

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8

8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand

เครื่องวัดความดันโลหิตแบบไม่รุกรานโดยใช้วิธีออสซิลโลเมตริก

Noninvasive Blood Pressure Instrument Using Oscillometric Method

ทศวรรษ พุทธสกุล, กมลรัตน์ บัดฉานัง และ มนัส สัจจวิเศษ

สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

โทรศัพท์: 081-0410589 E-mail: tasawan.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสร้างเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการวัดความดันโลหิตแบบไม่รุกรานด้วยหลักการออสซิลโลเมตริก ซึ่งในการประมวลผลค่าความดันโลหิตนั้นจะถูกประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4Discovery และแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการคำนวณค่าความดันโลหิตนั้นจะใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความดันเฉลี่ย ซึ่งทำให้มีค่าความดันโลหิตมีความถูกต้องมากขึ้น จากผลการทดสอบการวัดค่าความดันโลหิตโดยเครื่องสอบเทียบความเที่ยงตรงเครื่องวัดความดันโลหิตแบบไม่รุกรานยี่ห้อ Fluke รุ่น Cufflink และเครื่องที่ขายตามท้องตลาด OMRON พบว่าเครื่องที่ได้ทำการออกแบบมีค่าที่ถูกต้องและแม่นยำใกล้เคียงกับเครื่องมาตรฐาน

คำสำคัญ: ความดันโลหิต, หลักการออสซิลโลเมตริก

Abstract

This paper aims to develop a construction of noninvasive automated blood pressure monitors using oscillometric. In processing the blood pressure that is being processed by a microcontroller. STM32F4Discovery and displayed on a computer. The blood pressure values are calculated using a ratio that varies depending on the mean pressure. This causes the blood pressure is more accurate. The results of test to measure blood pressure by calibrating precision measuring blood pressure noninvasive Brand Fluke Model Cufflink and that the market OMRON found that the machine was designed with the correct and accurate similar to standards.

Keywords: Blood pressure, Oscillometric method

1. บทนำ

โรคความดันโลหิตสูง หรือแพทย์บางท่านเรียกว่า ภาวะความดันโลหิตสูง (Hypertension หรือ High blood pressure) เป็นโรคพบได้บ่อยมากอีกโรคหนึ่งในผู้ใหญ่ พบได้สูงถึง ประมาณ 25-30% ของประชากรโลกที่เป็นผู้ใหญ่ทั้งหมด โดยพบในผู้ชายบ่อยกว่าในผู้หญิง และพบได้สูงขึ้นในผู้สูงอายุ ในบางประเทศ โรคความดันโลหิตสูง คือ ภาวะมีความดันโลหิต วัดได้สูงตั้งแต่ 140/90 mmHg ขึ้นไป ทั้งนี้ความดันโลหิตปกติ คือ 90-119/60-79 mmHg ลักษณะของโรคความดันโลหิตสูงคือ เป็นโรคที่มักไม่มีอาการ และจากการที่เป็นโรคเรื้อรังที่รุนแรงถ้าไม่สามารถควบคุมโรคได้ แต่มักไม่มีอาการ แพทย์บางท่านจึงเรียกโรคความดันโลหิตสูงว่า "เพชฌฆาตเงียบ (Silent killer)" ทั้งนี้ส่วนใหญ่ของอาการจากโรคความดันโลหิตสูง เป็นอาการจากผลข้างเคียง เช่น จากโรคหัวใจ และจากโรคหลอดเลือดในสมอง หรือ เป็นอาการจากโรคที่เป็นปัจจัยเสี่ยง เช่น อาการจากโรคเบาหวาน หรือ จากโรคอ้วน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความดันโลหิต โดยอาศัยหลักการวัดแบบไม่รุกรานด้วยวิธีการวัดแบบออสซิลโลเมตริก ซึ่งการคำนวณค่าความดันโลหิตนั้นจะใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความดันเฉลี่ย ซึ่งทำให้มีค่าความดันโลหิตมีความถูกต้องมากขึ้น

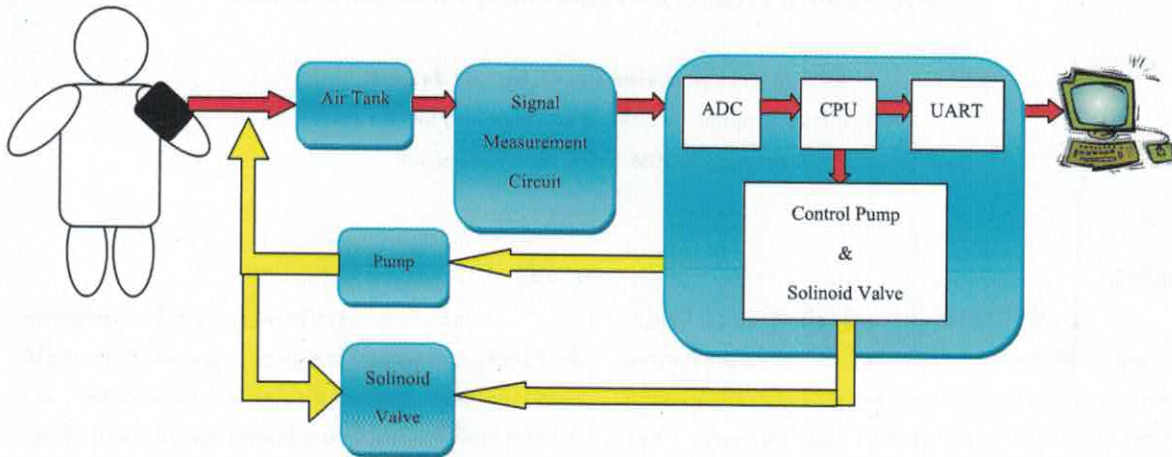
2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการวัดด้วยหลักการออสซิลโลเมตริก ซึ่งในการวัดความดันนั้นจะพันคัพไฟฟ์ที่แขน จากนั้นจะบีบลมเข้าไปยังคัพประมาณ 200 mmHg เมื่อถึงความดันที่กำหนดบีบหยุดทำงาน และโซลินอยด์วาล์วจะปล่อยลมออก ในขณะที่ปล่อยลมออกนั้นจะมีเซนเซอร์วัดความดันตรวจจับความดันที่ได้ จากนั้นจะผ่านวงจรปรับปรุงสัญญาณ และถูกส่งไปยังภาคประมวลผลเพื่อคำนวณค่าความดันซิสโตลิกหรือความดันค่าบน และค่าความดันไดแอสโตลิกหรือความดันค่าล่างเพื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ต่อไป ดังรูปที่ 1

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8

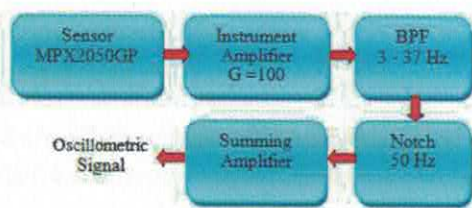
8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand



รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ

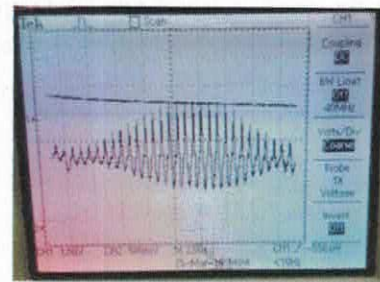
2.1 การวัดความดันโลหิต

ในการวัดความดันโลหิตจะใช้เซนเซอร์วัดความดัน MPX2050GP ซึ่งสามารถวัดความดันได้ในช่วง 0 - 50 kPa ซึ่งตำแหน่งของเซนเซอร์นั้นจะเชื่อมต่อกับดัดพักลม โดยดัดพักลมนั้นจะทำให้ในขณะที่ตรวจจับความดันภายในคัพนั้นมีความถูกต้องมากขึ้น จากนั้นจะผ่านวงจรขยายอินสตรูเมนต์ซึ่งมีอัตราขยาย 100 เท่า วงจรกรองความถี่แบบแถบความถี่ผ่าน 3 - 37 Hz เพื่อกรองความถี่ในช่วงฮอสซิลโลเมตริก วงจรกรองความถี่แบบแถบความถี่หยุดผ่าน 50 Hz และวงจรรวมสัญญาณเพื่อยกระดับสัญญาณให้สามารถประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4Discovery ได้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรวัดความดันโลหิต

รูปที่ 3 แสดงสัญญาณความดันโลหิต ซึ่งสัญญาณเส้นที่ 1 เป็นสัญญาณความดันภายในคัพ และสัญญาณเส้นที่ 2 เป็นสัญญาณฮอสซิลโลเมตริกที่ได้จากวงจรวัดความดันโลหิต จากนั้นเมื่อได้สัญญาณทั้งสองแล้ว จะนำสัญญาณที่ได้ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อคำนวณค่าความดันซิสโตลิก และไดแอสโตลิก ต่อไป



รูปที่ 3 สัญญาณความดันโลหิต

2.2 การคำนวณค่าความดันโลหิต

ในการคำนวณค่าความดันโลหิตนั้นจะใช้หลักการฮอสซิลโลเมตริก ซึ่งจะเริ่มจากการตรวจจับพีคของสัญญาณฮอสซิลโลเมตริก (peak to peak) จากนั้นจะหาแอมพลิจูดของความดันเฉลี่ย (A_m) ซึ่งความดันเฉลี่ยจะมีแอมพลิจูดสูงสุด และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าแอมพลิจูดของความดันซิสโตลิก (A_s) และไดแอสโตลิก (A_d) โดยหาค่าจากอัตราส่วนดังสมการ

$$\text{Ratio of Systolic} = A_m/A_s \quad (1)$$

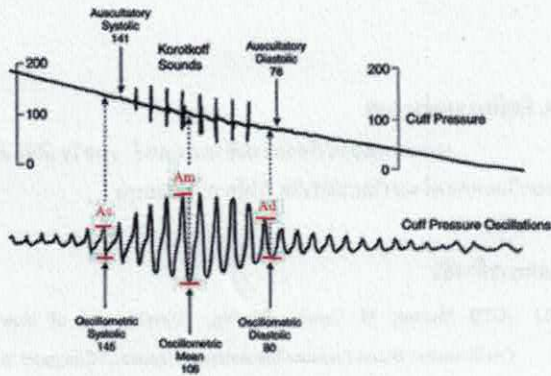
$$\text{Ratio of Diastolic} = A_m/A_d \quad (2)$$

ซึ่งค่าของอัตราส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าของความดันเฉลี่ยที่ตรวจจับได้ดังตารางที่ 1 และ 2 เมื่อคำนวณหาค่าแอมพลิจูดได้แล้ว จากนั้นก็นำค่าที่ได้ไปเทียบกับสัญญาณภายในคัพว่า A_m และ A_d นั้นมีความดันเท่าไร ดังแสดงในรูปที่ 4

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8

8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand



รูปที่ 4 หลักการวัดความดันแบบออสซิลโลเมตริก

<http://www.spacelabshealthcare.com/wp-content/uploads/2015/06/850-0490-00-Rev-A-MAP-ABP-Case-Study-1.pdf>

ตารางที่ 1 ค่าอัตราส่วนสำหรับความดันซิสโตลิก

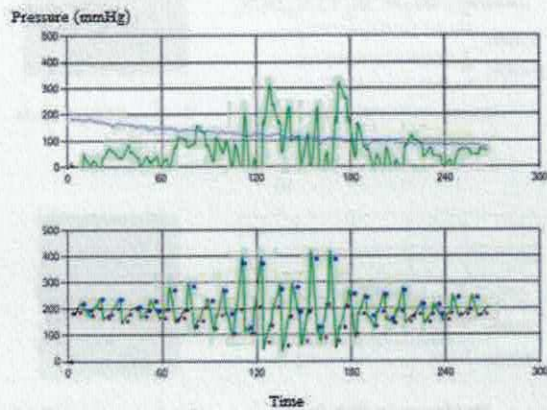
ค่าความดันเฉลี่ย	ค่าอัตราส่วน
ความดันเฉลี่ย > 200 mmHg	0.5
ความดันเฉลี่ย > 150 mmHg	0.29
ความดันเฉลี่ย > 135 mmHg	0.45
ความดันเฉลี่ย > 120 mmHg	0.52
ความดันเฉลี่ย > 110 mmHg	0.57
ความดันเฉลี่ย > 70 mmHg	0.58
ความดันเฉลี่ยอื่นๆ	0.64

ตารางที่ 2 ค่าอัตราส่วนสำหรับความดันไดแอสโตลิก

ค่าความดันเฉลี่ย	ค่าอัตราส่วน
ความดันเฉลี่ย > 180 mmHg	0.75
ความดันเฉลี่ย > 140 mmHg	0.82
ความดันเฉลี่ย > 120 mmHg	0.85
ความดันเฉลี่ย > 60 mmHg	0.78
ความดันเฉลี่ย > 50 mmHg	0.60
ความดันเฉลี่ยอื่นๆ	0.50

ตารางที่ 1 และ 2 แสดงค่าอัตราส่วนของความดันซิสโตลิก และความดันไดแอสโตลิก ซึ่งอ้างอิงจากค่าอัตราส่วนของเครื่องมาตรฐาน [1]

รูปที่ 5 แสดงผลสัญญาณความดัน และวิธีการหาค่า Peak to Peak ของสัญญาณออสซิลโลเมตริก โดยการตรวจจับพีคยอดด้านบน และพีคยอดด้านล่างของสัญญาณออสซิลโลเมตริก จากนั้นนำมาลบกันจะได้เป็นสัญญาณ peak to peak และจากนั้นตรวจจับค่า Am, As และ Ad เพื่อหาค่าความดัน เมื่อหาค่าความดันแล้วจะนำค่าความดันโลหิตที่ได้ส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผล ซึ่งการออกแบบส่วนแสดงผลจะใช้โปรแกรม Visual Basic 10



รูปที่ 5 สัญญาณความดันโลหิต และการหาค่า Peak to Peak

3. ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าความดันโลหิตโดยเปรียบเทียบกับเครื่องสอบเทียบ Fluke รุ่น Cufflink และเครื่อง OMRON

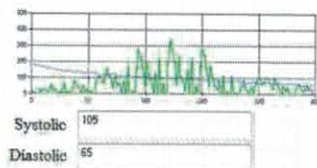
เครื่องสอบเทียบ Fluke รุ่น Cufflink	เครื่อง OMRON (mmHg)	ค่าความดันโลหิตวัดได้จากงานวิจัย (mmHg)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
80/50	79/51	78/51	79/50	78/51
100/65	98/66	99/63	101/64	98/62
120/80	117/80	122/77	116/79	116/80

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8

8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบค่าความดันโลหิตโดยเปรียบเทียบกับเครื่องสอบเทียบ Fluke รุ่น Cufflink และเครื่อง OMRON ซึ่งจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าของความดันโลหิตของงานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความดันโลหิตที่วัดได้จากเครื่องมาตรฐาน และเครื่องที่ขายตามท้องตลาด

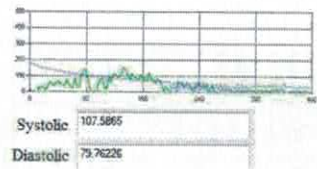


Blood Pressure = Sys 105.07 / Dias 65.51



Blood Pressure = Sys 99 / Dias 65

ก)



Blood Pressure = Sys 107.58 / Dias 79.76



Blood Pressure = Sys 117 / Dias 80

ข)

รูปที่ 6 ผลการทดสอบกับผู้ทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเครื่อง OMRON

ก) ผู้ทดสอบคนที่ 1 ข) ผู้ทดสอบคนที่ 2

จากรูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบกับผู้ทดลองโดยเปรียบเทียบกับเครื่อง OMRON ซึ่งจากผลการทดสอบมีค่าความดันโลหิตที่ใกล้เคียงกัน และค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นอาจเกิดจากการปล่อยลมออกจากรัดด้วยโซลินอยด์วาล์วนั้นมีความเร็วที่ไม่เท่ากัน รวมถึงถึงพักลมที่ใช้ในงานวิจัยมีขนาดเล็ก

4. สรุป

งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความดันโลหิตโดยอาศัยหลักการวัดแบบไม่รุกล้ำด้วยวิธีการวัดแบบออสซิลโลเมตริก ซึ่งการคำนวณค่าความดันโลหิตนั้นจะใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความดันเฉลี่ย ซึ่งจากผลการทดสอบด้วยเครื่องสอบเทียบ Fluke รุ่น Cufflink และเครื่องวัดความดันโลหิต OMRON มีค่าความดันโลหิตที่ใกล้เคียงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้ความสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

- [1] JCTB Moraes, M Cerulli, PS Ng, "Development of New Oscillometric Blood Pressure Measurement System," Computer in Cardiology, pp. 467-470, 1999.
- [2] Wun-Jin Li, Youn-Long Luo, Yao-Shun Chang and Yuan-Hsiang Lin, "A Wireless Blood Pressure Monitoring System for Personal Health Management," 32nd Annual International Conference of IEEE EMBS. Buenos Aires, Argentina, pp 2196-2199, August 2010.
- [3] <http://www.spacelabshealthcare.com/wp-content/uploads/2015/06/850-0490-00-Rev-A-MAP-ABP-Case-Study-1.pdf>



มนัส สัจวรศิลป์ อาจารย์ประจำ และที่ปรึกษา สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต งานวิจัย การประมวลผลสัญญาณ และการประมวลผลภาพทางการแพทย์



พัศวรรณ พุทธสกุล อาจารย์ประจำ สาขา วิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต งานวิจัย การประมวลผลสัญญาณ และการประมวลผลภาพทางการแพทย์



กมลรัตน์ ปัดฉานัง นักศึกษาสาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต งานวิจัย การประมวลผลสัญญาณ และการประมวลผลภาพทางการแพทย์