

ชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทย

ปริญญ์ ชูพา^{*,‡}, เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล^{*}, พีระพงษ์ ภูดอนโพธิ์^{*},
เอกวิทย์ สรรพแพทย์^{*}, ปิยาภรณ์ แสนศิลา[†]

^{*}สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

[†]สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

[‡]ผู้รับผิดชอบบทความ: prarin.c@msu.ac.th

บทคัดย่อ

ในการสอบภาคปฏิบัติในรายวิชาหัตถเวชกรรมไทยประยุกต์ของนิสิตแพทย์แผนไทยนั้น นิสิตจะต้องทำการนวดกดจุดตามตำแหน่งจุดสัญญาณบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย โดยใช้ขนาดแรงกด และระยะเวลาตามที่ศึกษาในภาคทฤษฎี ซึ่งอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ประเมินผล แต่เดิมใช้วิธีประเมินผลจากประสบการณ์ และการสังเกตของอาจารย์ผู้สอนแต่ละบุคคล ทั้งนี้เพื่อให้การประเมินผลมีความชัดเจน และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและออกแบบชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทย โดยนำเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดมาสร้างเป็นชุดทดสอบ จากนั้นทำการทดสอบหาความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดโดยเทียบกับน้ำหนักจริงบนตราชั่ง พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 2.72 ซึ่งยอมรับได้จากอาจารย์ที่ใช้งานจริง และเมื่อนำไปใช้ในการทดสอบจริง พบว่าชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำให้อาจารย์และนิสิตทราบขนาดแรงกดและระยะเวลาในการนวดผ่านเครือข่ายไร้สายโดยแสดงผลบนหน้าจอในรูปแบบของกราฟ ตัวเลข และไฟสถานะ

คำสำคัญ : การกวดจุดสัญญาณ, แพทย์แผนไทย, หัตถเวชกรรมไทย, เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด

Abstract

A Signal Acupressure Point Testing Set for Thai Therapeutic Massage

Prarin Chupawa^{*,‡}, Kiattisin Kanjanawanishkul^{*}, Peerapong Phudonpho^{*}, Ekkawit Sappat^{*}, Piyaporn Sansila[†]

^{*}Mechatronics Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand.

[†]Applied Thai Traditional Medicine, Faculty of Medicine, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand.

[‡]Corresponding author: prarin.c@msu.ac.th

In a practical test of Applied Thai Therapeutic Massage for Thai traditional medicine students, they have to perform finger pressure directly on any signal points of the body. The magnitude of force and the duration of applying force are theoretically evaluated by the lecturer. Traditionally, the evaluation method is based on the lecturer's experience and observation individually. Thus, to clarify and standardize the evaluation, we studied and designed a signal acupressure point testing set for Thai Therapeutic Massage. The FSR (force sensing resistor) sensor was adopted for the force measuring device of finger pressure. The error percentage was about 2.72 compared to the weighting scale. It was acceptable based on the lecturer's point of view for the practical use. Then, the developed testing set was evaluated by lecturers and students of applied Thai traditional medicine program. It was found that the developed signal acupressure point testing set enabled them to know the lever of their force and the duration of applying force through the wireless network that were shown on the screen in the form of graph, number, and status signals.

Keywords: signal acupressure, Thai traditional medicine, Thai therapeutic massage, force sensing resistor

บทนำ

การนวดไทย หมายถึง การตรวจ การวินิจฉัย การบำบัด การรักษา การป้องกัน การส่งเสริมและการฟื้นฟูสุขภาพ โดยใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับศิลปะการนวด^[1] เพื่อช่วยกระตุ้นระบบไหลเวียนของเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบประสาทให้ทำงานดีขึ้น ช่วยทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว และลดอาการปวดได้ ซึ่งเป็นผลดีในการบำบัดรักษาโรคที่มีหรือสภาวะผิดปกติ เช่น อาการปวดกล้ามเนื้อ อัมพฤกษ์ อัมพาต เป็นต้น นอกจากนี้การนวดในหญิงตั้งครรภ์และหลังคลอด สามารถช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยตามร่างกายได้ด้วย^[2] ซึ่งปัจจุบันการนวดไทยแบ่งออก

เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การนวดแบบทั่วไป (แบบเชลยศักดิ์) เป็นการนวดแบบสามัญชน โดยใช้สองมือและอวัยวะส่วนอื่น เพื่อช่วยทุ่นแรงในการนวด เช่น เข่า ข้อศอก เท้า เป็นต้น ซึ่งเหมาะสำหรับชาวบ้านนวดกันเอง ส่วนการนวดไทยแบบราชสำนักเป็นการนวดเพื่อถวายกษัตริย์และเจ้านายชั้นสูง การนวดต้องกระทำอย่างสุภาพ จะใช้นิ้วหัวแม่มือ ปลายนิ้วและอุ้งมือเท่านั้น และต้องนวดตรงตามจุด^[3] การนวดไทยแบบราชสำนักมีเอกลักษณ์เฉพาะ คือ การนวดพื้นฐานและกดจุดสัญญาณ 1-5 ต่าง ๆ ซึ่งจุดสัญญาณของการนวดไทยแบบราชสำนัก คือ จุดหรือตำแหน่งสำคัญที่อยู่บนแนวเส้นพื้นฐาน ซึ่ง

สามารถบังคับเลือด และความร้อนไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายในการรักษาโรคตามพิภคทางหัตถเวช^[4] ตำแหน่งที่กดสัญญาณ 5 มี 9 สัญญาณหลัก ได้แก่ ขาด้านนอก ขาด้านใน หลัง หัวไหล่ แขนด้านนอก แขนด้านใน ศีรษะด้านหน้า ศีรษะด้านหลัง และท้อง การนวดไทยแบบราชสำนักนั้นต้องจัดองค์ประกอบพื้นฐานให้ถูกต้องด้วย เช่น การจัดทำของผู้รับการนวดและผู้นวด การวางมือและนิ้วมือ ขนาดและทิศทางของแรงในการนวด ระยะเวลาการนวด การแตงรสมือ ตำแหน่งและแนวเส้นของการนวด เพื่อจะก่อให้เกิดผลดีและมีความปลอดภัยโดยขนาดของแรงที่ใช้ในการนวดไว้เป็นน้ำหนัก 3 ระดับ คือ ขนาดแรงมาก (90 ปอนด์) ขนาดปานกลาง (70 ปอนด์) และขนาดเล็กน้อย (50 ปอนด์)^[5] ระยะเวลาการกดนวดแต่ละจุดนับตั้งแต่เริ่มออกแรงกดไปจนถึงการผ่อนแรงเมื่อยกนิ้วขึ้น เรียกว่า 1 คาบ ซึ่ง 1 คาบจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ คาบน้อย หมายถึง ระยะเวลาในการกดโดยการกำหนดลมหายใจระยะสั้นของนิสิตประมาณ 10-15 วินาที และคาบใหญ่ หมายถึง ระยะเวลาในการกดโดยการกำหนดลมหายใจระยะยาวของนิสิตนานกว่า 15 วินาที แต่ไม่ควรเกิน 45 วินาที^[6] การแตงรสมือเป็นวิธีการกดนวดที่ผู้นวดได้ปรับแต่งขึ้นใช้ในการนวดแต่ละจุดเพื่อให้ผู้ได้รับการนวดรู้สึกว่าการกดนั้นเข้าถึงจุดที่ต้องการบำบัด และแรงกดได้เข้าสู่ตำแหน่งที่ต้องการอย่างนุ่มนวลจนได้รับความรู้สึกสบาย พอใจและไม่รู้สึกเจ็บ ซึ่งผู้นวดต้องควบคุมน้ำหนักและทิศทางของแรงกดให้สม่ำเสมอ นุ่มนวล หากผู้นวดไม่สามารถควบคุมได้อาจจะเกิดผลข้างเคียงกับผู้ได้รับการนวด เนื่องจากเลือดลมติดขัด ไหลเวียนไม่สะดวก ซึ่งโบราณจารย์เรียกว่า “อั้นลม” จนทำให้เกิดอาการ เช่น ปวดเมื่อยศีรษะ ปวดบวม อาเจียน

หรือกล้ามเนื้อที่ถูกกดอาจกลับแข็งเกร็งขึ้นมาใหม่ มักเรียกว่า “เส้นสู้มือ”^[6] ทำให้ผู้ถูกนวดเกิดรอยช้ำบริเวณนั้นขนาดและทิศทางของแรงในการนวด ระยะเวลาการนวด ซึ่งได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ สิ่งที่สำคัญ คือ ช่วงเวลาในการลงน้ำหนักแต่ละคาบจากเริ่มต้นไปจนถึงหมดคาบได้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ หนึ่ง เน้น และยกมือ หนึ่งคือช่วงที่เพิ่มน้ำหนักแรงกดช้า ๆ หลังจากวางนิ้วมือลงบนตำแหน่งที่จะนวด ช่วงนี้แรงกดจะยังไม่ถึงขนาดน้ำหนักที่ต้องการ, เน้นคือช่วงที่เพิ่มน้ำหนักแรงกดให้มากขึ้นจนถึงขนาดที่ต้องการ ช่วงนี้จะมีการควบคุมทิศทางของแรงด้วย, หนึ่งคือช่วงที่กดด้วยแรงขนาดน้ำหนักที่ต้องการอยู่อย่างนั้นจนถึงช่วงที่ยกมือ และยกมือคือช่วงที่เริ่มผ่อนแรงกดด้วยการถอนมือจากการกดจนหมดคาบ เป็นช่วงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยกมือไปกว่าช่วงอื่น เพราะหากยกมือ หรือถอนมือเร็วเกินไปจะทำให้ผู้ได้รับการนวดรู้สึกไม่สบายตัว และกล้ามเนื้อแข็งเกร็งขึ้นมาใหม่ได้ ทำให้การรักษาไม่ได้ผล ดังนั้นควรถอนมืออย่างช้า ๆ และนุ่มนวล คล้ายกับช่วงการเน้น แต่เป็นการกระทำตรงกันข้าม^[6]

ที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยพัฒนาการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในทางการแพทย์ เช่น ชนกร ทองกิตติดีลก และคณะ^[7] พัฒนาอุปกรณ์และระบบเตือนผู้ป่วยเมื่อเกิดการกระแทกบริเวณเท้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดโอกาสในการเกิดแผลที่เท้าเนื่องจากการชนในผู้ป่วยเบาหวานที่เป็นโรคปลายประสาทอักเสบ โดยติดเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด 5 ตำแหน่งภายในถุงเท้าและมีชุดส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังโทรศัพท์มือถือเพื่อแจ้งเตือนการชนและบันทึกผลของผู้ป่วยในแต่ละวันเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป, Richard James Spitznagle^[8] ได้พัฒนาและสร้างถุงมือภายในประกอบด้วยชุดเซนเซอร์ตรวจสอบคลื่นไฟฟ้า

เพื่อประเมินค่าของกล้ามเนื้อภายในโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับกระดูกเชิงกราน ชันและกล้ามเนื้อกลุ่มทวารหนัก

การพัฒนาชุดทดสอบการนวดไทยเป็นลักษณะของการติดตั้งเซนเซอร์ภายในหุ่นจำลองการนวด เช่น ทวี เลหาพันธ์ และคณะ^[9] ได้พัฒนาและจดสิทธิบัตรหุ่นจำลองที่มีระบบเซนเซอร์สำหรับฝึกการนวดไทย ซึ่งสามารถจัดวางในท่าต่าง ๆ ได้แก้ท่านอนหงาย ท่านั่ง และท่านอนตะแคงคู้เข่า โดยมีเซนเซอร์ฝังภายในหุ่นจำลองเป็นตัวรับสัญญาณนวดและส่งไปยังเครื่องรับสัญญาณ เพื่อแสดงตำแหน่งและน้ำหนักที่กดลงในขณะนวดบนจอแสดงผล สำหรับผู้ที่ฝึกหัดการนวดจนชำนาญ โดยที่ทฤษฎะ โภควัฒน์ และคณะ^[10] ได้ประดิษฐ์หุ่นฝึกการเรียนนวดไทยอัตโนมัติสำหรับผู้พิการทางสายตาในแนวเส้นประธานทั้งสิบ โปรแกรมประกอบด้วย Text-to-Speech Module เพื่ออ่านเนื้อหาให้คนตาบอดสามารถเรียนรู้ จดจำ และสามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง

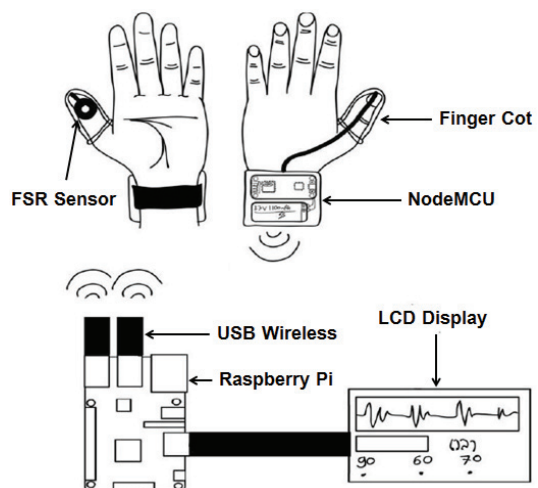
เนื่องด้วยนิสิตสาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ต้องได้รับการทดสอบภาคปฏิบัติในรายวิชาหัตถเวชกรรมไทยประยุกต์ โดยนิสิตจะต้องทำการนวดกดจุดตามตำแหน่งจุดสัญญาณบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย โดยใช้ขนาดแรงกด และระยะเวลาตามที่ศึกษาในภาคทฤษฎี ซึ่งอาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินผล แต่เดิมใช้วิธีประเมินผลจากประสบการณ์ การสังเกตของอาจารย์ผู้สอนแต่ละบุคคล งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยมุ่งเน้นไปที่การศึกษาและออกแบบชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การประเมินผลมีความชัดเจน และเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ระเบียบวิธีศึกษา

1. วัสดุ

วัสดุอุปกรณ์ของชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทย แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดทดสอบกดจุดสัญญาณ และชุดผู้ประเมินผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 1

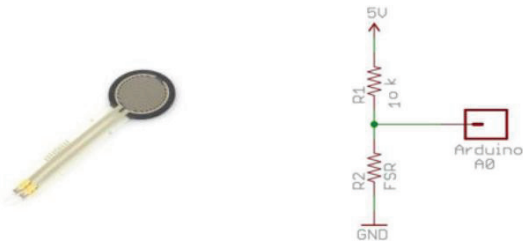
เซนเซอร์ FSR เป็นเซนเซอร์ที่ทำมาจากพอลิเมอร์ฟิล์มชนิดหนา (Polymer Thick Film) ซึ่งมีหลักการ คือ ความต้านทานภายในตัวเซนเซอร์ที่ลดลง เมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำที่บริเวณที่ไวต่อแรงกด เซนเซอร์ชนิดนี้มีความสามารถในการรับแรงได้ในช่วง 0.1 - 10 กิโลกรัม (ประมาณ 10 ปาสคาล - 1000 กิโลปาสคาล)^[11] จากนั้นจึงทำการต่อเซนเซอร์เข้ากับวงจรดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 จะให้ค่าจากการกดเซนเซอร์ออกมาในหน่วย โวลต์ จึงต้องมีการนำค่าที่ได้มาแปลงกลับให้อยู่ในรูปหน่วยของความต้านทานเพื่อนำมาเทียบกับหน่วยของแรง คือนิวตัน โดยความสัมพันธ์ในการแปลงความต้านทาน



รูปที่ 1 การออกแบบโดยรวมของชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณ

กับแรงกดดังแสดงไว้ในรูปที่ 3

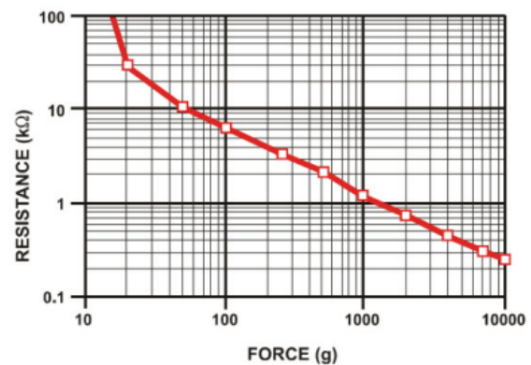
NodeMCU คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี Wireless Module รุ่น ESP8266 ผังตัวภายในสามารถต่อแหล่งจ่ายที่มีแรงดันขนาด 3.3 - 5 โวลต์ได้โดยตรง และสามารถพัฒนาโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino ได้ จึงเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้พัฒนางานวิจัยทางด้าน Internet of Things (IoTs)



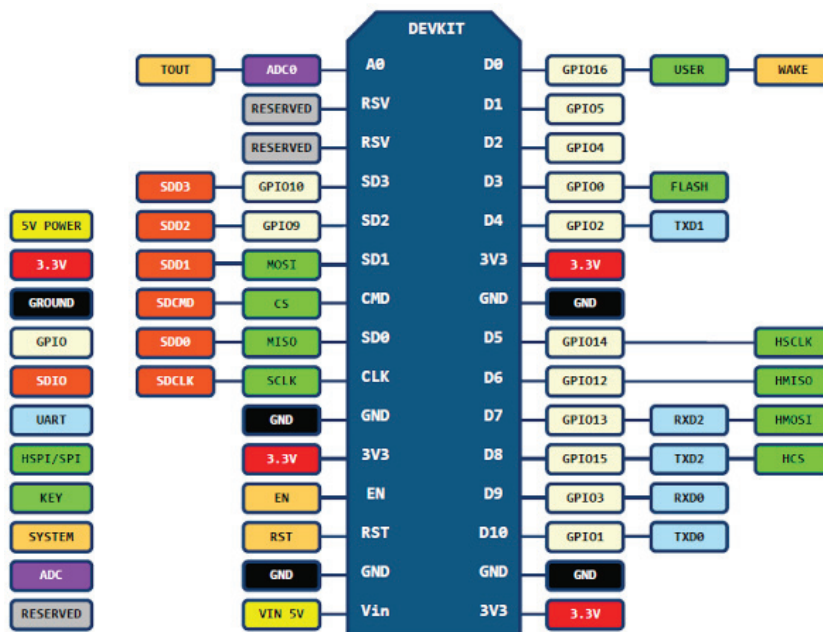
รูปที่ 2 รูปร่างและวงจรต่อเข้าร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของเซนเซอร์วัดแรง^[11]

อย่างหลากหลาย การกำหนดขาเชื่อมต่อเข้ากับ NodeMCU ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4

Raspberry Pi คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับหน้าจอ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก อีกทั้งยังสามารถเล่น



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและแรงกด^[11]



รูปที่ 4 การกำหนดขาเชื่อมต่อเข้ากับ NodeMCU^[12]

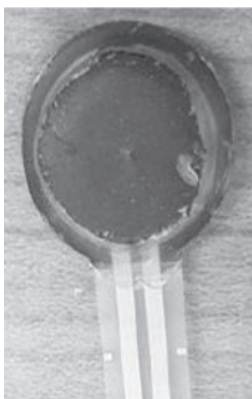
ไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU, GPU และ RAM อยู่ภายในชิพเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้อีกด้วย^[13]

ชุดทดสอบกตจุตสัญญาณ ประกอบด้วย เซนเซอร์ FSR ใช้สำหรับตรวจจับน้ำหนักที่ตกลงในขณะนวดกตจุต โดยเซนเซอร์ดังกล่าวผ่านการหุ้มด้วยยางดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายขณะกตจุต จากนั้นสวมถุงนิ้วครอบเซนเซอร์ FSR และนิ้วโป้งเพื่อป้องกันไม่ให้หน้าสัมผัสเซนเซอร์เคลื่อนที่ขณะกตจุต ซึ่งพื้นที่หน้าสัมผัสของเซนเซอร์ขนาดใกล้เคียงกับหน้านิ้วหรือข้อนิ้วโป้งมือ โดยถูกเชื่อมต่อกับ NodeMCU ทำหน้าที่รับค่าแรงกดที่ได้จากเซนเซอร์ ประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังชุดผู้ประเมินผล เซนเซอร์ FSR และ NodeMCU ใช้แหล่งพลังงานชุดเดียวกัน ก็คือ Li-Po Battery ที่มีแรง

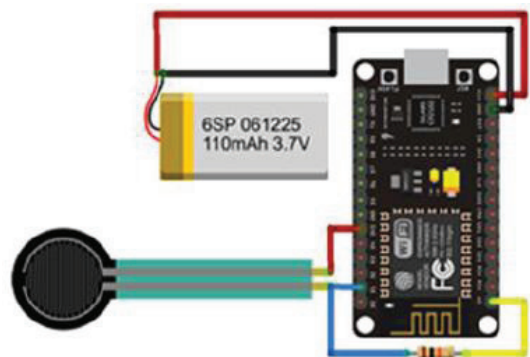
ดันไฟฟ้า 3.7 โวลต์ เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน และถูกบรรจุในผลิตภัณฑ์ที่เป็นลักษณะกระเป๋าผ้าเพื่อเกิดความกะทัดรัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 6

ชุดผู้ประเมินผล ประกอบด้วย Raspberry Pi ทำหน้าที่รับข้อมูลจากชุดผู้ทดสอบผ่านทาง Wireless USB adaptor ซึ่ง Raspberry Pi เชื่อมต่อกับหน้าจอเพื่อแสดงข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลในลักษณะกราฟ ตัวเลข และไฟสถานะ เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนวิเคราะห์แรงกด และความสม่ำเสมอของแรงกดจุดจากการทดสอบของนิสิตดังแสดงไว้ในรูปที่ 7 จากการออกแบบโดยรวมและเลือกใช้อุปกรณ์นำไปสู่การติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด เพื่อที่จะนำไปทดสอบต่าง ๆ ต่อไป ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8

โปรแกรมแสดงผลในชุดผู้ประเมินผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 9 จะประกอบไปด้วยโมดูลแสดงกราฟ ความสม่ำเสมอของแรงกดจุดสัญญาณ ซึ่งเป็นแบบปรับตามเวลาในกราฟแนวแกน x แสดงคาบเวลา (วินาที) และแนวแกน y แสดงขนาดของแรงกดจุด, โมดูลแสดงขนาดของแรงกดจุดในรูปแบบของตัวเลข ณ ปัจจุบัน รวมทั้งหลอดไฟแสดงสถานะ ซึ่งจากการสอบถามจากอาจารย์ผู้ใช้งานจริงพบว่า ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกินร้อยละ 5



รูปที่ 5 การห่อหุ้มพาราหุ้มเซนเซอร์



รูปที่ 6 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อสายสัญญาณของชุดทดสอบกตจุตสัญญาณ

และโมดูลติดต่อกับผู้ใช้เช่น เริ่ม - หยุดพล็อตกราฟ, บันทึก - ลบล้างกราฟ และออกจากโปรแกรม ขั้นตอนการทำงานจะเป็นดังนี้

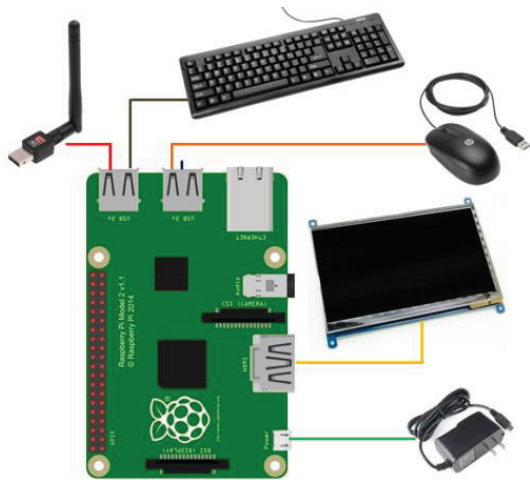
Step 1: Calibration เป็นการกำหนดค่าแรงกดในแต่ละตำแหน่งของจุดสัญญาณ ซึ่งกำหนดไว้ 5 ตำแหน่งจุดสัญญาณ

Step 2: Select Position เป็นการเลือก

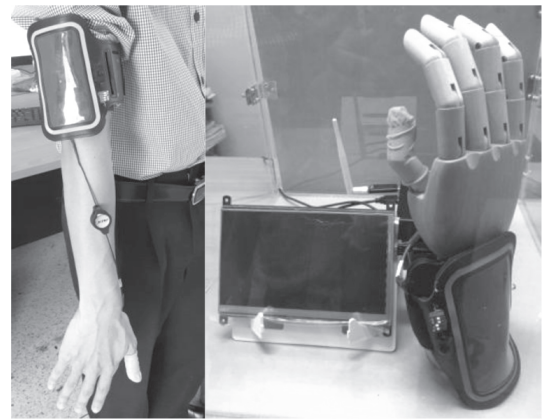
ตำแหน่งกดจุดสัญญาณเพื่อให้ผู้ทดสอบกดจุดสัญญาณเทียบกับค่าที่ได้จาก Step 1 ของตำแหน่งนั้น

Step 3: Plot Graph เป็นการควบคุมการทำงานของกราฟ ได้แก่ การเริ่มทำงาน, การหยุดทำงาน, การบันทึก และลบกราฟ และปุ่มสำหรับออกจากโปรแกรม

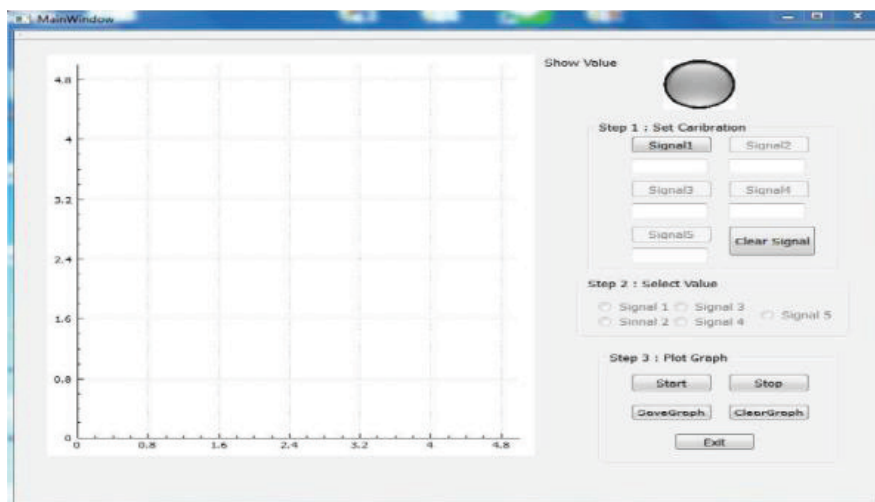
ขณะเดียวกันหลอดไฟได้แสดงสถานะของการ



รูปที่ 7 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อสายสัญญาณของชุดผู้ประเมินผล



รูปที่ 8 ชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยที่ดำเนินการสร้างขึ้น



รูปที่ 9 โปรแกรมแสดงผลในชุดผู้ประเมินผล

กจุดซึ่งแบ่งเป็น 3 สถานะ ดังต่อไปนี้

- สีเขียว คือ ขนาดแรงกจุด ณ ขณะนั้นเท่ากับขนาดของแรงที่ตั้งไว้
- สีเหลือง คือ ขนาดแรงกจุด ณ ขณะนั้นอยู่ระหว่าง $\pm$ ร้อยละ 5 ของขนาดแรงที่ตั้งไว้
- สีแดง คือ ขนาดแรงกจุด ณ ขณะนั้นต่างจากขนาดแรงที่ตั้งไว้เกินกว่าร้อยละ 5

2. วิธีการศึกษา

ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งวิธีการศึกษา ได้แก่ การทดสอบความถูกต้องของ FSR และน้ำหนักที่ชั่ง, การทดสอบใช้งานจริง

1) ทดสอบความถูกต้องของ FSR และน้ำหนักที่ชั่ง

การทดสอบนี้แบ่งวัตถุที่มีน้ำหนักต่างๆ ได้แก่ 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม ขั้นตอนแรก คือ การหาค่าความต้านทานไฟฟ้าเฉลี่ยของ FSR เทียบกับวัตถุที่มีน้ำหนักต่างๆ ที่กดลงบนตราซึ่งจากการคำนวณด้วยสมการที่ 1 โดยทดสอบ 3 ซ้ำ ในการเทียบแต่ละครั้ง

เมื่อได้ค่าความต้านทานไฟฟ้าเฉลี่ยแล้ว ต่อมาทำการแปลงเป็นค่าความนำไฟฟ้า (G) จากการคำนวณด้วยสมการที่ 2

$$R_{FSR} = \frac{(V_{in} - V_{out}) \times R_1}{V_{out}} \quad \dots(1)$$

$$G = \frac{1}{R_{FSR}} \quad \dots(2)$$

เมื่อ V_{out} = แรงดันไฟฟ้าด้าน Output, โวลต์

V_{in} = แรงดันไฟฟ้าด้าน Input, โวลต์

R_1 = ความต้านทานไฟฟ้า, โอห์ม

R_{FSR} = ความต้านทานไฟฟ้าของ FSR,

โอห์ม

G = ความนำไฟฟ้า, ซีเมนส์

เมื่อได้ ค่าความนำไฟฟ้า (G) ของวัตถุที่มีน้ำหนักต่าง ๆ จากนั้นวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความนำไฟฟ้า และสร้างสมการของกราฟ จากนั้นทดสอบกดเซนเซอร์ลงบนตราซึ่ง สังเกตและบันทึกผลค่าน้ำหนักที่ได้จากตราซึ่งและเซนเซอร์ โดยทดสอบ 3 ซ้ำ ในการเทียบแต่ละครั้ง สุดท้ายคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนที่ระหว่างค่าน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณของสมการเทียบกับน้ำหนักจริงบนตราซึ่ง

2) ทดสอบใช้งานจริง

คณะผู้วิจัยได้นำชุดทดสอบการกจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรไทยเข้ารับการทดสอบใช้งานจริงจากอาจารย์จำนวน 5 ท่าน และนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ จำนวน 10 คน ณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขั้นตอนแรกให้อาจารย์ผู้สอนทำการตั้งค่าแรงกจุดเริ่มต้นทั้งหมด 5 จุดสัญญาณ จากนั้นให้นิสิตทำการกจุดสัญญาณตามคำสั่งของอาจารย์ผู้สอน ได้แก่ ตำแหน่งที่กด ขนาดแรงกด และคาบเวลาในการกจุดสัญญาณของตำแหน่งนั้น อาจารย์ผู้สอนจะทราบค่าขนาดแรงกจุดระหว่างนิสิตและอาจารย์ ความสม่ำเสมอในการกจุดสัญญาณของนิสิตในแต่ละตำแหน่ง สุดท้ายอาจารย์ผู้สอนและนิสิตได้จะประเมินผลการใช้ชุดทดสอบการกจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรไทยจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผลการศึกษา

1) ทดสอบความถูกต้องของ FSR และน้ำหนักที่ชั่ง

ผลลัพธ์จากการหาค่าความต้านทานไฟฟ้าและค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยของ FSR เทียบกับวัตถุที่มีน้ำหนักต่างๆ ที่กดลงบนตราซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 1

ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความนำไฟฟ้า ปรากฏว่าสมการที่ได้จากกราฟดังแสดงไว้ในรูปที่ 10 เป็นการสร้างสมการพหุนามเมื่อยล้าลำดับที่ 3 คือ

$$y = -0.06x^3 + 0.28x^2 + 1.94x - 1.03 \dots (3)$$

เมื่อ y = น้ำหนัก, กิโลกรัม

x = ความนำไฟฟ้า, มิลลิซีเมนส์

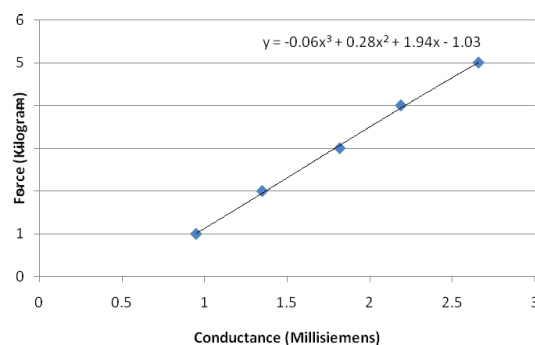
ตารางที่ 1 ความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้าเฉลี่ยของ FSR เพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความต้านทานไฟฟ้าเฉลี่ย (โอห์ม)	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ย (มิลลิซีเมนส์)
1	1047.33	0.95
2	738.66	1.35
3	551.00	1.82
4	456.66	2.19
5	376.00	2.66

เพื่อให้แน่ใจว่ากราฟที่ได้มีความถูกต้อง คณะผู้วิจัยจึงทดสอบกดเซนเซอร์ลงบนตราซึ่ง ทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นบันทึกผล และความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการคำนวณสมการเทียบกับน้ำหนักจริงบนตราซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 2.72

2) ทดสอบใช้งานจริง

คณะผู้วิจัยได้นำชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยเข้ารับการทดสอบใช้งานจริงจากอาจารย์จำนวน 5 ท่าน และนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ จำนวน 10 คน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



รูปที่ 10 กราฟและสมการที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความนำไฟฟ้าและน้ำหนัก

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่ถูกวัดจากเครื่องชั่งดิจิทัลและ FSR

น้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งดิจิทัล (กิโลกรัม)	น้ำหนักโดยใช้ FSR (กิโลกรัม)			น้ำหนักเฉลี่ยโดยใช้ FSR (กิโลกรัม)	ความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1	1.008	0.996	1.021	1.01	0.83
2	1.996	2.138	2.021	2.05	2.58
3	3.095	2.993	3.157	3.08	2.72
4	3.926	4.087	3.976	4.00	0.09
5	4.9943	5.058	4.858	4.97	0.60



รูปที่ 11 การตั้งค่าแรงกดเริ่มต้นโดยอาจารย์ผู้สอน



รูปที่ 12 กราฟที่ได้จากการตั้งค่าแรงกดเริ่มต้น

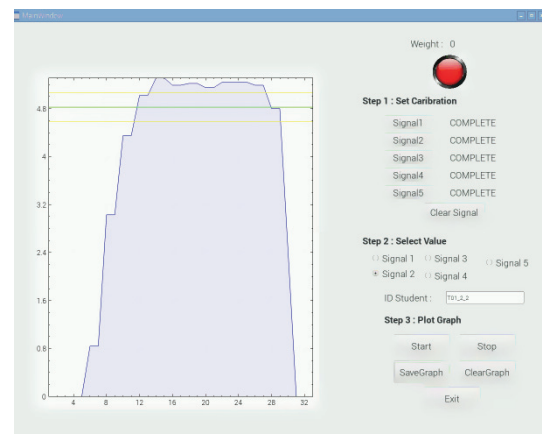


รูปที่ 13 การทดสอบกดจุดสัญญาณของนิสิตสาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์

ขั้นตอนแรกให้อาจารย์ผู้สอนทำการตั้งค่าแรงกดเริ่มต้นทั้งหมด 5 จุดสัญญาณ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11 ลักษณะกราฟที่ได้จากการตั้งค่าแรงกดเริ่มต้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 12

จากนั้นให้นิสิตทำการกดจุดสัญญาณ และเปรียบเทียบกราฟระหว่างนิสิตและอาจารย์ผู้สอน ซึ่งลักษณะการทดสอบของนิสิตดังแสดงไว้ในรูปที่ 13 และลักษณะกราฟที่ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 14

หลังจากการทดสอบใช้งานจริง อาจารย์ผู้สอนและนิสิตได้จะประเมินผลการใช้ชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่าได้รับความพึงพอใจเนื่องจากอาจารย์ผู้สอนและนิสิตได้ทราบแรงกดและลักษณะรูปกราฟของแรงกดได้อย่างชัดเจนอีกทั้งอาจารย์ผู้สอนสามารถประเมินแรงกดของผู้ถูกประเมินออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ อย่างไรก็ตามนิสิตมีความกังวลในเรื่องความยุ่งยากของการสวมอุปกรณ์



รูปที่ 14 กราฟที่ได้จากการกดจุดสัญญาณของนิสิตสาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์

อภิปรายผล

เพื่อศึกษาและออกแบบชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยให้ทราบถึงขนาดของแรง และความสม่ำเสมอขณะกวดจุดอย่างชัดเจน และแม่นยำที่ได้ศึกษาจากตำราในรายวิชาภาคทฤษฎี คณะผู้วิจัยจึงนำเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดติดตั้งกับนิ้วหัวแม่มือของผู้สวมใส่ไม่ว่าจะเป็นคณาจารย์และนิสิต สำหรับการทดสอบการกวดจุดสัญญาณในรายวิชาภาคปฏิบัติ ถูกบรรจุในผลิตภัณฑ์ที่เป็นลักษณะกระเป๋าผ้า เพื่อความกะทัดรัด สะดวกต่อการใช้งานโดยไม่คำนึงถึงขนาดของสายสัญญาณ โดยแรงจากนิ้วหัวแม่มือจะส่งถ่ายแรงกดโดยตรงไปยังเซนเซอร์ดังกล่าว ซึ่งข้อมูลคือ ขนาดแรงกด ส่งไปยังชุดผู้ประเมินผลแบบไร้สาย ในขณะเดียวกันชุดผู้ประเมินผลสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟ ตัวเลข และไฟสถานะ จากโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นบนหน้าจอ เพื่อให้ผู้ประเมินผลวิเคราะห์แรงกด และความสม่ำเสมอของแรงกด ณ ขณะนั้นได้

หลังจากดำเนินการสร้างชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยแล้ว ต่อมาเป็นการทดลองประสิทธิภาพของเซนเซอร์ อันดับแรกคือ การหาความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้าจากการแบ่งวัตถุที่มีน้ำหนักต่างๆ ได้แก่ 1, 2, 3, 4, และ 5 กิโลกรัม ค่าความต้านทานไฟฟ้า คือ 1,047.33, 738.66, 551.00, 456.66 และ 376.00 โอห์ม ตามลำดับ ค่าความนำไฟฟ้า คือ 0.95, 1.35, 1.82, 2.19 และ 2.66 มิลลิซีเมนส์ ตามลำดับ จากนั้นหาสมการจากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความนำไฟฟ้า ปรากฏว่าเป็นสมการพหุนามสามลำดับที่ 3 คือ $y = -0.06x^3 + 0.28x^2 + 1.94x - 1.03$ โดยค่า x คือ ความนำไฟฟ้า และ y คือ น้ำหนัก สุดท้ายเป็นการทดลองประสิทธิภาพโดยกด

เซนเซอร์ลงบนตราช้าง สังเกตและบันทึกผลค่าน้ำหนักที่ได้จากตราช้างและเซนเซอร์ โดยทดสอบ 3 ครั้งในการเทียบแต่ละครั้ง ปรากฏว่า FSR มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกินร้อยละ 2.72 ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 5 กิโลกรัม เป็นที่ยอมรับได้จากคณาจารย์สำหรับการประเมินการสอบกวดจุดสัญญาณในรายวิชาภาคปฏิบัติ ก็คือน้อยกว่าร้อยละ 5

เมื่อเซนเซอร์ที่ใช้งานมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้จากคณาจารย์ คณะผู้วิจัยได้นำชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยเข้ารับการทดสอบใช้งานจริงจากคณาจารย์และนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ ณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขั้นตอนแรกให้คณาจารย์ทำการตั้งค่าแรงกดเริ่มต้นทั้งหมด 5 จุดสัญญาณ จากนั้นให้นิสิตทำการกวดจุดสัญญาณตามคำสั่งของคณาจารย์ ได้แก่ ตำแหน่งที่กด ขนาดแรงกด และคาบเวลาในการกวดจุดสัญญาณของตำแหน่งนั้น คณาจารย์จะทราบค่าขนาดแรงกดระหว่างนิสิตและคณาจารย์ ความสม่ำเสมอในการกวดจุดสัญญาณของนิสิตในแต่ละตำแหน่ง สุดท้ายคณาจารย์และนิสิตจะประเมินผลการใช้ชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวชกรรมไทยจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่า ได้รับความพึงพอใจเนื่องจากอ่านค่าน้ำหนักชัดเจน เข้าใจง่ายถึงกราฟความสม่ำเสมอของแรงกดที่เกิดขึ้นบนโปรแกรมขณะกวดจุดสัญญาณ และเป็นอุปกรณ์ที่แปลกใหม่ที่แตกต่างจากเดิมคือการติดตั้งเซนเซอร์ภายในหุ่นจำลอง อย่างไรก็ตามนิสิตมีความกังวลในเรื่องความยุ่งยากของการสวมอุปกรณ์

ข้อสรุป

ชุดทดสอบการกวดจุดสัญญาณสำหรับหัตถเวช

กรรมไทยที่ดำเนินการศึกษาและออกแบบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ชุดทดสอบการกดจุดสัญญาณและชุดผู้ประเมินผล ในการทดสอบเซนเซอร์ตัวตรวจจับแรงกดพบว่า ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกินร้อยละ 2.72 เป็นที่ยอมรับได้จากคณาจารย์สำหรับการประเมินการสอบกดจุดสัญญาณในรายวิชาภาคปฏิบัติ ก็ได้น้อยกว่าร้อยละ 5

ผลจากการประเมินจากคณาจารย์และนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หลังจากนำอุปกรณ์ไปทดสอบจุดสัญญาณในรายวิชาภาคปฏิบัติพบว่า ได้รับความพึงพอใจเนื่องจากอ่านค่าน้ำหนักชัดเจน เข้าใจง่ายถึงกราฟความสม่ำเสมอของแรงกดที่เกิดขึ้นบนโปรแกรมขณะกดจุดสัญญาณ และป็นอุปกรณ์ที่แปลกใหม่ที่แตกต่างจากเดิมคือการติดตั้งเซนเซอร์ภายในหุ่นจำลอง อย่างไรก็ตามนิสิตมีความกังวลในเรื่องความยุ่งยากของการสวมอุปกรณ์ ซึ่งจะได้รับการพัฒนาต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์สุวรรณา แม่นเป็น อาจารย์วัลลภา ลีลานั้นทกุล อาจารย์ณรงค์ศักดิ์ จันทะวัง และนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ ที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำความรู้ ข้อมูลสำหรับแพทย์แผนไทยประยุกต์ การทดสอบกดจุดสัญญาณของนิสิต ตลอดจนเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบจริง โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินอุดหนุนการวิจัยอาจารย์ทั่วไป เผยแพร่ผลงานระดับชาติ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2559 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. Thai Traditional Medical Professions Act, B.E. 2013. Government Gazette, Volume 130, Part 10 a (1 Feb 2013). (in Thai)
2. Chumnanya M, Perngporn U, Sayorwan W. Health Problem From Working as Thai Traditional Massage Therapists in Thailand. Journal of Health Research. 2013;27(2):119-122.
3. Sitthithayakij K, Termwiset P, editors. A Citizen's Guide to Health Care with Thai Traditional Medicine. Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand Under Royal Patronage of His Majesty The King; 2004. 302 p. (in Thai)
4. Limtiyayothin A, Nongbuadee S. Thai therapeutic massage (Court-type Thai Massage) Basic of Thai Massage. 2nd ed. Bangkok: Supawanish-KanPim; 2011. 258 p. (in Thai)
5. Chaleephay B, Paisal K, Lertlop W, Puensaar R. Factors related to The Degree's of Fingers and Weight at Acupressure Points that effect The Feelings of Massage. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University; 2012. 63 p. (in Thai)
6. Chantraket R, Sungsakda M. Situation and development of Thai massage. In: Nichpanit S, Chantraket R, et al. editors. Thai traditional and alternative health 196 profile 2011-2013. Bangkok: Kaeo Chao Chom Media and Print Materials Centre, Suan Sunandha Rajapath University; 2013. p. 105-56. (in Thai)
7. Thongkittidilok T, Manupibul U, Owatchaiyapong P, Onprasert W, Wilasrusmee C, Suthakorn J. Multi Sensor Array and Graphical User Interface Integrated with Comfortable Socks (Magic Socks). Proceedings of the 2012 TRS Conference on Robotics and Industrial Technology (CRIT 2012); 2012 Nov 28-29; Nakorn Phatom, Thailand. 2012. p. 140-3.
8. Google Patents. Electromyographic examination glove. [Internet]. 2003 May [cited. 2016 Jun 10]; Available from: <http://www.google.com/patents/US6567990>
9. Department of Intellectual Property. Search Patent System - Models with Sensor System for Thai Massage Practice [Internet]. [cited 2016 Jun 25]; Available [สท9]from: https://patentsearch.ipthailand.go.th/DIP2013/view_public_data.php?appno=11101400047 (in Thai)
10. Public Relations Division, Rajamangala University of

- Technology Thanyaburi. RMUTT's Students build Thai massage Interactive Teaching model for Visually Impaired Grab a gold medal SIIF2014. [Internet]. [cited 2016 Jun 25]; Available from: <http://www.news.rmutt.ac.th/archives/42531> (in Thai)
11. Interlink electronics. FSR-Force Sensing Resistor Integration Guide and Evaluation Parts Catalog. p. 1-25.
 12. Satellite2U. NodeMCU and IOT Chapter 1 : What is NodeMCU. [Internet]. 2017 Jan [cited 2016 Jun 10]; Available from: <http://sat2you.com/web/2017/01/31/nodemcu-iot-nodemcu> (in Thai)
 13. Venus Supply Co. Ltd. Development of programme on Raspberry Pi with Qt. [Internet]. [cited 2016 Jun 10]; Available from: <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/-raspberry-pi-qt.html> (in Thai)