

非食事者を含む遠隔共食を可能にする インタフェースエージェントの開発

塩原拓人^{†1} 大塚雄一郎^{†2} 井上智雄^{†3}

近年一人で食事することを余儀なくされる「孤食」が問題となっている。孤食解消のための従来研究では、参加者全員が食事をするのが想定されてきた。これに対して本研究では、これまでに考慮されていない、遠隔地間の一方だけが食事をする状況があることに着目した。そして、非食事者の代わりに食事行動をとるインタフェースエージェントによる疑似的な共食を実現した。Surrogate Diner と呼ぶこのインタフェースエージェントの食事行動は、実際の共食場面の映像分析に基づいている。評価実験では、Surrogate Diner を用いる共食条件、食事行動のないインタフェースエージェントを用いる会話エージェント条件、相手の実映像を用いる会話映像条件の3条件を比較し、質問紙とインタビューから、孤食解消について Surrogate Diner の有効性が確認された。

An Interface Agent for Pseudo Co-Dining with a Remote Person

TAKUTO SHIOHARA^{†1} YUICHIRO OTSUKA^{†2}
TOMOO INOUE^{†3}

1. はじめに

食事は、私たちの生活において不可欠な活動である。特に、誰かと共に食事をすることは、栄養摂取といった生理的意義のみでなく、「同じ釜の飯を食う」という言葉にも見られるように、人との関係を維持し円滑にするといった社会的意義も大きい[1]。例えば、家庭では食事の時間を通して、各々の体験したことを共有し家族の絆をより深めたり、両親が子供の学校生活を把握したりするなどの役割を果たしている[2]。また、食事がある会話と食事がない会話の印象の違いを調査した結果によれば、食事がある方が「魅力がある」や「明るい」、「活発な」といった好印象が持たれていることが分かっている[3]。さらに、行動科学的研究から、一人で食事をするよりも誰かと一緒に食事をした方がよりリラックスし、深く味わうことができることも知られている[4]。

しかし、近年では、個々の生活リズムの多様化や家族と離れて生活するなどといった時間的また距離的な制約により、一人で食事することを余儀なくされる状況も多くなった。このような一人の食事は、「寂しい食事」という意味で孤食と呼ばれる。これまでも孤食を解消し共食コミュニケーションを支援する研究が行われてきたが、いずれ

の研究でも参加者が皆食事することが前提となっている[17][19][20][21][22]。しかし、現実の状況を考えてみると、一方が食事をするとき、遠隔の他方の相手が同様に食事をする時間帯でなくても会話には参加できる場合もある。このような遠隔地間にて一方は食事をしており他方は食事をしていない状況についてはこれまで考慮されていない。

本研究では、孤食を解消することを目的として、共食コミュニケーションを支援するが、遠隔地間で一方だけが食事をする状況を対象とする。そして、食事をしている側から見て、実際は食事をしていない相手が食事をしているかのように見せる仕組みによって疑似的な共食を実現した。評価実験の結果、孤食解消について有効な点のあることが確認できた。

本論文は、本章を含め6つの章で構成されている。第2章では、システムの提案とその設計について、第3章ではシステムの実装について述べる。そして、第4章では提案システムの評価実験について述べる。また、第5章では関連する研究について述べ、第6章で本研究のまとめを行う。

2. システムの提案と設計

2.1 システムの提案

遠隔地間にて一方は食事をしているが、他方は食事をせず会話にのみ参加するといった状況において疑似的な共食を実現するため、食事をしていない非食事者の分身となり食事者と共食するインタフェースエージェント Surrogate Diner を提案する。

2.2 システムの設計

2.2.1 システムの要件

^{†1} 筑波大学大学院 図書館情報メディア研究科
Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba

^{†2} 筑波大学大学院 図書館情報メディア研究科 (現所属 日本工営株式会社)

Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba (Currently with NIPPON KOEI)

^{†3} 筑波大学 図書館情報メディア系
Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

提案システムの要件は次の4つである。

- 1) エージェントは非食事者と同等の外見をもつこと
- 2) エージェントは食事行動が可能であること
- 3) エージェントは非食事者の発話に応じて発話行動を行うことが可能であること
- 4) エージェントは食事者が食事を終了した時点で自身の食事行動を終了すること

1) の理由は、提案システムでは家族や友人など互いに既知の関係にある者同士が利用することを想定しているため、エージェントの見かけは非食事者と同等の必要があるからである。また、2)の理由は、エージェントが非食事者の代わりとして食事を行うことで、食事者との疑似的な共食を実現するためである。そして、3)の理由については、非食事の発話に応じてエージェントが口の開閉動作を行うことで、食事者と非食事者とのエージェントを介したより自然な会話を実現するためである。最後に4)の理由については、食事者が食事を終了してからもエージェントが食事続けることによる不自然さを回避するためである。

2.2.2 遠隔共食場面の分析

実際の人の行動に即した自然なエージェントによる食事行動を設計するため、実際の遠隔共食場面の映像から食事時の食事者の行動を分析した。

(1) 分析対象データ

分析の対象とした遠隔共食場面の映像は、互いの姿と声が確認できない異なる2部屋に存在する2者が、ビデオ会議システムのように、ディスプレイに映る相手の映像とスピーカーからの音声を通して共に食事をしている場面である。相手の様子は、画面の人物像に重ならず参加者同士の視線と大きく外れない位置から解像度 640×480 ピクセルのUSBカメラで参加者の正面の映像を取得し、それをPCでフルスクリーン表示した画面を相手側のディスプレイに表示した。映像の表示サイズは 827.3mm×620.5mm、解像度は 640×480 ピクセル、フレームレートは 30fpsであった。表示する人物の映像は等身大映像とし[5][6]、参加者同士の距離が友人同士では一般的とされる 120cm[7]とするために、画面と参加者との距離を 120cm とした。音声については、参加者同士が支障なく会話できる音量と音質のマイクとスピーカーを使用した。図1に実際の様子を示す。

参加者は大学生2名のペア6組、合計12名(男性4名、女性8名)であり、各ペアの参加者は友人同士であった。また、性差に着目しないため性別による統制は行わなかった。1回の撮影時間は約16分～25分であった。



図1 分析の対象とした遠隔共食場面

Figure 1 Actual Remote Dining Scene for the Analysis.

(2) 分析方法

対象とした映像について、会話分析ソフト i Corpus Studio [8] を用いて食事者の状態を分類しタグ付けした。スプーンなどの食器を把持していない状態、及び空のまま把持している状態をともに Ho (Home) 状態、また、スプーンなどの食器で料理を把持している状態を Hf (Hold food) 状態、そして、把持している料理を口に運んだ状態を E (Eat)状態と定義した。食事者の基本的な行動は、Ho 状態を起点とし、Ho 状態から Hf 状態へ、Hf 状態から E 状態へ移り、その後、Ho 状態に戻るといったものである。

全データに対して、食事者1人につき Ho, Hf, E の3通りの状態のタグ付けを行った。タグ付け時間は、1人当たり5分程度、合計(12名分)で約1時間である。また、タグ付けの範囲は、撮影開始から食事者が会話に慣れてきたことが確認できた時点からの5分間とした。

(3) 分析結果

各状態の平均継続時間および、発話を含む各状態の平均継続時間、発話を含まない各状態の平均継続時間を求めた。その結果を表1に示す。また、Ho 状態から Hf 状態への遷移に要する平均時間は 1.5 秒、Hf 状態から E 状態への遷移に要する平均時間は 1.0 秒、E 状態から Ho 状態への遷移に要する平均時間は 0.8 秒だった。発話を含むとは、その状態にあるとき食事者の発話が 1 回以上見られることであり、発話を含まないとは、その状態にあるとき食事者の発話がまったくないこととした。

発話を含む E 状態が存在しなかったがその理由は、料理を口に運んでいる状態では通常会話ができないことに起因すると考えられる。また、Ho, Hf 状態において、発話が見られる場合はそれぞれの状態の平均状態継続時間が長く、発話が見られない場合はそれぞれの状態の平均状態継続時間が短いことが分かる。

表1 各状態における平均状態継続時間

Table 1 Average Duration of Each Condition.

	Ho状態	Hf状態	E状態
発話を含む場合の平均状態継続時間	8.2秒	7.0秒	
発話含まない場合の平均状態継続時間	2.5秒	1.3秒	0.7秒
発話を含む/含まないを合わせた平均状態継続時間	7.0秒	5.6秒	0.7秒

3. システムの実装

3.1 システムの構成

システムの構成を図に示す。本システムでは、食事者および非食事者の音声を取得するために、ユーザの服に装着可能なピンマイクを使用した。また、マイクから取得した音声を PC に入力し、相手側のディスプレイの下に置いたスピーカーから出力した。マイク、PC およびスピーカーは両地点に 1 台ずつ設置した。さらに、非食事者に提示する食事者の映像を取得するため、1 台の USB カメラを食事者側に設置した。USB カメラはユーザ同士の視線を合わせられるように食事者の目の高さ、またディスプレイに表示したエージェントと重ならないように画面の中心から右に 10cm ずらした位置に固定した。USB カメラから取得した映像は、ノート PC でフルスクリーン表示し、非食事側に設置したディスプレイにミラーリング表示した。ディスプレイに表示した映像のサイズは 827.3mm×620.5mm、解像度は 640×480、フレームレートは 30.00fps とした。また、食事者側のディスプレイには、ノート PC 上の非食事者のエージェントをミラーリング表示した。また、食事者が食事を終了したか否かを判断するため食事者側のテーブルの 125cm 上方に USB カメラを設置した。食事状況取得用の USB カメラの解像度も食事者映像取得用の USB カメラの解像度と同じ 640×480 ピクセルとした。

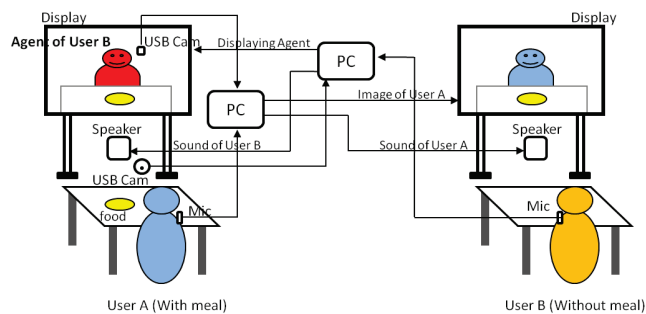


図 2 システムの構成

Figure 2 System Configuration Diagram.

3.2 エージェントの作成

(1) 開発環境

本研究で提案するエージェントは非食事者の代理として、非食事者と同等の見かけをもち、また三次元仮想空間で食事行動を行う必要がある。本研究では、これらを最も容易に実現できる、TVML(TV Program Making Language)[9]を採用した。

(2) エージェントの作成

エージェントのモデルには TVML が用意している 3D キャラクターから 1 体を選び使用した。また非食事者と同等の外観をもたせるため、モデルの頭部に予め撮影した非食事者の顔写真をテクスチャとして貼り付けた。これによって 2.2 節で示したシステムの要件 1) を満たした。ただし、そのまま貼り付けた場合、モデルの頭部に凹凸があるため、顔写真を違和感なく重ね合わせることが難しい。そのため、3D グラフィックスソフトである Blender[10] を用いて予め用意されているモデルの頭部を顔写真と違和感なく重なるようにその凹凸を減らし、より滑らかな形状に編集してから貼り付けを行った。また、撮影した顔写真の顔部分をモデルの頭部に貼り付けるため、顔部分以外はトリミング処理により予め取り除いた。

エージェントが食事する際の料理として皿に盛られたカレー、食器としてスプーンの CG を用いた。これらは、フリーで利用できる素材として提供されているものを活用した[11]。エージェントを配置する背景は、TVML で用意されているテーブルが置かれているだけの仮想空間を利用した。

(3) エージェントの食事行動の作成

分析の結果を踏まえて状態遷移アルゴリズムを作成し、状態の遷移に伴いエージェントの姿勢を変化させることで食事行動を実現した。これによって 2.2 節で示したシステムの要件 2) を満たした。

まず、エージェントの現在の状態が何かを判断し、もし Ho 状態であった場合、2.5 秒間経過するまでに非食事が発話を行わなかった場合は 2.5 秒間経過後 Hf 状態へ遷移させ、2.5 秒間経過するまでに発話が行われた場合は 8.2 秒間経過後 Hf 状態へ遷移させる。また、現在の状態が Hf 状態であった場合、1.3 秒間経過するまでに非食事者が発話を行わなかった場合は 1.3 秒経過後 E 状態へ遷移させ、1.3 秒経過するまでに発話が行われた場合は 7.0 秒経過後に E 状態へ遷移させる。さらに、現在の状態が E 状態であった場合、0.7 秒経過した後に Ho 状態へ遷移させる。

Ho 状態におけるエージェントの姿勢は、右手にスプーンを持ち、両手をテーブルに置いた状態とする。そして、Hf 状態におけるエージェントの姿勢は、右手を料理方向へ料理とスプーンが重なる位置まで伸ばした状態とする。最後に、E 状態はスプーンを口元へ運んだ状態とする。各状態のエージェントの姿勢を図 3 に示す。



図 3 各状態におけるエージェントの姿勢

Figure 3 Posture of the Agent in Each Condition.

(4) エージェントの発話行動の作成

口を閉じたモデルと開いたモデルの両方を作成しておき、非食事者が発話をした際には、口を閉じたモデルから口を開いたモデルへと滑らかに変化させることによって口の開閉動作を実現した。これによって 2.2 節で示したシステムの要件 3) を満たした。

3.3 システムの処理

本システムは、状況取得モジュール、エージェント動作制御モジュール、エージェント動作生成モジュールの 3 つから構成される。状況取得モジュールでは、非食事者の発話の有無および食事者の食事状況を認識し、エージェント動作制御モジュールにこれらの情報を送信する。エージェント動作制御モジュールでは、状況取得モジュールから受け取った情報をもとに、エージェントの食事行動および発話行動の呼び出しを行う。エージェント動作生成モジュールでは、各行動の呼び出しがなされたときにエージェントのその動作を実行する。

(5) 状況取得モジュール

本モジュールでは、非食事者の発話状況の取得および食事者の食事状況の取得を行う。発話状況の取得は、非食事者が装着しているピンマイクから取得した音声信号に基づいて発話の有無を判断することで行う。

食事状況の取得は、食事者側のテーブルの上方に設置した USB カメラによりテーブル上に置かれた料理面積を検出することで行う。本システムでは、縁にカラーテープを付与した白色の皿を用いる。この色を画像処理により抽出することで皿領域の認識を行う。認識した皿領域のうちで白色以外の領域を料理の領域として、その面積を求め、食事開始前の料理面積を 100 とし、食事経過に伴う料理残量をパーセントで求める。

取得した発話情報は取得する毎に後述するエージェント動作制御モジュールに送られる。また、食事情報については、食事者の料理残量が 0% になった時点でエージェント動作制御モジュールに送られる。

(6) エージェント動作制御モジュール

本モジュールでは、状況取得モジュールから取得した非食事者の発話情報および食事者の食事情報に基づいて、エージェントの食事行動および発話行動を制御する。

まず、エージェントの食事行動については、食事者が食事をしている間エージェントも食事行動を行い、食事者の食事が終了した時点でエージェントも食事行動を行わないようにする。これによって 2.2 節で示したシステムの要件 4) を満たした。エージェントの食事行動は、3.2 節(3)で述べた状態遷移のアルゴリズムに基づき現在の状態から次の状態へ遷移する動作を呼び出すことで制御される。また、エージェントの発話行動については、非食事者の発話があると

きのみ口の開閉動作を呼び出すことで制御される。

(7) エージェント動作生成モジュール

本モジュールでは、エージェント動作制御モジュールから、エージェントの状態遷移および発話行動の呼び出しがあったとき、それに応じたエージェントの動作を再生するモジュールである。エージェントの状態遷移が呼びされた際には、現在のエージェントの状態から呼び出された状態へ姿勢を変化させる動作を実行する。また、発話行動が呼び出された際には、エージェントの口の開閉動作を実行する。また、エージェントの動作を実行している間の時間も、状況取得モジュールによる状態取得を行わなければならない。そのため、エージェント動作生成モジュールは、状況取得モジュールおよびエージェント制御モジュールとは別のスレッドに実装する。

4. 評価実験

4.1 目的

提案システムを用いることで、会話の質および食事の満足度が向上するか評価した。

4.2 実験デザイン

実験の条件は次の 3 条件とした。また、被験者が全実験条件に参加する被験者内実験である。

- 1) 共食エージェント条件
- 2) 会話エージェント条件
- 3) 会話映像条件

1) は食事者側に対して本研究で提案するエージェントを提示し、非食事者側に対して食事者の実映像を提示する条件である。2) は食事者側に対して食事行動を行わないエージェントを提示し、非食事者側に対して食事者の実映像を提示する条件である。ここでのエージェントは、食事行動を行わず非食事者が発話をしたときそれに応じて口の開閉動作のみを行うエージェントである。3) は食事者側に非食事者の実映像を、非食事側に食事者の実映像を提示する条件である。

4.3 参加者

本実験では、大学生または大学院生が 2 名 1 組のペアとなり、計 4 組のペア(計 8 名)が参加した。

各回に参加したペアおよびペア内での食事者と非食事者の割り振り、実験条件の実施順序を表に示す。

表 2 参加者

Table 2 Participants.

回数	参加ペア	実験条件の実施順序		
1回目	ペア1 参加者A(食事者側) 参加者B(非食事者側)	共食エージェント条件	会話エージェント条件	会話映像条件
2回目	ペア1 参加者A(非食事者側) 参加者B(食事者側)	共食エージェント条件	会話映像条件	会話エージェント条件
3回目	ペア2 参加者C(食事者側) 参加者D(非食事者側)	会話エージェント条件	共食エージェント条件	会話映像条件
4回目	ペア2 参加者C(非食事者側) 参加者D(食事者側)	会話エージェント条件	会話映像条件	共食エージェント条件
5回目	ペア3 参加者E(食事者側) 参加者F(非食事者側)	共食エージェント条件	会話エージェント条件	会話映像条件
6回目	ペア3 参加者E(非食事者側) 参加者F(食事者側)	共食エージェント条件	会話映像条件	会話エージェント条件
7回目	ペア4 参加者G(食事者側) 参加者H(非食事者側)	会話映像条件	共食エージェント条件	会話エージェント条件
8回目	ペア4 参加者G(非食事者側) 参加者H(食事者側)	会話映像条件	会話エージェント条件	共食エージェント条件

4.4 実験環境

実験は参加者同士が互いに姿も声も確認できない遠隔2地点間でおこなった。共食エージェント条件と会話エージェント条件の非食事者側、会話映像条件の両側に提示する相手の映像は、参加者の正面に設置したUSBカメラで取得した。USBカメラの解像度は640×480pixelとし、取得した映像をノートPCでフルスクリーン表示し相手側のディスプレイにミラーリング表示した。また、映像の人物が等身大となるように表示した。また、参加者が装着したピンマイクにより取得した音声はディスプレイに付随したスピーカーから再生される。また、参加者の行動を撮影するために、各地点にカメラを2台設置した。1台のカメラを参加者の前方に設置し、上半身及びテーブル上の食事が写るようにした。またもう1台のカメラを参加者の後方に設置し、ディスプレイの映像と参加者の行動が併せて写るようにした。条件1)における実験の風景を図4に、また条件2)における実験の風景を図5に、そして条件3)における実験の風景を図6に示す。



図4 共食エージェント条件
Figure 4 Co-dining Agent Condition



図5 会話エージェント条件
Figure 5 Conversational Agent Condition



図6 会話映像条件
Figure 6 Conversational Video Condition.

4.5 データ取得

4.5.1 話題および食事内容

実験開始前に、20個の話題を書いた話題シート(表4)を提示し、参加者二人が相談して話題を決めることを求めた。そして、この話題は会話のきっかけに過ぎず、会話はその話題から外れても構わないことを説明した。また、食事の種類による会話への影響を除くために、全ての参加者の食事をカレーライスとお茶、食器をスプーンに統一した。

表3 話題シート

Table 3 Set of Topics

一押しの映画	最近ハマったゲーム
挑戦したいスポーツ	ここ最近の大学生活
読み続ける漫画	旅行で行くなら何処？
こだわりのファッション	地元自慢
休日の過ごし方	家族に対する愚痴、不満
いつも聞いている曲	仕事、バイトについて
恋の話	友人関係での悩み
ニュースを聞いて考えたこと	近頃欲しくなったもの
中学・高校の思い出	研究の苦労話
許せない性格	食べてみたいもの

4.5.2 質問紙

実験条件間における会話の質、食事の満足度についての違いを明らかにするため食事者に対して、質問紙調査を実施する。会話の質については、会話の満足度を問うため

のものとして参与役割を問うためのものを設定した。会話の満足度を問う質問項目には、木村らのラポール測定項目の3項目(協力的に会話が進んだ、会話はしにくいものだった、相互に興味をもって会話できた)を設定し[12]、さらに会話の楽しさを問う質問を1項目設定した。また、会話の参与役割を問う質問項目には、藤本の研究から能動的参与を問うためのものと受動的参与を問うためのものを1項目ずつ、2項目を設定した[13]。また、食事の満足度に与える要因を検討した岡本の研究[14]によれば、食事の満足度に与える要因には食事の楽しさ、食事の美味しさがあるとされている。さらに、食事の美味しさと咀嚼の関係を検討した山下の研究[15]によれば、ゆっくりと良く噛んで食事をするので、より味わって食事ができ幸福度が増すとされている。これらから、食事の満足度について、食事は美味しかったか、ゆっくりと食事ができたか、良く噛んで食事ができたか、味わって食事ができたかを問う質問項目を設定した。そして、相手と共食しているように感じるかを問う質問項目と親近感を問う質問項目、さらに、相手の様子が会話や食事に与える影響を知るための質問項目を2項目設定した。これらの全14項目について、9段階尺度で食事者側の参加者から回答を得た。実際の質問項目について表4の左に示す。

4.6 質問紙結果

全然そう思わないを1点、ほとんどそう思わないを2点、あまりそう思わないを3点、ややそう思わないを4点、どちらともいえないを5点、どちらかというと思うを6点、やや思うを7点、かなり思うを8点、非常に思うを9点として回答を得点化し、各質問項目に対する各条件の平均得点を表4に示す。

会話の満足度については、全ての項目において会話映像条件が他の2条件に比べて得点が高い。また、食事の満足度については、味わって食事がすることができたかを問う項目9に関しては、共食エージェント条件及び会話エージェント条件の方が会話映像条件よりも1.5ポイント以上得点が高い。また、共食感については、共食エージェント条件の方が他の条件よりも得点が高く、特に共食エージェント条件の方が会話エージェント条件よりも3.0ポイント大きい。そして、親近感を問う項目14については、会話映像条件の方が他の条件に比べて、2ポイント以上大きい結果となった。

各質問項目の得点は正規分布していなかったため、ノンパラメトリック法による多重比較(Steel-Dwass法)により、3条件間の差異を検定した。その結果、共食感を問う項目11において、共食エージェント条件と会話エージェント条件との間に差が見られた($N=8$, $t=3.10$, $p<0.05$)。そして、項目14において、共食エージェント条件と会話映像条件($N=8$, $t=-2.80$, $p<0.05$)また、会話エージェント条件と会話映像条件($N=8$, $t=-3.13$, $p<0.05$)との間でそれぞれ差が見られ

た。従って、共食エージェントを提示する方が会話エージェントを提示するよりも、より共食をしている感覚を得ることができるということができる。その一方で、エージェントよりも実映像を用いた方が親近感があることが分かった。

表4 質問紙による実験結果 (N=8)

Table 4 Result of the Questionnaire

質問項目	共食エージェント条件	会話エージェント条件	会話映像条件
1 会話を楽しむことができましたか	6.6	7.1	7.5
2 協力的に会話は進んだと思いますか	6.9	6.9	7.3
3 会話はしにくいものだったと思いますか	4.1	5.0	3.0
4 相互に興味を持って会話できましたか	6.3	6.3	6.6
5 沈黙を作らないようにしたと思いますか	5.0	5.0	5.4
6 相手の話を聞くようにしたと思いますか	7.3	6.3	7.0
7 食事は美味しかったですか	6.8	6.6	6.5
8 良く噛んで食事がすることができましたか	4.6	4.8	3.6
9 味わって食事がすることができましたか	5.5	5.9	4.0
10 ゆっくりと食事がすることができましたか	4.8	5.0	3.8
11 一緒に食事しているように感じましたか	6.4	3.4	4.9
12 会話をしながら相手の様子が気になったと思いますか	5.0	4.5	5.0
13 食事をするのに相手の様子が気になったと思いますか	4.9	4.3	5.1
14 相手に親しみを感じましたか	4.8	4.8	7.0

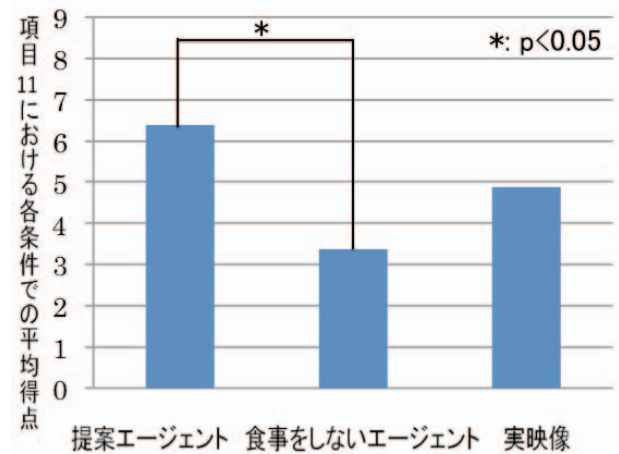


図7 共食しているように感じたかを問う項目(項目11)に対する各条件の得点

Figure 7 Scores for Q.11: Did you feel you ate together with the other person?.

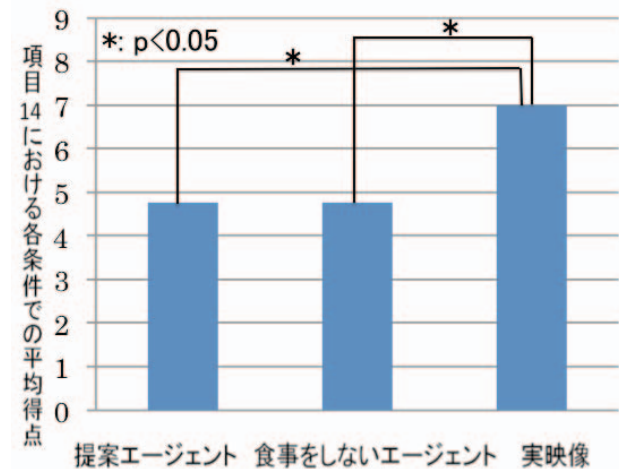


図8 親近感を問う項目(項目14)に対する各条件の得点

Figure 8 Scores for Q.14: Did you feel friendly with the other person?.

4.7 インタビュー結果

質問紙への回答後に、回答の補足的説明や自由なコメントを得るために数分のインタビューを行った。

会話の印象について、会話映像条件では「相手の様子、特に表情などがよく分かるため話しやすかった」という意見が8人中5人から得られた。また、会話エージェント条件では、「動きが少なかったため話すときあまり見なかった」という意見が8人中2人から得られた。

また、食事の印象について、会話映像条件では「食事をしていない相手を前にすると食事し辛かった」という意見が8人中6人から、「食事をしていない相手を前にして話しながら食べるタイミングを計るのが難しかった」という意見が8人中2人から得られた。

そして、3条件のうち会話または食事をするに当たりどれが良かったかという質問について、会話をするに当たっては、「表情の見える会話映像映像が良かった」という意見が8人中7人から、「共食エージェントが良かった」という意見が8人中1人から得られた。また、食事をするに当たっては、「共食エージェントが良かった」という意見が8人中6人から、「共食エージェントと会話エージェントが同じくらい良かった」という意見が8人中1人から得られた。

実映像と比べてエージェントの外見がマイナスに働いていることが会話映像条件と会話エージェント条件を比べることでわかった。また、食事行動の付与が共食コミュニケーションにプラスに働いていることが共食エージェント条件と会話エージェント条件を比べることでわかった。

5. 関連研究

5.1 共食コミュニケーション支援に関する研究

現代では、日常生活のあらゆる場面において ICT (Information and Communication Technology) が応用されてきている。例えば、チェーン居酒屋のオーダーリング端末や、大型のタッチパネルディスプレイを食事のテーブルとして利用するレストランが登場している[16]。また、大塚らの開発する Group FDT(Future Dining Table)は、食事者の食事状況を認識し自動で適切な料理を推薦したり、会話状況の認識に基づき会話に参加していない人に話題となるコンテンツをテーブルに表示する [17][18]。

また、互いに離れて暮らしている場合でも共食を実現するシステムの開発も進められている。アクセンチュア社が試作した Virtual Family Dinner[19]では、ユーザはテーブルに料理を置いた時に表示されるコンタクトリストから食事をしながら会話したい人に連絡を取ることができ、互いに映像と音声を通して会話をしながら食事することが可能である。また、Wei らは遠隔地間でより相手のプレゼンスを

高め共食することを目指した CoDine を開発している[20]。CoDine では、遠隔操作で相手の食器を移動可能な装置をテーブルに埋め込むことで相手のために料理を取り分ける機能、また、テーブルクロスに描いたメッセージを相手のテーブルクロスに表示させる機能などが用意されている。

5.2 時差のある共食コミュニケーション支援

海外との時差などによって同じ時間に食事ができない遠隔非同期環境の場合、共食の実現はより困難になると考えられる。このような環境で、共食の実現を支援する試みに辻田らの CU-Later[21]がある。このシステムで、ユーザは遠隔地の相手の食事の録画映像を見ながら食事を行う。CU-Later では、過去の録画映像をそのまま食事者に見せており、食事者の行動と映像の中の相手は独立に振る舞っている。一方で Nawahdah らの提案する KIZUNA[22]は、同じく録画映像を用いているが、食事者の食事の進行状況と映像中の相手の食事状況を同調させている点が特徴である。

5.3 食事場面におけるインタフェースエージェント

食事場面におけるインタフェースエージェントとして、佐野らの、食事コミュニケーション活性化のためのエージェントがある[23]。この研究では、食事時のコミュニケーションを活性化させるエージェントを提案してその設計方針を示している。食事時のコミュニケーション支援を実現するには、質問応答の中からエピソードを抽出、蓄積し、コミュニケーションを促進するような対話生成を行うことが必要であるとしている。また、食卓の状態や食事行動を認識し、ストレスを与えない発話タイミングを生成する機能も必要と述べている。

本研究では、これまでの遠隔共食支援システムが全員に食事があることを想定していたのに対して、遠隔環境にて食事時間のずれにより一方が食事するとき他方には食事がない状況を対象としている。また、このような状況で食事をしていない非食事者が食事をしているように見せることによって疑似的な共食の状況を作り出し、コミュニケーションの質や食事の満足度を向上させることが目的である。この目的を達成する手段として、本研究では、本人の代理として食事をする非食事者の分身エージェントを用いる。食事場面において、リアルタイムで実在する相手の代わりとして分身エージェントを用いた研究は行われていない。

6. まとめ

本研究では、孤食解消を目的として、遠隔地間の一方は食事をしているが他方は食事をしていない状況において、疑似的な共食を実現するインタフェースエージェント Surrogate Diner を提案した。

提案システムでは、非食事者の代わりに分身となるエージェントが食事者と一緒に食事を行い、非食事者は音声により食事者との会話に参加する。エージェントは食事者が

食事をしている間は同じく食事をを行う。このエージェントの振る舞いは、実際の共食場面の映像分析に基づいている。

評価実験では、食事者に対して Surrogate Diner を提示する共食エージェント条件、食事者に対して食事行動をしない Surrogate Diner を提示する会話エージェント条件、相手の実映像を提示する会話映像条件の 3 条件について、質問紙およびインタビューにより参加者の会話や食事に対する印象を調査した。その結果、提案エージェントを提示する方が会話エージェントを提示するよりも一緒に食事をしている感覚がより大きいことが分かった。一方で、親近感については、実映像を用いた方がエージェントよりも高い評価を得た。これらのことから、孤食の解消に対して提案エージェントは有効であることが確認された。

7. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 22500104 および 23500158 の支援による。

参考文献

- 1) 外山紀子, 食事概念の獲得: 小学生から大学生に対する質問紙調査による検討, 日本家政学会誌, Vol.41, No.8, pp.701-714(1990).
- 2) K. Sellaeg and G. E. Chapman. : Masculinity and food ideals of men who live alone, *Appetite*, 51(1), pp.120-128(2008).
- 3) 井上智雄, 大武美香: 多人数会話における食事の有無の影響—会話行動の平準化—, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.19-29(2011).
- 4) 坂井信之: 共食することによって生じる「おいしさの充進」に関する行動科学的研究, 食生活科学・文化及び環境に関する研究助成研究紀要, 25, pp.69-80(2010), アサヒビール学術振興財団
- 5) 山下淳, 葛岡英明, 山崎敬一, 山崎晶子, 加藤浩, 鈴木栄幸, 三樹弘之: 相互モニタリングが可能な遠隔共同作業支援システムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 4(3), pp.495-504, (1999).
- 6) 山下直美, 葛岡英明, 平田圭二, 青柳滋己, 白井良成, 梶克彦, 原田康徳: 身体の動きを伴う遠隔協調作業支援における上半身映像の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.4, pp.11520-1162(2010).
- 7) 渋谷昌三: 人と人との快適距離, NHK Books, (1990).
- 8) 來嶋宏幸, 坊農真弓, 角 康之, 西田豊明: マルチモーダルインタラクション分析のためのコーパス環境構築, 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), Vol.2007, No.99 (2007).
- 9) WELCOME TO TVML SITE - TV Program Making Language
<http://www.nhk.or.jp/strl/tvml/index.html>
- 10) blender.org – Home
<http://www.blender.org>
- 11) 落として使い倒せ! 3DCG モデル & MikuMikuDance フリー素材集 | 【食品】 お料理アクセサリ 【MMD】
<http://gubigubinamachu.blog54.fc2.com/blog-entry-1328.html>
- 12) 木村 昌紀: 感情エピソードの会話場面における表出性ハロー効果の検討, 感情心理学研究, vol.28, pp.1-12(2005).
- 13) 藤本 学: 会話者のコミュニケーション参与スタイルを指し示す COMPASS, 社会心理学研究, 第 23 卷 3 号.
- 14) 岡本 美紀: 女子大生の食事の満足感に与える要因の検討, 長崎国際大学論叢, 第 11 卷, pp.105-117(2011).
- 15) 山下 秀一郎: 咀嚼と「おいしさ」, 東京歯科大学学会, 112 巻, 2 号(2012).
- 16) inamo restaurant. “inamo restaurant, Soho, London - interactive oriental fusion restaurant and bar” .
<http://www.inamo-restaurant.com>
- 17) Yuichiro Otsuka, Junshan Hu, Tomoo Inoue, : Tabletop dish recommendation system for social dining: Group FDT design based on the investigation of dish recommendation, *Journal of Information Processing*, Vol.21, No.1, pp.xx, 2013. (in press).
- 18) Yuichiro Otsuka, Tomoo Inoue, : Designing a conversation support system in dining together based on the investigation of actual party, *Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.1467-1472, Seoul, Korea,(2012).
- 19) Gizmodo: Virtual Meals Let You Pig Out with Distant Relatives.
<http://gizmodo.com/accenture-virtual-family-dinner/>
- 20) J. Wei, X. Wang, R. L. Peiris, Y. Choi, X. R. Martinez, R. Tache, J. T. K. V. Koh, V. Halupka, and A. D. Cheok. “Codine: an interactive multi-sensory system for remote dining”. In *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing, UbiComp '11*, pp. 21-30, New York, NY, USA,(2011).
- 21) H. Tsujita, S. Yarosh, and G. D. Abowd. : Cu-later: a communication system considering time difference, In *Proceedings of the 12th ACM international conference adjunct papers on Ubiquitous computing, UbiComp'10*, pp. 435-436, New York, NY, USA(2010).
- 22) Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue : Virtually dining together in time-shifted environment: KIZUNA design, *Proc. CSCW2013* (in press)
- 23) 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 西口敏司: 食事コミュニケーションの活性化のためのエージェント(生活メディア(1):コミュニケーション, 日常生活におけるメディア技術), 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 110(35), pp.19-20 (2010).