

氏名(本籍)	マムーン ナワーダ (パレスチナ)
学位の種類	博士(情報学)
学位記番号	博甲第6647号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	図書館情報メディア研究科
学位論文題目	<b>A Study of Mediated Communication Enhancement Systems Employing Alignment Techniques between Remote Sites</b>

主査	筑波大学教授	工学博士	杉本重雄
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	井上智雄
副査	筑波大学教授	博士(学術)	中山伸一
副査	筑波大学教授	工学博士	田中和世
副査	筑波大学教授	博士(工学)	葛岡英明

## 論文の内容の要旨

本論文は、コミュニケーションをする複数の参加者間における、(1)空間的調整、(2)周辺環境調整、(3)時間的調整に注目した2地点間の遠隔コミュニケーション支援システムの実装およびその実験評価を含む研究について述べている。評価実験では、これらの調整によって、参加者のコミュニケーション行動が有意に変化し、身体的動作の伝達、会話、相手の存在感が改善されたことを示している。

第1章では、研究背景、研究の動機、問題へのアプローチ、研究成果についてまとめ、以降の論文構成を示している。遠隔コミュニケーションには対面コミュニケーションに比べて存在感の希薄さやノンバーバルな情報の伝わりにくさなどの違いがある。コミュニケーション相手が世界中に広がり、コミュニケーション内容が多様化するにつれ、従来のコミュニケーションメディアが持つ種々の問題点の改善が求められている。こうした視点から、学位申請者は、遠隔地間のさまざまな関係の調整手法によってどのようにより良いコミュニケーションシステムが実現できるかの課題について取組み、種類の異なる三種類の調整手法、(1)空間的調整、(2)周辺環境調整、(3)時間的調整について研究を進めることを提案している。申請者は、この三種類のコミュニケーションに影響する調整要素について、それぞれ身体的タスク学習に対する空間的調整の効果、ビデオ会議における周辺環境調整の効果、そして時差のある遠隔環境での食事における時間的調整の効果に関する研究を行い、そこから、コミュニケーションタスクに応じた様々な調整手法によりメディアコミュニケーションの改善を図ることができるということを述べている。

第2章では、関連研究について説明している。まず、コミュニケーションに関する基礎的知識について説明している。参加人数の観点からの呼称、相互の関係に応じた対人距離、コミュニケーションモデル、ノンバーバルコミュニケーション、対面コミュニケーション、コミュニケーションの同期/非同期について触れている。次にこれまでのメディアコミュニケーションにおけるさまざまな調整手法を説明している。従来のメディアコミュニケーションの手法を空間的調整、周辺環境調整、時間的調整の観点で整理されている。

第3章では、複合現実環境において表示される仮想教師からユーザが身体的動作を学習するという状況を実現するシステムを開発し、これを用いて仮想教師とユーザの間の空間的調整の効果を調べている。なお、

ここで空間的調整とは、位置、向き、対人距離など空間的側面の調整を意味する。本論文では、仮想教師の表示方法が身体的動作の学習に影響することの前提に立ち、複合現実環境に置かれたユーザと仮想教師との距離と角度を調整する機能の実現とそれによる実験評価を行った。ここでは、一般的な仮想教師の動作に対して、動作している部分を自動的にユーザ側に向けることにより見えやすくする仕組みを実装している。この仕組みは動作部分があまり急激に変化しない場合は学習に有効な手法であることを確認した。

第4章では、ビデオ会議環境において、遠隔参加者の背景映像を、それが映されるモニターの設置されている地点の背景に置き換えるシステムを開発し、これを用いて周辺環境調整の効果について述べている。周辺環境調整とは、環境や場所、モニターの枠や背景といった周辺の側面の調整を指す。対面コミュニケーションでは相互の周辺環境は共有されており、このことがコミュニケーションを容易にしているが、周辺環境を共有しないメディアコミュニケーションにおいては相互に異なる状況となるので、コミュニケーションはこれに影響される。申請者は、システムの評価実験を通じて、提案手法により相手の存在感が改善されること、発話交替や発話衝突、視線などのコミュニケーション行動が従来のビデオ会議システムの利用時よりも対面コミュニケーションに近づくことを確認している。

第5章では、時差がある遠隔環境において、遠隔食事者の録画映像をユーザの食事の進捗に合わせて可変スピードで再生するシステムを提案し、時間的調整の仕組みを利用した実験を行い、その効果について調べている。なお、この実験における時間的調整とは、時間的なイベントの系列に関する側面の調整を指す。時差のある状況ではリアルタイムのコミュニケーションは行えないが、共に食事する状況を作り出し、その食事の進捗を録画映像とユーザで時間的に調整することにより、相手の存在感が増し、コミュニケーションについてのユーザの主観的印象が改善されることを確認した。

第6章では、第3章から第5章において得られた結果を従来研究の文脈で検討し、本研究の成果が従来研究に新たに加わるものであることを示した。

第7章は結論である。成果を再確認し、地点間における種々の調整事項に気を配ることがコミュニケーション支援に大きく役立つことを改めて示している。

## 審査の結果の要旨

本論文は、遠隔地点間では一般的に異なる相互の状況を整合させることにより、遠隔コミュニケーションを支援するシステムの研究について述べている。整合させるべき相互の状況を、空間、周辺環境、時間の三つにわけて考え、それぞれにおける整合の手法を提案し、それらがどのようにコミュニケーションに影響するかをそれぞれの手法の評価実験により検討したものである。

第1章では、まず、なぜこの研究が必要とされるのかが述べられ、本研究によって何が達成されたのかが書かれている。交通の発達などにより人々の行動範囲が広がり、遠隔の相手とコミュニケーションニーズはますます増大している。一方でインターネットをはじめとする情報通信技術の発達により、人々が気軽に遠隔の相手とビデオチャットを楽しめるようになってきた。これまでの「連絡がつくだけで満足」であった状況から変化し、遠隔コミュニケーションに求められる要求レベルが高くなっている。現在の遠隔コミュニケーションシステムが提供しているコミュニケーション環境よりも、より良いものを提供するためには、地点間で相互の状況を整合させることが有効と考えられる。本論文では、こうした問題意識が述べられ、コミュニケーション者間の異なる種類の調整として、空間、周辺環境、時間の三つの領域における調整が提案され、その有効性を確かめるためのシステムに関する導入が明確に述べられている。

第2章は、関連研究について調査している。本研究の理解に必要となるコミュニケーションに関する基礎的知識がまず説明され、その後、空間、周辺環境、時間という相互状況の整合に関わる三つの領域のそれ

それぞれにおける従来研究が説明されている。本研究の主題である相互状況の整合が提案した三分類の枠組みでうまく説明できることも同時に示されており、さらに説明されている個々の従来研究は最新の研究まで十分に網羅されており、それを踏まえた研究提案の新規性についての高い信頼性につながっており、博士論文にふさわしい量と内容を持つ関連研究に関する記述である。

第3章では、Motion Adaptive Virtual Teacher (MAVT) と呼ぶ複合現実環境における身体的動作学習支援システムについて説明されている。ヘッドマウンテッドディスプレイを装着したユーザの視界に実世界に重畳するシステムにより、実世界の作業場を見ながらそこで必要な動作を仮想教師から学ぶことができる。これは遠隔地点間での身体的動作に関するコミュニケーションとみなせる。ここでは、動作をどこから見るかにより見やすさが異なり学習効果に影響するであろうとの仮説に基づき、どのようにすれば仮想教師とユーザとの空間的整合性がとれるかという問題に対して、仮想教師の動作を見せる向きを自動的に調整する手法が提案、実装、評価されている。コミュニケーションでは発話だけでなく、身体的動作も使われるが、これを伝える手法には未解決の問題が多い。本提案は、対面の場合にはユーザが見やすい位置に動くことができるという空間的調整を、仮想空間における身体的動作のコミュニケーションに新しい技術的手法により導入している。このアイデアの新規性が認められると共に、実装した上で手法の有効性を示しており、有用性も高く評価できる。

第4章では、遠隔ユーザの背景映像を、ローカル地点のモニターの後ろの映像とリアルタイムで置き換える Being Here System (BHS) と呼ぶビデオ会議システムについて説明されている。これはクロマキー技術と同様の効果を利用するシステムであり、機能的には広く知られたものであるが、大きな装置を必要とせず、センサとカメラ機器を組み合わせることによって、どこにでも移動可能な会議システムを構成しており、技術的な新奇性がと応用性に優れる。このシステムによって、遠隔ユーザが互いの空間の中に埋め込まれたように表示されることから、互いに目の前にいるかのように映し出される。これはユーザごとに異なる周辺環境を映像技術によって同じになるよう調整する手法である。システムの評価実験では、ユーザの感じる相手の存在感が改善されること、発話交替や発話衝突、視線などのコミュニケーション行動が従来のビデオ会議システムの利用時よりも対面コミュニケーションに近づくことが確認されており、大変高い有用性が認められる。

第5章では、時差がある環境でどのように食事時のコミュニケーションを実現するかという課題を設定している。一方の食事の録画映像をもう一方のユーザの食事時に再生するだけでなく、映像中の食事の進み具合を、再生スピードを変化させることでその場の食事の進み具合にリアルタイムで合わせることを実現している。システムの動作実験により、ユーザが感じる相手の存在感と、コミュニケーションについてのユーザの主観的印象が改善されることが確認されている。現状では、直後具体的な応用システムにつなげることは難しく感じられるが、現代のネットワーク環境においては様々な形で人同士がネットワーク越しにつながることを考えると、一方向のコミュニケーションとはいえ擬似的な遠隔共食を実現するアイデアの新奇性は大変高く、時間的調整に関する興味深い結果が得られている。

第6章では、第3章から第5章において得られた結果が従来研究の文脈で検討され、本研究の成果が従来研究に新たに加わるものであることが明確に示されている。

第7章の結論では、本研究による知見、特に地点間における種々の調整事項に気を配ることがコミュニケーション支援に大きく役立つこと、が改めて示されており、それらが将来のコミュニケーション支援システムのデザインを改善するために役立つことが理解できる。

以上のように、本論文に述べられた研究結果は、コミュニケーション支援システムのデザイン改善に大いに役立つといえ、博士論文として十分な内容を持つ者であると高く評価できる。

平成 25 年 1 月 28 日、図書館情報メディア研究科学学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと、

本論文について著者に説明を求めた後、関連事項について質疑応答を行った。引き続き、「図書館情報メディア研究科博士後期課程の学位論文の審査に関する内規」第12項第2号に基づく最終試験を行い、審議の結果、審査委員全員一致で合格と判定された。

よって、著者は博士（情報学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。