บทคัดย่อ

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทางด้านชีวการแพทย์สามารถเพิ่มคุณภาพของการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพให้กับประชาชนผ่านการพัฒนาของการใช้งานและบริการใหม่ ๆ การใช้งานที่มีศักยภาพรวมถึงการตรวจสอบผู้ป่วยซึ่งจะมีพารามิเตอร์สัญญาณชีพที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิของร่างกาย ความดันโลหิต คลื่นไฟฟ้าหัวใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจ เป็นต้น ที่จะถูกส่งไปยังศูนย์การแพทย์ ผู้ป่วยจึงสามารถตรวจสอบได้จากระยะไกลโดยไม่จำเป็นต้องมีคนดูแลส่วนบุคคล ดังนั้น การส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังศูนย์การแพทย์จึงต้องการความน่าเชื่อถือสูง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือจึงนำเสนอวิธีสำหรับการหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทางด้านชีวการแพทย์โดยใช้กลไกการหาเส้นทางแอนนิคาส (anycast) ที่อยู่บนพื้นฐานวิธีการหาเส้นทางด้วยวิธีการเรียนรู้แบบรีอินฟอร์สเมนท์เลิร์นนิ่ง (reinforcement learning; RL) การศึกษาในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกในบทที่ 3 นำเสนอ แอนนิคาส คิว เราท์ติ้ง (anycast Q-routing) และศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์และประสิทธิภาพของการค้นหาเส้นทางไปยังปลายทางเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมที่มีอยู่แล้วคือ แอนนิคาส (anycast) มัลติคาส (multicast) และบรอดคาส (broadcast) ที่อยู่บนพื้นฐานของโปรโตคอลเอโอดีวี (ad hoc on demand distance vector; AODV) ผลการทดลองในบทที่ 3 แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์การสำรวจ (exploration parameter; ϵ) เท่ากับ 0.9จะมีการดำเนินการที่ดีที่สุดสำหรับโครงสร้างของเครือข่ายแบบกริด ในขณะที่ตัวแปร อัตราการเรียนรู้ (learning rate; α) ปัจจัยส่วนลด (discount factor; γ) และ ค่าคงที่ผลตอบแทนถ่วงน้ำหนัก (weighted reward constants) จะไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการดำเนินการ จากการเปรียบเทียบกับวิธีการหาเส้นทางเดิมที่มีอยู่ แอนนิคาส คิว เราท์ติ้ง มีปริมาณข้อมูลในการสื่อสาร (overhead) น้อยที่สุด และมีความล่าช้าในการค้นหาเส้นทาง (path search latency) น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหาเส้นทางแอนนิคาส

ในส่วนที่ 2 ของการศึกษางานวิจัยในบทที่ 4 มุ่งเน้นไปที่การขยายอัลกอริธึมที่ได้นำเสนอไปก่อนหน้านี้ ด้วยวิธีการซ่อมแซมเส้นทางเดิม แอนนิคาส คิว เราท์ติ้ง (local repair anycast Q-rouing) เพื่อตอบสนองการซ่อมแซมเส้นทางเมื่อมีโหนดล้มเหลวในโครงสร้างเครือข่ายแบบกริด ผลการทดลองในบทที่ 4 ได้รับการยืนยันผลการวิจัยในบทที่ 3 แม้จะมีการซ่อมแซมเส้นทางหลังจากโหนดล้มเหลว วิธีการซ่อมแซมเส้นทางเดิม แอนนิคาส คิว เราท์ติ้ง (anycast local repair Q-routing) แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณข้อมูลในการสื่อสารน้อยที่สุด และสามารถค้นหาเส้นทางได้เร็วกว่า แม้ความยาวเส้นทาง (path length) สูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากมีการสำรวจเส้นทางในช่วงเริ่มต้นของการค้นหาเส้นทาง นอกจากนี้ ผลการดำเนินงานของการซ่อมแซมเส้นทางเดิมด้วยการหา

เส้นทางแอนนิคาส คิว เราท์ติ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับ แอนนิคาส เอโอดีวี (anycast AODV) ในเครือข่ายเมื่อมีพื้นที่บดบังการค้นหาเส้นทาง ซึ่งในความเป็นจริงอาจเกิดจากสิ่งกีดขวางทางกายภาพ เช่นอาคารทะเลสาบหรือบึง วิธีการที่นำเสนอยังสามรถใช้ข้อมูลในการสื่อสารในปริมาณต่ำ รวมถึงความล่าช้าในการค้นหาเส้นทางน้อยกว่าวิธีการหาเส้นทางแอนนิคาส เอโอดีวี

Abstract

Biomedical Wireless Sensor Networks can increase the quality of healthcare services provided to citizens, through the development of new applications and services. Potential applications include patient monitory which vital sign parameters such as body temperature, blood pressure, electrocardiogram, heart rate, breathing rate, etc., can be sent to the medical center. Patients can thus be remotely monitored without the need of personal caretaker. Therefore, delivering such information to the medical center requires high reliability of data transmission.

The objective in this thesis is to propose a method for routing in biomedical wireless sensor networks using anycast routing mechanism based on reinforcement learning scheme. The study in this thesis is divided into 2 parts. The first part in Chapter 3, presents the proposed anycast Q-routing and studies the effect of design parameters as well as the performance of the path search to the destination node compared with existing anycast, multicast and broadcast schemes based on AODV protocols. Results in Chapter 3 showed that the exploration parameter (ε) of 0.9 performed best for the grid topology network setting, whereas no significant gain in performance was achieved for varying the learning rate (α), the discount factor (γ) and weighted reward constants. From the comparison with existing routing schemes, the anycast Q-routing generated the least amount of message overhead, with average path search latency comparable to the conventional anycast schemes.

The second part of the study which is in Chapter 4, focuses on extending the previously proposed algorithm to the local repair anycast Q-routing scheme to cater path restoration upon node failure in a normal grid topology. Results in Chapter 4 confirmed the findings in Chapter 3 that, even with path restoration after node failure, the anycast local repair Q-routing scheme exhibits the least amount of message overhead and faster search time at a cost of slightly high average path length due to the exploration of paths at the beginning of the search. Furthermore, the performance of the local repair anycast Q-routing was compared against the anycast AODV scheme in a voided network, which in reality may be caused by physical obstructions such as buildings, lakes or swamps. The proposed scheme can still attain lower message overhead, path search latency than the anycast AODV scheme.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี