

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 遠隔コミュニケーションにおける自己像を用いた共有空間提示に関する研究
氏 名 細谷 英一

論 文 内 容 の 要 旨

コンピュータ技術の目覚ましい進展に伴い、周囲にコンピュータ機器があふれ、様々な場面でそれを利用する機会が増えてきている。しかし、各機器のインタフェースは複雑で一貫性がないため、機能が十分に活用されず、また情報弱者を生じさせる可能性も危惧される。このため、多様な機器を平易な操作で利用できるインタフェースが必要となっている。一方、大規模ネットワークの普及に伴って、映像を用いた遠隔コミュニケーションの利用可能性が急速に高まりつつある。遠隔コミュニケーションでは、人と人の間にコンピュータが関与する。よって、円滑な遠隔コミュニケーションの実現には、次の2つの技術が重要になると考えられる。1つは、遠隔地の人同士が直接対面している状況にできるだけ近づけるための共有空間を提示する技術である。もう1つは、人の意図をコンピュータへ伝えるために必要なヒューマンコンピュータインタラクション (HCI: Human-Computer Interaction) 技術であり、中でも人がコンピュータに対して行う位置の指示 (ポインティング) を認識する技術は様々な場面で重要となる。いずれも、多くの従来研究が行われているが、前者の共有空間提示技術では、同じ部屋にいるような感覚 (同室感) や視線の理解等を向上させることが主要な課題となっている。また後者のポインティング技術は、身振り等で示される人の指示を精度よく認識すること、人が利用した時の使いやすさを向上させることが課題となっている。

本論文では、これら従来手法の問題に対し以下の方法により解決を試みる。まず、同室感、指示容易性の両立を目的として、自己像を用いた共有空間提示手法を提案する。次に、視線理解向上が可能な共有空間提示を目的とし、客観視を用いた共有空間提示手法を提案する。さらに、その客観視を用いた共有空間におけるポインティング機能の評価を目的とし、指示容易性について評価する。

まず第2章では、2.2節において、遠隔地間のユーザ同士が、自己像と相手像を

半透明重疊した映像を用いて、実世界及び仮想世界の情報を共有しかつ相互にインタラクションが可能な共有空間インタフェースであるミラーインタフェースを提案する。また、その実験システムを用いた有効なアプリケーションとして考えられる遠隔作画を対象とした被験者実験を行い、TV会議システムと比較して良好な指示伝達が可能という結果を示す。このシステムは、両地点の実環境に加え、スライドや書画カメラなどのワークスペースの共有、及び遠隔機器操作も可能である。グループワークの必要な会議や遠隔教育など、共有空間において身振りや指示語を使った指示伝達が利用できる分野への応用が期待できる。2.3節では、ミラーインタフェースを用いた遠隔対話システムにおいて、体操指示を課題とし、映像遅延がコミュニケーションに与える影響について行った評価実験について述べる。相手像表示の遅延時間が同じ場合に、自己像表示の遅延時間の変化が、ユーザの遅延の感じ方や一体感に与える影響について評価した結果、自己像遅延の制御により伝送遅延に対する遅延の感じ方を制御できる可能性が示唆される。また、システムを3地点に拡張し、2地点で対話中に、別の3地点目の観察者がその対話を観察した場合に、映像遅延や通信遅延が観察者に与える影響に関して評価した結果、地点間の伝送遅延や表示遅延の変化が、その対話を観察者が見て感じるずれや一体感に与える影響を明らかにする。2.4節では、ミラーインタフェースのポインティング機能拡張を目的として、実空間中の物体を腕の方向のみで直接指し示せる非装着、非接触な3次元ポインティングインタフェースを提案する。汎用リモコンと組み合わせることで、簡単な家電機器操作を実現可能なプロトタイプの構築について述べる。1台のステレオカメラからの画像と奥行き値のみを用い、形状を精密に復元する代わりに肌色情報を用いることで少ない計算量で腕の方向を推定することができる。また、肌色領域の重心を用いるため、服装の変化等の肌色領域の形状変化に対してもロバストに腕の方向を認識できる。プロトタイプを用いて、実時間での動作を確認し、重み付き投票を用いることにより、画像処理誤差による不安定性を軽減し、1.1秒程度の処理時間で指定したい物体を安定して認識できることを示す。本手法は、遠隔コミュニケーション場面に限らず、一般に人と身の回りの機器とのインタラクション手法として、直感的で自然な操作感を与えることが可能な手法の1つにもなり得る。

第3章では、遠隔地の映像を半透明重疊し、客観視点からの仮想的な共有空間映像を合成してユーザに提示することにより、自然な対話を実現することを目的とした客観視を用いた共有空間提示手法を提案し、それを用いた遠隔講義システムについて述べる。遠隔講義システムでは、遠隔地に存在する講師と受講者グループが、同じテーブルに隣席して演習・指導を行う姿を客観的な視点からみた映像を作り出すことで、参加者が互いの視線や身体的位置関係を視覚的に理解でき、仮想的空間の共有が可能になる。ロールプレイを含む演習を、TV会議方式と提案方式で交互

に試す被験者実験によって、視線の理解、対話の容易性、同室感の点で提案方式が有意に有効であることを示す。また、市民サービスとして一般市民を対象とした子育て支援講座の場に適用した実証的実験においても、それらの効果を補強する結果を得る。また、受講者は、講師と同じ画像内で仮想的に身体動作を伴った指示を受けることで講師の実演動作などを容易に正しく理解する様子も観察される。これらの結果から、自らを客観的視点からみて状況を把握することが実際に可能で、対話の現実性、臨場感を高める効果が高いことを示す。実証実験の結果から、直接対面方式に置き換えられるとまでは言えないまでも、少数の講師でも多くの支援の機会を持つことで、市民サービスの充実に貢献できるシステムである可能性を示す。

第4章では、非正面視点から撮影した共有空間映像を用いた場合の指示容易性について評価する。第3章で非正面視点から撮影した客観視による共有空間映像を用いることにより同室感や視線の理解を向上させることが示されるが、第4章ではそのような非正面視点映像を利用する上で、これまで検討されていなかった非正面視点撮影の場合の指示容易性に着目し、カメラ角度、画面表示方法、指示位置等の条件が指示容易性に与える影響について実験を通して評価する。その結果、非正面視点撮影においても、正面視点撮影の場合と比して、一定の条件下では指示容易性において有意な差がない場合があることについて示す。これによって、非正面視点から撮影された自己像の指示容易性について明らかにするとともに、自己像を用いたインタフェースを用いる場合の有効な設計指針についてまとめる。

最後に第5章で、本研究のまとめと今後の展望について述べる。本論文の提案手法は、より円滑な遠隔コミュニケーションを目指すものであるが、多くの利用場面に応用可能な手法である。特に遠隔での作業や動作の指示を行う利用シーン、及び遠隔での講義を行う利用シーンには適していると言える。今後はさらなる機能改善の検討と応用分野の開拓が課題である。このように、本論文は、これからの遠隔コミュニケーションや共有空間技術の研究において、自己像を用いる手法や客観視を用いる手法という観点での重要な知見を提供するものである。