เครือข่ายตรวจจับไร้สายอัตราต่ำเพื่อใช้เตือนภัยน้ำท่วม

วณพันธ์ วัยวุฒิ
สุธาดา ศรีเกตุ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ 2553
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อ วณพันธ์ วัยวุฒิ
สุธาตา ศรีเกตุ
ชื่อโครงงาน เครือข่ายตรวจจับไร้สายอัตราต่ำเพื่อใช้เตือนภัยน้ำท่วม
สาขาวิชา สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีงบประมาณ 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างตัวตรวจจับไร้สาย (Wireless sensor) แบบอัตราต่ำ (Low rate) ที่มีขนาดเล็กราคาไม่แพง ภายในมีส่วนประมวลผล ส่วนติดต่อสื่อสารและส่วนตรวจจับ (Sensing Device) เพื่อใช้ในระบบการเฝ้าสังเกต และตรวจจับการเกิดน้ำท่วม โดยนำมาใช้กับเครือข่ายตรวจจับไร้สาย (Wireless Sensor Network: WSN) ข้อจำกัดของตัวตรวจจับอยู่ที่พลังงาน ระยะทางในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการประมวลผล แต่จะทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ เพื่อตรวจจับเหตุการณ์ที่ต้องการในพื้นที่ขนาดใหญ่ ที่มีการเข้าถึงลำบากหรือต้องเสี่ยงภัย มีการรับส่งข้อมูลจากจุดตรวจจับ (Sensor Nodes) แต่ละจุดรวบรวมและส่งต่อข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผลหรือใช้ในการเตือนภัย ในขั้นต้นของการทดลองจะสร้างโนด และหาเปอร์เซ็นต์ของการรับส่งระหว่างโนดหลัก และโนดย่อย

(งานวิจัยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 16 หน้า)

คำสำคัญ : ตัวตรวจจับไร้สาย, ระบบเฝ้าสังเกตน้ำท่วม

Name : Wanapun Waiyawut
Suthada Srikate
Research Title : Power Efficient Wireless Sensor Networks Using Adaptive Node Function
Major Field : Computer Engineering
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Bangkok
Budget Year : 2553

Abstract

This research presents the development of a low rate wireless sensor. Wireless sensor networks are cheap and comprised of a small fully autonomous processing, communication and sensing devices. The purpose of this study is to develop the system for monitoring and flood warning. They will work with wireless sensor network (WSN) system. WSN has been restricted power supply, communication distance and low computing power. But they will work with network in vast area, send and receive raw data from each sensor node. It has the ability to cooperatively collect data and retransmit in order to process or alert. The first step of the experiment is creating main node and sub node in flooding area and finds transmission of data between them.

(Total 16 pages)

Keywords : wireless sensor, monitoring and flood warning system

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย เพื่อนร่วมงาน ครูอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่าน ที่ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

วณพันธ์ วัยวุฒิ

สุธาดา ศรีเกตุ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 เครือข่ายตรวจจับไร้สาย	1
1.2 การประยุกต์ใช้งาน	2
1.3 วิธีการติดต่อสื่อสาร	3
1.4 มาตรฐานของ IEEE 802.15.4	3
1.5 ระบบเฝ้าสังเกตน้ำท่วม	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและส่วนที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย	4
2.1 ส่วนประกอบของหน่วยตรวจจับไร้สาย	5
2.2 ส่วนของเครือข่าย	5
บทที่ 3 การออกแบบ	7
3.1 การออกแบบเครือข่าย LRWPAN	7
3.2 การทดลองจำลองและผลการจำลอง เครือข่าย LRWPAN	8
3.3 สรุปผลการทดลองเครือข่าย LRWPAN	10
บทที่ 4 การทดลอง	11
4.1 บทนำ	11
บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	13
5.1 สรุปผลการทดลอง	13
เอกสารอ้างอิง	14
ประวัติผู้วิจัย	17

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงเทคโนโลยีของเครือข่ายไร้สาย	4
2.2	แสดงส่วนประกอบของโนดตรวจจับ	4
2.3	แสดงโนดที่ประกอบกันเป็นเครือข่ายไร้สาย	5
2.4	แสดงโทโปโลยีของเครือข่าย LRWPAN	6
3.1	โทโปโลยีที่ใช้ในการทดลอง	7
3.2	ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 0.1	7
3.3	ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 0.5	8
3.4	ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 1.0	9
4.1	โมดูล XBee pro ที่ใช้ในการทดลอง	11
4.2	โนดหลัก	11
4.3	โนดย่อยที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับ	11
4.4	โนดย่อยถูกจำลองว่าโดนน้ำท่วมที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับ	12

บทที่ 1
บทนำ

1.1 เครือข่ายตรวจจับไร้สาย

เครือข่ายตรวจจับไร้สาย)Wireless Sensor Networks: WSN) จะประกอบด้วยจุดตรวจจับ (Sensor Node: SN) ที่มีการกระจายตัวเป็นจำนวนมากในพื้นที่ตรวจจับแต่ละจุดตรวจจับประกอบไปด้วย ส่วนประมวลผลและส่วนสื่อสาร มีหน้าที่หลักคือเฝ้าดูหรือรอเหตุการณ์ที่สนใจจะตรวจจับภายในบริเวณนั้น เพื่อรวบรวมข้อมูลที่สนใจและส่งกลับไปที่สถานีหลัก (Base Station) เพื่อประมวลผล ปัจจุบันมีการพัฒนา WSN มาประยุกต์มาใช้กับงานหลายๆ อย่าง เช่นการควบคุมการใช้พลังงานภายในอาคาร การตรวจจับการเกิดไฟป่า [1] ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้านหรืออาคาร การตรวจจับศัตรูในทางทหาร และอื่นๆ ที่ต้องการตรวจจับเหตุการณ์ ที่มีโอกาสเกิดหลายๆจุด โดยที่มีจุดตรวจจับ, SN แบบไร้สาย โดยที่แต่ละจุดตรวจจับจะมีขนาดเล็ก ราคาไม่สูงติดตั้งได้ง่าย ไม่ต้องมีระบบรองรับพื้นฐาน (Network Infrastructure) ทำให้ในบางพื้นที่ที่ต้องการเฝ้าดู ไม่จำเป็นต้องเข้าไปในพื้นที่นั้น หรือต้องกำหนดตำแหน่งของ WSN โดยโปรยหรือทิ้งตัวตรวจจับอย่างสุ่มในพื้นที่นั้น ดังนั้นการควบคุมการใช้พลังงานของ SN จึงมีความสำคัญ เพื่อที่จะทำให้ SN และเครือข่ายทำงานได้นานที่สุด ทำให้การออกแบบระบบในแต่ละชั้นของระบบ (System Layer) ต้องให้ความสำคัญของการใช้พลังงานที่น้อยที่สุด (Power-Aware)

การออกแบบที่ให้ความสำคัญของการใช้พลังงานที่น้อยที่สุด งานสำรวจของ Itziar Martin et al. [2] กล่าวว่าเพราะความก้าวหน้าของอิเลคทรอนิคส์ขนาดเล็ก (Micro Electro Mechanical System: MEMS) ทำให้ WSN มีราคาต่ำ ใช้พลังงานน้อย) อายุของแหล่งจ่ายไฟใช้ได้นาน 3-5 ปี (เครือข่ายมีความฉลาดในการรวบรวมข้อมูล แต่มีข้อจำกัดของ WSN ในด้านของ พลังงาน, การประมวลผลและหน่วยความจำ รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของระบบเครือข่าย รูปแบบ (Topology) ตามสถานการณ์ได้ มีขนาดเล็ก มีความน่าเชื่อถือ มีการปรับปรุงข้อมูลการวัดให้ถูกต้องได้ เพราะมีอุปกรณ์การตรวจจับ SN กระจายอยู่หลายๆจุด ในส่วนของ SN จะมีการทำงานอยู่หลายๆส่วน เช่นตัวรับส่งสัญญาณวิทยุ ที่มีการใช้พลังงานสูง ซึ่งการใช้พลังงานขึ้นอยู่กับ การผสมสัญญาณ อัตราการรับส่งข้อมูล กำลังส่ง และช่วงที่มีการรับส่งข้อมูล และยังต้องมีการพิจารณาสถานะของระบบ เช่น การส่ง การรับ สถานะว่าง (Idle State: คือไม่รับหรือส่งข้อมูล) และสถานะ การหยุดพัก (Sleep หรือปิด) ทำให้การออกแบบในส่วนนี้ต้องมีการพิจารณา นอกจากนี้ยังมีส่วนควบคุมการรับรู้ (Sensing Ports) และส่วนของการรวบรวมข้อมูลของเหตุการณ์ นอกจากนี้ยังมีการจัดการ การใช้พลังงาน เช่นการจัดการพลังงานแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Power Management : DPM) หรือการจัดการแรงดันแบบเคลื่อนไหว

(Dynamic Voltage Management : DVM) การจัดการรูปแบบการรับส่งเช่น Proactive, Reactive (On Demand) Protocols หรือแบบผสม (Hybrid Protocol)

การปรับการใช้พลังงาน Ioannis Chatzigiannakis et al. [3] ได้เสนอวิธีการวาง SN ซ้ำ (Redeployment) ในระหว่างการปรับโปรโตคอล (Protocol evolution) มีการปรับเปลี่ยนโดยเฝ้าดูเงื่อนไขของเครือข่าย) ความหนาแน่น, พลังงาน (มีการปรับตารางเวลาในการหลับและตื่น (Sleep-awake schedules) ของ SN ที่เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด C. Perkins et al [4] ได้เสนอวิธีการ หาเส้นทางตามทิศและระยะทางตามความต้องการเฉพาะกิจ (Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing: AODV) Liang Cheng et al. [5] ได้เพิ่มเติมการจัดการเรื่องพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานและการใช้พลังงานอย่างสมดุล Siva D. Muruganathan et al. [6] ได้เสนอวิธีการค้นหาเส้นทางแบบกลุ่มที่มีการควบคุมสถานีฐานแบบเคลื่อนไหว (Base Station Controlled Dynamic Clustering Protocol: BCDCP) มีการใช้พลังที่ลดลง เมื่อเทียบกับโปรโตคอลแบบกลุ่มเช่น Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH), LEACH-centralized (LEACH-C) และ Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems (PEGASIS)

1.2 การประยุกต์ใช้งาน

1.2.1 การประยุกต์ทางทหาร

ในระยะเริ่มต้น เครือข่ายตรวจจับไร้สาย ถูกประยุกต์ใช้ในทางทหาร เพราะว่ามันมีราคาถูก การถูกศัตรูทำลายไปบ้าง ในสนามรบอาจจะไม่มีผลกระทบกับการทำงานของระบบตรวจจับ ความคงทน สามารถจัดการตัวเองได้ และความทนต่อข้อบกพร่อง ทำให้เครือข่ายตรวจจับไร้สายเหมาะกับการใช้งานทางทหาร การเฝ้าดูกองทัพ อุปกรณ์ ยุทธภัณฑ์ การลาดตระเวนตรวจตรา ของศัตรู

1.2.2 การประยุกต์ทางสิ่งแวดล้อม

การตรวจจับไฟป่า [1] เครือข่ายตรวจจับไร้สาย ถูกใช้ตรวจจับไฟป่า ป่าจะมีบริเวณกว้าง ต้องใช้ การตรวจจับที่เป็นแบบเวลาจริง ในการสื่อสารเพื่อป้องกันการลุกลามของไฟ หรือการตรวจจับน้ำท่วม

1.2.3 การประยุกต์ภายในอาคาร

เช่นการประยุกต์ในบ้านอัตโนมัติ โดยเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น เครื่องปรับอากาศ หรือนำไปประยุกต์ในสำนักงานอัตโนมัติ เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง หรือนำไปใช้ในการช่วยรักษาความปลอดภัย

1.3 วิธีการติดต่อสื่อสาร

ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของเครือข่ายตรวจจับไร้สาย คือการติดต่อสื่อสารภายในเครือข่าย ที่จะทำในชั้นของเครือข่าย (Network Layer) มีหลายวิธี เช่นการส่งการร้องขอ จากสถานีหลัก (Base station) หรืออุปกรณ์ร้องขอ (Sink) กระจายเข้าไปในเครือข่ายโดยไม่ระบุจุดส่งข้อมูล (Query Flooding) [15] หรืออาจจะส่งข้อมูลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์เริ่มต้น (Source) กระจายเข้าไปในเครือข่าย โดยไม่ระบุจุดรับข้อมูล (Event Flooding) [16] ทั้งสองวิธีนี้เหมาะกับระบบที่มีเหตุการณ์ไม่มากนัก มีการใช้พลังงานมาก ยังมีวิธีอื่นๆ อีกเช่น วิธีที่มีการเจาะจงเลือกเส้นทาง (Directed Diffusion) [15] หรือวิธีการเลือกเส้นทางจาก Sink และ Source (Rumor Routing Algorithm) [16] หรือวิธีที่เลียนแบบการหาอาหารของมด (Ant Colony Algorithms) [17]

วิทยานิพนธ์นี้ เสนอวิธีการปรับเปลี่ยนหน้าทีการทำงานของโนด (Node) ที่จุดตรวจจับ ให้เหมาะสมกับ พลังงานที่เหลืออยู่ของตัวมัน เพื่อการประหยัดพลังงาน และทำให้ โนดอยู่ในระบบได้นานมากขึ้น แทนที่จะใช้วิธีการเพิ่ม อุปกรณ์ตรวจจับแบบ พลวัตตามวิธีการของ [7] แต่ใช้การปรับเปลี่ยนการทำงานของโนดในหน้าที่ ที่ใช้พลังงานน้อยลง โดยดัดแปลงมาจากวิธีการของระบบอาณานิคมมดร่วมกับการตรวจสอบระดับพลังงานที่เหลืออยู่ของตัวโนด

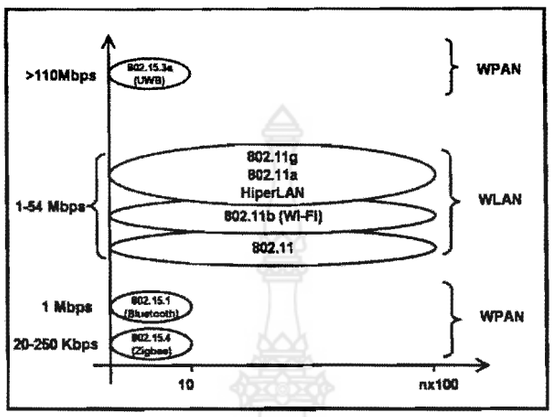
1.4 มาตรฐานของ IEEE 802.15.4

ในการวิจัยตอนเริ่มต้นได้ทดลอง ตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4 เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย ตามมาตรฐานนี้ ได้กำหนดคุณสมบัติ ของเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลแบบอัตราการรับส่งต่ำ (Low Rate Wireless Personal Area Network, LRWPAN) ไว้ 2 ชั้น (2 Layers) คือชั้นกายภาพ (Physical Layer) และชั้นรองของแมค (Medium Access Control Sub Layer) มีการกำหนดส่วนสนับสนุน ของอุปกรณ์แบบง่าย 2ชนิดคือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ได้เต็มที่ (Full Function Device, FFD) และ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ได้บางส่วน (Reduced Function Device, RFD) ตามมาตรฐาน อุปกรณ์แบบ FFD จะสนับสนุนการทำงานพื้นฐานทางกายภาพและแมค รวม 49 อย่าง แต่ อุปกรณ์แบบ RFD จะสนับสนุนแค่ 38 อย่าง การติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์ FFD จะติดต่อกับอุปกรณ์ FFD ตัวอื่นๆ และ อุปกรณ์ RFD ได้

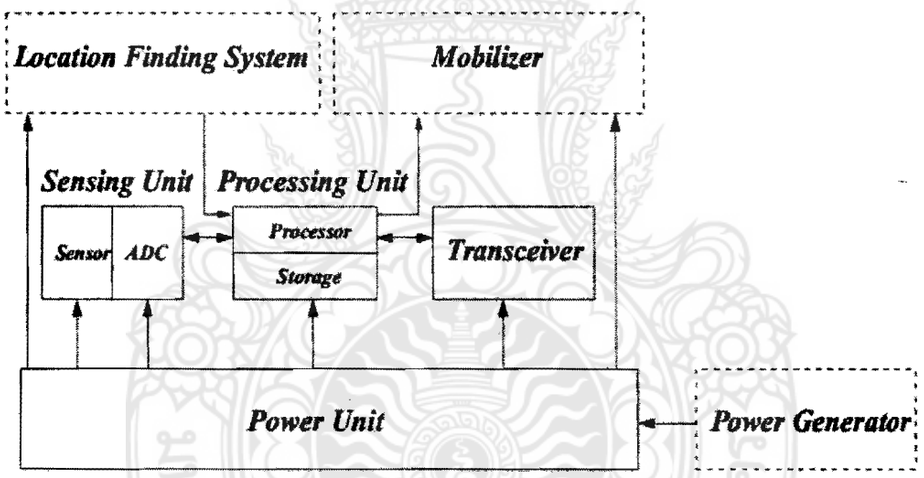
1.5 ระบบเฝ้าสังเกตน้ำท่วม

ในบทความนี้ เสนอการพัฒนาระบบการเฝ้าสังเกตน้ำท่วม โดยใช้ตัวตรวจจับแบบไร้สาย ระบบเครือข่ายไร้สายจะให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงาน และทำให้ โนดอยู่ในระบบได้นานๆ มีหลายวิธีในการประหยัดพลังงาน เช่นวิธีการเพิ่ม อุปกรณ์ตรวจจับแบบ พลวัตตามวิธีการของ]3] ในการทดลองใช้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4 [4] โดยมาตรฐานนี้ มีการกำหนดชนิดของอุปกรณ์ 2 ชนิด คือ Full Function Device (FFD) และ Reduced Function Device (RFD)

บทที่ 2
ทฤษฎีและส่วนที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย



รูปที่ 2-1 แสดงเทคโนโลยีของเครือข่ายไร้สาย [8]



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของโนดตรวจจับ [20]

2.1 ส่วนประกอบของหน่วยตรวจจับไร้สาย

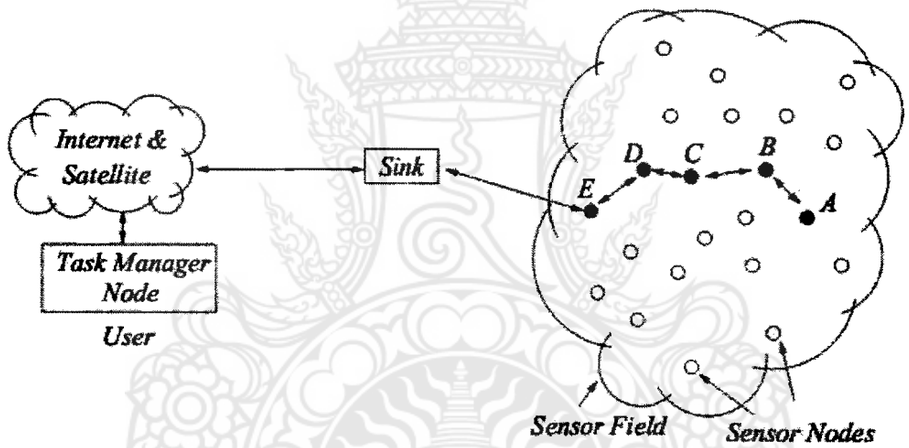
หน่วยตรวจจับจะเป็นส่วนที่ตรวจจับเหตุการณ์ รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และเปลี่ยนเป็นข้อมูลที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ หรือส่งสัญญาณควบคุมไปเข้าอุปกรณ์อื่นๆ และยังต้องเชื่อมกับหน่วยตรวจจับตัวอื่น แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

2.1.1 ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor device unit) ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ตรวจวัด หรืออุปกรณ์ที่รับข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น อุณหภูมิ, แสง, เสียง แล้วแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยจะต้อง มีการปรับขนาดให้เหมาะสม และแปลงเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์

2.1.2 ส่วนประมวลผล (Processing unit) รับและควบคุมการแปลงข้อมูลที่ได้มาจากส่วนตรวจจับ นำมาประมวลผลเบื้องต้น เพื่อเตรียมและจัดรูปแบบข้อมูลที่จะจัดส่ง และยังมีส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดหาเส้นทาง (Routing) เลือกตำแหน่ง หรือโนดที่มันจะส่งข้อมูลไปให้

2.1.3 ส่วนการสื่อสาร (Wireless communication unit) รับรูปแบบข้อมูล ที่ถูกจัดเตรียมไว้มาเปลี่ยนเป็นสัญญาณวิทยุ (Radio signal) ที่จะใช้ส่งแบบไร้สาย และทำหน้าที่ในการรับสัญญาณวิทยุจาก หน่วยอื่นๆ และแปลงเป็นข้อมูลเพื่อส่งให้หน่วยประมวลผล

2.2 ส่วนของเครือข่าย



รูปที่ 2-3 แสดงโนดที่ประกอบกันเป็นเครือข่ายไร้สาย [20]

รูปที่ 2.3 แสดงเครือข่ายไร้สาย ที่มีโนดของตัวตรวจจับ กระจายอยู่ในพื้นที่ตรวจจับ (Sensor Field)

ในการวิจัยตอนเริ่มต้นได้ทดลอง ตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4 เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย ตามมาตรฐานนี้ ได้กำหนดคุณสมบัติ ของเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล

แบบอัตราการรับส่งต่ำ (Low Rate Wireless Personal Area Network, LRWPAN) ไว้ 2 ชั้น (2 Layers) คือชั้นกายภาพ (Physical Layer) และชั้นรองของแมค (Medium Access Control Sub Layer) มีการกำหนดส่วนสนับสนุน ของอุปกรณ์แบบง่าย 2ชนิดคือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ได้เต็มที่ (Full Function Device, FFD) และ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ได้บางส่วน (Reduced Function Device, RFD) ตามมาตรฐาน อุปกรณ์แบบ FFD จะสนับสนุนการทำงานพื้นฐานทางกายภาพและแมค รวม 49 อย่าง แต่ อุปกรณ์แบบ RFD จะสนับสนุนแค่ 38 อย่าง การติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์ FFD จะติดต่อกับอุปกรณ์ FFD ตัวอื่นๆ และ อุปกรณ์ RFD ได้ โดยอุปกรณ์ FFD จะทำงานได้ 3 ลักษณะคือ

1.ตัวประสานงานเครือข่ายส่วนบุคคล (PAN Coordinator)

2.ตัวประสานงาน (Coordinator)

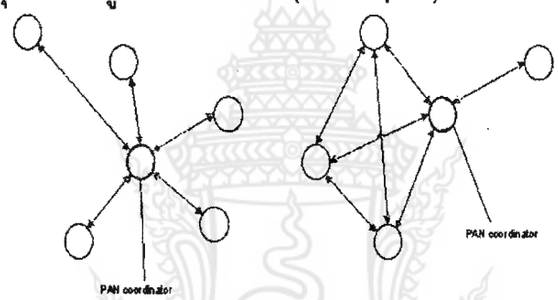
3.อุปกรณ์ (Device)

แต่อุปกรณ์ RFD จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ อย่างเดียว การเคลื่อนย้ายข้อมูลมี 3 ลักษณะคือ

1.จากอุปกรณ์ไปตัวประสานงาน (Device to a coordinator)

2.จากตัวประสานงานไปอุปกรณ์ (Coordinator to device)

3.ระหว่างอุปกรณ์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน (Peer to peer)



รูปที่ 2-3 แสดงโทโปโลยีของเครือข่าย LRWPAN [10], [11]

โทโปโลยีของเครือข่าย LRWPAN จะมี 2 ลักษณะคือ แบบ ดาว (Star Topology) และแบบระดับเดียวกัน (Peer to Peer Topology) ในรูปแบบดาวจะมีการติดต่อสื่อสาร ระหว่าง PAN Coordinator กับอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่าย จะมีตำแหน่งแบบขยาย (Extended Address) และสามารถเปลี่ยนตำแหน่งเป็นแบบสั้น (Short Address) โดย PAN Coordinator ในขณะที่ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กัน ระหว่างอุปกรณ์ (Device Associate)

โทโปโลยี แบบที่ 2 (Peer to peer) มี PAN Coordinator เหมือนแบบที่ 1 แต่อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถติดต่อระหว่างกันได้ ในระยะการติดต่อของแต่ละอุปกรณ์ โทโปโลยีนี้ สามารถนำมาสร้างเป็นเครือข่าย ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้

บทที่ 3
การปรับเปลี่ยนหน้าที่ของโนดเครือข่าย LRWPAN

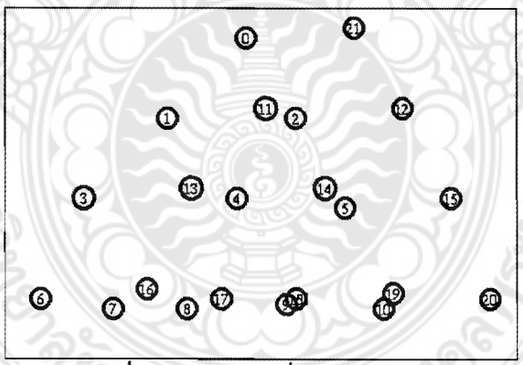
งานวิจัยนี้ทำบนโปรแกรมจำลองแบบ NS-2 [12] และ NS-2 simulator for 802.15.4 (release v1.1) [13], [14]

3.1 การออกแบบเครือข่าย LRWPAN ที่ทำวิจัยระยะแรก

ออกแบบโดยใช้โทโปโลยีแบบดาวรวมกับ โทโปโลยีแบบระดับเดียวกัน ให้มีลักษณะแบบต้นไม้ (Tree Topology) มี PAN Coordinator 1 โนด Coordinator 11 โนด และ อุปกรณ์อีก 10 โนด บนที่ขนาด 50 ตารางเมตร กำลังส่งระยะทาง 15 เมตร ระยะเวลาจำลอง 100 วินาที

ในโปรแกรมจำลองแบบ NS-2 ที่ใช้ เมื่อกำหนดหน้าที่ หรือสร้าง โนดขึ้นมาแล้ว ยังไม่สามารถเปลี่ยนการทำงาน ของตัวโนดได้ และโดยทั่วไป จะมีโนดเพียงชนิดเดียวเท่านั้น แต่ NS-2 ที่ใช้กับ 802.15.4 สามารถกำหนดการทำงานของ โนดได้ ว่าต้องการให้ทำหน้าที่เป็น FFD หรือ RFD นั่นคือจะมี โนด 2 แบบ แต่ละแบบมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน และใช้พลังงานไม่เท่ากัน [11] วิธีที่ใช้ในการวิจัยจะสร้าง โนดขึ้นมา 2 ชุดในบริเวณ ใกล้เคียงกัน โนดชุดที่ 1 และ โนดชุดที่ 2 มีการทำงานไม่เหมือนกัน) เป็นโนดคนละแบบกัน (โดยเลือกวางโนดใกล้เคียงกับจุดที่ พลังงานมีการลดค่าลงเร็ว กว่าโนดอื่นๆ และสั่งให้โนดชุดที่ 2 เริ่มต้นทำงาน เมื่อเวลาผ่านไปขณะหนึ่งที่พลังงาน ของโนดชุดที่ 1 เหลือน้อย เมื่อสั่งให้ โนดชุดที่ 2 ทำงานแล้ว จะสั่งให้ โนดชุดที่ 1 หยุดทำงาน เป็นการเลียนแบบ การเปลี่ยนการทำงานแบบหนึ่ง ไปเป็นอีกแบบหนึ่ง ตามค่าพลังงานที่เปลี่ยนไป) ลดลง, Adaptive node function)

ในการใช้งานตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4 จะสามารถตรวจสอบพลังงานของตัวโนดเองได้ และสามารถสั่งให้โนดอยู่ในสภาวะหลับหรือพักได้ (Sleep or idle state)

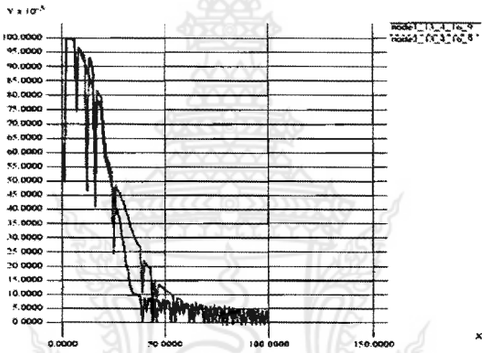


ภาพที่ 3-1 โทโปโลยีที่ใช้ในการทดลอง

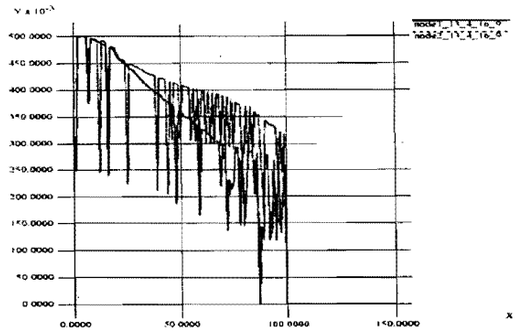
ตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4 ได้กำหนดคุณสมบัติ ของเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลแบบโทโปโลยีของเครือข่าย LRWPAN จะมี 2 ลักษณะคือ แบบ ดาว (Star Topology) และแบบระดับเดียวกัน (Peer to Peer Topology) ในรูปแบบดาวจะมีการติดต่อสื่อสาร ระหว่าง PAN

3.2 การทดลองจำลองและผลการจำลอง เครือข่าย LRWPAN

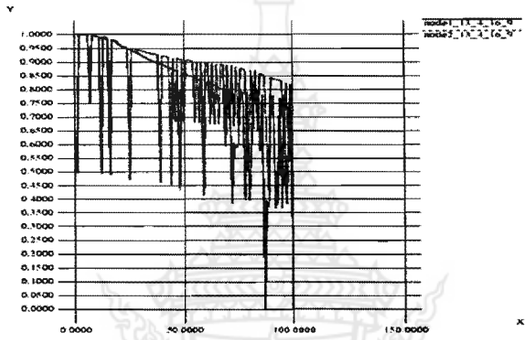
กำหนดให้มีการรับส่งข้อมูลระหว่าง โนดและอุปกรณ์ โนด 1 กับ โนด 6 และโนด 4 กับ โนด 10 เมื่อเวลาผ่านไป 5.5 วินาที สั่งให้โนด 2, 3 และ 5 หยุดทำงาน ทำให้มีการเปลี่ยนเส้นทาง ในการรับส่งข้อมูลใหม่ เมื่อจบการทำงานตามเวลา ที่กำหนดไว้ หาพลังงานเฉลี่ยรวมของบางโนด โดยเลือกจากโนด ที่มีการลดลงของพลังงานเร็ว จากตัวอย่างเลือกโนด 13, 4, 16 และ 9 มีการทดลองปรับพลังงานเริ่มต้นไม่เท่ากัน 3 ค่า



รูปที่ 3-2 ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 0.1 (แกน y เป็นค่าพลังงาน, x เป็นเวลา)



รูปที่ 3-3 ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 0.5



รูปที่ 3.4: ผลการทดลองเมื่อกำหนดพลังงานเริ่มต้นเท่ากับ 1.0

ภาพกราฟจากผลการทดลอง มีกราฟ 2 เส้น เส้นทึบ (node1_13_4_16_9) และเส้นประ (node2_13_4_16_9) เป็นค่าพลังงานเฉลี่ยที่เหลืออยู่ของ โนด 4 โนด (13, 4, 16, 9) โดยเส้นทึบไม่มีการหยุดการทำงานของโนดเพื่อเปลี่ยนหน้าที่ จะมีพลังงานเฉลี่ยน้อยกว่าเส้นประ ที่มีการหยุดการทำงานของบางโนด และให้บางโนดทำหน้าที่แทน โดยเริ่มต้นที่พลังงานเริ่มต้นเท่ากัน ภาพที่ 4 มีพลังงานเริ่มต้นน้อยกว่า ภาพที่ 5 ภาพที่ 5 มีพลังงานเริ่มต้นน้อยกว่า ภาพที่ 6 จากภาพทั้ง 3 (4, 5, 6) จะเห็นได้ว่าถ้าพลังงานเฉลี่ยของ โนดทั้ง 4 เหลืออยู่น้อย จะทำให้พลังงานมีการลดลงอย่างรวดเร็ว

3.3 สรุปผลการทดลองเครือข่าย LRWPAN

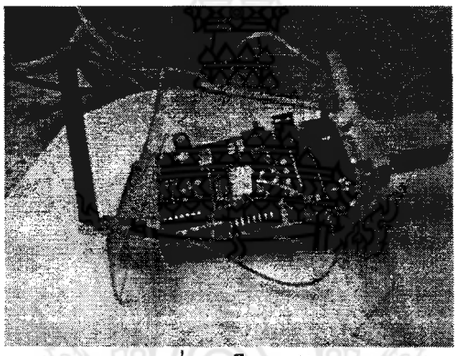
การใช้การเปลี่ยนการทำงานของโนดทำให้ เส้นทางของการรับส่งข้อมูลเปลี่ยนไป เป็นการกระจายการใช้พลังงาน ของโนดอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น พลังงานที่ถูกกำหนดให้ตอนเริ่มต้น ของทุกๆโนดจะมีโอกาสถูกใช้มากขึ้น เมื่อโนดใกล้เคียงมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ แต่ถ้าไม่มีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ จะทำให้บางโนดไม่มีพลังงานเหลือพอที่จะทำหน้าที่เดิมได้ และไม่มีโนดใกล้เคียงที่ทำหน้าที่นั้น จะทำให้ระบบเครือข่าย ไม่สามารถทำงานต่อได้ ถึงแม้ว่าจะมีบางโนดที่ยังมีพลังงานอยู่ แต่ถ้ามีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ ทำให้โนดอื่นๆในเครือข่ายยัง ทำงานต่อไปได้ และเพิ่มระยะเวลาให้โนดที่ถูกเปลี่ยนหน้าที่นั้นสามารถอยู่ในเครือข่ายได้นานขึ้น ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ พิจารณาถึงปริมาณข้อมูลที่ส่งได้ทั้งหมด และยังไม่ได้พิจารณาถึงการทำงานของ โนดอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นและ มีผลต่อเส้นทางที่ข้อมูลเดินทาง รวมถึงการนำไปทดลองสร้างขึ้นมาจริงๆ ซึ่งจะนำเสนอในงานวิจัยครั้งต่อไป

บทที่ 4
การทดลอง

4.1 บทนำ

การทดลองนี้ในขั้นต้นของการทดลองจะสร้างโนด และหาเปอร์เซ็นต์ของการรับส่งระหว่างโนดหลัก และโนดรอง แบบจุดต่อจุด (Point to point)

รูปที่ 4.1 โมดูล XBee pro ที่ใช้ในการทดลอง [8]



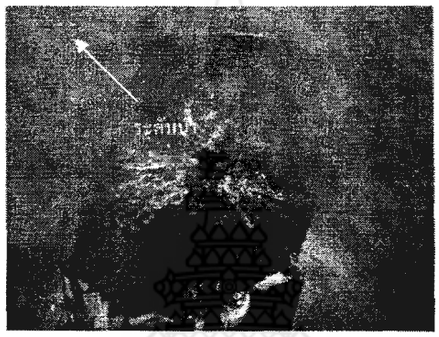
รูปที่ 4.2 โนดหลัก

รูปที่ 4.3 โนดย่อยที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับ

จากรูปที่ 4.1 เป็นโมดูลที่ใช้ทดลอง XBee pro. [8] นำมาใช้ในโนดหลักตามรูปที่ 4.2 และโนดย่อยในรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นส่วนที่จะใช้ต่อกับตัวตรวจจับ)ในการทดลองนี้ยังไม่ได้ต่อกับตัวตรวจจับ (ในรูปที่ 4.4 จะมีการหุ้มด้วย พลาสสติค เพื่อกันน้ำและมีเพื่อไม่ให้ลอยน้ำ

การทดลองตอนที่แรก จะทดลองรับส่งข้อมูลจากโนดหลักไปโนดย่อย ในพื้นที่จำลองที่ไม่มีน้ำท่วมและเปลี่ยนระยะทาง บันทึกผลของการรับส่งข้อมูลจำนวน 10,000 ไบท์ (ระยะทางตรง ไม่มีสิ่งกีดขวาง)

ขั้นตอนต่อมาจะทดลองรับส่งข้อมูลแบบเดียวกับตอนแรกแต่ทำในพื้นที่จำลองที่มีน้ำท่วม



รูปที่ 4.4 โนดย่อยถูกจำลองว่าโดนน้ำท่วมที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับ

บทที่ 5
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

พื้นที่ไม่มีน้ำท่วม ที่ระยะทางน้อยกว่า 20 เมตร การรับส่งข้อมูลทำได้ 100 % เมื่อเพิ่มระยะทาง การรับส่งข้อมูลจะทำได้น้อยลง ที่ระยะ 25 เมตร ทำได้ 90.7% และที่ระยะ 30 เมตร ทำได้ 86.5.7% ตามลำดับ

พื้นที่จำลองว่ามีน้ำท่วม ที่ระยะ 2 เมตร ทำได้ 33.6% ที่ระยะ 1.5 เมตร ทำได้ 61.2% และที่ระยะ 1 เมตร ทำได้ 100% ตามลำดับ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อทำในพื้นที่จำลองว่ามีน้ำท่วม อัตราการรับส่งข้อมูลลงลงมาก น่าจะเป็นเพราะน้ำซึมซับคลื่นสัญญาณได้มาก ในการทดลองครั้งต่อไปอาจจะทดลองปรับเปลี่ยนความถี่ หรือรูปแบบในการผสมสัญญาณใหม่

อีกวิธีหนึ่งอาจจะเพิ่มกำลังส่งให้สูงมากขึ้น แต่จะทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น วิธีแก้ปัญหา อาจจะใช้เทคนิคในการประหยัดพลังงานอื่นๆ มาใช้ร่วมด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เอกสารอ้างอิง

[1] Supada Laosooksathit, Vara Varavithya, and Nachol Chaiyaratana, "Ant Colony with Event Flooding in Sensor Networks: Forest Fire Detection," in the proceeding of the National Electrical Engineering Conference (EECON (28, .2005

[2] Itziar Marin, Eduardo Arceredillo, Aitzol Zuloaga and Jagoba Arias,"Wireless Sensor Networks: A Survey on Ultra-Low Power-Aware Design", TRANSACTIONS ON ENGINEERING, COMPUTING AND TECHNOLOGY V1 DECEMBER 2004 ISSN 1305-5313.

[3] Ioannis Chatzigiannakisyz, Athanassios Kinalis and Sotiris Nikoletseas, "Adaptive Energy Management for Incremental Deployment of Heterogeneous Wireless Sensor.", Research Academic Computer Technology Institute, P.O. Box 1122, 26110 Patras, Greece,Dept of Computer Engineering and Informatics, University of Patras, 26500, Patras, Greece.

[4] Liang Cheng, Anu G. Bourgeois and Bo Hyun Yu," Power Management in Wireless Ad Hoc Networks Using AODV.", Proceedings of the Sixth International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing and First ACIS International Workshop on Self-Assembling Wireless Networks (SNPD/SAWN'05) - Volume 00.

[5] Muruganathan, S.D., Ma, D.C.F., Bhasin, R.I. and Fapojuwo, A.O.," A centralized energy-efficient routing protocol for wireless sensor networks", Communications Magazine, IEEE Publication Date: March 2005 Volume: 43, Issue: 3 On page(s): S8- 13

[6] C. Perkins, E. Belding-Royer and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", RFC3561, July, 2003 [Online], Available: http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt.

[7] Ioannis Chatzigiannakisyz, Athanassios Kinalis and Sotiris Nikoletseas, "Adaptive Energy Management for Incremental Deployment of Heterogeneous Wireless Sensor.", Research Academic Computer Technology Institute, P.O. Box 1122, 26110 Patras, Greece,Dept of Computer Engineering and Informatics, University of Patras, 26500, Patras, Greece.

[8] J. Zheng and Myung J. Lee, "Will IEEE 802.15.4 make ubiquitous networking a reality?-- a discussion on a potential low power, low bit rate standard," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 42, No. 6, pp. 140-146, June 2004.

[9] J. Zheng and Myung J. Lee, "A comprehensive performance study of IEEE 802.15.4," *Sensor Network Operations*, IEEE Press, Wiley Interscience, Chapter 4, pp. 218-237, 2006.

[10] ZigBee Tutorial, http://www.ifn.et.tu-dresden.de/~marandin/ZigBee/ZigBeeTutorial.html

[11] William C. Craig "Zigbee: Wireless Control That Simply Works"; Program Manager Wireless Communications ZMD America, Inc.; www.zigbee.org/imwp/idms/popups/pop_download.asp?contentID=5438

[12] The Network Simulator: NS-2, http://www.isi.edu/nsnam/ns [accessed 1 February 2008].

[13] Jianliang Zheng, "IEEE 802.15.4 modeling and simulation platform", Department of Electrical Engineering, City College and Graduate School, The City University of New York, Convent Avenue at 140th Street, New York, NY 10031.

[14] Kavin Fall and Kannan Varadhan, "The ns Manual", UC Berkeley, LBL, USC/ISI and Xerox PARC. [Online], Available: http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/index.html.

[15] Chalermek Intanagonwiwat, Ramesh Govindan and Deborah Estrin. "Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks." Mobile Comput-ing and Networking, 56-67, 2000.

[16] David Braginsky and Deborah Estrin. "Rumor routing algorithm for sensor networks." University of California, Los Angeles, CA, 2002.

[17] Sanjoy Das, Gurdip Singh, Sandeep Pujar and Praveen Koduru. "Ant colony algorithms for routing in sensor networks." Genetic and Evolutionary Computation Conference, Seattle, Washington, USA, 2004.

[18] Marco Dorigo, Luca Maria Gambardella, "Ant colonies for the traveling salesman problem",Accepted for publication in BioSystems, 1997. In press.

[19] KEIVAN GHOSEIRI, FAHIMEH MORSHEDSOLOUK, "ACS-TS: TRAIN SCHEDULING USING ANT COLONY SYSTEM", Hindawi Publishing

Corporation,Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences,Volume 2006,Article ID 95060,Pages 1–28.

[20] Ian F. Akyildizy, Mehmet C. Vuran, Özgür B. Akan, Weilian Su, "Wireless Sensor Networks: A Survey Revisited", Computer Networks Journal (Elsevier), 2005

[21] Thammakit Sriporamanont and Gu Liming, "Wireless Sensor Network Simulator", School of Information Science, Computer and Electrical Engineering, Halmstad University January 2006.

[22] Cygwin User's Guide, http://www.cygwin.com/ [accessed 1 February 2008].

[23] M. Greis, "Tutorial for the Network Simulator NS", http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/index.html [accessed 1 February 2008].

[24] J. Chung, M. Chaypool, "NS by Example", WPI Worcester Polytechnic Institute, Computer science, http://nile.wpi.edu/NS/ [accessed 1 February 2008].

[25] E. Altman, T. Jimenez, "NS Simulator for beginners", http://www-sop.inria.fr/mistral/personnel/Eitan.Altman/ns.htm [accessed 1 February 2008].

[26] The Network Simulator ns-2: Documentation, http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html [accessed 1 February 2008].

[27] Eric Bonabeau, Marco Dorigo and Guy Theraulax. "Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Intelligence." Oxford.

[28] "ZigBee Tutorial", http://www.ifn.et.tu-dresden.de/~marandin/ZigBee/ZigBeeTutorial.html

[29] William C. Craig "Zigbee: Wireless Control That Simply Works"; Program Manager Wireless Communications ZMD America, Inc.; www.zigbee.org/imwp/idms/popups/ pop_download.asp? contentID=5438

[30] MaxStream, Inc.,"Quick Start Guide XBee™/XBee-PRO™ OEM Development Kits",355 South, 520 West, ste. 180 Lindon, UT 84042, 2006.

[31] MaxStream, Inc.,"Product Manual XBee™/XBee-PRO™ OEM Development Kits",355 South, 520 West, ste. 180 Lindon, UT 84042, 2006.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ วณพันธ์ วัยวุฒิ

เกิดที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในระดับ ระดับอุดมศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปัจจุบันประกอบอาชีพเป็นอาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขางานวิจัยที่สนใจทางด้าน Computer Engineering, Hardware and Software

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สุธาดา ศรีเกตุ

เกิดที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในระดับ ระดับอุดมศึกษาในสาขาสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปัจจุบันประกอบอาชีพเป็นอาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขางานวิจัยที่สนใจทางด้าน Object Oriented Programming