

インターナショナルドライビングシミュレータ —シミュレータ用道路データ抽出と 3D 道路生成—

齋藤 慎弥[†] 村田 嘉利[†] 高山 毅[†] 佐藤 永欣[†]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

近年、国際化によって海外渡航の機会が増加している。しかし、海外で自動車を運転する場合、車両の仕様、交通ルールの違いなどによりスムーズな運転を行なうことは難しい。

そこで本研究では、海外の実在道路を表現し、交通ルールを学習可能で、PC 上で実現できるドライビングシミュレータを提案する。

2. 要求条件

インターナショナルなドライビングシミュレータに対する要求条件として以下のものが挙げられる。

- ・ 世界中の道路を 3D で表現可能
- ・ 利用者がシミュレーションしながら交通ルールを学習できるように、交通ルールに対する正誤判定が可能
- ・ 車幅感覚の学習機能

本稿では、上記事項について述べる。

3. 研究内容

3.1. 各国の道路生成

道路データの抽出から道路生成までの流れを図 1 に示す。

Google マップは航空写真やストリートビュー、さらに近年では Google Earth の 3D 表示といった機能が充実しておりデータ抽出に適しているため、本研究では Google マップから道路データを作成する。

3D 道路を生成するために、Google マップの航空写真を用い、道路上の任意の場所に点をプロットし、3 次スプライン曲線によって関数を生成する。プロットした点間は個別のパラメトリック曲線として補間され、それぞれを 1 つの道路としてみなす。これにより道路データ生成の時点で 1 つの道路の区切りを任意に行なえるため、道路データに対する交通ルールの付加を柔軟に行なうことが可能となる。

交差点の生成に関しては、接続する道路の曲線関数、幅員を入力とし、道路が交差する点を自動的に計算し、2 次 B-スプラインによって円弧曲線を生

成する。1 つの交差点は接続された道路の数と同数の曲線を持つ。

DB へ格納するデータは道路データと交差点データである。道路データは作成した曲線の係数、および左右の車線数、幅員のほか、道路に付属する樹木等の有無である。交差点データは接続されている道路同士を繋ぐ曲線の係数を持つ。また道路、交差点には ID を付加し、道路データにはその前後で接続する交差点 ID をデータとして格納する。

以上の道路データより、OpenGL を用い、3D 道路生成プログラムの実装を行なった。また、生成した道路上へ車両モデルを配置し、加速度運動、旋回運動を適用して、簡単なドライビングシミュレータを作成した。このシミュレータプログラムは、データベースに格納された道路データを読み込み、このデータをもとに 3D ポリゴンを自動的に生成する。

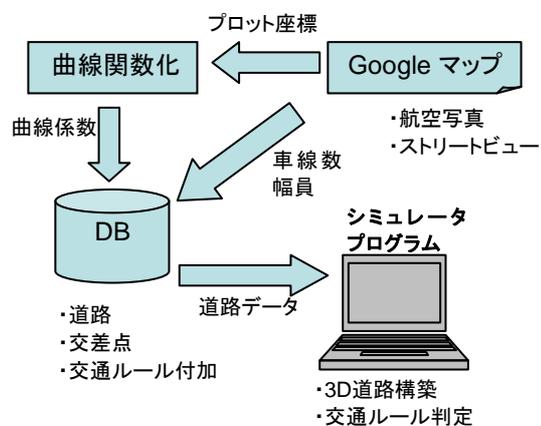


図 1. 道路抽出から道路生成

3.2. 交通ルール: 走行車線, 右左折の正誤判定

交通ルールに則した走行をしているか否かの判定を行なうためには、車両が現在どの道路のどのような交通ルールの下にあるか、また、どの車線を走行しているのかを認識する必要がある。ここでは、最も基本的な交通ルールとして、車両が走行可能な車線を走行しているか、またルールを無視した右左折を行っていないかの判定について述べる。

車両が現在どの車線を走行しているかについては、現在走行している道路の中心線を示す曲線と車両位置との最短距離を求め、求められた距離とその地

International Driving Simulator – Extraction of Road Data and Creation of 3D Road –
S.Saito[†], Y.Murata[†], T.Takayama[†], N.Sato[†]
[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

点での車線数、幅員とを比較することで判断する。また、道路上からはみ出しに関しても、「最短距離 > 幅員」となれば車両は道路上からはみ出しているとみなす。

車両が交差点を介し別の道路へ進入した場合、最短距離を計算する道路を切り替える必要がある。最短距離を求める際に、曲線上で最短となる座標を示すパラメータ t 値が得られる。パラメトリック曲線はパラメータ t を 0 から 1 まで変化させ描画するため、最短距離計算で得られる t 値は車両が道路のどの辺りを走行しているかを示している。道路切り替えの際の最短距離比較を図 2 に示す。(1)のように最短距離となる座標の t 値が 0 または 1 であれば車両は交差点に進入したとみなせる。交差点進入後はその交差点に接続しているすべての道路との最短距離計算を行い、(2)における右側の道路のように最短となる座標の t 値が 0 または 1 以外となればその道路を車両が進入した道路として判断する。

以上の手法によって、車両の存在位置を道路ごとの車線単位で判定可能となる。これら情報を用いることで、海外で最も大きな違いである右側通行、左側通行の正誤判定や、車線ごとに ID を割り当て、車線単位で進入可能な車線 ID をデータとして与えることで、右左折の際の正誤判定も可能となる。

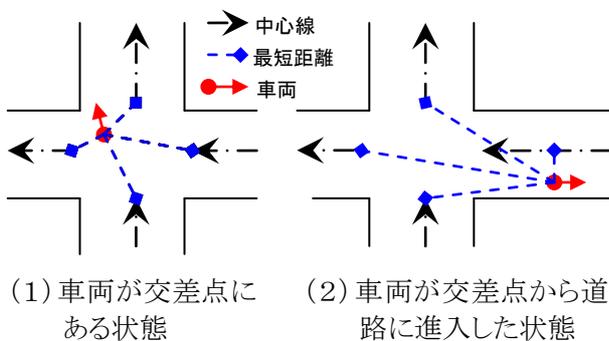


図 2. 判定道路の切り替え

3.3. 車幅感覚学習機能の検討

車幅感覚学習用として運転席視点からのビュー以外にサブウィンドウを生成し、車線に対してどの位置を走行しているかを学習できる映像を描画することにした。学習用の映像として、車両を上部から見下ろした視点、車両後方からの視点、サイドミラー視点からの映像を作成し、アンケート調査を実施した。調査項目は運転経験、どの映像が車幅感覚を学習しやすいか、サブウィンドウの配置位置はどこが良いかの 3 つである。

アンケートの結果、車両後方からの視点、次いでサイドミラーが良いという結果となった。サイドミラー

は運転経験豊富な方からの支持が多かった。海外で運転をするドライバーのほとんどは運転経験が豊富であると考えられるので、本シミュレータでは車両後方からの視点とサイドミラー視点の両方を採用し選択式で切り替えられるようにした。サイドミラーに関しては、内輪差確認等の利用頻度を考慮し、右側走行では右、左側走行では左ミラーを優先して描画する。これは PC の処理速度を考慮したためである。

4. 関連研究

世界中の道路を表現するためには、3D 道路生成用の道路データをどのように抽出するかが問題となる。既存研究におけるシミュレータ用道路データの抽出法として、国や自治体が作成した道路データを用いるものや L システムによる道路網生成手法[1]等が存在するが、これらの方法で世界中の道路データを収集するのはコストもかかり非現実的である。また、地図画像から道路を認識し曲線関数化するという手法[2]も在る。しかし、交通ルールの正誤判定のために道路データに交通ルールを付加することを考慮した場合、交通ルールの変化に合わせ、柔軟に道路を区切る必要があり、画像からの自動曲線化はあまり有効と言えない。

5. まとめと今後の展望

本稿では、地図からの道路データ抽出、道路データを用いたシミュレータ用 3D 道路の構築、および交通ルールの正誤判定手法、車幅感覚学習機能の検討について述べた。これらの開発を実際に行ない、地図上から世界中のシミュレータ用 3D 道路を比較的容易に生成でき、車線単位での交通ルールに関する正誤判定が出来ることを確認した。

今後の展望として、各国の複雑な交通ルールを実際に道路データへ付加し、それら交通ルールに対する判定プログラムを実装し、正誤判定を行なう。また、利用者が交通ルールを学習できるように、運転中どのタイミングでどのような交通ルールを破ったかを警告する機能を実装していく。

参考文献

- [1] 加藤伸子, 奥野智江, 狩野均, 西原清一, “L-system を用いた仮想都市のための道路網生成手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.4, pp.1104-1112, 2000.
- [2] 相原泉太郎, 野村亮太, 砂田哲也, 熊谷正朗, 江村超, “ドライビングシミュレータ用仮想環境の構築”, 計測自動制御学会東北支部 第 197 回研究集会, 資料番号 197-12, 2001.