

G-29

## Kinect を用いたリアルタイムプロジェクションマッピングシステムの開発 Development of real time projection mapping system using Kinect

○倉田和也<sup>1</sup>, 山口健<sup>2</sup>, 吉川浩<sup>2</sup>\*Kazuya Kurata<sup>1</sup>, Takeshi Yamaguti<sup>2</sup>, Hiroshi Yoshikawa<sup>2</sup>

Abstract: Research on projection mapping has been actively conducted in recent years. Among them, the system which projects on sand is attracting attention because we can touch. This system is often used in educational fields such as disaster simulation. And, it is used as an amusement with simulation can be performed while touching it. In this research, we developed and evaluated a system which obtains the sand undulations using Kinect. As a result, physical-based simulation is possible.

### 1. まえがき

現在プロジェクションマッピングはエンターテインメントや教育の目的で使用されることが多くなっている。その中でも砂や粘土のように容易に形を変更できる物質の上に投影をするプロジェクションマッピングシステムの開発が盛んになっており、近年では、「え〜でるすなば」<sup>[1]</sup>のようなアミューズメントや洪水や山火事などの災害シミュレーションを行うシステム<sup>[2]</sup>が開発されている。

本研究では、砂と Kinect V2(以下, Kinect)を用いて簡単に地形データを作成し、シミュレーションを行うことのできるシステムを構築する。また、このシステムを教育ツールとして発展させることを目的としている。

### 2. 原理

#### 2.1. システム概要

Fig. 1 に本システムの概要を示す。砂の入っている SandBox (以下, 砂場) の直上に Kinect を設置し、随時 Kinect のデプスカメラから深度値を取得し、地形データを作成する。取得した地形データを用いて物理演算によるシミュレーションを行い、結果をプロジェクタを用いて砂場に投影する。ユーザは投影された結果を検討し、必要に応じて砂場を変形させ再度シミュレーションを行うことができる。この繰り返しによって、3D モデル作成の技術のないユーザでも簡単に多くの地形パターンでのシミュレーションを行うことができる。また、システムの補助としてレーザーポインタ入力機能を実装する。

#### 2.2. デジタル地形モデルの生成および表示

Kinect から得られる深度値は、 $512 \times 424$  の 2 次元配列で表現されているため横軸を  $m$ 、縦軸を  $n$  としたとき配列番号を  $P_{m\_n}$  と表現し、それぞれの頂点の高さに取得した深度値を代入する。その後、Fig. 2 のように

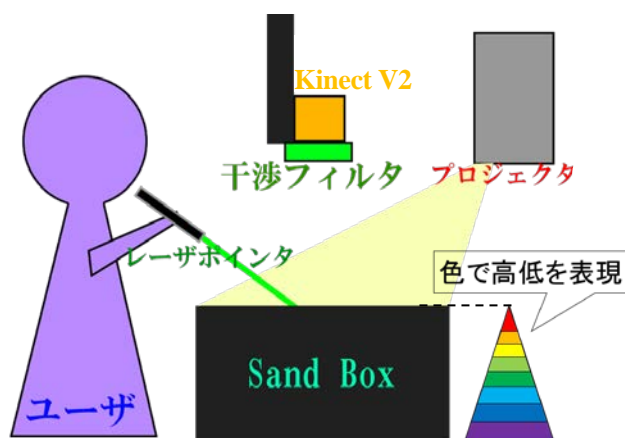


Figure1. SandBox System of overview

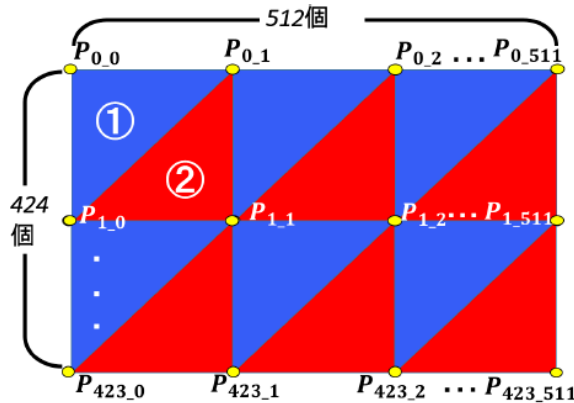


Figure2. Image of terrain polygon

複数の三角のポリゴンを用いてデジタル地形モデルを生成する。

また、高低差を視認しやすくするために Fig. 1 に示したように Kinect から距離が近い部分を赤色、距離が遠い部分を紫色で表現する。また、色の境目に等高線を入れることで認識しやすくする。

#### 2.3. レーザポインタ入力機能の実装

本システムでは、Kinect で深度値をリアルタイムで取得しているためシミュレーション実行中に手や道具

を砂場領域内に入れることができないため、地形の変更ができない。また、シミュレーションの開始等の合図を行う際には、キーボードやマウスを用いて操作する必要があるため操作性に欠けている。これらの問題を解決するために深度値に影響のないレーザーポインタでの入力機能の実装をする。

先述の通りシステム実行中は多種の色が投影されているため、レーザーポインタの座標を通常のカメラで取得するのは困難である。そこで、レーザーポインタの光のみを抽出するため Kinect のカラーカメラにごく狭い範囲の波長の光のみを透過させる性質を持つ干渉フィルタを取り付ける。取得した画像の RGB 値を用いて画像処理を行うことでレーザーポインタの座標を取得することが可能となる。

シミュレーション開始等を実行できるようにするためのパネルを配置し、取得した座標を比較することで入力を可能にする。

#### 2.4. レーザポインタでのドラック&ドロップ操作

シミュレーションの汎用性向上や地形変更の回数を削減するために、レーザーポインタでドラック&ドロップをできるようにし、壁などの仮想オブジェクトを設置できるようにする。毎フレームごとにレーザーポインタの座標を読み取りレーザーポインタが存在するならば仮想オブジェクトの座標を更新し、存在しないならば仮想オブジェクトの座標を固定することにより設置が可能となる。

### 3. 結果

#### 3.1. 地形モデルの作成および表示

システム実行中に砂場に投影された実際の画像を Fig. 3 に示す。高さに応じて色が変化していることが確認できた。また、等高線を引いたことにより変化が分かりやすいことが確認できた。

また、物理エンジンを導入してボールのオブジェクトを配置し、シミュレーションを行ったところ、高い場所から低い場所に転がっていく結果が得られたため、モデル通りに地形データが生成できたといえる。

#### 3.2. レーザポインタでの入力操作

レーザーポインタでの入力時の画像を Fig. 4 に示す。Fig. 4 のようにレーザーポインタがパネル内にレーザーポインタが照射されているときにパネル内のプログレスバーが増加し、レーザーポインタでのパネル入力ができることが確認できた。

#### 3.3. レーザポインタでのドラック&ドロップ操作

仮想オブジェクトをドラック&ドロップで配置しているときの実際の出力画像を Fig. 5 に示す。

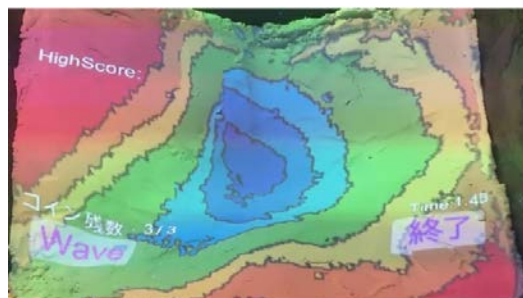
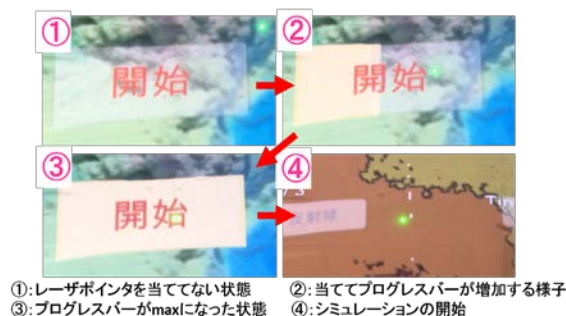


Figure3. Actual output image



①: レーザポインタを当ててない状態 ②: 当ててプログレスバーが増加する様子  
③: プログレスバーがmaxになった状態 ④: シミュレーションの開始

Figure4. Result of laser pointer input



Figure5. Drag & drop with laser pointer

Fig. 5 のようにレーザーポインタを用いた仮想オブジェクトの設置ができるようになった。また、地形に合わせて仮想オブジェクトが設置できていることが確認できた。

#### 4. むすび

本報告では、Kinect を用いたリアルタイムプロジェクションマッピングシステムの開発を行い、レーザーポインタを用いて操作することのできる GUI の作成を行った。今後の課題として、地形データを用いたシミュレーションの作成や、地形データのスムージングや補完を行うことによるシミュレーション精度の向上、などが挙げられる。

#### 5. 参考文献

- [1] “えーでるすなば”: <http://edel-sand.sega.jp/>
- [2] Reed, S. E. : “Shaping watersheds exhibit: An interactive, augmented reality sandbox for advancing earth science education”, American Geophysical Union (2014).