บทที่ 5

บทสรุป

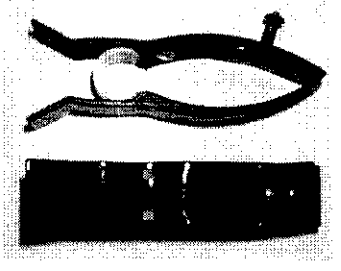
5.1 สรุปผลการวิจัย

ชุดอุปกรณ์ต้นแบบส่งสัญญาณระยะไกลโดยอาศัยคลื่นวิทยุ สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณข้อมูลชีพจรที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณชีพจรซึ่งทำหน้าที่แทนเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับชีพจร อุปกรณ์ส่งสัญญาณทำการส่งสัญญาณข้อมูลชีพจรไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมทุก 5 นาที แต่ในกรณีที่ชีพจรผิดปกติ คือ อัตราการเต้นของชีพจรต่ำกว่า 70 ครั้งต่อนาทีหรือสูงกว่า 90 ครั้งต่อนาทีจะส่งสัญญาณข้อมูลชีพจรทันทีเพื่อทำการแจ้งเตือนที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

5.2 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย

ผู้วิจัยไม่มีความรู้ทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทำให้การทำความเข้าใจในบางเรื่องที่เกี่ยวข้องเป็นไปได้ยากหรือใช้เวลาพอสมควร และไม่สามารถสร้างวงจรหรือเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เอง การค้นคว้าเพื่อหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้รวมทั้งการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ใดนั้นจะใช้เวลาพอสมควรโดยเฉพาะอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่จะนำมาใช้ในการตรวจจับชีพจร เมื่อศึกษาและตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ใดแล้วต้องหาตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อสั่งซื้อมาใช้งาน

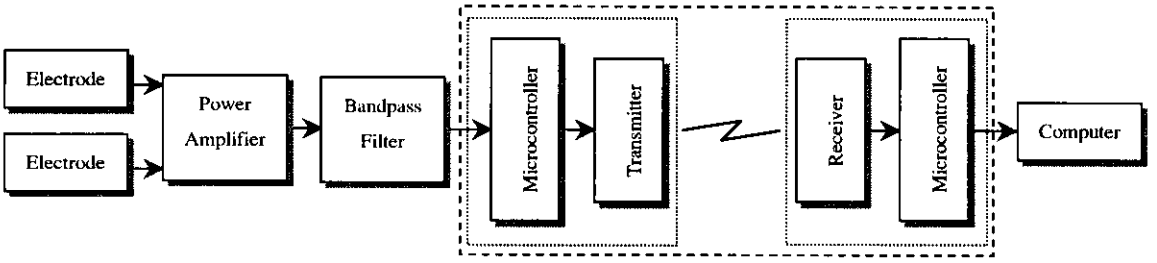
ก่อนหน้านี้ได้เลือกใช้อิเล็กโตรด (Electrode) แบบหนีบเป็นเซนเซอร์เพื่อตรวจจับชีพจรของมนุษย์ อิเล็กโตรดเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำมาใช้กับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ[1] ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับคลื่นไฟฟ้าที่ผิวสัมผัส ของเหลวและเนื้อเยื่อของร่างกายเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ดังนั้นเมื่อนำอิเล็กโตรดมาวางไว้ที่จุดใดจุดหนึ่งของร่างกายก็จะสามารถตรวจจับคลื่นไฟฟ้าจากหัวใจได้



ภาพประกอบ 5-1 อิเล็กโตรดแบบหนีบ

[1] คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrodcardiograph : ECG) คือ คลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากการเต้นของหัวใจ

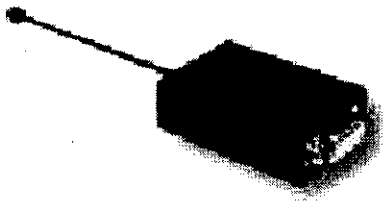
สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากอิเล็กโตรดมีขนาด 1 มิลลิโวลต์จึงต้องผ่านกระบวนการขยายสัญญาณให้ชัดเจนขึ้นและสัญญาณของชีพจรมีความถี่ระหว่าง 0.2-4 เฮิรตซ์จึงต้องผ่านกระบวนการกรองสกัดเอาเฉพาะความถี่ที่เป็นชีพจร ในที่นี้ใช้อิเล็กโตรดแบบหนีบจำนวน 2 อัน เพื่อให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า[2]



ภาพประกอบ 5-2 ส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้อิเล็กโตรด

จากการทดสอบพบว่าไม่สามารถจับสัญญาณชีพจรได้ตามที่ต้องการ เนื่องจากสัญญาณจากอิเล็กโตรดมีขนาดเล็กเกินไปและมีสัญญาณรบกวนจำนวนมากปนมากับสัญญาณชีพจรทำให้ไม่สามารถแยกสัญญาณชีพจรออกมาได้ จึงสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณชีพจรเพื่อทำหน้าที่แทนเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับชีพจร

อุปกรณ์บางอย่างที่ได้ค้นคว้าแล้วคาดว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตในต่างประเทศซึ่งได้สอบถามห้างร้านและบริษัทต่าง ๆ ไปบ้างแล้วคาดว่ายังไม่มีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยต้องสั่งซื้อโดยตรงจากผู้ผลิตและคาดว่ามีราคาสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ อุปกรณ์ดังกล่าวชิ้นแรก คือ อาร์เอฟโมเด็ม เป็นอุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันตามการออกแบบของผู้ผลิต ตัวอย่างอาร์เอฟโมเด็มของบริษัทดาต้าซอฟต์ ซิสเต็มเอบี ประเทศสวีเดน มีชื่อว่า Smart RF-Communicator ดังภาพประกอบ 5-3

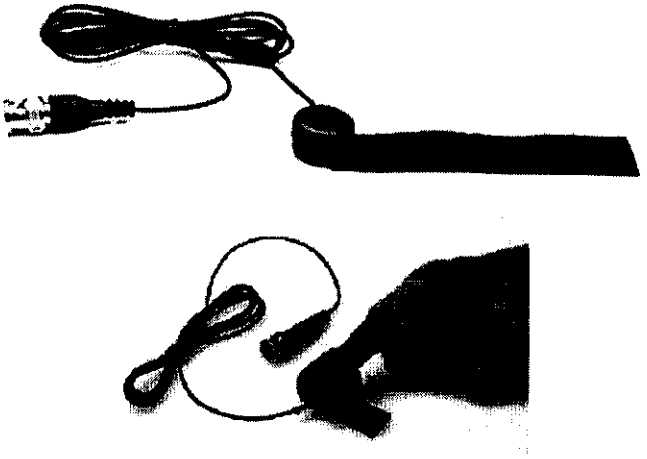


ภาพประกอบ 5-3 Smart RF-Communicator

---

[2] ศักย์ไฟฟ้า (Potential) หมายถึง ระดับไฟฟ้า เช่น ลูกกลม A มีศักย์ไฟฟ้าสูง ลูกกลม B มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นลูกกลม A และ B จึงมีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า "ความต่างศักย์ไฟฟ้า" หรือ "แรงดันไฟฟ้า" (Voltage : V) มีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt : V)

อุปกรณ์ชิ้นที่สอง คือ อุปกรณ์ตรวจจับชีพจร ของบริษัทเอดีอินสตรูเม้นท์ ซึ่งจะทำการตรวจจับชีพจรที่นิ้วมือทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันเลือดที่นิ้วมือให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า มีชื่อว่า Piezo Electric Pulse Transducer ดังภาพประกอบ 5-4



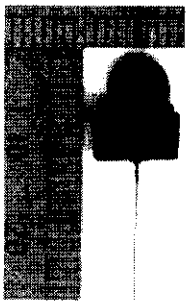
ภาพประกอบ 5-4 Piezo Electric Pulse Transducer

สัญญาณไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนมาก บางครั้งข้อผิดพลาดหรือผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องเกิดขึ้นจากสิ่งที่ไม่คาดคิด เช่น การเชื่อมต่อกันระหว่างสายไฟ 2 เส้น การเสียบปลั๊กหม้อแปลงไฟฟ้า และการถอดปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นอื่นที่อยู่ในบริเวณรางปลั๊กไฟเดียวกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการตรวจสอบหาจุดที่ผิดพลาดเพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้นอกจากการทำงานของโปรแกรมจึงใช้เวลาพอสมควรในการตรวจสอบหาจุดที่ผิดพลาดเพื่อทำการแก้ไข นอกจากนี้สัญญาณไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นเมื่อเกิดข้อผิดพลาดหรือผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้องแล้วยากที่จะทราบได้ว่าเกิดขึ้นที่สัญญาณไฟฟ้าจุดใดและเกิดขึ้นจากสาเหตุอะไรโดยเฉพาะการประยุกต์ใช้รถวิทยุบังคับพบอุปสรรคและปัญหามากมายเพราะไม่ใช่อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาใช้งานเฉพาะอีกทั้งไม่ใช่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณบิตข้อมูล ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบการรับส่งสัญญาณและแก้ไขข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้นไปเรื่อย ๆ ซึ่งในการรับส่งสัญญาณโดยตรงระหว่างบอร์ด CP-2051 เป็นไปตามหลักการแต่เมื่อรับส่งสัญญาณผ่านรถวิทยุบังคับกลับไม่เป็นเช่นนั้น ฝ่ายรับไม่สามารถจับสัญญาณบิตข้อมูลได้ถูกต้องดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 จึงต้องทำการวิเคราะห์ สันนิษฐานเพื่อหาสาเหตุของข้อผิดพลาดแล้วทำการแก้ไขและทดสอบต่อไปจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

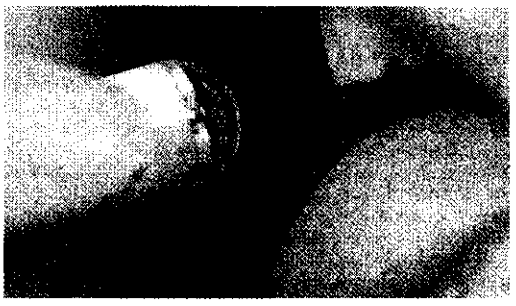
งานวิจัยนี้เป็นเพียงต้นแบบการส่งสัญญาณข้อมูลชีพจรระยะไกลโดยอาศัยคลื่นวิทยุ ซึ่งแสดงให้เห็นแนวคิดที่สามารถเป็นไปได้เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงกับสัตว์ป่าและเพิ่มขีดความสามารถของอุปกรณ์ต่อไป เช่น สามารถติดตามหาสัตว์ป่าเช่นเดียวกับอุปกรณ์ของบริษัทไบโอแทร็ก หรือบอกตำแหน่งพิกัดของสัตว์ป่าได้ เป็นต้น ถ้าสิ่งเหล่านี้สามารถเป็นไปได้ก็จะช่วยให้งานด้านการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทำให้สามารถช่วยเหลือสัตว์ป่าและจับกุมผู้กระทำผิดที่ลักลอบล่าสัตว์ป่าได้ทันท่วงที แต่การพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้จริงสำหรับสัตว์ป่านั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยมากมายและความรู้ความสามารถในหลายด้านที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ การสื่อสารข้อมูล อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับสัตว์ไม่ว่าจะเป็นกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา หรือความรู้อื่นที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการพัฒนาและการนำมาใช้งานจริง ได้แก่ ขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ติดตัวสัตว์ซึ่งก็คือ อุปกรณ์ตรวจจับชีพจรและอุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ จำเป็นต้องมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา การตัดสินใจเลือกที่จะติดตั้งอุปกรณ์ที่ตำแหน่งใดของตัวสัตว์และติดตั้งอย่างไรเพื่อให้มีผลกระทบต่อสัตว์น้อยที่สุดซึ่งอาจทำการฝังอุปกรณ์เข้าไปในร่างกายของสัตว์เช่นเดียวกับอุปกรณ์ของบริษัทไบโอแทร็ก เทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการตรวจจับชีพจร เช่น การตรวจจับชีพจรจากแรงดันเลือดบริเวณใดบริเวณหนึ่ง เป็นต้น ในความเป็นจริงแล้วอุปกรณ์เหล่านี้สามารถสร้างหรือพัฒนาขึ้นมาให้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาเพื่อใช้เฉพาะงานได้ เช่น อุปกรณ์ติดตัวสัตว์ชิ้นล่าสุดของบริษัทไบโอแทร็กที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาเพียง 0.35 กรัม มีชื่อว่า Micro-Pip ดังภาพประกอบ 5-5 และ



ภาพประกอบ 5-5 Micro-Pip

กล้องขนาดจิ๋วเท่ายาเม็ดที่ช่วยให้แพทย์สามารถเห็นความผิดปกติในลำไส้ผู้ป่วยได้ โดยภายในแคปซูลดังภาพประกอบ 5-6 จะประกอบด้วยกล้องถ่ายวีดีโอสี เครื่องกำเนิดแสง เครื่องส่งสัญญาณวิทยุ สายอากาศ และแบตเตอรี่ กล้องนี้ได้รับการพัฒนาจากเทคโนโลยีทางทหารของอิสราเอลร่วมกับองค์การอวกาศและการบินของสหรัฐ (NASA) ทดลองประสบความสำเร็จแล้วกับผู้ป่วยออสเตรเลีย 13 ราย เป็นต้น



ภาพประกอบ 5-6 กล้องจิ๋ว

ปัจจัยต่อไปคือ อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ระยะทางการส่งสัญญาณ สำหรับชุดอุปกรณ์ต้นแบบมีระยะทางการส่งสัญญาณประมาณ 10 เมตร ตามอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่นำมาใช้ก็คือ รถวิทยุบังคับ ในการใช้งานจริงสำหรับสัตว์ป่าต้องพิจารณาถึงขนาดของพื้นที่ที่ต้องการส่งสัญญาณเพื่อตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลตามต้องการได้ เช่น การศึกษาพฤติกรรมเต่าหัวค้อนของนักวิจัยประเทศโปรตุเกสหรือการศึกษาพฤติกรรมเต่าตะนุของกรมประมงไทยในความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเกียวโตและมหาวิทยาลัยโตเกียวประเทศญี่ปุ่นดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ใช้เทคโนโลยีการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมเพื่อให้การส่งสัญญาณครอบคลุมบริเวณกว้าง เป็นต้น นอกจากนี้การรับส่งสัญญาณจากสัตว์ป่ามากกว่า 1 ตัวจะเลือกใช้เทคนิคหรือวิธีการใด และมีอัตราการรับส่งข้อมูลเท่าใด สำหรับชุดอุปกรณ์ต้นแบบรองรับการส่งสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณเครื่องเดียวและมีอัตราการรับส่งข้อมูล 3 บิตต่อวินาที

เมื่อสามารถพัฒนาให้ใช้งานได้จริงกับสัตว์ป่าแล้วก็ต้องคำนึงถึงข้อมูลที่ส่งสัญญาณไม่ว่าจะเป็นเลขประจำตัวสัตว์ป่าที่แตกต่างกันทุกตัวหรือช่วงอัตราการเต้นของชีพจรปกติของสัตว์แต่ละชนิดหรือชนิดเดียวกันซึ่งแตกต่างกันไปตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 จะดำเนินการอย่างไรกับข้อมูลที่แตกต่างกันของอุปกรณ์ สำหรับชุดอุปกรณ์ต้นแบบจะกำหนดค่าคงที่ของข้อมูลเหล่านี้ไว้ แต่เมื่อนำมาใช้งานจริงจะดำเนินการอย่างไรในการกำหนดค่าข้อมูลเหล่านี้ให้กับอุปกรณ์ เช่น ให้กำหนดเลขประจำตัวสัตว์ป่าจากภายนอกอุปกรณ์ โดยมีจัมเปอร์ในการกำหนดค่าแล้วต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปประมวลผลและกำหนดค่าเลขประจำตัวสัตว์ป่าดังกล่าวให้กับอุปกรณ์โดยไม่ต้องทำการแก้ไขโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วทำการโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ใหม่ทุกครั้ง เป็นต้น

การวิเคราะห์ ออกแบบอุปกรณ์หรือการทำงานต่าง ๆ เป็นไปได้หลากหลายแนวทางขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล การนำชุดอุปกรณ์ต้นแบบหรือหลักการส่งสัญญาณระยะไกลโดยอาศัยคลื่นวิทยุไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดชีพจรของมนุษย์หรือสัตว์สามารถทำได้โดยนำเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับชีพจรของมนุษย์หรือสัตว์มาผ่านกระบวนการเพื่อให้ได้สัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ส่งสัญญาณแทนวงจรกำเนิดสัญญาณชีพจรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นสัญญาณชีพจรที่ได้จะต้องมีคุณสมบัติที่จะนำไปประมวลผลได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยัง

สามารถนำหลักการส่งสัญญาณระยะไกลโดยอาศัยคลื่นวิทยุไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นได้ โดยทำการส่งสัญญาณจากแหล่งกำเนิดข้อมูลหรือเซนเซอร์อื่น เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระดับน้ำ หรือระยะทาง เป็นต้น หรือส่งสัญญาณข้อมูลที่ต้องการเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

ปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ พัฒนาไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะด้านการสื่อสารข้อมูล เช่น โทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์สื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย เป็นต้น ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณระยะไกลโดยอาศัยคลื่นวิทยุเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถนำเทคโนโลยีใหม่เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต