

研究論文

ゆとりある食事のための食事エージェントシステム

井上 智雄^{1,a)} 塩原 拓人²

受付日 2014年1月15日, 採録日 2014年5月26日

概要: 人と食事を共に摂る共食には単独での食事と比べて様々な良い効果があることが知られている。しかし、生活リズムの多様化や1人暮らしなどのために共食は必ずしも容易ではない。そこで、本研究では共食のためのインタフェースエージェントシステムを提案する。食事行動をとるエージェントとそうでないエージェントを前にして食事をする実験を行った結果、食事エージェントによってユーザがよりゆったりと食事ができることが、主観的および客観的データにより明らかになった。また、実際に一緒に食事をしている印象も持つことが分かった。このことは、簡単な食事行動をとるエージェントでもユーザの食事に影響を及ぼし、食事を通じた健康の増進などに有効である可能性を示唆する。

キーワード: 食事エージェント, 共食, 食事行動, ヘルスケア

A Dining Agent System for Comfortable Meal to a Solo Diner

TOMOO INOUE^{1,a)} TAKUTO SHIOHARA²

Received: January 15, 2014, Accepted: May 26, 2014

Abstract: Co-dining is known to have better effects than solitary dining in various aspects including health. With diversified life styles in time and place, however, co-dining is not always easy today. Thus this research introduces an embodied agent system for co-dining, which acts as a diner with eating behavior. From the study that compared the proposed dining agent and the same agent without eating behavior, it was found that the user was more relaxed in dining from both objective and subjective data. The user also had the feeling of dining together with the dining agent, although the agent was very simple. This result suggests that even a simple dining agent affects user's dining and is possibly effective for maintaining health through dining.

Keywords: dining agent, co-dining, dining behavior, healthcare

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。だれかと共に食事することは、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」という言葉にもみられるように、人との関係を維持し円滑にするといった社会的意義もある [1]。たとえば、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、1人で食事をするよりもだれ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、単独で食事することを余儀なくされる状況も多くなっている。このような1人の食事は、「寂しい食事」という意味で孤食と呼ばれる。たとえば児童生徒の朝孤食は健康に悪影響があること [5]、高齢者の孤食では摂取する食

¹ 筑波大学図書館情報メディア系
Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8550, Japan

² 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, Tsukuba, Ibaraki 305-8550, Japan

a) inoue@slis.tsukuba.ac.jp

品群に偏りを生じること [6] などが知られている。

単独食事者への情報技術を用いた支援として、テレビ会議システムを応用した遠隔共食支援システムなども研究されているが [7], [8], 遠隔地であっても同じ時間に都合良く共食相手が見つかるとは限らない。

本研究では人との共食時に得られる効果をふまえ、共食相手がエージェントであっても何らかの良い効果が得られるのではないかと考えて開発した、単独食事者向けの食事エージェントシステムについて述べる。提案システムの評価実験では、実際の人の行動に基づいて設計した食事行動をとる食事エージェントと対面して食事をする場合と、食事行動をとらないエージェントと対面して食事をする場合とを比較した。その結果、食事エージェントと食事をする方が、よく噛んでゆっくりと食事がなされること、エージェントの方をよく見ること、一定の食事行動をとるだけの簡単なエージェントに対しても食事行動のないエージェントに比べて高い共食感を持つことが分かった。

本論文は、本章を含め5つの章で構成されている。2章で関連研究について述べ、3章で提案システムについて述べる。4章では提案システムの評価実験、5章でその結果と検討について述べ、6章をまとめとする。

2. 関連研究

2.1 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情報技術が応用されてきている。たとえば、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 [9], [10]。

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 [7] では、ユーザはテーブルに料理を置いたとき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できる。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 [8]。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。

2.2 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 [11]。この研究では、食事中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、設計方針を

示している。

また塩原らの提案する共食インタフェースエージェント Surrogate Diner [12] では、遠隔地にいる非食事者のパートナーの実映像の代わりに、パートナーの顔貌を持つ共食エージェントを用いることで擬似的な共食を実現している。ユーザは食事行動を行うエージェントと対面して食事を行うことで共食感を得る。

しかし食事状況で用いられるエージェントについての研究は多いとはいえ、特に単独食事者を対象として共食を行うエージェントの研究はこれまで行われていない。

2.3 視線や表情を模擬する CG モデル

Microsoft 社の Face Tracking SDK [13] や Faceware Technologies 社のソフトウェア [14] のように、人物の表情や視線の動きを認識し CG 人物に反映することで、CG 人物に対してより実際の人間に近い印象を与えることのできる製品がある。

これらに対して本研究でエージェントに用いた CG モデルは簡易なものであり、実際の人間とエージェントの外見上の違いが食事やエージェントに対する印象に影響を与える可能性があるが、CG による人物作成技術の進歩により、この点は将来変化あるいは解消すると考えられる。したがって本研究ではこの点は扱わず、実験条件間の違いを食事行動の有無のみに統制した。

3. 提案システム

3.1 提案システムの目的

単独食事者の共食を支援するこれまでの研究は遠隔地に共食相手がいることを想定して行われており、たとえ遠隔地でも気軽に共食を行うことのできる相手がいない場合は考慮されてこなかった。

そこで本研究では、人との共食によって食事満足度が向上することをふまえ、エージェントとの共食であっても何らかの良い効果が得られるのではないかと考え、単独食事者のための食事エージェントシステムを開発する。

3.2 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の映像では、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からの音声を通して共に食事をしている。食事内容はカレーライスであり、食器はスプーンを用いた。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 (図1の赤丸) から USB カメラで参加



図 1 遠隔共食場面
Fig. 1 Actual remote dining scene.

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 mm × 621 mm、解像度は 640 × 480 ピクセル、フレームレートは 30 fps であった。表示する人物の映像は等身大映像とし [15], [16]、画面と参加者との距離を 120 cm [17] 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 にその様子を示す。

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。1 回の撮影時間は約 16 分～25 分であった。

(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 [18] を用いて食事者の状態を分類タグ付けした。一般に食事者がカレーライスを食べるときの行動は、(1) スプーンから手を離している、あるいは空のスプーンを把持している、(2) スプーンでカレーを掬い口元に運ぶ、(3) スプーンを口の中に入れ（同時にカレーを口内に入れ）、引き続き空のスプーンを口から出す、という順序の連続になっていた。

そこで、それぞれの状態 (1) から (3) に対応して、Home を表す Ho、Hold Food を表す Hf、Eat を表す E というタグを用いた。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おむね 2 分後の時点からの 5 分間とし、合計（12 名分）で約 1 時間である。

(3) 分析結果

表 1 に、食事行動の各状態 Ho、Hf、E がどの程度の時間継続したかという結果を示す。ここで、食事行動の継続時間は、食事行動の状態だけでなく、当人が発話をしているかどうかでも分けて調べた。食事行動は当人が発話をしているかどうかで大きく変わり、また、本研究で作成する食事エージェントは発話行動はとらないため、発話行動をとっていない場合の食事行動について知りたいからである。なお、参加者がスプーンを口内に含んだまま発話をす

表 1 各状態における平均状態継続時間
Table 1 Average duration of each status.

	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	
発話を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

るといふ行動はみられなかったため、表中の「E 状態」と「発話を含む場合の平均状態継続時間」の合わさる所は斜線としてある。

表 1 より、発話を含む各状態の平均継続時間の方が、発話を含まない各状態の平均継続時間より長く、発話がない場合は食事行動のペースが早くなるのが分かる。表中の、発話を含まない各状態の平均継続時間を、食事エージェントの食事行動に用いた。

3.3 エージェントの作成

(1) 開発環境

インタフェースエージェントを開発するための環境はいくつかある。国内の十数の大学が共同で開発を進めている擬人化音声対話エージェントを開発するための Galatea Toolkit [19] や、石塚らの、キャラクターエージェントによりプレゼンター不在でも効果的なプレゼンテーションを作成するための MPML (Multimodal Presentation Markup Language) [20]、NHK 放送技術研究所が開発した、3 次元仮想空間でのテレビ番組を容易に作成することのできる TVML (TV Program Making Language) [21]、名古屋工業大学国際音声技術研究所が開発した音声インタラクションシステム構築ツールキット MMDAgent [22] などがある。

本研究で提案するエージェントは人間の共食相手の代わりとして人間に近い見かけを持ち、また、3 次元仮想空間で自然な食事行動を行う必要がある。そこで本研究では、人間に近い外見と関節数を持つエージェントが多数無償提供され、Kinect を利用して取得した実際の人間の動きをモーションデータとして使用できる MMDAgent を開発環境として使用した。

(2) エージェントの作成

エージェントのモデルには MMDAgent に標準のエージェントとして用意されている一般的な女性の外見を持つ 3D キャラクターを選び、実験の内容に合わせて、カレーを食べるエージェントを作成した。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、背景として机および椅子の 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 [23]。また各実験条件間でモデルの外見の違いが印象に影響を及ぼさないようにするため、食事条件・非食事条件ともにテーブルや食器を含め同一のモデルを使用した。カレーについても両条件で異ならぬようにするため、エージェントの前に表示され、その量は変化しない。作成した

エージェントの外見とその動作を図 2 に示す。

(3) エージェントの食事行動の作成

エージェントの食事動作のうち、各関節の座標データは、実験者が食事を行う動作を Kinect for Windows センサを使用して取得し、モーションデータ化して使用した。モーションデータを取得する際には、前方に Kinect カメラを設置したテーブルで実験で用いるものと同じ食器を用いて実際に食事動作を行った。取得したモーションデータは実験者の頭部、腕部、体幹の各関節の動きであり、エージェントはスプーンで料理をすくって口に運び、スプーンを下ろす動作のみを行う。単純化されパラメータの少ない食事行動を行う場合であっても、食事を行わない場合に比べてユーザの食事行動に対して影響を与えると確認するため、

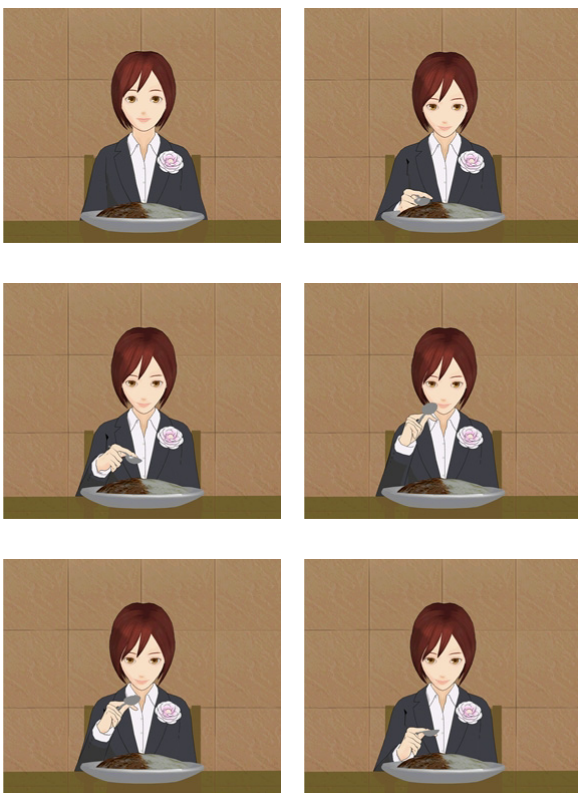


図 2 エージェントの外見と動作

Fig. 2 Appearance and motion of the agent.

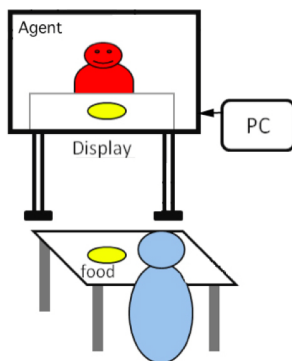


図 3 システムの構成

Fig. 3 System setup.

エージェントは視線の変化や咀嚼行動を行わない。

また取得したモーションデータは食事行動 1 回分の動作であるため、繰り返しモーションデータを再生するためのタイミングの設定は、遠隔共食における食事行動を分析した表 1 に基づいて行った。料理を把持してから口へ運ぶまでの一連の動作を、発話を含まない場合の Hf 状態と E 状態の平均継続時間の和である 2.0 秒とし、また、食事を行わない待機時間を Ho の 2.5 秒とした。

待機時間中には、エージェントは 4.0 秒かけて体幹を前後左右に揺らす待機動作を行い、待機時間中この動作を繰り返す。このとき揺れの振幅は、表示画面上のエージェントの眼球の位置において 8mm 程度となる。この待機動作は両条件で共通して行われる。

食事条件では、エージェントはあらかじめ設定された間隔で自動的に食事行動を行う。非食事条件では、エージェントは食事を行わず待機動作のみを行う。

3.4 システムの構成

システムの構成を図 3 に示す。ディスプレイは 827mm × 621mm、解像度は 640 × 480 ピクセル、フレームレートは 30 fps である。実験参加者が食事を行うテーブルの前方にディスプレイを設置し、ディスプレイには PC 上のエージェントをミラーリング表示した。

4. 実験

4.1 実験デザイン

単独の食事者の前で食事行動をとるエージェントが、食事者にどのように影響するかを調べることを目的として、対照条件となる食事行動をとらないエージェントとの間で比較をした。

1) 食事条件

提案システムであり、エージェントが食事行動を行う条件。



図 4 実験の様子

Fig. 4 Snapshot of the experiment.

表 2 質問紙の結果

Table 2 Result of the questionnaire.

質問項目	食事条件	非食事条件	t検定p値
1 食事は美味しかった	7.0	7.1	0.81
2 味わって食事することができた	6.3	6.3	1.00
3 よく噛んで食事することができた	6.0	5.2	**0.043
4 ゆっくりと食事することができた	5.2	4.3	*0.078
5 エージェントの様子が気になった	6.9	6.9	0.13
6 エージェントの印象は良かった	5.7	5.6	0.79
7 エージェントの外見は自然だった	5.1	5.9	0.16
8 エージェントの振る舞いは自然だった	3.6	3.4	0.74
9 エージェントと一緒に食事をしているように感じた	5.0	2.7	***0.0006

(N = 14; ***: p < 0.01, **: p < 0.05, *: p < 0.1)

2) 非食事条件

エージェントが食事行動を行わないほかは食事条件と同一とした対照条件。

参加者は1回の食事を通じて1条件のエージェントと向き合って食事を行った。1日に1条件ずつ2日間に分けて実験を行い、参加者ごとに行う条件の前後を入れ替えた。

4.2 参加者

本実験には有償の募集によって集められた大学生および大学院生14名(男性10名,女性4名)が参加した。なお、この参加者は3.2節の遠隔共食の参加者とは異なる。

4.3 実験環境

提案システムを用いて、実験を行った。その様子を図4に示す。実験は食事条件・非食事条件で共通の実験室環境であり、研究室内にテーブルを設置して行った。食事者前方のディスプレイに、エージェントが等身大となるように表示した。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(図4中黄色の円の位置)に設置し、上半身およ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(図4の撮影方向)に設置し、ディスプレイの映像と参加者の行動があわせて写るようにした。

食事の種類による食事時間やエージェントの印象への影響を除くために、すべての参加者の食事はカレーライスとお茶、食器をスプーンとした。食事の量は毎回カレー250g, ライス200g, お茶はコップ一杯(約180ml)とした。

4.4 実験手順

はじめに参加者に対し、エージェントが表示されたディスプレイの前に座って食事をしてもらう旨を説明する。実験者が退出したら食事を始めてもらうこと、食事終了時に実験者に合図するよう指示し、食事の用意をしてから撮影を開始した。食事終了の合図があったら実験の終了を知らせ、撮影を終了した。その後、参加者に対して、質問紙への回答を依頼した。質問紙調査は各条件終了ごとに行い、

2条件分の質問紙調査が終了した後にインタビューを行った。その後実験の意図や各条件の違いについてデブリーフィングを行った。

4.5 データ取得

4.5.1 食事行動

カメラを用いて取得したエージェントとの共食映像とともに、参加者の食事行動と視線を分析した。

4.5.2 質問紙

実験条件間における食事の満足度、エージェントの印象、エージェントとの共食感についての違いを調べるため食事者に対して、質問紙調査を実施した。食事の満足度に与える要因を検討した岡本の研究[24]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[25]によれば、ゆっくりとよく噛んで食事をする事で、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、よ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を1項目とエージェントの外見と動作の印象を問う質問項目を2項目設定した。実際の質問項目を表2の左に示す。これらの全9項目について、「全然そう思わない」から「非常にそう思う」までの9段階で食事者側の参加者から回答を得た。

4.5.3 インタビュー

両条件に参加後の参加者に対してインタビューを行った。インタビューでは体験した2つの条件のうちどちらがより好ましかったかとその理由、および質問紙の項目にはなかったが実験を通じて感じたことについて話してもらった。

5. 結果

5.1 行動の変化

実験映像から総咀嚼時間および咀嚼回数を調べた結果、総咀嚼時間は食事条件で286秒、非食事条件で264秒で

あり、有意傾向が認められた (Wilcoxon の符号付順位和検定 $Z = 1.852$, $p = 0.064$) (図 5)。なお咀嚼時間とはカレーを口に含んでから嚥下するまでの時間のことである。また、咀嚼回数は食事条件で 442 回、非食事条件で 379 回であり、有意差が認められた (Wilcoxon の符号付順位和検定 $Z = 2.699$, $p = 0.007$) (図 6)。なお、その他の食事行動については条件間で有意な差は認められなかった。

また、参加者がどの程度エージェントの方を向いているかどうかを調べたところ、食事条件では 3.0 (回/分)、非食事条件では 2.4 (回/分) であり、有意差が認められた ($t(13) = 2.534$, $p = 0.025$) (図 7)。

5.2 質問紙調査

全然そう思わないを 1 点、そう思わないを 2 点、ややそう思わないを 3 点、どちらかというと思わないを 4 点、どちらともいえないを 5 点、どちらかというと思いを 6 点、ややそう思うを 7 点、そう思うを 8 点、非常にそう思うを 9 点として回答を点数化し、各質問項目に対する各条件の平均得点を表 2 に示す。

この結果、食事条件の方がよく噛んで食事をする事ができ (項目 3: $t(13) = 2.242$, $p = 0.043$)、ゆっくりと食事をする事ができる傾向があった (項目 4: $t(13) = 1.912$, $p = 0.078$)。また、食事条件ではよりエージェントとの共食感を感じられた (項目 9: $t(13) = 4.505$, $p = 0.0006$)。これらのことから、非食事条件に比べて食事条件では、体感においてもゆっくりとよく噛んで食事をとってもらえること、また、食事行動を行うエージェントの方が、食事行動を行わないエージェントよりも一緒に食事をしている印象を与えやすいことが分かった。

5.3 インタビュー

食事行動をとるエージェントに直面している方がそうでないエージェントに対するより好ましく、より快適に食事できたとして 10 名が答えた。食事行動をとらないエージェントの方が評価が低い理由については、6 名が視線を感じて落ち着かないと答え、そのうち 2 名は観察されているように感じたとして答えた。一方で、本研究の食事行動をとるエージェントは相手にかかわりなく一定の行動するため、食事のペースが合わずに食事がしづらかったという意見が 2 名から得られた。

また、どちらの条件かにかかわらず、後半の方がエージェントに慣れ、食事がしやすかったとの意見が 4 名から得られた。

5.4 前半群と後半群の比較

インタビューから、エージェントへの慣れがエージェントの印象に影響を与えることが示唆されたため、実験の結果を前半群、後半群に分け比較を行った。参加者が初めて

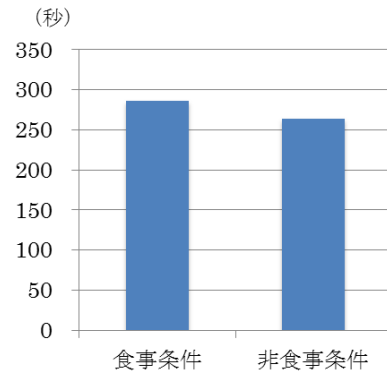


図 5 総咀嚼時間
Fig. 5 Eating time.

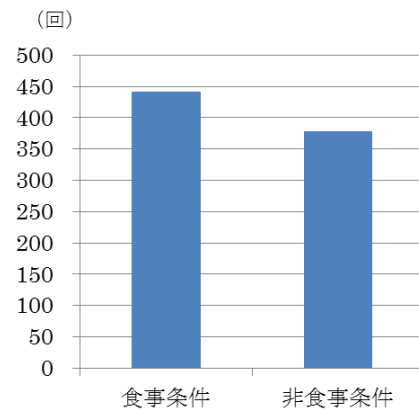


図 6 咀嚼回数
Fig. 6 Number of bites.

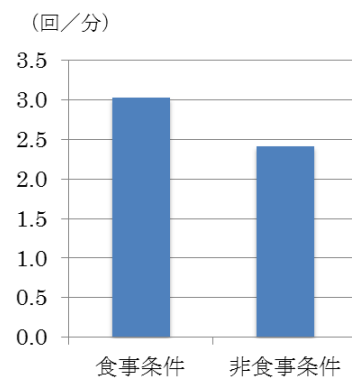


図 7 エージェントを見る頻度
Fig. 7 Frequency of gaze to the agent.

体験した実験を前半群とし、参加者が 2 度目に体験した実験を後半群として、前半群と後半群の比較からエージェントへの慣れについて検討を行った。

前半群・後半群の間で咀嚼時間は 290 秒と 260 秒、および咀嚼回数は 403 回と 418 回であり、有意差はみられなかった。エージェントの方を向いた頻度についても前半群 2.6 (回/分) と後半群 2.8 (回/分) の間で、有意差はみられなかった。

一方で表 3 に示すように、質問紙調査の結果については、エージェントの外見の自然さを問う項目 7 ($t(13) = 2.206$,

表 3 質問紙の結果：前半群と後半群の比較

Table 3 Result of the questionnaire: First half and the latter half.

質問項目	前半群	後半群	t検定p値
1 食事は美味しかった	6.9	7.2	0.21
2 味わって食事することができた	6.1	6.4	0.55
3 よく噛んで食事することができた	5.6	5.6	0.87
4 ゆっくりと食事することができた	4.6	4.9	0.70
5 エージェントの様子が気になった	7.3	6.5	0.16
6 エージェントの印象は良かった	5.6	5.6	1.00
7 エージェントの外見は自然だった	4.9	6.0	**0.046
8 エージェントの振る舞いは自然だった	2.9	4.2	**0.017
9 エージェントと一緒に食事をしているように感じた	3.6	4.1	0.60

(N = 14; ***: p < 0.01, **: p < 0.05, *: p < 0.1)

p = 0.046) およびエージェントの振る舞いの自然さを問う項目 8 (t(13) = 2.723, p = 0.017) で、前半に比べ後半の方が有意に高いという結果が得られた。

以上の比較から、実験の前半に比べ後半ではエージェントの外見や振る舞いをより自然に感じることが分かり、また食事の味に対する印象も良くなる可能性がある、また、インタビューから示唆されたエージェントへの慣れが実際にエージェントの印象に影響を与えていることが確認された。

5.5 検討

5.5.1 食事条件と非食事条件の違い

食事条件の方が非食事条件よりも、総咀嚼時間で長い傾向がみられ、咀嚼回数が多かった。つまり、エージェントが食事行動をする方が、参加者はよく噛んで食事をした。この結果は質問紙調査においても表 2 の項目 3「よく噛んで食事することができた」および項目 4「ゆっくりと食事することができた」に差がみられたことと対応していると考えられる。客観的な行動指標と主観的評価の両方でこの変化が確認できたことは興味深い。またゆっくりとよく噛むことは健康的な食生活などにつながるため意義深いといえる。

一方で、その他の食事行動、具体的には食事の所要時間や摂食回数、一摂食あたりの咀嚼時間や咀嚼回数では、すべての項目で食事条件の方が大きい値ではあるが、統計的有意差は認められなかった。したがって、これらの指標のうち特定のものに大きな変化が生じたわけではなく、小さな変化が積み重なって全体の差となったといえる。

また、食事条件の方がエージェントの方をよく見ていることが分かった。これについては、控え目に解釈すれば、目立った動きがある方がよく見られるということだと考えられる。もう少し積極的な意味づけをするなら、表 2 の項目 9「エージェントと一緒に食事をしているように感じた」において食事条件の方が高得点であることと対応するもので、エージェントを食事相手と見なす傾向の現れとも考えられる。

5.5.2 エージェントへの慣れ

インタビューの結果からエージェントに対する慣れが評価結果に影響を与えている可能性が示唆された。そこで、実験の結果をそれぞれ前半に体験したグループと後半に体験したグループに分けて比較したところ、エージェントの外見や振る舞いについて、後半の二度目に体験したエージェントの方が自然であると感じられることが分かった。

ただし行動については、前半群・後半群の間で咀嚼時間、咀嚼回数、およびエージェントの方を向いた頻度について有意差はみられなかった。

5.5.3 エージェントの動作

本研究ではエージェントの外見や動作を高いレベルで実現することには注力しておらず、食事行動の有無による影響を調べることを目的としている。とはいえ、エージェントの動作については、表 2 の項目 8「エージェントの振る舞いは自然だった」で食事条件で 3.6、非食事条件で 3.4 とともに低かった。また、表 2 の項目 9「エージェントと一緒に食事をしているように感じた」では、食事条件の方が非食事条件より高得点であるが、それでも 9 段階評価で 5.0 であり、値そのものは高くない。そこで、どのような点が問題になったのかを参加者へのインタビューからあげる。

食事条件の、食事行動をとるエージェントに対しては「しぐさが人間じみているので不気味に感じた」、「エージェントの食事のテンポが自分と合わなかった」、「動作のテンポが一定で不自然」、「スプーンの持ち方と動きが不自然」、「スプーンにカレーが載らずに食べるふりになっている」、「カレーが減らない」という意見が得られた。

非食事条件の、食事行動のないエージェントに対しては「エージェントがなぜ食事をしないのか気になった」、「動かないのが予想に反して気になった」、「カレーがあるのに食べないのが気になった」、「嫌々誘われて食事に手を付けられない人ようだった」、「食事をせずこちらを凝視しているように見え、居心地悪く感じた」、「見られているように感じた」、「エージェントに監視されているように感じた」、「絵を前にしているようだった」、「イラストのようなものだと感じて無視できた」、「ほとんど動かなかつたので注意を向けなかった」という意見が得られた。

また両者に共通する意見として「エージェントの眼球が動かないので怖い印象を与えた」、「瞬きがほしい」、「こちらの動きに対する応答がほしい」、「エージェントの横に揺れる動きが気になった」、「少し身体を揺らしているのが自然だった」が得られた。

以上のように動作に改善の余地は大きいですが、大きな方向としてはよりリアルな動作が望まれており、特に、本当に食事をしているように見えること、眼球に自然な動きがあることが重要であるといえる。また、食事をしていない者に対面して自身だけが食事をするのは望ましくないと感じられる状況であることが分かる。

6. まとめ

本研究では、単独の食事者を支援するための食事エージェントシステムを提案、開発した。システムの評価実験においては、食事行動を行うエージェントと対面した食事と食事行動を行わないエージェントと対面した食事とを比較した。その結果、エージェントが食事行動を行わない場合に比べて食事行動を行う場合ではより共食感が得られ、食事者の主観においても実際の咀嚼時間と咀嚼回数においてもよりゆったりと食事ができることが分かった。

さらに、ユーザのエージェントに対する慣れもみられたことから、時間の経過によってシステムがより有効となる可能性も考えられる。また、副次的な成果として、エージェントの動作に関する重要箇所が分かった。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金 23500158 および 26330218 の支援により行われた。

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] Sellaeg, K. and Chapman, G.E.: Masculinity and food ideals of men who live alone, *Appetite*, Vol.51, No.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「おいしさの亢進」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, Vol.25, pp.69-80 (2010).
- [5] 竹原小菊, 純浦めぐみ, 福司山エツ子, 児玉むつみ, 佐藤昭人: 児童生徒の食習慣と健康状態の実態調査: 「朝孤食」と「朝共食」の比較, 鹿児島女子短期大学紀要, Vol.44, pp.7-26 (2009).
- [6] 津村有紀, 荻布智恵, 広田直子, 曾根良昭: 食品摂取状況からみた高齢者の食生活, 生活科学研究誌, Vol.3, pp.47-54 (2004).
- [7] Gizmodo: Virtual Meals Let You Pig Out with Distant Relatives, available from (<http://gizmodo.com/accenture-virtual-family-dinner/>).
- [8] Wei, J., Wang, X., Peiris, R.L., Choi, Y., Martinez, X.R., Tache, R., Koh, J.T.K.V., Halupka, V. and Cheok, A.D.: Codine: An interactive multi-sensory system for remote dining, *Proc. 13th international conference on Ubiquitous computing*, pp.21-30 (2011).
- [9] Otsuka, Y., Hu, J. and Inoue, T.: 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.100-108 (2013).
- [10] Otsuka, Y. and Inoue, T.: Designing a conversation support system in dining together based on the investigation of actual party, *Proc. 2012 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.1467-1472 (2012).
- [11] 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, 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, Vol.110, No.35, pp.19-20 (2010).
- [12] 塩原拓人, 大塚雄一郎, 井上智雄: 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, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.20B, No.1, pp.1525-1532 (2013).
- [13] Microsoft: Face Tracking, available from (<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj130970.aspx>).
- [14] Faceware Technologies: Facial Motion Capture & Animation, available from (<http://www.facewaretech.com/>).
- [15] 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, Vol.4, No.3, pp.495-504 (1999).
- [16] 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.1152-1162 (2010).
- [17] 渋谷昌三: 人と人との快適距離, NHK Books (1990).
- [18] 来嶋宏幸, 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, Vol.2007, No.99, pp.63-70 (2007).
- [19] 嵯峨山茂樹: 擬人化音声対話エージェントツールキット Galatea, 情報処理学会研究報告, 2002-SLP-45-10, pp.57-64 (2003).
- [20] 筒井貴之, 石塚 満: キャラクターエージェント制御機能を有するマルチモーダル・プレゼンテーション記述言語 MPML, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.4, pp.1124-1133 (2000).
- [21] NHK Science and Technical Research Laboratories: WELCOME TO TVML SITE — TV Program Making Language, available from (<http://www.nhk.or.jp/strl/tvml/index.html>).
- [22] MMDAgent — Toolkit for building voice interaction systems, available from (<http://www.mmdagent.jp/>).
- [23] 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】, 入手先 (<http://gubiginamachu.blog54.fc2.com/blog-entry-1328.html>).
- [24] 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, Vol.11, pp.105-117 (2011).
- [25] 山下秀一郎: 咀嚼と「おいしさ」, 歯科学報, Vol.112, No.2, p.2i (2012).



井上 智雄 (正会員)

筑波大学図書館情報メディア系教授。博士(工学)。専門は CSCW, HCI, 学習支援システム。情報処理学会論文賞, 同学会活動貢献賞, 同山下記念研究賞, 他多数受賞。情報処理学会論文誌編集主査, 情報処理学会論文誌: デ

ジタルコンテンツ編集幹事, 情報処理学会グループウェアとネットワーク研究会幹事, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会幹事, ACM CSCW 2012-2013 Associate Chair, IEEE TC CSCWD 委員, APSCE SIG CUMTEL 委員等歴任。『アイデア発想法と協同作業支援』(共立出版), 『Communication and Collaboration Support Systems』(IOS Press) 等執筆。



塩原 拓人 (学生会員)

筑波大学大学院図書館情報メディア研究科博士前期課程在学中。共食コミュニケーションの研究に従事。