

ABSTRACT

IEEE 802.15.4 Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN) is one of the standards for Wireless Sensor Network (WSN) which provides low power multihop transmission in Wireless Personal Area Network (WPAN). The LR-WPAN has two types of nodes which can either be full function devices (FFD) or reduced function devices (RFD). The number of FFD and RFD in a WPAN determines the two types of topology for the network: star and peer-to-peer. Star topology restricts communication between a PAN-C and RFD, while peer-to-peer topology may establish a mesh or tree topology depending on the nodes' restrictions. A cluster tree topology extends network with less FFD and as a result, reduces routing complexity. The coordinators in a cluster tree topology network transmit beacons periodically to allow nodes synchronization and communications. However, if concurrent beacons transmission is within the same transmission range, it will cause beacons collision, therefore resulting in poor network performance. In order to increase network performance, an enhancement on the available beacon scheduling method, superframe adjustment and beacon transmission scheme (SABTS) was introduced. This enhanced method is called coordinator clustering SABTS (CC-SABTS). CC-SABTS improves the gap in SABTS which causes delay in beacon transmission and communication by clustering coordinator nodes that are separated by two length radius to avoid an overlapping transmission range. The non-overlapping coordinators can be clustered to share beacon transmission time and this reduces delay for beacons transmission. Hence, nodes can start their communications process earlier. This study compares the average throughput, packet delivery ratio (PDR), end to end delay and packet loss between SABTS and CC-SABTS. Simulation results showed that in a network with varied interarrival rate (INTV), CC-SABTS outperformed conventional SABTS up to 39%, 5%, 22% and 29% for average throughput,

PDR, end to end delay and packet loss, respectively. CC-SABTS also improved the conventional SABTS by 37%, 30%, 29% and 9% for average throughput, PDR, end to end delay and packet loss, respectively for a varied number of end devices. The average throughput, PDR, end to end delay and packet loss also improved by 3%, 25%, 8% and 22%, respectively in a varied packet size network. In addition, an improvement up to 41%, 30%, 41% and 27% for average throughput, PDR, end to end delay and packet loss was achieved in a varied density network. Lastly, the CC-SABTS worked 62% and 18% better for average throughput and PDR when simulated in a constant bit rate (CBR) traffic environment. However, in the case of average end to end delay and packet loss, CC-SABTS improved performance up to 30% and 69%, respectively in Poisson traffic environment. In conclusion, the CC-SABTS improves network significantly compared to the conventional SABTS when simulated in a varied interarrival rate, end devices, packet size, network density and network traffic.

Keywords: IEEE 802.15.4, beacon scheduling, wireless, cluster tree, CC-SABTS

Penambahbaikan Penjadualan Isyarat untuk Topologi Kluster Pepohon dalam Rangkaian Kawasan Peribadi Tanpa Wayar

ABSTRAK

IEEE 802.15.4 Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN) ialah salah satu standard dalam Rangkaian Sensor Tanpa Wayar (WSN). Ia menyediakan penghantaran pelbagai loncatan berkuasa rendah di dalam Rangkaian Kawasan Peribadi Tanpa Wayar (WPAN). LR-WPAN mempunyai dua jenis nod yang boleh bertindak sebagai peranti berfungsi penuh atau peranti fungsi berkurang. Jumlah peranti fungsi penuh dan peranti fungsi berkurang menentukan jenis-jenis topologi dalam rangkaian iaitu: bintang dan rakan-ke-rakan. Topologi bintang menghadkan komunikasi hanya antara penyelarar WPAN dan peranti hujung, manakala topologi rakan-ke-rakan boleh membentuk samada topologi jejaring atau topologi pepohon bergantung kepada had pada fungsi nod. Topologi kluster pepohon memperluas rangkaian dengan berkurangnya jumlah peranti berfungsi penuh dan seterusnya menghasilkan pengurangan kerumitan penghalauan. Penyelaras dalam topologi kluster pepohon menghantar isyarat secara berkala untuk membolehkan penyegerakan nod dan komunikasi. Namun begitu, jika penghantaran berlaku secara serentak dan berada dalam lingkungan penghantaran yang sama, ini akan mengakibatkan pelanggaran isyarat dan mengurangkan prestasi rangkaian. Untuk meningkatkan prestasi rangkaian, satu penambahbaikan ke atas teknik penjadualan isyarat sedia ada iaitu Superframe Adjustment and Beacon Transmission Scheme (SABTS) telah diperkenalkan. Teknik yang telah ditambah baik ini dikenali sebagai Coordinator Clustering SABTS (CC-SABTS). CC-SABTS menambahbaik kekurangan SABTS yang menyebabkan kelewatan penghantaran isyarat dan komunikasi dengan cara mengklusterkan nod penyelarar yang dipisahkan dengan dua jarak radius bagi mengelakkan pertindihan lingkungan penghantaran. Penyelaras yang tidak mempunyai lingkungan penghantaran yang bertindih

boleh diklusterkan untuk berkongsi masa penghantaran isyarat dan seterusnya boleh mengurangkan kelewatan penghantaran. Oleh sebab itu, nod boleh memulakan proses komunikasi dengan lebih awal. Kajian ini membandingkan purata penghantaran, nisbah penghantaran paket, kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket antara SABTS dan CC-SABTS. Keputusan simulasi menunjukkan bahawa bagi rangkaian yang dipelbagaikan kadar masa interval (INTV), CC-SABTS telah mengatasi SABTS sebanyak 39%, 5%, 22%, dan 29% untuk purata penghantaran, nisbah penghantaran paket, kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket. CC-SABTS juga menambah baik SABTS sebanyak 37%, 30%, 29% dan 9% untuk purata penghantaran, nisbah penghantaran paket, kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket apabila jumlah peranti hujung divariasikan. Purata penghantaran, nisbah penghantaran paket, kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket turut meningkat sehingga 3%, 25%, 8% dan 22% apabila saiz paket dipelbagaikan. Sebagai tambahan, peningkatan sehingga 41%, 30%, 41% dan 27% untuk purata penghantaran, nisbah penghantaran paket, kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket turut dicapai apabila kepadatan rangkaian dipelbagai. Akhir sekali, CC-SABTS berfungsi 62% dan 18% lebih baik untuk purata penghantaran dan nisbah penghantaran paket apabila simulasi dilakukan dalam trafik bit berkadar berterusan (CBR). Namun begitu, bagi purata kelewatan hujung-ke-hujung dan kehilangan paket, CC-SABTS ditambah baik sehingga 30% dan 69% dalam keadaan simulasi trafik Poisson. Secara kesimpulannya, CC-SABTS telah meningkatkan kebolehan rangkaian secara signifikan berbanding SABTS apabila simulasi dilakukan dalam keadaan kadar masa antara ketibaan, jumlah peranti hujung, saiz paket, kepadatan rangkaian dan trafik rangkaian dipelbagai.

Kata kunci: IEEE 802.15.4, penjadualan isyarat, tanpa wayar, kluster pepohon, CC-SABTS