

事故を起こさないための自動運転車のプログラムの最適化

1. 研究の目的と意義

メディアで自動運転車が衝突事故を起こした記事をよく見かける。自動運転車は少子化による人手不足が進行していくこれからの世の中で必要だが機械の不具合で事故が起きてしまう危険がある。そこで、人やほかの車両、障害物との衝突を避けるプログラムを作成してシミュレーション上で実験をし、安全な自動運転車の実現に役立てたいと考えた。

2. 研究の手法

今回は東京都市大学 理工学部 機械工学科の杉町敏之先生にご協力いただき、シミュレーションソフト CarSIM を用いて次のように実験を行った。

○50km/h で走行中の自動車を、停止した先行車両を検知したら減速、停止させる実験

シミュレーションソフトの CarSIM 上で、目標走行速度までの加速と停止車両を検知したあとの減速を PID 制御し、シミュレーション上で衝突せずに停止させる実験を行った。

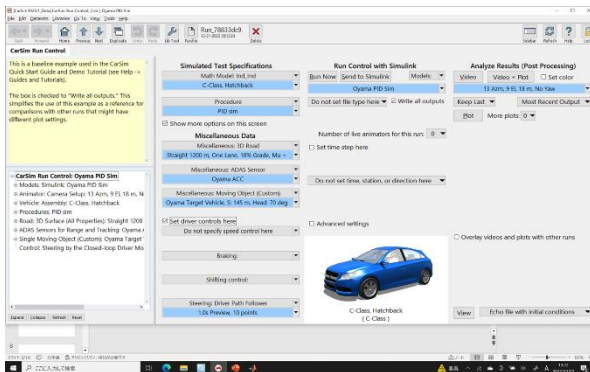


図1 実際の CarSIM の画面

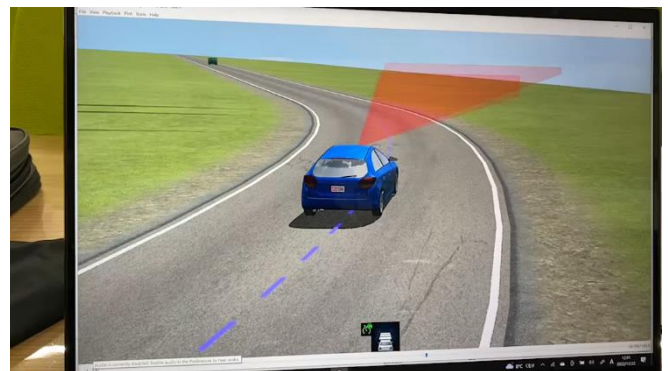


図2 実際のシミュレーションの様子

PID 制御とは、目標値との差分に応じて出力する P 制御、目標値との差を時間で積分して出力する I 制御、差を微分して負成分を追加し急速な変化を抑える D 制御の 3 つを組み合わせる方法である。それぞれ、KP、KI、KD、の数値を変えることで調整することができる。PID 制御は、何をどう調整したのかが数字で分かりやすいため、実際に企業の開発でも使用されることがある。

P 制御は、目標値までの差に比例しているの、目標値に近づくほど出力が小さくなり目標値にたどり着くことはない。そこで、I 制御を用いて偏差を時間で積分することで P 制御の偏差を埋めて、目標値にたどり着くようにする。(図 3)

しかし実際には、PI 制御だけでは目標値を超過、つまりオーバーシュートしてしまうことがある。なので、差を微分する D 制御で負の成分を与えることで速度が急激に変化することを防ぐ。(図 4)

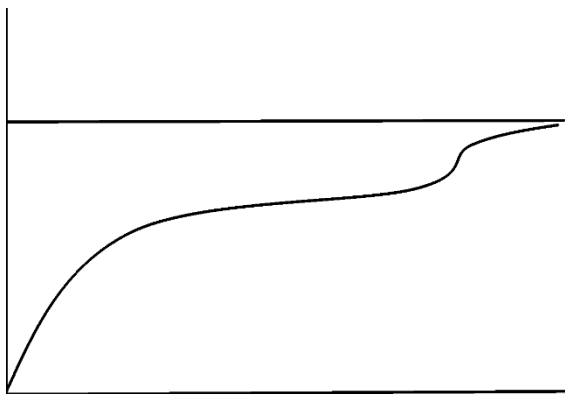


図 3 P 制御と I 制御

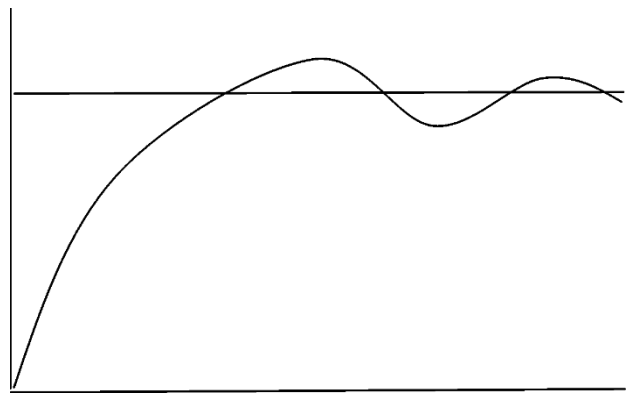


図 4 PI 制御と D 制御

実験の手順を以下に示す。

目標速度の 50km/h への加速と一定速度での走行に関する速度制御

- ・アクセル入力 of PID 制御の数値を調整

障害物検知時の減速に関する目標値設定と速度制御

- ・減速の目標値を設定し、ブレーキ入力 of PID 制御の数値を調整

3. 結果

目標速度の 50km/h への加速と一定速度での走行に関する速度制御

- ・アクセル入力 of PID 制御 $K_P=0.2$ 、 $K_I=0.05$ 、 $K_D=0.45$

障害物検知時の減速に関する目標値設定と速度制御

- ・ブレーキ入力 of PID 制御 $K_P=2$ 、 $K_I=0.1$ 、 $K_D=0.1$ 減速の目標値 -2 ブレーキの回数 4 回

表 1 実験結果

	KP	KI	KD
アクセル	0.2	0.05	0.45
ブレーキ	2	0.1	0.1
減速の目標値			-2
ブレーキの回数			4

4. 考察

今回の実験から、 K_P 、 K_I 、 K_D の数値を変えるということは安全性や快適性にかかわる要素が変化すると分かったが、実際は衝突するかしらないかや、どのように加速と減速をするのかを変えることである。自動車の運転に何を優先するかを人が判断して、シミュレーションや実機試験で安全確認を行うことが必要だと考える。

5. 今後の課題

今後は、安全性や快適性を視覚化する方法を模索し、KP、KI、KD の数値との関連性について調べていきたい。また、実際の運送の場面では、空気抵抗を減らして燃費をよくするためにトラックが一行になって走ることがある。しかし、長距離の移動になるとドライバーの疲労によって事故が起きることがあるため、自動運転を活用する場合がある。そこで、自動運転を活用した際の経済性や効率性との関係についても実験していく必要があると考える。

6. 参考文献

自動運転による事故とメーカー、ユーザーに対する責任帰属 東京大学大学院人文社会系研究科

谷辺哲史 唐沢かおり 公開日 2021-10-2

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjesp/61/1/61_2016/_pdf (参照 2022-12-28)

謝辞

東京都市大学 理工学部 機械工学科の杉町敏之先生には、今回の研究では、多大なご指導を下さり、お世話になりました。誠にありがとうございました。