

# タンジブル地形ディスプレイを用いた道路路線計画システムの開発

宮城大学 正会員 蒔苗 耕司

## 1. はじめに

山地部における道路の路線計画においては、地形との調和を図ることが必要不可欠である。現在の設計手法では、設計者は等高線により表現された 2 次元の地形情報を基に、図上で路線設計を行うという手法が用いられている。しかしながら、等高線からの 3 次元形状の復元能力は、設計者の経験や能力に依存するという問題がある。近年では、CG 技術の普及により透視図を得ることは容易になっているが、3 次元空間の中で道路設計を行うシステムについて実用化されていない。このような問題に対し、著者らは地形理解を容易にするためのタンジブルな 3 次元地形ディスプレイの開発を進めてきた<sup>1)2)</sup>。本稿ではタンジブル地形ディスプレイの概要とその道路設計支援への応用について述べる。

## 2. 既往の 3 次元道路設計支援システムの問題点

情報技術の進歩に伴い、地形情報のデジタル情報としての蓄積も進み、またそれを容易に利用できるようになってきた。このような地形情報を 3 次元的に表現し、それを道路設計に適用しようとする研究がいくつか行われている。しかし、これらの多くは、道路設計自体は既往の設計支援システムを適用し、設計物の最終形状を透視表現するというものであり、直接的に 3 次元空間内での設計作業を実現するものではない。著者らは、航空写真や地形情報を基に、コンピュータ上で定義された仮想的な空間の中で直接的に道路設計を行うためのシステムの開発を行ってきた[1]。しかしながら、これまでに開発してきたシステムでは、仮想的な地形面の立体的位置を正確に把握することが難しい、あるいは設計物と地形面との整合を得ることが難しい、グループ作業に適さない等の問題があった。

## 3. タンジブル地形ディスプレイの概要

タンジブル地形ディスプレイは、これまでの平面ディスプレイや HMD に依らず、地形面を実体ある物体として表現することを目的として開発されてきた[2]。これまでに開発した地形表現システムは、8×8 の格子状に配置されたアクチュエータにより任意の地形面を表現する。アクチュエータは、ステッピングモータ、長ネジ、ロッドにより構成されており、ステッピングモータの回転運動はロッドの伸縮運動に変換される。アクチュエータの可動範囲は約 300mm である。これらのアクチュエータは、制御ボードを介して PC に接続され

ている。国土数値情報等の地形データ等による高さ情報を基に、PC 上でモータの回転数が計算され、それに応じてステッピングモータが回転し、アクチュエータが伸縮する(図-1, 写真-1)。

アクチュエータ上には、伸縮性の布が置かれており、アクチュエータ間を補間して地形面を表現する。システム上部には液晶プロジェクタが設置されており、鏡面での反射を経て、伸縮性スクリーンに投影される。これにより、ディスプレイ上には、高い現実感を有した地形面が実体として 3 次元情報として表現される。

## 4. 道路路線計画システムの構築

3. で述べた地形ディスプレイ上で、道路設計を行うた

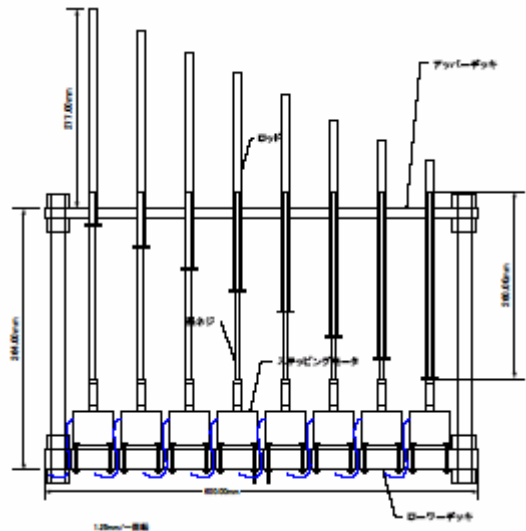


図-1 タンジブル地形ディスプレイの構造

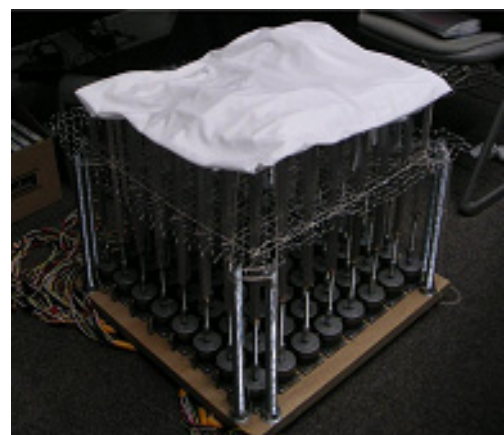


写真-1 タンジブル地形ディスプレイ

キーワード パーチャルリアリティ, タンジブルディスプレイ, 道路設計

連絡先 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 Phone: 022-377-8368 E-mail: makanae@myu.ac.jp

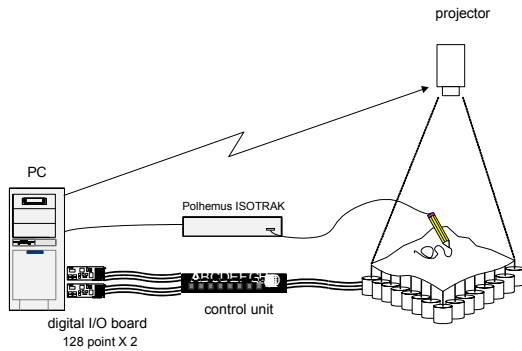


図-2 システム構成図

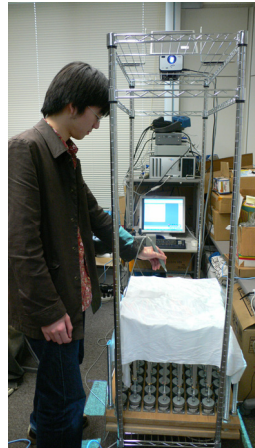


写真-2 操作風景

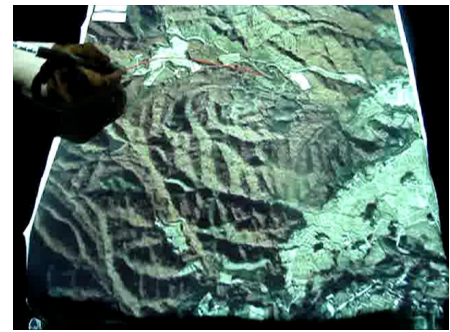


写真-3 航空写真と道路線形の合成

めには、3次元空間での道路線形の設定手法を定義する必要がある。路線計画の段階では、フリーハンドで路線位置を検討することが行われているが、本システムでも同様の段階での適用を前提とし、道路線形はスプライン曲線を用いて定義する。これにより、計画する路線上のいくつかの通過点を制御点として定義することにより、概略線形としての道路線形を定義できる。

システム上での制御点の設定には、磁気式3次元位置測定装置(Polhemus社3SPACE ISTRACKII)を使用する。システムの構成図を図-2に示す。

地形ディスプレイ上には、対象とする範囲の航空写真に合致する範囲で地形データを用意して、地形ディスプレイ上のアクチュエータを制御し、地形面の起伏を再現する。この地形面上に航空写真を投影する

道路線形の設定には、まず磁気センサと設計空間を整合するための位置補正を行った後、地形ディスプレイ上で位置測定装置のペン型デバイスを用いて、道路線形を定義するための制御点を設定する。制御点の設定とともに、スプライン関数により曲線上の3次元座標を得る。この3次元道路線形と航空写真とを合成し、この画像によりプロジェクタによる投影画像を更新する。この手続きにより、地形ディスプレイ上において路線位置を定めることができる。写真-2,3に、道路線形描画シーン及び道路線形の描画例を示す。

## 5. 本システムの効用

これまでのコンピュータによる地形面の3次元表現では、平面ディスプレイを基本とした擬似的な3次元表現手法を用いてきたが、平面上に表現される位置情報に対する奥行き情報を得ることが難しいという問題を有していた。タンジブルな地形ディスプレイを適用することにより、地形面は現実の3次元空間の中で物理的に表現可能であり、従来の地形表現の手法の1つであった静的な地形模型と同様の理解度を得ることが可能である。

また静的な模型とは異なり、任意の地域の地形の表現に容易に対応できること、ディスプレイの範囲内で任意に縮尺が変更できること等の利点を有しているとともに、時間的変化を加えた4次元表現も可能となる。

また本システムの適用は既往の立体視等を用いた視覚システムとは異なり、視野角を制限することなく、様々な体勢で地形を観察できることにより、ユーザに対し地形情報をより理解しやすい形態で提供できること、複数人でのディスカッションしながらの路線計画作業を可能とすること等の利点を有すると考えられる。今後はこれらの利点を明確にすべく、システムに関する評価を進めていく必要がある。

## 6. まとめと今後の課題

本稿では、3次元地形ディスプレイによる実体感のある地形面上で、道路の路線計画を行うことができるシステムを構築した。さらに本手法を用いた場合の地形理解及び道路の路線計画における利点について述べた。今後は、地形ディスプレイの表現速度の高速化及び表現の繊細化を目指すとともに、その有効性を明らかにするための評価を進めていく必要がある。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)17500701)及び社団法人東北建設協会の助成をいただいた。ここに謝意を表す。

## 参考文献

- 1)Makanae,K., Nakahara,M.; Development OF Tangible Terrain Representation System For Highway Route Planning, Conference Proceedings of Joint International Conference of Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering (CD-ROM), 2006.
- 2) 蒔苗耕司・瓜田幸太：3次元地形ディスプレイを用いた道路路線計画システムの構築。蒔苗耕司・瓜田幸太，日本バーチャリアリティ学会第11回大会論文集(CD-ROM)，2006.