

人物に関連付けられた物体によるコミュニケーションシステム

The communication system using real world objects associated with persons

野上僚司^{1 *} 志築文太郎^{2†} 田中二郎^{2‡}
Ryoji NOGAMI¹ Buntarou SHIZUKI² Jiro TANAKA²

¹ 筑波大学第三学群情報学類

¹ College of Information Sciences, the Third Cluster of Colleges, University of Tsukuba

² 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

² Department of Computer Science, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

Abstract: Communications using computers, such as e-mails, became popular. But in communications using computers, it is difficult to aware of person that we do not communicate frequently. Moreover, its operation is far removed from daily life. In this paper, we propose a novel method to communicate with people in the distance in a ubiquitous computing environment. Our method uses real world objects associated with persons for operations. We developed the prototype based on our method. This prototype enables the users to transmit pictures and voices by handling the real world objects, which supports active communication.

1 はじめに

コンピュータを用いたコミュニケーションが日常的に行われている。

代表的なコンピュータを用いたコミュニケーション方法として、Eメールによる文字メッセージの送受信が挙げられる。Eメールによる文字メッセージの送受信は広く日常生活に浸透し、頻繁に用いられている。Eメールによる文字メッセージの送受信は、電話、手紙等の、他のコミュニケーション方法と比べ「瞬時にメッセージを伝えることができる」「送受信を好きなタイミングで行うことができる」という利点を持つ。

またコンピュータの操作に慣れ親しんだユーザの間では、文字メッセージだけでなく画像ファイル、音声ファイル等のファイルを送受信することによるコミュニケーションが行われている。具体的には、デジタルカメラで撮った写真のファイルを友人に送る、録音したメッセージを家族に送るといったコミュニケーションが挙げられる。画像、音声をコミュニケーションに用いることによって、ユーザは文字メッセージでは表現できなかった情報を遠隔地に伝えることができるようになってきている。

しかしながら、これらのコミュニケーションには以下の2つの問題点があると考えられる。

普段目に触れない宛先の表現 普段、文字メッセージ及びファイルの送受信を行う相手のアドレスは目に触れない。その為、自ら意識しない相手とはコミュニケーションを行わない。実世界であれば、実際に人を見ることによってコミュニケーションを促されるということがある。Eメールによるコミュニケーションではこの「促されるコミュニケーション」が支援されていないと考える。

日常生活との隔たり コンピュータの前に座って行うコミュニケーションは作業的である。特に、ファイル送受信を行う場合に作業的な感覚は強くなる。例えば、Eメールによってファイル送受信を行う為には、コンピュータの前に座り、自分の意図するファイルを選択し、意図する人物の宛先を入力する必要がある。この作業は普段生活していて思いついた時に手軽に行うというよりは、意識して行う作業である。その為、ふと画像を送ろうと思いたっても、作業の煩わしさを考え実際には行わないといった場面があると考えられる。

本稿では、Eメールの特徴である「瞬時にメッセージを伝えることができる」「送受信を好きなタイミングで行うことができる」という利点を残し、上記の2点を

*E-mail: nogami@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

†E-mail: shizuki@cs.tsukuba.ac.jp

‡E-mail: jiro@cs.tsukuba.ac.jp

解決するユビキタスコンピューティング向けのコミュニケーション手法として「人物を想起させる物体によるコミュニケーション」を示す。

2 人物を想起させる物体によるコミュニケーション

前節で挙げた問題点を解決するコミュニケーション手法として、本研究では「人物を想起させる物体によるコミュニケーション」を提案する。

そのアプローチとして、ユーザインタフェースに Ishii の提唱する Tangible User Interface[1] を採用する。Tangible User Interface とは情報を触れられる形で表現し、情報に直接触れて操作を行うユーザインタフェースである。この Tangible User Interface を採用し、実世界の物体を操作することで、画像、音声を送受信する手法を提案する。

操作する実世界の物体には、人を想起させる物体を用いる。人を想起させる物体とは、その物体を見て人物を思い浮かべる物体のことである。例えば、友人から贈られたプレゼントを見て、その友人を思い浮かべるとする。その時、送られたプレゼントは友人を想起させる物体であると言える。これらの物体を本研究では「カプセル」と呼ぶ。カプセルの具体例として、友人や家族から贈られたプレゼントの時計、友人の好きなお菓子の箱、友人と共通して好きだった CD 等が挙げられる。

本手法ではカプセルを「普段目に触れる場所」に置き、物体を動かす、持ち上げるといった操作を行うことによって画像、音声の送受信を行う。「普段目に触れる場所」とは具体的には自宅のテーブル、棚などの場所が挙げられる。

本手法の特徴は以下の 2 点である

普段目に触れる宛先表現 カプセルを普段目に触れる場所に置いておくことで、ユーザにカプセルが想起させる人物を意識させることができると考える。ユーザは人物を意識させられることでコミュニケーションを促される。この「促されるコミュニケーション」を実現することによって、ユーザの積極的なコミュニケーションを支援できると考える。これは前節で述べた、「普段目に触れない宛先の表現」の問題点を解決する。

日常生活に溶け込んだコミュニケーション 本手法では、普段目に触れるカプセルを直接操作することで画像、音声の送受信を実現する。これは、コンピュータの前に座って行う操作よりも手軽であり、日常生活に溶け込んだ操作方法であると考えられる。この性質は、ユーザが思い立った時に手軽に画像、

音声の送受信を行うことを支援する。これは前節で述べた「日常生活との隔たり」の問題点を解決する。

3 提案手法を実現するシステム設計

前節で述べた手法を実現するシステムとしてテーブルトップ型のコミュニケーションシステムを開発中である。本システムでは、テーブル上にカプセルを置き、操作を行うことで画像、音声の送受信を行う。テーブルを用いる利点は以下の 2 点である。

1. 日常生活の中で、テーブルの上にある物体は意識しなくても目に入ってくるものである。ユーザが人物をカプセルを目にする機会を増やすことで「促されるコミュニケーション」を、より多く実現できると考える。
2. テーブルは日常生活に溶け込む形で存在する為、ユーザは操作を作業的と感じずに行うことができると考える。

具体的な操作としては、テーブルに表示された画像にカプセルを近付けることによって画像の送信を行い、カプセルを持ち上げ話しかけることによって音声の送信を行う。受信側はカプセルを持ち上げ、すぐに下ろすという操作を行うことによって、受信した画像の閲覧、受信した音声の再生を行うことができる。この操作を本研究では「タップ操作」と呼ぶ。

本節ではまず、本システムの利用シーンについて述べ、カプセルの利用方法とその効果について述べる。最後に本システムの操作方法について述べる。

3.1 利用シーン

本システムを A さん、B さんが実際に利用している場面を例に挙げ、利用シーンについて説明する。

A さん、B さんは昔からの友人どうしである。A さんのテーブルには B さんの好きなお菓子の空き箱が、B さんのテーブルには A さんの好きなお菓子の空き箱が置いてある。A さんが家に帰ると、テーブル上にある B さんの好きなお菓子の箱が赤く光っている。お菓子の箱をタップすると B さんの声が聞こえた。「お元気ですか?」。お菓子の箱のそばには B さんから本システムを用いて送られてきた写真がテーブルに表示されている。A さんは懐かしくなり、お菓子の箱にメッセージを吹き込んだ。「久しぶり! 同窓会しませんか?」

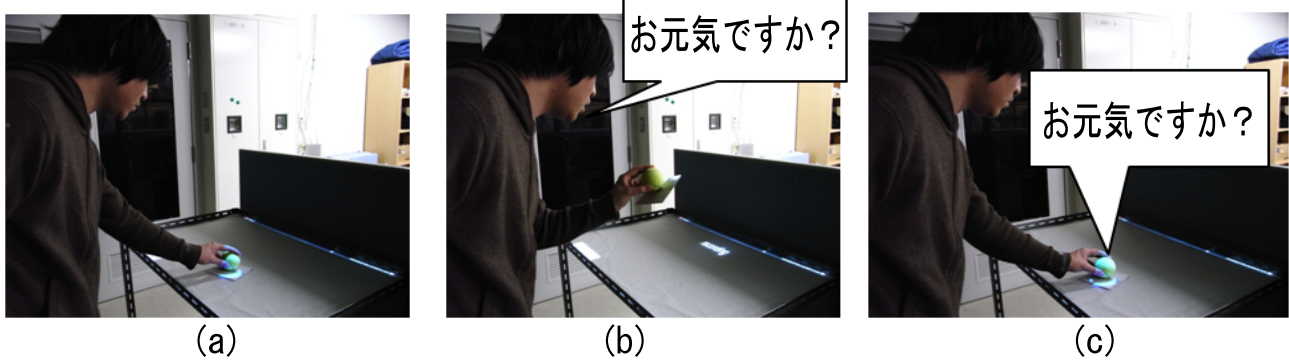


図 1: 音声の送信



図 2: カメラ内の画像表示

3.2 カプセルの利用方法とその効果

画像、音声の送受信を行う為には、送受信しあうユーザがそれぞれを想起させるカプセルをシステムに登録する。登録の為には、送受信しあうユーザがそれぞれのカプセルを同一テーブルに置く。3.1 節の例では、A さんの好きなお菓子の箱と B さんの好きなお菓子の箱がカプセルであり、この二つのお菓子の箱をひとつのテーブルに置き、システムに登録を行う。

システムと一緒に登録した二つのカプセルを本研究では「関連付けられたカプセル」と呼ぶ。このカプセルをそれぞれの自宅のテーブルに置き画像、音声の送受信を行う。

3.1 節の利用シーンにおいて、A さんのカプセルに、声と写真が入っていたのは、A さんのカプセルと関連付けられた B さんのカプセルに B さんが声と写真を吹き込んだからである。カプセルには相手を想起させる物体を用いている為、A さんのカプセルに届いた声、写真は B さんが吹き込んだものであるということを A さんは想像できる。また A さんはカプセルに声を吹き込むことによって、B さんに届くということも想像できる。

3.3 本システムの操作方法

本システムを用いて音声、画像を送受信する操作方法について述べる。カプセルに何も操作を行っていない場合、カプセルはシステムによって青い光で照らされている。

音声の送信 音声の送信方法を図 1 に示す。図 1a は、音声を送信するカプセルを選び掴んでいる状態である。図 1b に示すようにユーザはカプセルを持ちあげ、カプセルを録音状態にする。この時、カプセルが送信したいメッセージを喋る。図 1c に示すようにカプセルを置くことで、関連付けられた遠隔地のカプセルに声が送信される。

画像の送信 画像の送信にはユーザが普段使っているカメラを使用する。本システムではカメラをテーブルに置くことで、そのカメラで撮った写真をテーブル上に表示することができる(図 2)。写真はカメラの周りに円形に配置され、最も上の位置にある写真は拡大表示される。カメラの回転に合わせて写真の位置も回転するので、ユーザはカメラを回すことによって、拡大させる写真を選択することができる。ユーザは、このカメラ内の写真を遠隔地に送信することができる。画像の送信方法を図 3 に示す。ユーザはまず、図 3a に示すようにカメラをテーブルに置き、送信したい写真をカメラを回転させて拡大させる。次に、カプセルを拡大されている写真の上に置く。カプセルを写真の上に置くと写真は縮小を始め、最終的に見えなくなる。この状態が図 3b である。この時、見えなくなった写真はカプセルの中に入りカプセル内に保存される。関連付けられたカプセルの中にも、同じ写真が保存される。カプセル内に写真が保存された状態を図 3c に示す。この機能を利用することによって、遠隔地の人物に画像を伝えることができる。カプセルを画像の上に置いたあとで、

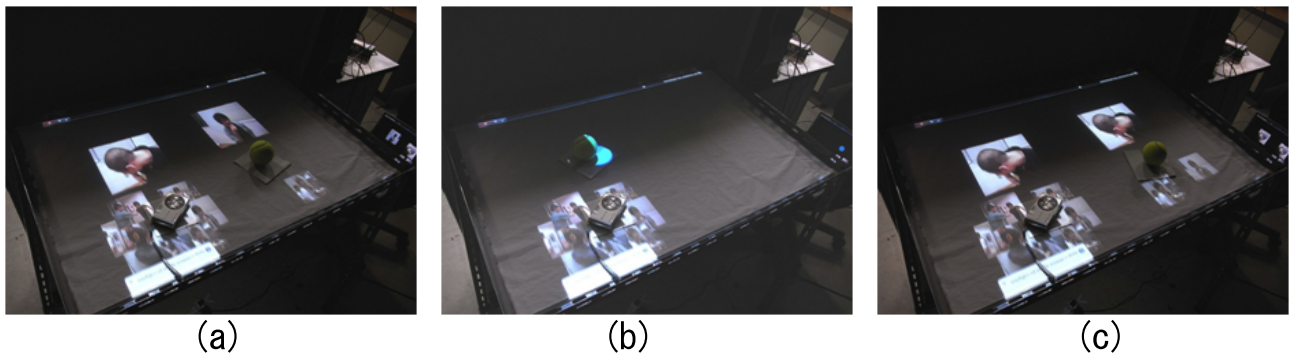


図 3: 画像の送信

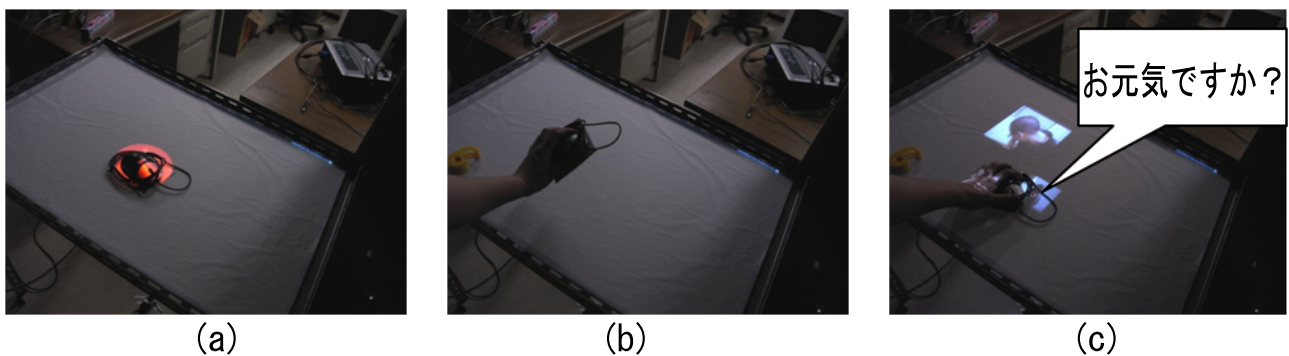


図 4: タップ操作

画像の送信をキャンセルしたい時には、画像が縮小している最中に写真からカプセルを遠ざければ良い。

受信 関連付けられたカプセルから送信されてきた画像、音声を受信した場合、カプセルを照らす色は赤色に変わる。ユーザは普段青い光で照らされているカプセルが、赤い光で照らされていることによって、カプセルが受信したことを知ることができる。受信した画像、音声を再生する為には、図 4 に示すタップ操作を行う。カプセルを持ち上げ (図 4a, 図 4b)、すぐに下ろす (図 4b, 図 4c) 操作がタップ操作である。タップ操作を行うことによって、受信した音声は再生され、受信した画像はカプセルの周りに表示される。

再生 カプセルの中には、送受信した写真が保存される。ユーザは受信していない時でも、タップ操作を行うことによって、カプセルの周りに写真を表示させることができる。音声は受信した時に再生すると、消去され保存されない。

4 実装

前節で述べた設計の操作方法を検証する為、試作システムを実装した。現在の実装ではテーブル上のカプセルを認識する為、カプセルにマークが取り付けられているが、将来的にはより目立たない形でカプセルの認識を行いたいと考えている。

4.1 システム構成

作成したテーブルの構成を図 5 に示す。また、それぞれのテーブルは、図 6 に示すように、サーバと画像ファイル、音声ファイルの送受信を行うことによってテーブル間のファイル送受信を実現する。

各テーブルでは、カプセルの位置、回転角度の情報を取得する。これらの情報の取得の為に図 7 のようにカプセルの下にマークを取り付け、テーブルの下に取り付けた Web カメラによって、マークの認識を行う。このマークの認識には、NyARToolKit¹を用いた。マーク認識の精度を上げるため、テーブル下からは赤外線投光器を用いてテーブルを照らし、Web カメラでは、

¹NyARToolkit <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wiki/>

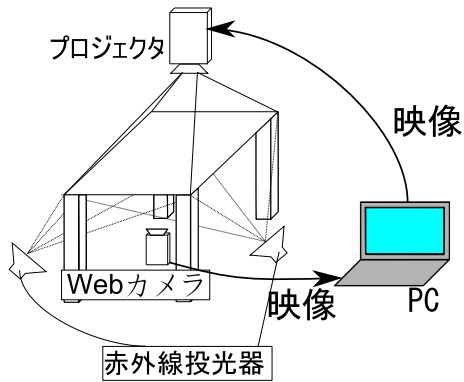


図 5: 作成したテーブル

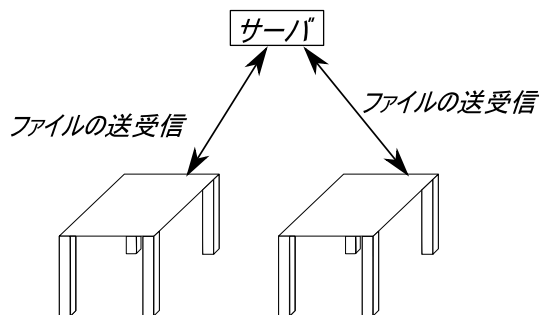


図 6: テーブル間の通信方法

赤外線のみを撮影している。なお、テーブルへの情報提示は、テーブル上部に取り付けられたプロジェクタからの投影による。

赤外線は黒い色の部分では吸収され、白い色の部分では拡散するという性質を持つ。マーカの絵は白黒で構成されている為、マーカの絵は Web カメラに映り、反対にプロジェクタで投影された映像は Web カメラに映らないという性質を利用している。図 8 に可視光を撮影する Web カメラと赤外線を撮影する Web カメラの映像の違いを示す。カプセルが再生状態であり、カプセルの周りに写真をプロジェクションしている場面を想定している。この場合、可視光を撮影すると、プロジェクションされた写真まで撮影してしまい誤認識が多くなる。赤外線のみを撮影することで、マーカのみを撮影する事が出来る。また、可視光を撮影する場合、照光条件によってカメラの設定を変える必要がある。しかし、赤外線でテーブルを照らし赤外線のみを撮影した場合、赤外線の明るさは照光条件に依存しない為、暗い場所でも明るい場所でも同じ設定で撮影することができるという利点がある。

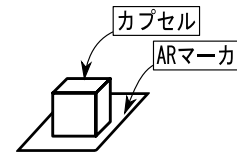
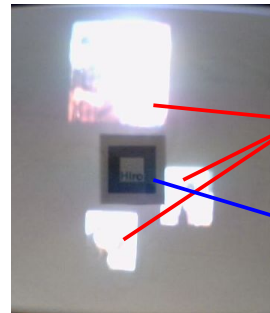


図 7: マーカをとりつけたカプセル

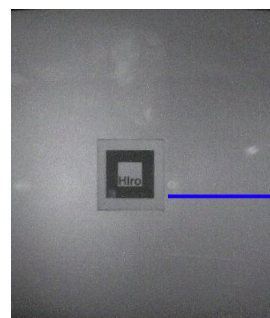
可視光を撮影するカメラで撮影したテーブルの裏



プロジェクションされた画像

マーカ

赤外線を撮影するカメラで撮影したテーブルの裏



マーカ

図 8: カメラで撮影した映像

4.2 処理の流れ

システム全体の処理の流れは以下である。

1. テーブル下から、Web カメラで画像をキャプチャする。
2. キャプチャした画像をコンピュータ内部で処理し、出力画面を生成する。
3. 出力画面をプロジェクタで投影する

またこの流れとは別に、一定時間ごとにファイルの送受信が行われる。実装の中心は上記の 2 となる。4.3 節からは、2 での処理となる「カプセルの状態遷移」「カメラ内の写真表示」について述べる。

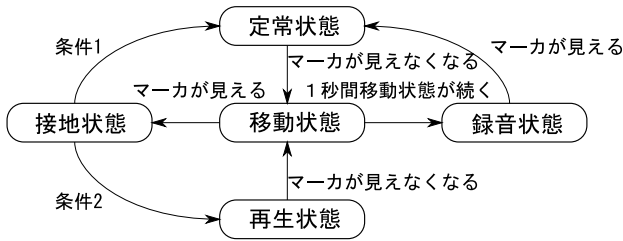


図 9: カプセルの状態遷移

4.3 カプセルの状態遷移

カプセルはユーザからみて定常状態、再生状態、録音状態の3状態を持つ。定常状態とは、カプセルが青い光か赤い光で照らされた状態である。再生状態とは、カプセル内の画像の表示、音声の再生を行っている状態である。録音状態とは、音声の送信の為にカプセルを持ち上げ、声を吹き込んでいる状態である。状態を変化させるためのユーザの操作は以下の3つにまとめられる。

1. タップ操作により定常状態から再生状態に変化させる。
2. タップ操作により再生状態から定常状態に変化させる。
3. 再生状態、定常状態からカプセル持ち上げた状態を続けることで録音状態に変化させ、カプセルを置くことによって定常状態に変化させる。

この操作を実現するためのカプセルの状態遷移を図9に示す。

図9の移動状態とは、マーカを認識していない状態であり、接地状態とはマーカを認識していない状態からマーカを認識した時にあたる状態である。移動状態の時には直前の状態(定常状態もしくは再生状態)と直前のマーカのX座標、Y座標を保存している。これは条件1、条件2の分岐に用いられる。移動状態の時に保存した状態をstate、X座標Y座標をax、ayとし、接地状態の時のX座標Y座標をbx、byとした時の距離を表す式と条件1、条件2を以下に示す。

$$\sqrt{(ax - bx)^2 + (ay - by)^2} \quad (1)$$

条件1 state が定常状態であり、式1の値が大きい。もしくは、state が再生状態であり式1の値が小さい。

条件2 state が定常状態であり、式1の値が小さい。もしくは、state が再生状態であり式1の値が大きい。

この条件分岐により、ユーザがタップ操作を行ったのか、あるいは、ただ単に持ち上げてカプセルを移動しただけであるのかを見分けることができる。次に録音、再生、定常状態それぞれの処理について述べる。

録音 マーカを認識できない状態が1秒間続いたとき、そのマーカへの録音を開始し、マーカが見えた段階で録音を終了する。この1秒間は、カプセルを持ち上げて移動したときにすぐ録音を行わないこと、及びタップ操作を実現することの為に必要な時間である。マーカへ録音された音声ファイルは、ユーザのコンピュータ内に保存され、一定時間ごとにサーバに送信される。

再生 ユーザのPC内には、各カプセルが再生すべき音声ファイルを保存しているディレクトリ「sound」と、画像ファイルが保存されているディレクトリ「picture」が存在している。タップ操作が行われたとき、「sound」に音声ファイルがある場合には再生し、「picture」に画像ファイルがある場合にはカメラの周りに画像を表示する。音声ファイルはカプセル内に保存することを目的としていないため、再生された音声ファイルは消去する。

定常状態 カプセルは定常状態のときに、そのカプセルの位置に円を描画している。この時、円は青で描画する場合と赤で描画する場合がある。カプセルにまだ再生していないメッセージや写真がない場合、この円は青であり、ある場合は赤である。

4.4 カメラ内の写真表示

カメラの裏にはマーカが取り付けられている。システムはカメラ用のマーカを認識すると、マーカの周りにカメラ用のテクスチャを貼り付けた平面を描画する。

カメラを置くと表示される写真の取得方法について述べる。カメラにはSDカードであるEye-Fi Share²を取り付けている。この状態で、撮影を行うと撮影した画像ファイルが自動的にPC内に送信される。

5 関連研究

5.1 本研究の位置づけ

本稿での提案手法は実世界の物体を人物表現及び、操作対象として用いる。実世界の物体を情報の表現及び、操作に用いる概念はIshiiらによって提唱されたTangible User Interface[1]の概念に基づいたものである。Tangible User Interfaceとは、情報を触れられる形

²Eye-Fi <http://www.eyefi.fi/>

で表現し、直接触れて操作を行うユーザインタフェースである。Ishii は Tangible User Interface を以下の八つに分類している。

1. Tangible Telepresence
2. Tangibles with Kinetic Memory
3. Constructive Assembly
4. Tokens and Constraints
5. Interactive Surfaces-Tabletop TUI
6. Continuous Plastic TUI
7. Augmented Everyday Objects
8. Ambient Media

本研究はこの中の「7 Augmented Everyday Objects」に当たる研究である。これは、コンピュータによって実世界に存在する日用品を拡張する機能を実現するものである。ユーザは実世界の日用品を操作することで、デジタルな情報の操作を行うことができる。本研究の提案するシステムは、実世界の人を想起させる物体に「声の送受信」「画像の共有」を行える機能を付け加えるものであるため、この Augmented Everyday Objects に当たる研究であると言える。

Augmented Everyday Objects に当たる研究として、musicBottles[2] がある。これは、コンピュータで行う操作、音楽ファイルの再生を、「実世界の瓶を開ける」という実世界で慣れ親しんでいる操作に置き換え、コンピュータの存在を意識させずに、音楽を聴くインタラクション方法を実現するものである。

5.2 実世界の物体への操作によってコミュニケーションを行う研究

また、Tangible User Interface に当たるユーザインタフェースを持ち、触れる感覚を遠隔地に伝える研究として inTouch[3], HandJive[4], ComTouch[5] がある。これらは「1 Tangible Telepresence」にあたる研究である。Tangible User Interface を採用し、遠隔地に情報を伝えるという点で本研究と関連する。しかし、本研究でコミュニケーションに用いる情報は音声と画像であり、扱っている情報の種類が異なるという点で本研究とは違いがある。

5.3 本研究の手法に関連する研究

本研究では実世界の物体に画像、音声を保存する操作を提供する。実世界の物体に情報を保存する先行研

究として、IconSticker[6]、mediaBlocks[7] が挙げられる。本研究は遠隔地とのコミュニケーションを目的とした研究であるという点で異なる。

また、ファイル転送を支援する研究として、顔アイコン [8] が挙げられる。ファイルの転送を容易にするという点で本研究と関連するが、本研究では、実世界の物体を用いるという点で異なる。

6 まとめと今後の課題

本研究では既存のファイル送受信によるコミュニケーションの問題点を指摘し、カプセルによるコミュニケーション手法を提案した。また、テーブルを利用して本手法を実現する試作システムを開発した。

今後は、カプセルに集団を想起させるものを選ぶことによって、グループ間のコミュニケーションにも対応できるようにしたいと考えている。

参考文献

- [1] Hiroshi Ishii. Tangible bits: beyond pixels. In *TEI '08: Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*, pp. xv–xxv, 2008.
- [2] Hiroshi Ishii, Ali Mazalek, and Jay Lee. Bottles as a minimal interface to access digital information. In *CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 187–188, 2001.
- [3] Scott Brave and Andrew Dahley. inTouch: a medium for haptic interpersonal communication. In *CHI '97: CHI '97 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 363–364, 1997.
- [4] BJ Fogg, Lawrence D. Cutler, Perry Arnold, and Chris Eisbach. HandJive: a device for interpersonal haptic entertainment. In *CHI '98: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 57–64, 1998.
- [5] Angela Chang, Sile O'Modhrain, Rob Jacob, Eric Gunther, and Hiroshi Ishii. ComTouch: design of a vibrotactile communication device. In *DIS '02: Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems*, pp. 312–320, 2002.
- [6] 椎尾一郎, 美馬義亮. IconSticker: 実世界に取り出した紙アイコン. インタラクション 2003 論文集, pp. 33–34, 2003.

- [7] Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii. mediaBlocks: tangible interfaces for online media. In *CHI '99: CHI '99 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 31–32, 1999.
- [8] 高林哲, 塚田浩二, 増井俊之. 顔アイコン: 手軽なファイル転送システム. インタクション 2003 論文集, pp. 33–34, 2003.