

実世界活動を反映した仮想都市空間の生成と可視化

池内 克史

情報理工学系研究科電子情報学専攻

概要

現実世界の活動を反映した仮想都市空間を生成する枠組みを提案する。すなわち、現実の街から3次元地図を作ることで用意した仮想都市空間に視覚センサにより収集された実世界上の活動をCGにより反映しそれを可視化するものである。

昨年度までは、主に特定の地点とその周囲を可視化する方法について報告した。その際には、3次元地図の簡易生成方法が非常に重要なポイントであった。

本年度は、特定の地点ではなく、移動体、特に運転者の視点からの高速可視化方法について報告する。可視化を必要とするエリアについて、一度だけビデオカメラを搭載した車両が走行するだけで、任意視点からの運転者提示映像を生成する手法を開発した。

実世界の動きに関しては、昨年度までと同様に本プロジェクト別チームの成果である交差点における交通状況データベースを利用し、例えば事故や危険状態のデータベースを基に、事故車や周辺車両の視点からの映像といったものも実時間での提示が可能である。

1 はじめに

仮想現実 (Virtual Reality; VR) システムの多くは、幾何学形状モデルを用いて仮想環境は物体を表現し、コンピュータグラフィックス (CG) 技術によって描画・表示される。VR の利用分野は広く、シミュレーション、医療応用、福祉応用、三次元モデリング、娯楽、芸術など多岐にわたる。最近では種々のレンダリング技術の進歩により、実

写に近い表示が得られるようになった。

また、仮想空間における動的なオブジェクトの動きに関しても物理法則や運動特性などを考慮し、現実世界で起こりうる動作を仮想空間の中で実現することができるようになった。しかし、その運動自体はリアルに表現できるものの、自立的なものの動きは実世界での状態を反映していない場合がほとんどである。

本研究では実世界における状況を仮想空間に投影し可視化することを目的とする。これは、現在進行している実世界での活動を実時間のうちに三次元の仮想空間へ挿入し、ユーザに提示することを意味する。

このような視覚化が有効な例としては、スポーツシーンでの多地点からの観戦、監視システム、高度交通システム (Intelligent Transportation Systems; ITS) への適用などが考えられる。

2 ITS における位置付け

ITS は道路交通に関する総合的な情報通信システムであり、人と道路と車両とを情報で結び道路問題を解決する。その目的は、交通の安全性の向上、円滑化、および環境改善による快適性の向上である。

日本の車両保有台数は年々増加傾向にあり、現在でも事故件数は年間 80 万件、負傷者数は 100 万人を超え、安全性の向上が望まれている。このような状況の中、ITS の開発分野においてはドライバに対する安全運転支援は重要視されており、効果的なシステムの開発が望まれている。

本研究の主題である仮想空間への実世界情報の

投影することの利点は、実世界の状況を視覚化し、任意の視点からのビューをユーザに提供できることである。これにより、実世界情報として道路の交通状況を採用し、仮想都市空間の中でそれを再現することで任意の視点から見た交通状況をドライバへ提供するという利用形態が考えられる。ドライバに任意視点のビューを提示するシステムは、交差点での右折事故や出会い頭の衝突事故などに対して有用な一助となる。

また、こうした事故等の実際の交通状況を運転者に疑似体験させる事で現在でも把握が困難な運転者の挙動や運転行動といった情報を取得することも可能となる。こうした情報は、将来の事故防止や運転者への適切な情報提供という観点から重要である。

3 3次元仮想都市空間の構築

本研究における仮想都市空間とは、現実の都市空間をもとにCG技術を利用して電子的に再現した3次元空間を意味する。

昨年度までは、オフラインの可視化システムとして必要な手法を開発して来たが、非常に負荷の高い3次元描画を行なう必要があるため、現実世界により近い3次元地図(幾何形状、テクスチャ)を用意すればするほど表示に時間がかかるという問題点が残った。

そこで、本年度は、リアルタイムでの可視化も可能なシステムの開発を行なった。前提条件として、リアルタイムで可視化が可能な車両・道路システムは既に構築されているものとする。これは、実際、既存の道路設計用CADソフトウェアとドライビングシミュレータを組み合わせることで、実現可能である。以下、この車両、道路およびその周辺を近景と呼ぶことにする。

したがって、このシステムに追加する形で生成した背景(以下遠景と呼ぶ)を重ねあわせれば目的を達成することができる。以下にその詳細を述べる。

3.1 幾何形状モデル

上述のように、近景については、3次元道路地図と車両を仮定する。ただし、遠景については、実際の街並みではなく、図1にあるように、建物が道路脇のスクリーンに貼りついていると仮定する。



図 1: 近景と遠景によるモデル表現の使い分け

ただし、通常のスクリーンと異なる所は、スクリーンに投影される画像が視点位置が移動するにつれて全面的に書きかわることである。そのスクリーンに描くテクスチャについては、昨年度報告した以下の方法を利用して取得する。

3.2 テクスチャの取得

テクスチャ画像は実際に対象となる道路を撮影用車両で走行して取得し、処理をして与える。詳細は昨年度報告したので、ここでは実験設備と結果を述べるだけにとどめる。昨年度開発したのは、図2にあるような9台ビデオカメラを搭載した撮影用車両を利用することで、一度走行するだけで、その道路の任意の視点からの全方位映像を生成することが可能なシステムである。



図 2: 周辺環境画像収集車両



(a) 統合前 (中央上部は地図)



(b) 統合後

図 3: 全方位画像 (前方半方位画像) の生成

4 3次元仮想都市空間の可視化

本年度は前節で提案した遠景に簡易幾何形状，近景には従来の3次元幾何形状を与え，その代わりに遠景のテクスチャは実際にビデオカメラで撮影した映像から生成することでより現実感の高い3次元仮想都市空間を生成することができた．本節では，具体的に，遠景用テクスチャの生成方法と，遠景と近景の合成方法について述べる．これらの手法により60fpsの速度で運転者視点からの映像が提示可能である．

4.1 任意視点画像合成の基本概念

撮影車両の走行経路上からの見えを全方位画像として残しておくとし，その経路外からの見えは図4のように他の時点で撮影した全方位画像の一部をつなぎ合わせることによって合成することができる．

例えば図4では，星印の地点は撮影時には走行していないが，そこからの左方への見えは，それぞれ時刻 t_1, t_2, t_3 における全方位画像の左前方，左方，左後方への見えから合成することができる．

この処理は実際には図5のように近景と遠景の境界部分に仮想的な「板」を設け，この面上にテクスチャを貼り付けることで実現する．板面は垂直なスリットに分かれており，スリット毎に適当な地点から撮影された全方位画像の一部が貼り付けられる．

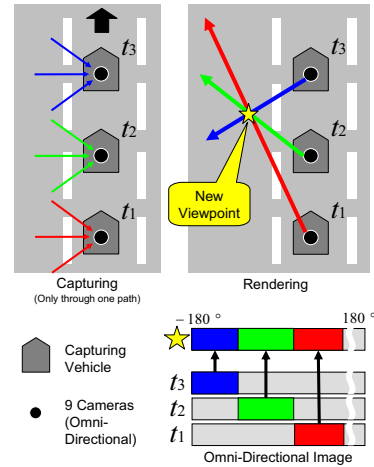


図 4: 新しい視点からの見え生成

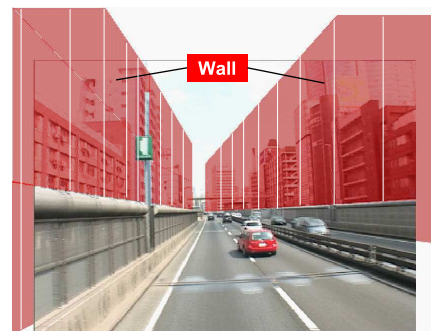


図 5: 仮想的な板

このテクスチャはドライブシミュレータの自車両位置が変わるたびに動的に更新される。

4.2 システム全体の出力

図 6 に IMG 部のハードウェア構成を示す。イメージベースである遠景部分の処理は複数台のマシンによって行う。処理部からはピクセルごとにカラー値と奥行き値が出力される。これらの出力は三菱プレジジョン社のコンポジタと呼ばれるハードウェアにより奥行き値を考慮してピクセル毎のカラー値が決定され、プロジェクタを通じてユーザ前のスクリーンに投影される。

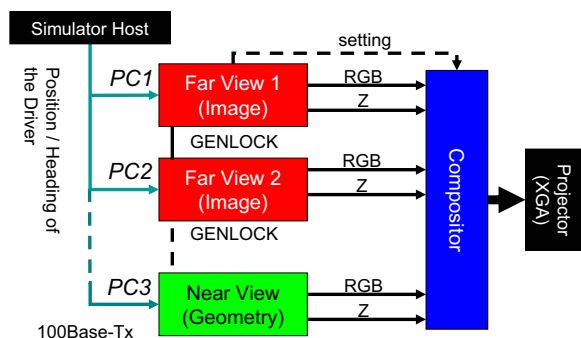


図 6: IMG 表示系のハードウェア構成



図 7: イメージベース部分の表示（走行経路上の視点，正面）



図 8: 視点変更の例

5 結果

図 7 にイメージベース部分の表示結果を示す。視点も図 8 のように自由に変更することができる。また、フレームの更新レートも 60Hz で問題なく動作することを確認している。

また、図 9 にコンポジタを通じてイメージベース部分とジオメトリベース部分を合成した結果を示す。イメージベース部分の仮想壁よりも手前にある道路部分はジオメトリベースによって表示されたものである。これにより、高い現実感と他車両の動きなどのインタラクションを同時に実現することができる。



図 9: イメージベース（遠景）とジオメトリベース（近景）の合成結果

6 おわりに

本研究では、昨年度までに行なった現実世界の活動を反映して生成された仮想都市空間に対して、それを可視化する仕組みについて述べた。特に、運転者からの視点映像を生成することを中心に、背景の建物についてはイメージベースレンダリング手法を応用して簡易幾何形状のみから可視化する手法を開発した。これによって、60fps という速度で交通状況を反映した仮想都市空間の提示が可能となり、ドライビングシミュレータとの協調も可能となった。

このシステムでは、実世界における車両の動きを任意の視点から眺めることが可能であり、視覚効果なもあわせ ITS の主要な開発分野の一つである安全運転支援に役立つものである。これにより、実世界情報を仮想空間へ投影することの利点を明らかにした。

今後は、仮想都市空間の作成に、車載レーザセンサを用いた、精密な都市空間構築の研究を行なうとともに、実世界情報を反映した仮想都市空間内で様々なシミュレーションを実行することで、人間行動の分析や事故原因の追求を可能にし、仮想都市空間から実世界へのフィードバックも行なえるような優れたシステムに仕上げていきたいと考えている。