

# マルチホップネットワークにおいて ループを回避する優先方路決定アルゴリズム

## The Preferred Route Determination Algorithm to Avoid Loops in Multi-hop Networks

熱田 隆  
Ryu Atsuta

高橋 弘樹  
Hiroki Takahashi

落合 庸央  
Tsuneo Ochiai

株式会社 モバイルテクノ  
Mobile Techno Corp.

### 1. はじめに

複数経路が設定されたマルチホップネットワークにおいて、各ノードがパケット転送するとき、再送により代替経路が使用されるとループが発生するおそれがある。一般的に、IP ヘッダの TTL (time to live) によりループパケットが削除されるが、高信頼かつ低遅延が求められるネットワークでは、ループの発生を完全に排除する必要がある。

ループを回避する手法として、経路要求パケットに転送経路を保持する DSR[1]や、ループ検出ノードがパケットを 1-Hop 前に戻す DFF[2]が提案されているが、いずれも遅延時間が大きく効率的ではない。

本稿では、高信頼かつ低遅延が求められるマルチホップネットワークのための、ループを回避する優先方路決定アルゴリズムを提案する。

### 2. 優先方路決定アルゴリズム

図 1 に優先方路決定手順を示す。丸数字はノードを示し、リンク上の数字はリンクコストを示す。Node-0 が集中制御するマルチホップネットワークを想定する。Node-0 に設定されている複数経路の中から、優先方路を決定する。

各ノードへの第 1 経路（最小経路コスト）に注目し、宛先と次 Hop が一致するリンクを優先方路と決定する。図 1 の(1)–(3)に示すように、Node-0 からの Hop 数が少ないノードから順に優先方路を決定していく。その結果、図 1 の(3)のようなツリー構造の優先方路が完成する。

図 1 の例では、Node-6 への第 1 経路は{0-1-4-6}で、単純に第 1 経路を選択するだけではツリー構造が崩れ、{0-1-4-2}の間でループが発生してしまう。しかし、本アルゴリズムは中継ノードへの優先方路を伸ばしながら、その先の優先方路を決定するため、ツリー構造が崩れることがない。

### 3. シミュレーション評価および考察

計算機シミュレーションにより優先方路構築率を評価した。複数経路構築済みのマルチホップネットワークに対し本アルゴリズムを適用し優先方路を決定した。ネットワークの規模に関わらず、優先方路構築率は 100%を示した。また、優先方路でループが発生しないことを確認した。

優先方路はループを発生させない代わりに経路冗長性を失うが、例えば CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance) および TDMA (time division multiple access) が混在するようなシステムにおいて、TDMA 領域で経路冗長性および遅延保障を実現しながら、CSMA/CA 領域で性能改善を実現したいときに有効に機能する。TDMA 領域で送信できなかったパケットを、優先方路を用

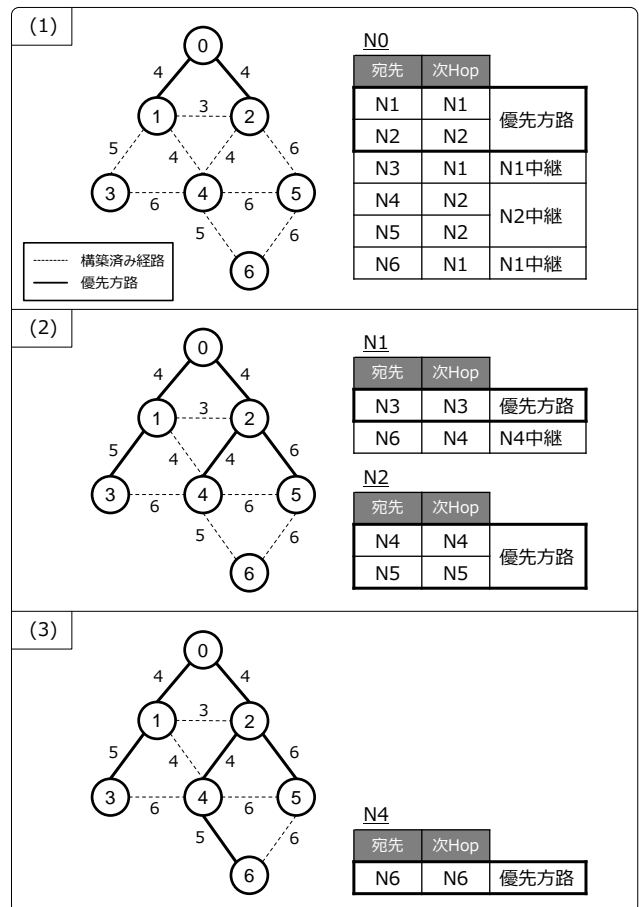


図 1 優先方路決定手順

いて CSMA/CA 領域で送信することで、遅延、到達率、スループットの改善が見込める。また、優先方路についても経路情報と同様にリアルタイムに更新することで、冗長性を担保できる。

### 4. おわりに

本稿では、高信頼かつ低遅延が求められるマルチホップネットワークのための、ループを回避する優先方路決定アルゴリズムを提案した。

#### 参考文献

- [1] D. Johnson, Y. Hu, D. Maltz, "The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4," IETF RFC4728, 2007.  
[2] U. Herberg, A. Cardenas, T. Iwao, M. Dow, "Depth-First Forwarding (DFF) in Unreliable Networks," IETF RFC6971, 2013.