

多対多ライブ動画配信のための グループの嗜好を考慮した D2D 情報流制御に関する一検討

安部 充^{†1} 生出 拓馬^{†1,†2} 阿部 亨^{†1,†3} 菅沼 拓夫^{†1,†3}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 日本学術振興会特別研究員 DC

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

ユーザや物から実時間で連続的に生成された「情報流」を活用したネットワークサービスへの期待が高まっている。その一例として、ウェアラブルカメラや固定カメラから獲得した多数のライブ動画を「情報流」の概念に基づきリアルタイム配信する研究 [1] があるが、[1] ではコンテンツのキュレーションなどアプリケーションレベルの検討が中心である。これに対し我々は、携帯端末間 (Device to Device : D2D) で直接通信を行うネットワークに着目し、限定された地理空間を対象とした多対多ライブ動画配信における快適かつ効率的なマルチストーリーミングの実現を目指している。

D2D 環境でマルチストーリーミングを行うための従来のマルチキャストルーティングプロトコルは、高密度に存在する端末群に流通するストーリーミングの増加への対処が不十分である。そこで本稿では、スタジアムでのスポーツイベントなど、同一の地理空間内で特定の嗜好を有したユーザ群 (グループ) が偏在する環境を想定し、高効率なマルチストーリーミングを行うための情報流ツリーを構成する、D2D 情報流制御プロトコルを提案する。

2 関連研究と課題

D2D 通信は、バッテリー駆動の携帯端末が周辺の端末と同一無線チャネルを介して直接通信を行う方式である。そのため、大容量のデータ通信を継続的に行うライブ動画配信では、計算機負荷とネットワーク負荷を抑制するためのマルチキャストルーティングプロトコルが必要になる。

[2] では、地理空間を複数に分割し、計算機資源が潤沢なクラスタヘッドが分割された空間内のノードの送受信を代行する、階層型 QoS マルチキャストルーティングプロトコルを提案している。しかしながら、マルチキャストに参加するノードが地理的に分散している環境下では、参加ノードの増加に起因し流通するストーリーミング数も増加するため、ネットワーク全体の負荷を抑制することが困難になる。

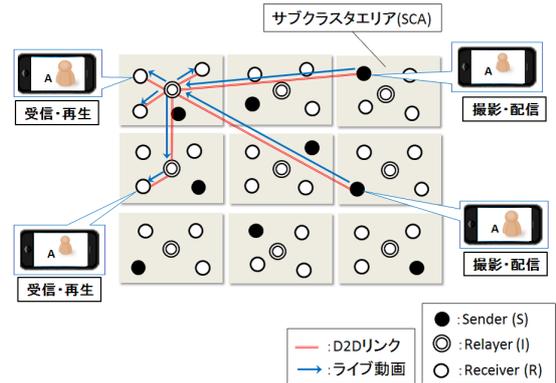


図1 ネットワークモデル

3 グループの嗜好を考慮した D2D 情報流制御プロトコル

3.1 ネットワークモデル

本研究では、スタジアムでのスポーツイベント等を想定し、同一の地理空間内で特定の嗜好を有したユーザ群が偏在するネットワークモデルを仮定する。図1に本ネットワークモデルを示す。本モデルにおけるノードは、Sender (S), Relay (I), Receiver (R) に分類される。S は、ツリーテーブル T に基づきカメラから取得した特定のジャンル G のライブ動画を通信範囲内の I に送信する。I は、 T に基づき自身が管理する R に複製動画を配信する。R は、自身の嗜好に基づき任意のタイミングで G の動画を要求・受信・再生する。R の動画の要求確率は Zipf 則に従うと仮定する。なお、 T は以下の項からなる。

$$\begin{aligned}
 T & := \langle Tree_1, Tree_2, \dots, Tree_i \rangle \\
 Tree_i & := \langle GroupID, Et_1, Et_2, \dots, Et_j \rangle \\
 Et_j & := \langle NextNodeID, Active \rangle \\
 & \quad \{i \leftarrow T \text{ の要素数} \} \\
 & \quad \{j \leftarrow Et \text{ の総個数} \}
 \end{aligned}$$

$Tree_i$ は、情報流ツリーのテーブルである。 $GroupID$ は、 $Tree_i$ を一意に識別するための ID である。 Et_j は、ライブ動画の転送時に使用する経路情報であり、次ホップノードの ID である $NextNodeID$ と、経路の利用を判別するための $Active$ の項からなる。

ジャンル G は以下の項からなる。

A Study on Group Preference Aware Device to Device Information Flow Control for Multipoint to Multipoint Live Video Streaming Mitsuru ABE^{†1}, Takuma OIDE^{†1,†2}, Toru ABE^{†1,†3}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†3}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science

^{†3} Cyberscience Center, Tohoku University

$$G := \langle Gen_1, Gen_2, \dots, Gen_k \rangle$$

$$Gen_k := \langle Attr, Value \rangle$$

$\{k \leftarrow G \text{の要素数}\}$

Gen_k は、動画のジャンルの属性 $Attr$ とその属性値 $Value$ の項からなり、 $Gen_i.Attr \supset Gen_j.Attr (i < j)$ が成立する (以降、 $Gen_j.Attr$ は $Gen_i.Attr$ より属性の粒度が細かいと表現する)。例えば、特定の選手のライブ動画を配信するサービスの場合、属性の粒度の大小関係を「チーム名」 \supset 「ポジション名」 \supset 「選手名」と定義できる。

図1の SCA は、限定された地理範囲を複数に分割した空間であり、同一の G の動画を提供する S や、同一の強い嗜好を有した R が同じ SCA に密集して存在する。これにより、 G の動画を要求する確率が高い R が、複製動画を享受する可能性が高くなるため、地理空間内で流通するストリーミング数の増加を抑制する効果が期待される。 SCA に R, S が密集する度合いは $Gen_k.Attr$ 毎に決定する。そのため、 $Gen_k.Attr$ の粒度が細かい動画を要求する R が SCA 内に多く存在するほど、複製動画を享受する可能性が高くなるが、 R の位置制約が厳しくなる問題が生じる。

3.2 情報流ツリー構成手法の設計

情報流ツリーは、同一の G のライブ動画を提供する S と、そのライブ動画に対して潜在的・顕在的に興味をもつ R 、それらの R を管理する I から構成されるツリー構造の論理的な経路である。情報流ツリーでは、 S のライブ動画を要求する可能性が高い I がツリーの上流に配置され、要求する可能性が低い I がツリーの下流に配置される。情報流ツリーは、図2の手順で構成する。なお、以下に示す(1)-(3)の動作はサービス提供開始前、(4)-(7)の動作はサービス開始時に行う。

- (1) R は自身の嗜好に基づき G のライブ動画の要求確率を推算する。
- (2) R はジャンル G のライブ動画の要求確率を自身が所属する SCA の I に通知する。
- (3) I は他の SCA に属する I に (2) で取得した情報を通知する。
- (4) S は自身が提供可能なライブ動画の G を自身が所属する SCA の I に通知する。
- (5) I は S の動画を要求する可能性がある I を検索し S に通知する。
- (6) S は (5) で取得した情報を用いて前述した情報流ツリーを生成する。
- (7) S は情報流ツリーの構成要素となる I に T の更新要求を通知する。

R は図3の手順で情報流ツリーに葉ノードとして参加する。

- (1) R は自身が所属する SCA の I にサービス要求を通知する。
- (2) R が要求するライブ動画に関する T を保持し

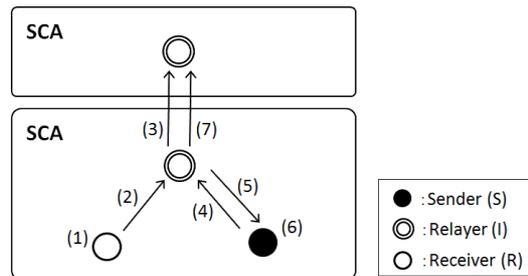


図2 情報流ツリーの構成手順1

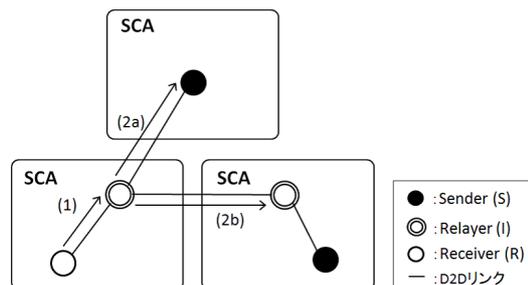


図3 情報流ツリーの構成手順2

ている場合、(2a) T の経路情報 Et に基づきサービス要求を S に送信する。このとき、 Et の項 $Active$ を $True$ にする。保持していない場合、(2b) I は T を保持している可能性がある他の I にサービス要求を通知し、 I の間で経路を構築する。これにより、ライブ動画の検索効率を維持しつつ各 I が保持する Et の数を抑制する。

4 おわりに

本稿では、同一の地理空間内で特定の嗜好を有したユーザ群が偏在する環境を想定し、高効率なマルチストリーミングを行うための情報流ツリーを構成する、D2D 情報流制御プロトコルを提案した。今後、D2D 情報流制御プロトコルの有効性を確認するため、シミュレーション実験を行う。また、ネットワークモデルの詳細化、イベント等のコンテキストに基づいた情報流ツリーの再構成手法について検討する。

参考文献

- [1] 安本慶一, 山口弘純, “モバイル時代のサービスを支える技術: 5. 多数のデータストリームを実時間で融合・編纂し利活用するための次世代「情報流」技術 -情報流キュレーション基盤実現に向けた課題抽出と取り組み,” 情報処理, Vol.55, No.11, pp.1281-1287, 2014.
- [2] M. M. Qabajeh et al., “Position-based Multicast Routing in Mobile Ad Hoc Networks,” International Conference on Computer and Communication Engineering (IC-CCE), pp.104-108, 2012.