

エンタテインメント性と実用性を考慮した ステッカー型マウスシステムの 提案とその試作

村田和也[†] 安達元一^{††} 藤本貴之[†]

現在、一般的なコンピュータの操作にはマウスが用いられている。今日の主流としては楕円形で2ボタン型がマウスの「形」の概念として固定化されている。しかしながら近年、コンピュータの利用環境の多様化により、コンピュータ操作のためのインタフェースにも多様化が求められるようになり、様々な形状・操作法を持つマウスが提案・開発されている。そこで本研究では、拡張現実感技術を用い、既存のマウスがなくとも、ステッカーを張ることができる平面を有する物体であれば、形状に囚われることなく自身の好きなものをマウスとして利用することができるステッカー型のマウス・インタフェースを提案し、実装した。

A proposal and prototype of stickers-type mouse system with considering the practical and entertainment

Kazuya Murata[†] Motoichi Adachi^{††} Takayuki Fujimoto[†]

Recently, the mouse has been used to manipulate the general computer. Today's mainstream, the concept of a mouse has been fixing in a two-button-type and oval. However, interface for computer operations has been demanding diversification because of diversified utilization environment of the computer. So, the mouse has been developed with a new variety of forms and instructions. In this research, we propose the mouse interface which use mouse function without an existing mouse of using a marker, and implemented with using Augmented Reality.

1. はじめに

1.1 本稿の概要

今日、コンピュータの利用が汎用化し、専門家以外の誰にとっても身近なツールの一つとして、一般家庭にまで普及している。その背景には、コンピュータを操作するために、コンピュータと人を繋ぐためのユーザ・インタフェースの発展がある。特に、その中でも、一般的に名前が知られているのがマウス・インタフェースである。

特に、コンピュータの存在が一般家庭の家電的なレベルにまで近づいた最大の要因としては、1961年に、Douglas Engelbartによって開発されたマウス・インタフェースとGUI（グラフィカルユーザインタフェース）の存在が大きい。

マウス・インタフェースは発明されて以降、トラックボールやマウスの底面にボールやLED利用など、利便性やデザイン性などの側面から様々な形状のものが登場している。現在では、その操作性の簡易さから、おおむね「左クリック」「右クリック」「カーソル移動」の3操作を具備させることで、コンピュータをコントロールするための最低限の機能を持つ「2ボタン型」と呼ばれる楕円形のマウスが一般的となっており、そのデザインと構造が、今日のマウスの「形」として固定化されつつある。

しかしながら近年、コンピュータの利用環境や利用目的も多様化しつつあり、それに伴い、操作のためのインタフェースにも多様化が求められるようになり、様々な形状・操作法を持つマウス・インタフェースが提案・開発され、商品化されている。

本論文では、拡張現実感技術（AR: Augmented Reality）を用いることで、これまでの「楕円形・2ボタン型」とは全くコンセプトの異なるマウス・システムを提案し、試作した。本研究で試作したマウス・システムでは、既存のマウスやトラックボールなどがない状態であっても、マウス機能を埋め込んだステッカーを任意の場所に張ることで、形状に囚われることなく、ステッカーを貼ることのできる平面を有する物体であれば、ユーザの好きなものをマウスとして利用することができる。

1.2 研究の目的

近年のマウスには、大きく分けて2つの分類にわけられる。トラックボールを回転させてLEDの反射光を利用して操作するマウスと、底面にLEDを付属させ、平面な床などにLEDの光を反射させて操作するマウスの2つである。

現在は底面にLEDが付属されているマウスが主流であるが、その理由としてその操作方法があげられる。

[†] 東洋大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Toyo University
^{††} 株式会社モトイテエンタテインメント
Motoichi Entertainment, Ltd.

カーソル操作を考えた場合、トラックボールのマウスではボールを自身で回転させるため、その回転方向を考えつつ、適度な回転を与えなくては精密な操作が行えない。

それに対し、底面に LED が付属されているマウスでは、動かしたい方向と同じ動きをマウスに与えることにより、自身の思いのままカーソル操作が行えることが挙げられる。しかしながら、底面に LED が付属されているマウスでは、もし平面な床などが存在しない場合、まったく操作が行えないという状況が発生してしまう危険性を抱えている。また、計算機の利用環境が多様化・多目的化する中で、その操作のために利用するインタフェースの形状にも多様性が求められるようになってきているが、必ずしも、十分な提案や開発がなされているわけではない。

そこで本研究では、拡張現実感技術を用いて、既存のマウスの制約を受けず、認識タグ（マーカー）を具備したステッカーを使用することで計算機操作を可能とする新しいステッカー型マウス・インタフェースを提案し、その試作をした。

2. 研究背景

今日の計算機操作の中心とは間違いなくマウスである。しかし、先述したように、現在のマウスには、それを移動するためのスペースや LED の反射やボールの回転が問題なく利用可能な場所でなければ、満足な操作を行うことができない。また、ノート型計算機のようなトラックパッド式マウスの場合、操作エリアが狭く、省スペース化に役立つものの、効率的で機能的な操作には必ずしも向いていない。トラックボール型マウスでも、大きめの形状をしたツールを据え置くスペースがなければその利用は難しいなど、現在、提案・提供されているマウス・システムは、利用する上での物理的な一定スペースの平面空間という制約から逃れることはできない。

よって、既存のマウスとその稼働条件を必要としないものの、マウスとしての基本機能を維持している新しいマウス・インタフェースには今後、ますます多様化することが予想される計算機利用環境においては、大きな関心とニーズがあると考えられる。

3. システム概要

3.1 システムの目的

本システムでは、既存のマウスを使用せず、さらに既存のマウスの欠点を克服するような新しいマウス・インタフェースとして、「ステッカー」を身近なあらゆるものに貼り付けそれらをマウスとして機能させるというシステムを提案する。

これにより、2 ボタン型の楕円形のマウスという既存のマウスを利用せずとも、マ

ウスに付属されている機能の利用が可能となり、底面に LED が付属されているマウスの欠点でもあったマウスの稼働スペースや平面を不要とする新しいマウス・インタフェースを実現させる。

本システムの概要を以下に述べる。本システムでは、拡張現実感技術を用い、マウスの機能を具備させたステッカーを貼ることで、利用環境や設置状況を気にせず、あらゆる「物」をマウスとして機能させることができる。

マウス機能の具備には、拡張現実感技術のソフトウェアライブラリである ARToolkit を利用している。計算機に付いている Web カメラによりステッカーを認識させているため、カメラ機能を持った計算機であれば、特殊な機能や性能を有していなくとも、一般的な家庭用計算機でも利用が可能である。

ARToolkit では、Web カメラでマーカーと呼ばれる認識タグ撮影・認識することで、マーカーの座標や姿勢を計算し、映し出されたディスプレイ内のマーカー上にグラフィックスを表示させるという簡易な AR ライブラリである。

ARToolkit のマーカーには、Web カメラから撮影した際、「認識できた時」と「認識できなかった時」の処理が存在している。本システムでは、この処理を利用して、マウスの機能をマーカーに内蔵させるという方法によって実装した。

一般的なマウスの機能を想定した場合、構造的に「左クリック」「右クリック」の2つのボタンで構成され、通常「左クリック」は決定などの動作を行い「右クリック」はメニュー機能や補足的な機能に用いられる。また、マウスは基本的にカーソル移動を動作する機能も付属されているので、本システムが実現する機能とは、「左クリック」「右クリック」「カーソル移動」の3機能が必要となる。

3.2 マウスの機能を付属させたマーカー

システムの目的でも述べたように、本システムでは、拡張現実感を実現する ARToolkit のマーカーを用いてマウスを機能させ、認識できた時／認識できなかった時の処理によりその動作を行う。よって、マウスの機能を考えた場合、最低限の機能として、「左クリック」「右クリック」「カーソル上移動」「カーソル下移動」「カーソル左移動」「カーソル右移動」の計6つの機能が必要となるため、それらに適応させる6個のマーカーを製作した。

実際に本研究で製作・使用したマーカーを図1に示す。

大きく「左」「右」と書かれたマーカーはそれぞれ「左クリック」「右クリック」に使用するマーカーであり、矢印と小さい文字で上下左右が書かれているマーカーは、その書かれた方向に移動する、という「カーソル移動」で使用するマーカーである。

図1では、システムの試作と試用の都合上、意図的にわかりやすいデザインにしているが、このデザインは ARToolkit によって指定されているカメラで認識可能な条件を満たしていれば任意であれば、ステッカーとしての魅力や視認性も十分に考慮した

デザインにすることは可能である。

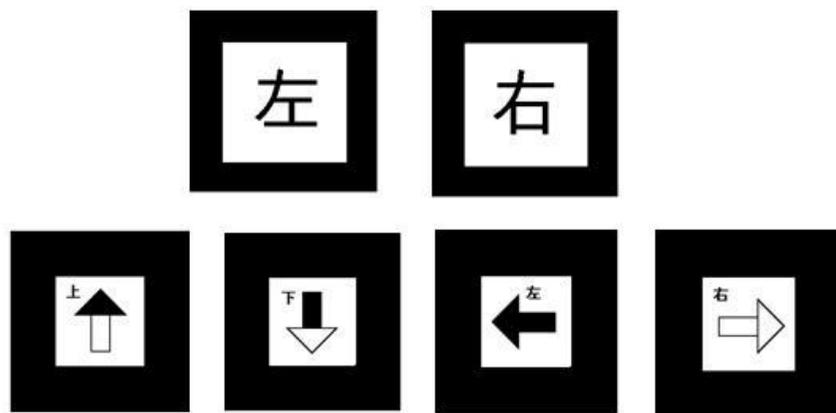


図1. 本システムに使用するマウス機能を具備したマーカー・ステッカー

4. 各マーカーの動作方法

4.1 マウスクリック部分

マウスクリック部分は、大きく書かれた「左」「右」のマーカーがそれぞれ「左クリック」「右クリック」に適応されている。

クリック動作については、「認識できた時」には何も動作をせず、「認識できなかった時」にクリック動作を行うようなシステムとなっている。

実際の例として、「左クリック」動作を行う場合の手順を以下に示す。

- ① Webカメラから見えるように「左クリック」に適応したマーカーを配置する。
- ② 指などを障害物にして、Webカメラからマーカーが正しく認識できないようにする（クリックに指を押し込んだ状態）
- ③ 指などの障害物を外し、Webカメラがマーカーを正しく認識できるように戻す。（クリックから指を離れた状態）
- ④ クリック動作が機能する。

このような動作を行うことによって、クリック動作を行うことができる。
この動作の例を図2に示す。



図2. 左クリック動作の例

4.2 カーソル移動部分

カーソル移動には、矢印と小さい上下左右の文字が入ったマーカーがそれぞれ「カーソル上下左右移動」に対応されている。

カーソル移動動作については、マウスクリック部分とは逆に、「認識できなかった状態」ではカーソル移動動作は機能せず、「認識できた時」にそれぞれ対応された上下左右のマーカーの方法にカーソルが動く、という仕組みとなっている。

実際の例として、「カーソル上移動」の動作を行う場合の手順を以下に示す。

- ① 上移動を機能させるマーカーを Web カメラから認識できない、もしくは映さない状態にする。（カーソルが停止した状態）
- ② 「カーソル上移動」に適応したマーカーを Web カメラから認識できる位置に示す。（カーソルの移動が開始）
- ③ 移動させたい位置までカーソルを動かしたら、マーカーを Web カメラから認識できない位置、または映さない状態とする。（カーソルが停止）

この動作によって、カーソルの上方向移動が可能となる。

この時、各機能が具備されたマーカー・ステッカーは、認識できる状態であれば、どこに貼られていても構わない。例えば、ペットボトルや筆箱、財布など、ステッカーを貼ることができれば、形状は問わない。

試用実験によって利用したステッカーを貼った「即席マウス」の一例を以下に示す。これらはいずれも問題なく、マウスとしての最低限の6機能（左右クリック・上下カ

一ソル移動・左右カーソル移動)を利用することができた.



図3. 空き缶の例

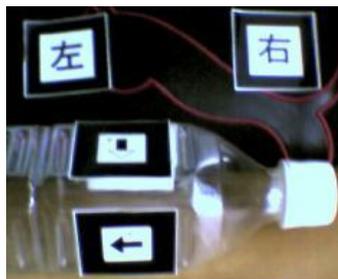


図4. ペットボトルの例

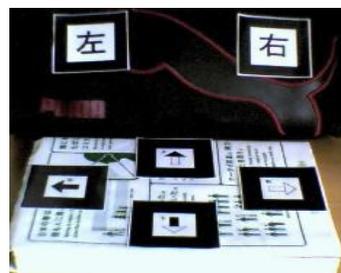


図5. 書籍の例



図6. 携帯電話の例

5. 実際のシステム動作手順の例

本システムでは、マウスの各機能を組み込んだステッカーを張ることであらゆるものをマウスとして機能させることができる。そのマウス・システム動作の一例として、わかりやすく「不要となった箱」を利用して動作させた。もちろん、これは「箱」でなくても、ステッカーを貼ることができればどのような形状であっても構わない。

その動作例を以下に記す。

まずは、デスクトップ上にある「ブラウザ (Internet Explorer)」を起動させる操作を行う。通常、ブラウザを起動させる場合には、**①カーソルをアイコン上まで移動させる**、**②左ボタンによるダブルクリックを行う**、**③起動**、という3つのステップによって実現する。よって、本システムでも同様にカーソル移動と左クリックによるアイコン選択によりブラウザの起動を行う。

不要になった箱の各面に「カーソルの上下左右移動」および「左右クリック」を機

能させる6枚のマーカーステッカーを張りつける。この段階で、「単なる不要な箱」がマウス機能を具備したインターフェースとなる。

Webカメラの前に「マウスになった不要な箱」を写し、移動させたい方向のマーカールを認識させながら、アイコンの上へカーソルを移動させる。実際に使用したマーカールを張りつけた箱を図3、システムの全体の起動状態の例を図4に示す。なお、図4に表示されているグラフィックスはOpenGLを用いた基本的な四角形のグラフィックスである。もちろん、この映し出されるグラフィックスも、わかりやすく立方体にしてあるが、マウスをイメージさせるキャラクタ、エンタテインメント性を考慮したデザインなど、何であって構わない。

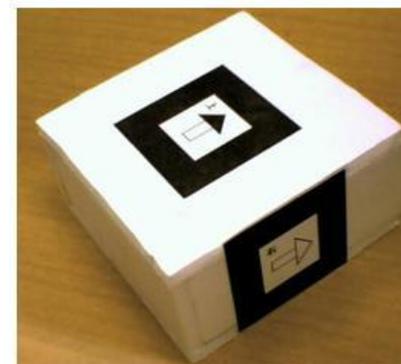


図7. マーカールを張りつけたものの一例

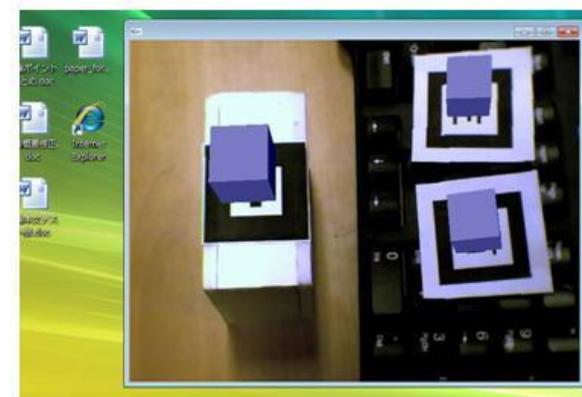


図8. システム全体の起動例

カーソルをアイコン上へ移動させたら、「左クリック」のマーカーを Web カメラに認識できなくなるように、指など、障害物によりマーカーの正しい認識を隠すように映すことで、クリック動作が機能し、「ブラウザ (Internet Explorer)」の起動が行われる。

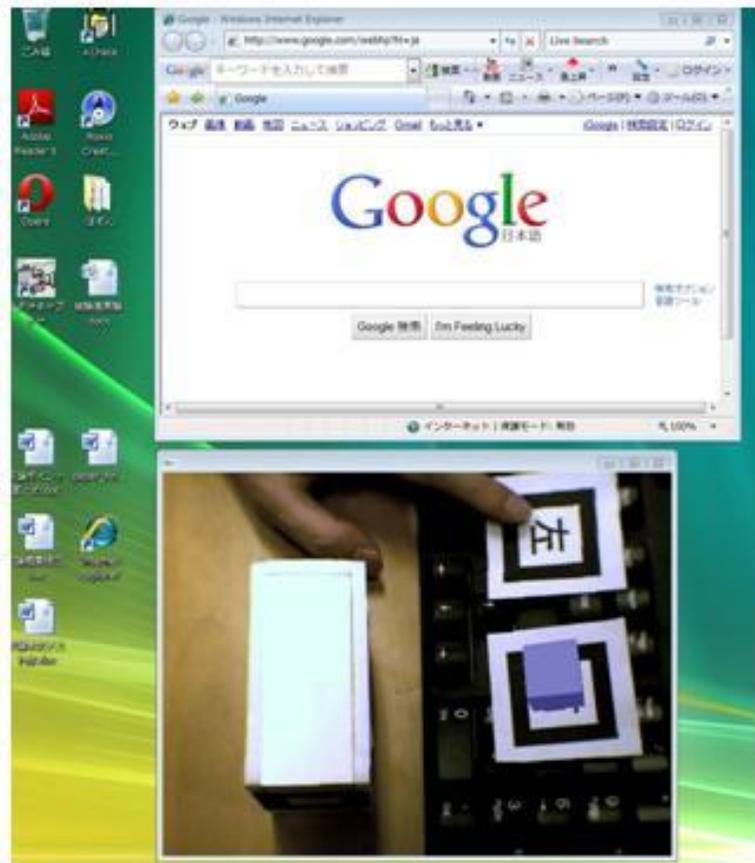


図 9. アイコンの起動

6. まとめと考察

本研究では、現在のマウスの形の概念を超えた、新しい発想とコンセプトによるマウス・インタフェースの提案を行い、その AR 技術を用いたステッカー型マウス・システムを提案し、試作した。

試作した本システムにより、既存のマウスを用いずに、その稼働条件の制約を受けないままにマウスの機能を実現することができる。また、拡張現実感技術を利用したことにより、自身で制作した様々な三次元グラフィックスをそのマーカーに配置させ、表示させるなど、エンタテインメント性を考慮した応用も可能となっている。そのため、今までのマウス・インタフェースにはない、遊び的な要素やエンタテインメント性という付加価値を付けることができる。

本システムには、既存のマウスの利用で求められる物理的な空間制約から開放されている反面、ステッカーを認識するための Web カメラが付属されている計算でなければ利用できないという課題もある。しかしながら、近年販売されている家庭用の廉価なノート型計算機には、通常、小型の WEB カメラが内蔵されている場合が多いため、必ずしも障壁の高い課題ではないと考えられる。

よって、一般的な計算機利用者にとって、本システムは特別な環境や制約を要求せず、且つ利点である既存のマウスの存在や稼働スペースを必要としない、ツールとしての汎用的な利用とマウス・インタフェースの選択肢と多様性の拡張にも寄与することができると考えられる。

特に、本研究で提案したステッカー型マウス・システムは、単に既存のマウスとは異なるコンセプトとアプローチで実装しただけの「新型マウス・インタフェース」ではなく、むしろ、エンタテインメント性を具備した新しいマウス・システムとしての展開や、福祉機器あるいは特殊状況での利用機器としての応用の可能性も示唆している。

7. 課題および関連研究

7.1 今後の課題

7.1.1 カーソル操作に関する問題

本システムでは、マーカー・ステッカーによるマウスの機能の実現を試作するにあたり、「左右クリック」「カーソルの上下左右移動」という 6 つのマウスの最低限の機能をマーカーに対応させた。そのため、カーソルの移動が上下左右のみに限定され、斜め移動や非直線的な移動をすることができない。また、移動速度の単一であり、変化させることができないなど、スムーズでフレキシブルな利用を実現させるために解決すべき課題は多い。

7.1.2 クリック動作に関する問題

スムーズなカーソル移動だけでなく、「クリック」機能にも改善すべき課題点が残る。システムのデザインとして、マーカーが「認識できなかった時」にクリック動作を機能させるシステムの設計を行ったため、マーカーが認識できている限りは問題なく動作する。しかし、何かの拍子でマーカーが Web カメラの映している範囲外に出てしまい、認識できなくなってしまうと、エラーを起こす場合がある。またクリック動作においても、認識できていない状態が続くことで、クリック動作を連打してしまうという誤作動をしてしまう問題が発生する場合がある。これらの解決方法としては、一度クリック動作を行った後一定間隔でクリック動作を行うという方法や、一度マーカーを認識できない状態にしてクリック動作を行った後、もう一度マーカーを認識させないとクリック動作が行えないようにする、などの方法が考えられる。今後の検討課題としたい。

7.2 関連研究・類似研究

本研究の関連研究として ARDeskTop が挙げられる。

ARDeskTop とは、ARToolkit を応用して製作された三次元グラフィックスのライブラリである。表示されているグラフィックスに、マーカーを動かしてグラフィックとグラフィックを接触させるとそれに対応したクリックなどの動作を行う、というものである。また、マーカーを複数用いることでグラフィックを掴み操作する、ということも可能である。

また類似研究としては、株式会社ブルーマウステクノロジーが開発した OZUPAD という新しいマウス・インタフェースがある。OZUPAD とは、マウスの機能のみならず、ジョイスティックとして動作可能であり、プレゼンテーション機能も有している多機能マウスである。またワイヤレスという特性もあり、本研究と同じく平面な床を必要とせず稼働させることが可能となっている。

しかしながら、本研究が提案する「既存のマウスを使用せず、ステッカーを張ることのできる物体なら何でもマウスとして利用可能」という概念を基に提案とその試作を行ったステッカー型マウス・システムは、既存研究や類似研究には存在せず、新規性は高いと考えられる。

参考文献

- (1)拡張現実感を実現する ARToolkit プログラミングテクニック, 谷尻豊寿, (株) カットシステム, 2008
- (2)ハンドジェスチャによる拡張現実感システムの構築, 土屋 太二, 高橋 和彦, 同志社大学理工学研究報告 50(3), [107]-113, 2009-10, 同志社大学
- (3)複合現実感を利用した机上コラボレーションシステムの開発, 寺前 雄亮, 伴 好弘, 上原 邦昭, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解 104(572), 1-6, 2005-01-13
- (4)レーザポインタを用いたマウス機能実現の一手法, 和田 敏治, 高橋 正信, 香川 景一郎, 太田 淳, 映像情報メディア学会誌 63(5), 657-664, 2009-05-01
- (5)ハンドマウス : ビジュアルウェアラブルズが可能にする拡張現実環境に適したインターフェイス, 蔵田 武志, 大隈 隆史, 興梠 正克, 坂上 勝彦, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU100(565), 69-76, 2001-01-11