วิทยานิพนธ์

การปรับปรุงความแม่นยำของระบบค้นหาตำแหน่งภายในอาคาร

An Accuracy Improvement of Indoor Local Positioning System

นายสนธยา วิไลจิตต์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

ปริญญา

วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การปรับปรุงความแม่นยำของระบบค้นหาตำแหน่งภายในอาคาร

An Accuracy Improvement of Indoor Local Positioning System

นามผู้วิจัย นายสนธยา วิไลจิตต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขมะฑัต วิภาตะวนิช, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภุชงค์ อุทโยภาศ, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิตร์ทัศน์ ฝักเจริญผล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขมะฑัต วิภาตะวนิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงความแม่นยำของระบบค้นหาตำแหน่งภายในอาคาร

An Accuracy Improvement of Indoor Local Positioning System

โดย

นายสนธยา วิไลจิตต์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

พ.ศ. 2550

สนธยา วิไลจิตต์ 2550: การปรับปรุงความแม่นยำของระบบค้นหาตำแหน่งภายในอาคาร ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขมะฑัต วิภาตะวนิช, Ph.D. 66 หน้า

เนื่องจากปัจจุบันระบบระบบค้นหาตำแหน่งภายนอกอาคารเช่น Global Positioning System (GPS) นั้นไม่เหมาะสมกับการใช้ในอาคารเนื่องจากสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมนั้นไม่สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางเข้ามาภายในอาคารได้รวมถึงระบบมีราคาแพงและมีความแม่นยำไม่สูงมากนักดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาอุปกรณ์ตรวจจับแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้งานซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบเครือข่ายตรวจจับแบบไร้สายมาใช้งานในหลากหลายรูปแบบเช่นการตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆของสิ่งแวดล้อมเพื่อการศึกษาและสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ การตรวจจับความเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตและยานพาหนะเพื่อทางการทหาร, การตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร, การตรวจวัดข้อมูลทางการแพทย์เช่นอัตราการเต้นของหัวใจ, การตรวจสอบโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้างเช่นสะพานหรืออาคารเป็นต้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำเอาอุปกรณ์ตรวจจับแบบไร้สายมาประยุกต์เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งของวัตถุภายในอาคาร (Local Positioning System: LPS) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเช่นระบบนำทางของหุ่นยนต์, ระบบคลังสินค้า หรือระบบรักษาความปลอดภัยเป็นต้น

ระบบที่ได้พัฒนาโดยการประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่ายตรวจจับแบบไร้สายจากผลลัพธ์พบว่าระบบให้ความแม่นยำที่ดีอีกทั้งได้ทดสอบระบบโดยการจำลองการทำงานพบว่าความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของวัตถุมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีจำนวนโหนดรับสัญญาณมากขึ้น

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Sontaya Wilaijit 2007: An Accuracy Improvement of Indoor Local Positioning System. Master of Engineering (Computer Engineering)
Major Field: Computer Engineering, Department of Computer Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Kemathat Vibhatavanij, Ph.D. 66 pages.

Wireless Sensor Network (WSN) is widely used in many applications (e.g., Data Acquisition, Military, Environment monitor, etc.) and nowadays WSN has small size and little power consumption. Thus this paper will use WSN as its Positioning System. This Paper presents the result of the development of a new approach in using Wireless Sensor Network and Embedded System. The major success of the development is developing the hardware for local positioning system by using Time Difference of Arrival (TDOA) method. The system uses TinyOS and Multihop Communication on energy-saving hardware which is appropriate for robot navigation, office automation and security system.

The purpose of method is measure the different TOF between Radio Frequency (Beacon) and Ultrasonic. According to the Radio Frequency flights faster than Ultrasonic thus the value of measurement is depend on distance between Object and Base station (BS). The beacon packet consists of object ID and broadcast address. The advantage of the purpose is no required to clock synchronize between object and base station (because beacon packet act as synchronization signal). As the accuracy of synchronization is not depend on number of node.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.เขมะทัต วิภาตะวนิช ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ภุชงค์ อุทโยภาศ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และ ดร.จิตทัศน์ ฝักเจริญผล กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์กระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ดร.ราชพร เขียนประสิทธิ์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนอุปกรณ์ในการทำวิจัยจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สุดท้าย กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชายผู้ซึ่งสร้างครอบครัวที่อบอุ่น ผู้เป็นความรักและกำลังใจที่ยิ่งใหญ่แก่ข้าพเจ้า โดยเพาะคุณแม่ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจและให้การสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา

สนธยา วิไลจิตต์

มีนาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
ระบบเครือข่ายตรวจจับแบบไร้สายคืออะไร	2
ระบบปฏิบัติการไทนี่ (TinyOS)	3
รูปแบบของภาษาเนสซี	5
กราฟคอมโนเน้นท์	6
งานที่เกี่ยวข้อง	8
วิธีการหาตำแหน่ง	11
วิธีเทียบเคียงจากฐานข้อมูล (Database Correlation Method: DCM)	11
วิธีใช้ตัวนับตามระยะเวลา (Time of Arrival: TOA)	12
วิธีการวัดมุมจากทิศทางของสัญญาณ (Angle of Arrival: AOA)	13
วิธีใช้ความแตกต่างของตัวนับตามระยะเวลา (TDOA)	14
โปรโตคอลการสื่อสารแบบมัลติฮอป	17
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	23
การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้	24
มอดูลการรับส่งข้อมูล	25
มอดูลการรับส่งคลื่นวิทยุ	27
การเชื่อมต่อระหว่างซีพียูกับมอดูลรับส่งคลื่นวิทยุ	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

มอดูลการวัดระยะทางระหว่างโหนดและวัตถุ 32
มอดูลการเชื่อมต่อกับ PC 34
การคำนวณหาตำแหน่ง 35
ผลและวิจารณ์ 38
ผลจากการทดลอง 38
ผลการจำลองการทำงาน 38
สรุปและข้อเสนอแนะ 43
สรุป 43
ข้อเสนอแนะ 44
อุปสรรค 45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 46
ภาคผนวก 48
ภาคผนวกที่ ก 49
ภาคผนวกที่ ข 57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงรูปแบบของการตั้งชื่อไฟล์ต่างๆของระบบปฏิบัติการไทนี่	6
2	แสดงการเปรียบเทียบระบบค้นหาตำแหน่ง	8
3	เปรียบเทียบพลังงานที่ซีพียูใช้ในแต่ละแพลตฟอร์ม	25
4	มอดูลที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ	28
5	แสดงผลลัพธ์ของการคำนวณตำแหน่ง	35
6	แสดงตำแหน่งของโหนด	39
7	ค่าที่โหนดวัดได้	42
8	แสดงค่าที่ระยะทางต่างๆ	43

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตัวอย่างของ Mote	2
2	ขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม	4
3	แสดงตัวอย่างการสร้างกราฟคอมโพเน้นท์	7
4	แสดงตัวอย่างของกราฟคอมโพเน้นท์	7
5	ระบบ RemoteEyes	10
6	แสดงวิธีการค้นหาตำแหน่งของด้วยวิธี DCM	12
7	แสดงการหาตำแหน่งของวัตถุด้วยวิธีใช้ตัวนับตามระยะเวลา	13
8	แสดงการหาตำแหน่งด้วยวิธี AOA	14
9	แสดงวิธีใช้ความแตกต่างของตัวนับตามระยะเวลา	17
10	แสดงเส้นทางการส่งข้อมูลที่ค่า H=2	17
11	แสดงเส้นทางการส่งข้อมูลเมื่อโหนด 0, 2 ใช้งานไม่ได้ (H=2)	19
12	แสดงคอนฟิกูเรชั่นที่ทำหน้าที่ค้นหาเส้นทาง	21
13	แสดงคอนฟิกูเรชั่นที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูล	22
14	อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	24
15	แผนผังของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	24
16	เปรียบเทียบระบบปฏิบัติการไทนี่ Comm Layer กับ OSI Model	26
17	แสดงคอนฟิกูเรชั่นที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูล	26
18	ลำดับชั้นของมอดูลรับส่งคลื่นวิทยุ	27
19	สตรีมข้อมูลของ Active Message (AM)	28
20	สตรีมข้อมูลของมอดูล Radio	29
21	State diagram ของส่วนรับ-ส่งคลื่นวิทยุ	29
22	แผนผังของการเชื่อมต่อระหว่างซีพียูกับชิปรับส่งคลื่นวิทยุ	30
23	สตรีมข้อมูลสำหรับการค้นหาเส้นทาง	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	สตรีมข้อมูลสำหรับการส่งผลการวัดระยะทาง	32
25	รูปแบบของสตรีมข้อมูลระหว่าง PC กับโหนดหลัก	34
26	แสดงหน้าจอของระบบที่ทดลอง	36
27	แสดงโหนดหลักกับ PC	36
28	หลักการทำงานของระบบ	37
29	แสดงรูปแบบการติดตั้งโหนดจากห้องทดลอง	37
30	ผลการระบุตำแหน่งจากการทดลอง	38
31	ผลการระบุตำแหน่งของวัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ	40
32	ผลการระบุตำแหน่งเมื่อคงตำแหน่งของแกน X	40
33	ผลการระบุตำแหน่งเมื่อคงตำแหน่งของแกน Y	41
34	ผลการระบุตำแหน่งเมื่อเปลี่ยนแปลงแกน Z	42