

AR アプリケーションを用いた共食行動の支援

秋吉 竜之介^{1,a)} 中島 達夫^{1,b)}

概要：近年、日本では、特に若者を中心に孤食を行う人が増えており、人と一緒に食事をする共食の必要性が指摘されている。この問題に対して、食事動作を行いユーザーと会話可能な「エージェント」と共食するシステムが提案・開発されてきた。しかし、過去の共食エージェントは二次元画面上に表示されているもので、かつ、あらかじめ決められた内容しか発話できないものであり、実際の人間とはかけ離れている。これは人と一緒に食事をするという本来の意味での共食を達成できているとはいえない。そこで、拡張現実 (AR) で現実空間にエージェントを投映し、かつ生成 AI により自由に会話できる新たな共食アプリケーションを開発した。今後はこのシステムを大学生に実際に使用してもらい、使用前後の感情の変化や咀嚼回数等を調べる実験を行った後、システムの有効性の検証を行うことを予定している。

1. はじめに

近年、生活リズムの多様化や SNS の流行、さらには新型コロナウイルスの流行の影響もあり、一人で食事を行う若者が増加している [1]。

農林水産省の調査 [2] の結果を見ると、一人で食事をしたいという人も一定数はいるものの、誰かと一緒に食事をしたいがなかなかそれが叶わず一人で食事をする「孤食」をせざるを得ない状況の人が多くことが伺える。こうした誰かと関わりたいという欲求を持つ人々に対して、人と一緒に食事をする「共食」の重要性が主張されている [3]。

しかし、対面で実際に人と会って共食を行うことが難しいのはもちろん、例えばビデオ通話などで一緒に食事をする場合でも、お互いの時間を合わせる必要があり、依然共食のためのハードルは高い。

2. 関連研究

2.1 既存の共食エージェント

この孤食問題を解決する手段の一つとして、一緒に食事をしてくれる人がいなくても共食できるよう、食事動作を行いユーザーと会話可能な仮想存在である「共食エージェント」に関する研究がこれまでいくつか行われてきた。

井上らは成人女性の外見の共食エージェントを開発

し、エージェントが食事動作をする場合としない場合でユーザーに与える影響について調査した [4]。その結果、食事動作をするエージェントと共食する場合の方がユーザーの総咀嚼時間および総咀嚼回数が有意に増加し、実験後に被験者に行われた食事の満足度に関するアンケートでも、より好ましく、より快適に食事ができたという回答が多かった。

Wang らは二等身の少女の外見で、食事動作を行いユーザーとの対話も可能な共食エージェントを開発し、エージェントの食べているものとユーザーの食べているものが一致している場合とそうでない場合でユーザーに与える影響について調査した [5]。実験の結果、食べているものが一致していた場合の方が実験後アンケートの「一緒に食べている感じがする」という項目において有意に高い評価を得た。

高橋はウサギを模した、球体に四肢のついた非人型エージェントを開発し、食行動を望ましいものにするための方法を模索した [6]。高橋の行った実験は、SNS 等のインターネットにアクセスしながら孤食する習慣のある 20 代の若者に対し、そのように孤食する場合と開発したエージェントと会話しながら共食する場合とを比較し、被験者の食後の感情や食事時の表情および視線方向を調査するというものであった。この実験の結果、オンラインにアクセスしながらの孤食に比べエージェントとの共食では一時的気分尺度 (TMS) [7] における「抑うつ感 (孤独感を含む)」が有意に改善され、かつ「活気」についても有意に高いという結果となった。

以上のように、これまで研究目的に応じて様々な外見

¹ 早稲田大学

^{a)} kotopanpu@dcl.cs.waseda.ac.jp

^{b)} tatsuo@dcl.cs.waseda.ac.jp

や機能を持つ共食エージェントが開発されてきた。これらの研究はエージェントとの共食が孤食における孤独感を緩和し、ユーザーの食行動をより望ましい方向へ導くことができることを示している。

しかし、これらの研究で開発された共食エージェントにはいくつかの課題点がある。

2.2 共食エージェントの抱える課題点

既存の共食エージェントは、以下の二つの観点において実際の人間からはかけ離れており、実際の人間との共食に近い体験を提供するシステムとしては不十分である。

- (1) エージェント本体とそれが食べているものが画面上に映し出されたものであるため、リアリティに欠けている。
- (2) エージェントが発話する内容があらかじめ用意されたものであり、話題の広がりが乏しくなる可能性がある。

前者の課題について対応した例として、藤井らが開発した複合現実 (MR) の共食エージェントシステムがある [8]。このシステムは、MR によりユーザーのヘッドマウントディスプレイ (HMD) に仮想の食べ物を映し、現実のロボットがそれを掴んで口に入れる動作をすることで、HMD を装着したユーザーから見ると、実際に食事をすることはできないはずのロボットが食事をしているように見え、これにより共食体験ができるというものである。また山崎らは、拡張現実 (AR) により向かい側の席にエージェントが座って見えるシステムを開発した [9]。

後者の課題については、鈴木らが開発した音声対話可能な共食エージェントがある [10]。このエージェントは Python の音声認識ライブラリによってユーザーの音声を認識し、それに対する適切な応答を文章生成 AI によって生成し、そのテキストに対し音声合成を行うことでエージェントが発話させることで、音声対話を実現したものである。

以上に挙げた研究は、先述の二つの課題点のどちらかを改善しており、実際の人間との共食により近い体験を提供するシステムであると言える。しかしこれら二つの課題点のどちらにも対応した共食エージェントに関する研究は未だ存在しない。

そこで本研究では、これらの課題点を改善した革新的な共食エージェントシステムについて提案する。まずエージェントがリアリティに欠けるという課題点に関して、拡張現実 (AR) 技術に注目した。AR 技術によりエージェントを現実空間に投映すれば、より現実に近い共食体験をユーザーに提供できると思われる。加えて、エージェントが発話する内容が固定されているという課題点に対して、生成 AI を用いてユーザーの発言に対す

る応答を生成し、テキストを音声化して応答させることで、ユーザーとエージェントの自由な対話を実現した。本研究では、若者が仮想的な共食体験を行うための手段として、これらの要件を満たすアプリケーションを開発した。

3. 提案形式と実験

3.1 AR 共食アプリケーションの開発

提案システムである AR 共食アプリケーションの開発と並行して、機能は同一だがパーソナルコンピュータ上で動作するシステム（以下、2D 共食アプリケーションと呼称する）の開発も行った。今後、これら二つのシステムを比較することで提案システムの有効性の検証を行う予定である。まずは AR 共食アプリケーションについて説明する。

AR アプリケーションを実行するハードウェアとして、AR 機能とパススルー機能の両方が充実しており、音声対話に必要なマイクとスピーカーを持つ Meta Quest 3 を採用した。開発エンジンは AR や仮想現実 (VR) におけるアプリケーション開発で一般的に用いられている Unity を使用した。またエージェントのモデルは Unity が配布しているキャラクターである「Unity ちゃん」を用い、エージェントが座る椅子や食器として使うスプーンのモデルはインターネット上にあるフリー利用可能なものを使用した。

エージェントの音声対話機能は、API を利用したデータのやり取りによって実装した。システムの構成を以下の図 1 に示す。

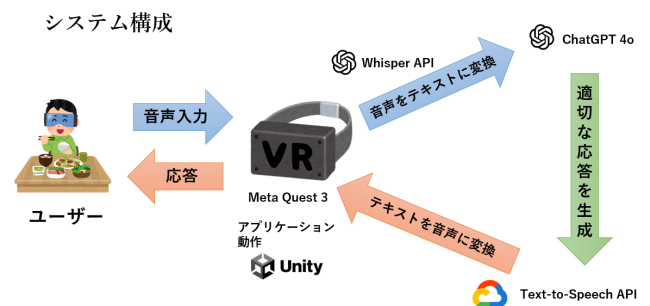


図 1 システム構成図

ユーザーの音声のテキスト化には OpenAI の提供する Whisper API を、ユーザーの問いかけに対する応答文章生成 AI には ChatGPT-4o を、生成された文章の音声化には Google Cloud の提供する Text-to-Speech API をそれぞれ用いた。

エージェントは座った状態で食事動作アニメーションを繰り返し行う。食事動作アニメーションは、スプーンで食べ物をすくって口に運んだ後再び手を元の位置に戻

すというもので、全体で約2秒のアニメーションである。この食事動作アニメーションは座って待機している状態のアニメーションが一定時間（8秒から20秒の幅で毎回乱数により決定される）続くと実行される。

システムの対話機能については、Meta Quest 3のコントローラーのトリガーボタンを押し続けている間ユーザーの声が録音されるようにした。ボタンを離すと録音が停止され、音声データがリクエストとしてサーバーに送信されるようになっている。ここで、音声データが膨大になりすぎてしまうのを防ぐため、5秒以上録音しようとする強制的に5秒で録音が停止されるようにした。またユーザーが対話をうまく聞き取れなかった場合に備え、対話ログパネルがユーザーの右斜め前方に表示される。これを通じてユーザーは自身の発話内容とそれに対するエージェントの返答を文字として確認できる。ただしこのログパネルに表示されるのは直近の一往復分の会話のみであり、遡って確認することはできない。

アプリケーション開始時、エージェントはユーザーの右隣に現れるようにした。このようにしたのは二つの理由がある。第一に、ユーザーが必ずしも向かい側に誰かが座れるような場所で食事を行っているとは限らないからである。例えば図2に示すようにユーザーが壁に向かって座っていた場合、エージェントをユーザーの正面に配置してしまうと現実では有り得ない位置にエージェントがいることになり、AR共食時の没入感が無くなってしまう。第二に、Argyleらの研究によると、対面で座って視線接触を行うよりも、斜めまたは隣同士に座っている方がリラックスした状態で交流できることが明らかになっているからである。[11]以上二つの理由から、エージェントはユーザーの右隣に配置した。



図2 向かい側に人が座れない状況でユーザーが食事している状況の例

ただし、このままではユーザーがエージェントの方を

見てもエージェントの顔を見たり目を合わせることができず、共食体験を損ねる可能性がある。そこでエージェントの頭部を見た際、エージェントもユーザーの方を向くアニメーションが行われるよう実装した。これにより、エージェントのリアリティがより高まることが期待される。

さらに、自然に話題を思いつくのが苦手なユーザーのために、ユーザーからの音声リクエストが無い状態、すなわちユーザーが発話していない状態が一定時間（35秒から55秒の幅で乱数によって決定される）続くと、あらかじめスクリプトに入力された話題リストの中から無作為に選ばれたものをエージェントが発話するようにした。以下に話題リストにある文章の例を示す。

- 「そういえば、休みの日は何をしていますか？」
- 「そういえば、好きな食べ物はありますか？」
- 「そういえば、おすすめの漫画やアニメはありますか？」

システムの利用手順について説明する、ユーザーはまずHMDを装着しシステムを起動する。すると「こんにちは」という挨拶とともにエージェントがユーザーの右隣に現れるので、エージェントとともに食事を行う。この時の様子を図3に示す。食事開始からしばらくすると、エージェントから話題が提供されるので、音声認識機能を用いて返答する。その返答に対しさらにエージェントが返答することで会話が続いていく。またユーザー側から話題を提供した場合、エージェントは自由に返答を生成し会話する。最終的にユーザーが食事を終えれば、アプリを終了する。アプリ使用中の様子を図4に示す。



図3 ARで投映された共食エージェント

3.2 2D共食アプリケーションの開発

2D共食アプリケーションでは、対話機能はマウスクリックによるボタン入力により行う。またエージェントの位置をAR共食アプリケーションと統一させるため、



図 4 AR 共食アプリケーション使用中の様子

パーソナルコンピュータをユーザーの斜め右に配置し、エージェントが斜め左から見えるように実装した。それ以外の点で、AR 共食アプリケーションと 2D 共食アプリケーションの間に大きな違いはない。以下の図 5 および図 6 にそれぞれ PC 版システムの動作時画面と使用時の様子を示す。

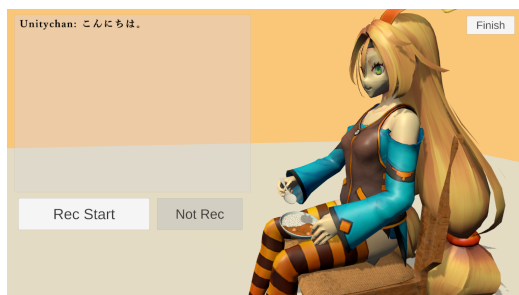


図 5 2D 共食アプリケーションの動作時画面



図 6 2D 共食アプリケーション使用中の様子

今後、大学生を対象に参加者を募集し、これらのシステムを用いて実際にエージェントと共食してもらう実験を行う予定である。

3.3 実験概要

実験には 21 歳から 25 歳までの大学生 17 人（男性 12 人，女性 5 人）が参加する予定である。実験で被験者に食べてもらう料理は、井上 [4] や高橋 [6] らを参考に、カレーライスと水を採用した。カレーライスに関してはお湯を注ぐのみで作れるインスタントカレーを用いた。これは調理の容易さ、保存性、および定量性の観点による。同時にカレーライスの三次元モデルも作成し、共食エージェントにはこれを食べる動作を行うよう実装した。

実験は、参加者を以下の条件に分けて行う予定である。参加者は無作為に選ばれた順序でこれを体験し、直後にアンケートに答えてもらう。

- (1) 孤食条件：システムは使わず、普段通り一人で食事をしてもらう
- (2) 2D 共食条件：PC で実装された共食システムを利用し、エージェントと対話しながら食事してもらう
- (3) HMD あり 2D 共食条件：ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着してもらった状態で、(2) の実験を行う
- (4) AR 共食条件：今回提案する AR 共食システムを利用し、エージェントと対話しながら食事してもらう

(3) においてユーザーが装着するのは、パススルー機能のみで AR オブジェクトが何も表示されていない HMD である。(2) と (4) の比較のみでは、参加者にもたらされた効果が HMD の有無によるものか、またはエージェントが AR 表示されることのどちらに起因するものか判別できない。そこで (3) の条件は対照実験として用意したものであり、(2) と (3)、および (3) と (4) を比較することで参加者にもたらされた効果がどちらによるものか明確にすることを目的とする。

実験の流れについて説明する。まず参加者に事前アンケートを行う。次にインスタントカレーを調理し、プラスチック製の仕切りを用いてカレーを半分に分ける。そして (1)～(4) のうち無作為に選ばれた条件で、参加者は仕切りで分けられたカレーの片側のみを食べる。その後仕切りを外し、参加者はアンケートに回答した後に、先程とは別の条件でカレーを完食する。そして最後にアンケートを行う。これを一セットとし、被験者一人につき二セット行うことで、(1)～(4) の全ての条件の実験を行う。ただし、被験者の満腹度が実験結果に影響を与える可能性を考慮し、実験は二日間に分けて行うことにした。

3.4 分析方法

参加者は実験前および各条件での食事後に、現在の感情や食事の満足度に関するアンケートに回答した。ここで、現在の感情についてのアンケート項目は参加者の感情の変化を後で客観的に分析できるよう、心理学の分野で用いられる評価手法である PANAS(Positive and Negative Affect Schedule) [12] に沿って作成された。

またアンケートに加え、定量的なデータとして被験者の各食事条件における食事時間と咀嚼回数、(エージェントがいる場合は) エージェントとの会話回数を被験者ごとに記録した。これらのデータについては、実験が終了し次第統計的手法による評価を行う予定である。

4. まとめと展望

本研究では、AR により現実空間にエージェントを投射し、かつ、生成 AI を用いて自由な対話を可能にすることで、より実際の人間との共食に近い体験が可能な共食エージェントシステムを開発・提案した。今後は3章で述べた実験を進め、システムやエージェントについての評価、実験前後のユーザーの感情変化、食事に対する満足感をアンケート等を用いて集計・分析し、提案システムの有効性について調査する予定である。

参考文献

- [1] 農林水産省. 食育に関する意識調査報告書 (令和6年3月). <https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/r06/3-3.html>.
- [2] 農林水産省. 食育に関する意識調査報告書 (平成30年3月). https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h30/pdf/houkoku_2_3.pdf.
- [3] Min-Jung Choi, Yong Gyu Park, Yang Hyun Kim, Kyung Hwan Cho, and Ga Eun Nam. Eating together and health-related quality of life among Korean adults. *Journal of nutrition education and behavior*, 52(8):758–765, 2020.
- [4] 智雄 井上 and 拓人 塩原. ゆとりある食事のための食事エージェントシステム. 2(2):29–37, aug 2014.
- [5] Jui-Ying Wang and Tomoo Inoue. The similarity of virtual meal of a co-eating agent affects human participant. In *International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing*, pages 115–132. Springer, 2023.
- [6] 高橋萌奈美. 望ましい食行動を支援する対話型共食エージェントに関する研究, 2018.
- [7] 徳田完二. 一時的気分尺度 (tms) の妥当性. 22(1):6, 2011.
- [8] Ayaka Fujii, Kanae Kochigami, Shingo Kitagawa, Kei Okada, and Masayuki Inaba. Development and evaluation of mixed reality co-eating system: Sharing the behavior of eating food with a robot could improve our dining experience. In *2020 29th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 357–362. IEEE, 2020.
- [9] 山崎 柚季, 鈴木 陽菜, 西森 千珠, 栗原 渉, 有山 大地, 韓旭, 串山 久美子. AisekiR:AR キャラクタとの

共食システム. <http://www.interaction-ipsj.org/proceedings/2022/data/pdf/2D17.pdf>.

- [10] 塚田浩二 鈴木瑞帆. 音声対話可能な 2D キャラクターを用いた仮想共食システム. https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h30/pdf/houkoku_2_3.pdf.
- [11] Michael Argyle and Janet Dean. Eye-contact, distance and affiliation. *Sociometry*, pages 289–304, 1965.
- [12] 川人潤子, 大塚泰正, 甲斐田幸佐, and 中田光紀. 日本語版 the positive and negative affect schedule (panas) 20 項目の信頼性と妥当性の検討 論文. 11:225–240, 2012.