ญานี นะพุทธะ : การหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเคลื่อนที่สำหรับชีวการแพทย์ด้วยรีอินฟอร์สเมนท์เลิร์นนิ่ง โดยใช้ทรัสท์และเร็บพิวเทชั่น (RL-BASED ROUTING IN BIOMEDICAL MOBILE WIRELESS SENSOR NETWORKS USING TRUST AND REPUTATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม, 68 หน้า.

เครือข่ายเซ็นเซอร์ทางด้านชีวการแพทย์ได้กลายเป็นกระบวนการที่มีศักยภาพในการเฝ้าระวังด้านสุขภาพของคนได้ทั้งที่บ้านและที่โรงพยาบาล การประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ทางด้านชีว-การแพทย์นี้เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผู้สูงอายุและผู้ทุพลภาพที่ต้องการเคลื่อนไปไหนมาไหนมากกว่าถูกจำกัดให้อยู่ในสถานที่เฉพาะ เครือข่ายดังกล่าวจะช่วยให้การเฝ้าระวังสุขภาพในด้านข้อมูลทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยเซ็นเซอร์จะถูกติดอยู่กับตัวของผู้ป่วยและส่งข้อมูลเหล่านั้นกลับไปยังศูนย์การแพทย์ และเพื่อสนับสนุนการประยุกต์ใช้งานทางด้านชีวการแพทย์นี้ พารามิเตอร์ทางด้านประสิทธิภาพของเครือข่าย เช่น อัตราความสำเร็จในการส่งแพ็คเก็ต เวลาในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปถึงปลายทาง จะต้องเป็นไปตามความต้องการได้เพื่อให้แน่ใจว่าแพ็กเก็ตข้อมูลสามารถถูกส่งออกไปยังศูนย์การแพทย์ อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์ที่สมจริงมากขึ้น บางโหนดไม่ยอมให้ความร่วมมือกับโหนดอื่น เช่น ไม่ยอมส่งต่อแพ็กเก็ตที่ได้รับมาอาจเป็นเพราะแบตเตอรีหมด โหนดชำรุดหรือทำงานผิดปกติโดยไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลง

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการปรับปรุงวิธีการหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเคลื่อนที่ทางด้านชีวการแพทย์โดยใช้การบูรณาการของอัลกอริธึมเรียนรู้แบบรีอินฟอร์สเมนท์ (reinforcement learning; RL) เข้ากับกระบวนการของทรัสท์และเร็บพิวเทชั่น เรียกว่าคิวอาร์ที และทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมที่มีอยู่แล้วซึ่งเรียกว่าอัลกอริธึมอาร์แอล-คิวอาร์พี (reinforcement learning based routing protocol; RL-QRP) และอัลกอริธึมที่ไม่มีการเรียนรู้เรียกว่าเทรสโฮลด์อัลกอริธึม การจำลองสถานการณ์ต่างๆถูกทดลองภายใต้เงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของโหนด การไม่ร่วมมือของโหนด และเงื่อนไขของเวลาในการส่งแพ็กเก็ตจากต้นทางไปปลายทางที่ต้องการ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษามาตรชี้วัดประสิทธิภาพของการหาเส้นทางสามอย่าง คือ ค่าเฉลี่ยอัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูล (average success ratio) ค่าเฉลี่ยของเวลาในการส่งแพ็กเก็ตจากต้อนทางไปปลายทาง (average end-to-end delay) และจำนวนของเส้นทางที่พบในแต่ละความยาวของเส้นทาง (number of discovered path for each path length)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คิวอาร์ทีอัลกอริธึมที่นำเสนอสามารถให้ประสิทธิภาพสูงกว่าอัลกอริธึมอาร์แอลคิวอาร์พีที่มีอยู่แล้วและเทรสโฮลด์อัลกอริธึมในเทอมของค่าเฉลี่ยอัตรา

ความสำเร็จในการส่งข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของโหนดที่ไม่ให้ความร่วมมือ สูงถึง 11% และ 25% ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขของโหนดที่มีการเคลื่อนที่ สูงถึง 9% และ 22% ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้น ในกรณีของเงื่อนไขเวลาในการส่งแพ็กเก็ตจากต้นทางไปปลายทางที่ต้องการ คิวอาร์ทีอัลกอริธึมมีค่าเฉลี่ยอัตราความสำเร็จในการส่งของมูลมากกว่าอาร์แอล-คิวอาร์พีอัลกอริธึมถึง 11% ซึ่งจากผลการทดลองในการทดลองของเราชี้ให้เห็นว่าวิธีการทรัสท์และเร็บพิวเทชั่นสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงการหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเคลื่อนที่ที่มีโหนดซึ่งไม่ให้ความร่วมมืออยู่ในเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นภายใต้การประยุกต์ใช้เวลาในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางที่จำกัด

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	ลายมือชื่อนักศึกษา_______________________
ปีการศึกษา 2555	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา________________

YANEE NAPUTTA : RL-BASED ROUTING IN BIOMEDICAL MOBILE WIRELESS SENSOR NETWORKS USING TRUST AND REPUTATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WIPAWEE HATTAGAM, Ph.D., 68 PP.

MOBILE WIRELESS SENSOR NETWORKS/ REINFORCEMENT LEARNING/ TRUST AND REPUTATION/ ROUTING/NON-COOPERATIVE

Biomedical Sensor Networks have become a potential solution for monitoring health of people in their home and at hospital. Their application is especially suitable for elderly and disabled people who may prefer to be on-the-move, rather than constrained in a particular area. Such networks allow continuous monitoring of the patient's physiological information. Sensors are attached to the body and relayed back to the medical center. To support such application, network performance metrics such as packet delivery ratio, end-to-end delay must be satisfied to ensure that data packets can be routed and reliably delivered to the medical center. However, in a more realistic scenario some nodes do not cooperate with each other (i.e. by dropping packets they receive) either due to node battery depletion, malfunctioning or simply misbehaving for unknown reason thereby degrading network performance.

The underlying aim of this research is therefore to propose an enhancement to a RL-based routing in biomedical mobile wireless sensor networks by integrating it with trust and reputation, called QRT, and compare it to an existing scheme which has been used to find optimal path through experience and reward for biomedical sensor network, called reinforcement learning based routing protocol (RL-QRP) algorithm and a non-learning algorithm called the threshold. Simulations were conducted under

different mobility, malicious nodes and end-to-end delay requirement conditions. The routing performance metrics studied in this research were of average success ratio, average end-to-end delay and the number of discovered path for each path length.

The experiments results showed that proposed QRT algorithm can outperform existing RL-QRP algorithms and the threshold scheme in terms of average success ratio by up to 11% and 25%, respectively in the malicious node variation case, and up to 9% and 22%, respectively in the node mobility variation case. Furthermore, in the end-to-end delay requirement case, QRT gained 11% up to over RL-QRP algorithm. The results in our experiments suggest that trust and reputation can be applied to improve routing in presence of malicious nodes in mWSNs with stringent end-to-end delay requirements applications.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Telecommunication Engineering Student's Signature ________________

Academic Year 2012 Advisor's Signature________________