

Ficon：テーブルトップシステム向けの光ファイバを用いた映像提示可能な操作デバイス

Ficon: a tangible display device for tabletop system using optical fiber

中林 隆介 佐藤 俊樹 福地 健太郎 高田 悠太*

Summary.

テーブルトップシステムにおけるインタラクション手法の中で、テーブル上に操作デバイスを置き、オブジェクトを操作する手法は、特徴的なインタラクション手法として注目されている。本稿では、テーブルトップシステム上で使用する、光ファイバを用いた立体的な映像提示とID認識を実現する操作デバイス“Ficon”を提案する。Ficonは、ディスプレイ上に置かれてもディスプレイ面の映像を遮ることなく、テレビ石のように底面にある映像を浮き上がらせる。表面の形状加工により、立体的な映像提示も可能とする。光ファイバの並びにねじれを与えることで、各Ficonに固有のIDを持たせることができる。Ficonは上方に設置されたカメラによって位置、IDを認識する。映像を提示する際、ねじれを解消する方向に映像を補正することで、見た目にはねじれは感じられない。

1 はじめに

テーブルトップシステムにおけるインタラクション手法については多くの研究がなされている。主に、カメラで手や腕などの動きを取得して用いる手法や、FTIR[1]や静電容量式タッチセンサを用いる手法が知られている。また、ディスプレイ平面に対するインタラクションだけでなく、その上に物を置く、立体像を投影するなどのディスプレイ上の空間を有効活用する手法が、テーブルトップシステムにおける特徴的なインタラクション手法として注目されている。

中でもディスプレイ上に操作デバイスを置き、それを操作することで、ディスプレイに映し出されたオブジェクトへの操作を実現するインタラクション手法は、情報に物理的実体を与え、直接触れて操作できるため、タッチ操作に限定されていた手法と比べて、インタラクションに多様性をもたらす。しかし、従来の操作デバイスでは、その外観は固定で、オブジェクトの内部状態が変化しても、操作デバイス自体はそうした変化を反映することはなかった。また、デバイス自身によってディスプレイ面の一部を覆ってしまうため、画面表示で情報を補う場合にはデバイスの脇に表示する必要があり、さらなる表示域の減少を招く。

我々は、これらの問題を解決するための手法として、Ficonというデバイスを提案し、これを用いたシステムを試作した。Ficonは、操作デバイスの表面にテーブルトップに投影された映像を写すことで、

デバイスの外観を可変にする。具体的には、光ファイバを束ねることでテレビ石と同様の現象を起こし、それを用いてディスプレイの映像をデバイス表面に浮かび上がらせる。また、デバイスの光学的特性を応用することで、カメラを用いてデバイスの位置とIDを認識することができる。さらに、表面形状を加工することで、立体的な映像提示も可能である。ID認識は、光ファイバを束ねる際にねじれを加え、これを認識することで実現した。

2 関連研究

石井らは、新しいユーザインターフェースデザインとして、ユーザが実体化された情報に直接手で触れて動かすことを可能にするタンジブル・ユーザインターフェースという理念を提唱している[2]。

ディスプレイ上で入力デバイスを用いる試みとしては、Baudischらは光ファイバとマーカーとを組み合わせたブロック、Lumino[3]を提案している。ディスプレイ下のカメラから光ファイバ越しにマークを認識することができ、重なったブロックの認識、ブロックへのタッチや回転を検出できるシステムをMicrosoft Surface上で実装した。ブロックにマークが付加されているため、デバイス表面への映像表示が困難であるという点や、ファイバの並びをIDとして使用していないなどの点で本研究とは異なる。小池らは、立体形状を持つ透明弾性体で、つまむ、押すなどの入力を可能にする入力デバイスを提案している[4]。しかし、映像はデバイス表面に投影されずにそのまま弾性体を透過するため、視点位置によって映像が歪み、弾性体を押すとさらに歪むため、触っているユーザに違和感を与える。

Copyright is held by the author(s).

* Ryusuke Nakabayashi, Kentaro Fukuchi and Yuta Takada, 明治大学理工学研究科学, Toshiki Sato, 電気通信大学情報システム学研究科



図 1. Ficon の概観 .

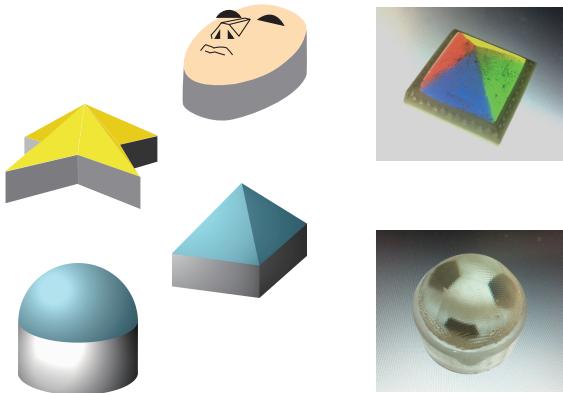


図 2. 左 : 表面形状を加工した Ficon . 右 : ドーム状とピラミッド状の Ficon .

3 実装

システム全体の概要を図 3 に示す。本システムのハードウェア構成は、液晶ディスプレイ、カメラ、偏光フィルタから成る。水平に設置した液晶ディスプレイの上方に画像処理用カメラを設置する。カメラには ViewPLUS 社の FMVU-03MTC-CS を使用した。カメラ、及び液晶ディスプレイは一台の PC に接続されている。カメラには、液晶ディスプレイの光を遮断する向きに偏光フィルタを貼り付ける。Ficon は、束ねた光ファイバによってディスプレイの映像をデバイス表面に浮かび上がらせる(図 1)。Ficon の表面を立体的に加工することで、立体感のある映像提示も可能である(図 2)。また提案システムでは、カメラを使って位置と ID を認識する。その際、液晶ディスプレイから出る光は偏光しているが、光ファイバにはその偏光を崩す光学的特性があるため、偏光フィルタをカメラに装着することで、液晶ディスプレイからの光を遮断し、Ficon を通過した光のみを検出する。

提案手法では、Ficon に詰められた光ファイバ束のねじれ角によって ID を認識する(図 4)。新しい Ficon がディスプレイ上に置かれると、認識用のパ

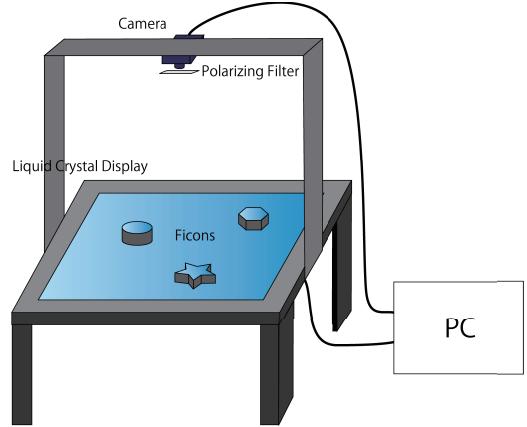


図 3. システム全体の概要 .

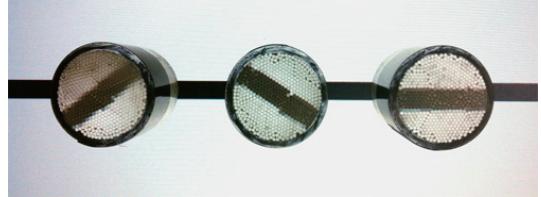


図 4. 光ファイバ束のねじれの認識 .

ターンを表示させ、角度を測定し ID を決定する。ねじれを持つ Ficon については、アプリケーション側で逆向きにねじれた映像を表示することで補正する。

4 ID の埋め込み

我々は Ficon の ID 認識の手法として光ファイバ束のねじれを利用してきた [5]。この ID 認識の手法は、単一の光ファイバ束を認識していたが、ユーザが望む角度の光ファイバ束を作成することは難しく、ID の数が非常に限られる。今回我々はひとつの Ficon に対し複数の束を持たせることで ID の数を増やすことを試みた(図 5)。光ファイバを詰める枠をいくつかの領域に分割し、Ficon を作成する際、その領域ごとにねじれを加える。これにより、単一の光ファイバ束で表現できる ID の数が少なくても、それらを組み合わせることで多くの ID を作り出せる。新型 Ficon の ID 認識にはねじれの組み合わせを事前に取得しておき、ディスプレイ上に置かれた Ficon に対してマッチングを行うことで認識する。

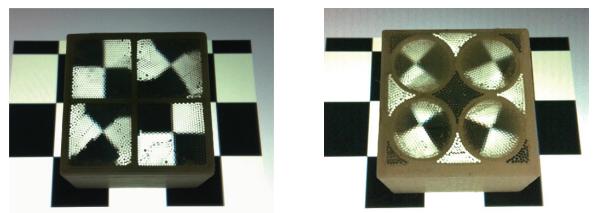


図 5. 束の組み合わせによる ID 表現.

5 今後の発展・課題

本論文では、テーブルトップシステム上で動作する動的デバイス Ficon とその認識手法、デバイスへの情報投影の手法について説明した。現在、Ficon を用いたアプリケーションを実装中である。今後は、Ficon をテーブルトップシステムのデバイスとして用いた場合、デバイス表面に映像が提示できることで、ユーザにどのような利点があるかの評価を実施する。

また Ficon は、形状加工によって多様な形を表現した場合、光の屈折により、自然な位置から映像を見ることができない。そのため、この屈折による見え方の不自然さを解消しなくてはならない。光ファイバを視認性が下がらない程度に削り、光を拡散させるような加工の可能性を研究する。現在 Ficon のねじれ角を算出して、ID としているが、4 章で述べた新型 Ficon などを用いて ID の種類を増やす予定である。これにより、Ficon の向きの認識も同時に実現できると考えている。

謝辞

本研究は科研費(23700090)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] J. Y. Han. Low-Cost Multi-Touch Sensing Through Frustrated Total Internal Reflection. In *Proceedings of UIST '05*, pp.115-118, 2005.

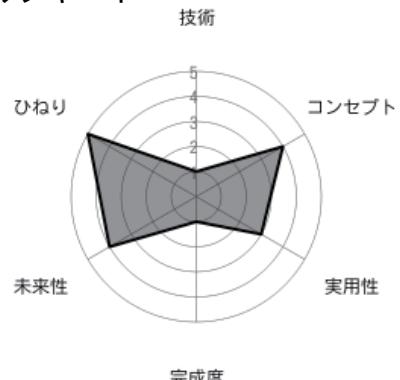
未来ビジョン

現在、3D 映画や 3D テレビに代表されるような立体視に注目が集まっている。しかし、これらの課題は多く、3D メガネのような装着型デバイスを用いた場合、立体視できるのはデバイスを装着したユーザだけである。装着型デバイスを用いない場合、ユーザの位置によっては立体視にならなかったり、見え方の不自然さの問題が生じる。また、ユーザが見ている立体映像は目の錯覚を利用した虚像であるため、当然触ることもできない。映された 3D 映像に触れたいと思うことは、立体視を経験した誰もが一度は思ったことがあるのではないだろうか。

Ficon は、装置を要することなく好きな 2D 映像を簡単に 3D 映像に拡張でき、触れることが可能にする「触って楽しむ立体映像」を目指している。この立体映像は一般的な立体視と異なり、特殊なメガネは必要なく、見る方向

- [2] H. Ishii and B. Ullmer. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In *Proceedings of CHI'97*, pp.234-241, 1997.
- [3] P. Baudisch, T. Becker and F. Rudeck. Lumino: Tangible Blocks for Tabletop Computers Based on Glass Fiber Bundles. In *Proceeding of CHI'10*, pp.1165-1174, 2010.
- [4] T. Sato, H. Mamiya, H. Koike and K. Fukuchi. PhotoelasticTouch: Transparent Rubbery Tangible Interface using an LCD and Photoelasticity. In *Proceedings of UIST*, pp.43-50, 2009.
- [5] 中林 隆介, 佐藤 俊樹, 福地 健太郎, 高田 悠太. Ficon : テーブルトップシステム向けの光ファイバを用いた映像提示可能な操作デバイス. 研究報告 ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), 2011.

アピールチャート



を制限しない。現状の Ficon は、一度作成した表面形状は不变で外観は可変である。筆者らは、テーブルトップシステムで用いられてきた既存のデバイスと違う、外観が可変のタンジブルデバイスとしての方向性には、有用性があると考えている。表面形状が不变という欠点はあるが、この有用性を探るために、今回のシステムを提案した。また、先行研究の PhotoelasticTouch では、2D 映像に形と弹性体による感触を付与することに成功しているが、Ficon ではそういう触覚によるフィードバックは難しい。このような欠点を他の素材などとの組み合わせによって解決することも今後検討していきたい。本学会での議論を通して、この有用性が深まれば、今後もこの方向性をさらに追求していきたい。

Ficon による「触って楽しむ立体映像」が実現すれば、ディスプレイの映像だけでなく、世の中にあるあらゆる 2D 映像を 3D 映像として触って楽しむことを期待している。