

高齢者の買物支援を行うロボットにおける雑談と外観の効果

岩村 大和^{†‡} 塩見 昌裕[†] 神田 崇行[†] 石黒 浩^{†‡} 萩田 紀博[†]

少子高齢化が進む中、日常環境下で高齢者の物理的なサポートを行うデバイスとして、身体を持つロボットの利用が進んでいる。本研究では、買物という日常的な行動において、人に随伴して荷物持ちを行うという物理的なサポートを行うロボットに着目し、高齢者はどのようなロボットと一緒に買物を行うことを好むのか、という疑問を明らかにする。具体的には、特に目的を持たない雑談の有無と、カート・人型といった見た目の違いという、2つの要因がもたらす影響を検証する。そのために、実際のスーパーマーケットで、24人の高齢者による買物をロボットがサポートする、2×2要因の被験者内実験を行った。実験の結果、高齢者は、会話を行う人型ロボットと一緒に買物を行う存在として最も好むことが明らかになった。

Effects of Chat and Appearance for Shopping Assistant Robots

YAMATO IWAMURA^{†‡} MASAHIRO SHIOMI[†] TAKAYUKI KANDA[†] HIROSHI ISHIGURO^{†‡}
NORIHIRO HAGITA[†]

Because of the acceleration of demographic aging, studies of the robots which serve physical assist for elderly. In this paper, we forces on the shopping assistance task which the robot follows the customers with their basket to reveal which types of the robot elderly prefer. We investigate the effect of two factors: conversation and robot-type. Conversation is the chit-chat with no particular purpose. Robot-type is whether the assistant robot is humanoid or cart robot. To investigate the effect of these factors, we conducted a within-subjects experiment which 24 elderly goes to shopping with the robots' assistance at a real supermarket. The result revealed they preferred conversational humanoid as a shopping assistant partner the best.

1. はじめに

日本やイタリア、ドイツなどの多くの国々では少子高齢化が進んでおり、高齢者を支援する人員の不足という問題が注目されている。この問題を解決するために、高齢者の支援を目的としたロボットの開発が進んでいる。特に、歩行の補助[5, 9]や、荷物運搬[15]といった、物理的なサポートを行う道具のような存在としてロボットを利用する研究開発が進んでいる。

一方で、物理的なサポートは行わずに、対話や身体動作により情報を提供するなどの、人とのインタラクションを通じてサポートを行うロボットの研究開発も進んでいる。これらの研究では、前述した物理的なサポートを行う場合とは異なり、対話を行うパートナー[3]や友人[6]、信頼関係を築くことが可能な存在[8]としてロボットを利用している。例えば、万博会場[22]や博物館[2]における展示案内などの情報提供や、ショッピングモール[10]において長期的に案内員として人々とインタラクションを行ったりする研究が進んでいる。

このように、ロボットがパートナーのような存在として振舞うことは、ロボットが物理的なサポートを行う状況でも適切であろうか？人間同士の場合として、介助者が高齢者の買い物に付き添いをしている状況を考慮する。このとき、介助者は高齢者の物理的なサポートを行う役割を持ちつつ、話し相手などとなるパートナーとしての役割も持つ。ロボットがこのような文脈で高齢者のサポートを行うのであれば、道具ではなく、パートナーのような存在として振舞うことは妥当であろう。



図1 ロボットとの買物の様子

では、物理的なサポートを行うロボットが、パートナーのような存在として振舞ったときにはどのようなデザインがなされるべきであろうか？パートナーのよ

[†] ATR 知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratory
[‡] 大阪大学基礎工学研究科
Osaka University

うな存在を目指して開発されてきた対話型ロボット[10]と、道具のように物理的な支援を行うロボット[5, 9]の差異は、会話の有無と、外観を含むロボットタイプという2つの要因に大別可能である。本研究では、これらの2つの要因が、対象とするロボットにおいてどのような影響をもたらすかの検証を行う。

第一の要因として、ロボットとの会話を考慮する。仮に、ロボットに命令を与える際に、音声発話が必要であれば、会話機能は必要不可欠となる。一方で、会話がロボットの行動制御や、サポートする内容そのものには影響しない場合、会話機能は必須ではない。しかし、このように会話がタスクの達成に直接の影響を与えない状況においても、ロボットがパートナーのような存在として認識されている場合には、人々がロボットとの会話を望むことは自然であると考えられる。

第二の要因として、ロボットのタイプを考慮する。今回対象とする買物支援というタスクでは、カート型という荷物運搬機能のみを実現したシンプルなロボットでサポートを行うことが可能である [1, 15]。ロボットを道具としてみなす場合には、このような“シンプル・イズ・ベスト”の考え方が妥当であろう。しかし、ロボットがパートナーとして見なされる場合でも、その考えは妥当であろうか？我々は、人々がロボットをパートナーとみなしている際には、人型のロボットを、会話を行う存在として好むのではないかと考える。実際に、これまでに開発されてきた、会話を行うロボットの多くはヒューマノイドである[10, 16]。

本研究では、買物支援を行うロボットに関する、これらの2つの要因がもたらす影響を明らかにする。

2. 関連研究

2.1 高齢者支援

物理的なサポートを行うロボットのタスクには、例えば歩行支援[5, 9]があり、それらを行うロボットは道具のような存在として設計されている。また、Mutlu らは病院におけるスタッフ支援用の荷物運搬ロボットという、間接的に高齢者を支援するためのロボットを開発した[19]。パートナーと見なされるロボットの研究例としては、高齢者に薬の予定を連絡するソーシャルロボット[18, 20]や、セラピーを行うアザラシ型ロボット[21]などが挙げられる。

しかし、本研究で対象とする買物サポートのように、ロボットは道具として使われるが人間も同じ支援を行う場面では、高齢者がロボットをどのような存在とみなし、そしてどちらを好むのかは明らかでない。また、

従来研究では、ロボットの外見の違いは着目されていなかった。そのため、我々は高齢者が買物サポートにおいて、どのようなロボットを好むのかを検証する。

2.2 買物サポート

近年、実環境下で、ソーシャルロボットが買物のサポートを行う研究が進んでいる。買物サポートの内容は、情報提供と物理的なサポートの2つに大別できる。

道案内などの情報提供は巨大で複雑な構造をしているショッピングモールなどで行われる。例えば、Gross らは商品の場所や値段を来客に伝える、ガイドロボットを開発した[10]。これらの情報提供を行うロボットはパートナーのような存在として設計されていたが、物理的なサポートは行わなかった。

随伴して荷物を代わりに運搬するといった物理的なサポートは、特に高齢者には有効なものであろう[7, 15]。しかし、これらの物理的なサポートを行うロボットは会話を行わなかった。そのため、このような物理的なサポートを行うロボットの研究は、サポートを行っている際の会話に関する影響や、ロボットの外見がもたらす影響については議論がなされていない。

3. ロボットによる買物サポート

我々は近い将来ロボットが自動で行えるような買物サポートのシナリオを作成した。ただし、本実験ではロボットの操作は WOZ (Wizard of OZ) 法を用いた。

3.1 ロボット

本研究では、ロボットタイプの影響を調べるために、サポートを行うロボットとして人型とカート型の2種類を用いた。ロボット間の大きな違いは外見であり、移動速度などの買物サポート(3.2 節)に関する能力には大きな差が生じないようにした。

人型ロボットは、コミュニケーションを円滑化するために人と似た外見を持ったデザインで設計された Robovie II (図 2(a))[13]を用いる。このロボットは全長120cm で2本の腕(4*2DOF)と顔(3DOF)を有している。顔はカメラとスピーカからなり、背面に追加スピーカとマイクを取り付けるためのポールを装着した。腕を動かしてカゴを持つなどのジェスチャが可能である。



(a)人型ロボット



(b)カートロボット

図2 ロボット

カート型は”シンプル・イズ・ベスト”の考えに基づき、タスクの実行に必要な十分な機能のみを備えるようデザインした(図 2(b)). 全長は 85cm で、前面にカメラとマイク、前面と背面にスピーカを装着した。

どちらのロボットも 5kg までの荷物運搬が可能である。カゴの高さは、カートロボットは 100cm の位置になる。一方ヒューマノイドはカゴを腕に装着するので 46cm と低い位置に装着することになり、商品を入れるのはカートロボットの方が容易である。

その他の機能はどちらのロボットでも同等で、音声合成には XIMERA[14]を用いた。音声認識もオペレータはロボットによらず同精度で行った。移動系は最大前進速度 750mm/sec, 最大回転速度 100degree/sec に設定した Pioneer3DX を用いて、レーザーレンジファインダー(LRF)とバンパーを安全確保用に装着した。

3.2 買物サポートサービス

買物サポートとしてロボットは、買物中の荷物運搬と、移動中の簡単な雑談という 2 つのタスクを行う。

3.2.1 スーパーマーケットにおける買物行動

実験を行ったスーパーマーケットの地図を図 3 に示す。このスーパー面積は約 2,350m² であり、人々は建物の入口(図 3(a))から入ってカゴやカートを取り(図 3(b)), スーパーに入る。買物中は大通り(図 3(c)~(i))や中央(図 3(j))を通して商品を選び、レジに並び(図 3(k)), 商品を袋詰めし(図 3(l)), 退店する(図 3(a))。実際に、高齢者がこのスーパーに入ってからレジに並ぶまでに要した時間は、平均で 15 分程度であった。

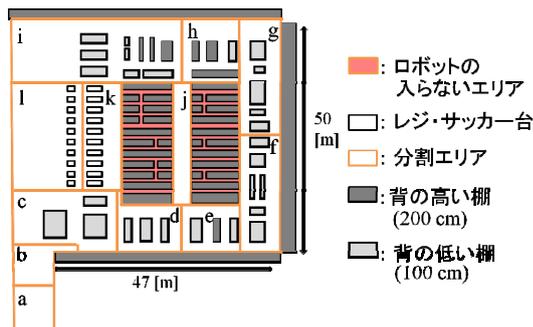


図3 スーパーマーケットの地図

3.2.2 サービスの流れ

我々の作成したサービスの流れを記す。最初、ロボットは建物の入口(図 3(a))で高齢者の入店を待つ。入店後、ロボットは高齢者に追従する。

スーパーの入口(図 3(b))ではロボットはカゴをかけるのを待つ。ロボットにカゴをかけた後、高齢者はスーパーを自由に歩きまわり、欲しい物を購入する。高齢者は商品を全て選んでから、レジ前でロボット

から買物カゴをとり、精算と袋詰めの後、ロボットに荷物を渡す。ロボットは建物の出入口まで高齢者と一緒に戻り、そこで荷物を渡す。

会話あり条件では、3.2.3 節で記すルールに基づいて、ロボットは高齢者に対して話し掛けを行う(会話は会話あり条件でのみ行う(4.2 節))。

3.2.3 サポート中の会話内容

我々は次の 3 つの状況をトリガーとしてロボットが発話するように設計した。タスクの達成には直接関係しない会話の影響を調べるために、全ての会話はロボットの移動には影響を与えないようにした。

位置に基づく会話: 我々はスーパーを 12 個のエリアに分割した(図 3)。ロボットが新しいエリアに入った時(図 3(b)~(i)), ロボットが発話を開始してから 20 秒間は認識可能な単語の候補数が増加する。例えばスーパーの入口(図 3(c))では“今日は何を買っていくの?”と発話し、“魚”や“肉”などが認識単語の候補に追加される。

カゴに商品を入れられた際の反応: 高齢者がカゴに商品を入れたとき、ロボットは簡単なコメントをする。その内容は位置のみで決定される。例えば野菜売り場では“美味しそうなのを選んだね”と発話する。

音声認識に基づく会話: 高齢者は、買物中自由にロボットに話しかけてよい。予備実験で頻繁に話しかけられた 14 種類の言葉に対して反応を用意した。例えば高齢者が“これを持ってね”と言ったら“持つておくね”と反応する。候補以外の言葉を話し掛けられたときには“そうなんだ”などの曖昧な返事をする。

3.3 ソフトウェアとオペレータの操作

3.3.1 ソフトウェアアーキテクチャ

本サービスの提供に必要なソフトウェアはローカリゼーション、ナビゲーション、会話選択の 3 つである。図 4 にそれぞれの機能の関係を示す。全ての機能は部分的にオペレータの補助を受けて動作した。

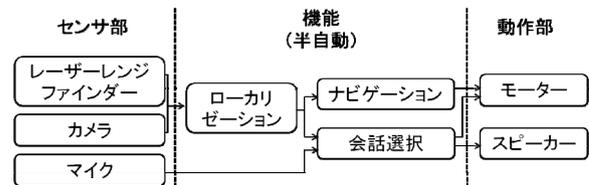


図4 ソフトウェアアーキテクチャ

ローカリゼーション: ロボットは車輪のエンコーダによって自己位置を推定する。ローカリゼーションには LRF を用いた手法が一般的であり[17], 本実験環境でも動作することが予想される。しかし、我々はまだ実装していないためオペレータが位置を修正した。

ナビゲーション：ロボットはルートを自分で生成できないので、オペレータはロボットに高齢者を追従させるように移動方向を操作した(3.3.2)。ロボットの移動速度はオペレータによる操作ではなく、障害物との距離によって自動的に定まる。ロボットは前方 1.65m 以内に障害物がなければ最高速度の 750mm/sec で移動し、障害物との距離が近づくと減速する。0.45m 以内に障害物があれば停止する。

会話選択：すべての発話内容は 3.2.3 節のルールに基づいて事前に用意した。オペレータがトリガーを送ると、ロボットは発話を開始する。

3.3.2 遠隔操作インタフェース

図 5 にロボットの遠隔操作インタフェースを示す。オペレータは、これを通してカメラ画像(図 5(1))と LRF を加味した地図情報(図 5(2))、マイクの音声を得る。オペレータはこれらの情報を用いてのユーザーを探し、ロボットに追従させ、位置を修正する。

図 5(3)はロボットに発話を開始させるためのトリガーのリストである。オペレータは 3.2.3 節に記したルールに従ってトリガーをロボットに送る。

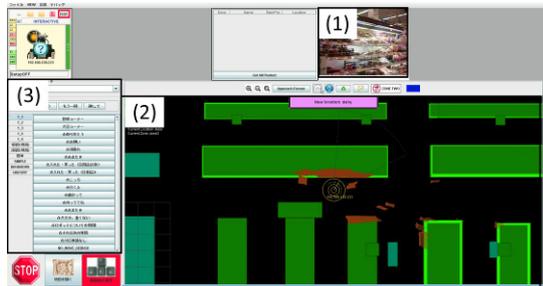


図5 遠隔操作インタフェース

4. 実験

我々は、実際のスーパーマーケットでロボットが高齢者の買物サポートを行う実験を行った。

4.1 被験者

24 名(男女各 12 名、平均年齢 67.2 歳、標準偏差 4.79)が被験者として本実験に参加した。全ての被験者は、我々のロボットとのインタラクシオンの経験はなかった。実験参加に対する謝礼として、1 回につき 4,000 円、4 回の実験で合計 16,000 円を支払った(買物代金は各被験者が負担した)。

4.2 実験条件

我々は、会話とロボットタイプによる 2×2 要因の被験者内実験を行った。

会話要因

会話あり条件：ロボットは 3.2.3 節に記述したルールに従い発話する。

会話なし条件：ロボットは実験中に発話を行わない。

ロボットタイプ要因

ヒューマノイド条件：Robovie II(図 2(a))を用いる。

カート条件：カートロボット(図 2(b))を用いる。

全ての条件において、オペレータは 3.3 節に記したルールに従いロボットを操作した。また、どちらのロボットであっても同等の操作が可能であることを確認した。

4.3 実験手順

実験はショッピングモール内のスーパーマーケットで行った。実験中被験者はスーパーで自由に買物を行った。ロボットは、入らない狭い場所(図 3)を除いて常に被験者を追従した。全ての実験はロボットによって特別に混雑することを避けるために、平日の日中に行った。

本実験は被験者内実験であるため、被験者は 4 回実験に参加した。我々は、最初の実験開始前に被験者へ実験の目的や内容に関する説明を行った。各実験の開始前に、ロボットが会話可能か、カゴのかけ方、ロボットの入らない場所などの説明を行った。説明終了後、被験者はロボットと一緒に買物を行い、買物終了後にアンケートに回答した。

実験の順番はカウンターバランスをとった。また、スタッフが実験中の安全確保とビデオ撮影を行った。

4.4 評価項目

我々は新規技術[4]やソーシャルロボット[16, 23]に関する social acceptance を調べるための指標である intention to use を評価項目として用いた。

Intention to use：Heerink らの質問紙[11](“もし機会があれば数日以内にまたこのロボットを使用する”などの) 3 項目で計測した。Cronbach の α は 0.936 であった。

さらに、我々は intention to use に影響を与えると言われている perceived enjoyment と perceived ease of use を評価項目とした。これらの評価項目の関係をモデル化すると図 6 のようになる。

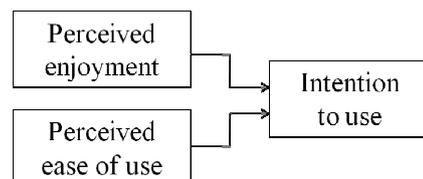


図6 social acceptance のモデル[11]

Perceived enjoyment：Heerink らの質問紙[11](“このロボットと買物をして楽しかった”などの) 5 項目で計測した。Cronbach の α は 0.916 であった。

Perceived ease of use：Davis の質問紙[4](“このロ

ボットはどうすれば思うように動いてくれるか簡単に分かった”などの3項目で計測した。Cronbachの α は0.928であった。

すべての項目は7段階スケールで質問した。

4.5 仮説

我々は、物理的なサポートであってもロボットがパートナーと見なされうるように振舞うことによってsocial acceptanceを向上させると考えている。そのため、我々は次のような仮説を立てた。

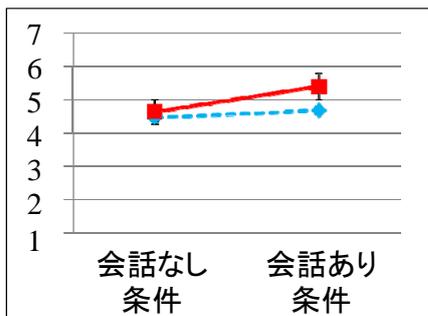
仮説1：会話あり条件でintention to useが向上する。

仮説2：ヒューマノイド条件でintention to useが向上する。

5. 結果

5.1 仮説1の検証

図7にintention to useに関する結果を示す。我々は、intention to useに対して被験者内ANOVA(analysis of variance)を行った。会話($F(1,23)=12.74, p=.002, \text{partial } \eta^2=.356$)とロボットタイプ($F(1,23)=4.36, p=.048, \text{partial } \eta^2=.159$)の双方の要因において有意差が生じ、交互作用は有意な差は見られなかった($F(1,23)=1.83, p=.189, \text{partial } \eta^2=.074$)。この結果は、会話を行うことと、ヒューマノイドであることがsocial acceptanceをintention to useの観点から向上させたことを示している。よって、我々の仮説は支持されたと言える。



◆-カートロボット ■-人型ロボット

図7 Intention to use の結果

5.2 仮説2の検証

Perceived enjoyment(図8(a))とperceived ease of use(図8(b))に関しても被験者内ANOVAを行った。perceived enjoymentでは会話($F(1,23)=27.39, p<.001, \text{partial } \eta^2=.544$)とロボットタイプ($F(1,23)=5.24, p=.032, \text{partial } \eta^2=.186$)の双方の要因において有意差が生じたが、交互作用は有意な差は見られなかった($F(1,23)=0.01, p=.921, \text{partial } \eta^2<.001$)。この結果は会話を行うことと、ヒューマノイドであることが

perceived enjoymentを有意に向上させたと言える。

Perceived ease of useでは会話要因でのみ有意に高い値を示す傾向が見られ($F(1,23)=3.63, p=.069, \text{partial } \eta^2=.136$)、ロボットタイプ($F(1,23)=0.02, p=.889, \text{partial } \eta^2=.001$)や交互作用($F(1,23)=0.87, p=.362, \text{partial } \eta^2=.036$)では有意な差は見られなかった。この結果は、会話による影響も決定的なものではなく、ロボットタイプも特に影響しなかったことを示している。本実験の会話は、買物に影響しないように設計したため、この結果は予定通りのものであった。ヒューマノイドの場合カゴの位置が低いため、ヒューマノイドではむしろperceived ease of useが低下する可能性を危惧していたが、結果として有意な差は生じなかった。

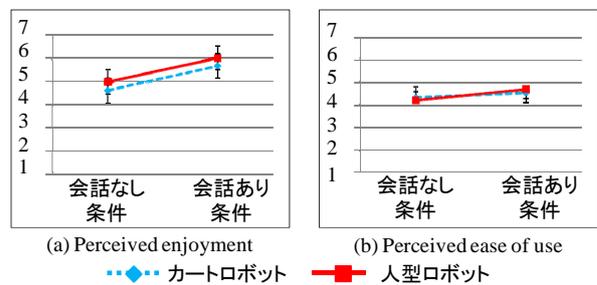


図8 アンケート結果

会話を行うことと、ヒューマノイドであることの双方がperceived enjoymentを有意に向上させた一方で、perceived ease of useでは有意な差は見られなかった。Heerinkらによるsocial acceptanceのモデル[11]から考えると、この結果はintention to useを向上させた主な理由がperceived enjoymentの向上であると考えられる。

5.3 差異の生じた理由

5.1節で示したように、会話を行うこととヒューマノイドであることは、social acceptanceをintention to useの観点から見て向上させた。我々は、その理由を明らかにするために4回目のアンケート回答後にインタビューを行い、結果を解析した。

5.3.1 会話を行うことによる利点

我々は、ロボットが会話を行ったことによる気持ちの変化について質問した。その質問に対する24人分の結果を2人のコーダーが、類似したグループ毎に分類した。その結果、次のような分類がなされた。分類の一致度を示すCohenのカッパ係数は0.931であった。

- 会話を行うと、誰かと一緒に行動しているように感じる：1人
- 会話によるコミュニケーションは肯定的な気持ちになる(楽しい、良い気分など)：13人
- (a)と(b)の組み合わせ：8人

(d) 会話は特に影響を与えなかった：2人

この結果は 5.1 節の結果を肯定するものであり、会話によって perceived enjoyment と intention to use に関して好意的な評価が高まったが、perceived ease of use に関しては変化がなかった。9 人の被験者が「一緒に行動をしている」と感じたことは会話を行うことがロボットに対してより親近感を抱かせ、パートナーのような存在として認識されやすくなることを示している。

5.3.2 ヒューマノイドであることによる利点

我々はロボットタイプによる印象の変化についても質問した。5.3.1 節と同様に、2 人のコーダーが分類を行ない、次のような結果を得た。Cohen のカッパ係数は 0.915 であった。

- (a) ヒューマノイドは誰かと一緒に行動しているように感じる（ヒューマノイドは人間のようであった）：16人
- (b) カートロボットの方が使いやすかった：0人、ただし(a)との組み合わせで回答あり
- (c) (a)と(b)の組み合わせ：4人
- (d) ヒューマノイドは人を従えているようで心理的に抵抗があった：1人
- (e) ロボットタイプの変化は影響しなかった：2人
- (f) その他：1人

5.2 節では perceived enjoyment が向上したことが示されたが、インタビューではそのような回答は得られなかった。それよりもこの結果は“一緒に何かをしている”という感情が強くなったことを示している。カートロボットの方が使いやすいという回答があったが、これは perceived ease of use に対しては有意な影響を与えなかった。

5.4 買物サポートロボットによる買物の変化

5.4.1 買物行動全体の変化

定量的なデータとして、買物ルートと買物時間、購入品目数を計測した(表 1)。買物ルートとしては“被験者が大通り全て(図 3(c)~(i))を通ったか”と“ロボットの入らない場所(図 3)に入ったか”を調べた。

買物ルートについては、条件によらず大多数の被験者がそれらの双方に入った。買物時間についても、条件によらずおよそ 15 分であった。これらの行動は、ロボットがいない状態での買物を観察した時の結果とほぼ同じであった(3.2.1 節)。

購入品目数については、条件間で多少の違いが見られた。会話を行うロボットとの買物では有意に購入品目数が増加した($F(1,23)=8.17, p=.009, \text{partial } \eta^2=.262$)。

つまり、どの条件であっても買物行動はロボットが

いない時とほぼ同じであり、購入品目数だけがわずかに変化した。

表1 条件ごとの買物行動

ロボットタイプ要因	カート条件		ヒューマノイド条件	
	会話なし条件	会話あり条件	会話なし条件	会話あり条件
大通り	21	21	19	21
入らない場所	17	18	18	17
買物時間 [minutes](S. D.)	12.44(3.94)	14.30(4.99)	12.63(5.59)	13.10(4.57)
購入品目数(S. D.)	7.96(2.91)	9(2.27)	8(2.18)	9.25(2.60)

5.4.2 ロボットとの買物

本節では、買物中のロボットと高齢者のインタラクシオンとして、男性の被験者(以下 T 氏と表記する)と会話を行うヒューマノイドロボットの例を示す。図 9 は話しかけが行われたり、被験者が商品を入れたりした場所を記した地図である。

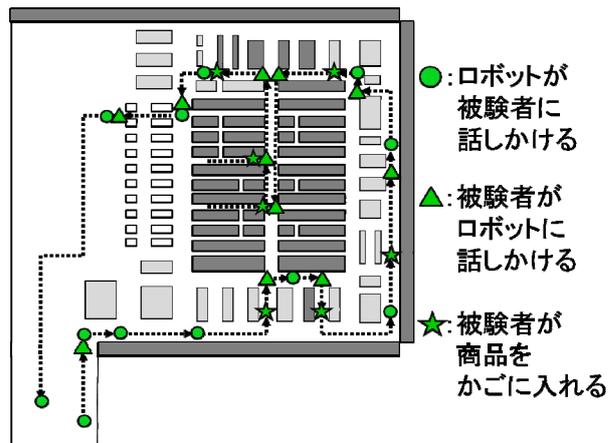


図9 買物ルートと行動

図 10 に T 氏とロボットのインタラクシオン場面を示す。建物の入口(図 3(a))においてロボットは「こんにちは、僕はロボビーだよ。それじゃあ買物カゴをとりに行こうか」と挨拶を行った(図 10(a))。T 氏はそれに対して「そうだね。とりに行こうか」と返事をして、買物カゴをとりに行くために移動を開始した。ロボットはそれに追従した。カゴ置場でロボットは「カゴはここにあるから僕にかけてね」と発話し、買物カゴをかけ易いよう腕を動かした(図 10(b))。カゴをかけると、T 氏は買物を開始するためにスーパーに入ったので、ロボットはそれに追従した。

ロボットと会話をするかは、個人差が大きかった。T 氏はロボットに積極的に会話を行うとする人であっ

た。例えば、商品をカゴに入れるときには、「じゃがいもを買います」と話しかけ、入れた後で「次は魚を買います」と話しかけた。ロボットはそれに対して「それは美味しそうだね」と返事した(図 10(c))。T 氏はロボットの話し掛けに対しても頻繁に反応した(ロボットの話し掛け 12 回に対して 7 回の返事)。例えばパン売場(図 3(i))では次のような会話がなされた。

ロボビー：「今日はたくさん歩いたから疲れちゃったけど楽しかったよ」

T 氏：「そうだね、疲れたね」

ロボビー：「でも、人が一杯いて面白かったよ」

建物の出口において、ロボットは「バイバイ」と挨拶して、T 氏も「バイバイ」と返事した(図 10(d))。



図10 インタラクションシーン

5.5 結果のまとめ

会話を行うことと、ヒューマノイドであることは social acceptance の指標となる intention to use を有意に向上させた。これは perceived enjoyment を向上させたが perceived ease of use には影響が見られなかった。よって intention to use が向上した主要因の一つが perceived enjoyment の向上であるといえる。

インタビューの結果は、会話を行うことは好意的な影響を与え、ヒューマノイドであることは「一緒にいる感じ」を強めることを示した。これは物理的なサポートでもパートナーとなりうるようにロボットをデザインすることが有用であるとする根拠となると考える。

6. 考察

6.1 知見の応用可能性

本研究は、スーパーマーケットでの荷物運搬サービスにおいて、会話を行うヒューマノイドが好まれるこ

とを示した。ヒューマノイドは高コストになるという問題があるが、一般的にロボットには複数のタスク、例えば荷物持ちと道案内など、を行わせることが多い。よって複数のタスクに対応可能なヒューマノイドを使用することは経済的にも合理的な判断となるだろう。

その他の本研究の重要な知見は、買物サポートにおける楽しさの重要性を明らかにしたことである。楽しさの重要性はすでに social acceptance の研究では言及されている [11, 12]。本研究は物理的なサポートにおいても、楽しさを真剣に考えることの必要性を示した。昨今の自動化技術の発達は、会話をそぎ落として行われている。しかし、特に高齢者のような社会的に孤立した存在になりがちな相手に対するサポートにおいては、会話をし楽しませることが特に重要となる。

6.2 知見の一般性

本研究の最終的なゴールは高齢者をサポートするロボットがどうデザインされるべきかを明らかにすることである。しかし、本研究はスーパーマーケットにおける荷物運搬というサポートを行ったので、この結果をそのまま全てのロボットに援用はできない。しかし、パートナーのような振舞いをさせて他の物理的なサポートロボットをテストすることは有用であると考えられる。

7. 結論

本研究では、高齢者が買い物を行う際に、随伴して荷物持ちを行うロボットの外観と会話がどのように social acceptance に影響するかを明らかにするために、実際のスーパーマーケットでの実験を行った。具体的には、会話をする・しないという会話要因と、カート型・人型というロボットタイプ要因の組み合わせによる被験者内実験を、24 人の高齢者を対象に行った。実験結果から、高齢者は会話を行う人型ロボットを最も高く評価することが示された。また、インタビュー結果の解析結果から、会話はロボットに対して好意的な影響を与え、またヒューマノイドであることは「一緒にいる」という気持ちを強く与えることが示された。

これらの結果は、会話を行う人型のロボットが、人々によりパートナーのような存在を与えることが出来たことを示唆していると考えられる。また、高齢者の日常生活を支援するロボットのデザインに関する、有益な知見であると考えられる。

謝辞 実験環境を提供していただき、様々なご支援をいただいたアピタタウンけいはんなの皆様に厚く感謝申し上げます。また、実験にご協力いただいた ATR 知能ロボティクス研究所の佐竹氏、小泉氏、

Dylan 氏, 池田氏, 下山氏に厚く感謝申し上げます。
本研究は総務省の研究委託により実施したものである。

参 考 文 献

- 1) Bogdan, C., Green, A., Huettenrauch, H. and Severinson Eklundh, K. Cooperative Design of a Robotic ShoppingTrolley. In Proc. of COST-298 (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research), 2009
- 2) Burgard, W., Cremers, A. B, Fox, D., Hahnel, D., Lakemeyer, G., Schulz, D., Steiner, W., and Thrun, S. The Interactive Museum Tour-Guide Robot. In Proc. National Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 11-18, 1998
- 3) Dautenhahn, K., Walters, M. L., Woods, S., Koay, K. L., Nehaniv, C. L., Sisbot, E. A., Alami, R. and Simeon, T. How May I Serve You? A Robot Companion Approaching a Seated Person in a Helping Context. ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, 172-179, 2006.
- 4) Davis, F. D. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. International Journal of Man-Machine Studies vol. 38, Issue 3, 475-487, 1993
- 5) Dubowsky, S. Genot, F., Godding, S., Kozono, H.,Skwersky, A., Yu, H. and Yu, L.S. PAMM: A Robotic Aid to the Elderly for Mobility Assistance and Monitoring: A "Helping- Hand" for the Elderly. IEEE Intl. Conf. On Robotics and Automation: 570-576, 2000
- 6) Fong, T., Nourbakhsh, I. and Dautenhahn, K. A Survey of Socially Interactive Robots. Robotics and Autonomous Systems, vol. 42, 143-166, 2003
- 7) Goller M, Kerschler T, Ziegenmeyer M, Ronnau A, Zollner J M, and Dillmann R. Haptic Control for the Interactive Behavior Operated Shopping Trolley. In Proc. of the New Frontiers in Human-Robot Interaction Workshop of the 2009 Convention on Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour ,2009
- 8) Goodrich, M. A. and Schultz, A. C. Human-Robot Interaction: A Survey. Foundations and Trends in Human, Computer Interaction, vol. 1, 203-275, 2007
- 9) Graf, B. An Adaptive Guidance System for Robotic Walking Aids. Journal of Computing and Information Technology,vol. 17, no. 1, 109-120, 2009
- 10) Gross, H.-M., Boehme, H., Schroeter, Ch., Mueller, S., Koenig, A., Einhorn, E., Martin, Ch., Merten, M. and Bley, A. TOOMAS: interactive shopping guide robots in everyday use - final implementation and experiences from long-term field trials. IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent robots and systems,2005-2012, 2009
- 11) Heerink, M., Krose, B.J.A., Evers, V., Wielinga, B. The Influence of Social Presence on Acceptance of a Companion Robot by Older People. Journal of Physical Agents, vol. 2 no. 2, 33-40, 2008
- 12) Heerink, M., Krose, B.J.A., Wielinga, B.J., Evers, V. Enjoyment, Intention to use and Actual Use of a Conversational Robot by Elderly People. ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, 113-120, 2008
- 13) 神田崇行, 石黒浩. 小野哲雄. 今井倫太, 前田武志, 中津良平, ” 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット “Robovie” の開発 ,” 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J85-D-I, No.4, pp.380-389, Apr. 2002
- 14) Kawai, H. Toda, T. Ni, J. Tsuzaki, M. and Tokuda, K. XIMERA: a new TTS from ATR based on corpus-based technologies. 5th ISCA Speech Synthesis Workshop, 179-184, 2004
- 15) Kulyukin, V., Gharpure, C. and Nicholson. J. RoboCart: Toward Robot- Assisted Navigation of Grocery Stores by the Visually Impaired, IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, 2845-2850, 2005
- 16) Lee, M.K., Kielser, S. Forlizzi, J, Srinivasa, S. and Rybski, P. Gracefully Mitigating Breakdowns in Robotic Services. ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, 203-210, 2010
- 17) Lingemann, K. Nuchter, A. Hertzberg, J. and Surmann, H. Highspeed laser localization for mobile robots, Robotics and Autonomous Systems, vol. 51, 275-296, 2005
- 18) Montemerlo, M. Pineau, J. Roy, N. Thrun, S. and Varma, V. Experiences with a Mobile Robotic Guide for the Elderly. Int. Conf. on Artificial Intelligence. Edmonton, Jul. 587-592, 2002
- 19) Mutlu, B. and Forlizzi, J. Robots in organizations: the role of workflow, social, and environmental factors in hum n-robot interaction, ACM/IEEE Int. Conf. on Human robot interaction, 287-942, 2008
- 20) Pollack M., E. Intelligent technology for an aging population: The use of AI to assist elders with cognitive impairment. The AI magazine vol. 26, no. 2, 9-24, 2005
- 21) Shibata, T. An overview of human interactive robots for psychological enrichment. The proceedings of IEEE Vol. 92, no. 11, 1749-1758, 2004
- 22) Siegwart R., Arras K.O., Bouabdallah S., Burnier D., Froidevaux G, Greppin X., Jensen B., Lorotte A., Mayor L., Meisser M., Philippsen R., Piguet R., Ramel G, Terrien G, and Tomatis N. Robox at Expo.02: A Large-Scale Installation of Personal Robots. Robotics and Autonomous Systems, vol. 42, issue 3-4, 203-222, March 2003
- 23) Weiss, A. Igelsbock, J. Tscheligi, M. Bauer, A. Kuhnlenz, K. Wollherr, D. and Buss, M. Robots Asking for Directions: The Willingness of Passers-by to Support Robots. ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, 23-30, 2010