



シミュレーションによる予測を活用した 障害物回避支援装置の研究事例

西羅 光*

Research of Obstacle Avoidance Assist System Using Prediction by Simulation

Hikaru Nishira*

1. はじめに

近年、カメラやレーダーといった車両周囲情報を取得する車載用のセンサデバイスの開発が進み、車両の走行に好ましくない状況を事前に察知して適切に対処することを支援する装置の開発と市販車への搭載が進んできている¹⁾。代表的な例としては、衝突被害軽減ブレーキや車線逸脱警報装置などが挙げられる。こうした装置は、支援対象となる場面や操作を拡大する方向で発展していくことが期待されるが、そのためには現実世界の複雑な状況に対処し得るソフトウェア技術が必要である。その鍵となるのは車両と周囲環境変化の事前予測技術であり、複雑な状況の予測にはシミュレーション技術が欠かせない。

本稿では、車両前方の障害物に対する回避操作を支援する装置の研究事例を通して、高度な運転支援装置を実現する上でシミュレーション技術が果たす役割の一例を紹介する。

2. 障害物回避支援装置

自動車同士の出会い頭事故や横断歩行者と自動車との接触事故の発生件数は日本では比較的大きな割合を占めており²⁾、その防止は交通事故低減の重要課題の一つである。現実世界で起こる事故の形態は様々であるが、まずは図1に示すような簡略化された状況の障害物回避問題としての考察が必要である。前方障害物に対しては、ブレーキをかけてその手前で停止するこ

とが基本的な回避方策となるが、車速が上がるに従って、ブレーキだけでは回避できない条件が増えてくる(図2)。従って、ドライバーが操舵による回避を試みることも出てくるが、操舵による回避はより複雑で難度の高い操作になる。図1のように道路幅が制限されている状況では、障害物を回避するための操舵に加えて、路外への逸脱防止のための逆方向の操舵が必要になるため、単純に操舵を切り増すだけの支援では不十分であり、障害物を回避するまでの操作全体を装置側で計画した上で支援を行う必要がある。

そこで、障害物を回避する目標経路とそれに追従するための目標操舵角をリアルタイムで算出し、ドライバーの操舵角と目標操舵角との誤差に応じて操舵支援トルクを発生することでドライバーの操作を支援する装置(図3)の検討を行った。本研究において、シミュレーション技術は支援対象場面の事前検討から装置の効果予測まで幅広く活用されているが、ここではリアルタイムで目標経路を算出する際の将来予測の手段という側面に絞って、次節でその概要を紹介する。

3. モデル予測制御の適用

様々な条件に対処できる支援装置を実現するには、将来の起こり得る状況変化をシミュレーションによって予測し、得られた予測の中から自車にとって好ましい結果につながる操作を選択して目標値として出力するという処理が必要である。そのような目的に適した制御手法としてモデル予測制御³⁾が知られている。モデル予測制御は将来予測のためのモデルと予測結果を評価する評価関数を定義し、評価関数の値が最良となるような目標操作量を数値最適化演算によって効率的

* 日産自動車(株)総合研究所モビリティ・サービス研究所
Mobility and Services Laboratory, Nissan Research Center,
Nissan Motor Co., Ltd.

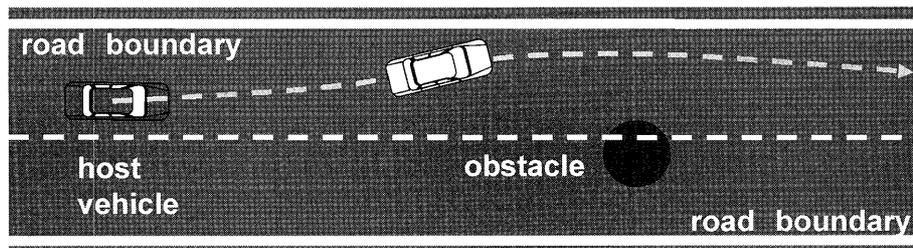


図 1

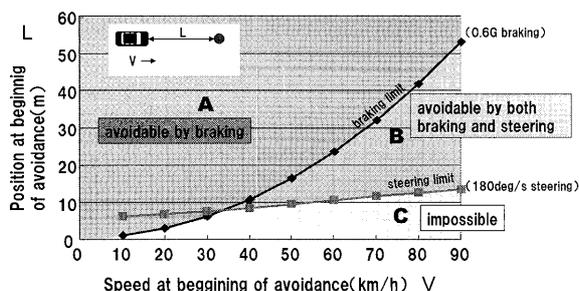


図 2

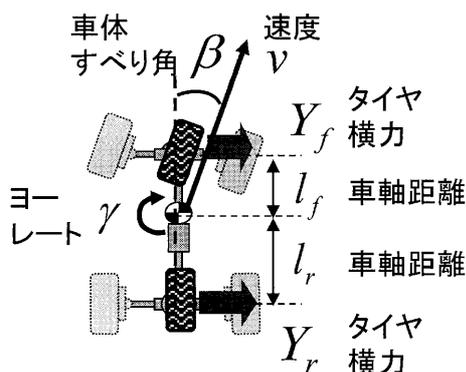


図 4

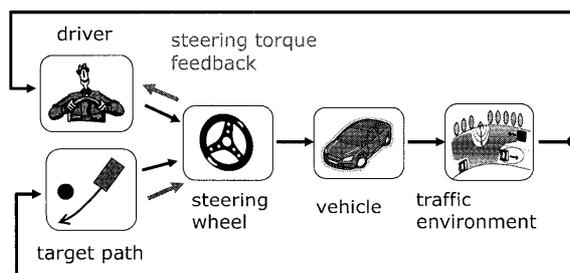


図 3

に算出し、さらにそれを各演算周期ごとに繰り返し実行することで最新の目標操作量に逐次更新していく手法である。本研究ではこのモデル予測制御を障害物回避問題に適用した。この場合、将来予測のためのモデルとして操舵入力に対して車両の移動軌跡を算出する車両モデルが必要であり、また評価関数として車両を障害物や道路境界に近づけないという要請を数値的に表現する環境モデルが必要である。一般にモデルには精度と演算時間のトレードオフが存在するため、ソフトウェアの実装を考慮すると両者のバランスの取れたモデルを選択することが重要課題となる。ここでは、車両モデルとして比較的簡易だが車両運動の本質的な特徴は含まれている二輪モデル⁴⁾(図 4)を、環境モデルとして数値的な取り扱いの容易さから移動ロボットの研究でしばしば用いられているポテンシャルフィールドモデルをそれぞれ採用した。ポテンシャルフィールドを用いると、図 1 の場面は図 5 のように表現され、車両の走行経路が通過する領域のポテンシャル値の総和を下げる問題として経路演算問題を定式化すること

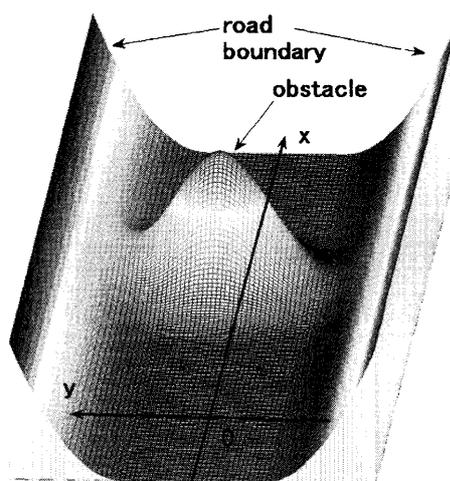


図 5

ができる。

以上の説明に沿って構成したソフトウェアによって障害物回避経路を算出した結果の一例を図 6 に示す⁵⁾。左右どちらの回避方向に対しても、道路境界の内部に留まりつつ障害物を回避する最適な経路とそのための目標操舵角が算出されていることがわかる。これを逐次更新することで、障害物が移動したりドライバーの操作が遅れたりした場合でもすぐにその影響を補正した適切な目標操舵角が算出され、状況変化への対応能力の高い装置が得られることを確認することができた。

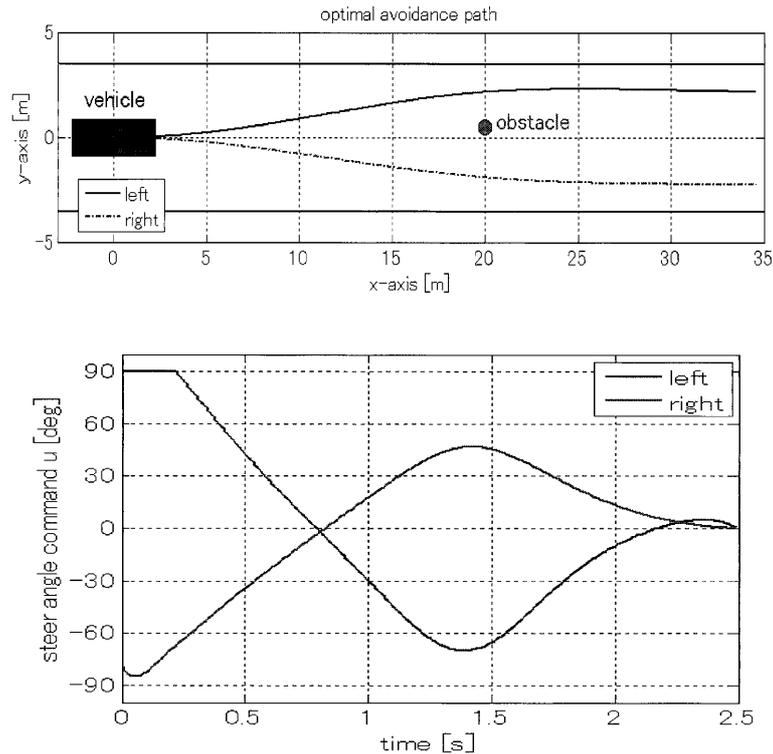


図 6

4. おわりに

本稿では、前方の障害物回避と側方への路外逸脱防止の二つを両立するという状況に統一的に対処する方法として、シミュレーションによる予測を効率的に繰り返しながら目標回避経路を算出するモデル予測制御の適用例を紹介した。今回の例は現実世界で遭遇する交通状況としては比較的単純な部類に属するが、本稿で説明した枠組み自体はより複雑な状況にも拡張可能なポテンシャルを持っており、様々な個別事象の予測技術を統合していくことで状況対応能力を逐次拡大していくことができる。今後の研究開発を通して、どん

な所でも安心して運転できるクルマの実現に貢献していきたい。

参 考 文 献

- 1) 自動車技術会：特集 ドライバをアシストする安全・安心技術の現状，自動車技術，Vol.63, No.12 (2009)
- 2) 警察庁交通局：平成 22 年中の交通事故発生状況 (2011)
- 3) Jan M. Maciejowski: Predictive Control with Constraints, Prentice Hall (2002)
- 4) 安部正人：自動車の運動と制御，山海堂 (2003)
- 5) 西羅光，高木良貴，出口欣高：ドライバーとの協調制御のための回避経路算出手法の研究，計測自動制御学会 第 10 回制御部門大会予稿集 (2010)