ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248071

การสร้างหนังสั้นโฆษณาโดยใช้เส้นในก้านมะตะ

ชาญฐ์ฐี เตริญผล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนศิลป์
คณะวิจิตรศิลป์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554

b00253174

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชา
248071

การตรวจหาค่าฮีโมโกลบินโดยใช้เส้นใยแก้วนำแสง

นายณัฐวี เจริญผล วศ.บ. (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม)

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554

สำนักงานคณะกรรมการ... ห้องสมุดงานวิจัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท)

..... กรรมการและที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร. อภิชัย ภัทรนันท์)

..... กรรมการและที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.ยุทธพงษ์ จิรรักษ์โสภากุล)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.ราชวดี ศิลาพันธ์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจหาค่าฮีโมโกลบินในเลือดมนุษย์โดยใช้เส้นใยแก้วนำแสง
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายณัฐวี เจริญผล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อภิชัย ภัทรนันท์
	ดร.ยุทธพงษ์ จิรรักษ์โสภากุล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

248071

งานวิจัยนี้เสนอการตรวจหาค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในโลหิตมนุษย์รูปแบบใหม่โดยอาศัยหลักการทางแสงร่วมกับการใช้เส้นใยแก้วนำแสง ค่าความเข้มของแสงอินพุต ค่าความเข้มของแสงสะท้อน และค่าความเข้มของแสงส่งผ่านถูกวัดและนำมาคำนวณเพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงของฮีโมโกลบินในเลือด คอปเปลอร์สองตัวถูกใช้ในการแบ่งและรับแสงคอปเปลอร์ตัวที่หนึ่งถูกใช้ในการตรวจจับค่าความเข้มของแสงอินพุตเพื่อใช้เป็นค่าความเข้มแสงอ้างอิงเพราะค่าความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสงอาจเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิในขณะทำการทดลอง คอปเปลอร์อีกตัวหนึ่งถูกใช้ในการวัดค่าความเข้มของแสงสะท้อน และแสงส่งผ่านที่ออกจากตัวอย่างเลือด ผลการทดลองพบว่าเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการตรวจหาค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินมีความแม่นยำและมีความเสถียรมาก การเปรียบเทียบการอ่านค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินของเครื่องต้นแบบกับเครื่องมาตรฐานที่ใช้ในโรงพยาบาลทั่วไปพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.921มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.031ความสามารถในการอ่านค่าซ้ำของเครื่องต้นแบบได้ถูกทดสอบโดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 2.116

คำสำคัญ :การตรวจวัดค่าฮีโมโกลบิน / การดูดกลืนของแสง /การสะท้อนของแสง /เซนเซอร์ใยแก้วนำแสง

Thesis Title	Optical Fiber-based Human Hemoglobin Detection
Thesis Credits	12
Candidate	Mr.Natawee Charoenpol
Thesis Advisors	Dr.Apichai Bhatranand
	Dr.Yuttapong Jiraraksopakun
Program	Master of Engineering
Field of Study	Electrical Engineering
Department	Electronics and Telecommunication Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

248071

This research proposes a new scheme to detect hemoglobin concentration in human blood using principle of light along with optical fibers. The intensities of input light, reflected light and transmitted light were measured in order to determine the absorbance of light in human blood. Two couplers were employed in the setup. The first coupler was used to monitor light input intensity as the light source efficiency is temperature dependant. The other coupler was used to detect reflected and transmitted light intensities. The experimental results showed that our prototype was accurate and extremely stable. When compared hemoglobin concentration readings with a standard hemoglobin analyzer widely used in the hospitals, it yielded the correlation coefficient of 0.921 and the standard deviation of 2.031. The reproducibility of the prototype was also tested and the correlation of variability of 2.116 was obtained.

Keywords : Hemoglobin detection / Absorption of light / Reflection of light / Optical fiber sensor

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำได้รับความรู้และคำปรึกษาจากหลายส่วน ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ ดร.อภิชัย ภัทรนันท์ และ ดร.ยุทธพงษ์ จิรรักษ์โสภากุล ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ ผศ.ดร.ราชวดี ศิลาพันธ์ ที่ได้มาเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ที่ได้ให้การสนับสนุน และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาอันเป็นที่รักสำหรับการเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและดูแลเอาใจใส่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของคณะบุคคลดังกล่าวข้างต้น ข้าพเจ้า นายณัฐวี เจริญผล ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

รายการตาราง ช

รายการรูปประกอบ ซ

รายการสัญลักษณ์ ญ

ประมวลคำศัพท์และคำย่อ ฎ

บทที่

1. บทนำ **1**

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง **4**

2.1 เลือดและส่วนประกอบของเลือดมนุษย์ 4

2.1.1 ดัชนีเม็ดเลือดแดง 5

2.2 เส้นใยแก้วนำแสง 6

2.2.1 ส่วนประกอบของเส้นใยแก้วนำแสง 7

2.2.2 ค่าความสามารถรับแสง 7

2.2.3 การสูญเสียของสัญญาณแสงในเส้นใยแก้วนำแสง 8

2.3 คอปเปลอร์ 12

2.4 โฟโตไดโอด 13

2.5 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ 14

2.6 สเปคตรัมการดูดกลืนของแสง 15

2.7 กฎการดูดกลืนแสง 15

2.8 ค่าความยาวคลื่นแสงที่มีผลตอบสนองต่อการดูดกลืนของฮีโมโกลบิน 18

2.9 ทฤษฎีการสะท้อนและการส่งผ่านของแสง 19

2.10 เครื่องมือที่ใช้ในการสอบเทียบ 20

3. การทดลองและผลการทดลอง 21

3.1 การออกแบบการทดลอง 21

3.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 21

3.1.2 วิธีการทดลอง 26

3.2 ผลการทดลอง 27

3.2.1 ผลการทดลองของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน 27

3.2.2 ผลการทดลองหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง 33

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง 39

4.1 วิเคราะห์ผลการวัดปริมาณฮีโมโกลบิน 39

4.1.1 วิเคราะห์ผลการสอบเทียบค่าการดูดกลืน 39

4.1.2 วิเคราะห์ผลความสามารถในการอ่านซ้ำของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน 40

4.2 วิเคราะห์ผลหลังการปรับปรุงค่าการสูญเสียแสงจากการคัปปลิง 41

4.2.1 วิเคราะห์ผลหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง 41

4.2.2 วิเคราะห์ผลความสามารถในการอ่านซ้ำหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง 42

5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 43

5.1 สรุปผลงานวิจัย 43

5.2 ข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง 45

ประวัติผู้วิจัย 48

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

3.1 ผลการทดลองของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน 28

3.2 ความสามารถในการอ่านซ้ำของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน 32

3.3 ผลการทดลองหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง 35

3.4 ความสามารถในการอ่านซ้ำหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง 38

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	โครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสง	7
2.2	ลักษณะมุมรับแสงที่มีค่าความสามารถรับแสงแตกต่างกัน	8
2.3	การดูดกลืนแสงเนื่องจากสารที่ใช้ทำเส้นใยแก้วนำแสง	9
2.4	การกระจัดกระจายแสงแบบเรย์เลห์	9
2.5	การสูญเสียแสงที่เกิดจากการโค้งงอเส้นใยแก้วนำแสง	10
2.6	การสูญเสียแสงที่เกิดจากการต่อเส้นใยแก้วนำแสง	11
2.7	การแยกสัญญาณทางแสงของคอปเปลอร์แบบ 1x2	12
2.8	การรวมสัญญาณทางแสงของคอปเปลอร์แบบ 2x1	13
2.9	หลักการทำงานโฟโตไดโอดและแถบชั้นพลังงานของรอยต่อชนิดพีและชนิดเอ็น	13
2.10	เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	14
2.11	หลักการทำงานของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	14
2.12	ค่าความยาวคลื่นของแสงในช่วงต่างๆ	15
2.13	การตกกระทบของแสงตามกฎการดูดกลืนแสงของเบียร์และแลมเบิร์ท	17
2.14	การตกกระทบของแสงในทางปฏิบัติที่พิจารณาการสะท้อนและการกระเจิงของแสง	17
2.15	ค่าการดูดกลืนแสงของฮีโมโกลบินที่ความยาวคลื่นต่างๆต่อเลือดที่มีความเข้มข้นของปริมาณฮีโมโกลบินต่างๆ	18
2.16	การสะท้อน การดูดกลืน และการส่งผ่านของแสงหลังจากแสงอินพุตมาตกกระทบกับสารตัวอย่าง	19
2.17	เครื่อง Sysmex Xe-2100	20
3.1	รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ภายในเครื่องต้นแบบ	22
3.2	ภาพถ่ายจริงของเครื่องต้นแบบ	22
3.3	ตำแหน่งที่ติดตั้งโฟโตไดโอดเพื่อใช้รับแสงอินพุต แสงสะท้อน และแสงส่งผ่าน	23
3.4	กล่องที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไว้ภายใน	23
3.5	ช่องสำหรับวัดสัญญาณต่างๆ	24
3.6	วงจรภาครับสัญญาณแสง	25
3.7	ภาพของเลเซอร์ที่ถูกติดตั้งแผ่นระบายความร้อนพร้อมตัวขับกระแส	25
3.8	ความเข้มแสงที่ออกมาจากเลเซอร์ที่ทำการบันทึกทุกๆ 10 วินาที	26

3.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฮีโมโกลบินที่วัดได้จากเครื่องมาตรฐานและค่าที่วัดได้จากเครื่องต้นแบบของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน	31
3.10	ความสามารถในการอ่านซ้ำของการสอบเทียบค่าการดูดกลืน	32
3.11	การปรับปรุงรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ภายในเครื่องต้นแบบ	33
3.12	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฮีโมโกลบินที่วัดได้จากเครื่องมาตรฐานและค่าที่วัดได้จากเครื่องต้นแบบหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง	36
3.13	ความสามารถในการอ่านซ้ำหลังจากการปรับปรุงการคัปปลิงแสง	38

รายการสัญลักษณ์

λ	=	ความยาวคลื่น
ε	=	ค่าคงที่การดูดกลืนแสงสารละลายเข้มข้น ($mol.L^{-1}$)
A	=	ค่าการดูดกลืนแสง
A_v	=	อัตราขยายของวงจร
b	=	จุดตัดแกน y
c	=	ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง ($g.L^{-1}$)
I	=	ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมา
I_0	=	ความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไป
I_R	=	ค่าความเข้มของแสงสะท้อน
I_T	=	ค่าความเข้มของแสงส่งผ่าน
l	=	ระยะทางที่แสงส่องผ่านสารตัวอย่าง (cm)
m	=	ความชันของเส้นตรง
n	=	ดัชนีการหักเหของตัวกลางที่อยู่ระหว่างเส้นใยแก้วนำแสง
n_1	=	ดัชนีการหักเหของแกนเส้นใยแก้ว
P	=	ค่าฮีโมโกลบินที่ได้จากเครื่องต้นแบบ (HGB Phototype)
R	=	ค่าการสะท้อนของแสง (Reflectance)
R_f	=	ความต้านทานป้อนกลับ
R_i	=	ความต้านทานอินพุต
S	=	ค่าฮีโมโกลบินที่ได้จากเครื่องมือมาตรฐาน (HGB XE-2100-1)
T	=	การส่งผ่านของแสง (Transmittance)

ประมวลศัพท์และคำย่อ

cm	=	Centimeter
dB	=	Decibel
dl	=	Decilitre
fl	=	Femtolitre
g	=	Gram
$g.L^{-1}$	=	Gram per Litre
Hb	=	Hemoglobin
Hct	=	Hematocrit
HGB	=	Hemoglobin
l	=	Litre
MCH	=	Mean Corpuscular Hemoglobin
MCHC	=	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration
MCV	=	Mean Corpuscular Volume
$mol.L^{-1}$	=	Mol per Litre
NA	=	Numerical Aperture
No.	=	Number
pg	=	Picogram
R	=	Correlation coefficient
Rbc	=	Red Blood Cell Indices
RDW	=	Red Blood Cell Distribution Width
S.D.	=	Standard Deviation