

ソーシャルメディア上のユーザによる情報拡散行動を考慮した ICN におけるコンテンツ配送のモデル化に関する一検討

A Study on Content Delivery Model for ICN considering User's Information Spreading Behavior on Social Media

本田 紘大¹
Kodai Honda

中村 遼²
Ryo Nakamura

上山 憲昭³
Noriaki Kamiyama

立命館大学 大学院情報理工学研究科¹
Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
福岡大学 工学部²
Faculty of Engineering, Fukuoka University
立命館大学 情報理工学部³
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1 はじめに

我々はこれまで、文献 [1] において、ソーシャルメディアのためのコンテンツ配信基盤として、情報指向ネットワーク (ICN: Information-Centric Networking) を導入することを想定し、ソーシャルメディアにおけるユーザ間の交友関係を表すソーシャルネットワークの特徴と、ICN におけるコンテンツキャッシングとの相互作用を実験的および解析的に分析した。

ただし、文献 [1] が採用しているネットワークモデルでは、ソーシャルメディアで典型的に観測される情報拡散現象が表現されておらず、ソーシャルネットワークと ICN との相互作用に関する議論が限定的である。ソーシャルメディアでは、ユーザは、自身と直接的な交友関係にあるユーザが発行するコンテンツだけでなく、そのようなユーザによって宣伝されたコンテンツも視聴する。特に、ユーザによる情報伝搬が連鎖することによって、ソーシャルネットワーク上で大規模な情報拡散が発生し、多数のユーザが特定のコンテンツを視聴する、という現象は日常的に発生している。このように、我々のコンテンツに対する視聴行動はユーザによる情報拡散行動に依存しているため、この影響を無視することはできない。

そこで、本稿では、ソーシャルメディアにおけるユーザ行動がコンテンツキャッシングに与える影響をより深く理解するために、ソーシャルメディア上のユーザによる情報拡散行動を表現した、ICN におけるコンテンツ配送モデルを構築する。

2 ネットワークモデル

ICN ネットワーク上のルータに収容されているソーシャルメディア上のユーザ間におけるコンテンツ配送を離散時間システムとしてモデル化する。本システムにおける時刻およびスロット長を t および Δ とそれぞれ表記する。

キャッシュを有する ICN ルータにより構成されるネットワークを無向グラフ $G_I = (\mathcal{V}, \mathcal{E})$ として表記する。ICN ルータは、要求およびコンテンツの中継を行うとともに、キャッシュ置き換え戦略やキャッシュ制御方式に従って、コンテンツをキャッシュする。

ソーシャルメディア上におけるユーザ間の交友関係を表すネットワーク (以降では、単にソーシャルネットワークと表記する。) を有向グラフ $G_S = (\mathcal{U}, \mathcal{L})$ として表記する。有向グラフ G_S 上における辺 (u, v) は、ユーザ u がユーザ v をフォローしていることを意味する。したがって、ユーザ u がフォローしているユーザの集合 $\mathcal{N}_u^+$ は、 $\{v | (u, v), v \in \mathcal{U}\}$ である。逆に、ユーザ u をフォローしているユーザ (いわゆる「フォロワ」である。) の集合 $\mathcal{N}_u^-$ は、 $\{v | (v, u), v \in \mathcal{U}\}$ である。ユーザ u は、いずれかの ICN ルータ $r \in \mathcal{V}$ に収容されているものとし、ユーザ u が収容されている ICN ルータを r_u と表記する。

ソーシャルネットワーク上のユーザの行動モデルとして、文献 [2] で採用されている行動モデルに、ユーザによる情報拡散行動 (例えば、Twitter におけるリツイートに相当する。) を組み込んだものを用いる。文献 [2] で採用されているユーザ行動モデルでは、ユーザは以下のように振る舞う; (i) セッションを開始する; (ii) そのセッション内において、フォローしているユーザが発行したコンテンツを閲覧する、もしくは、自身が新たにコンテンツを発行する; (iii) 一定の間隔を空けながら (ii) を繰り返した後に、セッションを終了する; (iv) (i) ~ (iii) を、一定の間隔を空けながらセッション単位で繰り返す。本稿では、(ii) における行動を以下のように拡張する。以降では、時刻 t におけるユーザ $u \in \mathcal{U}$ の行動に着目し説明する。

• 要求

ユーザ u は、まず、自身がフォローしているユーザ $v \in \mathcal{N}_u^+$ が最後に発行したコンテンツを要求する。ここで、要求およびコンテンツに相当するパケットは、ユーザ u およびユーザ v が収容されているルータ間 (r_u, r_v) を転送される。

同時に、自身がフォローしているユーザによって広告されたコンテンツも要求する。ユーザ u が前回に要求を行った時刻を t_{prev} と表記すれば、ユーザ u は、 $(t_{\text{prev}} : t)$ の間に自身に広告されたコンテンツを、その発行ユーザに要求する。ただし、異なるユーザから同一コンテンツを広告された場合には、当該ユーザへのコンテンツ要求は単一なものに集約するものとする。

ユーザ u はコンテンツを取得した後は、以下で述べる「広告」行動に遷移する。

• 広告

ユーザ u は、自身をフォローしているユーザ $\mathcal{N}_u^-$ に、確率 p_u で、コンテンツを広告する。

• 発行

ユーザ u は新たにコンテンツを発行する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21H03436 および 21H03437 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 本田 紘大, 中村 遼, 上山 憲昭, “ソーシャル性を考慮した情報指向ネットワークの特性分析,” 電子情報通信学会技術研究報告 (IA2021-64), pp. 31–36, Mar. 2022.
- [2] C. Bernardini, T. Silverston, and O. Festor, “Socially-aware caching strategy for content centric networking,” in *Proceedings of the 2014 IFIP Networking Conference*, Jun. 2014, pp. 1–6.