



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบสำหรับการระบุตัวบุคคลด้วยสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ
Person Identification system based on ECG signal

นายสุรพันธุ์ เอื้อไพฑูริย์

รศ. H

ร. 5825

2555

สาขา.....
เลขทะเบียน **138015**
รับเดือนปี **8 ก.ย. 2558**

b. 12706152
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	2
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	3
บทที่ 1 บทนำ.....	4
1.1 หลักการและเหตุผลของการวิจัย.....	4
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 การประเมินผลการระบุตัวตน.....	8
บทที่ 3 การทดลอง.....	10
บทที่ 4 สรุปผล.....	14
เอกสารอ้างอิง.....	15
ภาคผนวก.....	16
ประวัตินักวิจัย.....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: Person Identification system based on ECG signal

Researcher: Mr. Surapan Airphaiboon

Faculty: Engineering

Department: Electronics

ABSTRACT

Electrocardiogram (ECG) has been actively proposed as aliveness biometric. In this research, the study which concern to a realistic application is proposed. Firstly, a single lead normal ECG signal is acquired from individuals of 10 subjects. Then, each single beat ECG is segmented and analyzed in Continuous Wavelet Transform (CWT) domain. Total energy of wavelet coefficients for each P, QRS, and T segment is calculated. Next, the Fisher Linear Discriminant Analysis (FLDA) is applied. Finally, normalized Euclidean distance is implemented as a classifier. In experimental results, 97% of classification accuracy is achieved in case of a normal ECG (with non-variation of heart rate).

Keywords: ECG Identifications, Continuous Wavelet Transform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อื่นที่รู้รหัสผ่านก็จะทำให้เกิดการจำแนกบุคคลที่ผิดพลาดได้ ส่วนอุปกรณ์ตรวจสอบบุคคลที่มีความปลอดภัยสูงนั้นมักจะใช้อวัยวะของร่างกายมาใช้ในการตรวจสอบและจำแนกบุคคล ได้แก่ เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือ เครื่องจำแนกลายฝ่ามือ เครื่องตรวจจับเสียง เครื่องตรวจสอบม่านตา เครื่องตรวจจำแนกรูปหน้าของแต่ละบุคคล เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีความปลอดภัยสูงขึ้น เนื่องจากการใช้ข้อมูลที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลมาใช้ในการตรวจสอบและจำแนกบุคคล แต่การนำอวัยวะของร่างกายมาใช้ในการจำแนกนั้นไม่สามารถจำแนกบุคคลได้ในกรณีที่บุคคลที่ต้องการจำแนกไม่มีอวัยวะที่ต้องใช้ในการจำแนก ดังนั้นจึงมีนักวิทยาศาสตร์นำสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาประยุกต์ใช้กับงานในด้านนี้ เนื่องจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีลักษณะเฉพาะคนเช่นเดียวกับอวัยวะต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการจำแนก ที่แตกต่างจากอย่างอื่นก็คือจะเป็นสัญญาณชีพที่บุคคลจะต้องมีชีวิตอยู่เท่านั้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบสำหรับการระบุตัวบุคคลด้วยการใช้ข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ทำงานได้ในเวลาจริง
2. ความสัมพันธ์ผลที่เกิดขึ้นจะกระตุ้นกลุ่มวิจัยอื่น ๆ ให้มาสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ในสาขานี้มากขึ้น จะส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าในสาขานี้เร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

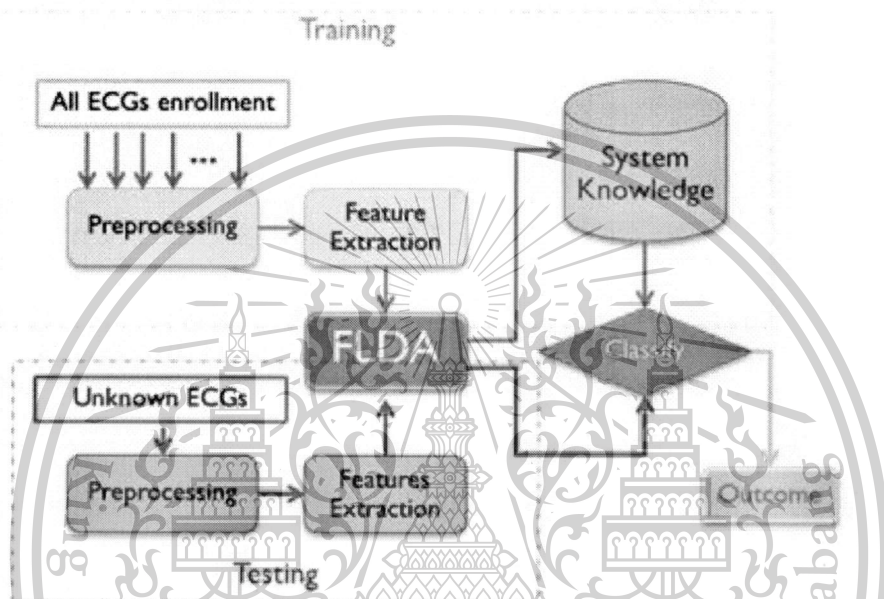
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพรวมของการทำงานทั้งระบบ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ

กระบวนการฝึกสอนประกอบไปด้วยการประมวลผลสัญญาณส่วนหน้า (Preprocessing) ด้วยวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ การกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่านแบบเอพไออาร์ เพื่อรักษาระดับแนวของสัญญาณให้คงที่ไม่มีมีการกระเพื่อม การตัดแยกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจออกทีละ 1 บีท (1 ลูกคลื่นที่ประกอบด้วยส่วน P ส่วน QRS และส่วน T) การแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเลือกตัดแยกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจทีละ 1 บีท

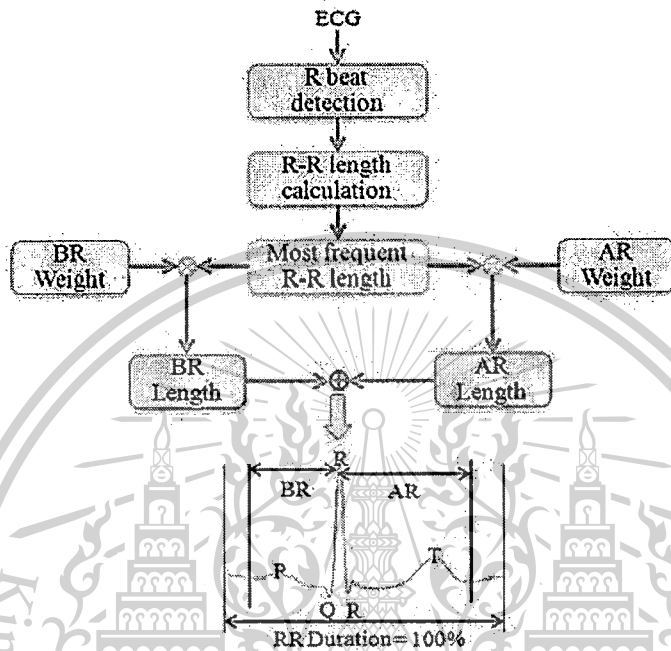
หลังจากผ่านการกรองสัญญาณแล้ว แต่ละจังหวะสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 1 บีทที่ตัดแยกออกมา ซึ่งโดยปกติแล้ว ระยะเวลาในจังหวะเดียวของข้อมูลมีความไม่เป็นเชิงเส้นและมีการเปลี่ยนแปลงช่วงระยะยอคคลื่น RR จากนั้นหน้าต่างการเดินของแต่ละคนถือว่าเป็นจังหวะระยะเวลาที่สำคัญในขั้นตอนการคัดเลือกข้อกำหนดเพียงอย่างเดียวคือหน้าต่างของความยาว ที่ยังไม่มีข้อมูลที่น่าจะเกินไปกว่าอัตราหัวใจเต้นเฉลี่ย และก็ได้มียอดของ R หลายๆที่ ในหน้าต่างเดียว แต่นั่นเป็นเพียงข้อกำหนดเบื้องต้นที่เป็นสิ่งที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เพื่อให้มีทั้งคลื่น P คลื่น QRS และคลื่น T ปรากฏในหนึ่งช่วงเวลาที่การเต้นของหัวใจที่สมบูรณ์แบบ วิธีการนี้ได้นำเสนอรายละเอียดไว้ใน [1] ดังที่ได้แสดงอัลกอริทึมตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการตัดแยกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ 1 บิต

เมื่อ BR และ AR คือความยาวของหน้าต่างก่อนและหลังการพิจารณาจุดสูงสุดของ R ตามลำดับ ส่วน R-R คือระยะเวลาในจังหวะที่สมบูรณ์

การแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง (Continuous Wavelet Transform : CWT)

CWT มีการทำงานด้วยการแยกองค์ประกอบย่อยของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีความกว้างหน้าต่างที่แตกต่างกันที่เรียกว่าขนาดหรือความละเอียดของการสังเกต การแปลงเวฟเลตของสัญญาณเวลาอย่างต่อเนื่อง $S(t)$ ถูกกำหนดไว้ในสมการ (1)

$$CWT(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) \Psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ a เป็นพารามิเตอร์การขยาย และ b เป็นพารามิเตอร์ของการเลื่อน ของเวฟเลตแม่ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตัดสินใจเชิงเส้นแบบฟิชเชอร์ (Fisher Linear Discriminant Analysis : FLDA)

FLDA [2] เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการลดมิติของข้อมูล แนวความคิดที่ฟิชเชอร์ ใช้คือการใช้อัตราส่วนการกระจายระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม

พาร์ทิชันของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้งหมดจะถูกฉายลงบนพื้นที่เวกเตอร์ FLD คุณสมบัติที่ผ่านการฝึกอบรมสามารถแสดงโดยคุณสมบัติทั้งหมดทางชีวภาพในเมทริกซ์ Y แสดงในสมการ (2)

$$Y = \begin{bmatrix} F_{1y1} & F_{1y2} & \dots & F_{1yn} \\ F_{2y1} & F_{2y2} & \dots & F_{2yn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{my1} & F_{my2} & \dots & F_{myn} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2)$$

เมื่อ F_{my_n} เป็นตัวแทนของคุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้าหัวใจของกลุ่ม m ที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมและส่วนประกอบการฉายภาพของกลุ่ม n ตามลำดับ

ระยะทางแบบยุคลิด

จำนวนค่าในฐานใหม่จะได้รับจากจำนวนของเวกเตอร์ที่ให้ชั้นเลือกปฏิบัติที่ดีที่สุดเมื่อวัดด้วยระยะทางแบบยุคลิดปกติ กับเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเป็นผลมาจากการจำแนกระยะทางฟังก์ชันปกติแบบยุคลิด $D(y, \mu)$ มาตรการวัดระยะห่างระหว่าง FLD คุณลักษณะเวกเตอร์ y และศูนย์กลางของ μ แต่ละชั้นในพื้นที่คุณลักษณะ FLD ที่กำหนดไว้ในสมการ (3)

$$D(y, \mu) = \frac{1}{v} \sqrt{(y - \mu)^T (y - \mu)} \dots \dots \dots (3)$$

เมื่อ v คือจำนวนของมิติในเวกเตอร์คุณลักษณะ y เป็นที่ตั้งของคุณลักษณะการทดสอบ และ μ เป็นศูนย์กลางของการฝึกสอนของแต่ละคุณลักษณะ

หลังจากได้รับระยะห่างระหว่างกลุ่มข้อมูลที่รู้จักและเวกเตอร์ที่ได้รับการฝึกสอนทั้งหมดของผู้ทดลองทุกคน รวมทั้งลักษณะของระยะทางที่ใกล้ที่สุดของเวกเตอร์ระหว่างการฝึกสอนของแต่ละกลุ่ม จะถูกนำไปใช้เป็นค่าการระบุตัวตนของผู้ทดลอง

2.2 การประเมินผลการระบุตัวตน

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ พารามิเตอร์ความถูกต้องที่มีการคำนวณจะแสดงให้เห็นในสมการ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$AC = \frac{TC}{TC + FC} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ TC คือการจัดหมวดหมู่ที่สำเร็จ FC คือการจัดหมวดหมู่ที่ล้มเหลว และ AC คือยอดรวมความถูกต้อง หรือประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

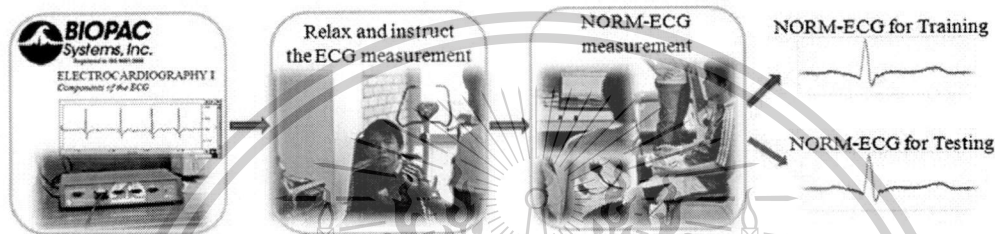
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

การทดลอง

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบปกติถูกวัดโดยการนำระบบการนำเข้าข้อมูลทางชีวการแพทย์มาตรฐาน Bio-Pac [3] ดังแสดงในรูปที่ 3 การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นแบบมาตรฐานการแก้ไขที่สอง (MLII) วัดกับขั้วพื้นผิวชนิด Ag / AgCl โดยมีอัตราการสุ่มตัวอย่าง 500 ตัวอย่างต่อวินาที



รูปที่ 3 ระบบการนำเข้าข้อมูลทางชีวการแพทย์มาตรฐาน BIOPAC

ด้วยการกำหนดให้อาสาสมัครจำนวน 10 คน มีส่วนร่วมในการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่จะเป็นตัวแทนของ 10 รหัสข้อมูล แบ่งเป็นเพศชาย 8 คนและเพศหญิง 2 คน ในแต่ละระยะชั้นได้มีการสุ่มเลือกเอาสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจำนวน 10 ชุดเพื่อใช้สำหรับการฝึกสอนระบบ และอีก 50 ชุดของสัญญาณจะถูกสุ่มเก็บไว้สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

ก่อนที่จะเริ่มต้นการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการร้องขอให้มีการผ่อนคลายไปกับการฟัง การเรียนการสอนเกี่ยวกับวิธีการบันทึกสัญญาณ และตอบคำถามบางอย่างที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 1 เช่น เพศ อายุ มีการพักผ่อนมาแล้วกี่ชั่วโมง มีอาการไข้ไหม มีโรคหัวใจไหม เป็นต้น

ตารางที่ 1

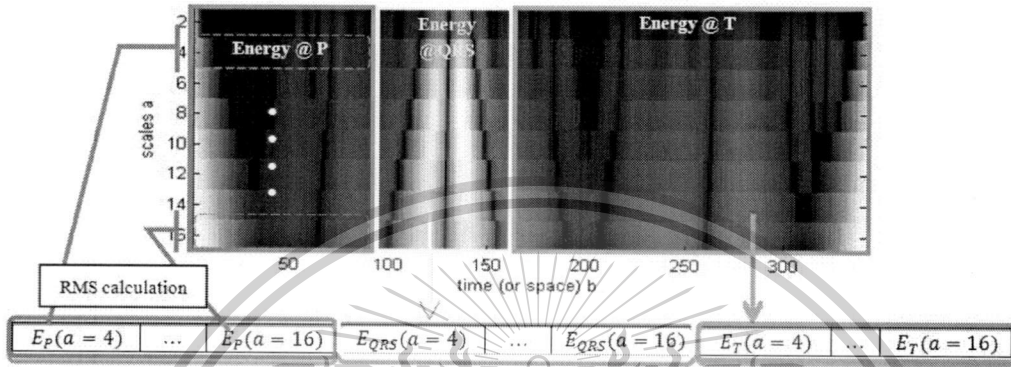
ID	Sex	Age	Sleep (Hrs)	Illness	Heart Diseases
001	Men	35	<6	No	N/A
002	Men	24	>6	No	N/A
003	Men	32	>6	No	N/A
004	Men	25	<6	No	N/A
005	Women	67	<6	No	N/A
006	Men	37	<6	No	N/A
007	Women	26	<6	No	N/A
008	Men	23	<6	No	N/A
009	Men	25	>6	No	N/A
010	Men	25	>6	No	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

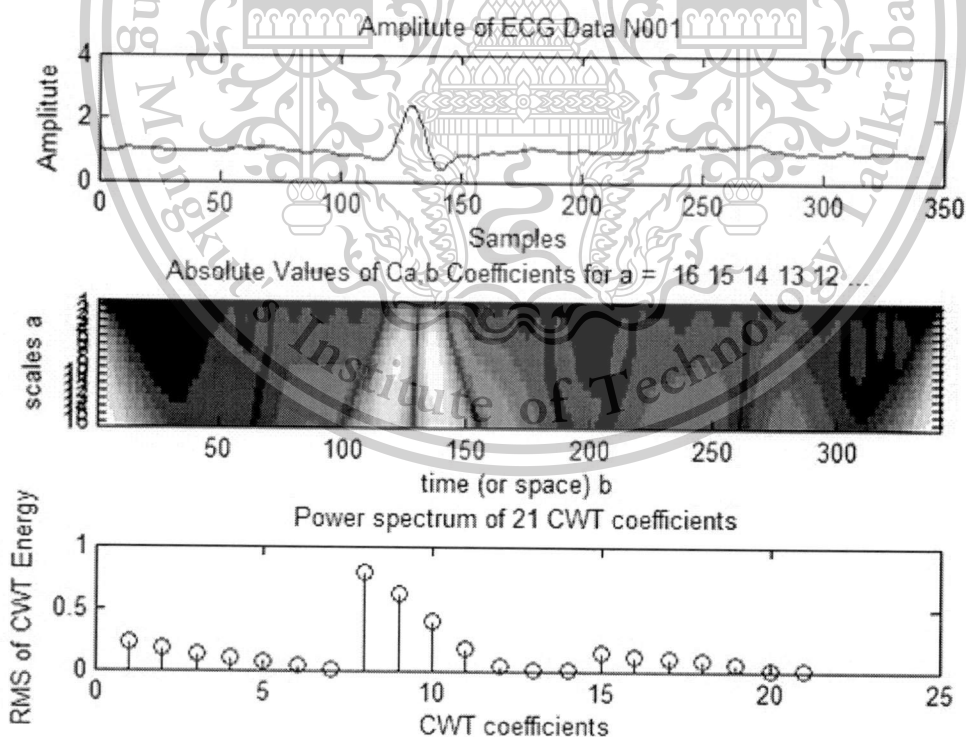
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การคัดแยกคุณลักษณะของแต่ละชุดสัญญาณ ในการทดลองนี้จะเลือกกระบวนการคัดแยกคุณลักษณะเชิงเดี่ยวของสัญญาณ ECG คุณลักษณะเชิงเดี่ยวนี้ได้มาจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การแปลงเวฟเลตที่มีอย่างต่อเนื่อง และค่า RMS สำหรับเฉพาะส่วนแต่ละครั้ง จะคำนวณได้ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การคัดแยกคุณลักษณะ

รูปที่ 5 แสดงผลของการแยกคุณลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ ที่มีอัตราการเดินเป็นปกติ (NORM-ECG)



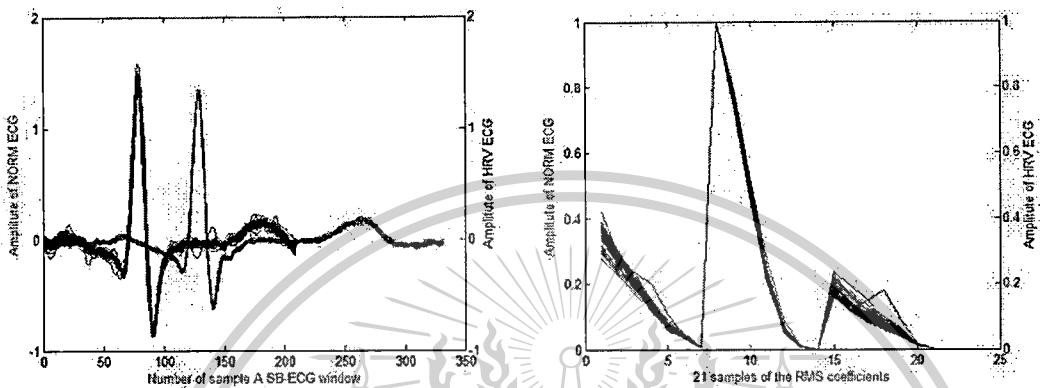
รูปที่ 5 สัมประสิทธิ์การแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

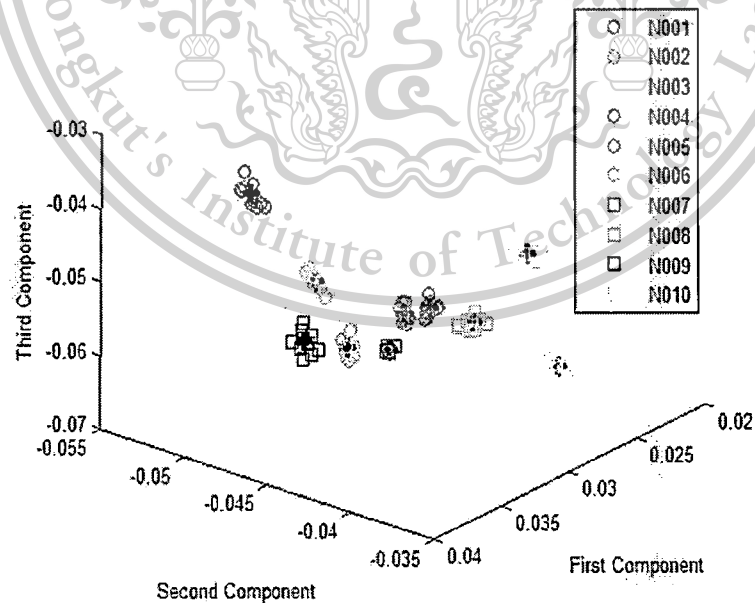
ความคาดหวังสำหรับการแปลงเวฟอย่างต่อเนื่อง และค่าสเปกตรัม RMS ในแต่ละส่วนของสัญญาณ P, QRS และ T เป็นการคัดแยกเอาความกว้างของแต่ละเวกเตอร์คุณลักษณะ ที่มีการปรับขนาดเป็นหนึ่งหน่วยแล้ว ผลของการทดลองแสดงในรูปที่ 6



(a) สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (b) คุณลักษณะของสัญญาณที่ได้

รูปที่ 6 ตัวอย่างคุณลักษณะของสัญญาณเพื่อใช้ในการฝึกสอนจำนวน 2 คน

ในขั้นตอนสุดท้าย การกระจายตัวของข้อมูลคุณลักษณะของทุกกลุ่มในพื้นที่ของเวกเตอร์ FLDA ก็ จะคำนวณออกมาแสดงให้เห็นในรูปที่ 7 เป็นที่สังเกตได้อย่างชัดเจนว่า ทั้ง 10 กลุ่มข้อมูลที่ได้จะแตกต่างกัน และแยกกันได้อย่างมีนัยสำคัญโดยใช้วิธีการที่นำเสนอ ทำให้ง่ายในการระบุข้อมูลว่าเป็นกลุ่มใดๆ



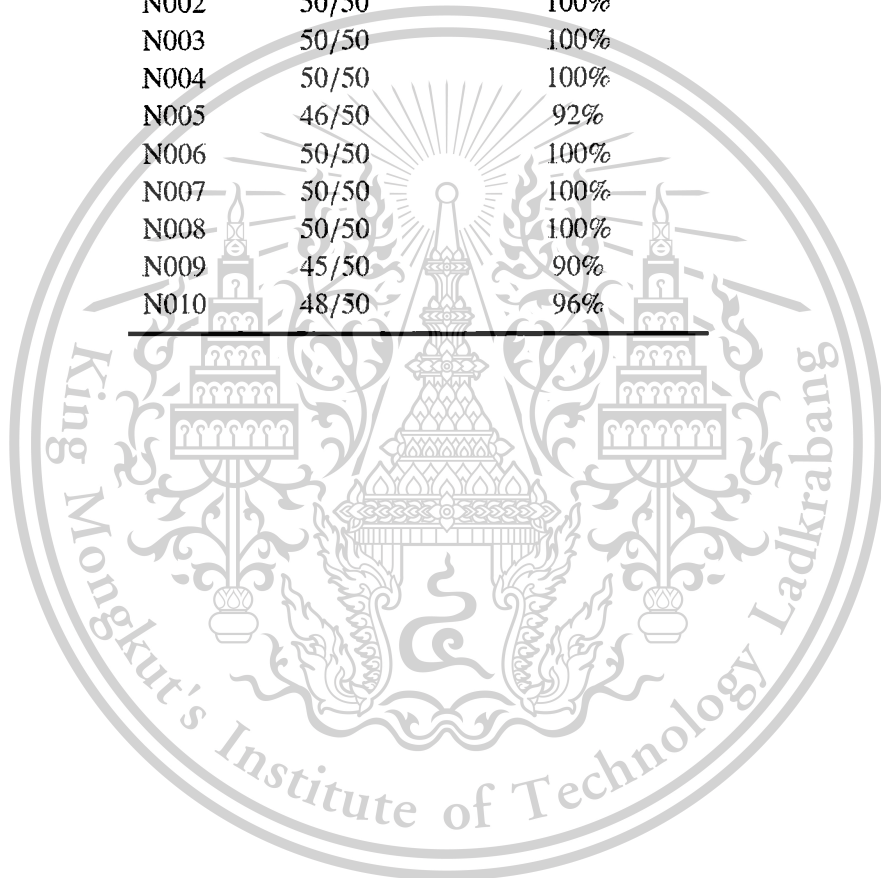
รูปที่ 7 การกระจายตัวของข้อมูลคุณลักษณะของทุกกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยการใช้ระยะทางยุคลิด ผลการจัดหมวดหมู่ในตารางที่ 2 นี้แสดงถึงอัตราการเรียนรู้จำสัญญาณ และประสิทธิภาพของการระบุตัวตนด้วยวิธีที่เสนอ ซึ่งผลการประเมินนี้ขึ้นอยู่กับฐานข้อมูลที่คล้ายกันและเครื่องมือในการจัดหมวดหมู่ด้วย

ตารางที่ 2

ID	Recognition Rate	percent of Accuracy
N001	46/50	92%
N002	50/50	100%
N003	50/50	100%
N004	50/50	100%
N005	46/50	92%
N006	50/50	100%
N007	50/50	100%
N008	50/50	100%
N009	45/50	90%
N010	48/50	96%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 13
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

สรุปผล

งานวิจัยนี้อยู่ในขั้นตอนของการศึกษาเบื้องต้นที่จะนำเอาสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ มาเป็นเครื่องมือในการระบุตัวตนบุคคล จึงมีความสนใจในการศึกษาความทนทานของระบบข้อมูลไบโอเมตริกซ์ด้วยคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบปกติก่อน ทุกสัญญาณที่ได้จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ไม่มีโรคหัวใจ ซึ่งถือว่าเป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่สุดสำหรับการควบคุมความถูกต้องของระบบ สำหรับการแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV) ซึ่งมีสาเหตุมาจากกิจกรรมการออกกำลังกายนั้น จะคงไว้สำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป



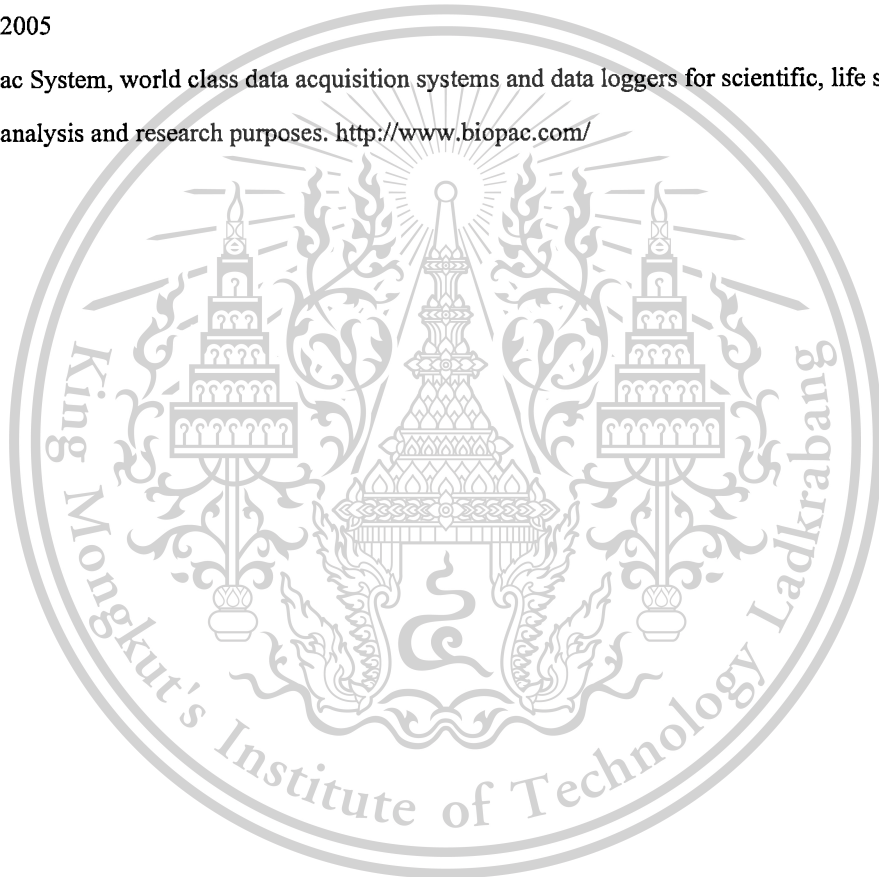
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Pathoumvanh, K. Hamamoto, and S. Airphaiboon, A NOVEL BEAT LENGTH SELECTION FOR ECG FEATURES EXTRACTION AND CLASSICATION, BMEiCON 2010, August 27-28, 2010, Kyoto, Japan
- [2] S.Y. Khung, M. W. Mak, S. H. Lin, Biometric Authentication A machine learning Approach, Prentice Hall, 2005
- [3] Bio-Pac System, world class data acquisition systems and data loggers for scientific, life sciences research, data analysis and research purposes. <http://www.biopac.com/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์สำหรับการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ Biomedical Engineering International Conference 2013 (BMEiCON2013) จังหวัดกระบี่ ประเทศไทย ดังเอกสารแนบในภาคผนวกนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

TABLE I. analysis results from the questionnaire

ID	Sex	Age	Sleep (Hrs)	Illness	Heart Diseases
001	Men	35	<6	No	N/A
002	Men	24	>6	No	N/A
003	Men	32	>6	No	N/A
004	Men	25	<6	No	N/A
005	Women	67	<6	No	N/A
006	Men	37	<6	No	N/A
007	Women	26	<6	No	N/A
008	Men	23	<6	No	N/A
009	Men	25	>6	No	N/A
010	Men	25	>6	No	N/A

To demonstrate the features extraction as referred to the experimental setup. After the novel beat length is selected, the single beat ECG feature extraction is analyzed with the continuous wavelet transform and then the RMS value for each particular segment is calculated as shown in Fig.4.

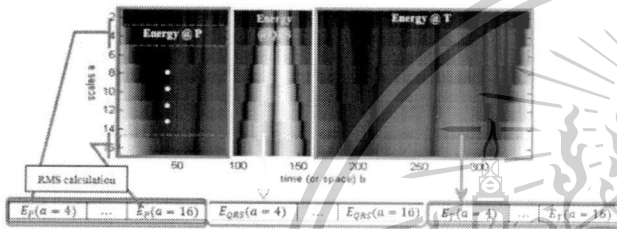


Fig. 4. Demonstration for CWT coefficients features vector calculation.

Fig. 5 show a results of the ECG features extraction for NORM-ECG

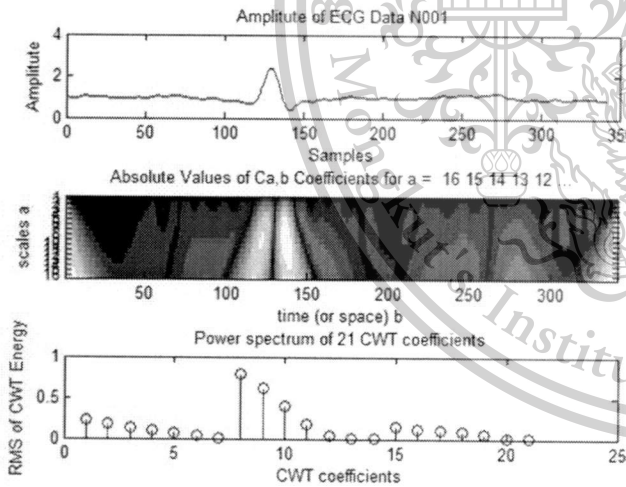
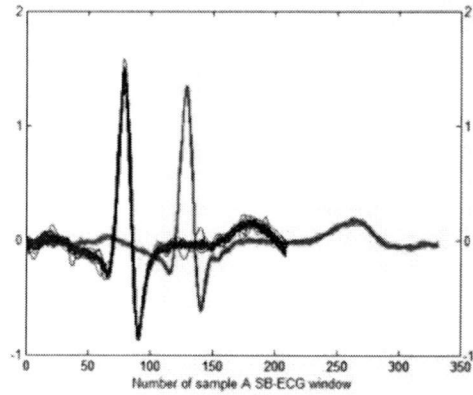
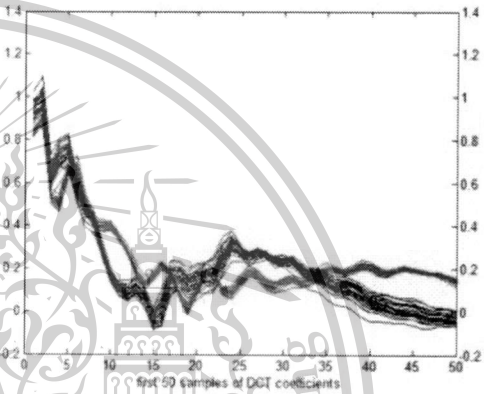


Fig. 5. NORM-ECG Features.

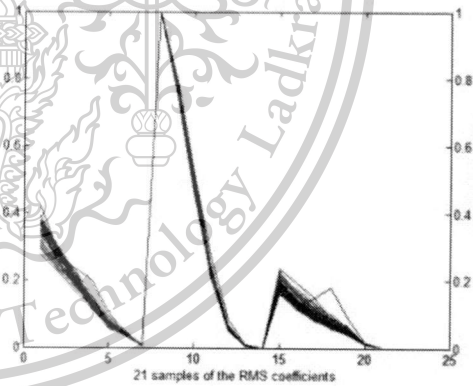
An expectations for the continuous wavelet transform and the RMS spectrum values on each P, QRS and T segment is extracted, and the amplitude of each feature vector are scaling into a unit. The comparative result of experiments on the features extraction of this proposed method (CWT) and AC/DCT method are considered.



(a) Single Beat ECG.



(b) AC/DCT Feature



(c) CWT Feature.

Fig. 6. Example of NORM-ECG Features for 2 subjects.

The results show in Fig. 6 (a), (b), and (c) are depicted a single beat NORM-ECG signal and extracted features for AC/DCT and CWT of 2 subjects, respectively. Finally, all-classes scattered-plots in the FLDA feature vector space are calculated as shown in Fig. 7 (a) and (b). It is clear that all 10 different classes of each subject are well clustering by using this proposed method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-นามสกุล: สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

เพศ: ชาย

วัน เดือน ปีเกิด: 18 ก.ค. 2504

สถานที่เกิด: เชียงใหม่

ตำแหน่งปัจจุบัน: ทางวิชาการ: รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

ทางบริหาร:

สถานที่ติดต่อ:

ที่ทำงาน: ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.	ที่บ้าน: 547 หมู่ 10 หมู่บ้านแฮปปี้เพลส 2 ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กทม 10520
โทรศัพท์: 023264222	โทรศัพท์: 023605695
โทรสาร: 027392398	โทรมือถือ: 0867110328
E-mail: kasurapa@kmitl.ac.th	

ประวัติการศึกษา:

คุณวุฒิ	สาขา	ปี พ.ศ. ที่ได้รับ	สถานศึกษา
Doctor of Engineering	Electrical Engineering	2540	Tokai University
วศ.ม. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	วิศวกรรมไฟฟ้า	2533	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต	ฟิสิกส์	2529	มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประวัติการทำงาน:

เข้ารับราชการเมื่อ 3 เมษายน 2532 ตำแหน่งอาจารย์ ระดับ 4

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองศาสตราจารย์ ระดับ 9

สังกัดภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์ด้านบริหาร:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

138015

ผลงานทางวิชาการ/วิจัย:

1. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การประมาณค่ารูปทรง 3 มิติโดยใช้ข้อจำกัดบนค่าผ่านศูนย์” วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 12 ปีที่พิมพ์ 2532
2. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “เทคนิคการลดขนาดข้อมูลภาพสีในการแสดงบนจอ VGA” วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 13 ปีที่พิมพ์ 2533
3. Surapan Airphaiboon, Manas Sangworasil and Chom Kimpan “Recognition of Handwritten Thai Character considering the Head of Character”, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'89) 1989
4. Surapan Airphaiboon and Shozo Kondo “Off-line Handwritten Thai Characters Recognition from Word Script”, Regional Symposium on Telecommunications Electronics Circuits and Systems (RESTECS'96), 1996
5. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การออกแบบการ์ด IEEE-488 สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์” วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2539
6. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การลดขนาดข้อมูลภาพโดยใช้เวฟเลท” วารสารวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ปีที่พิมพ์ 2540
7. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วิธีพิจารณาจากเวกเตอร์ปกติของพื้นผิว” วารสาร วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20 ปีที่พิมพ์ 2540
8. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วิธีพิจารณาจากเวกเตอร์ปกติของพื้นผิว” วารสาร วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20 ปีที่พิมพ์ 2540
9. Meechai Lohakan, Surapan Airphaiboon and Manas Sangworasil, “Single-character Segmentation for Handprinted Thai Word”, ICDAR'99, Bangalore India, September 1999.
10. บุญนันทน์ เกียงเอีย สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การออกแบบตัวแปลงสัญญาณภาพทางการแพทย์โดยใช้เอฟพีซีเอ” วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24 ปีที่พิมพ์ 2544
11. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ มนัส สังวรศิลป์ “การผสมภาพโดยใช้การแปลงเวฟเลต” วารสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24 ปีที่พิมพ์ 2544
12. Surapan Airphaiboon, Manas Sangworasil “Volume Rendering Technique for Medical Image” The 6th IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing and Communication System, Melbourne Australia, November 1998.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

13. Supot Sukphotarom, Surapan Airphaiboon and Manas Sangworasil “Hand Writing Character Recognition using Support Vector Machine” International Symposium on Communication and Information Technology 2001, Chiang mai Thailand, November 2001.
14. Jirawat Parnklang, Surapan Airphaiboon, “Low Power Consumption CMOS Digital Driver Circuit” International Symposium on Communication and Information Technology 2001, Chiang mai Thailand, November 2001.
15. Surachart Lekngam, Surapan Airphaiboon, “Document Skew Detection Algorithm”, International Conference on Mechatronics, Kuala Lumpur Malaysia, February 2001.
16. Jaruk Plodpai, Surapan Airphaiboon and Supan Tungjitkusolmunt, “Volume Rendering in Medical Image”, International Conference on Mechatronics, Kuala Lumpur Malaysia, February 2001.
17. Meechai Lohakarn, Surapan Airphaiboon, “Smoothing of Handwriting Thai Character using Wavelet Transform”, International Conference on Mechatronics, Kuala Lumpur Malaysia, February 2001.
18. Tippawan Wangsuk, Surapan Airphaiboon and Manas Sangworasil, “The Fuzzy C-Means Medical Image Clustering using Initial Cluster Center”, International Conference on Mechatronics, Kuala Lumpur Malaysia, February 2001.
19. S. Reruang, Withawat Withayachumnankul, Chuchart Pintavirooj, Surapan Airphaiboon, “3D Shape Extraction Using Photographic Tomography with Its Applications”, WSCG (Posters) 2004
20. Surapan Airphaiboon, Manas Sangworasil, “Medical Image Capture using FPGA”, The First Joint International Conference on Information Communication Technology, Vientiane Lao P.D.R., November 2007
21. Somsanouk Phathumvanh, Surapan Airphaiboon and Kazuhiko Hamamoto, “ECG Data Compression using Adaptive Beat Subtraction Method”, International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2008), Vientiane Lao P.D.R., November 2008.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และที่สนใจในปัจจุบัน:

Biomedical Signal and Image processing,
Computer vision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.