

令和元年6月25日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01293

研究課題名(和文) 衰えを察知するための高齢者の会話特性モデル化手法

研究課題名(英文) Estimation of age-dependent degradation using the nonverbal characteristics of daily conversation

研究代表者

脇田 由実 (Wakita, Yumi)

大阪工業大学・ロボティクス&amp;デザイン工学部・教授

研究者番号：10590359

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：【1. 自由会話データベース構築】会話特性モデル構築のため、2人1組の自由会話の音声と動画を収録しデータベース化した。(高齢者105組、若年者25組)

【2. 会話特徴を表現する音響および動画特性の分析】会話音声における非言語特徴(基本周波数、音圧レベルなど)の時間変化や、会話のしぐさの同期性などが、会話の雰囲気と相関が高く、会話者に共通して相関が認められた。

【3. 衰え推定モデルの提案】相手の話を理解している場合と理解していない場合の返答部分の会話は、上記に記載の音響・画像特徴量に違いが出る。この違いを利用して、会話理解度を推定することで加齢に伴う衰え推定を行う手法を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

[学術的意義] 場の雰囲気や気配などを理解するモデル構築は、音声や画像などの特徴を単独で利用するだけでは不十分であり、複数パラメータの組合せや相互作用により実現できる。複数パラメータの相互作用モデルの構築として意義が深い。

[社会的意義] 年々割合が増加している高齢者の交通事故の原因は、「運転操作不適」であり、高齢者に「衰え」の自覚がなく自らを過信している問題を指摘する声もある。さりげなく衰えを察知し本人に警鐘を促すことができるモデルの実現は、上記高齢者事故の削減に資するものとして意義が深い。

研究成果の概要(英文)：[ 1. Development of daily conversation database ] To archive a conversation characteristic model, we recorded the 125 sets ( 100 sets of elderly persons, 25 sets of young persons ) of daily conversation for 3 minutes by microphone and video camera. The database includes these speech and image files and the results of acoustic and image analyses. [ 2. Analysis of acoustic and image characteristics ] We confirmed the fundamental frequency values the SLP by each utterance, and the synchronization degrees of gestures are useful for estimating the age-dependent degradation. [ 3. Proposal of an age-dependent degradation estimation method ] We proposed an age-dependent degradation estimation method using the acoustic and image features of response utterances of daily conversation. The reason of using these features are that we confirmed these acoustic and image features are effective to distinguish whether elderly persons understand their partner's speech or not understand them.

研究分野：音声情報処理、音響分析処理

キーワード：加齢に伴う衰え 非言語情報 高齢者会話分析 会話理解度

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

死亡事故が減少する中、高齢者の交通死亡事故率は年々増加しており、一番の原因は「運転操作不適」である。能力の衰えもあるが、本人が、衰えの自覚がなく若い頃と同じだと過信していることに原因がある。認知症予防や健康維持対策が多く提案されているが、本人に自覚がなければ予防対策には疎い。死亡に至る重大事故は突然起こり、対策は後手に回る。第三者が衰えを察知し本人に伝えて自覚させることが非常に重要になる。従来、健康見守りシステムが提案されているが、接触型の健康測定機器が多く、健康度合いは判断できても「衰え」を直接判断できるものは少ない。

一方、コミュニケーション（会話）の観察が、人の健康や状態を知る有効手段であり、認知症予防や回復に有効な会話手法や、会話の非言語情報による感情推定などが提案されている。また腕輪などの装着機器で会話量を測定し健康管理を行う商品もある。しかしながら、会話が人を測る多様な情報を含んでいながらも、指標として「会話量」に留まっているのは、会話特性は個人差が大きくさらに特性変化の原因も複雑で、指標として扱いにくいからである。

### 2. 研究の目的

車運転や登山などの行動に警鐘を促すことで、今までできなかった「事故の未然防止」を可能にしたい。たとえば、毎日高齢者と暮らしている同居家族であれば、日常生活の中で高齢者の衰えを感じ取り、高齢者本人に衰えを自覚させることも可能である。同じことをロボットができれば、一人暮らしの高齢者にも警鐘を促すことが可能であるし、家族からは切り出しにくい警鐘も、システムが家族の代役として行うことができる。そこで、卓上を移動可能な情報端末ロボットが、卓を囲む家族やコミュニティの会話を日常的に観察し、衰えを察知して警鐘を促すことを実現したい。課題は「衰えをどう察知するか」である。従来研究で実績のある非言語情報（イントネーション、身振り手振りなど）を特徴量に用いたいが、これら非言語情報には、高齢者の特性だけでなく、個人特性や会話状況に依存する特性などが含まれている。ここから加齢に伴う衰え特性のみを抽出し、「衰えを察知するための会話特性モデル」を構築することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 日常会話データベースの構築

高齢者の日常会話から衰えを察知する手法を確立するためには、幅広い年齢の高齢者が日常と同じ状態で会話している様子を収録し、衰えを察知するに有効なパラメータを探ることが必要である。そこで、性別や年齢層に偏りのない60歳代～80歳代の42名の高齢者による105組の会話を収録した。相手を交代しながら2人1組で自由に会話を頂き、その様子を録音録画した。話題や話し方に条件を設けないことで、普段通りに自然に会話を行ってもらった。比較のために、12名の若年者（20歳代～50歳代）による25組の会話も同じ仕様で収録した。音声や動画に加え、発話の種類（通常発話、笑い、舌打ち、咳払いなど）、発声としぐさの同期情報などを加えてデータベース化した。

#### (2) 会話観察による加齢による衰え推定の可能性の確認

先に述べたように、会話の観察が、人の健康や状態を知る有効手段であることは報告されているが、加齢に伴う衰えの推定に有効かはまだ明確ではない。まずは、我々自身が高齢者の会話を見聞きすることで衰えの判断ができるのか、判断が可能な場合どんな特徴を用いて判断しているかを調査した。

#### ① 非言語情報を用いた推定の可能性について

10名の被験者に、収録した男性11名（50歳～82歳）の会話音声と、左記会話音声に300HzのLPFを通すことで言語情報を除去し、基本周波数などの非言語情報のみを含むように加工した会話音声とを聞いてもらい、被験者が会話者の「加齢に伴う衰え」を感じるかを評価した。具体的には「会話者が後期高齢者（75歳以上）だと感じるか」を答えてもらった。表1は、11名の各会話者に対して75歳以上だと感じると答えた被験者の割合を示している。表の括弧内は実際の会話者の年齢である。

表1 会話者が75歳以上だと感じると答えた被験者の割合（単位%）

Speaker (Age)	A (50)	B (51)	C (62)	D (66)	E (68)	F (74)	G (74)	H (75)	I (80)	J (80)	K (82)
Original speech	0	0	0	0	50	40	100	0	50	100	90
After LPF	0	0	20	0	50	40	100	0	50	80	60

表1より以下のことが分かる。

・11名中7名の会話者（会話者A,B,C,D,G,H,J）に対して、ほぼ全員の被験者の回答が同じである。

・言語情報を含む元音声と言語情報を除去した加工音声とを比べると、加工音声の方が上記に記載の被験者回答の類似性は曖昧になっているが、回答傾向に大きな差はない。

これらの結果は、加齢に伴う衰えを感じる評価尺度が人により類似していることと、加齢による衰えを判断するに非言語情報の使用が有効であることの2点の可能性を示唆していると考えられる。

## ② 音声の非言語情報を用いた会話の円滑度推定の可能性

上記評価後に、被験者10名に加齢に伴う衰えを感じた理由を答えてもらった。主な回答として、「相手の会話に対する反応が遅い(5名)」、「話の間が長い(4名)」、「声色がかすれている(4名)」、「相手の話を理解できていないか、または聞いていない(4名)」、「笑い声(3)」などがあった。声色や笑い声の音響的特徴とは別に、会話が円滑に進行していないことや、会話が理解できない状況を指標としており、これらが、間接的に衰え推定の指標になると考える。

## 4. 研究成果

会話における非言語情報に注目して、加齢に伴う衰え推定に有効なパラメータを探索した。さらに、会話の円滑度や会話者の会話内容の理解度などが、間接的に加齢に伴う衰えの推定に有効な評価基準と仮定し、これらの度合と非言語情報との関係も併せて解析した。

### (1) 会話音声にみられる後期高齢者の基本周波数特性

3章にて10名の被験者に提示した会話者(51歳~82歳の11名の男性)の30会話分の会話音声を対象に、発声毎の基本周波数の平均と標準偏差を求め、75歳以上だと感じた発声と75歳未満だと感じた発声とを比較した。各会話者の本来が75歳以上か未満かは問題ではなく、被験者全員が一致して会話者年齢を75以上または未満と感じた発声のみを抽出し比較した。結果を図1に示す。図1の横軸の平均値は、各発話毎の基本周波数平均値から各話者毎の全発話の平均値を引いた値を示しており、各発話者の平均基本周波数がゼロにして比較している。

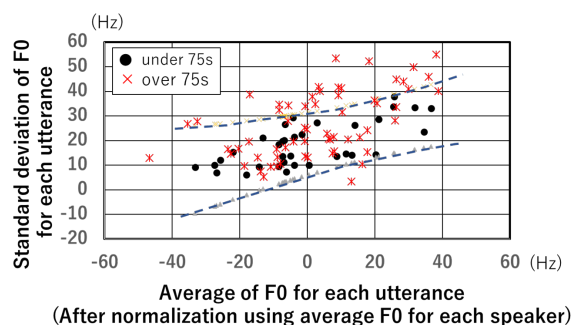


図1 会話者年齢が75歳以上と感じる会話と75歳未満と感じる会話の発声毎の基本周波数特性の違い

75歳未満を感じる会話における発話毎の基本周波数は、その平均値と標準偏差との関係に相関があり、基本周波数の平均値が低い発声ほど標準偏差も低い傾向にある。回帰分析の結果、この相関は信頼性があり、図中の点線は95%の信頼区間を表している。一方、75歳以上と感じる会話音声の基本周波数データは、約半数が上記の信頼区間外にあり、75歳未満のデータと比較して標準偏差がより大きくなる傾向にある。上記信頼区間を外れる発話を頻繁に起こす会話者は、75歳以上であると感じられる会話者であり、加齢による衰えを保持すると考えられる。この結果は、発声毎の基本周波数の標準偏差は、システムが会話者に自らの衰えを自覚させるために有効なパラメータであることを示唆している。

### (2) 会話の理解度合いと非言語音声特性との関係

会話者に加齢による衰えを感じる理由の一つに、相手の話を理解できていない状況が頻繁に起こること、返事が遅れること、など、会話がギクシャクしてくる状況を理由に挙げている被験者が多かった。そこで、会話から会話者の理解度合いを推定することで、間接的に加齢による衰えを推定することを試みた。5名の高齢者の会話音声から、相手の会話に応答している187カ所を抽出し、被験者4名に上記の応答部分を含む会話動画を視聴してもらい、各応答が、相手の会話理解できている応答かどうかを判断してもらった。その結果4名全員が「理解できている」または「理解できていない」と判断した返答のみを取り上げ、発声毎の基本周波数と音圧レベルの平均値を算出した。図2は算出結果を、基本周波数と音圧レベルとを軸とした2次元の図で示したものである。

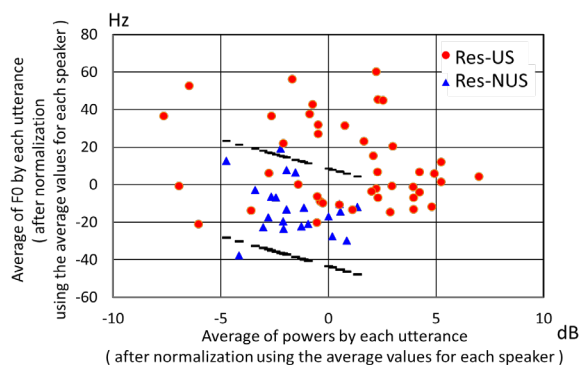


図2 会話の応答発声における会話の理解度と非言語特性との関係

図2は、相手の話が理解できていない時の応答は、理解できている時と比べて、基本周波数、音圧レベルともに低い傾向にあることを示している。図中の黒の破線は相手の話が理解できていない際のデータの範囲の95%閾値を示しているが、理解できている時の応答音声については、半分以上の発声データが黒破線の範囲に収まっていない。この結果は、会話の応答部分の基本周波数及び音圧レベルが黒破線の示された範囲以外にプロットされない場合、会話者の相手の話の理解度が低いと判断できることを示唆している。

### (3) 会話の理解度合いと会話者同士のしぐさの同期性との関係

上記(2)にて抽出した会話の応答部分の動画データに対して、動きの大きさを数量化するため、顔部分の差分画像の輝度値を求めた。さらに、会話している2者の輝度値の積を算出することで、会話者間の動きの同期性を評価した。図3は、相手の会話が理解できている時の応答部分の輝度の積値と、理解できていない時の輝度の積値とを比較したものである。輝度の積値は、会話指定会話者に依存しているが、相手の会話がともに理解できている場合は、理解できていない場合に比べて大きくなる傾向にある。これは、理解できている時には、お互いの動きが同期していることを意味しており、顔の動きの同期性が会話の理解度と関係があることを示唆している。

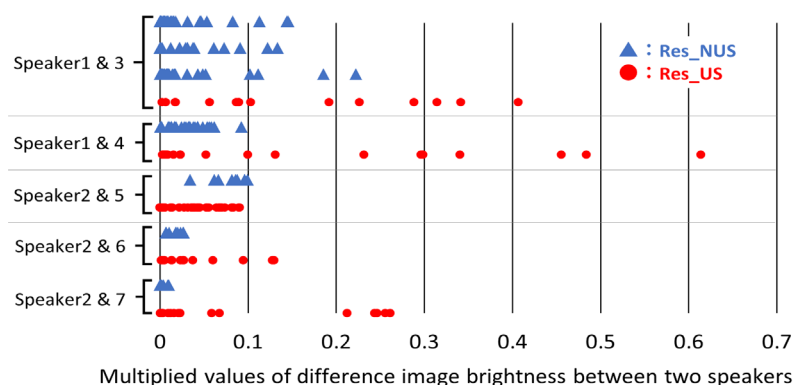


図3 会話している2者の顔部分の動きの同期性と会話の理解度との関係

以上により、発声毎の基本周波数や音圧レベルの平均や標準偏差、さらに顔の動きの同期性などの非言語情報が、後期高齢者の判断や、会話の理解度合の判断に有効なパラメータであることを示唆した。本期間中に、これらの判断基準を用いた衰え推定システムを構築したが、実際の評価実験は、加齢に伴う衰えの対象者が必要であり、まだ計画中である。今後は、30年より採択された科研費(基盤C:19K04934)にて実証実験を実施し、パラメータの有効性を確認していく予定である。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① Yumi Wakita, Shunpei Matsumoto, "F0 Feature Analysis of Communication Between Elderly Individuals for Health Assessment", © Springer International Publishing AG 2017 V. G. Duffy (Ed.): DHM 2017, Part II, LNCS 10287, pp. 195-205, 2017. DOI:

- ② Yumi Wakita, Yuta Yoshida, Mayu Nakamura, “Influence of Personal Characteristics on Nonverbal Information for Estimating Communication Smoothness”, Proceedings of 18<sup>th</sup> International conference HCI international 2016 ,Part III, LNCS 9733, pp.148-157 2016 DOI: 10.1007/978-3-319-39513-5\_14 [査読有]

[学会発表] (計 10 件)

- ① 夏見佳奈, 脇田由実, 上田悦子, “会話支援システムのための会話者のしぐさの分析”, 計測自動制御学会 第 19 回システムインテグレーション部門講演会, 2018.12.13. 大阪府
- ② Kana Natsumi, Yumi Wakita, Yuya Saitoh, Yoshihis Nakatoh, “Changes in fundamental frequency and gesture of response corresponding to the understanding level of partner’s talk”, 2018 IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology, 2018.11.8. SABAH MALAYSIA [査読有]
- ③ Yumi Wakita, SiNya Kondo, Yoshihisa Nakatoh, “Potential for Estimating Age-Dependent Degradation using the Acoustic Characteristics of Daily Conversation”, 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics, 2018.10.9. NARA JAPAN [査読有]
- ④ 近藤真也, 山裾昌也, 弁野智久, 脇田由実, “会話支援するロボットの支援タイミングの評価”, 2018 Conference on Robotics & Mechatronics 2018 2018.6.4. 福岡県
- ⑤ Yumi Wakita, Masaya Yamasuso, Yoshihisa Nakatoh, “Comparison of nonverbal feature of free conversation speech between elderly and young individuals”, 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, 2017.9.7. HAWAII USA [査読有]
- ⑥ Yumi Wakita, Shunpei Matsumoto, “F0 feature analysis of communication between elderly individuals for health assessment”, 8th International Conference, the 19th International Conference on Human-Computer Interaction, 2017.7.12. VANCOUVER CANADA [査読有]
- ⑦ 山裾昌哉, 城戸康平, 松本俊平, 脇田由実, “会話支援ロボットのための会話円滑度の自動推定手法”, 2017 Conference on Robotics & Mechatronics 2017.6.10 福島県
- ⑧ 竹田旭, 木村僚, 奥村亮悟, 中井康裕, 山口翔平, 脇田由実, “もう一度話しかけたくなるコミュニケーションロボットをめざして”, 2017 Conference on Robotics & Mechatronics, 2017.6.10 福島県
- ⑨ Yumi Wakita, Shunpei Matsumoto, “Communication Smoothness Estimation using F0 Information”, 4th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2016.9.8. KYOTO JAPAN [査読有]
- ⑩ Yumi Wakita, Yuta Yoshida, Mayu Nakamura, “Influence of Personal Characteristics on Nonverbal Information for Estimating Communication Smoothness”, 18<sup>th</sup> International conference HCI international 2016, 2016.7.24. TORONT CANADA [査読有]

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：中藤 良久

ローマ字氏名：NAKATOH Yoshihisa

所属研究機関名：九州工業大学

部局名：大学院工学研究院

職名：教授

研究者番号（8桁）：10599955

研究分担者氏名：上田 悦子

ローマ字氏名：UEDA Etsuko

所属研究機関名：大阪工業大学

部局名：ロボティクス&デザイン工学部 システムデザイン工学科

職名：教授

研究者番号（8桁）：90379529

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。