

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering) ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์สวมใส่เพื่อตรวจวัดสัญญาณชีพ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- 10 ความผิดปกติทางร่างกายที่เกิดขึ้นขณะนอนหลับ โดยที่ไม่รู้สึกตัวนั้นอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายต่อชีวิตขั้นรุนแรงได้ เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) ซึ่งหากเกิดขึ้นขณะนอนหลับอาจทำให้เกิดอาการชัก และหมดสติจนถึงเสียชีวิตได้ ดังนั้นอุปกรณ์สวมใส่ที่สามารถแจ้งเตือนความผิดปกติที่เกิดขึ้นทางผิวหนัง เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สวมใส่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดภาวะการผิดปกติระหว่างนอนหลับได้ นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถนำไปใช้สำหรับผู้ป่วยที่โรงพยาบาลได้อีกด้วย ซึ่งมีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอนดังนี้

- 15 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 8747336 B2 Personal emergency response (PER) system เป็นระบบที่ตรวจวัดสัญญาณชีพต่างๆ และส่งสัญญาณผ่านระบบไร้สาย เพื่อแจ้งเตือน โคนเน้นที่การแจ้งเตือนการล้ม และกรณีมีโรคหัวใจ โดยการตรวจวัดจะเน้นในสัญญาณการเคลื่อนไหวจากเซนเซอร์ และเน้นที่การตรวจจับการเคลื่อนไหว พร้อมทั้งรวมสัญญาณจากแหล่งอื่น เช่น กล้อง หรือ ข้อมูลสัญญาณชีพต่างๆ ที่ได้จากโรงพยาบาลในการวิเคราะห์โรคหัวใจ เพื่อบอกตำแหน่ง และการเคลื่อนไหวของผู้สวมใส่ว่ามีการผิดปกติหรือไม่

- 20 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 2015/0335283 A1 Electrocardiogram Watch Clasp เป็นระบบที่เน้นวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบสวมใส่ที่แขนของผู้ใช้ โดยระบบจะประกอบด้วยเซนเซอร์สัมผัสที่ผิวหนังเพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

- 25 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 2015/0057511 A1 –Sensor and Method for Continuous Health Monitoring เป็นระบบที่เน้นในการใช้เซนเซอร์แสง และวงจรในการควบคุม ซึ่งจะประกอบด้วยระบบเซนเซอร์ชุดเดียว หรือหลายชุด กระจายติดตามตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย เพื่อใช้ในการวัดค่าสัญญาณชีพ และระบบเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังดูแลสุขภาพ

- ระบบสำหรับสวมใส่ที่ตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย โดยระบบรองรับเซนเซอร์ใดๆ ที่นำมาติดตั้ง และจะประมวลผลจากเซนเซอร์ต่างๆ และส่งค่าไปเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

- 30 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 2011/0245633 A1 Devices and Methods for Treating

Psychological Disorders เป็นระบบและอุปกรณ์สำหรับวัดค่าสัญญาณชีพต่างๆ จากผู้ใส่ และใช้ค่าที่ได้มาวิเคราะห์ในการติดตาม และวิเคราะห์ความผิดปกติทางด้านจิตใจ โดยเน้นที่ระบบสำหรับรับค่าจากเซนเซอร์ และรวบรวมค่าที่ได้มาประมวลผลเพื่อเป็นข้อมูลให้แพทย์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และวินิจฉัยโรค

5 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 2014/0378859 A1 Method of Multichannel Galvanic Skin Response Detection for Improving Measurement Accuracy and Noise/Artifact Rejection เสนอระบบวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ผิวหนังโดยการใส่ที่นิ้วมืออย่างน้อย 2 นิ้วที่ตำแหน่งต่างกัน โดยเน้นที่การวัดความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบประสาทของผู้สวมใส่ โดยเน้นที่หลักการว่าค่าจาก 2 ช่องที่วัดได้ต้องมีความสัมพันธ์กันจึงจะถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้สวมใส่จริง

10 สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 3870034 A Personal Galvanic Skin Response Monitoring Instrument เป็นระบบสำหรับสวมใส่ที่ข้อมือเพื่อวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง เพื่อใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบประสาทของผู้สวมใส่ โดยเซนเซอร์จะเป็นขั้วไฟฟ้า 2 อันอยู่ด้านนอกของอุปกรณ์ และผู้ใช้ต้องใช้นิ้วสองข้างสัมผัสที่ขั้วไฟฟ้า เมื่อต้องการวัดค่า

จากสิทธิบัตรที่มีมาก่อนหน้านั้น กล่าวถึงการใช้เซนเซอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งในการวัดค่า และเก็บค่าที่ได้มาใช้ในการติดตาม และเฝ้าระวังดูแลสุขภาพ นอกจากนั้นระบบดังกล่าวที่ใช้การวัดค่าความต้านทานที่ผิวหนัง ส่วนมากใช้การสวมใส่ที่นิ้ว หรือใช้นิ้วสัมผัส และใช้สำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบประสาทเท่านั้น ไม่ได้มีการนำผลจากเซนเซอร์มาวิเคราะห์ร่วมกับเซนเซอร์ชนิดอื่นๆ สำหรับระบบที่เน้นตรวจวัดความผิดปกติของร่างกาย ดังเช่น US 2007/0276270 A1 ที่เน้นเฉพาะการล้ม และโรคหัวใจ ซึ่งใช้ร่วมกับสัญญาณภายนอกอื่นๆ เช่น กล้อง หรือ อุปกรณ์เพิ่มเติมเฉพาะอย่างอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวไม่ได้มีการระบุถึงระเบียบวิธีที่สามารถใช้ในการวัดความผิดปกติทางร่างกาย เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้

20 จากข้อจำกัดของงานวิจัยที่มีมาก่อน จึงนำมาสู่การประดิษฐ์นี้ ที่ต้องการพัฒนาระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน จากอุปกรณ์สวมใส่ที่ข้อมือ หรือข้อเท้า พร้อมกับระเบียบวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังในระหว่างการนอนหลับ โดยใช้ค่าสัญญาณจากเซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer), เซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน (Gyrometer), 25 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature), เซนเซอร์วัดความชื้น (Humidity) และ เซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (Galvanic Skin Response) มาใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับร่างกาย และตรวจวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ผู้ใส่จะอยู่ในภาวะที่มีความผิดปกติทางร่างกายในระหว่างการนอนหลับ โดยใช้สัญญาณชีพที่วัดจากชุดเซนเซอร์ดังกล่าว

### ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

30 การประดิษฐ์นี้เป็นการพัฒนาระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน เพื่อใช้ตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังในระหว่างการนอนหลับ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับร่างกาย และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ผู้ใส่จะอยู่ในภาวะที่มีความผิดปกติ

ทางร่างกายในระหว่างการนอนหลับ เช่น ภาวะน้ำตาลต่ำ ในระหว่างการนอนหลับ

- การประดิษฐ์ตามคำขอรับนี้แสดงถึงระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่าง การนอน ที่ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลหลัก, หน่วยตรวจจับ โดยที่หน่วยประมวลผลหลักดังกล่าว ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา, ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง, ขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนีในการจำแนก

- วัตถุประสงค์ต่างๆ และลักษณะเฉพาะเหล่านี้และประการอื่นๆของการประดิษฐ์นี้จะปรากฏชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อได้รับการพิจารณาประกอบกับรูปเขียนที่แนบมาด้วยและรายละเอียด การประดิษฐ์ในรูปแบบที่ดีที่สุดซึ่งจะได้บรรยายต่อไป

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

- รูปที่ 1 ระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน  
รูปที่ 2 กระบวนการทำงานของระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน  
รูปที่ 3 วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน  
15 รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์สัญญาณชีพจากเซนเซอร์วัดความเร่ง และเซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน ตามการประดิษฐ์นี้  
รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์สัญญาณชีพจากเซนเซอร์อุณหภูมิ ตามการประดิษฐ์นี้  
รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างของการพิจารณาผลต่างของอุณหภูมิกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของอุณหภูมิในช่วงเวลา 3, 10, 30, 60 และ 180 วินาที  
20 รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างของการพิจารณาค่าความชื้นสัมพัทธ์

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

- การบรรยายถึงการประดิษฐ์นี้จะทำโดยการยกตัวอย่างการประดิษฐ์ และอ้างอิงถึงโดยใช้รูปเขียนเพื่อเป็นตัวอย่างและช่วยให้บรรยายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และชิ้นส่วนที่เหมือนกันในรูปเขียนเหล่านี้จะแทนด้วยหมายเลขอ้างอิงเดียวกัน ทั้งนี้ โดยมีได้เป็นการจำกัดแต่อย่างใด และขอบเขตของการประดิษฐ์จะเป็นไปตามข้อถือสิทธิที่แนบท้าย

ตามรูปที่ 1 ระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วย

- หน่วยประมวลผลหลัก (100) คือ อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable device), สมาร์ทแวร์เอเบิล (Smart Wearable) ทำหน้าที่ตรวจวัดสัญญาณชีพหรือตรวจวัดค่าต่างๆ ด้านสุขภาพ ซึ่งภายในหน่วยประมวลผลหลัก (100) ดังกล่าว ที่ประกอบด้วยส่วนประมวลผลหลัก (Microcontroller), เซนเซอร์วัดความเร่ง, เซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน, อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to

Digital Converter: ADC), อุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกแบบไร้สาย, ลำโพง, อุปกรณ์สั่นและแบตเตอรี่

- หน่วยตรวจจับ (200) ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (210) และเซนเซอร์วัดความชื้น (220), เซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (230)

โดยระบบดังกล่าวมีการทำงานเริ่มจาก หน่วยตรวจจับ (200) ทำการตรวจจับสัญญาณ อุณหภูมิ ,  
 5 ความชื้น และค่านำไฟฟ้า จากนั้นทำการส่งสัญญาณที่ได้จากผิวหนังไปยังหน่วยประมวลผลหลัก (100) เพื่อ  
 วิเคราะห์หาความผิดปกติที่เกิดขึ้นที่ผิวหนัง จากนั้นจึงเป็นการประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น เช่น กรอง  
 สัญญาณด้วยวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High-pass Filter) หรือ กรองสัญญาณด้วยวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน  
 (Low-pass Filter) แล้วจึงเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำสำรอง โดยหน่วยประมวลผลหลัก (100) จะอ่าน  
 ข้อมูลจากหน่วยความจำสำรอง เพื่อมาวิเคราะห์หาสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนัง ในระหว่างการนอนโดย  
 10 ใช้ดัชนีต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้จากหน่วยตรวจจับ (200) หากพบว่ามีความผิดปกติทางร่างกายที่วัด  
 ได้ผ่านทางผิวหนังเกิดขึ้น ก็จะทำการแจ้งเตือนผ่านหน่วยประมวลผลหลัก (100) หรือ ส่วนเชื่อมต่อ  
 ภายนอก ซึ่งอาจจะเป็นแบบไร้สาย , ลำโพง หรือ อุปกรณ์สั่น แสดงดังรูปที่ 2

วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอนตามการประดิษฐ์นี้ คือ การ  
 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ผู้ใช้จะอยู่ในภาวะที่มีความผิดปกติทางร่างกายจากชุดเซนเซอร์ โดยการนำค่า  
 15 สัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆ มาเป็นดัชนีในการจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับร่างกายผ่านทางผิวหนัง  
 ระหว่างการนอนหลับ เริ่มจากวิเคราะห์ สัญญาณเซนเซอร์วัดความเร่ง 3 แกน และ เซนเซอร์วัดความเร็วใน  
 การหมุนชนิด 3 แกน ถูกนำมาคำนวณวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบกับเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลาในช่วง  
 กรอบเวลาต่างๆ และหาค่าขนาดของกำลังของสัญญาณในแถบความถี่ต่างๆ (Power Spectral Density) ของ  
 แต่ละแกน และนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก แสดงดังรูปที่ 3

20 -ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบกับเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา (110) โดยการนำค่า  
 สัญญาณทั้ง 6 แกน มาประมวลผล และ วิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบกับเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา  
 ในช่วงการวิเคราะห์ออกเป็นหน้าต่างเวลา (window: w) ในแต่ละหน้าต่างกว้าง 500 มิลลิวินาที แต่ละ  
 หน้าต่างจะซ้อนทับกัน 100 มิลลิวินาที โดยการวิเคราะห์ใช้ช่วงเวลา 5 หน้าต่างเวลาขยับไปเรื่อยๆ ซึ่งการ  
 วิเคราะห์ค่าสัญญาณจะใช้วิธี Short-time Fourier Transform (STFT) ดังสมการ (1)

$$STFT_x(t, f) = \int_t [x(t) \cdot w(t - t')] \cdot e^{-j2\pi ft} dt \quad (1)$$

25 จากนั้นทำการวิเคราะห์หาขนาดของกำลังของสัญญาณ ในแถบความถี่ต่างๆ(Power Spectral  
 Density) ดังสมการ (2)

$$spectrogram(t, f) = |STFT(t, f)|^2 \quad (2)$$

โดยดัชนีดังกล่าวมีการจำแนกสัญญาณออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) หากค่ากำลังของสัญญาณรวมในทั้ง 5 หน้าต่างเวลาที่นำมาพิจารณา ไม่มีค่าเลย หรือมีค่าน้อยมาก ต่ำกว่าค่าที่กำหนด ในแกนใดๆ จะถือว่าไม่มีการขยับเกิดขึ้น

2) หากมีค่ากำลังของสัญญาณในหน้าต่างเวลาใดๆ ในแถบความถี่ตั้งแต่ 0 – 8 Hz ค่าสัญญาณของ ทั้ง 5 หน้าต่างเวลา จะถูกนำมาพิจารณาหาความสัมพันธ์ (Correlation) ในแถบความถี่ช่วง 2 – 8 Hz โดยหาก 5 ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่าต่ำกว่า 0.8 จะถือว่าเป็นการขยับใดๆ ที่ไม่ใช้การสั้น

3) หากมีค่ากำลังของสัญญาณในหน้าต่างเวลาใดๆ ในแถบความถี่ตั้งแต่ 2 – 8 Hz ค่าสัญญาณของ ทั้ง 5 หน้าต่างเวลาจะถูกนำมาพิจารณาหาความสัมพันธ์ (Correlation) โดยหากค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ ความสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.8 จะถือว่าเป็นการสั้นที่ผิดปกติ

หากมีสัญญาณในแกนใดถูกจำแนกว่าเป็นการสั้นที่ผิดปกติ คะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 1 10 โดยตัวอย่างของการวิเคราะห์สัญญาณชีพจากเซนเซอร์วัดความเร่ง และเซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุน ชนิด 3 แกน ตามการประดิษฐ์นี้เป็นแสดงดังรูปที่ 4 จากนั้นนำค่าสัญญาณจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (210) มาคำนวณหาค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ในเวลาต่างๆ กัน และนำมาเป็นดัชนี ในการจำแนก

-ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (120) 15 โดยหาความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในเวลาต่างๆ กัน คือ ในช่วงเวลา 3, 10, 30, 60 และ 180 วินาที ดัง สมการ (3)

$$MA_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n temp_{-i} \quad (3)$$

โดย n คือ จำนวนสำหรับแต่ละช่วงเวลาที่นำมาใช้คำนวณ ซึ่งสัมพันธ์กับอัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Rate) โดยดัชนีดังกล่าวจะจำแนกสัญญาณออกเป็น 2 ประเภท คือ ปกติ และ ผิดปกติ

20 ในกรณีการจำแนกว่าผิดปกติ และจะทำการเพิ่มคะแนนความผิดปกติขึ้น 1 เมื่อค่าสัญญาณมีค่าน้อย กว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 10 หรือ 30 วินาที มากกว่า 0.3 หรือในกรณีที่พบว่าค่าสัญญาณมีค่าน้อย กว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 60 วินาที มากกว่า 0.6 และน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 180 วินาที มากกว่า 1.2

ตัวอย่างการวิเคราะห์สัญญาณชีพจากเซนเซอร์อุณหภูมิ

25 หากค่าคะแนนความผิดปกติมีค่าต่ำกว่า 1 จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 ขั้นตอนที่ผ่านมา ระบบจะถือว่าไม่ มีความผิดปกติเกิดขึ้น และกลับไปเริ่มต้นการวิเคราะห์ใหม่ต่อไป หากพบว่าค่าคะแนนความผิดปกติมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงดังรูปที่ 5

-ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และ 30 เซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (130) โดยหาความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ในช่วงเวลา 3 วินาที ดังสมการ (3)

ซึ่งทำการวิเคราะห์สัญญาณจากเซนเซอร์ความชื้น และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนังโดยค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ความชื้นจะถูกจำแนกออกเป็น ปกติ และ เกิน โดยหากมีค่าสัญญาณความชื้นมากกว่า 90% จะถือว่ามีความชื้นเกิน และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 0.5

5 และทำการวิเคราะห์สัญญาณจากเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนังจะถูกวิเคราะห์โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เช่นเดียวกับเซนเซอร์ความชื้น โดยใช้ช่วงเวลา 3 วินาที ดัชนีดังกล่าวจะจำแนกสัญญาณออกเป็น ปกติ และ เปลี่ยนแปลงกระทันหัน โดยหากมีค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มากกว่า 20% ให้ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงกระทันหัน และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 0.5 จากนั้นจึงทำการหาค่าผลลัพธ์

10 -ขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนี (140) โดยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ผู้ใส่จะอยู่ในภาวะที่มีความผิดปกติทางร่างกายผ่านทางผิวหนัง จะจำแนกจากคะแนนความผิดปกติจากทุกดัชนีที่กล่าวมารวมกัน ซึ่งเป็นดัชนีที่วิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณชีพที่สามารถวิเคราะห์ได้ผ่านทางผิวหนัง ทั้งในเชิงเวลา และเชิงความถี่ เพื่อใช้ในการทำนายความผิดปกติ โดยหากมีคะแนนความผิดปกติรวมเท่ากับ 1.5 หรือมากกว่า ระบบจะแจ้งเตือนผู้สวมใส่ผ่านทางส่วนเชื่อมต่อภายนอก เช่น ทางส่วนเชื่อมต่อแบบไร้สาย หรือ ลำโพง และอุปกรณ์อื่น ซึ่งวิธีการดังกล่าวได้ถูกทดลองในเบื้องต้นว่าสามารถจำแนกความผิดปกติ เช่น ภาวะน้ำตาลต่ำ ในระหว่างการทำงานนอนหลับได้

20 โดยเบื้องต้นได้ทำการทดสอบขั้นตอนจำแนกสัญญาณความผิดปกติที่เกิดขึ้นทางผิวหนัง จากการทดลองจำลองภาวะน้ำตาลต่ำ โดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมดประมาณ 10 นาที แบ่งเป็นสภาวะปกติ 5 นาที สภาวะผิดปกติ 1 นาที และอยู่ในสภาวะปกติอีก 4 นาที พบว่า เมื่อเข้าสู่สภาวะผิดปกติอุณหภูมิจะลดต่ำลงและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของอุณหภูมิดังกล่าวเป็นดังรูปที่ 4 ต่อจากนั้นพิจารณาผลต่างของอุณหภูมิกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของอุณหภูมิที่ช่วงเวลา 3, 10, 30, 60 และ 180 วินาที เป็นดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งเห็นว่าเมื่อช่วงเวลาของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลต่างของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในการจำแนกสัญญาณความผิดปกติ จะมีการพิจารณาค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นลำดับถัดไปดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งค่าการจำแนกตามวิธีการที่นำเสนอจากการจำลองการทดลองเป็นดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจำลองภาวะน้ำตาลต่ำจากการทดลองครั้งที่ 1 โดยใช้ปัจจัยทางอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์จะพบว่าผลรวมดัชนีความผิดปกติเกินค่าที่กำหนดแล้วจะทำการแจ้งเตือนแก่ผู้สวมใส่

ตารางที่ 1 ผลทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และอัลกอริทึมที่ออกแบบ

ครั้งที่	อุณหภูมิต่ำสุดเทียบกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลาต่างๆ					ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงอุณหภูมิตดลง (%RH)	อาการ
	3 วินาที	10 วินาที	30 วินาที	60 วินาที	180 วินาที		
1	-0.0800	-0.1211	-0.3508*	-0.6975*	-1.4969*	>90%*	ไม่ปกติ
2	-0.0800	-0.1105	-0.2186	-0.3353	-0.6234	>90%*	ปกติ
3	-0.0800	-0.1211	-0.1847	-0.3916	-1.0429	>90%*	ปกติ

ถึงแม้ว่าการประดิษฐ์นี้ จะได้รับการบรรยายโดยสมบูรณ์โดยใช้ประกอบกับรูปเขียนที่แนบมาเป็น ตัวอย่างด้วยก็ตาม ย่อมเป็นที่เข้าใจได้ว่าการคิดแปลง หรือแก้ไขต่างๆ โดยผู้ที่มีความชำนาญในระดับสามัญ ในศิลปะ และวิทยาการที่เกี่ยวข้อง โดยที่ยังอยู่ภายในขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์อาจกระทำ ได้ ขอบเขตของการประดิษฐ์นี้ย่อมเป็นไปตามลักษณะของการประดิษฐ์ที่ได้ระบุไว้ในข้อถือสิทธิที่แนบ 5 ทำยรวมทั้งยังครอบคลุมถึงลักษณะของการประดิษฐ์ที่แม้ว่าจะมิได้ระบุไว้ในข้อถือสิทธิโดยเฉพาะเจาะจง แต่เป็นสิ่งที่มีความหมายที่สอยและทำให้เกิดผลในทำนองเดียวกับลักษณะของการประดิษฐ์ที่ได้ระบุไว้ใน ข้อถือสิทธิด้วย

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

### ข้อถ้อยสิทธิ

#### 1.ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน

5 - หน่วยประมวลผลหลัก (100) ประกอบด้วย ส่วนประมวลผลหลัก (Microcontroller), เซนเซอร์วัดความเร่ง, เซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน ทำหน้าที่ตรวจวัดสัญญาณชีพหรือตรวจวัดค่าต่างๆ ด้านสุขภาพ

- หน่วยตรวจจับ (200) ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (210), เซนเซอร์ความชื้น (220) และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (230) ทำหน้าที่ตรวจจับสถานะที่มีความผิดปกติทางร่างกายผ่านทางผิวหนังของผู้ใช้งาน (User)

10 โดยมีลักษณะเฉพาะคือ หน่วยประมวลผลหลัก (100) ดังกล่าว ประกอบด้วย ขั้นตอนการประมวลผล ดังนี้

-ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา (110) โดยการนำค่าสัญญาณเซนเซอร์วัดความเร่ง 3 แกน และ เซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน มาวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา ในช่วงการวิเคราะห์ออกเป็นหน้าต่างเวลา (window: w) ด้วยวิธี Short-time Fourier Transform (STFT) และทำการวิเคราะห์หาขนาดของกำลังของสัญญาณในแถบความถี่ต่างๆ (Power Spectral Density) เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก

15 -ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (120) โดยการนำค่าสัญญาณจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (210) มาคำนวณหาค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ในเวลาต่างๆ กัน เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก

20 -ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (130) โดยการนำค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ความชื้น (220) และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (230) มาคำนวณหาค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ในเวลาต่างๆ กัน เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก

25 -ขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนีในการจำแนก (140) โดยนำค่าคะแนนความผิดปกติจากทุกดัชนีที่กล่าวมารวมกัน ซึ่งเป็นดัชนีที่วิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณชีพที่สามารถวิเคราะห์ได้ผ่านทางผิวหนัง ทั้งในเชิงเวลา และเชิงความถี่ เพื่อใช้ในการคาดการณ์ความผิดปกติของสัญญาณชีพทางผิวหนังของผู้ใช้งานระหว่างการนอน

2.ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่ง ในขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนี (140) หากพบว่าผลลัพธ์ของดัชนีมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 1.5 ถือว่ามีความผิดปกติ หรือ หากพบว่าผลลัพธ์ของดัชนีมีค่าน้อยกว่า 1.5 ถือว่าไม่มีความผิดปกติ



3.ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถือสิทธิ 1 หรือ 2 ที่ซึ่งใน  
ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา (110) มีดัชนีในการจำแนกค่า  
กำลังของสัญญาณดังนี้

5 - หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ไม่มีค่าเลขหรือมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดในแกนใดๆ ให้ถือว่าไม่มีการ  
ขยับ

- หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ในแถบความถี่ช่วง 2 – 8 Hz โดยหากค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์  
ความสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.8 ให้ถือว่าเป็นการขยับใดๆ ที่ไม่ใช่การสั่น

- หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ในแถบความถี่ช่วง 2 – 8 Hz โดยหากค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์  
ความสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.8 ให้ถือว่าเป็นการสั่นที่ผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 1

10 4.ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 3 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่  
ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (120) มี  
ดัชนีในการจำแนกค่าผิดปกติ

15 - หากค่าสัญญาณมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 10 หรือ 30 วินาที มากกว่า 0.5 หรือ  
เมื่อพบว่าค่าสัญญาณมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 10 หรือ 30 วินาที มากกว่า 0.4 และน้อย  
กว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 60 และ 180 วินาที มากกว่า 0.6 และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 1

5.ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 4 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่  
ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และ  
เซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (130) มีดัชนีในการจำแนกค่าผิดปกติ ดังนี้

20 - หากค่าสัญญาณค่าความชื้นมากกว่า 90% จะถือว่ามีความผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูก  
เพิ่มขึ้น 0.5

- หากค่าสัญญาณการนำไฟฟ้าของผิวหนัง มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มากกว่า 20% ให้ถือ  
ว่ามีความผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 0.5

6.วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน โดยมีลักษณะเฉพาะคือ ขั้นตอนการ  
ประมวลผล ดังนี้

25 -ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา (110) โดยการนำค่า  
สัญญาณเซนเซอร์วัดความเร่ง 3 แกน และ เซนเซอร์วัดความเร็วในการหมุนชนิด 3 แกน มาวิเคราะห์  
สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา ในช่วงการวิเคราะห์ออกเป็นหน้าต่างเวลา (window:  
w) ด้วยวิธี Short-time Fourier Transform (STFT) และทำการวิเคราะห์หาขนาดของกำลังของสัญญาณใน  
แถบความถี่ต่างๆ (Power Spectral Density) เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก

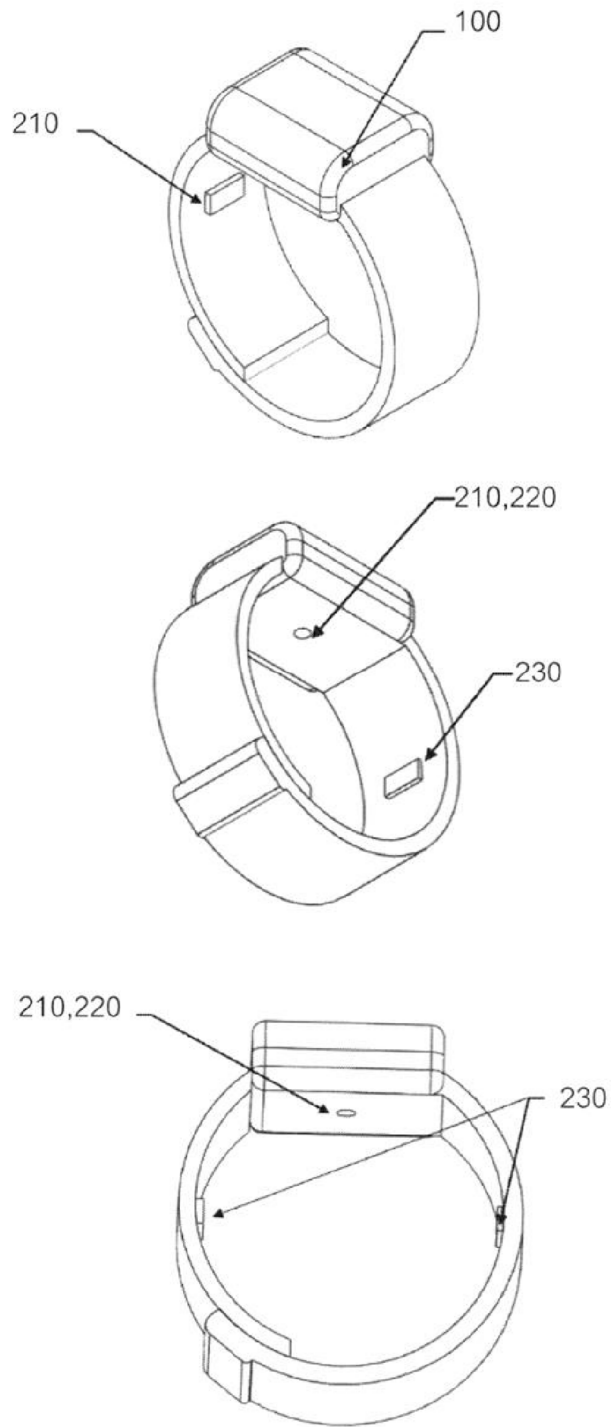
30 -ขั้นตอนการวิเคราะห์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (120)  
โดยการนำค่าสัญญาณจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (210) มาคำนวณหาความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
(Moving Average) ใน เวลา ต่าง ๆ กัน เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก

- ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (130) โดยการนำค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ความชื้น (220) และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (230) มาคำนวณหาค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ในเวลาต่างๆ กัน เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการจำแนก
- 5 -ขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนี (140) โดยนำค่าคะแนนความผิดปกติจากทุกดัชนีที่กล่าวมา รวมกัน ซึ่งเป็นดัชนีที่วิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณชีพที่สามารถวิเคราะห์ได้ผ่านทางผิวหนัง ทั้งในเชิงเวลา และเชิงความถี่ เพื่อใช้ในการคาดการณ์ความผิดปกติของสัญญาณชีพทางผิวหนังของผู้ใช้งานระหว่างการนอน
- 7.วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถ้อยสิทธิ 6 ที่ซึ่ง ในขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนี (140) หากพบว่าผลลัพธ์ของดัชนีมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 1.5 ถือว่ามีความผิดปกติ หรือ หากพบว่าผลลัพธ์ของดัชนีมีค่าน้อยกว่า 1.5 ถือว่าไม่มีความผิดปกติ
- 10 8.วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถ้อยสิทธิ 6 หรือ 7 ที่ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา (110) มีดัชนีในการจำแนกค่ากำลังของสัญญาณดังนี้
- 15 - หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ไม่มีค่าเลยหรือมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดในเกณฑ์ใดๆ ให้ถือว่าไม่มีการขยับ
- หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ในแถบความถี่ช่วง 2 – 8 Hz โดยหากค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.8 ให้ถือว่าการขยับใดๆ ที่ไม่ใช่การสั่น
- หากค่ากำลังของสัญญาณรวม ในแถบความถี่ช่วง 2 – 8 Hz โดยหากค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.8 ให้ถือว่าการสั่นที่ผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 1
- 20 9.วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถ้อยสิทธิ 6 ถึง 8 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ในขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (120) มีดัชนีในการจำแนกค่าผิดปกติ
- 25 - หากค่าสัญญาณมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 10 หรือ 30 วินาที มากกว่า 0.5 หรือเมื่อพบว่าค่าสัญญาณมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 10 หรือ 30 วินาที มากกว่า 0.4 และน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 60 และ 180 วินาที มากกว่า 0.6 และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 0.5

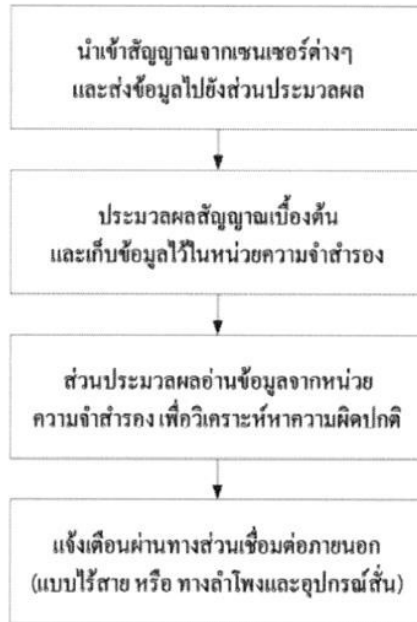
10.วิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังระหว่างการนอน ตามข้อถือสิทธิ 6 ถึง 9 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่  
ซึ่ง ในขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และ  
เซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง (130) มีดัชนีในการจำแนกค่าผิดปกติ ดังนี้

5 - หากค่าสัญญาณค่าความชื้นมากกว่า 90% จะถือว่ามีความผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูก  
เพิ่มขึ้น 0.5

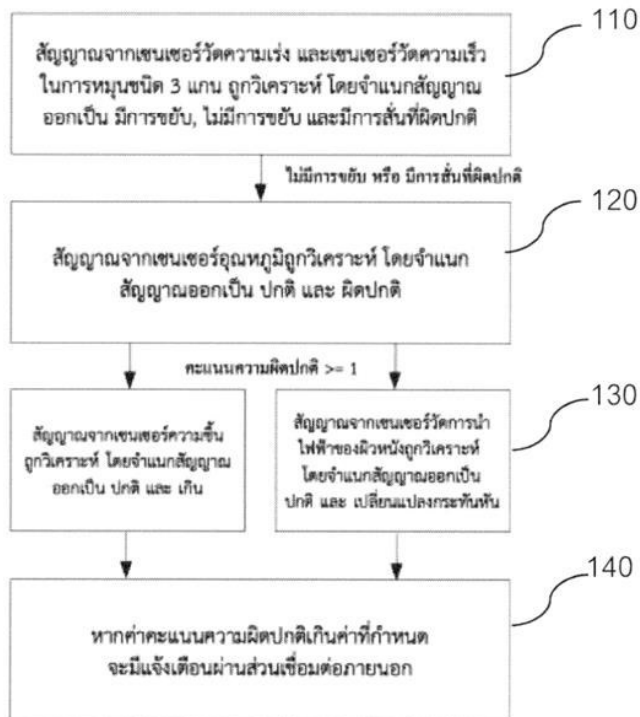
- หากค่าสัญญาณค่านำไฟฟ้าของผิวหนัง มีค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มากกว่า 20% ให้ถือว่า  
มีความผิดปกติ และคะแนนความผิดปกติจะถูกเพิ่มขึ้น 0.5



รูปที่ 1

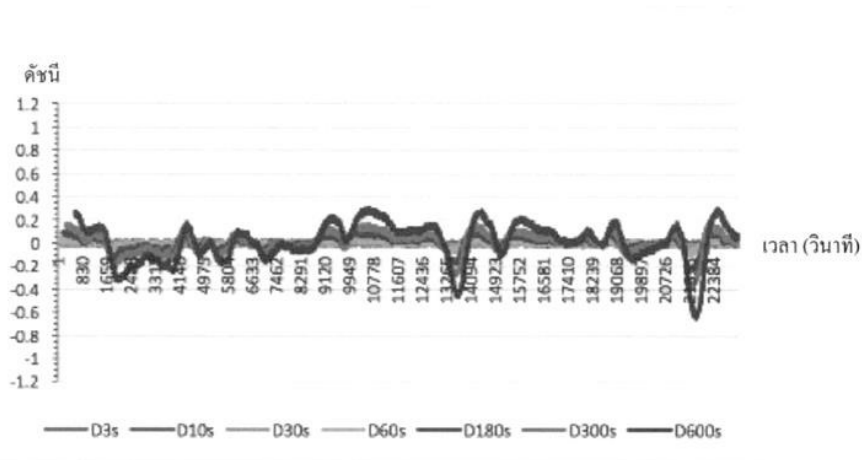


รูปที่ 2

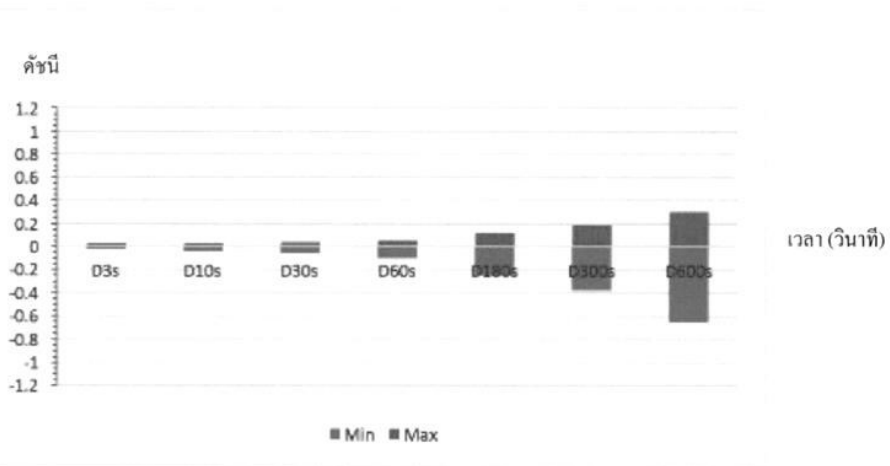


รูปที่ 3

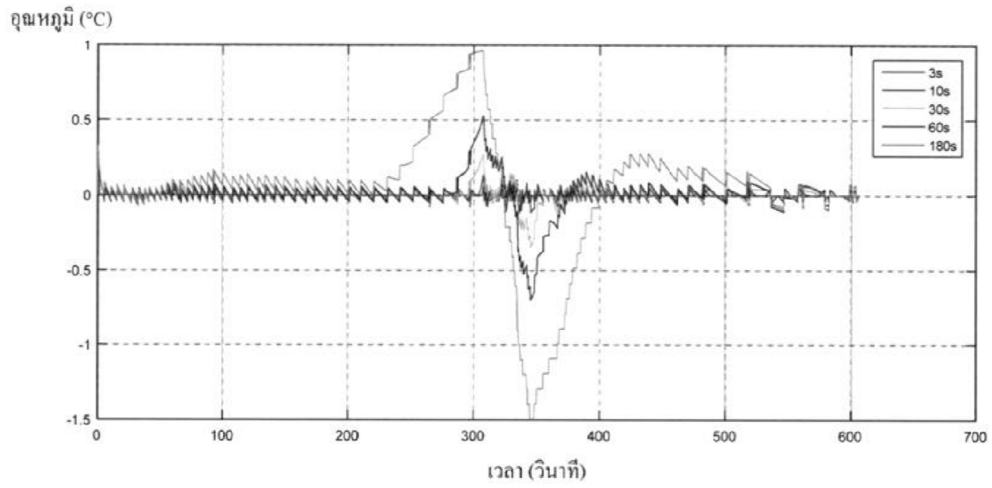
หน้า 3 ของจำนวน 4 หน้า



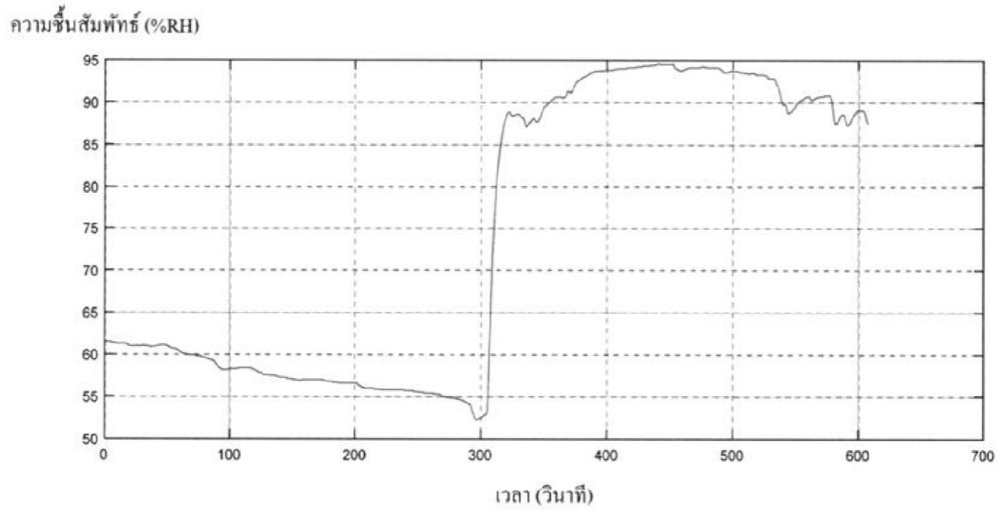
รูปที่ 4



รูปที่ 5



รูปที่ 6



รูปที่ 7

### บทสรุปการประดิษฐ์

การประดิษฐ์ตามคำขอรับนี้แสดงถึงระบบและวิธีการตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนัง  
ระหว่างการนอน ที่ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลหลัก, หน่วยตรวจจับ โดยที่หน่วยประมวลผลหลัก  
5 ดังกล่าว ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิเคราะห์สัญญาณเปรียบเทียบในเชิงความถี่ที่สัมพันธ์กับเวลา, ขั้นตอน  
การวิเคราะห์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, ขั้นตอนการวิเคราะห์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดการนำไฟฟ้าของผิวหนัง, ขั้นตอนการรวมค่าผลลัพธ์ดัชนีในการ  
จำแนก เพื่อใช้ตรวจวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติทางผิวหนังในระหว่างการนอนหลับ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความ  
เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับร่างกาย และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่ผู้ใส่จะอยู่ในภาวะที่มีความผิดปกติทาง  
10 ร่างกายในระหว่างการนอนหลับ เช่น ภาวะน้ำตาลต่ำ ในระหว่างการนอนหลับ