



2009 年度上期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当PM

安村 通晃 PM(慶應義塾大学 環境情報学部 教授)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 竹岡 義樹(東京大学大学院 学際情報学府)
コクリエイター : 塩田 陽介(東京大学大学院 学際情報学府)

3. プロジェクト管理組織

株式会社オープンテクノロジーズ

4. 委託金支払額

2,960,000 円

5. テーマ名

2.5 次元操作によるヒューマンフレンドリーインタフェース Z-touch の開発

6. 関連Webサイト

<http://ztouch.yoshikit.net/>

7. テーマ概要

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、本プロジェクトで提案する 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。

アクリル板の表面すれすれに、ラインレーザを放射状に広がらせることにより、マルチタッチを実現した手法がすでに提案されている。本プロジェクトで開発する Z-touch では、表面すれすれのラインレーザに加え、いくつかのラインレーザを重ねることにより、レーザによる層を用いて、ディスプレイ表面付近の指先の位置に加え、高さを加味した 2.5 次元的認識を可能とする。

これにより、指の傾きや指先の姿勢を認識できるため、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に提供することができる。

Z-touch の操作は実世界操作と類似しているため、ユーザは短い学習時間で使いこなせるようになると考えられる。また、応用ソフトウェアが開発されれば、現代のデジタルデバイド問題の解消につながる。そして Z-touch がパネルからの高さを認識できることを利用すると、さまざまなジェスチャー認識による新しいインタラクションが考えられる。

8. 採択理由

最近、タッチパネルに対する関心が高まっており、特に、マルチタッチや接近検知などが話題を呼んでいる。この提案も、接近とマルチタッチを含むという点だけ見れば、よくありがちなものの一つと見えるかもしれない。

しかし、この提案では複数のレーザビームを用いることにより指などの接近の速度と角度までが取れる、ということを狙っている。このことにより、単なる接近(ホバリング)や、マルチタッチ以上に、ジェスチャーや動かし方もインタラクションとして抽出できる可能性が出てくる、非常に画期的なものとなる。

どういうジェスチャーやインタラクションがこの方式で可能なのかを明らかにすると同時に、典型的なアプリケーションを未踏期間内にぜひ作って欲しい。

9. 開発目標

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フェースの開発が注目

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フェースとしては、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のには限界がある。また、メールや文書作成などの単純な文字入力操作を行なう場合でも、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、デジタルデバイス、PC(機械)音痴を生み出す原因になっていると考えられる。

これらの状況を改善するために、人の動きを直感的に入力・認識するインタフェースの開発が進められている。入力の多様性を目指したシステムとしては、Hanらにより開発された Perceptive Pixel や、Microsoft 社の TouchWall、Surface、Apple 社の iPhone などのマルチタッチディスプレイが挙げられる。この技術により、従来に比べて格段に多様な入力が可能となったが、一方でユーザには指先をディスプレイから離してはいけないという制約がある。このため、ユーザが使えるインタラクションが限られてしまい、ユーザの求めるインタラクションを実現できないケースが多々ある。例えば、2本の指を用いて、拡大と縮小を操作するアプリケーションがある。これは直感的ではあるものの、「タッチパネルから指を離せない」という制約により、虫眼鏡によって本の文字を拡大するといった、実世界における人間の操作とは、かけ離れたインタラクションになってしまう。

マルチタッチよりもさらに入力の多様性を実現できるシステムとしては、ハンドジェスチャが挙げられる。これは手の姿勢を推定することにより、インタラクションをおこなうシステムである。このシステムでは高い入力の自由度が期待できるが、ユーザの操作の自由度が高すぎるため、複雑な入力方法を覚えられないユーザ層などにとっては、かえって使いづらいものになってしまう。また、ユーザへのフィードバックは視覚のみであるため、触覚を利用できる入力デバイスと比べて、操作性の課題が未だに数多く残されてしまっている。

本プロジェクトの開発動機は上で述べた「ユーザの入力の多様性」「ユーザが直感的に扱える操作性」という2つの要素を両立させたインタフェースを実現することである。本プロジェクトで開発する Z-touch は、複数の層のレーザにより構成されるレーザアレイを用いて、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。これにより、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なうことができるようになる。

Z-touch の使いやすさの特徴を既存のインタフェースと比較した関係を、図1に示す。

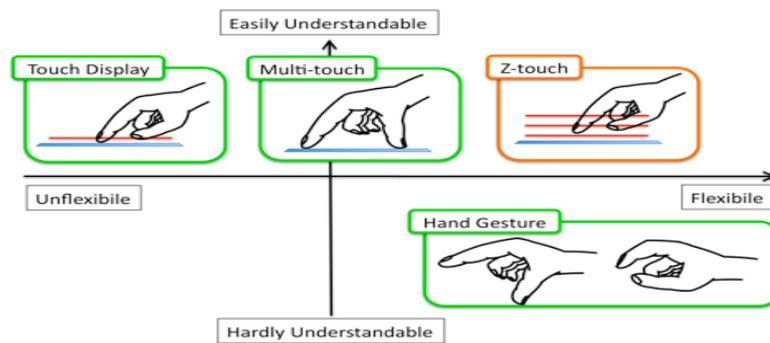


図 1 Z-touch と既存のインタフェースの比較

10. 進捗概要

開発スタート時はまったくアイデアのみのさらの状態、まさにスクラッチからの開発であった。また、クリエイター、コクリエイターとも、電子工作等のハードウェアの経験が浅く、スタート開始からかなり手こずっている様子だった。さらに、コクリエイターの塩田君が途中から体調を崩し、充分には開発に関われなくなってきた。そこで、1回目のプロジェクトレビューの際に、打開策を協議した。その結果、外部の専門家の助言を得ることとして、2回目のプロジェクトレビューの頃には、きちんとしたものが仕上がるようになった。竹岡君からの要望で、成果報告会の直前に、3回目のプロジェクトレビューを行ない、最終的な仕上がり具合も確認できた。ハードウェアとしては、かなりしっかりしたものが、最終的にはできあがった。欲を言えば、アプリケーションまで含めて完成して欲しかったが、開発の技術的内容を考えると、成果報告会の時点で、十分に未踏の領域に達したと言える。

11. 成果

Z-touchの基本的な仕組みは、図2に示す通り、高さ方向に3個のレーザを照射し、指に当たったレーザ反射の画像を、下部にあるカメラでキャプチャするものである。3個のレーザを、テーブルの周囲に、四隅と辺の中央を合わせて、計8組設置する。プロジェクターは、認識結果のフィードバックや効果を表わすためのものである。前後左右からレーザ照射するために、複数の指をテーブル上に置いても、隠れる部分が少なくなり、したがって、マルチタッチが可能となっている。

Z-touchのプラットフォームは図2に示す通り、テーブル、レーザ制御、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。また、この他にレーザ、カメラ、プロジェクターのキャリブレーションに必要な器具も搭載してある。

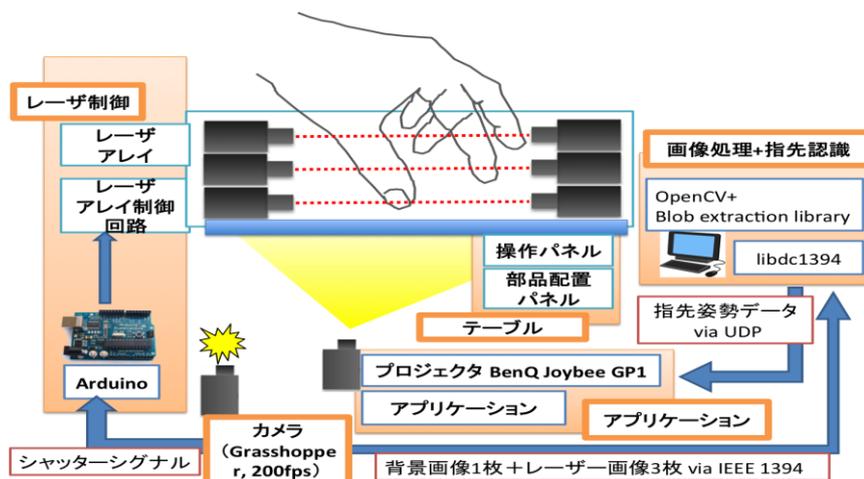


図 2 Z-touch の全体構成図(プラットフォーム)

照射するレーザーの各々をカメラで区別するために、高速撮影(200fps)可能なカメラを使用して、タイムスライスで分けしている。また、精度を確保するために、レーザーの位置や高さ、傾きなどの細かい調整が必要となる。そのため、レーザーアレイ固定板や操作パネルなどは、ねじで調整可能となっている。

12. プロジェクト評価

従来のタッチパネルでも、高さ方向にセンスするものは、若干ではあるがあった。しかし、今回の Z-touch のアイデアはまず卓抜である。マルチタッチを残したまま、高さ方向の指の位置や傾きをセンスするために、複数のレーザーを照射して、それを別々に読み取るというアイデアである。この方法は、インタラクションの新しい形を切り開く可能性を秘めた画期的なものである。この方式を具体的なハードウェアとして落とし込むときに、実はこのクリエイター達は当初十分な実装技術を持ち合わせていなかった。しかし、専門家のアドバイスのおかげもあったが、自らがハードウェア実装の技術を短期間で身につけて、プラットフォームを完成させたのは、本人の元々の潜在能力に加えて、未踏期間中の学習能力の高さを物語っている。今後は、アプリケーションとそれを支えるライブラリの開発が必要となるが、これらが揃った段階では、Z-touch はこれからの新しいインタラクションデバイスの一つとして、新たなインタフェース上の大きな礎石の一つとなることは間違いない。

13. 今後の課題

ハードウェアプラットフォームはほぼ予定通り完成したが、この Z-touch を使った本格的なアプリケーションの開発がまだこれからの課題である。