

仮想空間への実世界情報の投影

池内 克史

情報理工学系研究科電子情報学専攻

概要

現実世界の情報を仮想空間に投影する枠組みを提案する。すなわち、実世界上の動きなどに関する情報を視覚センサにより収集し、得られた結果を構築した仮想空間の内部にCGにより表示する。

またそのプロトタイプとして、ITSにおける安全運転支援の観点から、実世界の情報である交差点の交通状況を仮想三次元都市空間内に投影し、視覚化するシステムを実装した。

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、仮想空間におけるモデルについても各種のセンサやコンピュータビジョンなどの技術を用いて精度の期待できるモデリングが可能になりつつある。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することを目的とする。これは、現在進行して

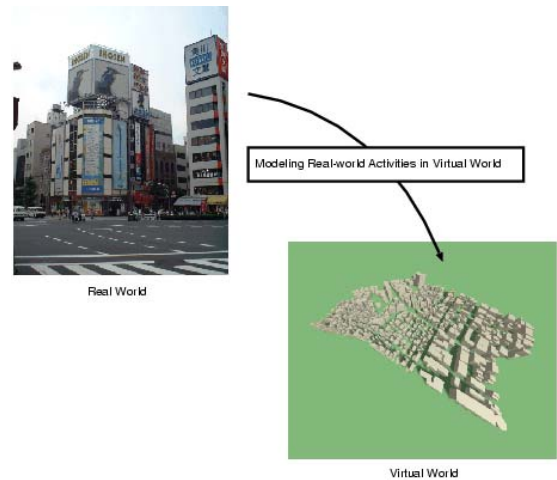


図 1: 本研究の概念図

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することを意味する。本研究の概念図を図 1 に示す。

具体的には、実世界の情報を視覚センサにより収集し、結果としてCGにより仮想空間の表示を行う。このように実世界の情報を仮想空間へ投影することの利点は、任意の視点から対象となるオブジェクトを含む仮想空間を眺めることができることである。これにより、実世界において着目しているオブジェクトと、その周囲の環境との空間的な位置関係を容易に把握できるようになる。

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。

交通事故の原因を過去の事故発生内容から分析すると、ドライバの発見の遅れと判断の誤りが全体事故の中で 60 % に達するとされている。この観点から事故を低減するためには、以下のような対策が有効であると考えられる。

- ドライバに必要な情報、警告情報を提供する
- 危険回避のための緊急操作支援を行う

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。交差点付近などでは特に事故件数が多い。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。

3 仮想空間モデルの構築

本研究における仮想空間とは、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空間を意味する。VR をはじめとする物体の三次元表示技術の発展に伴い、都市空間のモデル化はいっそう重要になりつつある。

3.1 幾何形状モデルの作成

三次元都市空間モデルは、デジタル化された二次元の地形図を用いて構築する。デジタル地図は都市部ではほぼ整備が完了しつつある。

具体的には、住宅地図に含まれる建物図形と階高情報から立体図形を生成する。建物図形に対し、高さが (階数 \times 4)m の壁面と天井面を与えることで仮想的な建物オブジェクトを構築する (図 2)。

この生成方法は単純な図形による近似であり詳細さには欠けるが、用途によってはこの手法でも充分である。



図 2: 仮想空間における建物オブジェクトの作成

3.2 テクスチャの取得

より現実感の高い都市空間モデルを構築するためには、建物表面のテクスチャが不可欠である。本研究では建物の幾何形状モデルにテクスチャマッピングを行う。

テクスチャとなる画像は、デジタルカメラなどを用いて撮影するのが一般的である。しかし、広域な空間に存在する建物一つ一つの面を撮影するのは非常に非効率である。そこで、車の上部に複数台のデジタルビデオカメラを設置し、広範囲の映像を取得する。車両は道路を走行しながら進行方向に対して右側にある建物のテクスチャを取得することが可能である。この機構では 3 台のカメラが固定された状態で映像が取得できるため、上部・中部・下部を移す映像の間にずれは生

しない。3枚に分かれた映像からは、以下の処理により広域なテクスチャを作成する。

1. 3枚の画像それぞれに対応する射影変換を施し、垂直方向のモザイクングを行う
2. 1枚につながった画像を、更に水平方向にモザイクングする

なお、ここでは以下のような仮定を置いた。

- 取得対象となるテクスチャを持つ建物の面が道路に向かって垂直に立っている
- 横に並ぶ建物の面はすべて同一の面にある

実際、都市にはこのようなオフィス街が多く、このような仮定を置くことは厳しくない。

この方法により生成した広域なテクスチャの画像を図3に示す。

4 プロトタイプシステム

実世界情報を仮想空間に投影する枠組みのプロトタイプとして、道路の交通状況を仮想空間内で再現し、視覚化するシステムを提案する。具体的には、交差点内の車の動きを仮想都市空間の中に再現する。

4.1 実世界情報の投影

東京都千代田区の駿河台下交差点は複雑で交通量が多く、日本で有数の事故数を数える。この交差点に面したビルの屋上にはビデオカメラが設置されており、24時間交差点の状況を監視している。また、その映像をもとに車両領域を自動的に抽出・トラッキングするシステムが提案されている(図4)。

本システムでは、この映像から得られた車両のトラッキング結果を座標系変換し、仮想空間における地上平面上の座標に投影する。

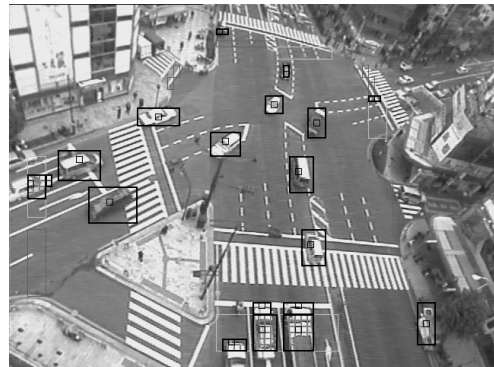


図4: 交差点における車両の動き



図5: プロトタイプシステムによる仮想空間の表示

4.2 視覚化

トラッキングの結果から得られたそれぞれの車両位置をフレームごとに結び、仮想空間の中を車両が走行する様子をCGによってレンダリングを行う。

ユーザは車両が走行する仮想空間を自由な視点から眺めることが可能である。例を図5に示す。これは入力画像におけるカメラの位置・姿勢とは異なる視点から見た仮想空間を表示している。

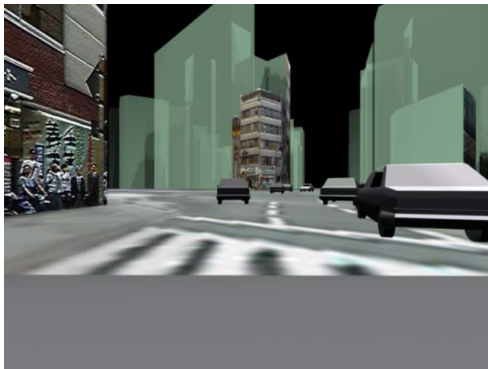
また視覚的な効果として、前方にある建物を透かして表示させることが可能である。これにより、それらの背後を走行する、通常は見えない車両を視覚化することができる(図6)。実際の利用では、交差点などにおける出会い頭の衝突事故防止に役立つ。



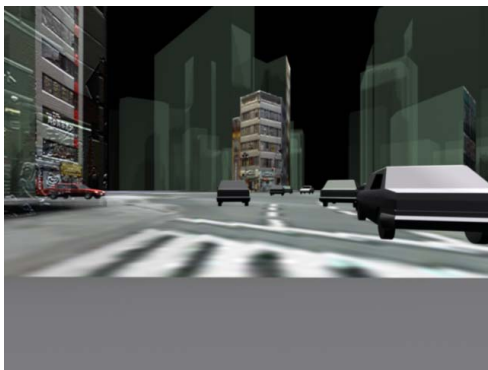
図 3: モザイクングにより得られた広域な建物のテクスチャ

5 おわりに

本研究では、仮想空間に現実世界の情報を投影するという枠組みを提案した。また、実際にプロトタイプとして、実世界情報である交通状況を仮想都市空間内に視覚化し、ドライバーに提供するシステムの実装した。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。



(a) 透明化前



(b) 透明化後

図 6: 衝突事故防止のための視覚効果