

## 時差を考慮した 遠隔コミュニケーション支援システム

辻田眸<sup>†</sup> 川原夕季<sup>††</sup> 塚田浩二<sup>†††</sup> 椎尾一郎<sup>††††</sup>

通信技術の発達により、昔に比べると遠距離間でもコミュニケーションをとりやすくなっている。しかし時差がある場合、相手の時間等を気にする必要があり、コミュニケーションをとることが難しい。そこで、我々は時差を考慮した遠隔コミュニケーション支援システムを提案する。その具体例として“AsyncDecor”、“CU-Later”について述べる。これらは遠隔地の相手の行動をリアルタイムに伝達するのではなく、時差の分だけずらしてその行動を伝達するシステムである。本稿では AsyncDecor, CU-Later の概要と具体例について述べ、今後の展望について示す。

### A Communication System Considering Time Difference

Hitomi Tsujita<sup>†</sup> Yuki Kawahara<sup>††</sup>  
Koji Tsukada<sup>†††</sup> Itiro Siio<sup>††††</sup>

It is easier to communicate with remote partners than ever before since various means of communication become widespread recently. However, remote communication issues for people living in different time zones are still not resolved. In these cases, most people often worry about her/his partner, since they have only limited time to communicate with each other. To address this problem, we propose the two communication system considering time difference - the AsyncDecor system and the CU-Later system which support remote communication of partners considering the time difference between two locations. AsyncDecor and CU-Later can transmit an activity of a user to her/his partner who lived in another time zone after several hours (decided by the time difference) the original activity occurred. . We discuss the design of this system and future prospects.

### 1. はじめに

様々な通信手段の発達により、昔に比べると遠距離者間でもコミュニケーションを取りやすくなったが、今なお遠隔コミュニケーション問題で悩んでいる人たちは多い。特に時差のある遠隔者間のコミュニケーションは、相手の時間等を気にする必要があり、電話やビデオチャットなどのリアルタイムのコミュニケーションツールを用いることが難しくなると考えられる。物理的な距離の制約だけでなく、時間的制約も加わり、ますます難しくなるといえる。遠隔コミュニケーションを題材とした研究は数多く存在している。例えば inTouch1) はローラに触れたりまわしたりすると遠隔にあるデバイスの対応するローラがその動きを伝えてくれる研究である。また、Feellight2) は携帯端末サイズの光コミュニケーションデバイスで、ボタンを押すという利用者の単純な行為を 1 bit 情報として伝送し、光の点滅を用いた双方向のコミュニケーションを実現している。しかしながらこれらの研究は、時差のあるコミュニケーション支援を対象としていない。

我々もこれまでに遠距離恋愛者間のコミュニケーション支援を目的としたシステム「SyncDecor」3) を提案した。これは、遠隔地に置かれた家具、日用品、調度品を同期させることで相手の状態や雰囲気さをさりげなく伝えるシステムである。これまでに、明るさが同期するランプ「SyncLamp」や、蓋の開閉が同期するゴミ箱「SyncTrash」などを実装し、3 組の遠距離恋愛中のカップルに実際の日常生活で使ってもらい長期実証実験を行った。そして SyncDecor が遠距離恋愛者間のコミュニケーション支援に有効であることを検証した。しかしながら生活スタイルの違うカップルの場合、相手が SyncDecor を動かしている様子を見る機会が少なく、システムが有効に働かないケースもあった。

このように、物理的な距離によるずれ違いだけでなく、時間によるずれ違いも考慮する必要があることがわかった。そこで本研究では、物理的な距離によるずれ違いだけでなく、時間によるずれ違いも考慮した遠隔コミュニケーション支援システムを提案する。その具体例として「AsyncDecor」、「CU-Later」について述べる。

<sup>†</sup>東京大学大学院情報学環

Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo

<sup>††</sup>東日本電信電話株式会社

NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION

<sup>†††</sup>お茶の水女子大学 お茶大アカデミックプロダクション/科学技術振興機構 さきがけ

Ochanomizu Academic Production, Ochanomizu University / JST PRESTO

<sup>††††</sup>お茶の水女子大学 大学院人間文化創成科学研究科

Department of Computer Science, Ochanomizu University

## 2. AsyncDecor

AsyncDecor は時差を考慮した遠隔コミュニケーションシステムである。遠隔地に設置した家具や日用品の動きをリアルタイムに連動させるのではなく、時差の分だけずらして、その動きを伝達する。コンセプトを図1に示す。

例えば、日本とアメリカで離れて暮らす家族の場合、日本で 18 時に行った AsyncDecor の動作は、アメリカの現地時間が 18 時になったときに伝達される。一方が朝点灯させたランプは相手の家でも朝になってから点灯する。このように家具の動作を時差の分だけずらし伝達することで、時間的ずれを感じることなく、遠隔地の相手の存在や状態をさりげなく知ることができるのではないかと考える。

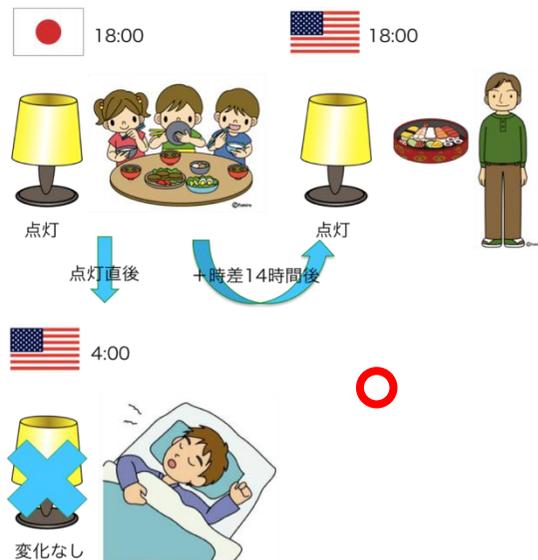


図1 AsyncDecor のコンセプト。時差のある遠隔地において、相互の日用品 (e.g., テーブルランプ) が時差分待機してから同期する。

### 2.1 AsyncLamp

本研究では、AsyncDecor の具体例として、時差を考慮して明るさが連動するランプ AsyncLamp を実装した (図2)。ランプのように人の存在情報や状態を継続して伝えるのに適しているシステムが、時間的なずれによるコミュニケーション不足の解消

ツールとして機能するのではないかと考えたためである。特に、食卓・枕元の照明に着目した。食卓・枕元の照明は、食事や睡眠といった私たちの生活に欠かすことのできない行動を反映している。その照明の状態を伝達することにより、遠隔地の相手をより身近に感じることができるのではないかと考えた。例えば食卓のランプの状態を伝達することで、相手が食事をしている時間を間接的に知ることができ、また一緒に食事の場を楽しむ感覚を味わうことができるのではないかと考えた。また、枕元のランプの点灯/消灯により、相手の生活リズムを感じることができるのではないかと想定した。



図2 AsyncLamp 設置図 (枕元)

### 2.2 その他の AsyncDecor

前述した AsyncLamp 以外にも、時間的なずれによるコミュニケーション不足の解消ツールとして様々な例が考えられる。本節では、今後実装予定の AsyncDecor について述べる。

#### 2.2.1 AsyncCurtain

カーテンは、朝起床するとカーテンを開ける/夜帰宅するとカーテンを閉めるなど、私たちの生活に欠かせない日用品である。カーテンの状態を共有することで、遠隔地の相手の行動や生活リズムを感じることができるのではないかと考えた。そこで時差を考慮してカーテンの開閉が連動するシステム AsyncCurtain を提案する。カーテンの開閉を時差の分だけずらし伝達することで、相手の起床時間や帰宅時間を間接的に知ることができ、行動や様子を伝えることができる。また例えば、カーテンの右側は彼氏が、左側は彼女が開閉すると決めておき、状態を伝え合うことで、明示的なコミュニケーションツールとしての活用も期待できる。

### 2.2.2 AsyncPlayer

音楽の共有は趣味の共有だけでなく、その時の相手の感情や雰囲気を知ることができる。そのため音楽を介してコミュニケーションを取るカップルや家族も多いだろう。そこで時差を考慮して音楽プレーヤーの動作が連動するシステム AsyncPlayer を提案する。まず、ユーザはお互いのプレイリストを Web 上で共有する。次に、ユーザが音楽プレーヤーの選曲、再生、停止などを行うと、AsyncPlayer がこれらの動作を時差分だけずらし、遠隔地の相手に伝達する。これにより、遠隔地の相手の雰囲気や状態を知ることができ、相手のことを思うきっかけになると考える。例えば夜聞きたい曲と朝聞きたい曲は違うかもしれないし、同じ曲であっても聞く時間帯によって印象が違う場合がある。時差を考慮し同じ時間帯に音楽を共有することで、より相手に共感することができるのではないかと考えた。

### 2.3 利用シナリオ

AsyncDecor を使用する際のシナリオについて述べる。

シナリオ 1：単身赴任でアメリカに出向している父親と日本に暮らす家族の場合  
父親はいつも朝早くから夜遅くまで仕事をしており、子供たちが寝てしまう時間にはまだ帰宅していないことが多い。そのため、子供たちは寝る前にランプが点灯するのを見たことがなく、寂しい思いをしていた。しかし、ある日仕事が早く終わって帰ってきた父親がランプを点灯するのを見て、父親にゆっくり休んでほしいと感じた。また、「お仕事おつかれさま」と父親にメールをしてみることにした。

シナリオ 2：イギリスに留学中の彼氏と、日本に暮らす彼女の場合  
日本で暮らす間は、いつも一緒に夕食をとっていたので寂しさを感じることはなかった。留学が始まってからもカップルの生活リズムは変わることがなかった。彼女が夕食の準備を終え食事を開始しようとしているときに食卓のランプが点灯した。これにより、彼氏も同時刻に食事をとっていることがわかり、一緒に食事をしている感覚を味わうことができた。また、彼氏がきちんと食事をとっていると感じて、安心できた。

### 2.4 システム構成

AsyncDecor のシステム構成を図 3 に示す。各家庭には、AsyncLamp と Host PC が設置されている。それぞれの PC にはハードウェアをコントロールするミドルウェア (X10Server a) と Ruby プログラムが稼働しており、遠隔地の家とネットワークで接続されている。ランプの制御には X10 デバイス (POWERHOUSE X10 LAMP MODULE) を利用した。

X10 とは電灯線通信を用いて、照明器具や家電機器の電源を制御することができるシステムである。X10 デバイスを電源コンセントと家電製品のプラグの間にはさみ、

PC や X10 コントローラから制御することができる。なお、X10 デバイスには最大 256 個の ID を任意に割り当てて、個別に制御できる。X10 は安価で導入が容易であり、電力線が得られる場所なら家のどこであっても AsyncLamp を配置することが可能である。ここでは、X10 インタフェース (POWERLINC SERIAL/TW523) を PC に接続することで、電力線を通る X10 信号を取得したり、AsyncLamp の照明を直接制御する。ユーザが AsyncLamp を操作すると、その情報がミドルウェア (X10Server) を介してメインプログラムに伝えられる。そしてメインプログラムは Web サーバに HTTP で接続して、CGI プログラムにデータを送信する。メインプログラムはサーバ上のファイルを一定時間ごとにポーリングすることで、遠隔地のランプの状態を取得し、履歴を保存する。この履歴データに基づき、遠隔地と同時刻になった場合に、AsyncLamp の状態を変化させる。

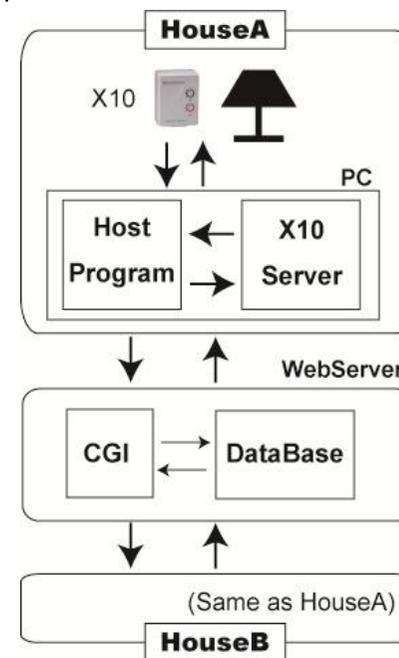


図 3 AsyncDecor システム構成図

a <http://mobiqitous.com/mobiserver/x10server.html>

### 3. CU-Later

時差のあるコミュニケーションにおいて、電話やビデオチャットなどを使用する場合、お互いに物理的に時間を合わせる必要があり、あらかじめ電話する時間を決めたり、相手の時間を考慮してスケジュールを立てたりと手間がかかる。しかし、時差のある離れた2点間に在住する家族間においては、メールなどの文字ベースのコミュニケーション手段以上に、電話やビデオチャットが好んで利用されることが報告されている(4)。これは、家族などの親しい関係においては、相手の声を聞きたい顔をみたいという強い思いがあるためだと考えられる。

我々は相手の時間やスケジュールを気にすることなく、日常生活のなかで自然に相手の声を聞くことができたり、視覚的に様子を知ることができれば、時差のあるコミュニケーション支援に役立つのではないかと考えた。

そこで、本研究では時差を考慮したテレビ電話システム「CU-Later」を提案する(図4)。本システムでは、遠隔地で起こったこと(録画されたビデオ)をリアルタイムに伝達するのではなく、時差の分だけずらして、その映像を伝達する。図4のように、遠隔地の2地点の食卓にCU-Laterを設置し、食事の様子や会話を録画し、さらにその映像を遠隔地の相手に伝達することで、離れて暮らしていても一緒に食事をしている感覚を与え、コミュニケーションを誘発する。



図4 CU-Later 設置図

ユーザは遠隔地で同じ時間帯に録画された前回の映像のみ閲覧することができる。例えば、日本とアメリカで離れて暮らす家族の場合、日本で18時に録画された映像は、アメリカの現地時間が18時になったときに伝達され、再生される。そしてそれを閲覧している様子も録画され、さらにその映像が日本の現地時間が18時になったと

きに伝達され、その映像を閲覧することができる。一方、朝録画された映像は遠隔地の相手の家でも朝になってから再生され、その様子が録画される。このように時差の分だけずらして伝達することで、相手の時間等を気にすることなく、遠隔地の相手の状態を知ることができ、非同期コミュニケーションができるのではないかと考えた。さらに同じ時間帯の映像をやり取りすることで、同じ時間を共有していると感じ、より相手のことを身近に感じるのではないかと考えた。

#### 3.1 利用シナリオ

CU-Laterを使用する際のシナリオについて述べる。

シナリオ：アメリカに留学している娘と日本に暮らす家族の場合

娘はCU-Laterを食卓に置き、一人で夕食を食べていた。すると母親が「最近、油っぽい食べ物を食べていることが多いわね。ヘルシーな食べ物をたくさん食べてほしいわ。」と父親に話している映像をみた。そこで娘はその映像に対して、「ヘルシーな食べ物も食べているよ。今日は煮物を作って、食べているの。」と話しかけた。翌日、その様子(録画された映像)を見た両親は安心し、また元気そうな娘の様子を見ることができてうれしくなった。そして、「おいしそうに作っているね。今度は魚料理を作ってみたら。」とコメントした。

#### 3.2 システム構成

CU-LaterはタッチスクリーンPC、Webカメラ、マイクと人感センサから構成されている(図5)。PCのディスプレイ上にはCU-Laterのソフトウェアが表示されており、遠隔地で先に録画された同じ時間帯の映像(図6①)と、自分自身のリアルタイムの映像(図6②)が表示されている。映像を連続的に録画・伝達し続けることは、プライバシーの問題が大きいので、本システムでは遠隔地で同じ時間帯に同じ行動(食卓に座る)をしているときのみ、遠隔地の相手の様子を閲覧したり、自分自身の映像を相手に伝達する。具体的には、前述の人感センサとディスプレイ上のボタンを利用する2種類の仕組みを用意した。人感センサでは、ユーザがシステムの前にいることを検出し、ボタンでは任意に録画/再生を切り替えることで、映像の録画/遠隔地の映像の再生を開始する。このようにして、ユーザは食卓に自然に座るだけで、遠隔地の相手と一緒に食事をしている感覚を味わうことができ、コミュニケーションをとることができる。なお、ソフトウェアの実装にはAdobe Flashを、映像/音声の録画/伝達にはFlash Media Serverを利用した。

b 人感センサは設置場所によっては誤動作の可能性があるため、実証実験時に確実にプライバシーを保持することを考慮して、スイッチの実装も用意している。

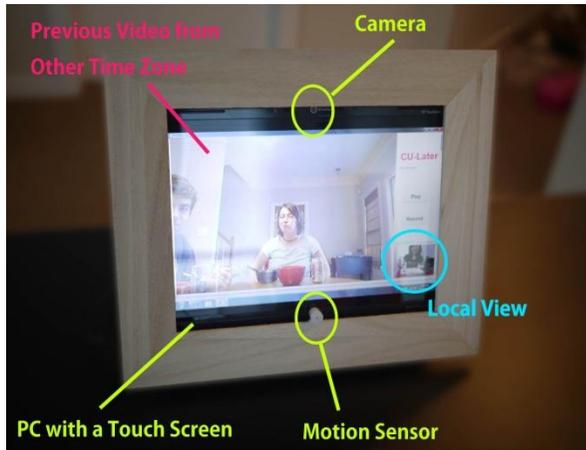


図 5 CU-Later の外観

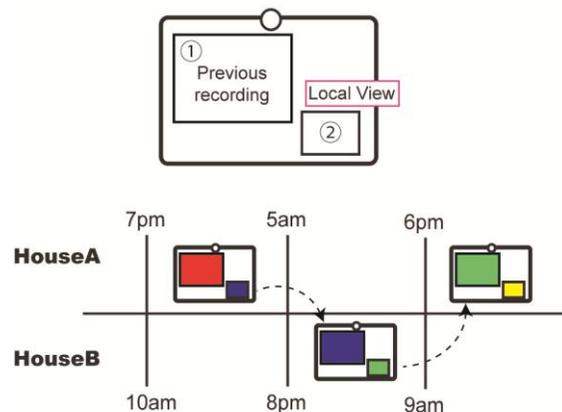


図 6 CU-Later の説明

### 3.3 評価実験

長期的な実証実験に先立ち、CU-Laterの基礎的な有効性を評価するために、筆者の一人（被験者 A）とその研究室のメンバー（被験者 B）が被験者となり予備実験を行った。実験中、それぞれの夕食の様子を録画し、さらにその映像を閲覧している様子を録画するという行為を4回行った。被験者 A は一人で夕食を食べ、被験者 B は一緒に暮らしている友達と夕食を食べた。実験の目的は、システムが実際にどのように使われるのかを調査し、繰り返し録画することでコミュニケーションが成り立つのかを確認することである。

#### 3.3.1 結果と考察

まず、カメラの設置位置やフレーミングが重要だということがわかった。実験当初は、各被験者にこれらの詳細を指示していなかったため、被験者 A の最初の映像は顔だけが映っており、被験者 B の映像は、食事全体の様子が映っていた。両者を比較すると、被験者 B の映像では、どのような様子で何を食べているかが容易に判別でき、一緒に食事の時間を共有している感覚が伝わりやすかった。そこで、被験者 A も設置場所を変更し、食卓全体が映るようにした。また本システムの設置場所を調整した結果、実際に一緒に食事をとっているように感じる対面に置くほうが、より時間を共有している感覚を与えることがわかった。

次に、本システムを介したコミュニケーションの様子について述べる。被験者 A、被験者 B とともに、自然に相手に話しかけたり、相手の質問について答えたり、相手が笑っているとその様子を見て一緒に笑ったりする様子が観察できた。また両被験者とも、自分の状況を自発的に相手に説明する様子がしばしみられた。例えば、「今、24 という TV 番組を見ています。」や「今晚はカレーです。」などである。さらに一緒に場所を共有している時のように、相手が話をしていない時になげなく映像に話しかけるといった行為がみられた。このような状況から、本システムがインタラクティブなコミュニケーションを支援できることが示唆された。

最後に、音声の録音方法について述べる。本実験では、システムから再生される音声は無視して、マイクからの音声のみを記録した。実験前は被験者がお互いの話を理解できるのか、会話が成り立つのか心配であったが、特にコミュニケーションに大きな問題は見られなかった。一方、音声を重ねて録音することで新たなコミュニケーションを創発する可能性もあるため、今後の評価実験を通して検討していきたい。

## 4. 関連研究

これまでにも遠隔コミュニケーションを対象とした研究は多くなされていた。例え

ば, Robot-PHONE5) は, 声だけでなく, ロボットを介して身振りや手振りを伝えることができる. また, ロボットを通して力を伝え合うことで遠隔地にいる人と握手をすることも可能である. Lover's cups6) は, コップに口をつけると, もう一方のコップの LED が光る仕組みとなっている. Lovelet7) は腕に装着するデバイスで, お互いがいる環境の気温情報をデバイスについている LED の明るさで伝え合う. デバイスについていたタッチセンサに触れると, 相手側のデバイスが温かくなる. これらは遠隔地の相手とリアルタイムに時間を共有したときのみ, 遠隔地の相手のアウェアネスや行動が伝わるものである. AsyncDecor は時差を考慮し, 遠隔地の相手のアウェアネスを伝達するシステムであり, CU-Later では相手の状態を映像という直接的なメディアで伝達している.

映像という直接的なメディアを利用したシステムとして PhotoLoop8) や FamilyWindow9) などがある. PhotoLoop8) は, スライドショー閲覧時に鑑賞者の様子をカメラ/マイクなどで記録し, ビデオ/音声, 操作履歴などのメタデータを付きスライドショーを生成することができるシステムである. FamilyWindow9) は遠隔地の様子をビデオ録画し, その映像を簡単に遠隔地の相手に伝達し閲覧できるシステムである. 一方, CU-Later では時差を考慮したビデオコミュニケーションシステムを提案し, また日常生活の中で自然に遠隔地の相手と一緒に食事をしている感覚を与え, コミュニケーションを誘発するシステムである. また, AsyncDecor は照明の光などのアンビエントなメディアを利用することで, 生活の中に自然と溶け込む形で, 相互の雰囲気や伝達することに焦点を当てている.

## 5. まとめと今後の予定

本稿では, 時差を考慮した遠隔コミュニケーション支援システム, AsyncDecor と CU-Later について述べた.

まず, 遠隔地に置かれた家具を時差に合わせて連動させることで, 自分の生活に溶け込む形で相手の生活リズムをさりげなく知ることが出来るシステム AsyncDecor を提案した. また, AsyncDecor の具体例として時差を考慮して同期する照明器具 AsyncLamp を提案し, 実装した. AsyncDecor を用いることで, リアルタイムなコミュニケーションを取ることが難しい時差のある遠隔地であっても, さりげなく相手の存在を感じることが出来ると考えている. 今回は照明器具での実装を行ったが, 今後は状態を残すのに適している日用品として, ランプの他に音楽プレーヤーやカーテン, 空調などの実装も行っていきたい.

さらに時差を考慮したビデオコミュニケーションシステム CU-Later を提案し, 実装を行った. CU-Later は, 時差のある離れた 2 点間に在住する人達の間において, 食

卓上のディスプレイにビデオ録画した食事の映像を時差の分だけずらして再生する. 遠隔地の食卓の映像を見ながら食事をし, その様子をさらに録画することで一緒に食事をしている感覚を与え, 時差を超えたコミュニケーションの誘発を目指す. さらに予備実験を行い, 本システムの基礎的な有効性を検証した.

今後は, これらのシステムを時差のある家族・カップル間の家に設置して, 長期実証実験を行い, 本システムの有効性を検証する予定である.

**謝辞** 本研究は, 日本学術振興会特別研究員奨励費の助成を受けた.

## 参考文献

- 1) S. Brave and A. Dahly. inTouch: a medium for haptic interpersonal communication. In CHI '97 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 363-364, 1997.
- 2) K. Suzuki and S. Hashimoto. Feellight: a communication device for distant nonverbal exchange, In ETP '04: Proceedings of the 2004 ACM SIGMM workshop on Effective telepresence, pp. 40-44, 2004.
- 3) 辻田 眸, 塚田 浩二, 椎尾 一郎: 遠距離恋愛者間のコミュニケーションを支援する日用品 "SyncDecor" の提案, 日本ソフトウェア学会論文誌, Vol. 26, No. 1, pp. 25-37 (2009).
- 4) X.Cao, A.Shellen, A.Brush, D.Kirk, D.Edge, X.Ding . Understanding family communication across time zones. In Proceedings of CSCW '10, ACM Press (2010), 155-158.
- 5) D. Sekiguchi, M. Inami, and S. Tachi. Robot-PHONE: RUI for interpersonal communication, In CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 277-278, 2001.
- 6) H. Chung, C.-H. J. Lee, and T. Selker. Lover's cups: drinking interfaces as new communication channels, In CHI '06: CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 375-380, 2006.
- 7) 藤田英徳, 西本一志. Lovelet: 離れている親しいこと同士のためのぬくもりコミュニケーションメディア, 情報処理学会インタラクション 2004 (2004).
- 8) 渡邊恵太 塚田浩二 安村通晃, PhotoLoop: 写真閲覧時の自然な語らいを活かしたスライドショーの拡張, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 11 巻 1 号, pp69-76, 2009.
- 9) C.Neustaedter, T.Judge, A.Kurtz . The family window: the design and evaluation of a domestic media space. In Proceedings of CHI '10. ACM Press (2010), 2361-2370.