

# 連続ゾーン路車間通信における動的ゾーン制御方式\*

朝倉 啓充<sup>†</sup> 柿田 法之<sup>‡</sup> 中村 めぐみ<sup>‡</sup> 福井 良太郎<sup>§</sup> 屋代 智之<sup>††</sup> 重野 寛<sup>‡</sup> 岡田 謙一<sup>‡</sup>  
慶應義塾大学理工学部<sup>‡</sup> 沖電気工業株式会社<sup>§</sup> 千葉工業大学<sup>††</sup>

## 1 はじめに

近年サービスを開始した ETC に用いられている DSRC(Dedicated Short Range Communication) は、高品質な無線通信を可能にする。そこでこの DSRC を利用して、連続無線ゾーンを構成する路車間通信による安全支援システムが考えられている [1]。本稿ではこの連続無線ゾーンを動的に制御することによって基地局切り替えの際に起こるハンドオフ回数を減少させ、より効率的な通信が行える方法を提案し、計算機シミュレーションによって評価する。

## 2 連続無線ゾーン

安全支援システムの構成のためには、ETC のようなスポット型通信ではなく連続型通信が必要となる [2]。

また DSRC は直進性が高いという特徴を持つために、路側アンテナと車載アンテナ間の見通しを確保する必要がある。この見通しに関しては照明灯に路側アンテナを設置することによって、路車間通信にとって問題となるシャドウィングが軽減されることが示されている [3]。そこで本稿でも照明灯一致モデルを用いて連続無線ゾーンを構成することにする。

## 3 固定ゾーン制御方式

連続無線ゾーンは 1 つの基地局が 1 つのゾーンを制御し、この基地局とゾーンの組み合わせを連続に並べることによって構成される。その構成方式としては、1 つのアンテナが 1 つのゾーンを構成する連続セル型構成と、ROF(Radio On Fiber) 技術を用いて複数のアンテナで 1 つの大きなゾーンを構成する ROF ゾーン構成が考えられる。無線スロット数は基地局数に依存するので、連続セル型構成では無線スロット数が多いという利点があるが、ゾーンの切り替わる回数が増加

するためハンドオフ回数が増加してしまう。これに対して ROF ゾーン構成では、ハンドオフ回数は減少するが、無線スロット数が減少してしまう。

## 4 動的ゾーン制御方式

本稿では通信車両台数に応じて動的に ROF ゾーンの大きさを柔軟に変化させ、またゾーンが車群を追跡することによってハンドオフ回数を減少させるモデルを提案する。

### 4.1 システムモデル

本提案のシステムは図 1 のように構成した。光ファイバを用いて基地局同士、アンテナ同士を結ぶ。この結ばれた基地局群、アンテナ群をスイッチを介して結ぶ。基地局は自分の制御するゾーンの情報、およびそのゾーン内を移動している通信車両の情報を管理する。またスイッチは基地局が制御するアンテナとのマップを管理することにする。

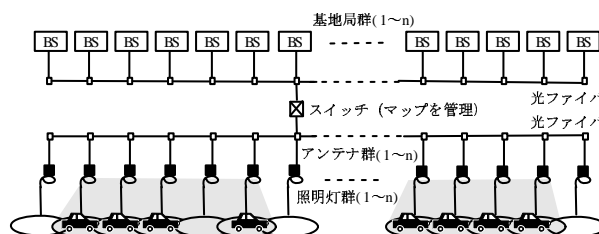


図 1: システムモデル

### 4.2 ゾーンサイズ決定方法

DSRC プロトコルの規格 [4] から DSRC の無線スロット数は最大 4 である。従って 1 つのゾーン内での最大同時通信車両台数は 4 台である。そこでゾーンを構成する基地局は通信車両が 4 台になるようにスイッチのマップを書き換え、スイッチはそのマップを基にゾーンを構成する。これによって車両密度が低いときはゾーンを大きくし、車両密度が高いときはゾーンを小さくすることができる。

\*The Dynamic Zone Control Method in Case of Road-Vehicle Successive Communication

<sup>†</sup>Hiroimitsu Asakura, Noriyuki Kakita, Megumi Nakamura, Hiroshi Shigeno, Kenichi Okada

<sup>§</sup>Ryotaro Fukui

<sup>††</sup>Tomoyuki Yashiro

<sup>‡</sup>Faculty of Science and Technology, Keio University

<sup>§</sup>Oki Electric Industry Co., Ltd

<sup>††</sup>Chiba Institute of Technology

### 4.3 車群追跡方法

通信車両はGPSなどを用いてその位置情報を基地局へ送信する。この情報を基にして基地局はスイッチのマップを書き換えて、その制御するゾーンを車両の移動に合わせて追跡させる。

またゾーンの移動によって前方のゾーンに追いついてしまった場合は、基地局間同士の路路間通信を用いた情報交換を行い、前方のゾーンを分割する。これによって前方のゾーンの-slot数に余裕を生じさせ、前方のゾーンに追いついてしまった車両が連続通信を維持できるようにする。

## 5 評価・考察

本提案を次の2つの観点から評価した。連続セル型構成とゾーンサイズ144mと288mのROFゾーン構成を提案モデルと比較した。そのシミュレーション条件を表1に示す。また、無線区間のインターフェースはDSRC規格[4]を前提とする。

- 平均車間距離と平均ハンドオフ回数

図2は、成功、失敗を問わず車両1台当たりがハンドオフを行った回数を縦軸にとり、平均車間距離を横軸にとった図である。

- 平均車間距離と平均ハンドオフ成功率

図3は、車両1台当たりが行ったハンドオフのうち成功した割合を縦軸にとり、平均車間距離を横軸にとった図である。

表 1: シミュレーション条件

道路	直線 2000m、片側 2 車線
アンテナ	間隔 36m、高さ 12m
平均車両速度	通常走行車線 80km/h 追い越し車線 100km/h
スロット数	4
変調方式	/4 シフト QPSK
伝送速度	4Mbps

図2によると、本提案は平均車間距離に応じてハンドオフ回数が増えていることがわかる。平均車間距離が狭い場合はゾーン構成は連続セル型構成に近くなるためハンドオフ回数が増えるが、平均車間距離が広い場合は車両追跡が充分に行えるため、ハンドオフ回数が急激に減少している。

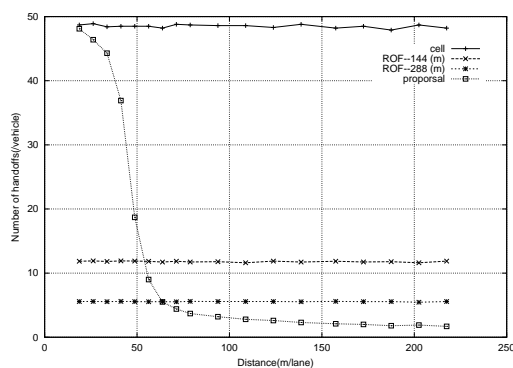


図 2: 平均車間距離 - 平均ハンドオフ回数

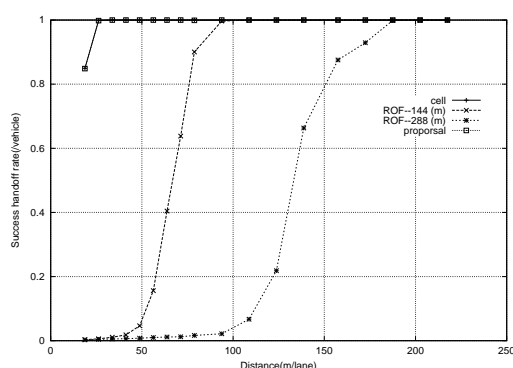


図 3: 平均車間距離 - 平均ハンドオフ成功率

図3によると、本提案は最もスロット数が多い連続セル型構成と同程度のハンドオフ成功率を示していることがわかる。

以上のことから本提案は車両密度の変化に応じてゾーンを構成し、可能な限りハンドオフ成功率を下げずにハンドオフ回数を減少させることが出来ていることが確認できた。

## 参考文献

- [1] <http://www.ahsra.or.jp/>
- [2] 福井良太郎．ピーコン連続型 DSRC システムの構成方法．情報処理学会研究報告，Vol.2000，No.83，pp55-60，2000．
- [3] 柿田法之，栗原良太，福井良太郎，屋代智之，重野寛，松下温．安全支援システムの実現に向けた連続無線ゾーンの構成方法．情報処理学会研究報告，Vol.2001，No.47，pp33-40，2001．
- [4] 狭域通信 (DSRC) システム ARIB STD-T75 1.0 版.