

高齢者と共生するロボットネットワークシステムの開発

研究代表者 加納 政 芳 中京大学 工学部 准教授

1 はじめに

2009年時点での65歳以上の高齢者のいる世帯数は2,013万世帯であり、全世帯の41.9%を占めており[1]、そのうちの23% (463万世帯) が単独世帯となっている。独居高齢者は、他の世帯と比べて健康や生活費などの経済的な心配ごとや悩みごとを持つ場合が多い。具体的には、「自分の健康のこと」「生活費などの経済的なこと」「病気のときに面倒を見てくれる人がいないこと」「一人暮らしや孤独になること」などが挙げられる[2]。このような独居高齢者の状況を把握する一つ的手段として見守りシステムが考えられる。

見守りシステムとは、従来の緊急通報システムのように、高齢者の緊急時に急を知らせるものではなく、高齢者の手をわずらわすことなく、離れてすむ家族などが、高齢者の日常生活を自動的に知ることができるシステムである[3]。これまでに、高齢者の家庭内での行動をモニタリングすることで、高齢者の異常状態を直接的に検知する方法が提案されている[4, 5]。また、高齢者のプライバシーに配慮し、電気ポットや冷蔵庫に取り付けたセンサによって、毎日家族へメールで安否を知らせるシステム[6, 7]や、ガス使用量をメールで通知するシステム[8]などが実用化されている。さらに、高齢者の情報が一方的にかつ自動的に家族などに送信されることが、高齢者の心理的負担になっているという仮説に基づいて、常時双方向伝達型の見守りシステムも提案されている[9]。ロボット分野では、リアルタイムの動画と音声を伝えることで高齢者の状況をより正確に把握できる留守番ロボット ROBORIOR (ロボリア) も開発・販売されている[10]。

本研究では、以上のシステムではこれまであまり議論されてこなかった高齢者の心理面の変化を把握するために、赤ちゃん人形ロボット Babyloid[11, 12]による高齢者の「心の見守りネットワークシステム」について議論する。高齢者の心理状態を把握することで、システムを導入した家族がそのシステムに頼り切らずに、こまめに連絡を取る理由ができるなどの効果が期待できる。

Babyloid は主に、高齢者に抱きかかえられながら使用される。このような特殊な使用環境を考慮すると、以下の情報を取得することが可能と考える。

1. 高齢者の表情情報
2. ロボットへの対応情報
3. ロボットへの語りかけ情報

まず、1. についてであるが、西牧ら[13]の研究では、移動ロボットを用いて、高齢者の動き・行動を認識しているが、高齢者の表情までは取得していない。橋野らは洗面台などの日常使用と思われる住宅設備に CCD カメラを取り付けて、高齢者の顔色を取得している[14]。一方で、Babyloid を使用した場合は、高齢者が至近距離でロボットを利用するため、精度の高い表情画像情報が物理的負担をかけることなく取得できる。このようにして日々得られる画像から高齢者の表情の変化を読み取ることができると考える。つぎに、2. についてであるが、高齢者のロボットへの対応でも特に Babyloid が自己充足を行っているとき、すなわち、Babyloid が泣いたり、機嫌が悪くなったりした際の高齢者の対応を観察することが重要と考える。いつもは機嫌の悪いロボットをあやしていた高齢者が、ある日は、怒って叩いた、かまひもしなかった、などの行動の変化が見られる可能性がある。こういった、高齢者の行動の変化からストレスの度合いを測ることができるものとする。最後に、3. のロボットへ的高齢者の語りかけについてであるが、独居高齢者が Babyloid に対して話しかけることは十分に考えられる。高齢者は自身についての内容をロボットに話しかけるものと思われるので、高齢者の語りかけの内容を解析し、日々の心理状態・生活状態を把握することができるものとする。

以上の3つの情報は、Babyloid によってのみ取得可能であり、なおかつ、これまでに注目されてこなかった、高齢者の心理的な変化を読み取ることができると期待される。また、3つの情報を組み合わせることでより正確に高齢者の心理状態を測れるものと推察する。このようなシステムを導入することで、家族がそのシステムに頼り切らずに、高齢者の心理状態の変化をきっかけとして、こまめに連絡を取ることを行うなどの効果が期待される。これによって高齢者がより強い安心感や家族とのつながりを得ることができると考える。本研究では、表情情報と語りかけ情報を用いた研究を進めたので、これらについて報告する。

2 ロボットネットワークシステムの概要

図1に、高齢者の心を見守るロボットネットワークシステムの概要を示す。本システムは、独居高齢者に物理的負担のかからないようにするために、独居高齢者とBabyloidが日常的にインタラクションを行うことで(同図中(A))、自動的に高齢者の心理状態をサーバに報告し(同図中(B))、家族などにメールなどで見守る側に高齢者の心理的な情報を送信する(同図中(C))ものである。

通信プロトコルとしては、Robot Service Network Protocol (RSNP) [15, 16]を用いる。RSNPはロボットサービスイニシアチブ(RSi)によって公開されているプロトコルであり、セキュリティを保ちながら、ネットワークサービスをロボットによって提供することができる。また、ロボットシステム開発用ソフトウェア基盤技術であるRTミドルウェアとの相互接続を行うことが進められており、汎用性の高いサービスの実現が見込める。

これまでの見守りシステムは、高齢者の安否情報を伝達すること主眼として開発されていたが、本システムは心理的情報を主として提供することを考える。

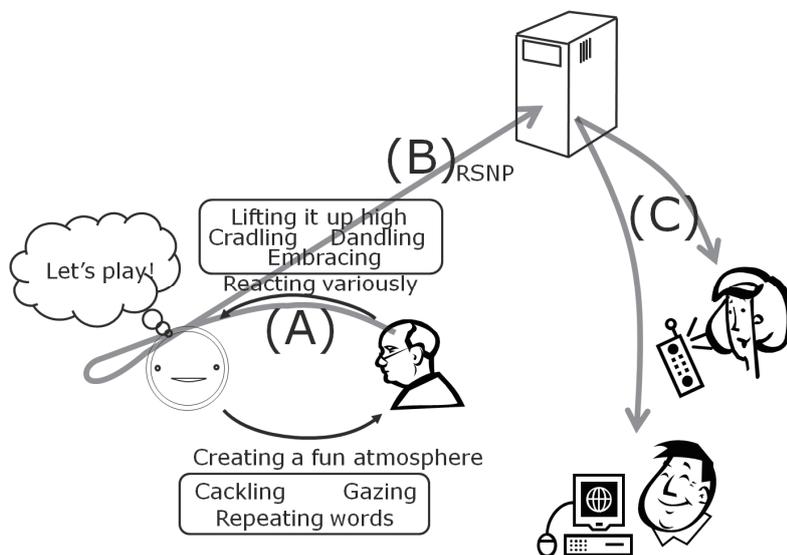


図1：ロボットネットワークシステムの概要図

3 Babyloid

老年期における喪失体験[17]などによる精神的なストレスが、高齢者の様々な健康障害を誘発する可能性がある。このことから、高齢者が、衰退する機能や変化していく役割を考慮しつつ、社会の中で自らの存在価値を見だし、生きがいをもって生活することが重要となる。高齢者が生きがい感をいただくためには、何らかの仕事をもつことが一つの方法とされている[18, 19]。そこで本研究では、高齢者が世話をする対象と共存することで、高齢者が社会的役割をもち、生きがいを感じることができると考え、高齢者に世話されるロボットBabyloidを開発している[11, 12]。

図2にBabyloidの外観を示す。Babyloidは、一般的なロボットが目指すような人と同じように「すべての/特定の作業ができるように」ではなく、「なにもできないように」設計されたロボットである。ただし、泣く、機嫌が悪くなるなどの心理的・生理的状态を表出することを通して、自己充足性を満たそうとする。Babyloidは、人の赤ん坊と同様に自己の不調を積極的にアピールすることをインタラクションに導入している。

Babyloidの身長は約44[cm]、体重は2.2[kg]である。人の赤ん坊よりも若干小さめにデザインすることで、高齢者の筋力でも抱きやすいように配慮している。また、さわり心地に配慮し、筐体の周りをモヘアで覆っている。

首は2自由度、両腕は各3自由度である。両手先・腹部・臀部・背中(2ヶ所)はタッチセンサにより、抱かれたときや手を握られたとき、ベッドに寝かされたことなどを検知できる。腹部・臀部のくぼみに低反発シリコンを埋め込んでおり、人と同様の腹部と臀部のやわらかさを演出している。カメラ・マイク・スピーカによって音声インタラクションもできる(ただし言語情報は用いない)。また、加速度センサにより、あやしや落下などの急速な速度変化を感知できる。温度センサにより、内部温度の変化を検知できる。

顔は、厚さ1.5[mm]のシリコン樹脂でできており、口角およびあごの部分をもータで動作させることで樹脂を伸張させて、表情を作成する。目もモータによって制御し、開閉眼を表現する。涙やほほの赤らみを表現するために、LEDを配置している。額・頭頂部には光センサを配置し、頭をなでられたときなどに反応できる。耳部には、焦電センサがあり、人の存在の有無を知ることができる。

本研究では、Babyloidを用いた高齢者の心の見守りロボットネットワークシステムを開発する。



図2 : Babyloidの外観

4 表情情報に関する研究

4-1 表情情報による高齢者の心理状態推定について

人間の心理状態を把握するために、人間の表情を理解することは非常に重要なことである。表情分析に関する研究においてEkman[20]は人の基本的な感情を6種類(驚き、恐怖、怒り、嫌悪、悲しみ、幸福)に分類している。本研究では、その6感情の中の「喜び」、「悲しみ」、「平静」の3つの表情について静止画を用いて表情の判別を行った。表情判別の手順は以下のとおりである。

- ① カメラ画像からの肌色領域抽出、顔領域特定
- ② 顔画像の切り取りとサイズ変更
- ③ 画像の2値化
- ④ 学習データに基づいた顔画像のPCA圧縮
- ⑤ 圧縮データを用いた表情ごとの平均値の取得
- ⑥ 未知画像データとの二乗誤差で表情判別

ここでは、④の学習手法について詳述する。

まず、はじめに、学習用画像をベクトルで表現する。画像の画素の輝度値をベクトルの要素とすることで1枚の画像からベクトル x_i を形成し、ベクトル x_i の大きさが1となるように正規化を行う。画像枚数を M 、画素数を N とすると画像集合行列は以下のように表される。

$$\begin{aligned} \text{画像集合行列} : X &= [\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_M] \\ x_i &= \frac{x_i}{|x_i|} \end{aligned}$$

次に各画像ベクトルから顔画像の平均ベクトル \vec{c} を求め、共分散行列 Q を計算する.

$$\vec{c} = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \vec{x}_n$$

$$X = [\vec{x}_1 - \vec{c}, \vec{x}_2 - \vec{c}, \dots, \vec{x}_M - \vec{c}]$$

$$Q = XX^t$$

共分散行列 Q を用いて以下の固有値問題を解き固有値 λ , 固有ベクトル e_i を求める.

$$\lambda \vec{e}_i = Q\vec{e}_i$$

この固有値問題を解くことによって得られた固有値を大きい値から順に並べる. 求めるべき固有空間の次元を k とすれば, 固有値を大きいほうから k 個取り出し, それらに対応する k 個の固有ベクトルを求める. この固有ベクトルによって張られる空間が顔画像の固有空間になる. ここで, 表情 F_j ($j = \{\text{平静, 幸福, 悲しみ}\}$) を画像ベクトル集合行列とし, 表情画像の枚数を L とする. 次に F_j に以下の式を用いて投影を行い, k 次元のベクトル集合行列 F'_j を生成する.

$$F_j = [\vec{f}_1, \vec{f}_2, \dots, \vec{f}_L]$$

$$F'_j = [\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_k]^t [F_j]$$

最後に生成した F'_j から平均ベクトル u_j を生成し, u_i を表情テンプレートとして登録する.

$$F'_j = [\vec{f}'_1, \vec{f}'_2, \dots, \vec{f}'_L]$$

$$\vec{u}_i = \frac{1}{L} \sum_{n=1}^L \vec{f}'_n$$

表 1 に⑥の実験結果を, 図 3 に正面顔の 2 次元特徴量の散布図を示す. 同図より, 幸福とその他の感情は分離できたため幸福の表情の判別率が非常に高い反面, 悲しみと通常表情の分離ができておらず平静の表情の判別率が低くなってしまっている. これは平静の表情からの変化が幸福の表情の場合は大きく, 悲しみの表情は少なかったために起きたと考えられる. 今後, こうした課題点とともに表情から心理状態を推定するための手法について考えていく予定である.

表 1 : 判別結果

平静	幸福	悲しみ
52 %	100 %	92 %

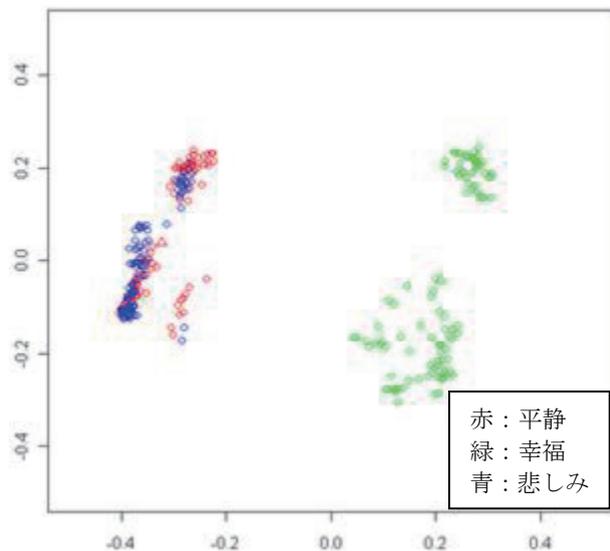


図3：特徴量の分布

4-2 画像処理フィルタの検討

カメラ情報を用いたシステムでは、私生活の映像をそのまま送信するため、高齢者自身が好まない情報を伝達してしまう恐れがある。新保[21]は、カメラなどのユビキタスメディアを導入することについて、個人の私生活への侵襲度が高い場合には個人のプライバシー保護との関係で様々な問題が生ずる可能性を述べている。このことから、高齢者の日常をより正確にかつ安心して伝えるために、以下の3点を考慮する必要があると考える。

- ① 送り手（高齢者）が嫌悪感をもたないような形で送信すること
- ② 受け手（家族）が大きな変化だけでなく、細かな状態変化も確認できること
- ③ 送り手の行動に対応できる動作可能なシステムであること

これらを解決する手段として、本研究では、カメラを有した移動可能なロボットを用いて、カメラで取得した画像に表情を読み取ることが可能なフィルタ処理を施すことで、高齢者のプライバシーに配慮した見守りシステムの開発を目指す。

システムは、高齢者と共生するロボットのカメラ情報をサーバに転送し、サーバ側で画像処理を施し、プライバシーの保護された画像を家族に届け、家族がそれを確認して高齢者の状態を判断するという枠組みである。

実験の結果、表情のわかりやすさを重視するならば、図4のフィルタを、嫌悪感の低減を重視するならば図5の輪郭フィルタを用いることが最も望ましいことが示唆された。



図4：表情のわかりやすさを重視したフィルタ



図5：嫌悪感の低減を重視したフィルタ

4-3 動画像からの特徴的な表情抽出手法

本節では、Babyloidで取得可能な高齢者の表情情報に着目し、表情情報を利用した高齢者の心の見守りシステムを提案する。本システムは、従来システムのように高齢者の安否情報を伝達するのではなく、高齢者

の特徴的な表情を抽出して高齢者の心理状態を大まかに伝えることで、家族が高齢者に対して連絡を取るきっかけを与えるものである。

表情認識に関する従来手法には、ニューラルネットワークを利用して笑顔などの表情を認識するもの[22]や、統計的学習を用いて表情特徴を数値化することで特徴的な表情を動画から選択するもの[23]などがある。これらの手法では、事前に表情の学習を行う必要があり、また、学習のために大量のデータが必要となる。本節では、学習を用いずに「特徴的な」顔表情を抽出することを考える。ここで、「特徴的」とは、具体的な心理状態を特徴づけるものではなく、動画中において、「いつもと異なるもの」と定義する。このような「いつもと異なる表情」が、ある程度の割合で適切に抽出できれば、高齢者の心理状態を判断する材料として用いることができると考える。

表情抽出システムは以下の処理からなる。

- ① 平均顔画像生成
- ② 特徴量抽出
- ③ 顔画像抽出

以下では各処理について詳述する。

(1) 平均顔画像の生成

本稿では、「特徴的でない」顔画像として、平均顔を用いる。

まず、動画から顔領域を切り出したものを対象領域 $\mathbf{f}(t)$ における画素 (x, y) の輝度値を $f_{xy}(t)$ とすると、平均顔画像 \mathbf{m} の各画素値 m_{xy} は以下の式で算出できる。

$$m_{xy} = \frac{\sum_{t=1}^T f_{xy}(t)}{T}$$

ここで、 T は総フレーム数である。

(2) 顔画像の特徴量抽出

本稿では、平均顔画像からの「ずれ」を特徴として抽出するために、特徴量としてコサイン類似度を用いる。 t フレーム目のコサイン類似度 $s(t)$ は、以下の式で求められる。

$$\begin{aligned} s(t) &= \frac{\mathbf{f}(t) \cdot \mathbf{m}}{|\mathbf{f}(t)| |\mathbf{m}|} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_{ij}(t) m_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_{ij}(t)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J m_{ij}^2}} \end{aligned}$$

ここで I, J は、それぞれ x, y 方向の画素数である。

2つの画像 $\mathbf{f}(t)$ と \mathbf{m} が一致しているとき、 $s(t) = 1$ で最大となり、値が小さいほど2つの画像は類似していないと判定される。

(3) 顔画像の抽出

$s(t)$ の値が小さい、すなわち平均顔と大きく特徴の異なる顔画像を単に抽出すると、一定のフレーム内に存在する類似画像が複数枚抽出される場合がある。そこで本節では、ある一定時間 γ 以上離れており、かつ $s(t)$ が小さい画像を抽出することを考える。

顔画像抽出アルゴリズムを図6に示す。同アルゴリズムを用いれば、 N 枚の特徴的な顔画像を抽出することができる。

入力：入力画像集合 $F = \{f(t)|t = 1, \dots, T\}$

出力：出力画像集合 A

1. **begin**
2. 平均顔画像 m を生成;
3. 全フレームの特徴量 $s(t)$ を算出;
4. $a(t) = \arg \min_{f(t) \in F} s(t)$
5. $F := F \setminus a(t)$;
6. $A := a(t)$;
7. **repeat**
8. $b(t) = \arg \min_{f(t) \in F} s(t)$
9. **if** $\gamma < \min_{c(t') \in A} |t - t'|$
 $\%t, t'$ は $b(t), c(t')$ の時刻
10. **then** $A := A \cup b(t)$;
11. $F := F \setminus b(t)$;
12. **until** $|A| < N$
13. **end.**

図6：顔画像抽出アルゴリズム

(4) 実験

1時間の動画の中から、特徴的表情的抽出実験を行った。実験パラメータは、記録画素 320×240 、フレームレート $15[\text{fps}]$ 、 $\gamma = 30[\text{fps}]$ 、 $N = 5$ とした。

実験結果を図7に示す。同図において、「快」「平静」「不快」のラベルは、被験者自身が動画を見て主観で付与したものである。同図より、抽出された5つの表情は、それぞれのラベルの特徴を表していることが見て取れる。

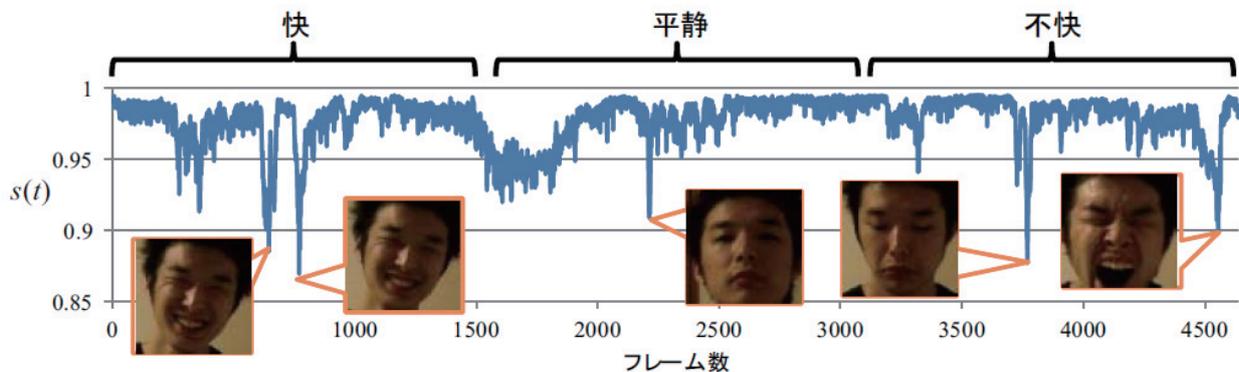


図7：特徴的な顔画像の抽出結果

5 語りかけ情報に関する研究

本節では、赤ちゃん型ロボットBabyloidを通して取得した語りかけ情報から、高齢者の心理状態を遠隔地の家族に通知するシステムを提案する。本システムを利用し、高齢者の心理状態を把握することができれば、システムを導入した家族がそのシステムに頼り切らずに、こまめに連絡を取るなどの効果が期待できる。これによって高齢者がより強い安心感や家族とのつながりを得ることができると考える。

5-1 語りかけ情報の取得

高齢者の語りかけ情報の取得には、連続音声認識ソフトウェアJulius[24, 25]を使用する。Juliusは、大語彙連続音声認識を主な目的として開発されたフリーソフトウェアであり、汎用性・可搬性が高い。また、使用する音響モデルや言語モデルを差し替えることで、様々な環境に応じたシステムの構築が可能である。

本研究では、Babyloidを実際に運用して取得した語りかけ情報を基に言語モデルを作成することを考える。しかし、Babyloidの運用環境下では高齢者の語りかけ音声以外の複数の音源からも、音声が同時に取得されるため、会話内容全てを正確に把握することは非常に困難である。そこで、会話中に現れる「かわいい」、「うれしい」、「楽しい」などの快を表す形容詞および、「つらい」、「きつい」、「さみしい」などの不快を表す形容詞の出現頻度に注目し、高齢者の心理の大まかな状態を把握することを行う。したがって、音声認識の誤認識回数や不認識回数が一定数以下であれば、本システムは高齢者の心理状態の判定の材料を提供できるものとする。

5-2 実験1

本システムで取得された快・不快頻度がどの程度の正確性を持つのか調査する必要がある。本実験では、実際にBabyloidを14日間使用した際の高齢者の音声を手作業によって解析して作成した形容詞の発声頻度（以下、実測頻度）と、本システムによって得られた頻度（以下、認識頻度）を比較する。対象者の特性を表2に示す。解析対象のデータは文献[26]の実験対象者のデータの1つである。

言語モデルは以下の手順で作成した。

まず、14日間の語りかけデータから1日分のデータを取り出し、これを認識データとする。つぎに、残りの13日分を言語モデル作成用データとし、これを用いて言語モデルを作成する。そして、作成した言語モデルを使用して認識データの解析を行い、快・不快の形容詞の認識頻度を抽出する。この作業を各日ごとに行う。なお、快・不快の形容詞については文献[27]を参考に選択した。

今回の語りかけデータには、14日間を通して不快の形容詞の利用がきわめて少なかった。また、日ごとのデータを解析対象とすると、環境音などによって形容詞の認識頻度に大きな影響を及ぼすことがあるため、Babyloidの介入結果との比較が難しくなる。そこで、快の形容詞のみを対象として、2週間のデータを1週目と2週目に分割してデータを解析する。

図8に、単位時間あたりの快の形容詞による語りかけの頻度を示す。同図より、実測頻度では、1週目に比べて2週目のほうが、快の形容詞による語りかけの頻度が増えていることがわかる。ここで、表2のGDSの数値を見ると、この対象者は、14日間の介入実験によって抑うつ症状が軽減されており、快の形容詞の実測頻度と関係性が認められると考えられる。一方で、認識頻度を見ると2週目のほうが快の形容詞の認識頻度が減少しており心理状態の概括推定に成功していないと考えられる。このことから、他の対象者のデータを解析し同様の傾向となるのか調査する必要がある。

表2：対象者の特性

性別	女
年齢	72
MMSE	30
介入前GDS	10
介入後GDS	6

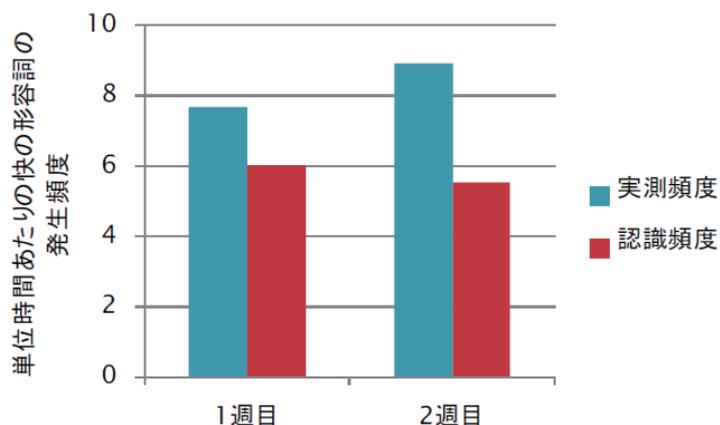


図8：週ごとの形容詞の出現頻度

5-3 実験2

本実験では、2名の被験者に対して、実際にBabyloidを14日間使用した際の高齢者の音声を人の耳で解析して作成した形容語の発声頻度（以下、実測頻度）と、本システムによって得られた頻度（以下、認識頻度）を比較する。対象者の特性を表3に示す。解析対象のデータは文献[26]の実験対象者データの1つである。

高齢者の語りかけ情報の取得には、連続音声認識ソフトウェアJulius[24, 25]を使用した。本研究では、通常の音声認識と異なり、次の2点が大きな課題となる。

- (i) 幼児語が多く、通常の言語モデルでは認識が困難であること
- (ii) TVなどの複数の音源から音声取得されること

これらの問題に対処するために、本節では、Babyloidを実際に運用して取得した語りかけ情報と雑音データを基に言語モデルと雑音棄却モデルを作成した。言語モデルは以下の手順で被験者ごとに作成し、交差検定を行った。まず、14日間の語りかけデータから13日分を言語モデル作成用の学習データとし、それを用いて言語モデルを作成する。残った1日分のデータはテストデータとして用いる。

雑音棄却モデルに関してはあらかじめ用意した複数の雑音データ（TV, Babyloid 音声）からGMMを学習して作成した。作成した言語モデル、雑音棄却モデルで快・不快の形容語の認識頻度を計測する。なお、計測する快・不快の形容語については文献[27]を参考に選択した。

今回の語りかけデータには、日によって環境音の発生頻度にばらつきがあったため、日ごとのデータを解析対象とすると、形容語の認識頻度に影響を及ぼし、Babyloidの介入結果との比較が難しくなる。そのため今回の実験では、2週間のデータを1週目と2週目に分割して比較評価する。

図9, 図10に1分あたりに出現する快・不快の形容語の一週間ごとの平均を示す。図9より被験者1の快の形容語の実測頻度が1週目から2週目にかけて増加しており、被験者2の実測頻度は1週目から2週目にかけて減少している。ここで表3のGDSの数値を見ると被験者1は14日間の介入実験によって抑うつ症状が軽減され、被験者2は被験者1と逆の結果を示している。このことから快の形容語の実測頻度の増減関係とGDSになんらかの関連性があると考えられる。また、図10の数値を見ると被験者1は不快の形容語の使用頻度が下がっているが、被験者2に関してはあまり大きな変化がみられなかった。一方で、認識頻度を見ると快・不快の形容語共に被験者2の1週目と2週目の認識頻度にほとんど差を見ることができず、心理状態の概括推定に成功していないと考えられる。これは被験者2の音量が全体を通して小さく、環境音の影響を強く受けたことが主な原因だと思われる。

表3：被験者の特性

被験者番号	1	2
性別	女	女
年齢	72	73
介入前GDS	10	6
介入後GDS	6	7

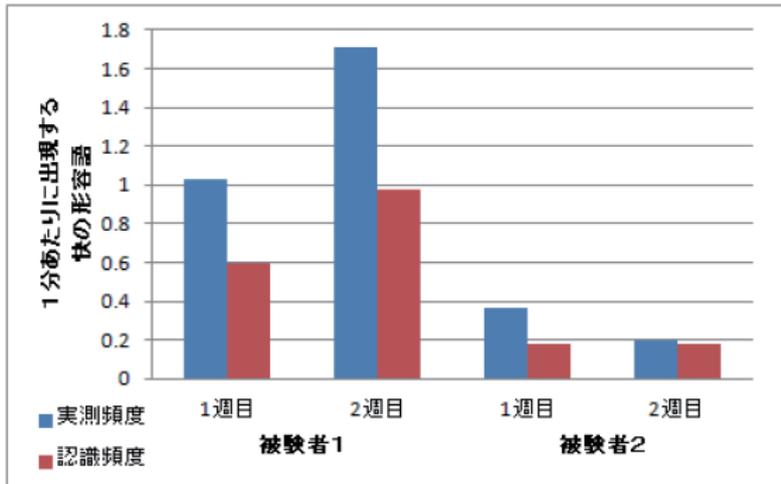


図9：快の形容語の平均出現頻度

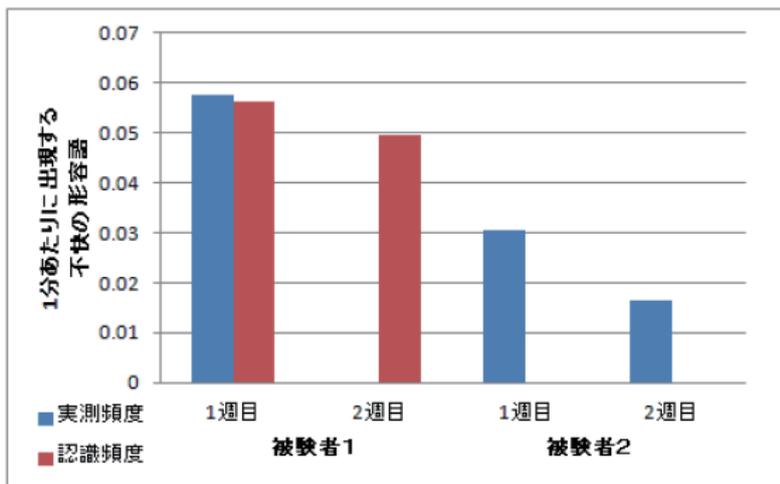


図10：不快の形容語の平均出現頻度

6 おわりに

本研究では、これまであまり議論されてこなかった高齢者の心理面の変化を把握するために、Babyloidによる高齢者の心の見守りロボットネットワークシステムについて議論した。高齢者の心理状態を把握することで、システムを導入した家族がそのシステムに頼り切らずに、こまめに連絡を取る理由ができるなどの効果が期待できる。

Babyloidは主に、高齢者に抱きかかえられながら使用されるため、(1) 高齢者の表情情報、(2) ロボットへの対応情報、(3) ロボットへの語りかけ情報が取得できると考える。本研究では、この中でも特に、(1)と(3)について研究を進め、高齢者の特徴的な表情を抽出するアルゴリズムを提案し、また、語りかけ情報から高齢者の心理状態を大まかに推定できる可能性を示した。今後はこれらの手法を統合し、ロボットネットワークシステムの実用を目指す予定である。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省:平成 21 年国民生活基礎調査, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/20-21.html> (2010/7 現在).
- [2] 内閣府:高齢社会白書(平成 22 年版), http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2010/zenbun/22pdf_index.html (2010/7 現在).
- [3] 国民生活センター:高齢者の安否見守りサービス報告書, 2003.
- [4] 田中, 中内:ユビキタスセンサによる独居高齢者見守りシステム, 日本機械学会論文集 C, Vol.75, No.760, pp.3244-3252, 2009.
- [5] 青木 他:人物の行動パターンに注目した異常通知システム, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.PRMU2000-220, pp.139-146, 2001.
- [6] 象印マホービン株式会社:みまもりホットライン, <http://www.mimamori.net/> (2010/7 現在).
- [7] 東亜警備保障株式会社:高齢者安否見守りサービス, <http://www.hitori-anshin.com/> (2010/7 現在).
- [8] NTT テレコム株式会社:あんしんテレちゃん, <http://www.ntt-tc.co.jp/telechan/> (2010/7 現在).
- [9] 宮島他:バックグラウンドコミュニケーションをベースとした新しい見守りサービス, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J88-D-I, No.12, pp.1785-1794, 2005.
- [10] 株式会社テムザック:ロボリア, <http://www.roborior.com/> (2010/7 現在).
- [11] 加納, 清水: なにもできないロボット Babyloid の開発, 日本ロボット学会誌, vol.29, no.3, pp.76-83, 2011.
- [12] 加納 他: Babyloid と高齢者の共生から見えてきたもの, 第 25 回人工知能学会全国大会, in CD-ROM, 2011.
- [13] 西牧 他:高齢者の生活管理を目的とした様々な視点からの動作画像列認識, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT2007-97, pp.37-42, 2008.
- [14] 橋野, グルチャン:独居老人を対象とした顔色による健康見守りシステムの開発, 福祉工学シンポジウム講演論文集, pp.139-140, 2004.
- [15] 成田, 村川: ロボット技術の標準化と Rsi (Robot Service Initiative) の取り組み, 日本ロボット学会誌, vol.29, no.4, pp.353-356, 2011.
- [16] 成田雅彦:ロボットサービスイニシアティブ(RSi)の取り組み, ロボット, no.194, pp.16-20, 2010.
- [17] 井口編:これからの老年学サイエンスから介護まで, 名古屋大学出版会, 2002.
- [18] 神谷:生きがいについて, みすず書房, 2004.
- [19] 竹中:高齢者の喪失体験と再生, 青灯社, 2005.
- [20] P. Ekman: Unmasking the Face, Prentice-Hall, 1975.
- [21] 新保: ユビキタスメディアの利用とプライバシー保護の限界 一 個人情報保護との交錯点も踏まえて一, 情報処理学会研究報告 CVIM, vol.2006(5), pp.77-84, 2006.
- [22] 中野実代子, 満倉靖恵, 福見稔, 赤松則男: ニューラルネットワークを用いた笑顔の認識, 信学技報, vol.103, no.165, pp.37-42, 2003.
- [23] Juliet Fiss, Aseem Agarwala: Candid Portrait Selection from Video, ACM Transaction on Graphics, vol.30, no.6, pp.128:1-128:8, 2011.
- [24] 河原, 李:連続音声認識ソフトウェア Julius, 人工知能学会誌, vol.20, no.1, pp.41-49, 2005.
- [25] 李, 河原:Julius を用いた音声認識インタフェースの作成, ヒューマンインタフェース学会誌, vol.11, no.1, pp.31-38, 2009.
- [26] 加納 他:Babyloid と高齢者の共生から見えてきたもの, 第 25 回人工知能学会全国大会, in CD-ROM, 2011.
- [27] 宮崎 他:名詞, および形容語の感情価:快-不快次元についての標準化, イメージ心理学研究, vol.1, no.1, pp.48-59, 2003.

〈発表資料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
ロボット見守りサービスに向けた利用者の心理状態推定	第 31 回東海ファジィ研究会	2011 年 7 月

ロボット見守りサービスに向けた画像処理フィルタの検討	第32回東海ファジィ研究会	2012年2月
高齢者の心の見守りシステムのための音声からの心理状態推定	第30回ロボット学会学術講演会	2012年9月
動画からの特徴的な表情抽出による高齢者の心の見守りシステム	第30回ロボット学会学術講演会	2012年9月
ロボットとのインタラクションに基づく心理状態推定に関する研究	第34回東海ファジィ研究会	2013年2月
高齢者の語りかけ情報を利用した心の見守りサービスのRSNPによる実装	情報処理学会全国大会	2013年3月