

# 同時送信フラディングを用いた転送領域制限形経路制御

## B-6 Concurrent Transmission Flooding with Forwarding Area Control for Unicast Routing

岡本 健† 山崎 託††‡‡ 山本 嶺††‡‡ 三好 匠††‡‡ 田中良明††‡‡

Takeru OKAMOTO† Taku YAMAZAKI††‡‡ Ryo YAMAMOTO††‡‡ Takumi MIYOSHI ††‡‡ Yoshiaki TANAKA††‡‡

† 早稲田大学基幹理工学部情報通信学科 † Department of Communications and Computer Engineering, Waseda University

†† 芝浦工業大学システム理工学部 †† College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

‡ 電気通信大学大学院情報理工学研究科 ‡ Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

‡‡ 早稲田大学国際情報通信研究センター ‡‡ Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University

### 1. まえがき

無線センサネットワークにおいて、複数ノードが厳密に送信タイミングを合わせることで、建設的干渉を発生させ、衝突を回避する同時送信フラディング (CTF: Concurrent Transmission Flooding) [1]が提案されている。一方、CTFをユニキャストルーティングへ応用した場合、宛先端末と異なる方向にもパケットが転送される問題がある。本稿では、転送領域を制限した Opportunistic Routing (OR)を応用し、CTFを用いた転送領域制限形経路制御を提案する。

### 2. 関連研究

CTF[1]は、無線通信における建設的干渉を応用することで、複数端末による同時送信を行い、情報を拡散する手法である。この手法では、各端末がパケットを受信した後に即座に送信を行う。このとき、複数端末から送信されたパケットを同時に受信する端末が存在する可能性があるが、パケットの到達時間差が  $0.5\mu\text{s}$  以内である場合、建設的干渉となり、衝突の影響を抑制しながら受信することが可能である。これを繰り返し、ネットワーク内にパケットをフラディングする。ユニキャストルーティングへCTFを応用することを考えた場合、冗長経路による高い信頼性が期待される一方、宛先端末と異なる方向へパケットが転送される可能性や、高端末密度下や広範囲への適用では、冗長なパケットが多数転送される可能性がある。

### 3. CTFを用いた転送領域制限形経路制御

本稿では、上述した問題に対し、CTFを用いた転送領域制限形経路制御を提案する。なお、本稿では、CTF時に経路制御が可能であると仮定する。

CTFの経路制御を行うために、転送領域制限形OR [2]を応用する。転送領域制限形ORでは、各端末が優先的に転送を行う次ホップ端末をあらかじめ経路探索にて決定し、次ホップ端末とその近傍領域に転送端末を制限することで、転送領域の拡大を抑制する。

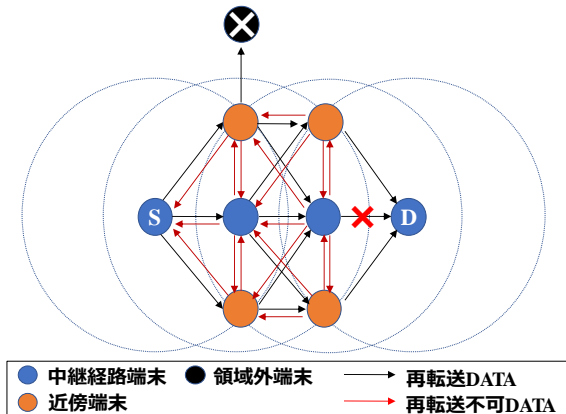


図1 提案手法の動作例

図1に提案手法の動作例を示す。提案手法では、転

送領域制限形ORと同様に、送信元端末が経路要求をフラディングし、宛先端末までの経路を探索する。経路要求を受け取った宛先端末は、経路要求が経由した経路の逆経路を利用することで経路応答を送信元端末に返信する。その後、データパケットの転送領域を経路応答の中継端末とその近傍領域に制限したCTFを行い、転送領域外の端末、または転送に寄与しない宛先端末の近傍領域が受信した場合、パケットを転送せずに破棄する。このように宛先端末方向に位置する端末のみに転送領域を制限することで、不要な冗長パケットを削減しながら高い信頼性を達成する。

### 4. 理論解析による性能評価

本稿では、図1のトポロジーにおいて、送信元端末と宛先端末間のホップ数を変化させた場合の転送成功率を評価する。ここでは、最短経路上の各リンクの転送成功率  $P_i$  を0.9とし、それ以外の転送成功率  $p_j$  を0.1から0.8まで変化させ、一般的なユニキャストルーティングであるAODVと比較を行う。図2に示す結果より、CTFを用いる提案手法では、冗長な経路を用いるマルチパス通信によって、いずれの場合においても高い転送成功率を達成することが分かる。

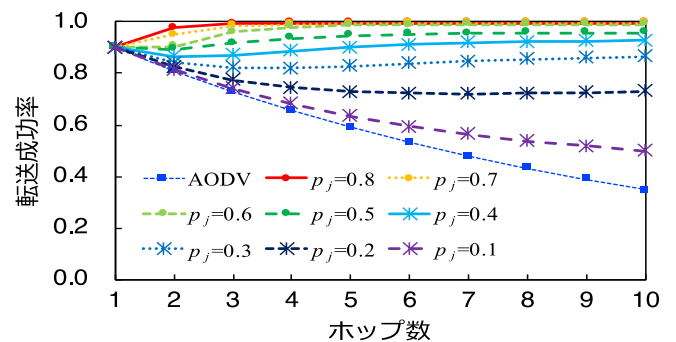


図2 転送成功率

### 5. むすび

本稿では、CTFを用いた転送領域制限形経路制御を提案した。今後は、端末の位置関係と転送成功率、送信パケット数の関係を明らかにし、領域制限の最適化に関する検討が必要であろう。

### 文献

- [1] F. Ferrari, M. Zimmerling, L. Thiele, and O. Saukh, "Efficient network flooding and time synchronization with glossy," 10th ACM/IEEE Int. Conf. Inf. Process. Sensor Netw. (IPSN 2011), Chicago, USA, pp.73–84, April 2011.
- [2] T. Yamazaki, R. Yamamoto, T. Miyoshi, T. Asaka, and Y. Tanaka, "PRIOR: Prioritized forwarding for opportunistic routing," IEICE Trans. Commun., vol.E100-B, no.1, pp.28-41, Jan. 2017.