Gain Ratio Attribute Evaluator

Gain Ratio Attribute Evaluator					
Top 10 Ranker		Top 20 Ranker		Top 30 Ranker	
0.3842	Elbow left y	0.3401	Hip right y	0.2015	Spine z
0.3814	Hand right y	0.3384	Hip center y	0.196	Hip right z
0.378	Wrist right y	0.3327	Hip left y	0.1904	Hip left z
0.3775	Head y	0.2279	Knee right y	0.1892	Shoulder center z
0.3749	Elbow right y	0.2183	Knee left y	0.1858	Foot left z
0.3642	Wrist left y	0.212	Ankle left z	0.1833	Foot right z
0.3616	Shoulder center y	0.2119	Knee left z	0.1711	Shoulder right z
0.359	Shoulder left y	0.2059	Ankle right z	0.171	Knee left x
0.3552	Shoulder right y	0.2052	Knee right z	0.1675	Head z
0.3471	Spine y	0.2038	Hip center z	0.1673	Ankle right y
Top 40 Ranker		Top 50 Ranker		Top 60 Ranker	
0.1634	Shoulder left z	0.1296	Foot left y	0.1108	Wrist left z
0.1593	Knee right x	0.1283	Elbow right z	0.1076	Foot right x
0.1582	Ankle left y	0.1267	Foot left x	0.0987	Elbow left x
0.154	Ankle left x	0.1264	Shoulder right x	0.0959	Elbow right x
0.1471	Hip center x	0.1242	Elbow left z	0.0909	Wrist right x
0.1446	Spine x	0.1239	Shoulder left x	0.0879	Hand right x
0.1427	Hip left x	0.1205	Wrist right z	0.0866	Wrist left x
0.1413	Foot right y	0.1204	Shoulder center x	0.0822	Hand left z
0.1395	Ankle right x	0.1179	Hand right z	0.0822	Hand left y
0.1384	Hip right x	0.1151	Head x	0.0822	Hand left x

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ในการจัดลำดับของชุดข้อมูล โดยหลักการ Info Gain Attribute Evaluator

Info Gain Attribute Evaluator					
Top 10 Ranker		Top 20 Ranker		Top 30 Ranker	
2.4095	Shoulder right y	2.2474	Hip left y	1.4642	Knee left y
2.4048	Shoulder left y	2.2457	Hip center y	1.3847	Hip right z
2.3795	Head y	2.2141	Wrist left y	1.3752	Hip left z
2.3736	Shoulder center y	1.6251	Ankle left z	1.3436	Foot left z
2.3186	Spine y	1.6019	Knee left z	1.3191	Foot right z
2.2956	Hip right y	1.6003	Knee right y	1.3137	Knee left x
2.2818	Elbow right y	1.5731	Ankle right z	1.2884	Shoulder center z
2.2803	Elbow left y	1.5699	Knee right z	1.1916	Shoulder right z
2.27	Wrist right y	1.4684	Spine z	1.1765	Knee right x
2.2677	Hand right y	1.4666	Hip center z	1.1696	Ankle left x
Top 40 Ranker		Top 50 Ranker		Top 60 Ranker	
1.1343	Head z	0.8796	Shoulder right x	0.7145	Hand right z
1.1237	Shoulder left z	0.8625	Foot right y	0.6766	Wrist left z
1.0736	Ankle right y	0.8511	Shoulder left x	0.6433	Elbow left x
1.0587	Hip center x	0.8368	Elbow right z	0.6286	Elbow right x
1.0484	Spine x	0.8197	Shoulder center x	0.5733	Wrist right x
1.0424	Ankle left y	0.8045	Foot left y	0.5431	Hand right x
1.034	Ankle right x	0.7923	Elbow left z	0.5368	Wrist left x
1.0232	Hip left x	0.775	Head x	0.489	Hand left z
0.9805	Hip right x	0.7596	Wrist right z	0.489	Hand left y
0.8977	Foot left x	0.7405	Foot right x	0.489	Hand left x

จากการคัดเลือกและจัดลำดับของทั้ง 2 หลักการ พบว่ามีการจัดลำดับที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งค่าพิกัดในแนวแกน Y ถูกจัดลำดับไว้ในลำดับต้นเกือบทั้งหมด และค่าในแนวแกน Z ถูกจัดลำดับความสำคัญในลำดับถัดมา โดยที่ค่าในแนวแกน X เกือบทั้งหมดถูกจัดลำดับไว้ในกลุ่มท้ายสุด ซึ่งทำให้เห็นได้ว่าข้อมูลในแนวแกน Y นั้นถูกให้ความสำคัญมากที่สุดในการเรียนรู้ ในทางตรงกันข้ามสำหรับข้อมูลในแนวแกน X ซึ่งเป็นค่าในการบอกพิกัดในแนวนอนของกล้อง Kinect นั้นเป็นชุดข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยที่สุดต่อการเรียนรู้ในชุดข้อมูล

4.3 ผลการทดลอง

อัตราความแม่นยำ (Accuracy) ในการวิเคราะห์ท่าทางของงานวิจัยชิ้นนี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการทดสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางของชุดข้อมูลที่ไม่ได้ผ่านการทำ Data Selection และ Data Transformation ส่วนของการทดสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางของชุดข้อมูลที่ได้ผ่านการทำ Data Selection และส่วนของการทดสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางของชุดข้อมูลที่ได้ผ่านการทำ Data Transformation ซึ่งรายละเอียดของอัตราความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางของแต่ละชุดข้อมูลถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.5-4.8 ตามลำดับ โดยรายละเอียดข้อมูลที่ถูกแสดงไว้ในแต่ละตารางนั้นคือความถูกต้องในการวิเคราะห์ท่าทางซึ่งอยู่ในหน่วยเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.5 ค่าความแม่นยำจากการทดสอบชุดข้อมูลที่ไม่ได้ผ่านการทำ Data Selection และ Data Transformation

All 20 Joints									
Single-stage Classifier					Multiple-stage Classifier				
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	24.38	18.29	22.40	20.19	N-NML	25.39	18.17	19.97	19.65
MM-NML	26.78	19.89	24.42	21.89	MM-NML	27.13	20.89	23.45	22.56
Z-NML	26.56	19.73	23.89	21.78	Z-NML	25.78	20.17	22.56	22.09

จากการทดลองนำชุดข้อมูลที่ไม่ได้ผ่านการทำ Data Selection และ Data Transformation ไปทำการเรียนรู้โดยอัลกอริทึมต่าง ๆ ที่ได้เลือกไว้สำหรับการสร้างโมเดลเพื่อนำไปวิเคราะห์ท่าทางของกลุ่มผู้ทดสอบ พบว่าให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ท่าทางอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ซึ่งความแม่นยำที่สามารถวิเคราะห์ได้นั้นอยู่ช่วง 18-27 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น โดยการทำ Normalization กับชุดข้อมูลช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลได้เพียงเล็กน้อย โดยอัลกอริทึมที่สามารถทำการเรียนรู้และสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดีที่สุดสำหรับข้อมูลชุดนี้คืออัลกอริทึม Neural Network ที่เรียนรู้ชุดข้อมูลที่ได้ผ่านการทำ Max-Min Normalization ในแบบ Multiple-stage Classifier

ตารางที่ 4.6 ค่าความแม่นยำจากการทดสอบชุดข้อมูลที่ทำ Data Selection โดยหลัก Gain Ratio Attribute Evaluator

Data Selection									
Single-stage Classifier					Multiple-stage Classifier				
Gain 10									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	17.07	14.73	19.40	19.91	N-NML	18.89	15.87	19.35	20.72
MM-NML	23.09	20.05	22.89	21.45	MM-NML	24.87	20.32	23.67	21.67
Z-NML	22.34	19.45	21.45	20.89	Z-NML	23.51	19.08	22.56	20.89
Gain 20									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	24.45	19.89	23.21	21.71	N-NML	29.89	22.31	27.90	24.01
MM-NML	28.67	22.56	28.21	24.90	MM-NML	36.40	24.72	33.34	27.83
Z-NML	28.56	22.56	27.01	24.87	Z-NML	36.56	24.61	34.21	27.93
Gain 30									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	31.89	24.50	27.45	25.61	N-NML	39.05	27.34	32.23	29.45
MM-NML	38.68	29.04	29.50	33.64	MM-NML	49.89	35.90	46.89	41.89
Z-NML	38.41	28.31	28.95	33.21	Z-NML	48.51	33.49	46.90	41.69
Gain 40									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	26.15	23.04	26.89	26.90	N-NML	31.51	26.14	27.50	23.45
MM-NML	29.80	25.43	29.36	31.87	MM-NML	33.60	28.56	31.64	27.94
Z-NML	29.75	26.83	28.46	30.65	Z-NML	32.45	27.60	30.99	26.45
Gain 50									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	25.76	22.51	22.98	24.01	N-NML	27.38	24.37	20.13	20.14
MM-NML	28.89	24.78	24.04	26.74	MM-NML	29.80	26.75	24.58	24.30
Z-NML	29.08	24.53	23.89	25.67	Z-NML	28.90	25.67	24.32	22.10

ตารางที่ 4.7 ค่าความแม่นยำจากการทดสอบชุดข้อมูลที่ผ่านมาการทำ Data Selection โดยหลัก Info Gain
Attribute Evaluator

Data Selection									
Single-stage Classifier					Multiple-stage Classifier				
Info-Gain 10									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	18.45	13.71	16.48	15.96	N-NML	21.50	15.57	21.45	17.98
MM-NML	27.87	23.45	25.34	24.83	MM-NML	29.45	22.45	26.50	21.45
Z-NML	27.94	24.67	25.96	24.45	Z-NML	29.32	23.56	25.76	21.89
Info-Gain 20									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	27.46	26.34	28.94	26.89	N-NML	35.54	26.30	29.38	28.75
MM-NML	33.67	28.90	31.90	28.90	MM-NML	38.54	29.09	35.56	31.45
Z-NML	32.67	27.56	31.85	27.57	Z-NML	38.90	29.50	34.56	32.45
Info-Gain 30									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	33.87	28.98	32.51	30.31	N-NML	38.59	28.49	38.90	37.23
MM-NML	37.86	30.45	38.57	34.67	MM-NML	46.90	35.90	42.90	41.56
Z-NML	37.56	31.04	37.60	34.56	Z-NML	46.53	35.37	41.68	41.69
Info-Gain 40									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	29.40	27.40	28.99	24.78	N-NML	32.67	24.56	26.89	23.00
MM-NML	34.49	25.89	33.05	31.09	MM-NML	34.90	29.09	32.90	27.89
Z-NML	33.56	26.89	32.90	31.90	Z-NML	35.87	28.45	33.89	26.45
Info-Gain 50									
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	22.41	19.53	23.54	21.09	N-NML	24.90	18.40	22.41	21.87
MM-NML	25.45	21.60	25.70	25.67	MM-NML	26.90	24.39	26.47	24.50
Z-NML	26.45	23.67	26.89	24.56	Z-NML	27.90	24.49	26.78	24.90

จากการทดลองพบว่าชุดข้อมูลที่ผ่านการทำ Data Selection ในทั้ง 2 วิธีนั้นให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ทำทางที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งชุดข้อมูลที่ให้ค่าความแม่นยำการวิเคราะห์ทำทางที่ดีที่สุดจากทั้ง 2 วิธีคือชุดข้อมูลที่เลือกข้อมูลใน 30 อันดับแรก ซึ่งให้ค่าความแม่นยำอยู่ในช่วงระหว่าง 24-49 เปอร์เซ็นต์โดยการทำ Normalization กับข้อมูลชุดนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลให้แก่ชุดข้อมูลได้ประมาณ 3-10 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าค่าความแม่นยำที่ได้นั้นจะดีกว่าชุดข้อมูลที่ไม่ได้ผ่านการทำ Data Selection และ Data Transformation แต่ก็ยังให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ค่อนข้างต่ำ และยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4.8 ค่าความแม่นยำจากการทดสอบชุดข้อมูลที่ผ่านการทำ Data Transformation

Data Transformation									
Single-stage Classifier					Multiple-stage Classifier				
	NN	NB	LGT	DT		NN	NB	LGT	DT
N-NML	68.43	58.34	64.56	59.50	N-NML	89.77	79.30	87.71	86.79
MM-NML	75.45	64.90	73.45	67.90	MM-NML	91.90	82.40	89.08	89.01
Z-NML	75.60	65.89	76.90	68.90	Z-NML	90.89	83.45	90.80	91.08

จากการทดลองพบว่าชุดข้อมูลที่ผ่านการทำ Data Transformation นั้นให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ทำทางที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดข้อมูลของอีกสองวิธี โดยในแบบ Single-stage Classifier นั้นมีค่าความแม่นยำอยู่ในช่วง 64-76 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าชุดข้อมูลในแบบ Single-stage Classifier นั้นจะมีความสามารถในการวิเคราะห์ทำทางที่ดีขึ้น แต่ก็ยังคงมีค่าความแม่นยำที่ไม่มีความน่าเชื่อถือที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในทางตรงกันข้ามพบว่าชุดข้อมูลในแบบ Multiple-stage Classifier นั้นสามารถใช้ในการเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลที่วิเคราะห์ทำทางให้มีความถูกต้องตรงตามทำทางจริงของผู้ทดสอบได้ดีที่สุดในทุกอัลกอริทึม โดยให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ทำทางอยู่ในช่วง 79-91 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวิธีนี้(Multiple-stage Classifier) การทำ Normalization นั้นให้ค่าความแม่นยำที่ใกล้เคียงกับชุดข้อมูลที่ไม่ได้ทำการ Normalization โดยอัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดีที่สุดคือ Neural Network ที่ผ่านการทำ Max-Min Normalization ในแบบ Multiple-stage Classifier โดยให้ค่าความแม่นยำจากการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ที่ 91.90 เปอร์เซ็นต์