



## ความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันต่อประสิทธิภาพในการควบคุมแขนหุ่นยนต์

### The Relationship of Task Difficulty and Multitasking on Performance in Robot Arm Control

ชลาลัย วงเวียน<sup>1</sup> อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก<sup>1</sup> นาถนภา นกดี<sup>2</sup> และ ประจวบ กล่อมจิตร์<sup>2\*</sup>

Chalalai Wongwian<sup>1</sup>, Alongkorn Chatmuangpak<sup>1</sup>, Natnapha Nokdee<sup>2</sup> and Prachuab Klomjit<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จ.เพชรบุรี 76000

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ จ.นครปฐม 73000

<sup>1</sup>Department of Industrial Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi 76000, THAILAND

<sup>2</sup>Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University Sanamchandra Palace Campus, Nakhon Pathom 73000, THAILAND

\*Corresponding author e-mail: KLOMJIT\_P@su.ac.th

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

Article history:

Received: October 17, 2022

Revised: March 6, 2023

Accepted: March 9, 2023

Available online: April 18, 2023

DOI: 10.14456/jarst.2023.4

**Keywords:** Multitasking, Performance, Robot arm control, Mathematics test, NASA-TLX

This research aims to study the relationship between task difficulty and multitasking on performance to control the robot arm. The experimental population was obtained randomly without probabilities, based on the study of specific groups. It was testing in the ABB Robot Studio simulation program with mathematical test questions. The Task's difficulty is divided into simple and complex manipulation of the robotic arm. Multitasking is a level 1 and level 3 math test. Performance is error percentage, reaction time, and workload or mental workload with the NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX). The research results were analyzed using Paired sample t-test statistical methods using the Minitab18 program. The results showed that the NASA-TLX workload assessment scores and the mean reaction time of the easy and challenging robotic arms combined with level 1 and level 3 were significantly different at 0.05. The mean reaction time of the robotic arm alone was less than the mean reaction time of the robotic arm with both levels of mathematics tests. In conclusion, task difficulty and multitasking were

positively correlated with the mean reaction time applied to the robotic arm. The error percentage of using the robot arm only was less than using the robot arm together with the mathematics test at both levels, with statistical significance at the 0.05 level. It was concluded that task difficulty and multitasking were positively correlated with error percentage. The difficulty of the task and multitasking affected the efficiency of the robotic arm.

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน (Multitasking) ต่อประสิทธิภาพ (Performance) ในการควบคุมแขนหุ่นยนต์หรือแขนกล (Robot arm) ประชากรที่ใช้ในการทดลองได้จากการสุ่มโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น โดยศึกษาในกลุ่มที่เฉพาะเจาะจง การทดสอบในแบบจำลองโปรแกรม ABB Robot Studio พร้อมกับตอบคำถามทดสอบทางคณิตศาสตร์ (Mathematics test) ความยากของงานแบ่งเป็นการบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยาก การทำงานหลายอย่างพร้อมกันเป็นการทดสอบทางคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3 ประสิทธิภาพ (Performance) คือ ร้อยละความผิดพลาด (Error) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) และภาระงานหรือภาระงานทางจิตใจด้วยแบบประเมิน NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX) และวิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยหลักสถิติแบบ Paired sample t-test ด้วยโปรแกรม Minitab18 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าค่าคะแนนประเมินภาระงาน NASA-TLX และค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยากร่วมกับตอบแบบทดสอบระดับ 1 และระดับ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาที่ใช้บังคับแขนกลอย่างเดียว น้อยกว่าค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาที่ใช้บังคับแขนกลพร้อมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ระดับ หรือสรุปได้ว่าความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาที่ใช้บังคับแขนกล ส่วนค่าร้อยละความผิดพลาดในการบังคับแขนกลอย่างเดียว น้อยกว่าบังคับแขนกลพร้อมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสรุปได้ว่าความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับร้อยละความผิดพลาดเช่นกัน

ความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีผลต่อประสิทธิภาพในการบังคับแขนกล

**คำสำคัญ:** การทำงานหลายอย่างพร้อมกัน ประสิทธิภาพ การบังคับแขนกล แบบทดสอบคณิตศาสตร์ NASA-TLX

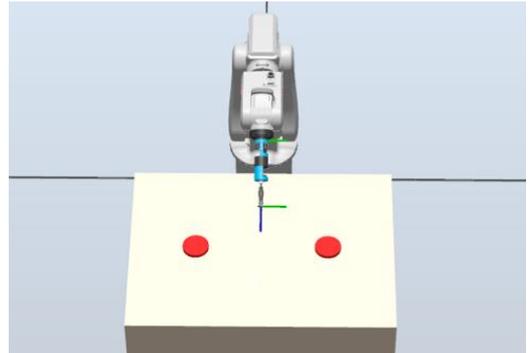
## บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันต้องการให้พนักงานมีทักษะการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน (Multitasking) หรือความสามารถในการทำงานที่หลากหลาย เช่น กำลังทำงานอยู่แล้วมีอีกงานแทรกขึ้นมาจึงทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนไปทำงานอื่นทันที สมองก็จะค่อย ๆ เรียนรู้ว่าต้องคอยสลับความสนใจไปยังสิ่งอื่นตลอด จนทำให้ประสิทธิภาพ (Performance) ในการทำงานลดลง [1] เพื่อรองรับลักษณะงานที่มีความท้าทายและการแข่งขันที่สูงขึ้น ประกอบกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันที่ได้รับผลกระทบจากการระบาดของเชื้อโรคโคโรนาไวรัส 2019 ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ทำให้ต้องการลดงบประมาณในส่วนของการจ้างงาน การวางแผนการใช้ทรัพยากรบุคคลที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด [2] การให้พนักงานทำงานหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน อาจไม่ได้ประหยัดเวลาและประหยัดงบประมาณแต่จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างภาระงาน (Workload) และประสิทธิภาพในการทำงาน หรือขึ้นอยู่กับขีดจำกัดของความสามารถ การรับรู้ และความเหนื่อยล้าในการทำงาน [1] ซึ่งมีการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ภาระงานและความเหนื่อยหน่ายในการทำงานของพนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน [3] เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และใช้แบบประเมินการจัดการภาระงาน NASA-TLX โดยผลการวิจัย พบว่า การรับรู้ภาระงานมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเหนื่อยหน่ายในการทำงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการศึกษาเรื่องการประเมินภาระงานทางจิตใจของ

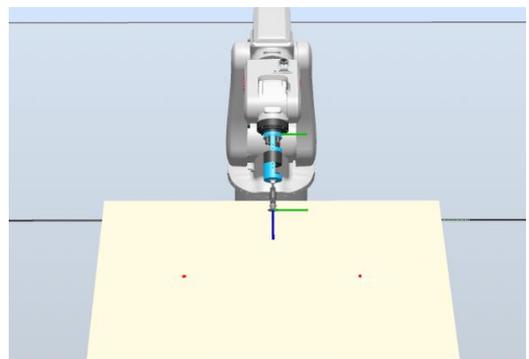
ผู้ปฏิบัติงานที่ตรวจสอบความหนาแน่นของการจราจรใน ศูนย์ควบคุมการจราจรในเมือง เพื่อตรวจสอบภาระงานทางจิตใจ สัญญาณทางสรีรวิทยา (ECG, EMG) และแบบประเมินการจัดการภาระงาน NASA-TLX และการศึกษาปริมาณงานทางกายภาพ และปริมาณทางจิตใจของพนักงานห้องควบคุมกลางในบริษัทแปรรูปน้ำมัน ซึ่งพนักงานได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบหน่วยการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่มีการหยุดพัก โดยแบ่งเป็น 3 กะ ใน 8 ชั่วโมง โดยได้นำ NASA Task Load Index (NASA-TLX) ซึ่งเป็นหนึ่งในการวัดภาระงานทางจิตใจ โดยใช้ปัจจัย 6 ประการ [4] ได้แก่ ความต้องการด้านจิตใจ (Mental Demand) ความต้องการด้านร่างกาย (Physical Demand) ความต้องการด้านเวลา (Temporal Demand) ด้านผลสำเร็จของงาน (Performance) ด้านความพยายาม (Effort) ความคับข้องใจ (Frustration) ซึ่งมีภาระงานทางจิตใจที่สูงมากของพนักงานในห้องควบคุม คือ ต้องการความแม่นยำสูง ความตื่นตัว และสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว [5] งานวิจัยที่ผ่านมาใช้แบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA Task Load Index (NASA-TLX) กันอย่างแพร่หลาย [6-9]

จากการศึกษา พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจาก หุ่นยนต์มักไม่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติการปกติ แต่กลับเกิดขึ้นระหว่างการเขียนโปรแกรม การซ่อมแซม การติดตั้ง การทดสอบ การปรับตั้งค่า หรือขั้นตอนที่นอกเหนือจากการปฏิบัติหน้าที่ [10] ซึ่งเจ้าหน้าที่เหล่านั้นไม่ว่าผู้ปฏิบัติงาน นักเขียนโปรแกรม ช่างซ่อมบำรุง อาจอยู่ในระยะทำการของหุ่นยนต์ซึ่งเกิดการทำงานโดยไม่ตั้งใจและส่งผลให้เกิดปัญหาและอาการบาดเจ็บขึ้นได้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [11-12] พบว่า การทำงานที่ก่อให้เกิดภาวะเครียดหรือภาระงานที่มากเกินไปจนสะสม อาจทำให้เกิดความเสียหายทางด้านอุบัติเหตุหรือทรัพย์สินได้ เนื่องจากหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในกระบวนการทำงาน หรือการเซตค่าของหุ่นยนต์แล้วอาจก่อให้เกิดความเสียหายที่ไม่อาจตีเป็นมูลค่าได้ต่อโรงงานรวมถึงชีวิตของพนักงานอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงภาระงานที่มากเกินไปในการทำงาน การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ประกอบการต่าง ๆ ให้ได้ศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์แก่โรงงานได้ จึงได้ศึกษาหาของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันในการทำงานบังคับแขนกล (Robot arm) และการร่วมกับการทดสอบทางคณิตศาสตร์ โดยประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

นักศึกษาปริญญาตรีภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สุ่มโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น เป็นการศึกษากลุ่มที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการทดลองการบังคับแขนกลอุตสาหกรรม 6 แกน [13] ด้วยโปรแกรม ABB Robot Studio [14] ร่วมกับการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 1 การทดสอบการบังคับแขนกลแบบง่าย



รูปที่ 2 การทดสอบการบังคับแขนกลระดับยาก

## วิธีดำเนินการวิจัย

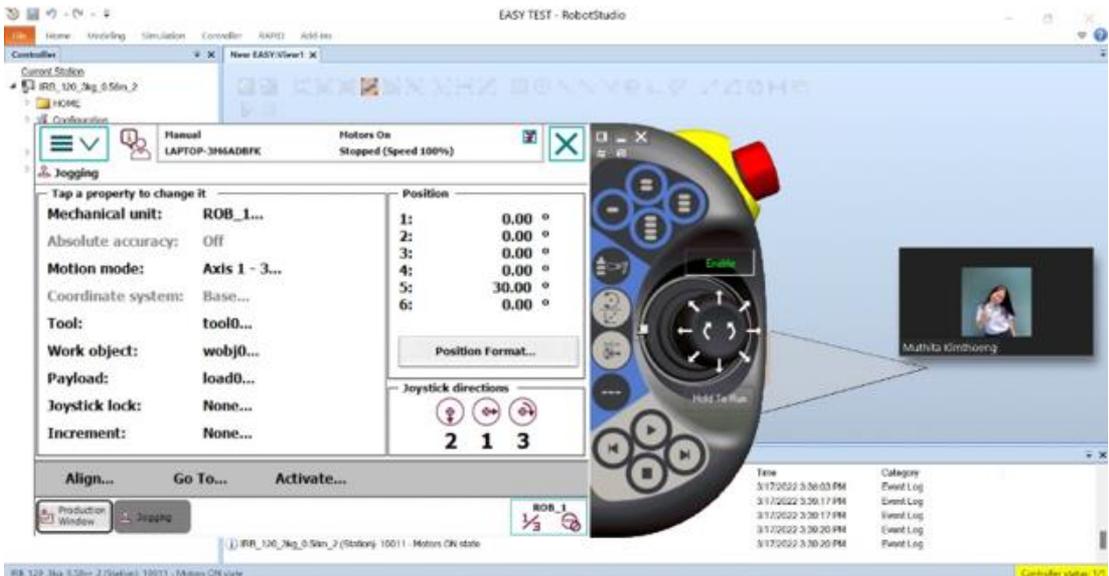
### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรีภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ตำบลลำพญา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 10 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สุ่มโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น เป็นการศึกษากลุ่มที่เฉพาะเจาะจง โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบอาสาสมัคร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ABB Robot Studio โดยเลือกไฟล์ชื่อ EASY TEST.rsstn หรือ HARD TEST.rsstn

เป็นแบบทดสอบบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยาก ดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2 ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ด้วย FlexPendant ที่จะปรากฏที่หน้าจอ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าต่าง Joggng ของ Virtual FlexPendant

ตารางที่ 1 ตัวอย่างโจทย์ ชุดแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 1

ลำดับ	โจทย์	คำตอบ
1	3+7	10
2	4+9	13
3	9+9	18
4	5+2+3	10

ตารางที่ 2 ตัวอย่างโจทย์ ชุดแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 3

ลำดับ	โจทย์	คำตอบ
1	142+124	266
2	436+153	589
3	679+218	897
4	180+410+200	790

ชื่อผู้ทดลอง .....

ระดับแบบทดสอบคณิตศาสตร์:  1  3

ระดับความยากชุดแบบทดสอบบังคับแขนกล ABB:  ง่าย  ยาก

หัวข้อมิติ	ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนนดิบ	คะแนนสุทธิ
การใช้ความคิด			
การใช้ร่างกาย			
การใช้เวลา			
ความรู้สึกพอใจกับผลสำเร็จ			
ความพยายามที่ใช้			
ความรู้สึกคับข้องใจ			
คะแนนรวมสุทธิ			
คะแนนรวมสุทธิที่ผ่านการถ่วงน้ำหนัก (คะแนนรวมสุทธิ/15)			

รูปที่ 4 แบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX

2. แบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ แบ่งตามจำนวนหลักของตัวเลขที่กำหนดเป็นโจทย์ โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 คือโจทย์ที่กำหนดจะเป็นจำนวนตัวเลข 1 หลัก (ดังตารางที่ 1) และ ระดับ 3 คือ โจทย์จะเป็นจำนวนตัวเลข 3 หลัก (ดังตารางที่ 2)

3. แบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX ดังรูปที่ 4

### ระเบียบวิธีที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

โดยการทดลองนี้แบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ 1) ก่อนการทดลอง และ 2) วิธีการดำเนินการทดลอง ดังนี้

ก่อนการทดลอง 1) ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาจากกลุ่มที่เฉพาะเจาะจง โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบอาสาสมัคร 2) ผู้วิจัยนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3) กำหนดตารางกิจกรรม เพื่อดำเนินการทดสอบ

วิธีการดำเนินการทดลอง 1) อธิบายรายละเอียดของกระบวนการทดลอง ระยะเวลาในการทดลอง อุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อลดความวิตกกังวลระหว่างทำการทดลอง 2) ให้ผู้ทดลองทำการฝึกใช้งานแขนกล ABB จาก โปรแกรม Robot Studio ในคอมพิวเตอร์ โดยใช้เมาส์ในการควบคุมโดยบังคับให้มีการเคลื่อนย้ายขึ้นที่กำหนดจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเพื่อใช้ระหว่างการทดสอบ 3) ผู้ทดลองทำการบังคับแขนกลแบบง่าย และบังคับแขนกลแบบยาก และจับเวลาเวลาปฏิบัติการที่ใช้ขณะทำการทดลองจากนั้นบันทึกลงในใบบันทึกผล 4) ผู้ทดลองทำแบบประเมิน NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX) หลังการทดลอง 5) กลับไปทำการทดลองที่ข้อ 4) โดยบังคับแขนกลร่วมกับทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ โดยผู้ทดลอง 1 คน จะทำการทดลองคนละ 6 ครั้ง โดยจับระดับการทดลองมี คือ บังคับแขนกลแบบง่าย บังคับแขนกลแบบยาก บังคับแขนกลแบบง่ายร่วมกับทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 1 บังคับแขนกลแบบง่ายร่วมกับทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 3 บังคับแขนกลแบบยากร่วมกับทำแบบทดสอบ

คณิตศาสตร์ ระดับ 1 และบังคับแขนกลแบบยากร่วมกับทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 3

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดลองออนไลน์ผ่านโปรแกรมซูม (Zoom) โดยการบันทึกข้อมูลในการทดลองบังคับแขนกล โดยไม่ตอบแบบทดสอบคณิตศาสตร์ และการทดลองบังคับแขนกลร่วมกับการตอบแบบทดสอบคณิตศาสตร์

2. จากการเก็บรวบรวมคะแนนความผิดพลาดของการตอบสนอง และเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกลและแบบประเมิน NASA-TLX ให้คะแนนตามระดับความรู้สึก ทั้ง 6 มิติ ภายหลังจากทำการทดลองแต่ละแบบ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความยากของงานในการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน โดยกำหนดให้ข้อมูลประสิทธิภาพของงาน ได้แก่ 1) ค่าความผิดพลาด คือ ค่าร้อยละของความผิดพลาดจากการตอบคำถามแบบทดสอบคณิตศาสตร์ต่อคำถามที่ตอบทั้งหมด และ 2) เวลาปฏิบัติการ คือ เวลาในควบคุมแขนกล (หน่วย: วินาที) อีกทั้งยังกำหนดให้ความยากของงาน คือ การบังคับแขนกลแบบง่ายกับแบบยาก และการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน คือ การที่ผู้ทดลองบังคับแขนกลร่วมกับการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการวิจัยศึกษาความยากของการทดลองทั้ง 2 ระดับด้วยการวิเคราะห์โดยหลักสถิติด้วยการทดสอบค่าที่แบบ Paired sample t-test โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของค่าความวิตกกังวลภาวะทางจิตใจจากแบบประเมิน Nasa-TLX ของกลุ่มทดลองหลังจากบังคับแขนกลตามเงื่อนไขการทดลอง

### ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันต่อประสิทธิภาพในการควบคุมแขนกลหรือบังคับแขนกล โดยแบ่งการวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX)
2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังคับแขนกล

3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการ บังคับแขนกลร่วมกับการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน

### 1. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX)

จากตารางที่ 3 ผลการทำแบบประเมิน ภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX ของกลุ่มตัวอย่างหลัง บังคับแขนกลแบบง่าย (M = 14.12, SD = 3.09), บังคับ แขนกลแบบยาก (M = 16.11, SD = 2.31 ) และ วิเคราะห์ทางสถิติค่า t = 2.92, p < 0.05 ซึ่งสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าความวิตกกังวลภาระทางจิตใจ จาก แบบประเมิน Nasa-TLX หลังบังคับแขนกลแบบง่าย และแบบยาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 จากกราฟในรูปที่ 5 จะแสดงให้เห็นว่า การบังคับแขนกลแบบง่ายมีค่าเฉลี่ยจากแบบประเมิน ภาระงานน้อยกว่าบังคับแบบยาก งานวิจัยนี้ จึง กำหนดให้ความยากของการบังคับแขนกลดังกล่าวเป็น เงื่อนไขของการทดลองต่อไป เพื่อให้ผู้ทดสอบบังคับแขน กลร่วมกับการเงื่อนไขในการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 ผลจากแบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX หลังจากบังคับแขนกลแบบง่ายและบังคับ แขนกลแบบยาก

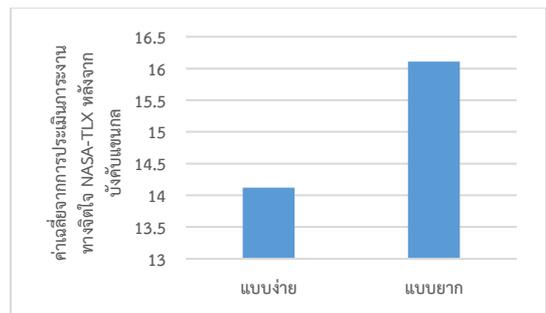
บังคับ แขนกล	n	M	SD	df	t	p
แบบ ง่าย	10	14.12	3.09	9		
แบบ ยาก	10	16.11	2.31	9	2.92	0.02

\*p < 0.05

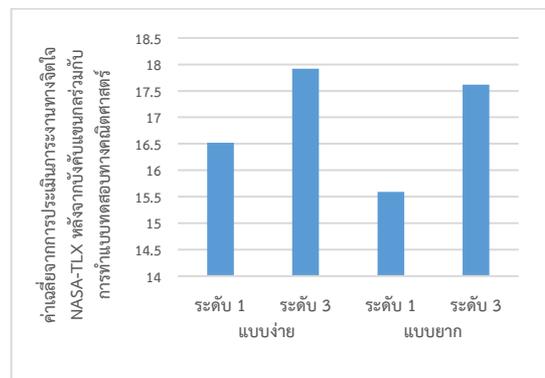
ในการศึกษาความสัมพันธ์ของภาระงานบังคับ แขนกลที่ความยากของงานที่แตกต่างกันและทำงาน หลายอย่างพร้อมกัน ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนน ภาระงานทางจิตใจ จากแบบประเมิน NASA-TLX หรือ ค่าความวิตกกังวลภาระทางจิตใจหลังจากบังคับแขนกล ระหว่างแบบยากกับแบบง่ายร่วมกับแบบทดสอบ คณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3 (ดังตารางที่ 4) แสดง ให้เห็นว่าผลค่าความวิตกกังวลภาระทางจิตใจของนักศึกษา

กลุ่มตัวอย่างหลังทำบังคับแขนกลแบบง่ายร่วมกับ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 (M = 16.52, SD = 1.70) และระดับ 3 (M = 17.92, SD = 1.25) และบังคับแขนกลแบบ ยากร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ระดับ 1 (M = 15.59, SD = 1.76) และระดับ 3 (M = 17.62, SD = 1.43)

ซึ่งค่าความวิตกกังวลภาระทางจิตใจมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นทั้ง 10 คน (ดังรูปที่ 6) และได้ค่า t = 2.63, p < 0.05 และ t = 3.15, p < 0.05 ตามลำดับ แสดง ให้เห็นว่าข้อกำหนดเงื่อนไขการทดสอบมีความแตกต่าง การอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถใช้ความยากและระดับ แบบทดสอบเป็นพารามิเตอร์ในศึกษาวิจัย โดยผลในการ กำหนดความยากและพารามิเตอร์การทำงานหลาย พร้อมกันเป็นไปตามหลักการความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้ภาระงานกับแบบประเมินภาระงาน NASA-TLX



รูปที่ 5 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยจากการประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX หลังจากบังคับแขน กลแบบง่ายและแบบยาก



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยจากการแบบประเมินภาระงานทาง จิตใจ NASA-TLX หลังจากทำบังคับแขนกล แบบยากกับแบบง่ายร่วมกับแบบทดสอบ คณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX หลังบังคับแขนกลแบบง่ายกับแบบยาก ร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3

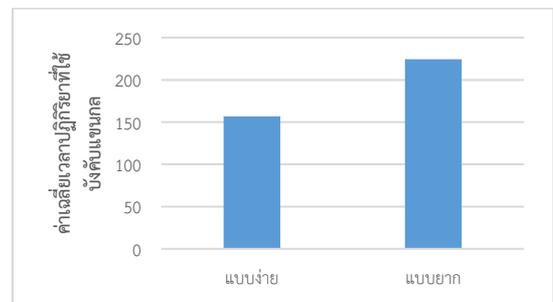
การบังคับ แขนกล	แบบทดสอบ คณิตศาสตร์	n	M	SD	df	t	p
แบบง่าย	ระดับ 1	10	16.52	1.70	9	2.63	0.027
	ระดับ 3	10	17.92	1.25			
แบบยาก	ระดับ 1	10	15.59	1.76	9	3.15	0.012
	ระดับ 3	10	17.62	1.43			

\*p < 0.05

**2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบังคับแขนกล**

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานกับประสิทธิภาพ (Performance) ในการบังคับแขนกล จากข้อมูลเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกล จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกล แบบง่าย และแบบยาก ได้ค่า  $t = 5.72, p < 0.05$  และสรุปได้ว่าแบบการบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากการนำข้อมูลสร้างกราฟจะเห็นว่า บังคับแขนกลแบบง่ายใช้เวลา น้อยกว่าบังคับแขนกลแบบยาก (ดังรูปที่ 7) โดยแสดง

ให้เห็นว่าความยากของงานที่ศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาที่ใช้ในการบังคับแขนกล



**รูปที่ 7** กราฟแท่งความสัมพันธ์ระหว่างความยากของงานกับค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกล

**ตารางที่ 5** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกล

การบังคับแขนกล	ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการที่ใช้บังคับแขนกล					
	n	M	SD	df	t	p
แบบง่าย	10	156.7	69.5	9	5.72	0.00
แบบยาก	10	224.4	80.4	9		

\*p < 0.05

**ตารางที่ 6** ผลการวิเคราะห์คะแนนความผิดพลาดของการควบคุมแขนกล ABB และแบบทดสอบคณิตศาสตร์

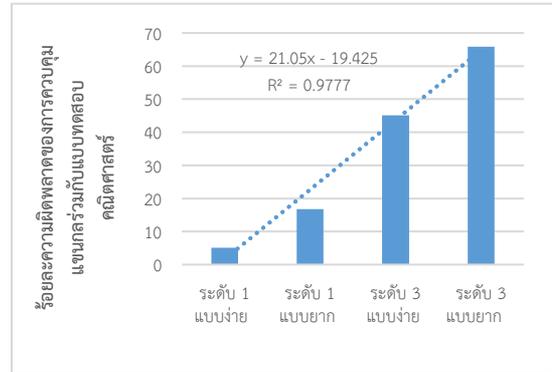
การบังคับ แขนกล	แบบทดสอบ คณิตศาสตร์	ร้อยละความผิดพลาดของการควบคุมแขนกล ร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์					
		n	M	SD	df	t	p
ง่าย	ระดับ 1	10	5.12	4.25	9	4.38	0.002
	ระดับ 3	10	45.13	30.29			
ยาก	ระดับ 1	10	16.73	23.33	9	4.81	0.001
	ระดับ 3	10	65.82	16.01			

\*p < 0.05

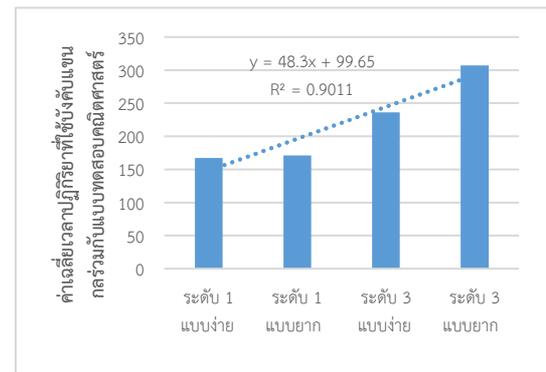
### 3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบังคับแขนกล ร่วมกับการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน

ศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน (Multitasking) ต่อประสิทธิภาพ (Performance) ในบังคับแขนกล (Robot arm) จากตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของร้อยละความผิดพลาดในการบังคับแขนกลแบบง่าย ร่วมกับการทดสอบทางคณิตศาสตร์ระดับ 1 ( $M = 5.12$ ,  $SD = 4.25$ ) และระดับ 3 ( $M = 45.13$ ,  $SD = 30.29$ ) ผลวิเคราะห์พบว่า ร้อยละความผิดพลาดในการบังคับแขนกลร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3 ของกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่า  $t = 4.38$ ,  $p < 0.05$  สรุปได้ว่า ร้อยละความผิดพลาดของการบังคับแขนกลร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 น้อยกว่า ร้อยละความผิดพลาดของบังคับแขนกลร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างร้อยละความผิดพลาดของการบังคับแขนกลแบบยาก ร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 ( $M = 16.73$ ,  $SD = 23.33$ ) และระดับ 3 ( $M = 65.82$ ,  $SD = 16.01$ ) ได้ค่า  $t = 4.81$ ,  $p < 0.05$  ซึ่งสรุปได้ว่าร้อยละความผิดพลาดของการบังคับแขนกลร่วมกันแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 น้อยกว่า ร้อยละความผิดพลาดของการบังคับแขนกลร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากรูปแบบการแขนกลทั้ง 2 แบบ และจากตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้บังคับแขนกลแบบง่ายร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 ( $M = 167.5$ ,  $SD = 76.7$ ) และแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 3 ( $M = 236.0$ ,  $SD = 61.6$ ) ได้ค่า  $t = 3.72$ ,  $p < 0.05$  สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้บังคับแขนกลแบบง่ายร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 น้อยกว่าระดับ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้บังคับแขนกลแบบยากร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 ( $M = 171.2$ ,  $SD = 52.7$ ) และระดับ 3 ( $M = 306.9$ ,  $SD = 79.6$ ) ได้ค่า  $t = 3.88$ ,  $p < 0.05$  และสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้

บังคับแขนกลแบบยากร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 น้อยกว่าระดับ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



รูปที่ 8 กราฟแสดงร้อยละความผิดพลาดของบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยากร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้บังคับแขนกลร่วมกับการทำแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันต่อประสิทธิภาพในบังคับแขนกล ได้ผลสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เมื่อความยากเพิ่มขึ้นพร้อมกับการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน จากผลการศึกษาพบว่า ความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับร้อยละความผิดพลาด (ดังรูปที่ 8) และความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการใช้บังคับแขนกล (ดังรูปที่ 9)

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาที่ใช้ขณะทำการควบคุมแขนกลและแบบทดสอบคณิตศาสตร์

การบังคับ แขนกล ABB	แบบทดสอบ คณิตศาสตร์	ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาที่ใช้บังคับแขนกลร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์					
		n	M	SD	df	t	p
ง่าย	ระดับ 1	10	167.5	76.7	9	3.72	0.005
	ระดับ 3	10	236.0	61.6			
ยาก	ระดับ 1	10	171.2	52.7	9	3.88	0.004
	ระดับ 3	10	306.9	79.6			

\*p < 0.05

### สรุปผล

ในศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน (Multitasking) ต่อประสิทธิภาพ (Performance) ในการบังคับแขนกล (Robot arm) ผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างมีภาระงานทางจิตใจ NASA TASK LOAD INDEX (NASA-TLX) ขณะบังคับแขนกลแบบง่ายน้อยกว่าบังคับแขนกลระดับยากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า เมื่องานมีความยากเพิ่มขึ้นทำให้เกิดภาระงานทางจิตใจเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX หลังบังคับแขนกลแบบง่าย และแบบยากร่วมกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3 มีคะแนนประเมินภาระงานทางจิตใจ NASA-TLX เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาที่ใช้บังคับแขนกลแบบง่ายน้อยกว่าบังคับแขนกลแบบยากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า เมื่อการทำงานมีความยากที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์การบังคับแขนกลร่วมกับการทดสอบคณิตศาสตร์ จากการทดลองพบว่า ร้อยละความผิดพลาดของการบังคับแขนกลแบบง่ายและแบบยากร่วมกับการทดสอบคณิตศาสตร์ระดับ 1 และระดับ 3 มีผลร้อยละความผิดพลาดเพิ่มขึ้น และพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาที่ใช้บังคับแขนกลและแบบทดสอบคณิตศาสตร์ของการบังคับแขนกลแบบง่าย และแบบยากร่วมกับการทดสอบคณิตศาสตร์

ระดับ 1 และระดับ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสรุปการศึกษาความสัมพันธ์ของความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันต่อประสิทธิภาพในการบังคับแขนกลได้ว่า ความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีผลต่อประสิทธิภาพในการบังคับแขนกล [15] โดยที่ความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับร้อยละความผิดพลาด และความยากของงานและการทำงานหลายอย่างพร้อมกันมีความสัมพันธ์ทางเชิงบวกกับค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาที่ใช้บังคับแขนกล

### กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก กองทุนสนับสนุนการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

### เอกสารอ้างอิง

1. Intranon K. Ergonomics. Bangkok: Chulalongkom University Press; 2005.
2. Sherman MT, Seth AK. Effects of expected task difficulty on metacognitive confidence and multitasking. PsyArXiv. 2021. Availability from: <https://doi.org/10.31234/osf.io/3gfp2>
3. Suwanwatin P. Perceived workload and burnout in flight attendants. where communication within the organization and work stress were the

- guiding variables. [master's thesis]. Pathum Thani: Thammasat University; 2016.
4. Hart SG. NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. In: Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage publications, 2006. p. 904-8.
  5. Fallahi M, Motamedzade M, Heidarimoghadam R, Soltanian AR, Miyake S. Effects of mental workload on physiological and subjective responses during traffic density monitoring: A field study. *Appl Ergon.* 2016;52:95-103.
  6. Gloria Y, Lyubov Z, Hooper V. Assessment of workload using NASA Task Load Index in perianesthesia nursing. *J Perianesth Nurs.* 2008;23(2):102-10.
  7. Sugarindra M, Suryoputro MR, Permana AI. Mental workload measurement in operator control room using NASA-TLX. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* IOP Publishing. 2017;277(1):1-6.
  8. Ramkumar A, Stappers PJ, Niessen WJ, Adebahr S, Schimek-Jasch T, Nestle U, et al. Using GOMS and NASA-TLX to Evaluate Human-Computer Interaction Process in Interactive Segmentation. *Int J Hum-Comput Int.* 2017;33(2):123-34.
  9. Li W, Li R, Xie X, Chang Y. Evaluating mental workload during multitasking in simulated flight. *Brain Behav.* 2022;12(4):e2489.
  10. Liu L, Schoen AJ, Henrichs C, Li J, Mutlu B, Zhang Y, et al. Human Robot Collaboration for Enhancing Work Activities. *Human Factors* [Internet]. 2022. Availability From: doi.org/10.1177/00187208221077722
  11. Schnedler W. Task Difficulty, Performance Measure Characteristics, and the Trade-Off between Insurance and Well-Allocated Effort. (May 2006). IZA Discussion Paper No. 2124.
  12. Memar AH, Esfahani ET. Objective assessment of human workload in physical human-robot cooperation using brain monitoring. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI).* 2019;9(2):1-21.
  13. Wallén J. The History of the Industrial Robot. Linköping. [Internet]. LiTH-SY-R. 2008. Availability from: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-56167>
  14. ABB Robotics Global Media Relations. ABB robots accelerate COVID-19 vaccine development in Thailand [Internet]. 2020. [cited 2021 Aug 23]; Availability from : <https://new.abb.com/news/detail/72021/abb-robots-accelerate-covid-19-vaccine-development-in-thailand>.
  15. Adler RF, Benbunan-Fich R. The effects of task difficulty and multitasking on performance. *Interact Comput.* 2015;27(4):430-9.