

FeelLight: 非言語情報通信のための双方向入出力デバイス

鈴木 健嗣 橋本 周司

早稲田大学 理工学部 応用物理学科 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1
Email: kenji@ieee.org, shuji@waseda.jp

あらまし 本稿は、人間同士のコミュニケーションは、「何らかの意図」の送信と受信であると考え、単純な情報の交信を繰り返し行うことによるコミュニケーションの手段を提案する。開発した携帯端末サイズの光コミュニケーションデバイス FeelLight は、ボタンを押すという利用者の単純な行為を 1bit 情報として伝送し、光の点滅を用いた双方向コミュニケーションを実現する。1bit の通信を規範とする本デバイスの開発とともに、単純な情報の交信を繰り返し行うことに基づくコミュニケーション手法について論じる。

キーワード 1bit 通信, 双方向コミュニケーションデバイス, 意図の送受信, 光チャット

FeelLight: Bidirectional I/O Device for Distant Nonverbal Communication

Kenji Suzuki Shuji Hasimoto

Dept. of Applied Physics, Waseda University, 3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, 169-8555 Tokyo, Japan
Email: kenji@ieee.org, shuji@waseda.jp

Abstract This paper describes the methodology of interactive I/O device design and introduces a unique light communication interface, namely *FeelLight*. This is the 1-button interface that enables people to communicate with each other in a simple manner. The authors focused on the following key issues: (i) Simplicity: a simple communication method (ii) Affordability: affordance and embodiment of the interface, (iii) Synchronicity: intuitiveness and immediacy, and (iv) Creativity: emergence of communication. By using this interface, people can not only feel the communication partner closer by an intuitive communication, but also to feel a sense of connectedness by a user's active action.

Key Words : 1 bit communication, Light chat, Bidirectional I/O device, Human Intention

1. はじめに

インタフェース技術は、操作盤のスイッチ、キーボード、コマンド入力から GUI (グラフィカルユーザインタフェース) へ進化してきた。我々は、様々なメディアの要素技術を統合する試みを通じ、感性的な情報を取り扱う次世代のインタフェースを探求している[1]。本稿では、仮想世界を介した人と人との新しいコミュニケーションツールの開発について述べる。

現在、携帯端末を用いた遠隔地とのコミュニケーションは、電話による会話や電子メールといっ

た言語的なコミュニケーションが中心である。これらに加え、近年 TV 電話などの静止画や動画を用いた視覚的なコミュニケーションが可能となってきた。また、力覚や触覚といったコミュニケーションは未だ実用化されていないが、次世代のコミュニケーションデバイスとして研究が進められている。

人と人のコミュニケーションにおいて、以前より非言語情報やパラ言語情報の重要性が言われている。言語的な情報はコミュニケーション全体の 7% にしか過ぎず、表情や身振りなどが 55%、その他韻律情報といった非言語情報が 38% を

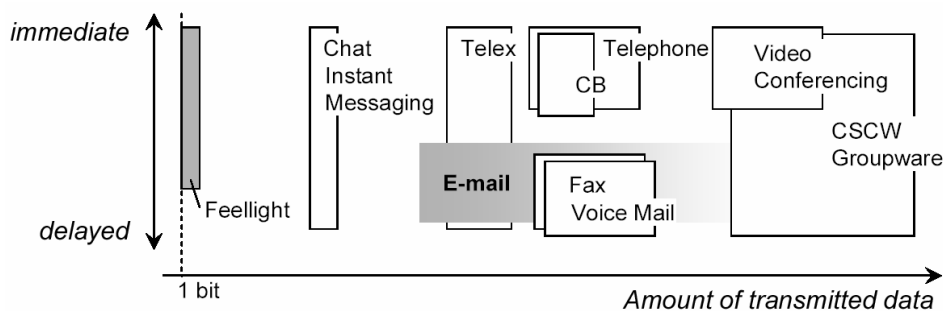


図1 現行の双方向通信メディアと Feellight の位置づけ
Fig. 1 Feellight and Other bidirectional communication media.

占めるといふ心理学的知見も報告されている。
[2] そこでこのような非言語情報に着目し、単純な情報のやり取りを繰り返し行うことで、何らかの意図のみが抽出された情報を伝達することができないかと考えた。

これまで工学における人間の感情や感性に関する研究は、多くの人に共通性のある感性を数量的に測定し、製品開発に応用することを主な目的としてきた。しかしながら、このような情報を解釈する手法は確立されておらず、決定的な解が得られていない。

そこで我々は、人間の意図や感情といった非言語情報を伝達する手法として、入力された情報の解釈を行わず、単純な行為を信号として繰り返し伝達することで、人と人とがコミュニケーションを行うことの出来るインタフェースの構築を目指す。

本稿では、身障者、老人、子供を含めたすべての人が使えて、楽しめるような「遊びのユニバーサルティ」を追求した、携帯端末サイズの双方向入出力デバイスを提案する。これにより、通信相手と時間と空間を共有することで身近に感じ、より直感的なコミュニケーションを可能になるだけでなく、利用者の能動的な行動により、「つながっている」という感覚を得ることができる。これを用いて、より単純な信号の交信により、人間と人間の新しいコミュニケーションの創発を目指す。

本稿では、まずこのような双方向入出力デバイスの実現のための要件を示し、続いて試作した双方向入出力デバイスを紹介する。これら試作したデバイスを用いたコミュニケーションを行った

結果を利用者からの意見に基づいて考察し、今後の展望を述べる。

2. 双方向入出力デバイス

本研究では、単一のインタフェースが入出力機能を持ち、双方向の通信に基づき行われるコミュニケーションのためのデバイスを考える。例えば、マウスは、広く普及している比較的習熟しやすいインタフェースであるが、マウスを操作する盤面と、物理的に異なる場所にあるコンピュータの画面が対応しているため、不自然な場面が生じる。これは本質的に、入力デバイスと、出力デバイスが異なることが原因になっているためである。

また、ここでいう双方向通信とは、同期・非同期に限らず、2つもしくはそれ以上のデバイスは常時接続されており、利用者はこれらのデバイスを用いて、お互いが何らかの意図を双方向に通信することを意味する。

2.1 双方向入出力デバイスの要件

これらを踏まえ、双方向入出力デバイスを実現するにあたり、以下のような要件を考慮する。

- 1) 簡便性: 簡便なシステムで、かつ携帯できる大きさのデバイス。
- 2) 身体性: 身の回りにある道具(ツール)から容易に推測できるアフォーダンスを備えたデバイス。ここでは、特に、入出力が一つのインタフェースにて実現することを主眼に置く。

- 3) **共時性**: 即時系・待時系ともに、直感的に「つながっている」という感覚を生じることのできるデバイス。
- 4) **創造性**: 利用方法を限定せず、利用者が発展的に新たな使い方を見出すことの出来るようなデバイス。これにより、利用者それぞれが遊戯のように独自のルール、通信の言語を生み出し、コミュニケーションの創発を促すことの出来るようなデバイスの構築を目指す。

2.2 関連研究

これまで、前頁図1に示すような即時系、待時系における様々な双方向通信メディアが提案されてきた。これらを通じ、言語情報の伝達だけでなく、いくつかの非言語情報のやり取りが行われている。例えば、メールは待時系のメディアであるが、言語情報だけでなく、メールのやり取りの頻度や顔文字などから多くの非言語情報を得ることができる。

西本[3]は、常時伝え合う情報として、具体的な状況情報（どこで何をしているかなど）は必要なく、ただ「元気で生きている」ことを伝えることで十分ではないか、と論じている。このような情報を伝える手法として、Ambient Media [5]の研究が行われている。これは、現実世界の音、光、影、空気の流れ、水の動きなどを利用し、仮想世界とのインタフェースとして利用する手法である。例えば、植物や光を用いたインタフェースとして、ファミリープランター[5]がある。これは、植木鉢のような外観を持つデバイスが、周囲の環境の情報を計測し、これをもとに相手側のデバイスに備えられた光ファイバを発光させる。また、高齢者の在宅安否確認のために、電気ポットの使用状況を通信するシステムも提案されている。

これらのシステムは、デバイスの状況により人間が相手の状況を判断するようなツールとして興味深い。あくまでも受動的なインタフェースであり、利用者に直接的に交信を促すためのものではない。通信を目的としたインタフェースでは、利用者の能動的な交信を促すようなインタフェースであることも重要である。

光を利用して利用者の能動的な行為により交信を行うシステムに、LumiTouch[6]がある。これは、写真立てのフレームを握った強さにより、遠隔地にある同じデバイスに埋め込まれた3種類

のLEDが発光するシステムであり、これらの双方向的なやり取りにより交信を行う。

一方、力覚を通じて能動的にコミュニケーションを行うデバイスもいくつか提案されている。inTouch[7]は「触れる電話」のコンセプトを具体化したものであり、円筒状のローラを動かすことで、遠隔地にいる相手のデバイスに意図を通信することが出来るデバイスである。また、遠隔地にある物体の触覚・力覚情報を伝えるインタフェース[8][9]や、握り情報をデバイスの振動として伝えるインタフェースとして GraspCom[10]や ComTouch[11]などがある。

しかしながら、これら多くのインタフェースはいずれも携帯には不向きである。利用者が常に「つながっている」感覚を提示するためには、携帯できるサイズのデバイスを常に持ち歩くような状況が望ましい。

2.3 1bit 通信手法とその装置

言語情報と韻律情報が伝達される電話に比べ、TV電話では、表情・身振りが加わり、より多くの非言語情報を伝達できる。これは、伝達する情報を増やすことで、より多くの付加的情報も合わせて伝達するという考えに基づいている。一方、擬人化アバタを用いてシンボルとして非言語情報を伝達する試みも行われているが、非言語情報をどのように解釈し、どのように提示するかが問題になる。

そこで我々は、人間同士のコミュニケーションの基本的な要因は、「何らかの意図」の送受信であると考え、ボタンを押す動作にのみ基づく1bitの情報により交信する手法を提案する。ここでは、情報の解釈を行わず、限りなく少ない情報によりコミュニケーションを実現することを試みる。具体的には、ボタンを押すという利用者の能動的な行為を1bitの情報として双方向的に通信させるための入出力デバイスとして、光を用いたコミュニケーションのためのデバイス FeelLight を開発した。

これは、物を押すという単純かつ直感的な動作を通じて、遠隔地間で「存在感」を得ることが出来るだけでなく、操作子と情報提示が同一のインタフェースによって行われるため、直感的な道具としての機能を持つデバイスといえる。以下の章にてこれらの装置の概要を述べる。

3. FeelLight: 1bit 通信装置

光を用いたコミュニケーションデバイスとして、FeelLight (図2) を作成した。情報端末に付随した操作子 (ボタン) は、それぞれの側において、操作者がボタンを押す動作をスイッチにより取得し、これにより内部に備えられた発光LEDの色が変化する。このスイッチの信号は遠隔地へ通信され、受信した相手方の信号に同期して、内部に備えられた発光LEDの色が変化する仕組みである。

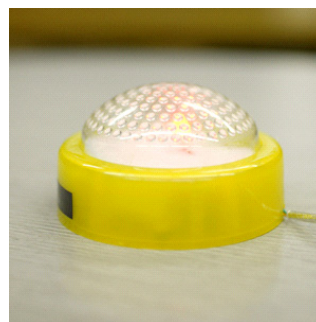


図2 1bit 通信デバイス *FeelLight* プロトタイプ
Fig. 2 The prototype of 1 bit communication device - *FeelLight*

3.1 システム概要

図3、表1に、試作したプロトタイプ *FeelLight* 及びその仕様を示す。このデバイスは内部に発光LED、ブザー、制御用LSIを備えている。また、コンピュータとUSBケーブルのみによってつながれており、外部からの電源を供給しない簡易な仕組みである。通信は、接続したコンピュータによっておこなわれる。

これは、発光LEDの光の色変化を見ることで、相手からの情報を得る即時系のデバイスとしての役割を持つだけでなく、ある時間が過ぎた後も光の色が保持され、光の色が一種のメモリになり、待時系のデバイスとしての役割も持つ。今回、*FeelLight* の色変化は黄→赤→青→緑の4種類のみであるため、4種類の状態を持つ。

このように、お互いにボタンを操作することによりボタンの色の変化により多様なコミュニケーションが可能となる。複数のシステムを同時に用いたり、光の色をあらかじめ定められた規則に基づき変化させるなど、より高度なコミュニケーションも可能である。

送受信するデジタル符号は、ボタンを押すという1bitの情報に加え、それぞれ固有の番号のみであり、ブロードバンドに代表されるような広帯域な通信は必要ないが、常時接続されることが望まれる。

また、装置に備えられた発光LEDの表示色 (現在 4096色) 及び付随するブザー装置により発生するブザーの発音時間の調節をソフトウェア操作によりコンピュータから制御可能である。これより、ユーザ側でもデバイスの動作をプログラミングすることが出来る。

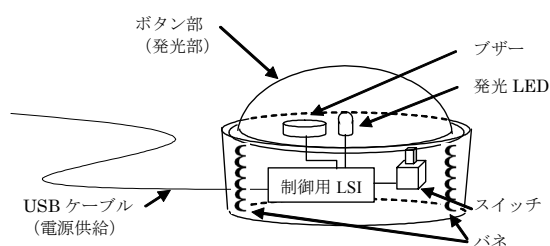


図3 *FeelLight* プロトタイプ概要
Fig. 3 Overview of the prototype *FeelLight*

Table. 1 *FeelLight* プロトタイプ システム仕様
Table. 1 Specification of Prototype *FeelLight*.

項目	仕様
外形サイズ	φ85mm
ボタン部サイズ	φ60mm
重量(g)	90g (ケーブル含)
反応時間	10 msec 以下
通信インタフェース	USB 及び TCP/IP

3.3 ソフトウェア構成

FeelLight は、双方向の通信に基づき行われるコミュニケーションのためのデバイスである。これは、ネットワークに接続されたPCを介して、2つ以上の入出力デバイスにより通信を行うためのシステムである。それぞれの装置は、固有の番号によって管理し、その番号をサーバに登録することで装置間の接続関係を定める。これには、ユーザ名による管理、もしくは対向のように予め定められた接続関係を用いる。

サーバ側は、各装置から「ボタンを押した」という1bitの情報を受け取り、あらかじめ登録されているグループに属するすべての入出力デバイスに、定められた情報を配信する役割を持つ。例



図5 *FeelLight* によるインタラクション
Fig. 5 An interaction through a pair of *FeelLight*

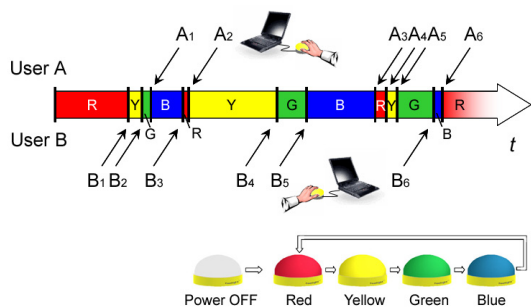


図4 *FeelLight* による通信の例
Fig. 4 A communication through a pair of *FeelLight*

として、デバイスに備えられているLEDの色を決まった順に変化させる場合は、変化の順番をあらかじめサーバに登録しておき、この色を変化させるためのキーが各デバイスからの上り情報に含まれる1bitの情報となる。

本試作機では、入出力デバイスの操作子は押しボタンであり、出力手段はLEDによる4色の光の出力である。なお、ここで言う1bit通信とは、上り情報の内容情報において、アドレス部を除くアプリケーションレベルの情報量が1bitで構成されていることに起因する。

3.2 応用システム

これまで、上記に述べたUSB機器に加え、以下のようなインタフェースを構築した。

仮想ボタン装置 (FeelLight Virtual) : コンピュータ上、携帯電話上にソフトウェアによって構築さ

れる仮想的なボタン装置によっても上記のシステムが実現できる。また、携帯電話のディスプレイ全体をLEDライトとして用いることで、上記システムを実現した。

無線ボタン装置 (FeelLight Wireless) : 2.4Ghz帯の無線LAN (IEEE802.b) をボタン装置内に備えており、無線通信を用いて上記システムが実現できる。電源は本体内の充電電池より供給される。

4. 実験

実際に作成した *FeelLight* デバイスによるコミュニケーションシステムの有用性を調べるために以下の実験を行い、被験者からの意見に基づき考察する。

2対のデバイスをTCP/IPを通じて接続し、相互通信の実験を行った。被験者は18歳から61歳までの25人であり、実験時間はそれぞれの被験者グループによって20分から2時間と異なる。また、通信相手は友人、家族など既知の人物であり、それぞれの被験者には予め知らせてある。*FeelLight* による通信の例、及び使用状況を図4、図5に示す。

実験後、被験者にコミュニケーションの感想を聞いたところ、単純な発光LEDの変化のみの情報伝達にも関わらず、遠隔地にいる相手を感じることが出来るとの意見を得られた。また、高齢者の方より、電気ポットによる遠隔監視システムと異なり、自ら能動的にコミュニケーションを行うことが出来る点が興味深い、という意見を頂いた。

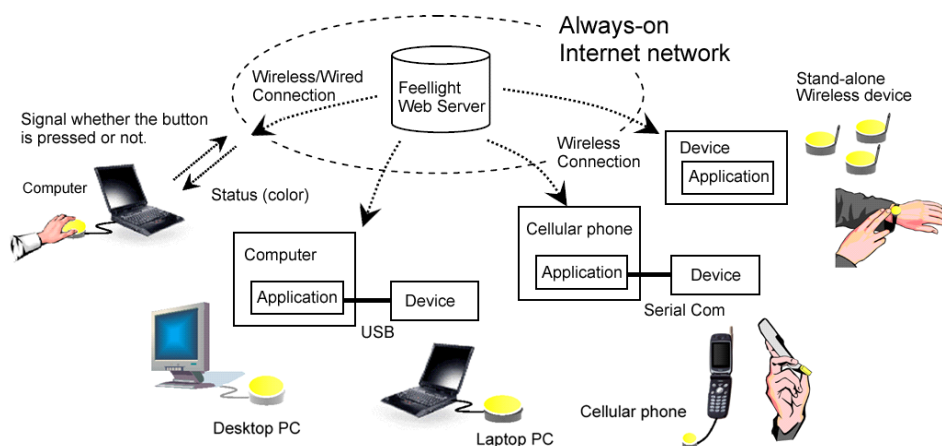


図6 Feellight 装置の使用形態
Fig. 6 Overview of the Feellight Network

また、25人中2人よりこのデバイスをマウスであると感じたという意見があった。これは、発光LEDが点灯していない状態でノートPC端末にUSB接続されたデバイスを見て、あたかもマウスのように扱おうとしたものである。

5. 考察

5.1 Webサーバベースアプリケーション

このインタフェースを用いて Peer-to-peer による一対一の通信に加え、Webアプリケーションを用いて複数装置を利用したシステムを構築した(図6)。

各デバイスは、ネットワークにより通信を仲介する処理を行うサーバと直接に接続されるか、またはPCなどの端末装置を介して前記サーバとネットワークで接続されている。これらの入出力デバイスをそれぞれ操作する複数の操作者が通信を行うための通信システムである。

このデバイスは、操作者の入力操作を検出する部分と、情報を提示する部分からなり、ここでサーバへ伝達する情報を上り情報、ネットワークを介してサーバからデバイスへ送信される情報を下り情報と呼ぶ。一方、サーバは、上り情報に基づき下り情報を生成し、接続されている複数の入出力デバイスへ配信する役割を持つ。

3人以上複数人での交信の場合、基本的には発信者を特定することは出来ない。それぞれの利用者は、自分の送った「何らかの意図」に対して他の人達がどのように反応しているのみ感知で

きる。一方、各利用者がLEDの色を変えるなど、使用者が自由にコミュニケーションのプロトコルを決定することが可能である。

また、このような単純な行為を取得するインタフェースの特徴として、子供からお年寄りまで扱えるユニバーサルなデザインであることがあげられる。これより、遠隔地に居住する仲間、親戚と手軽に遊べて、楽しめるような新しい光チャットという手段を提供できる。

5.2 双方向入出力デバイスデザイン

以下に、2.1節に述べた双方向入出力デバイスの要件に対する本デバイスとの関連する議論をまとめる。

- 1) **簡便性**：本デバイスはコンパクトかつ軽量であり、ラップトップ型のPCや電話回線など、様々な形態のネットワーク端末に接続することが可能である。PCやPDAでは、提案手法の仕組みをソフトウェア上で実現することが可能であるが、ほとんどの被験者はソフトウェアより実際のデバイスを好んだ。
- 2) **身体性**：子供から高齢者までほとんどの人は、ボタンという単純なインタフェースに慣れている。また、本デバイスの目的や使用方法に関しても、他の人が本デバイスを使用しているのを見て、すぐ理解できるという利点がある。これは、デバイスのもつ身体性に寄与していると考えられる。被験

者は、入力部（操作子、つまりボタン部分）と出力部（LED、つまり光の変化）が同じインタフェースで行われていることが重要なのである。

- 3) **共時性**：被験者は予め定められた色の変化の系列に基づき、本デバイスによりインタラクションを行う。やはり、相手からのフィードバックがあると喜び、ないとさびしい気分になる。ある被験者は、本システムを同じ打楽器を叩いているようだ、と形容した。このように、本システムによりユーザが「つながっている感覚」をある程度得ることができたと考えている。
- 4) **創造性**：今回のような短い時間の実験においては、言語の発生や言葉の創造などといったものは見られなかった。しかしながら、筆者らが予期しなかったインタラクションの方法として、ある被験者が、通信相手が例えどのような色に変えても、常に赤色に変化させていた。その相手は「赤では心配な気持ちになる」と他の色にすぐ変える、ということが見られた。

今回の実験を通じ、被験者より「引き続き使って見たい」という意見を得られた。通信を目的としたインタフェースではないが、身近な道具で洗練されたインタフェースに文房具や楽器がある。これらは使いやすいインタフェースの要件を満たすだけでなく、習熟することに楽しみを持つことができる。このように、利用者に「使いたい」と思わせることの出来るデバイスであることも重要である。筆者らはこれらのデバイスも現在も試用しており、今後も検証を続けていくつもりである。

5.3 FeelLight 応用装置

また、本デバイスと Web サーバアプリケーションを用い、大幅なハードウェア装置の変更なく、ソフトウェア上の設定のみにより下記のようなシステムが構築できる。

病院内連絡装置：入院患者用のナースコールと併用して、上記システムを構築する。これは、各部屋に備えられた装置と、集中管理室に設置された複数（クライアント側のデバイス数と同じ数）のデバイスをアレー状に接続する。これより、1対

多で行われる副次的な通信手段として用いることが期待できる。

投票装置：上記と同様に、クライアント側でボタンを押された回数に応じて、ホスト側（集中管理側）の色が変わる仕組みを構築する。さらに、経過時間に応じて、自動的に色を変更する（つまり、「冷えていく」）仕組みを加えることで、ボタンが多く押されているときは赤い色になり、あまり押されていない場合は青くなるような効果が期待できる。この仕組みを投票装置に応用することで、ユーザは他の人がどの程度ボタンを押しているかを常時感じることが可能になる。

また、音声情報や映像情報だけでなく、このような力覚・触覚をあわせて利用したコミュニケーションの手段は、ゲームをはじめ、障害者用のインタフェース、操縦の訓練などさまざまな応用が期待できる。今後はデバイスの小型化による携帯電話への実装、音声や映像と力覚の組み合わせによるコミュニケーションによるアプリケーションもあわせて検討して行きたい。

6. まとめ

本稿では、携帯可能な光コミュニケーションデバイス FeelLight の開発、及び実際に遠隔地との交信を実現し、ユーザテストを行った結果を報告した。

近年、ユビキタスコンピューティング[4]、パーベイシブコンピューティングに関する研究が盛んに行われており、インターネット、情報ネットワークを利用した様々なインタフェースが提案されている。本稿で提案したデバイスは、このようなユビキタス環境における透明性のあるインタフェースとも言え、単純な情報を繰り返し数多く交信することで行うコミュニケーションの可能性を示すと考えている。

本稿で開発したデバイスは、1bit の通信を規範としており、伝達できる情報は少ない。しかしながら、その使用方法を出来る限り限定することなく、それぞれ独自の遊び方を通じて、利用者が独自の言語を構築し、一種のコミュニティを形成することが出来るのではないかと考えている。また、わずかに一瞬の「ボタンを押す・ダイヤルを回す」という行為により、時間を浪費することなく、遠

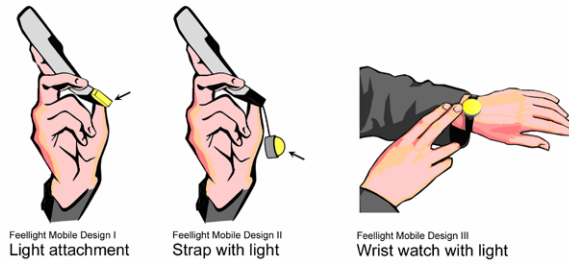


図7 Feellight Mobile デザイン
Fig. 7 Device design for cellular phone and stand-alone device.



図8 壁掛け型 Feellight
Fig. 8 Device design for wall-mount Feellight device.

隔地において、工作中、移動中もしくは歩きながらも、家族や友人達と、同じ時間を共有することが可能になる。伝えにくいことをライトの光によって伝え、言葉では伝わらない感覚を触覚を通じて伝えることが出来ると期待している。

これまでに、コンピュータ・携帯電話上にソフトウェアによって構築される仮想的な装置、及び無線通信を用いたインタフェースを構築したが、PC本体、壁掛け型(図8)や、一般の家電機器への組み込みシステムの実現が次の課題である。また、長期間のユーザテストを引き続き行っていきたい。

参考文献

- [1] S. Hashimoto, "KANSEI as the third target of information processing and related topics in Japan," *Proc. AIMI Intl. Workshop on KANSEI - The Technology of Emotion*, 1997, pp. 101-104.
- [2] A. Mehrabian, *Nonverbal Communication*, Aldine-Atherton, Chicago, 1972.
- [3] 西本一志, "心を表現するインタフェース", システム/制御/情報, Vol. 47, No. 4, 2003, pp. 1--6.
- [4] 石井 裕, *Tangible Bits: 情報の感触/情報の気配, 情報処理*, Vol. 39, No.8, 1998, pp. 745-751.
- [5] Y. Itoh, A. Miyajima, T. Watanabe, "'TSUNAGARI' Communication: Fostering a Feeling of Connection between Family Members," *ACM CHI 2002, Extended Abstracts*, 2002, pp. 810-811.
- [6] A. Chang, B. Resner, B. Koerner, X. Wang, and H. Ishii, "LumiTouch: An Emotional Communication Device," *ACM CHI 2001, Extended Abstracts*, 2001, pp. 313-314.
- [7] S. Brave and A. Dahley, "inTouch: A Medium for Haptic Interpersonal Communication," *ACM CHI 1997, Extended Abstracts*, 1997, pp. 363-364.
- [8] Y. Fujita, S. Hashimoto, "Experiments of Haptic and Tactile Display for Human Telecommunication," *Proc. of the 1999 IEEE Intl. Workshop on Robot and Human Interaction*, 1999, pp. 334-337.
- [9] K. Ouchi, S. Hashimoto, "Handshake Telephone System to Communicate with Voice and Force," in *Proc. of the 6th IEEE Intl. Workshop on Robot and Human Communication*, 1997, pp. 466-471.
- [10] 澤田秀之, 鶴丸朋史, 橋本周司, "GraspCom - 力覚を利用した双方向入出力デバイスの試作 -", 情報処理学会 インタラクシオン'99 論文集, 1999, pp.201-208.
- [11] A. Chang, M. S. O'Modhrain, R. J. K. Jacob, E. Gunther, H. Ishii, "ComTouch: design of a vibrotactile communication device," *Proc. of Symposium on Designing Interactive Systems*, 2002, pp. 312-320.
- [12] M. Weiser, *The Computer for the 21st Century*, *Scientific American*, 265 (3), 1991, pp.94-104.