

常時遠隔接続のためのプライバシーを考慮した アウェアネス提示手法

河島 健司¹ 吉野 孝¹

概要：複数の遠隔地間で対話環境を半永続的に維持する遠隔会話の研究がなされてきた。しかし、(1) 空間同士をそのまま接続しているため、誰が誰と何を話しているかをシステム利用者全員が聞くことができ、気軽に雑談しづらい。(2) 会話内容や対話相手を秘匿すると、アウェアネスが不明確であるため、相手がどのような状態であるのか直感的にわからないという問題がある。本研究では、自分が遠隔会話したいの相手が、別の相手と会話をしている時に、音声や映像に制限がある場合でも、話しかけても問題ないタイミングの決定や、会話の雰囲気理解を助ける情報を提示するシステム機能の開発を行った。本研究の目的は、システム機能が、(1) 会話のタイミング決定を助ける、(2) 会話の雰囲気理解を助ける、ことの検証である。システムの機能として、(1) 一定間隔ごとにリアルタイムの映像から過去の映像として表示するログ、(2) 対話先の声の大きさをリアルタイムに可視化したグラフ、(3) 一定間隔ごとの声の大きさの推移を可視化したグラフ、を提示する。実験の結果、(1) 過去の写真を表示することで、対話先の人物の表情や行動の遷移を把握し、話しかけるタイミングや雰囲気の参考にすることができる。(2) リアルタイムの音量の可視化は、話しかける意思決定をするためには有用な手段である。ことを示した。

Awareness Presentation Methods Considering Privacy for Multipoint Always-on Remote Connection

KAWASHIMA KENJI¹ TAKASHI YOSHINO¹

1. はじめに

近年、Skype などの無料でビデオチャットができるソフトウェアやスマートフォンの普及により、容易にビデオチャットを行える環境が整ってきた。これにより、様々な形態の遠隔会話手法が研究されてきた。その一例として、対話環境を半永続的に維持する遠隔会話の研究がなされている。

家族間で対話環境を半永続的に維持し遠隔会話を行う場合、交換される間接的情報の種類によらず、偶発的に会話を発生させることができる [1] ことや、子供や独居高齢者が、疎外感や孤独感などの感情を払拭する効果がある [2] ということが分かっている。同様に、複数の遠隔地間で対話環境を半永続的に維持する遠隔会話の研究もなされて

いる。これらの研究は、どちらもプライバシーの問題がある。特に、複数地点での常時接続する場合、先行研究 [3] では、空間同士をそのまま接続しているため、誰が誰と何を話しているかが分かり、個人間の雑談をシステム利用者全員が聞くことができるようになってきている。そのため、インフォーマルな会話をするのが気軽にできないという問題がある。

しかし、会話内容や対話相手をわからなくしてしまうと、自分が重要な話をしたいときに、話しかけたい相手が、別の人物との会話を終えて、雑談をしていただけたとしても、アウェアネスが不明確であるため、話しかけるために会話を遮っても問題ないと判断することが難しい。また、話しかけたい相手が、遠隔で別の人物と会話をしていた場合、話しかけたい相手がシステムに映っていても、どのような状態であるのか直感的にわからないという問題がある。

そこで、話しかけた人物が話している相手や、2 者間で行っている会話内容を第三者に分からないようにしても、

¹ 和歌山大学

^{*1} 総務省：平成 29 年度版 情報通信白書
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc111110.html> (参照 2019.1.5)

第三者にどのような状況であるかを伝えるために、リアルタイムの声の大きさをグラフに表示したり、会話データを解析し、時系列順の会話全体の声の大きさや声の高さをグラフに表示したりすることを考える。これより、誰と何を会話しているかというプライバシーを守りつつ、複数人で常時接続しているメリットを享受できると考える。

本稿は、提案システムの概要を述べる。また、会話映像を表示した場合と、本システムの機能を利用した場合とでは、どちらが、話しかけたい対話先の雰囲気を理解することができるか、あるいは話しかけるための判断材料とすることができるかについて検証し、考察し、結論を述べる。

2. 関連研究

ビデオチャットを複数地点と接続しながら行う研究がなされている。Web 会議やテレビ会議などのような、参加者が疑似的に 1 か所に遠隔接続し会議を行い、移動にかかる費用を抑えつつ、メールや電話よりも情報量の多いやり取りを可能にするとして注目されてる。

VideoWindow[3] や CRUISER[4], Portholes[5] では、遠隔接続により、複数人を 1 つのブラウザに表示して、誰がどのような状況であるかをソーシャルブラウジングできるようにしている。相手から見られる時は、自分が相手を見ることができる状態の時のみで、常時接続するうえで問題となっているプライバシーを守ることでできるシステム形態をとっている。しかし、これらのシステムでは、システムに接続しているすべてのユーザが、同様に接続している他のユーザ同士の会話や様子を閲覧することができる形式であるため、個別で話したい内容であっても、すべてのユーザに共有してしまうという問題がある。本研究では、複数の接続先が直接的に関係があるわけではない場合を考慮し、対話相手の様子や音声は、他の参加者には表示されないようにする。

また、対話中に第三者が話しかけたいことを知らせるシステムとしてコールウェイティングという機能が存在する。しかし、重要な話をしている時にシステムが鳴ると焦ってしまったり、誰からの呼び出しなのか気になるといった問題がある。会話に割り込みをしたい時には、会話が終わりつつあることや、会話が盛り上がり段階であることや、話者同士が笑顔で話しかけても問題なさそうというような、会話の雰囲気をある程度把握し、問題のないタイミングを見定める必要がある。本研究では、リアルタイムの映像を流すだけでなく、過去の映像や会話の状態などの情報を提示することにより、会話の雰囲気を把握する助けとすることを想定する。

3. システムの概要

本章では、開発したシステムの概要について述べる。本システムは、自分が話かけたい遠隔地の相手が、別の相手

と会話をしている時に、話しかけても問題ないタイミングを決定する助けとなる情報や、会話の雰囲気を理解する助けになる情報を提示するシステムである。システムの機能として、対話先のリアルタイムの映像や、声の大きさを可視化したグラフ、一定間隔ごとの映像や、声の大きさの推移を提示する。

3.1 設計方針

本システムの設計方針を以下に示す。

(1) プライバシー保護支援

会話中、誰と会話をしているかや、会話している内容を知ることができれば、どのタイミングで会話に割り込むことができるか想定することができる。しかし、プライバシーの問題から、対話相手や会話の内容を知ることができないという場合がある。そこで、第三者がシステムを利用するときは、対話相手の映像や会話音声把握できないようにすることでプライバシーの保護を行う。

(2) リアルタイム状況把握支援

プライバシーの保護のため、対話したい相手の映像だけから、対話先の雰囲気を把握する必要がある。しかし、対話したい相手の映像だけから状況を把握するには限界がある。そこで、対話先の音声を取得し、リアルタイムの音の状態を可視化できるようにし、対話先の瞬間の状況を理解できるようにする。

(3) 時系列会話状況把握支援

先行研究により、怒りで、会話中のピッチが高く [6]、話速は速くなり [7]、喜びでも同様に、ピッチが高く、話速が速くなる [6]。また、嫌悪のときはピッチは低く [7]、話速は速くなる [8]。悲しみのときは、ピッチは低くなり、話速は遅くなる [7] とされている。また、弛緩感情ではピッチが低くなり抑揚もなくなることが研究されている [9]。リアルタイムの対話の様子を把握することに加えて、会話をさかのぼり、時系列順に会話の流れを見ることができれば、過去の会話の雰囲気の変移を推測することができ、少し先の会話の大まかな雰囲気を考える助けになると考える。そのため、対話先の音声や映像の時系列遷移を可視化し表示する。

3.2 システム機能

以下にシステムの機能について説明していく。

時系列順写真提示機能

対話している映像のみの場合、対話の流れが、どのように変わっているのかを把握することが難しい。そこで、図 1 に示すように一定間隔で、表示されていたリアルタイムの映像をキャプチャし、リアルタイム映像の下に時系列順に表示する。一定間隔経過すると、新しい写真がスクロールして追加され、古い写真はスク

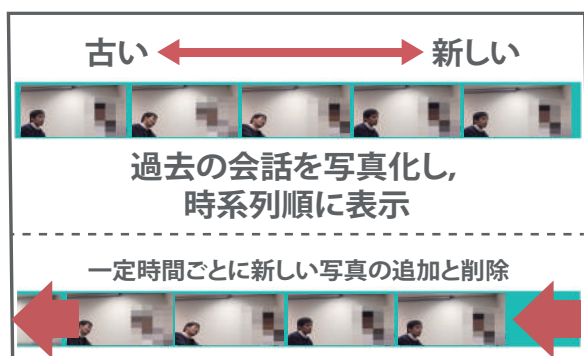


図 1 時系列順写真提示機能 (ピクチャログ)

ロールして、削除されるようになっていく。この機能により、対話者の表情の変化や、腕組みなどのボディランゲージの頻度を手掛かりに、会話の雰囲気などのように変化しているかを把握するための助けになると考えた。また、時系列順写真提示機能のことを、以下ピクチャログと呼ぶ。

リアルタイム音量可視化機能

会話している内容を誰でも聞くことができる状態の場合、聞かれてもいい内容であるとしても、誰かに聞かれていると考えると話しにくい。また、聞かれたくない話をするのができないというプライバシーの観点において問題がある。しかし、会話している内容をわからない状態に加工して提示すると、ただのノイズとなり耳障りとなる。そこで、会話内容をリアルタイムに分析し、どの程度の音量や高さで会話をしているかを可視化する。この機能により、瞬間の会話の盛り上がりや調子を把握することができ、話題転換の際などの、会話と会話の間の発話量の少ないタイミングを見つけることができると考えた。また、リアルタイム音量可視化機能のことを、以下ビジュアライザと呼ぶ。

時系列順音量可視化機能

リアルタイムの音声の可視化は、映像の場合同様、会話の流れが、どのように変わっているのかを把握することが難しい。そこで、会話の音量や高さを一定時間ごとに平均を取り、時系列順に図示する。この機能により、長期的な会話の雰囲気を把握することができ、次は会話のどのタイミングで盛り上がるか、盛り下がるかを、ある程度推測する助けになり、対話先に話しかけるタイミングを見つけるための大きな助けになると考えた。また、時系列順音量可視化機能のことを、以下サウンドログと呼ぶ。

4. 実験

4.1 検証項目と目標

本実験では、以下の項目について検証を行う。

- (1) リアルタイムの音声を可視化することで、話しかける

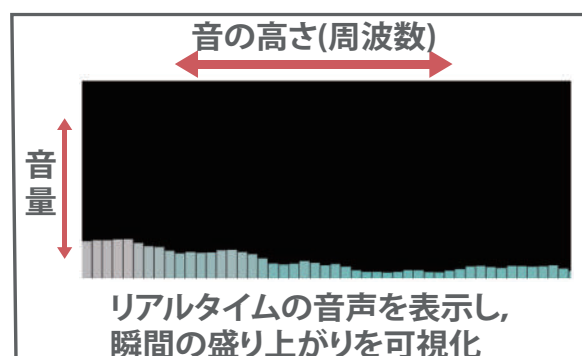


図 2 リアルタイム音量可視化機能 (ビジュアライザ)

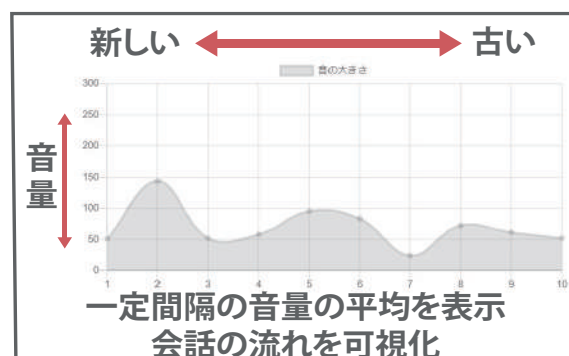


図 3 時系列順音量可視化機能 (サウンドログ)

タイミングを決定するための助けになるか。

- (2) 時系列で音声に関する情報を提示することにより、会話の盛り上がりを把握することを可能にするか。
- (3) 時系列で過去の写真の情報を提示することにより、対話先の話者の表情などから雰囲気を把握することが可能か。

本実験の目的は、会話したい相手が別の人物と会話をしているとき、どのような情報を提供することによって、対話先に話しかけるきっかけとなるのかを把握することにある。またこの実験の結果をもとに、必要となる機能やシステムの追加や改善を行う。

4.2 実験概要

本実験は、実験協力者に 4 本の映像を見てもらう。映像はそれぞれ 90 秒程度で、異なるシステム、異なる会話内容のものである。

- (1) 映像 1(映像のみ):話しかけたい相手の対話相手にモザイクをかけた映像のみを利用 (図 4(1))。
- (2) 映像 2(ピクチャログ付き映像):映像 1 に、ピクチャログ (図 1) を追加した映像 (図 4(2))。
- (3) 映像 3(ビジュアライザ付き映像):映像 1 に、ビジュアライザ (図 2) を追加した映像 (図 4(3))。
- (4) 映像 4(サウンドログ付き映像):映像 1 に、サウンドログ (図 3) を追加した映像 (図 4(4))。

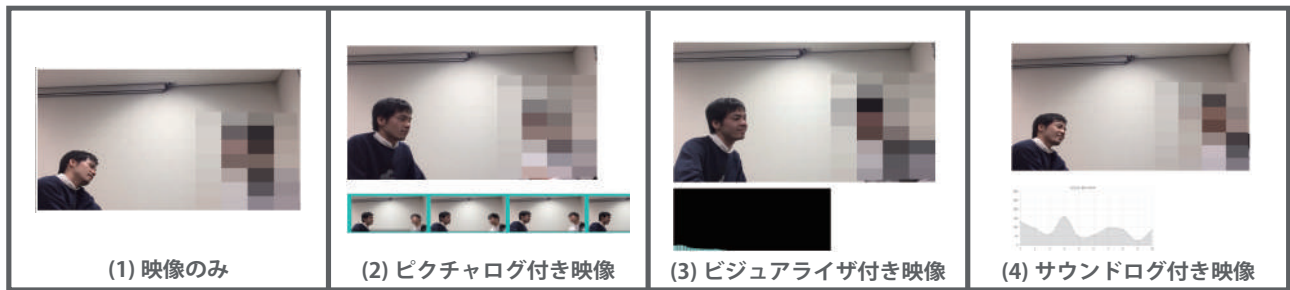


図 4 実験で利用した映像



図 5 実験中の様子

以上の 4 つの映像を利用した。また、今回の実験でピクチャログとサウンドログは 10 秒ごとにデータを更新した。実験協力者は、和歌山大学の大学生 10 名である。実験は 1 人ずつ行い、実験協力者には、上記の 4 つの映像を順に見てもらい、それぞれ映像で話しかけることができそうなタイミングでボタンを押してもらおうという、被験者内実験を行った。図 5 は実際の実験中の様子である。また、実験に録画映像を利用した理由は、実際に遠隔で話している様子を提示する場合、被験者間で状況を同一とするためである。

4.3 実験手順

実験前に、実験協力者に、「映像に移っている人物に用があり、話かけたいが、誰かと会話をしている。話しかけるのに問題のないと思ったタイミングを見つけて、話しかける代わりにボタンを押してください」という設定を設けた。設定を説明した後、実験概要で述べた、映像 1 を見てもらった。つづいて、映像 2、映像 3、映像 4 の順番に映像を見てもらった。また、映像 2 以降は、各映像実験のあとに、アンケートを行った。

5. 考察

5.1 ピクチャログ付き映像の実験結果と考察

表 1 にピクチャログ付き映像のアンケート結果を示す。「私は、ピクチャログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助けになった」という質問をしたところ、5 段階評価で中央値 3、最頻値 3 という結果となった。どちらでもないと言

価した人の意見としては「話かけるタイミングだけを考える場合、上の映像を見るだけでいいと思った」や「あってもなくてもどちらでもよかった」という意見があった。同意すると評価した人の意見としては「話す相手の表情や姿勢を見ながら話すべきタイミングが分かった気がした。次にその表情が来た時に話しかけることができると考えた」という意見があった。同意しないと評価した人の意見としては「映像に集中して判断するので、ピクチャログが変化する過程で目に入って判断しづらくなった」という意見があった。

また、「私は、ピクチャログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先(相手)の会話の流れを理解することができた」という質問をしたところ、中央値 3、最頻値 3 という結果となった。どちらでもないと言った人の意見としては「静止画だけでは、雰囲気や推測することはできなかった」という意見があった。同意すると評価した人の意見としては「画像の表情から、聞き手であるか、話し手であるか、などの話の流れを理解することができ、雰囲気や推測することができた」という意見があった。同意しないと評価した人の意見としては「話しかけるタイミングを見極めるために、主に映像を利用したが、ピクチャログに目が行き、会話の流れを把握しづらいタイミングがあった」という意見があった。

2 つの質問のどちらを見ても、評価の分布にばらつきがあった。また、記述からも分かるように、ピクチャログがあまり役に立たないとして、話しかけるタイミングを映像のみに頼った実験協力者と、ピクチャログから、対話先の人物の表情や行動の遷移を把握し、次に話しかけるタイミングの参考にする実験協力者がいた。また、ピクチャログを状況把握の役に立たないと思うものにとっては、状況判断すべき対象である映像の直下に写真が流れてくることが状況判断の妨げになり、同意しないという意見を取ったことが分かった。

5.2 ビジュアルライザ付き映像の実験結果と考察

表 2 にビジュアルライザ付き映像のアンケート結果を示す。「私は、ビジュアルライザ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助け

表 1 ピクチャログの有用性に関するアンケート結果

質問内容	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
私は、ピクチャログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助けになると思った。	0	2	6	2	0	3	3
私は、ピクチャログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先 (相手) の会話の流れを理解することができた。	0	3	4	2	1	3	3

評価項目：(1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらとも言えない, 4: 同意する, 5: 強く同意する)

表 2 ビジュアライザの有用性に関するアンケート結果

質問内容	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
私は、ビジュアライザ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助けになると思った。	0	0	2	6	2	4	4
私は、ビジュアライザ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先 (相手) の会話の流れを理解することができた。	0	3	2	3	2	3	2,4

評価項目：(1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらとも言えない, 4: 同意する, 5: 強く同意する)

になると思った」という質問をしたところ、5段階評価で中央値 4、最頻値 4 という結果となった。同意すると評価した人の意見としては「リアルタイムで今話している内容の声の大きさやトーンがわかるので、今話が盛り上がっているとか、今真面目な話をしているんだなとかが判断しやすい」という意見があった。また、同意するという意見の中に、「会話の途切れを見つけることはできたが、ビジュアライザだけ見ていると会話の切れ目と考えているだけの判別が付きにくい」との意見もあった。このことから、ビジュアライザは話しかける意思決定をするためには有用な手段ではあるが、ビジュアライザを重視しすぎ、対話映像を確認しない場合、息継ぎなどのタイミングでも割り込み可能な会話の切れ目だと判定してしまう可能性があることが示唆がされた。

また、「私は、ビジュアライザ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先 (相手) の会話の流れを理解することができた」という質問をしたところ、中央値 3、最頻値 2,4 という結果となった。どちらでもないと評価した人の意見としては「音の大きさなどは可視化されてはいたが、流れはわからなかった」という意見があった。同意すると評価した人の意見としては「雰囲気に関しては映像だけで事足りるが、声のトーンがわかり、会話の流れの助けになっているように感じた」という意見があった。同意しないと評価した人の意見としては「ビジュアライザばかり見てしまい、話者の表情などをあまり見るができなかった」という意見があった。また、自由記述に「リアルタイム映像のバックにビジュアライザを表示してほしい」とのコメントがあり、ビジュアライザは話しかけるタイミングの意思決定を助けるが、話の流れや雰囲気の理解の妨げとならない情報提示方法を検討する必要がある。

5.3 サウンドログ付き映像の実験結果と考察

表 3 にサウンドログ付き映像のアンケート結果を示す。「私は、サウンドログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助けになると思った」という質問をしたところ、5段階評価で中央値 3、最頻値 4 という結果となった。どちらでもないと評価した人の意見としては「話しかけるタイミングを見極める材料は、映像の人物の仕草で判断したため、時系列音量はあまり意味がないと感じた」という意見があった。同意すると評価した人の意見としては「音の大きさから会話の盛り上がり度合いが分かったので話しかけるタイミングがつかみやすかった。映像の会話が盛り上がってなさそうなときに、グラフを見ると徐々に下がっていたというときに話しかけるタイミングと考えた」という意見があった。同意しないと評価した人の意見としては「時系列音量を見ても判断根拠とはならなかった」という意見があった。話しかけるタイミングを決定する助けになると回答している人がいる一方、時系列音量を話かけるタイミングを決めるものとしては意味を見出していない人もいることから、システムの UI に改善の余地があると考えられる。

また、「私は、サウンドログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先 (相手) の会話の流れを理解することができた」という質問をしたところ、中央値 4、最頻値 4 という結果となった。どちらでもないと評価した人の意見としては「後で流れを理解するにはいいと思ったが、映像を見ながらグラフを正確に把握することは難しく、会話の流れの手助けにはならないと感じた」という意見があった。同意すると評価した人の意見としては「会話の盛り上がり方が時系列で分かりやすかった。ただ、音量が一定の時はわかりにくかった」という意見があった。同意しないと評価した人の意見としては「データの意味を理解する

表 3 サウンドログの有用性に関するアンケート結果

質問内容	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
私は、サウンドログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、話しかけるタイミングを決定する助けになると思った。	1	2	2	3	2	3	4
私は、サウンドログ付き映像を利用したとき、映像のみの時と比べて、対話先(相手)の会話の流れを理解することができた。	0	1	2	7	0	4	4

評価項目：(1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらとも言えない, 4: 同意する, 5: 強く同意する)

のが難しかった」という意見があった。このことから、全体的に見た時、対話先(相手)の会話の流れを理解するのに有用であることがわかる。しかし、一定期間の対話先の音量に変化が少ない際は、他の手段を利用することで、雰囲気把握の判断材料を作る必要があることが分かった。また、ビジュアライザ同様、話の流れや雰囲気の理解の妨げとならない情報提示方法を検討する必要がある。

5.4 割り込み可能だと思ったタイミングによる考察

実験中、実験協力者が、それぞれ映像 1 から映像 4 の 90 秒の映像の中で話しかけることができると思ったタイミングにおいて、ボタンを押してもらった。90 秒の間、ボタンは何度も押すことが可能である。実験結果を図 6 のグラフに示す。横軸は、時間を表し、1 目盛りあたり 1 秒を表し、縦軸は、x 秒時点で話しかけることができると思った実験参加者の合計人数を表す。また、会話中の対話者が話しかけられたいと思ったタイミングにおいて、実験協力者に話しかけられることの可能性を考慮し、実験映像に使用した会話内容を録画した際、話しかけられる部分ができるように録画を行った。図 6 の赤い線が入っている部分が、話しかけられたい部分を表す。以下に、各映像に関する情報を記述する。

- (1) 映像 1(映像のみ):実験協力者が話しかけることができると思ったタイミングは合計で 21 回、そのうち、会話が他の人と同じタイミングになったのは 6 回、話しかけられたいなかった時間はなかった(図 6(1))。
- (2) 映像 2(ピクチャログ付き映像):実験協力者が話しかけることができると思ったタイミングは合計で 27 回、そのうち、会話が他の人と同じタイミングになったのは 7 回、話しかけられたいなかった時間は 70 秒以降(図 6(2))であった。
- (3) 映像 3(ビジュアライザ付き映像):実験協力者が話しかけることができると思ったタイミングは合計で 29 回、そのうち、会話が他の人と同じタイミングになったのは 4 回、話しかけられたいなかった時間は 72 秒以降(図 6(3))であった。
- (4) 映像 4(サウンドログ付き映像):実験協力者が話しかけることができると思ったタイミングは合計で 34 回、そのうち、会話が他の人と同じタイミングになったのは

7 回、話しかけられたいなかった時間は 0 秒から 25 秒と、55 秒から 66 秒(図 6(4))であった。

これらより、各映像実験において、実験協力者が話しかけることができると思ったタイミングが重複することがあるということや、図 6 中の赤下線に示す、話しかけられたいなかったタイミングにおいて、実験協力者が話しかけることができると考える実験協力者が存在することが分かった。また今回、システム機能検証のため、内容の異なる会話内容を使用した、そのため各映像間での比較を行うことはできない。

6. おわりに

本論文では、プライバシー保護下における、アウェアネス提示手法の開発と、その評価実験について述べた。評価実験の結果、以下の 3 点が明らかになった。

- (1) ピクチャログは、対話先の人物の表情や行動の遷移を把握し、次に話しかけるタイミングの参考にする実験協力者がいる。また、役に立たないとして話しかけるタイミングを映像のみに頼る実験協力者にとって、映像の直下に写真提示は判断状況の妨げになることが分かった。
- (2) ビジュアライザは、話しかけるタイミングの意思決定のためには有用な手段ではあるが、割り込み可能なタイミングを間違えて判定してしまう可能性がある。話の流れや雰囲気の理解の妨げとならないビジュアライザの表示方法を検討する必要がある。
- (3) 対話先の音量に変化が少ない際は、サウンドログで会話の雰囲気を理解するのは難しいので、雰囲気を理解するために有用な手段を利用する必要がある。また、ビジュアライザ同様、話の流れや雰囲気の理解の妨げとならない表現方法をする必要がある。

また、システム機能が実験協力者によって有用であるかどうか異なることが分かった。つまり、システム利用者がどの機能を利用するか取捨選択する必要がある。今後の課題としては、音声情報の可視化はプライバシーを考慮したアウェアネス提示方法として有効であるが、リアルタイム映像と併用して利用する際、状況把握に負担がかかる部分があったため、提供方式を再検討する。

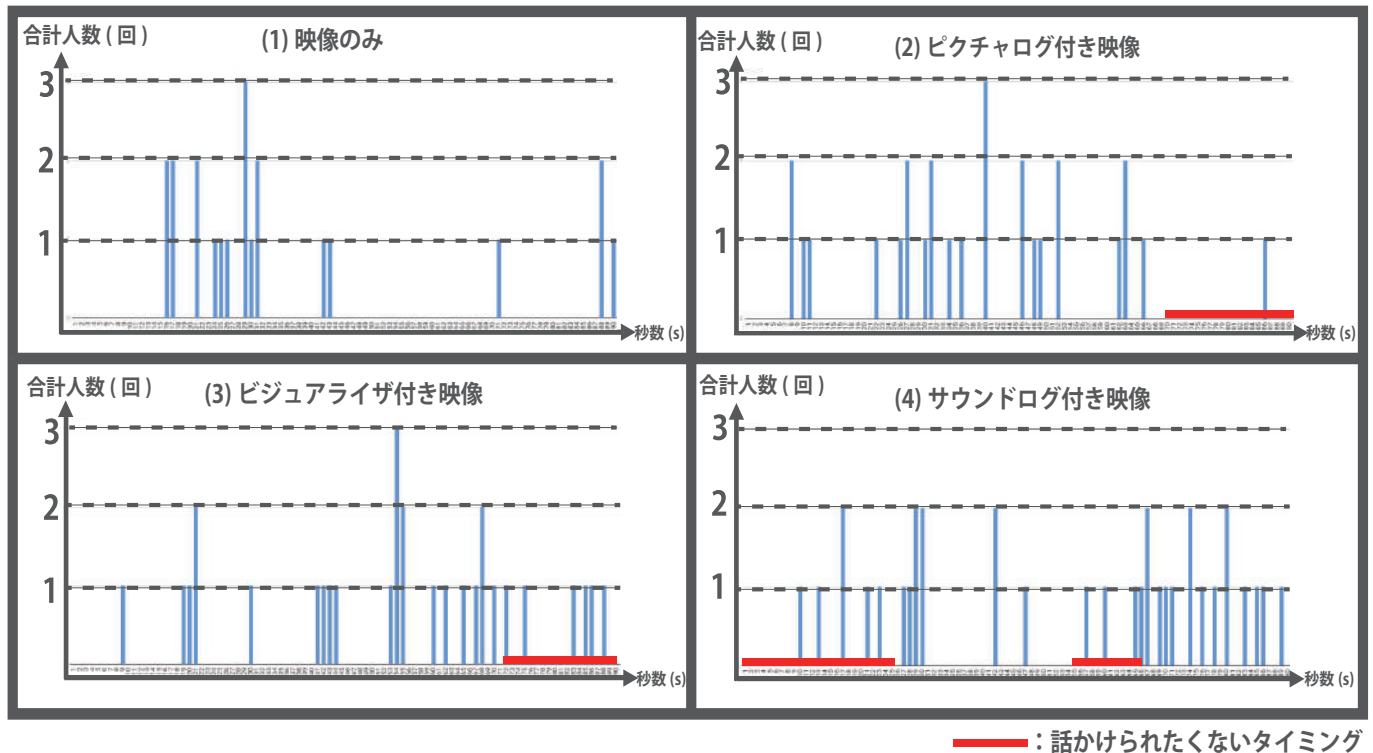


図 6 割り込み可能だと思ったタイミング

参考文献

- [1] 望月崇由, 久保宏一郎, 藤村香央里, 佐藤仁美, 下倉健一朗: 家族間における常時接続型コミュニケーション環境の評価, 電子情報通信学会技術研究報告, WIT, 福祉情報工学, Vol.107, pp.51-57(2007).
- [2] 望月 崇由, 井上 雅之, 佐藤 仁美, 大塚 晃一郎, 久保 宏一郎, 藤野 雄一, 波多江 健, 福重 淳一郎: 常時接続型コミュニケーションシステムにおけるアバタデザインの評価 (福祉工学および一般), 映像情報メディア学会技術報告, Vol.102, No.280, pp.33-38(2002).
- [3] R.S.Fish, R.E.Kraut, B.L.Chalfonte.: The VideoWindow System in Informal Communications, Proceedings of CSCW'90, pp.1-11(1990).
- [4] R.W.Root.: Design of a Multi-Media Vehicle for Social Browsing, Proceedings of CSCW'88, pp.25-38(1988).
- [5] P. Dourish and S. Bly.: Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group, Proc. of Conf. on Human factors in computing systems (CHI'92), ACM, pp.541-547(1992).
- [6] Bezooyen, R, V.: Characteristics and Recognizability of Vocal Expressions of Emotion; ForisPubns USA (1984).
- [7] Murray, I, R., Arnott, J, L.: Toward the simulation of emotion in synthetic speech: A review of the literature on human vocal emotion; J. Acoust. Soc. Am, Vol. 93, No.2, pp.1097-1108 (1993).
- [8] Coleman, R, F., Williams, R.: Identification of emotional states using perceptual and acoustic analyses; Transcripts of the 8th symposium on care of the professional voice, The Voice Foundation Vol. 1, pp. 77-83 (1979).
- [9] 森山 剛, 斎藤英雄, 小沢慎治: 音声における感情表現語と感情表現パラメータの対応付け; 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-DII, No.4, pp703-711 (1999).