

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy

NETWORK SCALABILITY AND GATEWAYS POSITIONING USING GENETIC ALGORITHM FOR LOW POWER WIDE AREA NETWORK

IDRUS SALIMI BIN ISMAIL

2023

Main Supervisor : Associate Professor Nurul Adilah Abdul Latiff, Ph.D

Co- Supervisor : Associate Professor Wan Mariam Wan Muda, Ph.D

Associate Professor Fakhrul Zaman Rokhani, Ph.D

Associate Professor Latifah Munirah Kamarudin, Ph.D

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics

In today's Internet of Things applications, the devices commonly designed for small-low-cost applications involve battery-powered devices and small data processing with low throughput. A new wireless communication technology, Low Power Wide Area Network (LPWAN) technology, is designed to fulfil the requirements. The network of LPWAN technology consists of multiple end nodes that communicate with one or more gateways. The performances of the network are influenced by the number of end node and their requirements. This research investigates the scalability of the LPWAN technology in term of the total number of end nodes to successfully received the data signal by the gateway. The proposed network model was designed and developed using MATLAB environment, where the communication behaviour of LPWAN was used in creating the models and simulations to study the scalability of LPWAN. Performance evaluation of the proposed network model was designed in terms of the percentage of the packet received ratio (PRR). In addition, genetic algorithm was used to optimize the PRR value based on the optimum location for the gateway in the network field. The accuracy of the proposed network model is verified through comparison with the previous network model. The results show that the PRR value for both network models has a similar trend. The simulation for the proposed network

model uses a single gateway run in 18000 m x 18000 m network field, while the simulation for multiple gateways run in 48000 m x 48000 m and 72000 m x 72000 m network field. The simulation results showed that the PRR value decreased when the number of end nodes increased in the network field. However, the PRR value increased when the number of channels, application time and the numbers of gateways increased. The PRR value increased from 93.9112% using CH1 to 98.9292% using CH6 and from 97.9772% using applications time of 600s to 99.6385% using applications time of 3600s. Similarly, for the gateways, PRR value increased from 58.4120% (four gateways) to 70.5557% (six gateways) and 81.1335% (nine gateways). The optimisation using a genetic algorithm increased the PRR value when the network deployed smaller number of end node.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

**KEBOLEHSKALAAN RANGKAIAN DAN KEDUDUKAN GERBANG
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK BAGI RANGKAIAN
KAWASAN LEBAR BERKUASA RENDAH**

IDRUS SALIMI BIN ISMAIL

2023

Penyelia Utama : Profesor Madya Nurul Adilah Abdul Latiff, Ph.D

Penyelia Bersama : Profesor Madya Wan Mariam Wan Muda, Ph.D

Profesor Madya Fakhrul Zaman Rokhani, Ph.D

Profesor Madya Latifah Munirah Kamarudin, Ph.D

**Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan
Informatik**

Dewasa ini, peranti yang menggunakan *Internet of Things* lazimnya direka untuk peranti yang berkos rendah dimana ianya melibatkan peranti yang berkuasa bateri, pemprosesan data yang kecil serta kadar pemprosesan yang rendah. Teknologi komunikasi nirwayar baharu iaitu teknologi Rangkaian Kawasan Luas Kuasa Rendah (LPWAN) telah direka untuk memenuhi keperluan ini. Rangkaian yang menggunakan teknologi LPWAN ini terdiri daripada berbilang nod yang berkomunikasi sama ada dengan satu atau lebih gerbang. Prestasi rangkaian ini dipengaruhi oleh bilangan nod dan keperluan rangkaian tersebut. Penyelidikan ini mengkaji kebolehskalaan teknologi LPWAN dari segi jumlah bilangan nod untuk berjaya menerima isyarat data melalui gerbang. Model rangkaian yang dicadangkan telah direka bentuk dan dibangunkan menggunakan MATLAB, di mana tingkah laku komunikasi LPWAN digunakan dalam mencipta model dan simulasi untuk mengkaji kebolehskalaan LPWAN. Penilaian prestasi model rangkaian yang dicadangkan telah direka bentuk dari segi peratusan nisbah paket diterima (PRR). Di samping itu, algoritma genetik digunakan untuk mengoptimumkan nilai PRR berdasarkan lokasi optimum bagi gerbang yang berada didalam medan rangkaian. Ketepatan model rangkaian yang

dicadangkan disahkan melalui perbandingan pengesahan dengan model rangkaian sebelumnya. Keputusan menunjukkan bahawa nilai PRR bagi kedua-dua model rangkaian mempunyai arah aliran yang sama. Simulasi untuk model rangkaian yang dicadangkan menggunakan gerbang yang tunggal dijalankan dalam medan rangkaian 18000m x 18000m, manakala beberapa gerbang pula dijalankan dalam medan rangkaian 48000m x 48000m dan 72000m x 72000m. Keputusan simulasi menunjukkan bahawa nilai PRR menurun apabila bilangan nod meningkat dalam medan rangkaian. Walaubagaimanapun, nilai PRR meningkat apabila bilangan aliran, masa aplikasi dan bilangan gerbang meningkat. Nilai PRR meningkat daripada 93.9112% menggunakan CH1 kepada 98.9292% menggunakan CH6 dan daripada 97.9772% menggunakan masa aplikasi 600s kepada 99.6385% menggunakan masa aplikasi sebanyak 3600s. Begitu juga untuk gerbang, nilai PRR bertambah dari 58.4120% (empat gerbang) kepada 70.5557% (enam gerbang) dan 81.1335% (sembilan gerbang). Pengoptimuman menggunakan algoritma genetik meningkatkan nilai PRR apabila rangkaian menggunakan bilangan nod yang lebih kecil.