

車々間通信ネットワークの交通流に与える効果について

Ari Widodo[†] 長谷川孝明[†]

The Effects of an Inter-Vehicle Communication Network on the Traffic Flow

Ari Widodo[†] and Takaaki HASEGAWA[†]

あらまし 本論文では、筆者らが構築した車々間通信ネットワークを含む自律走行交通流シミュレータを用いて、交通の安全性及び道路容量の観点で車々間通信ネットワークの効果について定量的に評価検討を行っている。人間と機械を含めた総合遅延、車両密度、車々間通信機器搭載率及び通信範囲に対する評価結果より、安全性及び安全性を考慮した道路容量の向上を確認している。以上より、車々間通信ネットワークの十分な効果を得られるための通信半径や車々間通信機器搭載率などが求められている。また、ヨーロッパを中心に検討されている速度適応システムと車々間通信ネットワークの効果についての比較も行っている。その結果、速度適応システムより車々間通信ネットワークのほうが優れていることが示されている。

キーワード 高度交通システム (ITS), 車々間通信ネットワーク, 自律走行交通流シミュレータ, 速度適応システム, 交通の安全性, 道路容量

1. ま え が き

高度交通システム (ITS) では車両運行の効率化、安全性の向上を目的とした様々な研究開発が行われている。この研究開発の一環として、他の車両と情報交換する車々間通信ネットワークが注目されている [1] ~ [4]。このような状況下で ITS に導入される新しい車々間通信ネットワークの有効性を評価し、実現すべき車々間通信ネットワークのスペックを得る必要性が高まっている。ネットワークに対し、ある特定の通信方式や通信媒体で評価を行う研究は報告されている [1] ~ [2] が、交通の安全性の向上や道路容量を定量的に検討し、車々間通信ネットワークに必要なスペックを導き出す報告はほとんどない。

筆者らは、車々間通信ネットワークが交通流に与える影響や効果などを評価するために、車々間通信ネットワークを含めた自律走行交通流シミュレータを構築し、評価基準として三つの新しい評価基準を提案し、評価を行っている [6]。文献 [6] では、いくつかの例について検討を行い、安全性及び道路容量の向上に車々間通信ネットワークが期待できることを明らかにしているが、スペックを求めるための種々の詳細な検討は

なされていない。また、安全性の向上を目的とし、検討されている速度適応システム [7], [8] と車々間通信ネットワークシステムとの比較も行われてない。

本論文では、構築した交通流シミュレータを用いて、交通の安全性及び道路容量の観点で車々間通信ネットワークの効果を実定的に評価検討し、車々間通信ネットワークの有効性を確認するとともにその効果を得るために必要なスペックを導き出す [9] ~ [11]。更に、その効果を速度適応システムの効果と比較する [12]。ここでは、車々間通信ネットワークは警告型運転支援として動作することを仮定している。道路環境として高速道路を用いて、人間の反応時間を含む総合遅延、車両密度、車々間通信機器の搭載率、及び通信半径に対する評価を行う。

2. 評価対象システムと評価基準 [6]

構築した車々間通信ネットワークを含む自律走行交通流シミュレータの基本的な事項について簡単に述べる。なお、本シミュレータに関する詳細については文献 [6] に記述する。

2.1 評価対象システム

2.1.1 自律走行

本シミュレータにおける各車両には運転者が乗り、車両の走行を制御することを仮定している。各運転者に以下の特性及び条件をもたせ、各車両は自律的に走

[†] 埼玉大学工学部電気電子システム工学科, 浦和市
Dept. of Electrical and Electronic Systems Eng. Saitama
University, 255 Shimookubo Urawa-shi, 338-8570 Japan

行する。

- (1) 視界
- (2) 希望速度
- (3) 総合遅延
- (4) 速度決定
- (5) 車線変更

本シミュレータで用いる車両モデルは長さ 3.5 m, 幅 1.5 m とし, 全車両は同じモデルを用いる。また, 車両発生は道路の始点において, 平均速度は 100 km/h でポアソン生起し, 最小車間距離 5 m がとれない場合のみ, 5 m となるまで発生を待つと仮定する。シミュレーション刻みは 0.05 秒または 0.1 秒とする。

本シミュレータで用いる道路環境は片側直線 3 車線の高速道路と片側直線 2 車線の高速道路に入線ランプのついたインターチェンジである。

2.1.2 運転支援を用いた自律走行

本研究では車々間通信ネットワークが警告型運転支援システムとして動作し, 他の車両からの情報に基づいて周囲の交通状況を判断し, 車両の前方に他の車両が急ブレーキをかけることや隣接車線から入り込む車両があることにより安全性の面で問題がある場合に運転者にピープ音で警告を与えることを仮定している。車々間通信ネットワークにおける特徴及び与えた条件を以下に示す。

- (1) 伝送し合う情報はフロントシート情報である位置, 速度, ブレーキ, 及び車両 ID とする。
- (2) 通信は無線とし, 通信方式はブロードキャスト通信と仮定する。
- (3) 通信半径は車両中心から全方向に 0~200 m の間で設定するものとする。
- (4) 理想的な通信(遅延なし, エラーなし)が確保されると仮定する。
- (5) 通信間隔は 0.05 秒または 0.1 秒とする。

2.2 評価基準

本論文で用いる三つの評価基準を簡単に述べる。なお, 詳細は文献 [6] に述べられている。

2.2.1 事故発生率

事故発生率 (AOR: Accident Occurrence Ratio) は一定長の道路を一定時間走行させたときに 1 回以上交通事故の起きる確率である。基準の単位は%である。

2.2.2 修正道路容量

従来, 道路容量の概念は設定する車両密度 × 平均速度であり, 交通事故を考慮したうえでの評価方法はほとんどなかった。本論文では, 交通事故を考慮した定

量的な指標として「同じ安全性のもとで道路容量がどの程度増大するか」を知るために修正道路容量を用いている。修正道路容量 (MRC: Modified Road Capacity) は定量的に安全性を考慮したうえでの道路容量であり, 一定の事故発生率において 1 車線・1 時間当りの通過可能車両台数と定義している。修正道路容量の単位は台/時間/車線である。

2.2.3 実効道路容量

実効道路容量 (ERC: Effective Road Capacity) は車両をポアソン生起させながら, 最低車間距離 Z [m] をとれない場合は待ち車両とし, 待ち車両数が時間に比例して増加する臨界の 1 車線・1 時間当りの車両台数である。本論文では, 実効道路容量で用いられる臨界はシミュレーションより判定する。その判定に用いられる基準を簡潔に以下に述べる。シミュレーションを開始してから 30 分後及び 1 時間後の待機車両の台数を測定し, 1 時間後の待機車両の台数が 30 分後のそれに対し $2 \pm 15\%$ の中に入り, かつ待機車両が発生が全発生台数の 3% 以上になった場合に臨界を超えたと判定する。臨界の詳細については文献 [6] に述べられている。実効道路容量の単位は台/時間/車線である。

3. 片側直線 3 車線高速道路の場合

本章では, 片側直線 3 車線高速道路という道路環境における交通流に与える車々間通信ネットワークの影響や効果について述べる。また, これらの評価を評価基準ごとに示す。

3.1 事故発生率

ここでは, 遅延, 車両密度, 車々間通信機器の搭載率及び通信範囲に対する事故発生率の評価を行っている。また, これらの検討は交通事故を回避する必要性が高い道路状況(危険度がかなり高くなる状況)で行う。

3.1.1 総合遅延における評価

まず, 総合遅延に対する評価検討を行う。運転者の個人差により, 実際の人間の反応時間ばらつきがある。ここで, 本検討ではこの遅延のばらつきを近似的にガウス分布(ガウス分布で 0 より小さい値を 0 とする分布を意味する)で表現し, 標準偏差による違いを調べる。ガウス分布の平均は 0.4~0.7 秒とし, 標準偏差 0.0~0.7 秒間の 4 点とし, これらの分布は近似的にガウス分布状に各運転者の遅延としてランダムに割り当てられる。ここでは, 文献 [6] で述べた評価結果に基づいて危険度が高い車両密度 30 台/km/車線を用いて, 検

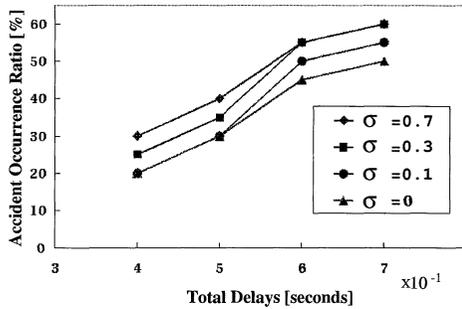


図1 遅延の標準偏差に対する事故発生率の比較

Fig. 1 Comparison of AOR on standard deviation of delays.

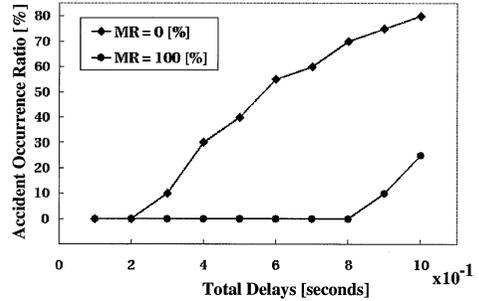


図2 遅延に対する事故発生率の比較

Fig. 2 Comparison of AOR on delays.

討を行う。この車両密度は道路の混雑度が高い状況を表している。また、ここで用いられる車々間通信機器搭載率は0%である。

図1にシミュレーション結果を示す。標準偏差が大きくなるに伴い事故発生率が増加するが、その差異は小さい。以上の結果より、本検討では標準偏差0.7秒を用いることにする。

次に各総合遅延における車々間通信ネットワークの効果を評価する。車々間通信機器搭載率は0%と100%とし、通信半径は200mとする。

シミュレーション結果を図2に示す。シミュレーションを行った範囲では車々間通信機器搭載率0%の場合には総合遅延の平均が0.3秒以下の場合に交通事故は起こっていないが、その遅延が大きくなるにつれて事故が発生するようになり、しかもその発生する確率が高くなるのがわかる。一方、車々間通信機器搭載率100%の場合には0.8秒までの総合遅延では交通事故は発生していない。これは車々間通信ネットワークを用いることによって運転者がいち早く周囲の交通状況を把握可能であり、早期に事故回避行動を起こすことで事故の発生を未然に防いでいるためと考えられる。

3.1.2 通信機器搭載率における評価

本項では車々間通信機器搭載車・非搭載車の混在状態における車々間通信ネットワークの効果の検討を行う。車々間通信機器搭載率0, 20, 40, 60, 80, 及び100%の条件でシミュレーションを行い、事故発生率を求めた。これらの検討は文献[6]で述べた評価結果より、危険度が最も高くなる道路状況(車両密度35台/km/車線)において行う。この道路状況は道路の混雑がかなり高い状態を表している。また、通信半径は

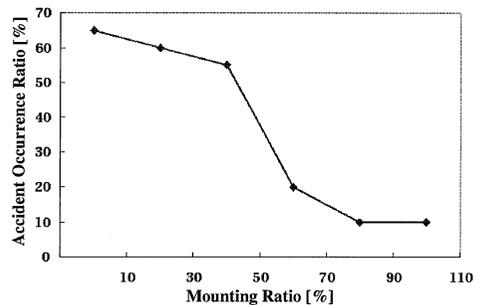


図3 車々間通信機器搭載率に対する事故発生率の変化
Fig. 3 AOR's alterations on inter-vehicle communication equipment mounting ratios.

200mと仮定する。ここで用いる総合遅延を平均0.3秒、標準偏差0.7秒の近似的にガウス分布状にランダムに運転者に割り当てることにする。

シミュレーション結果を図3に示す。本図より、車々間通信機器搭載率50%以下では事故発生率はゆるやかに減少するが、その搭載率が60%程度で急激に減少しているのがわかる。以上より、必ずしも全車両で車々間通信ネットワークが完全に動作しなくても、安全性に対する効果は十分あり、現実的な観点からも実効性が期待されることが示された。

3.1.3 車々間通信半径における評価

次に、車々間通信ネットワークの通信半径に対する事故発生率を求める。ここでは0~100mの間で20mおきの通信半径においてシミュレーションを行う。車両密度と総合遅延は3.1.2の評価と同様であり、パラメータとして車々間通信機器搭載率0, 25, 50, 75, 及び100%を用いる。

図4にシミュレーション結果を示す。この結果より、同じ車々間通信機器搭載率の下で通信半径が大きけれ

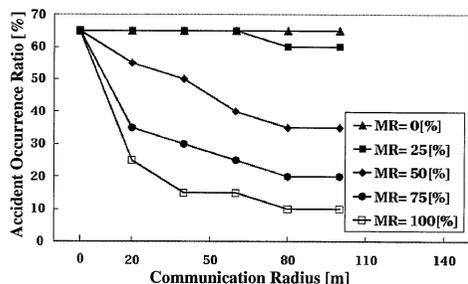


図4 通信半径に対する事故発生率の変化
Fig. 4 AOR's alterations on communication radiuses.

ば事故発生率も低減するが、車々間通信機器搭載率によって改善限界が異なり、また車々間通信機器搭載率が大きくなるほど、通信半径が小さくても事故抑制効果は上がり、車々間通信機器搭載率が大きければ40~50m、車々間通信機器搭載率が小さくても80~100mで効果がフロアを示すことがわかる。以上より、以降のシミュレーションではすべて通信半径を100mとすることにする。

3.2 修正道路容量

次に修正道路容量を検討する。シミュレーション条件は車々間通信機器搭載率が0, 50及び100%であり、通信半径は100mとする。総合遅延として平均0.5秒、標準偏差0.5秒の近似的なガウス分布を用いる。

図5にシミュレーション結果を示す。この結果より、事故発生率10%の場合に車々間通信機器搭載率0%の修正道路容量に対する車々間通信機器搭載率50%と100%の修正道路容量がそれぞれ約1.4倍と1.7倍に増加することがわかる。以上より、車々間通信ネットワークを用いることによって、車線数の増大を伴わずに道路容量の増加が期待できることが確認された。

3.3 実効道路容量

本検討で用いる車々間通信機器搭載率は0, 50, 及び100%とし、通信半径は100mとする。総合遅延は3.2で用いたものと同様とする。

シミュレーション結果を表1に示す。同表に示した実効道路容量は、交通事故が起こらない場合のシミュレーション結果である。この結果より、車々間通信ネットワークを用いても実効道路容量の向上が見られず、逆に車々間通信機器搭載率が高くなると実効道路容量が約0.9倍に減少することがわかる。この原因は車々間通信ネットワークを用いることにより車両がより安

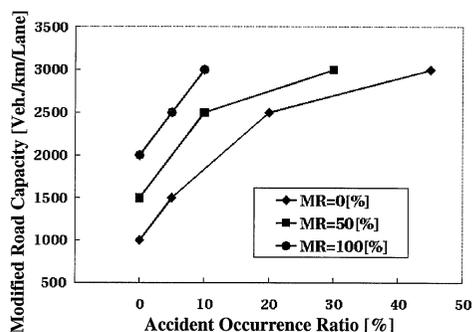


図5 事故発生率に対する修正道路容量の変化
Fig. 5 MRC's alterations on aors.

表1 実効道路容量のシミュレーション結果
Table 1 Simulation results of ERC.

車々間通信機器搭載率	ERC	MRC
0 [%]	7000	1800
50 [%]	6900	2500
100 [%]	6800	3000

全な車間距離と速度で走行するためと考えられる。しかし、交通事故の発生を考慮した修正道路容量の比較においては車々間通信機器搭載率50%と100%の場合の修正道路容量を従来の交通(車々間通信機器搭載率0%の場合)の修正道路容量と比較するとそれぞれ約1.4, 1.7倍に向上することがわかり、安全性が飛躍的に高まっていることがわかった。

4. 片側合流部を含めた直線2車線高速道路の場合

以下の検討は片側合流部を含めた直線2車線高速道路について行う。検討に用いるパラメータや評価基準などは片側直線3車線高速道路の場合と同様とする。

4.1 事故発生率

4.1.1 総合遅延における評価

本検討では3.1.1で用いた条件と同じ条件下で行う。ただし、ここで用いる車両密度は、合流後の本線における車両密度が30台/km/車線となるように、本線及び入線ランプの車両密度を双方20台/km/車線に設定し、3.1.1の検討と同じ道路状況下で検討を行う。

シミュレーション結果を図6に示す。本結果より、シミュレーションを行った範囲では車々間通信機器搭載率0%の場合は総合遅延が大きくなるに伴い事故発生

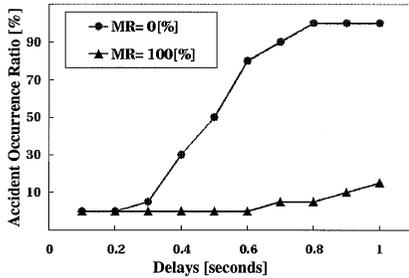


図6 合流部における遅延に対する事故発生率の比較
Fig. 6 Comparison of AOR on delays at interchange.

率が大きく増加するが、車々間通信機器搭載率 100% の場合には総合遅延が 0.6 秒まで大きくなっても事故発生率が 0% であり、それ以上の場合も大きく事故発生率を抑制している。以上より、合流部を含めた道路環境でも車々間通信ネットワークが安全性の向上に有効であることがわかる。

4.1.2 車両密度における評価

ここでは道路状況の変化に対する安全性の変化を調べるために、車両が疎な状態で走行できる道路状況（車両密度 10 台/km/車線）から道路の混雑が高くなる状況（車両密度 35 台/km/車線）までの道路環境下で本線、入線ランプの車両密度を変えて事故発生率の検討を行う。まず本線での車両密度を 30 台/km/車線に固定し、入線ランプでの車両密度を 10～35 台/km/車線まで増加させて、車々間通信機器搭載率 0% と 100% における事故発生率の特性の比較を行う。次に入線ランプでの車両密度を 30 台/km/車線に固定し、本線での車両密度も 10～35 台/km/車線の間で設定し、車々間通信機器搭載率 0% と 100% における事故発生率の特性の比較を行う。通信半径は 100 m と設定する。また、総合遅延は近似的にガウス分布状（平均 0.3 秒、標準偏差 0.7 秒、負の値は 0 とする）にランダムに運転者に割り当てるものとする。

図 7 に入線ランプでの車両密度が固定された場合のシミュレーション結果を示す。また、図 8 に本線での車両密度が固定された場合のシミュレーション結果を示す。両図から車々間通信機器搭載率 0% において車両密度が高くなれば事故発生率も高くなるが、その増加は本線の車両密度の増加より入線ランプの車両密度の増加のほうが大きな影響を与えることがわかった。また、図 7、図 8 とも車々間通信機器搭載率 100% の場合に事故は起こっていない。したがって、車々間通信

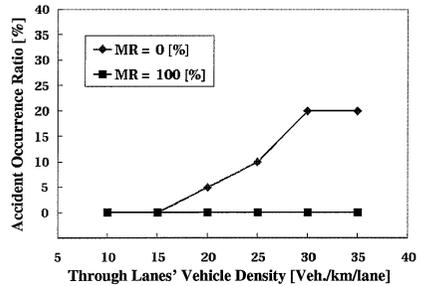


図7 本線の車両密度に対する事故発生率の比較（入線ランプの車両密度が 30 台数/km/車線の場合）

Fig. 7 Comparison of AOR on through lanes' vehicle densities (at interchange lane's vehicle density is 30 veh./km/lane).

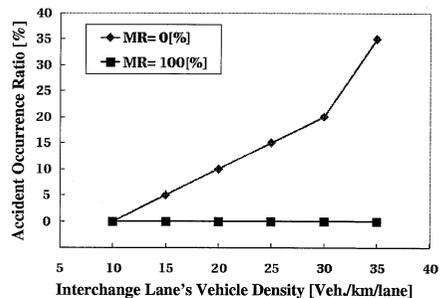


図8 入線ランプの車両密度に対する事故発生率の比較（本線の車両密度が 30 台数/km/車線の場合）

Fig. 8 Comparison of AOR on interchange lane's vehicle densities (at through lane's vehicle density is 30 veh./km/lane).

ネットワークを用いることによって合流部を含めた道路環境における安全性が大きく改善されることがわかる。

4.1.3 通信機器搭載率における評価

本検討では危険度が高くなる道路状況下（入線ランプ及び本線の車両密度は双方 35 台/km/車線）で車々間通信機器搭載率の影響の検討を行う。また、総合遅延は平均 0.5 秒、標準偏差 0.7 秒の近似的なガウス分布状に基づくと仮定し、通信半径は 100 m とする。更に、ここで車々間通信機器搭載率として 0, 20, 40, 60, 80, 及び 100% を用いる。

図 9 にシミュレーション結果を示す。この結果より、車々間通信機器搭載率の増加に伴い、事故発生率が減少し、安全性の向上が確認された。合流部道路を含めた道路環境では車々間通信機器搭載率の上昇に伴

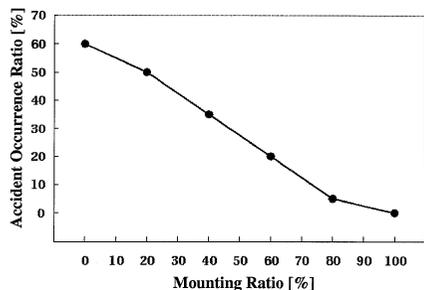


図9 車々間通信機器搭載率に対する事故発生率の変化
Fig.9 AOR's alterations on inter-vehicle communication equipment mounting ratios.

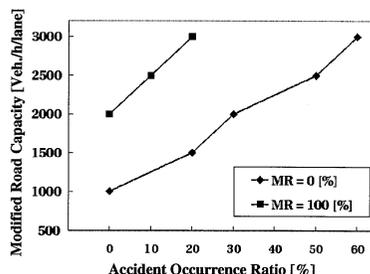


図10 事故発生率に対する修正道路容量の変化
Fig.10 MRC's Alterations on AORs

い事故発生率がほぼ一様に減少しているが、車々間通信機器搭載率 80%以上で大きく抑制されている。したがって、合流部道路を含む道路環境においても車々間通信ネットワークに十分な効果が期待できることがわかった。

4.2 修正道路容量

ここで、合流部をもつ道路の修正道路容量の検討を行う。本検討で用いる車々間通信機器搭載率は 0%及び 100%とし、通信半径は 100 m とし、総合遅延は平均 0.5 秒、標準偏差 0.7 秒の近似的にガウス分布状でランダムに割り当てるとする。

シミュレーション結果を図 10 に示す。同図より、同じ事故発生率(ここでは 0%及び 20%)において、車々間通信機器搭載率 100%の修正道路容量が車々間通信機器搭載率 0%の修正道路容量に対し約 2.0 倍になることが示された。合流部をもつ道路でも基本道路と同様、車々間通信ネットワークにより修正道路容量の増加が期待できることが示された。

以上の結果より、車々間通信ネットワークが安全性及び修正道路容量の向上に有効であることが確認され、その効果を得るために必要とする車々間通信機器搭載率及び車々間通信の通信半径を取得した。5. ではこの効果を他の安全性向上システムである速度適応システムの効果と比較する。速度適応システムはヨーロッパを中心に盛んに検討されている [7], [8]。

5. 速度適応システムとの比較 [12]

本章ではまず、速度適応システムについて簡単に述べ、その効果と車々間通信ネットワークの効果について比較を行う。以下の比較は片側直線 3 車線高速道路上で行われるものとする。

5.1 速度適応システム

安全性の向上を目的としている速度適応システムは、路車間通信などを用いて道路の走行可能な最大速度が、車両に通信され、車両はこの速度に達したらアクセルを踏んでも速度が上がらないように制限されるシステムである。本研究では、文献 [7] に示された速度適応システムに基づいて速度適応システム機能を構築し、シミュレータに導入している。ここで道路の走行可能な最大速度は 100 km/h とし、このシステムを搭載している車両はこの速度を超えて走行しないことを仮定している。

5.2 安全性の比較

本節では交通の安全性の観点で車々間通信 (IVC) ネットワークの効果と速度適応 (SA) システムの効果の比較検討を行う。まず、両者の機器搭載率の比較検討を行う。事故を回避する必要が高くなる道路状況下で検討を行うために、ここで用いる車両密度は 3.1.3 の検討と同様とする。また、総合遅延は 0.8 秒で固定し、車々間通信の通信半径は 200 m とする。最後に、検討する機器搭載率は 0, 25, 50, 75, 及び 100%とする。

図 11 にシミュレーション結果を示す。この結果より、すべての機器搭載率において車々間通信ネットワークの効果は速度適応システムの効果より大きいか、または等しいこと、更に機器搭載率の増加に伴いその効果は大きくなるが示された。

次に車両密度における比較検討を行う。ここで検討される道路状況は、車両が疎な状態で走行できる道路状況 (車両密度が 5 台/km/車線の場合) から交通渋滞が発生する限界の道路状況 (車両密度が 42 台/km/車線の場合) とする。また、総合遅延と通信半径は前の検討と同様とする。更に、機器搭載率は両者とも

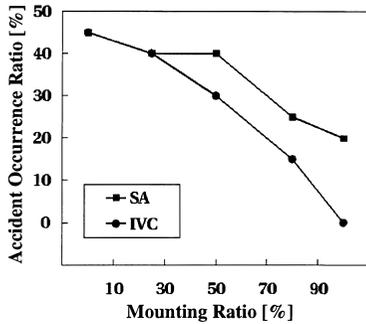


図 11 機器搭載率の比較
Fig. 11 Comparison on equipment mounting ratios.

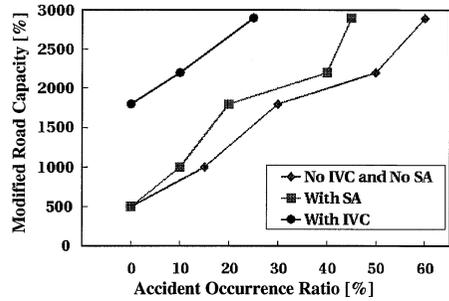


図 13 事故発生率に対する修正道路容量の比較
Fig. 13 Comparison of MRCs on AORs.

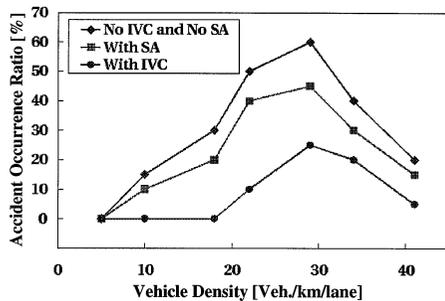


図 12 車両密度の比較
Fig. 12 Comparison on vehicle densities.

100%とする。

シミュレーション結果を図 12 に示す。ここでも何も用いない場合、速度適応システムを用いた場合に対し、車々間通信ネットワークを用いた場合の順に事故発生率が下がることが示された。以上より、機器搭載率の比較検討及び車両密度の比較検討より車々間通信ネットワークは速度適応システムより優れていることがわかった。

5.3 道路容量の比較

次に修正道路容量の比較検討を行う。本検討で用いる機器搭載率と総合遅延と車々間通信半径は 3.2 と同様とする。シミュレーション結果を図 13 に示す。事故発生率 20%において車々間通信 (IVC) ネットワークを用いた場合の修正道路容量は約 210%に増加するのに対して速度適応 (SA) システムを用いた場合の修正道路容量の増加は約 140%となった。以上より、修正道路容量の向上において車々間通信ネットワークは速度適応システムより優れていることがわかった。

6. む す び

本論文では、筆者らが構築した、車々間通信ネットワークを含めた高度交通システムの評価のための自律走行交通流シミュレータを用いて、交通の安全性及び道路容量の観点で車々間通信ネットワークの効果を定量的に検討した。本評価検討に用いた道路環境は片側直線 3 車線及び片側合流部を含めた直線 2 車線の高速道路であり、評価基準としては筆者らが提案した事故発生率、修正道路容量、及び実効道路容量を用いた。

検討結果より、事故発生率と修正道路容量の向上に車々間通信ネットワークが有効であることが示され、車々間通信機器搭載率が 60%以上であれば、交通の安全性が大幅に改善可能であることが示された。また、車々間通信機器搭載率が大きい場合、十分な効果を得るために、通信半径 40 ~ 50 m で十分であることがわかった。また、車々間通信機器搭載率が小さい場合には通信半径 80 ~ 100 m で効果がフロアを示すことが確認され、車々間通信機器搭載率が小さい場合にはより大きい通信半径が必要となることがわかった。更に、車々間通信ネットワークを用いることによって車線数の増大を伴わずに道路容量の増加が期待できることが確認された。

更に、ヨーロッパを中心に検討されている速度適応システムの効果と比較を行い、車々間通信ネットワークが速度適応システムより優れていることが示された。

今後の課題として、具体的な通信方式や実現すべき車々間通信ネットワークの詳細なスペックの検討をすることがあげられる。

謝辞 日ごろよりお世話頂きます埼玉大学の羽石 操教授に深謝致します。本研究の一部は実吉奨学財団の

援助により行われました。ここに感謝の意を示します。

文 献

- [1] 屋代智之, 近藤天平, 樋口雅文, 松下 温, “車々間通信を用いた車両ネットワークの構築,” 電学研資, RTA93-8, pp.15-24, 1993.
- [2] 水井 潔, 内田雅敏, 中川正雄, “スペクトル拡散方式を用いた車両間通信・測距統合システム,” 信学論(B-II), vol.J78-B-II, no.5, pp.342-349, May 1995.
- [3] M. Aoki and H. Fujii, “Inter-Vehicle Communication: Technical Issues on Vehicle Control Application,” IEEE Communi. Magazines, vol.34, no.10, pp.90-93, 1996.
- [4] 宇野篤矢, 阪口 健, 津川定之, “車々間通信を用いた合流制御におけるシミュレーションによる考察,” 第16回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス, pp.189-192, 1997.
- [5] F.H. Eskafi, “Modeling and Simulation of the Automated Highway System,” Ph.D. Dissertation, University of California at Berkeley, 1996.
- [6] Ari Widodo, 長谷川孝明, “車々間通信ネットワークを含めた高度交通システムの評価のための自律走行交通流シミュレータ,” ITSのための情報通信と航行・測位論文小特集号, 信学論(B), vol.J82-B, no.11, pp.2002-2009, Nov. 1999.
- [7] S. Almqvist, “Speed Adaptation: A Field Trial of Driver Acceptance, Behaviour, and Safety,” Proc. of 5th World Congress on ITS, no.2061, 1998.
- [8] M. Vandershuren, “Intelligent Speed Adaptation The Dutch Experiment in an Urban Area,” Proc. of 5th World Congress on ITS, no.2107, 1998.
- [9] アリ・ウイドド, 長谷川孝明, “交通の安全性に対する車々間通信ネットワークの寄与について,” 1998 信学ソ大, no.SAD-2-13, pp.42-43, 1998.
- [10] Ari Widodo and T. Hasegawa, “Evaluations of Traffic Safety Improvement Using An Autonomous Traffic Flow Simulator Including Inter-Vehicle Communications,” Proc. of IEEE GLOBECOM 98, vol.5, pp.2629-2633, 1998.
- [11] A. Widodo and T. Hasegawa, “Possible Impacts Prediction of AVCSS on Safety and Efficiency by An Autonomous Traffic Flow and Inter-Vehicle Communications Simulator,” Proc. of Ninth Annual Meeting of Intelligent Transportation Society of America, CDROM, April 1999.
- [12] A. Widodo and T. Hasegawa, “A Comparison of Possible Impacts between Speed Adaptation and IVC on Traffic Safety Improvements,” Proc. of ITS Australia'99 4th Int. Conf., CDROM, May 1999.

(平成11年4月6日受付, 6月21日再受付)



Ari Widodo (学生員)

平8 埼玉大・工・電気電子卒。平10 同大学院博士前期課程了。現在, 同博士後期課程在学中。スペクトル拡散通信方式, 車々間通信ネットワーク(IVCN)を中心とする高度交通システム(ITS), モバイルエージェントなどの研究に従事。平11 電気通信普及財団賞(テレコムシステム技術学生賞)受賞。IEEE学生会員。



長谷川孝明 (正員)

昭56 慶大・工・電気卒。昭61 同大学院博士課程了。同年埼玉大・工・電気助手。現在, 同電気電子システム工学科助教授。工博。平7~8 カナダ・ビクトリア大客員研究員。人から人へ, 人から機械への本質的な情報通信を行うための技術及び人の移動のための技術に興味をもつ。これまでスペクトル拡散通信システム, CDMA, ニューラルネットとその情報通信システムへの応用, 画像入力マイクロホンなどの人間の意思伝達を含む情報通信の方式・情報と信号の処理の研究に携わる。近年は, ITS 実現のための新しい情報通信パラダイムやポジショニングシステム, 意思伝達を含む新しい情報通信工学を模索している。平2 年度本会篠原記念学術奨励賞受賞。著書「スペクトル拡散技術の基礎と応用」(分担執筆), 「プライマリーC言語ノート」, 「モバイル・コンピューティング教科書」(分担執筆)など。IEEE, 情報理論とその応用学会, インテリジェントエージェント研究会各会員。