วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2554 (121-127)

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

อัมพร กุญชรรัตน์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, โอภาส สุขหวาน

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

Design and Construction of Tennis Ball Shooter

Amporn Kunchornrat, Pairust Vongyuttakrai,Ophat Sukwan

Industrial Education Division, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

114 Sukumwit 23, Wattana, Bangkok 10110

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีขนาดสูง 160 ซ.ม. กว้าง 55 ซ.ม. ลึก 52 ซ.ม.ออกแบบชุดโครงเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิสแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนฐาน ส่วนหอตั้งชุดเครื่องยิงลูกเทนนิส ส่วนชุดจับยึดมอเตอร์ ส่วนบังคับมุมก้ม-เงย และ ส่วนบังคับทิศทางในการยิง สำหรับส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย ชุดบรรจุลูก ชุดปล่อยลูกเทนนิส ชุดหัวยิง และชุดรีโมทคอนโทรล เครื่องยิงลูกเทนนิสถูกประเมิน 2 ด้านคือ ด้านสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส และด้านคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 13 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-Test

ผลการวิจัยพบว่า

1. สมรรถนะการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ ทั้งหมดผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

2. คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผล

การประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 และ ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

คำสำคัญ: *การออกแบบ,การสร้าง, เครื่องยิงลูกเทนนิส*

Abstract

The objectives of this research were to design and construct a tennis ball shooter machine and evaluate its capability and its attribute. The tennis ball shooter was constructed 160 centimeter high and 55 centimeter wide and 52 centimeter depth. There are five components of the tennis ball shooter frame design: 1) base, 2) tower, 3) motor holder, 4) up-down angle controller, and 5) oscillator shooting controller. The other parts are: tennis ball container, tennis ball passer, tennis ball shooter, and remote control. The tennis ball shooter machine was evaluated in two areas. The first was the capability on shooting. The second was the physical attribute. It was evaluated by 13 experts. The statistical tools used for analyzing the data were: percentage, mean, standard deviation, and t-Test.

The results are as follows:

1. The result of the evaluation of the shooting capability of the tennis ball shooter shows that the tennis ball shooter passed all the criteria, which are: shooting more than 10 ball/min; controlling the shooting of the ball up and down from 5 to 15 degrees; controlling the fixed or automatic oscillated shooting; successful use of the remote control for shooting; and setting up for automatic shooting.

2. The evaluation on physical attribute of the tennis ball shooter machine found that all criteria were met at a good level with the average score of 4.00. These physical attribute were: installation of material and controller on tennis ball shooter in good level at the average score/rate of 4.40; maintenance of tennis ball shooter at a good level at the average score/rate of 4.83; storage of tennis ball shooter at good level at an average score/rate of 4.71; size of tennis ball shooter at good level at an average of 4.21; transferability of tennis ball shooter at a good level at an average score of 4.23; strength of tennis bal shooter at good level at an average score of 4.82; and safety of tennis ball shooter at good level at an average of 4.41.

Keyword: Design, Construction, Tennis Ball Shooter

ภูมิหลัง

สาขาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีการเรียนการสอนในกลุ่มการจัดการอุตสาหกรรมศึกษา การจัดการอุตสาหกรรมโครงงานอุตสาหกรรม และการวิจัยอุตสาหกรรมโดยสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะ ในศาสตร์ของอุตสาหกรรมศึกษา จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม รวมทั้งการออกแบบและสร้างชิ้นงานต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาโครงงานอุตสาหกรรมนับว่ามีเป็นความสำคัญและมีประโยชน์มากต่อการส่งเสริมและสนับสนุนด้านการเรียนการสอนในสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา (หลักสูตรอุตสาหกรรมศึกษา 2545) ในการเรียนการสอนทางด้านอุตสาหกรรมศึกษาจำเป็นต้องเชื่อมโยงกับภาคเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในที่นี้เทคโนโลยีที่ใช้ในการฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาก็ถือเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับมนุษย์ จะเห็นได้ว่ากีฬาเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญ เพราะกีฬาถือว่าเป็นการออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมสุขภาพที่ดีที่สุด ซึ่งสำหรับประเทศไทยพบว่ามีกีฬาหลากหลายประเภท ที่เป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจ ไม่ต่างไปจากต่างประเทศ ในที่นี้กีฬายอดนิยม ที่มีการเล่นกันมากในประเทศไทย ประเภทหนึ่งคือ กีฬาเทนนิส หรือเรียกว่า ลอนเทนนิส (Lawn Tennis) (สุพัชรา ชิ้มเจริญ และ ศิวพร รังสิยานนท์ : 2546)

กีฬาเทนนิสเป็นที่นิยมกันมากขึ้น ในการฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสได้มีผู้เชี่ยวชาญ คิดค้นเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สามารถเป็นคู่ซ้อมให้กับนักเทนนิสขึ้น คือ เครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งสามารถพกพาไปไหนมาไหนได้ สามารถตีโต้ตอบได้เหมือนเล่นกับคู่ซ้อมจริง ๆ แต่เครื่องยิงลูกเทนนิสนี้ส่วนใหญ่จะผลิตจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่มีราคาสูงมาก ทั่วไปจะเริ่มต้นราคาที่ 80,000 บาท หรือ 100,000 บาทขึ้นไป ในการสั่งซื้อนั้นจะมีขายตามรุ่นและรหัสของสินค้า เช่น รหัส 52-4-4 JUNIOR ราคา 74,000 บาท รหัส 52-4-43 MS ราคา 92,000 บาท รหัส 52-4-63 PLUS M2 ราคา 108,000 บาท รหัส 52-4-80 PLUS M4 ราคา 139,900 บาท รหัส 52-4-64 COMPETITOR ราคา 129,900 บาท และ รหัส 52-4-81 PROFESSIONAL ราคา 169,900 บาท (http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php) ซึ่งนับว่าราคาสูงมาก จึงส่งผลให้การฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ในการเรียนการสอนกีฬาเทนนิสในบางครั้งจะไม่สามารถหาคู่ในการฝึกซ้อมได้ทุกครั้งไป และในการฝึกซ้อมเทนนิสเพียงคนเดียวนั้นสามารถทำได้เพียงแค่ฝึกซ้อมตีลูกอัดกับผนังเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ไม่ได้ประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับการตีลูกข้ามคอร์ดจริงและที่สำคัญผู้ฝึกซ้อมไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทั่วสนามได้ (Jam Brown :1995) คณะผู้วิจัยเห็นว่า จากการออกแบบและสร้างเครื่องยิงเทนนิสมาใช้งานในการฝึกซ้อมนั้น สามารถสร้างขึ้นเองตามรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้งานได้ และทำให้ราคาในการสร้างถูกลงจนสามารถทำให้บุคคลที่สนใจกีฬาเทนนิสสามารถนำไปสร้างเองได้ พร้อมทั้งมีราคาต้นทุนที่ไม่สูงและสร้างได้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั่ว ๆไปในประเทศ จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทางด้านพละศึกษา และการทดแทนการนำเข้าดังกล่าว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส
2. เพื่อประเมินสมรรถนะการยิงลูกเทนนิส

และคุณลักษณะกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ฝึกซ้อมที่ใกล้เคียงกับการตีลูกโต้แบบข้ามคอร์ดได้ ทำให้ผู้ฝึกซ้อมต้องวิ่งไปจุดที่กำหนดและสามารถตีได้แม่นยำขึ้น

2. ทดแทนการนำเข้าเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศ

ขอบเขตของการวิจัย

เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้นเป็นการวิจัยเชิงวิศวกรรมที่ผสมผสานระหว่างวิศวกรรมเครื่องกลกับวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้คณะผู้จัดทำงานวิจัยได้กำหนดตัวแปรที่จะศึกษาดังนี้ คือ

ตัวแปรอิสระ คือ เครื่องยิงลูกเทนนิส

ตัวแปรตาม คือ สมรรถนะการยิงลูกเทนนิสและคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส จำนวน 2 ด้าน คือ

1. สมรรถนะการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส

2. คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

สมมติฐานในการวิจัย

1. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะการยิงลูกเทนนิสคือสามารถยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้ สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย และสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติในด้านการยิงลูกเทนนิสตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีคุณลักษณะกายภาพ ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ด้านความเหมาะสมของขนาดเครื่อง ด้านการเคลื่อนย้ายเครื่อง ด้านความแข็งแรงของเครื่อง และด้านความปลอดภัยของเครื่อง อยู่ในเกณฑ์ดี

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ผู้วิจัยประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสดังนี้

1. สมรรถนะการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย

1.1 สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์

1.2 สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์

1.3 สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์

1.4 สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สายผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์

1.5 สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย

2.1 ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.4 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.5 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.6 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.7 ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการ
ประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีคุณลักษณะกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

อภิปรายผล

จากผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. สมรรถนะการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที จากการประเมินสมรรถนะโดยได้ทำการยิงลูกเทนนิสจำนวน 15 ลูกต่อนาทีปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถทำได้ผ่านเกณฑ์ การยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที ร้อยละร้อย ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยใช้มอเตอร์ D.C. 12 V ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที จำนวน 2 ตัว เป็นตัวขับลูกเทนนิส โดยมีทิศทางการหมุนตรงกันข้ามกัน และใช้ล้อยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm จำนวน 4 ล้อในการขับลูกเทนนิส สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สายผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย จากากรที่เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนของชุดหัวยิงให้สามารถปรับและส่ายได้โดยต่อกับวงจรมอเตอร์บังคับทิศการยิง(มุมส่าย) และต่อกับวงจรที่ใช้มอเตอร์บังคับระยะ(มุมก้มเงย) โดยวงจรทั้งหมดจะต่อเข้ากับแผ่นวงจรรับส่งสัญญาณบังคับระยะไกลชนิดไร้สาย จึงทำให้สามารถบังคับเครื่องยิงลูกเทนนิสได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด สอดคล้องกับ นายตุลเดช วรวิกรม (2546) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยได้ออกแบบและมีส่วนประกอบคือ ชุดระบบควบคุมโปรแกรมทางไฟฟ้าคุมการทำงานของระบบนิวแมติคส์ ชุดวาล์วลมควบคุมการทำงานระบบนิวแมติคส์ ส่วนประกอบของกรีนและอุปสรรคของกรีนซึ่งประกอบไปด้วย ถุงลมจำนวน 10 ลูก ยางยืดพีอีใช้ทำกรีน ขนพรมใช้ทำผิวกรีน กระบอกลมนิวแมติคส์ 2 ทาง จำนวน 4 ตัว ทำหน้าที่ยกขึ้นลงในการปรับระดับต่าง ๆ และหลุมกอล์ฟปรับระดับปากหลุมขนาดมาตรฐาน จำนวน 1 หลุม ซึ่งการออกแบบและศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถออกแบบและสร้างได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2. คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ผู้วิจัยได้กำหนดการประเมินไว้ 7 ด้าน คือด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมของเครื่องยิงลูกเทนนิส ไว้ด้านหลังของเครื่องยิงและได้เจาะช่องใส่อุปกรณ์และชุดควบคุมไว้ด้านหลังทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมได้สะดวก ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สามารถถอดประกอบได้ง่าย ใช้วัสดุที่หาซื้อได้ง่าย ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้ลูกล้อจึงสามารถเข็นไปในที่ต่างได้สะดวกง่ายต่อการเก็บรักษา และได้ออกแบบส่วนหุ้มโครงสร้างโดยทำจากไฟเบอร์กลาสที่มีสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิม ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีขนาดเท่ากับหุ่นยนต์ ซึ่งในข้อนี้ได้คะแนนต่ำสุดอาจเป็นเพราะเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างขึ้นได้หุ้มด้วยไฟเบอร์กลาส จึงอาจมองว่ามีขนาดใหญ่ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการให้เกิดความแปลก สามารถดึงดูดความสนใจจากนักเรียนที่ต้องการฝึกตีเทนนิส ทั้งนี้ผู้วิจัยยังคำนึงถึงการออกแบบที่ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิมอีกด้วย ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้ลูกล้อจึงสามารถเข็นไปในที่ต่างได้สะดวกง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และได้ออกแบบส่วนหุ้มโครงสร้างโดยทำจากไฟเบอร์กลาสที่มีสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิม สอดคล้องกับ พิพัฒน์ ไพศาลภาณุมาศ (2550) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการพันกับค่าความแข็งแรงของถังไฟเบอร์กลาส ผลการวิจัยพบว่า ความหนาไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรง และความแข็งแรงของถังขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นและรูปแบบการพัน การเพิ่มจำนวนชั้นในการพันใยแก้วที่ถังไฟเบอร์กลาสนั้นทำให้ความสามารถในการต้านแรงดึงที่จุดขาดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Stress at Break) และค่าความสามารถในการต้านแรงดัดต่อหน่วยพื้นที่ (Bending Stress) เพิ่มขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ความหนาไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรง และความแข็งแรงของถังขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นและรูปแบบการพัน การเพิ่มจำนวนชั้นในการพันใยแก้วที่ถังไฟเบอร์กลาสนั้นทำให้ความสามารถในการต้านแรงดึงที่จุดขาดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Stress at Break) และค่าความสามารถในการต้านแรงดัดต่อหน่วยพื้นที่ (Bending Stress) เพิ่มขึ้น ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้เหล็กเป็นโครงสร้าง จึงทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง และหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาสที่เป็นวัสดุที่มีความแข็ง และสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ผุ ไม่เป็นสนิม ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบใช้เหล็กเป็นโครงสร้างและจึงทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง และหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาส ที่เป็นวัสดุที่มีความแข็ง ไม่ผุ ไม่เป็นสนิม และเป็นฉนวนไฟฟ้า จึงทำให้เครื่องยิงลูกเทนนิสปลอดภัยเมื่อต่อกับสายไฟฟ้า และคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโดยได้ใส่อุปกรณ์ตัดไฟเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วหรือลัดวงจร

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. กรมอาชีวศึกษาควรร่วมมือกับกรมพละศึกษาในการให้ทุนในการพัฒนาหรือสร้างเครื่องมือในการฝึกซ้อมโดยไม่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือต่าง ๆจากต่างประเทศ

2. รัฐบาลควรสนับสนุนในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมศึกษา โดยให้ทุนสถานศึกษาประดิษฐ์คิดสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์แทนการสั่งซื้อ

ข้อเสนอแนะวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาระบบการยิงลูกเทนนิสโดยการใช้ชุดควบคุมที่สามารถตั้งโปรแกรมการยิงได้หลากหลายรูปแบบ

2. ศึกษาสมรรถนะของผู้เล่นกีฬาเทนนิสด้วยเครื่องยิงลูกเทนนิส

บรรณานุกรม

ตุลเดช วรวิกรม (2546) **การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้** ปริญญานิพนธ์ กศม.สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์ (2553) **เทนนิส พิมพ์**ครั้งที่1 จัดพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิพัฒน์ ไพศาลภาณุมาศ (2550) **การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการพันกับค่าความแข็งแรงของถังไฟเบอร์กลาส** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สุพัชรา ซิ้มเจริญ และ ศิวพร รังสิยานนท์ **เทนนิส** (2546) พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทโรงพิมพ์ประสานมิตร จำกัด

หลักสูตรอุตสาหกรรมศึกษา (2545) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Jam Brown (1995) **Tennis : steps to success** 2nd ed. Human Kinetics Publishers ,Inc.

(http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php)