สุนิสา จบศรี : การค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายที่มีข้อมูลที่สังเกตได้บางส่วน (EFFICIENT DATA ACQUISITION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS WITH PARTIALLY OBSERVABLE INFORMATION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม, 128 หน้า

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถคงระดับความเชื่อมั่น (probabilistic confidence) ของการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตามต้องการในโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายที่มีความผิดพลาด (error-prone WSN)

สำหรับการประยุกต์ใช้งานโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายนั้น ประกอบไปด้วยตัวตรวจรู้จำนวนมาก ทำให้ข้อมูลเกิดความซ้ำซ้อนกัน ข้อมูลในโครงข่ายมีสหสัมพันธ์ทั้งเชิงเวลาและเชิงตำแหน่งอย่างมาก (spatial and temporal correlation) ซึ่งข้อมูลส่วนมากอาจจะไม่มีประโยชน์ต่อผู้ใช้เลย นอกจากนี้ ตัวตรวจรู้อาศัยพลังงานแบตเตอรี่ในการติดต่อสื่อสารภายในโครงข่าย ดังนั้นวิธีการค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพที่ใช้พลังงานอย่างประหยัดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยทางด้านนี้ ได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ งานวิจัยที่ศึกษาการค้นข้อมูลโดยพิจารณาถึงคุณภาพของข้อมูลที่สถานีฐานได้รับเท่านั้น และงานวิจัยที่ศึกษาการค้นข้อมูลโดยพิจารณาถึงการบริโภคพลังงานในระยะยาว แต่ศึกษาถึงผลกระทบจากคุณภาพของข้อมูลที่สถานีฐานจะได้รับอย่างชัดเจน ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะระบุปัญหาการค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเลือกตัวตรวจรู้ได้ดีที่สุด และยังคงจุดสมดุลระหว่างคุณภาพของข้อมูลกับผลรางวัลของการสื่อสารในระยะยาว ของโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายที่มีความผิดพลาด วิทยานิพนธ์นี้มีองค์ความรู้หลักสองประการ

องค์ความรู้ประการแรก คือ การกำหนดปัญหาการค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่ายตัวตรวจรู้ไร้สายให้เป็นกระบวนการการตัดสินใจแบบมาคอฟภายใต้สภาวะที่การสังเกตได้บางส่วนแบบสถานะเต็มหน่วย (discrete-state partially observable Markov decision process) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อหานโยบายการเลือกตัวตรวจรู้เพื่อให้ได้ผลรางวัลเฉลี่ยในระยะยาวสูงที่สุด (average long-term reward) โดยประยุกต์ใช้วิธีวิทเนส (witness algorithm) ในการแก้ปัญหาสำหรับการเลือกตัวตรวจรู้ โดยที่สามารถคงความเชื่อมั่นของข้อมูลได้ตามต้องการ

องค์ความรู้ประการที่สอง คือ การขยายปัญหาแบบกระบวนการตัดสินใจแบบมาคอฟภายใต้สภาวะที่การสังเกตได้บางส่วนแบบสถานะเต็มหน่วยไปสู่กระบวนการการตัดสินใจแบบมาคอฟภายใต้สภาวะที่การสังเกตได้บางส่วนแบบสถานะต่อเนื่อง (continuous-state partially observable Markov decision process) เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เหมาะสมยิ่งขึ้นในสถานการณ์จริง ซึ่งการค้นข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ได้กำหนดเป็นกระบวนการการตัดสินใจ

แบบมาคอฟภายใต้สภาวะที่การสังเกตได้บางส่วนแบบพาราเมตริค (parametric partially observable Markov decision process) ซึ่งเป็นกระบวนการการตัดสินใจแบบมาคอฟภายใต้สภาวะที่การสังเกตได้บางส่วนแบบสถานะต่อเนื่องแบบหนึ่ง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหานโยบายการเลือกตัวตรวจรู้เพื่อให้ได้ผลรางวัลเฉลี่ยในระยะยาวสูงที่สุด โดยประยุกต์ใช้วิธีฟิทเททเวลู่อิเทอเรชั่น (fitted value iteration) สำหรับการแก้ปัญหาในการเลือกตัวตรวจรู้ โดยที่สามารถคงความเชื่อมั่นของข้อมูลได้ตามต้องการ

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SUNISA CHOBSRI : EFFICIENT DATA ACQUISITION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS WITH PARTIALLY OBSERVABLE INFORMATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WIPAWEE HATTAGAM, Ph.D. 128 PP.

WIRELESS SENSOR NETWORKS (WSNs)/ EFFICIENT DATA ACQUISITION/ PARTIALLY OBSERVABLE MARKOV DECISION PROCESS (POMDP)/ PARAMETRIC PARTIALLY OBSERVABLE MARKOV DECISION PROCESS (PPOMDP)/ WITNESS ALGORITHM (WIT)/ FITTED VALUE ITERATION (FVI)

This research proposes an efficient data acquisition scheme which aims to satisfy probabilistic confidence requirements of the collected data in an error-prone wireless sensor network (WSN).

In WSN applications, sensor nodes generate huge amount of redundant data which exhibit high spatial and temporal correlation. Most data may have little benefit to the users' interpretation. Furthermore, these sensor nodes consume the limited on-board resources during data acquisition. Hence, an efficient data acquisition scheme which collects data with low resource consumption is needed. Most researches in the area have merely studied the quality of the collected data and the long-term resource consumption. However, the quality of the collected data has not been guaranteed explicitly. Therefore, the underlying aim of this thesis is to address the problem of efficient data acquisition which selects the best sensor nodes to acquire while maintaining a balance in the data quality against the *long-term* average communication reward in error-prone wireless sensor networks.

There are two main contributions in this thesis :

The first contribution is the formulation of the efficient data acquisition problem in WSNs as a discrete-state partially observable Markov decision process (POMDP), which aims to a find sequence of sensor selection that maximizes the average long-term reward for the system. An existing tool used for solving POMDPs called the witness algorithm is then employed to find a good sensor selection plan such that the requirements of the data quality on the collected data are still satisfied.

The second contribution is the extension from the discrete-state POMDP formulation to the continuous-state POMDP formulation which allows a more realistic approach to the data acquisition problem. A type of continuous-state POMDP formulation namely the parametric partially observable Markov decision process (PPOMDP) has been employed to formulate the efficient data acquisition problem which supports probabilistic confidence requirements in an error-prone WSN. An approximate algorithm called the fitted value iteration (FVI) is applied to find a good sensor selection scheme.

School of Telecommunication Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2008 Advisor's Signature_____