

住宅街環境における自律・通信併用型モビリティの研究

代表研究者

伊藤 太久磨

東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻 講師

1 研究背景

令和 4 年の交通事故死者数は 2,610 人となっている¹。様々な交通安全技術の普及によって交通事故死者数は減少傾向にあるが、未だに 2000 人以上の交通事故死者が毎年発生しており、さらなる交通事故防止や被害軽減のための技術開発が求められる。状態別交通事故死者数に注目すると、歩行中が 955 人、自転車乗車中が 339 人となっており、この二つの状態で全件数のおよそ半分となっている。この割合は欧米の主要国と比較しても大きな値となっており、日本の交通事故死者数の特徴となっている。また、交通死亡事故が発生する道路に関して、「生活道路」と「その他の道路」での交通死亡事故の減少傾向を比較すると²、「その他道路」では平成 23 年以降単調に減少しているものの、「生活道路」では前年比で増加する場合もあり、またその減少割合も鈍いものとなっている。そのため、生活道路における歩行者や自転車との交通事故を防ぐための技術開発が必要となる。

日本の生活道路には以下の様な特徴が存在する。

- 道路幅員が狭い
- 大部分の交差点に信号機が設置されていない
- 住宅の塀等によって交差点周囲の見通しが悪い
- 歩道と車道の分離が行われていない場合が多く、歩行者や自転車と自動車が行き交う環境を共有している

この様な道路環境は欧米ではあまり見られず、日本特有の交通死亡事故の原因となっている。また、上記の様な見通しが悪い交通環境では、自動ブレーキなどの交通事故防止システムのトリガとなるセンサが他の交通参加者を直前まで捉える事が出来ないため、本来の性能を発揮する事が出来ない場合がある。この様な課題を解決するために、見通しの悪い無信号交差点での潜在的なリスクを考慮した先読みブレーキ技術の研究が行われている³。先読みブレーキ技術はセンサで直接観測できない領域の潜在リスクを考慮するために、電子地図技術を仮想的なセンサとして利用している。そして、見通しの悪い無信号交差点において交差点道路からの歩行者の飛び出しを想定し、システムがブレーキ制御に介入を行う事で規範的な速度での交差点への接近を実現している。この様なシステムは事故回避の点では効果があるものの、見通しの悪い無信号交差点に接近すると必ず強制的な減速が発生するため受容性に一定の課題が存在しており、将来的な普及の点において課題が存在している。そのため、車載システムだけではなく、路側観測システムも併用した技術開発が求められる。路側観測システムを利用した交通安全技術は ITS の分野において既に研究が進められており、商用化もなされているが、路側観測システムが設置されている交差点が一部の都市周辺に限定されており、実際にはほとんど普及していないのが実情となっている。この原因として、現在の路側観測システムが自動車に特化したシステムとなっており、自動車以外では便益が得られないため、コストパフォーマンスが低い事があげられる。そのため、今後は自動車以外の交通参加者も利用可能な多目的汎用センサネットワークを想定した技術開発が求められる。より具体的には、近年注目されているスマートシティの情報資源を活用する事が既存課題解決の糸口となる。この様な多目的汎用センサネットワークは、コストパフォーマンスの点において利点があるものの、交通事故防止のために専用設計されたわけではないため、提供される情報の精度と密度が不十分な事が想定される。そこで本研究では、情報精度と密度を考慮しつつ車載センサと路側観測システムの情報を統合し、見通しの悪い無信号交差点での交通事故を防止するための技術開発を目的として定める。

2 開発するシステムの概念設計

図 1 に本研究で開発するシステムの概要図を示す。都市計画道路で囲まれた住宅街を基本単位とし、その住宅街毎に交通参加者の移動情報を統合するモビリティ情報基盤を設置する事を考える。そして、この住宅街内の生活道路を移動する各交通参加者が保有するセンサや、交差点近傍に設置された路側観測システム

(Roadside unit, 以降 RSU と記載する.) で観測される情報をモビリティ情報基盤に送信する。これらの観測情報は各センサによってその信頼度が異なる事が想定される。例えば、精度の良い RSU の観測情報はその観測誤差が 0.1m 程度となる事が想定されるが、歩行者や自転車利用者が保有するスマートフォンレベルの GNSS ではその観測誤差が数メートルとなる事が想定される。RSU が観測可能な範囲は限られているため、精度の異なる情報を統合し、各交通参加者の位置や速度といった移動情報を推定する機能が必要となる。また、各交通参加者の推定移動情報を基に、交通参加者同士が見通しの悪い無信号交差点近傍で衝突する可能性を予測する機能も必要となる。この際に、ベースとなったセンサの観測情報の精度によって、推定される位置・速度情報の精度も変化する事が想定される。そのため、推定位置情報の精度を考慮しつつ、衝突を予測する機能が必要となる。そして、衝突が予測された場合にはネットワーク経由で制御介入や警報介入指令を送信し、事前の減速によって衝突を回避する機能が必要となる。以上を整理すると、本研究では以下の三つの機能を有するモビリティ情報基盤の開発に取り組む。

- 交通参加者の移動情報の推定機能
- 交差点での衝突予測機能
- コネクティッド制御介入機能

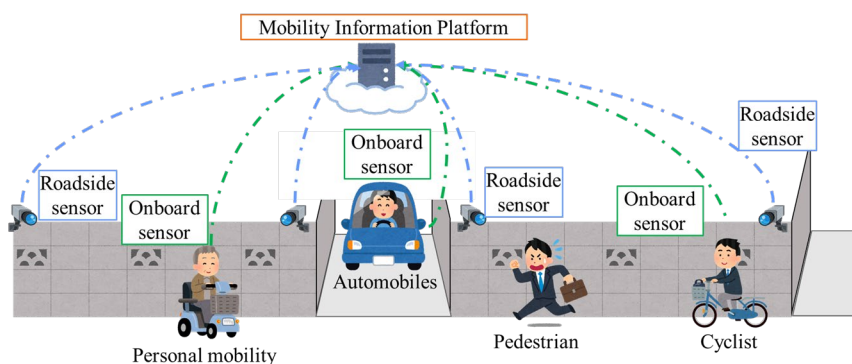


図 1：本研究で開発する情報統合システムの概念図

また、本研究で開発する諸システムは最終的には実機・実空間での運用を目指しているが、研究の初期段階から実機での検討を進める事が効率的ではない部分が存在する。そのため、まずは生活道路での様々な交通参加者の移動を再現するマルチエージェントシミュレータを構築し、その中で再現された移動情報を用いて上記の諸機能の開発と評価を進める事とする。具体的には、ROS を活用してシミュレータと諸機能のモジュールを構築し、将来的な実機検証において諸機能のモジュールがそのまま転用できるような枠組みでの実装をすすめる。

3 住宅街環境の交通参加者の移動を模擬するシミュレータの開発

3-1 車載センサと路側センサの情報を統合した位置推定機能

図 2 に本研究で想定走行環境として選定した千葉県柏市柏の葉 1 丁目と 2 丁目の住宅街の航空写真を示す⁴。この住宅街は周囲をバスが走行する中規模の道路(中央線の存在する片側 1 車線の道路)で囲まれており、住宅街内部は道路区画線のない対面交通の道路となっている。内部の生活道路の交差点には信号機は設置されておらず、住宅街の塀等によって見通しも悪くなっている。この様に、本研究が想定する生活道路の要件を満たしているため、当該住宅街を検討対象として設定した。

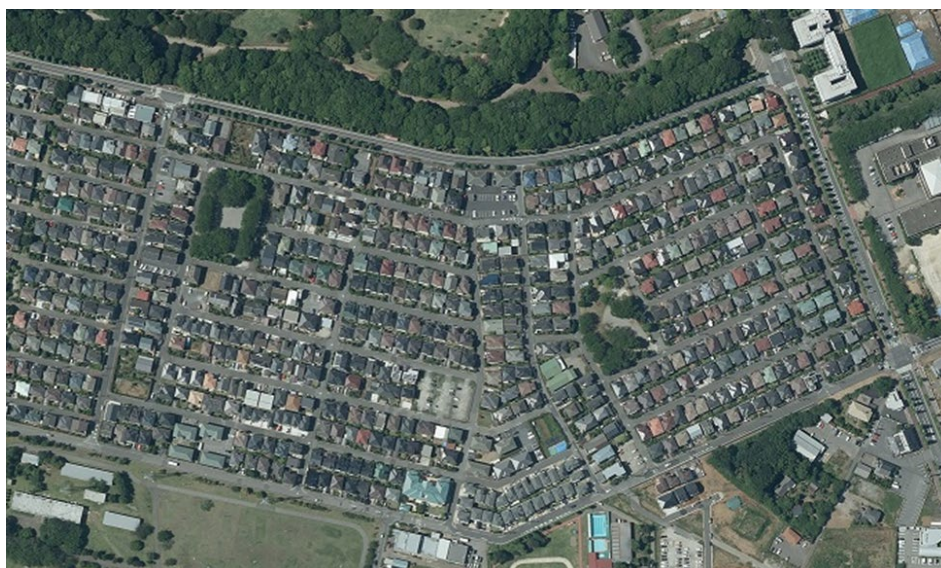


図2：本研究で検討対象として設定した柏の葉1丁目と2丁目の住宅街

図3にシミュレータ内に再現した当該エリアの道路ネットワークの様子を示す．走行環境を規定するデジタル地図としては，過去に開発した LeanMAP の仕様を拡張したものを実装した⁵．この走行環境内において，交通参加者の移動を再現するエージェントモデルを実装した．具体的には，歩行者・自動車・自転車・パーソナルモビリティの4つの交通モードを実装し，それぞれが設定された経路を自律的に移動する機能を実装した．また，各交通参加者の計算された移動情報を真値として，その値に正規分布を仮定した誤差を加えたものをセンサ観測値として出力する模擬センサ機能も実装した．各センサはそのセンサの性能諸元に応じた誤差を設定しており，例えば LIDAR の位置観測誤差は $N(0.0, 0.1^2)$ として設定しており，低精度な GNSS については $N(0.0, 4.2^2)$ として設定している．そして，これらで観測された位置の時系列情報を基に，速度や移動方位の計算も行っている．

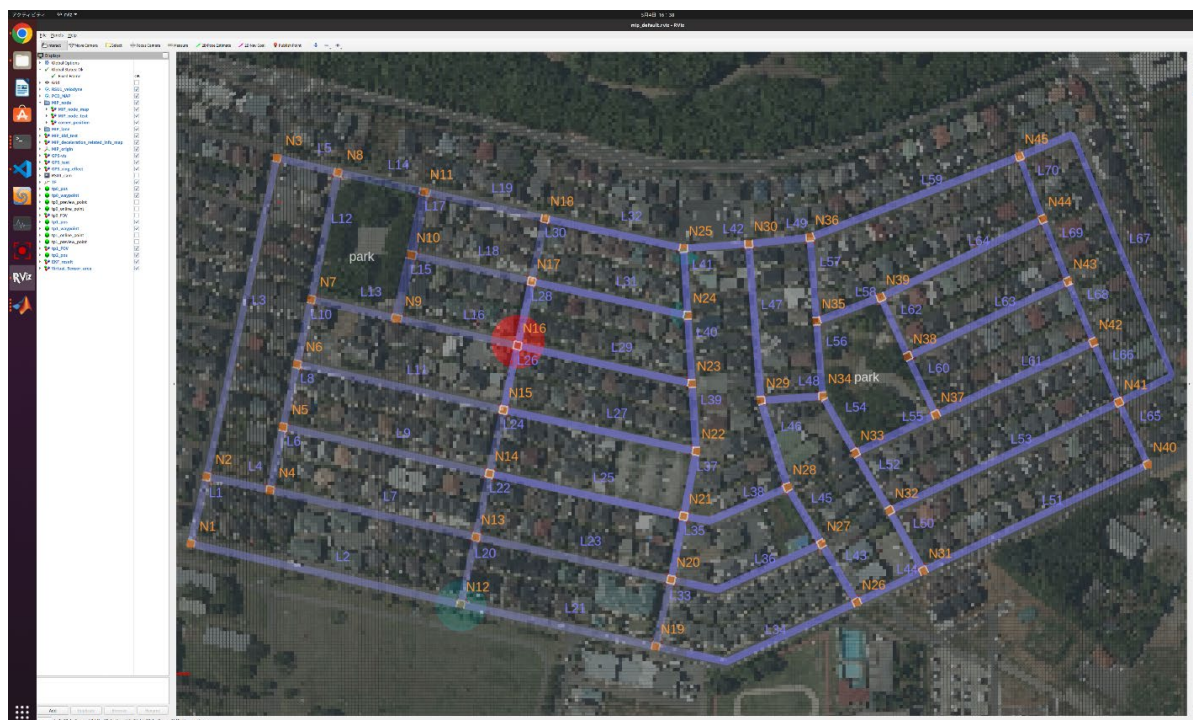


図3：シミュレータ内部に再現した道路ネットワークの様子

3-2 本研究におけるシミュレーションの比較条件

本研究ではまずは初期的な検討を進めるために自動車と自転車利用者の出会い頭事故を題材として、各種の検討を進める。また、車載センサの観測情報による位置推定や衝突予測等をベースラインとし、RSU による観測情報が加わった際に各種機能がどの様に性能向上するかと比較を目的とする。これらの検討を基に、シミュレータでは以下の共通シナリオと比較のための3条件を設定した。

共通シナリオ：N4 から N13 に向けて自動車が走行しており、N1 から N12 を経由して N13 に向けて自転車が走行しており、両者が N13 で出会い頭事故を起こす。自動車は GNSS 情報と CAN 情報を提供し、自転車は GNSS 情報のみを提供する。

条件1：各交叉点に RSU を設置しない。

条件2：N13 には RSU を設置せず、N4、N12 に観測範囲の狭い RSU を設置する。

条件3：N13 に観測範囲の広い RSU を設置する。

図4に共通シナリオとなる N13 近傍の道路ネットワークを示す。また、図5に条件2で設置された RSU の観測範囲を示し、図6に条件3で設置された RSU の観測範囲を示す。なお、図5及び図6中に示された水色の円が各 RSU の観測範囲となっている。条件1はベースラインとしての条件設定であり、条件2と条件3は RSU による観測条件の疎密を議論するための比較条件として設定した。

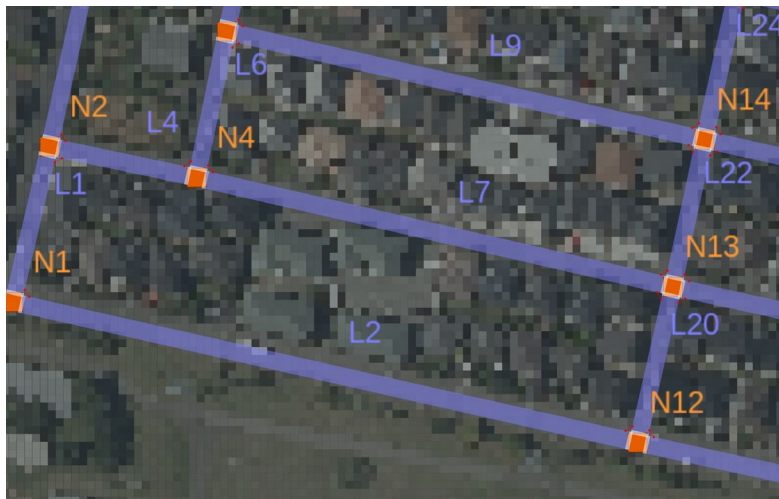


図4: 共通シナリオとなる N13 近傍の道路ネットワークの様子



図5: 条件2で設置された RSU の観測範囲

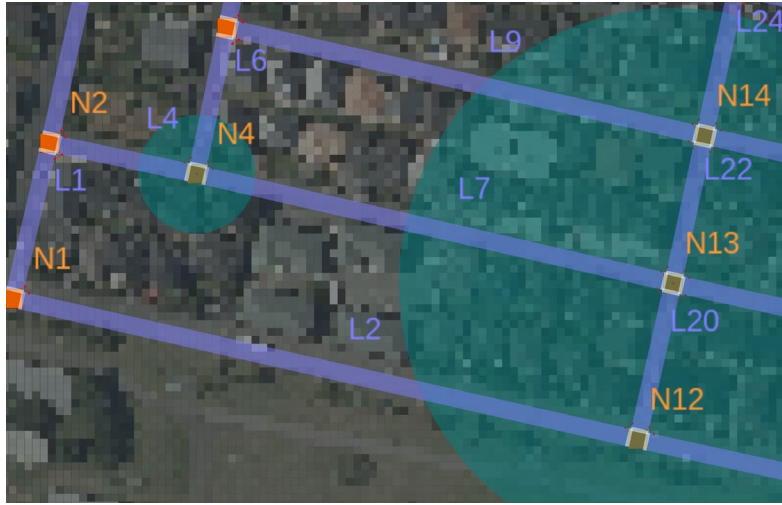


図 6: 条件 3 で設置された RSU の観測範囲

4 車載センサと路側センサの情報を統合した衝突回避システムの開発

4-1 車載センサと路側センサの情報を統合した位置推定機能

各センサの観測情報を基にした位置の推定を行うために、拡張カルマンフィルタ（以降、EKF と記載する）を利用した位置推定機能を開発した。各交通参加者の状態量 $\mathbf{X}$ と制御入力 $\mathbf{U}$ は以下の式 (1) と (2) の様になっている。

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta \\ v \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} \gamma \\ a \end{pmatrix} \quad (2)$$

なお、 x 及び y は平面位置座標、 θ は方位角、 v は進行方向速度、 γ はヨー角速度、 a は進行方向加速度を示す。また、時間更新に関しては式 (3) に示すように、比較的シンプルな線形移動予測を採用した。

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x + v \cdot dt \cdot \cos(\theta) \\ y + v \cdot dt \cdot \sin(\theta) \\ \theta + \gamma \cdot dt \\ v + a \cdot dt \end{pmatrix} \quad (3)$$

そして、観測更新に関連する式を式 (4) ～ (8) に示す。

$$\mathbf{P} = \mathbf{F} \mathbf{P} \mathbf{F}^T + \mathbf{B} \mathbf{Q} \mathbf{B}^T \quad (4)$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{H} \mathbf{P} \mathbf{H}^T + \mathbf{R} \quad (5)$$

$$\mathbf{K} = \mathbf{P} \mathbf{H}^T \mathbf{S}^{-1} \quad (6)$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{X} + \mathbf{K} (\mathbf{Z} - \mathbf{H} \mathbf{X}) \quad (7)$$

$$\mathbf{P} = (\mathbf{I} - \mathbf{K} \mathbf{H}) \mathbf{P} (\mathbf{I} - \mathbf{K} \mathbf{H})^T + \mathbf{K} \mathbf{R} \mathbf{K}^T \quad (8)$$

なお、 $\mathbf{P}$ は予測誤差共分散行列を、 $\mathbf{F}$ は状態遷移行列を、 $\mathbf{B}$ は制御入力の誤差共分散行列を、 $\mathbf{Q}$ はプロセスノイズ行列を、 $\mathbf{S}$ は観測予測誤差共分散行列を、 $\mathbf{H}$ は観測モデルのヤコビ行列を、 $\mathbf{R}$ は観測誤差共分散行列を、 $\mathbf{K}$ はカルマンゲインを示す、 $\mathbf{Z}$ は観測値を示す。

図 7～9 に条件 1～3 で観測された情報を基にした、自転車の移動情報の推定結果の一例を示す。各図において、一段目は x 座標の推定値、二段目は y 座標の推定値、三段目は方位角の推定値、四段目は速度の推定値を示している。また、各グラフにおいて赤線が真値を示し、青線が平均推定値を示し、青色帯部が平均推定値 $\pm 2\sigma$ の領域を示している。全体的な傾向としては妥当な推定結果となっているが、 $t=15[s]$ から方位角の推定については推定結果の遅れが発生している事が確認される。この点については RSU による方位角推定

に時間遅れが発生している事が要因であり、今後さらなる改善が必要となる。しかし、本研究の主目的は交差点進入前の衝突予測とそれに基づく衝突回避であるため、交差点内での方位角の誤差や遅れは主目的には大きな影響が発生しないと想定されるため、本研究ではこの点については今後の課題とし、以降の検討を進める事とした。また、条件間で推定結果を比較すると、RSU からの情報を活用することで平均推定値 $\pm 2\sigma$ の領域が小さくなっており、推定結果の不確実性を減少させられている事が確認できる。

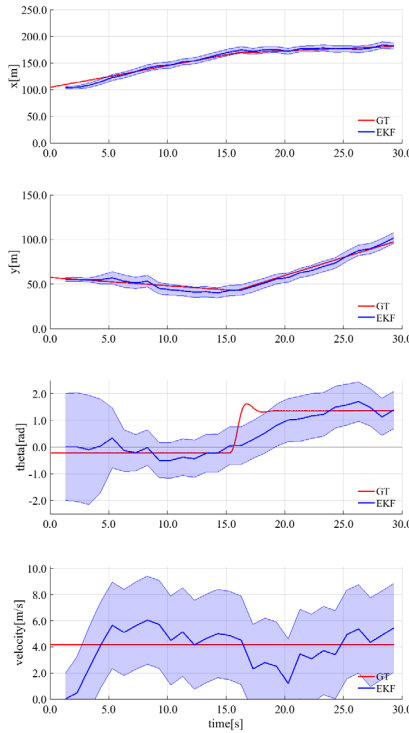


図 7: 条件 1 での状態量推定結果

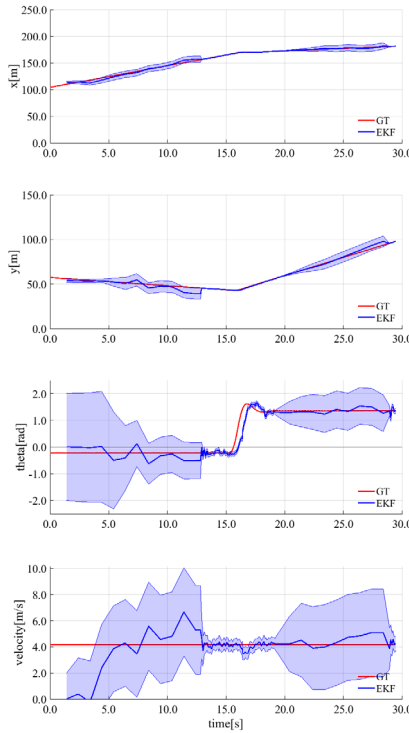


図 8: 条件 2 での状態量推定結果

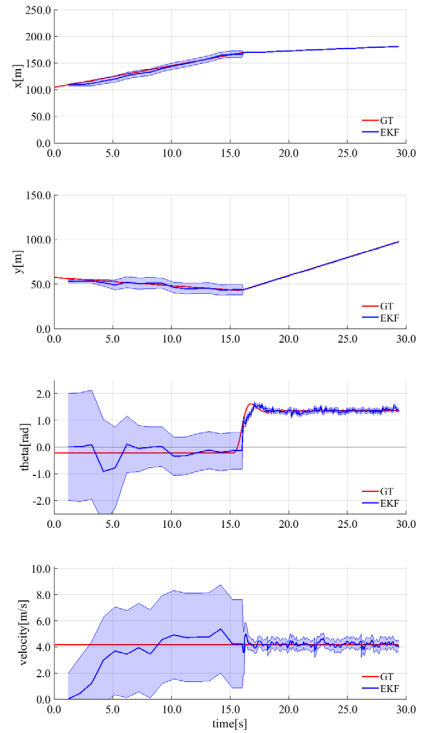


図 9: 条件 3 での状態量推定結果

4-2 推定位置情報を基にした衝突予測機能

これまでの従来研究では交通参加者間の衝突予測を行うために、TTC (Time to collision) や PET (Post Encroachment Time) 等の指標が利用されることがある。どちらも時間を基準とした指標となっているため、分子に位置や距離の次元の変数が配置され、分母に速度が配置される事になる。しかし、図 7~9 に見られる様に、本研究が対象としている交通参加者は比較的移動速度が小さく、また観測される情報の信頼度が低い事から推定値の分散が大きくなる場合がある事が確認できる。その結果として、分母側に配置される速度の推定値が 0 に近い値となる事もあり、TTC や PET 等の時間を基準とした指標の安定した算出が難しい事が想定される。また、TTC や PET 等はあくまで平均推定値を利用した決定論的な指標であり、EKF で算出される分散情報を適切に利用する事が出来ない。これらの理由から、本研究は TTC 等の決定論的な指標を用いた衝突予測を行うのではなく、EKF で算出される分散情報も併用した確率論的な衝突予測を行う事を考える。

図 10 に本研究で実装した EKF の分散情報も活用した確率論的な衝突予測のコンセプト図を示す。ある時点で推定された位置情報を基に、EKF の時間更新のみを継続する事で、将来の位置の推定を行う。そして、将来の推定位置の分布に重なりが生まれる場合、その両者は一定時間後に衝突が発生する可能性があるともみなすことが出来る。この手法は、以下の二つの利点が想定される。

1. 計算過程において分母に速度を配置しないため、低速時に算出された指標が不安定になりにくい
2. 位置の平均推定値と分散情報の両方を利用するため、推定結果の確率論的な情報を適切に利用する事が出来、衝突が予測されるものの実際にはその確率が低い場合には、その様な結果が算出されることが期待できる。

この様な想定される利点を踏まえて本研究ではこの手法を利用する事とした。

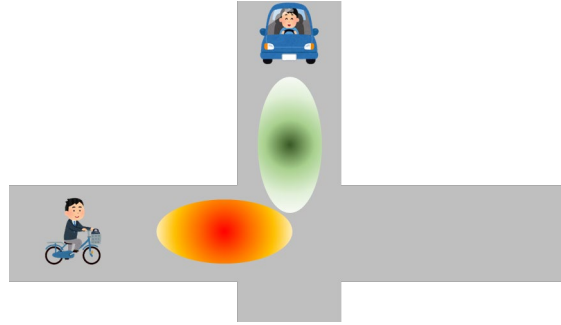


図 10:EKF の時間更新による衝突予測のコンセプト図

EKF による推定値情報は x 座標と y 座標の平均推定値 μ_x , μ_y とそれらの分散値 σ_x , σ_y , 及び相関係数 ρ で表現される。また, ある座標 x, y における 2 自由度正規分布の確率密度関数はこれらの値を用いて以下の式 (9) の様に表現される。

$$f_i(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} e^{\left(-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{(x-\mu_x)^2}{\sigma_x^2} + \frac{(y-\mu_y)^2}{\sigma_y^2} - \frac{2\rho(x-\mu_x)(y-\mu_y)}{\sigma_x\sigma_y}\right]\right)} \quad (9)$$

そして, 交通参加者間の衝突予測確率, すなわちある将来時刻における空間の同時占有確率はそれぞれの確率密度関数 $f_1(x, y)$ と $f_2(x, y)$ を用いて, 以下の式 (10) の様に表現される。

$$P = \iint \iint f_1(x, y) \cdot f_2(x, y) dx dx dy dy \quad (10)$$

しかし, 上記の式 (10) の厳密な計算は計算コストが大きく, 実用的な利用が難しいことが考えられる。そこで, 本研究では空間を格子に区切る事で式 (10) を式 (11) の様に近似する事を考える。

$$P = \iint \iint f_1(x, y) \cdot f_2(x, y) dx dx dy dy \approx \sum_x \sum_y f_1(x_c, y_c) \Delta S \cdot \sum_x \sum_y f_2(x_c, y_c) \Delta S \quad (11)$$

また, 交差道路を移動する交通参加者同士が実際に出会い頭を起こすのは交差点であるため, 交差点内の格子に限定して上記の総和計算を行う事を考える。なお, この計算で計算される確率は, 厳密には衝突の確率ではなく同時に交差点内に存在している確率となるが, 交差点に同時進入する事が出会い頭事故の原因であると考え, 同時に交差点に進入する確率をもって将来の衝突予測確率と見なす事とした。以上が本研究で実装した確率的な衝突予測手法の概要であり, 実際には以下の様な実装によって計算を行っている。

1. EKF によって交通参加者の現在の位置の推定を行う。
2. EKF の結果を利用し, 時間更新によって 0.1 秒前から 5.0 秒先まで 0.1 秒毎の将来位置の推定を行う
3. 各交通参加者の前方の交差点に対して格子を設定し, 各将来時点においてその交差点内に存在する確率を計算する。
4. 95% 確率誤差楕円が含まれる格子に対して, 路外逸脱の可能性を無視するために, 道路外の格子に位置する確率と道路内の格子に位置する確率を計算し, 上記 3 で算出された結果に対して正規化を行う事で, 道路内の格子の中で交差点内部の格子に位置する確率を算出する。
5. 複数の交通参加者に対して, 現時点から 5.0 秒先の時点までに交差点内に存在する確率をかけ合わせる事で, 各将来時点で同時に交差点内に存在する確率を計算する。
6. 現時点から 5.0 秒先までの時点における確率積の中から最大値を取る時点を抽出し, その値を現時点からみた将来の衝突確率と見なし, また最大値となる時点を衝突予測時間とする。

上記の手順 6 で算出される衝突予測時間は TTC に相当する時間指標となるが, この算出課程で分母側に速度の値を用いていないため, TTC を直接算出する場合に比べると指標の不安定化を防ぐ事が出来る。図 11 に条件 3 における自動車側の交差点内の存在確率を, 図 12 に条件 3 における自転車側の交差点内の存在確率を,

図 13 に条件 3 における両者の衝突確率を示す。横軸が時間軸となり、時刻 0.0 が実際の衝突タイミングとなっている。また、縦軸はある時点からの予測時間を示しており、コンター図の色によってそれぞれの確率を示している。また、図 13 の結果に対して、時間軸に沿って最大衝突確率と衝突予測時間を算出した結果を図 14 に示す。自動車側は GNSS 情報、RSU による観測情報と CAN 情報を併用できるため交差点内の存在確率の分布幅が狭い、すなわち精度の良い予測になっているが、自転車側は GNSS 情報と RSU による観測情報に限定された位置推定となるため推定精度が少し低くなっている。また、時間更新による位置の推定は基本的には分散が増大するため、全体的な傾向としては交差点から離れた地点では算出される衝突確率が小さく、交差点に近づくにつれて算出される衝突確率が大きくなっていく事が確認できる。

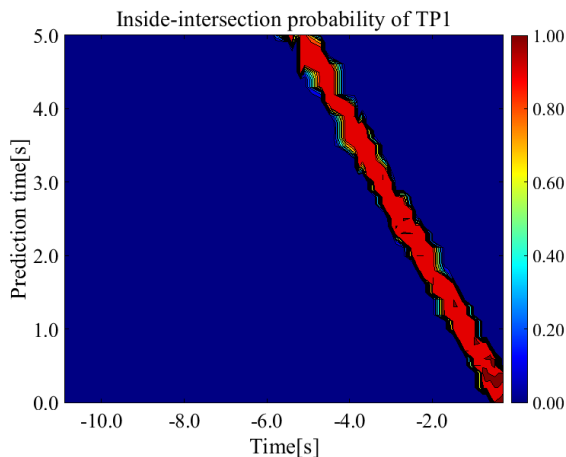


図 11: 条件 3 における自動車側の
交差点内の存在確率

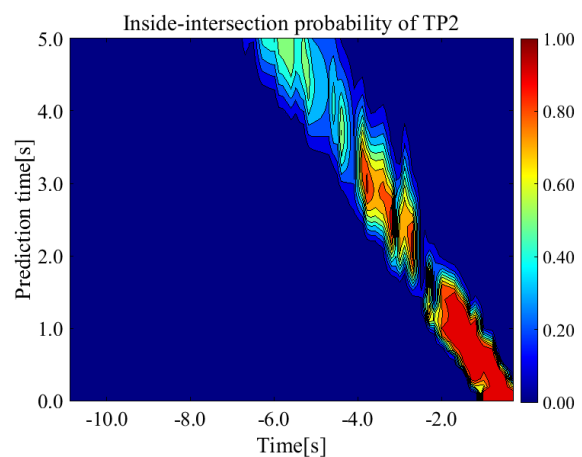


図 12: 条件 3 における自転車側の
交差点内の存在確率

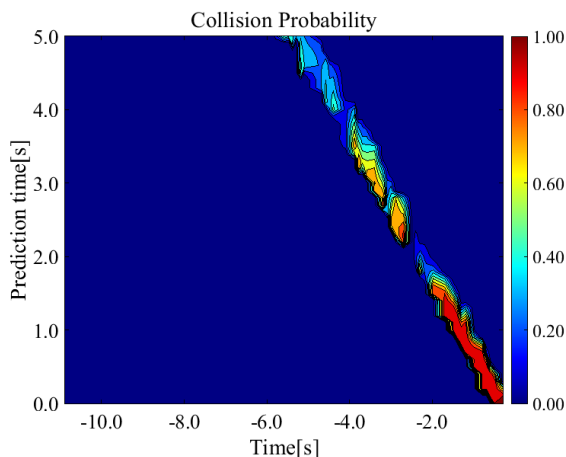


図 13: 条件 3 における自動車と
自転車の衝突確率

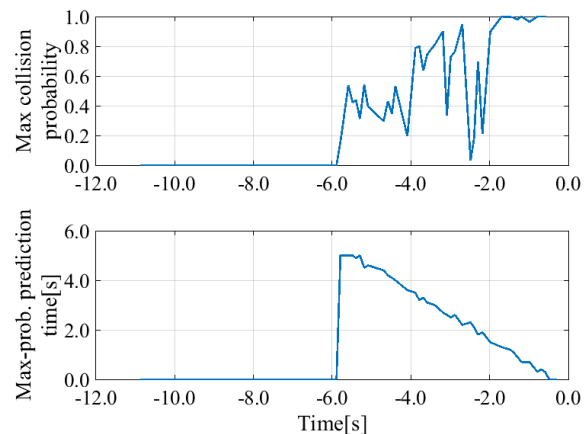


図 14: 条件 3 における
最大衝突確率と衝突予測時間

4-3 衝突予測結果に基づく先読み減速機能

前節で記載した衝突予測機能によって衝突確率が閾値以上となった場合に、モビリティ情報基盤側から対処可能な交通参加者に対して警報介入や制御介入の形で減速指示を送信する機能を実装した。「対処可能な交通参加者」の選定には、単にルールに基づく交通モードの序列だけではなく、モビリティの情報接続性や推定位置の精度等の様々な要因を考慮すべきであるが、本シミュレーションの範囲内では自動車側が減速を行う事とした。また、減速指示発信のための閾値としては 0.05 を設定し、減速度の算出式は式(12)のようになっている。

$$a = \frac{v_t^2 - v^2}{2D} \quad (12)$$

なお、 a は減速度を示し、 v_t は交差点進入時の目標速度、 v は現在の速度、 D は現在の交差点入り口までの残り距離を示す。また、本研究では v_t は 10.0km/h として設定した。

図 15～17 に条件 1～3 での衝突回避成功時の時系列の速度と減速度の一例を示す。それぞれの試行において約 20 秒以降の部分が減速介入に該当する部分となっている。図に示される様に、条件 1～3 の順で減速介入時の最低速度が増加している事が確認できる。RSU の観測情報の併用によって位置の推定精度や衝突確率の確からしさが増加し、それによって不必要な減速を減らすことができたと考える。既存研究でも示されている様に不要な減速は受容性の低下につながるため、本研究で提案している手法が既存研究の課題解決に寄与している事が確認できる。

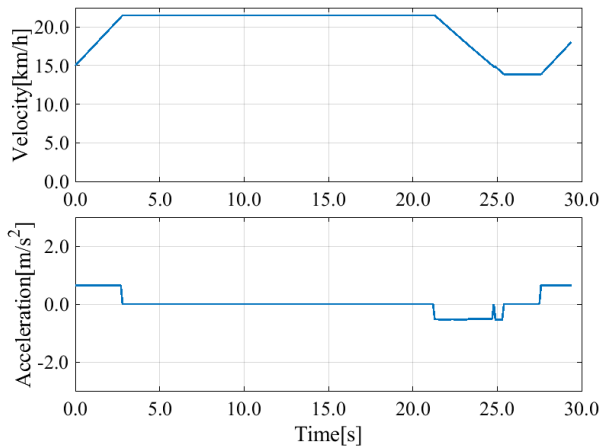


図 15: 条件 1 における速度と減速度

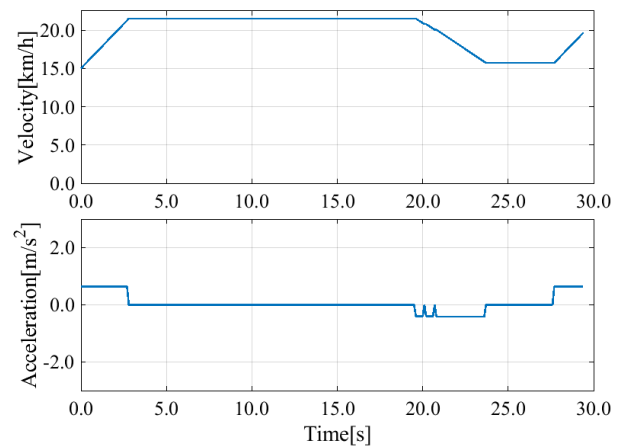


図 16: 条件 2 における速度と減速度

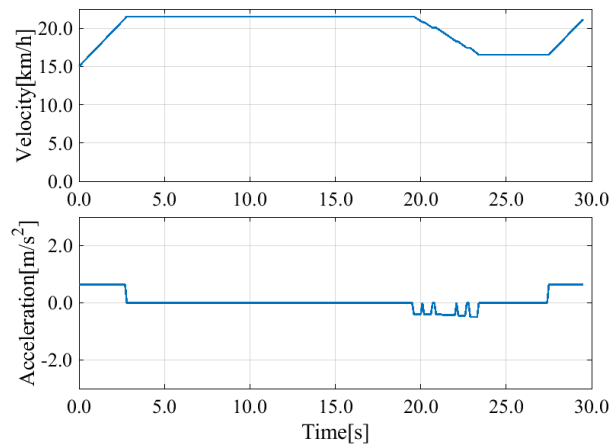


図 17: 条件 3 における速度と減速度

本研究で実装したシミュレータは、センサの出力値として確率的な誤差を含むため、一回の試行では関連するシステムの性能を適切に評価する事が出来ない。そこで本研究では、各条件においてそれぞれ 100 回のシミュレーションを実施し、確率的なばらつきを考慮した評価を実施した。表 1 に各条件での衝突予測の失敗回数と出会い頭事故の発生回数を示す。条件 1 では 12 回の衝突予測の失敗と 70 回の出会い頭事故が発生した。GNSS センサだけでは位置の推定に誤差が大きく、衝突予測に失敗したり、衝突予測の遅れによって出会い頭事故が発生している。しかし、RSU の観測情報を併用する事で適切な衝突予測が可能になり、条件 2 や 3 では衝突予測の失敗回数や出会い頭事故の発生回数がともに 0 になっている事が確認できる。また、図 18 に各条件での交差点進入時の速度を示す。図に見られる様に、条件 1～3 の順で交差点進入時の速度が高くな

っており、不要な減速を減らすことが出来ている事が確認できる。また、そのばらつきも小さくなっており、制御の安定性という観点でも RSU の観測情報が貢献している事が確認できる。

表 1: 各条件での衝突予測の失敗回数と出会い頭事故の発生回数

	Case 1	Case 2	Case 3
Number of miss-predictions	12/100	0/100	0/100
Number of collisions	70/100	0/100	0/100

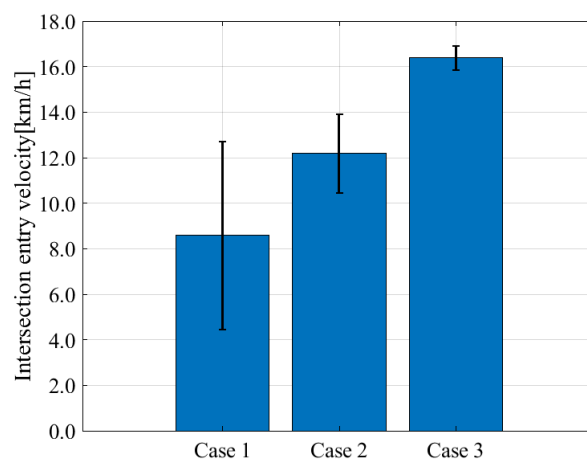


図 18: 各条件での交差点進入時の速度

上記の結果を踏まえると、不要減速を最小化するという観点では条件 3 の様に全ての交差点に強力な認識性能を有する RSU を設置する事が望ましい事になるが、実際には RSU の整備コストの点から実用化に向けて課題が発生する事も考えられる。この観点からさらに考察を進めると、条件 2 の結果はさらなる検討の余地を示唆する。条件 2 では出会い頭事故の発生が想定される交差点近傍での観測情報を用いて、対象交差点での出会い頭事故の発生を防止している。衝突予測の失敗回数や出会い頭事故の発生回数は条件 3 と同じく条件 2 でも両方とも 0 となっている。また、交差点進入速度に関しては条件 2 の結果は条件 3 の結果よりも劣るものの、条件 1 と比較すると不要減速を抑制出来ている事が確認出来る。すなわち、車載情報と RSU の観測情報を統合し、それらを確率的に取り扱う事で、全ての交差点に強力な RSU を設置しなかったとしても、一定の交通事故防止効果が見込まれる事が分かる。そして、条件 2 は条件 3 よりも RSU 整備コストの点において実用化に向けたメリットが存在する。このような点において条件 2 の様な疎な観測条件は優位性が部分的には確認されるものの、本研究はあくまで疎な RSU 配置に関する一条件での検討に留まっている。そのため、今後はどの様な性能の RSU をどの様に配置する事によって、この様な不完全観測条件でも交通事故防止効果が表れるかについてさらなる検討が必要となる。

5 結論

本研究では生活道路での出会い頭事故防止を目的として、生活道路の各種情報を統合・利活用するモビリティ情報基盤の研究に取り組んだ。まず、様々な交通参加者の移動とその際の観測情報を模擬するシミュレータを開発し、その後モビリティ情報基盤の開発に取り組み、以下の機能の実装と評価を行った。

- 交通参加者が保有するセンサ情報と路側センサの情報を統合し、各交通参加者の位置を推定する機能
- 5 秒程度先までの位置の予測から出会い頭事故の発生を確率的に予測する機能
- 交通参加者の位置予測結果に基づいて智能化モビリティに先読み減速制御指令を発する機能

さらに、千葉県柏市に実在する生活道路をモデルケースとし、三種類のRSU設置条件を設定した上で、衝突予測性能の比較と先読み減速制御介入の効果評価を行った。その結果として、強力なRSUを設置した条件での交通事故防止効果が確認されるとともに、ある程度疎な観測条件でも一定の交通事故防止効果が確認された。今後は実用化に向けて実機実空間での機能検証を行うとともに、疎な観測条件での実現可能性に関するさらなる検討が必要となる。

【参考文献】

1. 内閣府, 令和5年版交通安全白書
2. 内閣府, 令和3年版交通安全白書
3. Takuma Ito et al., Comparison of Proactive Braking Intervention System Acceptability via Field Operation Tests in Different Regions, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, 20(1) 330-355, 2021.
4. 国土地理院, 地理院地図.
5. Takuma Ito et al., Novel Map Platform based on Primitive Elements of Traffic Environments for Automated Driving Technologies, International Journal of Automotive Engineering, 2016, Volume 7, Issue 4, Pages 143-151.