原著論文

目的のない散歩のためのパートナーロボットにおける発話量の検討[†]

岨野 太一^{*1}・今井 倫太^{*2}

本論文では、目的のない散歩において、人と一緒に散歩するパートナーとなるロボットの発話の量について検討する。発話の量の調整は、話者に対する聞き手の印象や、会話自体の印象に対して大きく寄与する要素である。散歩においても、一緒に歩くパートナーとの会話は、散歩自体の印象に寄与すると考えられ、発話量に関する知見を得ることは大変重要である。本論文では、4種類の発話量のロボットに対して、参加者内計画による検証実験を行い、発話量についての多寡の感覚と、発話量による印象の変化について調査を行った。結果、4～5秒の短文の発話において、発話の開始から次の発話の開始までが10秒である場合に発話量が多いと感じ、40秒だと少なく感じるという知見が得られた。また、発話の開始から次の発話の開始までが20秒以下である場合、散歩のパートナーとしての評価や好ましさ、知覚かどうかの印象の面で、他条件に対して有意に高評価であった。

キーワード：散歩パートナーロボット、発話量、検証実験

1. はじめに

運動不足の解消を目的として、散歩を行うという人は多くいる。散歩をするとき、一人で歩くときもあれば、誰かと一緒に歩くときもある。誰かと一緒に歩くことで、一人で歩くよりも散歩の習慣が長続きしやすくなり、健康への寄与が大きくなる可能性があると考えられる。将来的には、人間に代わり、ロボットと一緒に散歩する相手として使用される場面も増えると考えられる。現状でも、散歩という場面に限らず、人とロボットが共に歩くことを想定した研究は多く行われており、ロボットは、美術館 [1–3] やショッピングモール [4]、旅行の案内として [5, 6] や、老人ホームでの介添え役 [7] として、また、リハビリの補助 [8] や、身体的な療法の補助 [9]、買い物時のアシスタント [10, 11] として、人間とともに行動している。本論文では、特に目的のない散歩にも、ともに歩くパートナーとしてのロボットの需要が存在すると考え、その普及に必要な要素の検討を行う。

ロボットが散歩のパートナーとなるに当たり重要となるのは散歩中の会話である。人間同士で散歩をする場合にも、通常、会話をしながら歩くことが考えられる。特に、運動不足の解消を目的とした散歩の場合には、散歩のモチベーションの維持が重要であり、散歩中の会話は、モチベーションの維持に重要な役割を果たすと考えられる。

散歩のパートナーとしてのロボットの会話に関する研究はい

くつか存在する。例えば、[12]では、ロボットが、散歩中の風景に影響を受けた話題を提供する手法が提案されている。この研究では、特定のオブジェクトに対しての言及ではなく、自然の多い環境にいる場合には、木やハイキングについての話題を提供するなど、環境の属性に関連した話題を提供している。また、同様に、環境の属性についての発言を提示した上で、ユーザの話題への興味に基づいて話題を派生させ、会話の演出を行う研究も存在する [13]。また、並んで歩くロボットの会話についてを扱った研究として、美術館における展示物の説明 [1–3] や、買い物時の商品の案内についての研究 [4, 11] が挙げられる。展示物の説明や、商品の案内を目的とするロボットの会話については、人と並んで移動しながら会話する場面であっても、言及対象が明確であるため、ロボットが発話する場所・発話内容が言及対象に応じて決定されている。会話の内容以外に焦点を当てた研究としては、人とロボットの対面会話におけるロボットの適切な応答タイミングについての実証の研究がある [14]。ロボットが適切なタイミングで返答できない場合に、「ええっと」や「うーん」といったフィラーを適切なタイミングで返すことで、ロボットの印象の低下を抑制できることを示した。

上述した研究の多くは、発話内容の検討を行っているが、タスクを遂行中の発話量の検討を行っていない。目的のない散歩について扱った2件の研究では、散歩中の会話の内容の観点から、会話や散歩そのものの印象を良くすることを目的としている。会話の内容の検討の一方で、ロボットの発話の量についての検討は行われていない。展示物や商品の案内を扱った研究においては、特定のタスクの遂行が焦点となっており、目的に合わせた発話が設定されている。説明というタスクがあるため、発話量についても、タスクの遂行に過不足無いよう設定されているが、目的のない散歩というタスクに対して適応できる知見ではない。ロボットの適切な応答タイミングの研究で得られた知見も、室内での対面発話における知見であるため、散歩

[†] A Study on the Amount of Speech in Partner Robots for Purposeless Walking

Taichi SONO and Michita IMAI

^{*1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{*2} 慶應義塾大学理工学部情報工学科
Department of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology, Keio University

行動における発話のタイミングとしてそのまま適応できるかが不明である。また、ロボットがユーザの発話に応答する場合についてのみを扱っており、ロボット自身が主体的に話しかける場合を扱ってはいない。一定時間における、自分から主体的に行う発話の量は、人間同士の会話においても、会話全体の印象を左右する重要な要素の1つである。散歩やロボットの印象へも大きな影響を与える可能性があり、ロボットが発話する発話量を検証する必要がある。また、散歩中の会話においては、歩くという別の行動を行いながらの会話となる。よって、会話に参加している人の、発話量の多寡の感覚が、通常の対面会話と異なっている可能性も考えられる。よって、印象の変化だけでなく、そもそもの発話の量の多寡についても検証する必要がある。本論文では、発話量の指標として、単純な発話長ではなく、一定期間内の発話数を採用する。一定期間内の発話の数を指標とすることで、発話長の増加や、総散歩時間が長くなることで生じる認知負荷や身体的負荷の要因を排除し、本論文では調査を行う。

本論文では、調整された発話量で発話生成するロボットと一緒に散歩をする実験を用意し、実験参加者にロボットの発話を聞きながら散歩をしてもらう実験を行う。発話の量が異なる4種類のロボットと散歩をしてもらい、散歩が終了するごとに、参加者には、質問紙に回答してもらい、発話量の多寡についての感覚と、発話量の変化による印象の変化を検証する。

以下に、本論文の構成を示す。2章においては、本論文の背景として、人とロボットが共に歩くことを対象にした研究や、人とロボットの会話について扱った研究、ロボットの発話の量についてを検討した研究を提示し、本論文の位置づけを明確にする。3章では、散歩中のロボットの発話量について、本論文で検証の対象とする条件の設定について述べる。4章では、実際に行った検証実験について、検証項目とともに述べる。5章では、検証実験の結果について、統計的な分析とともに提示する。6章では、検証実験で得られた結果について考察するとともに、結果についての制約と今後の課題を述べ、7章で本論文を総括する。

2. 背景

2.1 歩行時のインタラクション

人とロボットが共に行動する際の、ロボットの行動や人の動きとの連携について扱った研究は、移動時のフォーメーションや人とロボットの距離 [15–18]、近づく際 [19–21] や移動している間の動作 [22, 23] など多岐にわたって存在する。移動時の人とのインタラクションを対象とした研究も存在し、人についていく際のロボットの経路の決定の手法を扱ったもの [24] や、ついていく際のスピードの調整に関するもの [25]、歩行時の人とのフォーメーションの決定に関するもの [26] などがある。これらの研究では、位置取りや動きに焦点が置かれており、会話については、事前に用意されたものを、場面と位置によって選択するにとどまっている。

会話を前提とした人と一緒に歩くロボットの研究における会話内容については、主に案内に焦点を置いたものがある。具体例としては、博物館や美術館における展示物の説明を行うも

の [1–3] や、買い物における商品の説明 [4] や、近くにある商品についての提示 [11] などがある。これら、案内支援を行うロボットが行う会話については、限られた場所での、特定の者について話題にするという目的があるため、発話の量については、情報提示に過不足ない量を設定している。

目的のない散歩のパートナーとなるロボットにおける会話を扱った研究には、主に周囲の風景から話題を選択するものがある [12]。また、周囲の風景に関する話題を提示しつつ、ユーザが興味を示した場合には、関連する話題に派生させ、会話の続行を演出する研究も存在する [13]。これらの目的のない散歩における会話の研究では、指標となる発話の量が存在しない。上記2件の研究では、実験上、発話する量を決定しているものの、明確な根拠はない。

以上のように、一緒に歩きながら会話をするロボットの発話の量は、明確な目的がある歩行の場合には、目的の遂行に過不足ない量が設定されている。一方、目的のない散歩の場合が対象の場合には、実験者によって暫定的に決定された量が採用されてきた。本論文では、発話の量について、ユーザがどの程度の量を多く、または少なく感じるのかを検討する。

2.2 人とロボットの会話時の発話

人とロボットが会話する際、人同士の会話において、意識的、無意識的に人間が選択、調整している要素について、各々多くの研究が存在している。例えば、発話の際の話題選択については、散歩中に限らず多くの研究が存在する。話題の選択の方法として、予め作成した膨大なルールを用いる手法 [27] や、話題の大まかなトピックによって選択を行う、トピックモデルに基づく手法 [28] などが提案されている。また、会話選択の方針についての研究として、ユーザの持つ知識に合わせて、ロボットの会話内容を変化させることが重要であることを示した研究 [29] も存在する。

また、目的のない散歩において発生しうるスキームである雑談については、ロボットを始めとするエージェントとの関係を構築する上での重要性 [30] や、過去の対話や感情的な会話を理解する上での有用性が示している研究がある [31, 32]。雑談では特に、話題の移り変わりが激しいことが特徴として考えられるが、移り変わる話題に対して、マルチモーダルな入力によって話題を追跡し、現在の話題を追跡して、ロボットが適切な話題を選択できるようにした研究も存在する [33]。

以上のように、人とロボットのインタラクションを研究するヒューマンロボットインタラクション (HRI) の分野では、会話ロボットの話題の選択についての研究が多くあり、また、話題が移り変わる雑談についても、話題を追跡し、ロボットが適切な話題を選択することの重要性が説かれている。本論文では、人同士の会話で調整されていると考えられる、発話の量に焦点を当てる。

ロボットと人間の会話における一定時間での発話の量について検証を行った研究も存在する [14]。この研究では、人とロボットの、対面時の会話において、ユーザインタフェース分野で知られる「2秒ルール」(ユーザがシステムの反応を待つことのできる時間) が、コミュニケーションロボットにも適応可能

かどうかを調べた。さらに、ロボットが適切に応答できない場合に、「ええっと」や「うーん」といった会話フィラーを適切なタイミングで返すことで、ロボットの印象の低下を抑制できることを示している。この研究では、ユーザを待たせる間に、ロボットが全くの無言であるよりも、適切な間隔でわずかも発話を返すことが有効であることが示されている。

発話のタイミングについては、人同士の対話についての研究も含めて、多くなされている。[34]では、英語において、会話のターンテイキングの際の間に、620～770 msであることを報告している。日本語においては、平均 590 msであることを示した研究 [35] が存在し、また、ターンテイキング時の間が、話者の印象に影響を与える事を示している。HRI の分野においても、ロボットが会話する際の発話タイミングの研究が行われている。例えば、挨拶時のインタラクションにおいて、ユーザの発話終了後の、ロボットの動作と発言のタイミングについての比較検討を行った研究が存在する [36]。また、ロボットが道案内する際の、適切な間のとり方について、話し手側についてだけでなく、聞き手側の記憶負荷についてモデル化し、実際の道案内タスクにおいて、動作とともに検証を行った研究も存在する [37]。

上記のように、ロボットにおいて、発話のタイミングや、一定時間の発話の量について扱った研究は多く存在する。しかしながら、[37] は、ロボットが移動することを想定していない、道案内における知見であり、ロボットが散歩のパートナーとして一緒に歩く場合にも適応可能であるかは不明である。また、[14]については、屋内での対面発話についてのみの知見であり、散歩という状況では、適度な量となる発話の間隔が異なる可能性がある。また、ロボットが対面者の発話に対して返答する状況のみを扱っており、ロボット側からの主体的な発話の量については扱われていない。健康のための散歩において、散歩を長続きさせるためには、ユーザからの働きかけを待つだけでなく、ロボットの側からユーザに対しての働きかけも重要であり、ロボットの主体的な発話について、量の多寡についてや、量による印象の変化を検討することは重要である。

3. 散歩ロボットの発話量の検証

本章では、ロボットの散歩中の発話量について、検証の対象とする条件の設定について述べる。

3.1 検証対象

本論文では、目的のない散歩中のロボットの発話量について、一定時間の散歩中の、ロボットの発話する間隔を変更することによって比較検討を行う。散歩中のロボットの発話の量を変更するに当たり、変更可能なパラメータとしては、以下のものが考えられる。

- 一回あたりの発話長
- 発話の間隔
- 総散歩時間

上記のうち、1つのパラメータを変更して発話量に変化を加えることを考える。

まず、総散歩時間を変更する場合、歩行による疲労も増減し

てしまう。一定の歩行時間に対する身体的負荷は人によって異なるものの、極端に増減させてしまえば、発話量に対して注意が向かなくなってしまう。よって、総歩行時間を変更することは、本論文においては適さない。

また、一回あたりの発話長を変更した場合、発話量を多くした条件では、長い文章を毎回提示されることとなるため、ユーザに対して、文章理解という別側面での負荷を変えてしまう事となる。道案内の際の、聞き手側の記憶負荷の視点から、発話のタイミングをモデル化した研究においても、最低限の情報提示を、1～3秒程度の間を取って行うことが有用であると述べられている [37]。今回扱う発話は、目的のない散歩中に発生しうる、雑談に近いものを想定している。道案内のような、内容理解と記憶を必須とするものではないが、文章理解に関する負荷を排除することは、発話量の変化に対して注意を向けやすくなるという利点がある。よって、発話長の変更によって発話量を変化することは、本論文では扱わない。

本論文の検証では、一回あたりの発話の長ささと総散歩時間がある程度固定した上で、発話の間隔を変更することで、散歩中のロボットの発話量を変更し、比較検討を行う。

3.2 条件設定

具体的な発話間隔の条件の設定についてを述べる。

3.2.1 間隔の基準値

発話の間隔の計算基準としては、発話の始点から次の発話の始点までとする。発話の開始から次の発話の開始とすることで、散歩開始からの発話のタイミングを一定にすることができ、散歩中の発話数の統制が容易になる。

3.2.2 予備検討による数値決定

発話の間隔の具体的な数値の決定には、予備検討を行った。発話の間隔を 10 秒、20 秒、30 秒とした 3 条件について、4～5 秒ほどの、豆知識を提示する発話のデータベースを作成し、3 名ほどのユーザに対して、すべての条件を各人に体験してもらい、差を感じたかどうかのヒアリングを行った。結果、3 名全てが、10 秒の条件と 20、30 秒の条件の差異は感じたものの、20 秒の条件と 30 秒の条件の差異はわからなかったと述べた。よって、30 秒間隔の条件については検証条件から除外した。そして、フェヒナーの法則をもとに、人間の発話量についての差の感じ方が、対数関数に従って変化すると仮定し、10 秒、20 秒間隔の条件に、40 秒間隔の条件を加えた 3 条件を検証項目とした。また、ロボット単体の印象を検討するため、散歩中全く無言となる条件についても検証を行うこととした。以上より、検証を行う条件は、以下の 4 つとなる。

I_{10} : 発話の開始から次の発話の開始までが 10 秒である条件

I_{20} : 発話の開始から次の発話の開始までが 20 秒である条件

I_{40} : 発話の開始から次の発話の開始までが 40 秒である条件

Silent : 散歩中全く無言である条件

3.3 仮説設定

本論文で検証する仮説について述べる。まず、ユーザの、ロ

ロボットの発話の量に対する多寡の感覚についてである。発話の量が多いと感じる発話量については、通常の対面会話と大きくは変わらないと考えられ、散歩中の多くの時間にロボットが発言している状態が、発話の量が多いとユーザに認識されると考えられる。前節で設定した条件においては、 I_{10} の条件が該当すると考えられる。反対に、発話の量が少ないと感じる発話の量については、散歩という別の動作をしていることの影響が考えられる。散歩中では、周囲の環境に目を向けたり、歩くコース取りを考えたりといったように、思考が別の対象に向く頻度が多いことが予想される。よって、ロボットの発話がない時間に意識をロボットに向けにくくなるため、発話にある程度の間が開いた場合でも、発話の量が少ないとまでは感じなくなると考えられる。よって、発話の量が少ないと感じるのは、極端に発話の間隔が開いた場合となると考えられる。前節で設定した条件においては、 I_{40} や、**Silent** が該当すると考えられる。

次に、発話量によるロボットの印象の変化についてである。人間同士での対面での会話では、発話量が多すぎる人に対しては煩わしさを感じ、発話量が少なすぎる人に対しては居心地の悪さを感じる事が多いと考えられる。散歩中の、ロボットの発話の量に対しても、ユーザは同様の印象を持つと考えられる。よって、発話が多いと感じるロボット、すなわち、前節で設定した I_{10} の条件と、発話が少ないと感じるロボット、すなわち、前節で設定した I_{40} と **Silent** の条件については、散歩のパートナーとしての評価が低下すると考えられ、反対に、発話の量が多くも少なくもないロボット、すなわち、前節における I_{20} の条件については、 I_{10} の条件や I_{40} の条件に比べ、パートナーとしての評価が高くなると考えられる。

上記の仮説をまとめると以下ようになる

仮説 1: ユーザの発話の量に対する多寡の感覚について、 I_{10} の条件のロボットでは、ユーザは発話量が多いと感じ、 I_{40} や **Silent** の条件のロボットについては、発話量が少ないと感じる。

仮説 2: 発話量による印象の変化について、 I_{20} の条件のロボットに対して、 I_{10} の条件や I_{40} の条件に比べて好意的な印象を抱く。

4. 検証実験

4.1 目的

前章で述べた 2 つの仮説について、実際に参加者にロボットとの散歩を行ってもらうことによる検証を行った。

4.2 実装

実験に使用したロボットは、肩乗り型のロボット TEROOS-M (図 1) [12] である。肩乗り型にすることにより、移動や参加者との位置取りといった条件を統一可能にした。

散歩中のロボットの発話は、フジテレビ系列で放送されていたテレビ番組「トリビアの泉～素晴らしきムダ知識をあなたに～」の Wikipedia 記事¹ に存在する、雑学知識を用いて作成した発話データベースから行う。以下に発話の例を示す。

- アメリカザリガニにサバをあげると青くなるって知ってましたか

図 1 TEROOS-M

- 部屋を貸しただけでノーベル賞を受賞した人がいるらしいですよ

上記のように、雑学的な知識の提示に、「～って知ってましたか」か、「～らしいですよ」という語尾を付した発話を作成した。条件ごとに、発話の内容はすべて異なるものとした。ただ、毎回の実験では、内容と順序は同じになるものとした。発話長の平均値は 4.36 秒であり、また、条件ごとの発話の平均値も、**Silent** の条件を除き、概ね 4.36 秒とした。また、今回の検証では、ロボットの発話の量を焦点にした検証を行うため、発話量の統制の関係上、ユーザの発話に対する応答はないものとした。

また、散歩中の発話とは別に、以下に示す、散歩の開始と終了の合図となる発話を作成した。

開始「私の名前は〇〇といいます。それでは一緒に散歩をしましょう。」

終了「一緒に散歩してくれてありがとう。」

上記の散歩の開始と終了については、**Silent** の条件を含むすべての条件で行うものとした。また、開始の合図時に名乗る名前は、条件ごとに異なるものとした。

散歩の時間は、 I_{40} の条件でも発話の回数を確保し、また、最後の発話まで、間隔を統一するため、320 秒とした。

4.3 条件

前章で述べた条件について、発話の終了から次の発話の開始までの秒数や、開始と終了の合図を除いた発話の回数を加えた条件設定は、表 1 のようになる。

4.4 実験環境

実験は、慶應義塾大学矢上キャンパスの構内道 (図 2) にて行った。スタート地点は全実験の全試行で同じ場所とし、一定の範囲を往復するコースとした。散歩の終了の統制は、4.2 節

¹ https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%88%E3%83%AA%E3%83%93%E3%82%A2%E3%81%AE%E6%B3%89_%E3%80%9C%E7%B4%A0%E6%99%B4%E3%82%89%E3%81%97%E3%81%8D%E3%83%A0%E3%83%80%E7%9F%A5%E8%AD%98%E3%80%9C

表 1 条件設定

条件名	発話の始点から 始点までの間隔	発話の終了から 開始までの間隔 (平均値)	発話回数
I_{10}	10 秒	5.6 秒	31
I_{20}	20 秒	15.6 秒	15
I_{40}	40 秒	35.5 秒	7
Silent	— (320 秒)	—	0

のとおり、位置ではなく時間で行ったため、実験参加者の歩く速度によって、終了地点は異なるものとなった。また、使用するロボットが耐水性がないため、傘で防げる程度の小雨までの悪天候であれば実験を行ったが、それ以上の悪天候では実験を行わなかった。

4.5 実験手順

まず、実験参加者に対して、屋内にて、以下の事項についての説明を行った。

- ・健康のために仕方なく歩く状況での散歩であること
- ・ロボットを肩に乗せて歩くこと
- ・散歩中にロボットが発話すること
- ・散歩の開始と終了の合図もロボットの発話で行うこと
- ・ロボットの発話への返答は任意であること
- ・返答に対しての応答はないこと
- ・散歩を計 4 回行うこと
- ・4 回すべての試行で、ロボットとは初対面であると考えて望むこと

説明後、コースの案内を行い、ロボットを装着し、スタート始点まで誘導した。誘導後、発話への返答が任意である点と、初対面であると考えて実験に望む点を再度説明し、実際に散歩を行った。散歩の終了後、屋内の休憩地点に誘導し、アンケートへの回答を行ってもらった。

スタート地点への誘導から、アンケートの回答までの工程を、ロボットの発話条件を変えたうえで計 4 回繰り返し、全条件での散歩を行った。条件を提示する順序については、参加者ごとに、ラテン方格に基づいて決定し、提示順序が偏らないようにした。4 回の散歩及びアンケートの回答の後、上記とは別のアンケートに回答してもらい、その後、口頭でのヒアリングを行った。

4.6 収集データ

参加者には、一回の散歩ごとに、以下の項目のアンケートに回答してもらった

- ・ロボットの発話量に関する項目
 - ・発話頻度
 - *このロボットが発言する頻度はどう思いましたか？
 - *1 少なかった—5 多かった
 - ・発話のテンポ
 - *このロボットの発話するテンポはどうでしたか？
 - *1 遅かった—5 速かった

- ・発言の多い少ない
 - *このロボットの発言は多かったですか？
 - *1 少なかった—5 多かった
- ・Godspeed テスト [38] の形式に則った、「無口な—おしゃべりな」の評価
 - *以下のスケールに基づいてこのロボットの印象を評価してください。（Godspeed テストも含んだ全体での問いかけ）
 - *1 無口な—5 おしゃべりな
- ・ロボットや散歩の印象に関する項目
 - ・散歩の盛り上がり
 - *このロボットとの散歩は盛り上がっていましたか？
 - *1 盛り上がっていなかった—5 盛り上がっていた
 - ・散歩の楽しさ
 - *このロボットとの散歩は楽しかったですか？
 - *1 つまらなかった—5 楽しかった
 - ・ロボットの散歩のパートナーとしての良し悪し
 - *このロボットは散歩のパートナーとして良いと思いますか？
 - *1 思わない—5 思う
 - ・Intention to Use (ITU) [39]
 - *全然そう思わない—強くそう思う（5 間法）
 - ・Godspeed テスト [38]
 - *5 間法

また、4 回の散歩の終了後、以下の項目の事後アンケートに回答してもらった。

- ・BIG5 モデルの性格特性評価（日本語版 Ten Item Personality Inventory [40]）
 - ・7 間法
- ・普段のウォーキング頻度
 - ・あなたは、普段から自発的にウォーキングをしますか？
 - ・全然しない—よくする（5 間法）
- ・ウォーキング中の会話の好悪
 - ・あなたは、ウォーキング中に人と話すことについてどう思いますか？
 - ・1 嫌い—5 好き

最後に、口頭でのヒアリングにて、以下の項目についての回答をしてもらった。

- ・4 回の実験で、ロボットの言動に差を感じたか？
 - ・どういう差か？
- ・差を踏まえて、一緒に歩く事を考えた場合、順位付けはどうか？
 - ・最も有効な理由はなにか？
 - ・逆に、順位が低い方の長所や、順位が高い方の短所はあるか？
- ・他に気づいたことや、実験者への質問はあるか？

4.7 参加者

参加者は、18～55 歳の男女 21 名である。ただし、うち一人については、システムトラブルによって実験の続行が不可能となり、実験の工程を完遂できなかったため、集計するデータか

図2 コース写真（一部）．スタート地点から，中央の写真の場所に向かって進み，突き当たり付近で転回し，往復した．散歩時間を固定としているため，歩行距離は参加者によって異なる

図3 発話量に関する評価結果

らは除いた．よって，有効な実験参加者は 20 名であった．男性が 14 名，女性が 6 名，平均年齢は 22.7 歳であった．

4.8 予測される結果

仮説で述べたとおり，ロボットの発話の量に関する項目については， I_{10} の条件が発話量が多いという評価を得，反対に， I_{40} や Silent の条件が発話量が少ないという評価を得ると予想される．ロボットの印象に関する項目では，散歩の楽しさやパートナーとしての評価，ITU について， I_{20} の条件が最も高評価となると予想される．Godspeed における評価では，好ましさの項目において， I_{20} の条件が高評価になることが予想される．

5. 結果

5.1 発話量の多寡について

図3に，各項目ごとの評価結果のグラフを示す．統計検定としては，ノンパラメトリックな繰り返しのある項目に対しての ANOVA によって全体の検定を行ったあと，有意差が認められた項目について，Durbin-Conover の検定による 2 条件間の分析を行った．結果として，すべての項目において，ANOVA による全体の検定で有意差が認められた．2 条件間の分析については，発話のテンポにおける， I_{20} と I_{40} の条件のペアを除き，

すべての項目の，すべての組み合わせで有意差が認められた．

5.2 印象の評価

図4に，各項目ごとの評価結果のグラフを示す．ITU と Godspeed については，アンケートで得られた実際の値に対して，平均化などの処理を行った値を掲載している．分析方法は，発話量の多寡についての項目と同様である．ANOVA による全体の検定で有意差が認められたのは，散歩の盛り上がり，楽しさ，散歩のパートナーとしての好悪の項目と，ITU，Godspeed の有生性，好ましさ，知性認識の項目である．2 条件間の分析については，上記すべての項目において， I_{10} の条件と I_{40} の条件間， I_{10} の条件と Silent の条件間， I_{20} の条件と I_{40} の条件間， I_{20} の条件と Silent の条件間においては，有意差が認められた．散歩の楽しさと ITU 以外の項目では， I_{40} の条件と Silent の条件間にも有意差が認められた．しかし， I_{10} の条件と I_{20} の条件間には，どの項目においても有意差が見られなかった．

5.3 事後アンケート

事後アンケートについては，BIG5 モデルの性格特性の値と，ウォーキングに関する 2 つの項目のそれぞれについて，散歩ごとに取ったアンケートの項目と，スピアマンの相関分析を実

図4 印象に関する評価結果

施した。結果、表2に示す項目について、有意に相関が認められた。表中のBG5はBig5モデルの性格特性を示し、GSはGodspeedにおける項目であることを示す。

6. 考察

6.1 発話量の多寡について

発話の量の多寡に関する項目については、すべての項目の、ほとんどすべての組み合わせにおいて、有意差が認められた。参加者は、4条件において、発話の量の面での差を感じたことがいえ、比較した場合に、明確に、 I_{10} の条件で発話が多いと感じ、 I_{40} とSilentの条件で、発話が少なく感じていた事がわかる。この結果は、実験条件における、発話の量に関して、 I_{10} の条件のロボットでは、ユーザは発話量が多いと感じ、 I_{40} やSilentの条件のロボットについては、発話量が少なく感じるという仮説1に合致する。4.6節において提示した、アンケートの文言には、発話の量に関する内容に限らず、全ての項目に

ついて、別の条件との比較を明示的に行わせる記述はなく、また、比較をせずに考えてほしいとも明言していない。よって、散歩中の発話の量としての絶対的な評価を行ったか、他の条件と比較して発話量の多寡を評価したかは、参加者の、アンケートの文言の受け取り方次第となっている。しかしながら、受け取り方を自由にした上で、統計的な差が出ていることは、ロボットの発話の影響が何らかの形で現れていると考えられる。よって、本研究で得た、発話量の多寡に関する知見は、散歩中のロボットの発話量の設定において重要であると言える。

6.2 印象の評価

印象の評価の面では、散歩の盛り上がり、楽しさ、散歩のパートナーとしての好悪の項目と、ITU、Godspeedの有生性、好ましさ、知性認識の項目で有意差が認められた。散歩のパートナーとしての評価、ITUやGodspeedの好ましさにおいて、

表2 相関分析の結果（有意に相関していた項目）

事後アンケート項目	散歩ごとのアンケート項目	正負
BG5 外向性	ITU : silent	+
BG5 神経症傾向	パートナー : 40 s inter	+
	GS 好ましき : 40 s inter	+
	GS 知性認識 : 20 s inter	+
BG5 開放性	GS 有生性 : 40 s inter	-
BG5 勤勉性	GS 擬人観 : silent	-
	GS 有生性 : silent	-
	GS 安全性認識 : 10 s inter	-
ウォーキングの頻度	盛り上がり : 20 s inter	-
	ITU : 40 s inter	-
	ITU : 20 s inter	-
	GS 擬人観 : 20 s inter	-
	GS 擬人観:10 s inter	-
	GS 有生性 : 20 s inter	-
	GS 好ましき:10 s inter	-
	GS 知性認識:40 s inter	-
	GS 知性認識 : 20 s inter	-
	GS 安全性認識 : 10 s inter	+

全体での有意差こそ認められるものの、2条件間で多重比較した際、 I_{40} と I_{20} の条件の間には有意差があり、 I_{20} の条件は、 I_{40} の条件に比べて好印象であったことが統計的に示されているが、 I_{10} と I_{20} の条件の間には有意差はなく、 I_{20} の条件が項目によって最も高評価となるという、仮説2に反する結果となっている。発話量の多寡に関するアンケートにおいては、 I_{10} と I_{20} の条件では、 I_{10} の条件のほうが多いという結果になっているため、散歩中においては、発話が多い場合でも、印象の低下が起こりにくいということ、ないしは、散歩のパートナーロボットとしての発話の適切な量が、人によって、 I_{10} と I_{20} の条件の間の範囲で分布していると考えられる。以上の検討は、仮説2の成立を完全には担保していないが、散歩ロボットの適切な発話量を検討する上で重要な知見である。

6.3 相関分析

事後アンケートの項目と散歩ごとのアンケートの項目で、いくつかのペアに相関関係が見られた。相関関係が見られたペアについて、全体的な議論を行う。また、相関関係が見られたペアのうち、有意義かつ特徴的なものについて、個別に考察する。

まず、全体的な傾向についてである。俯瞰すると、普段から自発的にウォーキングをしている人は、複数の条件の、印象に関する多くの項目で低い評価をつけている。ウォーキングを普段から行う人の場合、ロボットによる補助自体が煩わしいと感じた可能性が示唆される。また、BIG5モデルにおける勤勉性が高い人についても、Silentの条件のロボットに対して、擬人観や有生性の印象評価が低くなっている。勤勉性が高い人にとって、散歩の補助としてのロボットが、何も話さず黙っているということは、パートナーとしての役割を誠実に果たしていないと受け止めたため、生命的でなく、置物に過ぎないという

印象を抱いたと考えられる。反対に、BIG5モデルにおける神経症傾向が高い人については、 I_{20} や I_{40} の条件に対して、好印象を抱いている。神経症傾向が高い人にとって、多く発話しすぎるロボットは、繊細であるために、ストレスになる可能性が高いと考えられ、また、ほとんど喋らないロボットについても、混乱を招くものとなることから考えて、良い印象を抱かないと考えられる。よって、相対的に、 I_{20} や I_{40} の条件に対して好印象を抱いたと考えられる。

次に、個別の考察である。

まず、普段の生活のウォーキングの頻度と、 I_{10} の条件の、Godspeedにおける好ましきの評価について、負の相関が見られている。ウォーキングを普段から行うユーザは、ウォーキング中の景色や状況を楽しむことや、自身で考え事することを目的とする場合が多いと考えられ、散歩中に頻繁に話しかけてくるロボットは、普段から行うウォーキングにおいては不快に感じたことが推察される。ただ、同じ I_{10} の条件の、Godspeedにおける安全性認識の項目については、正の相関が見られている。ウォーキングを普段からしている人でも、煩わしくは感じるものの、多く話しかけてくる存在がいるということが、実験的な環境における緊張を緩和したものと考えられる。

また、BIG5モデルの外向性の性格特性の数値と、Silentの条件に対するITUの値について、正の相関が見られた。Silentの条件は、開始と終了の合図以外の発話を全く行わず、肩乗りロボットを採用しているため、散歩中には、ただ重量のあるものを背負っているに過ぎない。それでもなお、外向性のあるユーザが、ほとんど無言のロボットに対して使いたいという意味を示している。理由として考えられるのは、外交的な人は、一緒に歩かないし、自身が身体的に触れているものの存在そのものを、外交的でない人に比べて重視しているのではないかと推察される。BIG5モデルの外向性の特性は、人との関わりを好む傾向を含んでいるため、一緒に歩くものの存在を重視することは自然であるとも言えるが、全く話さないロボットにおいても、散歩という状況で、存在の重要視が適応される点は特異的であると考えられる。本論文では、個人適応には焦点を当てていないが、外交的な人に対して散歩のパートナーとなるロボットを提供する場合、存在自体を重視されるのであれば、発話の実装に対するコストを削減できる可能性がある。

6.4 リミテーション

本論文で検証を行った発話量についての知見には、多くの制約が存在する。

まず、発話の内容についてである。本論文で扱ったのは、4.2節で述べたような、雑学的な知識を提供するような内容の発話である。発話の内容によっては、発話量の多寡についての感覚や、同じ発話量での散歩やロボットのへの印象が変化すると考えられる。よって、本論文の知見は、豆知識を提供するような内容に限ったものとなる。

また、ロボットの反応がないことも、制約となると考えられる。今回の検証では、ロボットは、一方的に発話し続けるのみで、ユーザの返答などに対する応答を全く行わないものとし

た。返答に対して応答を行う場合、自身から発話をする場合とは異なる間隔で発話をする必要があると考えられ、また、応答の長さも、ユーザの返答によって大きく変わるため、今回設定した、発話の長さをなるべく一定にした上で、毎回同じ間隔で発話をするという設定自体が適応できない。よって、今回の知見は、ロボットが一方向的に話し続ける場合に限ったものである。

6.5 今後の課題

本論文では、散歩パートナーロボットが、一定の間隔で、情報提供的な発話を一方的に発話を行う場合についての、発話の量に関する検証を行った。本論文の知見は、ラジオや音楽を聞きながら散歩する代わりに、ロボットを用いて散歩するような状況には有用であると考えられるが、散歩のパートナーとしてのロボットの開発には、検討を進めるべき点が多くある。

まず、会話をしながら歩くような状況への対応である。[13]では、風景について言及しながら、時々話題を派生することで、ロボットの会話を演出し、散歩のパートナーとしての印象を高めることに成功している。この研究における実験において、発話の間隔は、設定されてはいるものの、知見に基づいたものではない。よって、本論文で得られた、発話の量に関する知見を適用することで、発話量に関しての条件設定を補強しつつ、また、本論文とは話題の異なる発話や、会話が発生する状況においての、発話量に関する検討を進めていくべきである。

次に、散歩の長さについてである。今回の検証では、散歩の時間を320秒としたが、実際に日常的に行われる散歩の長さとしては、かなり短い方である。HRI研究においては、長期的なインタラクションが基本となる状況においても、短期的な実験において検証を行うことは多くある。本研究でも同様の検証を行っており、得られた知見も、長期的な散歩にも有効なものがあると考えられるが、散歩の長さが長くなれば、同じ発話量でも、印象が変化する可能性は存在すると思われる。例えば、10秒の条件の場合、間隔の短い発話を多く聞くことになるため、飽きが発生し、印象が低下する可能性が考えられる。また、同様に、Silentの条件について、外交的な人であったとしても、より長い散歩においては、存在に慣れてしまい、好意的な印象を抱かない可能性が考えられる。よって、より長期的な散歩における、発話量における印象の変化は、さらに検討し、より詳細に調査する必要がある。

また、散歩のパートナーとなるに当たり、雑談としての話題の検討以外にも、必要な要素が存在すると思われる。例えば、経路誘導である。目的のない散歩においては、目的地のある歩行に比べて、経路の選び方に理由や必然性がないケースが多くなると考えられる。よって、目的地に合わせて最適な経路を案内するということではなく、ユーザに誘導に従ってもらう必然性も低い。よって、ユーザに従ってもらうかユーザの意思に任せるかという面も含めて、経路誘導という行為自体が、散歩中のインタラクションの要素として大きな役割を果たす可能性がある。特に、本論文が将来的な到達点として掲げる、健康のための散歩である場合、ユーザのモチベーション管理と、より運動になる経路への誘導の両立が求められる。経路誘導に関わ

る発話や動作は、散歩のパートナーとなるに当たり重要な要素であるといえ、今後検討していく必要がある。

7. 結論

本論文では、散歩のパートナーとなるロボットにおける、発話の量の多寡についてのユーザの感覚と、発話量によるロボットや散歩に対する印象の変化の検証を行った。ロボットとの散歩において、発話の開始から次の発話の開始までの間隔が10、20、40秒となるロボットと、実験遂行上の合図以外の発話を行わないロボットの計4条件において比較検討を行った。結果として、ユーザは、10秒の条件のロボットは発話が多いと感じ、40秒や、合図以外の発話をしないロボットは発話が少ないと感じていた。また、発話量によるロボットや散歩に対する変化については、40秒の条件より発話が多いものが高評価となったが、10秒と20秒の条件の間では大きな差は見られなかった。また、性格特性や普段からのウォーキングの頻度によっては、上記の印象の変化が逆転する可能性も示唆された。今後、本論文で扱った、雑学的な知識の提供を行う場面以外の、会話が発生する条件や、より長時間の散歩の場合についての発話量についての検討や、散歩時の経路誘導についてといった、話題以外の要素の検討を進めていくべきである。

謝辞

本研究は、JST、CREST、JPMJCR19A1の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] W. Burgard et al.: "The Interactive Museum Tour-Guide Robot," *Proc. of the 15th National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI1998)*, pp. 11-18, 1998.
- [2] R. Siegwart et al.: "Robox at Expo.02: A Large Scale Installation of Personal Robots," *Robotics and Autonomous Systems*, Vol.42, Nos.3-4, pp. 203-222, 2003.
- [3] M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita: "Interactive Humanoid Robots for a Science Museum," *IEEE Intelligent Systems*, Vol.22, No.2, pp. 25-32, 2007.
- [4] H.-M. Gross et al.: "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 (IROS2009)*, pp. 2005-2012, 2009.
- [5] D. Karreman, G. Ludden, and V. Evers: "Visiting Cultural Heritage with a Tour Guide Robot: A User Evaluation Study in-the-Wild," *Int. Conf. on Social Robotics (ICSR2015)*, pp. 317-326, 2015.
- [6] R. Triebel et al.: "SPENCER: A Socially Aware Service Robot for Passenger Guidance and Help in Busy Airports," *Field and Service Robotics (FSR2013)*, pp. 607-622, 2016.
- [7] J. Pineau, M. Montemerlo, M. Pollack, N. Roy, and S. Thrun: "Towards Robotic Assistants in Nursing Homes: Challenges and Results," *Robotics and Autonomous Systems*, Vol.42, No.3, pp. 271-281, 2003.
- [8] H.-M. Gross et al.: "ROREAS: Robot Coach for Walking and Orientation Training in Clinical Post-Stroke Rehabilitation – Prototype Implementation and Evaluation in Field Trials," *Autonomous Robots*, Vol.41, No.3, pp. 1-20, 2016.
- [9] D. Hebesberger, C. Dondrup, T. Koertner, C. Gisinger, and J. Pripfl: "Lessons Learned from the Deployment of a Long-Term Autonomous Robot as Companion in Physical Therapy for Older

- Adults with Dementia: A Mixed Methods Study,” *Proc. of the 11th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2016)*, pp. 27-34, 2016.
- [10] E. W. Y. Kwong, C. K. Y. Lai, S. Ernesto, and M. C. M. Wong: “Views of Adults on Shopping Trolleys: Implications for the Development of a Shopping Trolley,” *The Ergonomics Open J.*, Vol.3, pp. 32-37, 2010.
- [11] Y. Iwamura, M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita: “Do Elderly People Prefer a Conversational Humanoid as a Shopping Assistant Partner in Supermarkets?,” *Proc. of the 6th Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2011)*, pp. 449-456, 2011.
- [12] R. Totsuka, S. Satake, T. Kanda, and M. Imai: “Is a Robot a Better Walking Partner If It Associates Utterances with Visual Scenes?,” *Proc. of the 12th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2017)*, pp. 313-322, 2017.
- [13] T. Sono, S. Satake, T. Kanda, and M. Imai: “Walking partner robot chatting about scenery,” *Advanced Robotics*, Vol.33, Nos.15-16, pp. 742-755, 2019
- [14] T. Shiwa, T. Kanda, M. Imai, H. Ishiguro, and N. Hagita: “How Quickly Should Communication Robots Respond?,” *Proc. of the 3rd ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2008)*, pp. 153-160, 2008
- [15] K. Dautenhahn et al.: “How May I Serve You? A Robot Companion Approaching a Seated Person in a Helping Context,” *Proc. of the 1st ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2006)*, pp. 172-179, 2006.
- [16] H. Kuzuoka, Y. Suzuki, J. Yamashita, and K. Yamazaki: “Reconfiguring Spatial Formation Arrangement by Robot Body Orientation,” *Proc. of the 5th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2010)*, pp. 285-292, 2010.
- [17] J. Mumm and B. Mutlu: “Human-Robot Proxemics: Physical and Psychological Distancing in Human-Robot Interaction,” *Proc. of the 6th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2011)*, pp. 331-338, 2011.
- [18] D. Feil-Seifer and M. J. Matarić: “Distance-Based Computational Models for Facilitating Robot Interaction with Children,” *J. of Human-Robot Interaction*, Vol.1, No.1, pp. 55-77, 2012.
- [19] R. Kelley et al.: “Understanding Human Intentions Via Hidden Markov Models in Autonomous Mobile Robots,” *Proc. of the 3rd ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction*, pp. 367-374, 2008.
- [20] S. Satake et al.: “How to Approach Humans?: Strategies for Social Robots to Initiate Interaction,” *Proc. of the 4th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2009)*, pp. 109-116, 2009.
- [21] M. A. Yousuf, Y. Kobayashi, Y. Kuno, A. Yamazaki, and K. Yamazaki: “How to Move Towards Visitors: A Model for Museum Guide Robots to Initiate Conversation,” *IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2013)*, pp. 587-592, 2013.
- [22] E. Pacchierotti, H. I. Christensen, and P. Jensfelt: “Evaluation of Passing Distance for Social Robots,” *IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2006)*, pp. 315-320, 2006.
- [23] E. A. Sisbot, L. F. Marin-Urias, R. Alami, and T. Simeon: “A Human Aware Mobile Robot Motion Planner,” *IEEE Trans. on Robotics*, Vol.23, No.5, pp. 874-883, 2007.
- [24] R. Gockley, J. Forlizzi, and R. Simmons: “Natural Person-Following Behavior for Social Robots,” *Proc. of the 2nd ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2007)*, pp. 17-24, 2007.
- [25] E. Sviestins, N. Mitsunaga, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita: “Speed Adaptation for a Robot Walking with a Human,” *Proc. of the ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2007)*, pp. 349-356, 2007.
- [26] Y. Kobayashi et al.: “Robotic Wheelchair Moving with Care-giver Collaboratively Depending on Circumstances,” *Extended Abstracts on ACM Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI2011)*, pp. 2239-2244, 2011.
- [27] J. Weizenbaum: “ELIZA – Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine,” *Communications of the ACM*, Vol.9, No.1, pp. 36-45, 1966.
- [28] S. Matsumoto and M. Araki: “Scoring of response based on suitability of dialogue-act and content similarity,” *Proc. of the 12th NTCIR Conf. on Evaluation of Information Access Technologies*, pp. 515-517, 2016.
- [29] C. Torrey, S. R. Fussell, and S. Kiesler: “How a Robot Should Give Advice,” *Proc. of the 8th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2013)*, pp. 275-282, 2013.
- [30] T. W. Bickmore and R. W. Picard: “Establishing and Maintaining Long-Term Human-Computer Relationships,” *ACM Trans. on Computer-Human Interaction (TOCHI2005)*, Vol.12, No.2, pp. 293-327, 2005.
- [31] M. K. Lee et al.: “Personalization in Hri: A Longitudinal Field Experiment,” *Proc. of the 7th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2012)*, pp. 319-326, 2012.
- [32] I. Leite, G. Castellano, A. Pereira, C. Martinho, and A. Paiva: “Empathic Robots for Long-Term Interaction: Evaluating Social Presence, Engagement and Perceived Support in Children,” *Int. J. of Social Robotics*, Vol.6, pp. 329-341, 2014.
- [33] J. F. Maas, T. Spexard, J. Fritsch, B. Wrede, and G. Sagerer: “BIRON, What’s the Topic? A Multi-Modal Topic Tracker for Improved Human-Robot Interaction,” *Proc. of the 15th IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2006)*, pp. 26-32, 2006.
- [34] J. Jaffe and F. Stanley: *Rhythms of Dialogue*, Vol.8, Academic Press, 1970.
- [35] 長岡千賀, 小森政嗣, 中村敏枝: “音声対話における反応潜時が話者印象評定に及ぼす影響: 社会的スキルの程度による評定の手がかりの相違,” *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol.104, No.745, pp.57-60, 2005.
- [36] M. Yamamoto and T. Watanabe: “Timing control effects of utterance to communicative actions on embodied interaction with a robot,” *IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2004)*, pp. 467-472, 2004.
- [37] Y. Okuno et al: “Providing route directions: design of robot’s utterance, gesture, and timing,” *Proc. of the 4th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction (HRI2009)*, pp. 53-60, 2009.
- [38] C. Bartneck et al: “Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots,” *Int. J. of Social Robotics*, Vol.1, No.1, pp. 71-81, 2009.
- [39] M. Heerink et al: “The influence of social presence on acceptance of a companion robot by older people,” *J. of Physical Agents*, Vol.2, No.2, pp. 33-40
- [40] 小塩真司, 阿部晋吾: “日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み,” *パーソナリティ研究*, Vol.21, No.1, pp. 40-52, 2012.

(2020 年 5 月 14 日 受付)

(2020 年 10 月 23 日 採録)

[問い合わせ先]

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

慶應義塾大学理工学部情報工学科 今井研究室

畠野 太一

TEL: 045-566-1749

E-mail: sono@ailab.ics.keio.ac.jp

— 著 者 紹 介 —

その たいち
 嶋野 太一 [非会員]

2014 年慶應義塾大学理工学部卒業。2016 年慶應義塾大学院理工学研究科前期博士課程修了。現在、同大学大学院理工学研究科後期博士課程在学中。IEEE などの会員。

いまい みちた
 今井 倫太 [非会員]

1992 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。1994 年同大学大学院計算機科学専攻修士課程修了。同年、NTT ヒューマンインタフェース研究所入社。1997 年 ATR 知能映像通信研究所へ出向。2002 年慶應大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。博士（工学）。2009–2010 年シカゴ大学客員研究員。現在、慶應義塾大学理工学部情報工学科教授および ATR 知能ロボティクス研究所客員研究員。2017 年ドコモモバイルサイエンス賞社会科学部門優秀賞受賞。人型ロボットや自律エージェントと人とのインタラクションの研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、日本認知科学会、日本ロボット学会、ヒューマンインタフェース学会、ACM、IEEE 各会員。

A Study on the Amount of Speech in Partner Robots for Purposeless Walking

by

Taichi SONO and Michita IMAI

Abstract:

In this paper, we examine the amount of speech of a robot that becomes a walking partner with a person on a purposeless walk. The control of the volume of speech is a factor that contributes greatly to the impression of the listener on the speaker and on the conversation itself. In walks, it is very important to obtain knowledge about the amount of utterance, because the conversation with the partner who walks with them contributes to the impression of the walk itself. In this paper, we conducted an intra-participant verification experiment with four kinds of speech volume, and investigated the sensation of more or less speech volume and the change of impressions with speech volume. The results showed that the amount of utterance was felt to be more when the time between the start of the utterance and the start of the next utterance was 10 seconds and less when the time was 40 seconds in a short sentence of 4–5 seconds. When the time between the start of one utterance and the start of the next was less than 20 seconds, they rated significantly higher for the other conditions in terms of their reputation as a walking partner, their likability, and their impression of whether they were intelligent or not.

Keywords: walking partner robot, amount of utterance, verification experiment

Contact Address: **Taichi SONO**

*Imai Lab., Department of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology, Keio University
 3-14-1 Hiyoshi, Kouhoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 223-8522, Japan
 TEL: +81-45-566-1749
 E-mail: sono@ailab.ics.keio.ac.jp*