

Publisher 移動に対応した NDN における Interest 転送手法 A method for Interest forwarding to deal with the Publisher Migration

岩本 太壹† 重安 哲也‡
Taichi Iwamoto Tetsuya Shigeyasu

1. はじめに

近年、新たなネットワークアーキテクチャとしてコンテンツ指向型ネットワークアーキテクチャである NDN (Named Data Networking) [1]が注目されている。NDN は、コンテンツ名で通信経路が決定するが、通常、コンテンツのオリジナルを保有する Publisher に最短経路で誘導するように、中間 CR (Content Router) に経路情報が登録される。さて、近年、モバイル端末やそれに対する通信網の高度化から、ネットワーク中を Publisher が移送しながらコンテンツを生成・提供することが可能になってきた。

しかしながら、前述のように NDN のコンテンツ転送は Publisher が移動する環境を想定しておらず、以下の 3 つの問題が発生する。

1. Publisher 移動中のコンテンツへのネットワークアクセス喪失
2. Publisher 移動後の Interest Packet の誤配送
3. Publisher 移動後の Interest Packet の不要な拡散

我々はこれまで上記のうち 1 つ目と 2 つ目に対して Publisher が移動直前に保有するオリジナルコンテンツを隣接ノードに送信し、その転送したコンテンツに設定したフラグによって正しいコンテンツ配信を妨害する経路情報を自律分散的に削除する手法を提案した[2]。また、同手法によりコンテンツ取得率が向上することをシミュレーション評価によって示したが、3 つ目の問題は未解決である。

そこで、本稿では、以前の提案手法に新たなフラグを導入することにより Publisher 移動完了後のコンテンツ配送経路を迅速に構築する手法を提案する。また、本手法が先行研究の NDN より高いコンテンツ取得率を実現することをシミュレーション評価によって明らかにする。

2. 提案手法

2.1 提案手法の概要

移動完了した Publisher が R フラグを設定したコンテンツを隣接 CR から User まで転送する。R フラグが設定されたコンテンツを受信した各 CR はこのコンテンツを受信した Face を転送先に設定したエントリを自身の FIB エントリに登録することで User から Publisher までのコンテンツ配送ルート構築する。既存の NDN では、受信した Interest に記載されるコンテンツ名に対応する FIB (Forward Information Base) エントリが自身に登録されていない場合、User からコンテンツ要求を繰り返しブロードキャストすることでコンテンツを保有する Publisher を検索し、新たなコンテンツ配送経路を構築する。そのため、Interest 受信後にコンテンツ配送経路を構築する場合は経路構築に時間がかかり User へのコンテンツ返送が遅延することに加え、ブロードキャストによって大量のペケットがネットワーク上に拡散することによりネットワークに負荷が増加する。それに対して提案手法では移動完了直後に Publisher の主導で User までの

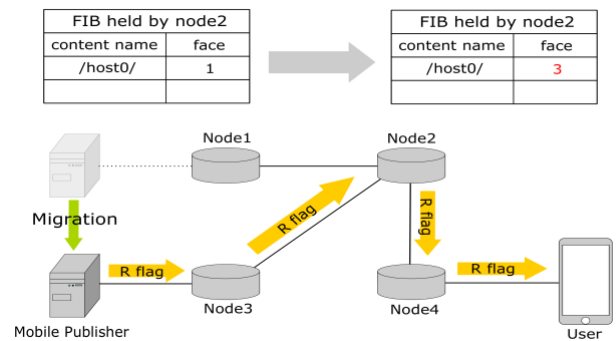


図 1 提案手法概要

経路がマルチキャストによって構築されるため、無駄なペケットを発生させることなく、また、実際の Interest 到着により迅速に新しいコンテンツ配送経路を構築できる。

2.2 R フラグ制御

提案手法において Publisher は、移動完了後に保持するコンテンツを隣接ノードへ 1 つ転送する。このとき、転送するコンテンツは一樣乱数によって選択することとし、選択したコンテンツには R フラグが設定される。以下では、この R フラグの状態に基づいて実施する経路構築制御の詳細について述べる。

1. R フラグが設定されたコンテンツを CR が受信した際の処理
R フラグが設定されたコンテンツを受信した CR は、次の順番で処理を行う。1) 自身の FIB エントリを検索し受信したコンテンツと一致する経路情報がなければ新たにコンテンツの受信 Face を記載したエントリを登録する。次に、2) R フラグを解除した後に受信したコンテンツを CS にキャッシュする。その後、3) 過去にこのコンテンツと同じ prefix を持つ Interest を受信した履歴を持つ Face から、受信したコンテンツに R フラグを設定した状態で転送する。
2. R フラグが設定されたコンテンツを User が受信した際の処理
R フラグが設定されたコンテンツを受信した User は、自身の FIB のエントリを検索し、受信したコンテンツと一致する Prefix を持つエントリが存在しなければ新たにエントリを登録する。

3. 性能評価

本節では、3 種類の NDN を比較対象とし、動的ネットワーク環境下で様々なパラメータを変化させたときのコンテンツ取得率の変化を評価する。比較方式は以下の 3 つである。

† 県立広島大学院 情報マネジメント専攻

Grad. School of Comprehensive Research, Pref. Univ. of Hiroshima

‡ 県立広島大学院 情報マネジメント専攻

Grad. School of Comprehensive Research, Pref. Univ. of Hiroshima

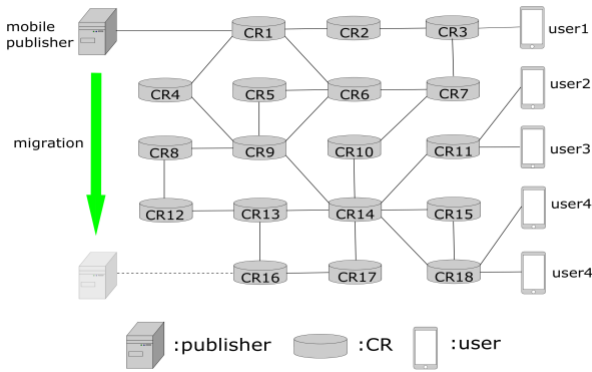


図2 評価ネットワーク

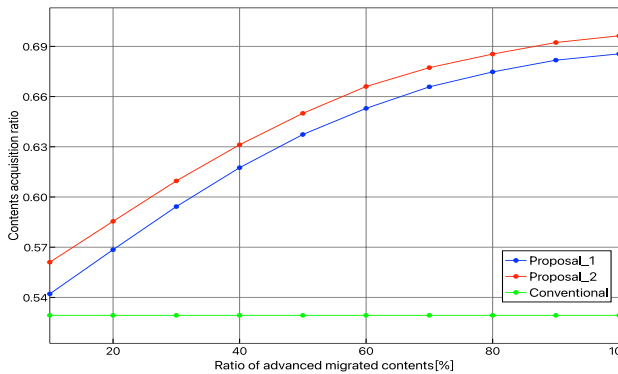


図3 事前転送コンテンツ量とコンテンツ取得率の関係

- 既存のNDN
- 先行研究を実装したNDN
- 提案手法を実装したNDN

3.1 評価環境

評価用ネットワークは移動Publisher, CR, User群の数がそれぞれ, 1, 18, 5となる全24ノードで構成されている。移動Publisherは図に示すように, CR1の隣接からCR16の隣接に一度だけ移動する。Userは複数ユーザからなるユーザ群であり, 1秒間に100個のInterestを生成する。Interestが要求するコンテンツは1000個のオリジナルコンテンツの中から一様乱数によって決定される。また, 事前転送で転送するコンテンツも同様に一様乱数により選択される。

3.2 評価結果

図3, 図4, 図5はそれぞれ, 事前転送するコンテンツ量, TTL (Time To Live), PIT (Pending Information Table)容量を変化させたときのコンテンツ取得率の変化を示している。なお, コンテンツ取得率は実際にUserが取得できたコンテンツ数をコンテンツ要求総数で割った値とする。また, 各図において Proposal_1が先行研究, Proposal_2が提案手法, Conventionalが既存のNDNの結果をそれぞれ示している。

図3から, 提案手法は常に先行研究や既存のNDNより高いコンテンツ取得率を示すこと, 事前転送するコンテンツの量が多いほど高い性能を示すことがわかる。

図4から, 提案手法は常に先行研究や既存のNDNより高いコンテンツ取得率を示すこと, TTLを0.2以上に設定

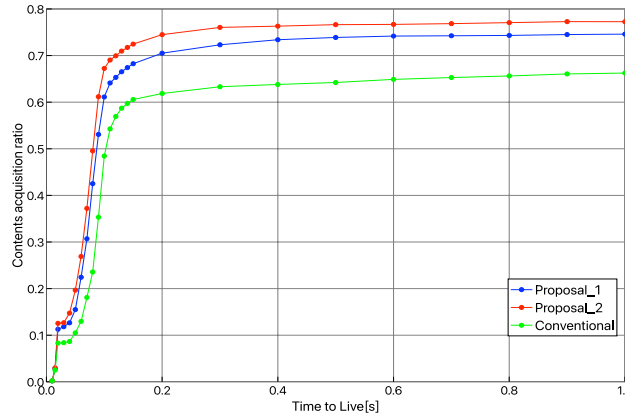


図3 Time To Live とコンテンツ取得率の関係

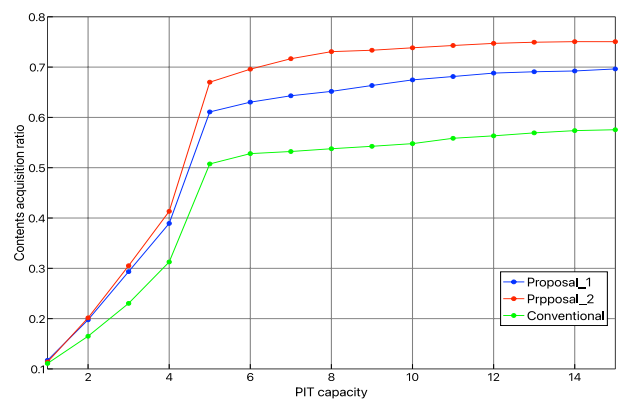


図3 PIT とコンテンツ取得率の関係

してもコンテンツ取得率の向上効果が得られないことがわかる。

図5から, 提案手法は常に先行研究や既存のNDNより高いコンテンツ取得率を示すこと, TTLを5以上に設定してもコンテンツ取得率の向上効果が得られないことがわかる。

4. まとめ

本稿では, 動的ネットワークにおけるNDNのPublisher移動のInterest Packetの不要な拡散問題に対して, フラグを新たに導入することによりPublisher移動完了後のコンテンツ配送経路を迅速に構築する手法を提案し, シミュレーション評価によってその有効性を検証した。性能評価の結果から, 提案手法によりコンテンツ取得率が向上すること, よりリアルタイム性が求められる環境に対応可能になることなどを明らかにした。

今後は, 提案手法に適したキャッシュ管理手法を検討する予定である。

参考文献

- [1] M. Soniya and K. Kumar, "A survey on named data networking," Proc. of 2015 2nd International Conference on Electronics and Communication Systems (ICECS), pp. 1515-1519, Coimbatore, 2015.
- [2] 岩本太彦, 重安哲也, "Publisher移動に耐性を持つNDNに関する一検討", 2020年度電気・情報通信関連学会中国支部第71回連合大会講演論文集, CD-ROM (2020)