

การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาบอลเลย์บอล

A Study on the Design and Construction of Response Ability Measurement Device for Volleyball Athletes

จรูญรัตน์ ปริญญาคุปต์* จรูญโรจน์ เพิ่มทรัพย์ และ ณัฐกานจน์ แก้วเชื้อ

Jaroonrut Prinyakupt* Jaroonroat Peamsub and Nattakan Kaewchua

คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

Biomedical Engineering Faculty, Rangsit University

*Corresponding author, E mail: jaroonrut.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา โดยออกแบบในกรณีศึกษาที่กีฬาบอลเลย์บอล การทำงานของเครื่องมือเริ่มจากจับเวลา 30 วินาที และในช่วง 30 วินาทีนั้นจะเกิดการติดดับของหลอดไฟที่ตำแหน่งต่าง ๆ จำนวน 9 จุด โดยตำแหน่งของหลอดไฟที่ติดหรือดับ เป็นลักษณะของการสุ่มค่า โดยมีการกระจายการติดของหลอดไฟที่แต่ละตำแหน่งเท่าๆกัน ทำการนับคะแนนเมื่อผู้ทดสอบกดได้ถูกต้องภายในเวลาที่ไฟติด ซึ่งกำหนดค่า 1 วินาที เครื่องมือที่ออกแบบประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน คือ 1) โครงสร้างและหลอดไฟปุ่มกด จำนวน 9 ชุด 2) ส่วนควบคุมการทำงานประกอบด้วยสวิทช์ วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์และดีมัลติเพล็กซ์เซอร์ 3) ส่วนประมวลผล ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และ 4) ส่วนการแสดงผลประกอบด้วยจอแสดงผล OLED และหลอดไฟ LED แสดงสถานะ ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาบอลเลย์บอลในเรื่องการจับเวลา การสร้างตัวเลขสุ่มและการกระจายของข้อมูล การติดดับของไฟ การรับค่าของสวิทช์ และการแสดงผล ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าเครื่องมีความคลาดเคลื่อนทางเวลาเฉลี่ย 1.25 วินาที เครื่องสามารถสร้างชุดข้อมูลเลขสุ่มที่มีการกระจายของข้อมูลสม่ำเสมอ การติดดับของไฟ การรับค่าของสวิทช์ และการแสดงผลมีความถูกต้อง

คำสำคัญ: ความสามารถในการตอบสนอง, เครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาบอลเลย์บอล

Abstract

This research aims to design and construct a response ability measurement device for volleyball athletes . The operation of the device starts with a 30-second timer. During these 30 seconds, the light will be ON-Off at 9 difference positions depending on the generated random values. The distribution of the generated random values from 1 to 9 is equal. When the volunteer presses a correct switch within 1 second, the score will be counted. The device composes 4 main parts which are 1) the designed structure consisting of the iron structure and 9 red LED arcade buttons, 2) the control unit using multiplexer and demultiplexer to control on-off LED and get data from selected

switch inside the arcade buttons, 3) the processing unit based on Arduino UNO R3, and 4) the displays composing OLED and working status LED. We tested the function of the designed device in a timer function, random number generation and distribution, LEDs function, switches function, and display. The results of the test in laboratory showed that the designed machine had a time error with an average equal to 1.25 seconds. However, the generated random number series had a uniform distribution of data, and the switches and LEDs worked fine and the displays had accurately worked.

Keywords: response ability, response ability measurement device for volleyball athletes

1. บทนำ

ความสามารถของร่างกายในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็ว คือ เวลาที่ใช้ในการตอบสนองทันทีที่มีสิ่งกระตุ้นจนทำงานเสร็จ การตรวจหาความสามารถในการตอบสนองเป็นการวัดหรือการประเมินสมรรถภาพร่างกายของบุคคล ซึ่งวิธีการตรวจวัดความสามารถในการตอบสนองนั้น โดยทั่วไป มี 3 แบบ คือ แบบใช้แสง เสียง และการสัมผัส โดยแต่ละแบบจะคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้ที่เข้ารับการประเมิน เช่น อายุ สภาพร่างกาย และอาชีพ เป็นต้น (Ali, 2011; Balasubramaniam, Sivapalan, Nishanthi, Kinthusu, & Dilani, 2015; Darbutas, Juodzbalienė, Skurvydas, & Krisciunas, 2013)

ในด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาได้ให้ความสำคัญต่อการวัดความสามารถในการตอบสนอง เพราะสามารถช่วยในการประเมินประสิทธิภาพและความไวในการตอบสนองของนักกีฬาในการเล่นกีฬาแต่ละครั้งได้ ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเวลาการตอบสนอง คือ ฉวีวุฒิ ไวโรจานันต์ และ ชานูชัย ชันติศิริ (Vairojananan. N., 2016) ได้ออกแบบและทดสอบเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อใช้ในกีฬาเบดมินตัน โดยได้ศึกษาความเที่ยงตรงเฉพาะหน้าที่ของเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมายเพื่อใช้ในกีฬาเบดมินตันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน และหาความเชื่อถือได้โดยการทดสอบซ้ำภายใน 1 สัปดาห์ โดยใช้ผู้ทดสอบ (Tester) 2 คนวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product moment Correlation Coefficient) ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อใช้ในกีฬาเบดมินตันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

ปี 2010 นักศึกษา มหาวิทยาลัยวิสคอนซินแมดิสัน (Clayton L., 2010) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง Reaction Time Measurement Device เพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับเด็ก โดยออกแบบการทดสอบ 4 การทดสอบ คือ การออกแบบด้วยเลเซอร์ (The Laser Design) การออกแบบด้วยไม้บรรทัด (Ruler Design) การออกแบบรถพยาบาล (Ambulance Design) และการออกแบบด้วยเทคนิค Rube Goldberg และพบว่าวิธีการออกแบบด้วยเทคนิค Rube Goldberg เป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากผู้เล่นสามารถมีส่วนร่วมในการออกแบบด้วย

Mathew W.G. C. Shawn Green และ Daphne Bavelier จากมหาวิทยาลัยโรเชสเตอร์ (Dye, Green, & Bavelier, 2009) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การเพิ่มความเร็วในการประมวลผลด้วยวิธีไอเกมส์ เนื่องจากในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

ความเร็วเป็นเรื่องที่สำคัญ การตัดสินใจอย่างรวดเร็วมักพบความผิดพลาดมากขึ้น โดยมีหลักฐานว่าการเล่นวิดีโอเกมจะช่วยให้ความถูกต้องไม่ลดลง ด้วยเหตุนี้การเพิ่มขึ้นของความเร็วในการสังเกตต่างๆ จึงใช้การเล่นวิดีโอเกมในการฝึกประสิทธิภาพเพื่อกระตุ้นการเร่งของความเร็ว การเพิ่มความเร็วในการประมวลผลด้วยการเล่นวิดีโอเกม การทดสอบความเร็วด้วยวิดีโอเกมสามารถช่วยให้ผู้ทดสอบฝึกการเคลื่อนไหวและเป็นการทดสอบที่ดี และยังไม่ทำให้ความถูกต้องในการปฏิบัติแต่ละครั้งลดลงด้วย

เนื่องจากที่ผ่านมาได้มีการวิจัยออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดความไวในการตอบสนองของนักกีฬา ในหลายกรณีซึ่งส่วนใหญ่จะให้ความสนใจในการประเมินการใช้งานเครื่องมือที่ออกแบบขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำเสนอแนวคิดการออกแบบในเชิงวิศวกรรม เพื่อเป็นเครื่องมือหาความสามารถในการตอบสนองผ่านการมองเห็นในนักกีฬา โดยศึกษาข้อมูลจากกฎ กติกาของกีฬาวอลเลย์บอล (อมรพงศ์ สุธรรมรักษ์, 2546) ผู้เล่นวอลเลย์บอลจะมีการสลับตำแหน่งกัน ดังนั้นผู้เล่นทุกคนจึงต้องมีความสามารถที่จะเล่นได้ในทุกตำแหน่งรวมทั้งต้องมีการตอบสนองที่รวดเร็ว โดยจุดที่ผู้วิจัยให้ความสนใจจะเป็นลักษณะของเมตริก 3*3 ในแนวคิง โดย ผู้เล่นกองหน้าจะให้ความสนใจแถวกลางด้านซ้าย-ขวาและแถวบนทั้งสามจุด ส่วนผู้เล่นกองหลังจะให้ความสนใจแถวกลางด้านซ้าย-ขวาและแถวล่างทั้งสามจุด ส่วนจุดตรงกลางจะเป็นการตอบสนองที่เกิดขึ้นหากลูกติดตาข่าย ดังรูปที่ 1 และสนใจวัดการตอบสนองในเวลาที่กำหนด 30 วินาที



รูปที่ 1 แสดงท่าทางการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอลในรูปแบบต่างๆ
(ที่มา : <https://parnitimron.wordpress.com>)(กติกาของวอลเลย์บอล; กติกาของวอลเลย์บอลโดยรวม)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานประกอบด้วยส่วนโครงสร้างและวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1	ท่อเหล็กดำแป๊ปเกลียว	12	ท่อ
2	ยูเนียน ข้องอ 90 และข้อต่อสามทาง	9	ตัว
3	ฐานขาตั้ง	2	ตัว
4	คอมพิวเตอร์	1	เครื่อง
5	บอร์ด Arduino	1	บอร์ด
6	อุปกรณ์ Electronic		
	-74HC4067	1	ตัว
	-74HC154	1	ตัว
	-จอ OLED	2	จอ
	-สายไฟ		
	- ปุ่มเกมส์ (LED/Switch) สีแดง	9	ตัว
	-สวิทช์กดติดปลั๊กดัด	3	ตัว
	-สาย LAN และ ขั้วต่อ RJ45	9/21	เส้น/ตัว
7	กล่องใส่อุปกรณ์ Electronic	1	กล่อง
8	กล่องอนุกรมประสงค์	9	กล่อง

3.2 วิธีการทำวิจัย

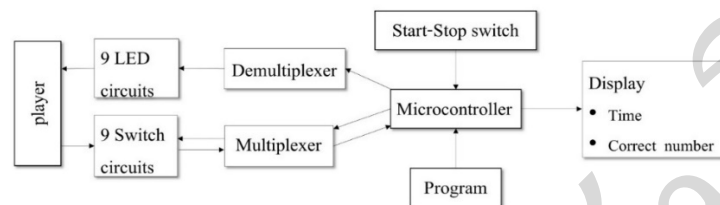
ในการทำงานวิจัยเรื่องการออกแบบและเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา วอลเลย์บอล ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทำงานของระบบ การออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา วอลเลย์บอล บล็อกไดอะแกรมภาพรวมของระบบ ควบคุมการติดดับของไฟและการแสดงผล และการออกแบบโปรแกรม

3.2.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของระบบโดยระบบประกอบด้วยส่วนที่เป็นโครงสร้าง ส่วนวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการติดดับของปุ่มไฟ และการเขียนโปรแกรมควบคุมการสร้างเลขสุ่ม การควบคุมการติดดับของปุ่มไฟและการแสดงผลผ่านจอแสดงผล

การกำหนดการติดดับของปุ่มไฟสีแดง จำนวน 9 จุด เลือกใช้ไฟสีแดงเนื่องจากคุณสมบัติของสีแดงเป็นการกระตุ้นให้ตื่นตัว ดึงดูดความสนใจมากกว่าสีอื่น ๆ และแสงสีแดงเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นมากที่สุดทำให้เห็นได้ไกล การจัดวางของปุ่มไฟจะจัดเรียงแบบตาราง 3 แถว 3 หลัก ในแนวตั้ง การติดของไฟเป็นลักษณะการสุ่ม โดยให้มีการ

กระจายการติดของไฟทั้ง 9 จุด แบบกระจายอย่างสม่ำเสมอ กำหนดการติดดับของไฟทั้ง 9 จุด ที่เวลา 30 วินาที ไฟจะติดแต่ละครั้งนาน 1 วินาที โดยออกแบบการทำงานของระบบควบคุมการติดของไฟดังรูปที่ 1

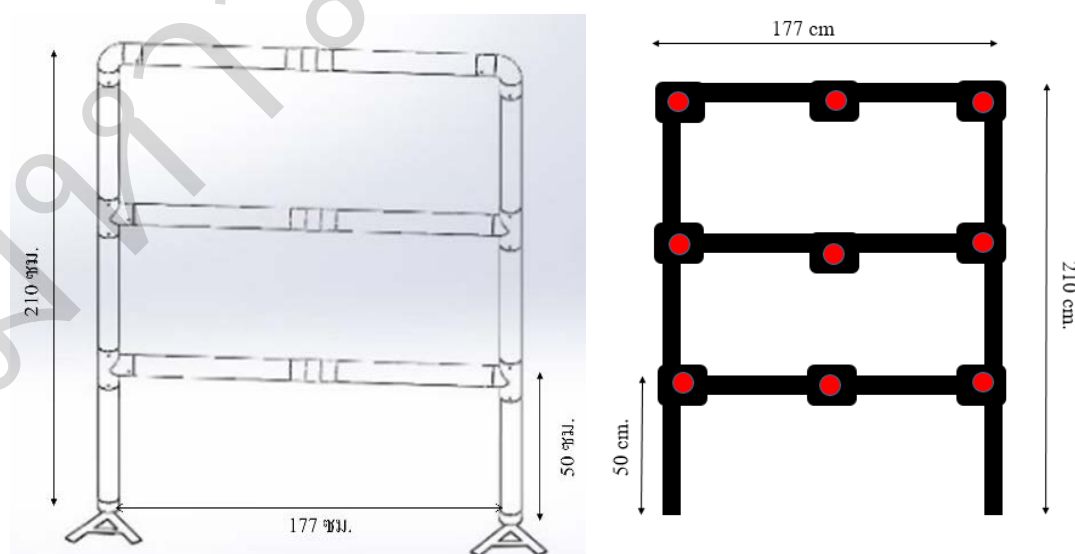


รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการติดของไฟ

จากรูปที่ 2 เมื่อเริ่มเปิดระบบจะสร้างตัวเลขสุ่ม 5 ชุดที่มีการกระจายของข้อมูลสม่ำเสมอตั้งแต่ 1-9 แปลงตัวเลข 45 ตัวนี้เป็นเลขฐาน 2 จำนวน 4 บิต เก็บในตัวแปรอาร์เรย์ เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม Start ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะนำตัวเลขสุ่มฐาน 2 ทั้ง 4 บิต และส่งไปให้มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer) และดีมัลติเพล็กซ์เซอร์ (Demultiplexer) (Taub, 1982) ตามลำดับเพื่อควบคุมตำแหน่งการติดดับของไฟด้วยดีมัลติเพล็กซ์เซอร์ โดยเลือกใช้ไอซีเบอร์ 74HC154 ("4-Line to 16-Line Decoders/Demultiplexers,") และการรอร์ับค่าจากสวิตช์ หากสวิตช์ถูกกดที่ตำแหน่งถูกต้อง มัลติเพล็กซ์เซอร์ ซึ่งเลือกใช้ 74HC4067 ("74HC4067; 74HCT4067 16-channel analog multiplexer/demultiplexer,") จะส่งค่าไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนับตามจำนวนที่กดถูก เมื่อเวลาครบ 30 วินาที ไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดทำการส่งค่าจอแสดงผลเวลา และจำนวนครั้งที่กดถูกต้อง

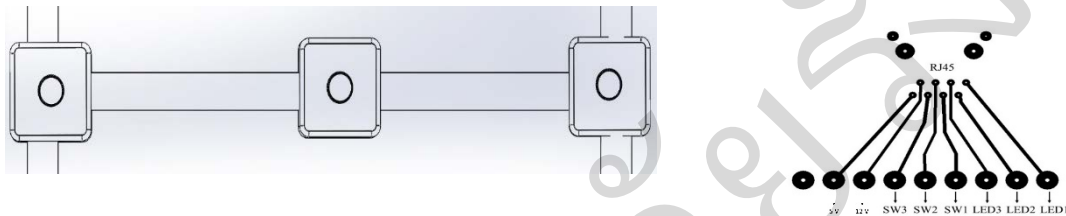
3.2.2 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาบอล

เนื่องจากเครื่องที่ออกแบบเป็นเครื่องมือสำหรับการทดสอบในนักกีฬา จึงออกแบบโดยกำหนดความสูงเฉลี่ยของนักกีฬาบอลเฉลี่ยบอล (170 cm.) ในที่นี้ได้วัดจากนักกีฬาบอลหญิงของมหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน ระยะเวลา ระยะกางแขน (177 cm.) ระยะยึดแขนเหนือศีรษะ (40 cm.) และลูกบอลเฉลี่ยบอลจะอยู่สูงจากพื้นดินอย่างน้อย (50 cm.)



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างและจุดต่อไฟ

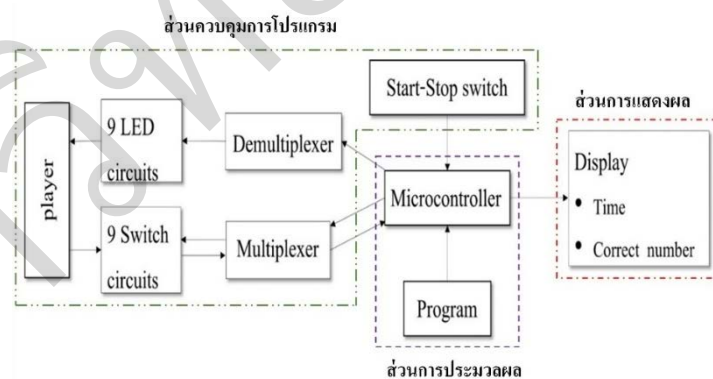
ผู้จัดทำเลือกใช้เหล็กเป็นวัสดุสำหรับ โครงสร้างเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา วอลเลย์บอล โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เหล็ก ขนาด ๓/๔ นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 26.1 มม. แสดงดังรูปที่ 4 และ จะนำไฟสวิทช์ปุ่มกด ทั้ง 9 จุด ติดลงบนโครงสร้าง โดยตำแหน่งที่ติดไฟแสดงในรูปที่ 3 แต่ละจุดไฟสวิทช์ปุ่มกดจะ เชื่อมถึงกันด้วยสาย LAN ในแต่ละแถว โดยภายในกล่องจะมีพอร์ต RJ45 สำหรับการเชื่อมต่อสาย LAN ดังรูปที่ 5 เนื่องจากการออกแบบการควบคุมการติดดับของ LED และการรับค่าของสวิทช์ ผู้จัดทำได้ทำการลดจำนวนสายไฟ โดยในที่นี้ใช้สาย LAN ในการเชื่อมต่อ มีการควบคุมการทำงานผ่านแต่ละแถวดังรูปที่ 4 ดังนั้น สายที่ออกจากแต่ละ แถวจะเป็นสายที่ถูกนำไปควบคุมและรับค่าผ่านระบบประมวลผล ต่อไป



รูปที่ 4 รูปแบบการเชื่อมต่อ LED และสวิทช์ และพอร์ต RJ-45 สำหรับ สาย LAN

3.2.3 บล็อกไดอะแกรมภาพรวมของระบบควบคุมการติดดับของไฟและการแสดงผล

โครงสร้างของระบบมีส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่ 5 ประกอบด้วย ส่วนการประมวลผล ส่วนควบคุมการ โปรแกรม และส่วนการแสดงผล



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมการติดดับของไฟและการแสดงผล

3.2.3.1 ส่วนการประมวลผล

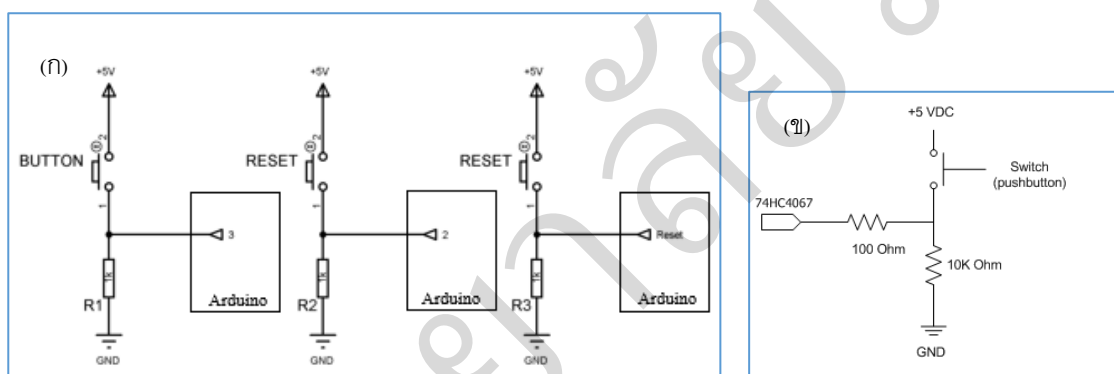
การออกแบบเขียนโปรแกรมโดยใช้ Arduino UNO R3 ในการควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งมีตัวแปลง สัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 10 บิต อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ โปรแกรม Arduino โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวรับสัญญาณจากสวิทช์ ซึ่งเป็นตัวเปิดการทำงานของเครื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าสัญญาณ 4 บิต ส่งต่อไปยังขา A-D ของวงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์และขา S0-S3 ของวงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์ เพื่อเปิดการทำงานของหลอดไฟ LED และสวิทช์ ในขณะที่เดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเปิด

การทำงานของเวลา และเมื่อมีการกดสวิตช์ที่ตำแหน่งไฟติด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรับค่าสัญญาณลอจิกสูง หรือ High มาประมวลผลและส่งสัญญาณคำสั่งไปที่ส่วนการแสดงผล

3.2.3.2 ส่วนควบคุมการโปรแกรม

ส่วนควบคุมการโปรแกรมมีองค์ประกอบดังนี้

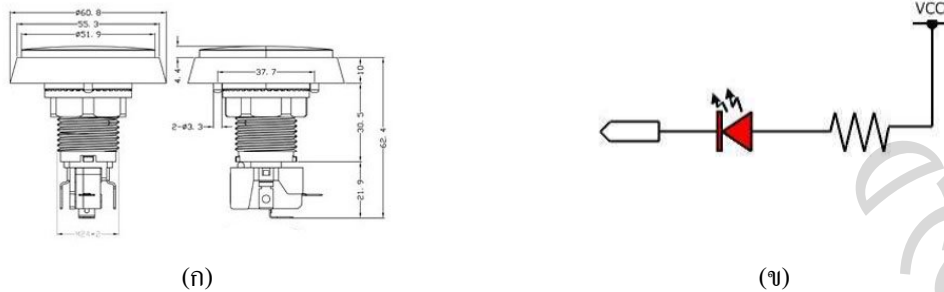
1) สวิตช์กดคิด-ปล่อยดับ แบบ 2 ขา จำนวน 3 ตัว ทำหน้าที่รีเซ็ตเครื่องให้อยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน และเปิดการทำงานของระบบ โดยต่อสวิตช์แบบ Active High ในการต่อแบบนี้ ในสถานะที่หน้าสัมผัสของสวิตช์ไม่ได้เชื่อมกัน หรือสวิตช์ไม่ได้ถูกกดไว้ ทางฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับสถานะเป็น Low หรือเป็น ลอจิก 0 แต่เมื่อสวิตช์ถูกกระตุ้น หรือหน้าของสวิตช์เชื่อมต่อกัน จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล และเกิดแรงดันที่ขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสถานะเป็น High หรือเป็น ลอจิก 1 ดังรูปที่ 6 (ก)



รูปที่ 6 (ก) แสดงวงจรการต่อ สวิตช์กดคิด-ปล่อยดับ (ข)แสดงวงจรการต่อ สวิตช์กดคิด-ปล่อยดับ แบบ 2 ขา จำนวน 9 ตัว

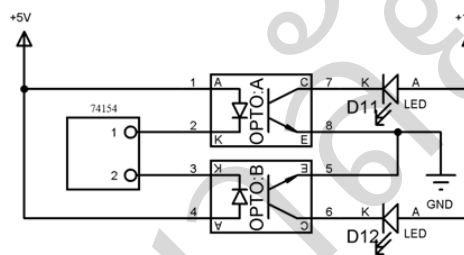
2) สวิตช์กดคิด-ปล่อยดับ แบบ 2 ขา จำนวน 9 ตัว ทำหน้าที่ส่งค่าสัญญาณข้อมูล ที่ถูกกดปุ่มจากผู้ทดสอบให้ยังวงจรมัลติเพล็กซ์โดยต่อสวิตช์แบบ Active High ในการต่อแบบนี้ ในสถานะที่หน้าสัมผัสของสวิตช์ไม่ได้เชื่อมกัน หรือสวิตช์ไม่ได้ถูกกดไว้ ทางฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับสถานะเป็น Low หรือเป็น ลอจิก 0 แต่เมื่อสวิตช์ถูกกระตุ้น หรือหน้าของสวิตช์เชื่อมต่อกัน จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล และเกิดแรงดันที่ขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสถานะเป็น High หรือเป็น ลอจิก 1 ดังรูปที่ 6 (ข)

3) หลอดไฟ LED จำนวน 9 ตัว ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณข้อมูลจากวงจรมัลติเพล็กซ์โดยต่อหลอดไฟ LED แบบ Active High ไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับสถานะเป็น Low หรือเป็น ลอจิก 0 แต่เมื่อหลอดไฟ LED ถูกกระตุ้น หรือทำการป้อน ลอจิก 1 ให้หลอดไฟ LED จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล และเกิดแรงดันที่ขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสถานะเป็น High หรือเป็น ลอจิก 1 ดังรูปที่ 7(ข) และ เนื่องจากเครื่องเป็นเครื่องที่ใช้กับนักกีฬา ต้องการความทนทานในการรับแรงจึงประยุกต์ใช้ปุ่มเกมส์ที่มีหลอดไฟ LED และสวิตช์รวมอยู่ที่จุดเดียวกัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มม. สีแดง ดังรูปที่ 7 (ก)



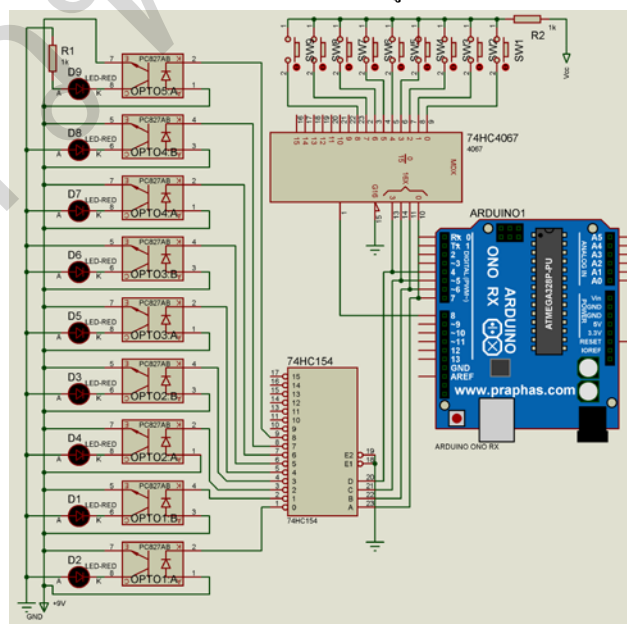
รูปที่ 7 (ก) ปุ่มเกมส์ที่มีหลอดไฟ LED และสวิตช์ ("Large Arcade Button with LED - 60mm Red,") (ข) วงจรการต่อหลอดไฟ LED

แต่หลอดไฟ LED ที่อยู่ในปุ่มเกมส์สามารถทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 12V ได้ ซึ่งจะทำให้ความสว่างมากขึ้น จึงมีการออกแบบวงจร Optotransistor มาใช้ร่วมกัน โดยมีการต่อวงจรดัง รูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงวงจร Optotransistor

ในการควบคุมการติดดับของหลอดไฟ LED และการรับค่าจากสวิตช์จะใช้ มัลติเพล็กซ์เซอร์ และดีมัลติเพล็กซ์เซอร์ สามารถเขียนวงจรรวมของระบบที่ได้ออกแบบ มีลักษณะดังรูปที่ 9

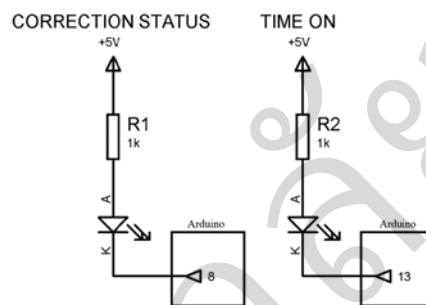


รูปที่ 9 แสดงวงจรรวมของส่วนที่ควบคุมการติดดับของไฟและสวิตช์ทั้ง 9 จุด

3.2.3.3 ส่วนการแสดงผล

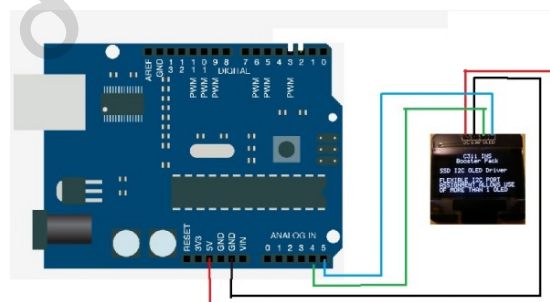
ส่วนการแสดงผลมีองค์ประกอบดังนี้

1) หลอดไฟ LED แบบ 2 ขา จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเชื่อมต่อกับวงจร เพื่อแสดงสถานะการกดสวิทช์ถูกต้อง และ หลอดไฟ LED อีกตัวจะแสดงสถานะเครื่องพร้อมใช้งาน โดยต่อหลอดไฟ LED แบบ Active High ไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับสภาวะเป็น Low หรือเป็น ลอจิก 0 แต่เมื่อหลอดไฟ LED ถูกกระตุ้น หรือทำการป้อน ลอจิก 1 ให้หลอดไฟ LED จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล และเกิดแรงดันที่ขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสภาวะเป็น High หรือเป็น ลอจิก 1 วงจรการต่อหลอดไฟ LED ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงวงจรการต่อไฟ LED

2) จอแสดงผล OLED จำนวน 2 จอ ทำหน้าที่แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข และตัวอักษร คือ เวลา และคะแนน ที่ทำได้ถูกต้อง ซึ่งจะรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากที่เปิดเครื่อง และเริ่มการทำงานของระบบ แต่เนื่องจากจำนวนขา Input ของ Arduino มีจำกัด จึงเลือกใช้ OLED I2C (ada, 2012) ซึ่งมีขา 4 ขา คือ V_{CC} , GND, SCK, SDL มีการต่อวงจรดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การเชื่อมต่อ Arduino กับจอแสดงผล OLED

3.2.4 การออกแบบโปรแกรม

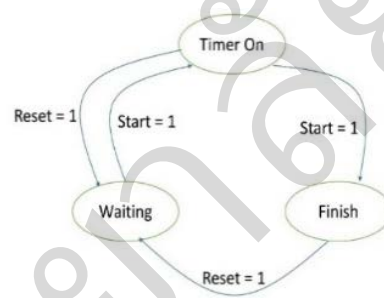
เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง เครื่องจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปร กำหนดการทำงานของจอแสดงผล OLED แต่ ละตัว หลังจากนั้นจะเริ่มการทำงาน (โดยเริ่มจากโหมด Waiting) การทำงานของระบบ จะมี 3 โหมด คือ โหมด

Waiting โหมด Timer On และ โหมด Finish โดยการเปลี่ยนโหมด จะเกิดขึ้นเมื่อ ปุ่ม Start และปุ่ม Reset ถูกกด แสดงดังรูปที่ 12 แต่ละโหมดมีลักษณะการทำงาน ดังนี้

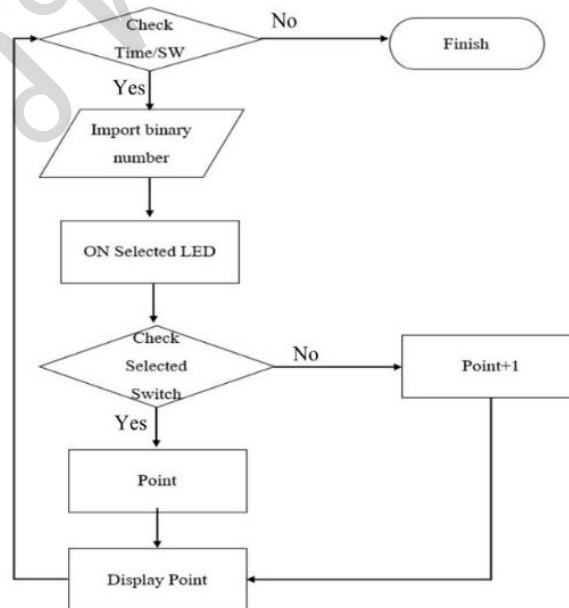
1. โหมด Waiting จะทำการสร้างตัวเลขสุ่มขึ้น พร้อมแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง 4 บิต เก็บข้อมูลในรูป array เพื่อควบคุมการติดดับของตำแหน่งปุ่มเกมส์ และการรับค่าการกดของสวิตซ์ กำหนดเวลาการติดของหลอดไฟ LED หากกดปุ่ม Start (Start = 1) จะเข้าสู่โหมด Timer On

2. โหมด Timer On จะมีการทำงาน 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของการจับเวลา และ 2. ส่วนของการควบคุมการติดดับของไฟ และนับจำนวนครั้งที่กดถูกต้องในเวลาที่กำหนด หากกดปุ่ม Start (Start = 1) จะเข้าสู่โหมด Finish, หากกดปุ่ม Reset (Reset = 1) จะเข้าสู่โหมด Waiting และ หากเวลาคง 30 วินาที จะเข้าสู่โหมด Finish โดยอัตโนมัติ

3. โหมด Finish จะหยุดการส่งข้อมูลเลขฐานสอง 4 บิต และแสดงจำนวนครั้งที่กดถูกต้อง หากกดปุ่ม Reset (Reset = 1) จะเข้าสู่โหมด Waiting



รูปที่ 12 แสดงการทำงานของการทำงานและการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาโอลิมปิค



รูปที่ 13 แผนผังการทำงานของโหมด Timer On

แผนผังการทำงานของโหมด Timer On ดังรูปที่ 13 โดยในการทำงานของโหมด Timer On ระบบประมวลผล จะทำการเริ่มต้นนับเวลา และขณะเดียวกันก็ทำการดึงค่าจากตัวแปรที่เก็บในอาเรย์ ทั้ง 4 บิต มาใช้ในการควบคุมการ ติดดับของหลอดไฟ LED ขณะเดียวกันก็ทำการระบบจะเฝ้าดูปุ่มที่อยู่ตำแหน่งเดียวกับหลอดไฟ LED ที่ติด ณ ขณะนั้น ว่ามีการกดหรือไม่ ถ้ามีการกดในช่วงที่หลอดไฟ LED ยังติดอยู่ ซึ่งในที่นี้กำหนดเวลาติดของหลอดไฟ LED ที่ 1 วินาที ระบบก็จะทำการเพิ่มคะแนน หากไม่มีการกดปุ่มในขณะที่หลอดไฟ LED ติด ระบบก็จะใช้คะแนนเดิม แสดงค่า คะแนนที่กดถูกผ่านจอแสดงผลและแสดงเวลาผ่านจอแสดงผลอีกด้วย

4. ผลการวิจัย

เครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอล ที่ออกแบบและสร้างขึ้น แสดงดังรูป ที่ 14 โดยได้ทำการทดสอบหน้าที่การทำงาน ซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถนะหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจหา ความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอล



รูปที่ 14 แสดง(ก) โครงสร้างและ(ข) กล้องควบคุมและแสดงผลของเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬา วอลเลย์บอล

จากรูปที่ 14 (ก) แสดงโครงสร้างเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอล โดยการออกแบบได้กำหนดให้มีปุ่มกด 9 ปุ่ม โดยเรียงลำดับจากด้านแฉกบนสุดซ้ายเป็นปุ่มที่ 1 และเลื่อนไปทางบนขวา เป็นปุ่มที่ 2 และ 3 ตามลำดับ แฉกกลางจะเป็นปุ่มที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนแฉกสุดท้ายคือ 7, 8 และ 9 ตามลำดับ โดยมีคุณลักษณะดังนี้ แต่ละแฉกจะมีสาย LAN 1 เส้น ซึ่งภายในสาย LAN แต่ละเส้นจะมีสายไฟ 8 เส้น ควบคุมการ จ่ายไฟและการรับส่งค่าจากกล่องควบคุมให้หลอดไฟและสวิตช์ผ่านพอร์ต RJ45 ดังนั้นจะมีสาย LAN สามเส้นจากชุด โครงสร้างต่อเข้ายังกล่องควบคุม ดังรูปที่ 14 (ข)

เครื่องตรวจวัดความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอลที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีลักษณะ ดังนี้

- 1) เครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองสามารถสร้างตัวเลขสุ่ม เป็นสัญญาณ 4 บิต เพื่อกำหนดการติด-ดับของหลอดไฟ LED และรับค่าจากสวิตช์
- 2) มีสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจวัดความสามารถในการตอบสนอง
- 3) กดปุ่ม Reset เพื่อให้เครื่องอยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน/สามารถกดปุ่ม Reset ให้เครื่องหยุดการทำงาน และให้เครื่องอยู่ในสถานะพร้อมใช้งานใหม่ได้
- 4) กดปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องเริ่มการทำงาน โดยเครื่องจะทำการสุ่มค่าตัวเลข เป็นสัญญาณ 4 บิต เพื่อกำหนดการติด-ดับของหลอดไฟ LED และรับค่าจากสวิตช์เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่มได้ในเวลาที่กำหนด
- 5) สามารถคำนวณเป็นคะแนนที่ได้ถูกต้องจากการกดสวิตช์ของผู้ทดสอบ
- 6) แสดงการเริ่มต้นจับเวลา 30 วินาที เมื่อกดปุ่ม Start
- 7) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น Arduino UNO R3 ในการประมวลผล
- 8) สามารถแสดงผลผ่านจอแสดงผล OLED 2 จอ พร้อมกัน

4.1 ผลการทดสอบการติดของชุดข้อมูลสุ่มที่สร้างขึ้น

เนื่องจากการออกแบบการควบคุมการติดดับของ LED และการรับค่าของสวิตช์ ผู้จัดทำได้ทำการลดจำนวนสายไฟ โดยในที่นี้ใช้สาย LAN ในการเชื่อมต่อ มีการควบคุมการทำงานผ่านแต่ละแฉะดังรูปที่ 14 ดังนั้นสาย LAN ที่ออกจากปุ่มที่ 1, 4, และ 7 จะเป็นสายที่ถูกนำไปควบคุมและรับค่าผ่านระบบประมวลผล

ทดสอบการต่อหลอดไฟ LED และสวิตช์ เพื่อตรวจสอบการทำงานของปุ่มสวิตช์ และหลอดไฟ LED โดยใช้บอร์ดทดลอง ANALAB Digital Logic Training DT-1Plus ควบคุมการติดดับของหลอดไฟ LED ทั้ง 9 จุด และจัดการทำงานเมื่อมีการกดสวิตช์ถูกต้องตามที่กำหนด โดยป้อนสัญญาณเลขฐานสอง 4 บิตจากบอร์ดทดลอง ANALAB Digital Logic Training DT-1Plus เข้าที่อินพุตของมัลติเพิล็กซ์เซอร์และดีมัลติเพิล็กซ์ เพื่อกำหนดการติดดับของหลอดไฟ LED และวัดค่าการทำงานของสวิตช์ ที่ขาเอาต์พุตของมัลติเพิล็กซ์เซอร์ เมื่อมีการส่งค่าเลขฐานสองเพื่อกำหนดจุดสวิตช์ที่ต้องการ และหากกดถูกต้อง สัญญาณที่ออกจากขาเอาต์พุตของมัลติเพิล็กซ์เซอร์ จะมีสถานะเป็น High ทำซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการต่อหลอดไฟ LED และ สวิตช์

รหัสฐาน 2 $S_3S_2S_1S_0$	LED/ SWITCH	LED									SWITCH								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0000	1	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-	-	-	-	-	-
0001	2	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-	-	-	-	-
0010	3	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-	-	-	-
0011	4	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-	-	-
0100	5	-	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-	-
0101	6	-	-	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-	-
0110	7	-	-	-	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-	-
0111	8	-	-	-	-	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi	-
1000	9	-	-	-	-	-	-	-	-	ON	-	-	-	-	-	-	-	-	Hi

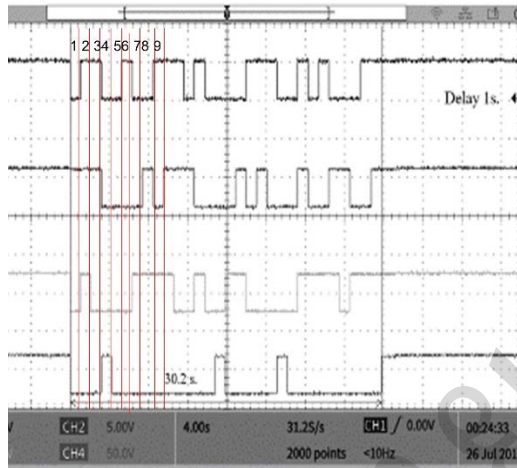
- สถานะ ไฟไม่ติด, ON สถานะไฟติด

- สถานะ สวิตช์ไม่ถูกกด, Hi สถานะสวิตช์ถูกกดถูกต้อง

4.2 ผลการทดสอบการจับเวลา 30 วินาที

เนื่องจากการวัดสัญญาณที่หลอดไฟทั้ง 9 จุดพร้อม ๆ กัน เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก จึงวัดการทำงานของการทำงานของการจับเวลา 30 วินาที ทดสอบโดยใช้ ออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ Tektronix รุ่น TBS 2000 SERIES ซึ่งสามารถวัดได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ โดยจับสัญญาณเลขฐานสอง 4 บิต ที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ก่อนเข้าสู่วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ตั้งแต่เริ่มทำงาน จนถึงสิ้นสุดการทำงาน อ่านค่าสัญญาณเลขฐานสอง 4 บิต แปลงเป็นเลขฐาน 10 และสังเกตหลอดไฟที่ติด ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ตั้งแต่เริ่มทำงาน จนถึงสิ้นสุดการทำงาน

สัญญาณที่เครื่องสร้างขึ้น เป็นตัวเลขสุ่มซึ่งการเริ่มต้นทำงานแต่ละครั้งมีรูปแบบการติดของแสงที่แตกต่างกันไปตามค่าตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 14



(ก)

ข้อมูลชุดที่	2 ⁰	2 ¹	2 ²	2 ³	เลขฐานสิบ	หลอดที่ติด
1	0	1	0	0	2	3
2	1	1	1	0	7	8
3	1	1	0	0	3	4
4	0	0	0	1	8	9
5	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	1	2
7	0	0	1	0	4	5
8	0	1	1	0	6	7
9	1	0	1	0	5	6

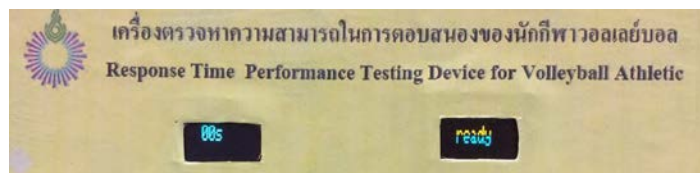
(ข)

รูปที่ 15 (ก) แสดงภาพสัญญาณตัวเลขสุ่ม 4 บิต โดยใช้ ออสซิลโลสโคป 4 ช่องสัญญาณ โดยหลอดไฟจะติดค้าง 1 วินาที จับเวลารวม 30 วินาที (ข) แสดงตัวอย่างการแปลผลการติดของหลอดไฟ

รูปที่ 15 (ก) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด อยู่ที่ 31.25 วินาที นอกจากนี้เครื่องที่ออกแบบสามารถสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ โดยส่งสัญญาณ 4 บิต เข้าที่ขา S0-S3 ของวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ โดยมีสัญญาณแสดงดังช่องสัญญาณที่ 1-4 ของออสซิลโลสโคป ตามลำดับ โดยจากรูปที่ 15 (ข) แสดงตัวอย่างการแปลผลการติดของหลอดไฟพบว่ามีเลขฐานสอง 4 บิต ที่เข้ามาในแต่ละชุดข้อมูลจะมีการกระจายเพื่อให้หลอดไฟที่ 1-9 ติดแบบสุ่ม เมื่อไฟติดครบทั้ง 9 หลอด ระบบก็จะส่งข้อมูลชุดใหม่ ออกมา

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของจอแสดงผล

จอแสดงผลการทำงานประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของการจับเวลาและส่วนของแฉ้มกะแนนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 16 โดยการทดสอบการทำงานของจอแสดงผลความถูกต้องในการทำงานของจอแสดงผล โดยแสดงผลการทดสอบที่แต่ละโหมดการทำงาน ดังตารางที่ 2



รูปที่ 16 แสดงการทำงานของจอแสดงผลทั้งสองจอ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของจอแสดงผลในแต่ละโหมดการทำงาน

โหมดการทำงาน	จอที่ 1	จอที่ 2
การทำงานในโหมดเริ่มเปิดเครื่อง จอที่ 1 กำหนดให้แสดงผล "Time" จอที่ 2 กำหนดให้แสดงผล "Point"	Time	Point
การทำงานในโหมด Waiting จอที่ 1 กำหนดให้แสดงผล "00s" จอที่ 2 กำหนดให้แสดงผล "Ready"	00s	ready
การทำงานในโหมด Timer On จอที่ 1 กำหนดให้แสดงผล ตัวเลขเวลา 1-30 วินาที จอที่ 2 กำหนดให้แสดงผล ค่าคะแนนที่ได้	26s	3
การทำงานในโหมด Finish จอที่ 1 กำหนดให้แสดงผล ค่าคะแนนสุดท้าย และสถานะ Finish จอที่ 2 กำหนดให้แสดงผล ค่าคะแนนที่ได้สุดท้าย	54 Finish	54

จากตารางพบว่า หน้าจอแสดงผลสามารถแสดงข้อมูลในแต่ละโหมดได้ตรงกับที่โปรแกรมไว้ โดยเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง จอที่ 1 จะแสดง "Time" จอที่ 2 แสดงผล "Point" เมื่อระบบสร้างชุดตัวเลขสุ่มเสร็จ จะเข้าสู่โหมด Waiting จอที่ 1 แสดงผล "00s" จอที่ 2 แสดงผล "Ready" ซึ่งจะรอรับการกดปุ่มเริ่มการทำงาน เพื่อเปลี่ยนโหมดไปยังโหมด Timer On หากมีการกดปุ่มเริ่มการทำงาน ระบบจะเข้าสู่โหมด Timer On จอที่ 1 แสดงตัวเลขเวลาตั้งแต่ 00s ถึง 30s เมื่อครบเวลา 30 วินาที หรือ ในระหว่างการนับเวลาหาปุ่มรีเซ็ตถูกกด ระบบจะเข้าสู่โหมด Finish ทั้งนี้ จอที่ 1 แสดงผลค่าคะแนนสุดท้าย และสถานะ Finish จอที่ 2 แสดงผล ค่าคะแนนที่ได้สุดท้าย

ในส่วนของการนับเวลา สามารถนับค่าจาก 1- 30 ได้ถูกต้อง และการนับคะแนนเมื่อมีการกดปุ่มถูกต้องในเวลาที่กำหนดคะแนนมีการเพิ่มค่าให้ถูกต้อง

4.4 ผลการทดสอบการตรวจนับที่แต่ละตำแหน่ง 1-9

เนื่องจากการเขียน โปรแกรมได้ตั้งค่าการสุ่มตัวเลขให้มีการกระจายค่าทุก ๆ ค่า จึงกำหนดเวลาการทำงาน 90 วินาที และตั้งค่าให้ไฟแต่ละดวงติดนาน 2 วินาที ดังนั้นแต่ละตำแหน่งจะมีหลอดไฟ LED ติด 5 ครั้ง/ตำแหน่ง ทำการทดสอบแต่ละครั้ง ใช้เวลา 90 วินาที โดยผู้ทดสอบ 1 คน เมื่อเริ่มเปิดเครื่องสนใจที่ตำแหน่งของหลอดไฟ ทำการกดสวิทช์ทันทีที่ไฟติด ทำตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ 9 บันทึกจำนวนครั้งที่หลอดไฟติด จำนวนครั้งที่สวิทช์ถูกกด และค่าการนับที่ได้จากจอแสดงผล โดยจะได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการตรวจนับที่แต่ละจุด โดยทำการทดสอบ 9 ตำแหน่ง

ตำแหน่งที่	ทำการทดสอบโดยกำหนดเวลา 45 วินาที			
	LED	Switch	จอแสดงผล	%ความคลาดเคลื่อน
1	5	5	5	0
2	5	5	5	0
3	5	5	5	0
4	5	5	5	0
5	5	5	5	0
6	5	5	5	0
7	5	5	5	0
8	5	5	5	0
9	5	5	5	0

จากตารางที่ 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการตรวจนับที่แต่ละจุด คือ 0 %

5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาการออกแบบและสร้างพบว่าสามารถออกแบบเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาโดยวัดจำนวนครั้งที่กดปุ่มที่ตำแหน่งที่ไฟติดได้ถูกต้องในเวลา 30 วินาที จากการศึกษาการทำงานของสวิตช์และปุ่มกดสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ การจับเวลาเมื่อทดลองวัดสัญญาณจากออสซิลโลสโคป 4 ช่องสัญญาณพบว่า ระบบที่ออกแบบสามารถสร้างตัวเลข 4 บิต สุ่มแบบกระจายอย่างสม่ำเสมอได้ โดยตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นเมื่อวัดเวลาด้วยออสซิลโลสโคป ตั้งแต่เริ่มทำงานจนเสร็จสิ้นพบว่า ใช้เวลา 31.25 วินาที ผิดพลาดจากเวลาที่กำหนด 1.25 วินาที และ ทดสอบการแสดงผลในแต่ละโหมดเป็นไปตามที่ออกแบบ และทดสอบการทำงานของหลอดไฟ LED ปุ่มกดและค่าการนับแสดงผลผ่านจอแสดงผล พบว่าให้ค่าถูกต้องไม่มีความคลาดเคลื่อน

ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย เนื่องจากการออกแบบนี้ ใช้การยึดปุ่มไฟเข้ากับโครงสร้างเหล็ก มีจุดอ่อน คือ โครงสร้างมีความสูงมาก เนื่องจากออกแบบโดยอ้างอิงส่วนสูงเฉลี่ยของนักกีฬาประเภทนี้ และ โครงสร้างทำจากวัสดุที่เป็นเหล็กที่มีน้ำหนักมาก ดังนั้น หากสามารถปรับเปลี่ยนเป็นการยึดผนัง จะทำให้ดูแน่นหนาและแก้ไขปัญหานี้ได้

6. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองของนักกีฬาวอลเลย์บอล โดยใช้ท่อเหล็กดำแป๊ปเกลียว ขนาดมาตรฐาน หมุนเกลียวเข้ากับ ชูเน็ย่น ท่อเกลียวข้องอ 90 และ ท่อเกลียวสามทาง พร้อมติดตั้งฐานของเครื่อง และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเวลา การสร้างตัวเลขสุ่ม และการแสดงผลของเครื่อง โดยเครื่องตรวจหาความสามารถในการตอบสนองนี้สามารถทำงานได้ดังนี้ แสดงการจับเวลา 30 วินาที สร้างตัวเลขสุ่มเป็นสัญญาณ 4 บิต เพื่อกำหนดการติด-ดับของหลอดไฟ LED และรับค่าจากสวิตช์ มาประมวลผลเป็นคะแนนที่ทำได้ถูกต้อง ซึ่งคะแนนที่ได้จะสามารถนำไปใช้ในการประเมินผลประสิทธิภาพของร่างกายผู้ทดสอบต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ ศูนย์กีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้ความรู้เกี่ยวกับกีฬา การวัดเวลาในการตอบสนองของนักกีฬา และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่สนับสนุนการทำวิจัยสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในจนสำเร็จลุล่วงลงได้

8. เอกสารอ้างอิง

การสื่อสารข้อมูลระหว่างบอร์ด Arduino ด้วยบัส I2C. (2560). สืบค้น 27 มิถุนายน 2560 จาก

<http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=i2c-master-slave>

อมรพงศ์ สุธรรมรักษ์. (2546). วอลเลย์บอลขึ้นพื้นฐาน กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

4-Line to 16-Line Decoders/Demultiplexers. Retrieved from

http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/120/236595_DS.pdf

74HC4067; 74HCT4067 16-channel analog multiplexer/demultiplexer. Retrieved from

https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT4067.pdf

ada, l. (2012, 2015-05-04). monochrome oled breakouts. Retrieved from <https://learn.adafruit.com/monochrome-oled-breakouts>

Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scand J Med Sci Sports*, 21(2), 170-183.

doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01256.x

Balasubramaniam, M., Sivapalan, K., Nishanthi, V., Kinthusa, S., & Dilani, M. (2015). Effect of Dual-tasking on Visual and Auditory Simple Reaction Times. *Indian J Physiol Pharmacol*, 59(2), 194-198.

Darbutas, T., Juodzbaliene, V., Skurvydas, A., & Krisciunas, A. (2013). Dependence of reaction time and movement speed on task complexity and age. *Medicina (Kaunas)*, 49(1), 18-22.

Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). Increasing Speed of Processing With Action Video Games.

Current directions in psychological science, 18(6), 321-326. doi:10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x

Large Arcade Button with LED - 60mm Red. Retrieved from <https://www.adafruit.com/product/1190>

Taub, H. (1982). *Digital Circuits and Microprocessors*: McGraw-Hill, Inc.

Vairojananan, N., K. C. (2016). The Construction of a Response Time Machine Measuring Eye – Body Movement To Target Of Badminton. *Kasetsart Education Reviews*, Vol 31(No 3).