

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540131

研究課題名(和文) 認知症高齢者の能動的感情評価・見守りシステム

研究課題名(英文) Robotic System for Encouraging Elderly Dementia Patients to Communicate with Emotional Estimation and Monitoring Functions

研究代表者

久野 義徳 (KUNO, Yoshinori)

埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：10252595

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：独居の認知症高齢者が積極的にコミュニケーションできるようにすることを支援するシステムについて検討した。高齢者宅にあるテレビにPCを接続し、ボタン一つで家族とテレビ電話のできるシステムを開発した。高齢者側には見守りのためのセンサがあり、異常と思われるときには家族に連絡するようになっている。また、高齢者側には小型のロボットが置かれ、家族が対応できないときなどに高齢者と対話する。高齢者の対話の際の映像から表情の認識と心拍数の計測ができる方法を開発した。実験により、これらの情報から高齢者の感情状況の推定ができる見通しを得た。

研究成果の概要(英文)：We have worked toward realizing a system to encourage elderly dementia patients living alone to actively communicate. We have developed a video communication system that enables the elderly to talk with their family members just by pushing a simple button. The system is also equipped with monitoring sensors that can send alarm email messages to family members if it senses a lack of activity in the elderly person's room. In addition, a small robot is equipped at the elderly person's side and can talk with the elderly person whenever his/her family members are unavailable to talk. We have also developed a method for recognizing emotions via facial expressions and estimating heart rate from facial video images. We have obtained promising results through experiments that we can estimate the elderly's emotional status from the information obtained by our method.

研究分野：コンピュータビジョン、知能ロボット

キーワード：コンピュータビジョン 知能ロボット ヒューマンロボットインタラクション 認知症 感情認識 対話システム

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会が進むとともに認知症高齢者の数が急増している。厚生労働省の発表によると2012年の認知症高齢者(65歳以上)の数は462万人だが、これが2025年には700万人になると推計されている。これは実に高齢者人口の20%にあたる。認知症高齢者問題への対応は国家レベルの最重要課題の一つであり、医学だけでなく工学側からもあらゆる方面から検討する必要がある。知的能力の低下ということで、知能を扱う人工知能学会では近未来チャレンジのテーマとして認知症対応を取り上げ、研究が進められている。それに対し、本研究はロボット分野、特にコンピュータビジョン技術を中心にしたロボット分野からの認知症問題に対するチャレンジである。特に独居(単身施設入居者含む)の高齢者が増えているので、独居の認知症高齢者の見守りという点から問題を考える。

実は本研究は切実な必要性から来ている。研究代表者の知人の高齢の母親が認知症で一人で暮らしているが、認知症を進ませないために(認知症本人が一番信頼している)子ども(知人)が、毎日、朝晩、電話をかける状況となっている。認知症では短期の記憶に問題が生じるため、今がいつで、自分がどういう状況にあって、金銭的な問題などないのかなど不安になる。そこで、電話では、このことを何度も繰り返し、長時間の対応をしなければならぬ。これは介護者にとっても大きな負担である。

そこで、様子を調べる意味もあり、相互に画像を見て話をできる簡単なシステムを準備し、使ってみてもらった。まだ、短期間の使用だが、高齢者が積極的な日常活動を行うようになるなど効果がありそうだと分かった。そこで、高齢者診療の専門家に相談し、どのようなものが望まれるか検討を進めて、本研究課題の提案に至った。

2. 研究の目的

(1) 専門の医師との検討から、次のことが分かった。

認知症ではこれまで記憶の問題が大きく取り上げられてきたが、感情がなくなっていくことが大きな問題である。

その予防のために、本人が主体的・自発的に何かに取り組めるようにすることが望まれる。

感情の状況がどうなっているのか客観的に評価できる指標がないので、それが是非欲しい。

(2) 以上のことを考慮して、以下のような機能をもつ画像通信とロボットを統合した見守りシステムを開発し、実際の認知症高齢者の使用を通じて有効性を実証する。

介護者の負担が少なく、高齢者の不安を除く、画像通信：認知症高齢者でも簡単に家族と画像通信(テレビ電話)ができるシステムを実現する。家族が対応できないときや、高

齢者が同じことを繰り返すような場合には、ロボットが代わりになって対話を行う。

ロボットからの能動的働きかけ：認知症高齢者は過去のことについては記憶があることが多い。そこで、過去の楽しい思い出の写真などを示して語らせる。その際、ロボットが写真の部位を示して尋ねるなど能動的に関わり、高齢者に自分から説明したくなるように仕向ける。

前項を行っているときの、表情や身体の動き等のビデオカメラ映像からの認識：映像刺激とロボットの行動に対する高齢者の外部に現れる情動行動の程度を定量化し、その変化から状況の改善の指標を得る。また、感情の状況から適切な刺激を選んで呈示できるシステムとする。

3. 研究の方法

(1) 対話システムの開発

はじめに、データ収集を行うための対話システムを開発する。画像通信(テレビ電話)については既存のシステムがあるが、認知症高齢者でも使え、今後の研究用のデータの取得できるシステムを開発する。そこで、以下のような機能を持つシステムを開発する。

対話中の画像の蓄積：データ収集のために対話中の画像を蓄積できるようにする。

過去の記憶についての対話：高齢者と家族の両方の画面に過去の思い出の写真などを表示し、家族の側の画面で画像のある部分にタッチすると、高齢者側の画面上の家族を表すアバターが画像のその部分を指すようなソフトウェアを開発する。これを用いて、家族の側が教えて欲しいと頼むことにより、自発的な説明が始まるような対話を行う。自発的というのは、家族の質問に答えるというのではなく、自分から過去のことを語り出すようなことをいう。この部分は家族による実際の指示、対話だけでなく、自動的にアバターが動作して、指し示したり、質問したりできるようなモードも作る。どのように対話を進めればよいか分かってきたら、画像ごとにどのように話を進めるかを決めて、それに従ってアバターが動作するようにすればよいと考えている。この部分は、認知症者には記憶に問題が生じるが、過去のことは比較的覚えていることが多いので、それについて会話を行うことで認知活動を活性化しようという回想法を支援するものである。

(2) 画像からの感情状況の認識法の検討

対話の際の感情状況を画像から推定する方法を検討する。今回の研究では、認知症者の感情状況の定量的評価法の実現までは目的としないが、それに向けての有望な方法を見出すことを念頭に置きながら、ロボットが相手の状況を見て、対話を活性化していくことができるようにするために使用できる情報の取得法を検討する。

(3) ロボットを含んだシステムの開発

最初に開発したシステムの中のアバター

(エージェント)をロボットに置き換えたシステムを開発する。ロボットとエージェントに対する人間の反応の違いについてはいくつかの研究があるが、一般にロボットの方が影響力があると考えられている。そこで、ロボットを含んだシステムを検討する。ロボットは机上で動き、画像を指し示すための簡単な腕を持つ。また、研究代表者らのガイドロボットの研究で、人に説明するとき相手に振り向くことの重要性が分かっているので、頭部も動かせるようにする。

(4) 統合システムの開発と試用実験

研究方法としては、(1)のシステムを実際使用してもらいデータを取得し、それを用いて(2)の画像処理法を試験し、その結果をもとに(3)のロボットシステムが高齢者の感情状況に応じて適切な対話を行うように開発を進める。そして、その統合システムを使っていたら、評価を行うという計画であった。ただし、研究期間内には(1)については完成し、実際の認知症者宅にシステムを設置してデータ収集を行い、(2)についても有望な画像認識法を提案し、(3)のロボットシステムも開発したが、統合システムの開発と評価の完了までには至らず、現在も研究が続いている。研究成果の詳細については次項に述べる。

4. 研究成果

(1) 対話およびロボットシステムの開発

はじめにタッチパネル表示のPCを用い、テレビ電話の部分にはSkypeを利用し、図1に示すようなディスプレイ表示のシステムを開発した。3(1)で述べたように画面の左の方に思い出の写が表示され、家族の指示に応じてアバターがそれらを指さすようになっている。右側の電話のアイコンをタッチすることで通話の発信・着信ができるようにとインタフェースもくふうした。しかし、高齢者宅に設置して使ってもらおうとしたが、見慣れない機器が入って来たと感じられたのか、あまり積極的に使用してもらえなかった。



図1 初期の対話システムの表示部

そこで、マジックミラーを用い、図2(a)のように普段は鏡台で、対話システムが動作を始めると図2(b)のように表示が見えるようなシステムを製作してみた。ただし、これはデモ用としてはおもしろいが、高輝度のディスプレイが必要で重量も重くなったので、

高齢者宅に設置しての実験には向かなかった。また、Skypeを用いたので、機器の制御や映像データの収集などに関して制限があった。

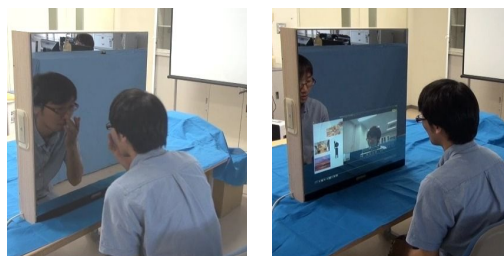


図2 マジックミラーを用いた対話システム
(a) 普段の状態(左) (b) システム使用時(右)

そこで、Webブラウザをベースにした画像通信システムをもとに、全システムを再設計した。図3に開発したシステムを示す。見慣れない機器が入っても使ってもらえなかったので、家にあるテレビを表示部に使い、それに小型PCを接続することにした。高齢者でも簡単に使えるように操作は押しボタン一つとした。HDMIの機器制御を用い、テレビがオフになっていても、また視聴中でも、電話がかかってくれば着信音とともにテレビ画面に着信が表示される。そのときにボタンを押せば会話が始められる。高齢者側からかけるときも、テレビの状態に関わらず、ボタンを押せばよい。どちらの場合も、通話が終われば、テレビは通話以前の状態に戻っている。

家族側はWebブラウザを使えるものならどのようなデバイスでもよい。図4にスマートフォンの場合の表示画面の例を示す。左側のアイコンをタッチすれば通常のテレビ電話の呼び出しができる。右側をタッチすれば、回想法用の画像が表示された対話の呼び出しができる。



図3 テレビを利用した対話システム

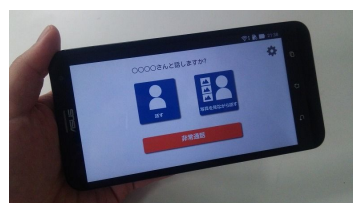


図4 家族側のスマートフォン画面表示例

さらに、初期システムの実験の際に、介護施設の方や家族の方から、見守りの機能が欲しいとの要望があったので、その機能も追加した。ビデオカメラによる顔検出と温度センサによる人間検知にドアの開閉センサを組合せ、ドアの開閉状況から室内にいるはずなのに、その存在が検知されない場合に、家族のスマートフォン等にメールで異常が伝えられる。その場合、家族はスマートフォン等から対話システムの画像通信機能を用いて、高齢者側の様子を見ることができる。

また、ロボットとしては、図5に示すようなタブレット PC に顔を表示し、目だけが動かせるものと、図6に示すような、頭部、両腕の動作と全体の回転ができるものを開発した。



図5 タブレット PC で顔を構成したロボット



図6 頭部、腕部、全体の回転の運動ができるロボット

以上により、図7に示すように認知症高齢者と家族の対話を支援し、見守りを行うことのできるシステムの基盤になるものが開発できた。



図7 開発した対話支援・見守りシステム

(2) 画像からの感情状況の認識

この課題については、はじめに顔画像からの表情認識について検討した。表情認識では顔の全体の見え方を用いて認識する方法と、顔から特徴を抽出して認識する方法が検討されてきたが、その両者を統合して用いる方法を提案した。その成果は学会発表の で発表された。6つの基本情動の認識については、この分野でよく使われるデータセットに対して、当時のトップレベルの認識結果を得た。しかし、データセットの画像は感情を顕著に表したものを集めていることもあり、実際の高齢者の画像では、うまく動作しないことが分かった。今回の応用については、6つの情動に分類する必要はなく、対話に興味をもって積極的に参加しているか、あるいはそうでないかの2つに分けられればよい。ただし、その程度の大小、また時系列的な増減が分かることが望ましい。この観点から、現在も継続して研究を続けている。

この課題について、もう一つ研究したのは顔画像からの心拍数の計測である。人間の目では分からないが、顔の各部の明るさや色は、皮膚の下を流れる血流による影響で変動している。この変動を捕らえられれば、心拍数などの情報が得られることになる。これについては、他でも検討されているが、表1に示すようにトップレベルの精度を示す方法を提案した。方法の詳細は学会発表の で報告しているので、ここでは概略だけ述べる。まず、顔の上に多数の小領域のペアを取り、そのペアの画像の輝度値の変動データを独立成分分析により2つの変動成分に分ける。諸条件が満たされていれば、その変動成分の一つが血流による変動成分となるが、その条件が満たされたデータかどうかは、それだけでは分からない。そこで多数のペアに対する結果のうち、通常的心拍数の範囲程度の周波数の顕著な成分があるものだけを選び、それらの結果のうち最も多くが示す周波数を心拍数とするという方法を提案した。

表1 MAHNOB-HCI Database (487 ビデオ映像) に対する心拍数(bpm)の計測結果

方法	絶対誤差	2乗誤差	誤差5 bpm 以内の割合(%)
Poh2011	13.6	21.3	46.2
Li2014	7.8	15.0	68.1
提案法	4.7	8.9	75.1

この方法は、撮影条件の変動などに対しても頑健で、インターネット上の動画サイトから得られる顔画像に対しても、真値が分からないので本当に正しいかどうかは分からないが、妥当な値が得られている。例えばオバマ前大統領の平静時の心拍数は62 bpm程度という報告があるが、表2に Earth Day に関する演説の際と銃乱射事件の後で涙を流

しながら銃砲規制について演説したときのビデオ映像に対する計測結果を他の方法と比較したものを示す。提案手法では Earth Day の演説のときは平静時の値に近いが、銃砲規制の演説のときには心拍数が上がっていて、妥当な結果と考えられる。

表2 インターネット上の動画像から求めたオバマ前大統領の演説時の心拍数(bpm)

	提案法	Poh2011	Li2014
Earth Day	59	65	56
銃砲規制	90	49	59

心拍数は健康状態を示す指標になるが、上の例のように感情状況に関する指標にもなると考えられる。そこで、コメディやホラー映画を見てもらいながら、装着型の心拍計測装置を付けて心拍数を計測しながら、顔画像を撮影するという実験を行った。まだ定量的な結果を得て事実として発表できる段階には至っていないが、コメディの場合はおもしろい部分で先に述べた表情認識で表情変化が検知できる場合があるが、ホラー映画では、そのような表情変化は見られない。しかし、ホラー映画の怖い部分で心拍数が増大する人がいるというような初期的な結果が得られている。

(3) 今後の展望

独居の高齢者でも使えるシステムの実現に時間を要した。(1)に述べたように複数回の試作を経て、最終版ができたのが最終年度の半ばになり、実際に独居老人宅に設置し、データ取得を始めたのは11月になってしまった。並行して画像からの感情状況推定について検討し、心拍数計測については有望な結果が得られた。しかし、システム開発の遅れのため、ロボットについては、あらかじめ入力した質問を高齢者に発して対話を行うソフトウェアは実装して実際に高齢者にも使ってもらったが、画像認識と組合せて、状況に応じて対話を進めるところまでは研究が進まなかった。

心拍数計測については有望な結果は得られているが、心拍数の変化は急激なものではないので、状況に応じて対話を適切に進めるためには、さらに感度の高い情報の取得法を検討し、複数の情報から推定を行うことを検討する必要がある。今後は、これについてさらに検討を進め、増大する認知症者に対応する有用なシステムの実現を目指していきたい。

<引用文献>

竹林洋一, 上野秀樹, 認知症の人の情動理解基盤技術とコミュニケーション支援への応用, 人工知能学会全国大会, 2013

A. Powers, S. Kleisler, S. Fussel, and C. Torrey, Comparing a Computer Agent with a Humanoid Robot, HRI2007, pp.145-152, 2007

A. Yamazaki, K. Yamazaki, Y. Kuno, M. Burdelski, M. Kawashima, and H. Kuzuoka, Precision Timing in Human-Robot Interaction: Coordination of Head Movement and Utterance, CHI2008, pp.131-140, 2008

M.-Z. Poh, D. McDuff, and R. Picard, Advancements in Non-contact, Multiparameter Physiological Measurements using a Webcam, IEEE Trans. Biomedical Engineering, vol.58, no. 1, pp.7-11, 2011

X. Li, J. Chen, G. Zhao, and M. Pietikainen, Remote Heart Rate Measurement from Face Videos under Realistic Situations, CVPR2014, pp.4264-4271, 2014

M. Soleymani, J. Lichtenauer, T. Pun, and M. Pantic, A Multimodal Database for Affect Recognition and Implicit Tagging, IEEE Trans. Affective Computing, vol.3, issue 1, pp.42-55, 2012

M. D. Shear, Physically, President Obama Is None the Worse for Wear, NY Times, March 8, 2016

5. 主な発表論文等

[学会発表](計21件)

K. Das, S. Ali, K. Otsu, H. Fukuda, A. Lam, Y. Kobayashi, and Y. Kuno, Detecting Inner Emotions from Video Based Heart Rate Sensing, ICIC2017, 2017年8月7~10日, Liverpool (英国) (採録決定)

K. Otsu, H. Fukuda, Y. Kobayashi, and Y. Kuno, Remote Monitoring and Communication System with a Doll-like Robot for the Elderly, IECON2016, 2016年10月24~27日, Firenze (イタリア)

A. Lam and Y. Kuno, Robust Heart Rate Measurement from Video Using Select Random Patches, ICCV2015, 2015年12月11~18日, Santiago (チリ)

S. Goto, Y. Matsuda, T. Kikugawa, Y. Kobayashi, and Y. Kuno, Remote Communication Support System as Communication Catalyst for Dementia Care, IECON2015, 2015年11月9~12日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

M. A. Mannan, A. Lam, Y. Kobayashi, and Y. Kuno, Facial Expression Recognition Based on Hybrid Approach, ICIC2015, 2015年8月20~23日, Fuzhou(中国)

松田成, 小林貴訓, 久野義徳, 認知症介護を支援する遠隔コミュニケーションシステム, 画像センシングシンポジウム(SSII2015), 2015年6月10~12日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

[産業財産権]

出願状況(計3件)

名称: テレビ電話によるロボットの遠隔制御システム

発明者: 小林貴訓, 久野義徳

権利者: 国立大学法人埼玉大学

種類: 特許

番号: 特許願 2016-30525 号

出願年月日: 平成 28 年 2 月 21 日

国内外の別: 国内

名称: 心拍に連動する周期的変動の計測装置及び計測方法

発明者: Antony Lam, 久野義徳

権利者: 国立大学法人埼玉大学

種類: 特許

番号: 特許願 2015-228248 号

出願年月日: 平成 27 年 11 月 22 日

国内外の別: 国内

名称: 見守りシステム

発明者: 久野義徳, 小林貴訓, 杉山一英, 興津克彦

権利者: 国立大学法人埼玉大学

種類: 特許

番号: 特許願 2014-234061 号

出願年月日: 平成 26 年 11 月 18 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久野 義徳 (KUNO, Yoshinori)

埼玉大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 10252595

(2) 研究分担者

小林 貴訓 (KOBAYASHI, Yoshinori)

埼玉大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号: 20166692