

# 複数ポインティング入力システムの評価

福地 健太郎

東京工業大学情報理工学研究科  
数理・計算科学専攻

## 1. 概要

本研究では、一人のユーザーが複数のポインティング入力デバイスを並行して操作できる環境を構築し、その特性を評価する。一般的な Graphical User Interface は、画面上の一つのポインターを、一つの入力デバイス(例: マウス・ペン)で操作する。一方実世界においては、両手あるいは指先を並行に用いて、複数の操作対象を並行に操作する場面がある。例えば音響機器の一つであるミキシングコンソールは、スライダー・つまみ・ボタン等がそれぞれ十数個、多いもので60個近く配置されており、ユーザーはそれらの部品を並行に操作できる。こうした並行操作は、普通の GUI 環境上で一つの入力デバイスを用いて実現することはできない。本研究では実際に複数のデバイスを同時に操作できる環境を提供する。また、その環境上で評価実験用のアプリケーションを動かし、複数ポインティング入力の特性を評価する事を予定している。

## 2. 複数ポインティング入力システム

複数のデバイスを用いた入力システムは、次の二つの軸に沿って分類される。

- 同時に操作できる対象の数
- 操作対象とデバイスの対応関係

### 2.1 同時に操作できる対象の数

従来の一般的な GUI は、操作デバイスの個数  $N$  は1である。先行研究に多い、両手を用いるインターフェースでは、それぞれの手で一つずつデバイスを操作する、 $N = 2$  のインターフェースである<sup>1)2)3)</sup>。 $N > 2$  のインターフェースの場合は、 $N$  個のデバイスを独立に動かせるもの<sup>4)</sup>の他に、物理的制約の元に非独立に動くもの<sup>5)</sup>がある。

以降、 $N = 1$  の環境を SP(Single Pointer)、 $N \geq 2$  の環境を MP(Multiple Pointer) と呼ぶ。

### 2.2 操作対象とデバイスの対応関係

従来の SP 型のインターフェースでは、必然的にその操作対象とデバイスの対応は常に変化する。一方、MP 型のインターフェースでは、操作対象毎に専用のデバイスを用意する事もできる。Tangible Bits<sup>6)</sup>ではそうしたデバイスを Phicon と呼んでおり、操作デバイスの形状が操作対象を連想させるように強く関連付けされており、その対応は変化しない。

以降、MP 型のインターフェースのうち、操作対象と

デバイスの対応が変化しないものを MP-sp(specific)、変化するものを MP-ge(generic) と呼ぶ。SP 型のインターフェースで操作対象とデバイスの対応が変化しないものも考えられるが、効率の向上に寄与するとは予想し難く、ここでは扱わない。

SP 型または MP-ge 型のインターフェースでは、ユーザーは操作デバイスと操作対象の対応を変更するために、デバイスと対象を関連付けする attach 及び関連を切り離す detach 操作を必要とする。MP-sp 型では対応関係が一定なため、この操作はユーザーにとって必要ではない。

## 3: 本研究の目的

本研究では、これら SP 型・MP-ge 型・MP-sp 型の入力システムのそれぞれの特性を評価する事にある。これまで複数のデバイスを並行に操作できるシステムの研究は MP-sp 型のものが多く、また評価が充分であったとは言えない<sup>7)8)</sup>。

先行研究の中では唯一、4) が、前記の各型を比較する評価実験を実施している。しかしこの評価で用いられた環境は厳密には  $N > 2$  ではなく、またその評価実験も一種類のみで、充分だとは言えない。

そこで、本研究では厳密に  $N > 2$  である環境を構築し、その上で様々な評価実験用アプリケーションを動かし、評価する。

## 4. 実験環境の構築

現在市販されているコンピューター用入力機器で、三つ以上のデバイスの位置を同時に取り込み、かつ個々のデバイスを自由に動かせるものは無いため、以下に述べるような入力システムを構築した。

### 4.1 構成

ユーザーは机の上で指でつまめる程度の大きさのデバイスを操作する。机の天板はアクリル板になっており、ユーザーの操作の様子は机の下から CCD カメラで常時撮影できるようにする。ビデオカメラは画像解析用の PC に接続し、PC は各デバイスの座標を、取り込んだビデオ画像から計算する。

### 4.2 画像解析部

各デバイスの底面にはあらかじめ異なる色を付けておく。色及びその大きさは実際に使用する前に登録する。画像解析部は、登録された色に一致する画素のみを拾い、それらの座標の平均値を対応するデバイスの座標と

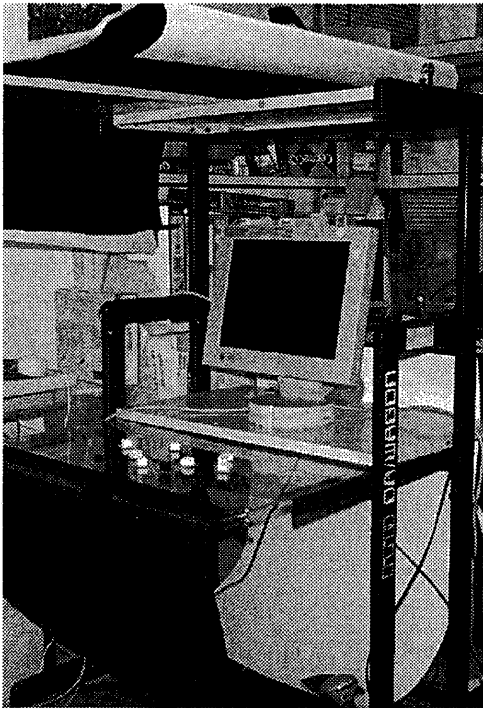


図1 現行実験環境の全体像

する。このとき、該当する画素の数からデバイスのおおよその高さを知ることができる。ただし画角の関係上、デバイスを垂直に持ち上げてその位置は画面中央に寄るので、その分を補正する必要がある。

#### 4.3 現在の実装

机には一般的なパソコンデスクを用い、天板をアクリル板と交換した。操作画面は天板の上の液晶ディスプレイに表示し、それを見ながら操作する形となっている。各デバイスには底面に色付きフェルト布を貼る。CCDカメラは市販のビデオカメラを用いており、ビデオキャプチャーにはBt848Aチップを用いたキャプチャーボードを使用している。デバイスは同時に8個まで使用でき、座標は30scan/secで読み取れる。

#### 4.4 attach/detach

MP-geの為のattach/detach処理は、デバイスを持ち上げる操作を用いている。デバイスがある高さよりも上にある時、デバイスは持ち上げられていると看做し、操作対象からdetachされる。逆にある高さよりも下にある場合はデバイスは卓上に置かれたものと看做し、それが操作対象の上にある場合はそれにattachされる。理想では机に接しているかないかで判定するべきだが、現行の実装ではそれを認識する事ができない。

### 5. 評価実験案

まだ上で構築したシステムを用いた評価実験は実施していないが、以下に挙げるような評価実験を予定している。

#### 5.1 複数スライダの操作

画面上の複数のスライダをユーザーに操作させ、各スライダ毎の目的値に揃うまでの時間を測定する。また、単に値の増減だけではなく、スライダを動かすに対応するテキスト表示部がスクロールするようにして、目的の語を探させる等の応用を考えている。この実験はSP型とMP型の特性の比較を目的としている。

#### 5.2 アイコン操作

画面上に置かれた複数のアイコンを動かし、整列させたり一箇所に集約させる。整列実験ではMP-ge型とMP-sp型の比較を目的としており、後者の場合、操作デバイスの形状をアイコンと一対一に対応させる。

### 参考文献

- 1) William Buxton and Brad Myers. A study in two-handed input. In *Proceedings of CHI'86*, pages 321-326, 1986.
- 2) George Fitzmaurice, Hiroshi Ishii, and William Buxton. Bricks: Laying the Foundations for Graspable User Interfaces. In *Proceedings of CHI'95*, pages 442-449, 1995.
- 3) Ken Hinckley, Dennis Pausch, Randy Proffitt, James Patten, and Neal Kassell. Cooperative Bimanual Action. In *Proceedings of CHI'97*, pages 27-34, 1997.
- 4) George Fitzmaurice and William Buxton. An Empirical Evaluation of Graspable User Interfaces: towards specialized, space-multiplexed input. In *Proceedings of CHI'97*, pages 43-50, 1997.
- 5) Michael Johnson, Andrew Wilson, and Christopher Kline. Sympathetic Interfaces: Using a Plush Toy to Direct Synthetic Characters. In *Proceedings of CHI'99*, 1999.
- 6) Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In *Proceedings of CHI'97*, pages 234-241, 1997.
- 7) John Underkoffler and Hiroshi Ishii. Illuminating Light: An Optical Design Tool with a Luminous-Tangible Interface. In *Proceedings of CHI'98*, pages 542-549, 1997.
- 8) Gordon Kurtenbach, George Fitzmaurice, Thomas Baudel, and Bill Buxton. The Design of a GUI Paradigm based on Tablets, Two-hands, and Transparency. In *Proceedings of CHI'97*, pages 35-42, 1997.