卒研中間発表
ユーザの位置情報に基づいたD2Dキャッシュサーバへの勧誘手法の検討

電気通信大学　情報理工学域
Ⅰ類コンピュータサイエンスプログラム　吉永研究室
田村　郁己

はじめに

背景

・モバイルデータの通信量の増加 [1]

モバイル端末の普及、コンテンツの高品質化

モバイルデータ通信量の70%以上が動画コンテンツ

・基地局の負荷軽減が必要

D2Dキャッシュネットワーク

・D2Dキャッシュサーバの協力には動機づけ（インセンティブ）が必要

研究内容

・キャッシュ品質に着目したインセンティブ手法[2]をもとにユーザの位置情報を考慮したD2Dキャッシュサーバ勧誘手法の検討

関連研究1

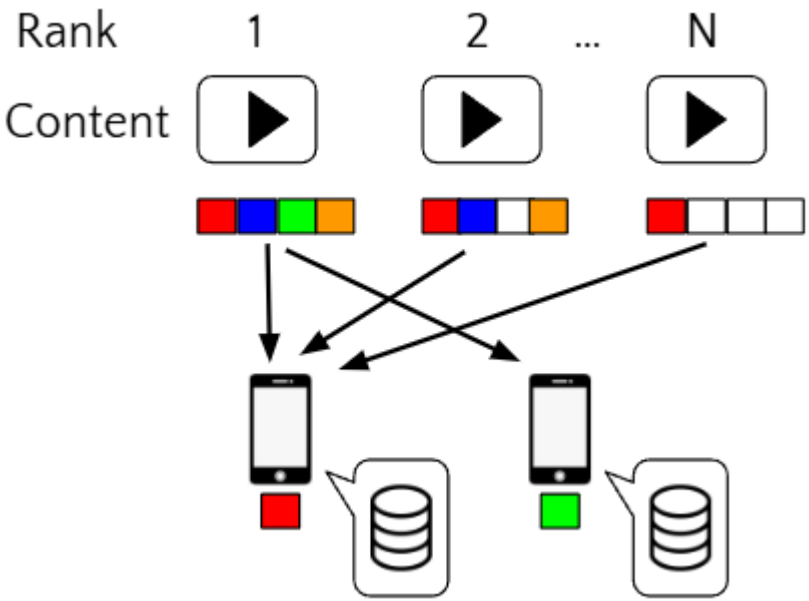
色タグによる分散協調キャッシュ [2]

・色タグ

サーバとコンテンツに色を割り当て、色が一致する場合キャッシュ

人気度の高いコンテンツほど多くの色を与える

複数台のキャッシュサーバにコンテンツを分散配置することで負荷の分散とヒット率の向上が実現



関連研究2

キャッシュクオリティをもとにしたD2Dサーバ配置 [3]

色タグやコンテンツのアクセス順位をもとに端末のキャッシュデータの質を評価する指標を算出する

評価の高い端末から優先してキャッシュサーバに勧誘する

効果的なD2D通信の実現

D2D-incentivesの手法としてキャッシュの質が高いユーザが相応のインセンティブを得られる

研究課題

関連研究2[3]ではキャッシュ品質を評価し、評価の高い端末から優先してサーバに勧誘した

→キャッシュサーバになる端末の位置は考慮していない

基地局からの距離が離れるほど受信品質が劣化する

→D2D通信が必要

基地局からの距離ごとに端末クラスタを構成し、

クラスタごとに割合を決め、一定の台数がキャッシュサーバに勧誘されるようにする

実験

関連研究2[3]の研究と同様の環境で実験を行った

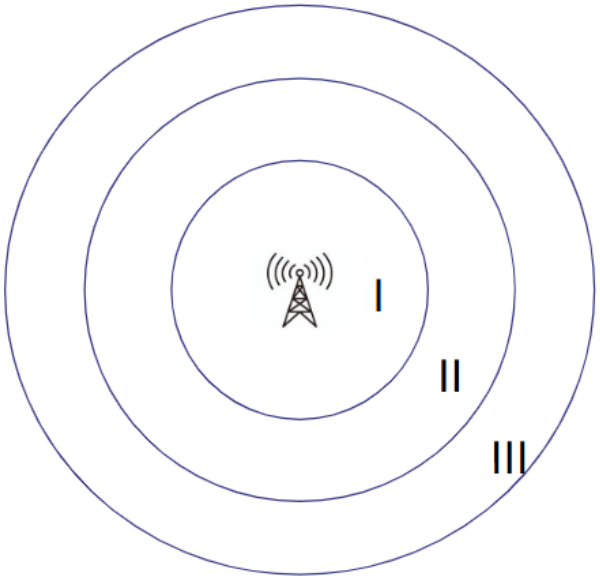
半径: 150m　ユーザ数: 1000人　キャッシュサーバ数: 100台

SVC(Scalable Video Cording)方式のコンテンツ

コンテンツを複数のレイヤに分割し、レイヤの組み合わせにより画質を調節できる

→ユーザが視聴できた画質で評価

基地局との距離50mごとにクラスタに分割



キャッシュサーバの割合

クラスタⅠ: 10%

クラスタⅡ: 30%

クラスタⅢ: 60%

実験結果

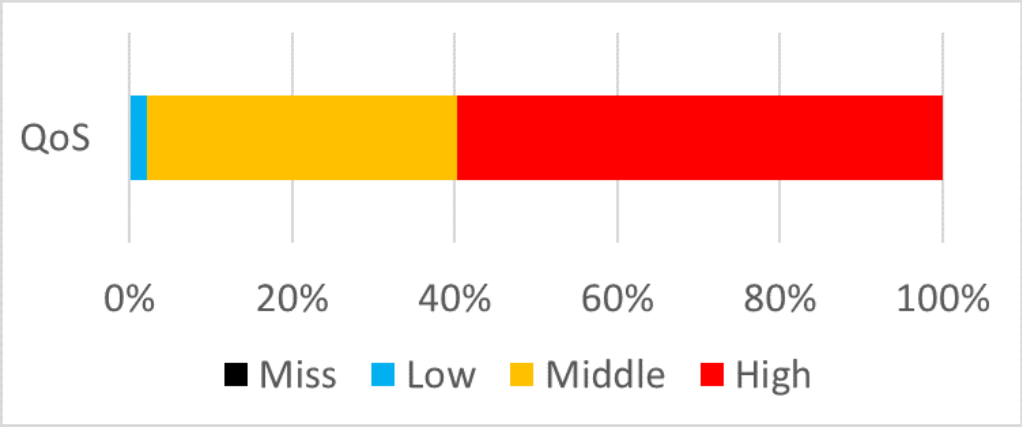


図1. 全体から勧誘した時のユーザQoS割合

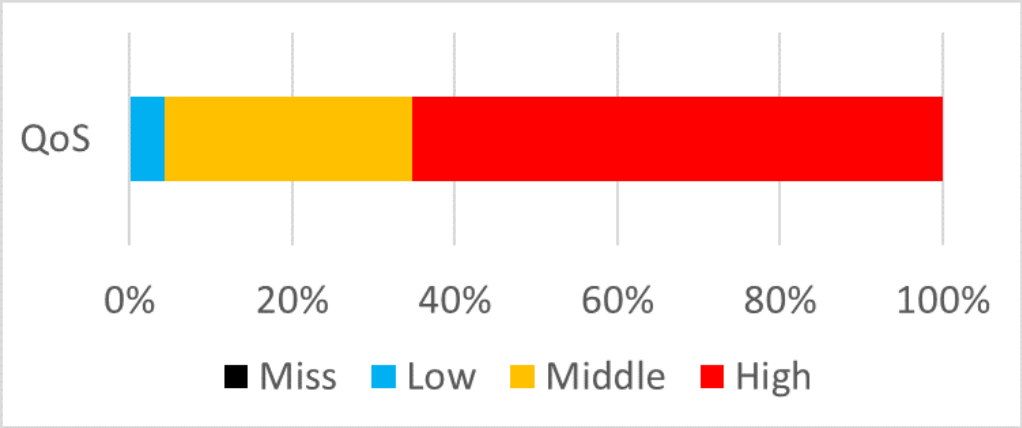


図2. クラスタ別に勧誘した時のユーザQoS割合

まとめ

・クラスタごとに勧誘の割合を決めることで高画質で視聴できたユーザの割合が向上

・低画質で視聴したユーザの割合も増加

→QoS以外での評価も必要

今後の方針

・キャッシュサーバのクラスタごとの勧誘台数が一定
→基地局の状況に応じてキャッシュサーバの勧誘台数を変化

・クラスタごとの面積比に近い割合での勧誘
→クラスタごとのユーザ数をもとに変化
→状況の変化によってクラスタごとに勧誘（分割統治）

・TEA(Templatized Elastic Assignment)方式[4]での勧誘との比較

参考文献

[1] Ericson, Ericson Mobility Report November 2024
https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/november-2024

[2]T. Nakajima, M. Yoshimi, C. Wu, and T. Yoshinaga, “Color-Based Cooperative Cache and Its Routing Scheme for Telco-CDNs,” IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E100.D, no.12,pp.2847–2856, Dec. 2017.

[3]桜井健人，策力木格，吉永努，"分散協調色キャッシュにおけるキャッシュクオリティの定式化，" 信学技報，vol. 125，no. 1142，pp. 105-110，Aug. 2025.

[4]T. Shiroma, C. Wu and T. Yoshinaga: "A Template-Based Sub-Optimal Content Distribution for D2D Content Sharing Networks", 2018 Sixth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), pp. 167-173 (2018).