

II-10 大規模 3 次元空間をリアルタイムに表現できるバーチャルリアリティシステム

A 3D REAL-TIME VIRTUAL REALITY SIMULATION SYSTEM

益田哲斉¹

Masuda Tessei

抄録: 近年 PC の性能・機能の向上は著しく、CPU やメモリ等のハード性能だけでなく OS や AP などのソフトウェア性能の発展は PC の利便性を飛躍的に高めた。特にグラフィック性能に関してはグラフィックカード/OpenGL 等ハード/ソフト両面での性能向上が相まって、従来大型コンピュータやワークステーションでのみ実現可能であったバーチャルリアリティ(VR)システムが PC 上でも実現可能になった。今回、開発した3次元実空間を PC 上で簡単に再現させてリアルタイムにシミュレーションを行うことができる本システムを使用し、3次元空間の構築方法と各種シミュレーション機能を紹介すると共に、今後の方向性について考察する。

キーワード: バーチャルリアリティ VR リアルタイム 3D シミュレーション OpenGL

Keywords : Virtual Reality VR Real-time 3D Simulation OpenGL

1. はじめに

近年 PC の性能・機能の向上は著しく、CPU やメモリ等のハード性能だけでなく OS や AP などのソフトウェア性能の発展は PC の利便性を飛躍的に高めた。特にグラフィック性能に関してはグラフィックカード/OpenGL 等ハード/ソフト両面での性能向上が相まって、従来大型コンピュータやワークステーションでのみ実現可能であった VR(バーチャルリアリティ)システムが PC 上でも実現可能になった。

今回、3次元実空間を PC 上で簡単に再現させてリアルタイムにシミュレーションを行うことができる VR システムの開発を行った。

本システムでは、VR 空間は、50m メッシュ標高データ¹⁾を地形として取り込み、道路、建物、樹木等を配置することで空間を構築する。道路を作成するにあたって、橋梁やトンネル区間は道路断面として定義する。生成時にはそれらと共に盛り土、切り土を自動生成する。平面交差や高架道路、及びランプ接続も可能である。これら道路をはじめモデルの表面はテクスチャで表現するようにしている。

作成した VR 空間については以下の機能を使用して各種シミュレーションが可能である。

- ・道路上の走行や空間内の飛行
- ・自分以外の自動車を走行
- ・昼夜設定や霧、降雨/雪、影などの描画オプション
- ・モデルの表示/非表示機能

このシステムは実空間を再現させることが可能であるた

め、各種土木工事等による住民説明会での利用が可能であり、その場で住民からの意見、要望等を反映させるツールとしても使用が可能である。

本稿では、このシステムを使用した3次元空間の構築方法と各種シミュレーション機能を紹介すると共に、本システムの今後の方向性について考察する。

2. システム概要

(1) システムの目的

コンピュータを使用した 3 次元 VR 空間を作成は、空間のミニチュアモデルを作成するより安価にできる。また、コンピュータ内に空間を作成することにより、様々な角度からの確認や空間を通り抜けたり周囲を見回したりすることができるなど実際にその場に居るかのように振舞わせることが可能となる。

本システムの最終的な目的は、写実的な VR 空間を提供することであり、デザイナーが VR 空間を作成、編集することができ、尚且つ作成した VR データを使用しプレゼンテーションを行うことができるものを提供することである。

(2) システムの構築

本システムは地形、道路、建物、樹木などのモデルの配置の順で作成していく(図-1)。また、標識などは、道路に沿った道路付属物モデルとして配置する。

1 : 非会員 (株)フォーラムエイト UC-win/Road Group

(〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台西 2-1-1、Tel : 0985-58-1888、E-mail : tessei@forum8.co.jp)

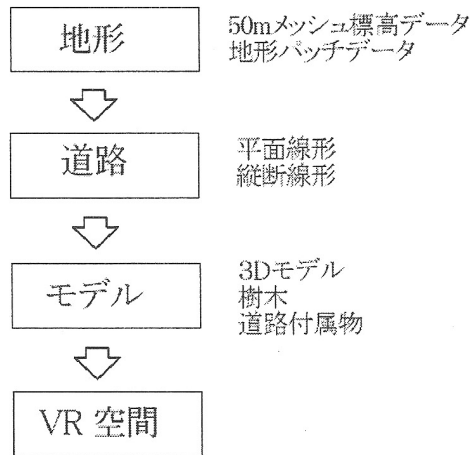


図-1 VR 空間構築過程

a) 地形

地形は 50m メッシュ標高データ¹⁾を標準で添付しており、検討位置を 10x10km から 20x20km までの所定の大きさで指定することで空間に地形を簡単に生成することができる。50m メッシュより狭い範囲の地形にはパッチによる生成が可能である。

また、他のシステムで作成した地形についても DXF 形式で出力できれば、所定の XML 形式に変換することにより、地形として取り込むことが可能である。

さらに、生成した地形上に航空写真等を貼ることでリアルな地形を表現することが可能である。

b) 道路

道路は平面線形、縦断線形で構成されている。平面線形の定義は、空間の平面図上をクリックしていくことで簡単に定義できる。クリックした点は IP 点となり、クロノイド等通常の道路設計と同じように定義することが可能である。縦断線形の定義は、縦断勾配や道路断面形状、橋梁、トンネル区間の設定を行う。道路断面形状にテクスチャを施すことにより道路がよりリアルに表現できる。また、オン、オフランプの定義により高速道路の IC(インターチェンジ)等を生成することが可能である。

道路生成時には、道路土工区間において設定された道路と地形形状を認識して道路敷設に伴う盛り土/切り土形状を自動的に生成する。

c) モデル

システムには外部で作成した 3DS 形式のモデルを取り込み配置することが可能である。十字にクロスしたテクスチャによる樹木の配置や、独自の 3D モデルによる樹木も配置可能である。これらは、インターネットに接続されていれば、ネット上にあるデータベースからダウンロードして使用することも可能である。

d) 道路付属物

道路に沿った電柱、標識、樹木等は道路付属物として配置させる。道路付属物の定義では、配置するモデルと配置個数、間隔を設定することで、道路に沿って配置することが可能である。また、道路付属物配置時に電線の敷設が可能である。

3. シミュレーション

作成した VR 空間に対して走行、飛行、歩行の各シミュレーションを行うことが可能である。

(1) 走行

走行では、自分自身を車の運転手として指定した道路を指定した速度で走行させることが可能である。走行中前後左右を見渡すことが可能であるため、走行中空間に配置したモデルの位置関係や標識の視認等についての検討を行うことが可能である(図-2)。

また、外部から取り込んだ自動車等も 3D モデルを道路に走行させることができるので、実際の道路状況を考慮したシミュレーションが可能である。

(2) 飛行

飛行は鳥瞰図的に自由に空間上の飛行や予め設定した飛行ルート上を飛行することが可能である(図-3)。

(3) 歩行

歩行は歩行者の目線から道路端を歩行したり視点方向を変更させたりしながら VR 空間を確認することが可能である。

(4) 可動モデル

鉄道線路踏切やクレーンの動きなど通常の 3D モデルを任意に可動させることが可能である。一連の動作をコマンドとして設定できるため、連続した動きを実現させることも可能である。

(5) 描画オプション

システムでは太陽の動きのシミュレートが可能であり昼夜間時の空間の表示を確認することが可能である。また、大気効果として霧、降雨、降雪の表現や昼間時

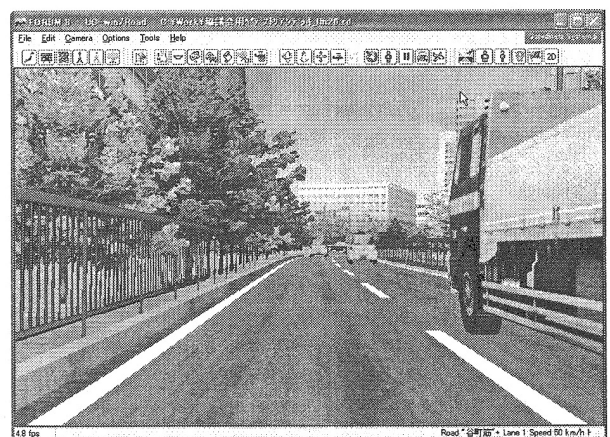


図-2 走行中の様子



図-3 上空から交差点を確認

の太陽に対する影の表現が可能である。

(6) 景観検討

作成した VR 空間を使用して景観検討を行う場合、モデルの切り替えができると便利であるが、本システムでは 3D モデル、樹木等の表示切り替え機能を実装している。VR 空間では任意の位置からの空間確認ができるため、表示を切り替えての景観検討をビジュアルに行うことが可能である。

(7) スクリプト

システムにはすべてのコマンドを自動実行させる機能が搭載されているので、予めコマンドを時系列的に設定しておき、再生させることができるので毎回操作する手間を省くことが可能である。

4. システムの適用事例

このシステムを使用した VR 空間の適用事例が徐々に上がってきている。その中からいくつかを紹介する。

(1) 東海環状自動車道3次元VRデータの作成²⁾

東海環状自動車道を管轄している国土交通省中部地

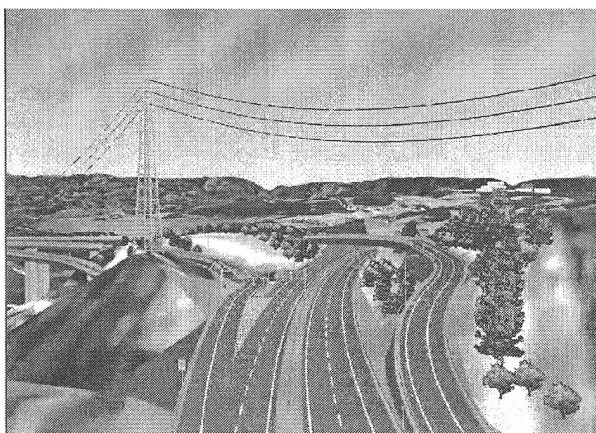


図-4 東海環状自動車道データ

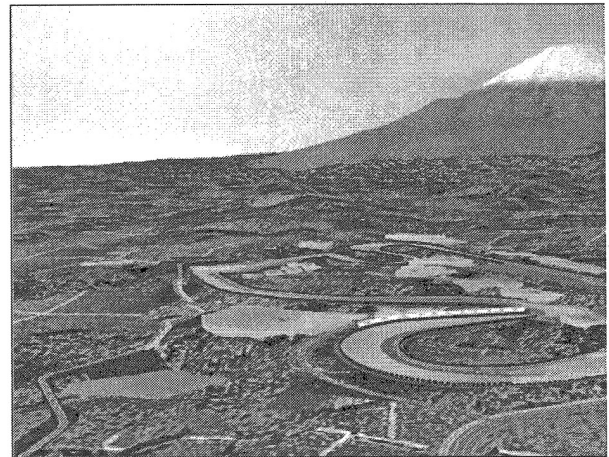


図-5 富士スピードウェイデータ

方整備局 多治見工事事務所では、このシステムを使用し、東海環状自動車道の 3 次元 VR データを作成された(図-4)。

このデータは周辺道路を含め道路延長が47km にも及ぶ大規模データの一例である。

作成したデータは改良工事のコミュニケーションツールとしてや住民との合意形成ツールとして使用された。

(2) 富士スピードウェイ改良工事用データ作成²⁾

(株)富士スピードウェイでは、富士スピードウェイの観客席やコース前のオープンスペースの改良検討に本システムを使用された(図-5)。

本システムを利用して簡単な F1 レースのシミュレーションや、コース上の広告版の TV カメラからの視認性のチェックに使用された。

このプロジェクトには世界各国から様々な分野のスタッフが参加したため、本データが共通のコミュニケーションツールとなった。

(3) 線路上空構造物施工シミュレーション²⁾

東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センターで

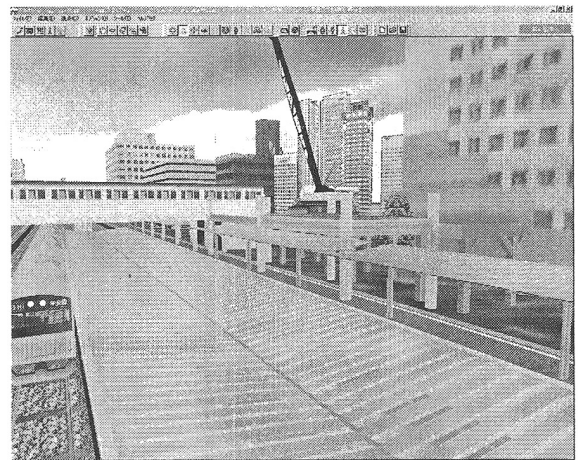


図-6 線路上空構造物施工シミュレーションデータ

は、都心部の駅での線路上空構造物を施工する VR シミュレーションデータを作成された。

安全性を重視して通常は夜間にしか行われてなかったこのような施工も昼夜を問わず行うことができるようになってきている。

可動モデルを使用したこの VR データにより乗客、電車等を止めることなく施工するためのシミュレーションができ、コストを大幅に削減することができた。

5. まとめと今後の展望

本システムは「大規模な 3 次元空間を PC 上でリアルタイムに表現できるバーチャルリアリティシステム」であり、特に大都市空間や大規模ハイウェイ JCT など複雑な道路網を有する 3 次元空間を比較的簡単に PC 上に創出することができる。尚且つ静的・動的にリアルタイムなシミュレーションが可能なシステムである。

上述した事例を含め、下記の実分野で活用されている。

- ・道路事業等の公共工事における PI（住民合意形成）支援ツール
- ・都市再開発や街並み再開発等における景観シミュレーション
- ・道路設計における視野/視距確認のための走行シミュレーションツール

また、動的なシミュレーションの一つとして最新のバージョンに交通流生成を自動で行う機能を追加した。現時点では、設定した自動車、トラック等をランダムに生成し、予め設定した比率で走行するようになっている。交差点では、全ての車が設定した同じ流入、流出経路に従って右左折する（図-7）。しかしながら、信号による制御、各自動車、トラックの旋回時の軌跡の設定や速度の範囲など改良する点は残されている。これらが実装されれば、交通シミュレーションツール

のひとつとしての使用が期待できる。

今後の PC 性能の更なる発展や VR 機能の向上、さらに 3 次元測量や衛星写真等による地形情報の精度向上を考えると、

- ・日本国内に留まらず、地球上の全地形情報に対応した VR システムへの展開
- ・より精度の高い地形情報、よりリアルな 3 次元空間の表現によるビジュアルでインタラクティブな道路管理システムの端末ツールとしての活用
- ・道路管理者の所有する道路情報のデータベースに連動した道路管理システムの端末ツールとしての利用
- ・交通渋滞予測や災害時の緊急輸送ルート検索など、大規模道路網交通システムへの活用
- ・大規模な震災や地滑り、風水害などの自然現象に対する数値解析結果をよりリアルに表現するビジュアルシミュレーションツールとしての活用
- ・交通解析などの数値解析結果をビジュアルにかつリアルタイムに表現するシミュレーションツールなどのような分野での活用が期待できると考える。

参考文献

- 1) (財)日本地図センター：数値地図 50m メッシュ (標高)
- 2) Moesman J. et al : A 3D Real-Time VR(Virtual Reality) Simulation System, *INNOVATIVE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION*, pp196-203, 2004

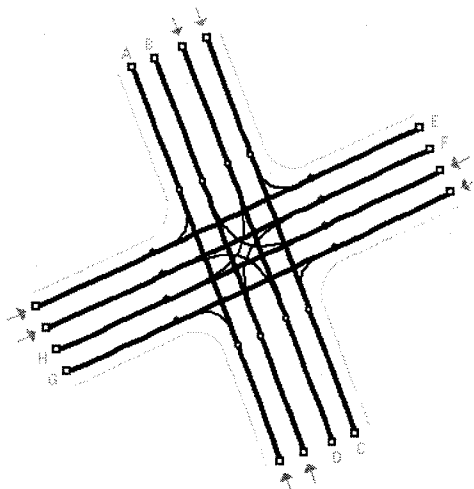


図-7 交差点での右左折経路設定