

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองและข้อมูลที่กล่าวถึงในบทนี้ เป็นส่วนของหุ่นยนต์สำหรับตีกลองชุดที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาประสิทธิภาพความเร็วและแม่นยำในการตีตัวโน้ตกลอง โดยใช้เซ็นเซอร์การสั่นสะเทือนติดกับกลอง ในการหาประสิทธิภาพ

การทดลองหาค่าหน่วยเวลาเมื่อสังการตี

ในการทดลองกำหนดระยะความสูงของไม้กลองถึงหน้าสัมผัสกลองอยู่ที่ 15 เซนติเมตร และแรงดันของลมอยู่ที่ 6 บาร์ใช้เซ็นเซอร์การสั่นสะเทือนติดกับกลอง โดยการทดลอง 4 จุด จุดที่ 1 แขนซ้าย ต่ำตีกลอง Snare Drum แขนซ้ายบนตีกลอง High Tom แขนขวาบนตีกลอง Ride Cymbal และกลอง Middle Tom แขนขวาล่างตีกลอง Floor Tom โดยทดลอง 4 ชั้น โดยจากการคำนวณ ดังสมการที่ 20 ได้ค่าเวลา 40 มิลลิวินาที จากตารางที่ 1 สามารถบอกได้ว่าค่า Delay Time จากการที่ใช้เซ็นเซอร์การสั่นสะเทือน อยู่ที่ค่า Delay Time ของแต่ละแขนของหุ่นยนต์ จึงสัมพันธ์น้ำกลองและค่า Delay Time ที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดลองที่เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 132 มิลลิวินาที เนื่องจากการคำนวณให้ค่าของแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นมีค่าแมคคานิคอลของแขนหุ่นยนต์เกิดแรงเสียดทานที่ทำให้ค่าเวลาไม่ตรงจากการคำนวณ จึงได้ค่าเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 132 มิลลิวินาที ของแต่ละแขน

ตารางที่ 1 การหาค่า Delay Time ในขณะที่ตีกลองจากปลายไม้กลองจนตีกระทบหน้ากลอง โดยใช้เซ็นเซอร์การสั่นสะเทือน

แขนหุ่นยนต์	เวลาที่ใช้ (มิลลิวินาที)										
	ครั้งที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ซ้ายล่าง	133	132	133	133	132	131	132	132	132	133	132.3
ซ้ายบน	133	133	132	133	132	133	132	131	132	133	132.4
ขวาล่าง	133	132	133	132	132	132	133	132	132	133	132.4
ขวาบน	133	132	133	133	132	131	132	132	133	133	132.4

ตารางที่ 2 ค่าเมโทรโนมที่นำมาคำนวณกับค่า Delay Time

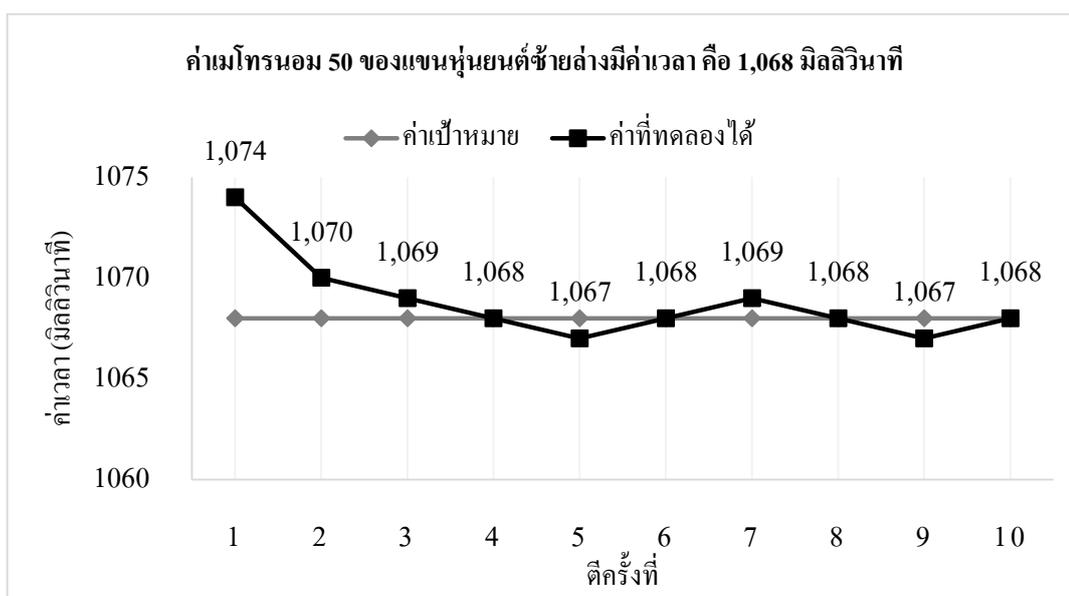
เมโทรโนม	ค่าเวลา (มิลลิวินาที)	
	จากจำนวน	ใช้ทดลอง
50	1,200	1,068
80	750	618
100	600	468
130	462	330

จากตารางที่ 2 ค่าเมโทรโนม 50, 80, 100 และ 130 โดยนำค่าการคำนวณจากสมการที่ 4 โดยใช้โน้ตตัวค่ามีค่าเวลาเท่ากับ 1,200, 750, 600 และ 462 มิลลิวินาที โดยมีค่า Delay Time 132 มิลลิวินาที มาคำนวณจึงได้ค่าเวลาที่ใช้ทดลองเท่ากับ 1,068, 618, 468 และ 330 มิลลิวินาที

ตารางที่ 3 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 50 ของเบนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลาคือ 1,068 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ตี	ค่าที่ตีได้	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	1,068	1,074	1,062	6	0.56
2	1,062	1,070	1,060	2	0.19
3	1,060	1,069	1,059	1	0.09
4	1,059	1,068	1,059	0	0.00
5	1,059	1,067	1,060	-1	0.09
6	1,060	1,068	1,060	0	0.00
7	1,060	1,069	1,059	1	0.09
8	1,059	1,068	1,059	0	0.00
9	1,059	1,067	1,060	-1	0.09
10	1,060	1,068	1,060	0	0.00
เฉลี่ย				1.20	0.18

จากตารางที่ 3 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ดีที่สุด 1,068 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 6 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.56 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 21 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

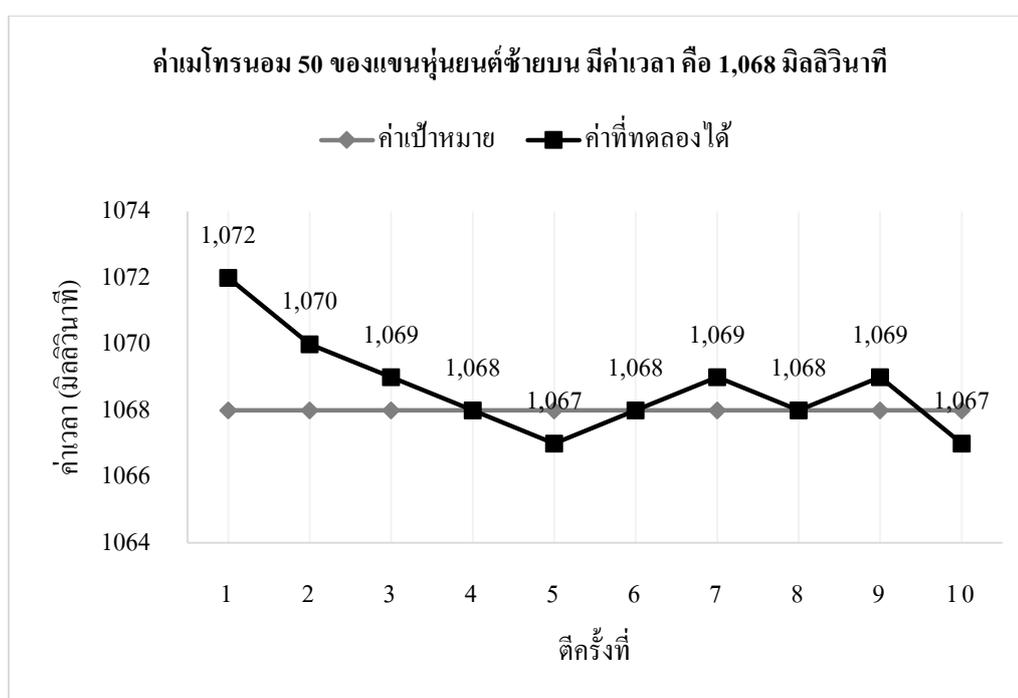
ตารางที่ 4 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดีที่สุด	ค่าที่ตีได้	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	1,068	1,072	1,064	4	0.37
2	1,064	1,070	1,062	2	0.19
3	1,062	1,069	1,061	1	0.09
4	1,061	1,068	1,061	0	0.00
5	1,061	1,067	1,062	-1	0.09

ตารางที่ 4 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลาคือ 1,068 มิลลิวินาที (ต่อ)

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ดีได้	ค่าที่ต้องการ ดีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
6	1,062	1,068	1,062	0	0.00
7	1,062	1,069	1,061	1	0.09
8	1,061	1,068	1,061	0	0.00
9	1,061	1,069	1,060	1	0.09
10	1,060	1,067	1,062	-1	0.09
เฉลี่ย				1.10	0.13

จากตารางที่ 4 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายบน หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ดี 1,068 มิลลิวินาที โดยทำการดีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 4 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.37 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.2

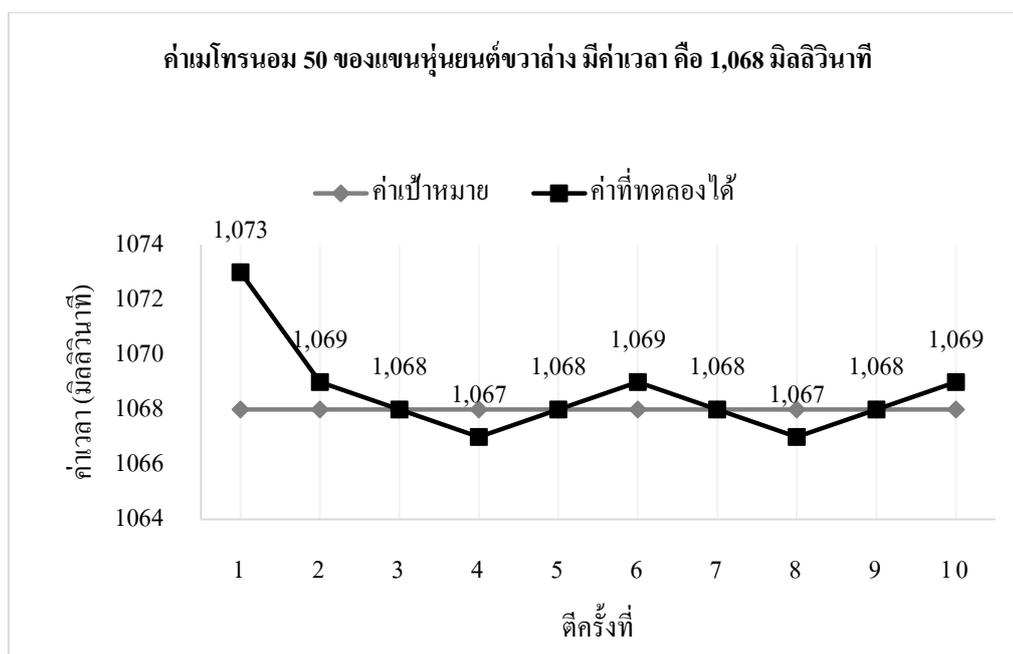


ภาพที่ 22 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

ตารางที่ 5 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลาคือ 1,068 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	1,068	1,073	1,063	5	0.47
2	1,063	1,069	1,062	1	0.09
3	1,062	1,068	1,062	0	0.00
4	1,062	1,067	1,063	-1	0.09
5	1,063	1,068	1,063	0	0.00
6	1,063	1,069	1,062	1	0.09
7	1,062	1,068	1,062	0	0.00
8	1,062	1,067	1,063	-1	0.09
9	1,063	1,068	1,063	0	0.00
10	1,063	1,069	1,062	1	0.09
เฉลี่ย				1.00	0.15

จากตารางที่ 5 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวาล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 1,068 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 5 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.47 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.3

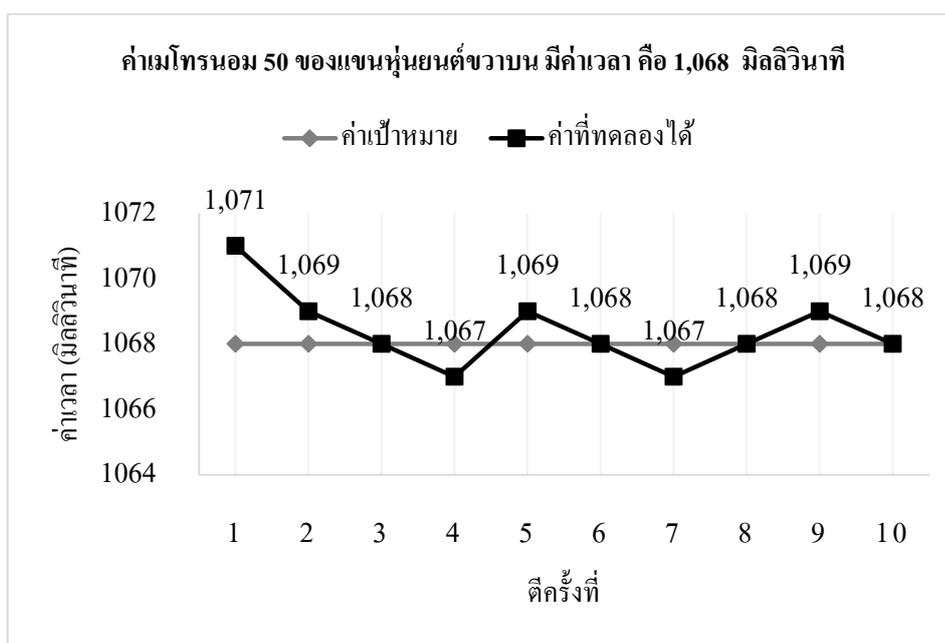


ภาพที่ 23 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยโทรนอม 50 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

ตารางที่ 6 การทดลองตามค่าเฉลี่ยโทรนอม 50 ของแขนหุ่นยนต์ขวบน มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ทำได้	ค่าที่ต้องการ ครั้งที่ต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	1,068	1,071	1,065	3	0.28
2	1,065	1,069	1,064	1	0.09
3	1,064	1,068	1,064	0	0.00
4	1,064	1,067	1,065	-1	0.09
5	1,065	1,069	1,063	1	0.09
6	1,063	1,068	1,063	0	0.00
7	1,063	1,067	1,064	-1	0.09
8	1,064	1,068	1,064	0	0.00
9	1,064	1,069	1,063	1	0.09
10	1,063	1,068	1,063	-1	0.00
เฉลี่ย				0.80	0.10

จากตารางที่ 6 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวามือ หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ดี 1,068 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้ง มีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 3 นามาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.28 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ขวามือ มีค่าเวลา คือ 1,068 มิลลิวินาที

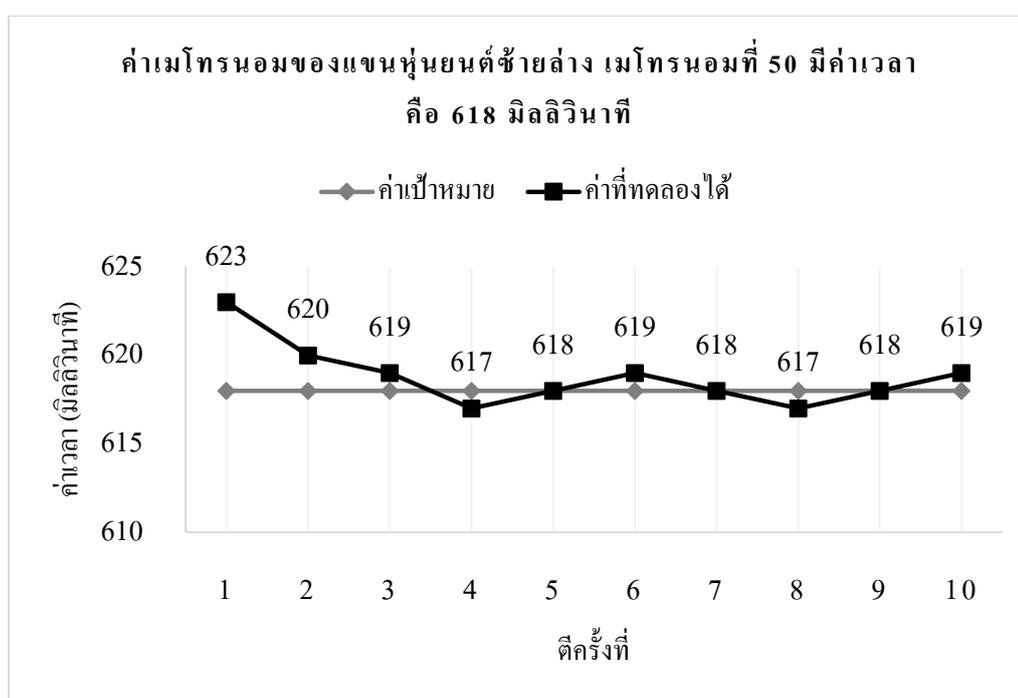
ตารางที่ 7 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ดีได้	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	618	623	613	5	0.80
2	613	620	611	2	0.32
3	611	619	610	1	0.16
4	610	617	612	-1	0.16
5	612	618	612	0	0.00

ตารางที่ 7 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลาคือ 618 มิลลิวินาที (ต่อ)

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
6	612	619	611	1	0.16
7	611	618	611	0	0.00
8	611	617	612	-1	0.16
9	612	618	612	0	0.00
10	612	619	613	1	0.16
เฉลี่ย				1.20	0.27

จากตารางที่ 7 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้ไม้ตีตัวค่าเวลาที่ตี 618 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 5 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.80 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 25

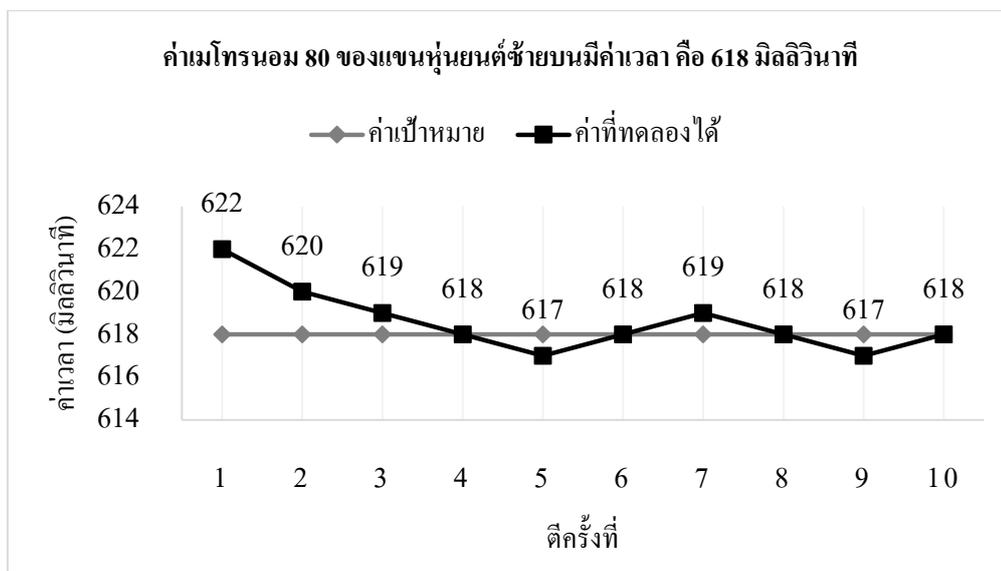


ภาพที่ 25 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตารางที่ 8 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวาคือ 618 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	618	622	614	4	0.64
2	614	620	612	2	0.32
3	612	619	611	1	0.16
4	611	618	611	0	0.00
5	611	617	612	-1	0.16
6	612	618	612	0	0.00
7	612	619	611	1	0.16
8	611	618	611	0	0.00
9	611	617	612	-1	0.16
10	612	618	612	0	0.00
เฉลี่ย				1.00	0.23

จากตารางที่ 8 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายบน หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 618 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 4 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.64 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 26

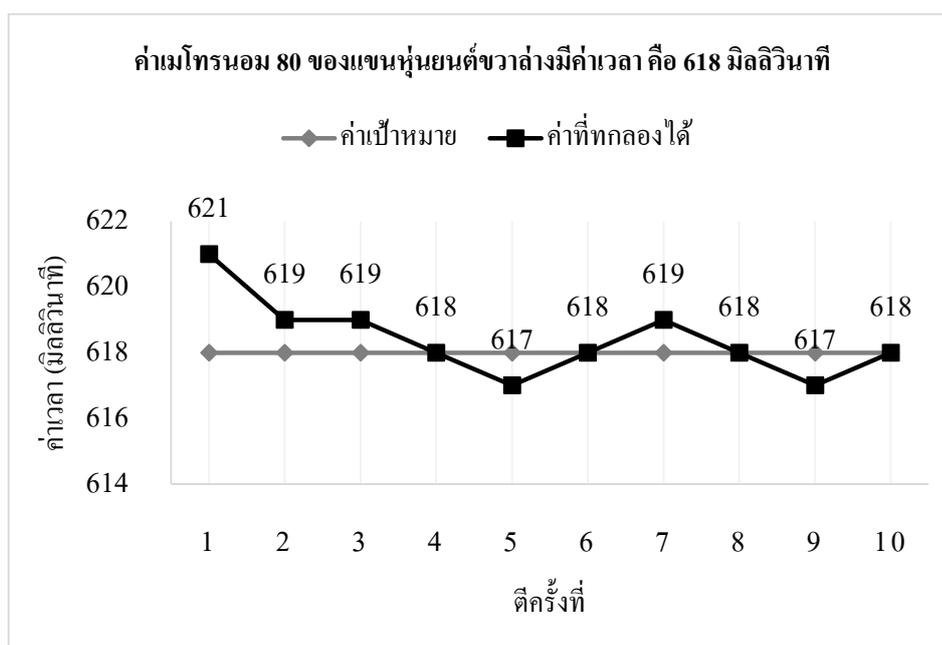


ภาพที่ 26 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตารางที่ 9 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	618	621	615	3	0.48
2	615	619	614	1	0.16
3	614	619	613	1	0.16
4	613	618	613	0	0.00
5	613	617	614	-1	0.16
6	614	618	614	0	0.00
7	614	619	613	1	0.16
8	613	618	613	0	0.00
9	613	617	612	-1	0.16
10	614	618	614	0	0.00
เฉลี่ย				0.80	0.18

จากตารางที่ 9 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวาล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 618 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 3 นามาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.48 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 50 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

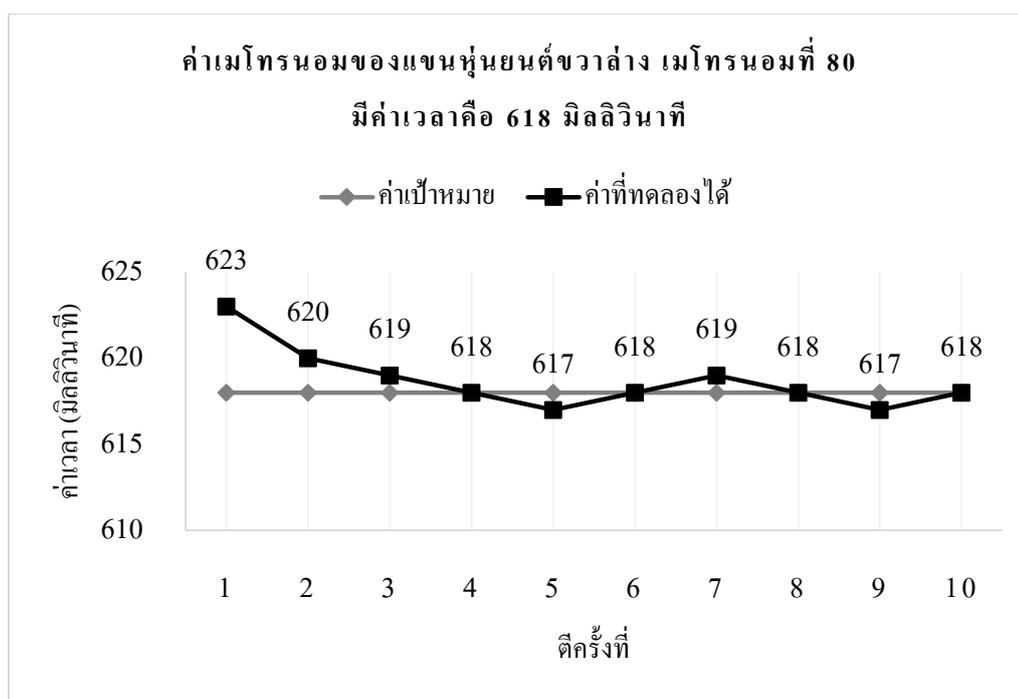
ตารางที่ 10 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ขวามือ มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดีที่สุด	ค่าที่ตีได้	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	618	623	613	5	0.80
2	613	620	611	2	0.32
3	611	619	610	1	0.16
4	610	618	610	0	0.00
5	610	617	611	-1	0.16

ตารางที่ 10 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ขวามือ มีค่าเวลาคือ 618 มิลลิวินาที (ต่อ)

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
6	611	618	611	0	0.00
7	611	619	610	1	0.16
8	610	618	610	0	0.00
9	610	617	611	-1	0.16
10	611	618	611	0	0.00
เฉลี่ย				1.10	0.27

จากตารางที่ 10 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวามือ หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ดี 618 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 5 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.80 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 28

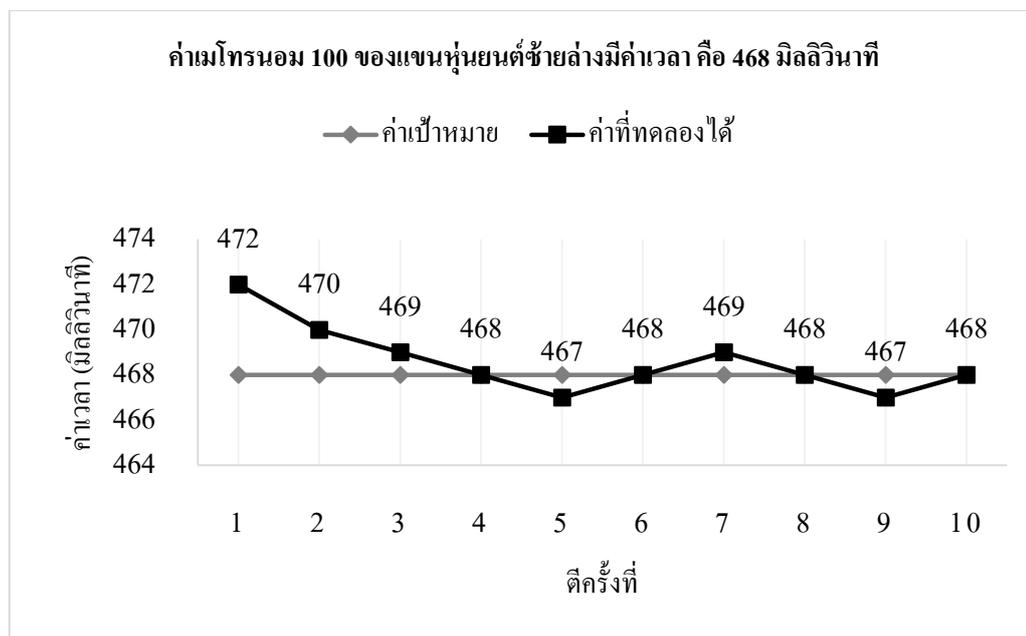


ภาพที่ 28 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 80 ของแขนหุ่นยนต์ขวามือ มีค่าเวลา คือ 618 มิลลิวินาที

ตารางที่ 11 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 100 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลาคือ 468 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดีที่สุด	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	468	472	464	4	0.85
2	464	470	462	2	0.43
3	462	469	461	1	0.21
4	461	467	461	-1	0.21
5	461	468	462	0	0.00
6	462	469	462	1	0.21
7	462	468	461	0	0.00
8	461	467	461	-1	0.21
9	461	468	462	0	0.00
10	462	467	462	-1	0.21
เฉลี่ย				1.10	0.32

จากตารางที่ 11 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 468 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 4 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.85 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 29

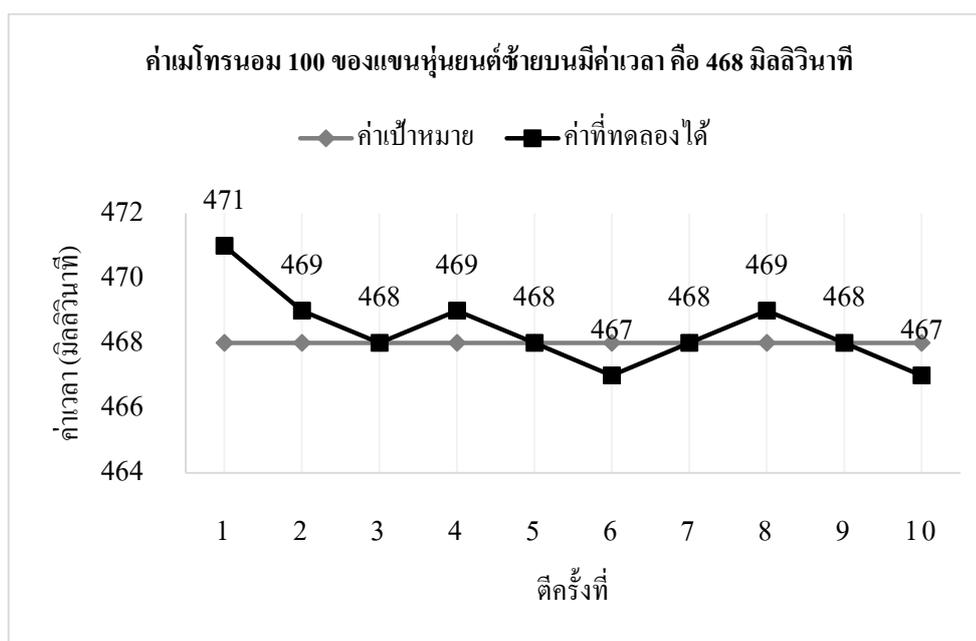


ภาพที่ 29 กราฟแสดงค่าเมโทรนอม 100 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

ตารางที่ 12 การทดลองตามค่าเมโทรนอม 100 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ดี	ค่าที่ต้องการ ดีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	468	471	468	3	0.64
2	465	469	465	1	0.21
3	464	468	464	0	0.00
4	464	469	464	1	0.21
5	463	468	463	0	0.00
6	463	467	463	-1	0.21
7	464	468	464	0	0.00
8	464	469	464	1	0.21
9	463	468	463	0	0.00
10	463	467	463	-1	0.21
เฉลี่ย				0.80	0.24

จากตารางที่ 12 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายบน หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 468 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 3 นามาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.64 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 100 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

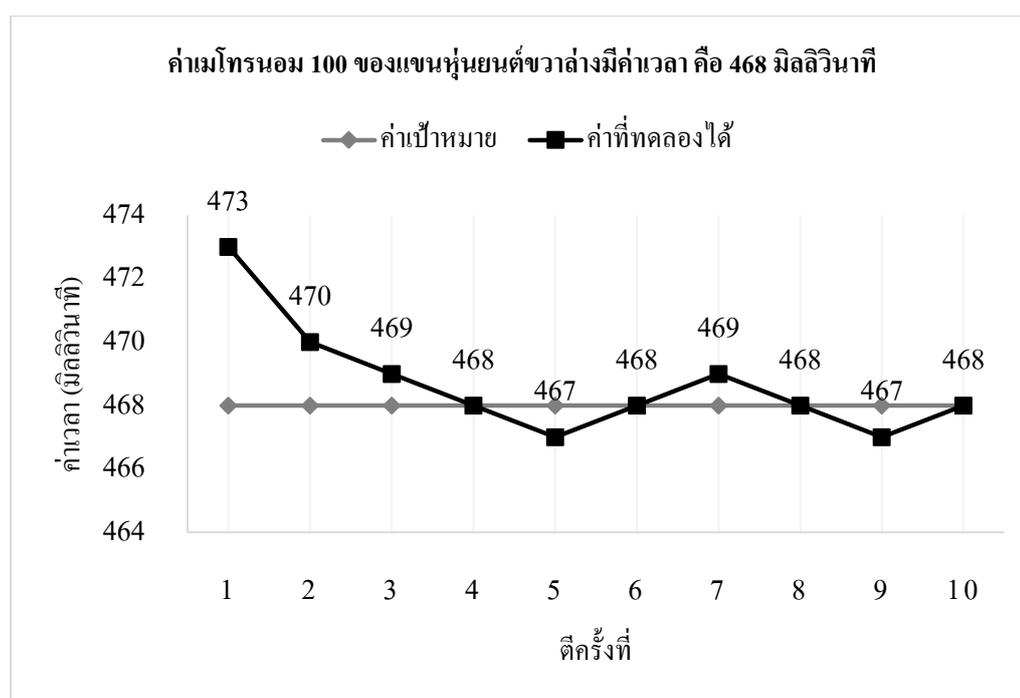
ตารางที่ 13 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 100 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ดี	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	468	473	463	5	1.06
2	463	470	461	2	0.43
3	461	469	460	1	0.21
4	460	468	460	0	0.00
5	460	467	461	-1	0.21

ตารางที่ 13 การทดลองตามค่ามโทรนอม 100 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลาคือ 468 มิลลิวินาที (ต่อ)

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ดีได้	ค่าที่ต้องการ ดีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
6	461	468	461	0	0.00
7	461	469	460	1	0.21
8	460	468	460	0	0.00
9	460	467	461	-1	0.21
10	461	468	461	0	0.00
เฉลี่ย				1.10	0.36

จากตารางที่ 13 การทดลองตามค่ามโทรนอมของแขนขวาล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้ไน้ตัวค่าเวลาที่ติ 468 มิลลิวินาที โดยทำการดีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 5 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 1.06 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 31

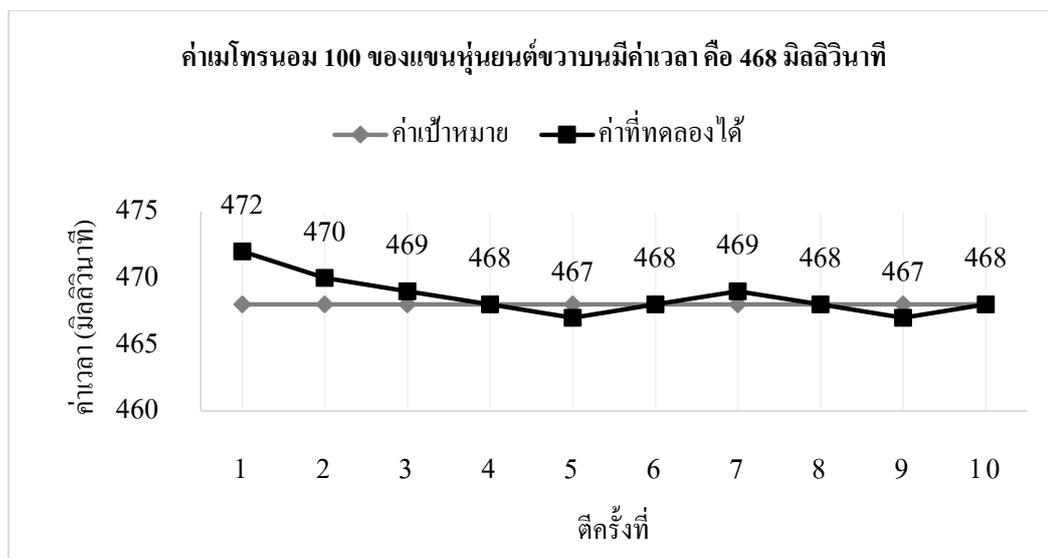


ภาพที่ 31 กราฟแสดงค่ามโทรนอม 100 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

ตารางที่ 14 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 100 ของแขนหุ่นยนต์ขวบบน มีค่าเวลาคือ 468 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	468	472	468	4	0.85
2	464	470	464	2	0.43
3	462	469	462	1	0.21
4	461	468	461	0	0.00
5	461	467	461	-1	0.21
6	462	468	462	0	0.00
7	462	469	461	1	0.21
8	461	468	461	0	0.00
9	461	467	462	-1	0.21
10	462	468	462	0	0.00
เฉลี่ย				1.00	0.30

จากตารางที่ 13 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวบบน หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 468 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 4 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.85 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 32

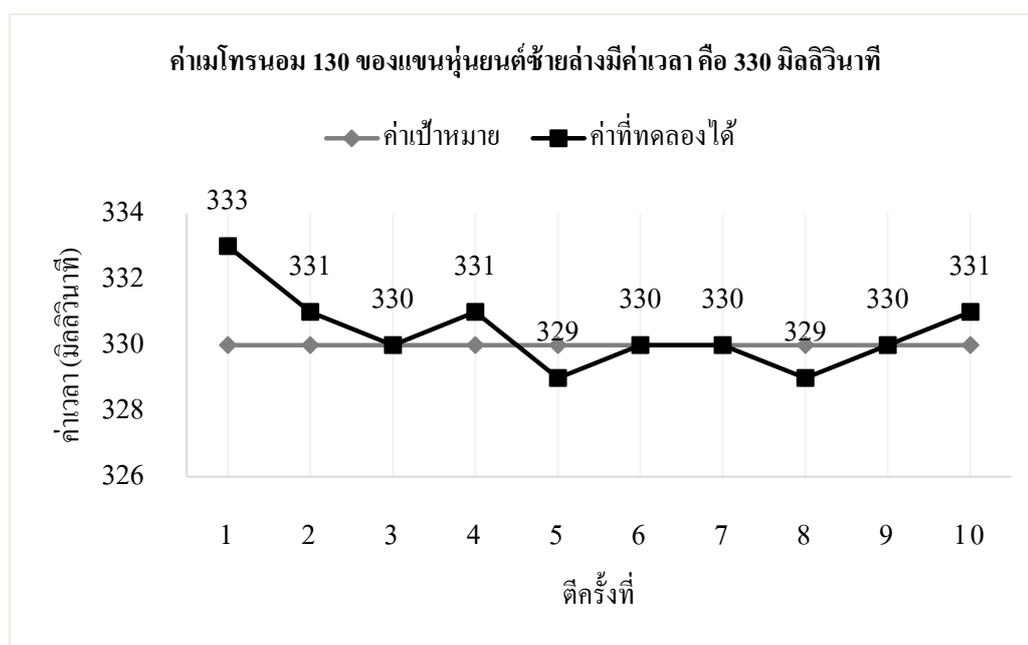


ภาพที่ 32 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยโทรนอม 100 ของแขนหุ่นยนต์ขวามบ มีค่าเวลา คือ 468 มิลลิวินาที

ตารางที่ 15 การทดลองตามค่าเฉลี่ยโทรนอม 130 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ทำได้	ค่าที่ต้องการ ครั้งที่ต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	330	333	327	3	0.90
2	327	331	326	1	0.30
3	326	330	326	0	0.00
4	326	331	325	1	0.30
5	325	329	327	-1	0.30
6	327	330	325	1	0.00
7	325	330	325	0	0.00
8	325	329	326	-1	0.30
9	326	330	326	0	0.00
10	326	331	325	1	0.30
เฉลี่ย				0.90	0.34

จากตารางที่ 15 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนซ้ายล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ดี 330 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 3 นามาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 0.90 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 130 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายล่าง มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

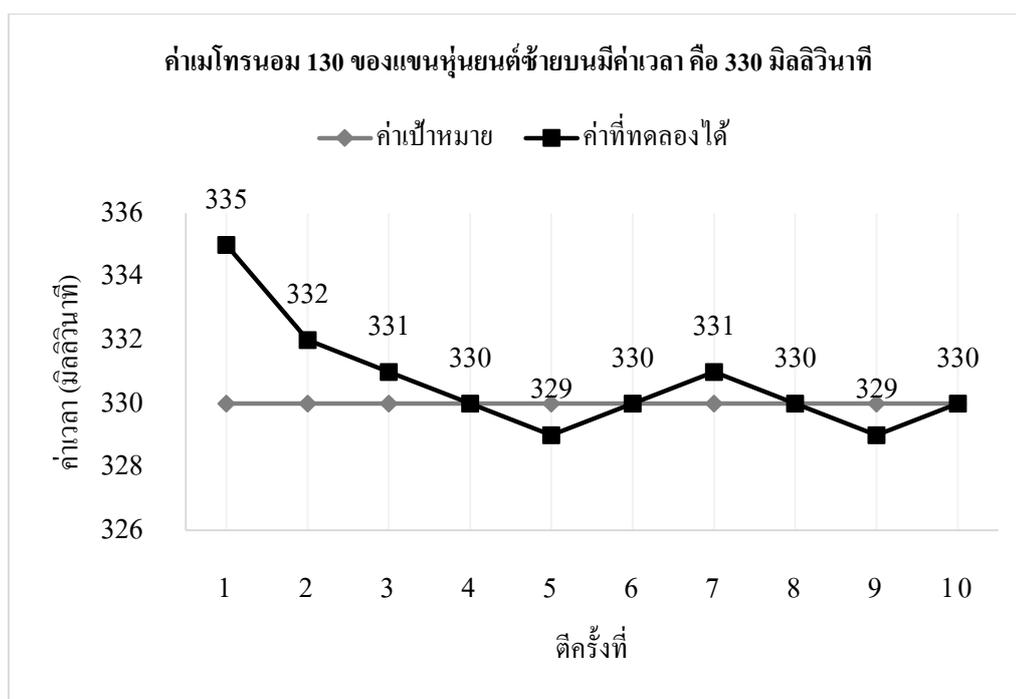
ตารางที่ 16 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 130 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ดี	ค่าที่ต้องการตีครั้งต่อไป	ค่าที่คลาดเคลื่อน	
1	330	335	325	5	1.49
2	325	332	323	2	0.60
3	323	331	322	1	0.30
4	322	330	322	0	0.00
5	322	329	323	-1	0.30

ตารางที่ 16 การทดลองตามค่ามโทรนอม 130 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลาคือ 330 มิลลิวินาที (ต่อ)

ครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ดีได้	ค่าที่ต้องการ ดีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
6	323	330	323	0	0.00
7	323	331	322	1	0.30
8	322	330	322	0	0.00
9	322	329	323	-1	0.30
10	323	330	323	0	0.00
เฉลี่ย				1.10	0.50

จากตารางที่ 16 การทดลองตามค่ามโทรนอมของแขนซ้ายบน หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้ไน้ตัวค่าเวลาที่ตี 330 มิลลิวินาที โดยทำการดีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 5 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 1.49 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 34

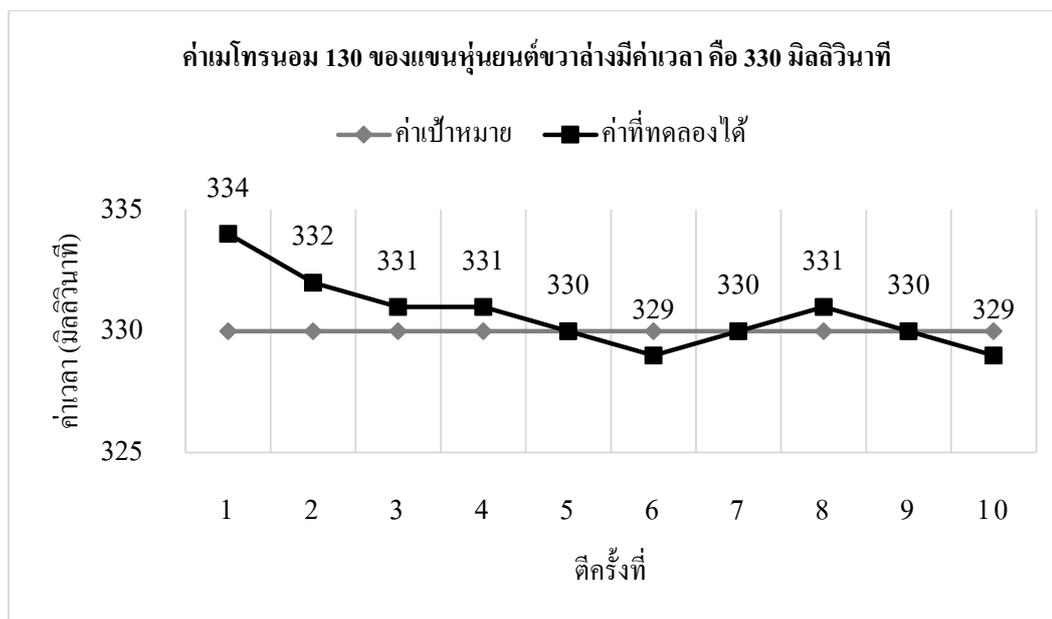


ภาพที่ 34 กราฟแสดงค่ามโทรนอม 130 ของแขนหุ่นยนต์ซ้ายบน มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

ตารางที่ 17 การทดลองตามค่าเมโทรโนม 130 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลาคือ 330 มิลลิวินาที

ตีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ตีได้	ค่าที่ต้องการ ตีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	330	334	326	4	1.20
2	326	332	324	2	0.60
3	324	331	323	1	0.30
4	323	331	322	1	0.30
5	322	330	322	0	0.00
6	322	329	323	-1	0.30
7	323	330	323	0	0.00
8	323	331	322	1	0.30
9	322	330	322	0	0.00
10	322	329	323	-1	0.30
เฉลี่ย				1.10	0.43

จากตารางที่ 17 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวาล่าง หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้โน้ตตัวค่าเวลาที่ตี 330 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 4 นำมาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 1.20 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 35

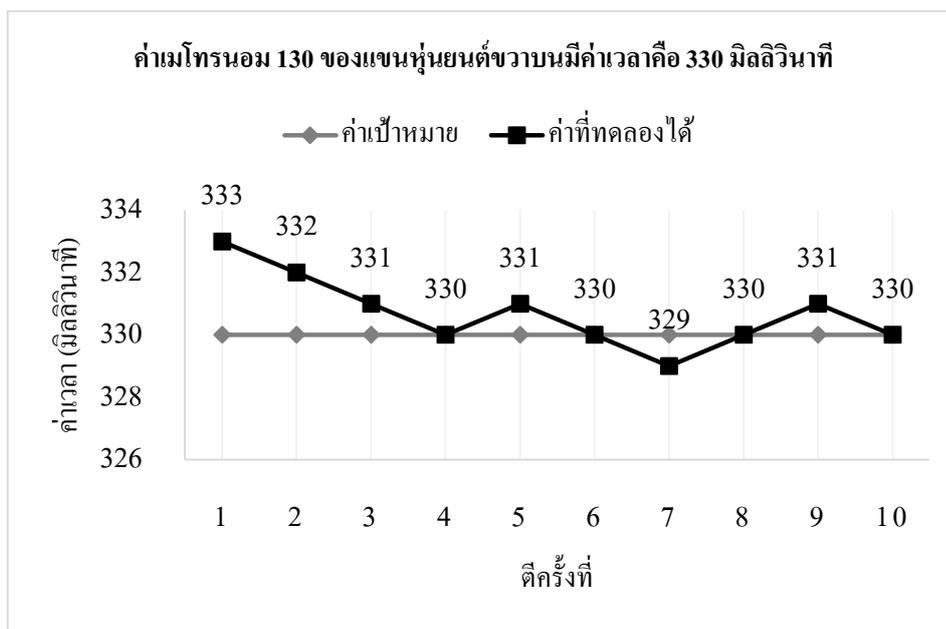


ภาพที่ 35 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยโทรนอม 130 ของแขนหุ่นยนต์ขวาล่าง มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

ตารางที่ 18 การทดลองตามค่าเฉลี่ยโทรนอม 130 ของแขนหุ่นยนต์ขวบน มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที

ทีครั้งที่	เวลา (มิลลิวินาที)				ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าที่ดี	ค่าที่ ทำได้	ค่าที่ต้องการ ทีครั้งต่อไป	ค่าที่ คลาดเคลื่อน	
1	330	333	327	3	1.49
2	327	332	325	2	0.60
3	325	331	324	1	0.30
4	324	330	324	0	0.00
5	324	331	323	1	0.30
6	323	330	323	0	0.00
7	323	329	324	-1	0.30
8	324	330	324	0	0.00
9	324	331	323	1	0.30
10	323	330	323	0	0.00
เฉลี่ย				1.10	0.50

จากตารางที่ 18 การทดลองตามค่าเมโทรโนมของแขนขวามือ หาค่าเวลาจังหวะของเพลง ได้ค่าตามตาราง โดยใช้ไม้ต้วค่าเวลาที่ตี 330 มิลลิวินาที โดยทำการตีกลอง 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีค่าเวลาที่คลาดเคลื่อน 0 ถึง 3 นามาหาค่าเวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มิลลิวินาที และได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 0.00 ถึง 1.49 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 กราฟแสดงค่าเมโทรโนม 130 ของแขนหุ่นยนต์ขวามือ มีค่าเวลา คือ 330 มิลลิวินาที