

ABSTRAK

Jaringan oportunistik memanfaatkan perangkat *mobile* sebagai *node* untuk meneruskan pesan, namun jalur komunikasi *end-to-end* jarang tersedia. Replikasi pesan menjadi strategi umum untuk meningkatkan peluang pesan mencapai tujuan. Pesan direplikasi dan disebar oleh banyak *node*, meningkatkan kemungkinan salah satu *node* dapat meneruskannya ke tujuan. Namun, replikasi pesan yang berlebihan dapat menyebabkan kongesti dimana ketika *node* menerima pesan diluar kapasitasnya sehingga terjadi *buffer congestion*. Algoritma dan mekanisme perlu dirancang untuk mengoptimalkan replikasi pesan, meminimalisir kemacetan, dan meningkatkan *delivery performance*. Oleh karena itu, pada penelitian ini, penulis mengusulkan mekanisme pengendalian kongesti menggunakan cabang metode *Reinforcement Learning* yaitu *Q-Learning – Congestion Control (QLCC)*, *node* dapat mempelajari *environment* dan memilih *action* berdasarkan *state* atau keadaannya. Sehingga *node* dapat secara selektif dalam memilih *action* mana yang optimal untuk meminimalkan kongesti pada lingkungannya yaitu *buffer*. Untuk memaksimalkan *reward* yang akan didapat, maka diterapkan fungsi eksponensial dalam perhitungan *reward*. Fungsinya untuk menganalisis laju penurunan *reward* yang didapat ketika *buffer occupancy* meningkat. Algoritma yang diusulkan dievaluasi menggunakan *THE ONE Simulator*, dan hasilnya menunjukkan bahwa algoritma QLCC dengan penerapan fungsi eksponensial ini lebih unggul daripada algoritma *Q-Learning* tradisional dalam hal pengendalian kemacetan, efisiensi *routing*, dan optimasi *buffer*. Algoritma ini juga tahan terhadap variasi pola pergerakan *node*, seperti yang ditunjukkan oleh kinerjanya yang konsisten dalam berbagai skenario.

Kata Kunci : Penanganan Kongesti, *Reinforcement Learning*, *Q-Learning*, Jaringan Oportunistik, Fungsi Eksponensial

ABSTRACT

Opportunistic networks use mobile devices as nodes to forward messages, but end-to-end communication paths are rarely available. Message replication becomes a common strategy to increase the chances of a message reaching a destination. Messages are replicated and distributed by many nodes, increasing the likelihood that one of the nodes can forward it to the destination. However, excessive message replication can cause congestion where when the node receives a message beyond its capacity, buffer congestion occurs. Algorithms and mechanisms need to be designed to optimize message replication, minimize congestion, and improve delivery performance. Therefore, in this study, the author proposed a congestive control mechanism using the branch of Reinforcement Learning method Q-Learning - Congestion Control (QLCC), node can study the environment and choose action based on its state or condition. So, the node could selectively in choosing which action is optimal to minimize the congestion in its environment, the buffer. To maximize the reward that will be obtained, an exponential function is applied in the calculation of rewards. It is used to analysis the rate of reward decrease achieved when the buffer occupancy increases. The proposed algorithm was evaluated using the THE ONE Simulator, and the results showed that the QLCC algorithm with the application of these exponential functions is superior to the traditional Q-Learning algorithm in terms of congestion control, routing efficiency, and buffer optimization. It is also resistant to variations in the patterns of node movement, as demonstrated by its consistent performance in various scenarios.

Keywords: *Congestion Management, Reinforcement Learning, Q-Learning, Opportunistic Networks, Exponential Functions*