

## Oral Presentation

A Pornographic Web Filtering Method: In Particular Image Analysis .....	1
<i>Chumsak Sibunruang, Jantima Polpinij, Rapeeporn Chamchong, Somnuk Puangpronpitag, and Anirut Chotthanom</i>	
Acoustical Holography Using Planar Helmholtz Equation Least-Squares Method .....	6
<i>Phakphoom Boonyanant</i>	
Advantages of Prosody Mapping in Cross-Language Speech Synthesis .....	11
<i>Anocha Rugchatjaroen, Nattanun Thatphithakkul, Ausdang Thangthai, Sittipong Saychum, and Chai Wutiwiwatchai</i>	
Automatic Annotation Inconsistency Detection: an N-Gram-Based Approach .....	16
<i>Prachya Boonkwan, Taneth Ruangrajitpakorn, and Thepchai Supnithi</i>	
Characteristics of the 3-terminal Magnetotransistor Using Standard CMOS Process Technology .....	24
<i>Chana Leepattarapongpan, Naritchapan Penpondee, Toempong Phetchakul, Weera Phengnan, Eakalak Chaowicharat, Charndet Hruanun and Amporn Poyai</i>	
Parallel Simulation of HGMS Process for Ultra-fine Weakly Magnetic Particles by OpenMp .....	28
<i>K. Houmkumnuard and C. Phongpensri (Chantrapomchai)</i>	
PDMS Based Thermopneumatic Microvalve for Microfluidic Systems .....	35
<i>Suriya Mongpranee, Thoatsanope Kamnerdtong, Pattaramon Jongpradist, Anurat Wisitsora-at, and Adison Tuantranont</i>	
Smart vineyard as a case study for digitized agriculture .....	41
<i>Nattapong Tongrod, Adisorn Tuantranont, and Teerakiat Kerdcharoen</i>	
VLSI Implementation of Sensor Interface Circuits in CMOS .....	48
<i>Theerachet Soorapanth</i>	
การจำแนกการสูญเพศที่เกิดจากความแออัด .....	52
<i>อนุวัตร สมบุญ และ บุญชัย งามวงศ์วัฒนา</i>	
การจำแนกความผิดปกติของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจโดยอาศัยคุณลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ .....	59
<i>ชูศักดิ์ ธนวัฒน์ และ สุรพล ต้นอร่าม</i>	
การถอดรหัสข้อมูลข้อความแรงสัญญาณที่เอกซเรย์ของเซลล์ที่ได้รับเมื่อทำงานในโหมดดิจิทัลกับข้อมูลไร้สาย .....	65
<i>ทรงฤทธิ์ ศรีลาศักดิ์, กฤตกร ทวีญพฤกษ์, ฉานิน เหลืองอิงคะสุต, กิตติ วงศ์ถาวรรวัฒน์ และ ศิวรักษ์ ศิวโมกษธรรม</i>	
การประยุกต์ Watershed Segmentation สำหรับการแยกองค์ประกอบภาพเอกสาร .....	71
<i>วงษ์นเรศ ชันธุวาร และ นพดล ศิริเพชร</i>	
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการปรับเส้นโค้งที่เหมาะสมสำหรับการระบุความขรุขระเชิงความร้อนในช่องสัญญาณการบันทึกแบบแนวตั้ง .....	79
<i>สันติ กุลการชาย และ ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์</i>	
การระบุเส้นส่วนโค้งตามแนวพื้นแบบอัตโนมัติบนชุดข้อมูลภาพถ่ายรังสีส่วนตัด .....	87
<i>อิศิทร จันทวีเมธียง, เสาวภาคย์ โสภณวิรัช และ วศิน สิมสุภิญโญ</i>	
การหาความสัมพันธ์ของขนาดรูปร่างกับโครโมโซมโดยใช้การจัดกลุ่มตามลำดับชั้น .....	93
<i>บดินทร์ แสงอรุณ และ สุปิยา เจริญศิริวัฒน์</i>	
การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคไตเลือกพรอนิสด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีด้วยความถี่สูง .....	100
<i>นภัทร รัตนาคินทร์, ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์, ชัยชนะ มิตรพันธ์ และ วัชรกร หนูทอง</i>	
เทคนิคคอมพิวเตอร์จำลองการจัดฟันด้วยการตัดฟัน และเคลื่อนที่ฟันพร้อมเหล็กจัดฟันแบบจำลองฟัน 3 มิติ .....	105
<i>จันทร์จิรา สิมชนะโยธิน</i>	
โปรแกรมตรวจหาและยับยั้งการใช้งานบิตทอร์เรนต์ในระบบเครือข่ายแบบเรียลไทม์โดยอาศัยพฤติกรรมของอัลกอริทึมการค้น .....	111
<i>วันชัย จิวลาช, ขรรยง เต็งอ้นนาย และ เฉลิมเอก อินทนาการวัฒน์</i>	
สภาพภาพและความพร้อมใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน .....	118
<i>วัลภา สุญราช, หนิดา พงษ์ใหญ่ และ กุลชาติ มีทรัพย์กลาง</i>	

SPECIAL ISSUE

2D Dental Model Analysis Software.....	125
<i>Wisarut Bholsithi, Phanaphon Panjamanee, and Chanjira Sinthanayothin</i>	
A Design Methodology and Architecture of an Ultra-Low-Power Processor for Smart Micro-Sensors.....	133
<i>Yutana Jewajinda and Suwicha Jirayucharoensak</i>	
Density Functional Theory Calculations of Phase Transition in AgInTe <sub>2</sub> under High Pressure.....	137
<i>Komsilp Kotmool, Thiti Bovornratanaraks, Pornmongkol Jimlim, Somthep Vannarat, and David Ruffolo,</i>	
Development of a Dental Skills Training Simulator Using Virtual Reality and Haptic Device.....	140
<i>Phattanapon Rhiennora, Peter Haddawy, Matthew Dailey, Prabal Khanal, and Siriwan Suebnukarn</i>	
Excitonic Model For Large Magneto-resistance(MR) effect in Organic Light Emitting Diode (OLED) .....	148
<i>Chavis Srichan, Adisorn Tuantranont, Tanom Lomas, Manfred Ruehrig, Michael Vieth, Wiebke Sarfert, Ralph Paetzold, and Wolfgang Bauhofer</i>	
Interactive Segmentation and Three-Dimension Reconstruction for Cone-Beam Computed-Tomography Images.....	154
<i>Siriwan Suebnukarn, Peter Haddawy, Matthew Dailey, and Dinh Ngo Cao</i>	
Internet Privacy Problem in Thailand.....	162
<i>Bowonsak Seisungsittisunti, Juggapong Natwichai, and Nattapon Harnsamut</i>	
Investigation Of Chemiluminescence Detection For Arsenate Determination On Portable Microfluidic Device.....	167
<i>Tongjit Satturpinat, Sakchai Satiemperakul, Jirasak Threeprom, Napaporn Youngvises, and Waraporn Som-aum</i>	
Multi-Module of X-Ray Array Detectors.....	173
<i>Chousak Jantaco, Woranut Iampa, Chuchart Pintavirooj, and Manas Sangworasil</i>	
Towards Digital Terrestrial Television Broadcasting.....	178
<i>Pramote Srisuksant, Rachaporn Kienprasit, Seksun Sartsatit, Saowaluck Kaewkannerd, Jatuporn Chinrungrueng, and Charuwalee Huadmai</i>	
กรอบการทำงานสำหรับการพิสูจน์ตัวตน และจัดการบัญชีรายชื่อผู้ใช้งานแบบศูนย์กลางบนสภาวะแวดล้อมคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์.....	187
<i>สุริยะ อรุณเอกไพฑาร, ศุภกิจ พุดกษอรุณ, ทิทัศน์ แทนแก้ว และ ศรเทพ วรรณรัตน์</i>	
การค้นหาคำบรรยายภาพอัตโนมัติโดยการเรียนรู้แบบกึ่งควบคุม.....	195
<i>สรรพฤทธิ์ มฤคทัต</i>	
การควบคุมความเหมาะสมของระบบติดตามดวงอาทิตย์โดยวิธีพันธุศาสตร์.....	203
<i>สารัลย์ กระจง และ สุรนนท์ น้อยมณี</i>	
การจำแนกประเภทยานพาหนะโดยอาศัยเอกลักษณ์สนามแม่เหล็กโลกของยานพาหนะ.....	210
<i>อุดมพร สุนันทชัยกุล, ศุภชัย วรพจน์สุทธิ, บุศกิติ ชนวัฒน์ และ จตุพร ชินรุ่งเรือง</i>	
การตรวจสอบสัญญาณชีพจบบนพีดีเอด้วยวิธีประมวลผลสัญญาณดิจิทัล.....	218
<i>ภาณุวัฒน์ ชันจา และ สุรนนท์ น้อยมณี</i>	
การแปลภาษาอัตโนมัติเชิงสถิติสำหรับระบบล่ามอิเล็กทรอนิกส์.....	225
<i>ศิวเชษฐ ปอนแก้ว, เทพชัย ทรัพย์นิธิ และ ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย</i>	
การพัฒนาความฉลาดของเว็บสำหรับการรับ-ส่งสัญญาณชีพโดยใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4.....	232
<i>สุรนนท์ น้อยมณี และ สมเกียรติ วัฒนศิริชัยกุล</i>	
การพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและภาพทางการแพทย์สำหรับงานทันตกรรม.....	239
<i>บุญญฤทธิ์ อุษยานนวาระ, นนทินทร พัฒนชัย และ วิจิตร อรานนท์</i>	
การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดแสงอัลตราไวโอเล็ตชนิดขดตักไดโอดฟิล์มเพชร.....	246
<i>สมศักดิ์ เข็ญศิริกุล และ เต็มพงษ์ เทียรกุล</i>	
การเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลระหว่างรถยนต์โดยคำนึงถึงระยะทางและความเร็ว.....	252
<i>นรณัฐ สงวนศักดิ์โยธิน และ กรรณิการ์ ศิริวงศ์ ณ อุบลฯ</i>	
การวิเคราะห์ปัจจัยความถี่เสียงของนักแสดงภาพยนตร์ไทยด้วย Logistic Regression Model.....	259
<i>จุฑารัตน์ ศิริเพชร และ นพดล ศิริเพชร</i>	
การศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมอับดุล.....	266
<i>สุพล ไกลถิ่น, ชัชวาล สังคิตตระกูล และ มารุต บุรณรัช</i>	
การออกแบบภาคควบคุมดิจิทัลขนาดเล็กสำหรับไมโครชิพ RFID ย่านความถี่ต่ำ.....	27
<i>เอกภพ กุศลพันธ์ และ กานต์ โอภาสจรัสกิจ</i>	
การออกแบบและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณ GNSS ด้วย Software.....	27
<i>ณัฐพงศ์ เศียรสวัสดิ์, กนกวรรณ มกรพงศ์, จตุพร นิธิไชยกุล, วีระชาติ อินดิษฐ์, เมทินี ศรีสุวรรณชนะ, วัชรกร หนูทอง, อภิชาติ อินทรพานิชย์, นภดล พริ้งนิชัย และ พงศ์อภา อากาศ</i>	
ขาเทียมสำหรับคนพิการแบบปรับอัตราพ่วงได้.....	28
<i>ทศพร บุญแท้ และ ชิต เหล่าวัฒนา</i>	
ซอฟต์แวร์เพื่อสังคม : คู่มือ.....	29
<i>นวลศรี เคนวัฒนา, ธวัชชัย เขียมไพโรจน์ และ วิรัช ศรีเลิศล้ำวานิช</i>	

## การควบคุมความเหมาะสมของระบบติดตามดวงอาทิตย์โดยวิธีพันธุศาสตร์

สารัตถ์ กระจง และ สุรนันทน์ น้อยมณี

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 053-942018

E-mail: saran\_ek@hotmail.com and suranan@chiangmai.ac.th

### ABSTRACT

The current trend in solar concentrator tracking system is to use an open-loop local controller that computes the direction of the solar vector based on geographical location and time. But it not enough accuracy because it has error from computing the sun's position, mechanical, controller systems and installation. The genetic algorithms (GA) are one technique for optimization problems. In this research, GA is used to increase accuracy and efficiency of solar tracking system by always fine-tuning the position based on woolf's theory that receives maximum solar radiation for give optimization for cardiac care unit power system, so the system becomes on-line. The system will control machine to positions of each answer population from an initial set of random solutions and evaluate by measure voltage from sensor, then create the next generation by using crossover operator, mutation operator and selection. In the experimental, statistical method is used to find the best parameters of GA and optimize by Numerical method.

**Keywords :** GA, solar tracking system, Numerical method, Optimize.

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบติดตามดวงอาทิตย์จะใช้การควบคุมแบบระบบเปิดจากการคำนวณโดยอาศัยหลักการทางภูมิศาสตร์และเวลาในการกำหนดการติดตามดวงอาทิตย์ แต่ระบบดังกล่าวยังไม่มีความแม่นยำพอ เนื่องจากอาจเกิดข้อผิดพลาดจากการคำนวณตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เครื่องจักร ระบบควบคุม และจากการติดตั้งได้ ดังนั้นวิธีพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithms : GA) จึงเป็นวิธีการเพิ่มความแม่นยำให้กับระบบติดตามดวงอาทิตย์มากขึ้น โดยใช้ทฤษฎีของ woolf's ซึ่งจะทำได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ได้ดีที่สุด แต่การทำให้เกิดความเหมาะสมจะต้องหาค่าตัวแปรของ GA ได้แก่ Population Size (Pop), Probability Mutation (PM), Probability Crossover (PC) ซึ่งในงานวิจัยได้ค่าความเหมาะสมของตัวแปรเป็น 30, 0.9 และ 0.1 ตามลำดับ ใน การส่งผลต่อการทำงานได้ดีที่สุดสามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าได้มากขึ้นกว่าระบบเปิดอีก 11.851% วิธีดังกล่าวจึงเป็นวิธีการควบคุมความเหมาะสมสำหรับระบบติดตามดวงอาทิตย์

**คำหลัก:** วิธีการพันธุศาสตร์, ระบบการติดตามดวงอาทิตย์, วิธีการเชิงตัวเลข, การควบคุมความเหมาะสม

## 1. บทนำ

พลังงานทดแทนที่มีบทบาทสำคัญในปัจจุบันคือพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่บนบริเวณที่เหมาะสม ดังนั้นระบบการติดตามดวงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เพื่อทำการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เหมาะสำหรับเป็นพลังงานทดแทน งานรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Parabolic dish) ต้องได้รับจุดรวมแสงที่ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เพื่อประโยชน์ในการใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุด ลักษณะของงานรับพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย จุดรับแสง จากตรงกลางงานเพื่อใช้เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าต่อไป โดยการควบคุมงานจะต้องอาศัยส่วนที่สำคัญคือ การปรับมุมของงานในการติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนคือ มุมเอซิมูทและมุมแอลติจูด

แสงของดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มข้นสูงจะได้รับเมื่อมีการติดตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่มีความแม่นยำมากเพื่อจะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดของผลผลิตที่ต้องการความแม่นยำจำเป็นต้องใช้วิธีการเฉพาะพิเศษของระบบรวบรวมแสง ปัจจุบันแนวทางในการรวบรวมแสงอาทิตย์โดยใช้ระบบติดตามแบบระบบเปิด (open loop) เป็นพื้นฐานของการควบคุม โดยอาศัยการคำนวณเชิงทิศทางแสงดวงอาทิตย์บนพื้นฐานของหลักวิชาภูมิศาสตร์, สถานที่ตั้งและเวลา แต่สิ่งเหล่านี้ยังไม่เพียงพอสำหรับความแม่นยำเพราะว่าสามารถที่จะเกิดข้อผิดพลาดจากการคำนวณของตำแหน่งดวงอาทิตย์, เครื่องจักร, ระบบควบคุม และการติดตั้ง ในการกำหนดตัวแปรของพลังงานร่วม เส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เป็นปัญหาที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ ดังนั้นการประมาณค่าในการแก้ปัญหาวิจัยดังกล่าวคือ การใช้ระบบปิดในการควบคุมโดยใช้วิธี GA ในการหาคำตอบ เนื่องจากวิธีดังกล่าวเป็นวิธีในกลุ่มปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) และเป็นเทคนิคในการหาค่าความเหมาะสมที่ดีและรวดเร็ว โดยมีลักษณะการทำงานในการหาคำตอบแบบคู่ขนานเพื่อที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ดีที่สุด เหมาะสำหรับการควบคุมในลักษณะงานแบบ real-time และวิธี GA เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัย

การพัฒนาการติดตามดวงอาทิตย์ดังกล่าวใช้หลักการของ GA มาทำการคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมของตำแหน่งที่จะทำการควบคุม แต่ปัญหาหลักของการพัฒนาระบบคือ GA ยังทำการควบคุมการเคลื่อนที่ให้เป็นเส้นตรงตามทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากมีข้อจำกัดในการทำงาน ดังนั้นจึงส่งผลให้ระบบการติดตามดวงอาทิตย์เกิดการแกว่ง

ในเวลางาน จากปัญหาดังกล่าวจะส่งผลให้ระบบการติดตามดวงอาทิตย์ซึ่งจะทำการพัฒนาเป็นพื้นฐานของงานรับแสงมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ เนื่องจากตัวมอเตอร์ของงานรับแสงจะทำงานหนักเนื่องต่อการชำรุดเสียหายได้ง่าย รวมทั้งยังส่งผลให้งานรับแสงทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีเท่าที่ควร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาระบบการติดตามดวงอาทิตย์โดยการนำเอาหลักการของวิธีการเชิงตัวเลขร่วมกับวิธีพันธุศาสตร์ มาใช้ในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งพลังงานทดแทนได้

## 2. แนวคิด/วิธีการนำเสนอ

### 2.1 การคำนวณหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์

วิธีการรวบรวมพลังงานจากดวงอาทิตย์สามารถที่จะทำนายตำแหน่งของดวงอาทิตย์โดยใช้วิธีการเวกเตอร์ที่มีลักษณะพิเศษ ในการติดตามสะสมพลังงานของดวงอาทิตย์ [1]

#### 2.1.1 มุมช่วงเวลา ( $\omega$ )

มุมช่วงเวลาคือระยะซึ่งเป็นมุมระหว่าง meridian ของผู้สังเกต และแนวระนาบของมุม meridian ของดวงอาทิตย์ (-180, 180 องศา) มุมช่วงเวลาจะเพิ่มขึ้น 15 องศาทุกชั่วโมง

$$(\omega) = 15 (t_s - 12) \quad (\text{องศา}) \quad (1)$$

#### 2.1.2 สมการเวลา (EOT)

สมการของเวลา (EOT) คือความแตกต่างระหว่างความหมายเวลาเกี่ยวกับดวงอาทิตย์และเวลาที่แตกต่างกัน

$$EOT = 0.258 \cos x - 7.416 \sin x - 3.648 \cos 2x - 9.228 \sin 2x \quad (\text{นาที}) \quad (2)$$

เมื่อมุม X เป็นฟังก์ชันของจำนวนเวลา N

$$X = \frac{360(N-1)}{365.242} \quad (\text{องศา}) \quad (3)$$

#### 2.1.3 การแปลงเวลา

การแปลงระหว่างเวลาเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ ( $t_s$ ) และเวลานาฬิกาท้องถิ่น (LCT) ใน 24 ชั่วโมงคือรูปแบบ AM/PM

$$LCT = t_s - \frac{EOT}{60} + LC \quad (\text{ชั่วโมง}) \quad (4)$$

EOT คือ สมการของเวลาในนาฬิกาและ LC คือการตรวจแก้ระยะเวลาของพื้นผิวโลกที่จำกัดความได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$LC = \frac{(\text{localLongitude}) - \left( \frac{\text{longitude\_of\_s\_standard}}{\text{time\_zone\_meridian}} \right)}{15} \quad (\text{ชั่วโมง}) \quad (5)$$

2.1.4 มุมการลาดเอียง (δ)

มุมการลาดเอียงคือแนวระนาบเกี่ยวกับเส้นศูนย์สูตรของโลก ถ้าเส้นวาดระหว่างศูนย์กลางของโลกและดวงอาทิตย์มุมระหว่างเส้นนี้และแนวระนาบนี้มีความสำคัญในการติดตามทางดาราศาสตร์

$$\sin(\delta) = 0.39795 \cos[0.98563(N-173)] \quad (6)$$

N เป็นจำนวนวันที่กำหนดให้

2.1.5 มุมเส้นรุ้ง (φ)

เส้นรุ้งคือมุมระหว่างเส้นวาดจากจุดบนของศูนย์กลางของโลกและแนวระนาบเกี่ยวกับเส้นศูนย์สูตรของโลก จุดตัดของแนวระนาบเกี่ยวกับเส้นศูนย์สูตรของโลกกับพื้นผิวของเส้นศูนย์สูตรของโลกและมีเครื่องหมายเป็นเส้นรุ้งของศา แกนของโลกทำให้เป็น 90 องศาเส้นรุ้ง (ขั้วทิศทางเหนือ) และ -90 องศาเส้นรุ้ง (ขั้วทิศใต้) ตำแหน่งใดๆบนพื้นผิวโลกสามารถถูกจำกัดความโดยจุดตัดของมุมระหว่างความยาวของพื้นผิวโลกและมุมเส้นรุ้ง

2.1.6. Solar Altitude (α), Zenith (θ) and Azimuth Angles (A)

ระยะทางเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ จุดสูงสุด Zenith และมุมเส้นวางราบ Azimuth angles เป็นทางเลือกระยะของดวงอาทิตย์ อาจจะมีบรรยายในแง่ของมุมจุดสูงสุดของดวงอาทิตย์

$$\theta_z = 90^\circ - \alpha \quad (\text{องศา}) \quad (7)$$

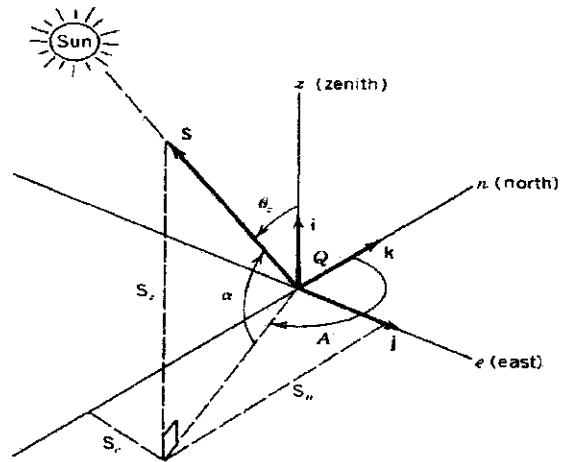
มุมต่างๆ มีความสำคัญมากในการออกแบบระบบพลังงานของดวงอาทิตย์สามารถที่จะคำนวณระยะทางที่เกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์และมุมวางราบที่ตำแหน่งใดๆบนโลกโดยสามารถทำการใช้สามมุม ละติจูด(เส้นรุ้ง) มุมชั่วโมง และมุมการลาดเอียง ใช้คำนวณหาระยะทางของ ดวงอาทิตย์

$$\alpha = \sin^{-1}(\sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \omega \cos \phi) \quad (\text{องศา}) \quad (8)$$

$$A' = \cos^{-1} \left( \frac{\sin \delta \cos \phi - \cos \delta \cos \omega \sin \phi}{\cos \alpha} \right) \quad (\text{องศา}) \quad (9)$$

Where if :  $\sin \omega > 0$  then  $A = 360^\circ - A'$

Otherwise:  $\sin \omega \leq \left( \frac{\tan \delta}{\tan \phi} \right)$  and  $A = A'$



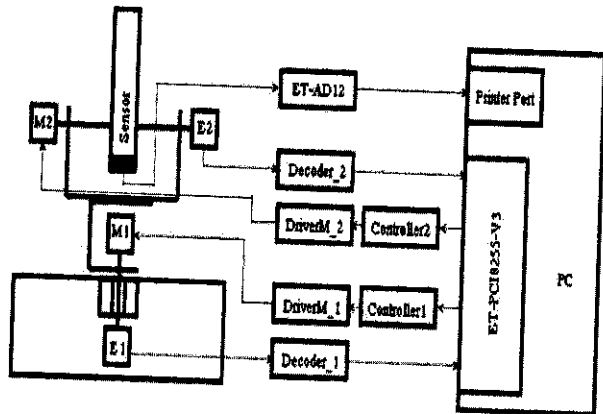
รูปที่ 1 แสดงจุดรับแสงบนตำแหน่งพื้นผิวของโลก

2.2 เครื่องจำลองระบบติดตามดวงอาทิตย์ (Solar Tracking Machine Model : STMM)

การติดตามดวงอาทิตย์ (แสดงดังรูปที่ 2) ในงานวิจัยนี้คือการเคลื่อนที่ตามมุมแอลติจูดและอะซิมูท โดยใช้พื้นฐานการหมุนเคลื่อนที่แบบ 2 แกน ตัวอย่างการหมุนใช้มอเตอร์กระแสตรง (M1, M2) ในการขับเคลื่อน และ ใช้การควบคุมความเร็วและการหมุนโดยใช้ชุดควบคุมมอเตอร์(DriverM\_1,DriverM\_2) ระบบควบคุม(Controller1,Controller2) จะส่ง Pulse Width Modulation (PWM) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์และส่งสัญญาณควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยระบบควบคุมจะรับคำสั่งจากโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านการ์ดเชื่อมต่อระบบ (ET-PCI8255-V3) [2]

อุปกรณ์ถอดรหัสและอุปกรณ์นับ (Decoder\_1, Decoder\_2) จะได้รับสัญญาณถอดรหัสแบบแสง (E1,E2) ในการกำหนดตำแหน่งมุมเพื่อใช้รายงานการหมุนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดเชื่อมต่อระบบ (ET-PCI8255-V3).

ขณะที่ STMM ทำงานโปรแกรมจะทำการกำหนดตำแหน่งการหมุนและจะได้ค่าการวัดแรงดันจาก sensor ที่ต่อจาก A/D Converter (ET-AD12) เพื่อใช้สำหรับแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล ขนาด 12 บิต ขั้นตอนสุดท้ายคือการส่งข้อมูลต่างๆไปยังโปรแกรมผ่านพอร์ตพรีนเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ต่อไป



รูปที่ 2 แสดงเครื่องจำลองระบบติดตามดวงอาทิตย์ (STMM)

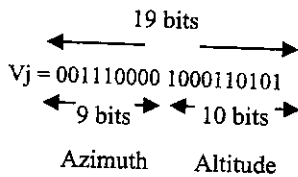
2.3 การติดตามดวงอาทิตย์โดยใช้วิธีพันธุศาสตร์ (GA)

เริ่มต้นเราต้องทำการถอดรหัสของตัวแปรได้แก่มุมอะซิมุทและแอลติจูด ให้อยู่ในรูปของเลขฐาน 2 ความยาวของตัวอักษรจะทำให้เกิดความแม่นยำในการทำงาน ในการทดลองจะกำหนดขอบเขตในการปรับการหมุนไม่เกิน ±10 ของมุมอะซิมุทและแอลติจูดจากค่าที่คำนวณได้จากสมการ ดังนั้น GA สามารถกำหนดหาขอบเขตของตำแหน่งที่ได้รับค่าสูงสุดของแสงดวงอาทิตย์ ในแกนอื่นๆด้วยมุม 20 องศา [4,5]

แกนอะซิมุทเคลื่อนที่ 0.045 องศา สามารถหาตำแหน่งอัตราส่วนได้ 20/0.045 ประมาณ 445 จุดใน 20 องศา ในการทดลองต้องการประมาณ 9 บิต และแอลติจูดเคลื่อนที่ 0.036 องศา สามารถหาตำแหน่งอัตราส่วนได้ 20/0.036 ประมาณ 667 จุดใน 20 องศา ดังนั้นในการทดลองจึงต้องใช้จำนวน 19 บิต

m1 = 9 and m2 = 10 เมื่อ m คือจำนวนของบิต

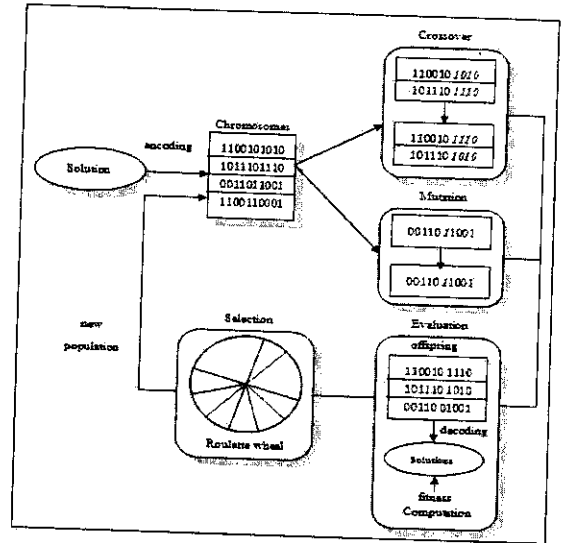
จำนวนความยาวของโครโมโซมจำนวน 19 บิตสามารถกำหนดรายละเอียดได้ดังนี้



ตัวอย่าง การแปลงค่าตัวแปรมุม Azimuth (X<sub>1</sub>) และค่าตัวแปร Altitude (X<sub>2</sub>) ที่กำหนดให้

	Binary Number	Decimal Number
X <sub>1</sub>	001110000	112
X <sub>2</sub>	1000110101	565

เมื่อได้การแปลงรหัสของมุมอะซิมุทและแอลติจูดให้อยู่ในเลขฐาน 2 แล้วจากนั้นดำเนินการกระบวนการของวิธีการ GA ต่อไป ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงการทำงานของโปรแกรม GA

การคำนวณหาค่าจากเลขฐาน 2 เป็นค่ามุมจริง ใช้สมการดังนี้

$$X_j = A_j + \text{decimal}(\text{substring}) * (B_j - A_j) / 2^{m_j} - 1 \quad (10)$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าจากเลขฐาน 2 เป็นค่ามุมจริง

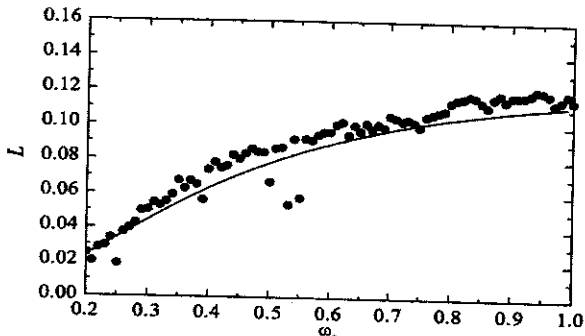
$$X_1 = 140 + 112 * (160-140) / 2^9 - 1 = 144.38 \text{ องศา}$$

$$X_2 = 50 + 565 * (70-50) / 2^{10} - 1 = 61.05 \text{ องศา}$$

2.4 การหาค่าความเหมาะสมของการติดตามดวงอาทิตย์โดยใช้วิธีการเชิงตัวเลข

การติดตามดวงอาทิตย์โดยปกติจากสูตรจะได้รับความสัมพันธ์แบบต่อเนื่องเป็นเชิงเส้น จากรูปที่ 4 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแกน X และแกน Y มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นเกิดจากความผิดพลาดของระบบในการเก็บข้อมูลในลักษณะที่ไม่เหมาะสม [6]

ในกรณีดังกล่าว ถ้าต้องการฟังก์ชันที่ใช้ในการประมาณค่าของข้อมูลให้เป็นไปตามความจริงจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีที่หาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดในการประมาณค่าของฟังก์ชันให้มีลักษณะเป็นเชิงเส้นโดยไม่ทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนไปจากเดิม เราสามารถแก้ไขปัญหานี้โดยวิธีการเชิงตัวเลข



รูปที่ 4 แสดงการหาค่าความเหมาะสมโดยใช้วิธีการเชิงตัวเลข

จากรูปที่ 4 จุดที่เกิดในรูปคือ ค่าของข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องของวิธี GA ส่วนเส้นทึบ คือค่าที่ได้จากการใช้วิธีเชิงตัวเลขในการหาค่าความเหมาะสมให้ใกล้เคียงกับข้อมูลทั้งหมด

### 3. ผลการทดลอง

#### 3.1. การหาค่าความเหมาะสมของตัวแปรสำหรับ GA

การหาปริมาณค่าความเหมาะสมสำหรับตัวแปรที่มีผลสำหรับ GA ได้แก่ ค่าคงที่ของ Population Size (Pop), Probability Mutation (PM), Probability Crossover (PC). [7]

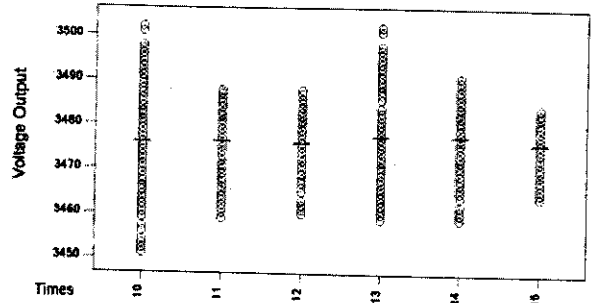
ตัวแปรทั้ง 3 สามารถทำการศึกษาได้โดยกำหนดการเปลี่ยนแปลงที่ 3 ระดับในการทดลองแฟกต์ทอเรียนดังต่อไปนี้

1. Population Size (Pop) สามารถกำหนดระดับของการทดลองทางสถิติเป็น 10 30 และ 50

2. Probability Crossover (Pc) สามารถกำหนดระดับของการทดลองทางสถิติเป็น 0.1, 0.5 และ 0.9.

3. Probability Mutation (Pm) สามารถกำหนดระดับเหมือน (PC) คือ 0.1, 0.5 and 0.9

ในการทดลองหาค่าความเหมาะสมของตัวแปรสำหรับ GA ได้ทำการทดลองในช่วงเวลาที่แตกต่างกันดังรูปที่ 5 ผลที่ได้แกน X แสดงถึงช่วงเวลาเดียวกันในแต่ละวัน แกน Y คือแรงดันไฟฟ้าที่ได้ จากรูปสรุปได้ว่าเวลาเดียวกันในแต่ละวันไม่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากการมีการกระจายของแรงดันไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงดันเอาต์พุตจากเวลาที่แตกต่างกัน

#### 3.1.1 สรุปผลการทดลอง

คำนวณผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการออกแบบการทดลองได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การแปรปรวนของแรงดันที่ได้จากการออกแบบการทดลองให้กับตัวแปร Pop, Pc and Pm

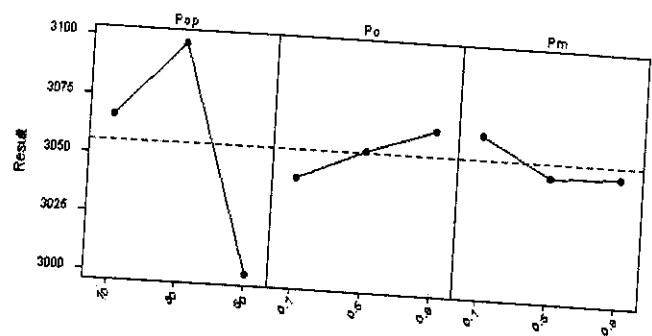
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj Ms	F	P
Pop	2	88361	88361	44181	27.32	0.0
Pc	2	4649	4649	2325	1.44	0.255
Pm	2	2956	2956	1478	0.91	0.413
Pop*Pc	4	8965	8965	2241	1.39	0.265
Pop*Pm	4	12300	12300	3075	1.90	0.139
Pc*Pm	4	5016	5016	1254	0.78	0.551
Pop*Pc*Pm	8	30063	30063	3758	2.32	0.048
Error	27	43669	43669	1617		
Total	53	195980				

#### 3.1.2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากสถิติ พบว่าตัวแปรทั้ง 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากตัวแปรทั้ง 3 ระดับมีการทดลองซ้ำแบบ 3<sup>3</sup> แฟกต์ทอเรียนในการออกแบบให้ทำงาน 54 ครั้งในการทดลอง 3 ตัวแปรตามตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการออกแบบหาค่าความเหมาะสมของตัวแปร

Factors	Level	Value
Population Size (Pop)	3	10, 30, 50
Probability Crossover	3	0.1, 0.5, 0.9
Probability Mutation	3	0.1, 0.5, 0.9



รูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร

จากรูปที่ 6 ที่ระดับปานกลาง (30) ของ population size ให้ค่าที่ดีที่สุดมาที่ค่าระดับสูงสุด (0.9) ของ probability crossover ให้ค่าที่ดีที่สุด และสุดท้ายที่ระดับต่ำสุด (0.1) ของ probability mutation ให้ค่าที่ดีที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเหมาะสมของตัวแปร

Factors	Optimal factors
Population Size (Pop)	30
Probability Crossover (Pc)	0.9
Probability Mutation (Pm)	0.1

3.2. การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก STMM โดยใช้ GA และไม่ใช่ GA

ในการทดลองเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก STMM โดยใช้ GA และไม่ใช่ GA สามารถใช้การกำหนดสมมติฐานในการทดสอบทางสถิติโดยใช้การทดลองหาค่าเฉลี่ยของแรงดันโดยวิธี Z-test.

3.2.1 สรุปผลการทดลอง

สมมติฐานของการทดลองคือ

$$H_0 : \mu_{GA} = \mu_{NonGA}$$

$$H_1 : \mu_{GA} > \mu_{NonGA}$$

ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติของข้อมูลแรงดันไฟฟ้า

Groups	N	Mean	Std. dev	SE Mean
GA	763	3132.1	150	5.4
NonGA	720	2924.9	127	4.7

จากตารางตัวอย่างสองการทดลองของ  $n_{GA} = 763$  และ  $n_{NonGA} = 720$  สังเกตได้ว่าสามารถแปลค่าเฉลี่ยได้  $mean_{GA} = 3132.1$  และ  $mean_{NonGA} = 2924.9$ ,  $S2_{NonGA} = 16141.8$ .

จากค่าทางสถิติตาราง Z-test หาค่าดังกล่าวได้  $Z_{0.05} = 1.645$  ดังนั้นจึงไม่มีผลกับสมมติฐานสามารถปฏิเสธได้

สุดท้ายสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของการใช้ GA คือค่าเฉลี่ยของการไม่ใช่ GA ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า STMM ที่ไม่ใช่ GA คือ 2924.9 และค่าเฉลี่ยของแรงดันที่ใช้ GA คือ 3132.1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ GA มากกว่า 207.23 หรือ 7.084%

4. บทสรุป

1. เครื่องจำลองการติดตามดวงอาทิตย์ (STMM) ที่ใช้ในการทดลองสามารถเคลื่อนที่ตามแกนอะซิมูทเท่ากับ 0.045 องศา และแกนแอดติจูดเท่ากับ 0.036 องศาในความแม่นยำตามลำดับ
2. เราสามารถสรุปแรงดันจากช่วงเวลา 10.00 - 16.00 นาฬิกา เพราะไม่มีผลกระทบกับแรงดันไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ที่สร้างจากโซลาเซลล์
3. ความเหมาะสมของตัวแปร GA คือค่าระดับกลาง (30) ของ population size (Pop), ค่าระดับสูง 0.9 ของ probability crossover และ ค่าระดับต่ำ 0.1 ของ probability mutation ส่งผลต่อการควบคุมการทำงานที่ดีที่สุดในระบบติดตามดวงอาทิตย์
4. จากการทดลองได้ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 7.084 % และได้ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 11.851% เมื่อเทียบกับระบบเปิด
5. วิธีการแก้ปัญหาความผิดพลาดของการใช้วิธี GA ทางผู้วิจัยขอเสนอวิธีการเชิงตัวเลขร่วมกับ GA เนื่องจากวิธีการทั้งสองเป็นวิธีการที่สามารถทำการควบคุมการเคลื่อนที่ให้เป็นเส้นตรงตามทิศทาง การโคจรของดวงอาทิตย์ได้ดี ดังนั้นจะทำให้ระบบการติดตามดวงอาทิตย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำพลังงานไปใช้ได้มากที่สุด
6. วิธีการแก้ไขปัญหาคือวิธีการเชิงตัวเลขร่วมกับ GA กำลังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาถ้าขั้นตอนดังกล่าวเสร็จสิ้นจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพทำให้ระบบการติดตามดวงอาทิตย์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในผู้ป่วยหนักโรคหัวใจในโรงพยาบาลได้



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และห้องปฏิบัติการวิจัยประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมการแพทย์ ที่ได้ให้อุปกรณ์และทุนครุภัณฑ์ทางด้านเครื่องมืออุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย และสุดท้ายขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุรนนท์ น้อยมณี อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] William, B.S., Michael, G. "Power from the Sun", Retrieved on June 1, (2006).
- [2] Woolf, H. M. "On the Computation of Solar Evaluation Angles and the Determination of Sunrise and Sunset Times", National Aeronautics and Space Administration Report NASA TM- X - 164, USA, (1968).
- [3] Khlaichom, P. and Sonthipermpon, K. "Optimization of solar tracking system base on genetic algorithms." E-NETT 3<sup>rd</sup> Conference, Thailand, (2007)
- [4] Gen, M. and Cheng, R. "Genetic Algorithms and Engineering Design", John Wiley and Sons, New York, USA, (1997).
- [5] Goldberg, D.E. "Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning", Addison Wesley, Massachusetts, (1989).
- [6] Richard L, Burden and J. Douglas Faires. "Numerical Analysis" (5<sup>th</sup> ed.). PWS PUBLISHING, USA, (1993).
- [7] Montgomery, DC. "Design and analysis of Experiments" (4<sup>th</sup> ed.). John Wiley and Sons, (1997).

## ประวัติผู้เขียนบทความ



นายสารัลย์ กระจง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปัจจุบันศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มีความสนใจงานวิจัย Biomedical Engineering, Optimal Control



รองศาสตราจารย์ สุรนนท์ น้อยมณี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวัสดุศาสตร์ (Medical Sensor) จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความสนใจงานวิจัยทางการประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวการแพทย์ เป็นอุปนายกสมาคมวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์ไทย ปัจจุบันมีนักวิจัย 4 ท่านและนักศึกษาระดับปริญญาโทจำนวน 5 ท่าน/ปี อีกทั้งทำงานวิจัยร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย Kagawa ประเทศญี่ปุ่น ทางด้านการดูแลผู้สูงอายุผ่านระบบเครือข่ายไร้สายและบริการผ่านเว็บในจังหวัดเชียงใหม่และประเทศญี่ปุ่น สิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ อุปกรณ์เตือนผู้ป่วยทางทีไอผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือแบบเวลาจริง ยังได้ตีพิมพ์บทความทางวิชาการในระดับชาติและนานาชาติกว่า 20 บทความ มีส่วนสำคัญในการผลักดันระบบการเฝ้าสังเกตและดูแลผู้ป่วยทางโรคมองในผู้สูงอายุร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์แห่งชาติให้กับศูนย์โรคมองภาคเหนือ คณะแพทยศาสตร์ จังหวัดเชียงใหม่