Paper ID 1148

บทความวิจัย –วิชาการ

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 6 การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้โลกมีสันติสุข

ECTI-CARD Proceedings 2014, Chiang Mai, Thailand

ต้นแบบเครื่องนับหยดน้ำเกลือโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

A prototype of saline drip counting by microcontroller

ณัฐพงศ์ สอนอาจ[1], ดำรงศักดิ์ อรัญกูล[1]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชธานี อุบลราชธานี

E-mail: nutthapong_17@hotmail.com[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอชุดต้นแบบเครื่องนับหยดน้ำเกลือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกำหนดอัตราการไหลของสารละลายน้ำเกลือแก่ผู้ป่วยในอัตราส่วนที่เหมาะสมในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งต้องใช้ความชำนาญจากพยาบาลที่มีประสบการณ์ในการปรับควบคุมหยดน้ำเกลือและต้องคอยตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือในหลอดลำเลียง ในปัจจุบันเครื่องควบคุมการไหลของของสารละลายน้ำเกลือ (Infusion Pump) ยังมีราคาแพง ชุดต้นแบบเครื่องนับหยดน้ำเกลือประกอบด้วย ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับการหยดของน้ำ ชุดประมวลผลอัตราการไหลหยดน้ำเกลือด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดแสดงผลออกทาง LCD และลำโพงสำหรับส่งสัญญาณเตือนเมื่อน้ำเกลือหมดหรือหยุดไหล ผลการทดลองพบว่าวิธีการวัดปริมาตรของสารละลายใช้วิธีการนับหยดของน้ำเกลือซึ่งพบว่ามีความถูกต้องประมาณร้อยละ 97.89

Abstract

This paper presents a prototype of saline drops counting by microcontroller. To determine the flow rate of the saline solution to patients in the appropriate ratio in a given period. Which require the expertise of an experienced nurse to adjust the control saline drip and must monitor the volume of brine in the tube conveyor. At present, the control flow of saline solution (Infusion Pump) is expensive. The prototype consists of Sensors for the detection of water droplets. The processing flow of saline drips with a microcontroller. LCD Display and speaker for alarm when water runs out or stopped. The results showed that the method of measuring the volume of solution used to count the drops of water which found that approximately 97 percent accuracy.

Keywords**:** *Saline drops counting, Microcontroller, Infusion Pump*

1. บทนำ

การให้ยาหรือสารอาหารผ่านทางสายน้ำเกลือในการรักษาผู้ป่วย เป็นวิธีการหนึ่งในการรักษาพยาบาลในปัจจุบัน การรักษาที่มีการให้ยาชนิดที่เป็นของเหลวผสมลงในน้ำเกลือที่ไหลเข้าเส้นโลหิตของผู้ป่วยในอัตราส่วนที่เหมาะสมในระยะเวลาที่กำหนด[1] ดังนั้นวิธีการรักษาแบบนี้จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมปริมาณการไหลของสารละลายต่างๆอย่างแม่นยำ ถ้าผู้ป่วยหากได้รับสารละลายในปริมาณที่ไม่เหมาะสมอาจเกิดผลเสียตามมาได้ เช่น ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบาย เส้นเลือดดำที่คอโป่งพอง มีอาการหายใจลำบาก ความดันโลหิตสูงขึ้น กระสับกระส่าย ฟังปอดได้ยินเสียง (Crackles) ปริมาณสารน้ำที่ร่างกายได้รับมากกว่าสารน้ำที่ถูกขับออก[2] ระยะเวลาการให้น้ำเกลือขึ้นกับปริมาตรของน้ำเกลือต่อถุง ซึ่งอาจมีปริมาตร 100, 500 หรือ 1000 มิลลิลิตร และอัตราเร็วในการหยดน้ำเกลือเข้ากระแสเลือด ซึ่งแพทย์อาจกำหนดอัตราเร็วในการหยดน้ำเกลือเข้ากระแสเลือดในผู้ป่วยแต่ละรายแตกต่างกัน เช่น 40, 50, 80, 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เช่นน้ำเกลือถุง ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร อัตราเร็วในการหยดน้ำเกลือเข้ากระแสเลือดเป็น 50 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาในการหยดน้ำเกลือนาน 20 ชั่วโมงอย่างไรก็ตามในการนับหยดสารละลายน้ำเกลือและการคำนวณอัตราการไหลโดยทั่วไปจะเป็นหน้าที่ของพยาบาลวิชาชีพ ซึ่งอาจมีความคาดเคลื่อนได้ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราการไหลของสารละลายผ่านสายน้ำเกลือที่มีความแม่นยำ จำเป็นต้องเครื่องควบคุมการไหลของสารละลายผ่านสายน้ำเกลือ (Infusion pump) เครื่องควบคุมปริมาณการไหลของสารละลายนี้จะทำให้การรักษาพยาบาลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดภาระหน้าที่ของพยาบาลที่จะต้องดูแลผู้ป่วยตลอดเวลา รวมไปถึงลดความผิดพลาดซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จากพยาบาล [1,3] อย่างไรก็ตามเครื่องควบคุมการไหลของสารละลายผ่านสายน้ำเกลือที่มีจำหน่ายในปัจจุบันส่วนใหญ่ผลิตในต่างประเทศและมีราคาแพง

ดังนั้นบทความนี้เป็นการนำเสนอเครื่องช่วยนับหยดน้ำเกลือและคำนวณปริมาตรโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์[4] เบอร์ PIC16F887 เพื่อเป็นทางเลือกในการคำนวณปริมาตรสารละลายแก่ผู้ป่วย ช่วยลดภาระหน้าที่ของพยาบาลที่จะต้องดูแลผู้ป่วยตลอดเวลา รวมไปถึงลดความผิดพลาดซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จากพยาบาลวิชาชีพ

2.แนวคิด

โดยปกติการให้สารละลายผ่านสายน้ำเกลือ สำหรับการรักษาพยาบาลแพทย์จะเป็นผู้กำหนดชนิดของสารละลาย ปริมาณและอัตราเร็วของการหยด โดยมีสูตรคำนวณอัตราหยด/นาทีของสารละลายดังสมการที่ 1

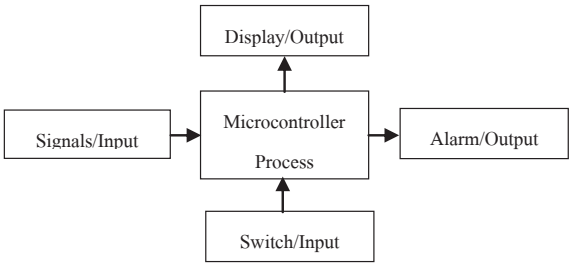
$$\text{อัตราหยด/นาที} = \frac{\text{ปริมาตรของสารน้ำที่ให้} \times \text{จำนวนหยด/มล.}}{\text{เวลาที่ให้ (นาที) ทั้งหมด}} \quad (1)$$

โดยที่ปริมาตรมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร จำนวนหยด/มล. คือจำนวนหยดของสารละลายโดยทั่วไปคือ 15 หรือ 20 หยด จะเท่ากับ 1 มิลลิลิตร[5] ดังนั้นทีมผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะสร้างชุดนับจำนวนหยดของสารละลาย

โดยตำแหน่งที่จะติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 1 ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ทั่วไป การติดตั้งง่าย มีราคาถูกแต่มีความถูกต้องสูง

รูปที่ 1. ลักษณะของหยดสารละลายน้ำเกลือ

สำหรับแนวคิดของงานวิจัยนี้สร้างชุดต้นแบบการนับหยดและคำนวณปริมาตรของหยดน้ำเกลือหรือสารละลายแทนการนับและการคำนวณของพยาบาลวิชาชีพดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2. บล็อกไดอะแกรมเครื่องนับหยดน้ำเกลือ

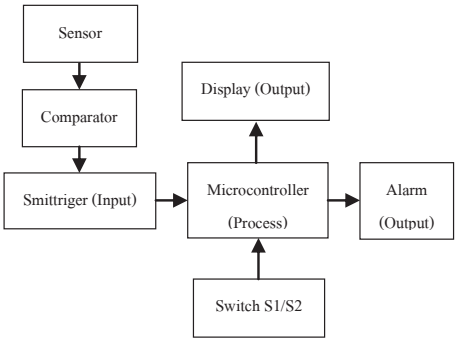
จากรูปที่ 2 แบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ส่วนอินพุต ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ตรวจจับหยดสารละลาย ส่วนที่ 2 คือส่วนประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่ 3 คือส่วนแสดงผลออกทางออกทางจอ LCD แสดงผลอีกด้านคือลำโพงสำหรับกรณีที่ชุดจ่ายน้ำเกลือเกิดความผิดปกติหรือน้ำเกลือหมด

3.ลำดับขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ผู้ศึกษาแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนกล่าวคือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบ ส่วนที่สองเป็นการพัฒนาโปรแกรม

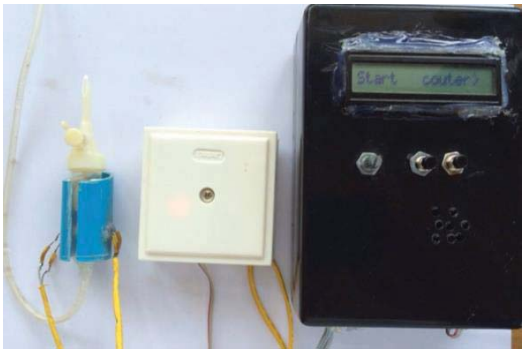
3.1 การออกแบบและสร้างต้นแบบ

การออกแบบวงจรตรวจนับหยดน้ำเกลือ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณตรรกะเพื่อใช้แสดงสถานะของการหยดของสารละลาย โดยใช้หลักการให้หยดน้ำเกลือบังแสงที่เข้ามากระทบตัวรับแสงทำให้ตัวรับแสงมีค่าทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปในการศึกษานี้ใช้การตรวจจับโดยใช้แสงอินฟาเรดซึ่งตอบสนองต่อหยดน้ำได้ดี แล้วส่งสัญญาณไปยังวงจรเปรียบเทียบเพื่อขยายสัญญาณและผ่านวงจรป้องกันการเกิด Bouncing เพื่อให้สัญญาณที่จับได้นั้นมีความชัดเจนมากขึ้น สัญญาณที่ได้จะส่งเข้าทางพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยได้แก้ไขในส่วนของสัญญาณอินพุตก่อนส่งไปประมวลผลหลังจากที่ออกแบบวงจรแล้วเสร็จได้ทดสอบวงจรโดยใช้โปรแกรมจำลองวงจรทางไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวงจรต้นแบบ



รูปที่ 3. บล็อกไดอะแกรมต้นแบบเครื่องนับหยดน้ำเกลือ

จากรูปที่ 3 การออกแบบในส่วนของวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือได้ปรับปรุงให้สัญญาณมีความชัดเจนก่อนส่งไปประมาณผลเพื่อลดความผิดพลาดในการนับโดยเพิ่มวงจร Comparator และวงจร Smittriger ส่วนสวิทช์ S1 สำหรับการรีเซต สวิทช์ S2 สำหรับหยุดชั่วคราว ส่วนของ Alarm จะกำหนดจากจำนวนของหยดของสารละลายภายในเวลาที่กำหนด ในที่นี้กำหนดไว้ 8 วินาที ถ้าสารละลายน้ำเกลือหยุดไหลไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้วงจร Alarm ทำงานทันที



รูปที่ 4. ต้นแบบเครื่องนับหยดน้ำเกลือ

จากรูปที่ 4 เครื่องต้นแบบที่ออกแบบและสร้างเสร็จโดยในส่วนของวงจรตรวจจับจำเป็นต้องปิดแสงรบกวนจากภายนอกเนื่องจากมีการออกแบบให้มีความไวในการตอบสนองสูง

3.2 การพัฒนาโปรแกรม

ผู้ศึกษาได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F887 โดยใช้โปรแกรม CCS C คอมไพเลอร์ เป็นซอฟต์แวร์สำหรับแปลโปรแกรมภาษา C ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เป็นรหัส

เครื่องหรือแมคชีนโค้ด (machine code) ผลิตโดย Custom Computer Services และใช้โปรแกรม MicroPro ในการเบิร์นโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากกำหนดค่าคงที่ของปริมาตรน้ำเกลือ เช่น 100,500 หรือ 1,000 จำนวนหยดต่อมิลลิลิตร เช่น 15 หรือ 20 เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง หน้าจอจะแสดงผล Start Counter ปล่อยน้ำเกลือเข้าระบบ เครื่องจะเริ่มนับเมื่อครบ 1 นาทีเครื่องจะคำนวณอัตราเร็วแสดงผลออกทางจอภาพ แต่ถ้าภายใน 8 วินาทีถ้าน้ำเกลือไม่ไหลส่วนของ Alarm จะทำงานทันที

3.3 วิธีการทดลอง

การทดลองการทำงานของเครื่องต้นแบบแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบหาความถูกต้องของชุดนับหยดน้ำเกลือโดยเปรียบเทียบกับการนับของคนและการทดสอบความแม่นยำของเครื่องต้นแบบ

4. ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบหาความถูกต้องของชุดนับหยดน้ำเกลือ

โดยกำหนดการทดสอบนับหยดน้ำเกลือในปริมาตร 100 มิลลิลิตรที่อัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมงโดยเปรียบเทียบกับการนับและคำนวณของคนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการนับจำนวนหยดน้ำเกลือและเวลาที่ใช้ในการหยดของสารละลายปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ครั้งที่	ผลการทดลอง			
	คน		เครื่องต้นแบบ	
	จำนวน (หยด)	เวลา (นาที)	จำนวน (หยด)	เวลา (นาที)
1	2009	59	2006	61
2	2010	60	2006	61
3	2009	60	2002	60
4	2011	59	2006	61
5	2006	60	2005	61
6	2010	61	2006	61
7	2008	60	2005	61
8	2010	59	2006	60
9	2009	60	2005	61
10	2008	60	2006	60
11	2009	61	2006	60
12	2008	60	2006	61
เฉลี่ย	**2008.9**	**59.9**	**2005.4**	**60.7**

จากผลทดสอบพบว่าน้ำเกลือในปริมาตร 100 มิลลิลิตรเมื่อกำหนดอัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยจำนวนหยดนับโดยคนมีค่าเท่ากับ 2008.9 หยด โดยเครื่องต้นแบบได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2005.4 หยด ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 2000 หยด พบว่าเมื่อใช้คนมีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.445 % เมื่อใช้เครื่องต้นแบบมีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.270 % ส่วนค่าเฉลี่ยจำนวนของเวลาโดยคนเท่ากับ 59.9 นาที โดยเครื่องต้นแบบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.7 นาที ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 60 นาที พบว่าเมื่อใช้คนมีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.167 %เมื่อใช้เครื่องต้นแบบมีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.667 %

4.2 การทดสอบความแม่นยำของเครื่องต้นแบบ

โดยกำหนดการทดสอบจับเวลาน้ำเกลือในปริมาตร 100 มิลลิลิตรที่อัตราเร็ว 40,50,80 และ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมงตามลำดับจนน้ำเกลือหมดขวด ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการจับเวลาที่ใช้ในการหยดของสารละลายปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ครั้งที่	อัตราเร็ว (มิลลิลิตรต่อชั่วโมง)			
	40	50	80	100
1	153	122	76	61
2	154	123	76	62
3	153	122	74	61
4	154	123	76	61
5	153	123	76	60
6	155	124	77	62
7	157	124	76	61
8	153	122	76	61
9	152	124	76	61
10	155	123	76	62
11	156	123	77	60
12	154	124	76	61
เฉลี่ย	**154.08**	**123.08**	**76**	**61.08**

จากผลทดสอบพบว่าน้ำเกลือในปริมาตร 100 มิลลิลิตร เมื่อกำหนดอัตราเร็ว 40 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้มีค่าเท่ากับ 154.08 นาที ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 150 นาที มีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 2.72 % ที่อัตราเร็ว 50 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้มีค่าเท่ากับ 123.08นาที ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 120 นาที มีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 2.57 % ที่อัตราเร็ว 80 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้มีค่าเท่ากับ 76 นาที ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 75 นาที มีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 % และที่อัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้มีค่าเท่ากับ 61.08นาที ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 60 นาที มีความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 % ดังนั้นจากผลการทดลองครั้งที่ 2 ได้ความถูกต้องหรือความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 97.89 %

5.สรุป

เครื่องต้นแบบการนับน้ำเกลือที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนับหยดน้ำเกลือได้จริงและมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องสูง อย่างไรก็ตามเครื่องต้นแบบนี้อยู่ในห้องทดลองเท่านั้น ยังไม่ได้ทดสอบจริงจากพยาบาลวิชาชีพและยัง

ไม่ได้นำไปใช้กับผู้ป่วยจริง สำหรับในส่วนของการปรับอัตราเร็วของหยดน้ำเกลือยังคงใช้การปรับด้วยมือเช่นเดิม สำหรับแนวทางการพัฒนาหรือต่อยอดงานวิจัยได้โดยเฉพาะตัวชุดเซ็นเซอร์และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดใหญ่ การโปรแกรมคำสั่งลงตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ยังมีความยุ่งยาก สำหรับการควบคุมการจ่ายน้ำเกลือควรเป็นแบบระบบอัตโนมัติและตรวจสอบได้จากระยะไกล

6.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชธานีที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีการศึกษา 2/2556 และอาจารย์ภาวินี ศรีสันต์ อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชธานี ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] ธีรเดช ภัทรวโรดม, “Infusion pump”, https://sites.google.com/site/teeradat24/kheruxng-mux-phaethy/khumux- kar-chi-ngan, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2556].

[2] Devil, “การให้สารน้ำทางเลือด”, http://deathmoon.exteen.com /20110504/ entry, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2556].

[3] Izabella Gieras, “Innovative Infusion Pump Technologies”, http://www.ieee.li/pdf/viewgraphs, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2556].

[4] C.C. Gavimath, Krishnamurthy Bhat, C.L. Chayalakshmi,R. S. Hooli and B.E.Ravishankera “Design and development of versatile saline flow rate measuring system and GSM based remote monitoring device,” International Journal of Pharmaceutical Applications, vol. 3, pp. 277-281, Jan 2012.

[5] Infusion nurse blog, “calculating-and-counting-drops” http://infusionnurse.org/2011/03/25/calculating-and-counting-drops/, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2556].