

# VANETにおける情報配信システムの GNU Radio/USRP2を用いた実環境評価に関する検討

金原辰典<sup>†</sup> 石原進<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学工学部

<sup>‡</sup> 静岡大学創造科学技術大学院

## 1 はじめに

交通事故や渋滞など特定位置に関する情報（位置依存情報）の配信に，車両間で形成されるネットワーク（VANET: Vehicular Ad hoc NETwork）を利用することが考えられている．筆者らはVANETを利用した位置依存配信手法としてR2D2V(RNC based Regional Data Distribution on VANET)[1]を提案している．R2D2Vは，車両，あるいは路側の機器が生成した位置依存情報を，情報生成時点で情報生成位置の近傍（情報配信範囲）にいる全車両と，その後新たに情報配信範囲に入ってくる車両に，短時間かつ効率的に配布することを目的として設計されたRandom Network Coding(RNC)とOpportunisticなデータ配信を組み合わせたデータ配信手法である．R2D2Vはシミュレーションによる性能評価は行われているが，実環境での性能評価は行われていない．本稿ではR2D2Vの実環境での基礎的な評価のための，プロトタイプ実装について述べる．

## 2 位置依存情報配信手法: R2D2V

R2D2Vでは，各車両がGPSを利用して自身の位置を知り，その座標と自身のIDを含むビーコンをブロードキャストしていることを前提とする．また，生成される位置依存情報は1回のブロードキャストでは全て配信不可能な大きさであり，生成車両のID，生成位置の座標，生成時刻が付加されているものとする．図1にR2D2Vの動作を示す．情報保持車両がビーコンを受信すると，ビーコン送信者の位置を元に周辺の車両密度を判定する．ビーコン送信者の位置がビーコン受信者が保持するデータの情報配布範囲内であれば，ビーコン受信者は保持データを符号化してブロードキャストする．

以上のような動作では，車両密度が高い地域において，ビーコンの増加及び多数のビーコン受信端末によるデータの斉送信の結果，パケット衝突によるパケットロスが増加してしまう．そこで，R2D2Vでは上記の問題に対して以下のような戦略を取っている．1つ目はRNCの利用である．RNCではデータの送信ノード

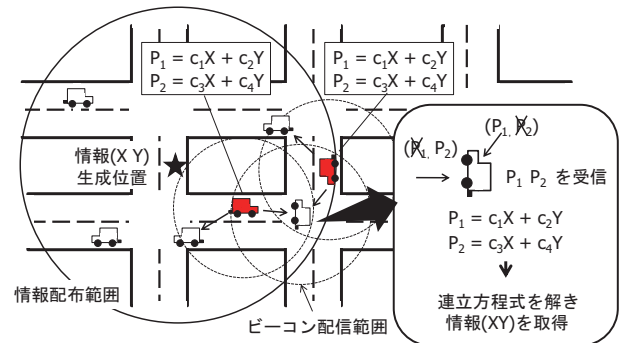


図1: R2D2Vでのデータ送受信

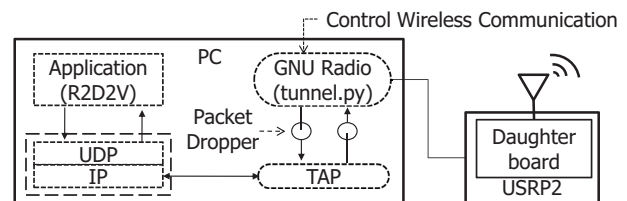


図2: R2D2Vのプロトタイプ構成

あるいは中継ノードが，転送すべき複数のパケットに対し，ガロア体上でランダムに係数ベクトルを選択し，線形結合をとることで符号化を行い，これを送信する．係数ベクトルが線形独立である複数の符号化されたパケット（符号化パケット）を受信すれば，元のデータに復号可能である．RNCを用いることにより，端末数が多くブロードキャストでの情報配信が行われるネットワークで，パケットロスが発生しやすい状況でも効率的に情報配信が可能である．2つ目は，ビーコン受信後のデータ送信確率の動的変更である．車両密度が高い場合はデータの斉送信を防ぐために送信確率を低くし，低ければ高くする．3つ目は，ビーコン送信間隔の動的変更である．ビーコン送信間隔を車両速度が速い時に短く，遅い時に長くし，冗長なビーコン送信を防ぐ．

## 3 R2D2V プロトタイプの実装

R2D2Vのプロトタイプを，UDPのブロードキャスト通信アプリケーションとして実装した．R2D2Vを実環境で性能評価するには，端末の移動や密度等，様々な変化を想定した実験が必要である．そのような実験を行うには，詳細な電波出力の変更が可能であることが望ましい．本研究では，ソフトウェア無線プラットフォーム

A study on experiment of an information distribution system for VANET using GNU Radio/USRP2

Tatsunori KIMPARA<sup>†</sup> and Susumu ISHIIHARA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>‡</sup> Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

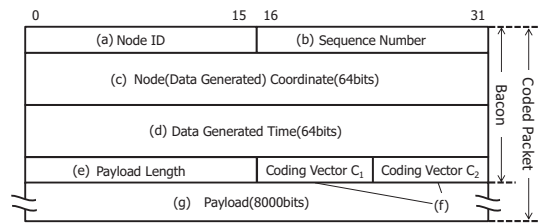


図 3: パケットフォーマット

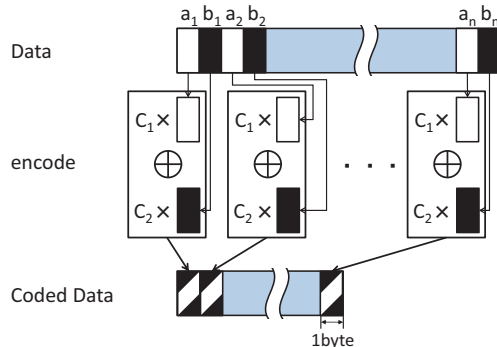


図 4: RNC による符号化処理

フォーム GNU Radio 及び GNU Radio 専用の無線通信デバイス USRP2 を用いることにした。図 2 に本実装の概要を示す。

R2D2V では位置依存情報を RNC によって符号化した符号化パケットとビーコンパケットの送信を行う。本プロトタイプでは両パケットのフォーマットの一部を共用する(図 3)。パケットのヘッダには、ビーコン送信者あるいはデータ生成者の端末 ID(a), データの順序番号(b), ビーコン送信者あるいはデータ生成位置の座標(c), ビーコンあるいはデータ生成時刻(d), ペイロード長(e), RNC の符号化の際にガロア体  $GF(2^8)$  から選ばれた符号化ベクトル(f)が含まれる。ビーコンの場合は符号化ベクトルの値が両方とも 0 とする。符号化データ(g)は符号化パケットのみで利用される。

各端末は受信した符号化パケットを保持するための受信バッファを持っている。各端末はビーコンを受信すると、自身が保持しているデータの生成位置座標とビーコン送信者の座標との間の距離を計算する。その距離が閾値より低ければ、保持しているデータを RNC に従った符号化処理により符号化パケットを生成・送信する。RNC の符号化処理では、送信するデータを先頭から 1byte 毎に分割し、符号化ベクトルと  $GF(2^8)$  上での線形演算を行う(図 4)。

各端末は符号化パケットを受信すると、受信した符号化パケットと保持している符号化パケットのデータ生成者の端末 ID, データの順序番号, データ生成位置の座標を比べる。どれか 1 つでも異なるものがあれば受信した符号化パケットを受信データ保持用のバッファに保持させ、全てが同じであった場合、それぞれのパケットの符号化ベクトルが線形独立であるか調べる。もし線形独立であれば、その線形独立である符号化ベクトルの逆行列と、符号化データのガロア体  $GF(2^8)$  上での線形演算により元のデータを復号する。

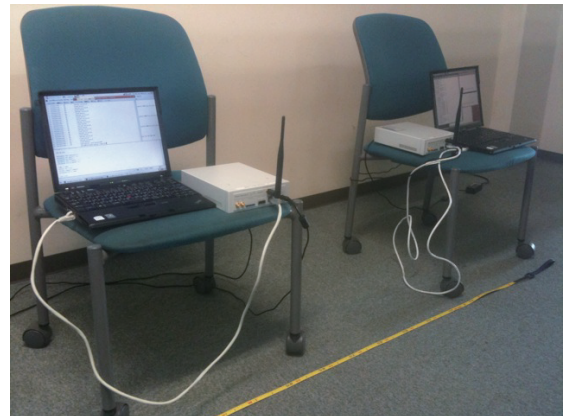


図 5: 動作確認風景

#### 4 無線通信実験

GNU Radio/USRP2 を利用して、無線通信環境を整えた。GNU Radio では C++ とスクリプト言語 Python を用いて変復調等の無線通信処理や、MAC 層の振るまい等を記述可能である。USRP2 は GNU Radio 用に開発された専用の送受信機であり、ドータボードの交換により、様々な周波数帯の送受信が可能である。本実装では、GNU Radio のパッケージに含まれる tunnel.py を使用する。tunnel.py は、イーサネットでの通信インターフェースを介して送受信されるデータを奪い、簡単な CSMA 方式に基づく MAC により USRP2 を利用して無線パケット送受信を行う。

R2D2V プロトタイプの基礎評価として 2~14m の間隔で置かれた 2 台の USRP2 を用いて動作確認を行った。周波数 5GHz 帯、変調方式 DBPSK、ビットレート 100Kbps で通信させた。パケット長は符号化パケットが 1066bytes, ビーコンが 66bytes である。一方の端末はビーコンを送信し、ビーコンを受信した端末は RNC を用いて 2000bytes のデータを符号化・送信する。ビーコンを送信した端末が受信した符号化パケットを復号し、復号データと符号化前のデータが一致したことを確認できた。

#### 5 まとめ

VANET における情報配信システム R2D2V のプロトタイプを実装し、GNU Radio/USRP2 を利用して動作確認を行った。今後は端末数を増やし、マルチホップ通信が行われる環境での通信テストを行っていく。

#### 謝辞

USRP2 を使った通信実験は静岡大学情報通信グループの協力のもとで行われました。

#### 参考文献

- [1] N. Kusumine and S. Ishihara: R2D2V: RNC based Regional Data Distribution on VANETs, in proc. of IEEE Vehicular Network Conference (VNC2010), pp.271-278 (2010).