

# 移動先の統計的チャネル状況を考慮した無線資源割り当て手法の検討

A Study of Radio Resource Allocation Methods Considering the Statistical Channel Conditions at the Destination

吉川 紘大朗 棚木 拓海 安達 宏一  
Kotaro Yoshikawa Takumi Tanagi Koichi Adachi

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター (AWCC)  
Advanced Wireless & Communication Research Center (AWCC), The University of Electro-Communications

## 1 まえがき

自動搬送車 (AGV: Automated Guided Vehicle) は製造現場や倉庫内で材料を運搬するために多く用いられる。屋内工場環境においては、多数の金属体が存在することから劣悪な通信環境になることが予想されるため、AGV は通信品質を考慮したリソース割り当てが必要となる。これまでに、過去および現在のチャネル状態に加え、将来のチャネル状態を考慮したリソース割り当て法である PPF (Proactive Proportional Fair) が提案されており、システムスループットを向上可能なことが示されている [1]。本稿では、PPF において送信端末 (AGV) のバッファに格納されているパケット数に応じて考慮する将来のチャネル状態の時間幅を制御する手法を提案する。提案法では、将来のチャネル状態として、電波マップ [2] に格納された統計情報を利用する。

## 2 上りリンクの無線リソース割り当て

$A \times A$  [m<sup>2</sup>] の屋内工場環境で  $I$  台の AGV が動作する環境を想定する。AGV はパケット生起周期  $T_{\text{gen}}$  [sec] で制御情報やセンサ情報が含まれたパケットを生起する。生起したパケットを送信バッファに格納し、割り当てられた無線リソースを用いて、基地局 (BS) に送信する。この時、許容遅延時間  $T_{\text{ADT}}$  [sec] を超えても、送信出来なかったパケットは破棄されるものとする。

任意の時刻  $t$  において、バッファに格納された一番古いパケットの残りの許容遅延時間  $T_{\text{RADT}}(t)$  が短い場合、短区間のみの将来の推定値を考慮することが必要となる。そのため  $T_{\text{RADT}}(t)$  を将来の平均データレート算出の時間幅に用いる。時刻  $t$  における AGV  $i$  の平均データレート  $R_i^{\text{ave}}(t)$  を過去及び現在のデータレート  $R_i(t)$  に加え、電波マップを用いて予測した将来のデータレート  $R_i^{\text{stats}}(t)$  を用いて次式のように求める。

$$R_i^{\text{ave}}(t) = \frac{\sum_{t-T_{\text{ADT}}}^{t-1} R_i(t)}{T_{\text{ADT}}} + \frac{\sum_t^{t+T_{\text{RADT}}(t)} R_i^{\text{stats}}(t)}{T_{\text{RADT}}(t) + 1} \quad (1)$$

ここで、電波マップから予測した将来のデータレート  $R_i^{\text{stats}}(t)$  はパスロスとシャドウイングによる影響のみを考慮して算出したものを用いている。

AGV  $i$  の瞬時データレート  $R_i(t)$  を自身の特定時間内の平均データレート  $R_i^{\text{ave}}(t)$  で正規化した値である優先度メトリックに基づいて決定した、AGV  $i^*$  に割り当てを行う。

$$i^* = \operatorname{argmax}_{i=1,2,\dots,I} \left( \frac{R_i(t)}{R_i^{\text{ave}}(t)} \right) \quad (2)$$

## 3 シミュレーション評価

$50 \times 50$  [m<sup>2</sup>] の屋内工場環境を想定した環境において特性評価を行った。基地局は  $(x, y) = (0, 25)$  の位置に配

置され、AGV はエリアの四隅をそれぞれランダムに目的地として決定し、目的地に向かって等速に移動するものとする。また過去の平均データレート算出の時間幅には許容遅延時間を用いて、将来の平均データレート算出の時間幅には一番古いパケットの残りの許容遅延時間を用いる。その他の主なパラメータは帯域幅  $B = 10$  [MHz]、送信電力  $P = 20$  [dBm]、各パケットの許容遅延時間  $T_{\text{ADT}} = 0.9$  [s]、パケットの正規間隔  $T_{\text{gen}} = 0.03$  [s] とした。図 1 に生起パケットサイズに対するパケット破棄率を示す。ここで、図の凡例における PF (Proportional Fair) は過去と現在のチャネル状況のみを考慮した一般的な PF 法である。図 1 より、既存手法と比較して、提案手法は生起パケットサイズによらずパケット破棄率を改善できていることがわかる。これは、AGV のバッファにあるパケット数に応じて割り当ての際に考慮する将来のチャネル状況の時間幅を制御したためである。

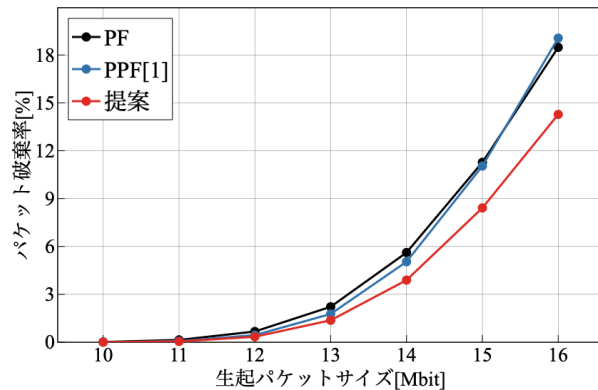


図 1 生起パケットサイズに対するパケット破棄率

## 4 まとめ

提案手法は、送信機のバッファに格納されたパケット数とその残り許容時間に基づいて、電波マップから予測するチャネル状況の時間幅を適応的に制御する手法を提案し、計算機シミュレーションにより既存手法と比較してパケット破棄率を低減できることを示した。

謝辞 本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究 (JPJ012368C07301) により得られたものです。

### 参考文献

- [1] L. Shen, T. Wang, and S. Wang, "Proactive proportional fair: A novel scheduling algorithm based on future channel information in ofdma systems," in *IEEE/CIC ICC*, Oct. 2019.
- [2] K. Sato, M. Kitamura, K. Inage, and T. Fujii, "Measurement-based spectrum database for flexible spectrum management," *IEICE Trans. Commun.*, vol. E98B, no. 10, pp. 2004–2013, Oct. 2015.