

自身のノードの位置情報を扱うアドホックネットワークアプリケーションのためのネットワークエミュレータの設計

野村英之[†] 石原進[‡]

[†] 静岡大学工学部 [‡] 静岡大学創造科学技術大学院

1 はじめに

ネットワークプロトコル及びアプリケーションの動作を検証する手段として、実環境用そのままのプロトコル/アプリケーションを実行可能なネットワークエミュレータ [1][2] があるが、これらは特にネットワークの構成変化が頻繁に起きる無線アドホックネットワークでは有用である。従来のアドホックネットワーク用ネットワークエミュレータでは、ネットワークトポロジの管理を行う制御ホストのみが各ノードの位置を扱う、エンドノードは自身の位置を取得できないため、エンドノードのプロトコル/アプリケーション自身が GPS 等で位置を考慮した動作を行うことが出来なかった。Vehicular Adohoc Network(VANET) 等では、想定されるアプリケーションは、各ノードは自身の現在位置と他ノードから得た他ノードの位置および位置関連情報に基づいて、振る舞いを変えることが考えられる。したがってこれらのアプリケーションの評価をアプリケーションの変更を最小にしてエミュレータ上で行うためには、アプリケーションが GPS 等による位置情報を扱える必要がある。

本稿ではエンドノードが位置情報を利用可能とするネットワークエミュレータ GeoModelNet の設計について述べる。

2 ModelNet

GeoModelNet の設計は ModelNet[1] をベースとする。以下 ModelNet とその応用である MobiNet について概略を説明する。ModelNet は仮想化技術を利用した規模性に優れるネットワークエミュレータである。ModelNet によるエミュレーション環境は図 1 のように接続されたエッジノードとコアノードによって構成される。エッジノードはアプリケーションを実行し、コアノードは仮想のネットワーク環境をエッジノードに提供する。またエッジノード上ではアプリケーションを実行する複数の仮想エッジノード (VN) が動作する。コアノードは図 2 のようにホップごとに帯域、遅延、待ち行列をエミュレートする。

Mahadevan らは ModelNet をワイヤレスアドホックネットワークに対応させた MobiNet[2] を提案してい

A design of an adohoc network emulator for applications which handle locational information

Hideyuki NOMURA[†], Susumu ISHIHARA[‡]

[†]Faculty of Engineering, Shizuoka University [‡]Graduate school of Science and Technology, Shizuoka University

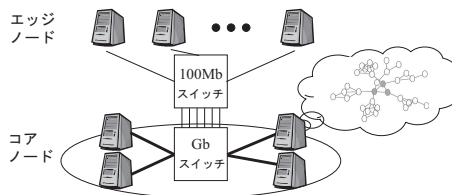


図 1: ModelNet の構成

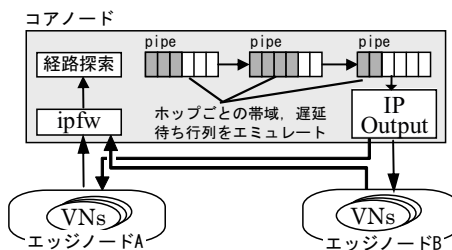


図 2: ModelNet のコアノードの振る舞い

る。MobiNet では、IEEE802.11 をベースとした MAC 層のエミュレートや物理リンクをサポートする。各 VN の位置情報はネットワークトポロジ、ルーティング処理を管理するコアノード内で保持される。MobiNet では VN は自身の位置情報を把握できないので位置情報を用いた振る舞いの変更が不可能である。

3 GeoModelNet

GeoModelNet では、コアノードに加え、エッジノード自身が位置情報を保持する。エッジノードは定期的にこの位置情報をコアノードに送信し、コアノードはこれを基にトポロジの管理を行う。図 3 に GeoModelNet のソフトウェアの構成について示す。GeoModelNet では ModelNet のモジュール構成に、行動モデルモジュール、位置情報モジュール、トポロジ更新モジュール、MAC モジュールを追加する。さらに、既存の経路探索モジュールにトポロジ更新モジュールからのトポロジ情報を受け取るための変更を加える。なおハードウェアの構成は ModelNet と同じである。

3.1 行動モデルモジュール

行動モデルモジュールは VN 内に配置される。行動モジュールはエミュレーション環境でユーザに代わり定められたユーザモデルに従って自ノードの位置を計算し、次のタイムステップでの位置情報を位置情報モジュールに出力する。行動モデルはアプリケーションによって異なる。自ノードの位置情報を利用したアプ

リケーションは、i) 人間に対して移動の変化を促す表示をする対人アプリケーション、ii) 人間を介さずに直接機械の移動を変化させるアプリケーション、iii) ノード自身の移動とは関係ないアプリケーションに大別できる。

i) の場合では、ユーザはアプリケーションから人間の五感によって情報を受け取り、身体を介して位置を変化させるための出力を行う。たとえば「300m 先で左折」といったアプリケーションによるディスプレイと音声による提示に対して、人間がステアリングを操作することが想定される。このような行動を行動モデルモジュールで置き換える場合、行動モデルモジュールが読み込み可能な形式にアプリケーションの出力を変更する必要がある。

ii) の場合では、アプリケーションの出力の時点で行動の決定が行われている。たとえば、自動車の自律走行をする場合では、ユーザの操作がない間はコンピュータによって直接制御される。この場合の出力は実環境のモータやステアリングなどのデバイスを制御して自ノードを移動させるための情報である。行動モデルモジュールはデバイスの制御情報を基に次のタイムステップでの位置を出力する。

iii) の場合では、アプリケーションは移動には影響を与えないので、アプリケーションから行動モデルモジュールへの入力はない。これは、Web アクセスによって時事ニュースなど情報は得られても、ユーザの行動に直接影響を与えないアプリケーションなどが想定される。このときは、行動モデルモジュールには、ランダムウェイポイントなどの移動モデルや移動シナリオを与え、次のタイムステップでの位置情報を出力させる。なお、この場合、行動モデルモジュールは VN ではなく、コアノードに配置することも可能である。

実環境においては、ネットワーク経由で得る情報の他に、ユーザが目視や各種センサで直接得る情報や事故などのトラブルといった外的要因の影響が考えられる。しかし外的要因は制御や再現が複雑で困難であり、本稿では取り扱わない。

3.2 位置情報モジュール

位置情報モジュールは各 VN 内に配置される。位置情報を保持し、アプリケーション本体とトポロジ更新モジュールへ位置情報を送信する。出力される位置情報の形式は GPS 等の位置測位装置を模倣したものとする。

GPS 等からはシリアル入出力により、位置情報が取り込まれる。Linux では名前付きパイプはシリアル入出力と同等に扱うことができるため、名前付きパイプを用いて入出力をエミュレートする。これにより、通常の GPS 等の位置情報を取得するアプリケーションを全く変更することなく利用することができる。位置情報の更新は次のタイムステップにおける位置情報を行動モデルモジュールから受信する時に行われる。

3.3 トポロジ更新モジュール

トポロジ更新モジュールはコアノード内に配置される。ワイヤレスアドホックネットワークではノードは無線 LAN によって接続される。各ノード間での接続

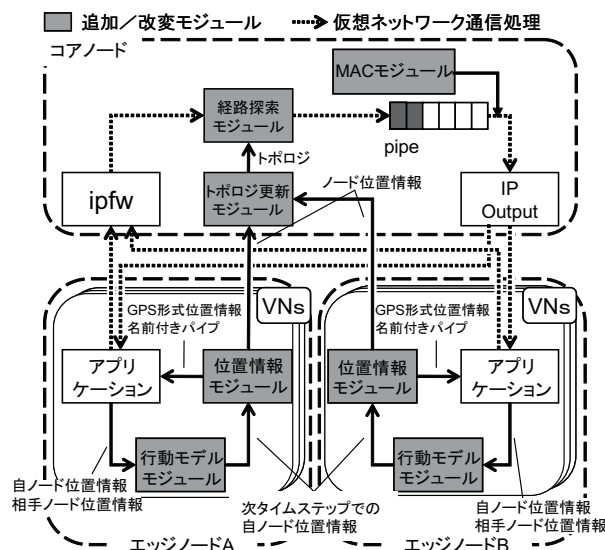


図 3: GeoModelNet のモジュール構成

の可否は各ノードの間の距離に応じて決定する。トポロジ更新モジュールは、各 VN の位置情報モジュールからそれぞれの位置情報を定期的に受け取り、ノード間距離によって接続を判定し、ネットワークトポロジを生成する。そして、生成されたトポロジ情報は経路探索モジュールに送信する。

3.4 MAC モジュール

MAC モジュールはコアノード内に配置される。MobiNet で実装された MAC エミュレーションと同様に IEEE802.11 をベースとした MAC 層のエミュレーションを行う。

4 まとめ

エンドノードが位置情報を利用可能とするネットワークエミュレータ GeoModelNet の設計について述べた。GeoModelNet は無線アドホックネットワーク上で、自身ノードの位置情報を利用することができる。これはカーナビゲーションや自動走行などの位置情報を取得、交換することによって振る舞いを変化させるアプリケーションに対応する。今後は GeoModelNet の実装を行い、スケーラビリティや精度についての評価を行う予定である。

参考文献

- [1] A. Vahdat, P. Mahadevan et al. Scalability and Accuracy in a Large Scale Network Emulator. in proc. of the 5th Symposium on Operating Systems Design and Implementation(OSDI), pp. 271-284, December 2002.
- [2] P. Mahadevan, A. Vahdat et al. MobiNet: A Scalable Emulation Infrastructure for Ad Hoc and Wireless Networks. in proc. of International Workshop on Wireless Traffic Measurements and Modeling (WiTMeMo), pp. 7-12, June 2005.