

卒業論文 2017年度 (平成 29年度)

表情認識機構と介護ログを活用した
介護支援問診システムの設計と実装

指導教員

慶應義塾大学環境情報学部

高汐 一紀

徳田 英幸

村井 純

中澤 仁

楠本 博之

中村 修

Rodney D. Van Meter III

植原 啓介

三次 仁

武田 圭史

慶應義塾大学

環境情報学部

松井 佑有

matsuiyu@ht.sfc.keio.ac.jp

学部論文要旨 2017年度 (平成29年度)

表情認識機構と介護ログを活用した介護支援問診システムの設計と実装

あらまし

現在、日本は少子高齢化が進んでおり、65歳以上の高齢者人口は全体の27.3%を占めている。この調子で増え続ければ、2065年にはその占める割合は38.4%に達し、国民の約2.6人に1人が65歳以上という超高齢社会がくると推計されている。労働者と高齢者の数の開きが拡大していく中、ロボットが人間と一緒に働くことが期待されている。圧倒的な人手不足に悩んでいる介護現場には、すでにコミュニケーションロボットが導入されているが、ほとんどがリクリエーションのために使われている。本研究では、介護施設のヘルパーを支援することを目的とし、ヘルパーが忙しい時に、ロボットが利用者の表情認識と問診機能を使い、健康状態が疑われる場合は直ちにヘルパーに連絡をするシステムを実装した。被験者にシステムを使用してもらい、システムの有効性を明らかにした。また、介護現場で使われるコミュニケーションロボットを制作するに当たっての要件を整理した。

キーワード

介護, 表情認識, 言語認識, ヒューマノイドロボット, H2H コミュニケーション,

慶應義塾大学環境情報学部

松井佑有

Abstract of Bachelor's Thesis Academic Year 2017

Design and Implementation of a Long-Term Care Support Interview System Utilizing Facial Recognition Mechanism and Care Log

Abstract

Currently, Japan is aging society with a declining birthrate, and the elderly population aged 65 years or over accounts for 27.3 of the total population. If it continues to increase in this condition, in 2065 it accounts for 38.4 of the population, and it is estimated that a very aged society with one in every 2.6 people in the crowd will be over 65 years old. As the opening of workers and elderly people is expanding, it is expected to robots work with humans. Lack of personnel is screaming in every industry, but nursing care workers suffer from overwhelming lack of hand. In this research, it aims to support helper of nursing home care facility. When the helper is busy, the robot uses facial expression recognition and interrogation function, and implements a system that immediately informs the helper when the health condition of the user is suspected. We asked subjects including caretakers of Wakaba Care Center in Ayase City, Tokyo, to use the system and clarified the effectiveness of the system. We also organized the requirements for creating communication robots used at nursing care sites.

Keywords

Care; Facial expression detection; context recognition, humanoid robot; H2H communication

**Keio University
Faculty of Environment and Information Studies
Yu Matsui**

目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景	1
1.1.1	日本の高齢化社会	1
1.1.2	サービスロボットの普及	3
1.1.3	問題意識	4
1.2	目的とアプローチ	4
1.3	構成	5
第 2 章	介護支援システムと関連研究	6
2.1	介護現場支援システム	6
2.2	介護現場のコミュニケーションロボット	6
2.3	ログを使った会話戦略	9
2.4	まとめ	11
第 3 章	システムの検討と実装	12
3.1	設計概要	12
3.2	各モジュールの設計	13
3.2.1	感情判定モジュール	13
3.2.2	問診モジュール	14
3.3	実装環境	15
3.3.1	感情判定モジュールの実装	15
3.3.2	問診モジュールの実装	16
3.4	まとめ	19
第 4 章	プロトタイプを用いた予備的評価	20
4.1	プロトタイプシステムの概要	20
4.2	アプローチ	20
4.2.1	実験	21
4.2.2	アンケート	21
4.2.3	結果	21
4.2.4	考察	22
4.3	ORF での展示	23
4.3.1	アンケート	23

4.3.2	アンケート結果	24
4.3.3	考察	24
4.4	まとめ	25
第5章	介護施設を想定した実証実験	26
5.1	評価実験の目的と方法	26
5.1.1	アンケート	28
5.2	評価実験結果の分析と考察	28
5.3	介護現場におけるコミュニケーションロボット制作の要件	30
5.4	まとめ	30
第6章	結論	31
6.1	まとめ	31
6.2	今後の展望	31
6.2.1	体調が悪い人の発見	31
6.2.2	メンタルサインに基づいた問診	32
6.2.3	介護ヘルパーとの連携	32
参考文献		34

目次

1.1	介護者のストレスの有無*1	2
1.2	介護分野の有効求人倍率と失業率*2	2
1.3	介護現場でレクリエーションをする Pepper*3	4
2.1	アザラシ型ロボット*4	7
2.2	Ex-amp の概要*5	7
2.3	実証試験に試用されたロボットの一例*6	8
2.4	介入試験の進め方*7	8
2.5	ロボット問診連携システム*8	9
2.6	「徘徊みまもり」アプリケーションのイメージ図*9	10
3.1	サーモグラフィカメラ内臓のビルボード*10	13
3.2	システム構成図	15
3.3	カメラを取り付けた Pepper	16
3.4	背部の Raspberry pi3	17
3.5	作成したデータベース	18
4.1	アンケート結果 4	23
5.1	実験の様子	27
5.2	何から体調を判断したと思うか	29

第 1 章

序論

本章では、はじめに本研究における背景を述べ、次いで、本研究の目的を述べる。最後に構成とともに、本研究におけるコントリビューションを示す。

1.1 背景

本節では、研究における背景について述べる。

1.1.1 日本の高齢化社会

日本の総人口は、平成 28 年 10 月 1 日の時点で 1 億 2693 万人となっている。そのうち 65 歳以上の高齢者人口は 3459 万人となり、全体の 27.3 % を占めている。1950 年には 65 歳以上の高齢者人口は 5 % にも満たなかったが、年々増加を続け現在に至っている。この調子で増え続ければ、2065 年にはその占める割合は 38.4 % に達し、国民の約 2.6 人に 1 人が 65 歳以上という超高齢社会がくると推計されている [1]。

高齢化社会において介護需要はますます高まっていくと考えられるが、介護施設の運営を行う株式会社イリーゼは以下のような介護における問題点をあげている [2]。

1. 老老介護・認認介護

老老介護とは、65 歳以上の高齢者が 65 歳以上の高齢者を介護すること、つまり老人が老人を介護することを意味する。例えば高齢の夫婦間での介護、高齢の兄弟姉妹間での介護、高齢の子供がさらに高齢の親や身内の介護をするといったケースがある。原因は 2 つあり、1 つ目は医療の進歩により日本人の平均寿命が延びたこと、さらに平均寿命と健康寿命の差も大きくなり認知症の発症リスクが大きくなったことである。2 つ目は親と子供が別々に住む「核家族」が増えたことである。高齢者夫婦の世帯でどちらかに介護が必要になればどちらかが面倒を見ることになり、双方が認知症を発症すると認認介護になってしまう。また介護者について、日常生活での悩みやストレスの有無を見ると、「ある」68.9 %、「ない」26.8 % となっている [3]。

2. 高齢者の虐待問題

家庭や介護施設において、高齢者が虐待を受けることもある。介護施設の場合、厚生労働省の「平成 27 年度 高齢者虐待の防止、高齢者の養護者に対する支援等に関する法律に基づく対応状況等に関する調

*1 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/dl/16.pdf>

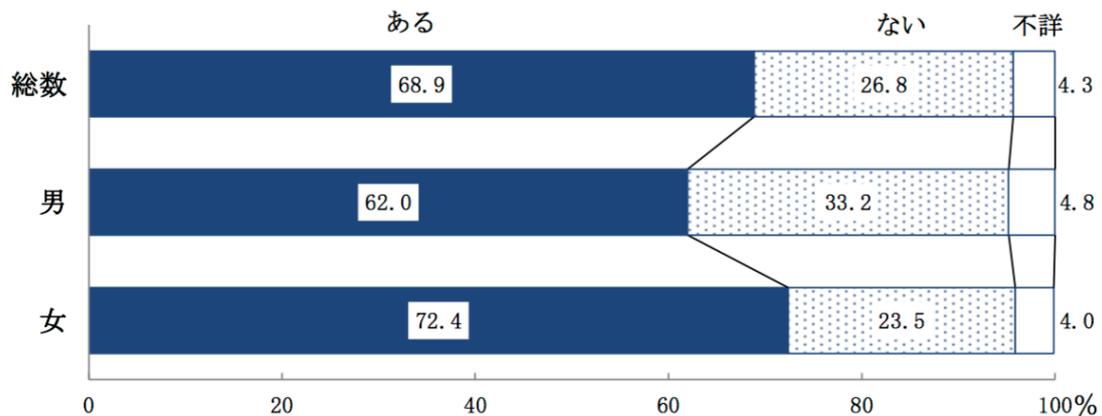


図 1.1 介護者のストレスの有無*1

査結果」によると [4]、虐待が起きている場所の 1 位は特別養護老人ホームで全体の 30.6 %，続いて，有料老人ホームが 20.9 %，認知症対応型共同生活介護（グループホーム）が 15.9 %，介護老人保健施設が 9.1 %，訪問介護等が 6.1 %となっている。また高齢者と虐待者の関係については養介護施設・事業者で最も多かったのは，介護職の 80.6 %。次いで看護職・管理職がそれぞれ 4.5 %，施設長が 4.3 %という結果になっている。男女別で見ると，男性が 52.8 %，女性が 47.2 %という割合である。

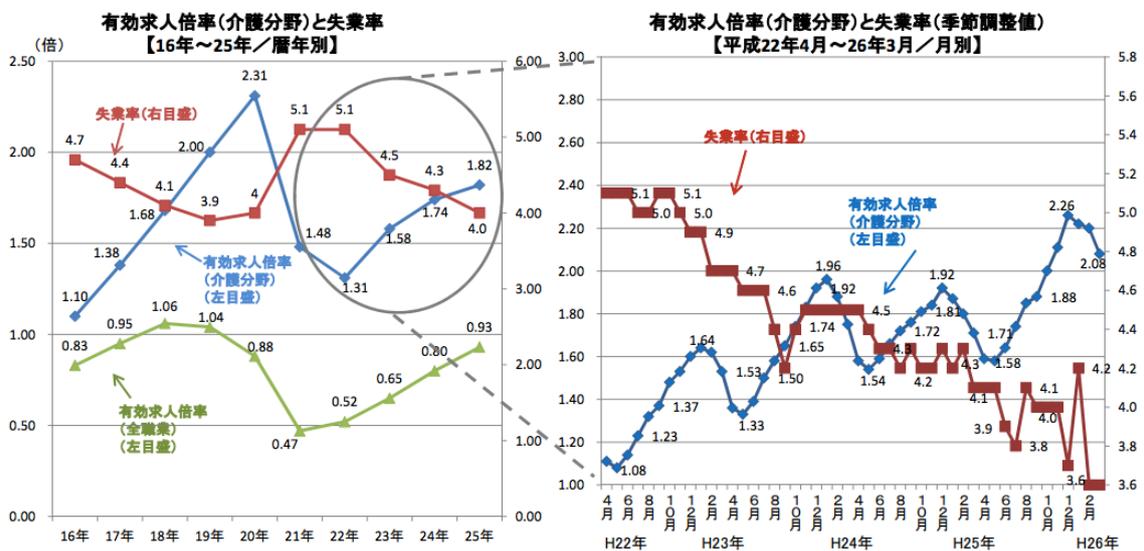


図 1.2 介護分野の有効求人倍率と失業率*2

3. 高齢者の一人暮らし

高齢者の一人暮らしで大きな問題になるのが「認知症」と「孤独死」である。それらのリスクを防ぐた

*2 <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12201000-Shakaiengokyokushougaihoukenfukushibu-Kikakuka/0000047617.pdf>

めには家族と同居することが一番だが、難しい場合もある。その場合民生委員や地域包括支援センターに相談する、介護保険制度のサービスを利用する、見守りサービスを利用するなどの対策が考えられる。また何か起きたときに誰かが気づいてくれるように、高齢者が社会との接点を持つように働きかけることも対策の一つである。

高齢化により各産業分野において人材不足が進んでいるが、今後大幅な需要拡大が見込まれる看護、介護、保育分野といった社会保障関係分野は一層人材不足が深刻である。公益財団法人介護労働安定センターが、「従業員の過不足」というテーマで調査したところ [5]、人材が「大いに不足」「不足」「やや不足」と回答しているのは全体の 62.6 %にもものぼった。同調査では、圧倒的な人手不足の原因は、そもそも「採用が困難である (73.1 %)」ことである。次いで、「事業を拡大したいものの人材確保できない (19.8 %）」、「離職率が高い (15.3 %）」となっている。ところが、実は介護労働者の数は増えており、2000 年頃には約 55 万人だった介護労働者数は、2012 年には 153 万人と、約 3 倍近くに増えている。このことは、増え続ける高齢者に、介護労働者の増加がおいついていけないほどのスピードで超高齢社会が進行しつつあること、また、施設で介護を受ける高齢者が増えていることを示している。これは、従来は高齢者の介護を家庭で担ったり、働きながら介護するようなライフサイクルが主流となっていたが、本格的な女性の社会進出が進み、介護において施設の助けを得るといった形態が一般的になってきたことが大きな要因と考えられる。共働き家庭が増えたことによっても施設における介護ニーズが高まったことなどから、2013 年には全職種の有効求人倍率の平均が 0.97 だったのに対し、介護分野は 1.92 となっている。つまり、介護業界は常に働きたい人の数より求人の方が多い介護労働力不足の状態にある。

1.1.2 サービスロボットの普及

高齢者と若年者の人口の開きが拡大していく中、ロボットが人間の代わりに働く事が期待されている。平成 22 年に政府が掲げた新成長戦略「介護機器（福祉用具）開発の促進」に則して、現在、「福祉用具・介護ロボット実用化支援事業」、「ロボット介護機器開発・導入促進事業」が推進されており、医療介護用ロボットは日本のサービス型ロボット開発の重点の一つとなっている。

2015 年にトヨタは障がい者や高齢者などの家庭内での自立生活をアシストする生活支援ロボット (HSR) の早期実用化を目指し、複数の研究機関等と連携して技術開発を推進する仕組みである「HSR 開発コミュニティ」を発足した。HSR は「床の上の物を拾う」「棚から物を取ってくる」などの日常的な動作をサポートする開発を進めている [6]。また、理化学研究所-住友理工人間共存ロボット連携センターは、人間のような腕を用いて移乗介助を行なう「RIBA (リーバ)」や「RIBA-II」を開発し、そしてその後継機として、人とのやわらかな接触と力強い動作を可能としたクマ型の「ROBEAR」を開発している [7]。一方、こういった介護者や被介護者を物理的に助けるロボットだけでなく、人間の言葉を理解しコミュニケーションをとることができるロボットも介護現場に導入されている。富士ソフトが 10 年に発表した「PARLO」[8] は利用者の顔を識別、記憶し、自分から話しかけたり、高齢リクリエーションの場でダンスなどを踊ることができる。またソフトバンクの「Pepper」も介護現場に導入されており、PARLO と同じくリクリエーションをサポートしている [9]。

*3 <https://www.softbank.jp/robot/biz/case/ittokai/>



図 1.3 介護現場でレクリエーションをする Pepper^{*3}

1.1.3 問題意識

ロボットが介護現場に導入されているが、介護職の人材紹介サービスを展開する株式会社ウェルクスが、介護のお仕事研究所の読者、介護系の SNS の読者を対象に、「介護ロボット」について調査したところ、コミュニケーションロボットの導入に賛成する人が 62.1 %、反対が 37.9 %との調査結果がある [10]。この中で反対の理由として、ロボットとの会話は温かみがない、介護現場では表情や声の状況などを見て相手の感情を理解しながらコミュニケーションを図っていくことが大切、という理由があった。デアゴスティーニ・ジャパンとタカラトミーは人とロボットの温かみのある会話を行うために「もっとなかよし Robi jr.」 [11] を共同開発した。「もっとなかよし Robi jr.」は、言葉が認識できなくても適切な返事をするすることで、会話をしている感じを生み出し、声に反応する時と反応しない時があるなど、わざとあいまいさを設定することで、より自然な会話に近づけている。このほか、音声感情認識ソフトにより人間の感情を分析し、ロボットの感情を同調させる研究や [12]、発話情報に基づいた表情認識を用いた感情分析の研究がなされている [13]。本研究では会話相手の状況を判断し、介護ヘルパーと連携をとることで介護現場を支援するロボットを作成する。

1.2 目的とアプローチ

本研究では、ヘルパー活動支援ロボットによる利用者の表情検出機能、及び、対話による健康状態の問診機能の有効性を検証することを目的とする。また過去の介護データに基づき体調、精神状態に応じた適切な話題を生成することで、利用者のロボットに対する印象が向上するかどうかを調査すると同時に、介護現場で使われるコミュニケーションロボットを制作するに当たっての要件を整理する。

本研究の貢献は以下の 2 つである。

- システムの性能評価および有用性の検証
- 介護現場におけるコミュニケーションロボット制作の要件の整理

1.3 構成

論文の残りは以下のように構成されている。第2章では、介護支援システムと関連研究を紹介する。第3章では、システムの設計について検討し、実装について述べる。第4章ではプロトタイプを用いた予備的評価について述べる。第5章で介護現場を想定した実証実験について述べる。第6章で論文の結論を述べ、今後の研究について議論する。

第 2 章

介護支援システムと関連研究

本章では、介護支援システムと関連研究を取り上げ、まとめる。

2.1 介護現場支援システム

現在の介護ロボットは、

1. 介護支援型
2. 自立支援型
3. コミュニケーション・セキュリティ型

の大きく 3 種類に分かれている [14]。本節では介護支援型と自立支援型のロボットについて説明する。

介護支援型ロボットは介護者の介護業務を支援するロボットである。移乗や入浴、排泄などの介護業務は、介護者の身体的・精神的負担となるため、これらの負担を介護ロボットによって軽減することで、介護業務効率の向上や、より質の高いケアの実現など、さまざまなメリットが期待できる。CYBERDYNE 株式会社の HAL[15] は、移乗介助の介護場面において、介護者が身体を動かそうとすると、脳から各部位の筋肉に向けて送られる生体電位信号を HAL が読み取り、その意図のとおり動いて介護を補助し介護者の腰部などにかかる負担を軽減させる。

自立支援型ロボットは、要介護者の自立を支援するロボットである。移動や食事、排泄といった日常生活動作の支援だけでなく、リハビリをサポートして将来的な自立を支援するタイプも含まれる。RT. ワークス株式会社の電動歩行アシストウォーカー [16] はセンサーが利用者の力の強弱や動き、路面状況などを感知することで、その時々に応じた制御を行う。

2.2 介護現場のコミュニケーションロボット

コミュニケーション型ロボットは、利用者とコミュニケーションをとるだけでなく、リクリエーションなどを通じて利用者の活動を向上させるロボットである。非言語コミュニケーションをとるものも含まれる。また、セキュリティ型ロボットは、センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を使用し、被介護者の自発的に助けを求める行動情報だけに依存しない見守りロボットのことである。アザラシ型ロボットパロ [17] は、多数のセンサーや人工知能の働きによって人間の呼びかけに反応し、人間の五感を刺激する豊かな感情表現や動物らしい行動をする。日本でもパロのセラピー効果が注目され、現在、介護福祉分野での導入が進んでいる。



図 2.1 アザラシ型ロボット*4

樫井ら [18] は身体を動かすことができない四肢麻痺患者のために、表情認識を使ってロボットにユーザの感情を理解させ、その感情をロボットに身体表現させる Ex-amp を作成した。ロボットの身体表現により、ユーザの感情を増幅させ、会話相手がユーザをよりよく理解でき、会話の質を向上させた。Ex-amp は介護施設での実証実験を行い、四肢麻痺患者だけでなく、高齢者にも有効であることを示した。

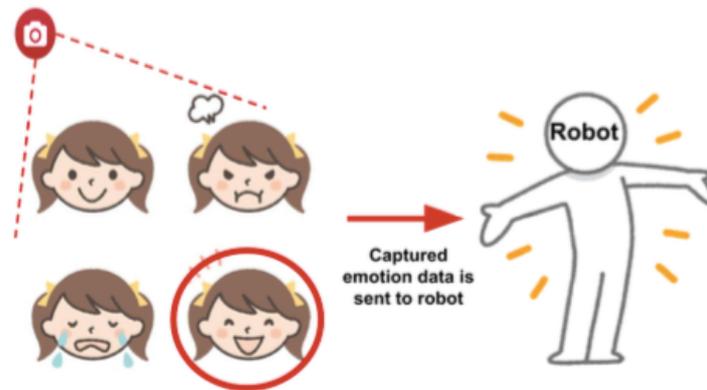


図 2.2 Ex-amp の概要*5

一人暮らしの高齢者のみまもりシステムとして、ベッドや浴槽などの日常的に使用する場所にセンサを埋め込み、測定対象者が使用した時にセンシングするシステムがある。ベッドやマットレスに温度センサや圧力センサ、導電繊維などを敷き、温度の変化を使用して体動、心電図、睡眠環境を観測できる [19][20]。シルエット見守りセンサは [21] セキュリティ型のロボットで、ベッドでの起き上がりやはみ出しを検知し、タブレットやスマートフォンに通知がいく見守りシステムである。見守り対象者のプライバシーのために送られる画像はシルエットになっている。

2016 年、経済産業省のロボット介護機器開発・導入促進事業（基準策定・評価事業）による「ロボット介護

*4 <http://intelligent-system.jp>

*5 <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2980509>

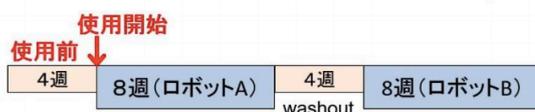
機器開発に関する調査」として 介護分野におけるコミュニケーションロボットの活用に関する大規模実証試験が行われた [22]. コミュニケーションロボットを、介護との関係で「コミュニケーションを目的もしくは手段とする」ために用いるロボットの総称と定義し、Pepper やなでなでねこちゃん DX2 などを用いて実施された。



図 2.3 実証試験に試用されたロボットの一例*6

公募により 29 代表機関 (計 96 施設) を選定し、それぞれの施設が対応している者のうち、65 歳以上の「介護を受けている人」を対象としたが、コミュニケーションを目的もしくは手段として活用するために十分な理解能力があることを条件とした。施設の状況に応じ、2 種類のプロトコルによって介入が行われた。この実証事件では介護における使用目的から 3 種類に分類された。ベッド上での姿勢や動作を検知し、それに応じて設定した「活動」項目、「参加」項目への「促し」を行う状況検知対応型、周囲の環境からロボットセンサーへ入力がされると促しを行う環境・操作反応型、体操のプログラム、レクリエーションと称しているプログラムを行う介護者代替プログラム実施型である。

1. クロスオーバー試験: 使用目的同一の類似ロボット



2. 単一ロボット使用前後比較試験: 同一ロボット (2種類)



図 2.4 介入試験の進め方*7

*6 <https://kaigorobot-online.com/contents/67>

*7 <https://www.amed.go.jp/program/list/02/01/005.html>

結果、866名中296名(34.2%)について、活動の「質」もしくは「生活の活発さ」において改善効果が認められた。実証試験では、事前に1ヶ月観察期間を設け、その間に変化のなかった(改善しなかった)者のみが対象となっている。コミュニケーションロボットの介入がなければ改善する見込みのなかった人の3割が改善したという結果は非常に画期的である。コミュニケーションロボットが広い範囲で効果をあげることが分かったが、現状は単にレクリエーションの時間を穴埋めするだけのロボットが多く、介護プログラムへの落とし込みが必要だと考えられている。

株式会社シャンティが開発したPepperのアプリケーション、ロボット連携問診システムは病院での問診票をデジタル化したものである[23]。Pepperのタブレットを使い症状を入力し、問診結果に基づき事例ベース推論技術を用い過去データから疑いのある症例を検索し病院側に知らせる。高熱時や感染症の疑いがある場合はトリアージとして病院側のパソコンに通知を送る。



図 2.5 ロボット問診連携システム*8

また、介護施設用のPepperのアプリケーションには、夜間の人員不足を解消するためにメッセージングアプリ「Slack」と連携して、認知症患者などの徘徊をみまもる「徘徊みまもり」[24]というアプリケーションがある。認知症患者の徘徊を検知した時に、呼び込み、会話を行って患者の興味をひきながら写真とメッセージを「Slack」に送信する。しかしこのアプリケーションでは患者の気をひくための会話に誕生日や天気の話題が使われている。提案するシステムでは、介護ログから適切な話題を生成することで利用者のロボットの印象を向上させる。

2.3 ログを使った会話戦略

人とロボットが長期的継続して関わる場合、ロボットが相手の名前を呼ぶことが有効であることが示されている[25]。また、宮下ら[26]は会話相手を個人同定し、顔見知りになる会話ロボットを実現し、ショッピングセ

*8 <http://shanti-robo.co.jp/monshin-robot/>

*9 <https://www.softbank.jp/robot/biz/app/mimamori/>

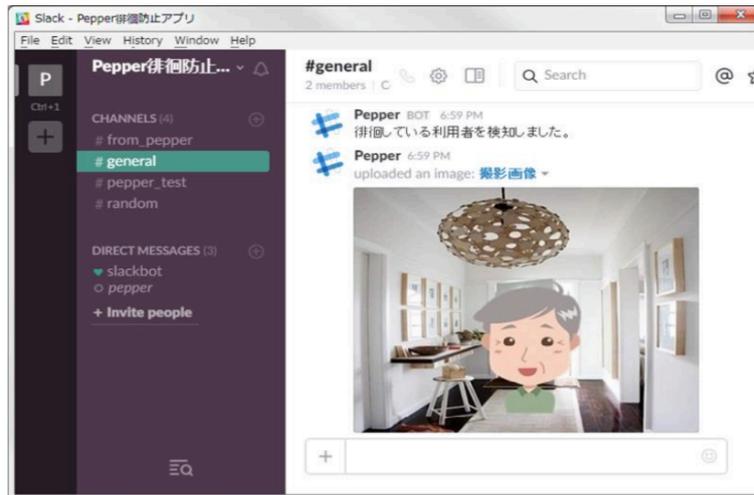


図 2.6 「徘徊みまもり」アプリケーションのイメージ図*9

ンターに設置した。結果ロボットの印象を実験期間中低下させることなく、対話相手を認識していることを示すことや、再会を促す対話はロボットに親しみやすい印象を与えると発見した。下河原ら [27] は、ユーザの対話履歴をロボット対話として利用するチャットシステムを提案した。チャットロボットはユーザの発話に含まれる名詞を用いて、対話データベースから文章を選択する。著者らは提案されたシステムを 65 歳以上の 6 人の被験者でテストした。第 1 の実験では、被験者の対話データから 853 文をロボット対話データとして収集した。すべての被験者は平均して 1 日に 76~220 回ロボットとチャットを行った。第 2 の実験では、著者は被験者をデータベースが更新されるグループとされないグループの 2 つに分けた。更新されたグループの相互作用時間は最初の実験から維持または増加し、更新されないグループは減少した。この結果は、ユーザの対話を用いて更新された対話データベースの有効性を示している。菅生健介ら [28] は、ユーザ発話からの知識獲得機能を有する対話システムを提案した。蓄積したユーザの嗜好情報を用いることで、ユーザがより好む話題の提示と、幅広い会話を可能とし、発話から知識を蓄積・応用することで、システムのユーザ満足度の向上が確認された。また、高齢者に対しても、従来型システムと比較して高齢者の発話を促すのに有効であることが示唆された。このように過去のデータを使った会話はユーザの印象を向上させる。

2.4 まとめ

表 2.1 は，上記の介護支援システムと関連研究を特徴に従って編成した．提案システムは介護ヘルパーを支援することを目的としており，被介護者の体調から会話相手を決定し，介護ヘルパーに連絡をとる．そして介護ヘルパーが来るまでの間に過去のデータを使った会話を行うことで利用者のロボットの印象を向上させる．次章では，この機能を実現するためのシステムの設計について検討し，実装について述べる．

	見守り	介護者の身体的負担軽減	会話相手の決定	被介護者の体調判断	介護者との連携	過去のデータを使った会話
PARLO						✓
HAL		✓				
システム				✓	✓	
ロボット連携問診システム				✓	✓	
徘徊見守り	✓		✓		✓	
提案システム			✓	✓	✓	✓

表 2.1 機能要件と関連研究

第3章

システムの検討と実装

本章では、提案するシステムの設計概要と実装について説明する。

3.1 設計概要

介護施設では介護ヘルパーが多忙で、全ての利用者の健康状態を常にチェックすることが難しいため、介護ヘルパーを支援するシステムとして、体調が悪い利用者を発見し、介護ヘルパーに連絡するシステムを提案する。本節では介護ヘルパーを支援するための機能要件を述べる。本研究における要件として、体調が悪いと疑われる人の発見、会話相手の優先順位の決定、介護ヘルパーへの連絡、過去のデータを使った会話の4つを提案する。

体調が悪いと疑われる人の発見

介護ヘルパーが多忙で、全ての利用者の健康状態を常にチェックすることが難しいため、ロボットが介護ヘルパーの代わりに利用者の健康状態をチェックすることが必要である。

会話相手の優先順位の決定

介護施設では元気な人と体調が悪い人が同じ場所にいる可能性がある。そのような時は元気な人への声かけは行わないか、一言に済ませ、体調が悪い人の声かけに時間を割く必要がある。

介護ヘルパーへの連絡

介護ヘルパーがいない時に、ロボットが体調が優れない利用者を見つけた場合、直ちに介護ヘルパーを呼び、ケアを行う必要がある。

過去のデータを使った会話

前章で、徘徊している利用者を見つけると天気や誕生日の話を使って会話をし、利用者の気をひくアプリケーションがあると述べた。しかし介護ヘルパーに連絡をした後に、単に雑談をするのではなく、メンタルサインを考慮した適切な会話が必要である。

健康上の問題がある人は早く発見することが重要であり、複数の人がいた場合、優先順位をつけて声かけを行う人を選定することが必要である。体調が悪い人を発見するために感情判定モジュールを使い、その後詳しく症状を聞くために問診モジュールを使う。よって本システムは感情判定モジュールと問診モジュールの2つのモジュールの構成とした。

以下に本システムの機能要件をまとめた。

- 周りにいる人を見渡して弱っている人を見つける
- 問題がありそうな人に話しかける
- 声をかけているバックグラウンドでケアマネージャに通知を入れる
- ケアマネージャが到着するまで、介護ログ（CareBank のクラウドデータを想定）を基に問診をする
- 問題なさそうな人は一言声をかけてから弱っている人に声かけをする

3.2 各モジュールの設計

本節では各モジュールを実装するための適切な設計を示す。

3.2.1 感情判定モジュール

介護現場では被介護者の心身の状況を判断して話すことが求められる。人とロボットのインタラクションに関する研究が盛んに行われており、ロボットやコンピュータによる感情の表出や理解等も着目されている [29]。人の感情を理解する研究に、脳波、脈拍、皮膚電気抵抗によるマルチモーダルな生体信号から喜び、怒り、哀しみ、恐れ、リラックスの 5 感情を対象とする感情認識システム [30] や、顔表情（可視情報）と顔温度画像（非可視情報）を用いて人の感情を推定するものがある [31]。佐藤ら [32] は介護施設用に体温と心拍数が測定できるウェアラブルデバイスの提案を行った。また 2016 年、医薬品メーカーの Theraflu [33] は、ポーランドのワルシャワに風邪の初期症状の一つである微熱を感知し、体調不良であることを知らせてくれるビルボードを設置した。ビルボードには熱赤外線サーモグラフィカメラが内蔵されており、ビルボードの前に立った人の体温を測定しサーモグラフィ画像で映し出す。微熱があると観測された人に対しては『熱があるかもしれません』と警告メッセージを表示する。



図 3.1 サーモグラフィカメラ内臓のビルボード*10

本研究では被介護者の体調を判断することで話しかける相手を決定する。よって言葉の極性など、会話中に

*10 <http://creativity-online.com/work/theraflu-thermoscanner/45464>

感情を判定するものは除外した。体調不良の原因はフィジカルとメンタルに分けられる。フィジカル面の体調不良は顔が青白いや紅潮しているなどの顔色や血圧、体温、心拍数、脈拍などのバイタルデータに表れる。メンタル面の体調不良は顔の表情や食欲、話し方などに表れる。フィジカル面の体調不良は、ウェアラブルバイタル生体センサーやサーモグラフィカメラによって観測できる。メンタル面の体調不良はカメラや会話内容によって判断することができる。上記の感情判定の方法を表 3.1 にまとめた。今回、体調判定モジュールでは、介護現場で日常的な体調を判定するために簡易な方法を用いることが必要と考え、ウェアラブルデバイスや装着を想定せず、より声かけが必要であると考えるメンタル面の体調不良に重きを置き、利用者の顔に出るメンタルサインを取得することを目的としたシステムを設計した。よって表情認識を用いることに決定した。また、複数人がいる場合は、どちらがよりネガティブな表情かを判定することによって、先に声をかけるべき相手を決定する。

表 3.1 感情判定方法の検討

方法	メンタル	フィジカル	即時性	装着感
ウェアラブル生体センサー	×	○	○	×
温度センサー	×	○	○	○
表情認識と顔温度センサー	○	△	×	○
表情認識	○	△	○	○

3.2.2 問診モジュール

東京にある介護施設、わかばケアセンターで体調不良が疑われる利用者への対処法のヒアリングを行った。その結果まずフィジカル面では、明らかに顔色が違うと分かる時は見たまま、風邪気味であるか、どこか痛いところがないかを聞く。そして、いつもと少し様子が違うと感じる時は水分が取れているかなど体調を遠回しに聞くとしている。また、高齢者は本音を言わない人や、暑さに鈍感で自分でも体調が悪いのか分からない人もいるため、客観的なデータでの補足を必要としている。話をしてくれない人に対する話題は本人の話題を出すと話してくれることが多く、過去のことを話すと話してくれるとしている。よって、過去の履歴を正確に追えるロボットは有効だと考える。メンタル面からいつもと様子が違うと分かった時は、話を聞いたり一緒に考えられている。これらのことを踏まえ、問診モジュールにおいては、過去のデータを使い、利用者のメンタルサインを考慮した適切な話題生成を行うこととした。

本システムのシステム構成図を図 3.2 に示す。

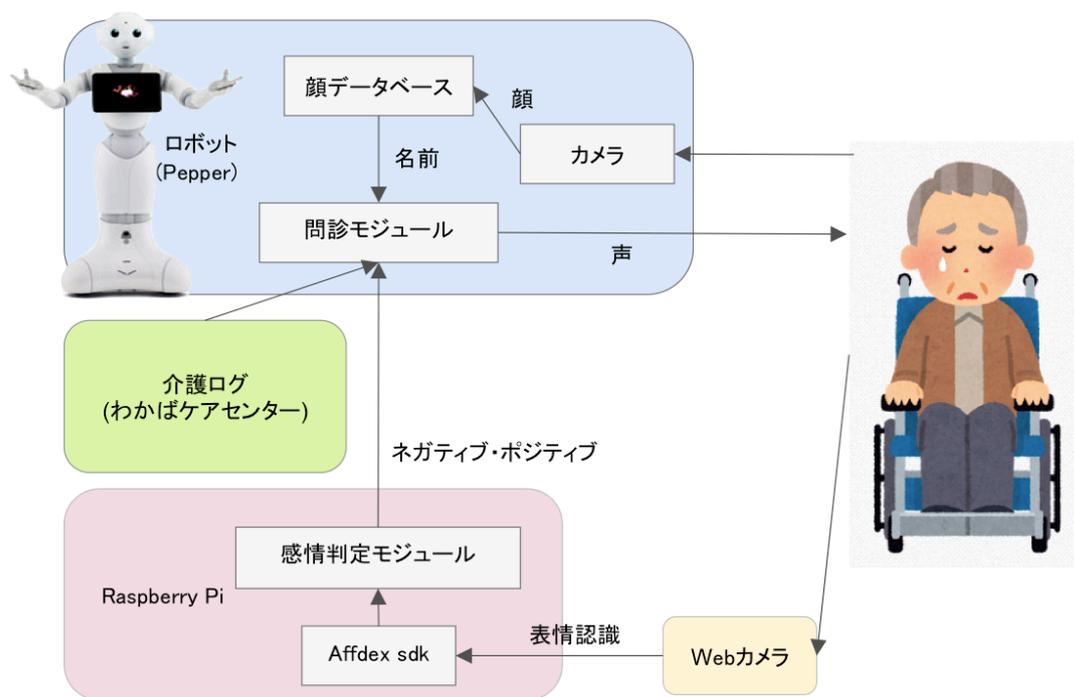


図 3.2 システム構成図

3.3 実装環境

前節で検討したシステムを Softbank Robotics 社の Pepper 上に実装した。Pepper を選択した理由は高さが 120cm あり、椅子に座った時に視線が合いやすく、表情認識をしやすくなるためである。Pepper 上に実装されているミドルウェア NAOqi と、Raspberry pi3 を使用した。

3.3.1 感情判定モジュールの実装

Raspberry pi3

本システムでは、ユーザの表情認識に Raspberry pi3 を用いた。Raspberry pi3 上では Affectiva の表情認識エンジン、Affdex SDK が作動している。Affdex SDK で分析できる感情は「喜び」、「怒り」、「驚き」、「悲しみ」、「嫌悪感」の 5 つである。正面から、± 25 度までの回転であること、マスク、サングラス、髪の毛や帽子によって顔が隠されていないこと、部屋が明るすぎたり暗すぎたりしないことが条件で、条件を満たさない場合は感情の検出精度が下がる。また、文化的背景によって日本人は感情を出しにくい、Affdex SDK で出た感情に関しては分析結果は同じになり、日本での活用事例もある [34]。表情に出るメンタルサインの判定には驚き以外の 4 つを用いた。「悲しみ」、「怒り」については閾値を 70 % に設定した。70 % より高い値で検出されると。以前、介護施設のわかばケアセンターで Affdex の表情認識を用いた実験を行った時に、高齢者の

皺や頬のたるみなどにより「嫌悪感」を判定しやすいことが分かったため、閾値を他の感情より高い 80 % に設定した。また、3 秒以内の最大 10 枚の画像の感情分析結果の値を足して平均をだすことで、誤認識を減らした。そして「喜び」が閾値を超えた時と、喜びの値から「怒り」「悲しみ」「嫌悪感」の全て足した値を引いた値が 0 より大きい場合はポジティブと判断し、「怒り」「悲しみ」「嫌悪感」が閾値を超えた時と喜びの値から「怒り」「悲しみ」「嫌悪感」の全て足した値を引いた値が 0 を超えるとネガティブだと判断する。Raspberry pi3 は Pepper の頭部に取り付けた web カメラから画像を受け取り感情推定結果を表情判定モジュールに送っている。Pepper にもカメラがついているが、解像度が低いため表情などの細かい部分は取れないため外部のカメラ web カメラを用いた。ユーザがカメラを意識しないように、Pepper の色と同じ白の 3D プリンタで頭部に取り付けるための部品を作った。また、Raspberry pi3 も目立たないように背部に取り付けた。



図 3.3 カメラを取り付けた Pepper

3.3.2 問診モジュールの実装

メンタルサインに応じた適切な声かけを行うために、過去のデータを利用する必要がある。介護施設で使われている介護ログを想定してデータベースを作成した。介護施設で使われている介護ログには名前と日付、顔色、体調、バイタル、食事のほか、どのような援助や介護をしたかということが記録されている。顔色、体調の項目は良または不良を選択し、脈拍と体温、食事に関することは文字で入力している。その他介護内容については風呂介助や掃除などの項目をチェックボックスで記録している。提案システムのデータベースにはこの中で会話を生成できる項目である食事量、食事内容、前日の健康状態の項目を作成した。体調は同じく良か不良の 2 択にした。図 3.5 は作成したデータベースである。「apetite」の項目の 1 は前日にご飯を食べたことを



図 3.4 背部の Raspberry pi3

意味し、2は食べられていないことを意味する。同じく「health」の項目の1は健康であったことを意味し、2は健康状態に問題があったことを意味する。

Pepper のカメラでユーザの顔登録と顔認識を行い、声かけの際に名前を呼ぶ。一度顔認識をしてやりとりが終わった人には、もう一度顔認識をしても話しかけないように実装した。Raspberry Pi3 から送られてきた結果を Pepper が受け取り、問診を行うか行わないかを決定する。顔が登録されていない時は過去のデータを使わずに直接、「どこか調子が悪いですか?」と尋ねる。問診の流れは以下の通りである。

	id	date	appetite	menu
	Filter	Filter	Filter	Filter
1	ふくもと	20171121	1	牛丼
2	まついゆう	20171121	2	ごはん
3	よこた	20171121	1	オムライス
4	しげかね	20171121	1	肉炒め
5	しあん	20171121	1	茶碗蒸し
6	みやもと	20171121	2	カレー

	id	disease_name
	Filter	Filter
1	viol	腰痛
2	viol	神経痛
3	shandy	アトピー
4	shandy	喘息
5	nago	神経痛
6	nago	痛風

	id	date	health
	Filter	Filter	Filter
1	ふくもと	20171122	1
2	やまだ	20171122	1
3	ごとう	20170114	2
4	よこた	20170114	1
5	しげかね	20170114	1
6	しあん	20170114	2

図 3.5 作成したデータベース

〇〇さん、持病の〇〇は大丈夫ですか？

昨日は体調があまり良くなかった/元気だったみたいですが、今日は大丈夫ですか？

体調が優れないようなので介護士さんをお呼びしますね。その間に少し質問しても良いですか？

いつから具合が悪いですか？

頭や喉は痛くないですか？

昨日は〇〇をたくさん食べられたみたいですが、今日もご飯は食べれましたか？

吐き気はしますか？

ありがとうございます、介護士さんに伝えておきますね。早く元気になってください。

なにか悩みや心配なことはありませんか？

具合が悪そうに見えましたが、勘違いでよかったです！

前日も体調が良かった場合

いつも元気いっぱいですね！今日も楽しく過ごしましょう！

前日の体調が優れなかった場合

昨日はたくさん休めましたか？昨日より元気そうですね！今日も楽しく過ごしましょう！

3.4 まとめ

本章では，感情判定から問診までのシステムの検討と実装について述べた．次章では，本システムのプロトタイプの評価を評価し，考察を述べる．

第4章

プロトタイプを用いた予備的評価

本章では、プロトタイプの評価と ORF での展示について説明する。

4.1 プロトタイプシステムの概要

Raspberry pi で表情認識の Affdex SDK を実行する。Pepper に取り付けられた web カメラの分析結果から表情のポジティブ・ネガティブを判定する。一度ネガティブかポジティブな表情を認識したら 10 秒間は表情の判定結果を送らないようになっている。同時に複数人の表情を取れるので、その結果を pepper に送り、ネガティブな表情を検出した人に優先して決められた声かけを行う。事前に Pepper に内蔵されているカメラで顔を覚えさせていた場合、声かけに名前を使う。それぞれの声かけは 3 種類ずつあり、具体的な声かけ内容は以下の通りである。

ポジティブ

なんだか楽しそうですね!いいなー!
あなたを見ているとなんとか僕までうれしくなっちゃいます!
何かいいことありましたか?うらやましいです!

ネガティブ

なんかちょっと、疲れていませんか?元気出してくださいね!
いやなこととかありましたか?コーヒーでも飲んで忘れちゃいましょう!
お疲れですか?今日はゆっくり休んでくださいね!

4.2 アプローチ

声かけには

- 立ち止まらせるための声かけ
- 表情認識を使ったメンタルサインを考慮した声かけ

の2種類がある。立ち止まらせるための「こんにちは」という声かけを使って予備実験を行ったが、Pepperの前で立ち止まる人があまりいなかったため、表情認識を使ったメンタルサインを考慮した声かけについての実験を行った。

4.2.1 実験

表情認識を使う場合と使わない場合を検証した。Pepperには、人間が近づくと雑談を始めるオートノマスライフという自律モードが備わっている。そこでオートノマスライフを用いて、Pepperが被験者に2つの話題を持ちかけるまでを1回の実験とした。オートノマスライフが動いている間に、会話相手の表情を認識すると、Pepperがネガティブかポジティブな表情かに合わせて声かけを行う。表情認識を行う場合と行わない場合、どちらから話してもらうかはランダムで決めた。

4.2.2 アンケート

被験者には2回話してもらった後、まとめてアンケートを行った。アンケートは7段階評価で行い、質問項目は以下の通りである。

- 普段ロボットに接していますか?
- ロボットは今の気持ちにあった声かけをしたと思いますか?
- 声かけを嬉しいと感じましたか?
- 自然でしたか?
- また話したいと思いましたか?
- 寄り添うように感じましたか?

この他にSD法で暗い-明るい、冷たい-優しいなどの6種類の定量評価をとった。

表 4.1 定量評価の項目

暗い	明るい
近づきがたい	人懐こい
おとなしい	にぎやかな
憎らしい	愛らしい
冷たい	優しい
消極的な	積極的な

4.2.3 結果

自然だったかという項目とまた話したいと思ったかの項目では声かけをしない方が自然という結果になった。

寄り添うように感じたかという項目では、有意差が見られ、普段ロボットに接していない人の方がより寄り添われていると感じる傾向にあった。

声かけに関する項目でも、全体では表情認識をしない方が印象が良いが、普段ロボットに接している人とそ

表 4.2 メンタルサインに合った声かけをした時

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. 自然でしたか?	0	1	4	0	2	1	1
2. また話したいと思いましたが?	0	2	1	1	3	2	0
3. 寄り添うように感じましたか?	0	2	3	1	2	1	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

表 4.3 声かけをしなかった時

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. 自然でしたか?	1	1	3	3	1	0	0
2. また話したいと思いましたが?	1	1	5	1	0	1	0
3. 寄り添うように感じましたか?	0	1	4	1	2	0	1

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

表 4.4 ロボットの経験がある人

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. 今の気持ちにあった声かけをしたと思いますか?	0	1	0	1	0	3	1
2. 声かけを嬉しく感じましたか?	0	0	1	0	1	4	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

表 4.5 ロボットの経験がない人

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. 今の気持ちにあった声かけをしたと思いますか?	0	1	0	2	1	0	0
2. 声かけを嬉しく感じましたか?	0	0	3	1	0	0	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

うでない人で比較してみると、普段ロボットと接していない人の方が今の気持ちにあった声かけをされたと感じ、声かけを嬉しく思ったということがわかった。

定量評価では、近づきがたい-人懐こいという項目と消極的な-積極的などという項目で有意傾向にあった。

4.2.4 考察

プロトタイプシステムの評価を行った。近づきがたい-人懐こいという項目と消極的な-積極的などという項目で有意傾向にあったが、これはメンタルサインを取得したことで Pepper の発話量が増えたことが原因だと考える。オートノマスライフを使い、Pepper が被験者に話しかけている一つの話題の文章の間に声かけが割り

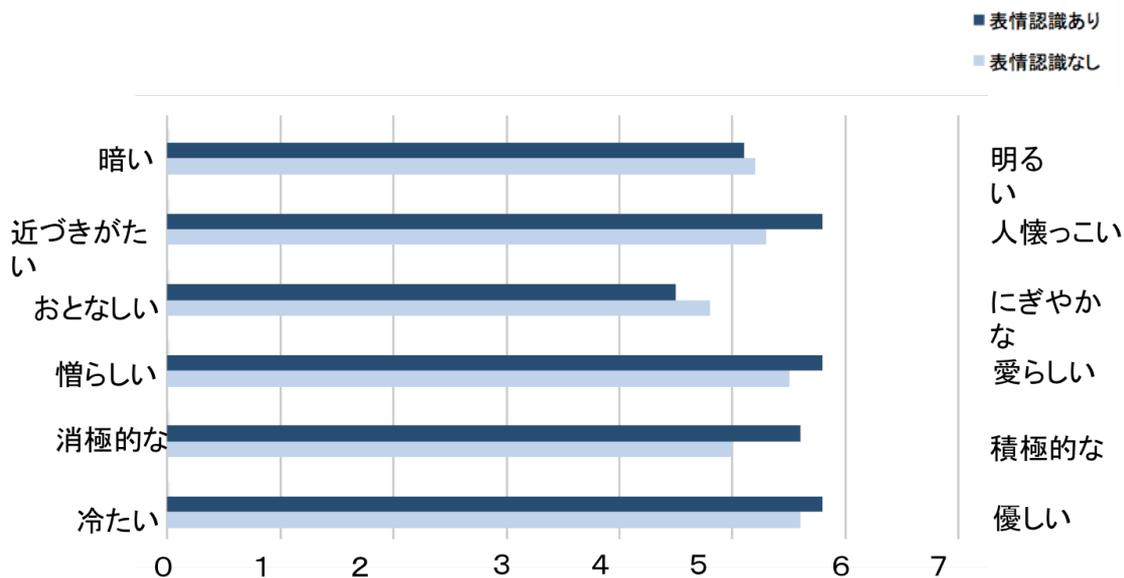


図 4.1 アンケート結果 4

込まれることがあったため、表情認識を行わない時よりも表情認識を行う時の方が不自然になってしまった。プロトタイプシステムは表情がポジティブかネガティブかについて、声かけの種類が限られているため、会話の中で何度も同じ声かけをしてしまう時があった。表情認識を用いた声かけが有効であるかを実験したが、雑談の間ではなく、体調管理をする一連の流れができると不自然さはなくなると考える。また、ロボットを触る経験がない人の方が声かけの満足度が高くなったが、これは普段ロボットに接している人はロボットへの期待値が高いためだと考える。

4.3 ORF での展示

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス (SFC) では、研究活動成果を広く社会に公開する場として、「SFC Open Research Forum (ORF)」を毎年開催しており、所属する研究会でも展示を行った [35]。ORF ではさらに会話の優先度を判断し会話相手の切り替えを行う機能を追加し展示を行った。あらかじめ研究室のメンバーの名前の登録と、前日の体調、食事内容、食事量、持病を想定しデータベースを作成した。表情認識を行い、メンバーの体調が悪そうだと判断すると介護ログを用いて問診を行い、その間に体調が良さそうな人が話しかけても最初の会話相手を優先し、介護ヘルパー役のメンバーが話しかけるとヘルパー役のメンバーに体調が疑われる人を引き渡す。体調が良さそうな人が雑談をしている時に、体調が悪そうな人を認識すると最初の会話相手には少し待ってもらい、後から入ってきた人に話しかけるというデモンストレーションを行った。また、システムに関するアンケートも行った。

4.3.1 アンケート

デモンストレーションを見せることができた 17 歳から 48 歳の 15 名の来場者にアンケートを 5 段階評価で行った。アンケート項目は以下の通りである。

表 4.6 アンケート回答者の統計

所属	合計
学生	7
会社員	5
研究員	0
その他	3
性別	合計
女性	7
男性	8

1. これまで体験したロボットと比べて会話機能は充実していますか?
2. 今の体調に合った声かけができたと思いますか?
3. 症状を上手に聞き出せていると感じましたか?
4. このロボットを使ってみたいですか?

4.3.2 アンケート結果

アンケート結果は以下の通りである。

表 4.7 アンケート項目と 1~5 のスケールで ORF デモ来場者が回答した回答

質問	5	4	3	2	1
1. これまで体験したロボットと比べて会話機能は充実していますか?	26.7	33.3	26.7	13.3	0
2. 今の体調に合った声かけができたと思いますか?	6.7	26.7	46.7	20.0	0
3. 症状を上手に聞き出せていると感じましたか?	13.3	26.7	40.0	20.0	0
4. このロボットを使ってみたいですか?	33.3	40.0	6.7	20.0	0

5: とてもそう思う, 4: そう思う, 3: どちらとも言えない, 2: あまりそう思わない, 1: 全くそう思わない

総投票数のパーセント表示

4.3.3 考察

これまで体験したロボットと比べて会話機能が充実していると答えた人が多かったが、割り込みに対応していることと過去のデータを使って話していることが原因だと考える。今の体調に合った声かけができていないか、症状を上手に聞き出せているかという項目ではどちらとも言えないと答えた人が多かった。デモンストレーション用に体調管理をしていることがわかりやすいようにネガティブな表情を判定しやすくしたため、真顔や、少しの笑顔ではポジティブと判定されなかったためだと考える。また、最初の表情判定を使った声かけが自分の体調に合っていないと、次の問診も自分の認識とかけ離れていくため、印象が悪くなった。ORFの会場が騒がしく、雑音のせいで話しかけられたと認識し、問診の途中で一旦待ってもらい、また会話に戻って

くるということも多かった。その時は会話に戻る前と後で2度同じ質問をしてしまうことも印象に関係していると思うが、想定する介護施設は ORF の会場より静かであるため、音声認識の制度はもう少し良くなると思われる。

4.4 まとめ

本章ではプロトタイプの評価と ORF での展示について述べ、以下の知見を得た。

- メンタルサインを考慮した声かけはロボットの印象を向上させた
- ORF の会場など、外出している人の中で体調が悪い人は少ない

以上のことを踏まえて、次章では介護施設を想定した実験のデザインをし、問診システムの有効性を評価する。

第 5 章

介護施設を想定した実証実験

本章では、ヘルパー活動支援ロボットによる利用者の表情検出機能、及び、対話による健康状態の問診機能の有効性を検証する。

5.1 評価実験の目的と方法

過去の介護データに基づき体調、精神状態に応じた適切な話題を生成することで、利用者のロボットに対する印象が向上するかどうかを調査する。また、介護施設にロボットを設置するうえでの要件を再度整理する。表情認識を使って過去のデータを使って問診を行うときと、過去のデータを使わないときの問診システムの印象を評価する。この場合、どちらの条件を先に実験するかはランダムに決定する。3章では過去のデータを使った問診の内容について述べたが、過去のデータを使わない問診は以下の通りである。

〇〇さん、こんにちは、今日の調子はいかがですか？
体調が優れないようなので介護士さんをお呼びしますね。その間に少し質問しても良いですか？
いつから具合が悪いですか？
頭や喉は痛くないですか？
ご飯は食べられましたか？
吐き気はしますか？
ありがとうございます、介護士さんに伝えておきますね。早く元気になってください。
なにか悩みや心配なことはありませんか？
具合が悪そうに見えましたが、勘違いでよかったです！

過去のデータを使わない元気な人への声かけは、以下の2種類をランダムで話す。

- 元気そうですね！僕も嬉しいです！今日も楽しく過ごしましょう！
- 何か良いことありました？素敵な笑顔です！

わかばケアセンターを訪問した時に、安全面の問題からライトレースなどをしないと Pepper を移動させることは難しいことが分かった。このため利用者が必ず座る場所にロボットを設置する必要がある。実際の介護施設にロボットを置く時は、施設に来て靴を履き替える時に座る玄関の椅子の前と、自由時間の間に部屋の端にあるソファの前に置くとより多くの人の表情を認識でき有効であると考えられる。今回の実験では介護施設の自由時間を想定し、3人1グループで Pepper を囲むように座らせ自由に話しや課題を行ってもらった。

また、介護ログに入力するために、被験者には実験を行う前日に以下のような体調，食事内容，食事量に関するアンケートを行った。

- 昨日の体調はどうでしたか？ 良い・悪い
- 今日の体調はどうでしたか？ 良い・悪い
- 昨日の夕御飯は何でしたか？
- 完食できましたか？
- 今日の夕御飯は何でしたか？
- 完食できましたか？

また、座っている時に下を向いて作業をしていると顔認識ができないため、「こっちをみてください」と言った後に Pepper が首を回し顔認識を始め，人を見つけると表情認識を行い順番に話し始める条件とした。さらに，同じ画面に2人以上が写っているとどちらの表情を web カメラでとっているのか分からないため，椅子を離して設置し，カメラには1人だけが写るように調整した。4章でも述べたように，学校には体調が悪い人が少なく，体調が悪い人がいない場合は問診が行えないため，ロールプレイでの実験を行った。また，ロールプレイを行わない場合の印象も評価した。被験者は20代の男性5人，女性4人の合計9人である。

表 5.1 ロールプレイの設定

設定	前日の体調	前日の食事量	前日の食事内容
ずっと元気な人	良い	食べた	ラーメン
昨日から風邪気味な人	悪い	食べた	オムライス
1週間前にペットが死んでしまった人	悪い	食べてない	ハンバーグ

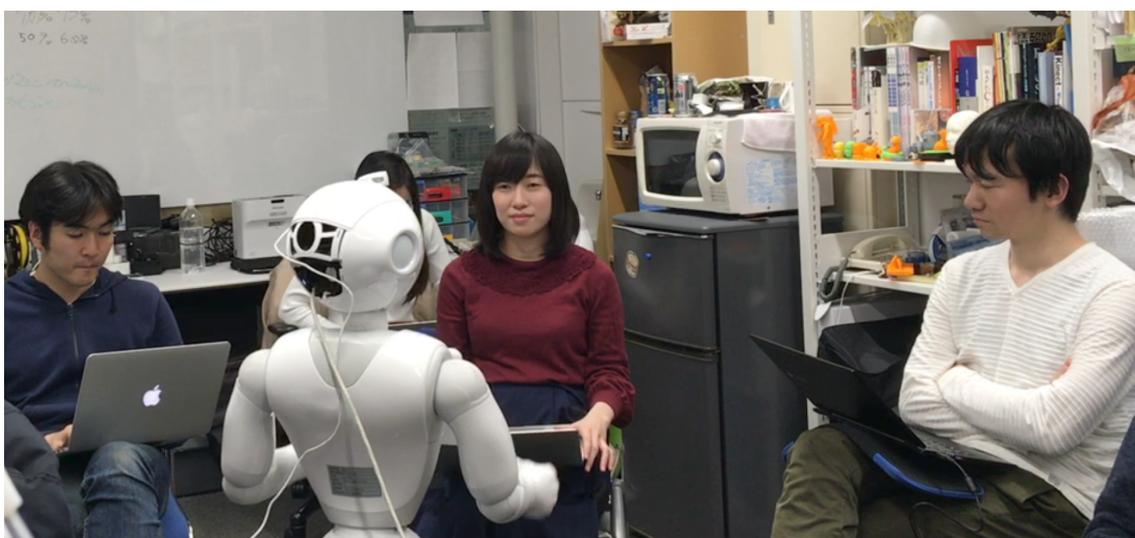


図 5.1 実験の様子

5.1.1 アンケート

被験者には1回話してもらった後、7段階でアンケートを行った。アンケート内容は以下の通りである。

- ロボットに心配されていると感じましたか？
- ロボットの声かけを嬉しく感じましたか？
- ロボットは昨日の体調を気遣っていると思いませんか？
- ロボットはあなたの表情を見ていましたか？
- 何から体調を判断したと思いますか？
- ロボットに体調のことを言われて、今日の体調を振り返ってみましたか？
- その他気づいたことがありましたら教えてください

5.2 評価実験結果の分析と考察

ロールプレイをした時の結果は表 5.2, 表 5.3 の通りである。「心配されていると感じましたか」、「昨日の体調を気遣っていると思いませんか」の項目で過去データを使う場合と使わない場合で有意差 ($p < .05$) があった。9人中7人がロボットに前日の体調を気遣われたと感じ、全員が過去のデータを使わない時よりもロボットに心配されていると感じた。しかし心配されていることと嬉しく感じるという結果はあまり結びついていなかった。これは、過去のデータを使う時と使わない時で同じ質問があること、順番に話しかけるため最初の人が話をしていて何を話しかけられるのかがわかってしまい、同じことを同じ順番で質問されると事務的な印象を受けてしまい嬉しさに繋がらなかった可能性があると考えられる。また、悩みがあるとわかった時にすぐに介護士を呼ぶことに驚いている被験者がいた。実際の介護士は利用者に悩みがあると分かると話を聞いて一緒に考えることが一般的であるため、ロボットは話を聞かず、介護士へ連絡するだけだったが、ロボットだから話してくれる悩みがあるかもしれないと考えた。今回の実験では過去のデータを使った問診が有効であるかを調べるためにネガティブなメンタルサインを取得した後すぐに話を聞き始めたが、実際の介護施設では悩みの話など繊細な話題はまわりに人がいないことを確認して話すかオブラートに包む必要がある。また今回は体調が悪い人をロールプレイでもらったが、本当に体調が悪く声が出ない時のために声以外の入力方法があればより多くの人の手助けができるかもしれない。

表 5.2 過去のデータを使って問診を行った時

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. ロボットに心配されていると感じましたか？	0	4	5	0	0	0	0
2. ロボットの声かけを嬉しく感じましたか？	0	2	4	2	1	0	0
3. ロボットは昨日の体調を気遣っていると思いませんか？	2	2	4	1	0	0	0
4. ロボットはあなたの表情を見ていましたか？	1	3	1	1	2	1	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

表 5.3 過去のデータを使わずに問診を行った時

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. ロボットに心配されていると感じましたか？	0	1	4	1	0	3	0
2. ロボットの声かけを嬉しく感じましたか？	1	2	4	1	0	1	0
3. ロボットは昨日の体調を気遣っていると思いましたか？	0	2	2	1	2	2	0
4. ロボットはあなたの表情を見ていましたか？	0	2	3	1	0	2	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

「何から体調を判断したと思うか」という質問に表情以外の昨日の体調, 食事量の項目が多く掲げられた。実際には表情から体調を判断しているが, 昨日の体調や食事料などロボットとの会話の項目が示されたことは, コミュニケーションの重要性を示唆している。

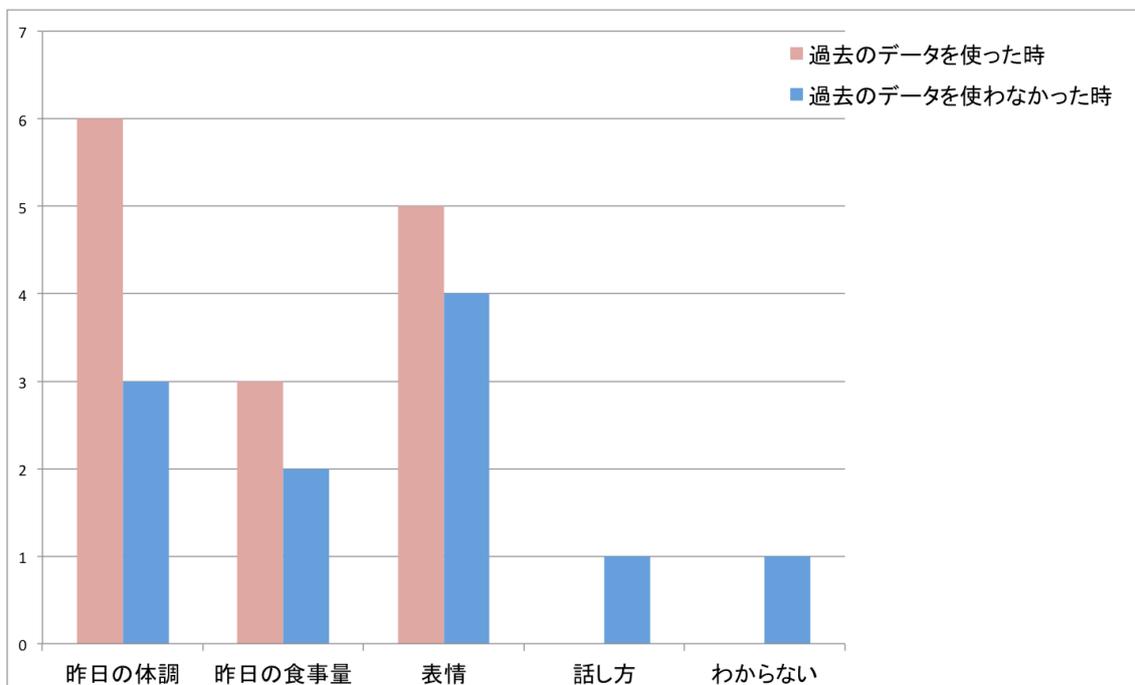


図 5.2 何から体調を判断したと思うか

次に, ロールプレイをしないでシステムを利用してもらった。上記のアンケート項目に加え, 「ロボットに体調のことを言われて, 今日の体調を振り返ってみましたか?」という質問も行った。自分では元気だと思っ
ていても実は体調が悪い時もあるかもしれないが, Affdex SDK を使った感情判定が全く違った場合, 体調を振り返る必要はないと考えたからである。しかしながら結果, ほとんどの人が自分の体調を振り返ることができた。

表 5.4 ロールプレイをしなかった時

質問	7	6	5	4	3	2	1
1. ロボットに心配されていると感じましたか？	0	2	3	1	3	0	0
2. ロボットの声かけを嬉しく感じましたか？	0	1	5	2	0	0	0
3. ロボットは昨日の体調を気遣っていると思いましたか？	0	3	3	3	0	0	0
4. ロボットはあなたの表情を見ていましたか？	2	2	1	1	2	1	0
5. ロボットに体調のことを言われて、今日の体調を振り返ってみましたか？	2	3	2	0	2	0	0

7: とてもそう思う, 6: そう思う, 5: 少しそう思う, 4: どちらとも言えない, 3: あまりそう思わない 2: そう思わない, 1: 全くそう思わない

5.3 介護現場におけるコミュニケーションロボット制作の要件

これらの実験結果を踏まえて、介護現場におけるコミュニケーションロボット制作の要件を整理する。

1. 人それぞれ違う声かけをする

今回は問診をするために食事や体調のデータを使用したが、趣味や予定などをあらかじめ入力しておくことで、人それぞれ違う声かけができる。それによって利用者を飽きさせることなく会話、問診を行う。

2. 会話相手の優先順位を決定する

体調が良い人と悪い人を判断し、体調が悪そうな人から話しかけることで先に話しかけられた人が気まづい思いをしないようにする。

3. 話題によって利用者と話す場所を変える

悩みの話など繊細な話は介護士を呼ばずにロボットが話を聞くこともできる。話しにくいこともあるので大勢がいる場所では悩みについて深く聞かない。

5.4 まとめ

本章では、評価実験の概要や具体的な手順、評価項目、そしてアンケート結果をもとに分析と考察を行なった。その結果、過去のデータを使って問診を行うことで印象が良くなるということがわかった。次章では、その結果を踏まえて、今後に向けた課題や展望を書き、本論文のまとめをする。

第6章

結論

本章では、本研究のまとめと結論を述べ、今後の課題と展望について記す。

6.1 まとめ

現在、日本で少子高齢化が進んでおり、65歳以上の高齢者人口は全体の27.3%を占めている。この調子で増え続ければ、2065年にはその占める割合は38.4%に達し、国民の約2.6人に1人が65歳以上という超高齢社会がくると推計されている。労働者と高齢者の数の開きが拡大していく中、労働力としてロボットが人間と一緒に働くことが期待されている。圧倒的な人手不足に悩んでいる介護現場には、すでにコミュニケーションロボットが導入されているが、そのほとんどがリクリエーションのサポートを行っている。本研究では、介護ヘルパーを支援することを目的として、ヘルパーが多忙な時に、ロボットが利用者の表情認識と問診機能を使い、健康状態が良くないと疑われる場合は直ちにヘルパーに連絡をするシステムを提案した。このシステムでは表情認識を使ってメンタルサインを取得し、ロボットが声かけを行う相手を決定する。また、利用者の過去のデータを使って問診することでロボットの印象が向上するという仮説を立て、介護施設を想定したロールプレイで被験者にシステムを使用してもらった。その結果、過去のデータを使い体調を気遣うことで、よりロボットに心配されていると感じられることがわかった。また、介護現場で使われるコミュニケーションロボットを制作するに当たっての要件を整理した。

- 表情認識を使いメンタルサインを考慮した声かけを行った
- 過去のデータを使って問診を行うことで利用者の印象を向上させた

6.2 今後の展望

本節では、本研究で提案した問診システムの機能要件である(1)体調が悪い人の発見、(2)メンタルサインに基づいた問診、(3)介護ヘルパーとの連携の3つについて評価実験の結果を受けての問題点と解決策、今後の展望を述べる。

6.2.1 体調が悪い人の発見

今回はロールプレイによるシステムの信頼性の評価を行ったが、今後実際の介護現場での試用により現場に適合したシステムの評価をしていくことが必要である。本システムではメンタルサインのみを表情認識によっ

て行ったが、非接触のバイタル生体センサーやサーモグラフィを使うことで、フィジカル面とメンタル面、どちらの体調不良にも対応でき、より実用性があがるシステムが構築され则认为る。

6.2.2 メンタルサインに基づいた問診

5章で述べた通り、問診システムについては過去のデータを使うことで利用者がロボットにより心配してもらっていると感じられることがわかった。しかし、体調が悪そうな人に対しては問診の内容が同じだと質問を予想してしまうため事務的な印象を受けるとの意見があった。よって問診をする時に会話相手の発話を繰り返すことで人によって会話内容を変え、事務的な印象をなくすることができるかもしれない。また、介護施設では利用者の過去のことを話すと話をしてくれるとしていたが、体調に関するデータだけでなく、趣味などの雑談に関するデータを使うことで人によって違う会話を生成できる。

6.2.3 介護ヘルパーとの連携

今回は介護施設を想定して実験を行ったが、実際の施設では実験できなかった。介護ヘルパーを支援できているのかをより長期的な実験によって明らかにする必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり，テーマの設定から実験の方法まで，温かくまた厳しくご指導頂きました慶應義塾大学環境情報学部准教授高汐一紀博士には深く感謝致します．また，慶應義塾大学環境情報学部教授徳田英幸博士には，本論文の執筆に当たって御助言を賜りました事を深く感謝致します．また，日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂戴いたしました慶應義塾大学高汐研究室の皆様には深く感謝致します．また，Sociable Robots 研究グループにおいて，実装に多大なる協力をいただいた堀江拓実氏に深く感謝致します．最後になりましたが，4年間に渡る大学生活を温かい目で見守ってくれた家族に，深く感謝申し上げます．

2018年1月23日

松井佑有

参考文献

- [1] 内閣府. 平成 29 年版高齢社会白書, 高齢化の現状と将来像, 2017.
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf.
- [2] 株式会社イリーゼ. 介護の 5 つの問題とは? 老老介護から虐待まで原因と解決策総まとめ, 2017-7-11.
<https://www.irs.jp/article/?p=544>.
- [3] 厚生労働省. 平成 28 年 国民生活基礎調査の概況, 2017-6-27.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/dl/16.pdf>.
- [4] 厚生労働省. 平成 27 年度 高齢者虐待の防止、高齢者の養護者に対する支援等に関する法律に基づく対応状況等に関する調査結果, 2017-3-21.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000155598.html>.
- [5] 介護労働安定センター. 平成 27 年度「介護労働実態調査」の結果, 2016-8-5.
http://www.kaigo-center.or.jp/report/pdf/h27_chousa_kekka.pdf.
- [6] TOYOTA. Hsr, 2016-8-5.
<https://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/8709536/>.
- [7] RSC. Robear, 2015.
<https://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/8709536/>.
- [8] 富士ソフト. parlo, 2015.
<https://palro.jp>.
- [9] Softbank. Pepper for biz, 導入事例, 社会福祉法人 一燈会 様, 2016-3.
<https://www.softbank.jp/robot/biz/case/ittokai/>.
- [10] 株式会社ウェルクス. 介護ロボットオンライン, 介護ロボット、約 7 割が「導入していない」——導入阻む原因 1 位は「価格」 | ウェルクスが「介護ロボット」に関する調査を実施, 2016-3.
<https://prtnews.jp/main/html/rd/p/000000114.000013773.html>.
- [11] 株式会社タカラトミー. Omnibot, もっとなかよし robi jr. - タカラトミー, 2016-10.
http://www.takaratomy.co.jp/product_release/pdf/p161019.pdf.
- [12] 山野美咲, 薄井達也, 橋本稔. 情動同調に基づく人間とロボットのインタラクション手法の提案. HAI シンポジウム, Vol. 2008, , 2008.
- [13] 森博章, 宮脇健三郎, 西口敏司, 佐野睦夫, 山下信行. グループ感情場モデルによる感情推定方式の検討. 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol. 109, No. 470, pp. 519-523, 2010.
- [14] かながわ福祉サービス振興会. 介護ロボット普及推進事業.
<http://www.kaigo-robot-kanafuku.jp/category/1438992.html>.

- [15] CYBERDYNE. Hal 腰タイプ介護支援用.
https://www.cyberdyne.jp/products/Lumbar_CareSupport.html.
- [16] RT ワークス. ロボットアシストウォーカー rt.2.
<https://www.rtworks.co.jp/product/rt2.html>.
- [17] 柴田崇徳, 和田一義. アザラシ型ロボット「パロ」によるロボット・セラピーの効果の臨床・実証実験について. 日本ロボット学会誌, Vol. 29, No. 3, pp. 246–249, 2011.
- [18] Ai Kashii, Kazunori Takashio, and Hideyuki Tokuda. Ex-amp robot: Expressive robotic avatar with multimodal emotion detection to enhance communication of users with motor disabilities. In *26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2017, Lisbon, Portugal, August 28 - Sept.1, 2017*, pp. 864–870, 2017.
- [19] T Tamura, S Miyasako, M Ogawa, T Togawa, and T Fujimoto. Assessment of bed temperature monitoring for detecting body movement during sleep: comparison with simultaneous video image recording and actigraphy. *Medical engineering & physics*, Vol. 21, No. 1, pp. 1–8, 1999.
- [20] Linhai Lu, Toshiyo Tamura, and Tatsuo Togawa. Detection of body movements during sleep by monitoring of bed temperature. *Physiological measurement*, Vol. 20, No. 2, p. 137, 1999.
- [21] 大和ハウス工業. シルエット見守りセンサ (離床センサー) | ロボット事業 | 大和ハウス工業.
<http://www.daiwahouse.co.jp/robot/mimamori/>.
- [22] 大川弥生. 介護分野におけるコミュニケーションロボットの活用に関する大規模実証試験報告書, 2017-5-31.
http://robotcare.jp/wp-content/uploads/2017/07/communi_robo_veri_test_report.pdf.
- [23] 株式会社シャンティ. ロボット連携問診システム株式会社シャンティ.
<http://shanti-robo.co.jp/monshin-robot/>.
- [24] ソフトバンクロボティクス株式会社. 徘徊みまもり.
<https://www.softbank.jp/robot/biz/app/mimamori/>.
- [25] 神田崇行, 佐藤留美, 才脇直樹, 石黒浩. 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp. 27–37, 2005.
- [26] 宮下善太, 神田崇行, 塩見昌裕, 石黒浩, 萩田紀博. 来客と顔見知りになる案内ロボット. インタラクション, 2008.
- [27] Eri Sato-Shimokawara, Shun Nomura, Yoko Shinoda, Haeyeon Lee, Tomoya Takatani, Kazuyoshi Wada, and Toru Yamaguchi. A cloud based chat robot using dialogue histories for elderly people. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on*, pp. 206–210. IEEE, 2015.
- [28] 菅生健介, 萩原将文. ユーザ発話からの知識獲得機能を有する対話システム. 日本感性工学会論文誌, Vol. 13, No. 4, pp. 519–526, 2014.
- [29] 岸竜弘, 遠藤信綱, 大谷拓也, 橋本健二, 中田圭, 高西淳夫. 顔面各部の広い可動域および顔色により豊かな表情表現が可能な 2 足ヒューマノイドロボット頭部の開発. 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 4, pp. 424–434, 2013.
- [30] 高橋和彦. マルチモーダル生体信号情報による感情認識に関する一考察. 人間工学, Vol. 41, No. 4, pp. 248–253, 2005.
- [31] 小谷一孔. 顔表情の可視情報と非可視情報による感情推定に関する研究, 2014.

- [32] 佐藤直樹, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. ウェアラブルデバイスを用いた介護施設用体調管理システムの提案. 電気関係学会東北支部連合大会講演論文集 平成 28 年度電気関係学会東北支部連合大会 講演論文集, pp. 160–160. 電気関係学会東北支部連合大会実行委員会, 2016.
- [33] Theraflu. This billboard can tell you if you're running a fever, 2016-2-11.
<http://creativity-online.com/work/theraflu-thermoscanner/45464>.
- [34] 人の感情を認識する ai 「affdex」 - affectiva × シーエーシー .
<https://www.affectiva.jp/case/>.
- [35] 慶應義塾大学 | sfc open research forum 2017.
<https://orf.sfc.keio.ac.jp/2017/>.