

## 2.5 次元操作によるヒューマンフレンドリーインターフェイス Z-touch の開発 —指先の 3 次元位置と姿勢が認識可能なマルチタッチシステム—

### 1. 背景

近年、コンピュータが急速に普及し、個々のユーザは多種多様な情報を保持している。そのため、直感的に多様な入力を可能とするユーザインターフェイスの開発が注目されている。しかし、コンピュータを操作するユーザインターフェイスとしては、依然キーボードとマウスが主体である。これらの入力デバイスは、画面の座標指定と文字入力には適しているが、大量のデータの閲覧や、3DCG、時間軸を持ったビデオなどを扱うには限界がある。また、メールや文書作成などの単純な文字入力操作を行う場合でも、100 以上のボタンをもつキーボードを操作しなければならず、習得に長い時間がかかる。この習得期間は初心者にとって非常に大きな負担であり、デジタルディバイド、PC(機械)音痴を生み出す原因になっていると考えられる。

### 2. 目的

本プロジェクトでは、複数の層のレーザーにより構成されるレーザーアレイを用いて、ディスプレイ表面付近の指先の 3 次元座標に加え、指の姿勢も認識することができる Z-touch プラットフォームの開発を目的とした。Z-touch により、従来のマルチタッチではできなかった「ものをつかむ」「持ち上げる」「近づける／離す」「指の姿勢の認識」など、指先がディスプレイから離れている状態の 3 次元的動作を利用した多種多様なインタラクションが可能になる。そのため、より実世界に近いような操作方法をユーザが行うことができるようになる。

### 3. 開発の内容

Z-touch のプラットフォームは、テーブル、レーザー制御、カメラ、画像処理+指先認識、アプリケーションの 4 つのモジュールより構成される。各モジュールの連携、通信について図 1 に示す。また、この他にレーザー、カメラ、プロジェクタのキャリブレーションに必要な器具も併せて製作した。

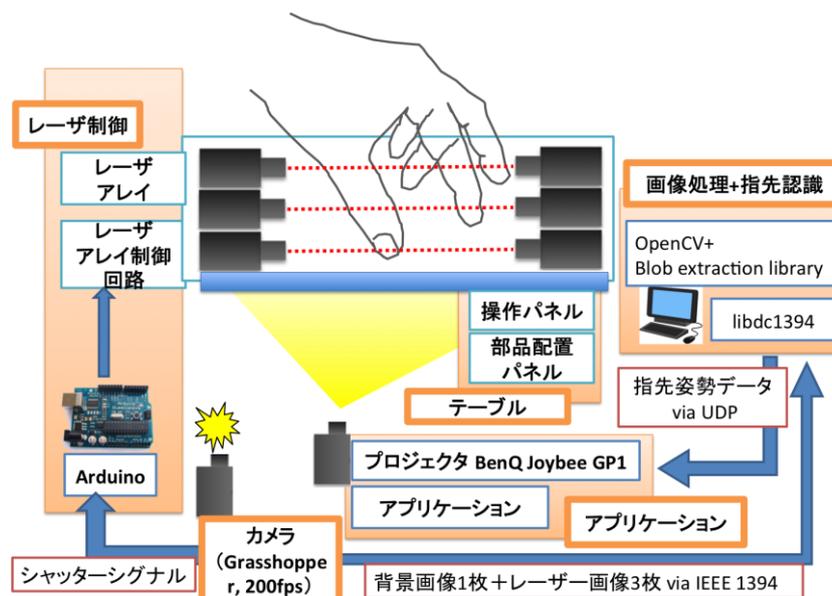


図 1. Z-touch プラットフォーム

開発した Z-touch の外観、Z-touch のドローイングソフトを操作している様子、Z-touch のドローイングソフトの画面出力を図 2 に示す。

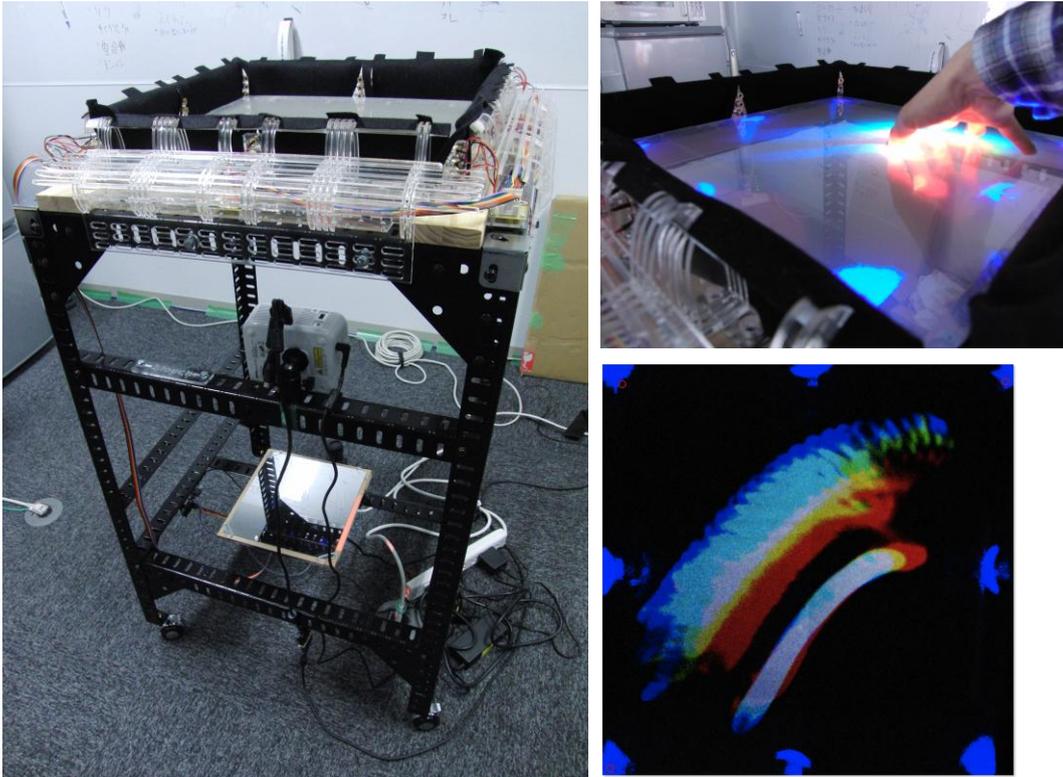


図 2. Z-touch 外観(左)、Z-touch のドローイングソフトを操作している様子(右上)、Z-touch のドローイングソフトの画面出力(右下)

#### 4. 従来の技術(または機能)との相違

従来のインタフェースであるマルチタッチディスプレイは、「画面に手を触れている指先の位置」を検出していた。一方、本プロジェクトで実現した Z-touch は、マルチタッチディスプレイに「画面のそばにある指先の検出」という機能を付加したものである。すなわち、「指先が画面に触れていない状態」でも指先の座標を得られるというのが、従来のインタフェースと大きく異なる点である。Z-touch を利用すれば、指先の画面までの距離と指の 3 次元姿勢を同時に認識できるため、マルチタッチディスプレイを用いたユーザインタフェースよりユーザの入力の多様性は高くなる。

また、ハンドジェスチャ認識を用いたユーザインタフェースは、ユーザが何の制約も受けずに指を動かせるため、ディスプレイを用いたものより入力の自由度は高いが、フィードバックの方法が視覚的なものに限られており、ユーザが操作方法を覚えにくいという問題がある。Z-touch では画面に触れるという「触覚的なフィードバック」がある。これにより、Z-touch ではハンドジェスチャの操作とマルチタッチディスプレイの操作を組み合わせたようなインタラクションが可能である。

開発したハードウェアは単なる試作ではなく、Z-touch を実用化する際の問題の解決案も含まれたものになっている。例えば、ネジの絞め具合によるレーザーアレイ調整機能やキャリブレーション器具などは実際に運用しやすいように設計されている。また、画面の大型化およびレーザーアレイの増設などを行って機能向上を測る場合でも、新たに製作するパーツが必要最小限ですむように拡張性を持たせた設計とした。

## 5. 期待される効果

開発成果により、テーブルトップコンピュータにおいて 3 次元的なハンドジェスチャを用いたユーザインタフェースの開発がより活性化すると考えられる。また、3 次元的なハンドジェスチャによる操作は直感的で初心者にもわかりやすく、デジタルディバイドの解消に役立つと考えられる。ゲームなどでもより直感的な 3 次元ジェスチャによる操作が可能になる。プロフェッショナル向けの用途としては、3 次元物体操作、地形ビューワなどが考えられる。マウスなど既存のポインティングデバイスでは操作が難しかったコンテンツの操作がより容易になる。

具体的なアプリケーションとしては、画面のそばにあるものならば、あらゆる物体の 3 次元座標、姿勢の検出が可能であることを利用し、筆の姿勢、3 次元的な速度変化などを利用した書道シミュレーター、絵画制作シミュレーターへの応用ができる。また、ナイフなどのツールを利用して、3DCG モデルを切断するユーザインタフェースも開発できる。これらのアプリケーションはインタラクティブな手術トレーニングシミュレーターの基盤技術になると考えられる。

ほかにも、「ものをつかむ／はなす」という動作は、実世界の動作と似ているため、家庭内ロボットの操作のためのアプリケーションプラットフォームにも利用できると考えられる。部屋の中の「もの」を「持ち上げる／落とす／はじく」といったインタラクションを利用しロボットを操作することが可能になる。

またバーチャルな紙、物体を「つまむ」インタラクションを利用し、3 次元物体の変形の操作を 3 次元空間中で行うこともでき、これをさらに発展させれば 3DCG アニメーションを簡単に作成するユーザインタフェースが可能になる。

## 6. 普及(または活用)の見通し

6ヶ月程度で 3 次元ビューワのユーザインタフェースのプロトタイプを完成させ、小中学校、科学館などの教育現場でワークショップを行いたい。また、得られた知見、特にユーザがよく行うジェスチャ操作を開発にフィードバックし、ライブラリのブラッシュアップにつなげていきたい。同時に SIGGRAPH、ETech や CHI などの学会において発表を行いたいと考えている。

開発したソフトウェアライブラリ、設計図などは全てフリーで公開し、オープンハードウェア、オープンプラットフォームとして全世界の人が Z-touch の開発に参加できる基盤を整備する。これにより、誰でも Z-touch の技術を簡単に導入、実装できるようになる。

## 7. クリエータ名(所属)

竹岡 義樹(東京大学大学院 学際情報学府)

塩田 陽介(東京大学大学院 学際情報学府)

(参考)関連URL

<http://lab.rekimto.org/>

<http://ztouch.yoshikit.net>