学内研究組織成果報告（2023 年度）

道路交通環境と運転行動解析を用いた運転者の異常状態推定手法の開発

Development of a Method for Estimating Disorder Driver States Using Road Traffic Environment and Driving Behavior Analysis

金子　哲也（Kaneko Tetsuya）

１．はじめに

本研究では多種多様な個々の自動車ドライバ特性はもちろん，その個人内変動のリアルタイム推定に注目した．これまでドライバの運転行動は，運転者が感受するリスクポテンシャルを用いた自動運転車両のための制御目標生成技術を確立してきた．本アルゴリズムの基本概念は，ヒューマンドライバが車両周辺環境の認知物体から感受する危険感覚を推定，定量化してモデリングし，車両運動がリスク最小となる制御目標（目標軌跡，ハンドル操舵，目標速度パターン）をモデル化する手法である．本研究ではこのアルゴリズムを応用，発展させ道路交通安全の重要課題である操縦者の異常運転状態や運転技能の不足，危険運転行動などをリアルタイムに検出する技術を確立するための基礎検討である．本稿では研究課題の中心となる理論としてリスクポテンシャルの説明，およびそれを合流部の意思決定手法に応用した手法について説明する．

２．リスクポテンシャル

自動運転車両の制御目標生成アルゴリズムの開発に活用してきたリスクポテンシャルドライバモデルのアルゴリズムを応用する．ここでドライバに危険感覚を及ぼす物体と

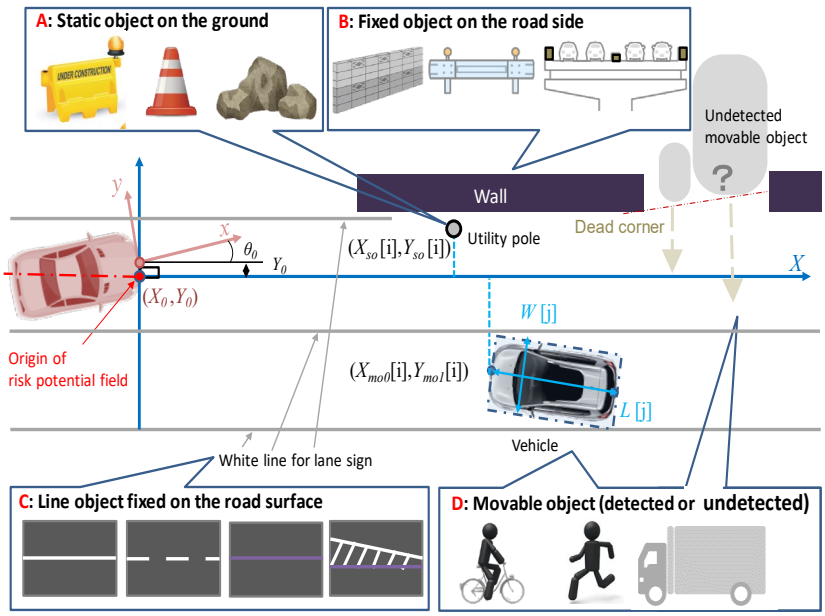

図１　道路交通物体のリスクポテンシャルの分類

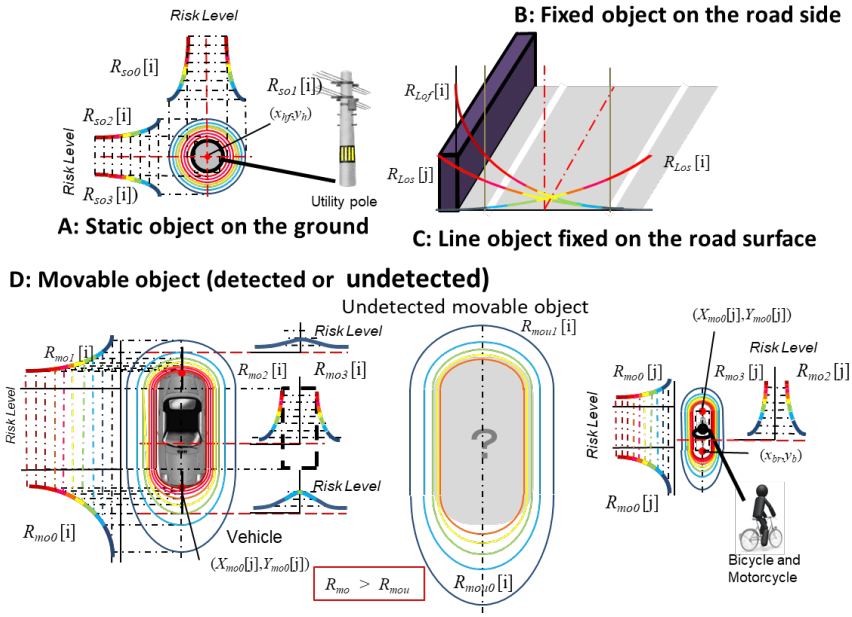

図２　道路交通物体のリスクポテンシャル関数化

は，図 1 に示すように，走行路上の他車両，歩行者や障害物などの顕在的な物体のみならず，見通しの悪い交差点からの物体の進入予測によるリスク感覚などの潜在的リスクも運転行動に影響を与える要素として考える．ドライバの注視点からの物体の進入予測によるリスク感覚などの潜在的リスクも運転行動に影響を与える要素として考える．また，車線規制などの交通法規についてもドライバに与えるリスク要因と考える．先行研究により，図 2 に示すように，物体に対する接近リスク値は指数関数で定義することが可能であるということを応用して，各物体のリスク値を設定する．これらの認識物体からの距離に対して，瞬時心拍の上昇などの生体計測や主観評価により説明し構築されたモデルである．

本研究では，前述の考えを用い，自車両周辺環境情報とドライバの運転行動計測データから，そのドライバが感受しているリスク感覚を推定（前述の自動運転アルゴリズムの逆演算になる）し，個々の要素ごとに推定したリスクポテンシャル場を合成することで，特定の環境下におけるドライバ運転特性固有のマップを生成する．個々ドライバの知覚，認知，操作の過程の個人差の表現やドライバ個人の変動を示すことができると考える．

３．合流部意思決定アルゴリズムの構築

本稿における合流部意思決定アルゴリズムは，合流位置においてあらかじめ設定した行動によるリスクを計算し，安全な行動を AHP 法により選択するものである．この時，AHP 法で判断するためのリスクはリスクポテンシャルドライバモデルを応用する．人間の感覚的な部分を計量化，複数の決定事項を階層化し，人間の主観的優先度を意思決定の重み付けとして反映する．

図 3 に本研究においての合流部における判断までのロジックを簡略化したものを示す．また図 4 に道路合流部におけるリスクポテンシャルマップの簡略図を示す．

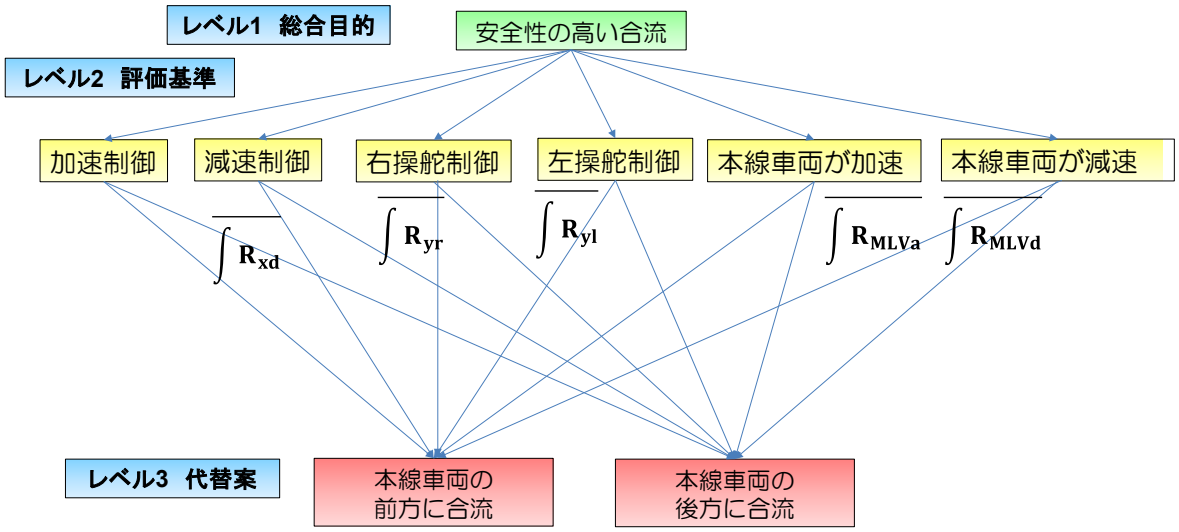

図3 AHP 法による合流位置決定ロジックの簡略図

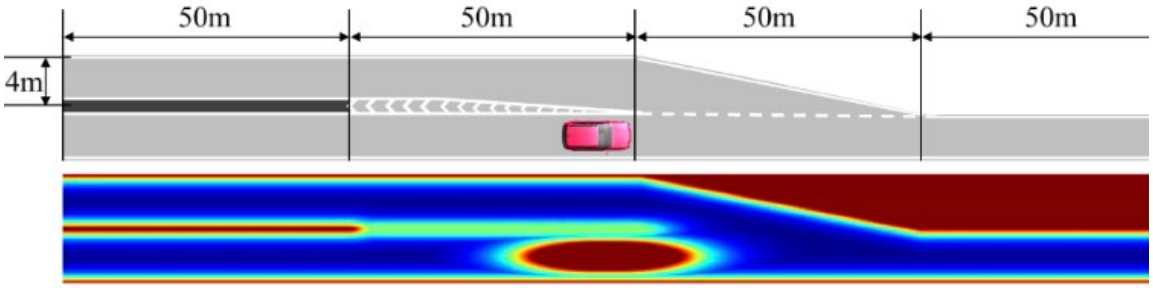

図4 合流部におけるリスクポテンシャルマップ例

第 1 階層の最終目的を表し,安全性の高い合流と設定した. 第 2 階層は評価基準項目を示す. 評価基準は加減速や左右操舵といった運転行動を行った際のリスクの加算平均値と本線車両が加速あるいは減速した際のリスクの加算平均値を用いた. 第 3 階層では代替案を示す. ここでは, 自車両速度を 10km/h 加速または減速の 2 つとした.

AHP による合流位置決定のため, まず評価基準自体の重要度を定める必要がある. そこで評価基準の一対比較を行った. 表 1 は言語表記を数値に置き換えたもので数値が大きくなるほど重要である. 一対比較ではここで示す様な尺度を使用し, 各評価基準を比較した. この比較結果から次の式に示す各評価基準の幾何平均及びその合計から割合を求め, 重要度を決定した. また, どの項目をどの程度重要視するかの一対比較をし, 平均化した結果と重要度を表 2 の一対比較表に示す. この表は B に対しての A の重要度を示したものである. AHP の評価値には各評価基準の動作を行った際の本線車線前後に発生するリスクを平均したものを使用する.

評価値を用いた個別優先度の算出し, 提示した 2 つの代替案における総合優先度を求める. 総合優先度を比較し, その値が大きい方が最終的な合流位置と判断されることになる.

表1 主観的言語表現と尺度

言語表現	数値尺度
• 同じくらいに重要	1
• 少し重要	3
• かなり重要	5
• 実証的に重要	7
• 絶対的に重要	9

表2 重要度の一対比較

A \ B	減速	加速	右操舵	左操舵	本線加速	本線減速	幾何平均 (g_i)	重要度 (w_i)
減速	1	1/5	11/7	5/3	6/35	4/15	0.537	0.071
加速	5	1	3	4	2	8/3	2.615	0.347
右操舵	7/11	1/3	1	3	3/5	5/3	0.927	0.123
左操舵	3/5	1/4	1/3	1	1/5	1/3	0.386	0.051
本線加速	35/6	1/2	5/3	5	1	4	2.144	0.285
本線減速	15/4	3/8	3/5	3	1/4	1	0.927	0.123
合計							7.537	1

４．まとめ

道路交通環境と運転行動解析を用いた運転者の異常状態推定手法の構築のための基礎としてリスクポテンシャル法について説明した．またリスクポテンシャル法と AHP 法を応用した道路合流部における合流位置の意思決定手法について説明した．

今後これらの理論を応用しヒューマンドライバの運転行動および意思決定データよりリスクポテンシャルの各パラメータを逆推定する手法を提案する．また，その推定データより個々のヒューマンドライバの状態変化を予測，推定するアルゴリズムを開発する必要がある．