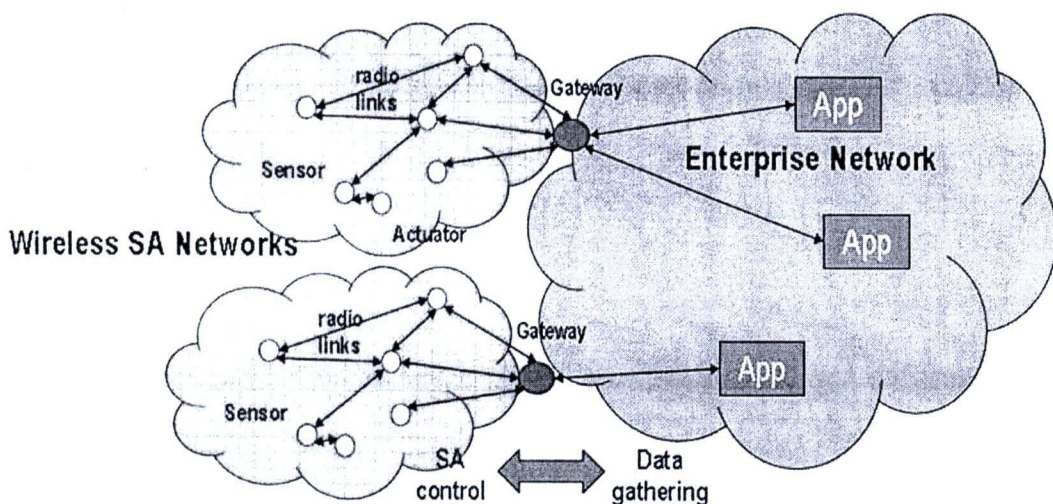


บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย และอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบภาคต่างๆ คือ ส่วนประมวลผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์, ส่วนรับส่งสัญญาณความถี่ 2.4 GHz. ส่วนเซ็นเซอร์, ส่วนการสื่อสาร, ส่วนการแปลงสัญญาณไฟฟ้า, และภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ภาษาซี ซึ่งมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.1 (F.L. Lewis, 2004: 1-3)



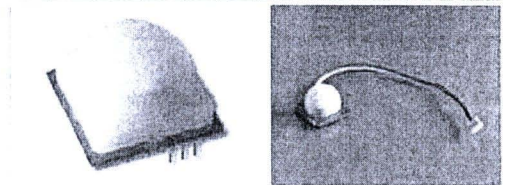
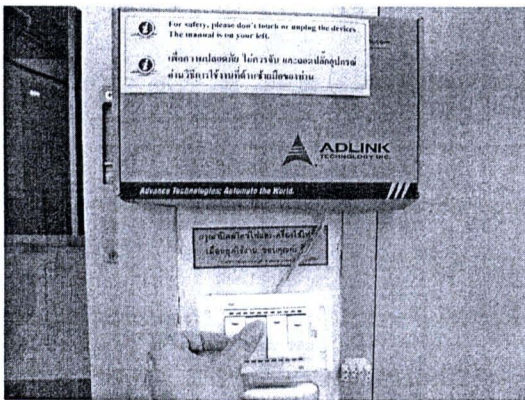
รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของ Wireless Sensor Network

งานวิจัยที่ใช้ระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายหรือแอปพลิเคชันต่างๆ ที่นำเทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายมาประยุกต์และพัฒนานั้น ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างเช่น

งานวิจัยเรื่อง Wireless Sensor Network for Observing the Energy Usage Behavior of Lighting System (เฉลิมพล ธรรมพาลิส และศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์, 2549: 1-3) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายเป็นเครื่องมือการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่พัฒนานั้นมี

ความสามารถในการตรวจสอบการมีบุคคลอยู่ในพื้นที่ ค่าความสว่าง และสถานการณ์เปิดปิดดวงโคม ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำให้ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดี

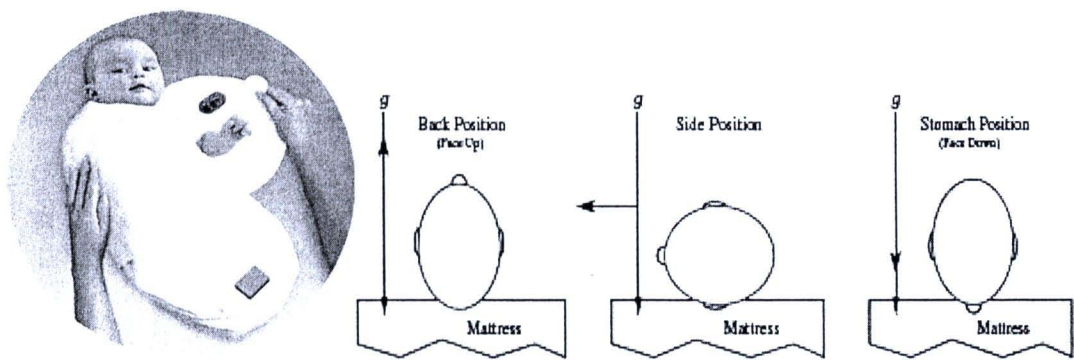
จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ ทำให้มองเห็นถึงวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูก สามารถนำความรู้และเทคนิคต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้มีวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อน แต่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยมีลักษณะอุปกรณ์และการติดตั้งการใช้งานดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ตรวจสอบการใช้พลังงานแสง

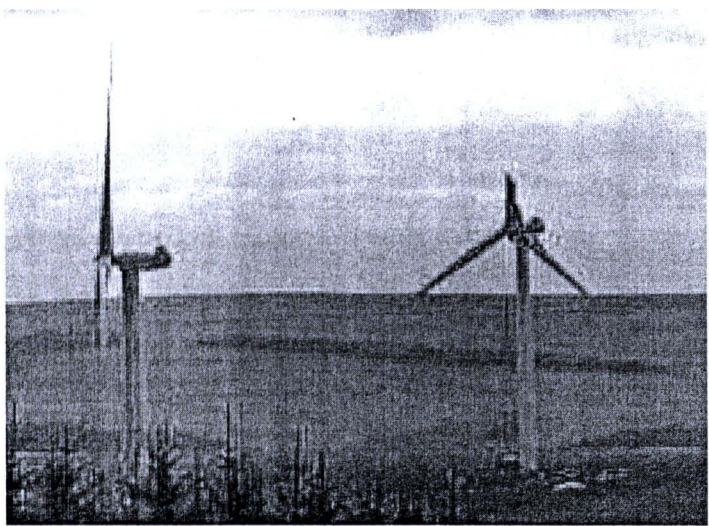
งานวิจัยเรื่อง Wireless Sensor Networks for Home Health Care (Chris R. Baker et al., 2007: 1-6) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายเป็นเครื่องมือในการสังเกตหรือตรวจสอบพฤติกรรมของเด็กอ่อน ว่ามีลักษณะหรือข้อมูลเป็นอย่างไรบ้าง โดยมีการรับค่าข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ลักษณะการนอน ค่าอุณหภูมิในร่างกาย ค่าตำแหน่ง และข้อมูลเสียง ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับรู้พฤติกรรมต่างๆ ของเด็กอ่อนได้เป็นอย่างดี และช่วยให้แพทย์สามารถนำข้อมูลต่างๆ ที่รับได้นี้ ไปวิเคราะห์เพื่อทำประโยชน์ต่างๆ ได้ง่าย

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ ทำให้เห็นการใช้งานของอุปกรณ์หรือเทคโนโลยี ในพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ และส่วนการติดต่อสื่อสารในงานวิจัยนี้นั้น ทำงานอยู่ในพื้นที่ที่สามารถควบคุมได้ง่าย ทั้งในด้านความสว่าง เสียง อุณหภูมิ และระยะทาง ซึ่งจะทำให้ผลการทำงานมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงมาก จึงทำให้งานวิจัยนี้ เป็นต้นแบบการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายในโรงพยาบาลหลายแห่ง

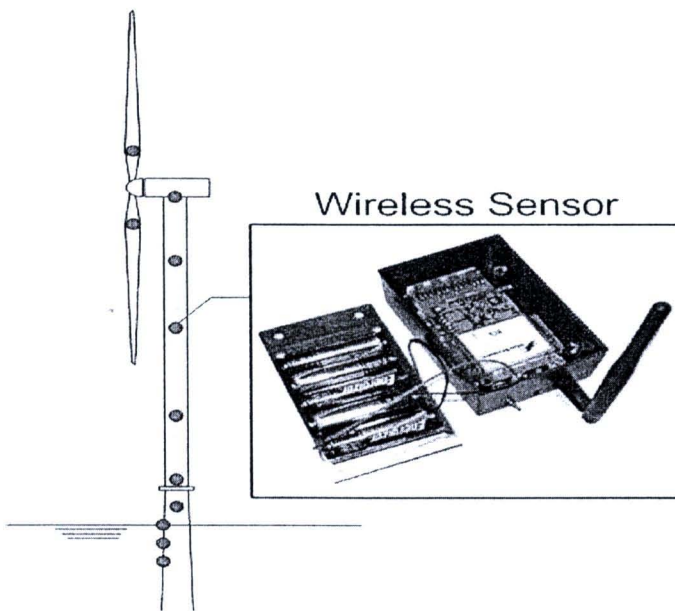


รูปที่ 2.3 Baby Glove Swaddle คอยตรวจจับลักษณะของเด็กก่อน

งานวิจัยเรื่อง Structural Monitoring of Wind Turbines using Wireless Sensor Networks (R. Andrew Swartz, Jerome P. Lynch et al, 2008: 1-7) เป็นการนำเอาเทคโนโลยี
เครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายมาตรวจสอบสภาพของกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่
2.5 เพื่อตรวจสอบ เฝ้าระวัง พฤติกรรมต่างๆ ของกังหันลม เช่น แรงสั่นสะเทือนของตัวกังหันลม
ความร้อนของอุปกรณ์ และความเร็วที่พัดผ่านตัวกังหัน ซึ่งการตรวจสอบข้อมูลนี้กระทำเพื่อรักษา
ความปลอดภัยของตัวกังหันลมเมื่อต้องประสบกับสภาพแวดล้อมที่เลวร้าย เช่น ความเร็วลมมีสูง
เกินไป ความร้อนของอุปกรณ์ แรงสั่นสะเทือนมากเกินไปอุปกรณ์จะสามารถรองรับได้ ดังรูปที่
2.4



รูปที่ 2.4 ภาพตัวอย่างใบพัดเสียหายเนื่องจากกระแสลมแรง

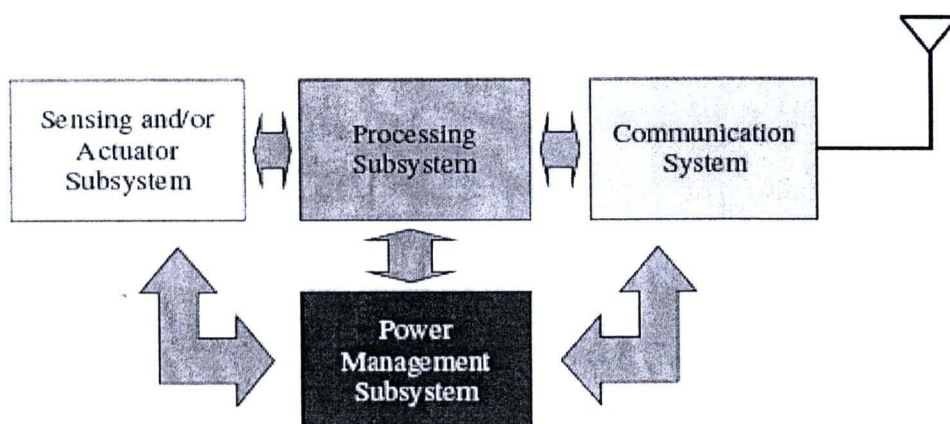


รูปที่ 2.5 ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยที่กล่าวถึง

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ ทำให้ทราบถึงลักษณะการทำงานต่างๆ วิธีการจัดการข้อมูล และรูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผล ทำให้สามารถนำงานวิจัยนี้ไปปรับปรุงและประยุกต์ใช้งานประเภทอื่นได้เป็นอย่างดี จากงานวิจัยนี้ทำให้เกิดงานวิจัย การประยุกต์เครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายเพื่อประมวลผลข้อมูลความเร็วลมสำหรับช่วยตัดสินใจในการติดตั้งกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเป็นการประยุกต์จากการนำเทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายมาตรวจสอบหลังการติดตั้ง เปลี่ยนมาเป็นนำเทคโนโลยีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายมาประมวลผลข้อมูลก่อนการติดตั้งเพื่อลดความเสียหาย ทำให้การติดตั้งในแต่ละพื้นที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด

2.1 ทฤษฎีเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย

เครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย(Wireless Sensor Network) คือ กลุ่มของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless Sensor) ที่มีลักษณะการจัดวางให้กระจายตัวไปทั่วบริเวณที่ต้องการตรวจวัดปรากฏการณ์ คุณสมบัติ หรือสถานะต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่เราสนใจ (R Rolfes, J P Lynch, et al, 2003:1-5), (ยุทธพงษ์ พันธิไชย, 2550: 4-8)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ Wireless Sensor Network

จากรูปที่ 2.6 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล ส่วนเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล และส่วนติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย ที่สามารถสร้างเครือข่ายแบบไร้สายในการตรวจวัดคุณสมบัติของสิ่งแวดล้อมที่เราสนใจ ส่งค่าข้อมูลการวัดภายในเครือข่าย และทำการประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำการวิเคราะห์ หรือควบคุมการทำงาน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายมีดังต่อไปนี้ (Jason Lester Hill, 2003: 18-52)

2.1.1 ความทนทานต่อความผิดพลาดในการทำงาน

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายอาจมีข้อผิดพลาดขึ้นได้ในขณะทำงานเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น แหล่งพลังงานไม่เพียงพอ, อุปกรณ์เกิดความเสียหายหรือเกิดการรบกวนจากสภาพแวดล้อม และเกิดจากความร้อนในการทำงานสูงเกินอุปกรณ์จะรับได้ ดังนั้นในการออกแบบเครือข่ายจะต้องไม่ให้เกิดความผิดพลาดของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายบางตัวมีผลต่อระบบเครือข่ายทั้งระบบไม่สามารถทำงานตามเป้าหมายได้ ดังนั้นเราจึงต้องสร้างและออกแบบให้เครือข่ายมีความทนทานต่อความผิดพลาด คือสามารถทำงานต่อไปได้แม้มีอุปกรณ์บางส่วนเกิดการผิดพลาดหรือเกิดความเสียหาย

2.1.2 ความยืดหยุ่นในการทำงาน

จำนวนอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายนั้น ในการติดตั้งหรือใช้งานจริงจะไม่คำนึงถึงจำนวนมากหรือน้อยของตัวอุปกรณ์ แต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น การติดตั้งใช้งานในตัวบุคคล ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์ หรือติดตั้งในพื้นที่ที่จำกัดขนาดเล็กๆ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายจำนวนมาก แต่ถ้าหากต้องการติดตั้งใช้งานในทางโรงงาน อุตสาหกรรม หรือในทางการทหาร อาจต้องใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายจำนวนมากๆ



ดังนั้น การใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายต้องมีความยืดหยุ่น โดยสามารถทำงานได้ทั้งเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่หรือเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก

2.1.3 ราคาของอุปกรณ์

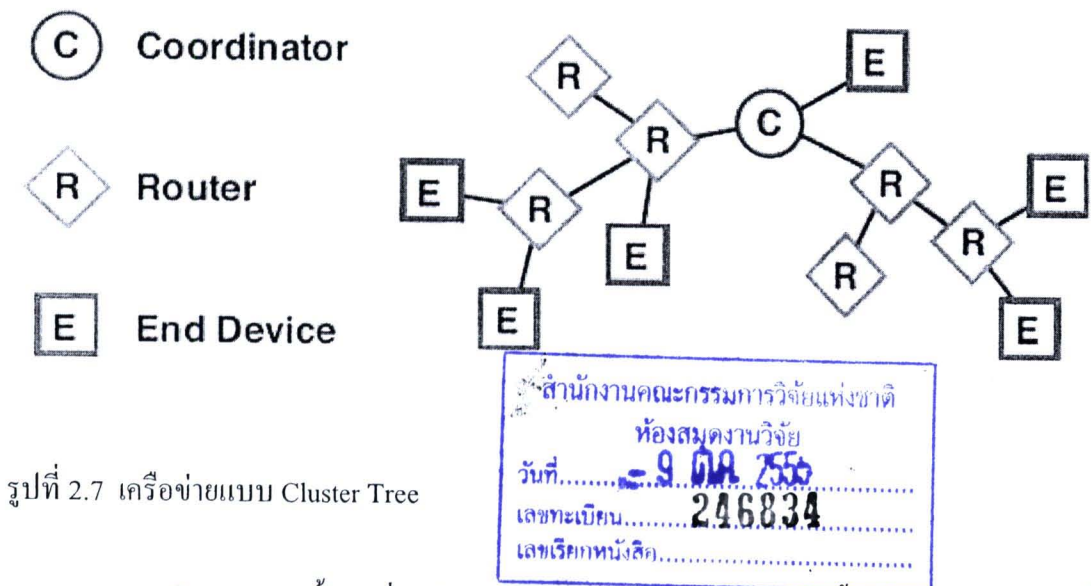
ต้องเลือกอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายที่มีราคาถูก เพราะอาจจะต้องใช้กับระบบที่ต้องการจำนวนตรวจจับแบบไร้สายเป็นจำนวนมาก ซึ่งถ้าหากอุปกรณ์ตรวจจับแบบไร้สายมีราคาต่อตัวสูง ก็จะทำให้ระบบมีค่าใช้จ่ายที่สูงเป็นทวีคูณ

2.1.4 พลังงาน

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่งที่ต้องการพลังงานจากแหล่งจ่าย ซึ่งถ้าระบบสามารถประหยัดพลังงานได้ ก็จะทำให้ระบบทำงานได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น และที่สำคัญคือจะทำให้ระบบสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้มาก โดยไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่หรือแหล่งพลังงานที่ใช้บ่อย

2.1.5 ลักษณะของเครือข่าย

ลักษณะของเครือข่ายที่ใช้ในระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายนี้ ได้ออกแบบให้เป็นเครือข่ายแบบ Cluster Tree ดังรูปที่ 2.7 ข้อดีคือมีการจัดการที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ข้อเสียคือระยะทางการทำงานไม่ไกลนัก โดยระยะทำการอยู่ที่ประมาณ 50-150 เมตร ซึ่งเหมาะสมต่อวิจัยนี้



เครือข่ายแบบนี้ในหนึ่งเครือข่ายจะต้องมี 1 Coordinator เท่านั้น โดย Coordinator นั้นเปรียบเสมือนหัวใจหลักของเครือข่าย (เป็นเครื่องแม่หรือสถานีฐาน) ซึ่งหาก Coordinator เกิด

ผิดปกติหรือไม่ทำงาน เครือข่ายทั้งหมดจะไม่สามารถพูดคุยหรือส่งข้อมูลหากันได้ ข้อดีของเครือข่ายลักษณะนี้คือ เราสามารถที่จะขยายสัญญาณให้ส่งไปได้ไกลๆ โดยใช้ตัว Router รับสัญญาณจาก Coordinator แล้วกระจายสัญญาณส่งให้กับตัวอื่นๆ ต่อไปได้ ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่กว้างและไกลมากขึ้นกว่าปกติ

ในทางกลับกันหาก Router ตัวใดตัวหนึ่งเกิดข้อผิดพลาดหรือไม่ทำงาน อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อกับ Router ตัวนั้น จะไม่สามารถทำงานต่อได้ ซึ่งแตกต่างจาก Coordinator คือ ถ้า Coordinator ไม่ทำงาน เครือข่ายทั้งเครือข่ายนั้นจะไม่สามารถพูดคุยติดต่อสื่อสารกันได้อีกเลย

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ Cluster Tree เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการพัฒนาระบบมากที่สุด และสามารถเพิ่มระยะทางและพื้นที่ในการตรวจจับข้อมูลได้เป็นอย่างดี แต่มีข้อเสียคือมีความซับซ้อนในการกำหนดค่าเริ่มต้นของแต่ละอุปกรณ์ และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีฐานหรือ Coordinator จะห้ามทำงานผิดพลาดโดยเด็ดขาด เพื่อที่จะทำให้ระบบสามารถทำงานต่อไปได้

ข้อจำกัดของอุปกรณ์แต่ละชนิด

Coordinator ทำหน้าที่

- (1) เลือกช่องทางและ PAN ID (both 64-bit and 16-bit) เพื่อเริ่มเครือข่าย
- (2) อนุญาตให้ Router และ End Node เข้าร่วมเครือข่าย
- (3) ไม่สามารถ Sleep และควรจะเป็น Main Power

End Node ทำหน้าที่

- (1) ต้องเข้าร่วมเครือข่ายก่อน จึงจะสามารถรับและส่งข้อมูลได้
- (2) ไม่สามารถให้อุปกรณ์อื่นๆ เข้าร่วมเครือข่ายของมันได้
- (3) สามารถส่งและรับข้อมูล แต่ไม่สามารถที่จะกระจายสัญญาณไปให้ตัวอื่นๆ ได้อีก
- (4) สามารถเข้าสู่ Low power mode เพื่อประหยัดพลังงาน

Router ทำหน้าที่

- (1) ต้องเข้าร่วมเครือข่ายก่อน ทำหน้าที่ ส่งข้อมูล รับข้อมูล และกำหนดเส้นทางข้อมูล
- (2) หลังจากที่เข้าร่วมเครือข่ายแล้ว จะอนุญาตให้ Router และ End Device ตัวอื่นๆ เข้าร่วมเครือข่ายได้
- (3) หลังจากที่เข้าร่วมเครือข่ายแล้ว สามารถที่จะกำหนดเส้นทางข้อมูลเพื่อกระจายสัญญาณต่อไปได้

2.1.6 ลักษณะของข้อมูล

ลักษณะของข้อมูลในระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายนี้ จะมีข้อมูลอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลนั้นอยู่ในขั้นตอนการประมวลผลส่วนไหนในระบบ โดยลักษณะข้อมูลเริ่มแรกของงานวิจัยนี้นั้น จะเกิดจากตัวตรวจจับสัญญาณหรือเซ็นเซอร์จากตัวตรวจวัดความเร็วลม (Anemometer) ซึ่งลักษณะของข้อมูลในส่วนนี้นั้นจะได้ค่าข้อมูลเป็นคลื่นสัญญาณแบบพัลส์ โดยข้อมูลสัญญาณในส่วนนี้จะมีย่านที่ต่ำมากๆ เราจึงให้ระบบทำการปรับขนาดของสัญญาณนี้ขึ้นเพื่อนำไปใช้หรือจัดการต่อไปได้สะดวก โดยใช้วงจรยกระดับแรงดัน (Pull Up) จากนั้นเมื่อได้ค่าข้อมูลที่มีขนาดเหมาะสมที่จะนำไปคำนวณหรือประมวลผลต่อแล้ว ระบบจะทำการส่งสัญญาณข้อมูลชนิดนี้ไปยังวงจรปรับเปลี่ยนรูปแรงดัน หรือวงจร Schmitt trigger เพื่อทำการกรองสัญญาณข้อมูลให้ราบเรียบ (Filter) เพื่อให้ได้ลักษณะของข้อมูลที่สามารถนำไปประมวลผลได้สะดวกและแยกแยะความแตกต่างได้ง่ายขึ้น เพราะในระบบนี้ต้องใช้จำนวนรอบการหมุนของตัวตรวจจับสัญญาณ (Anemometer) เพื่อทำการประมวลผลและส่งข้อมูลไปประมวลผลในส่วนถัดไปได้ง่ายขึ้น เราจึงต้องการขนาดของสัญญาณที่สูงพอ ความนิ่งของสัญญาณและความแตกต่างของสัญญาณที่ชัดเจน เพื่อที่จะจัดการกับสัญญาณที่ตรวจวัดได้รวดเร็ว สะดวก และถูกต้อง โดยลักษณะของสัญญาณข้อมูลในขั้นตอนดังกล่าวนี้จะเป็นสัญญาณแบบอนาล็อกซึ่งจะทำการแปลงให้เป็นสัญญาณแบบดิจิทัลแล้วส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลเพื่อประมวลผลในขั้นตอนถัดไป

เมื่อได้ลักษณะข้อมูลเป็นแบบดิจิทัลแล้วระบบจะส่งค่าข้อมูลแบบดิจิทัลนี้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์หรือหน่วยประมวลผล เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผล โดยเป็นการประมวลผลจากการนับรอบการหมุนของตัวตรวจจับสัญญาณ Anemometer แล้วนำจำนวนรอบการหมุนนี้มาคำนวณกับสูตรการคำนวณความเร็วลมของอุปกรณ์ตรวจวัดแต่ละตัว ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดแต่ละตัวนี้ จะมีสูตรในการคำนวณความเร็วลมที่แตกต่างกันออกไป เมื่อได้ข้อมูลความเร็วลมจากการคำนวณแล้ว จะทำการประมวลผลเวลาที่ตรวจวัดได้ ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นค่าข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย ในงานวิจัยนี้จะทำการประมวลผลข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยทุกๆ 60 นาที จึงทำให้ข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของ อัตราความเร็วลมเฉลี่ยต่อหนึ่งชั่วโมง เมื่อได้ค่าข้อมูลเป็นอัตราความเร็วลมเฉลี่ยต่อชั่วโมงแล้ว จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าข้อมูลอัตราความเร็วลมเฉลี่ยต่อชั่วโมงนี้ไปยังอุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) เพื่อนำข้อมูลอัตราความเร็วลมเฉลี่ยต่อชั่วโมงนี้ส่งไปยังสถานีฐานเพื่อให้สถานีฐานทำการประมวลผลข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล บันทึกเวลาจริง และทำการบันทึกลงหน่วยความจำ

โดยวิธีการจัดเก็บข้อมูลหรือสำรองข้อมูลที่ตรวจจับได้ในระบบนี้ จะมีการเก็บข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card โดยมีการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เหตุผลที่ใช้การบันทึก

ข้อมูลในลักษณะนี้ เนื่องจากในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องเก็บข้อมูลในระยะยาว และไม่มี ความจำเป็นต้องรับรู้ถึงข้อมูลตลอดเวลาหรือทันทีทันใด จึงเลือกใช้การบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำ เมื่อต้องการตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกได้หรือทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระบบนี้ จะสามารถทำได้โดยถอดอุปกรณ์หน่วยความจำแบบ SD Card ที่ต่ออยู่กับอุปกรณ์ในสถานียาน นำไปเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยรูปแบบของข้อมูลที่ทำกรบันทึกลงหน่วยความจำนั้นจะบันทึกข้อมูลในลักษณะข้อความหรือลักษณะ text โดยจะบันทึกเป็นไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์เป็น .txt ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับตรวจสอบข้อมูลและสามารถวาดกราฟความเร็วลมเปรียบเทียบกับเวลาจริงที่อุปกรณ์ตรวจวัดรับข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาได้

2.2 องค์ประกอบของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย

ในอดีตจนถึงปัจจุบันอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายมีหลากหลายรูปแบบ หลายชนิด การใช้งานต้องเลือกลักษณะหรือความสามารถของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงาน แต่อุปกรณ์ยังคงประกอบขึ้นจากองค์ประกอบหลัก 5 ส่วน คือ (ยุทธพงษ์ พันธไชย, 2550: 4-8)

2.2.1 ส่วนประมวลผลหลัก (Processor)

ส่วนประมวลผลของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายต้องมีความสามารถในการคำนวณประมวลผล มีหน่วยความจำมากพอต่อการทำงานหรือการประมวลผลข้อมูล สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลายรูปแบบ มีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะในสภาพอากาศที่ร้อนจัดซึ่งตรงกับสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่เราใช้งาน เมื่อสภาพอากาศร้อนจัดมีโอกาทำให้หน่วยประมวลผลเกิดความผิดพลาดหรือหยุดการทำงานได้ จะส่งผลเสียต่อระบบเป็นอย่างมากเราจึงต้องคำนึงถึงจุดนี้เป็นสำคัญ มีราคาไม่สูงมากนักเพราะในระบบหนึ่งอาจจะต้องใช้หน่วยประมวลผลจำนวนมาก ซึ่งถ้าหากหน่วยประมวลผลหลักมีราคาสูงก็จะทำให้มีการลงทุนของระบบสูงตามไปด้วย มีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป และมีความเร็วในการคำนวณหรือประมวลผลสูงเพื่อรองรับการทำงานที่ต้องการประสิทธิภาพ

2.2.2 ส่วนหน่วยความจำ (Memory)

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย จะต้องสามารถสำรองข้อมูลภายในตัวมันเองได้ในปริมาณที่มากพอ หรือส่งผ่านข้อมูลนั้นไปยังอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายอื่นๆ แล้วแต่การใช้งานตามที่เราจะกำหนด ถ้าเรากำหนดหรือออกแบบระบบให้ส่วนตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายย่อยส่งผ่านข้อมูลไปยังสถานียาน โดยไม่จำเป็นต้องสำรองข้อมูล ในส่วนนี้เราก็ก็น่าไม่จำเป็นต้องมีหน่วยความจำมากนัก แต่ถ้าเรากำหนดหรือออกแบบระบบให้ส่วนตรวจจับสัญญาณไร้สายย่อยมีการบันทึกหรือประมวลผลข้อมูลก่อนส่งผ่านข้อมูลไปยังสถานียาน เราก็ก็น่าจะต้องใช้

หน่วยความจำเข้ามาเก็บหรือสำรองข้อมูลด้วย โดยในระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณไร้สายนี้ได้มีการประมวลผลจากส่วนตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายย่อย แล้วค่อยส่งข้อมูลมาบันทึกที่สถานีฐานอีกครั้ง จึงทำให้การออกแบบของระบบนี้จะต้องมีหน่วยความจำทั้งที่สถานีย่อยและสถานีฐาน

2.2.3 ส่วนแหล่งจ่ายไฟ (Power unit)

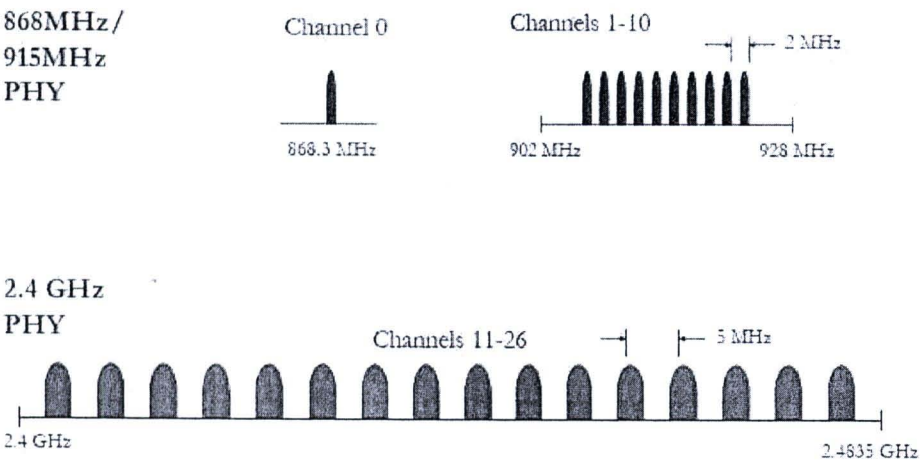
อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย จะต้องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง การบำรุงรักษาหรือหยุดการทำงานอันเนื่องมาจากเหตุผลใดก็ตาม จะต้องมีระยะเวลาไม่มากจนเกินไป ส่วนของแหล่งพลังงานหรือแหล่งจ่ายไฟจึงเป็นส่วนที่สำคัญมากๆ สำหรับระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย โดยแหล่งพลังงานอาจมีได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น แหล่งพลังงานจากถ่านหรือแบตเตอรี่ แหล่งพลังงานจากแหล่งจ่าย แหล่งพลังงานจากสภาพแวดล้อมเช่นพลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานลม โดยแหล่งพลังงานในระบบนี้ได้มีการออกแบบให้ใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ แต่ระบบจะใช้พลังงานจริงแค่ 6 โวลต์ เท่านั้น โดยระบบมีการตรวจวัดปริมาณพลังงานที่คงเหลือจากแบตเตอรี่ เพื่อให้ทราบถึงระยะเวลาการทำงานในอนาคตและสามารถจัดการบำรุงรักษาระบบได้ง่าย

2.2.4 ส่วนตรวจจับสัญญาณ (Sensing Unit)

ส่วนตรวจจับสัญญาณ เป็นส่วนที่สำคัญมากในระบบ เป็นส่วนที่จะต้องตรวจจับค่าหรือวัดค่าสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เราต้องการวัด เช่น ตำแหน่ง อุณหภูมิ ความสว่าง ความเร็ว ความเครียด เป็นต้น โดยข้อมูลที่ตรวจวัดได้ต้องมีความเร็วและแม่นยำมากถึงจะทำให้ระบบมีค่าข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ โดยในระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายนี้ได้ใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบตรวจจับความเร็วลม โดยนำค่าข้อมูลที่ได้ซึ่งเป็นสัญญาณพัลส์ มาปรับแต่งขนาดของสัญญาณ แล้วนำไปแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อก แล้วก็นำสัญญาณแบบอนาล็อกส่งผ่านข้อมูลไปเปลี่ยนรูปสัญญาณเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณที่ฝั่งประมวลผล (Randy Frank, 2000: 7-9)

2.2.5 ส่วนส่งคลื่นความถี่วิทยุ (Communication Unit)

ย่านความถี่ที่เครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless Sensor Networks) นำมาใช้งานนั้น จะอยู่ในย่านความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตจากผู้ดูแลกิจการวิทยุกระจายเสียงแห่งชาติ ในระบบเครือข่ายตรวจจับสัญญาณแบบไร้สายนี้จะใช้มาตรฐานของการสื่อสารไร้สาย IEEE 802.15.4 โดยย่านความถี่ที่ 896 MHz และย่านความถี่ 915 MHz จะใช้ในโซนทวีปยุโรปและอเมริกา ส่วนย่านความถี่ 2.4 GHz สามารถใช้งานได้ทั่วโลก ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ย่านความถี่ที่สามารถใช้งานได้

2.2.5.1 Physical Layer

เป็นส่วนของการจัดการทางกายภาพ เป็นการจัดการการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือ โหนดอื่นๆ หน้าที่การทำงานของ Physical Layer คือ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ การเข้ารหัสของ ข้อมูลสัญญาณ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเข้ารหัสสัญญาณของข้อมูลในขณะที่รับส่งข้อมูลกัน ระหว่างสถานีย่อย (End Node) กับสถานีฐาน (Gateway) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และสามารถส่งข้อมูลไปยังตัวรับได้ถูกต้อง

2.2.5.2 Network Layer

เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย โดยเป็นส่วนที่จัดการ เส้นทางเคลื่อนที่ของข้อมูล ให้เดินทางไปยังแนวทางหรือเป้าหมายที่เราออกแบบหรือกำหนดไว้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของแต่ละเทคโนโลยี

2.4 GHz Technology Comparison				
	Data Rate	Number of Channel	Interference Avoidance Method	Minimum Quiet Bandwidth Require
Wi-Fi	11 Mbps	13	Fixed Channel Avoidance	22MHz (Static)
Bluetooth	723 Kbps	79	Adaptive Frequency Hopping	15MHz (Dynamic)
Wireless USB	62.5 Kbps	79	Frequency Agility	1MHz (Dynamic)
Zigbee	128 Kbps	16	Fixed Channel Avoidance	3MHz (Static)