

統合ドライビングシミュレータにおける 地図共有

兵藤俊輔^{†1} 福山大輔^{†1} 清原良三^{†1} 高取佳祐^{†2} 狩野芳郎^{†3}

近年、コンピュータの発展が進むとともに自動車内に設置するカーナビやインパネといった車載情報機器が開発され、一般に向けて販売されている。これらが原因で運転中に注意散漫となる場合がある、そのような場合には、車載情報機器のデザイン等を変更し評価を行うが、実際に運転中の操作を行い評価するのは事故を起こす危険が生じる為、評価にはドライビングシミュレータが利用されていることが多い。しかし、ドライビングシミュレータ特有の動きに慣れてしまい正常な評価ができなくなってしまう事がある。そこで、ドライビングシミュレータとマルチエージェントを利用した交通シミュレータを統合することを提案する。本論文では統合ドライビングシミュレータを開発する中で発生した、いくつかの問題のうち、地図の問題についての解決方法の模索と考察を行い解決方法の提案とその評価を行った。その結果、特定の条件を満たした地図ならば問題を解決できることを示した。

1. はじめに

近年、コンピュータの発展が進むとともに自動車内に設置するカーナビやインパネといった車載情報機器が開発され、一般に向けて販売されている。これらは、自動車に乗り上げた状態で利用することを前提として開発されているが、これらが原因で運転中に注意散漫となる場合がある。例えば、画面に表示される文字や記号が運転手の目を引いてしまうようなデザインになっている場合や、操作が複雑で操作に集中しなければ操作できない構造になっている場合である。そのような場合には、車載情報機器のデザインを変更し評価を行うが、実際に運転中の操作を行うと事故を起こす危険が生じるために、評価にはドライビングシミュレータが利用されていることが多い。

ドライビングシミュレータは、自動車の車内設備と実際の道路状況を再現したシミュレータである。周囲の情報をプロジェクタやモニターで映し出し、現実を想定したマップの中を走ることによって事故の危険をなくし現実に近い状態で評価を行うことができる。車載情報機器の評価を行う被験者はドライビングシミュレータに慣れるために何度か運転しドライビングシミュレータで自然な運転が可能になってから評価を行う。しかし、その過程でドライビングシミュレータ特有の動きに慣れてしまい正常な評価ができなくなる場合がある。原因は、ドライビングシミュレータ内の他車両の動き方が現実と異なる点が挙げられる。ドライビングシミュレータ内に存在する他車両はドライビングシミュレータのシナリオによって動き方を設定されていることが多い。例えば、ある一定の地点に行くたびに同じ車両を発見し、同じようなタイミングで横道から車が出てくるなどがある。

その問題を解決するためにネットワーク型ドライビングシミュレータが開発されている。ネットワーク型ドライ

ビングシミュレータは、被験者の周囲の車をネットワークで接続した他のドライビングシミュレータに乗っている人間が動かすことで従来のドライビングシミュレータよりも現実に近い動き方を再現することができる。また、接続したドライビングシミュレータの数を増やすほど現実に近い状態で評価できることが知られている。[1]しかし、ネットワーク型ドライビングシミュレータは複数のドライビングシミュレータを使用するため、設置する場所の広さの問題や人員の件費の問題で一定以上の台数を揃えるのが困難である。

そこで、ドライビングシミュレータと交通シミュレータを統合した統合ドライビングシミュレータが開発がされている。これにより、費用などの問題を解決し、かつ現実に近い動きを再現する事ができる。それにより、車載情報機器のUI評価や車々間通信の実験をなど、ITS分野での活用が非常に期待できる。そのため、神奈川工科大学でもマルチエージェントを使用している交通シミュレータによる統合ドライビングシミュレータの研究を行っている[2]、神奈川工科大学の機材で統合シミュレータを実現するためには以下のような問題を解決する必要がある。

- (1) ドライビングシミュレータと交通シミュレータの地図情報の共有
- (2) ドライビングシミュレータと交通シミュレータのシミュレーション単位時間の統一
- (3) ドライビングシミュレータ・交通シミュレータ間での通信の接続

地図共有の問題はドライビングシミュレータの地図と交通シミュレータの地図ではそのデータを扱う対象が違うことが原因で問題が起きている。ドライビングシミュレータ側では、地図はドライビングシミュレータに乗っている被験者の周囲がどうなっているかを表現するための地図である。そのため、道路の表面、道路上に存在する標示から制限を示すための標識、また、道路に隣接する建築物などのポリゴンメッシュとテクスチャが地図の情報に含まれている。

^{†1} 神奈川工科大学情報工学科

^{†2} 神奈川工科大学電気電子情報工学科

^{†3} 神奈川工科大学自動車システム創造工学科

しかし、交通シミュレータ側の地図は交通シミュレータ内に設定された車や歩行者のマルチエージェントが利用しているのみのため、地図に含まれる情報は、エージェントが理解しやすいように整理されている。そのため、同一の地図を用意するのが困難である。

まず、この問題を解決しなければ同一の地図上で実験することが出来ない、よって本論文では地図の問題についての解決方法の模索とどのような地図を用意するのが相応しいかを考察し解決方法の提案とその評価を行った。

2. ドライビングシミュレータ

2.1 ドライビングシミュレータ

ドライビングシミュレータの外観を図1に示す。図1の①がドライビングシミュレータである。ドライビングシミュレータは実際の車とほぼ同じ状態を表現することができる。被験者の入力したアクセルやブレーキ、ハンドル角などをシミュレーション単位時間度に取り、シミュレートした結果を映像として出力する。神奈川工科大学のドライビングシミュレータは加速度も表現することが可能である。加速度は、ドライビングシミュレータの座席を6軸シンジダーにより傾け、5m×5mのリニアール上を実際に移動することで、車に乗っているのと同じような加速度を体感することができる。

2.2 ネットワーク型ドライビングシミュレータ

ネットワーク型ドライビングシミュレータは被験者の乗るメインドライビングシミュレータの他に、被験者の周囲の車を演出するためのサブドライビングシミュレータに分かれている。図1の②がネットワーク型ドライビングシミュレータのサブシミュレータ部分である。サブシミュレータでは、車載情報機器の評価を行わないためメインシミュレータとくらべて設備が少ないことがわかる。従来のドライビングシミュレータと違い、被験者の周囲の車を人間が演出することでより現実に近い状態で評価を行うことができる。また、サブシミュレータの数を増やせば増やすほどその効果は増大することが知られている。

しかし、サブシミュレータを増やすには設置場所や、その

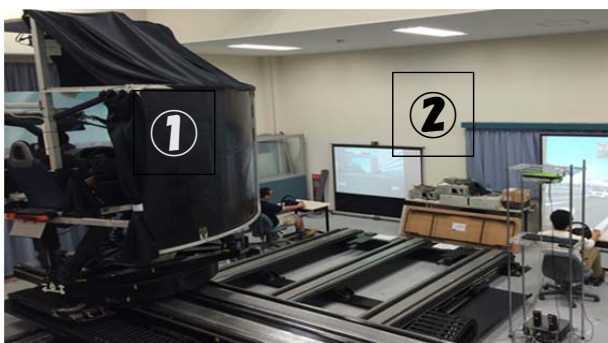


図1 ネットワーク型ドライビングシミュレータ

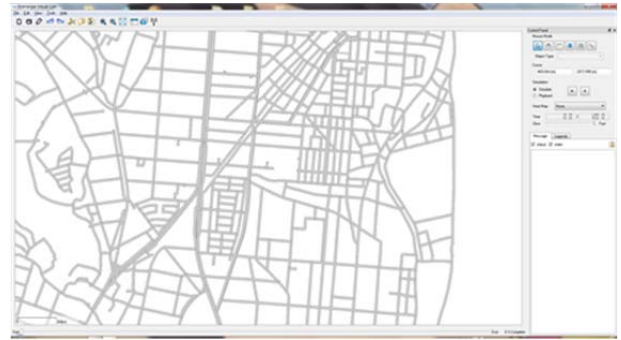


図4 Scenargie 操作画面

シミュレータを動かす協力者が必要であり、人件費や機材を揃える必要がある、ある一定以上の数を用意するのは難しい。そこで、ドライビングシミュレータと交通シミュレータの統合する研究が進められている。

2.3 ドライビングシミュレータの地図情報

ドライビングシミュレータの地図情報は、Microsoft 社の開発した DirectX でサポートされている x ファイル[3]を使用している。この x ファイルはポリゴンの頂点座標とそれらから構成される面、またその面に対応するテクスチャから構成されている。例として鈴鹿サーキットの一部を図2に示す。図の中で表示されているのは、ポリゴンの頂点のみである。また、ドライビングシミュレータで図2の矢印方向を見た景色を描写しているものを図3として示す。ドライビングシミュレータの画面上では、道路以外の柵やスタンドが描写されている。

3. 交通シミュレータ

3.1 交通シミュレータ

交通シミュレータは、道路上で起きる出来事をシミュレートすることで道路工事やイベントによる影響の評価を事前に行うことができる。実施前に効果を評価できるため、費用を削減し最も適した対応を行うことができる。また、実験の分野でも実際の道路を使用し多くの時間を費やすことなく様々な道路の状況を再現しデータを収集することができる。そのため、交通工学や土木工学の研究において非常に有用である。

交通シミュレータにも種類が多数あるが使用しているモデルで2つに分けることができる。マクロモデルとマイクロモデルである。マクロモデルは、交通を一つの塊・流れとして見ることで非常に広範囲なシミュレートを行うことができるが、狭い範囲の高精度なシミュレートを行うことは難しい。マイクロモデルは、道路を走っている車両一台一台を高精度にシミュレートすることで、狭い範囲や細かいシミュレートを行うことに向いているが、その計算量から広範囲なシミュレートを行おうとすると実時間の数倍の時間を必要とする場合がある。この2つはトレードオフ関係にあ

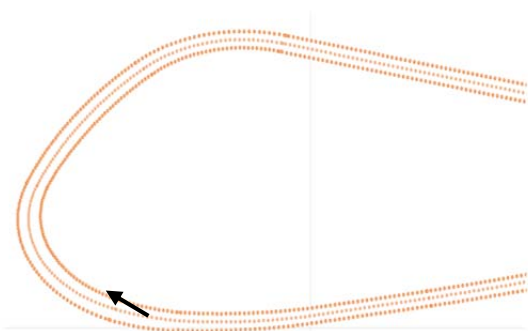


図2 鈴鹿サーキットの第一カーブ部分



図3 描写された鈴鹿サーキットの第一カーブ部分

り、シミュレートを行うパソコンのCPUの性能を上げればある程度は許容することができる。本研究では、ドライビングシミュレータと統合するために人間が見て違和感を覚えなない程の高精度シミュレートが必要なためマイクロモデルを使用しているシミュレータを採用した。

3.2 統合ドライビングシミュレータに使用する交通シミュレータと機材について

本研究で使用するシミュレータはSpace-Time engineering社のScenargieを使用する。Scenargieは本来ネットワークのシミュレータだが拡張モジュールであるMulti-Agent Extension Moduleを導入することでマルチエージェントシミュレーションに対応することができる。Scenargieを利用する理由はエージェントが徒歩での移動も行うことができる点やエージェントに車々間通信の機材を載せて実験を行えることからITS分野での活用が期待できるからである。また、Scenargieは、地図を作成・編集する機能を備えており、作られた地図の微調整や改変を行うことも可能である。Scenargieを動かしている画面を図4に示す。

3.3 交通シミュレータの地図

Scenargieで使用できる地図はShapefile[4]とopen street map[5]である。しかし、本研究では編集の容易さからShapefileを使用する。

ShapefileはESRI社の開発したファイル形式で、多くの地理情報システムで使用されている。地図に必要な情報を点・線分・多角形の3種類で表現する。最もシンプルなShapefileは3つのファイルからなり、図形自体を記録したshpファイル

、shpファイルのインデックスであるshxファイル、さらにそれぞれの図形の属性を保存できるdbfファイルである。Shapefileにおいて道路は線分で表現され、車道の車線数や道路の幅、道の名前はdbfファイルに付加価値として保存される。

4. 関連研究

4.1 ドライビングシミュレータを使用している関連研究

- ドライビングシミュレータを用いた合流部走行支援情報システムの効果分析[6]

ドライビングシミュレータはこのようなシステムの評価に使用されている。この研究では、高速道路の合流部で本線の混雑具合を3種類の方法で運転手に伝えるシステムを開発し、合流時の危険を減らすことができたかどうかをドライビングシミュレータで評価している。その際、ドライビングシミュレータで実際の道路環境をどれくらい再現出来ているかどうかを、実際に高速道路を走った場合の加速度・運転操作データ・心電計によるRR間隔などによって確認している。確認した結果、加速度変化はほぼ同じ数値を示していたが操作データやRR間隔操作は加速度ほどの明確な一致は見られなかったとある。ドライビングシミュレータの再現性は、評価を行う上で重要であるがどの程度の再現性があるかは問題が無いかを評価するのは難しい。それらを評価しているこの論文は統合ドライビングシミュレータを開発が終了して評価する際の参考とした。

4.2 交通シミュレータを使用している関連研究

- マルチエージェントによる都市交通流の微視的シミュレーション[7]

この論文では、マルチエージェントシステムを使用することで従来のシミュレータよりも高い精度・再現性でシミュレートすることができる。また、個々のエージェントに性格付けを行うことで様々な運転特性をもった車両を再現することができる。エージェントが使用する加速度モデルは、事故を起こしたエージェントの加速度を使用しないなどの変更を加えていく。それにより、加速度モデルやエージェントの行動決定を高機能化することでエージェントの再現性を上げることにより、これを利用した評価の精度を上げることができるのではないかと期待されている。

4.3 統合シミュレータの関連研究

- (1) トラフィックシミュレータとドライビングシミュレータを連携した「複合現実感交通実験スペースの構築」

この論文は、産官学連携「サステイナブル」プロジェクト[8]の基礎研究として発表された論文である。この研究を基礎に「ヒューマンファクターに関する基礎研究」、さらに次の段階で「ITS応用研究」を行っている。

複合現実感交通実験スペースとは、ドライビングシミュレ

ータと交通シミュレータを連携させた実験環境で、道路や車両の特性に様々な条件によって変化する人間の行動特性（ヒューマンファクタ）を加え、交通およびインフラの相互作用を考慮した複雑な交通現象の再現を目指している。複合現実感交通実験スペースが作られる際ドライビングシミュレータと交通シミュレータの仲介を行うためにマイクロモデルの交通シミュレータ KAKUMO が開発されている。このドライビングシミュレータと交通シミュレータ間を仲介する発想や手法を参考にした。

- (2) 計算結果信頼性確保を目指した予防安全シミュレータ ASSTREET の開発（“第4報”）-検証のためのドライビングシミュレータ活用[9]

この論文も、ドライビングシミュレータと交通シミュレータを統合した研究だが、交通シミュレータにマルチエージェントが使用されている。おおよその交通シミュレータには、全体の車両の動き方が一つの加速度モデルとして設定されているが、マルチエージェントの場合個々の車両に差異をつけることができる。これにより、道路上に様々な行動特性の車両を用意することができるため、ドライビングシミュレータに乗っている被験者から見て違和感の少ない実験環境にすることができる。また、逆にドライビングシミュレータの被験者に交通シミュレータ内のドライバーエージェントのモデルを観察してもらうことで、数値比較することが難しいモデルの評価を直感的・直接的に行うことができる。また、マルチエージェントを使用している論文として参考にした。

- (3) 九州大学 「情報利用型人間-自動車-交通流相互作用系シミュレーションシステム」 [10]

他の大学でも企業と連携して統合ドライビングシミュレータの研究を進めている。論文では無いが様々なシミュレータを開発している Forum8 が開発して九州大学に納品された統合ドライビングシミュレータとして紹介している。

5. 統合ドライビングシミュレータ

5.1 統合ドライビングシミュレータの提案

神奈川工科大学では、学内で開発した車載情報機器の評価や実験のために統合ドライビングシミュレータの開発を提案している。ネットワーク型ドライビングシミュレータでは、費用の問題からサブシミュレータの個数には限界が存在し、自然な道路環境を再現することは難しかったが、統合ドライビングシミュレータは、マルチエージェントを使用した交通シミュレータとドライビングシミュレータを統合することで、ネットワーク型ドライビングシミュレータのサブシミュレータを容易に増やすことを可能にしている。

統合ドライビングシミュレータの構成図を図 5.1 に示す。ドライビングシミュレータと交通シミュレータは UDP/IP で車両の位置や車エージェントの位置、信号機の状態などのやり取りを行う。ドライビングシミュレータはリアルタイムにシミュレートを行っているため、輻輳を行わない UDP を使用する。パケットロスが発生した場合は、直前に送られてきた情報を元に現在居る位置を予想し補完することで対応する。

統合ドライビングシミュレータにおいて、交通シミュレータ内の車エージェントはネットワーク型ドライビングシミュレータのサブシミュレータの役割を果たすことで、サブシミュレータに必要な資材の資金などの問題を解決することができる。車エージェントを増やすことのできる上限は交通シミュレータを動かしているパソコンの CPU とネットワークの帯域に依存する。

5.2 統合ドライビングシミュレータの課題

統合ドライビングシミュレータは、以下の問題点がある。

- (1) ドライビングシミュレータと交通シミュレータの地図情報の共有
- (2) ドライビングシミュレータと交通シミュレータのシミュレーション単位時間の統一
- (3) ドライビングシミュレータ・交通シミュレータ間での通信の接続

次に、これらの問題の原因とその解決方法について述べる。

5.2.1 地図情報の共有

統合ドライビングシミュレータでは、ドライビングシミュレータと交通シミュレータの車エージェントが、同じ地図の同じ座標点を走らなければならないがドライビングシミュレータと交通シミュレータの地図ファイルは構造が違うため同じ座標を持ったファイルを用意することは難しい。ドライビングシミュレータの使用している X ファイルは 3D のポリゴンとしての情報を含み道路を三角形の集合で表現しているのに対して、交通シミュレータの使用している Shapefile は、地図の情報を点・線分・多角形でとして保存されており、道路を線分で表現している。この違いは、お互いのファイルを使用する対象が違うことが原因である。ドライビングシミュレータでの地図は、ドライビングシミュレータに乗っている被験者に周囲の情報を把握させるための物なので道路の情報以外にも周囲の建物やそのテクスチャの情報を内包しているが、交通シミュレータでは地図を利用するのは車エージェントなので視覚的な情報は持っていない。

この問題を解決するためには、双方の情報の中でお互いに必要な情報を取捨選択し、どちらかの地図に統一する必要がある。

5.2.2 シミュレーション単位時間の統一

ドライビングシミュレータと交通シミュレータではシミュレーション単位時間に違いがある。ドライビングシミュレータでは、人間が入力したアクセルやブレーキに反応して自車の状態や周囲の景色が変化する。そのため、変化した映像を見て人間が違和感を覚えない間隔でリアルタイムにシミュレートする必要がある。フレームレートが約 30fps 程度であれば人間が動画を見ても違和感を覚えない、それを確保するため、ドライビングシミュレータでは 30 ミリ秒に 1 度のタイミングでシミュレートしている。しかし、交通シミュレータではリアルタイム性は必要ないため、よほど処理量が多くない限り実時間よりも短い時間でシミュレートが終了することが多く、どれだけのシミュレートができるかはシミュレートを行っている CPU に依存する。そのため、本研究で使用している機材の Scenargie では 10 ミリ秒度にシミュレートを行っているが 10 分間のシミュレートは約 1 分で終了する。

解決するには、交通シミュレータのシミュレート間隔を 30 ミリ秒に 1 度に調整し、ドライビングシミュレータのシミュレート・描写が行われる度に通信を行い同期することで解決することができる。また、30 ミリ秒の間交通シミュレータ側でドライビングシミュレータの動きをある程度予想しシミュレートを行うことで、同期の時に余裕ができてシミュレート全体の台数を増やすことが可能かもしれない。

5.2.3 ドライビングシミュレータ・交通シミュレータ間での通信の接続

本研究で使用しているドライビングシミュレータは、ネットワーク型ドライビングシミュレータとして使うことができるので、そのネットワークに交通シミュレータを接続することで統合ドライビングシミュレータを実現できる。しかし、交通シミュレータでシミュレートしている台数が増えると今度はネットワークの帯域幅で送れるデータの上限を超えてしまう恐れがある。例えば、高速道路の混雑時の状態をシミュレートする。そうすると、シミュレート範囲全ての車の情報を送るとネットワークが混雑しドライビングシミュレータの 30 ミリ秒の更新に間に合わずデータが欠ける可能性が考えられる。

対策として、ドライビングシミュレータから見える範囲の車の情報のみの送信にするなどを行う必要がある。これらについては研究が進められている。[11]

5.3 統合ドライビングシミュレータの地図

上記のような問題があるが、地図の問題を解決しなければ統合ドライビングシミュレータの実験を行うことは難しい。なぜなら、同じ座標の地図を用意しなければネットワークを通じて情報を交換してもお互いの位置情報は役に立たない物になってしまう。また、位置情報の交換ができないためにシミュレート単位時間の検証実験も行うことができない。

そのため、本研究では地図の問題を解決する方法の提案とその考察を行った。

6. 提案手法

6.1 ドライビングシミュレータと交通シミュレータに必要な地図情報

ここで改めてドライビングシミュレータと交通シミュレータに必要な情報を整理する。表 6.1 にドライビングシミュレータと交通シミュレータに必要な情報をまとめた物、表 6.2 に X ファイルと Shapefile に含まれる情報を比較した物を示す。

比較すると、お互いの地図はお互いの機能に必要な情報を満たしていることがわかった。この 2 つの形式は、お互いの必要な情報を別な形で持っていることも分かった。例えば、X ファイルでは、車線や制限速度の情報はテキストに書かれている標示から読み取ることができ、Shapefile では車線や交通規制は dbf ファイルにデータベース化され付与されている。つまり、同じ座標を持った地図を作成するにはどちらかを元にして作成することができる。

しかし、Shapefile を元に X ファイルを作る場合はテキストを自分で用意する必要がある。本研究では、X ファイルを元に Shapefile を作成することにした。

6.2 地図変換の工程

X ファイルから Shapefile に変換するためには、ポリゴンの頂点と面のデータから道路の中心線を計算し、線分でそれを表す必要がある。また、変換する時にテキストで表現されている車線の数や交通規制を読み込むことは難しいので、変換後に Scenargie の地図編集機能でそれらの情報を編集する。下で工程について詳しく述べる。

6.2.1 X ファイルフォーマットの統一とソート

X ファイルには、テキスト形式とバイナリ形式が存在する。本研究では、X ファイルを変換する前に既存の X ファイルテキストバイナリ変換のソフト 9) を使用してテキスト形式に統一する。バイナリでも読み込みを行うことが可能だが、X ファイルの座標点は近いもの同士で並んでいないことが多いので、テキスト形式で読み込み XZ 軸の順にソートする。これにより、近い頂点同士が近い場所に保存されることで線分を結ぶ時に候補を絞りやすくなる効果を得ることができる。

6.2.2 始点を指定する

プログラムを動かす前に道路の始点を開始する必要がある。図 2 を見ると、ポリゴンの頂点が 3 つの線状に並んでおり、道路の輪郭が見て取れる。そのため本研究ではこれを利用して、始点として中央の線に含まれる点の内 1 つを選ぶことで道路の中心線を計算しなくとも、一番近い点を探し線分とすることで Shapefile に変換するために必要な情報を揃えることが可能である。また、地図の傾向を見て道路の終端部を指定することが望ましい。また、始点からどの向きに

道路が続いているかの情報を入力する。それにより、次の点の探索を容易にすることができる。また、意図しない点と線を引いてしまうことを避ける事ができる

6.2.3 一定範囲内でもっとも近い点と線を結び

始点から一定の範囲の中で一番近い点と線を引く。範囲内に候補が見つからなくなるまで繰り返すことで道路の中央を示す線分を作ることができる。また、線を引く時に前回引いた線との角度の差が少ない場合は長い直線として扱うことで点の数を減らしデータ容量を減らすことができる。図5にそれを示す。A~Dは、ほぼ直線のためAとDの点のみを残し線分ADとする。しかし、線分CDと線分DEを比較すると角度が付いていることがわかる。

互いの角度に差がある、つまり、道路がカーブしているということである。Shapefileには曲線補正を行う機能はないため曲線は直線を数度ずつずらすことで表現される。よって点D~Hをそのまま残し、間に線を引く。点Hの周囲には既に結ばれている点しか存在しないためここでプログラムを終了する。

6.2.4 Shapefileのフォーマットで保存する

以上の工程をもってXファイルの道路情報をShapefileに必要な点と線分の情報へ変換が完了したので、これらのデータをShapefileのフォーマットで保存する。道路の情報はshpファイルに保存し、shxファイルにはshpファイルのインデックス情報を、dbfファイルにはshpファイルの線分が道路であることを出力し終了する。

その後、Scenargieの地図編集機能で標識や標示、車線数や道幅などを入力し調整を行うことでXファイルからShapefileへの変換を完了する。

6.3 高低差への対応

以上の変換工程は鈴鹿サーキットのような高低差の少ない地図の場合に使用できるが山道のような高低差が激しく道が立体的になっている場合、このままの方法では探索の途中で道路を見失ってしまう場合がある。図6に高低差の存在するXファイルMountain.xの頂点を示す。図の中央の破線内を見ると、Y軸を排除したデータではどの道とどの道がつながっているのかを判別することは難しいことがわかる。そこで、項6.2.3で述べた一定範囲内で最も近い座標

と線を結ぶ部分を改良することで高低差のある地図に対応することにした。次の点を検索する時にXZ座標で近い点を検索するのではなく、前回結んだ線分のベクトルからおおよその道路の方角・高さを考慮して候補を探索することで立体的に交差した道路の変換を可能にできると考察した。

6.4 考察

本研究では、統合ドライビングシミュレータの地図の問題を解決するために、XファイルからShapefileへの変換方法を提案した。しかし、ドライビングシミュレータのXファイルには様々な物があり、この変換方法では変換が難しいと思われるものも存在する。それを紹介する。

(1) 都市のように道路が入り組んでいる地図

図7に例を示す。鈴鹿サーキットとは違い直線の道路が多いことや交差点が多数存在しているため、点の密度が低くどこに道があるのかが判別できない。そのため、プログラムで付近の点を探し線としても見当違いの場所と線を繋いでしまう。現在のプログラムでは、対応することのできない地図のパターンである。

(1) 道路を表すポリゴンの頂点が3列ではない地図

図7の地図も該当するが、鈴鹿サーキットの地図と違い道路を表現しているポリゴンの頂点が3列ではないパターンである。本研究の提案方法ではポリゴン頂点が3列並んでいるのを利用して中央線の位置を引いているため、2列しか存在しない地図のパターンは対応することができない。

これらの問題を解決するためには線分を抽出する手順や方法を改良する必要がある。例えば、ドライビングシミュレータで実際に地図の形状を調査し始点を指定する時にある程度の道路の形状と交差点の位置を予め入力しそこに重なる頂点の情報を抽出することで図8のように、交差点が多く存在する地図の場合や頂点が2列になっているパターンでも対応することが可能であると思われる。

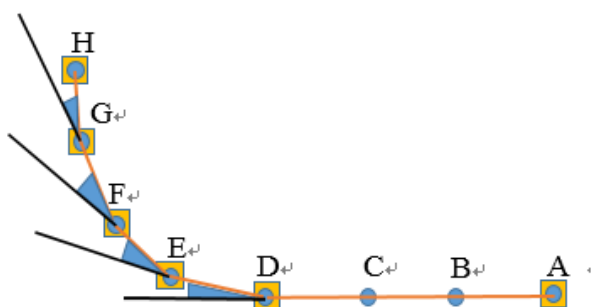


図5 線分抽出

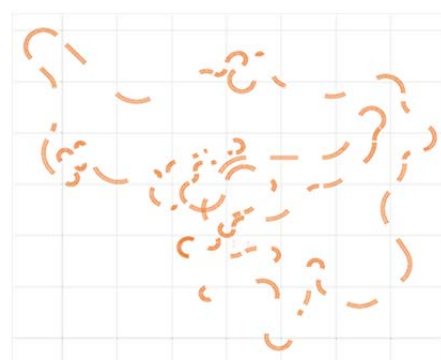


図6 Mountain.x

7. むすび

本研究では、ドライビングシミュレータと交通シミュレータの調査と X ファイルから Shapefile へ変換する方法を提案した。一定の条件を満たした X ファイルならば Shapefile へ変換することが可能であることがわかった。しかし、変換することが難しいパターンが存在することも発見した。

今後の課題として、それらのパターンに対応する方法の模索と本研究で作成した Shapefile の評価を行う必要がある。

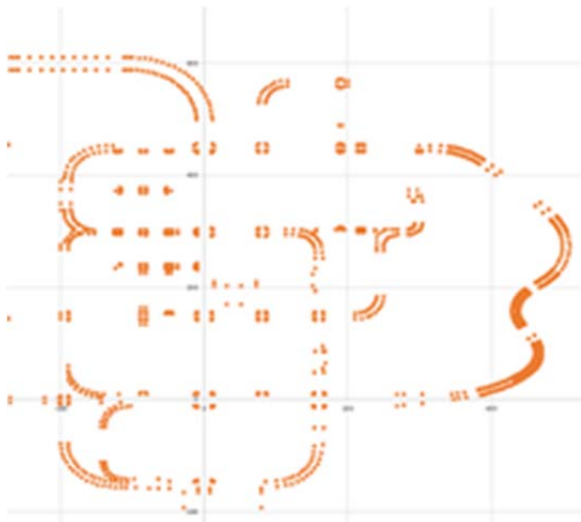


図 7 City.x

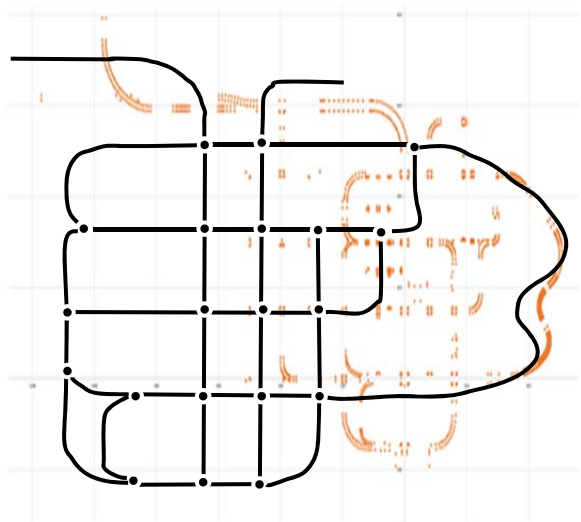


図 8 City.x の道路の形状と交差点の位置

参考文献

- 1) 佐々木裕泰;安東剛志;狩野芳郎;安部正人 ネットワークドライビングシミュレータを用いた交差点右直事故の分析, 自動車技術会学術講演会前刷集 No.32-13 p.1~4,2013年5月
- 2) 清原良三,兵藤俊輔,福山大輔,高橋夏海,鈴木考幸,高取祐介,狩野芳郎 統合ドライビングシミュレータの検討
IPJS-SIG-echmical-Report
- 3) .x ファイルフォーマットリファレンス
<http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/cc372023.aspx>
- 4) シェープファイルの技術情報
http://www.esrij.com/cgi-bin/wp/wp-content/uploads/documents/shapefile_j.pdf
- 5) Open StreetMap Japan <https://openstreetmap.jp/>
- 6) 鈴木哲夫,安藤拓也 ドライビングシミュレータを用いた合流部走行支援情報システムの効果分析
- 7) 水野一徳,山田雅一,福井幸男,西原清一 マルチエージェントによる都市交通流の微視的シミュレーション
- 8) 池内克史,桑原雅夫,須田義大,田中敏久,Edward Chung,Staffan Nordmark,影沢正隆,岩佐崇史,田中伸治,平沢隆之,堀口良太,白石智良,花房比佐友,石川裕記,大貫正明,織田利彦,加納誠,見持圭一,坂井蘭美,辻求,古川誠,本田健,増山義人,丸岡勝幸,山本隆嗣 産官学連携「サステイナブル ITS」プロジェクト 第2回 ITS シンポジウム 2003 2003年12月6-8日
- 9) 田島淳,日達富士美,木村壮太,合力雄矢,村の隆彦,田中信,北岡広宣,柚原直宏, 計算結果信頼性確保を目指した予防シミュレータ ASSTREET の開発("第4報")-検証のためのドライビングシミュレータ活用-
- 10) 情報利用型人間-自動車-交通流相互作用系シミュレーションシステム <ftp://ftp.forum8.co.jp/forum8lib/pdf/sougosayou1204.pdf>
- 11) 福山大輔,兵藤俊輔,高取祐介,狩野芳郎,清原良三 車載情報機器評価のためのシミュレータ間通信量の削減方式