

ABSTRAK

Replikasi pesan ditransmisikan sebanyak mungkin oleh pembawa pesan (*node*) untuk meningkatkan probabilitas keberhasilan transmisi dikarenakan jalur *end-to-end* jarang tersedia di jaringan oportunistik. Namun, jumlah transmisi pesan yang melampaui kapasitas jaringan akan meningkatkan beban jaringan dan menyebabkan kemacetan (kongesti). Di jaringan oportunistik, penanganan kongesti yang lebih efektif dibutuhkan karena pemberitahuan tentang kongesti akan mengalami keterlambatan akibat waktu tunda yang besar. Mekanisme perbaikan penanganan kongesti untuk jaringan yang tidak selalu terhubung diterapkan pada algoritma *Retiring Replicants* (RR) dengan mengadopsi konsep *Additive-Increase/Multiplicative-Decrease* (AIMD) dari *Transmission Control Protocol* (TCP) untuk melimitasi jumlah replikasi pesan menggunakan nilai kongesti (*congestion value*, CV) sebagai parameter pengamatan kongesti jaringan. Akan tetapi, berdasarkan pengamatan penulis, pada algoritma RR, CV menunjukkan frekuensi fluktuasi yang cukup sering, menandakan ketidakstabilan dan kinerja jaringan yang kurang optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini, penulis mengusulkan sebuah solusi perbaikan penanganan kongesti dengan menerapkan *Independent Q-learning - Congestion Control* (IQLCC), cabang algoritma dari teknik pembelajaran *Reinforcement Learning*, dimana *node* secara independen belajar memilih dan menganalisis sebuah tindakan yang harus dilakukan pada suatu keadaan kongesti untuk mengontrol transmisi pesan dan mengurangi frekuensi fluktuasi CV. *Node* yang melakukan tindakan yang tepat untuk meminimalkan kongesti akan menerima nilai positif (*Q-value*) sebagai insentif. Penulis meninjau kinerja dari mekanisme IQLCC melalui simulasi menggunakan *The ONE Simulator*. Hasil unjuk kerja menunjukkan bahwa mekanisme IQLCC mampu menangani kongesti dengan lebih optimal ditandai dengan meningkatnya probabilitas transmisi pesan dan berkurangnya beban jaringan.

Kata Kunci: Penanganan Kongesti, *Reinforcement Learning*, *Independent Q-learning*, Jaringan Oportunistik

ABSTRACT

To increase the probability of successful message transmission because end-to-end paths are rarely available in opportunistic networks, message replications are transmitted by relay nodes. However, the amount of message transmission that exceeds the capacity of the network will increase the overhead and leads to congestion. Furthermore, in opportunistic networks, the response to congestion needs more time due to the delay-tolerant nature of this networks. A solution to control congestion in intermittently connected networks is introduced by *Retiring Replicants* (RR) algorithm. This algorithm adopts the Additive-Increase/Multiplicative-Decrease (AIMD) from Transmission Control Protocol (TCP) to limit the number of replications. RR uses congestion value (CV) as parameter to observe the congestion of the networks. However, our initial finding shows that CV is frequently fluctuated throughout the experiment, indicating that bursts of congestions still occur in the networks. Consequently, causing less-than-optimal network performances. In order to reduce the fluctuation of CV, we proposed Independent Q-learning–Congestion Control (IQLCC), a subset of Reinforcement Learning strategy that enable nodes to independently learn about choosing and analyzing an action in a congestion state to control the transmission and suppress the fluctuation of CV. In this strategy, nodes that select the proper action to reduce congestion are rewarded with positive Q-value. We evaluated this proposed algorithm using extensive simulation in The ONE Simulator. The results show that our approach is able to reduce the congestion, indicated by the increasing of delivery probability and the decreasing of overhead ratio.

Keywords: Congestion Control, Reinforcement Learning, Independent Q-learning, Opportunistic Networks