

平成 30 年 5 月 11 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00125

研究課題名(和文) 車車間通信による緊急車両走行支援に関する研究

研究課題名(英文) A study on an emergency vehicle travel support system by V2V communications

研究代表者

高木 由美 (TAKAKI, YUMI)

神戸大学・システム情報学研究科・助手

研究者番号：70314507

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：救急車両は、救命率を高めてより多くの人命を救うために安全かつスムーズな走行が求められている。そこで本研究では、まず、救急車両の走行時間の短縮に繋がる情報配信方式を、車載器の普及率という観点から検討した。そして、どのような車種から普及させればより効果的か、ということシミュレーション実験にて評価した。その結果、大型車両と小型車両はバランスよく普及させることが望ましいことがわかった。次に、救急車両から接近通知を配信する方式を検討し、シミュレーション実験にて方式の優位性を確認した。

研究成果の概要(英文)：Emergency vehicles are required to travel safely and smoothly in order to increase the life-saving rate and save more lives. Therefore, in this study, we first studied the information delivery method leading to shortening the traveling time of emergency vehicles from the viewpoint of the penetration rate of onboard devices. Then, we evaluated by simulation experiment that what kind of vehicle type would be more effective if it was spread. As a result, we found that it is desirable to spread large vehicles and small vehicles in a balanced manner. Next, we studied the method of delivering approach notification from emergency vehicles and confirmed the superiority of the method by simulation experiment.

研究分野：情報通信

キーワード：車車間通信 緊急車両 走行支援 アドホックネットワーク

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の消防庁報道資料（平成 25 年 12 月 18 日）によると、平成 24 年発生 of 交通事故における救急車両による搬送者は、全国で 5,250,302 人と年々増加している。心肺停止から 5 分以上経過すると生存率が著しく低下するにもかかわらず、通報から現場到着まで平均 8.3 分、病院到着まで平均 38.7 分を要している。このため、より多くの人命を救うには救急車両の安全かつスムーズな走行が求められる（参考文献[1]）。

申請者はこれまで、通信・マルチエージェント統合シミュレーションにより、救急車両の走行支援方式の有効性を検証してきた。しかしながら、この取り組みはまだ初期段階にあり、取り組むべき課題が残されていると考える。具体的には、車車間通信は、交通社会における安全性の向上に役立つと期待されているにも関わらず、その普及が進んでいないのは、特に普及率が低い場合にそのメリットが見出せないためと考えている。そこで、普及率の低い場合であってもメリットがある、あるいは普及させるならどういう方策をとると効果が得られやすいのか、といったことを示すことが重要と考えた。

参考文献

- [1] A. Buchenscheit, et al., “A VANET-based Emergency Vehicle Warning System,” Proc. First IEEE Vehicular Networking Conference VNC 2009, Tokyo, Japan, Oct. 2009.

2. 研究の目的

救急車両は、緊急車両の中で出勤回数が最も多く、救命率を高めてより多くの人命を救うために安全かつスムーズな走行が求められている。しかしながら、一般車両は、遮音性の向上によりサイレンが聞こえにくくなり、救急車両が接近するまでその存在に気付かず、避讓行動が遅れたり、適切な避讓行動ができないことがあり、このことは、救急車両の走行時間の増加に繋がっている。

そこで本研究では、救急車両から定期的に接近情報を配信し、一般車両に適切な避讓行動を促すことで、救急車両の走行時間の短縮を目指す。この際、現状での車載器搭載の普及率は低いということから、普及率という観点からも検討する。そのため、普及率が低い場合の支援効果を高めるにはどうすればよいか、どのような車種から普及させればより効果的か、といったことを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、車車間通信の利用によって、救急車両がスムーズに走行できる支援の実現を目指す。そのために、まずは ①車両の遮蔽と車載器の普及が車車間通信に与える影響についての知見を得る。次に、②車車間通信のみで、リアルタイムに渋滞検知を行える方式について検討する。最後に、③どの範囲の一般車両に接近情報を配信することが有効であるかを調べる。また、これらには、商用シミュレータ Scenargie 2.0 を用いる。

4. 研究成果

- ① 車車間通信の実用化を進めるにあたり、車載器の搭載が必須となるが、現時点では、大型車両、小型車両（一般車両）ともに車車間通信用の車載器の搭載率は、100%には遠く及ばない。大型車両に着目すると、法制度化により、車載器搭載の促進が可能である。さらに、車高が高いことでアンテナの高さも高いため、表 1 に示すように情報をより遠くの車両まで配信することができる。このことにより、車載器を搭載している小型車両は、情報を受信しやすくなる。しかし、大型車両は遮蔽物となるために、電波強度が 4~20dB 減衰するという無視できない問題がある。

そこで、小型車両の視点から、車載器を搭載した車両の普及により小型車両にどのような恩恵があるのかを調べる。

表 1 アンテナの高さによる通信可能距離 (m)

|                |      | 送信車両のアンテナ高 (m) |      |      |
|----------------|------|----------------|------|------|
|                |      | 1.50           | 2.00 | 3.50 |
| 受信車両のアンテナ高 (m) | 1.50 | 357            | 412  | 545  |
|                | 2.00 | 412            | 476  | 630  |
|                | 3.50 | 545            | 630  | 833  |

【シミュレーション諸元】

・フィールドは、図 1 に示すように 1.5 km 四方の変則的なグリッド環境で、神戸市の道路環境を模擬した。大通りと小道による交差点の詳細は、図 1 の右上の図の通りである。

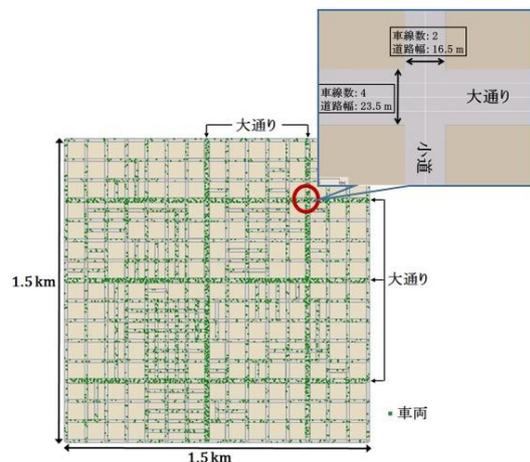


図 1 シミュレーションのフィールド

・車両は、車高とアンテナ高が異なる 2 種類の車両（大型車両 (LV)・小型車両 (SV)）を計 3,000 台、それとは別にパケットの送信元車両となる小型車両を 1 台配置する。送信元車両は、100 ms 間隔でパケットを 10 個送信する。

大通り全体の車両密度と、小道全体の車両密度が 2 対 1 になるように、各車両はランダムに配置されるとする。平均車頭間隔は、大通りで 26.8 m、小道で 53.5 m である。なお、大型車両は大通りにのみ配置した。

また、大通りに存在する大型車両が、全車両の 10%、20%、30% の場合（以降、大通り LV10%、大通り LV20%、大通り LV30% と呼ぶ）についてそれぞれシミュレーションを行う。

・対象領域の全車両に情報が受信されるように、車車間通信における情報配信のアプリケーションとして、初めてパケットを受信した時に一度だけパケットを転送する仕組みのフラッディングを利用する。パケットサイズは 128 バイト、各車両の送信電力は 20dBm に設定する。

・電波伝搬モデルには、交差点における建物による遮蔽の影響を考慮している ITU\_R-P. 1411 を用いる。加えて、受信車両に送信車両から直接届く直接波が、他の車両によって遮られる場合、ITU\_R-P. 1411 での伝搬損失に更なる減衰を加えることで、車両による遮蔽の影響を考慮する。今回の実験では、簡単化のために減衰量は固定値とし、送受信アンテナを結ぶ直線上に存在する車両 1 台につき 10dBm 減衰するものとした。

・試行回数は、車載器搭載車両が多くなるほど 1 試行にかかるシミュレーション時間が長くなるため、車載器普及率が 10% 未満の時は 100 回、10% 以上の時は 10 回とする。結果の値は試行回数の平均値で、95% の信頼区間も併せて示す。

#### 【シミュレーション実験と結果】

シミュレーション実験では、大通り LV10%、LV20%、LV30% のそれぞれについて、車載器普及率が 1% から 100% に増加していく中で、小型車両のパケット受信率がどのように変化するかを調べる。パケットの受信率は、パケットを受信した車両数を総車載器数で割った数で求める。

まずは、以下の 3 つの極端な車載器の普及方策を比較する。

- (1) **大型優先方策**：大型車両から車載器を割り当て、全大型車両に車載器が搭載された後に、小型車両にも車載器を搭載する。
- (2) **車種均等方策**：車種ごとに均等な割合で車載器を割り当てる。例えば、車載器の普及率が 10% の時は、大型車両、小型車両の各 10% が車載器を搭載する。
- (3) **小型優先方策**：小型車両から車載器を割り当て、全小型車両に車載器が搭載された後に、大型車両にも車載器を搭載する。

総車載器数は、車載器普及率によって 30 ~ 3,000 台まで変化するが、各方策で車両への車載器の割り振りが異なる。

シミュレーション実験結果より、車載器の搭載は、大型車両と小型車両のどちらにもある程度バランスよく行われていることが望ましいことがわかった。また、小型車両から見て車載器未搭載の大型車両は遮蔽物となるのに対して、車載器搭載大型車両は広範囲にパケットを配信するのに有用であることが確認できた。

この結果を受けて、次に、大型優先方策の

ような極端な普及方策ではなく、車種均等方策に比べて大型車両への普及を促進しつつも、小型車両への搭載も併せて行われるような普及方策を検討する。具体的には、大型車両の普及をどのくらい促進させるのが適切かを調べる。

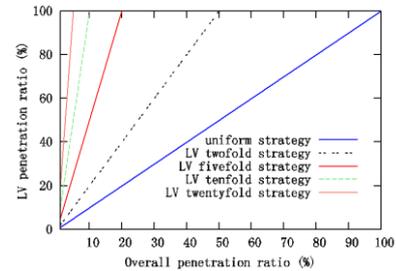


図 2 大型車両の普及率が 100% のときに全体における普及率の割合

図 2 は、全体の普及率に対して、大型車両の普及率がどのように変化するかを表している。車種均等方策では、全体の普及率が 100% となるときに大型車両の普及率も 100% となる。このときの大型車両の普及率を表す直線の傾きは 1 であるため、このときの普及促進速度を 1 とする。そして、この傾きをより大きくした、すなわち促進速度を大きくした場合の次に示す 4 つのケースについて評価する。

- (1) **促進速度 LV2**：大型車両の普及促進速度を 2 とした場合 (全体普及率 = 50%)
- (2) **促進速度 LV5**：大型車両の普及促進速度を 5 とした場合 (全体普及率 = 20%)
- (3) **促進速度 LV10**：大型車両の普及促進速度を 10 とした場合 (全体普及率 = 10%)
- (4) **促進速度 LV20**：大型車両の普及促進速度を 20 とした場合 (全体普及率 = 5%)

図 3,4 のグラフは、大通り LV10% と、LV30% の場合における小型車両のパケット受信率を示している。各グラフの横軸は、全車両に対する車載器の普及率である。

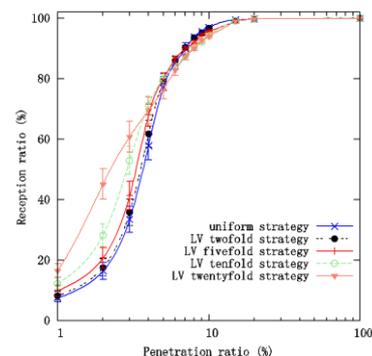


図 3 促進速度における小型車両の受信率 (大通りに存在する大型車両の割合: 10%)

シミュレーション実験結果より、全体の車載器普及率が 5% より小さい場合は、普及促進速度は 5 倍以上を保って積極的に大型車両への普及を行い、全体の車載器普及率が

5% を超えると大型車両の普及を過剰に行わないようにすることが望ましいと言える。

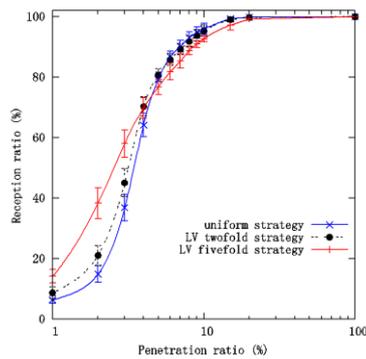


図 4 促進速度における小型車両の受信率  
(大通りに存在する大型車両の割合：30%)

② 一般車両は、救急車両の走行を妨げないように避讓行動をとることが義務付けられている。しかし、渋滞時はこの行動をとることが難しく、救急車両も渋滞に巻き込まれることがある。突発的に発生した渋滞を救急車両が回避するためには、リアルタイムに渋滞情報を取得できる仕組みが必要である。

そこで本研究では、リアルタイム性に優れた車車間通信を利用して、渋滞判定を行うことに着目する。救急車両が渋滞情報を確認し、それを回避する経路を走行することは、現場到着時間（以降、走行時間と呼ぶ）の短縮に有効な手段の 1 つであるといえる。そのため、救急車両が一般車両と協力し、赤信号時間を考慮して渋滞を判定する ACDEO (Autonomous Congestion Detection with Emergency vehicle and Ordinary vehicle) 方式と、救急車両のみで、一般車両のその時々速度により渋滞を判定する ACDEV (Autonomous Congestion Detection with Emergency Vehicle) 方式の 2 つを提案し、シミュレーション実験で性能を評価する。

本研究では、時速 20 km 以下で一定時間以上走行した場合を渋滞と定義する。また、救急車両は交通法規に従い、基本的に対向車線の走行や逆走はしないため、走行方向に複数の車線がある場合に、ある車線が渋滞していても他にスムーズに流れる車線があれば、渋滞とはみなさないこととする。

#### 【シミュレーション諸元】

・フィールドは、大通りと小道で構成される 1.0 km 四方の変則的なグリッド環境である。大通りと小道は、表 2 に示すように、車線数、道路幅、制限速度がそれぞれ異なり、大通りの各交差点には信号が取り付けられている。

表 2 フィールドのパラメータ

| Category       | Specification              | Value  |
|----------------|----------------------------|--------|
| Main street    | Road width                 | 23.5 m |
|                | Number of lanes (one side) | 2      |
| Alley          | Road width                 | 16.5 m |
|                | Number of lanes (one side) | 1      |
| Signal pattern | Green                      | 60 s   |
|                | Yellow                     | 10 s   |
|                | Red                        | 70 s   |

#### ・交差点での行動

車両は交差点にて、次の項目を全て満たしている時のみ通過できるとする。

1. 信号が青色または黄色である。
2. 次に移動する道路に自車両の大きさ分の空きがある。
3. 他に交差点を移動する車両がない。または他に交差点を移動する車両がいるが、お互いが交錯しない状況であるか自身のほうが優先である。

#### ・救急車両と一般車両の行動

一般車両は、目的地に向かうにあたって、大通りを優先的に経路として選択する。救急車両に対しては、避讓行動を行う。また、1000 台がシミュレーション開始直後にそれぞれランダムに選ばれた建物を出発する。

一方、救急車両は、一般車両の追い越し、赤信号交差点への進入が可能である。道路に複数の車線が存在する場合には、基本的に右側車線を走行する。さらに、一般車両とは異なり、シミュレーション開始 100 秒後に消防署を出発し、事故現場へと向かう。

道路交通法により、一般道路における最高速度は、救急車両 80 km/h、自動車 60 km/h と定められており、シミュレーションにおいても道路交通法を基に設定した。

#### ・走行支援システムと避讓行動

救急車両は走行中サイレンを鳴らしながら走行しているものとし、一般車両はサイレンが聞こえたときに、状況に応じて車線変更、減速、交差点での優先など避讓行動を行う。また、走行支援システムを用いる場合、救急車両は位置情報を周囲に送信しながら走行する。位置情報を受信した一般車両は情報に基づき、サイレンが聞こえたときと同様な避讓行動を行う。

#### 【シミュレーション実験と結果】

本研究では、救急車両の走行経路を以下に示す 4 通り考える。

- ・GMS (Going Main Streets) 方式：渋滞を考慮せず大通りのみの経路を走行
- ・GSP (Going Shortest Path) 方式：渋滞を考慮しながら最短経路を走行
- ・ACDEO 方式：一般車両と協力し、渋滞を考慮しながら大通り優先の経路を走行
- ・ACDEV 方式：自車両のみで渋滞を考慮しながら大通り優先の経路を走行

GMS 方式とその他の方式を比較することで、渋滞判定の必要性について調べる。また、すべての道路の渋滞情報を知ることができる GSP 方式における救急車両の走行時間に、ACDEO 方式と ACDEV 方式がどれだけ近づけるかも調べる。

評価指標には、救急車両の走行時間、救急車両の右左折回数、U ターン回数、前方車両を追い越せずに停止した回数を用いる。

図 5 に救急車両が走行を開始する、実行 100 秒後のシミュレーションフィールドを示す。今回は、フィールド中央部の大通りにおいて渋滞が発生するような設定とした。



図 5 緊急車両の走行開始時の一般車両の配置例



図 6 各方式における走行経路の一例

各方式で走行した経路の一例を図 6 に、シミュレーションの結果を各評価指標にて表 3 ~ 6 に示す。

表 3 緊急車両の走行時間 (秒)

| seed | GMS    | GSP    | ACDEV | ACDEO |
|------|--------|--------|-------|-------|
| 253  | failed | 343.9  | 278.4 | 368.0 |
| 255  | 297.1  | failed | 277.5 | 292.6 |
| 258  | failed | 245.5  | 249.9 | 388.8 |
| 263  | failed | 268.9  | 366.8 | 312.0 |
| 264  | failed | 181.5  | 221.4 | 346.9 |
| Ave. | 297.1  | 269.9  | 278.8 | 346.9 |

表 4 緊急車両の右左折の回数

| seed | GMS | GSP | ACDEV | ACDEO |
|------|-----|-----|-------|-------|
| 253  | 4   | 3   | 10    | 9     |
| 255  | 4   | 1   | 14    | 11    |
| 258  | 4   | 3   | 11    | 11    |
| 263  | 4   | 3   | 11    | 6     |
| 264  | 4   | 1   | 10    | 8     |
| Ave. | 3.6 | 2.2 | 11.2  | 9     |

表 5 緊急車両の U ターン回数

| seed | GMS | GSP | ACDEV | ACDEO |
|------|-----|-----|-------|-------|
| 253  | 0   | 0   | 1     | 0     |
| 255  | 0   | 0   | 1     | 0     |
| 258  | 0   | 0   | 0     | 0     |
| 263  | 0   | 0   | 2     | 0     |
| 264  | 0   | 0   | 1     | 1     |
| Ave. | 0   | 0   | 1     | 0.2   |

表 6 緊急車両が前方車両を追い越せずに停止した回数

| seed | GMS | GSP | ACDEV | ACDEO |
|------|-----|-----|-------|-------|
| 253  | 8   | 3   | 0     | 3     |
| 255  | 3   | 6   | 0     | 1     |
| 258  | 4   | 0   | 0     | 3     |
| 263  | 11  | 2   | 1     | 2     |
| 264  | 4   | 0   | 0     | 2     |
| Ave. | 6   | 2.2 | 0.2   | 2.2   |

シミュレーション結果から、救急車両は渋滞を回避して小道を走行することにより、走行時間を短縮できると考えられる。今回のシミュレーションでは、信号ごとに進んで停止する小規模な渋滞が発生しており、そのような状況に対しては、ACDEO 方式より ACDEV 方式が有効であることがわかった。この理由として、ACDEV 方式は救急車両が渋滞速度以下の車両をその時々で検知して渋滞判定を行うためと考えられる。また、救急車両が現場

に急行するにあたっては、小規模な車列であっても、救急車両の走行時間を大幅に遅らせる原因になりうるということがわかった。

一方で、ACDEV 方式は、右左折と U ターンの回数が他の方式よりも多い。これは、安全面では好ましくないため、これらの回数を減らすことができるように、さらなる検討が必要である。

- ③ 救急車両の走行時間の増加を抑制するにあたり、一般車両の適切な避讓行動が求められる。しかしながら、遮音性の向上により、サイレンが聞こえにくくなったことで、救急車両が接近するまでその存在に気付かず、適切な避讓行動ができないことがある。

そこで、救急車両が定期的に接近情報 (道路 ID、車線 ID、現在向かっている交差点 ID) を配信することで、情報を受信した一般車両が早めに救急車両の存在を認識して避讓行動を行った場合、救急車両の走行時間にどのような影響を与えるかを調べる。図 7 の左上の図は、緊急車両が 32dBm の送信電力で接近情報を配信したときの受信電力を示す。これより、交差点を曲がった先には、届きにくいことがわかる。よって、接近情報を配信するにあたって、どのくらいの送信電力で、何度転送 (ホップ) すれば効果的であるかを検討する。

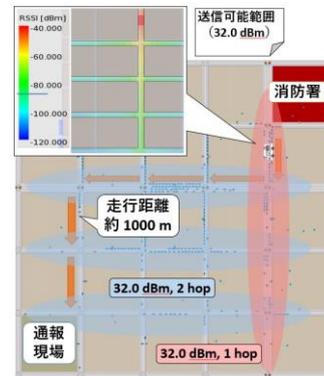


図 7 緊急車両の走行経路と送信電力 32dBm のときの送信範囲

#### 【シミュレーション諸元】

・フィールドは図 7 に示すように、グリッド間隔が 150 m のグリッド環境で、大通りの交差点にのみ信号機を設置している。

・交差点での行動および走行支援システムと避讓行動は、②と同じ。

・救急車両と一般車両の行動は、基本的に②と同じであるが、ここでの一般車両は 400 台とする。また、救急車両は、1 秒ごとに接近情報を配信し続ける。

#### 【シミュレーション実験と結果】

本研究では、救急車両が接近情報を配信するときの送信電力を 44.8dBm、32.0dBm、20.0dBm の 3 パターン、情報の転送回数 (ホ

ップ数)を1~3ホップの3パターンで変化させて、サイレンのみのときと比較することで、救急車両の走行時間にどのような効果があるかを調べる。さらに、車載器搭載の普及率における効果についても同時に調べる。

シミュレーションの試行回数は10回、結果の値は試行回数の平均値で、95%の信頼区間も併せて示す。

シミュレーション実験結果を図8に示す。

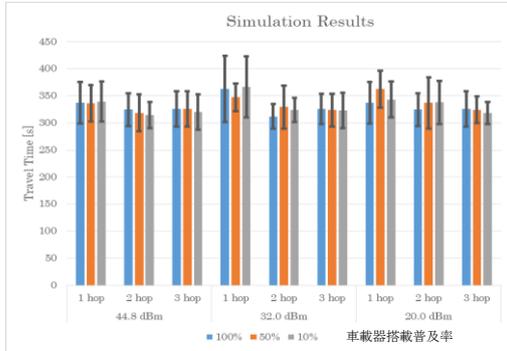


図8 救急車両の走行時間(秒)

サイレンのみのときの救急車両の走行時間439.86秒に対して、図8における救急車両の走行時間の平均は400秒以下であるため、接近情報の配信の有効性を確認できる。

また、普及率や送信電力の違いに関わらず、全体的な傾向として、ホップ数が多くなるほど走行時間が短くなっていることがわかる。つまり、広範囲に情報を配信した方が効果的であることを示している。しかしながら、今回は簡単なグリッド配置でのシナリオであるため、大型車両も考慮したより現実に近いシナリオにて、さらに詳細な評価および検討が必要である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

- ① Yumi Takaki, Makoto Ando, Keisuke Maesako, Keisuke Fujita, Tomio Kamada, Chikara Ohta, and Hisashi Tamaki, Efficient and Reliable Packet Transfer Protocol for Wireless Multihop Bidirectional Communications, International Journal of Distributed Sensor Networks, Peer-reviewed, Vol. 14, No. 1, 2018, pp. 1-15.  
DOI:doi.org/10.1177/1550147718756034
- ② Irda Roslan, Takahiro Kawasaki, Toshiaki Nishiue, Yumi Takaki, Chikara Ohta, and Hisashi Tamaki, Achieving High Throughput and Fairness in Dense WLANs by Mitigating Problem Nodes, International Journal of Applied Engineering Research, Peer-reviewed, Vol. 12, No. 24, 2017, pp. 15409-15419.  
[https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n24\\_206.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n24_206.pdf)
- ③ 高木 由美, 南 浩明, 太田 能, 玉置 久, "車

車間通信における車種と遮蔽を考慮した車載機普及方針の一検討,"日本シミュレーション学会論文誌, 査読有, Vol. 7, No. 4, 2015, pp. 125-133.

DOI:10.11308/tjsst.7.125

[学会発表](計8件)

- ① Takahiro Kawasaki, Yumi Takaki, Tomio Kamada, and Chikara Ohta, Study for Improvement of Throughput in High-Density Wireless Networks Using Transmitting Opportunity Control, Proc. of ICOIN, Peer-reviewed, 2018, pp.140-145, Chiang Mai, THA.
- ② Hiroaki Minami, Yumi Takaki, Chikara Ohta, and Hisashi Tamaki, "A Study on Penetration Strategy of On-board Unit Taking Account of the Type of Vehicles in V2V Communications," Proc. of ICOIN, 2016, pp. 35-39, Kota Kinabalu, MYS.  
DOI:10.1109/ICOIN.2016.7427084
- ③ 橋本 尚弥, 榎原 茂, 高木 由美, 太田 能, デバイス間通信におけるマルチ Wi-Fi インタフェースを用いた柔軟な接続手法の提案, 電子情報通信学会 MoNA 研究会, 2017, pp. 45-50, 京都市.
- ④ 前迫 敬介, 高木 由美, 鎌田 十三郎, 太田 能, 無線マルチホップネットワークにおける隠れ端末による干渉と捕捉効果を考慮したルーティングメトリックの提案, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017, p. 349, 世田谷区.
- ⑤ 河崎 鷹大, 高木 由美, 鎌田 十三郎, 太田 能, 無線 LAN における多端末・AP 環境下での最低スループット改善に関する研究, 電子情報通信学会 NS 研究会, 2017, pp. 307-312, 中頭郡読谷村.
- ⑥ 小林 亮介, 榎並 直子, 高木 由美, 鎌田 十三郎, 太田 能, [ポスター講演] 車車間通信を利用した歩行者検出性能向上手法の検討, 電子情報通信学会 PRMU 研究会, 2017, 札幌市.
- ⑦ 矢野 渚, 高木 由美, 鎌田 十三郎, 太田 能, 無線メッシュネットワークにおけるリンク間干渉を考慮した Max-Min Fair フロー割当, 電子情報通信学会 IN 研究会, 2016, pp. 81-86, 広島市.
- ⑧ 高木 由美, 南 浩明, 太田 能, 玉置 久, 車車間通信における大型車両の遮蔽を考慮した車載機普及方策の一検討, 電子情報通信学会総合大会, 2016, p. 191, 福岡市.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高木 由美 (TAKAKI, Yumi)

神戸大学・大学院システム情報学研究所・助手  
研究者番号: 70314507

### (2) 研究分担者

太田 能 (OHTA, Chikara)

神戸大学・大学院科学技術イノベーション研究所・教授

研究者番号: 10272254