

高齢者の介護ロボットの人工知能は人の気持ちが読めなくてはならない

Feeling must be diagnosed quantitatively from the outside of the human body



山家 智之 (Tomoyuki Yambe M.D., Ph. D.)
東北大学 加齢医学研究所 心臓病電子医学専攻 教授
(Professor, Tohoku University, Institute of Development, Aging and Cancer, Graduate School of Medicine, Graduate School of Cio-Medical Engineering, Tohoku University Hospital, School of Medicine)
IEEEEmbs, ASAIO, ESAO, IFAO, 日本生体医工学学会, 日本人工臓器学会, 日本循環器学会, 日本自律神経学会 他
受賞: 日本人工臓器学会研究奨励大会長賞賞 (1988年), 日本人工臓器学会会長賞 (1994年) 日本エム・イー学会・荻野賞 (1998年) 第24回日本循環制御学会会長賞 (2001年) 第6回 Biobusiness Compe Japan 協賛企業賞 (2005年) チェコ人工心臓名誉メダル (2006年) ヨーロッパ人工臓器学会発明賞 (2007年) 全米科学アカデミー (NAM) 「カタリストアワード」 (2021年) 他
著書: 人体はすべて機械化できる?—人工臓器医工学講座入門, 東北大学出版 (2011年)
研究専門分野: 生体医工学, 心臓病学 FJCC, 人工臓器医工学

あらまし

地方医療の現場を見れば、非常に多くの地域において、医師不足・看護師不足により多くの地域中枢病院は、既に破たん寸前の領域にあり、地方大学の医学部は、必死に医療従事者の補給に努めてはいるが、崩壊は、既に時間の問題になっていることは、周知の事実である。地域の医療介護の現場において、圧倒的なまでに不足している医師・看護師・介護福祉士など医療従事者に代わる存在として、次世代コミュニケーションロボットの存在は、既に不可欠の問題として前景化されている。

人は人の心が読めることもある。しかし、介護ロボットや人工知能は「人の気持ち」が読めない。と、言われる。

しかし、そんな時代はもう古くなる。

本大学は、人体の顔や掌などの映像情報から、脈波、心拍情報を抽出し、心臓血管機能を解析し、更に、そのゆらぎのカオス解析や、非線形力学によるフラクタル次元解析から、情報量理論により、自律神経機能を

定量診断し、逆問題で高次脳神経機能推定、心理学的な動きを観測できる新しい方法論を発明し、特許を取得した。

本研究におけるこの発明のシステムでは、「人の気持ちが読める介護ロボット、高齢者の気持ちがわかる人工知能」を具現化させることができる。

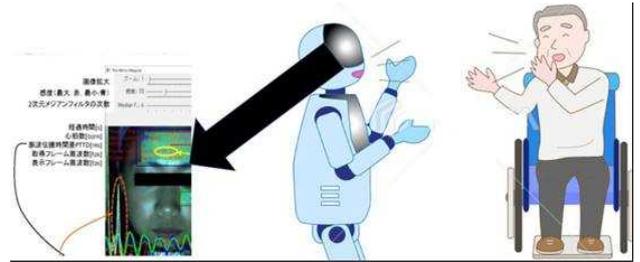


図1 老健内でも新世代ロボットが心を読む

高齢者の QOL、満足度向上のため、ロボットサイドが高齢者の顔色を読み、その脈波・心拍変動から、自律神経情報を推定でき、介護の対象者である、場合によっては認知症も合併症している高年齢者の気持ちを理解することが出来るようになり、医療福祉に一大革命をもたらす。

人工知能、介護ロボットが、人の気持ちがわかる時代がやってくる。

1. 研究の目的

本発明のシステムでは、「人の気持ちが読める介護ロボット、高齢者の気持ちがわかる人工知能」を具現化することが、最終的な目的となる。

すなわち、高齢者と介護ロボットを、圧倒的に医療スタッフが足りない臨床の現場で、真に調和させるため、ロボットサイドが、介護・看護対象高齢者の顔色を読み、その脈波・心拍変動から、自律神経情報を推定できることから、交感神経・副交感神経のバランスを読み、逆問題で心理状態を読むことができるので、介護の対象者である、場合によっては、認知症も合併している高年齢者の気持ちを理解し、寄り添うことが出来るようになる。

AI、介護ロボットが人の気持ちがわかる時代がやってくるので、本発明の研究成果により、世界で初めて、心を読み、気持ちがわかることができる究極のインタ

高齢者の介護ロボットの人工知能は人の気持ちが読めなくてはならない

Feeling must be diagnosed quantitatively from the outside of the human body

一フェースが完成し、高齢者の医療・介護の世界に、新しい時代を創出することができる。また高齢化社会を迎える全地球に大きな産業をもたらすことが出来る可能性もある

2. 研究の背景

例えば、あまり良くないが、犯罪捜査への自律神経機能解析の応用の歴史は早くも 1920 年代のバークレイ警察の脈波・呼吸・発汗検査などの自律神経反応測定装置に、その嚙矢を見ることができる。これらの、血圧や脈波、さらに皮膚電気抵抗計測による発汗などの反応に関する定性・定量診断も加えたキラー型ポリグラフは、犯罪捜査の歴史において定量診断基準の一環を構成してきた実績がある。日本でも「ウソ発見器」などの報道がなされたこともある。

すなわち、過去の犯罪捜査などにおける心血管系の定量診断を介した自律神経機能検査などの実績と歴史は、自律神経を読めば、ある程度、対象の気持ちが読めるという現象が人体には存在しており、ある程度の根拠データもあることを示している。

東北大学には、日本でただ一つの「大学院医工学研究科」が設置され、医工学の共同開発研究を幅広く進めており、人工臓器、各種診断機器の開発を進めてきたが、その過程で予防医療の開発の発展性が見込まれ、本特許の申請に至ったので、人工知能の入力システムに必須な要素技術開発が進んでいるので、主たる研究場所は東北大学とすれば、定量診断研究開発に着手出来る態勢がある。

一般映像でも、被験者の脈波、心拍、自律神経機能の解析が可能であることが明らかとなりつつあり、その健康状態、自律神経機能、そして心理状態は、この方法で明らかにできる可能性が高い。

このための端末入力用インターフェースの候補として東北大学はこれまで様々な方法論による脳科学研究を進め、脳トレ等の商品もヒットしている。そこで人体の表面の映像情報から自律神経機能を定量診断し、逆問題で高次脳神経機能推定、心理学的な動きを観測できる新しい方法論を発明し、特許を取得してきたので準備は整いつつある。

自律神経と脳機能は、もちろん関連がある。

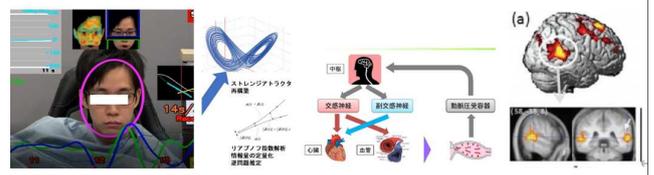


図2 多次元体表血流と、非線形多次元力学解析により高次脳機能推定

このように人体の医学情報から、人間の心理を読み取ることは、ある意味で、カンニングである。とも言えるかも知れない。

答えは人体にあり、その人体を定量診断解析するからである。

これまで、人体の医学情報学研究により、チューリングテストと人の反応は既に解析しているが、チューリングテストのロジックだけでなく、被験者の気持ちをつかむことで、テストの内容をフィードバックして、チューリングテストの応答を変え、「相手を人間として誤解」させるシステムであるから、ある意味カンニングと言えるのである。

しかし、高齢者が増加する現代社会では「高齢者の気持ちがわかる」ブレインサイエンスの意義は限りなく大きい。この「人間の気持ちを読める」発明を応用して、高齢者の介護のための人工知能ロボットの会話エンジンを試作すれば、高齢者の気持ちに寄り添う介護ロボット、人工知能、会話インターフェースが具体化できる理論となる。

3. 研究の方法

恥ずかしながらインベーダー世代であり、最新流行のゲームなどには、全くついて行けていない申請者の世代はジョイスティックにも任天堂にもプレイステーションにも対応できていない。

その上、これから、ほぼ、すぐに、介護老健施設に入らなくてはならないような年齢の高齢者としては、誰でも取り残されないような果てしなくユーザフレンドリーなシステムが欲しい。

本学はこれまで光電脈波計センサで簡単に計測でき

高齢者の介護ロボットの人工知能は人の気持ちが読めなくてはならない

Feeling must be diagnosed quantitatively from the outside of the human body

る脈波信号に基づいて自律神経機能を表わすいくつかの指標を計測する方法に関する技術を開発し、特許を申請し取得してきた。

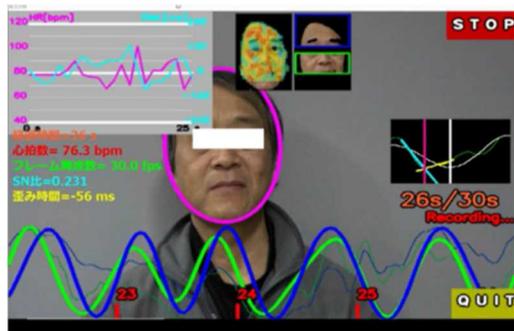


図3 高齢者人体映像からの自律神経機能診断計測

これらの発明は病院内だけでなく家庭で手軽な自律神経機能モニタリングに応用できる技術であり、さらに映像撮影した身体表面映像から皮下の血液中のヘモグロビンが吸収する緑色信号に基づいて血圧情報を反映する脈波伝搬時間差を遠隔的に推定する技術も開発してきた。

そこで本研究では AV 内蔵型の介護ロボットの前に立つだけで、何のセンサも身に着けず遠隔・非接触的に脈波信号を計測し、これを解析することで、血行状態・血圧変動や自律神経機能を表わす生体指標を与えてくれる健康管理装置・心理推定装置の研究を行い、これに関連する様々なシステムの開発を行うことで、社会実装を進めることを目的としている。さらに魚眼カメラを使用し複数の顔を自動検出して、それぞれの映像脈波を連続的に計測・解析・記録する装置、掌紋認証機能および体温計測機能を具備し、体動や照明環境の影響をほとんど受けずに、掌の映像脈波を自動計測する装置などを開発するとともに、血中酸素濃度を遠隔的に推定できるような「魔法の鏡」を実現するための基礎検討を行う。

すでに身体露出部分の 2 次元的な映像脈波を抽出、血行状態を動画として表示するとともに、自律神経指標を計算するシステム開発が進んでおり、現在、存在しているビデオ映像等も、高解像であれば解析可能になる。すなわち、現在、放送されているような映像の被写体からでも、血管情報、自律神経情報が解析可能

になりつつあり、ある意味では主体の心理状態が明らかになる理論解析が、進んでいる。

そのためシステム開発と臨床試験を進める。機械が人の心を読み、自動的にゲームの端末として対応できる世界で初めての医学的な試みでありこの発明を応用すれば、老健の施設内だけではなく、メタバース上のゲーム、AI 会話用ロボットの入力、ゲーム、家電への指示、入力、仕事における業務用 PC の端末など、幅広い範囲に応用できる。

向き合っただけで人の心を読めるロボットによる新しい産業の創出も期待できる。

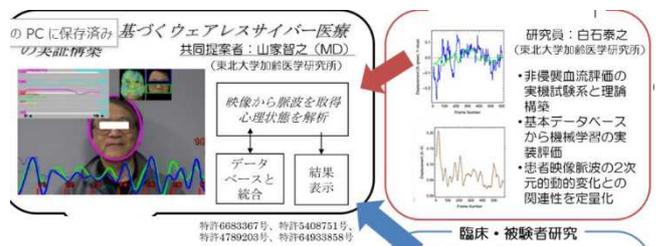


図4 人体自律神経情報時系列と AI 解析

そのため映像解析・脈波伝播速度計算、自律神経解析プログラムを開発し、その実装化を試み、心理評価システムへのタグ付けと定量評価診断を計る。本システムにおいて利用者・利用介護医療者は、Web ブラウザからクラウドサーバーにアクセスし、その日の体調に関するアンケートに答えた後、ロボットカメラの目線映像や、クライアントの撮影した動画や、過去に他のビデオカメラで撮影した既存の動画ファイルをクラウドサーバーにアップロードし、個人に対応する識別番号ごとに蓄積されていくのでこれらに対して、目的変数と説明変数を選択した後、重回帰分析、主成分分析、および因子分析の 3 種類の変数解析が自動的に実行される。対象とする変数やモデルの因子数などは任意に再設定できるようになっており映像脈波から得られた複数の種類のデータは、脈波振幅に基づく変数の因子と心拍間隔に基づく変数の因子に分離されるデータは、(1)脈波波形、(2)SN 比、(3)拍単位データ、(4)歪み時間、(5)自律神経指標 (心拍間隔)、(6)自律神経指標 (脈波振幅)、(7)平均値、(8)体調アンケート、(9)計測条件パラメータから構成されることになる。年度中に試作された映像評価システムは、健康な

高齢者の介護ロボットの人工知能は人の気持ちが読めなくてはならない

Feeling must be diagnosed quantitatively from the outside of the human body

ボランティアによる臨床用心電図脈波計測システムと比較され、その蓋然性が検討される必要があり対象の行動傾向評価指標の構造化アンケート調査は当然、大学院医学系研究科倫理委員会の厳正な審査の上実行されることになる。

4. 将来展望

結果は過去の自律神経指標や血行動態評価システムの診断解析と論理づけられるので、映像を取られた被写体の健康状態は適切に診断され、しかるべく診療、治療へ移すことができる体制が撮られると同時に、ゲーム機器用、あるいは AI 入力としての有効性も研究され、入力用信号としての評価が進むと同時に、人体に対する会話などの適切な発展形が検討される。

おわりに

人体情報から、人間の心理を読み取ることは、ある意味でカンニングである。チューリングテストのロジックだけでなく、被験者の気持ちをつかむことで、テストの内容をフィードバックして、チューリングテストの応答を変え、「相手を人間として誤解」させるシステムであるからである。

しかし、高齢者が増加する現代社会では「高齢者の気持ちがわかる」ブレインサイエンスの意義は限りなく大きい。

自分も歳を取っていく現在、大事なものは「人間の心」である。

世界で最初の「入出力のいらない・年寄りでもその心の動きだけで介護ロボットが対象を読むことのできる」AI システム開発は、医療介護業界だけでなく、エンターテインメントの分野でも重要な進歩となる。

参考文献

- [1] 特許 6683367 号「生体情報計測装置、生体情報計測方法及び生体情報計測プログラム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】吉澤誠、山家 智之他
- [2] 特許 6692110 号「味覚診断装置」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
- [3] 国際出願：PCT/JP2016/059253 発明名称：生体情

報計測装置及び生体情報計測方法、発明者：吉澤誠、山家智之他、

- [4] 特許 5408751 号「自律神経機能測定装置」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
- [5] 特許 4789203 号「血圧反射機能診断装置」【出願人】国立大学法人東北大学【発明者】山家 智之他
- [6] 特許 64933858 号「道路情報データベース構築支援システムおよび該道路情報データベース支援システムにより構築されるデータベースを応用した運転支援システム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
- [7] 特許 5804405 号「情報処理プログラム、情報処理装置、情報処理方法および情報処理システム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
- [8] 特許 5390851 号「車両用自律神経機能診断装置、車両用自律神経機能診断方法」出願人、東北大学他、発明者 山家智之、川島隆太他
- [9] 特許 4269623 号「血流可視化診断装置」【出願人】東北テクノアーチ【発明者】早瀬俊幸、山家智之他・

関連文献

1. Development and initial performance of a miniature axial flow blood pump using magnetic fluid shaft seal. Okamoto E, Yano T, Sekine K, Inoue Y, Shiraishi Y, Yambe T, Mitamura Y. J Artif Organs. 2022 Apr 15. doi: 10.1007/s10047-022-01330-7. Online ahead of print.
2. Acute Phase Pilot Evaluation of Small Diameter Long iBTA Induced Vascular Graft "Biotube" in a Goat Model. Higashita R, Nakayama Y, Shiraishi Y, Iwai R, Inoue Y, Yamada A, Terazawa T, Tajikawa T, Miyazaki M, Ohara M, Umeno T, Okamoto K, Oie T, Yambe T, Miyamoto S. EJVES Vasc Forum. 2022Jan11;54:27-35.doi:10.1016/j.ejvsf.2022.01.004. eCollection 2022.
3. Development of muscle connection components for implantable power generation system. Sahara G,

高齢者の介護ロボットの人工知能は人の気持ちが読めなくてはならない

Feeling must be diagnosed quantitatively from the outside of the human body

Yamada A, Inoue Y, Shiraishi Y, Hijikata W, Fukaya
A, Yambe T. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol
Soc.2021Nov;2021:7206-7210.doi:
10.1109/EMBC46164.2021.9629561.

この研究は、令和30年度SCAT研究助成の対象として採用され、令和元年度～令和3年度に実施されたものです。