

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

#### 5.1 ผลการออกแบบการทดลอง

##### 5.1.1 ผลการทดลองด้วยระบบระบุค่าแต่ละมุม (Manual) เพื่อหา

1) ความคลาดเคลื่อนจากระบบประมวลผล

1.1) กรณีไม่มีผู้ป่วย

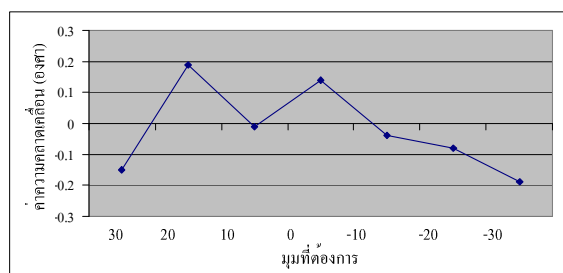
a) ปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section) ผลการทดลอง

แสดงดังตาราง 5-1

ตาราง 5-1 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อนจากระบบประมวลผล
30	30.15	-0.15
20	19.81	0.19
10	10.01	-0.01
0	-0.14	0.14
-10	-9.96	-0.04
-20	-19.92	-0.08
-30	-29.81	-0.19

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ แสดงดังภาพประกอบ 5-1



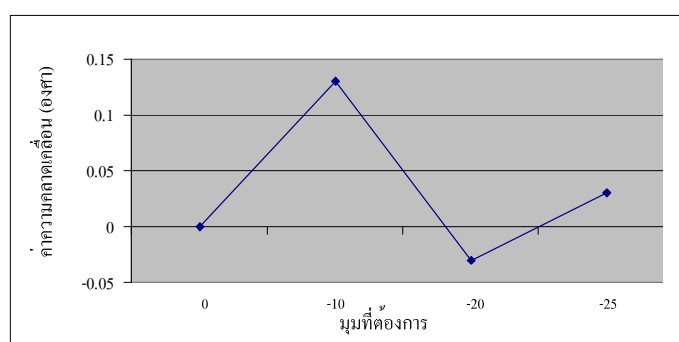
ภาพประกอบ 5-1 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

b) ปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-2

ตาราง 5-2 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบ ประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อน จากระบบประมวลผล
0	0.00	0.00
-10	-10.13	0.13
-20	-19.97	-0.03
-25	-25.03	0.03

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-2



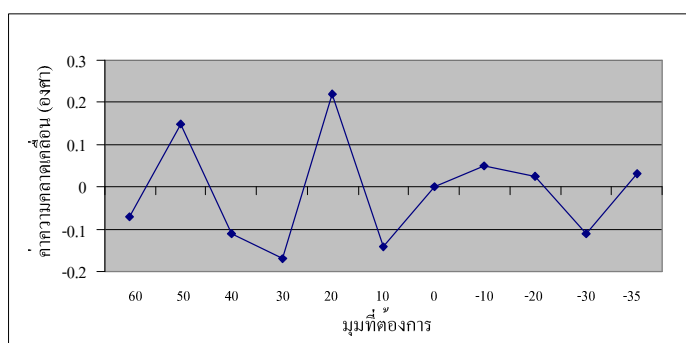
ภาพประกอบ 5-2 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

c) ปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-3

ตาราง 5-3 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบ ประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อน จากระบบประมวลผล
60	60.07	-0.07
50	49.85	0.15
40	40.11	-0.11
30	30.17	-0.17
20	19.78	0.22
10	10.14	-0.14
0	0.00	0.00
-10	-10.05	0.05
-20	-20.02	0.02
-30	-29.89	-0.11
-35	-35.03	0.03

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-3



ภาพประกอบ 5-3 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

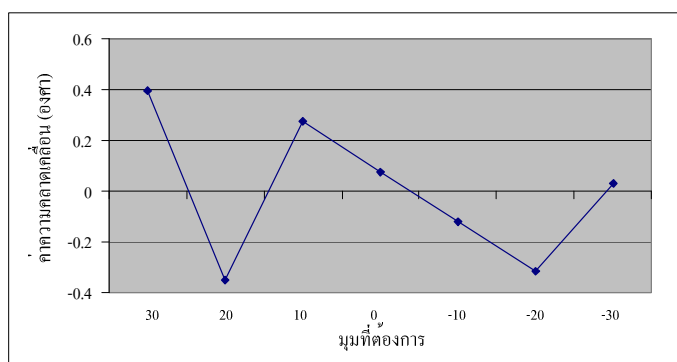
## 1.2) กรณีมีผู้ป่วย

- a) ปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section) ผลการทดลองแสดง  
ดังตาราง 5-4

ตาราง 5-4 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบ ประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อน จากระบบประมวลผล
30	29.60	0.40
20	20.34	-0.34
10	9.72	0.27
0	-0.07	0.07
-10	-9.87	-0.13
-20	-19.68	-0.32
-30	-30.03	0.03

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-4



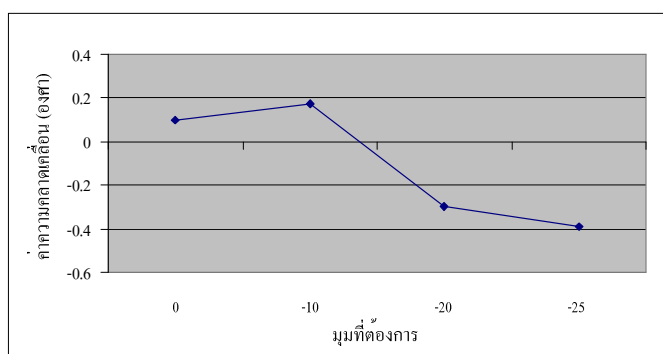
ภาพประกอบ 5-4 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

b) ปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-5

ตาราง 5-5 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบ ประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อน จากระบบประมวลผล
0	-0.09	0.09
-10	-10.17	0.17
-20	-19.70	-0.30
-25	-24.60	-0.40

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-5



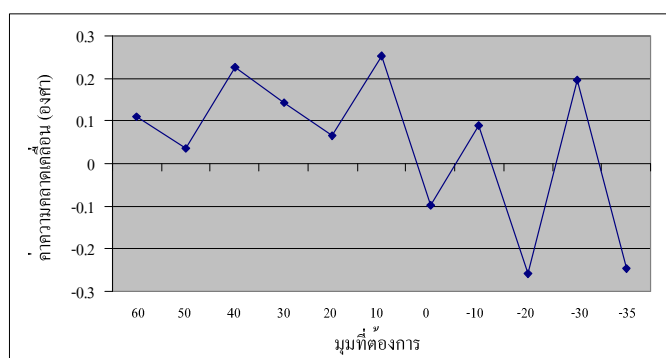
ภาพประกอบ 5-5 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

c) ปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-6

ตาราง 5-6 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่ได้จากระบบ ประมวลผล	ค่าความคลาดเคลื่อน จากระบบประมวลผล
60	59.89	0.11
50	49.96	0.04
40	39.77	0.23
30	29.85	0.15
20	19.93	0.07
10	9.74	0.26
0	0.09	-0.09
-10	-10.09	0.09
-20	-19.74	-0.26
-30	-30.19	0.19
-35	-34.75	-0.25

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-6



ภาพประกอบ 5-6 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

2) ความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง โดยเปรียบเทียบกับตัวแสดมุมที่ติดอยู่ที่เตียง

2.1) กรณี ไม่มีผู้ป่วย

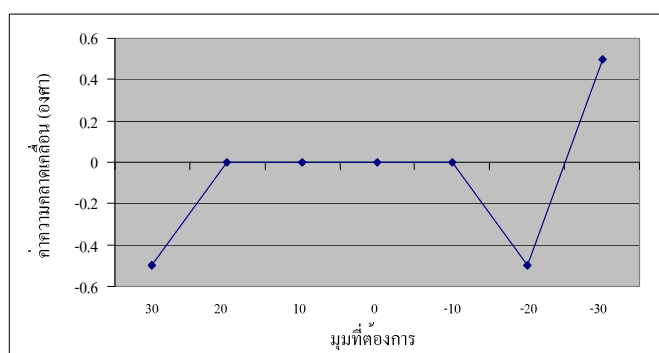
a) ปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section) ผลการทดลองแสดง

ดังตาราง 5-7

ตาราง 5-7 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
30	30.5	-0.5
20	20.0	0.0
10	10.0	0.0
0	0.0	0.0
-10	-10.0	0.0
-20	-19.5	-0.5
-30	-30.5	0.5

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ แสดงดังภาพประกอบ 5-7



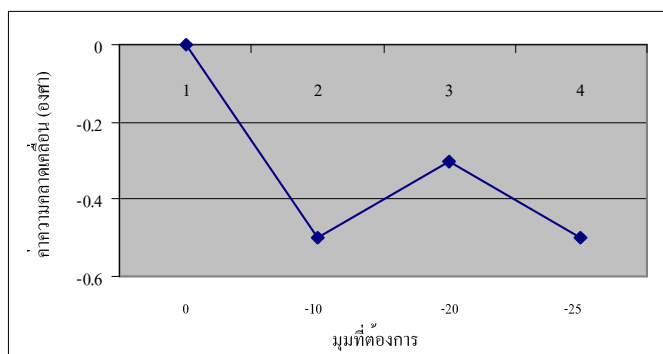
ภาพประกอบ 5-7 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

b) ปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-8

ตาราง 5-8 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
0	0.0	0.0
-10	-9.5	0.0
-20	-19.7	-0.5
-25	-24.5	-0.3

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-8



ภาพประกอบ 5-8 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

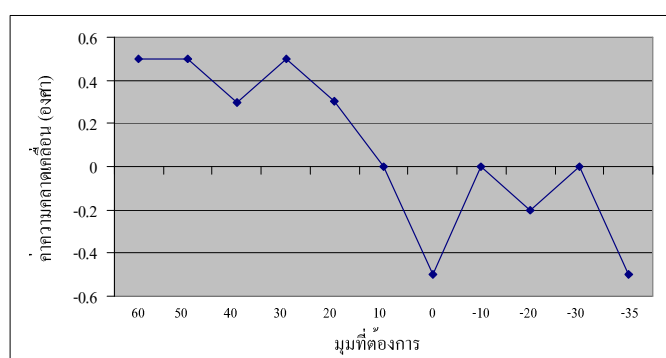


c) ปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section) ผลการทดลองแสดง  
ดังตาราง 5-9

ตาราง 5-9 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
60	59.5	0.5
50	49.5	0.5
40	39.7	0.3
30	29.5	0.5
20	19.7	0.3
10	10.0	0.0
0	0.5	-0.5
-10	-10	0.0
-20	-19.8	-0.2
-30	-30	0.0
-35	-34.5	-0.5

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-9



ภาพประกอบ 5-9 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

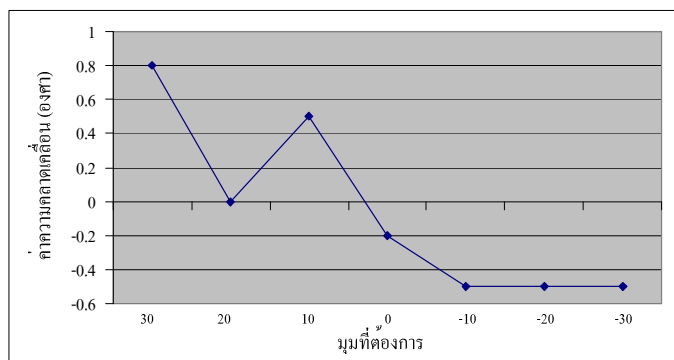
## 2.2) กรณีมีผู้ป่วย

- a) ปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section) ผลการทดลองแสดง  
ดังตาราง 5-10

ตาราง 5-10 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนหัว (Head section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
30	29.2	0.8
20	20.0	0.0
10	9.5	0.5
0	0.2	-0.2
-10	-9.5	-0.5
-20	-19.5	-0.5
-30	-29.5	-0.5

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
ดังภาพประกอบ 5-10



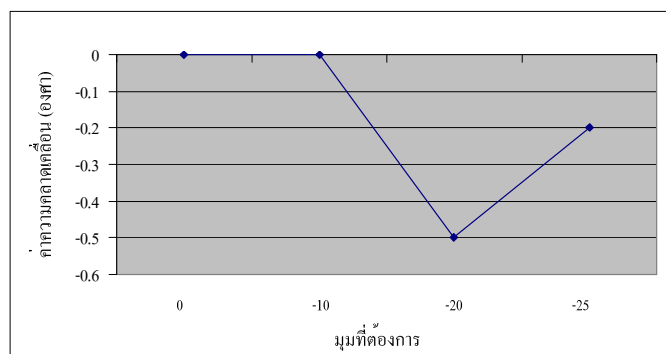
ภาพประกอบ 5-10 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

b) ปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section) ผลการทดลอง  
แสดงดังตาราง 5-11

ตาราง 5-11 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนกลาง (Middle section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
0	0.0	0.0
-10	-10.0	0.0
-20	-19.5	-0.5
-25	-24.8	-0.2

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-11



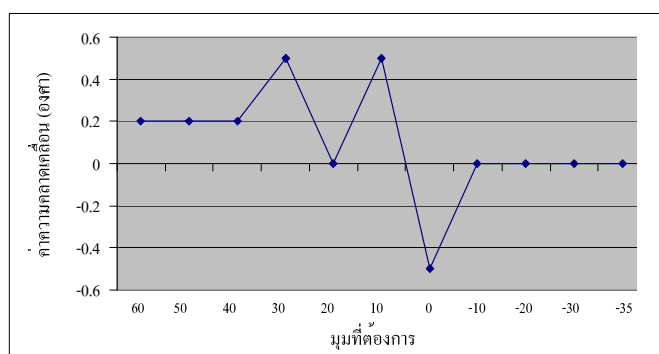
ภาพประกอบ 5-11 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

c) ปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section) ผลการทดลองแสดง  
ดังตาราง 5-12

ตาราง 5-12 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนส่วนล่าง (Lower section)

มุมที่ต้องการ	ค่าที่วัดได้จาก SCALE	ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SCALE
60	59.8	0.2
50	49.8	0.2
40	39.8	0.2
30	29.5	0.5
20	20.0	0.0
10	9.5	0.5
0	0.5	-0.5
-10	-10.0	0.0
-20	-20.0	0.0
-30	-30.0	0.0
-35	-35.0	0.0

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ  
แสดงดังภาพประกอบ 5-12



ภาพประกอบ 5-12 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

### 5.1.2 การทดลองด้วยระบบเรียกใช้ฟังก์ชัน เพื่อหา

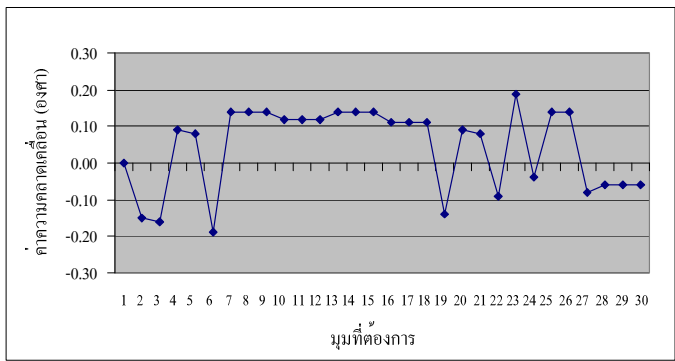
#### 1) ค่าความคลาดเคลื่อนจากระบบประมวลผล

##### 1.1) กรณีไม่มีผู้ป่วย ผลการทดลองแสดงดังตาราง 5-13

ตาราง 5-13 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนตามฟังก์ชัน

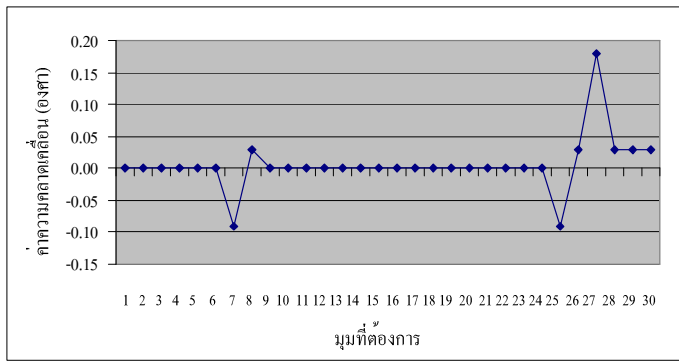
มุมที่ต้องการ			ค่าที่ได้จากระบบประมวลผล			ค่าความคลาดเคลื่อนจากระบบ		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	0	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	-0.11
-15	0	15	-14.85	0.00	14.95	-0.15	0.00	0.05
-20	0	30	-19.84	0.00	30.17	-0.16	0.00	-0.17
-20	0	40	-20.09	0.00	40.05	0.09	0.00	-0.05
-30	0	50	-30.08	0.00	49.92	0.08	0.00	0.08
-30	0	60	-29.81	0.00	60.07	-0.19	0.00	-0.07
0	-15	15	-0.14	-14.91	14.95	0.14	-0.09	0.05
0	-25	25	-0.14	-25.03	24.83	0.14	0.03	0.17
0	0	-10	-0.14	0.00	-9.88	0.14	0.00	-0.12
0	0	-20	-0.12	0.00	-20.02	0.12	0.00	0.02
0	0	-30	-0.12	0.00	-29.89	0.12	0.00	-0.11
0	0	-35	-0.12	0.00	-34.97	0.12	0.00	-0.03
0	0	10	-0.14	0.00	10.14	0.14	0.00	-0.14
0	0	20	-0.14	0.00	20.02	0.14	0.00	-0.02
0	0	30	-0.14	0.00	30.17	0.14	0.00	-0.17
0	0	40	-0.11	0.00	40.16	0.11	0.00	-0.16
0	0	50	-0.11	0.00	49.92	0.11	0.00	0.08
0	0	60	-0.11	0.00	60.15	0.11	0.00	-0.15
-10	0	0	-9.86	0.00	0.00	-0.14	0.00	0.00
-20	0	0	-20.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
-30	0	0	-30.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
10	0	0	10.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
20	0	0	19.81	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
30	0	0	30.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
0	-15	0	-0.14	-14.91	0.00	0.14	-0.09	0.00
0	-25	0	-0.14	-25.03	0.00	0.14	0.03	0.00
15	-15	-15	15.08	-15.18	-14.95	-0.08	0.18	-0.05
25	-25	-25	25.06	-25.03	-24.83	-0.06	0.03	-0.17
25	-25	-30	25.06	-25.03	-29.89	-0.06	0.03	-0.11
25	-25	-35	25.06	-25.03	-34.97	-0.06	0.03	-0.03

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของ ส่วนหัว (Head section) แสดงดังภาพประกอบ 5-13



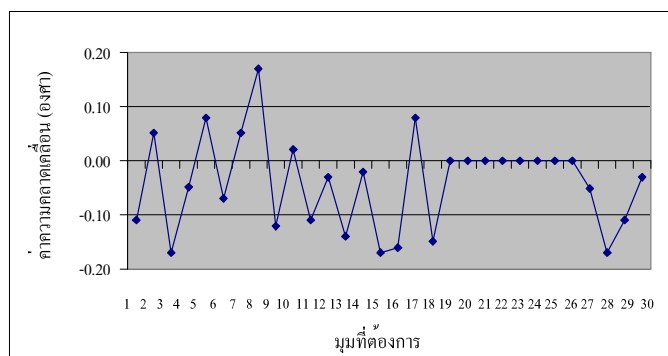
ภาพประกอบ 5-13 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของ ส่วนกลาง (Middle section) แสดงดังภาพประกอบ 5-14



ภาพประกอบ 5-14 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของ ส่วนล่าง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ 5-15



ภาพประกอบ 5-15 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

### 1.2) กรณีมีผู้ป่วย ผลการทดลองแสดงดังตาราง 5-14

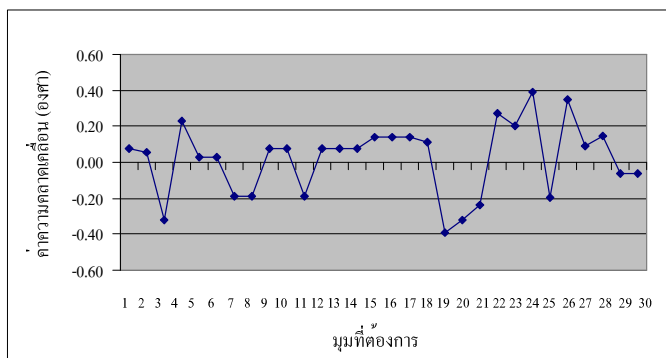
ตาราง 5-14 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนตามฟังก์ชัน

มุมที่ต้องการ			ค่าที่ได้จากระบบประมวลผล			ค่าความคลาดเคลื่อนจากระบบ		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	0	-0.08	-0.09	0.16	0.08	0.09	-0.16
-15	0	15	-15.05	-0.17	14.84	0.05	0.17	0.16
-20	0	30	-19.68	-0.01	29.86	-0.32	0.01	0.14
-20	0	40	-20.23	-0.01	39.78	0.23	0.01	0.22
-30	0	50	-30.03	0.02	49.96	0.03	-0.02	0.04
-30	0	60	-30.03	0.02	59.32	0.03	-0.02	0.68
0	-15	15	0.19	-14.80	15.28	-0.19	-0.20	-0.28
0	-25	25	0.19	-24.61	24.76	-0.19	-0.39	0.24
0	0	-10	-0.08	-0.17	-9.82	0.08	0.17	-0.18
0	0	-20	-0.08	-0.09	-19.74	0.08	0.09	-0.26
0	0	-30	0.19	-0.09	-29.89	-0.19	0.09	-0.11
0	0	-35	-0.08	-0.09	-34.88	0.08	0.09	-0.12
0	0	10	-0.08	0.17	9.75	0.08	-0.17	0.25
0	0	20	-0.08	0.17	19.67	0.08	-0.17	0.33
0	0	30	-0.14	0.17	29.86	0.14	-0.17	0.14

ตาราง 5-14 (ต่อ)

มุมที่ต้องการ			ค่าที่ได้จากระบบประมวลผล			ค่าความคลาดเคลื่อนจากระบบ		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	40	-0.14	-0.09	39.78	0.14	0.09	0.22
0	0	50	-0.14	0.17	49.96	0.14	-0.17	0.04
0	0	60	-0.11	0.17	60.15	0.11	-0.17	-0.15
-10	0	0	-9.61	0.17	0.01	-0.39	-0.17	-0.01
-20	0	0	-19.68	-0.01	0.01	-0.32	0.01	-0.01
-30	0	0	-29.76	0.17	0.01	-0.24	-0.17	-0.01
10	0	0	9.73	0.17	-0.17	0.27	-0.17	0.17
20	0	0	19.80	-0.09	-0.17	0.20	0.09	0.17
30	0	0	29.61	0.17	0.09	0.39	-0.17	-0.09
0	-15	0	0.20	-14.80	0.09	-0.20	-0.20	-0.09
0	-25	0	-0.35	-24.61	0.01	0.35	-0.39	-0.01
15	-15	-15	14.91	-15.35	-14.92	0.09	0.35	-0.08
25	-25	-25	24.85	-24.80	-24.83	0.15	-0.20	-0.17
25	-25	-30	25.06	-24.80	-29.55	-0.06	-0.20	-0.45
25	-25	-35	25.06	-24.80	-34.97	-0.06	-0.20	-0.03

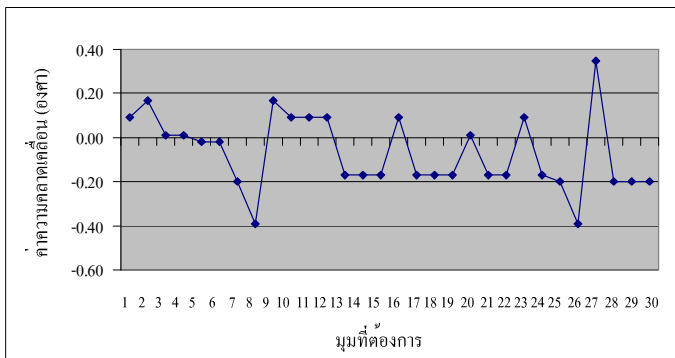
จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนหัว (Head section) แสดงดังภาพประกอบ 5-16



ภาพประกอบ 5-16 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

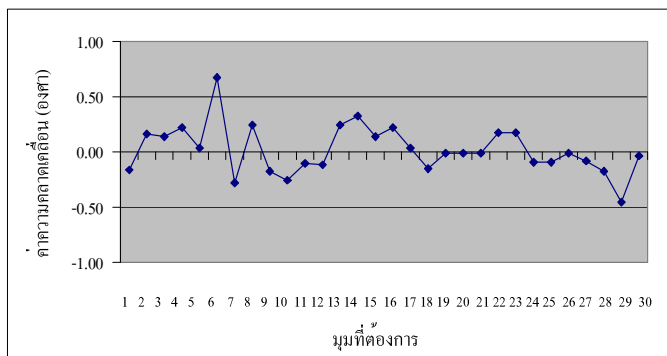


จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนกลาง (Middle section) แสดงดังภาพประกอบ 5-17



ภาพประกอบ 5-17 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนล่าง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ 5-18



ภาพประกอบ 5-18 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล

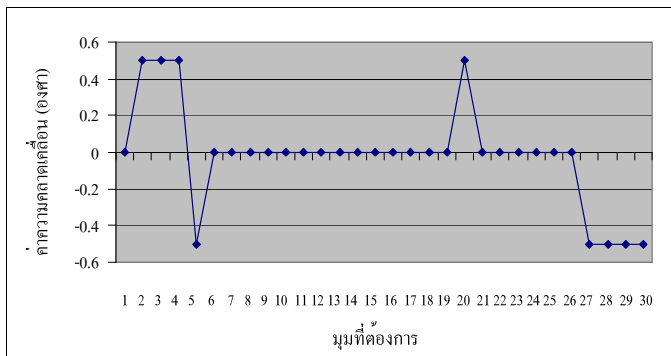
## 2) ความคลาดเคลื่อนจากมุมมองจริงโดยเปรียบเทียบกับตัวแสดงมุมมองที่คิดอยู่ที่เดียว

## 2.1) กรณีไม่มีผู้ป่วย ผลการทดลองแสดงดังตาราง 5-15

ตาราง 5-15 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนตามฟังก์ชัน

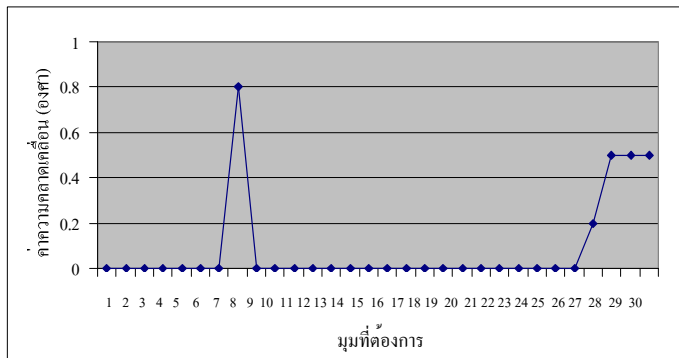
มุมมองที่ต้องการ			ค่าที่วัดได้จาก SCALE			EEROR จาก SCALE		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1
-15	0	15	-15.5	0.0	15.1	0.5	0.0	-0.1
-20	0	30	-20.5	0.0	30.0	0.5	0.0	0.0
-20	0	40	-20.5	0.0	40.1	0.5	0.0	-0.1
-30	0	50	-29.5	0.0	50.0	-0.5	0.0	0.0
-30	0	60	-30.0	0.0	60.5	0.0	0.0	-0.5
0	-15	15	0.0	-15.0	15.1	0.0	0.0	-0.1
0	-25	25	0.0	-25.8	25.1	0.0	0.8	-0.1
0	0	-10	0.0	0.0	-9.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	-20	0.0	0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0
0	0	-30	0.0	0.0	-30.0	0.0	0.0	0.0
0	0	-35	0.0	0.0	-34.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	10	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	-0.8
0	0	20	0.0	0.0	20.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	30	0.0	0.0	30.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	40	0.0	0.0	40.3	0.0	0.0	-0.3
0	0	50	0.0	0.0	50.2	0.0	0.0	-0.2
0	0	60	0.0	0.0	60.5	0.0	0.0	-0.5
-10	0	0	-10	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
-20	0	0	-20.5	0.0	0.5	0.5	0.0	-0.5
-30	0	0	-30	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
10	0	0	10	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
20	0	0	20	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
30	0	0	30	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
0	-15	0	0	-15.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
0	-25	0	0	-25.0	0.5	0.0	0.0	-0.5
15	-15	-15	15.5	-15.2	-14.5	-0.5	0.2	-0.5
25	-25	-25	25.5	-25.5	-24.5	-0.5	0.5	-0.5
25	-25	-30	25.5	-25.5	-29.5	-0.5	0.5	-0.5
25	-25	-35	25.5	-25.5	-34.8	-0.5	0.5	-0.2

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนหัว (Head section) แสดงดังภาพประกอบ 5-19



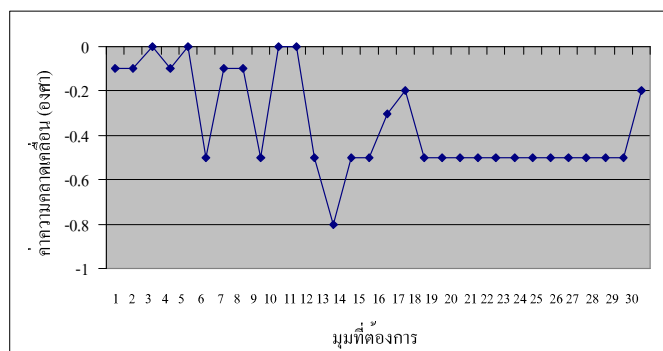
ภาพประกอบ 5-19 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนกลาง (Middle section) แสดงดังภาพประกอบ 5-20



ภาพประกอบ 5-20 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนล่าง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ 5-21



ภาพประกอบ 5-21 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมมองจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

## 2.2) กรณีมีผู้ป่วย ผลการทดลองแสดงดังตาราง 5-16

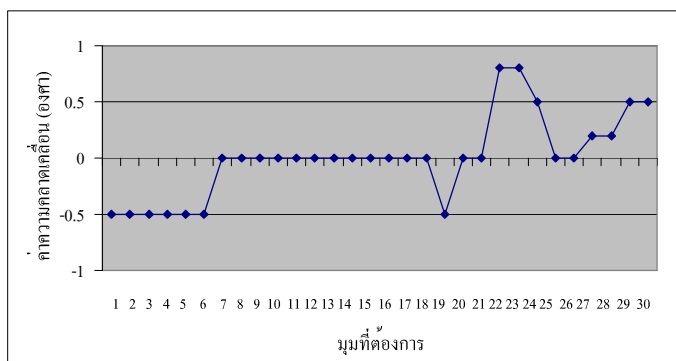
ตาราง 5-16 ผลการทดลองในการปรับเปลี่ยนตามฟังก์ชัน

มุมมองที่ต้องการ			ค่าที่วัดได้จาก SCALE			EEROR จาก SCALE		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	0	0.5	0.0	0.5	-0.5	0.0	-0.5
-15	0	15	-14.5	0.0	15.0	-0.5	0.0	0.0
-20	0	30	-19.5	0.0	29.8	-0.5	0.0	0.2
-20	0	40	-19.5	0.0	40.0	-0.5	0.0	0.0
-30	0	50	-29.5	0.0	49.8	-0.5	0.0	0.2
-30	0	60	-29.5	0.0	60.2	-0.5	0.0	-0.2
0	-15	15	0.0	-15.0	15.5	0.0	0.0	-0.5
0	-25	25	0.0	-24.5	24.8	0.0	-0.5	0.2
0	0	-10	0.0	0.0	-9.8	0.0	0.0	-0.2
0	0	-20	0.0	0.0	-19.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	-30	0.0	0.0	-30.0	0.0	0.0	0.0
0	0	-35	0.0	0.0	-34.5	0.0	0.0	-0.5
0	0	10	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.2
0	0	20	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.5
0	0	30	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.2
0	0	40	0.0	0.0	39.5	0.0	0.0	0.5
0	0	50	0.0	0.0	49.5	0.0	0.0	0.5

ตาราง 5-16 (ต่อ)

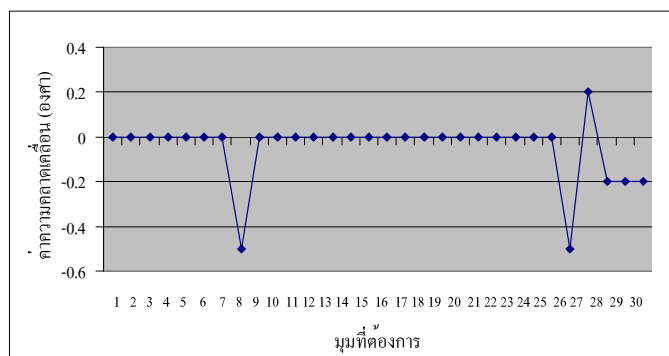
มุมที่ต้องการ			ค่าที่วัดได้จาก SCALE			EEROR จาก SCALE		
HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER	HEAD	MIDDLE	LOWER
0	0	60	0.0	0.0	59.5	0.0	0.0	0.5
-10	0	0	-9.5	0.0	0.5	-0.5	0.0	-0.5
-20	0	0	-20	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.2
-30	0	0	-30	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.2
10	0	0	9.2	0.0	0.5	0.8	0.0	-0.5
20	0	0	19.2	0.0	0.5	0.8	0.0	-0.5
30	0	0	29.5	0.0	0.5	0.5	0.0	-0.5
0	-15	0	0.0	-15.0	0.2	0.0	0.0	-0.2
0	-25	0	0.0	-24.5	0.2	0.0	-0.5	-0.2
15	-15	-15	14.8	-15.2	-15.0	0.2	0.2	0.0
25	-25	-25	24.8	-24.8	-24.8	0.2	-0.2	-0.2
25	-25	-30	24.5	-24.8	-29.5	0.5	-0.2	-0.5
25	-25	-35	24.5	-24.8	-34.8	0.5	-0.2	-0.2

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนหัว (Head section) แสดงดังภาพประกอบ 5-22



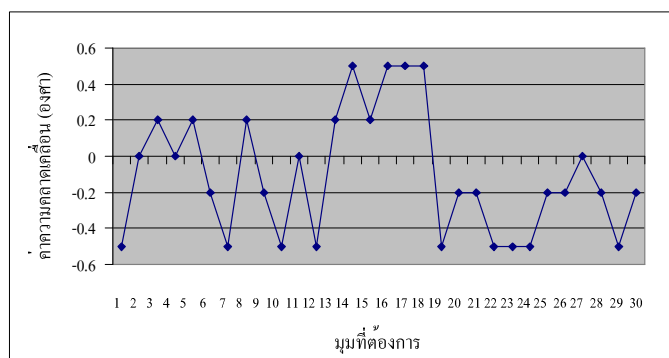
ภาพประกอบ 5-22 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนกลาง (Middle section) แสดงดังภาพประกอบ 5-23



ภาพประกอบ 5-23 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

จากผลการทดลองสามารถเขียนกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งใดๆ ของส่วนล่าง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ 5-24



ภาพประกอบ 5-24 กราฟค่าความคลาดเคลื่อนจากมุมจริง ณ ตำแหน่งใดๆ

## 5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองควบคุมเชิงกายภาพบำบัดด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งวิธีการเรียกใช้ฟังก์ชันและเรียกใช้ Manual (ระบุมุม) พบว่า กรณีของการทดสอบด้วยเตียงเปล่าและมีผู้ป่วย ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของมุม (Error) ไม่แตกต่างกันมาก จึงสรุปได้ว่าน้ำหนักของผู้ป่วยมีผลต่อระบบขับเคลื่อนน้อยมาก

เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของมูม (Error) พบว่า มีลักษณะคล้ายกัน คือ จะมี Error ทั้งบวกและลบสลับกัน โดยไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ อันเนื่องมาจาก ระบบมีการ sampling ค่า นั้นเอง ตัวอย่างเช่น ต้องการปรับมูมจาก 60 ถึง 30 องศา และ 0 ถึง 30 องศา ขณะเริ่มต้นจะมีการ sampling ค่า ซึ่งระบบจะอ่านค่าตำแหน่งปัจจุบัน แล้วเข้าสู่ระบบควบคุมตำแหน่งด้วย Fuzzy logic ทำให้มูมเคลื่อนที่เข้าสู่เป้าหมาย จากนั้นระบบจะทำการ sampling เรื่อย ๆ จนเข้าสู่เป้าหมาย ในกรณีตัวอย่าง 60 ถึง 30 องศา พบว่า การ sampling ก่อนรอบสุดท้ายตำแหน่งอยู่ที่ 29.4 เมื่อผ่านกระบวนการแล้ว sampling อีกครั้ง ตำแหน่งจะอยู่ที่ 30.03 ซึ่งถือเป็นรอบสุดท้ายในการ sampling เนื่องจาก Error เท่ากับ  $30 - 30.03 = -0.3$  ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง  $-0.4$  ถึง  $0.4$  แต่ในกรณี 0 ถึง 30 พบว่า พบว่า การ sampling ก่อนรอบสุดท้ายตำแหน่งอยู่ที่ 29.1 เมื่อผ่านกระบวนการแล้ว sampling อีกครั้ง ตำแหน่งจะอยู่ที่ 29.7 ซึ่งถือเป็นรอบสุดท้ายในการ sampling เนื่องจาก Error เท่ากับ  $30 - 29.7 = 0.3$  ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง  $-0.4$  ถึง  $0.4$  จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 กรณีที่ยกตัวอย่าง ระบบจะมีค่าความคลาดเคลื่อนทั้งบวกและลบที่เกิดมาจากผลของการ Sampling นั้นเอง

ผลจากการควบคุมตำแหน่งของเตียงกายภาพบำบัดด้วยฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic controller) พบว่าสามารถใช้ระบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic controller) ควบคุมเตียงกายภาพบำบัดได้ทำให้ระบบมีการเคลื่อนที่ราบเรียบไม่กระตุกเมื่อมีการเปลี่ยนความเร็ว และมีความแม่นยำในการควบคุม โดยเมื่อพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนของมูม (Error) ในกรณีของ LCD ไม่เกิน 0.4 องศา และในกรณีของความคลาดเคลื่อนของมูม (Error) ในกรณีมูมจริงนั้นไม่เกิน 1 องศา ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตที่ได้วางไว้