

令和元年6月21日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02735

研究課題名(和文) 人間関係の円滑化を目指した社会情動信号エフェクターの開発と心理学的評価

研究課題名(英文) Development and psychological evaluation of social emotional signal effector aiming at facilitation of human relations

研究代表者

寺田 和憲 (Terada, Kazunori)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号：30345798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：モバイルパーソナルスペースが社交不安を軽減させ、コミュニケーションを活性化させる可能性を持つことを示した。また、VRルームは生身の第三者の人間の補助なしに、プレゼンターの本番直前の心理的負担を軽減できるツールとして練習時に用いることができることが分かった。また、情動表現を行うエージェントの提示によって話し手の緊張を緩和させる手法を提案した。また、人の推論において、従来よりも本質的に難しい問題において、人間の推論能力とソーシャルリレーションの関係を調査し、ソーシャルリレーションの汎用性、強力を示した。また、ARを用いたゲーミフィケーションが課題への動機づけを向上させることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的意義は、情報機器を通じたコミュニケーションにおいても相手に関する知覚レベルの情報が社会的な状況の認知に影響を与え、社交不安などのネガティブな情動を引き起こすことを示した点、また、工学的実装によってそれらの知覚的な情報を加工することによって、その影響を制御できる点である。社会的意義は近年問題が顕在化しつつあるひきこもりやコミュ障などの社交不安障害に対して情報機器による介入が有用である可能性を示した点である。

研究成果の概要(英文)：We showed that a mobile personal space has the potential to reduce social anxiety and facilitate communication. In addition, we found that the VR room can be used at the time of practice as a tool for reducing the psychological barrier just before the presenter's performance without the assistance of a real human. We also proposed a method to reduce the tension of the presenter by presenting an agent that expresses emotion. Also, in human reasoning, we investigated the relationship between the capability of reasoning and social relation in problems that are more difficult than previous studies, and showed the versatility and strength of social relation in reasoning. We also showed that gamification using AR improves the motivation for the task achievement.

研究分野：認知科学

キーワード：ヒューマンインタフェース 認知科学 人工知能 社交不安

## 1. 研究開始当初の背景

平成 22 年 2 月に内閣府が行った調査によると、全国のひきこもりの子ども・若者は約 70 万人に上り、30 歳代で長期にわたってひきこもっているケースが数多く見られるという。また「コミュ障」という言葉がインターネット上で定着するなど、対人関係不全が社会問題化しつつあり、その対策は急務である。近年、仮想現実や拡張現実、ロボットを用いて対人関係不全を解消するための情報機器が提案されているが、それらの試みは始まったばかりである。

対人関係不全を引き起こす原因の一つとして重要視されるのが、視線や表情、対人距離、身体的同調などの、情動に影響を与える非言語情報(社会情動信号)の過多や過少である。なお、本研究では、社会情動信号を、視覚、聴覚、触覚、嗅覚の感覚器官を通じて脳に入力され、情動反応を引き起こす非言語情報のうち、社会構成員の水平(配偶者、集団内の協同)関係と垂直(親子、集団内の支配)関係を構築、維持するためにやりとりされるものと定義する。

非言語情報の過少が引き起こす現象に、インターネットなどの非対面状況で起こる「フレーミング(罵り合い)」がある。この現象は、対面であれば本来認識される、相手の視線や表情などの非言語情報に基づいた微妙な反応や真意が見えないために、相手の反応を無視した情報発信をしてしまうことが原因として考えられる。一方、対面状況においては社会情動信号の過多が問題を発生させる。その一つが社交不安である。社交不安とは「未知の人前に晒されること、多人数の前での行動に対して恐れを感じること」や「自分の取る行動が変に思われることを恐れること」などである。しかし、社会情動信号がどのように情動に影響を与えるのか、また社会情動信号をどのように制御すれば情動反応を制御できるかは明らかになっていない。

## 2. 研究の目的

上述の背景のもと、本研究では、以下の 5 つの副目標を設定し、研究を行った。

(1) 人から見える情報をフィルタリングすることは、視線恐怖症のような自分や他者の視線に関連して不安を感じてしまうような対人関係不全の症状の緩和に影響を与え、ると考えられる。

また、人から見られる情報をフィルタリングすることは、対人恐怖症の緩和に影響を与え、ると考えられる。本研究では、ソマーや渋谷の研究で指摘されたパーソナルスペースの効果と萩原らや葛西らの情報処理(エフェクタ)による心理的負担の軽減効果を統合した新たなシステムを開発した。我々が提案するシステムは相手の顔にフィルタリングをかける機能とパーソナルスペースを確保することを一つの装置で実現した。具体的には、対面状況

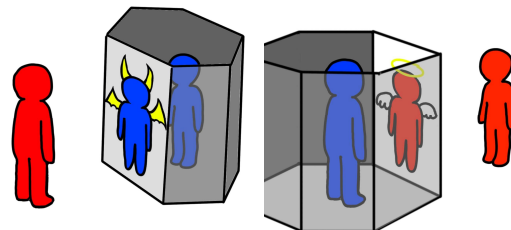


図 1 モバイルパーソナルスペースの概念図。グレーの領域は両面ディスプレイで構成される。左は外から中、右は中から外を見た場合。

における社交不安を緩和する社会情動信号エフェクタとなる装置として、社会情動信号の入出力を制御するパーソナルスペースロボット、モバイルパーソナルスペースを提案する。また、装置の効果として、中の人を外の人を見るとき、内側のディスプレイに外の人にエフェクトを加えた映像を表示することで、中の人が見る顔の直視するストレスを軽減する効果があると考えられる。また、外の人の中の人を見るとき、外側のディスプレイに中の人にエフェクトを加えた映像を表示することで、自分の外見を誇張したり別の姿にすることでインタラクションの代替を行い心理的負担を減らす効果が期待される。本研究では、これらの効果を検証した。



図 2 モバイルパーソナルスペースのスケルトン(左)壁を一部取り外した装置(中)および内部から外側を見た図(右)。

(2) 本研究では VR 環境上に作成したプレゼンテーション空間での練習によって、プレゼンターに与える心理的負担を軽減できるかを検証することを目的とする。近年、バーチャルリアリティ(以下、VR)技術の発達と、そのデバイスの価格低下により、VR ヘッドマウントディスプレイ(以下、VR 用 HMD)が世の中に普及しはじめた。VR 用 HMD は、ヘッドマウントディスプレイに、ヘッドトラッキング技術を組み合わせ、顔の向きに合わせて映像を連動させて 360 度の視界を表現する手法を用い、臨場感の高い VR 環境を作りだすことが出来る。VR 用 HMD といえば、主にゲームが連想されるが、その技術を搭載したデバイスは、様々な支援システムのツールとして多角的に応用されている。その中でも、VR 技術が様々なプレゼンテーション支援に利用されている点に着目した。プレゼンテーションは、相手に対して情報を提示し、理解を得るようになるための手段と定義され、それを成功させると、相手とのコミュニケ

ーションやビジネスをより円滑にすることが出来る。VR 技術がプレゼンテーション支援に多く応用される背景には、プレゼンテーションは社会生活において重要で、する機会も多いが、多くの人が成功への苦戦を強いられていることがある。事前にプレゼンテーションを準備していたにもかかわらず、いざプレゼンテーションの場所に立ってみると、練習時に得られなかった様々な緊張要因と初めて対面することになるからである。よって、プレゼンテーション時に緊張しないような練習方法が実現できれば、プレゼンテーションの成功へ一歩近づきやすくなるのではないかと考えた。

(3) コミュニケーションはしばしば緊張を伴い、緊張が話し手の円滑な発話の妨げとなることがある。特に1人の話し手に対し複数人が聞き手となる形のコミュニケーション、つまりスピーチやプレゼンテーションにおいて緊張する(「あがり」状態になる)人は多いことが知られている。近年、この話し手単人だけでは制御が難しい問題を解決するべく、緊張する話し手の気持ちをサポートすることに注目が集まっている。本研究では、他者性を感じさせるような人工システムであるエージェントによって緊張する話し手をサポートし、心理的にリラックスさせることで緊張を緩和する手法を検討する。過去の研究によって、課題遂行時に面前の他者からポジティブフィードバックを受けた遂行者は主観的な「あがり」の意識が緩和されることが知られている。他者や他者を含む状況要因に対する感情的な反応性の高い人間、つまり他者から影響を受けやすい人間の「あがり」度合いは、他者から受けているフィードバックの内容と関係していることが示唆されている。またフィードバックを受けたときだけでなく、自身に向けられたものでない他者の感情を知覚したときも、人間は心理的な影響を受ける。これらの知見から、意図的にデザインされた何らかの情動表現を行う他者の存在が、緊張の緩和に有効であることが予想される。例えばリラックスした様子の聞き手を見て、話し手がそれをポジティブフィードバックと認識すれば、話し手の緊張の緩和が期待される。また一方で、話し手が傍に「自分と一緒に緊張している」ような他者の存在を感じた場合も、同様の効果が得られることが考えられる。しかし、緊張しやすい話し手に常にこのような態度を見せる人間を傍に置くことは困難である。

(4) 人間の推論能力の限界や特性を調べることは、人間とAIの協調やHCIにおいて、人間の認知モデルを構築するために、必須の研究である。しかしながら、これまでの認知モデルの研究はまだ不十分である。本研究では、認知科学において人間の推論特性を特徴付けるパラメータであるソーシャルリレーション(実世界とのマッピング強度)に注目し、従来よりも本質的に難しい問題において、人間の推論能力とソーシャルリレーションの関係を実験的に解明するのが目的である。

(5) これまでの研究から、幼児は成人とは異なる身体表現を持つことが知られている。たとえば、幼児は2歳を過ぎる頃からヒトの描画を始める。中には、胴体や鼻を無視し、顔から直接手足が生える「頭足人」を描く子が存在する。また、2歳過ぎまで自分の身体の大きさを考慮した隙間を選択できない。このように、幼児期の身体地図は歪んでいる可能性があるが、その発達過程の検討は、方法論上の難しさからこれまで観察主体でしか行われてこなかった。たとえば、Brownellらの課題では、実験者がもう一人の実験者の身体部位12か所にステッカーを貼り付ける様子を見せ、新たなステッカーを渡して「今度はあなたがこのように貼るのよ」と教示した。だが、2歳児に「この」といった指示語の理解は難しく、ステッカーを12回も貼らせたのは冗長で、飽きた可能性が高い。そこで本研究では、ゲーミフィケーションの手法を取り入れることで、幼児の身体地図の発達を定量的に評価できる新たな課題を開発、評価することを目的とした。

### 3. 研究の方法

それぞれの副目標に対して、次の方法で研究を行った。

(1) モバイルパーソナルスペースが対人コミュニケーションの発展、持続に与える影響について検証した。実験参加者は28名で実験計画は2(壁:有・無)×2(顔変換:有・無)の参加者間要因配置であった。壁有水準ではロボットの外枠を使用し、壁無水準ではロボットの外枠を使用しなかった。顔変換はロボットの外部カメラの映像を内側前面のディスプレイに映す内容を変えることにより実現した。顔変換有水準では図2右のように、対面の人の顔の外見をキャラクターに変換して表示した。顔変換無水準ではディスプレイを使用せず、実験協力者の顔が直接見える状態にした。実験は、初対面である実験参加者と実験協力者によって行われた。はじめに、実験者が実験参加者に実験の説明を行った。その後、壁有×顔変換有条件、壁有×顔変換無条件の実験参加者はパーソナルスペースロボットの中に、壁無×顔変換有条件、壁無×顔変換無条件の実験参加者を所定の位置に案内した。その後、実験参加者と実験協力者は半構造対話に従った会話をを行った。会話の後、実験参加者にアンケートに回答するよう求めた。

(2) VR環境上でプレゼンテーションの練習を行えるシステムを実装した。VR空間には、コンピュータグラフィックス技術を用いて作成した大学講堂に模したものを背景とし、同様の技術で

作成した聴衆が存在する。この空間をVRルームと称し、聴衆をVR聴衆と称した。検証では、まずVRルームを用いてプレゼンテーション練習をおこなった後、プレゼンターの心理的負担を計測した(検証1)。さらに、VRルーム内の聴衆の存在感の強さ・現実らしさについて複数の条件を比較し、プレゼンターにかかる心理的負担についての検証をおこなった(検証2)。

(3) 本研究では、情動表現を行うエージェントの提示によって話し手の緊張を緩和させる手法を提案する。これらのシステムを実現するためにまず、緊張する話し手に提示するための情動表現を行うエージェントの創出を試みた。具体的には、直接的には生物を表現していない単純な幾何学図形の運動によって「幸せそうな生き物」や「悲しそうな生き物」など、一定種類の異なる印象を与えることを目的として、その運動パラメータの獲得を行った。まず、複数の被験者から特定の印象を想起させるような白丸の1次元の周期運動の作成を指示し、運動のパターンのサンプルを収集した。印象は幸せ、悲しみ、リラックス、緊張、非生物らしいさA、非生物らしいさBの6つであった。被験者53人から、計318個の運動パターンのサンプルが得られた。次に新たな被験者3人に実験で作成された運動パターンの評価を指示した。運動を観察し、選択肢、生き物らしい-幸せ、生き物らしい-悲しみ、生き物らしい-リラックス、生き物らしい-緊張、生き物らしくない、の中から最もふさわしいと思う印象を1つ選び、回答させた。それらを訓練データとし、Generative Adversarial Networksによって学習を行い、生成モデルを作成した。生成モデルによって作成した新たな運動パターンに関してどのような印象を受けるか評価実験を実施した。白丸の運動を観察し、その様子に最もふさわしいと思う印象を10個の選択肢の中から1つ選び回答することを指示した。被験者25人からサンプル集合5組について、合計250個のサンプルについて評価を得られた。

(4) 従来のソーシャルリレーション研究では、課題としてウエイソン選択課題というルール学習の一種がよく利用されてきたが、もっと現実に近い難易度をもつ有限状態オートマトンのサブセットである課題を設定した。そして、それを参加者に解いてもらうプロセスを測定、分析することで、人間のソーシャルリレーションと推論能力との関係を実験的に調べた。また、課題の状況としては、学校の教室で擬人化エージェントの生徒と対話することで、生徒の内部状態が推移するという実世界に近いものを用いた。

(5) 画像処理による顔検出技術と拡張現実(AR)を用いて、スクリーンに投影された自分の身体映像の各部位にマークを表示させ、それを見ながら現実の自己身体を触らせ、ポインティングの正確さと反応時間を測定することで、身体部位の空間定位を評価するゲーム・プログラムを作成した。実験参加者がスクリーンを見ながら現実の身体の当該部位に正しく触れると、映像と音声による報酬が表示される、というゲーム仕立てにすることにより、試行の繰り返しの冗長性を低減させ、幼児でも楽しく取り組むことができる課題とした。開発環境はKinect v2 + Processing 3.0, Kinect v2 for Processing(ライブラリ)であった。キャラクターを呈示する位置は、左ほほ、右ほほ、あご、鼻、おでこ、おでこの上、の6部位であった。呈示するキャラクターは3種類で、これを1ブロックとして2ブロック実施した。試行数は、練習試行1試行を加え、全37試行であった(1+6×3×2=37試行)。6部位の呈示順序はラテン方格法に基づいてランダム化した。解析はエラーの出現率、エラー先に選ばれやすい顔部位を可視化するネットワーク分析や、月齢・エラー先・反応時間を統合的に表現するヒートマップ解析などを行った。また、身体に関する語彙の獲得状況などについて、保護者にアンケート調査を実施し、その結果も合わせた解析も行った。実験には2.5歳児43名、3.5歳児12名が参加し、それぞれ2歳児31名、3歳児11名のデータが解析された。

#### 4. 研究成果

それぞれの副目標に対する研究成果は以下の通りである。

(1) 実験後の2種類のアンケートによって実験時の実験参加者の感情と社交不安度、実験中の会話時の発話数の分析によって、壁有×顔変換有条件は他の条件よりも閉鎖感を感じ、意見を否定されたときに悲しく感じ、相手を怖く感じるこがわかった。また、顔変換を行う顔変換フィルタが、社交不安度の高さによる発話数の減少を抑制する効果を持つ可能性が示唆された。このことから、モバイルパーソナルスペースは社交不安を軽減させ、コミュニケーションを活性化させる可能性が示唆された。また、パーソナルスペースと顔変換フィルタの複合効果により、意見を否定されたときにネガティブな感情を増幅させる効果が存在する可能性が示唆された。

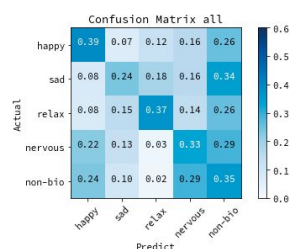


図3 1次元の周期運動に対する感情評価実験の結果

(2) 検証1の結果, VRルームで練習をおこなうことは, プレゼンターの本番直前の心理的負担を軽減する効果があることが示唆された. また検証2の結果, VR聴衆がプレゼンターに与えた心理的負担は, 本物の聴衆が与える心理的負担より小さいことが確認できた. これらから示唆されるのは以下の点である. まず, VRルームは生身の第三者の人間の補助なしに, プレゼンターの本番直前の心理的負担を軽減できるツールとして練習時に用いることができるという点, また, その心理負担軽減の理由としては, 「VR聴衆の存在によって本物の聴衆同等の心理的負担が与えられるので, 緊張要因を練習時に経験することができ, それによって本番直前の心理的負担が軽減する」という機序によるものではなさそうだという点である.

(3) 25人の被験者の回答から作成した混同行列を図3に示す. この結果より, 一定の割合の人間が共通して特定の感情を推定するようなパターンの生成ができていたことが示された. 今後このシステムによって生成されたエージェントを利用し, それを提示した時のユーザ, つまり話し手への「あがり」状況に関する影響を調査することが必要となる. 提案手法は上下運動するのみの単純な映像刺激であるため, 例えばプレゼンテーションの際のPC画面の隅や壁面への投影など, 景観を大きく変えることなく容易に導入することができる. ただし, ミニマルなデザインであるが故に提示方法によってはユーザの視界に入りにくく, エージェントとして機能しなくなる恐れがあるため, より効果的な使用方法の検討が重要である.

(4) ウエイソン選択課題と同様に, 実世界との対応関係が強いほど, それをモデルとして, より難しい課題を高速に解けることが示された. この結果は, ソーシャルリレーションの汎用性, 強力さを示したオリジナリティの高い成果である. また, 参加者として一般の方の協力を得たものであり, この成果は知識程度の個人差の少ない, 広い一般性を持っている.

(5) 実験参加者の課題に対するモチベーションを評価するため, 取り組んだ試行数について評価を行った. その結果, 60%以上の2.5歳児, 80%以上の3.5歳児が30試行以上の取り組みを見せた. このことは, ARを用いたゲーミフィケーションが課題への動機づけを向上させたことを示唆する. また, エラー率やエラー先の解析によって, 触り間違いのエラー率は年齢とともに減少すること, エラー先のバリエーションも年齢が上がるにつれて狭くなることが分かった. 本研究では, 発達初期の幼児における自己身体像の様相を定量的に評価できる課題を開発することができた. これまで観察主体であった自己身体像認識の検討手法に一石を投じることができたと考えられる. 今後はこの課題を全身の身体像が検討できる課題に拡張していく.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計20件)

Miyazaki, M., Asai, T., & Mugitani, R., Touching! An augmented reality system for unveiling face topography in very young children, *Frontiers in Human Neuroscience*, 2019 (in press)

DOI: 10.3389/fnhum.2019.00189

Matsui Tetsuya, Yamada Seiji, Designing Trustworthy Product Recommendation Virtual Agents Operating Positive Emotion and Having Copious Amount of Knowledge, *Frontiers in Psychology*, 査読有, Vol.10, 2019

DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00675

Tatsukawa Kyohei, Takahashi Hideyuki, Yoshikawa Yuichiro, Ishiguro Hiroshi, Interpersonal Closeness Correlates With Social Influence on Color Perception Task Using Human and Artificial Agents, *Frontiers in ICT*, 査読有, Vol.5, 2018

DOI: 10.3389/fict.2018.00024

栗原 一貴, Toolification of Games: 既存ゲームの余剰自由度の中で非ゲーム的目的を達成するゲーミフィケーション周辺概念の提案と検討, *情報処理学会論文誌*, 査読有, Vol.58, 2017, pp. 1-13,

Terada Kazunori, Yamada Seiji, Mind-Reading and Behavior-Reading against Agents with and without Anthropomorphic Features in a Competitive Situation, *Frontiers in Psychology*, 査読有, Vol.8, 2017

DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01071

[学会発表](計52件)

Tetsuya Matsui and Seiji Yamada, Subjective Speech Can Be Useful for Persuasive Virtual Humans, 6th International Conference on Human Agent Interaction (HAI2018), 2018

Miyazaki, M., Mugitani, R., Asai, T., "Touching!!": An AR system for unveiling face topography in very young children, 21th international conference on infant studies, 2018

Hidekazu Fukai, Kazunori Terada, Manabu Hamaguchi, Animacy Perception Based on

One-Dimensional Movement of a Single Dot, 20th International Conference on Human-Computer Interaction, 2018

Kazutaka Kurihara, Akari Itaya, Aiko Uemura, Tetsuro Kitahara, and Katashi Nagao, Picognizer: A JavaScript Library for Detecting and Recognizing Synthesized Sounds, The 14th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2017), 2017

Ishikawa Eitetsu, Terada Kazunori, A Study of Good and Evil Using 1 DOF Sticks, The 5th International Conference on Human Agent Interaction (HAI'17), 2017

## 6 . 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：栗原 一貴

ローマ字氏名：Kazutaka Kurihara

所属研究機関名：津田塾大学

部局名：学芸学部

職名：教授

研究者番号 (8桁): 30345798

研究分担者氏名：高橋 英之

ローマ字氏名：Hideyuki Takahashi

所属研究機関名：大阪大学

部局名：基礎工学研究科

職名：特任講師

研究者番号 (8桁): 30535084

研究分担者氏名：山田 誠二

ローマ字氏名：Seiji Yamada

所属研究機関名：国立情報学研究所

部局名：コンテンツ科学研究系

職名：教授

研究者番号 (8桁): 50220380

研究分担者氏名：宮崎 美智子

ローマ字氏名：Michiko Miyazaki

所属研究機関名：大妻女子大学

部局名：社会情報学部

職名：講師

研究者番号 (8桁): 90526732

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。