

4 輪駆動力制御システムシミュレーション

～ 攻撃的でもいいですよ～

プログラミング演習 E グループ: 福井 亮介

Ryosuke FUKUI

1 はじめに

20 世紀最大の発明といわれる自動車は今日も進化し続けている。自動車に搭載されているシステムはますます知的になり、これまでは人間の技術に頼っていたところもシステムが代替するようになってきている。システムが人間をサポートするおかげで人間によるミスは減少し、交通事故を画期的に減らすことができると考えられる。

そこで、本稿では、安全で快適なドライビングを提供するシステムの一つとして 4 輪駆動力制御システムを取り上げ、システムの有無による自動車の走行シミュレーションを行う。また 4 輪の駆動力分配をオートマトンの状態として扱い、システム使用時には状況に応じて最適な状態へと遷移し、システムを使わなかった場合との比較をシミュレーションにて行う。

2 4 輪駆動力制御

4 輪駆動力制御とは一般に 4WD と呼ばれる 4 輪駆動とは意味が違い、4 つの駆動力が状況に応じて変化することを意味する。これを用いることによってコーナーを曲がる際に生じるタイムロス的大幅に削減することができる。コーナーを曲がる際、従来の自動車ではコーナーに入る前に減速することでスムーズに曲がることできる。しかしコーナーリングでアクセルを足した場合、アンダーステア（回転半径が大きくなること）が起こり意図した経路とは違った経路を走行することになる。これは加速する時に駆動の比重が後輪に移るために前輪のグリップ力が落ちることが原因である。4 輪駆動力制御システムでは外側の後輪の駆動力を内輪の駆動力よりも増加させてヨーモーメントを増幅させることにより、そのようなロスは起こらず、スムーズに最適な経路を走行することができる。すなわち外側のタイヤが内側よりも早く回るために回りやすくなるということである。

今回作成するシステムは、駆動力を具体的に計算して扱うのではなく、オートマトンを利用して適宜 4 輪駆動力の最適なバランスを入力に応じて変化させていくものである。

3 4 輪駆動力制御システム

本章では 4 輪駆動力制御システムについてオートマトンの観点から説明する。

3.1 システムの概要

Fig.1 に今回使用するオートマトンの状態を示す。状態は 4 つのタイヤの駆動力値を持ったものである。入力には走行状態とその時の速度であり、走行状態とは直線、左コーナー、右コーナーを意味する。Fig.1 の各値は全体で 100 % となるように分配され、入力によって適宜変化し、最も適した状態へと遷移する。

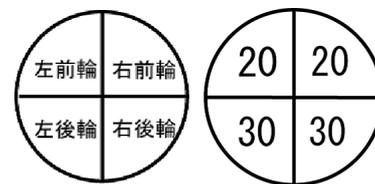


Fig. 1 オートマトンの状態

Fig.2 は各走行条件での駆動力の変化を表したものである。矢印の長さは駆動力の大きさを表す。以下に各走行状況による状態遷移を示す。

- 右コーナー時の状態遷移

右コーナー時は Fig.2-a の特徴を持った状態に遷移する。左後輪の駆動力が他の 3 つに比べて大きいことが違う点である。これによりカーブの内側方向にヨーモーメントが発生し、コーナーをアンダーステアすることなく回ることができる。右コーナーで加速する場合と高速でコーナーを走行する場合にこの状態へと遷移する。またその速度が高ければ高いほど左後輪の比率が大きい状態へと遷移する。

- 直線時の状態遷移

直線時は Fig.2-b の特徴を持った状態に遷移する。後輪 2 つが前輪 2 つよりも大きな駆動力値をもつ点が他の 2 つと違う点である。この場合、後輪に駆動力がかかっているために加速時において最適なバランスと考えられる。さらに後輪の比率が高くなるとより急加速となる。

- 左コーナー時の状態遷移

左コーナー時は Fig.2-c の特徴を持った状態に遷移する。右後輪の駆動力が他の 3 つに比べて大きいことが違う点である。これによりカーブの内側方向に

ヨーモーメントが発生し、アンダーステアなしにスムーズに回ることができる。左コーナーで加速する場合と高速でコーナーを走行する場合にこの状態へと遷移する。

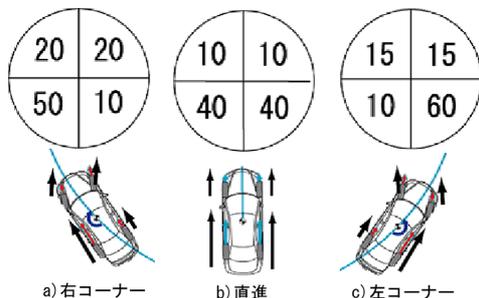


Fig. 2 4輪駆動力制御モデル

3.2 オートマトンを用いた4輪駆動力制御

Fig.3に本システムにおけるオートマトンの全体図を示す。Fig.3の状態の配置は直進、左コーナー、右コーナーを表している。左に広がっていく状態は左コーナー時の4輪の状態遷移であり、右に広がっていく状態は右コーナー時の4輪の状態遷移である。ここでは有限であるが、速度が増すにつれて限界まで増幅していくことになる。

Table1に状態遷移の条件について示す。Table1の番号とFig.3の遷移番号は一致し、加速時に生じる状態変化の条件を示している。減速時は加速時と逆の関係になる。減速はブレーキを踏んだ場合と一定時間加速せずに走った場合である。またFig.3の16番ラベルのついた遷移のように直線の高速域からコーナー側に遷移する場合は高速でコーナーに入った時を意味し、こうすることによって10 9 8 5 6 7と順に遷移しなければならないところを16という遷移を用いることで反応速度を向上させる。

Table 1 オートマトンの状態遷移

番号	遷移条件
1	自動車が発進した場合
2 4	右コーナーで加速した場合
5 7	左コーナーで加速した場合
8 10	直線で加速した場合
11-16	走行状態が変化したとき

4 本システムのシミュレーション

今回作成したシステムをシミュレートするためのGUIをFig.4に示す。コース上を自動車が走行し、本システムを利用する場合と利用しない場合をグラフィカルに比較する。またオートマトンの入力要素である速さをタコメーターで確認し、一般的なオートマトンの形による遷移を確認する一方、メーターを用いて車の駆動力値の変化を別の角度から確認する。今回用意したボタンの一部を以下に示す。

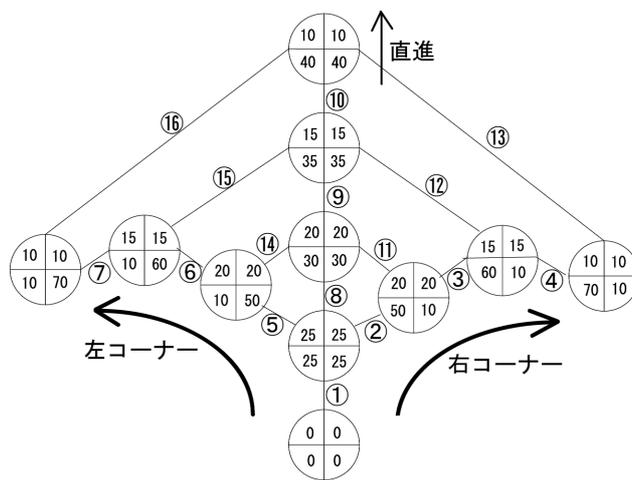


Fig. 3 本システムの状態遷移図

- 発進ボタン：自動車を走行させる
- アクセルボタン：自動車を加速させる
- ブレーキボタン：自動車を減速させる
- システム ON ボタン：システム起動
- システム OFF ボタン：システム停止

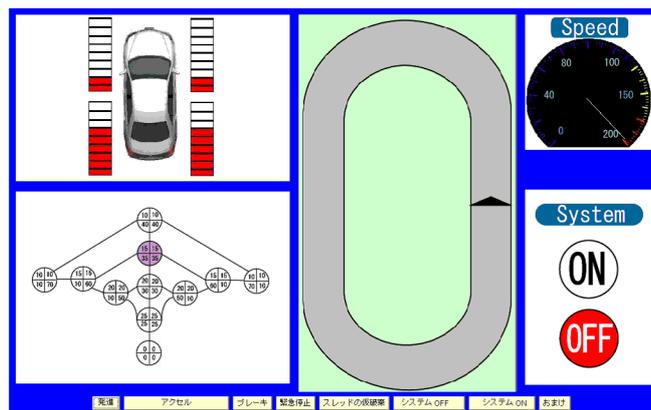


Fig. 4 シミュレーション画面

5 まとめ

今回は4輪駆動力制御システムをオートマトンを用いてシミュレートした。4輪の駆動力値を持った状態を入力に応じて変化させて最適な状態へと遷移させることにより、ドライバーの意図した走行路をトレースすることを可能とするシステムを構築した。

参考文献

1) HONDA LEGEND, <http://www.honda.co.jp/autolineup?legend/>