

スマートフォンを用いた拡張現実による地形概観生成

Smartphone-Based AR System for 3D Terrain Visualization

宮津 研士郎†
Kenshiro Miyatsu高井 昌彰‡
Yoshiaki Takai

1. まえがき

近年、地形イメージを表現するための手段として 3DCG によって地形をリアルに可視化することが一般的である。しかしそのためには実際の地形の詳細な測量データ等が必要であり、専門的な知識と膨大な作業量が求められる。一方、古くから地形表現の手段として用いられてきた絵地図のような抽象的な地形表現は、正確さにおいて満足に表現できているとは言いがたいものの、地形的特長を容易に把握できるという長所を持つ。

そこで本研究では、抽象的な地形表現の持つ「特徴の表現の容易さ」と、具体的な地形表現の持つ「リアリティのある可視化」の双方の利点を拡張現実のフレームワークで実現する AR 地形生成システムを開発した。

本システムは、地形や 3DCG に対して専門的な知識を持たない一般ユーザが、詳細なモデルデータの準備に時間をかけずに、カードゲーム感覚で地形モデルを容易に生成・可視化することを可能にするものである。

2. 先行研究

[1]では従来の地形モデリングシステムに見られる問題点として、目的とする地形の生成に複雑な操作の組み合わせが要求されることや、フラクタルや確率モデルを利用した地形生成法では入力が直感でなく、ユーザの思い通りの地形を生成することが困難なことを指摘し、没入型仮想環境を用いて地形の隆起や沈降、斜面の傾斜具合の調整を行う地形モデリングシステムを提案している。

本研究は、目的とするところは[1]と同じであるが、地形の細かい起伏等に関する直接的な操作よりも、「平地」や「山」といったシンボリックな概念としての地形要素を簡単なカードで表現し、これを盤面上に自由に配置することによって、よりマクロな視点からユーザの求めるイメージに近い地形生成を目指すものである。



図1 システム動作の概念図

3. システムの構成

3.1 システムの概要

本システムはスマートフォンと、地形の属性を表すカード状の AR ターゲットを用いて、図 1 のように利用される。ターゲットの認識が行われるタイミングで内部の仮想的な盤面が動的に変化するため、地形モデル生成のタイミングはユーザ自身が任意に決められることが望ましい。そのため仮想盤面の作成を目的とした認識モードと、地形概観モデルの生成及びその描画を目的とした描画モードの二つのモードに分けてシステムを実装している。

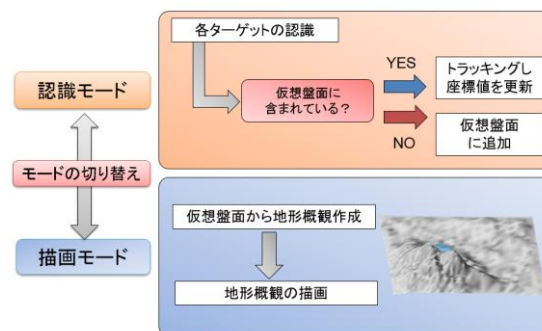


図2 システムの認識モードと描画モード

3.2 ターゲットの認識

ターゲットの認識は AR ライブラリ Vuforia[3]を利用し、自然特徴点マッチングによるマーカレス型ビジョンベース AR を実現している。自然特徴点マッチングとは、カメラ画像から検出される特徴点と予めデータベースに格納してある各ターゲットの特徴点を照合することでターゲットの種類の特定とカメラの位置姿勢の推定を行い、カメラ画像内のターゲット位置と CG の座標位置を一致させる手法である。図 3 に本システムで使用するターゲットである「島」、「平地」、「山」を示す。



図3 地形要素を表す AR ターゲット

†北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Info. Sci. and Technology, Hokkaido University

‡北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

3.3 仮想盤面の作成

スマートフォン内部の仮想盤面は以下のステップにより作成される。

(1) 画像解析によるターゲット情報の取得

自然特徴点マッチングを用いてカメラ画像を解析することで、画像内に存在する AR ターゲットの種類と位置ベクトル、回転ベクトルが得られる。一度ターゲットが認識されると、再び特徴点の塊を見失うまではターゲットごとにトラッキングが行われる。ターゲットの誤認識はほとんど生じないが、カメラ画像が広角により歪んでしまったり、ターゲット自体に欠損が見られる場合は認識されなかったり、位置ベクトルと回転ベクトルに異常が生じる。

(2) ターゲット情報の格納

カメラ画像内に「島」ターゲット（盤面上に 1 枚だけ存在）が含まれている場合に限り、島以外のターゲット情報に対して、カメラを中心とした座標系から島ターゲットを中心とした座標系への変換を行った後、ターゲットの種類、変換後の座標位置を仮想盤面に格納する。既に仮想盤面に重なっていると見なせるほど近い座標位置を持つターゲットが存在している場合、その二つのターゲットは同一のものであると見なして更新を行う。

3.4 地形概観モデルの生成

作成された仮想盤面を基準面として、ターゲットの配置状況に応じた起伏を表現した地形外観モデルを出力する。モデル作成は Unity3d[4]を用いて以下の流れで行われる。

(1) ハイトマップの作成

地形概観モデルの大まかな形状を決めるために、ハイトマップを作成する。

$$HeightMap[i, j] = \sum_{T=0}^m f_{Ttype}(Tx, Ty, i, j)$$

ここで m は認識されたターゲットの総数（島ターゲットを除く）、 T は仮想盤面に記録されたターゲットのインデックスである。関数 f は、ターゲットが山であればターゲットの位置を中心とした釣り鐘型、平地であればゆるやかな凹型の曲面を生成する。

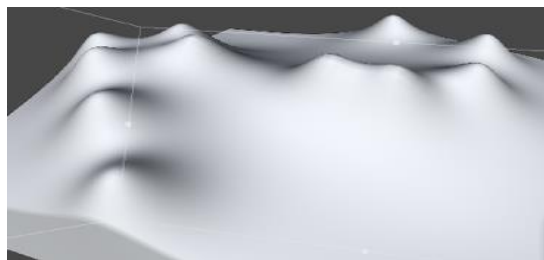


図 4 ハイトマップから生成されるモデル

(2) ターゲットの隣接によるモデルの変形

実際の盤面上で山ターゲットが密集あるいは連結して配置されているような領域では、地形がさらに局所的に大きく隆起して峻しい山地となっていたり、あるいは平地ターゲットが連なっている領域では平地が広々と続くといった、ターゲットのレイアウト状況からユーザの抱く地形イメージが地形モデルに反映されることが望ましい。そのため、山ターゲット同士がある距離範囲内に近づいて

配置されている場合、それぞれの隆起の中心をより接近させる補正を加えて、隆起の度合いを強調する。また、山と平地が隣接している場合には隆起と沈降の中心を近づけ、また平地側の関数の係数を増大させることで、山斜面の急な傾斜を表現する。

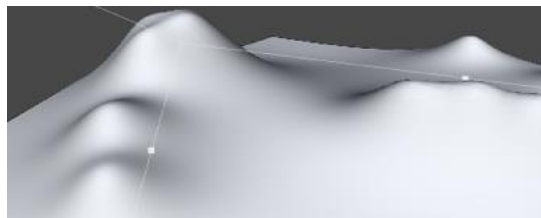


図 5 AR ターゲットの隣接による隆起の強調

(3) フラクタル処理

地形モデルの表面に岩や土砂の細かい凹凸を表現するために、中点変位法を用いてフラクタル地形のハイトマップを作成し、地形概観モデルのハイトマップと合成することでモデル全体に地形の質感を付加している。

4. 動作結果

地形要素を表すカード（AR ターゲット）の盤面配置（図 6）に基づいて生成された地形モデルの可視化結果を図 7 に示す。カードの移動による地形変化を確認できる。



図 6 カードの盤面配置 図 7 AR による地形の可視化

本システムは Unity ver 4.3 で開発を行い、開発言語として C# と AR ライブラリ Vuforia を用いた。携帯端末は iPhone4S(iOS ver 6.0)を使用した。AR ターゲットのカードは 60mm × 60mm × 5mm の塩化ビニール板にターゲット画像を印刷した紙を張り付けたものである。

5. まとめ

本稿では、盤面上の地形要素カードの配置に基づく地形の表現とリアリティのある地形可視化を拡張現実のフレームワークで実現する AR 地形生成システムについて述べた。今後の課題としてはユーザビリティの改善と表現の自由度を向上させる地形属性の多様化が挙げられる。

参考文献

- [1] 森本龍太郎: “没入型仮想環境とペン型デバイスを利用した地形モデリング”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.100, No.716, pp.103-110, (2001).
- [2] 千葉則茂: “自然の CG 技術の実用化時代”, 情報処理学会誌 Vol. 41, No.4, pp.37-381, (2000).
- [3] Vuforia <http://developer.vuforia.com/>
- [4] Unity3d <http://unity3d.com/>