MAGIC Socks ถุงเท้าเตือนการชนในผู้ป่วยเบาหวานโรคปลายประสาทอักเสบ

ธนกร ทองกิตติดิลก[1,2], อุดมพร มนูพิบูลย์[1,2], จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์[2], พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์[2], วรทิต อ่อนประเสริฐ[2], จุมพล วิลาศรัศมี[3]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล,

[2]ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ (BART LAB) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[3]ภาควิชาศัลยกรรมศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

25/25 ถนน พุทธมณฑลสาย 4 ตำบล ศาลายา อำเภอ พุทธมณฑล จังหวัด นครปฐม 73170

ติดต่อผู้เขียน : jackrit.sut@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ **— โรคปลายประสาทอักเสบเป็นหนึ่งในโรคแทรกซ้อนที่สำคัญที่เกิดในผู้ป่วยเบาหวาน พยาธิสภาพของโรคดังกล่าวคือระบบประสาทส่วนปลายของผู้ป่วยถูกทำลาย ส่งผลให้มีอาการปลายมือและปลายเท้าชาและไร้ความรู้สึก นำไปสู่ความเสี่ยงในการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยเฉพาะบริเวณเท้าซึ่งเป็นอวัยวะที่รับน้ำหนักของร่างกายและมักเกิดแผลจากการกระแทกหรือเหยียบสิ่งต่าง ๆโดยผู้ป่วยโรคปลายประสาทอักเสบไม่รู้สึกตัว งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ พัฒนาอุปกรณ์และระบบที่ช่วยเตือนผู้ป่วยเมื่อเกิดการกระแทกบริเวณเท้า โดยระบบและอุปกรณ์ดังกล่าวถูกออกแบบมาในรูปของถุงเท้าเพื่อให้สามารถใช้ในชีวิตประจำวัน** MAGIC Socks **หรือถุงเท้ามหัศจรรย์ดังกล่าวเป็นถุงเท้าที่ถูกออกแบบมาสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการปลายประสาทอักเสบ โดยภายในถุงเท้าจะติดตั้งเซนเซอร์วัดแรง** (Force Sensitive Resistor) **เมื่อเกิดแรงกระแทกที่บริเวณเท้าของผู้ป่วย เซนเซอร์ในถุงเท้าจะรับรู้ถึงแรงดังกล่าวและส่งข้อมูลผ่าน อุปกรณ์ไร้สาย** (Wireless Module)**เพื่อเตือนผู้ป่วยผ่านบริเวณอวัยวะที่ผู้ป่วยยังสามารถรับรู้ความรู้สึกได้ ทั้งนี้ระบบถูกออกแบบโดยเลือกใช้บริเวณต้นแขน จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลของแต่ละวันบันทึกในโทรศัพท์มือถือของผู้ป่วยเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป**

คำสำคัญ **— โรคปลายประสาทอักเสบ อุปกรณ์ป้องกันการเกิดแผลในผู้ป่วยเบาหวาน เซนเซอร์วัดแรง**

I. บทนำ

ปัจจุบันมีคนไทยป่วยเป็นโรคเบาหวานเป็นจำนวนมาก จากสถิติในปี พ .ศ.2553 ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย [1] ผลสถิติแสดงให้เห็นว่า มีคนไทยเป็นโรคเบาหวานจำนวนมากถึง 2.1 ล้านคน โดยโรคแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยเบาหวานคือ โรคปลายประสาทอักเสบ [2] โรคแทรกซ้อนดังกล่าวมีสาเหตุมากจากปริมาณน้ำตาลในเลือดที่สูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเลือดซึ่งมีผลไปทำลายเส้นประสาทรับความรู้สึกและเส้นประสาทสั่งการส่วนปลาย โดยอาการของโรคคือ อาการชาหรือไร้ความรู้สึกและความเจ็บปวดที่บริเวณปลายมือปลายเท้า [3] นอกจากนี้ระบบประสาทสั่งการที่ผิดปกติยังส่งผลให้เกิดการผิดรูปของเท้า ทำให้มีการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าผิดปกติ ซึ่งจะนำมาสู่การเกิดแผลที่เท้า โดยแผลที่บริเวณเท้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานมีโอกาสเกิดการอักเสบและติดเชื้อซึ่งนำไปสู่การตัดขาในเวลาต่อมา

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยมีการศึกษาเกี่ยวกับบริเวณที่มีการเกิดแผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวาน Matthew S. Cowley และคณะได้มีการศึกษาบริเวณที่เกิดแผลที่ด้านฝ่าเท้า ส่วนมากเกิดที่บริเวณ หัวแม่เท้าจนถึงข้อต่อแรก (Hallux) ส้นเท้า (Heel) หัวแม่เท้า (Toes) ตามลำดับ และด้านหลังเท้าจะเกิดแผลบริเวณหัวแม่เท้า (Toes) กระดูกเท้าตำแหน่งกลาง (Middle Metatarsal) เอ็นร้อยหวาย (Achilles) ตามลำดับ [4] ซึ่งนักวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจในปัญหานี้และศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยในการลดแรงกดที่ใต้ฝ่าเท้า และอุปกรณ์วัดแรงกดที่ใต้ฝ่าเท้า Martha L. Zequera PhD และคณะได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของพื้นรองเท้า 4 ชนิด เพื่อช่วยลดแรงกดที่ฝ่าเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน [5] Waaijman R. และคณะได้มีการพัฒนารองเท้าโดยใช้โฟมและแผ่นยางอยู่ด้านนอก เพื่อช่วยลดแรงกดที่เท้าโดยวัดจาก Pedar x-system® [6] Marc R. Sarnow และคณะได้ทำการวัดแรงกดที่เท้าโดยเครื่องวัดแรงกดที่เท้า) F-Scan) เปรียบเทียบการใส่รองเท้าและไม่ใส่รองเท้าในคนปกติและผู้ป่วยโรคเบาหวาน [7] Lin Shu และคณะได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แรงกดภายในรองเท้าโดยใช้แผ่นผ้าที่ประกอบด้วยเซนเซอร์เรียงต่อกันเป็นแถว (Textile Fabric Sensor Array) และส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไร้สายไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ [8] จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่างานวิจัย ส่วนใหญ่จะเน้นไปทางการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ลดแรงกดและวัดแรงกดที่ใต้ฝ่าเท้าเท่านั้น แต่ไม่พบงานวิจัยที่การศึกษาเกี่ยวกับการเตือนและการป้องกันการเกิดแผลซึ่งเกิดจากการชนที่บริเวณหลังเท้า

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาอุปกรณ์และระบบเตือนผู้ป่วยเมื่อเกิดการกระแทกบริเวณเท้าโดยมีวัตุประสงค์เพื่อลดโอกาสในการเกิดแผลที่เท้าเนื่องจากการชนในผู้ป่วยเบาหวานที่เป็นโรคปลายประสาทอักเสบ

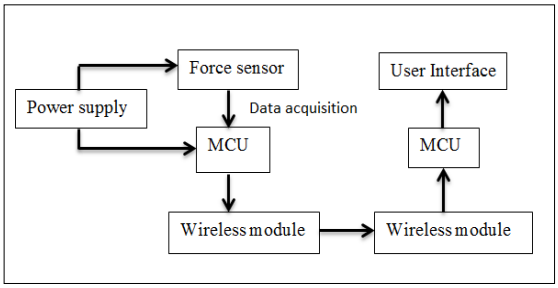
II. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการพัฒนาอุปกรณ์และระบบเตือนผู้ป่วยหลังการชนมีขั้นตอนในการดำเนินการหลักดังนี้

- เซนเซอร์และวงจร
- การรับค่าของข้อมูล
- อุปกรณ์การเชื่อมต่อไร้สาย

- ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

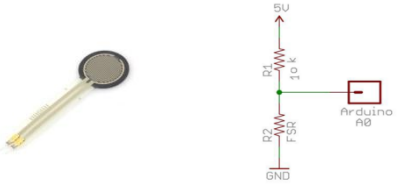
จะมีการติดเซนเซอร์วัดแรงกดที่บริเวณถุงเท้า โดยที่เซนเซอร์วัดแรงกด (Force sensor) จะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับค่าข้อมูลนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลผ่าน Wireless module ตัวส่ง ไปยัง Wireless module ตัวรับและทำการส่งค่าข้อมูลที่ได้รับการประมวลแล้วไปแสดงที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) แสดงดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. ภาพรวมของอุปกรณ์ของระบบเตือนผู้ป่วยหลังการชน

A.เซนเซอร์และวงจร

จากการศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่ใช้เซนเซอร์วัดแรงที่เท้า พบว่าเซนเซอร์ที่ใช้วัดแรงชนที่เท้าที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ เซนเซอร์วัดแรงตามความต้านทาน (Force Sensitive Resistor) ดังรูปที่ 2 เป็นเซนเซอร์ที่ทำมาจากพอลิเมอร์ฟิล์มชนิดหนา (Polymer Thick Film) [9]



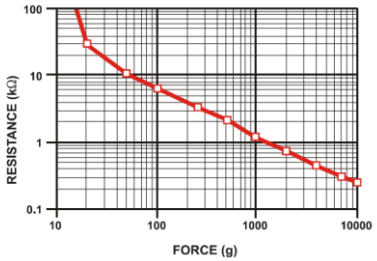
รูปที่ 2 เซนเซอร์วัดแรงตามความต้านทานและวงจรเซนเซอร์วัดแรงตามความต้านทานต่อเข้าตัวต้านทานและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เซนเซอร์ดังกล่าวมีหลักการคือ ความต้านทานภายในตัวเซนเซอร์ที่ลดลงเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำที่บริเวณที่ไวต่อแรงกด เซนเซอร์นี้จะถูกใช้ในการวัดแรงชนที่บริเวณหลังเท้า โดยในบริเวณหลังเท้าจะถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่งเพื่อติดเซนเซอร์ได้แก่ หัวแม่เท้า (Toe) กระดูกเท้าตำแหน่งกลาง (Middle Metatarsal) เอ็นร้อยหวาย (Achilles) ข้อเท้าด้านหลังส่วนกลาง (Medial Posterior Ankle๗ และ ข้อเท้าด้านใน (Medial Anterior Ankle) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีโอกาสในการเกิดแผลบริเวณหลังเท้าได้บ่อยในผู้ป่วยโรคปลายประสาทอักเสบ แสดงดังรูปที่ 3.

รูปที่ 3. ตำแหน่งของถุงเท้าที่จะติดเซนเซอร์ทั้ง 5 ตำแหน่ง

เซนเซอร์ชนิดนี้มีความสามารถในการรับแรงได้ในช่วง 0.1 – 10 กิโลกรัม (ประมาณ 10 Pa-1000 kPa) ซึ่งอยู่ในช่วงของ แรงที่สามารถทำให้เกิดแผลได้ โดยมีค่าประมาณ 6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร [9] จากนั้นจึงทำการต่อเซนเซอร์เข้ากับวงจรดังรูปที่ 2

ในการต่อเซนเซอร์ดังรูปจะให้ค่าจากการกดเซนเซอร์ออกมาในหน่วยโวลท์ จึงต้องมีการนำค่าที่ได้มาแปลงกลับให้อยู่ในรูปหน่วยของความต้านทานเพื่อนำมาเทียบกับหน่วยของแรง คือ นิวตัน โดยความสัมพันธ์ในการแปลงความต้านทานกับแรงกดจะเป็นดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและแรงกด [9]

B. การรับค่าของข้อมูล (Data Acquisition)

การนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์มาใช้ต่อนั้นจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่ใช้ ATmega 328 ในการประมวลผล ในการรับค่าข้อมูลรูปแบบอะนาล็อกจากเซนเซอร์และแปลงเป็นดิจิตอล ส่วนของการประมวลผลเบื้องต้นจะใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลและแสดงข้อมูล โดยมีการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวในการรับค่าของข้อมูล โดยตัวแรกจะทำการรับค่าของข้อมูลโดยตรงจากเซนเซอร์ ตัวที่สองจะทำการรับค่าข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไร้สายเพื่อทำการควบคุมการทำงานต่อไป

C. อุปกรณ์การเชื่อมต่อไร้สาย (Wireless module)

เนื่องจากอุปกรณ์การเตือนผู้ป่วยจะต้องถูกติดตั้งในส่วนของร่างกายที่ยังมีความรู้สึก ในที่นี้จึงมีการออกแบบให้อุปกรณ์เตือนผู้ป่วยมี 2 ส่วนคือ ส่วนติดอยู่ที่บริเวณต้นแขนและส่วนที่ส่งข้อมูลไปเก็บที่โทรศัพท์มือถือ เพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้ง และไม่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกผิดแปลกไปจากคนทั่วไป อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลนั้น จึงได้รับการพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆเช่น มาตรฐานของอุปกรณ์ ระยะทางการส่งข้อมูล ความสามารถในการติดต่อกันของอุปกรณ์ ระยะเวลาในการส่งข้อมูล ระยะเวลาการใช้งาน และบริเวณที่ผู้ป่วยรับความรู้สึกได้ โดยในตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์ไร้สายแบบ Bluetooth WiFi และ Xbee

ตารางที่ 1

เปรียบเทียบคุณลักษณะของอุปกรณ์ไร้สายต่างๆ[10]

คุณลักษณะ	Bluetooth	WiFi module	Xbee module
มาตรฐาน	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4
ระยะส่งสัญญาณ	100 เมตร (class 1)	100 เมตร	100 เมตร
การเชื่อมต่อ	Ad hoc	Point to hub	Peer to peer
ความปลอดภัย	เข้ารหัส	เข้ารหัส	128-bitAES

ทั้งนี้การเลือกใช้อุปกรณ์ไร้สาย จะใช้ WiFi เนื่องจากมาตรฐานของ WiFi สามารถเชื่อมต่อกับมาตรฐานของระบบโทรศัพท์มือถือได้ และสามารถพัฒนาระบบได้ง่ายในอนาคต

อุปกรณ์ไร้สายที่ใช้จะมีการใช้งานทั้งหมด 3 ตำแหน่งคือ ที่บริเวณติดกับเซนเซอร์ บริเวณต้นแขน และอุปกรณ์ไร้สายในโทรศัพท์มือถือ

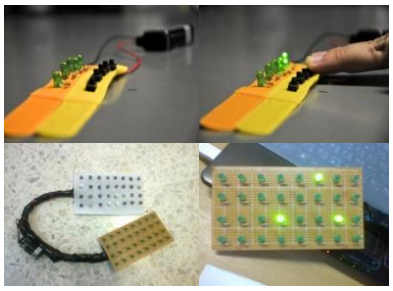
D. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. อุปกรณ์เตือนผู้ป่วยโดยทันทีเมื่อผู้ป่วยเกิดการชน โดยจะพัฒนาอุปกรณ์และติดตั้งไว้ที่บริเวณต้นแขน 2. พัฒนาโปรแกรมเก็บข้อมูลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เพื่อเก็บข้อมูล สถิติของการชนในแต่ละวัน เพื่อนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตือนผู้ป่วยโดยทันทีจะมีการเตือนผู้ป่วยโดยการสั่นที่ต้นแขนบริเวณต่างๆที่ผู้ป่วยยังมีความรู้สึกอยู่ การใช้อุปกรณ์นี้จะต้องมีการฝึกฝนผู้ป่วยให้เกิดเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งในการชนและตำแหน่งในการเตือน

III. การดำเนินการขั้นต้น

เริ่มแรกผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นโดยทำการพัฒนาเซนเซอร์แบบเรียงแถว (Array sensor) จากไมโครสวิตช์ติดบนวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเพื่อเรียนรู้การทำงานของเซนเซอร์และประยุกต์ใช้เซนเซอร์กับวัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้และจะมีการแสดงผลการกดเซนเซอร์เป็นหลอดไฟขนาดเล็กแสดงดังรูปที่ 5.



รูปที่ 5. เซนเซอร์แบบเรียงแถว (Array sensor) จากไมโครสวิตช์ติดบนวัสดุที่มีความยืดหยุ่น

เมื่อได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของเซนเซอร์บนวัสดุที่ยืดหยุ่นแล้วผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระดับของแรงกดที่เท้าที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานมีโอกาสเกิดแผลพบว่า เมื่อได้รับแรงประมาณ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ประมาณ 588 kPa) จะทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายจนเกิดแผลขึ้น [9] ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลนี้มาใช้ในการเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดแรงที่เหมาะสมจะใช้ในการพัฒนาถุงเท้าเตือนการชนนี้ โดยแสดงการเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดแรงกดไว้ในตารางที่ 2.

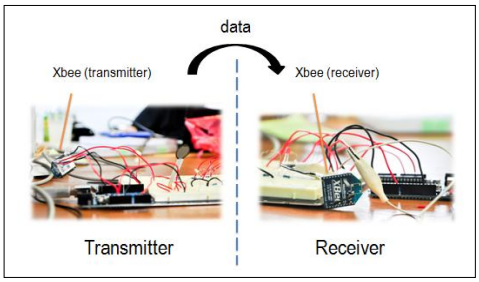
ผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะของเซนเซอร์วัดแรงกดแต่ละชนิดพบว่าเซนเซอร์ที่มีความเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการพัฒนาถุงเท้าเตือนการชนคือเซนเซอร์วัดแรงตามความต้านทาน (Force Sensitive Resistor) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ความสามารถในการรับแรงกดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและตัวเซนเซอร์มีความยืดหยุ่น

ตารางที่ 2

เปรียบเทียบคุณลักษณะของเซนเซอร์วัดแรงกด

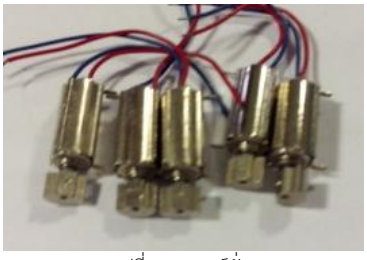
Characteristics	Strain gauge	Piezo-electric	Piezo-resistive	MLCC array sensor	Carbon-black-filled silicon	Force Sensitive Resistor
Small size	/	/	/	/	/	/
High strength	/	/	/	/	/	/
High sensitivity	x	/	/	/	/	/
High accuracy	x	/	/	/	/	/
Low cost	/	/	/	x	x	/
Range of force	Depend on the series	Depend on the series	Depend on the series	Higher than 1.1GPa	10 Pa to 800 kPa	10 Pa to 1000 kPa
Flexible	/	x	x	/	/	/
Simple to use	/	/	/	x	x	/

หลังจากได้เซนเซอร์วัดแรงกดที่ต้องการแล้วผู้วิจัยจึงนำเซนเซอร์มาทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไร้สาย โดยต่อเซนเซอร์กับวงจรที่ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการวัดค่าแรงกดและแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลดิจิตอล แล้วจึงส่งข้อมูลผ่าน Wireless module ตัวส่ง ไปยัง Wireless module ตัวรับเพื่อแสดงผลที่หลอดไฟขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 6.



รูปที่ 6. วงจรการทำงานรับส่งข้อมูลของเซนเซอร์

อีกส่วนหนึ่งของการพัฒนาถุงเท้าเตือนการชนคือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือเตือนผู้ป่วยโดยทันทีใช้การสั่นในการเตือนเมื่อมีการชนที่เซนเซอร์ โดยออกแบบเป็นปลอกพันแขนที่มีอุปกรณ์เตือนผู้ป่วยติดอยู่ภายใน ทั้งหมดนี้จะติดอยู่กับตัวผู้ป่วยซึ่งสามารถถอดออกได้เมื่อไม่ใช้งาน ในที่นี้ผู้วิจัยใช้มอเตอร์สั่น 5 ตัวติดไว้ในตำแหน่งที่แตกต่างกันที่ปลอกแขนบริเวณต้นแขนของผู้ป่วย ทั้งนี้จึงต้องมีการฝึกฝนผู้ป่วยให้มีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการชนที่เท้าและตำแหน่งการเตือนการชนที่ต้นแขน ภาพมอเตอร์สั่นแสดงดังรูปที่ 7.



รูปที่ 7. มอเตอร์สั่น

ส่วนที่สองที่ใช้ในการเตือนผู้ป่วยคือเตือนผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยผู้วิจัยได้ทำการเขียนแอปพลิเคชันชื่อ MAGIC Socks เพื่อเตือนการชนเป็นระดับการชนและแรงที่ชนโดยทำการ

เก็บข้อมูลในแต่วันเพื่อเป็นการปลูกจิตสำนึกผู้ป่วยให้มีการระวังก่อนเกิดการชนสิ่งกีดขวางในวันถัดๆไปและเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป แสดงดังรูปที่ 8.

รูปที่ 8. แอปพลิเคชัน MAGIC Socks บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

IV. อภิปรายผล

ในการพัฒนาอุปกรณ์ MAGIC socks ขึ้นนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานที่เป็นโรคปลายประสาทอักเสบดีขึ้น ทำให้ผู้ป่วยสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างเป็นปกติและลดโอกาสที่จะเกิดแผลที่เท้าขึ้นเนื่องจากการชนหรือกระแทกที่ไม่พึงประสงค์ สิ่งที่คาดหวังในการพัฒนาอุปกรณ์ในขั้นต่อไปคือ อุปกรณ์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติก่อนที่ผู้ป่วยจะชน สามารถคาดการณ์ได้ว่าเท้าของผู้ป่วยมีโอกาสที่จะชนกับสิ่งกีดขวางเบื้องหน้า นอกจากนี้คือสามารถเชื่อมต่อการเตือนเข้ากับเส้นประสาทที่สูญเสียไปของผู้ป่วย ให้ผู้ป่วยรู้สึกเสมือนกลับมามีความรู้สึกที่บริเวณเท้าอีกครั้ง

V. สรุปผล

การพัฒนาถุงเท้าเพื่อเตือนผู้ป่วยเบาหวานที่เป็นโรคปลายประสาทอักเสบหลังเกิดการชนที่เท้า ใช้เซนเซอร์วัดแรงตามความต้านทานในการวัดแรงที่เกิดจากการชน โดยจะออกแบบให้เซนเซอร์ถูกติดตั้งกับถุงเท้าบริเวณที่ตรงกับตำแหน่งบนเท้า 5 ตำแหน่งดังที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น ทางผู้วิจัยให้ชื่อถุงเท้าที่สามารถวัดแรงและเตือนการกระแทกบริเวณเท้าว่า MAGIC Socks ซึ่งถุงเท้ามีข้อดีคือ ไม่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกผิดแปลกจากคนทั่วไป การออกแบบโดยละเอียดยังอยู่ในขั้นตอนการดำเนินการเพื่อที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการติดเซนเซอร์บนอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานอุปกรณ์ในรูปแบบของถุงเท้า เซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่กับถุงเท้าที่ผู้ป่วยสวมใส่จะทำงานเมื่อมีแรงจากการชนหรือกระแทก อุปกรณ์จะส่งข้อมูลและไปยังบริเวณต้นแขนและเตือนผู้ป่วยโดยทันทีที่มีการชน และส่งมูลไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วยเพื่อเก็บข้อมูลไว้ การพัฒนาอุปกรณ์ชิ้นนี้มีขึ้นเพื่อช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต ลดโอกาสที่จะเกิดแผลที่เท้าของผู้ป่วยและให้ผู้ป่วยมีการดำเนินชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป

VI. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้ชื่อโครงการ “การฟื้นฟูบูรณาการหุ่นยนต์ใช้ระบบรับรู้สัมผัสสิ่งแวดล้อมเสมือนจริง”

VII. บรรณานุกรม

[1] สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, “สถิติผู้ป่วยโรคเบาหวานปี 2553”, http://www.diabassocthai.org.

[2] Head, K.A., “ Peripheral Neuropathy : Pathogenic Mechanisms and Alternative Therapies”, Alternative Medicine Review, Vol.11, No. 4 , pp. 294-329.

[3] Van Schie, C.H.M., “ A review of Biomechanics of the Diabetic foot ”, International Journal of Lower Extremity Wounds, Vol.4, No.3, pp.160-170.

[4] Cowley, M.S.,Boyko, E.J., Shofer, J.B., Ahroni, J.H., Leodoux, W.R., “ Foot ulcer risk and location in relation to prospective clinical assessment of foot shape and mobility among persons with diabetic ”, Diabetics Research and Clinical Practice, Vol.82, No.2, pp.226-232.

[5] Martha L. Zequera PhD et al., “ Performance of Insole in Reducting Plantar Pressure on Diabetic Patients in the Early Stages of Disease ”, in Proc. IEEE,

[6] Waaijman R. et al., “ Pressure-reduction and preservation in custom-made footwear of patients with diabetics and a history of plantar ulceration ”, Diabetic Med., 2012.

[7] Marc R. Sarnow et al., “ In-sole Foot Pressure Measurements in Diabetic Patients with At-Risk Foot and in Healthy Subject ”, in Proc. IEEE, 1994.

[8] Lin Shu et al., “ In-Shoe Plantar Pressure Measurement and Analysis System Based on Fabric Pressure Sensing array ”, in Proc. IEEE, 2010.

[9] INTERLINK ELECTRONICS, “ FSR® Force Sensing Ressitor Integration Guide and Evaluation Parts Catalog ”, p.1-25.

[10] Seong Peng Lim., and Gik Hong Yeap, “ Centralised Smart Home Control System via Xbee Transceiver ”, in Proc. IEEE, Malaysia.