

共同外出の感覚を作る遠隔コミュニケーションシステム

張 慶椿^{*1} 高橋 伸^{*1} 田中 二郎^{*1}

A remote communication system which provides go out feelings

Ching-Tzun Chang^{*1}, Shin Takahashi^{*1} and Jiro Tanaka^{*1}

Abstract - In this research, we build an immersive space achieved by head mount display device. In this space visitor swing his head or moving forward/backward could make the remote camera rotating or zooming in/out. Remote camera is mounted on the helmet and wore by outside mover. Its orientation is control by the visitor's facing direction. This way, visitor is seemingly going out with the outside mover. Also LED bar set on mover side will lights according to visitor's facing direction. Outside mover can check out visitor's direction in intuitive way and feels going out with visitor at the same time.

Keywords: Communication Support, Supported Cooperative Work, Ubiquitous, Wearable Mobile and Human Robot Interaction

1. はじめに

近年、ビデオ遠隔通信技術とモバイルネットワークの高速化が進んでいる、このような背景の中で、モバイル方式による臨場感ビデオ通信は期待されている。臨場感を強調したビデオ通信に関する研究として、共感感[1]、対面感[2]を強調した研究が多数行われてきた。これらの研究の多くは従来のビデオ会議等の固定された場所でのビデオ通信をさらに強化することを目的としている。しかし、これらの研究は機材を設置した会議室などでのみ利用可能であることが多い為、外出中などにこれらを用いることは難しい。

本研究では、他人と一緒に外出する感覚を作ることを目的として新しいアプローチを提案する。例えば外国に住んでいる家族が居て、ビデオ通信手法を用いて家族とコミュニケーションしたいケースを想定する。その場合、既存のビデオチャットではほとんどテレビの前やモニタの前から動くことはできないため、相手と顔を合わせることはできるが、相手がどのような状況で会話をしているか伝わらないため、自分自身は相手が居る環境にとけこむことはできない。また、息子が外国に留学している場合、毎日ビデオチャットをしても、彼はどんな家に住んでいるのか、どんな町なのか、毎日その国でどのような生活を送っているのか等、相手のいる環境をビデオチャットだけでは伝えることはできない。

そこで我々は、外出している人物と部屋にいる人物の視線や感情を共有ができれば、共同外出感を作ることができるのではないかと考えた。部屋にいる人物は、外出者と共に外出するような感覚を得ることができ、相手の

視点だけではなく自分の視線も伝えることができれば、お互いに注目している場所の共有ができるため、会話が促進されることが期待される。

2. 共同外出感

本研究は「外出環境想定臨場感通信」の中から新たに「共同外出感」を定義する。共同外出感とは他人と一緒に出かける感覚とする。共同外出感を共有するにはいくつかの要素が必要であると我々は考えた。これらの要素は、相手の存在を気付き、そして行動を把握できる環境を達成するために必要な要素である。

- 互いにどこかを見ているかを分かる
- 一緒に歩きながら、周囲を見渡すことができる
- 外界環境の物事は、話題になり会話を促進する
- 会話の他に、気軽にコミュニケーションを取れる行為

3. 提案アプローチ

本研究では以下のアプローチによって、前述した「共同外出感」を実現する。

- 1、自由視野の取得
- 2、向き情報の共有
- 3、共同注目行為の支援
- 4、スキンシップ等によるコミュニケーション手法

これらのアプローチを実現することにより、共同外出感を作り出せると考えられる。

3.1 利用シナリオ

本研究は、二人で利用することを想定し設計を行った。一人は移動者、もう一人は観察者になる。

- 移動者 (外出する人、ガイドさん)
- 観察者 (移動者と共同外出感をシェアする人)

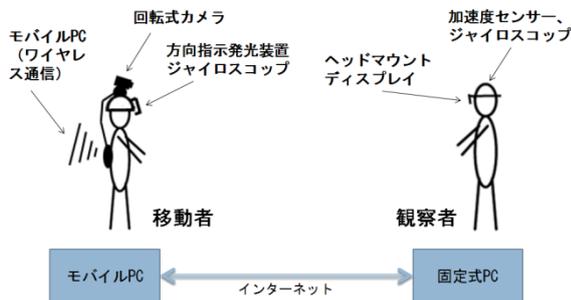
移動者は「外出して移動している人」と定義する。移動者(図1左)はヘルメットを被り外出する。ヘルメット上

*1: 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

*1: Computer Science Department, Graduate School of SIE, University of Tsukuba

にはカメラと各種センサーを搭載し、自分が居る環境の情報を観察者側に提供する。観察者(図 1 右)は固定した場所で、ヘッドマウントディスプレイを経由し移動者の環境を共有する。

観察者側ではグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)を採用した、GUIはHMDに映る遠隔映像の上にオーバーレイして表示する。観察者側のGUIは自分の向き方向(方向と範囲)、自分の体勢(チルト・ロール)、ズーム範囲、移動者の振り向き、メッセージ、移動者の方位(東南西北)、と移動者の所在地図を表示することができる。



移動者：外出する人

観察者：移動者と共同外出感をシェアする人

図 1：システム概観

3.2 観察者に自由視野を与える

自由視野は観察者に擬似外出中の仮想視野を与えることである。観察者は首振りによって遠隔地の環境を見渡すことができる。

例えば観察者は右30度の方向に振り向くと、遠隔地にある回転式カメラも右30度の方向に回転し、これにより遠隔地から伝わった映像は観察者が向く方向の映像に一致する(図 2)、これで観察者の首振りに合わせた映像を得ることができる。これを達成するためには観察者の向き情報と傾き情報取得する必要がある。この情報を用いて移動者側の回転式カメラのパンチルト機能を制御する。

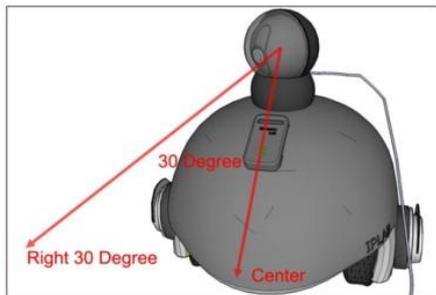


図 2：観察者の向きによって回転するカメラ

3.2.1 観察者向きと傾き情報の取得

向き情報と傾き情報を取得する為、我々は無線タイプの地磁気センサーと3軸加速度センサーを併用した。

地磁気センサーで観察者側の絶対方位角度を取り、その絶対方位角度が観察者が指定した角度(前向き方向)

を引き算して相対的な向き方向になる(-179度から+180度まで)。実際の操作として、観察者は頭部に搭載したセンサーリング(図 3)にある方向校正ボタンを押すことで、向いている方向を前0度に定義する。

傾き情報を測るため、我々は3軸加速度センサーから計測したX軸とY軸の加速度データを用いてPitch値を算出する。Pitch値は-90度から90度まで計測でき傾き角度と等しく、これで傾き情報を取得することができる。



図 3：観察者センサーリング(左)と移動者側のヘルメット(右)

3.2.2 回転式カメラの制御

回転式カメラはLogicool社のOrbit AFを採用して、Direct ShowのIAMCameraControl Interfaceを経由してカメラのパンチルトとズームイン、ズームアウト機能を制御する。カメラの性能として前方140度回転することができ、チルトは上下合わせて60度回転することが可能である。ズーム機能は100%から800%まで拡大することが可能である。

3.2.3 観察者によるズーム機能

現段階で使われていたビデオ通信はVGA解像度に設定しているため、細かい文字等を区別するのは難しい。ここで我々はカメラのデジタルズーム機能を使用することを考えた。観察者はコントローラのズームイン・アウトボタンを押すと、カメラを制御して遠隔から伝わった映像を拡大・縮小することができる。

3.3 向き情報の共有

向き情報の共有は観察者、移動者の間でお互いの向きや注目方向を知らせる機能である。

向き情報の共有により「遠隔地の相手が何処を見ているのか?」、「どんなものについて興味があるのか?」が分かる、特に口に出さない無意識のうちに行う行動を観察できる点がビデオチャットなどと大きく異なる。例えば外に出かける時には建物と看板等を見て、相手もこの情報を気付くことができれば相手の興味、傾向が分かる。

これは相手の存在に気づくための重要な要素であり、共同外出の感覚を作るためには大きな役割を担っている。

向き情報の共有を実現する為、我々は振り向く行為の計測を行い、そして移動者側に方向表示LED発光装置を設置した。観察者の向き方位を取得した後、その方位情報はネットワークを経由して移動者側の方向表示LED発光装置に知らせる。

3.3.1 移動者への観察者の向き情報の伝達

移動者に観察者の向き情報を伝達するため、我々は移動者に方向表示 LED 発光装置を搭載させた。方向表示 LED 発光装置は向き情報を伝達する為のディスプレイ装置である(図 4)。この装置により観察者が何処見ているのかを理解することができ、臨場感と共同外出感をさらに感じさせることができる。方向表示 LED 発光装置は、小型の LED バーで構成される。計 3 2 個の赤色 LED で、水平向き情報を伝達する。LED バーはヘルメットの端に付けるため、LED に注視しなくても周辺視野で確認できる。



図 4：方向表示 LED 発光装置と表示の仕方

この装置は前方 140 度の観察者向き方位を提示することができる。例えば観察者は右 30 度の所を向いていた場合、方位表示 LED 発光装置は右 30 度の位置の LED が発光する。

3.3.2 観察者への移動者の振り向く行為の伝達

我々はジャイロセンサーを用いて移動者の頭の水平回転角速度を計測する。これにより振り向く行為を検出することができる。検出したデータ（振り向く速度、方向と角度範囲）は観察者側の HMD で表示する。

移動者は LED 発光表現で観察者の向き方向を容易的に把握できるが、観察者は移動者の向きを把握するのは難しい。原因として移動者には根本的に「前」という概念は存在しない。移動者は歩きながら任意の時点で方向を変える可能性がある。観察者はカメラ映像で移動者の振り向きを確認するしかない。ここで振り向きを検出して観察者側 GUI 画面表示することで比較的移動者の向きと行為を把握し易くなる。

3.4 共同注目行為の支援

共同注目では、「あなたがそこを見ているので私も同じ方向を見てみる」という共に外出している人間同士ではよく行う行為を遠隔地にいる人物同士で試みる。

自由視野の取得と向き情報の共有により観察者は移動者の周囲を見渡すことができ、移動者も観察者の向きが分かるため、この二つ要素を統合することによって共同注目が可能になる。共同注目とは移動者と観察者は共に一つの方向に注目することであり、その共同注目の行為により、相手の存在と反応を強く感じることができるため、共同外出感を共有する上では欠かすことのできない要素である。

3.4.1 自由視野の一時制限による共同注目

観察者が移動者と異なる方向に向くと、移動者側の回

転式カメラもその方向に向いて回転する。移動者は方向指示発光装置の発光位置で観察者の向き方向を知ることができる。観察者は 3 秒以上注目すると LED は点滅して「相手注目」の状態になる。

この時、移動者が観察者の向いている場所が気になり観察者と同じ方向を向いた時、共同注目は始まる。まず観察者と移動者の視線を一致させる為にカメラは一時強制的に正面に戻る。ズームは 100% とする。同時に、観察者側の HMD 画面では共同注目のマークが現れ、観察者に「移動者も同じ方向を見ていること」を提示する。

3.4.2 移動者の要請による共同注目

共同注目は前述した行動によって自動起動するほか、移動者の要請による起動することも可能である。移動者は手元にあるコントローラの注目ボタンを押すと、カメラは一時強制的に正面に戻りそしてズームを初期化して、観察者と移動者の視線を一致させる。その時、観察者側の HMD 画面では共同注目要請のマークが現れ、観察者に「移動者の意思で同じ方向を見てもらいたいこと」を提示する。共同注目を解除したい時は、移動者あるいは観察者がコントローラの注目ボタンをもう一度押すと共同注目は解除する。

3.5 スキンシップ等によるコミュニケーション手法

外出中で会話以外で気軽にコミュニケーションを取れると我々は考えた。例えば叩く、目の前に手を振る等である。このような行為は共同活動の感覚を促進すると考えられる。これを模倣するため我々は以下の手法を提案した。

- 1、叩く（コントローラが振動する）
- 2、目の前に手を振る（動画と LED バー発光で実現）

移動者も観察者も振動機能付きのセンサー装置（Wi リモコン）を使用するため、その振動機能を用いて「肩を叩く」行為を模倣する。例えば観察者はコントローラの「叩く」ボタンを押すと、移動者側のヘルメットは振動する、これで会話せず相手を知らせるあるいは警告することができる。

「目の前で手を振る」行為は注意を喚起するため良く使われているコミュニケーション手法である。実現方法として移動者側では LED バーで発光の左右巡りで手を振る行為を表現する。観察者側では GUI の中で手を振る動画の表現で実現する。

4. 実装

4.1 システムのハードウェア構成

システムのハードウェアは移動者側用ハードウェアと観察者側用ハードウェアに分かれる。移動者側ではヘルメットを被り、ヘルメットには回転式カメラ、地磁気センサー、ジャイロセンサー、GPS、方位表示 LED 発光装置、モバイル PC を装着した。観察者側では頭部装着用

の地磁気センサー、ジャイロセンサー、3軸加速度センサー、ヘッドマウントディスプレイと通信制御用PCで構成される。

本システムでは Nintendo 社販売製品の Wii リモコン、Wii モーションプラスと Wii ヌンチャクを採用した。以上三つの装置は連結することができ、そして Bluetooth HID ドライバに經由して制御することができる。

これにより一つのデバイスで加速度センサー、ジャイロセンサー、ボタンと振動機能を得ることができ、本システムのメインセンサーと入力デバイスとして使われている。

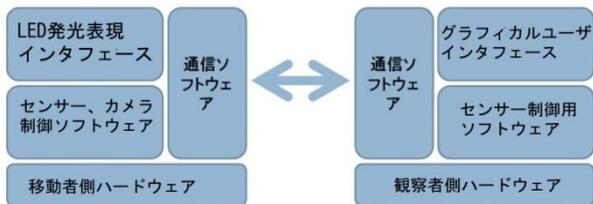


図5：システムの構成

4.2 ビデオ通信と音声通信

ビデオ通信・音声通信に関しては以下のソフトウェアを用いて実現した。

- Windows Live Messenger 9.1
- Microsoft NetMeeting 3.1

Windows Live Messenger 9.1 のビデオ音声通信は H.264 技術を用い、アップロード 1MBps の環境で VGA(640x480)30FPS のビデオ通信を実現できる。ただしインターネット環境のない使用に配慮して、プライベート LAN の場合は NetMeeting 3.1 を使用する。この場合はネット速度を問わず、最大規格の 320x240 15FPS ビデオ通信を行う。

5. 関連研究

足立らは、ライブビデオ映像と3次元形状モデルを用いて3D 仮想環境[2]を構築した。カメラで作業側側の3D 仮想環境の構成により、指示者は作業者と独立した視点で仮想空間を観察でき、作業効率の向上を目指す。

大田らは「Shared-View」[3]という遠隔指示・支援システムを用いて遠隔環境で心肺蘇生法を指示する。Shared-View は実施者と指示者と分けており、実施者は HMD とカメラを装着して、指示者は遠隔地で CRT 画像 (=実施者と同じ視野)をみながら、患者に音声と画面上の指さしにより救急蘇生法の指針を行う。

辻田らの遠距離恋愛支援システム[4]では、ランプの調光、ゴミ箱の開閉、空の景色が映るライブカメラを用いることによって、両地点にいる二人の間に相手に気付かれやすい環境を作り出す。

葛岡らは、ロボットを用いて遠隔作業指示システム[5]

を提案した。操縦者の首振りによってロボットの頭部回転を制御して、ロボット頭部に搭載する三つのカメラからリアルタイム映像を操縦者側に伝達する。まだ、操縦者はロボットの指示用腕を制御して、遠隔指示を行う。

6. まとめ

本研究では共同外出感を感じる遠隔コミュニケーションシステム手法を提案し、これまでの会議室と固定場所ではなく任意の場所で外在環境を共有することを目指した。観察者の首振りによって遠隔地のカメラを操作することにより、より臨場感の高い映像を得ることができる。

そして方向指示発光装置により観察者の向き情報を知り、インタラクション手法により共同注目することができ、これらの要素を実現することにより、人と共に外出している感覚を得ることができた。

従来のビデオ通信に関する研究は相手の情報を主体にした研究が多い一方、本研究は相手の周りの情報を主体にする。相手の生活風景、住んでいる町、日頃の活動等の外出情報を共有しながら、対面通信と類推できない体験ができる。

7. 今後の予定

现阶段のシステムは移動者の頭部に回転式カメラが装着させる為、遠隔映像の映す方向は移動者の振り向きによって変化する、観察者にとっては揺れが激しく、観察者にホームビデオのような印象を与える。今後はヘルメットを使わずにカメラを首輪のように肩にかけることを検討する。これより移動者の首振りによる変わることはなくなる。

参考文献

- [1] 原田：同室感通信；インタラクティブシステムとソフトウェア VI 日本ソフトウェア科学会 WISS' 98, pp.53-60 (1998).
- [2] 足立,小川,清川,竹村:ライブビデオと3次元実環境モデルを用いた遠隔協調作業支援システム;日本バーチャルリアリティ学会,Vol.12 No.4, (2007).
- [3] 太田,他: Head Mounted Display (HMD)による Shared-View System を用いた遠隔指示・支援システムの検討;日救急医学会誌,pp1-7,(2000).
- [4] 辻田,塚田,椎尾: SyncDecor : 遠距離恋愛支援システム;日本ソフトウェア科学会 WISS (2006).
- [5] 小山,葛岡,上坂,山崎: 実空間上の遠隔コミュニケーションを支援するシステムの開発;情報処理学会論文誌コラボレーションの「場」とコミュニティ特集号, Vol.45, No.1, pp.178-187(2004).
- [6] 上坂,葛岡,小山,山崎: 遠隔作業指示支援ロボットの操作インタフェースがロボットの志向表現に与える影響の研究; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文集, pp.255-258(2003).