

FeelOthers：仮想共有存在感生成法の提案

川向ひかり^{†1} 外村佳伸^{†2}

概要：本稿では、遠隔に居る人の存在をふだんから押しつけがましくなく感じることができ、一方で近づけばいつでもコミュニケーションをとることができる環境「FeelOthers」を提案する。近年便利になったとは言え、既存のネットコミュニケーション手段は、相手がいることを前提に、時間も場所も限って明示的にコミュニケーションを行うための環境であった。これに対し、本環境は、実世界で人々が同じ場所にいれば普通にやっていること、すなわち、お互いが居ることに気が付いている状況から、シームレスに必要なに応じて近づけば顔の見えるコミュニケーションができることをめざす。システム自身は、距離をセンシングできる深度カメラと小型のプロジェクターをセットにして用い、センシングした距離に応じてプロジェクション表現を変えていくものである。

1. はじめに

人は普段、他の人の気配にさりげなく気づくことに始まり、必要に応じてコミュニケーション行動にいたるプロセスを実世界の中ではごく自然に行っている。本研究では、このプロセスに関わる他の人の存在感に焦点を当て、同一空間にいれば自然に感じるその存在感を、離れた場所にいる人に対しても表現することで、同様の状況を実現することをめざしている。

近年、電話やメール、ビデオ会議システムなど、ネットワークを利用したさまざまなコミュニケーション環境が発展してきた。しかしながら、これらは、相手の存在を前提に目的が生じた時に明示的にコミュニケーションを行う環境である。これに対して本研究では、遠隔の人であっても、さりげなくその存在を感じており、状況と必要に応じてコミュニケーションにつなげられるような自然でシームレスな環境をめざす。

気づきから始まる人にとっての自然なコミュニケーション環境の実現には、光や音などによる無意識下あるいは周辺意識でとらえられるような感覚刺激を活用することが重要である。そこで、今回本論文では、まず視覚による気づきに焦点を当て、人のセンシングとプロジェクションによって遠隔の人の存在感を表す基本的な手法を提案、検討する。

2. 関連研究

本研究で扱う、遠隔にいる人の存在感に関わる基本的な点に対人との距離感がある。人は他の人と距離感を周辺意識としてとらえながら行動しており、一種のなわばり空間とでも言えるパーソナルスペースを持つと言われる[1]。通常はこの空間を保って干渉を受けないように人は行動する一方、意識的なコミュニケーションはこのパーソナルスペースの重なりで行われる。この前提となる、対人距離感に

基いて、人の意識の上で変化する他の人の存在、あるいはその感じ方を本論文では存在感と称する。

従来、対人距離感はコミュニケーション行動に深く関わるため、様々な研究がなされている。特に、通信やロボット技術と絡めて検討・活用する研究が近年みられる。以下では、本研究と関連が深いものについて触れる。

2.1 パーソナルスペースに関する基本研究[2]

渋谷らはパーソナルスペースを個人の身体を直接取り巻く目で見ることのできない空間領域として、この形態を明らかにすることを試みた。この研究では人の持つ目に見えない空間領域における他者の存在の感じ方について検討しており、相手との関係や相手に対する意識によってパーソナルスペースが変化することが示されている。これを参考に、本研究では、人と人が現実には接するときの物理的な距離に応じた感じ方を仮想的な環境に取り入れることを検討している。

2.2 身体と影の非分離性による存在感の共有[3]

石引らは身体と影の非分離性に着目し、自身と相手の影を送り合う共存コミュニケーションシステム(WSCS)を開発し、身体から身体へと直接的に送受信される無意識的領域のコミュニケーションを影の伝達により、空間的に離れた人々の間での存在感の通信を試みた。WSCSでは離れた場所間で互いが同じ「場」に存在し“今、共にここにいる”という共存感が生成されるという点で、本研究と共通するものがある。WSCSが明示的に意識される影を用いるが、本研究でも一部影のような表現を用いる。

2.3 アンドロイドによる存在感の共有[4]

坂本らは現存する人間に可能な限り近い外見を持ったアンドロイド型ロボットとして開発された Geminoid HI-1 の

^{†1} 龍谷大学大学院 理工学研究科

^{†2} 龍谷大学 理工学部

話す、お辞儀する、相手を見るといった明示的な操作と、瞬きをする、息をする、口を動かすなどの無意識的な操作を可能にすることで、「まさに、ここにいる」という存在感の通信を試みた。この研究では、遠隔の人の存在感でありながら、対話を前提にまさに物理的で明確な存在感を演出しているのに対し、本研究では対話以前の仮想的な存在感を扱っている。

2.4 移動体ロボットに対するヒトの個体距離[5]

中島らは移動体ロボットを用い、正面から近づくロボットに対して不快感を感じ始める最大距離（個体距離）に注目し、移動体ロボットの移動速度と個体距離の測定を試みた。相手がロボット版のパーソナルスペースの検討ともいえ、人以外のモノの距離によって生じる人の感じ方について検証したという点で興味深い。この研究はロボットの近づく速さによる人の感じ方の違いについて検証したものだが、変化する距離と人の感じ方の違いに関わる点で、共通点があり、参考になる。

3. FeelOthers の提案

本研究が前提としている状況は、従来のコミュニケーションツールのように、相手とこれから話すといった明示的に行うコミュニケーションではなく、まずは遠隔地にいる人の存在や様子を、周辺意識（本来今行っていることに向けている中心意識の周辺）で感じることで、双方の状況と意識に応じてコミュニケーション行動をとれるような環境である。周辺意識に関わる感覚は、単に視覚的なものだけではなく、音や触覚などさまざまな感覚が考えられるが、今回はその中でも大きな影響を持つ視覚的な感覚に焦点を当て、以下の基本コンセプトのもとに手法を検討した。

(1) さりげない存在感の表現からコミュニケーションへの自然な遷移

対地の人の存在感が押し付けがましくならないように、誰もセンシングできない時は何もなく、センシングした時にだけ表現されることが望ましい。コミュニケーション意識が特にないときの存在感は具体的な映像ではなく、ただの影のような表現で、話をしたいときに近づく顔がはつきり映るようにする。

(2) 対称性のあるセンシングと表示のワンセット

人の存在を捉えるセンシングと対地の人の存在を表現する機器をコンパクトなワンセットとして組み合わせ、簡単に設置できることを考える。

(1) については、表示に固定的なディスプレイを用いてしまうと、普段から機器の存在が主張されて煩わしく感じると考え、これを避けるために、プロジェクションによる枠無し表現することが有効だと考えた。また人のセンシ

ングには、本システムの目的から考え、カメラと人との距離に応じた表現をすることが重要と考えた。具体的には、遠い時には存在を表現せず、ある程度近づいたら存在だけを示す表現、さらに近づいたらコミュニケーションをとりたい行動と判断して顔を映すといった、距離に応じた段階的なセンシングと表現の組み合わせを行うことを考える。この実現のためには、近年距離を測ることができる赤外線カメラ（以下深度カメラ）と RGB カメラと一緒に搭載した小型カメラが利用できる。

(2) については、近年多くの場面で使用されるようになってきた小型プロジェクターが利用できる。また、複数のセットを設置することで、ある特定の場所としての 1 点だけではなく、空間的な広がりの中での人々の存在感、移動感などの醸成につながることを期待出来る。

4. プロトタイプシステム

前章で提案した FeelOthers の具体的な設計・設置ノウハウを得るとともに課題と可能性の発見のために実験用に構築したプロトタイプシステムについて述べる。

4.1 システム構成概要

本システムの構成・配置図を図 1 に示す。

基本コンセプトの (2) から、センシングと表示の対象性を持たせる構成とする。図 1 に示すように片方のカメラで

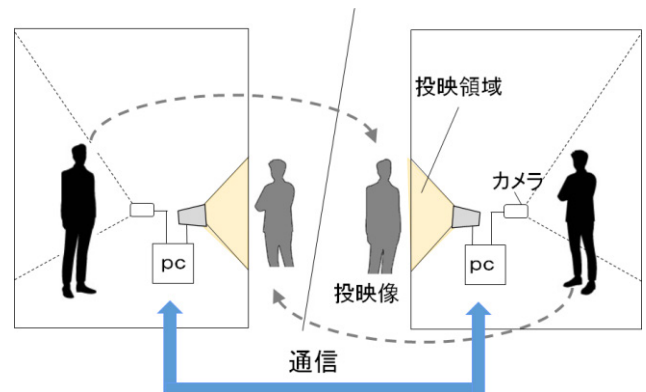


図 1 Feel0thers システム構成・配置図

センシングした画像情報を、対地のプロジェクターから投影する。対地との通信は状況に応じた方法をとればよいが、本システムでは実験環境内の LAN を通じた TCP/IP 通信を用いる。

4.2 カメラとプロジェクターの配置

人の存在感をさりげなく伝えるためには、どのようにカメラで人をセンシングし、どのように投影表現するか配置構成が重要である。以下では投影面に注目し 2 つの構成法を検討する。

(1) 壁に投映する方法

専用ディスプレイを置かずに投映すると考えると、どこに投映するかが問題である。もちろん個々の場所の制約もあろうが、本研究では壁際にシステムを設置し、その壁をスクリーンにするか、壁が使えない場合には衝立スクリーンを立てることを考えた。配置構成を図2に示す。

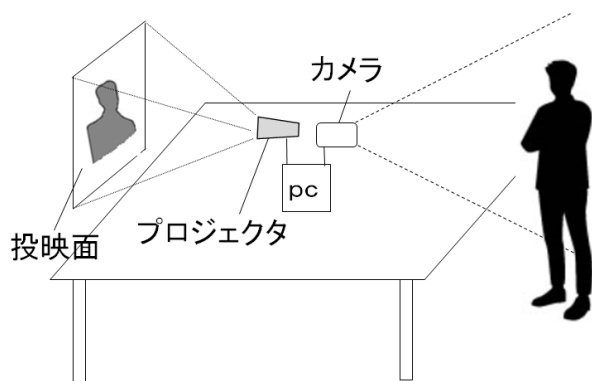


図2 壁に投映する構成

(2) 机の上に投映する方法

もうひとつの方法は図3に示すような構成で机を投映面として用いるものである。プロジェクターで至近距離に投映するために映像の上が大きくなる台形ひずみが生じるが、同じ光軸の傾きでカメラを設置すると逆の形の歪みが生じ、詳細には調整が必要だが、ひずみが或る程度相殺される利点がある。また、コミュニケーションをとる場合に視線が合いやすいというメリットがある。

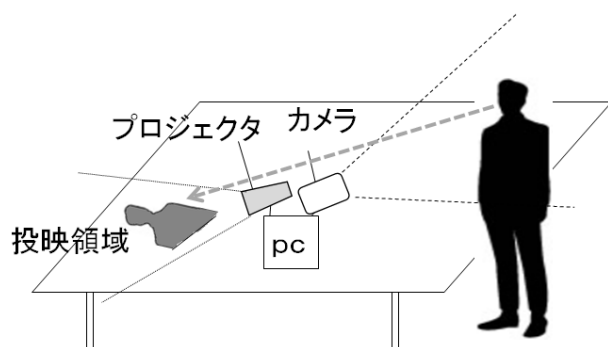


図3 机の上に投映する構成

4.3 距離に応じた表現

コンセプトの(1)にもとづき、人とカメラ間の距離に応じた段階的な存在表現を行いたい。距離(深度)を測ることのできるカメラにはその距離幅によって各種のものがあるが、本システムではIntel社のRealSense SR300を用いた。仕様上、測定可能な深度範囲は0.2~1.5mである。近年、極近距離から、数m~10mオーダーのものも存在するが、本システムではパーソナルスペースの関心距離も参考に上

記のカメラを用いた。深度カメラからは距離をグレースケールで表した距離画像が得られる。そのデータを用いて、測距範囲外の場合は黒画像となるのでそのまま用いると、投映上はなにも表示していないようにできる。一方、測距範囲内を、別途設定する遠近境界で2分して、遠い側は人部分に白のマスクがかかるようにし、近い側はRGBカメラ映像をそのまま表示する。以上の距離感系と対応する表示画像の関係を図4に示す。

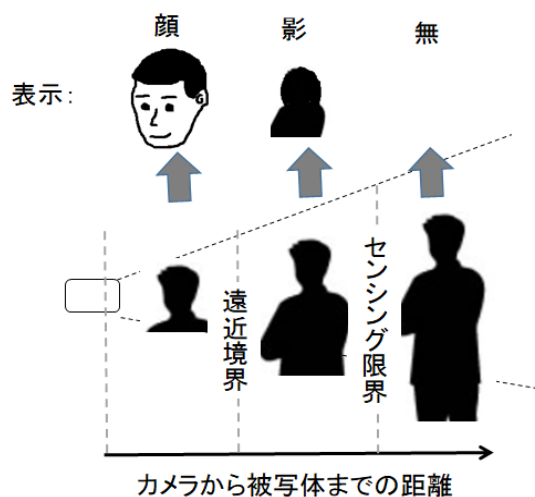


図4 人とカメラ間の距離と投映画像の例

4.4 画像処理

深度カメラからの距離画像としては、各画素が0~255のグレイ値が毎フレーム入る。その中の非ゼロ値を持つ画素値の平均をとり、それを当該フレームの距離とする。距離画像の非ゼロ値画素のかたまりを人領域とするが、顔等の周辺が十分確保できないこともあるため、領域の膨張処理を行う。フレーム距離が設定した閾値以下の場合はその非ゼロ値人領域を影的な表現として全部白とし、閾値より大きい場合はRGBカメラの画素値をそのまま入れることで無背景の中から人が顔を出しているようになる。遠近境界を決める閾値はスライダーインターフェースで別途調整できるようにしている。以下で示す実験例では、センシング限界が約70cm、遠近境界が約30cmとなっている。

4.5 実装と考察

図5は実験で用いた深度カメラと小型プロジェクターのセットである。人の顔がうまく映る位置にカメラを設置するために小型三脚を用いたが、ワンセットとしてより自然な設置ができるように今後工夫が必要であると考え。

図6に机の前にある壁へ投映した場合の例を示す。この構成は、カメラと人の間の距離と遠近境界を調節するために実験的に対地接続をしないローカルでの折り返し設定のものであり、そこに居る人自身が目の前に映る対象となっ

ている。図では3つの距離状態で表示像が変化しているのがわかる。またこの設定では、プロジェクターの光軸を平行に近くできるため、像のゆがみも少ない。



図5 深度カメラと小型プロジェクターのセット

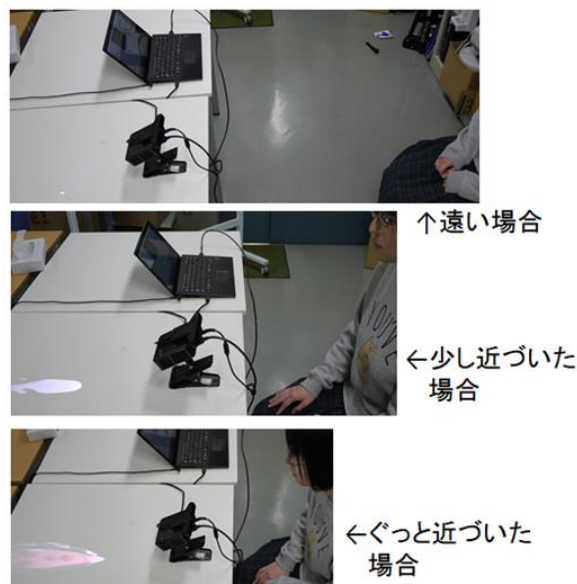


図7 机に投射した場合の例

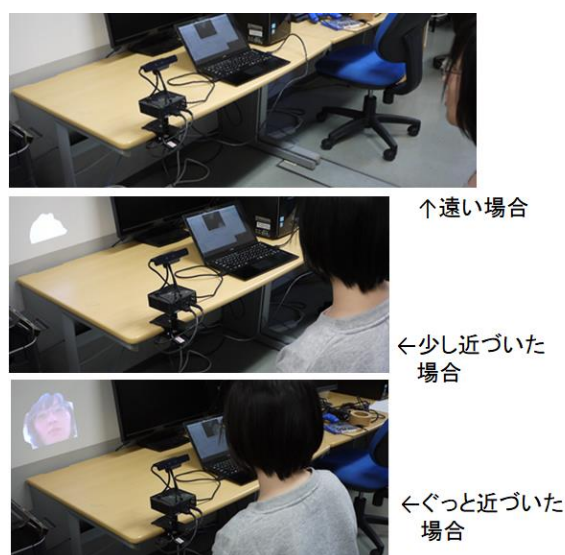


図6 壁に投射した場合の例

一方、図7は机上に投射した例である。同様に3段階の距離で撮影したものである。この条件での設定では、投影画面を机上の範囲に収めようとした場合かなり角度がつくため、画像のひずみが大きくなる。一方で、カメラ光軸の傾きについては、人の顔がよく映るようにカメラ光軸を調整すると必ずしもプロジェクターの光軸の傾きとは一致せず、結果的に画像のひずみが出る。これに対してはやはり透視変換を入れて補正する必要があると考える。

また、視野が狭いため、ごく近くを通るか座っているなどの状況下でのみ反応するため、よりよく気配を伝えるには、今後もう少し視野角と深度値が大きいカメラを用いた方がよいと考える。また、存在のみを示す方法として今回影的な白い表現としたが、うっすらとでも誰かわかるべきとの見方もあるため、今後検討が必要である。

5. おわりに

本研究では、離れた場所にいる人に対してある種の“存在感”を表現することで、離れていてもわずらわしくない程度に同じ空間にいるように感じられることをめざした。今回視覚による気づきに焦点を当て、投射によって段階的に人の存在感を表す基本的な手法を提案し、プロトタイプシステムとして基本的な実装を行った。

今回は、手法の可能性を検討する段階の、深度カメラと小型プロジェクターの組み合わせによるバラックのシステムを組んだが、コンセプトに述べたワンセット感を得るには、一体構造の中に組み入れることが必要である。その上で、セットを複数個所に設置することで、空間的に人の存在感を創り出すことも行っていきたい。さらに、今回は視覚情報のみによる検討だが、音を使った聴覚情報による存在感の提示も併せて組み込んでいくことを検討していく。

参考文献

- [1] 渋谷昌三：人と人との快適距離—パーソナル・スペースとは何か、NHK ブックス、2002 年。
- [2] 渋谷昌三：パーソナル・スペースの形態に関する一考察、山梨医大紀要、第2巻、41-49 (1985)。
- [3] 石引 力、三輪敬之：身体の影を活用した集団の共存 在コミュニケーション、ヒューマンインターフェース学会論文誌、Vol. 1 No.4 pp.497-505 (2005)。
- [4] 坂本大輔、神田宗行、小野哲雄、石黒 浩、萩田紀博：遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性、情報処理学会論文誌、Vol. 48, No. 12, pp.3729-3737(2007)。
- [5] 中島浩二、佐藤陽彦：移動体ロボットに対するヒトの個体距離、人間工学、Vol. 35. No. 2, pp87-95 (1999)