6T-01

DTN でのコンテンツ配信のための宛先エリアと移動経路エリアに基づくルーティング方式

岡本 一晃[††]
創価大学大学院工学研究科
情報システム工学専攻

高見一正[‡]
[‡]創価大学理工学部
情報システム工学科

1. はじめに

現在、災害時などで基地局が停止した場合でも通信可能なネットワーク技術として DTN (Delay/Disruption Tolerant Networks) [1]が盛んに研究されている。しかし、ほとんどの災害時 DTN の研究では中継端末として利用者の携帯端末を利用しているため[2]、携帯端末への実装を考慮すると災害時のみに特化したサービスのみでは費用対効果が低いと考えられる。そのため、災害時以外にも、日常的に利用可能なサービスが必要になると考えられる。本稿では、DTN を利用した局地的なコンテンツ配信サービスを提案する。

2. DTN でのコンテンツ配信

コンテンツは次の性質を前提とする。受信対象となる端末は送信者近辺に在圏し、数時間から数日程度の範囲の遅延に対しても十分な価値を持つものとする。また、不特定多数の端末を受信対象とし、一部不到達の端末があった場合でも影響が小さいものとする。

提案するネットワークでは図 1 のように、携帯端末、巡回移動型ノード、ストレージポイントの三種類のノードが登場する。携帯端末は歩行者が所有する端末である。次に、巡回移動型ノードは、バスや電車など特定ルートを巡回する車両に蓄積運搬型転送を実装したものとする。そして、ストレージポイントは、多くの巡回移動型ノードが経由し一時的に停止するような場所に設置される中継転送専用の固定端末である。巡回移動型ノードおよびストレージポイントをまとめて中継ノードと表記する。また、送受信ノードは携帯端末を想定している。

本稿では以下の課題点に着目する。

(1) マルチポイントアドレスの構成

不特定多数向けコンテンツ配信のために、送信ノード側で領域を自由に決定可能な特定地域宛のマルチポイントアドレスが必要となる。

(2) バンドルの到達可否の判断の不定

DTN ではマルチホップでの送信から受信までに大きな時間差が生まれる。この時間差ゆえにバンドルが到達するかどうか迅速に判定する必要がある。

A routing system based on the area of destination and movement path for contents delivery in DTN
† Okamoto Kazuaki, Graduate school of Faculty, Soka University ‡ Takami Kazumasa, Science and Faculty of Engineering,

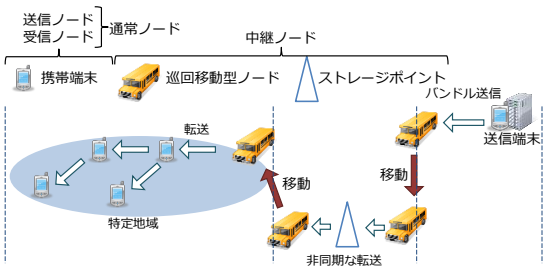

図 1. コンテンツ配信のための DTN 構成

3. 移動経路エリアに基づくルーティング

3.1. 宛先エリア

宛先は「どの場所へ送るか」で決定されるため端末識別子ではなく、宛先の指定方式は位置情報を基にした多角形による範囲指定とし、多角形内に存在する全携帯端末が宛先とする。この宛先に対して巡回移動型ノードと携帯端末の転送でコンテンツ配信を実現する。指定された宛先の地理的領域を宛先エリアと呼びマルチポイントアドレスとする。

3.2. カバーエリア

移動経路情報ルーティングでは中継ノードの移動経路情報を、そのノードが非同期的に通信可能な地理的範囲として、転送先経路を決定する。移動経路情報の形式をどのようにするかが問題になるが、移動経路情報の形式として円形カバーエリア及びベクトルカバーエリアを提案する。

円形カバーエリアは図 2 のように、巡回移動経路を内包するような円である。データサイズが固定で極めて小さく済むという長所の反面、強制的に円形に変換しているため本来転送できない地理的領域まで転送可能と判断してしまう短所がある。

ベクトルカバーエリアは図 3 に示すように、巡回移動経路の中から進行方向が変化する地点を抽出した点の集合である。円形カバーエリアに比べて精度が向上する反面、データサイズが可変で大幅に増加する。

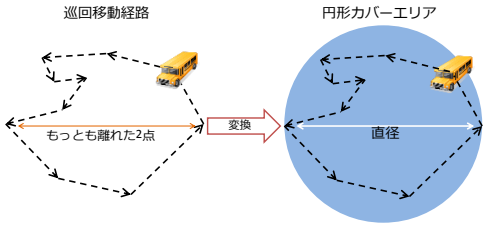

図 2. 円形カバーエリアの例

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

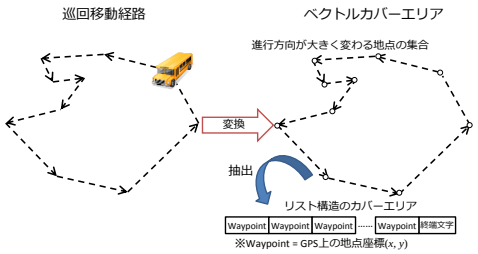

図 3. ベクトルカバーエリアの例

3.3. 移動経路情報ルーティング

ネットワークが構築されるときに、中継ノードは自身のカバーエリアを初期化し中継ノード同士の接触時にお互いにカバーエリアをマルチホップで交換しあうことで、ネットワーク全体で通信可能な範囲を全ノードが確認できる転送知識を構成する。

送信ノードから中継ノードに対してバンドルを送信する際に、図 4 に示すように中継ノードはそのバンドルの宛先エリアが到達可能かを判定する。具体的には、宛先エリアとカバーエリアが交われば到達可能と判断する。到達可能と判断された場合は、中継ノードはバンドルを受理し、宛先エリアに交わるカバーエリアを生成したノードまで中継ノード間のマルチホップで転送する。図 4 のうち、宛先エリアとカバーエリアが交わるノード E 以外は転送後にバンドルを廃棄し、ノード E は他の受信ノードへ転送可能であるため転送後もバンドルを廃棄しない。

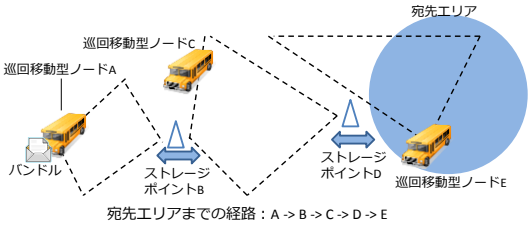

図 4. 中継ノード間の経路とバンドル到達可否の判定

宛先エリアに直接転送可能な中継ノードまで到達し宛先エリア内の受信ノードと接触できた場合はそのバンドルを転送する。宛先エリア内の受信ノードは宛先エリア内の他の受信ノードにバンドルを転送し続け伝搬させる。

4. 試作システムと評価

4.1. 評価条件

ネットワークシミュレータ Scenargie[3]を用いて、八王子駅から創価大学間の地形でシミュレーションを行った。シミュレーションでは提案手法である移動経路情報ルーティングの円形カバーエリア方式、ベクトルカバーエリア方式および Epidemic routing、Spray and wait、Location-based routing、The motion vector scheme で比較評価を行う。評価条件を表 1 に示す。

表 1 評価条件

項目	設定
シミュレーション環境	JR 八王子駅～創価大学付近(20km^2)
試行回数(評価時間)	各 10 回(2 時間)
伝搬範囲	半径 50m (802.11g)
携帯端末数	1000 台(送信ノード 12 台)
携帯端末移動速度	1.0 ~ 5.0 km/h（道路上を移動）
巡回型移動体ノード	8 台(三路線)
ストレージポイント	2 台
バンドルサイズ	100KBytes

4.2. 評価結果

到達率および複製数の評価結果を図 5 に示す。提案手法である移動経路情報ルーティングのベクトルカバーエリア方式が Epidemic routing に並んで最も高い到達率を達成している。また、複製数も低く抑えられている。

到達率から円形カバーエリア方式よりベクトルカバーエリア方式のほうが正確な到達可否判定が行われていることがわかる。移動経路情報ルーティングでは中継処理を特定ノードに割り当てているためホップ数、複製数の両方で他の方式に比べて高い評価結果となっている。

総合的に見て移動経路情報ルーティングのベクトルカバーエリア方式が優位であることがわかる。

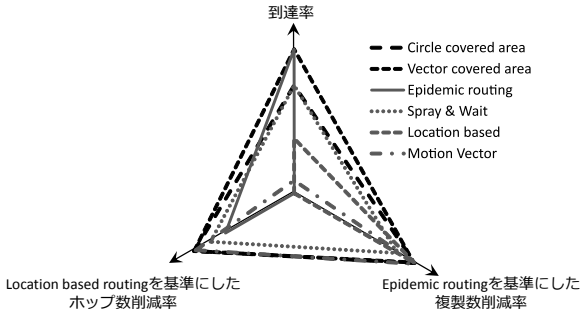

図 5. 到達率、ホップ数、複製数の評価結果

5. まとめと今後の課題

本稿では、災害時通信技術として注目されている DTN をコンテンツ配信サービスに応用するためのルーティングを提案した。提案手法のベクトルカバーエリア方式では高い到達率を達成している。今後の課題として、予想遅延時間の算出や移動経路情報の変更への対応などが挙げられる。

参考文献

[1] 鶴正人, 内田真人, 滝根哲哉, 他, “解説誌 DTN 技術の現状と展望”, 通信ソサイエティマガジン vol.16, pp.57-68, 2011.
[2] 山根学, 小花貞夫, ”DTN を用いた災害時初期の情報伝達方式に関する一考察”, 情報処理学会第 76 回全国大会, 2014.
[3] Space-Time Engineering, “Scenargie Simulator,” https://www.spacetime-eng.com/jp/, (2015/12/21).

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.