

## 周囲の物でコンテンツ操作・閲覧が可能な メガネ型ディスプレイ「なんでもインタフェース」の提案

手帳やファイルなどの身の回りにある物を「なんでも」タッチパネルディスプレイのように利用して、コンテンツの閲覧・入力操作をすることができる「なんでもインタフェース」の実現を目指し、ヘッドマウントディスプレイを用いたシステムを開発した。このシステムでは、ユーザが身の回りから選んだ物の上にコンテンツを表示して見ることができ、さらに、タッチパネルのような操作で入力操作を行うことができる。これにより、いつでもどこでも好きな画面の大きさで、オンラインショッピング、テレビやインターネットのコンテンツなどを楽しむことが可能になる。

先進技術研究所

なかにし みきこ  
中西 美木子ほりこし つとむ  
堀越 力

### 1. まえがき

移動端末の抱える大きな課題の1つは、画面が小さいことである。市場調査によると、近年発売されている移動端末は、以前と比べて大きな画面となっているものの、動画視聴の際には画面が小さく、動画が見づらいという評価もあり[1]、ストレスなくコンテンツを閲覧するには、まだ十分な大きさとはいえない。しかし、常に携帯することを考慮すると、移動端末の画面を、PCのディスプレイやテレビのように大きくすることはできない。

本稿では、これらの課題を解決するために、大きなディスプレイを持

ち歩かなくても、カバンの中に入っているノートや、壁といった身の回りにある物を「なんでも」ディスプレイとして利用して、ユーザの好きな大きさでコンテンツを閲覧できるようにする「なんでもインタフェース」を提案し、それを実現するためのヘッドマウントディスプレイ(HMD: Head Mounted Display)\*1を用いたプロトタイプシステムについて解説する。

### 2. なんでもインタフェース概要

プロトタイプシステムでは、HMDという眼鏡型のディスプレイを用いている(図1)。今回用いたHMD

はビデオシースルー式\*2のものである。

従来の研究例として、コンテンツ映像が空中に浮かんで見えるシステム[2]や、ジェスチャー入力などを利用して空中で入力操作を行うシステム[3]など、入出力手段としての物を用いずにコンテンツ閲覧・入力操作を行うシステムがある。

しかし、日常生活で、我々が入力操作を行ったり、映像を閲覧したりする際には、必ず入出力デバイスとして「物」を利用している。例えば、文字を入力するときはキーボードを利用し、映像を見るときはディスプレイを見ている。このように、常に物を通して入力操作やコンテン

\*1 ヘッドマウントディスプレイ(HMD)：ゴーグルやヘルメットの形状をした、頭部に装着するディスプレイ装置であり、目のすぐ前に小型のディスプレイ画面が設置されている。片目だけに映像を表示する単眼タイプと、両目に映像を表示する

る両眼タイプがある。



図1 HMDを用いたプロトタイプシステム

ツ閲覧を行っているため、物を介さない従来の手法では、「入力したとき、ボタンを触った感じがしない」「どこを触っているのか分からない」といった問題があった。また、HMDを用いた際のコンテンツ閲覧・入力操作には、物の存在が効果的であるという実験結果[4]も報告されている。これらのことから、本システムでは、身の回りにある物を利用してコンテンツ閲覧・入力操作を行う。

今回開発したなんでもインタフェースで使用するHMDには、カメラが取り付けられており、カメラを通してディスプレイとして利用したい物（ファイルや手帳など）を認識し、図1のように物（ファイル）の大きさに合わせてコンテンツ映像を重畳して表示する。これによりユーザは、手に持っている「物」をディス

プレイのように見ることが可能になり、重畳表示する物の大きさを変えることで、コンテンツ映像の大きさを自由に変えることができる。

また、このカメラを通してユーザの手の位置を認識すると同時に、指にはめた指輪型マイクで、コンテンツ映像を指でタッチする際に生じるタッチ音を検出することにより、ユーザの入力操作を実現することができる。

### 3. なんでもインタフェースの実現

#### 3.1 プロトタイプシステムの全体像

システムの全体像を図2(a)に示す。PC1は、指輪型マイクの音とカメラ画像の入力処理ならびに「物」の認識、ユーザの入力操作検出、カメラ画像の中にコンテンツを重畳す

る描画処理を行う。HMDにはPC1の出力画像がそのまま表示される。PC2はコンテンツサーバとして用い、ユーザはPC2で蓄積・管理されているコンテンツを、PC1を経由して閲覧する。

PC1からPC2には、ユーザが入力操作を行った際の指の位置と時刻が送信され、コンテンツ映像の表示が書き換えられる。

現在はPC1を端末（携帯端末）、PC2をコンテンツサーバとして用いているが、将来は、図2(b)のように、カメラ画像とマイク音の取得を携帯端末で、それ以外の処理をネットワークを介したサーバで行うというシンクライアント化<sup>\*3</sup>が可能であると考えている。

#### 3.2 プロトタイプシステムの処理概要

ユーザがディスプレイとして利用したい「物」にマーカを取り付けると、「物」を利用してコンテンツ閲覧・入力操作ができるようになる。実現のための具体的な処理は次のとおりである。

##### (1) マーカの位置と姿勢の検出

周囲の物をディスプレイとして用いるためには、ユーザが利用したい物のみを認識する必要がある。本研究では、カメラ画像から特定の物体を検出するために、マーカを利用する（図3）。円形（楕円形）が実環境の中から比較的安定して検出可能なことから、図3(a)のようなドコモロゴをマーカとして用いた。このマーカを、ディスプレイとして利用し

\*2 ビデオスルー式：現実世界をカメラ映像を通して見るHMDの方式。カメラで撮影した現実世界の映像に、バーチャルな情報を重ねて提示することで、拡張現実感（AR：Augmented Reality）を実現するための装置としても利用される。

\*3 シンクライアント化：ユーザが使う端末（クライアント）に必要な最低限の機能しかもたせず、ほとんどの処理をサーバ側に集中させたシステムにすること。

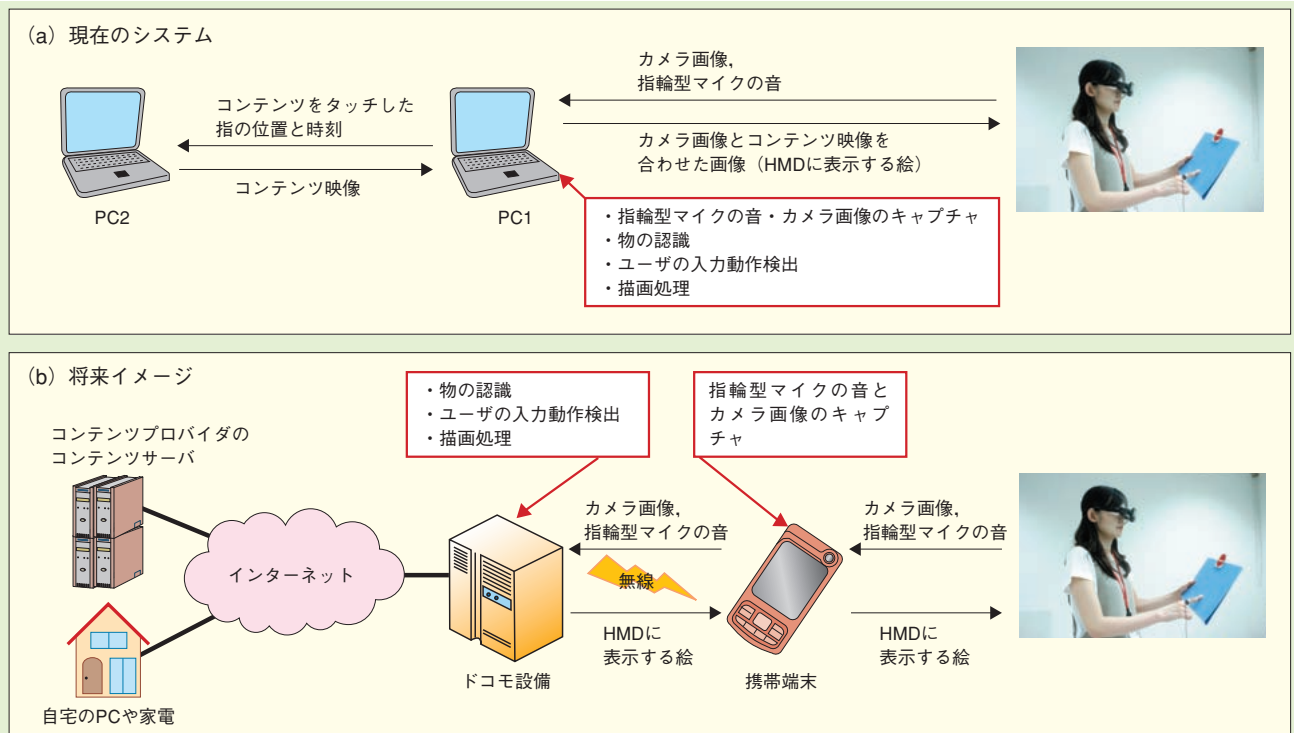


図2 システムの全体像

たい「物」に取り付けることによって、任意の物をディスプレイ表示領域として特定する。また、この「物」に取り付けたマーカの位置と姿勢を常時検出することで、「物」の位置と姿勢も検出することができる。

マーカの検出は、最初に、カメラ画像からマーカと類似した色領域を抽出し、二値化処理後、楕円近似によりマーカの候補領域を抽出する(図3 (b))。このとき、複数の楕円が抽出されるため、カメラ画像の中で一番大きな楕円領域を検出対象のマーカであるとした。求めなければならないマーカの姿勢は、図3 (c)のように長軸周りの回転角 $\phi$ と、円の中心を垂直に通るn軸(法線)周り

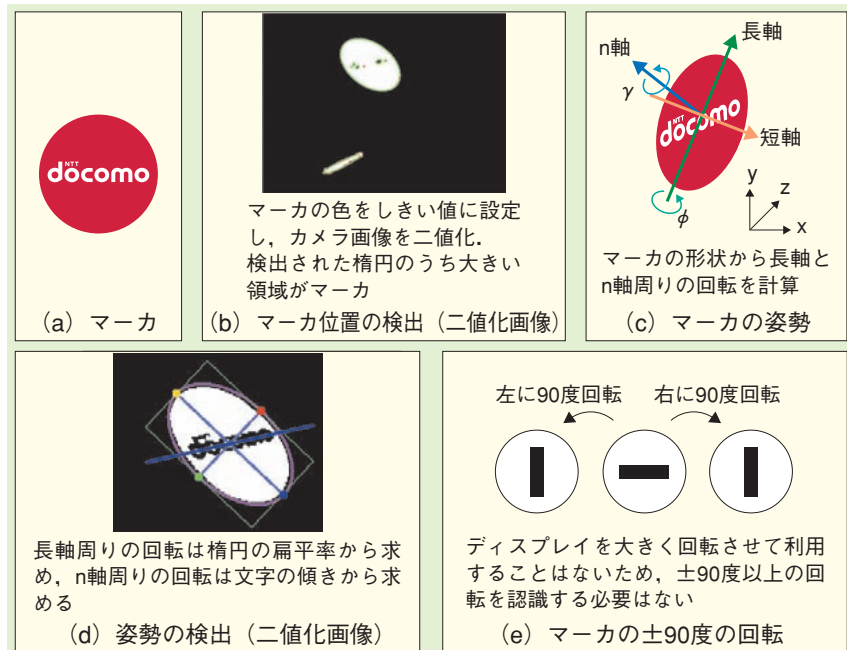


図3 マーカの認識

の回転角  $\gamma$  である。

長軸周りの回転角  $\phi$  は、式(1)のように楕円の長軸と短軸から求めることができる。

$$\phi = \sin^{-1} (\text{短軸の長さ} / \text{長軸の長さ}) \quad (1)$$

ただしこの場合、求めることができるのはマーカの回転角のみで、回転の向きまでは求めることができない。そこで、照明が上 (y 軸上方) から当たっていると仮定し、楕円領域の中で、輝度値の変化を見ることで長軸周りの回転の向きを判定した。この手法では y 軸周りの回転 (長軸 = y 軸) の向きは特定できないため、重畳するコンテンツ映像を楕円の長軸と短軸の比に合わせて、細長く表示することで対応した。

n 軸周りの回転角  $\gamma$  は、図3 (d) のように、マーカの内部に表記してある文字の傾きを利用する。文字領域の傾きからマーカの n 軸周りの回転を求める場合、図3 (e) のように初期値から 90 度以上の回転を判定することはできない。しかしながら、今回は、ディスプレイデバイスとして利用する環境条件を考慮すると、ディスプレイを大きく回転させて利用することはなく、 $\pm 90$  度以上の回転を認識する必要はないという前提で設計した。

### (2)物の領域抽出と映像重畳

「物」の領域抽出にはマーカ周辺の色情報を利用した。今回はマーカを、選択した「物」の上部に装着することを前提条件とし、検出されたマーカ位置の下部の色を抽出した。

次に、抽出された色領域を長方形で近似し、「物」の領域を抽出した。そして、検出された「物」の領域に合わせてコンテンツ画像を重畳表示することで、選択した「物」をディスプレイとして扱うことができるようになる (図4 (a))。また、図4 (b) のように選択する「物」を変えると、その「物」にあった大きさで、コンテンツ映像が重畳表示される。

### (3)ユーザの入力操作の検出

ユーザの入力操作はHMDに装着されたカメラの画像と指輪型マイクを用いる。今回のシステムでは、処理を簡単にするため、入力操作は、人差し指での画面タッチ操作に限定した。

まず、対象物として抽出された領

域の中から、この対象物の色以外の領域を手の領域として検出する。人差し指でコンテンツの入力指示操作を行う場合、人差し指が1本だけ突出していることから、検出した手の領域の最上部をタッチ位置として検出した。

しかし、今回の利用法の場合、「物」の領域内にはタッチ操作する手だけではなく、対象物を持つ手も存在している。このため、手の領域として認識される領域が複数存在する。そこで、時系列で各領域の位置の変化を見たときに、検出領域の位置の変動が大きい領域を手の領域とすることで、この問題を回避した。

タッチ操作を行うためには、ユーザの指の位置の認識だけではなく、

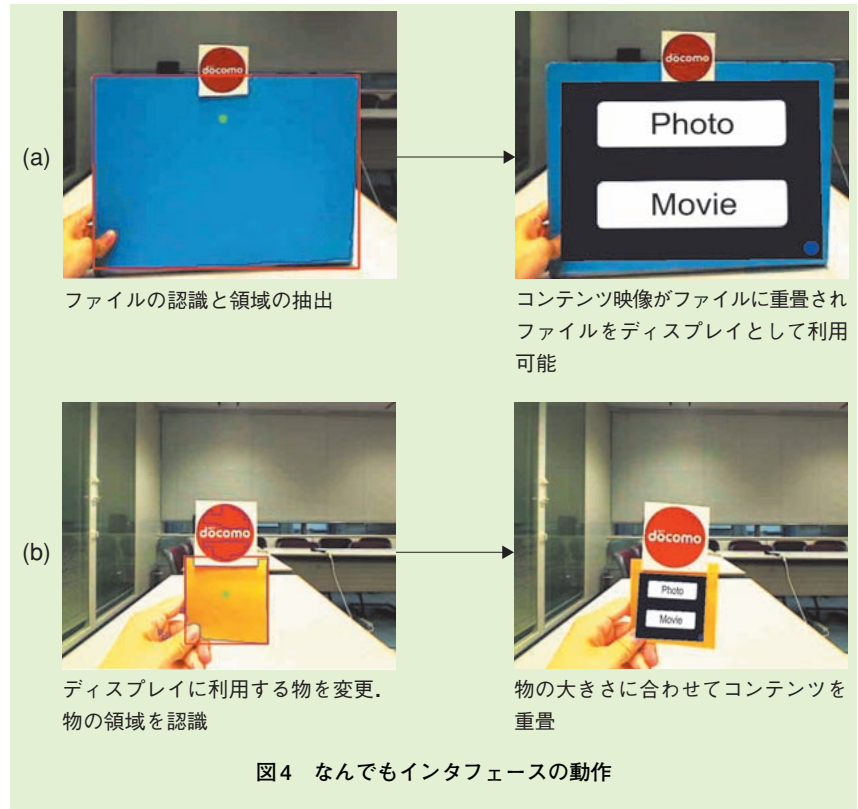


図4 なんでもインタフェースの動作



タッチしたタイミングを検出する必要がある。そのため、指に指輪型マイクを装着し、タッチ音（「物」をたたいた音）を検出することによって、ユーザのタッチ操作のタイミングを検出した（図5）。このように、指で写真をたたくことによって、欲しい写真を選択することが可能になり、「物」をタッチパネルディスプレイのように利用することができるようになる。

#### 4. なんでも インタフェース アンケート調査

物の有無により使いやすさに違いがあるか否かについて、アンケート調査を行った。被験者は6名であり、今回の調査では、ディスプレイとして利用する「物」にファイルを使い、ファイルを手で持ったときと、持たないときにおいて、使いやすさの違いを調査した。ファイルを手で持たない場合、入力操作はファイルをたたくのではなく、空中で指を動かすだけとなる。

まず、ファイルがないときと比べて、ファイルがあると使いやすいか、①使いやすい②変わらない③使いづらいの3段階で評価してもらったところ、使いやすいと答えた被験者が4名であった。他の2名は手で物を持つのは疲れる、手が動くとき映像も動いてしまって見づらい、という理由から使いにくいと回答した。

さらに、ファイルがあると入力操作をしやすいかを調べるために、2つの項目について3段階で評価をし

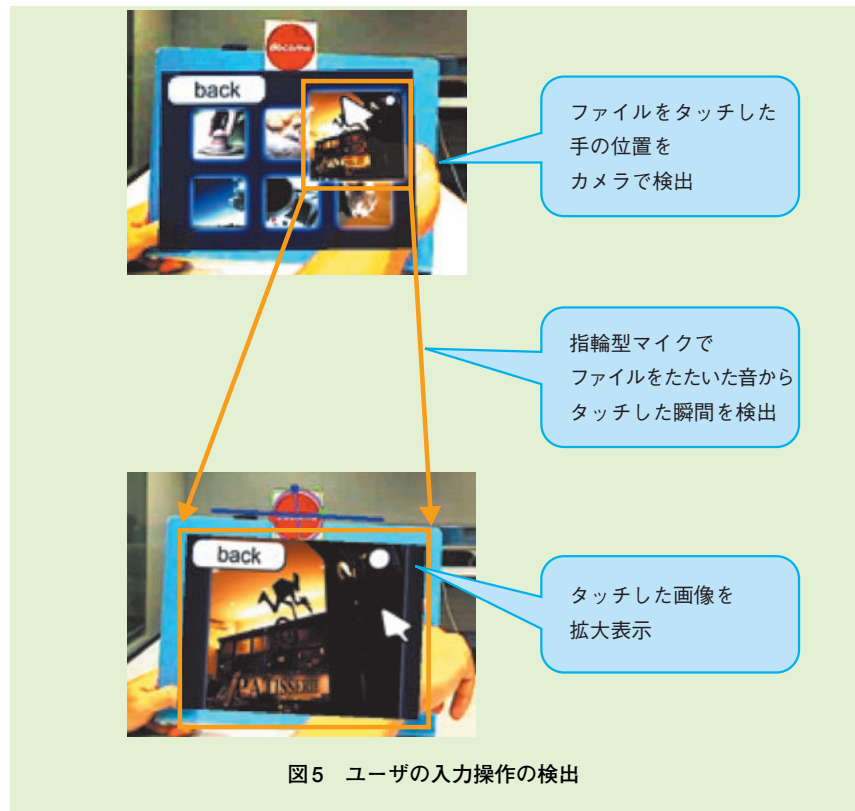


図5 ユーザの入力操作の検出

てもらった。

1つめの項目では、ファイルがないときと比べて、ファイルがあるほうがボタンの位置が分かりやすいか、①分かりやすい②変わらない③分かりづらいで評価してもらったところ、5名が分かりやすいと回答し、残り1名は変わらないと回答した。

2つめの項目では、ボタンを押した感じがするか否かを、①押した感じがする②ファイルがないときと変わらない③押した感じがしないで評価してもらった。その結果、全員がボタンを押した感じがする、と回答した。

調査の結果、6名中5名が、ファイルがあるほうがボタンの位置が分かりやすいと回答した。本システム

においては、ファイルを常に手で持っているため、目だけではなく、ユーザ自身の手の位置の感覚からも、ボタンの位置を把握しやすくなったことが要因と考えられる。特に今回のビデオシースルーHMDでは、両眼に同じ映像を表示しているため、奥行きを感じるできない。このような奥行きのない世界では、実際にファイルを持っている感覚が、距離感を把握するのに重要な役割を果たす。そのため、ファイルがあることで、ボタンの位置がより分かりやすくなったと考えられる。

また全員が、ファイルがあるほうが、ボタンを押した感じがすると回答した。本手法では、ファイルをたたいた音を入力として検出している

ため、ファイルをたたいたときに感じる力覚フィードバックが、ボタンを押した感覚を得られるという効果につながっていると考えられる。

これらのことから、インタラクションを行う際には物の存在は有効であると考えられるが、ファイルがあると使いづらいと答えている被験者もいる。しかし、その理由が手で持っていることによる疲れやブレであることから、長時間使うときは、手で持つ物を利用するのではなく、固定されている机や壁を利用するなどして、利用条件に応じた物を選ぶことにより、使いづらは改善されると期待できる。

## 5. あとがき

身の回りにある物を利用してコンテンツの閲覧・入力操作を行う「なんでもインタフェース」を提案した。本システムにより、ユーザは利用したいコンテンツに合わせた大きさの物を周囲から選び、好みの大きさでコンテンツを閲覧・操作することが可能になった。また、アンケート調査による評価結果から、物の上にコンテンツ画像を重畳すると、入力操作がしやすくなり、ユーザの利便性が向上することが明らかになった。

現在は単色の物の認識に限定しているが、今後は、複数の色や模様を

有する物をマーカなしでも利用できるように、研究を進める予定である。

### 文 献

- [1] “第15回携帯電話“個人利用”実態調査2009,” 日経BPコンサルティング, Jul. 2009.
- [2] S. Feiner, B. MacIntyre, M. Haupt and E. Solomon : “Windows on the World: 2D windows for 3D Augmented Reality,” Proc.UIST '93, pp.145-155, Nov.1993.
- [3] P. Mistry, P. Maes and L. Chang : “WUW - Wear Ur World - A Wearable Gestural Interface,” Proc.CHI '09, ACM Press, pp.4111-4116, 2009.
- [4] 中西 美木子, 堀越 力: “光学シースルーHMD利用時における手がかりの有効性の検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマン情報処理 109(83), pp.33-38, Jun. 2009.