

ほかしの動的制御によるビデオ会議支援システムの検討

木村 悠児¹ 今井 廉² 呉 健朗^{2,3} 酒井 知尋³ 小島 一憲³ 宮田 章裕^{1,a)}

概要：インフォーマルな場において、ビデオ会議システムを使用する際、会議参加者間の信頼度・親密度を高めるために互いに顔を見せ合うことが重要と思われる。しかしながら、恥ずかしさなどの理由から顔を表示することに心理的負担が生じ、多くの参加者が顔を非表示にしてしまうという問題がある。そこで我々は、オンラインのインフォーマルコミュニケーションにおいて、互いに顔を見せ合うことの心理的負担を軽減できるようにするために、各参加者映像にコミュニケーション状態に合わせて動的に変化するほかし処理を行うビデオ会議システムを提案する。本稿では、会話を続けるとコミュニケーションが深まるという仮説に基づき、会議参加者の発言時間に合わせてほかしの状態を変化させるプロトタイプシステムの実装およびプロトタイプシステムを用いて実施した検証実験について報告する。

1. はじめに

ビデオ会議システムが普及してきており、オンライン飲み会などのインフォーマルな場においてもビデオ会議システムが使われるようになってきている。このようなインフォーマルな場において、ビデオ会議システムを使用する際、互いに顔を見せ合うことで会話がしやすくなり、互いの信頼度・親密度が上がりやすくなると考えられる。しかしながら、恥ずかしさなどの理由から顔を表示することに心理的負担が生じ、多くの参加者が顔を非表示にしてしまうという問題がある。顔を非表示にしてしまうことで、会話において重要な役割を持つノンバーバル情報 [1] も失われてしまう。そこで、研究 [2] では、顔のエッジ表現を変化させ、恥ずかしさを軽減し、リラックスして会話を楽しめるコミュニケーションシステムを構築している。しかし、このシステムでは、最後まで互いの顔を見せ合わないままコミュニケーションが行われるという問題がある。

そこで我々は、オンラインのインフォーマルコミュニケーションにおいて、互いに顔を見せ合うことの心理的負担を軽減できるようにするために、ユーザ間のビデオ会議時のコミュニケーション状態に合わせてユーザの顔の映像を動的にほかし手法を提案する [3]。これは、ユーザ間のコミュニケーションが活発でないときは濃いほかし処理がなされ、コミュニケーションが活発になっていくと、それに合わせてほかしが薄くなっていくというものである。こ

れにより、ビデオ会議に参加するユーザの、顔を表示する際の心理的負担が少なくなり、互いに顔を見せ合いながら会話をできるようになることで、互いの信頼度・親密度が上がりやすくなると考えられる。

本稿では、会話を続けるとコミュニケーションが深まるという仮説に基づき、会議参加者の発言時間に合わせてほかしの状態を変化させるプロトタイプシステムの実装およびプロトタイプシステムを用いて実施した検証実験について報告する。

2. 関連研究

本研究は、コミュニケーションを支援する研究領域に属する。コミュニケーションの形式は、オンラインで行うものとオフラインで行うものに大別できる。本章では、各形式で行うコミュニケーションを支援する研究について述べる。

2.1 オンラインコミュニケーションにおける心理的負担を軽減する研究

初対面の人とのオンラインコミュニケーションにおける心理的負担を軽減する研究として研究 [4] がある。この研究では、人が対話を円滑にするために他者の表情を模倣するミラーリングという現象を、対話相手の表情を画像処理によって変化させることで擬似的に発生させる。これにより、模倣者と被模倣者の両者に対して、会話の円滑さや、共感度の指標が向上することが示唆されている。

¹ 日本大学文理学部

² 日本大学大学院総合基礎科学研究科

³ ソフトバンク株式会社

a) miyata.akihiro@acm.org

2.2 オフラインコミュニケーションにおける心理的負担を軽減する研究

初対面の人とのオフラインコミュニケーションにおける心理的負担を軽減する研究として研究 [2][5][6][7][8][9] がある。研究 [2] では、顔のエッジ表現を用いたコミュニケーションシステムを構築している。顔のエッジ情報量を変化させた時、サンプリング率 50% の顔のエッジ映像通信において、恥ずかしさが最も軽減され、リラックスして会話を楽しめたことが明らかになった。研究 [5] では、「言い訳オブジェクト」、「サイバー囲炉裏」を利用することによって、インフォーマルコミュニケーションを触発できることが明らかになった。「言い訳オブジェクト」とは、共有インフォーマル空間の利用者が、そこに行く理由や居るための理由として頻繁に“もの（オブジェクト）”に触れたり注視したりしているような“もの”である。研究 [6] では、気分を表すキャラクターのイラストが印刷されたシールを身につけながら生活した結果、身につけているシールの内容が、気持ちを理解するための手がかりとなったことや、コミュニケーション開始時の話しかけやすさに影響を与えたことが明らかになった。研究 [7] では、テーブルトップインタフェースを食卓として利用し、テーブルや皿、料理を電子的に飾り付けられるようにしている。テーブルの状態に応じて偶発的なイベントを発生させることで、初対面者を含む場合において、コミュニケーションを活性化させることが明らかになった。研究 [8] では、見ず知らずの人とのコミュニケーションを開始することに心理的障壁が存在する問題を解決するため、ユーザのコミュニケーション時の匿名性を段階的に変化させることができるシステムを提案している。研究 [9] では、会話中にリアルタイムでパーソナライズされた話題提案を生成するシステムを用いて、初対面の人との会話中に話題提案を受け取った人を対象に調査を行った。これにより、コミュニケーション介入が人々の経験や行動にどのように影響を与え、対人関係を強化するかの理解に貢献していることが明らかになった。

3. 研究課題

顔のエッジ表現を用いたコミュニケーションシステムでは、恥ずかしさが最も小さく、リラックスして会話を楽しめたことが明らかになっている [2]。このことは、ビデオ会議でも応用できると考えられる。しかし、このシステムでは、最後まで互いの実際の顔が分からないままコミュニケーションが行われるという問題がある。

会議参加者間の信頼度・親密度を高めるためにはオンラインコミュニケーションであっても互いに顔を見せ合うことが重要と思われる。いつまでも相手の顔が分からないままでは、その後の人間関係も深まりにくいと考えられる。しかしながら、恥ずかしさなどの理由から顔を表示することに心理的負担が生じ、多くの参加者が顔を非表示にして

しまうという問題がある。

そこで我々は、オンラインのインフォーマルコミュニケーションにおいて、互いに顔を見せ合うことの心理的負担を軽減することを研究課題とする。

4. 提案手法

研究課題を達成するためにはまず、会議参加者間の顔を表示する際の心理的負担をなくす必要があるため、互いの顔が見えない状態である必要があると考える。そして、互いの信頼度・親密度を高めるためには、互いに顔を出したほうが良いため、ある程度互いに会話を続けたら顔を見せ合うようにする必要があると考える。このことから、各参加者映像にコミュニケーション状態に合わせて動的に変化するぼかし処理を行うビデオ会議システムを提案する [3]。図 1 にシステムのイメージを示す。

このシステムでは、互いに会話を続けると徐々にぼかしが薄くなり、最終的には、ぼかしが無くなる。ぼかし処理は各参加者間のコミュニケーション状態に合わせて、各参加者によって異なる変化をするようにする。各参加者が会話をするにつれて徐々にぼかしを薄くするため、いきなり互いの顔を見せ合う場合と比べて、自分の顔を表示する際の心理的負担を軽減できることが期待される。これにより、オンラインのインフォーマルコミュニケーションにおいて、少ない心理的負担で互いに顔を見せ合うことを支援することができると思われる。

先行研究では、研究の初期段階として、ぼかしを変化させる指標として会議の継続時間を用いた [10]。しかし、会議の継続時間を用いると、会議参加者が能動的に会議の会話に参加しなくてもぼかしが薄くなることもある。これによって、各参加者同士が打ち解けてないのに顔が表示されてしまうという問題点がある。そこで我々は、次の段階として、会話を続けるとコミュニケーションが深まるという仮説に基づき、ぼかしを変化させる指標として各参加者の発言時間を用いる。参加者の発言時間を用いることによって、参加者のコミュニケーションの場への能動的な参加の程度に合わせてぼかしが薄くなっていくため、より少ない心理的負担で互いに顔を見せ合うことを支援することができると思われる。

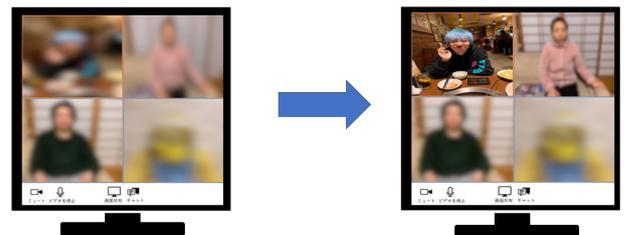


図 1 提案手法のイメージ

5. 実装

3章の研究課題を達成するために、プロトタイプシステムの実装を行う。具体的には、会議参加者の発言時間に合わせてぼかしの状態を変化させるシステムの構築を行う。

ビデオ会議システムは、クライアントサーバーシステムである。webRTCを用いて、クライアント間でP2P通信を行っている。発言時間は、JavaScriptのP5.jsライブラリのgetLevel APIを用いて計測する。具体的には、各ユーザのマイク端末から、環境音と発言を区別するための閾値を超えた音声入力となされた時間を発言時間として扱う。ぼかし処理は、CSSのfilterプロパティで実現する。ぼかしはユーザが発言していない時間帯は変化せず、ユーザが発言している時間帯は徐々に薄くなるように変化させ、ユーザの発言時間の合計値が既定値を超えたら完全に消えるように制御する。

6. 実験計画

5章で実装したプロトタイプシステムが実際に、少ない心理的負担で互いに顔を見せ合うことを支援することができるかどうか検証を行う。

6.1 実験目的

本研究の本来の目的は、コミュニケーション状況に応じてユーザの顔映像のぼかし具合を動的に変化させることで、インフォーマルなビデオ会議においてユーザ間の親密度・信頼度を高めることである。本実験ではこの目的を達成するための初期ステップとして、コミュニケーション経過時間や発言時間に基づいて顔映像のぼかしが薄くなることに対して、ユーザがどの程度心理的負担を感じるかわかるかにすることである。評価指標は、顔を表示することへの心理的負担を軽減できたかどうかに関するアンケートへの回答結果である。

6.2 実験条件

実験参加者は、20代の男子学生16名である。本実験では、ぼかしの有無が顔を表示することへの心理的負担を軽減させられるか検証するため、下記手法の比較を行う。

M1: 各参加者映像にぼかし処理を行わないビデオ会議システム

M2: 各参加者映像に常にぼかし処理を行うビデオ会議システム

M3: 各参加者映像に時間経過に伴って薄くなるぼかし処理を行うビデオ会議システム

M4: 各参加者映像に各参加者の発言時間に伴って薄くなるぼかし処理を行うビデオ会議システム

実験参加者は、各手法で参加人数4人のビデオ会議を15分行ってもらう。一人の実験参加者につき各手法1回ずつ、

計4回ビデオ会議に参加してもらうが、同一人物とビデオ会議を複数回行うことがないように組み合わせる。後述のとおり、本稿執筆時点で、M1~M3のみアンケート回答まで完了している。

6.3 実験手順

本実験は次の手順で行う。

Step 1: 実験者が実験参加者に実験に関する説明を行う

Step 2: 実験者がランダムに話題を1つ選択する

Step 3: 実験参加者は、15分間自由に会話をする

Step 4: 実験参加者はアンケートに回答する

Step 5: 異なる組、異なる手法でStep 1-Step 4を行う

Step 1では、これから15分間自由な会話をすること、システムによるPCのカメラ、マイク利用を常に許可することを実験参加者に伝える。Step 2の話題で選択する話題の候補は次のとおりである。

- 好きな音楽
- おすすめの旅行先
- コロナ禍が収まったらやりたいこと
- コロナ禍での生活
- 趣味
- 好きな食べ物、おすすめの飲食店
- 好きな芸能人
- 最近ハマっていること
- 好きな映画、ドラマ、アニメ

Step 3では、実験開始時に実験参加者は自己紹介を行う。自己紹介の内容は、学年、名前、Step 2で選択された話題についてである。自己紹介の後には、自由な会話をしてもらう。会議終了後、実験参加者にはアンケートに回答してもらう。アンケートには、実験参加者間の関係性を回答するものと顔を表示することへの心理的負担を軽減できたかどうかを回答するものがある。

実験参加者間に関する質問項目は次のとおりである。

Q1.参加者ID何番の人と知り合ってどれくらい経ってますか

Q2.参加者ID何番の人と直近1ヶ月でどれくらい対面で会話しましたか

Q3.参加者ID何番の人と直近1ヶ月でどれくらいビデオ会議で会話をしましたか

顔を表示することへの心理的負担を軽減できたかどうかについての質問項目は次のとおりである。

Q1.このビデオ会議は話しやすかったですか

Q2.相手の顔の映像を気にしませんでしたか

Q3.自分の顔が表示されていることに心理的負担がないと感じましたか

Q4.Q3のように回答した理由についてあれば教えてください

Q5.今後のビデオ会議（実験で使ったビデオ会議システム）

ム)では、自主的に顔を表示しようと感じましたか
Q6. ぼかしの度合いが段階的に変化していったことについてどう感じましたか (M3, M4 のみの質問)

Q1, Q2, Q3, Q5 は 5 段階リッカート尺度 (5: とても感じた~1: 全く感じなかった) で Q4, Q6 は自由記述で回答してもらう。

6.4 実験結果・考察

顔を表示することへの心理的負担を軽減できたかどうかのアンケートの結果を図 2~図 5 に示す。回答結果に対してはすべて Wilcoxon の符号順位検定を行っている。Bonferroni 補正は行っていない。本稿執筆時点で、M1~M3 のみアンケート回答まで完了している。

Q1 (このビデオ会議は話しやすいと感じましたか) の回答結果から、各手法間で有意差は見られなかった。加えて、どの手法でも約半数の実験参加者が 4 (やや感じた) 以上の回答をしている。このことから、話しやすさはそれぞれの手法間で変わらないと考えられる。

Q2 (相手の顔の映像を気にしないと感じましたか) の回答結果から、M1, M2 間で 1%水準、M2, M3 間で 5%水準で有意差が見られた。M2 では、ほとんどの実験参加者から 4 (やや感じた) 以上の回答を得られている。このことから、ぼかし処理によって、他の参加者の顔の映像を気にしないことが明らかになった。

Q3 (自分の顔が表示されていることに心理的負担がないと感じましたか) の回答結果から、M1, M2 間で 5%水準、M2, M3 間で 5%水準で有意差が見られた。M1, M3 間で 10%水準で有意傾向が見られた。このことから、常にぼかし手法で自分の顔が表示されていることの心理的負担を軽減することができることが確認された。時間経過に伴って薄くなるぼかしで顔を表示することへの心理的負担を軽減することができる可能性があると考えられる。

Q5 (今後のビデオ会議 (実験で使ったビデオ会議システム) では、自主的に顔を表示しようと感じましたか) の回答結果から、各手法間で有意差は見られなかった。しかし、M3 で、約半数の実験参加者が 4 (やや感じた) 以上の回答をしている。このことから、時間経過で薄くなるぼかし処理によって、今後の会議で参加者が自主的に顔を表示させることができる可能性があると考えられる。

Q3 (自分の顔が表示されていることに心理的負担がないと感じましたか) の回答結果で、M1 の手法でアンケート結果が 3 (どちらでもない) 以上から元々顔を出すことに心理的負担を感じない人、2 (あまり感じなかった) 以下を顔を出すことに心理的負担を感じる人として分けて更に分析を行った。その結果を図 6, 図 7 に示す。Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ、心理的負担を感じる人の方で全ての手法間で 5%水準で有意差が見られた。このことから、自分の顔を表示することに心理的負担を感じる人

にとって、M2, M3 よって顔を表示することへの心理的負担を軽減することができていると考えられる。この結果から、自分の顔を表示することに心理的負担がある人に対しては、常にぼかし処理を行う場合と時間経過に伴って薄くなるぼかし処理を行う場合のどちらにおいてもユーザが顔を表示することへの心理的負担を軽減することができることが明らかになった。ただし、時間経過に伴って薄くなるぼかし処理を行うより、常にぼかし処理を行う方が効果があった。

Q6 (ぼかしの度合いが段階的に変化していったことについてどう感じましたか (M3, M4 のみの質問)) の自由記述から、“ぼかしが段々と薄くなることに恥ずかしさがある”というコメントが確認できた。このことから、会議の時間経過ではなく会話の継続時間など他のコミュニケーション状態によってぼかし度合いを変化させれば解決できると考えられる。

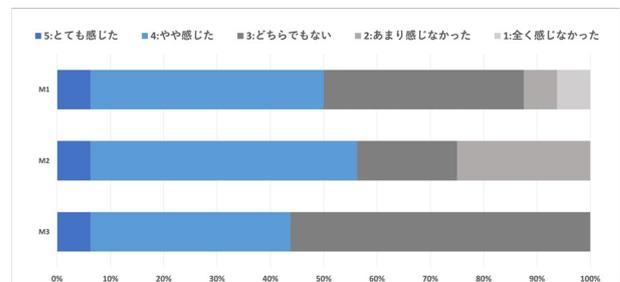


図 2 Q1 の結果 (N = 16)

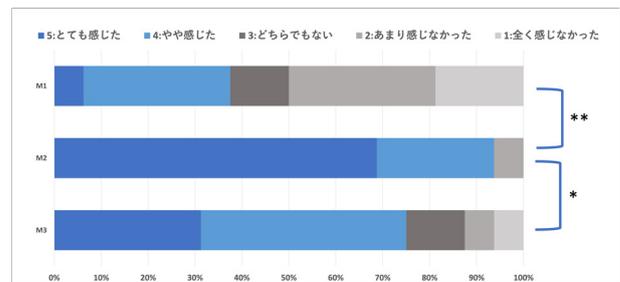


図 3 Q2 の結果 (N = 16)

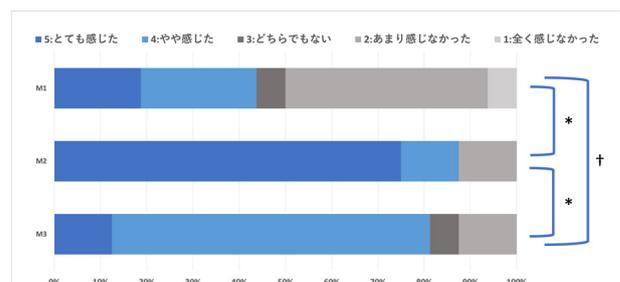


図 4 Q3 の結果 (N = 16)

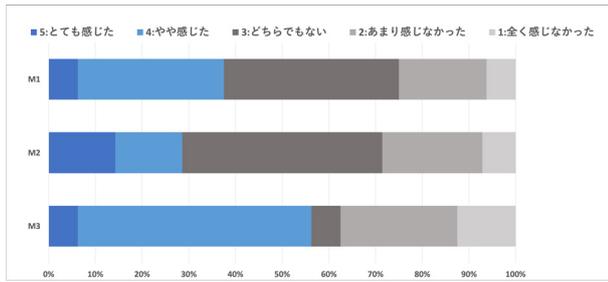


図 5 Q5 の結果 (N = 16)

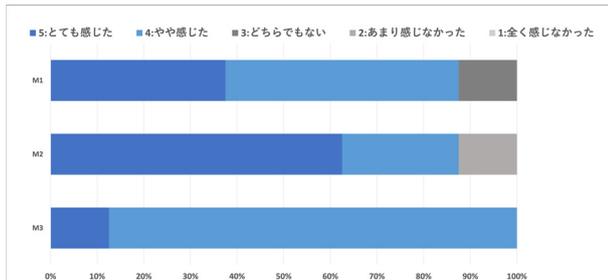


図 6 心理的負担を感じない人の Q3 の結果 (N = 8)

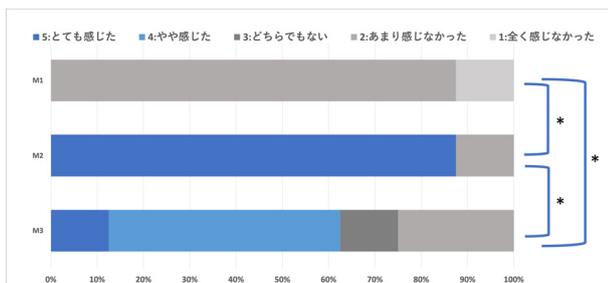


図 7 心理的負担を感じる人の Q3 の結果 (N = 8)

7. おわりに

オンラインのインフォーマルコミュニケーションにおいて、少ない心理的負担で互いに顔を見せ合うことを支援するために、我々は、各参加者映像にコミュニケーション状態に合わせて動的に変化するぼかし処理を行うビデオ会議システムを提案した。本稿では、会話を続けるとコミュニケーションが深まるという仮説に基づき、会議参加者の発言時間に合わせて、ぼかしの状態を変化させるプロトタイプシステムの構築を行った。加えて、プロトタイプシステムが実際に、少ない心理的負担で互いに顔を見せ合うことを支援することができたか調査するため検証実験を行った。今後の展望として、検証は途中段階であるため、引き続き検証を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Nguye, T. D. and Canny, J.: More than face-to-face: empathy effects of video framing, Proc. CHI'09, pp.423-432, (2009).
- [2] 大石貴也, 徳永幸生, 米村俊一, 大谷 淳: 顔のエッジ表現を用いたコミュニケーションシステム, 情報処理学会研

- 究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2005, No.9, pp.51-56 (2005).
- [3] 木村悠児, 今井 廉, 富永詩音, 呉 健朗, 峯岸暉歩, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ぼかしの動的制御によるビデオ会議支援の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2021 論文集, pp.604-606 (2021).
 - [4] 鈴木啓太, 横山正典, 吉田成朗, 望月崇由, 布引純史, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 同調的な表情変形技術を用いた遠隔コミュニケーションの拡張, 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.1, pp.52-60 (2018).
 - [5] 松原孝志, 白杵正郎, 杉山公造, 西本一志: 言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏: 共有インフォーマル空間におけるコミュニケーションを触発するメディアの提案, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.12, pp.3174-3187 (2003).
 - [6] 西村優里, 小林 稔: 気持ちの共有を支援するウェアラブルパブリックディスプレイのシールプロトタイプ, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.1, pp.70-78 (2020).
 - [7] 伊藤淳子, 高尾静日, 宗森 純: テーブルトップインタフェースを用いた対面食卓コミュニケーションシステムの提案と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.4, pp.1287-1302 (2014).
 - [8] 栗田元気, 今井 廉, 呉 健朗, 富永詩音, 尹 泰明, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 匿名性を段階的に変化させるコミュニケーションシステムの受容性調査, ワークショップ 2020(GN Workshop 2020) 論文集, pp.8-9 (2020).
 - [9] Nguyen, T. T., Nguyen, T. D., Iqbal, T. S., et al.: The Known Stranger: Supporting Conversations between-Strangers with Personalized Topic Suggestions, Proc. CHI'15, pp.555-564, (2015).
 - [10] 木村悠児, 今井 廉, 呉 健朗, 峯岸暉歩, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ぼかしの動的制御によるビデオ会議支援システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2021), Vol.2021, pp.1040-1044 (2021).