

D2D通信における動的なチャネル 再利用の検討

電気通信大学

I 類 コンピュータサイエンスプログラム 吉永研究室

学籍番号2311029 植田佳介

- ◆ モバイル通信のデータトラフィックが年々増加している[1]
 - 動画コンテンツが大きな割合を占める
- ◆ 通信資源を効率的に利用するため、D2D(Device-to-Device)通信という基地局を介さず端末間で直接通信する方法を活用

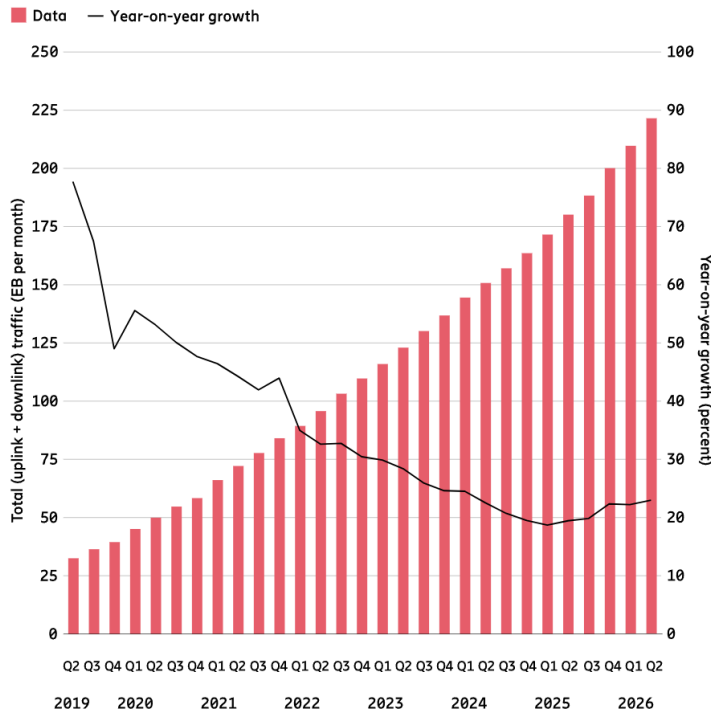


図1. 世界の月間モバイルネットワーク
データ通信量(EB/月)および前年比(%)

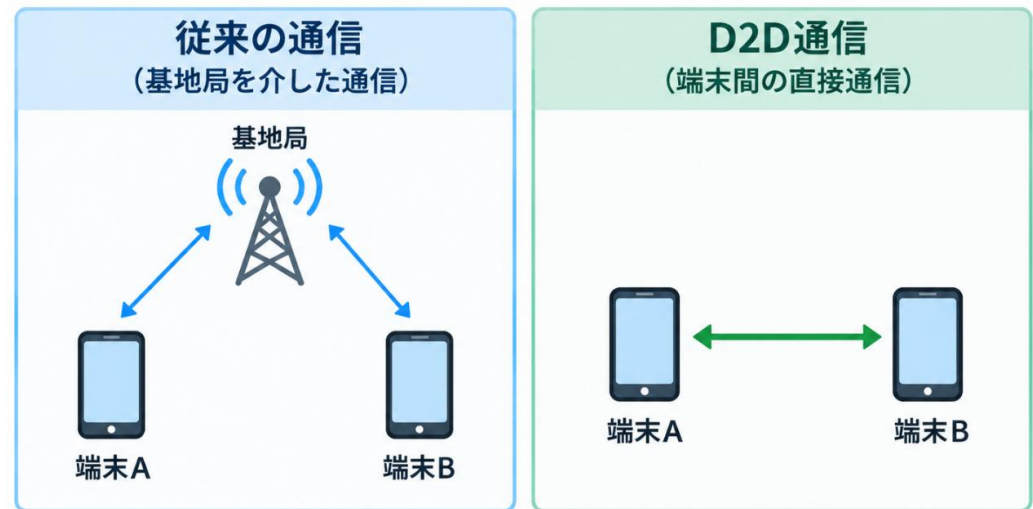


図2. D2D通信の概要

[1] Ericsson, *Ericsson Mobility Report*, 2026. <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-traffic-update>

先行研究1: チャネル割り当て

- ◆ D2D通信の資源割り当てに関する研究
 - Islamらは、資源割り当て手法を最適化・NOMA・ゲーム理論・機械学習の4方式に分類して整理[2]
- ◆ 李らは、グリッド分割によるチャネル再利用を提案[3]
 - エリアを固定的に分割し、離れたエリア間で同じ帯域を再利用
 - 分割は固定で、需要に応じた配分の更新は扱っていない

[2] T. Islam and C. Kwon, "Survey on the state-of-the-art in device-to-device communication: A resource allocation perspective," *Ad Hoc Networks*, p. 102978, 2022

[3] Xinyuan LI, Kento SAKURAI, Celimuge WU, and Tsutomu YOSHINAGA, "A Communication Resource Allocation Scheme for D2D Cache Networks," *IEICE Technical Report, CPSY2024-59, DC2024-130*, pp. 85–90, 2025

先行研究2: 移動と本研究の位置づけ

- ◆ 端末の移動を考慮した資源割り当てに関する研究
 - Alghazaliらは、移動に適応した資源割り当てを遺伝的アルゴリズムにより検討[4]
 - 静的な割り当てでは、移動に伴う性能低下を避けられない
- ◆ 本研究の位置づけ
 - グループ単位のチャネル配分を、需要に応じて動的に更新
 - 更新間隔がQoS(Quality of Service)に与える影響を検証する

[4] Q. Alghazali, H. Al-Amaireh, and T. Cinkler, "Mobility-aware resource allocation in D2D communications using genetic algorithms," IEEE Access, vol. 13, pp. 144591–144606, 2025

◆ 研究目的

- 限られたチャネルを通信需要に応じて配分し、
動画視聴のQoSを向上させる

◆ 研究手段

- グリッドごとの通信需要に応じて、チャネル割り当てを動的に更新
- 本発表では、更新の時間間隔がQoSに与える影響を検証

提案手法：グリッド動的割り当て

- ◆ グリッド分割とチャネルの割り当て
 - 4×4のグリッドに分割し、隣接するグリッドが同じグループにならないようA～Dに分類
 - 全チャネルを4分割し、各グループに割り当て
- ◆ 通信需要に応じた動的割り当て
 - 通信需要 = グループ内の未処理のD2D通信リクエスト数
 - 更新間隔ごとに需要を集計し、その比率に応じてチャネルを配分

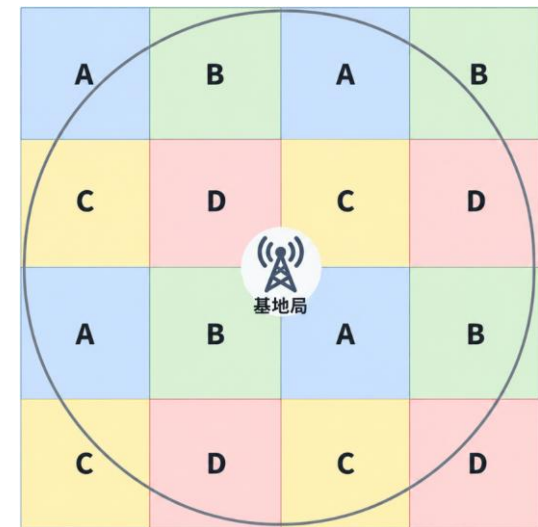


図5. グリッド分割と基地局の配置

◆ シミュレーション環境

- 基地局の通信範囲内に複数のD2D端末が存在する環境を想定
- SVC(Scalable Video Coding)方式の動画を視聴し、通信状況に応じて画質が変化

◆ 視聴状態

- 画質: 受信データ量に応じてHigh・Middle・Lowの3段階
- Buffering: 受信が再生に追いつかず、再生が一時停止
- iBuffering: 再生開始前に生じる同様の待ち時間

◆ 評価指標

- チャネル割り当てを更新する時間間隔(更新間隔)を変化させてシミュレーションを行う
- それぞれの視聴状態の割合を比較

シミュレーション条件

- ◆ 半径500mの円形エリアに800台の端末を一様ランダムに配置
- ◆ 端末は最大1.0m/sの速度で移動

表1. 実験時のパラメータ

色タグ数	64	基地局通信帯域幅	100MHz
継続視聴確率	0.99	B2D通信可能距離	500m
キャッシュ容量	1000MB	D2D帯域帯域幅	80MHz
チャンネル数	100	D2D通信周波数	28GHz
Zipf則の偏り	$s=1.2$	D2D通信可能距離	45m
高画質視聴レート	6.0Mbps	バッファサイズ	3s
中画質視聴レート	3.0Mbps	ノイズ	-95dBm
低画質視聴レート	1.0Mbps	空間伝達係数	2.9

シミュレーション条件

- ◆ 各グループの端末を一様ランダムに配置
- ◆ 1200秒間、アクセスパターンに基づく動画リクエストを生成

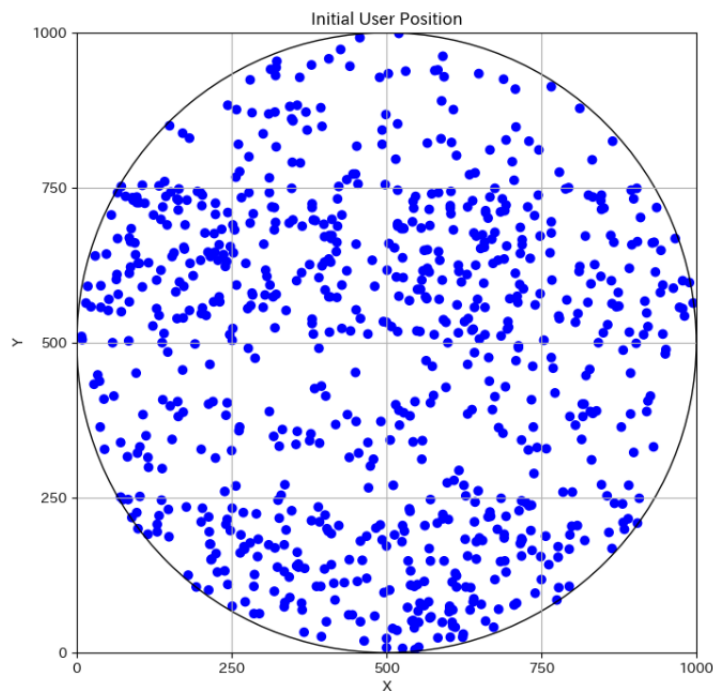


図6. 端末の初期配置

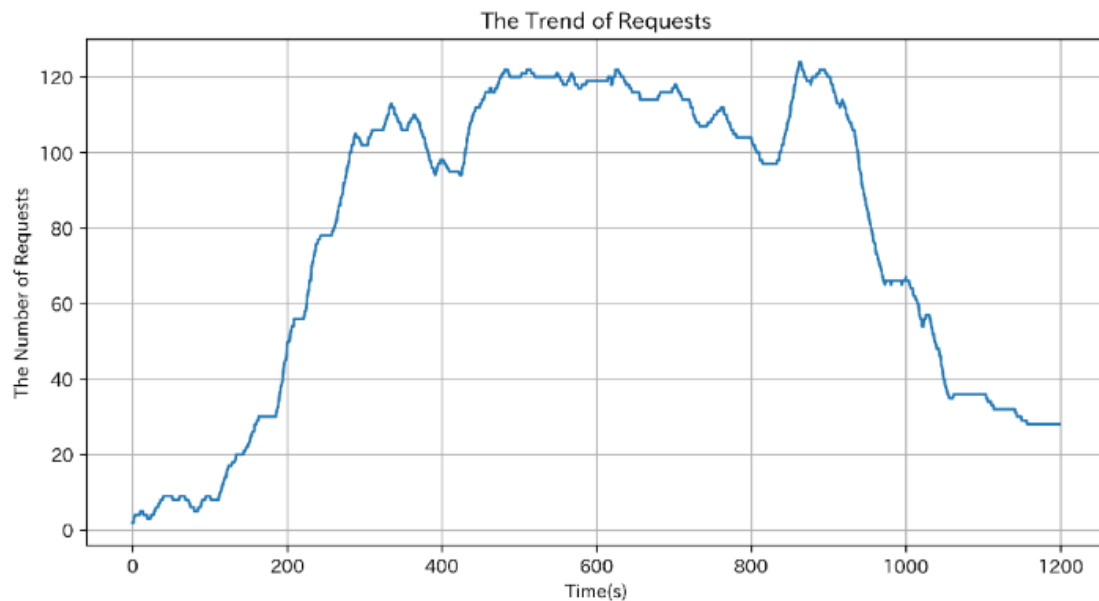


図7. リクエスト数の時間推移

シミュレーション結果

- ◆ 更新間隔を1, 5, 10, 15, 30秒と変化させ、Bufferingの発生割合を比較

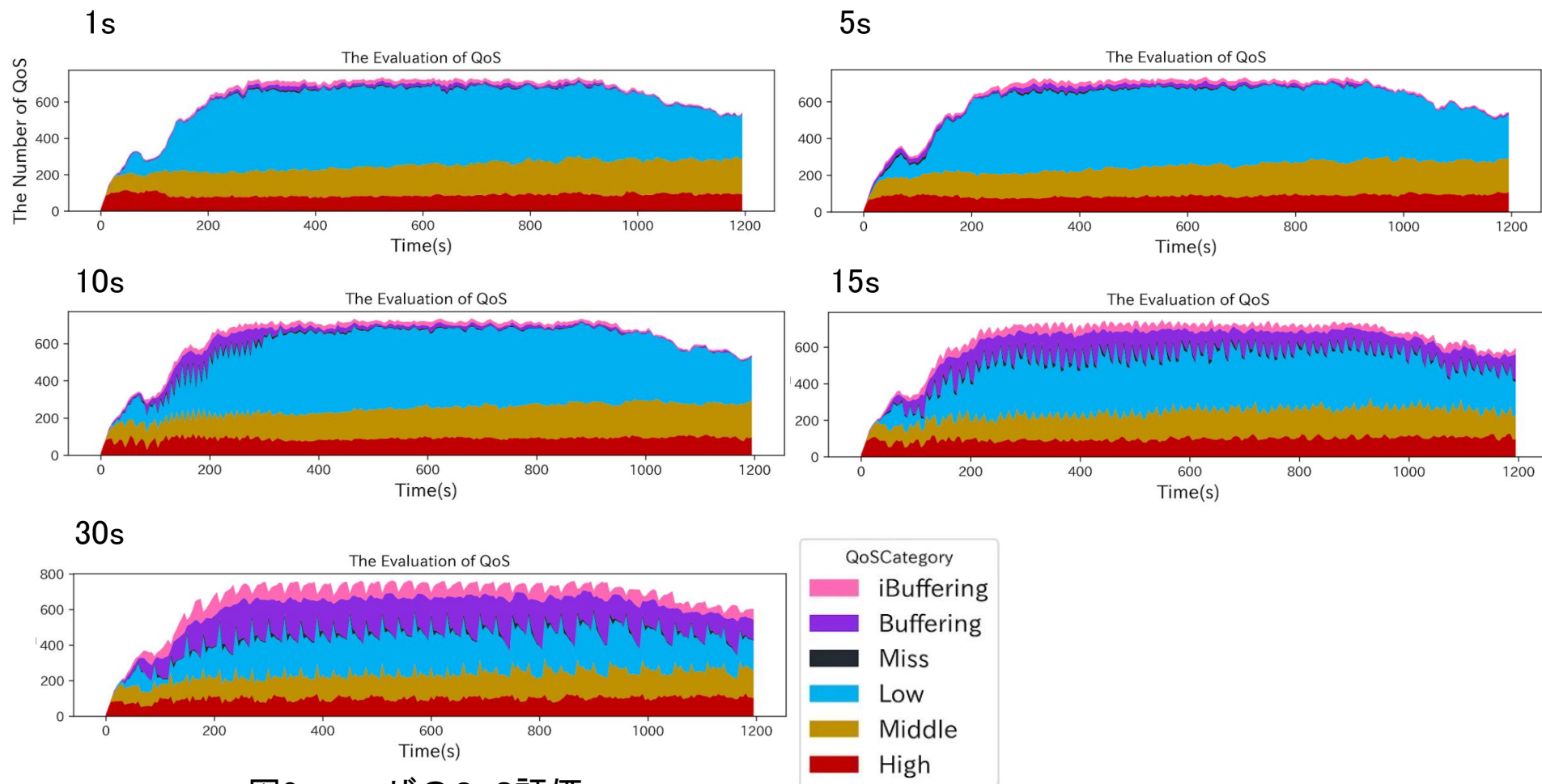


図8. ユーザのQoS評価

まとめと今後の方針

◆ まとめ

- 更新間隔が10秒以下では、影響は小さかった
- 更新間隔が15秒以上になると、Bufferingの領域が大きく拡大した
- 需要の変化に対して、割り当ての更新が追いつかないため

◆ 今後の方針

- 端末の移動速度に応じた適切な更新間隔を検討
- 再割り当てによる中断や計算負荷の制約も考慮する