





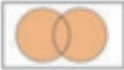


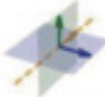



Symbolic Set Representation		Subspace-based Set Representation	
Element <i>king</i>		Vector \mathbf{v}_{king}	
Set Male = { <i>king, man, ...</i> }		Subspace $\mathcal{S}_{Male} = \text{span}\{\mathbf{v}_{king}, \mathbf{v}_{man}, \dots\}$	
Complement $\overline{\text{Male}}$		Orthogonal complement $(\mathcal{S}_{Male})^\perp$	
Union Male \cup Female		Sum space $\mathcal{S}_{Male} + \mathcal{S}_{Female}$	
Intersection Color \cap Fruit		Intersection $\mathcal{S}_{Color} \cap \mathcal{S}_{Fruit}$	

Semantic Operations on an Embedding Space

♡ 1

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:03



2022年度研究会推薦博士論文速報
[自然言語処理研究会]

石橋 陽一

(京都大学大学院情報学研究科 特定研究員)

邦訳：埋め込み空間における意味演算

■キーワード

自然言語処理／表現学習／埋め込み

【背景】 言語のベクトル表現の演算は意味を計算できる汎用的な技術である

【問題】 意味演算の定式化は十分検討されておらず応用範囲が制限されている

【貢献】 新たな意味演算「意味の反転」と「単語集合の演算」を定式化した

自然言語処理はコンピュータが人間のように言語を処理することを目指す研究分野である。我々人間が使用する言語は、曖昧で多様な意味を持つため、人間レベルの言語処理の実現は非常に困難であった。しかし、近年では深層学習を基盤とした新しい手法の出現や計算機の飛躍的な進歩により、人工知能が大量のデータを学習することが可能になり、多くの問題が解決された。さらには、ChatGPTのような技術の出現により、我々の社会全体に大きな影響を及ぼすほどの技術となっている。

このような成功の根幹をなす技術が「埋め込み」である。自然言語処理において埋め込みとは、人間が使う言葉をベクトル（つまり、一連の数値）で表現する方法である。単語や文といった言葉のパーツをベクトルで表現することにより、自然言語処理における長年の課題、たとえば文の類似性（例：「**私は小説を書いている**」と「**明石さんが脚本執筆中である**」は似ている）や情報の共起性（例：「**私は小説を**」の後には「**書いている**」「**読んでいる**」が続きやすいが「**食べている**」は続きにくい）を人工知能が学習できるようになった。






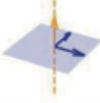

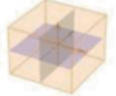

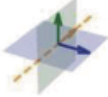
埋め込みによって得られたベクトルは「概念の加算・減算ができる」という非常に興味深い性質を持つことが知られている。たとえば「**王**」ベクトルから「**男性**」を引いて「**女性**」を足すと「**女王**」になるというものである。このような意味演算はさまざまな用途があり、文の類似度の計算や、ベクトルが人間の直感と一致するかの評価等、非常に汎用的な技術となっている。一方で、概念の加減算以外の演算は十分検討されておらず、その応用範囲は制限されている。

そこで我々の研究では、この点に注目し、自然言語処理の応用において重要な意味の表現演算「意味の反転」と「単語集合の演算」の定式化に取り組んだ。

「意味の反転」はあるベクトルの特定の特徴量を逆にしたベクトルを得る意味演算である。たとえば性別の反転では「**王**」を「**女王**」に、「**女王**」を「**王**」に意味を反転する。概念の演算を用いて「**王 - 男性 + 女性 = 女王**」のように変換できる

が、そのためには「王」が「男性」属性を持つから減算する、知識が必要であるがこの知識をすべての単語に付与することは困難である。本研究では「王 → 女王」と「女王 → 王」をまったく同一の関数で変換することで、入力単語がどのような単語であろうと特定の意味（例：性別）を反転する手法を提案した。

「単語集合の演算」は和集合 (\cup) や共通部分 (\cap) や集合類似度などの演算である。集合と言語は非常に強く関係している。たとえば、「果物」という集合には、「りんご」、「バナナ」、「オレンジ」などが含まれるし、「私」「は」「小説」「を」「書いている」という文はこれら単語の集合であると言える。このような集合表現は文の類似度の計算に使われる。2つの集合に重複する単語の数を数えると文の類似度を計算できるが、たとえば「明石さん」「が」「脚本」「執筆中である」と先程の文は重複がまったくなく、これらは直感的には似ているにもかかわらず似ていないと判断される。そこで、本研究では集合や集合類似度をベクトル空間で定式化することに1つの焦点を当て、量子論理（量子力学の理論）に基づく手法により集合や集合演算をベクトル空間で自然に表現できることを実証した。

Symbolic Set Representation		Subspace-based Set Representation	
Element <i>king</i>		Vector \mathbf{v}_{king}	
Set Male = { <i>king, man, ...</i> }		Subspace $\mathbb{S}_{\text{Male}} = \text{span}\{\mathbf{v}_{king}, \mathbf{v}_{man}, \dots\}$	
Complement $\overline{\text{Male}}$		Orthogonal complement $(\mathbb{S}_{\text{Male}})^\perp$	
Union Male \cup Female		Sum space $\mathbb{S}_{\text{Male}} + \mathbb{S}_{\text{Female}}$	
Intersection Color \cap Fruit		Intersection $\mathbb{S}_{\text{Color}} \cap \mathbb{S}_{\text{Fruit}}$	

(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（工学）

大学：奈良先端科学技術大学院大学

推薦文 [メディア知能情報領域] 自然言語処理研究会

最近の自然言語処理は、単語をベクトルで表現してことばの類似性を計算できることが重要な基盤になっています。この博士論文は、ベクトルで表された単語の意味を変化させる「計算」や、単語の集合に対する「計算」を実現する技術を提案し、直感的な計算でことばの「計算」ができることを示しています。

研究生活 研究テーマやアイデアを考えることが好きで、研究室の最初のミーティング時に研究したいテーマを5個ほど持っていき説明したのですが、ほとんど採用されず、ミーティング直前に思いついたテーマだけが残り、博士前期時の研究テーマになりました。テーマ選択では苦労しませんでした。問題設定を明確化しアイデアを実装し、査読に耐え、論文化するまでのプロセスは想像以上に苦労しました。また、最近では研究の効率性についても意識するようになりました。私がいる分野は次々に新しい革新的な技術が生まれている状況で、1年前の研究でもやや古いと感じる状況になっています。このような状況の中、今いる環境で、効率よく生産性の高い研究を意識することは今後重要なのではないかと思います。



Interactive Text Rewriting for Non-native English Speakers

♡ 5

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:06



2022年度研究会推薦博士論文速報

[自然言語処理研究会]



伊藤 拓海
(Langsmith (株) 取締役)

邦訳：非英語母語話者のためのインタラクティブな書き換え

■キーワード

自然言語処理／機械学習／論文執筆支援

【背景】 非英語母語話者の英語論文執筆をAIで支援することが必要

【問題】 書き換えAIの構築方や効果的な支援方法は未解明

【貢献】書き換えAIを開発し非英語母語話者の利用法を分析

自然言語処理とは、日本語や英語などの言語を機械で処理する技術である。人の文章作成を支援するため、自然言語処理分野では、スペルチェッカー、文法誤り訂正、文章検索、自動採点など、さまざまな研究が行われてきた。また、近年の深層学習の進歩により、非常に流暢な文章の生成が可能になっており、言語生成技術を応用した執筆支援が注目されている。そうした技術の1つとして、自動書き換えという技術がある。自動書き換えは、誤りを修正するだけでなく、たとえば、文章をより流暢にしたり、スタイルを変えたりする技術である。本研究は、自動書き換えを用いて、非英語母語話者の英語論文執筆を支援することを目指したものである。

研究者にとって、自身の研究成果を広めることは非常に重要な活動である。そのため、英語で論文を執筆することが必要になる。しかし、非英語母語話者にとって、英語で論文を書くことは非常に大変な作業である。論文を学会や学術誌で発表するためには、他の研究者に論文を確認してもらい、掲載の可否を判定してもらう査読というプロセスがある。良い研究結果が出たとしても、分かりやすい論文を書けないと、論文を発表することができない。論文が発表できないと、研究者のキャリアの形成にも影響を与える。また、もし英語力の問題で研究が発表されないと、たとえば、日本語や日本の文化にかかわる研究が発展しないなど、社会や学術界の多様性にも影響するだろう。論文のクオリティを上げるために、英語校正サ

ービスを利用する場合もあるが、金銭的なコストも大きな問題となる。

本研究では、書き換えAIの構築方法を検討し、その書き換えモデルを搭載した執筆支援システム（Langsmith）を開発した。Langsmithはオンラインエディタであり、ユーザが英語の文を入力し、カーソル選択をすると複数の書き換え候補を提示する。書き換えAIは、非英語母語話者が書いたような、誤りや不自然な言い回しになっている文章を、論文として自然な文章に変換するように学習している。非英語母語話者の学生がLangsmithを使用して推敲した文章と、使用しないで推敲した文章を比較し、その有用性を評価した。さらに、アンケート調査やインタビュー調査を行い、非英語母語話者がLangsmithをどのように使用し、書き換え案をどう採用するかといった、Langsmithと非英語母語話者のインタラクションを調べた。

ChatGPTのようなAIの発展により、今後より一層、自然言語処理の実応用・社会実装が加速するであろう。AIのアルゴリズムに関する研究はもちろんであるが、実際にアプリケーションを構築し、AIがどのように使用されるかを研究することも、より一層重要になる。実応用を考えることで、解決すべき重要な課題がより明確になり、アルゴリズムの改善にもつながる。本研究を通して、自然言語処理の応用研究に興味を寄せるきっかけになればと思う。



■Webサイト／動画／アプリなどのURL

<https://www.takumi-ito.com/>

<https://langsmith.co.jp/>

■動画URL (YouTubeチャンネル用)

<https://youtu.be/onisJumnvSA>

(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（情報科学）

大学：東北大学

推薦文【メディア知能情報領域】 自然言語処理研究会

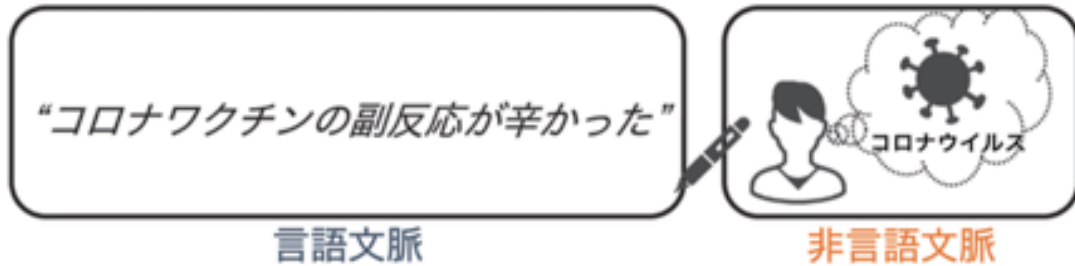
英語を母語としない人たちにとって英語で文章を書くというのは国際社会に出る上での高いハードルの1つです。この博士論文研究では、コンピュータが誤りの訂正やより良いことばの提案により英語での執筆を支援する技術に取り組んでいます。この技術は Langsmith というサービスで利用されています。

研究生活 私は英語に苦手意識が強く、自分自身を助けたいという思いから、英語論文執筆支援を研究テーマにしました。また、自身の研究成果を社会実装してみたいという気持ちがあり、修士のときに起業をしました。上記のLangsmithをサービスとして展開しています。研究とサービスを作る・運用することには、それなりにギャップがあり、正直大変なこともありましたが、サービス開発で得た知識や技術は研究にも役立ったと感じています。また、新型コロナウイルスに関する制限が緩和されてきた3年次にオランダに半年間留学をしました。コロナ禍ということに加え修了間際であったため、留学準備等大変でしたが、とても成長できたと感じて

います。研究、起業、留学といった活動に挑戦することができたのも、多くの先生方や仲間たちの指導や支援のおかげです。この場をかりて、改めて感謝申し上げます。



テキストデータに共通する性質:
ある書き手が何らかの知識を前提に記述




表層から読み取れることは限られているので
高度なテキスト理解には**非言語文脈**が貴重な情報

- 書き手によって意味が変わる (例: “辛い” の程度)
- 知識 (例: 辞書) を参照すれば理解が深まる

Deep Learning Methods for Natural Language Processing Considering Writers and Background World Knowledge

♡ 2

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:09



2022年度研究会推薦博士論文速報

[自然言語処理研究会]

大葉 大輔

(東京大学生産技術研究所 特別研究員)

邦訳：書き手および背景にある世界知識を考慮した自然言語処理のための深層学習手法

■キーワード

自然言語処理／深層学習／言語外文脈

【背景】 書き手等の言語外文脈に依存して同じ単語や句の意味が異なる

【問題】 言語処理では言語外文脈に対して平均的な深層学習が基本である

【貢献】 任意のテキストにかかわる代表的な言語外文脈を考慮する方法論を提案した

自然言語処理は、我々人間が使っている単語や句といった自然言語を計算機に正しく理解・処理させるための研究分野です。ここでは自然言語をいかにコンピュータが読める数値表現に落とし込み、その意味や関係性を正しく反映させるかがキモになります。最近では、大規模データの特徴を計算機自身に学ばせることのできる

深層学習技術を利用することが主要なアプローチとなっています。

一方で、自然言語の表層から読み取れる情報には限りがあります。たとえば、誰が書いているのかによって“辛い”の意味する辛さの程度は異なりますし、辞書等の外部知識を参照しなければ馴染みのない言葉や専門用語（例：SARS-CoV2）の深い理解は望めません。上に挙げた深層学習に基づく自然言語処理では、こうした書き手や背景知識といった言語外文脈を認識・区別せず、平均的な学習が行われることが一般的です。言い換えると、私たち人間の言語使用が統一されており、かつ各テキストが同じ背景知識を有すると仮定しているため、個々のテキストを処理する上では最適ではありません。

本研究では、深層学習に基づく自然言語処理モデルが言語外文脈を考慮する方法論の確立に取り組みました。数ある言語外文脈の中でも、あらゆるテキストの起源に関与している「書き手」および「背景知識」に焦点を当てて研究を行いました。実験では、文書分類タスクや情報抽出タスクを用いて方法論の有効性を示しました。

書き手を考慮するための研究としては、単語および文の意味を表す数値表現を個人レベルで計算する技術の確立に挑みました。その過程で、大衆の平均的な言語使用をモデル化する機構と個人レベルの言語使用をモデル化する機構をモデル内部で併用する手法をいくつか提案しました。これにより、書き手によって区別された少

ない学習データでも安定した学習ができるだけでなく、書き手一人あたりに必要なモデル容量を減らすことができます。

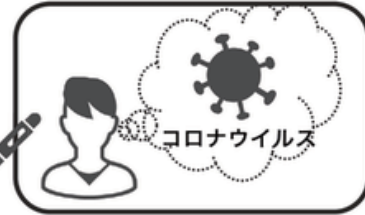
背景知識を考慮するための研究では、知識の網羅性と変動性に対応した、知識の数値表現手法の確立に取り組みました。知識の数値表現を自然言語処理モデルが参照することで言語処理性能が向上することが報告されていますが、知識は膨大であるだけでなく（例：Wikipedia には数百万の事物が記録されている）、日々更新される（例：新しい映画やキャラクタ）ため、それらすべてを単一モデル上に保持することは困難です。そこで、知識を説明する文章等を資源に、欠損知識の数値表現を後付けで構成・補完する手法を提案しました。これにより再学習等のコストを払うことなくモデルが最新の（または処理対象のテキスト集合に適した）知識集合を参照することができます。

本研究が示す結果は、音声や画像といった他主要モーダルに加え、言語処理において言語外情報を考慮することの重要性を示唆しています。

テキストデータに共通する性質：
ある書き手が何らかの知識を前提に記述

“コロナワクチンの副反応が辛かった”

言語文脈



非言語文脈

表層から読み取れることは限られているので
高度なテキスト理解には**非言語文脈**が貴重な情報

- 書き手によって意味が変わる (例: “辛い” の程度)
- 知識 (例: 辞書) を参照すれば理解が深まる

(2023年6月1日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（情報理工学）

大学：東京大学

推薦文 [メディア知能情報領域] 自然言語処理研究会

ことばは発する人ごとに少しずつ意味合いが違ったり、理解のために知識が必要だったり、書かれていること以外を考慮することがしばしば求められます。この博士論文研究では、個人ごとのことばのモデル、外部の知識を参照できることばのモデルを作る技術に取り組み、有効性を確認しています。

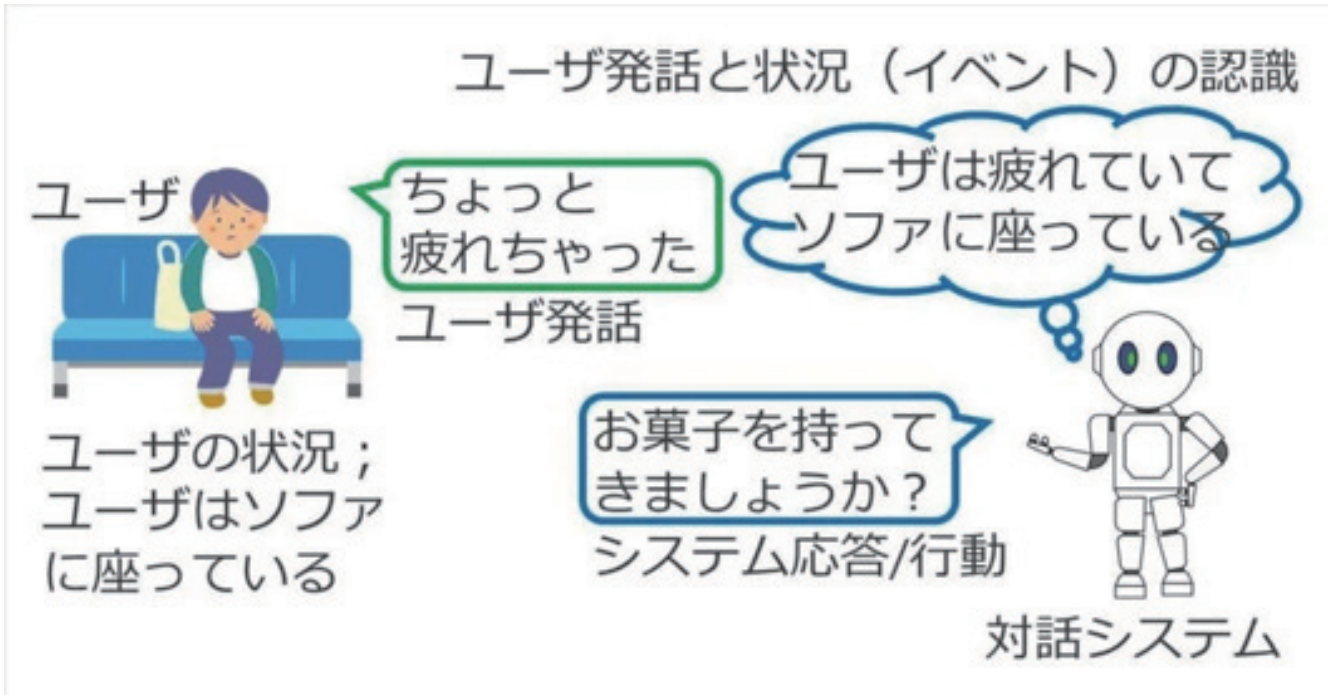
研究生活 学部時代に伺った研究室説明会で自然言語処理分野に惹かれ、気づくと博士課程に進学していました。普段我々人間が扱う自然言語を数理的に扱うことなんてできるの？と当時驚いたことを今でも覚えています。興味の赴くまま分野を決めた私は、研究テーマ選びでも都度興味を思ったものに取り組んできました。そのため、博士論文として研究成果をまとめる際には随分と苦労しました。

博士課程初期よりコロナ禍に直面し、修士課程に比べて孤独に感じる時期が増えました。思うように研究成果が出ないこともあり何度も挫折しそうになりましたが、豊田正史先生・吉永直樹先生を始め、多くの研究者の方々の支えにより乗り越えることができました。また、雑談レベルでもコミュニケーションを積極的にとることの重要さも痛感しました。最後は自分自身が心から興味があることに取り組んでいたことも良かったのだと思います。

博士課程でお世話になったすべての方々に心から感謝申し上げます。ありがとう


ございました。





Reflective Response of Dialogue System Focusing on User's Event



 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:12



2022年度研究会推薦博士論文速報

[自然言語処理研究会]



田中 翔平

(オムロンサイニックエックス (株) プロジェクトリサーチャー)

邦訳：ユーザのイベントに着目する対話システムによる気の利いた応答

■キーワード

対話システム／自然言語処理／マルチモーダル

【背景】 対話システムは実社会にも普及してきている

【問題】 従来の対話システムの応答や行動は気が利いておらず，ユーザ発話に対し

て受け身な傾向にある

【貢献】 ユーザの発話に対して気の利いた応答や行動を生成する対話システムの仕組みを提案した

本研究では、ユーザ発話に対して気の利いた応答や行動を生成する対話システムの開発に取り組んだ。従来の対話システムの応答や行動はユーザ発話に対して受け身な傾向にあり、発話したユーザの状況や心理を考慮していない。たとえば、図のようにユーザがソファに座りながら「ちょっと疲れちゃった」と発話した状況を想定する。従来の対話システムは、こうした発話に対してユーザの状況を考慮して気の利いた応答や行動を生成することができない。

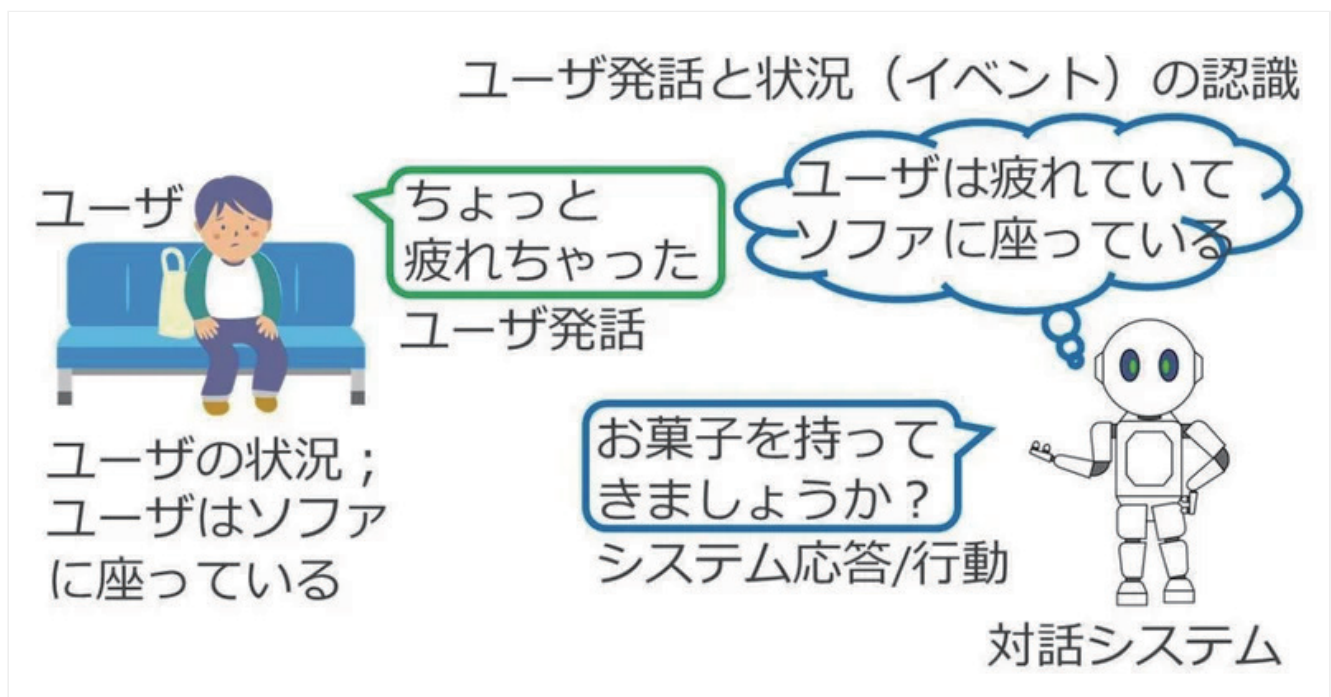


図 気の利いた応答や行動を生成する対話システムの概要

本研究ではこうした問題を解決するため、ユーザのイベントに着目することで気の利いた応答や行動を生成する対話システムを提案した。たとえば先程挙げた図の例では、提案したシステムは「ユーザは疲れていてソファに座っている」というユーザのイベントに基づいて「お菓子を持ってきましょうか？」のように気の利いた応答や行動を生成することができる。

対話システムは、伝統的に非タスク指向対話システムとタスク指向対話システムに分けられる。非タスク指向対話システムの目的は、日常会話を通じてユーザを楽しませることである。日常会話を通じてユーザとの友好度を向上させることで、その後の商品の販売など、システムとユーザ双方の利益に繋がる交渉が円滑に進むと考えられる。タスク指向対話システムはその名の通り観光案内、日常的な家事といった特定のタスクにおいてユーザの要求を満たすことを目的としている。限定した範囲のタスクを実行する対話システムは、すでにスマートスピーカやデジタルサイネージといった形で実用化が進んでいる。

本論文では、こうした分類に従い、非タスク指向対話システムおよびタスク指向対話システムについて以下の3つの問題に取り組んだ。まず、非タスク指向対話システムの気の利いた応答生成の実現に取り組んだ。このモデルはユーザ発話とシステム応答に含まれるイベントに基づいて気の利いた応答を選択する。提案したモデルが生成した応答を人手で評価したところ、提案したモデルは従来のモデルと比較してより気の利いた応答を生成できることが示された。

次に、タスク指向対話において気の利いた行動を選択するモデルについて取り組んだ。このモデルは、ユーザ発話とシステム行動の間のイベントの因果関係に基づいて気の利いた行動を選択する。提案したモデルを評価したところ、従来のモデルよりも高い精度で気の利いた行動を選択できることが示された。

最後に、マルチモーダルなタスク指向対話において気の利いた行動を選択するため、マルチモーダルな情報を統合するモデルについて取り組んだ。このモデルは、ユーザ発話とユーザの周囲の状況に含まれるイベントを統合して気の利いたロボットの行動を選択する。提案したモデルを評価したところ、ユーザの周囲の状況を活用することで従来のモデルよりも高い精度で気の利いた行動を選択できることが示された。

上記の3つの研究はいずれも対話システムによる気の利いた応答や行動の実現を目指したものであり、そうしたシステムの発展に手がかりを与えるものになると信じている。

(2023年5月14日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（工学）

大学：奈良先端科学技術大学院大学

推薦文【メディア知能情報領域】自然言語処理研究会

対話システムや対話機能を持つロボットは今後私たちの生活でさまざまな手助けをしてくれることが期待されます。この博士論文は、そうしたシステムやロボットが場面や状況を把握し、人が直接お願いしていないことでも気を利かせて提案をできるようにするための技術に関するもので、今後の応用が期待されます。

研究生活 子どものころからSF作品に出てくるような人と対話するロボットが好きで、大学に進学したころから対話システムの研究をしたいと考えていました。そして具体的な研究テーマを考えるため、フィクションのロボットと現実の対話システムの違いは何かという疑問を深掘りしていったところ、現実の対話システムは気の利いたことを言えないという問題にたどり着きました。問題が明確になったあとも、その問題をどうやって解決するのか、どうやって提案したシステムを評価するのかなど、課題は山積みで苦勞の連続でした。特に大変だったのは提出した論文に対する査読コメントに対応することでしたが、その分論文が評価され採択されたときの喜びは大きいものでした。こうした大学院生活の5年間を乗り切れたのも、指導教員の先生方、家族や友人の支えがあってこそだと思えます。この場をお借りし

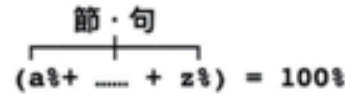
て、私を支えてくださった皆さまに感謝の言葉を申し上げます。

例の解釈:

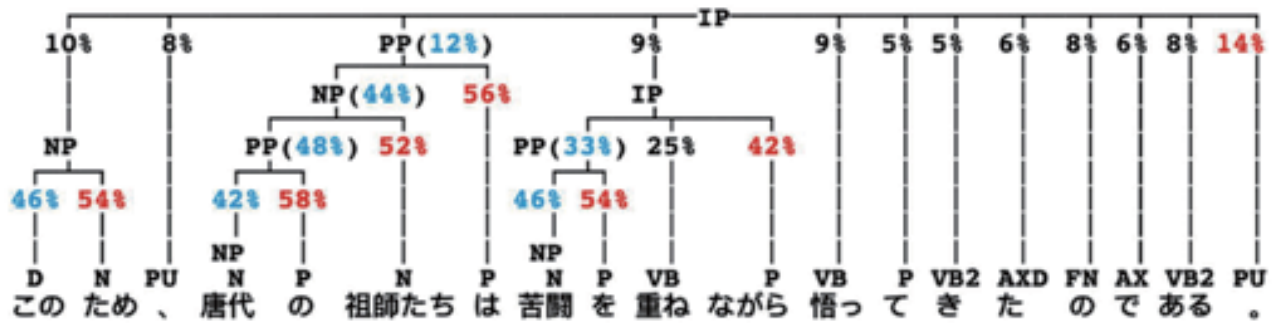
D 限定詞;
N 名詞;
NP 名詞句;
VB 動詞;
VBO 軽動詞;
VB2 補助動詞;

AX 助動詞;
AXD 過去テンス標識(助動詞の一部);
P 助詞;
PP 助詞句;
IP 節;
PU 句読点;

句構造の貢献度:



一番高い%
二番高い%
ほかの%



Neural Combinatory Constituency Parsing

♡ 1

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:14



2022年度研究会推薦博士論文速報

[自然言語処理研究会]



陳 宙斯

(東京都立大学 客員研究員)

邦訳：ニューラル組合せ構文解析

■キーワード

句構造解析／ニューラルネットワーク／高速化

【背景】 自然言語には、複雑な構造が存在し、効率的な解析が求められています。

【問題】 構造が複雑になるほど、高速かつ高精度な文法解析器は少なくなります。

【貢献】 句構造の各複雑度の文法構造に対応する、高速かつ高精度な解析器群を提案しました。

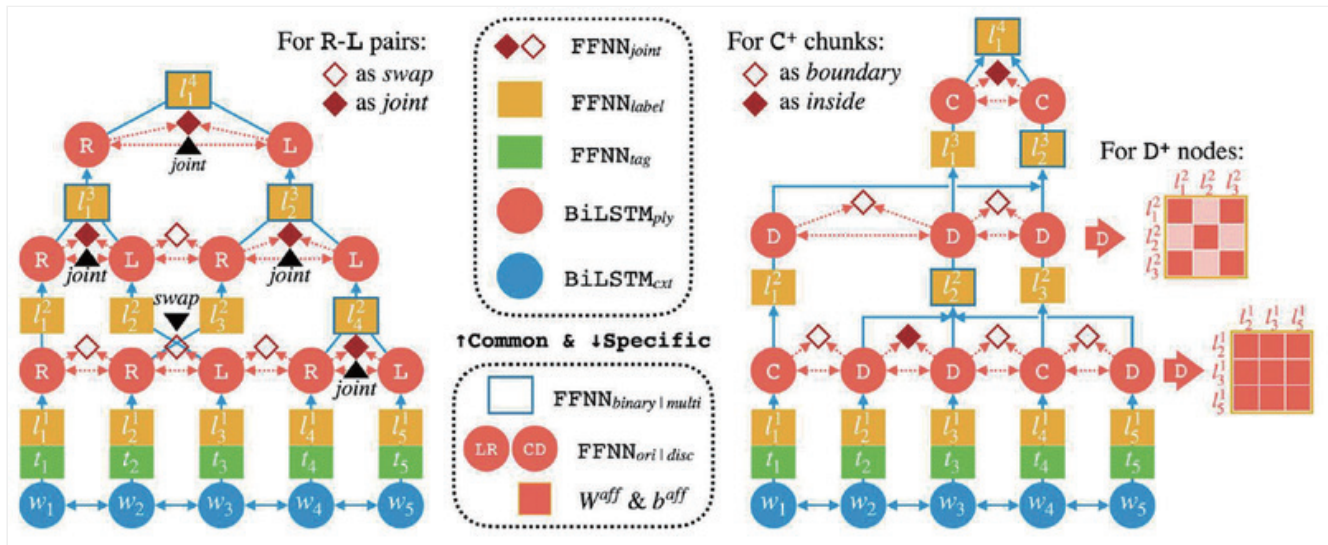
世界の万物には複雑な関係が存在し、記述するための自然言語も同様に複雑です。文が記述する対象と関係を正確に理解するためには、文の解析 (parsing) が必要です。解析には表層の文法と深層の意味の2つのレベルが含まれ、フレーム (frame) を単位として構造を組み立てます。文法のフレームは要素 (名詞・動詞・句など) と役割 (主語・述語・目的語など) を記述し、意味のフレームは実際の関係 (たとえば「誰が誰に何をする」) を記述します。また、フレームは組み合わせて再帰することがあります。たとえば、「私は君が彼を知っていることを知っている。」という文では、「君が彼を知っている」というフレームが「私は知っている」の中にはまっています。また、異なる表層表現方法 (能動態と受動態など) でも同じ深層の意味を表現することがあります。

人間が相互に理解し合うことができるのは、脳が自動的に文からフレームを抽出して解析しているからです。本研究の句構造解析 (constituency parsing) は、句をフレームとして解析します。早期の句構造解析理論によって、今のプログラミング言語やコンパイラが誕生し、プログラマと計算機の架け橋となっています。これらの文法はシンプルなので、解析が快速です。

しかし、日常の自然言語にはプログラミング言語には存在しない複雑な表現が含

まれており、句構造が複雑になるほど、高速かつ高精度な解析器は少なくなります。先行研究では、句構造の複雑さをCFG（文脈自由文法）、CSG（文脈依存文法）、unrestricted（非制限文法）などに分類しました。大半の文（すべてのプログラミング言語と大半の英語・日本語・中国語など）はシンプルなCFGで対応していきますが、一部のより複雑な文（ドイツ語・ロシア語に多い）はCSGに属し、それ以外にunrestrictedに到達することもあります。組合せ数学に基づく句構造解析をしようとする、句構造の複雑さが組合せ爆発によって増大し、解析が非常に遅くなって計算不可能であることもあります。

本研究では、組合せ数学の視点を捨て、高速で直感的な神経ネットワークで句構造解析群を構築しました。これらの解析器は、文法の複雑さとの関係が弱く、解析速度と文の長さがほぼ比例しています。故に、複雑な句関係を迅速に解析できます。表層の文法に基づいているので、句内の最も重要な要素（head）を示すことも特徴となっています。最後に、本研究は表層の文法が考察対象でしたが、深層の意味は今後の研究課題です。



■Webサイト／動画／アプリなどのURL

<https://github.com/tmu-nlp/UniTP>

参考文献

- 1) Chen, Z., Zhang, L., Imankulova, A. and Komachi, M. : Neural Combinatory Constituency Parsing. Findings of ACL-IJCNLP 2021.
<http://dx.doi.org/10.18653/v1/2021.findings-acl.194>
- 2) Chen, Z. and Komachi, M. : Discontinuous Combinatory Constituency Parsing, Transactions of the Association for Computational Linguistics(2023).
https://doi.org/10.1162/tacl_a_00546
- 3) Chen, Z. and Komachi, M. : DAG Conversion for Penn Treebank, the 29th Annual Meeting of ANLP (2023).
https://www.anlp.jp/proceedings/annual_meeting/2023/pdf_dir/P3-7.pdf

(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（情報科学）

大学：東京都立大学

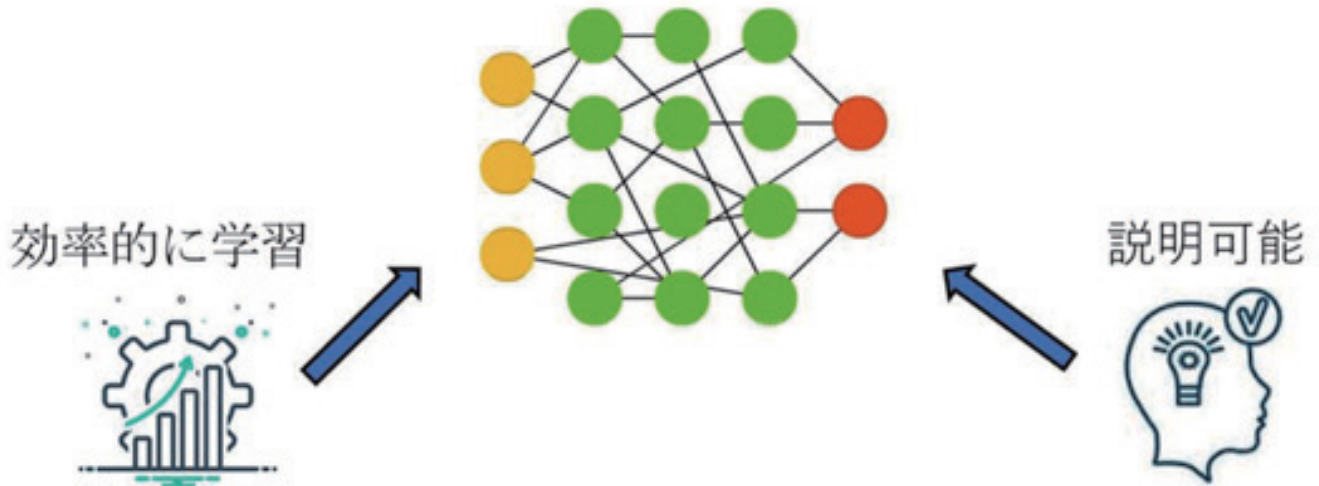
推薦文【メディア知能情報領域】 自然言語処理研究会

構文解析とは文の文法的な構造を明らかにする処理のことで、ことばを理解するための基本的な技術と言えます。この博士論文研究では、複雑さの異なる複数の種類の文法構造に対応可能な、ニューラルネットワークを用いた高速な構文解析の方式を提案しています。ことばを深く読むための技術として今後の発展に期待です。

研究生活 博士課程の5年間は、自由で楽しく視野の広い期間でした。先生に感謝します。研究室内では、勉強会が基礎教育として広い研究視野を作り、進捗報告で自由な思考と交流を主旨として研究問題について存分に打合せをして翌週の計画を立てていました。1人の苦闘がもちろんありましたが、先生の優しさで困難と失敗にも勇気と自信を持つことができました。

研究室外では、学会に参加する経験ができてよかったです。コロナの3年間で、国内外の学会に現地参加する機会がなかったですが、待ちに待った最後の学期で現地参加しました。不思議なことに、地球上の人類が一体であることを感じました。世界の向こう側で自分と似た課題を研究している人と出会い、彼らの声や姿を知るのには、とても面白いことでした。科学・技術・思想の進歩のため、努力し、新しい理論や手法を提案し続けています。読者の皆さんがこの一員になり、共に興味深い時間を過ごすことを期待しています。

ディープニューラルネットワーク



Towards Better Representation and Interpretability for Deep Neural Networks on Visual Tasks



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:15



2022年度研究会推薦博士論文速報

【コンピュータビジョンとイメージメディア研究会】

王 博文

(大阪大学データビリティフロンティア機構 特任研究員)

邦訳：視覚タスクにおけるディープニューラルネットワークのより良い表現と解釈可能性に向けて

■キーワード

表現学習 / 説明可能なAI / 弱教師あり学習

【背景】 DNNは学習に多くのラベル付きデータを必要とし、推論の根拠が不明

【問題】 データの入手が困難な分野（医療など）への応用が困難

【貢献】 説明可能なAIの技術を利用した弱教師あり学習

ディープニューラルネットワーク（Deep Neural Network ; DNN）は画像認識や自然言語処理を始めとするさまざまな分野で広く研究されており、目覚ましい進展を見せている。DNNが従来の機械学習と大きく異なる点として、与えられたタスクにおいてより良い性能を得るために、入力データの変換まで学習によって決定することが挙げられる。入力データの変換を学習することは一般に表現学習と呼ば

れる。DNNは、ネットワークをより深く、大きくすることにより柔軟な表現学習を可能にした。

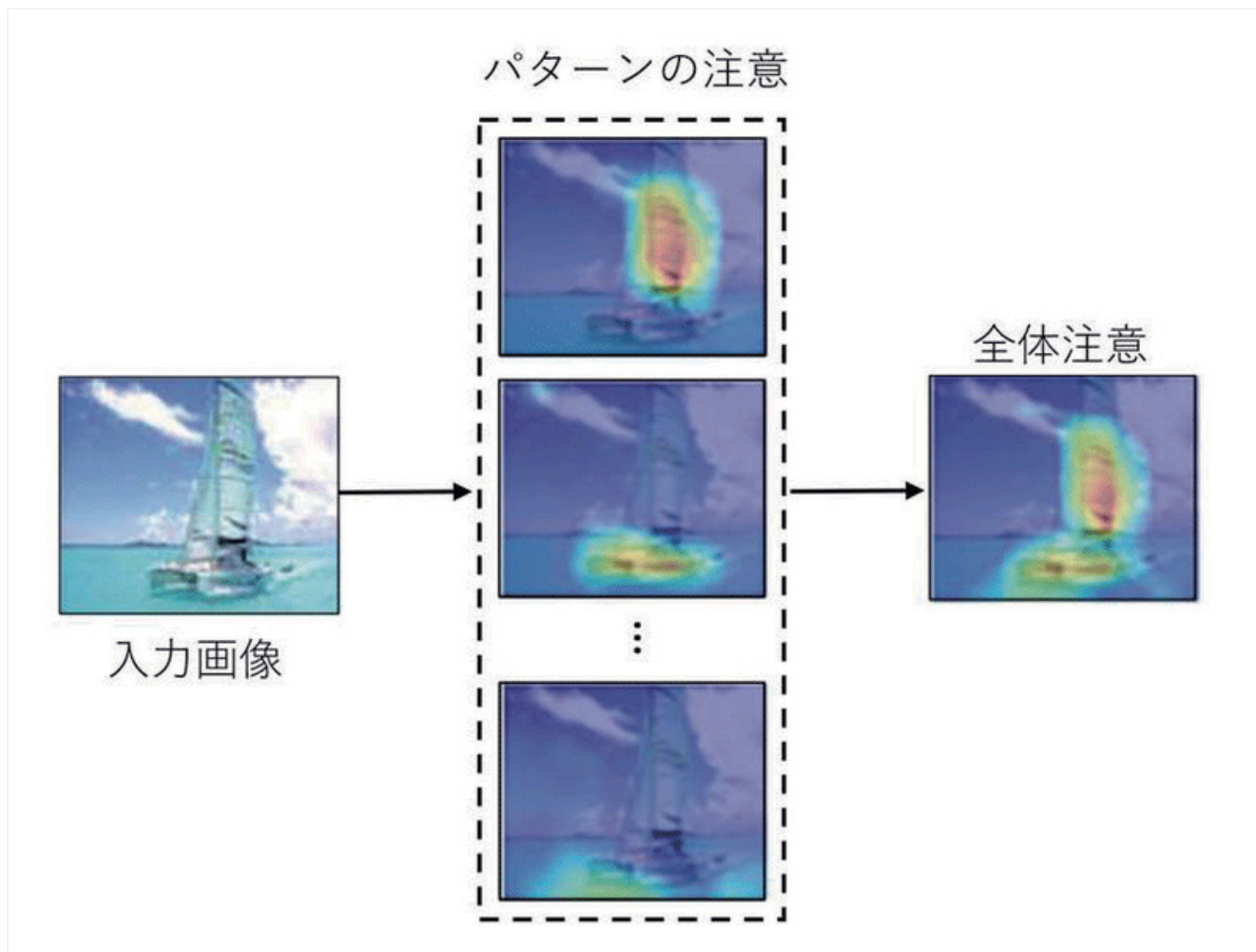
一方で、実際の応用を考えると、DNNには2つの大きな問題がある。第1に、巨大なDNNを学習するために大量のラベル付きのデータが必要となる。大規模なデータセットの構築は、データ自体の収集や正解ラベル付与のコストが高いなどの理由から現実的ではない場合がある。第2にDNNのブラックボックス性が挙げられる。DNNでは、入力に対して学習によって決定した変換を適用するが、この変換が実際に何をやっているのか分からないことから、なぜその出力が得られたのかについての解釈が難しい。これら2つの問題は、特に医療分野などのように、データの収集が困難で、さらになぜその判断をしたのかが重要となる応用において、DNN利用の大きな障壁となる。

本研究では、これら2つの問題に対するアプローチとして、表現学習と説明可能なAI (Explainable AI ; XAI) の2つの領域の境界領域の研究に取り組む。具体的には、説明可能なFew-shot学習と、XAIを援用した弱教師あり学習について新しい手法を提案した。

Few-shot学習とは、学習のために大量のデータが必要となるDNNに対して、数件のデータからモデルを学習するもので、たとえば各分類クラスについて数枚の画像が学習用のデータとして与えられたときに、新しい画像の分類を可能にする。本研究では、多くの画像分類タスクにおいて、特定の視覚パターンの組合せにより各

クラスを表現できるものと仮定し、事前学習用のデータセットから必要な視覚パターンを自動的に獲得し、その視覚パターンに基づいて画像を表現する手法を提案した。各画像に現れる視覚パターンは図のように可視化できる。分類は各画像から得られた視覚パターンに対応する画像表現に基づくことから、本手法ではモデルがどの視覚パターンによって分類を行ったかを知ることができる。

XAIを援用した弱教師あり学習では、医療分野への応用を念頭にして、レントゲン画像からの病変領域の検出手法を提案した。レントゲン画像とその診断結果は多く蓄積されており、これらのデータを利用することで、レントゲン画像から診断結果を予測するモデルを構築することができる。このモデルに対して説明可能なAIの技術を利用すると、対応する病変領域が図のようにヒートマップの形で与えられる。そこで、この領域を学習データとして利用することで、レントゲン画像が与えられたときに病変領域を検出するモデルを訓練することができる。



(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（情報科学）

大学：大阪大学

推薦文【メディア知能情報領域】 コンピュータビジョンとイメージメディア研究会

深層学習は高い精度で分類問題などを解くことができますが、その中でどのような処理が行われているかよく分かりません。この論文では、この深層学習のブラックボックス性の問題を、説明可能なAIに関する技術を提案して低減するとともに、実際の医用画像へと応用しており、新しい技術と具体的な応用をカバーした博士論文となっています。

研究生活 私の研究テーマは興味と情熱から生まれました。その分野に魅了され、新たな知識を追求したい思いがありました。研究生活ではさまざまな経験を積みました。自身のモチベーションを保つことが重要で、目標や情熱を思い出し、困難に立ち向かう必要がありました。また、協力とコミュニケーションも重要で、他の研究者との議論やアイデア交換は新たな視点をもたらし、研究の質を向上させました。

博士課程に進む人として、まずは自身の情熱や興味を追求することをお勧めします。他の研究者との交流や議論は自身の研究を豊かにし、新たな発見を促進しま

す。困難に直面した時には諦めずに立ち向かってください。研究は挫折や試練がつきものですが、それらを乗り越えることでより強く成長できます。最後に、自身の研究が社会や学术界に貢献する可能性を信じて取り組んでください。自身の研究が新たな知識や解決策を提供し、世界に影響を与えることができます。





Spatial Perception for Dynamic Environment

1) Localization

estimates the observer's location and orientation from an ego-centric view video



2) Prediction

predicts the future state of the environment conditioned on the observer's movements



View Birdification: On-Ground Pedestrian Movement Estimation and Prediction from Ego-centric In-Crowd Views



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:17



2022年度研究会推薦博士論文速報

【コンピュータビジョンとイメージメディア研究会】

西村 真衣

(オムロンサイニックエックス (株) シニアリサーチャー)

邦訳：混雑環境下における自己位置及び周辺歩行者の軌跡復元・予測

■キーワード

自己位置推定／世界モデル／コンピュータビジョン

【背景】 混雑した環境における自律移動システムのための基盤技術創出

【問題】 混雑した環境では幾何制約ベースの位置推定が破綻

【貢献】 歩行者の動きのみを手掛かりにした位置推定・予測方法の確立

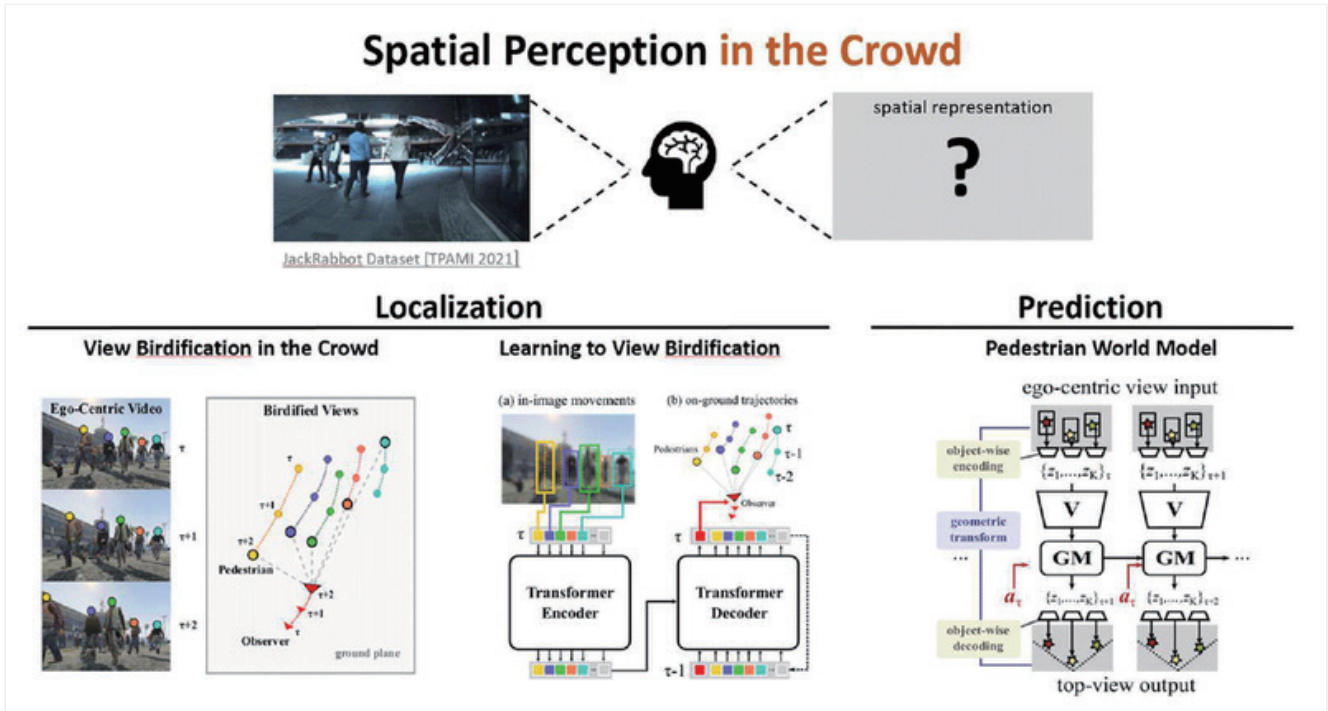
人間は人混みの中を歩くとき、あるいはサッカー等のチームスポーツをプレイしているとき、ダイナミックに変化する環境の中で視覚的な情報を元に自分自身の位置を正確に把握し、周囲の人間との位置関係を頭の中で再構築しながらその変化をも予測することができる。David Marrはビジョンとは「2次元に投影された網膜情報（画像）から3次元である実世界の構造を推測（再構成）する情報処理過程である」と定義した（D. Marr, 1982）。コンピュータビジョンとは、このような人間

の視覚情報処理能力を計算機の上で実現することを目的とした学問領域である。本研究では混雑環境における人間の空間認識能力をコンピュータビジョンの問題として捉え、その理論体系の構築に取り組んだ。

混雑した環境における空間認識 (Spatial Perception) は、まずその空間表現である環境地図の構築と、地図上での自己および歩行者の位置認識、そしてその将来変化の予測から構成される。従来の視覚情報に基づく自己位置推定では、静止した特徴点を複数視点から観測し、幾何学的な拘束条件を用いて特徴点により記述される環境地図と観測カメラの位置 (自己位置) を同時復元する方法 (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) が広く用いられてきた。しかし、混雑環境においては静的な特徴点を安定して観測・追跡し続けることが困難であるため、従来の方法は機能しないあるいは精度が落ちることが知られていた。これに対し本研究は、静的な特徴点の発見や抽出を一切必要とせず、観測者の周囲環境における歩行者自身を直接「動的な特徴点」として用いる方法を提案するものである。こうした枠組みの上での環境地図とは動的に変化する周辺歩行者との相対的な位置関係そのものであり、さらに自己の位置およびその移動軌跡を復元することができれば、絶対座標における環境地図を記述できるというわけである。

本研究は、「動的な特徴点のみから、動的世界の構造を再構成することができるのか」という問いに基づき、一人称視点で観測された歩行者の動き特徴のみから俯瞰視点における観測カメラおよび周辺歩行者の移動軌跡を復元する View

Birdification と名付ける新たな問題設定を示し、その解法および予測モデルへの拡張についてまとめたものである。2次元の動き特徴のみから3次元における実世界の構造を推測することは一般には不良設定（解けない）問題である。我々は、まず動的世界の記述を俯瞰視点から見た地面（2次元平面）に限定し、動的な特徴点が共通の運動モデルとスケール分布に従う歩行者であるという仮定を用いることで、幾何学的再構成の問題に帰着可能であることを示した。さらに、観測から抽出された動的特徴点を雑踏環境の抽象表現として捉えることにより、世界モデルと呼ばれる、観測者の動きに条件付けられた動的周囲環境の予測モデルとしてView Birdificationを拡張し得ることを示している。この位置復元と予測というタスクはいずれも視点変換、歩行者の運動モデルの推定、カメラ運動の推定という3つの絡み合った問題を内包するが、深層系列処理の代表的手法であるTransformerの注意機構を応用することにより、これらを同時に解きほぐし学習可能とする枠組みを提案した。これら一連の研究課題の解決が、混雑環境下における空間認識の基盤となる構成要素の確立に資することを期待している。



■Webサイト/動画/アプリなどのURL

<https://denkiwakame.github.io/>

(2023年6月6日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（情報学）

大学：京都大学

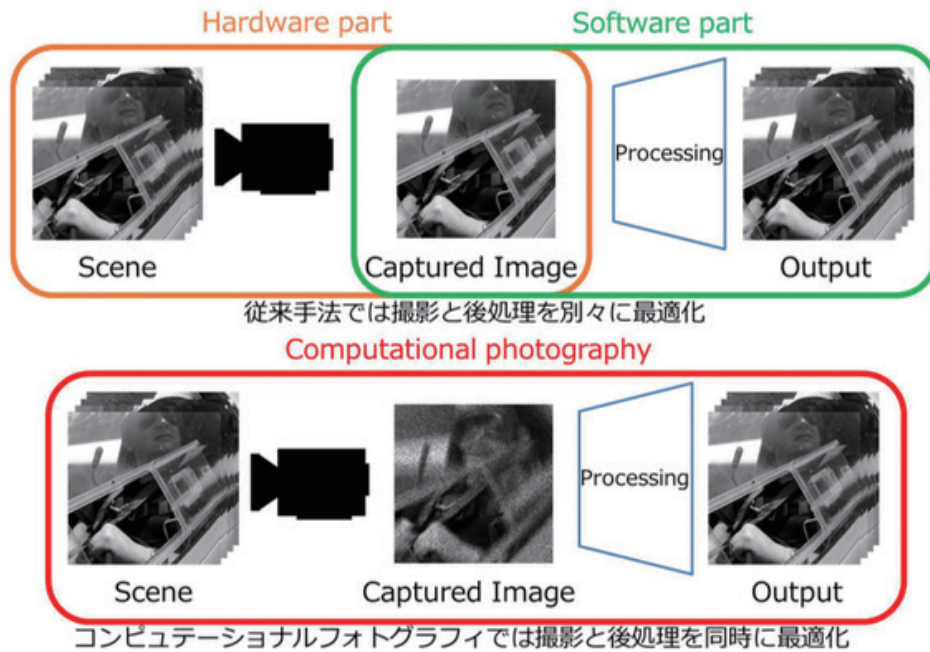
推薦文 [メディア知能情報領域] コンピュータビジョンとイメージメディア研究会

本研究は混雑環境下における自己位置推定および周辺環境の変化予測を実現する空間認識手法の創出を主題として、静的な特徴点に一切依存せず、周辺に存在する動的な歩行者を特徴点として用いる方法論を新たに着想し、その基礎理論の導出および評価基盤の構築を行ったものであり、独創性・新規性・有効性いずれも高く評価できる。

研究生活 私は修士課程を修了したのち、企業研究所からソフトウェアエンジニア、再び研究員と複数のキャリアを経て社会人として博士課程へ進学しました。"超"混雑環境におけるロボットの自律移動に関連するテーマを着想したのは、エンジニア時代にそれに類する技術課題に遭遇したことがきっかけでした。産学の境界には、アカデミアでまだ発見されていない面白い問題が数多く眠っています。社会人博士は所属企業での研究業務と並行して大学での研究活動に取り組まなければならない分、苦労は絶えませんでした。さまざまな企業で多くの経験したことで、結果的に修士から直に課程博士へ進んでいたよりも広い視野で独自性の高い研究に取り組むことができたのではないかと思います。

最後に、社会人博士でありながら課程博士のように濃密なプログラムを過ごさせてくださった指導教員の先生方、また博士進学を応援してくださった現職の皆様に改めて心より感謝申し上げます。





圧縮センシングによる動画像の高速撮像に関する研究

♡ 1

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:19



2022年度研究会推薦博士論文速報

[コンピュータビジョンとイメージメディア研究会]

吉田 道隆

(日本学術振興会 特別研究員 (PD))

■キーワード

コンピュータショナルフォトグラフィ/圧縮センシング/深層学習

【背景】 動画の空間解像度とフレームレートのトレードオフ

【問題】 2次元に配置された画素では時空間情報を取得することは困難

【貢献】 符号化露光による圧縮センシング

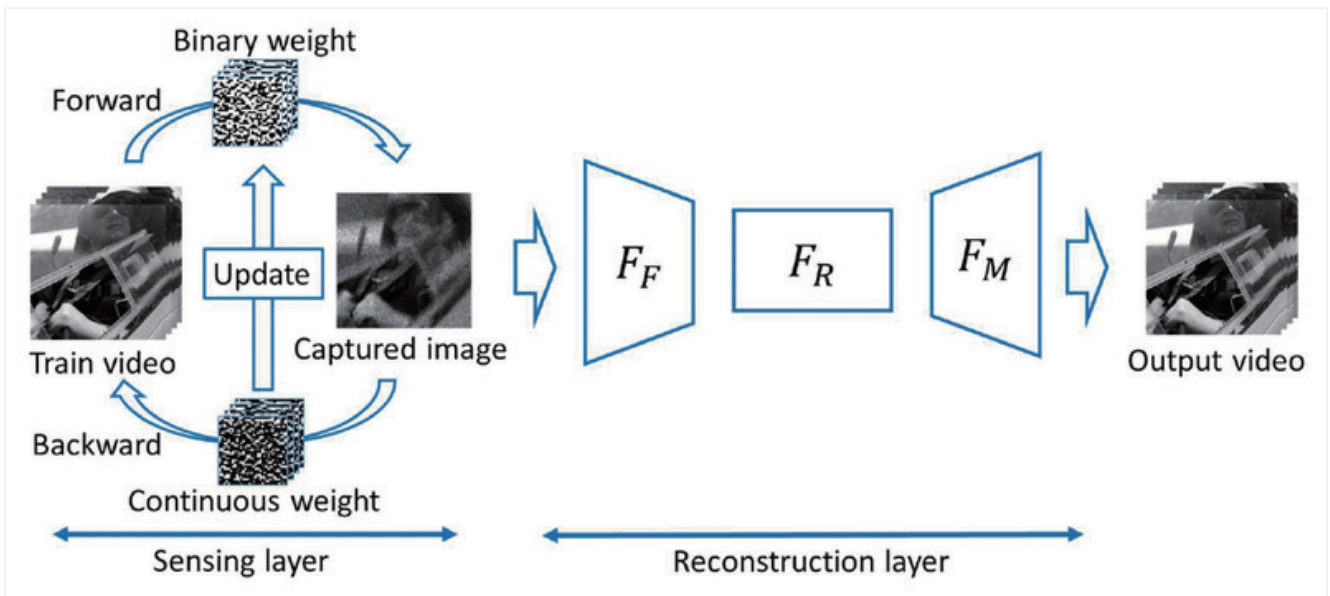
光線にはさまざまな情報が含まれており、カメラを使うとそれらから実世界の情報を得ることができる。しかし、通常のイメージセンサは2次元に配置された画素で構成されており、すべての情報を取得するのは難しい。そこで、従来はカメラの性能を向上させるか、画像処理によって足りない情報を補完していた。しかし、近年ではセンサの性能は物理的な限界に近づきつつあり、また、画像処理モデルの学習のために大量の画像を用意できるようになったため、統計処理による補完の精度向上も難しくなっている。

そこで、撮影とその後の画像処理を同時に考慮する手法が注目されている。これはコンピュータショナルフォトグラフィと呼ばれ、撮影する画像の品質や情報量を

最適化するのではなく、後処理後の画像の品質や精度を最適化する。さらに、従来のデバイス開発や画像処理は、人間の目で見るとような画像を前提としていた。しかし、撮影後に画像処理を行う前提ならば、撮影画像はシーンを均一に撮影する必要はなく、復元に必要な情報さえ含まれていれば良い。そこで、センサ上で情報を圧縮して取得し、後から再構成する方法が有効である。この考え方は圧縮センシングと呼ばれ、本研究では従来のカメラシステムの一部を自由に制御可能なものに変更し、2次元のイメージセンサで得られる情報の拡張に取り組む。

通常のイメージセンサは画素が2次元に配置されており、動画は静止画を時間的にずらしながら撮影することで得られる。しかし、センサからある時間内に読み出せる情報には限りがあるため、動画を構成する静止画の画素数である空間解像度を高くすると1秒あたりの静止画の枚数であるフレームレートを下げざるを得ず、フレームレートを上げると空間解像度を下げざるを得ない。そのため、従来は特殊なハイスピードカメラを使用するが、これらは高価であり、感度の低下という問題もある。また、フレーム間の補完による高フレームレートな動画生成手法も性能が頭打ちになってきている。そこで、本研究では圧縮センシングを用いて高空間解像度かつ高フレームレートな動画を撮影する手法を提案する。圧縮動画センシングでは、画素ごとに露光タイミングをずらした画像を撮影し、時間情報を1枚の画像に取り込む。そして、再構成処理によって撮像センサの能力を超えた動画像を再構成する。

しかしながら、現在市販されているセンサでは画素ごとの露光制御ができない。そこで、本研究では通常のCMOSイメージセンサの一部を変更したセンサを用いて完全ではないものの画素ごとの露光制御を実現し、露光による情報の符号化自由度を向上させた圧縮センシングによる高速な動画撮影手法を提案した。さらに、符号化露光と再構成をニューラルネットワークで同時最適化することで、より効果的に撮影と再構成処理を行う手法も提案した。



(2023年6月27日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（工学）

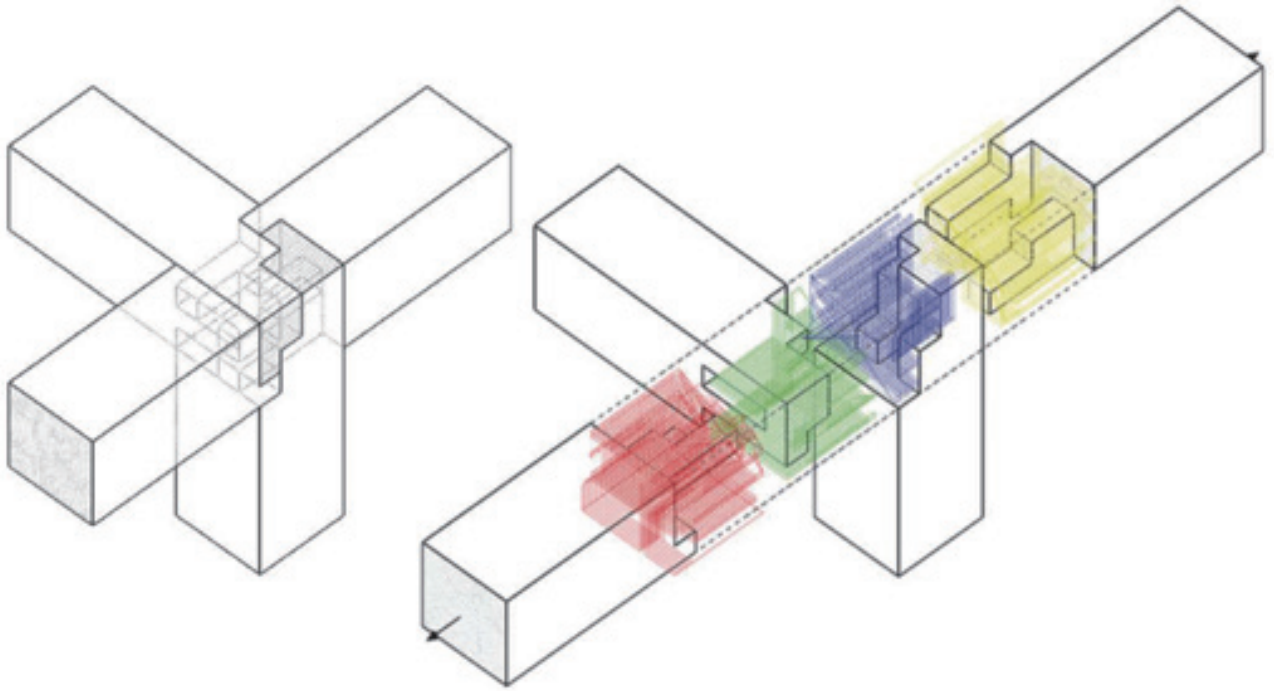
大学：大阪大学

正会員

推薦文【メディア知能情報領域】 コンピュータビジョンとイメージメディア研究会
圧縮センシングを動画撮影に適用することで、低いフレームレートのセンサであっても高速撮像が可能な手法を提案している。また、この圧縮センシングのためのサンプリングパターンというハードウェアパラメータの最適化にも機械学習を用いる新たなカメラ設計の枠組みを提案している。

研究生活 博士課程に進学してからなかなか論文が採択されずつらい時期もありましたが、学位を取ってよかったと思っています。ただ、博士課程への進学は生活費や学費の工面の目途をつけてから検討することをお勧めします。私の場合は、奨学金や研究室のRAなどでお金の面で心配することなく研究に専念できたことは運が良かったと思います。最後に、お世話になった皆様に感謝いたします。





Computational Carpentry : Material- and Fabrication-aware Design Systems



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2023年8月15日 10:20



2022年度研究会推薦博士論文速報

[コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究会]



ラルスン マリア

(東京大学 五十嵐研究室 特任助教)

邦訳：計算木工：素材および製作プロセスを考慮したデザインシステム

■キーワード

デジタルファブリケーション/ユーザインタフェース/コンピュータグラフィックス

【背景】 環境負荷の低い素材としての木材の可能性

【問題】 木材の非均質性による設計・加工の困難性

【貢献】木材の非均質性を考慮した設計・加工手法

3Dプリント技術は、デジタルファブ리케이션と呼ばれる大きな研究分野の一部です。デジタルファブ리케이션とは、仮想空間上の造形物を現実空間に生成する技術のことで、つまりコンピュータで計算・設計した造形データを、コンピュータから工作機械へ伝え、ものづくりをします。機械としては3Dプリンタが有名ですが、切削加工やレーザカットなど、多様な生成方法があります。

博士課程では、木材を使ったデジタルファブ리케이션に焦点を当てました。木材は、金属やプラスチックと違い、不均質な性質を持っています。まず、見た目の美しさと物理的性能には不均質な木目模様が影響しています。そして、直方体などの板状に切り出す前の天然木の外形は、有機的で不規則です。このような木材の不均質性を考慮し、素材の情報をどう製作に取り込むかを模索しました。このビジョンに基づき、1) 継手、2) 枝、3) 節目に関する以下の3つの事例研究を立ち上げました。

1: 木工継手のインタラクティブな設計と製作

木工継手とは、木片同士がうまく組み合うように素材を削り出し、立体パズルのように木片を繋げる、釘やネジを使わない技術です。そのため、接合部は機能的で美しいと評価されています。しかし、接合部分の形状は幾何学的で複雑さを伴い、さまざまな条件を同時に考慮する必要があるため、一から形状を設計するとなると

簡単にはいきません。たとえば、耐久性を高めるためには繊維の方向と接合部の形状との関係に配慮することが重要です。しかも手持工具による製作は依然として時間がかかる作業です。こういった制約を失くすため、木工継手を設計・製作できるインタフェースを開発しました。

2：不規則な形状の枝を利用して構造物の製作

樹木から得た天然の素材は、有機的で不均質な外形をしています。不規則な形状は、通常、製造や建築に使用するために、直方体など定寸法の板に加工されてしまっていますが、この事例研究では、材料の標準化を避けるアプローチを検討しました。3Dスキャン、コンピュータによる計算・設計、デジタルファブリケーションといった最新技術を駆使し、多様な形状に対応できる製作方法を発案しました。本システムでは、素材収集から設計、そして加工までをサポートします。具体的には、自然に湾曲した枝の利用に着目し、枝の選択と設計の工程を自動化して、曲面の立体構造物の製作を実現しています。

3：節目を持つ無垢材の質感をモデル化

木には固有の年輪模様があり、これは幹が成長するにつれ層が重なって形成されます。この木目は、木材の外観、性能、機能に影響を与えます。研究では、このような木材の独特で不均質なパターンのモデル化に焦点を当てました。木材の特徴である節目は、幹から成長する枝が年輪に複雑な歪みを与えることで生じます。特に、節目のモデル化は重要な科学的貢献と言えます。

まとめ

研究では、木材の持つ不均質性を活かし、設計目標との間で相乗効果を追求することを提案しました。開発したインタフェースやシステムは工法技術の拡大に貢献し、さらに、金属やプラスチックのような再利用できない建材に代わる魅力的な選択肢を提供します。



博士論文に含まれる3つの事例研究を表す画像、1：TSUGITE、2：BRANCH、3：MOKUME

■Webサイト／動画／アプリなどのURL

個人ページ：<http://ma-la.com/>

研究ページ1：<http://ma-la.com/tsugite.html>

研究ページ2：http://ma-la.com/procedural_knots.html

研究ページ3：<http://ma-la.com/swirl.html>

■動画URL（YouTubeチャンネル用）

<https://www.youtube.com/channel/UCp5XJWNvFxFxWtLXmGJ150gsA>

(2023年5月29日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（情報理工学）

大学：東京大学

**推薦文 [メディア知能情報領域] コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学
研究会**

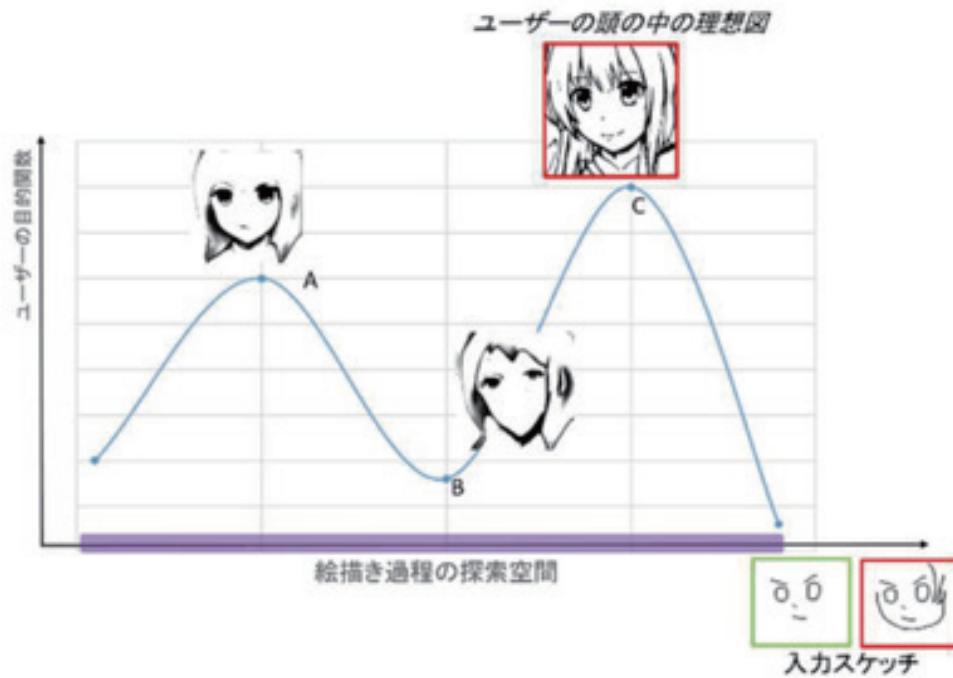
近年、感性的なデザインを計算により実現する計算設計が盛んに研究されています。しかし、計算設計された形状や機能を現実の制約の中で製造するのは依然困難です。本研究では、不均一で扱いづらい木材を用いた計算製造に着目し、入手が容易なものの製造上の制約が多い装置に対応した設計・製造ワークフローを実現しました。

研究生活 私は日本の伝統的な木工に魅了されて、この研究テーマを設定しまし

た。特に、職人がなぜ数ある木片の中から特定のものを選ぶのか、美しく複雑な伝統的木組みはなぜそのようにデザインされるのか、その実用的な理由を理解したいと考えました。また、金属やプラスチックに代わる未来の素材として、木材は持続可能な素材であるという確信がありました。このような動機を出発点に、具体的なテーマを試行錯誤の過程で設定していきました。

最後に、博士課程に進む学生の方たちへのメッセージです。良い指導教官を見つけ、自分が情熱を傾けるアイデアに従い、世界をより良くすることができると思います。あとは、時間と労力をかけて批判的に考えれば、物事はうまくいくはずで、課程は長期に及ぶので、その間、プログラミング言語の習得や、学会での発表といったやりがいのある短期目標を立てることが効果的です。日々のモチベーションを維持するのに役立ちます。

この研究は、（株）メルカリR4DとRIISEとの共同研究である価値交換工学、JST ACT-Xの成果です。ご支援に深謝の意を表します。また英日翻訳者、關根香野氏にも感謝します。



Study on Sketch-based Art Style Drawing Assistance

♡ 2

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:22



2022年度研究会推薦博士論文速報

[コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究会]

HUANG Zhengyu

(香港科技大学 (広州) 博士研究員)

邦訳：スケッチによるアートスタイルの描画支援に関する研究

■キーワード

スケッチインタフェース / GAN Inversion / 描画支援

【背景】 AIによる描画過程の支援に関する研究が不可欠

【問題】 不完全なスケッチとユーザの意図していた結果とのギャップ

【貢献】 対話的なインタフェースでの人間描画能力の拡張

最近の研究では、AIが予測した描画過程は、人間の行動とは明らかに異なることが分かってきた。AIが描画を理解し、ユーザの意図に沿った芸術制作をサポートするには、まだまだ道のりが長いと言える。ユーザの描画過程の支援とは、数理的な観点からは、AIが抽出した特徴量を利用して、ユーザが新しい芸術的な絵を描く過程で、頭の中にある最適解を探ることである。AIが生成したガイダンスに対するユーザの反応をユーザ知覚評価関数と捉えた場合、この関数は個人差があり、動的に変化し、かつ微分不可であることが大きな問題点である。自分の頭の中にしか存在しないこのユーザ知覚評価関数の値を、AIによってどのように最大化するかが、本

論文の大きな研究課題である。

この課題解決のために、本論文では、ユーザを描画支援システム全体のブラックボックス部分とみなした。そして、スケッチ-スタイル変換の手法を応用した全体を最適化する関数を構築することにより、ユーザ知覚評価関数をインタラクティブに近似する「ユーザ-AI協生パラダイム」を提案している。このパラダイムにより、AIはより価値のある入力情報を得ることができ、ユーザの描画能力は拡張され、AIとユーザは対話を通じて、双方がWin-Winの関係を築くことができた。全体の最適化関数の構築にあたり、抽出した特徴を可視化してユーザの描画活動が支援できた。ここで、AIとユーザ間の対話に介入するかどうかによって、支援手法を明示的手法と潜在的な手法の2種類に分けた。

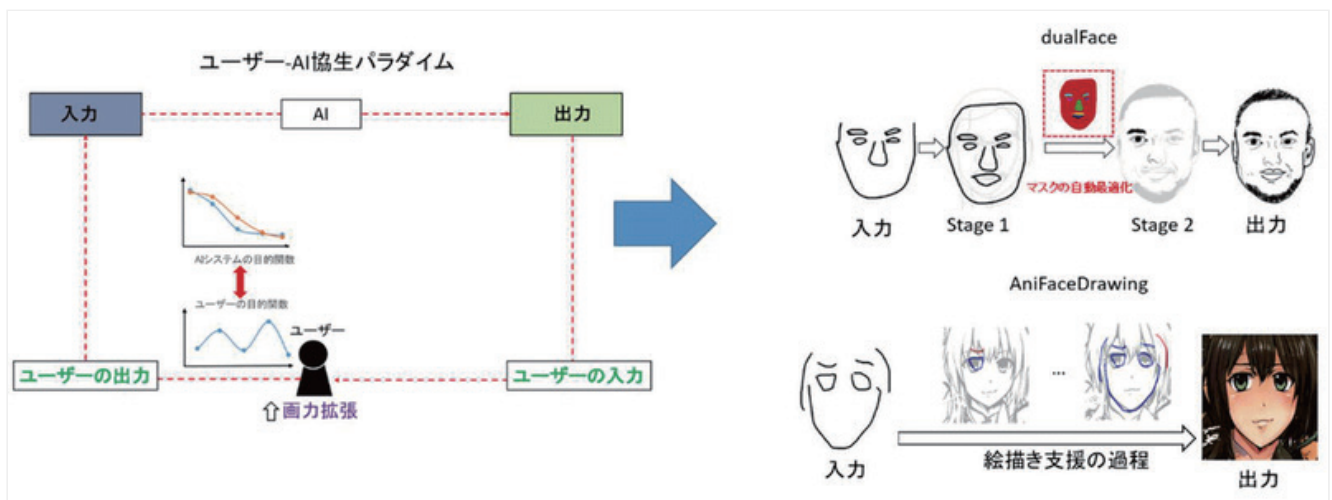
1. 明示的手法による対話的AI支援描画：

リアルな肖像画描画支援を実現するために、システム全体の最適化機能を入れ子にした「dualFace」を提案し、AIがグローバルステージでスケッチ輪郭を、ローカルステージで詳細なガイドをするという2ステージの描画支援スキームを設計した。

2. 潜在的な手法による対話的AI支援描画：

肖像画支援のスタイルを増やすため、StyleGANの学習済みモデルをベースに、教師なしストロークレベル分離学習を提案し、疎なストロークを持つラフスケッチが、肖像画の対応する顔の各パーツと一致するように学習させた。さらに、対話型

描画支援インタフェースにおいてユーザとシステムの円滑な対話を実現するため、描画ストロークの意味を分析し、それぞれの意味を付与するラベリング手法も提案した。提案システムを用いて、リアルスタイルとアニメルスタイルの両方の描画対象に対応し、客観的指標とユーザスタディによる評価実験を行い、「ユーザ-AI協生パラダイム」の有効性を検証できた。



■動画URL (YouTubeチャンネル用)

dualFace(CVM 2021) : <https://youtu.be/29nrlwo1t10>

AniFaceDrawing(SIGGRAPH 2023) : <https://youtu.be/GcL67h8QEOY>

(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（情報科学）

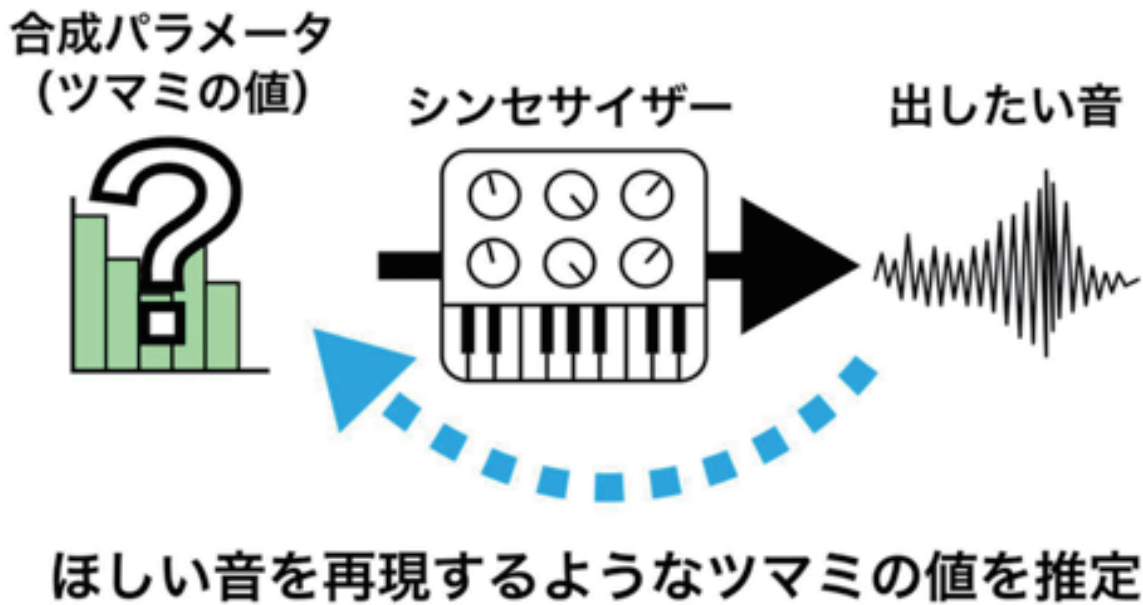
大学：北陸先端科学技術大学院大学

**推薦文【メディア知能情報領域】 コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学
研究会**

この研究は、AIがユーザの描いたラフスケッチを理解し、適切なガイダンスを提供することで、ユーザの芸術的創造性を対話的に支援し、ユーザの描画能力の向上を目指しました。絵を描く行為に人工知能が寄り添う人間と計算機の共創システムを構築し、リアルもしくはアニメ調の肖像画の描画支援を実現しました。

研究生活 絵を描くことは、人類文明の歴史上、古くからある表現手段である。ビジュアルアートの重要な一形態である絵には、強い表現性と写実性があり、作者自身の感情や思考を表現するものである。しかし、どんなに簡単な絵を描く場合でも、ユーザには一定レベルの描画能力があることが前提とされる。この一定レベルの描画能力を有するには、多大な手間と時間が必要であり、スキルの未収得者にとっては大きな壁となっている。筆者自身もその中の1人であり、絵を描くことに興味はあるけれど、画力もないし、学び続ける時間や体力もない。そこで、先端のAI技術を使って、もっと簡単に絵を描くことができないか？というのがこの論文の起

点となった。この研究を完成させることができたのは、先生方のご指導とご協力があったことはもちろんであるが、何よりも、筆者自身のこのテーマへの興味と追い求め続ける努力の賜物である。



Computer-aided Synthesizer Programming for Musical Sound Design



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:25



2022年度研究会推薦博士論文速報

[音楽情報科学研究会]

増田 尚建

((株) Qosmo AIリサーチエンジニア)

邦訳：音楽制作における音作りのためのシンセサイザー操作支援

■キーワード

機械学習／信号処理／音響合成

【背景】 シンセサイザーはさまざまな音色を出せる

【問題】 シンセサイザーのパラメータを調整するのは困難である

【貢献】 音を再現するパラメータを自動で推定し，ユーザを支援する

シンセサイザーは，さまざまな音色の音を作れることから，現代の音楽制作において独自の地位を確立している。この出力の自由さは，合成アルゴリズムのパラメータをツマミやスライダーなどからなるインタフェースで直接コントロールすることで実現されている。

一方で，シンセサイザーの操作は難しいと感じる音楽制作者が多いことがよく知られている。その理由の1つには，シンセサイザーには操作すべきパラメータが多いという点が挙げられる。シンプルなシンセサイザーでは20個程度，複雑なシンセ

サイザーになると100個を優に超えるパラメータがある。

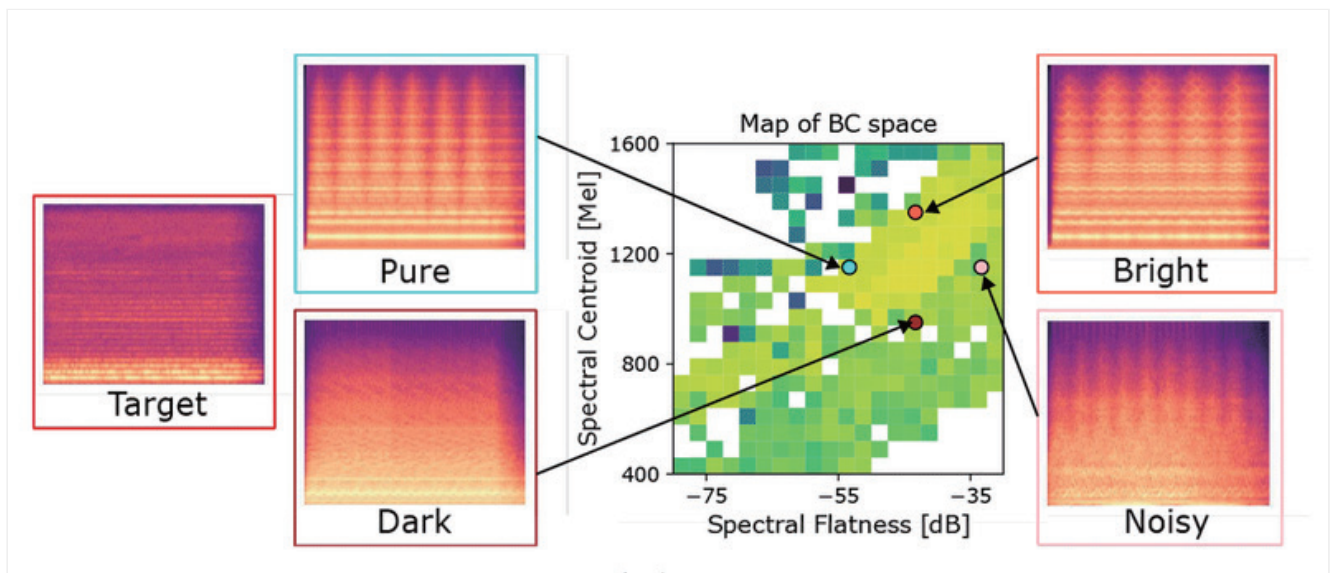
これだけのパラメータを前にすると、ユーザはシンセサイザーのUIを目の前にして途方に暮れてしまう。また、合成アルゴリズムを深く理解していないユーザは、どのパラメータを調整すべきかを理解するのが難しい。

そこで、ある音をシンセサイザーでできるだけ再現できるような合成パラメータを自動で推定するという支援方法が考えられる。このタスクを本研究では「楽音マッチング」と称する。従来の楽器音などをシンセサイザーで再現することで、ターゲット音の特徴を真似しつつ、シンセサイザーの特性も残した興味深い音を発見することができる。また、推定されたパラメータからユーザがそのシンセサイザーの使い方を学ぶこともできる。そして、マッチング結果を音作りのスタート地点として用いることで、さらなるパラメータの調整を手動で行うことも可能になる。

本研究では、シンセサイザー操作支援のための新しい楽音マッチング手法を2つ提案し、これらを統合した音作りアプリケーションを実装した。

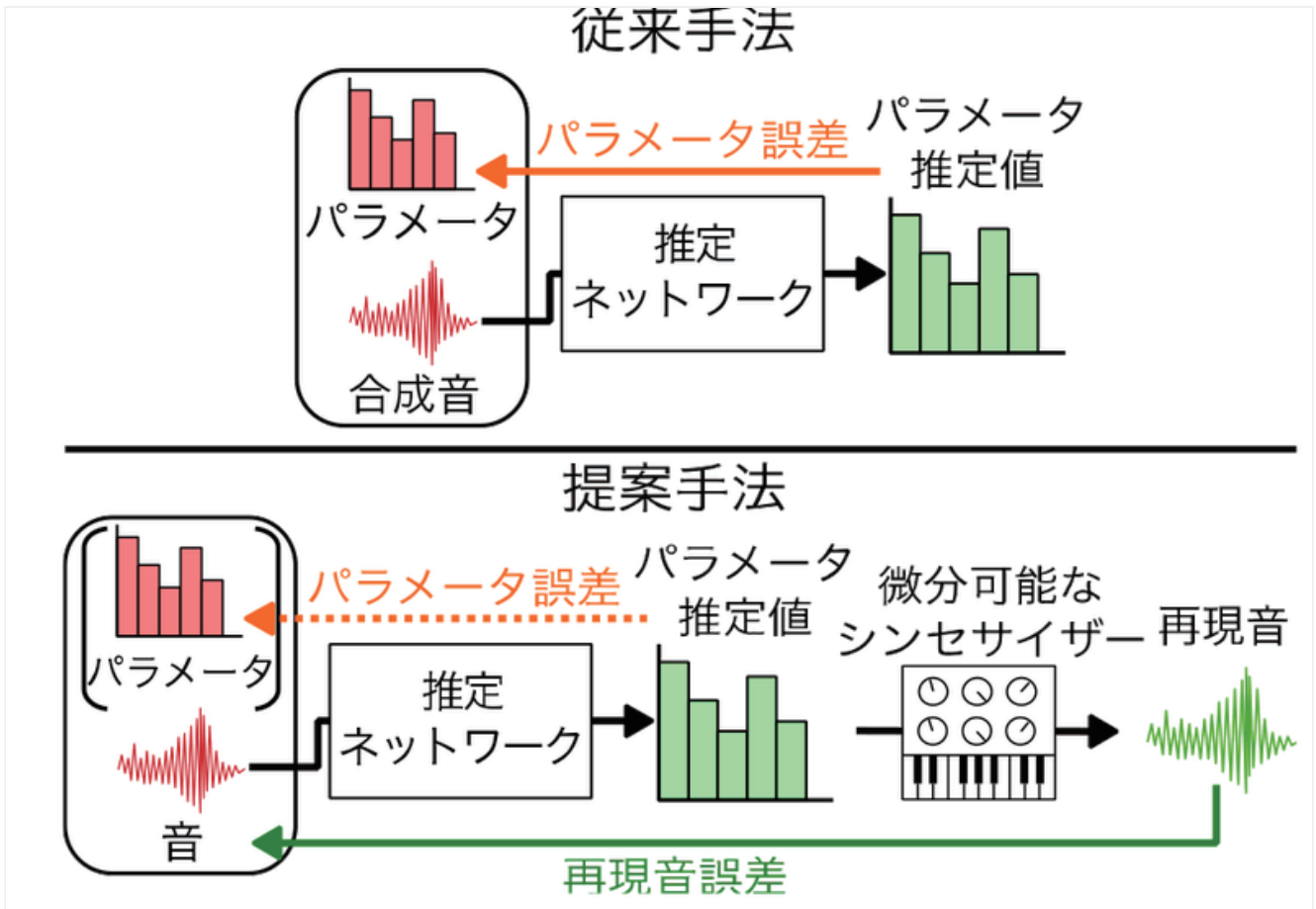
第1に、QD (Quality Diversity) アルゴリズムを利用して、多様なマッチング結果を発見することを目的とした楽音マッチング手法を提案した。QDアルゴリズムは、遺伝的アルゴリズム (自然淘汰に着想を得て、問題に適合した個体が子孫を残すことでより良い解を発見する手法) に新規性 (novelty) に基づく目的関数を導

入した。このQD楽音マッチング法により、標準的な遺伝的アルゴリズムよりも多様なマッチング結果を発見することができるようになった。これらのマッチング結果は明るさ・ノイズらしさといった尺度についてバラけているため、求める音を直感的に選び取るのに有効である（図-1）。



第2に、微分可能なシンセサイザーを用いた新しい深層学習ベースの楽音マッチング手法を提案した。従来の深層学習に基づいたマッチング手法では、音の特徴からパラメータを推定するように、推定されたパラメータの誤差を用いてニューラルネットの学習を行っていた。提案手法では、実際の合成音の類似度を誤差関数として、ニューラルネットを訓練することが可能になる（図-2）。さらに、従来手法では真の合成パラメータが不明であるために訓練に用いることができなかったドメイン外楽音（用いるシンセサイザー以外によって作られた音）についてネットワークを訓練することが可能になる。この提案手法は、パラメータ誤差・合成音のみを用

いた従来手法と比較して、より良いマッチ音を見つけることができることが主観評価実験により確認された。



最後に、2つの楽音マッチング手法を統合した簡単な音作りアプリケーションを実装した（図-3）。ユーザは深層学習ベースの手法を用いることで、即座にマッチング音を得ることができる。また、より時間のかかるQD楽音マッチングを用いることで、より多様で高品質なマッチングを探ることができる。ユーザ調査の結果、多様なマッチング結果を表示することの重要性が示唆された。

音をアップロード

選択... ファイルが選択されていません。

送信

マッチング結果

多様マッチング

明るい

暗い

純音に近い

雑音に近い

(2023年6月4日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年9月

学位種別：博士（工学）

大学：東京大学

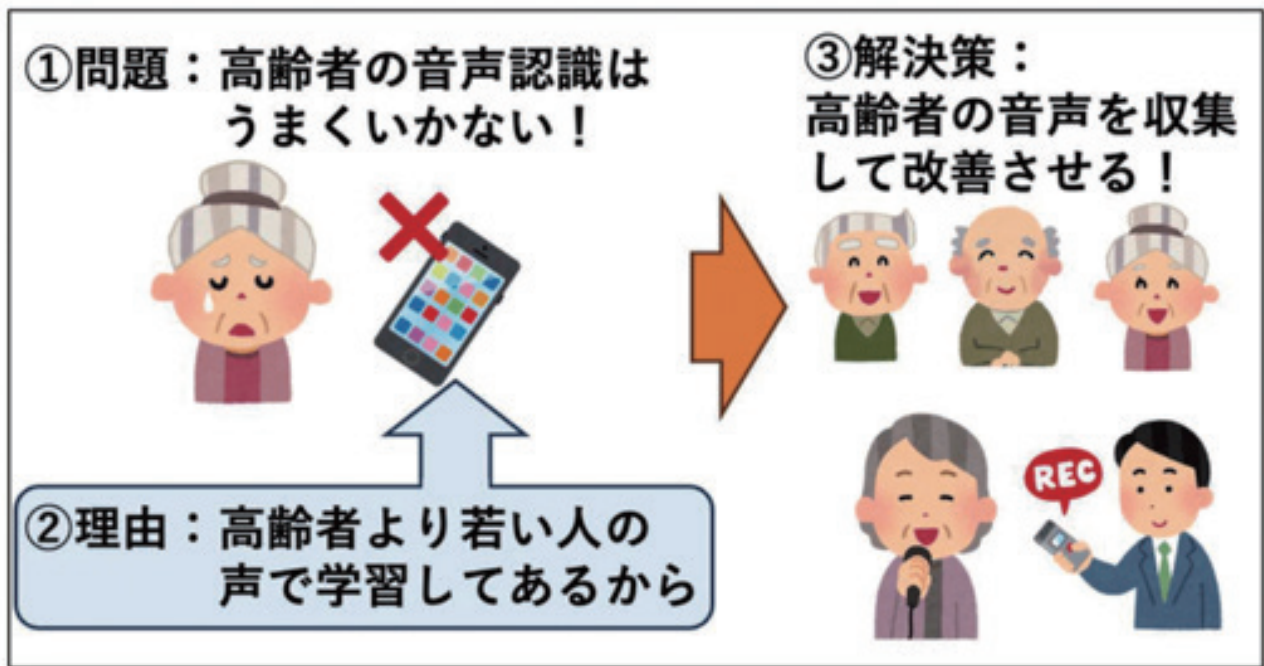
推薦文【メディア知能情報領域】音楽情報科学研究会

本論文はある音をシンセサイザーでできるだけ再現できるような合成パラメータを推定する「楽音マッチング」に着目し、この問題にQuality-Diversityアルゴリズムに基づく手法および深層学習を用いた微分可能なシンセサイザーに基づく手法を新たに提案しており、新しいシンセサイザー操作支援技術を体系化した斬新なアイデアに基づく研究である。

研究生活 新しい音楽を生み出す技術にかかわりたい、というモチベーションで学部頃から研究を続けています。高校生の頃からシンセサイザーや色々なソフトを使って奇抜な音を出すことに興味があったのですが、修士の頃にフランスのIRCAMという研究所に留学した際にシンセサイザーをテーマにした研究に携われました。博士課程ではそれを続けた形になります。博士課程では音の生成モデルも研


究テーマとして検討していましたが、どのようなインプットで人間が生成モデルを制御するかで悩み、なかなか形にならなかったです。また博士課程をやり直すとなれば、楽音マッチングという問題のヒューマンコンピュータインタラクション的な立場からの調査をまず始めに行いたかったと思います。

博士号をとったことで、自分に専門的な知識が身についただけでなく、自分はこの分野での専門家であるという自負が生まれたのも嬉しいことだと思っています。



Construction and Evaluation of a New Speech Corpus of Japanese Super-elderly Speech Recognition

♡ 7

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:27



2022年度研究会推薦博士論文速報

[音声言語情報処理研究会]

福田 芽衣子

(徳島大学 研究員)

邦訳：日本人超高齢者音声認識のための音声コーパス構築

■キーワード

超高齢者音声コーパス (EARS) / 音声認識 / 加齢による音響特徴量の変化

【背景】 加齢による音響特徴量の変化により音声認識率が低下する

【問題】 超高齢者のための音声認識モデル学習用データがない

【貢献】 超高齢者音声コーパス (EARS) を収集・分析し、改善を確認した

スマホやPCなどの普及によって、音声認識などの音声情報処理技術が広く普及してきている。特に近年では、深層学習（ディープラーニング）の登場によって、音声情報処理の精度が飛躍的に向上しており、これまでよりもさらに音声認識などが広く一般に普及していくことが予想される。しかし、音声認識器にて音声を認識する場合には、コーパスと呼ばれる音声データを用いてモデルを学習しなければならず、そのデータに含まれる年齢層から離れている方（データが成人男性・女性の

ものなら、子供や高齢者)の音声の認識精度は悪くなってしまふ。そして、高齢者の音声認識精度を高められるような一般公開されたコーパスは現在存在しない。

そこで、本研究では、日本人超高齢者の音声認識精度向上を目指し、超高齢者音声コーパスの構築、加齢による音響的特徴の変化の調査、そして音声認識実験を行った。

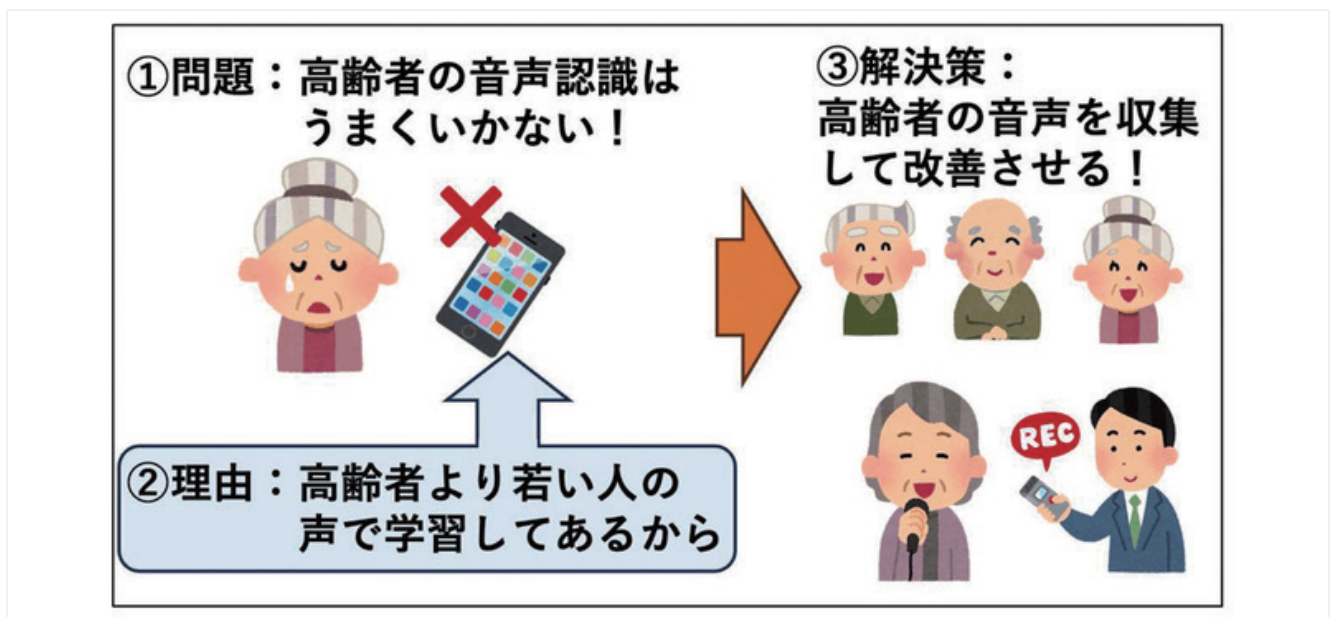
はじめに、日本初の超高齢者音声コーパス (EARS) の構築を行った。日本の4地域 (徳島、愛知、三重、千葉) の高齢者施設に赴き、高齢者の方に音声認識学習用のテキストを読んでいただいて音声の録音を行った。被験者の平均年齢は83.4歳であり、合計人数は121名であった。データ収集後、音声の厳密な書き起こしを行い、話者情報などを付与してコーパス整理を行った。

収集したEARSとS-JNAS (日本人高齢者音声コーパス) の話者 (60~99歳) について分析し、年齢的な老化と音声の特徴量の変化との間に関係があるのかを調査した。結果として、基本周波数に関しては、男性は加齢に伴い上昇する傾向がみられ、女性は加齢に伴い低下する傾向が見られた。母音発音時の舌・顎の運動性指標については、女性は低下が見られたものの、男性は変化が見られなかった。

次に、EARSを音響モデル学習に用い高齢者音声の認識精度の改善を試みた。音声認識の手法は、DNN-HMMおよびEnd-to-Endの2種類を用いた。EARSはデー

夕量が少なく単独では音響モデルを作成できないため、以下の試みを行った：①既存の大規模コーパスをベースライン（BL）の音響モデルに使い、本コーパスで適応を行う、②既存の大規模コーパスを学習したBLと、BLにさらにEARSを併せて学習した音響モデルを用い認識誤り率を比較する、③本コーパスをBLに複数回加え音響モデルを作成する。その結果、DNN-HMMでは一般成人音声の音響モデルでの単語誤り率（WER）25.53%に対して、②の実験によりWER9.08%と大幅な改善が見られた。End-to-EndはBL音響モデルの文字誤率（CER）13.4%に比べ、本コーパスを2回加えた音響モデルではCERが11.4%と改善が見られ、本コーパスの有用性が確認された。

以上、本研究にて超高齢者音声コーパスの構築、加齢による音響的特徴の変化の分析ならびに音声認識実験を行い、EARSコーパスの有効性を示した。



(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（工学）

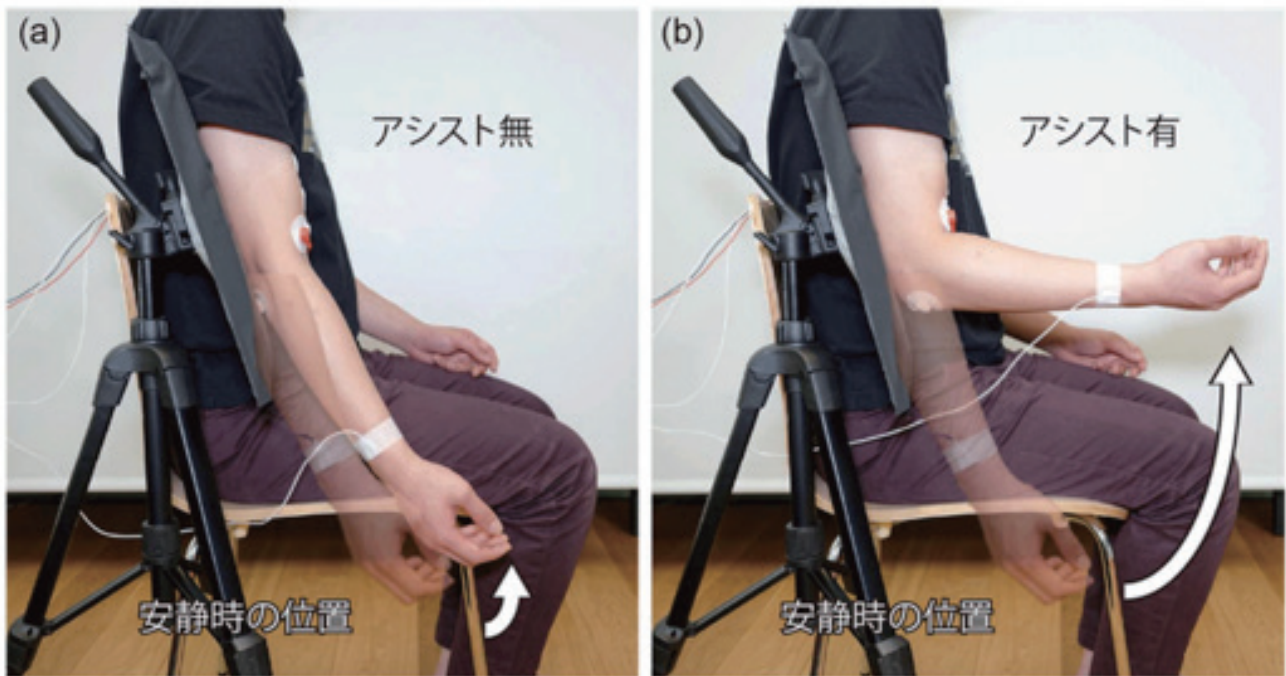
大学：徳島大学

推薦文【メディア知能情報領域】音声言語情報処理研究会

超高齢者（80歳前後）の音声データ不足により、音声認識器の認識精度が悪い問題を解決するため、本研究では日本人超高齢者音声コーパスを構築し、さらに加齢による音響的特徴の変化の調査を行いました。そして、本コーパスを使用することで、音声認識率の大幅な改善を実現しました。

研究生活　　始めは秘書として徳島大学の研究室で働き始めたのですが、研究の簡単なお手伝いとして音声データの整理などを行っているうちに研究自体に興味湧き、博士課程に進学しました。それまでに私が職としていた分野とはまったくの畑違いで、分からないことだらけでしたが、熱心に取り組める環境でしたので、楽しく学び、国際会議で受賞するなど成果を重ねることができました。

取り組んだ研究自体にも、周りの先生方や企業の方からたくさん興味を持っていただいております。近日中にコーパスの公開を行いたいと考えています。論文の公開やコーパスの構築・公開などを通して社会貢献できる楽しさも学びました。これから博士課程を目指している方には、ぜひご自身の興味ある分野・研究を見つけて熱心に取り組んでほしいです。



人間機械統合システムにおける運動介入の透明性設計

♡ 3

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:28



2022年度研究会推薦博士論文速報

[エンターテインメントコンピューティング研究会]



松原 晟都

(産業技術総合研究所 研究員)

■キーワード

人間機械統合システム/筋電気刺激/ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

【背景】 人間と機械の区別がつかなくなるようなシステムが提案されてきた

【問題】 機械の介入を強く感じてしまう場合がある

【貢献】 機械の介入を感じにくくする（透明化する）3つの手法を提案した

人間は、外界の情報を感覚器によって取得し、その情報に基づいて予測・意思決定を行い、実際に動作を行って外界に情報を伝達するといった情報システムの一つであるとみなすことができる。近年では、情報技術の発達により、人間と機械を統合する、つまり、自分と機械の区別がつかなくなるようなシステムの実現ができるようになってきた。本研究では、機械の区別がつかなくなることを、機械の介入を感じにくい、いわば、「透明な機械介入」として捉え、その実現を目指す。

そこで、機械の介入をどのくらい感じているかの主観的な度合を「透明感」と定義し、その感覚に対応する「透明性」指標として、感覚入力の予測と実際の感覚フィードバックの一致する度合と注意や前後関係などによって調整されるものであると、機械による運動介入を行う観点から定義した。そして、この予測と実際の感覚フィードバックの誤差とその構造に影響を与える文脈を制御することによって、機械と人間の区別が文脈によってあいまいな状態を作り出せることを議論する。そして、透明性を変化させる3つのアプローチとして、「感覚手がかり」を調整する「予測」への介入と「実際の結果」への介入、そして「文脈手がかり」への介入を行うことを提案した。

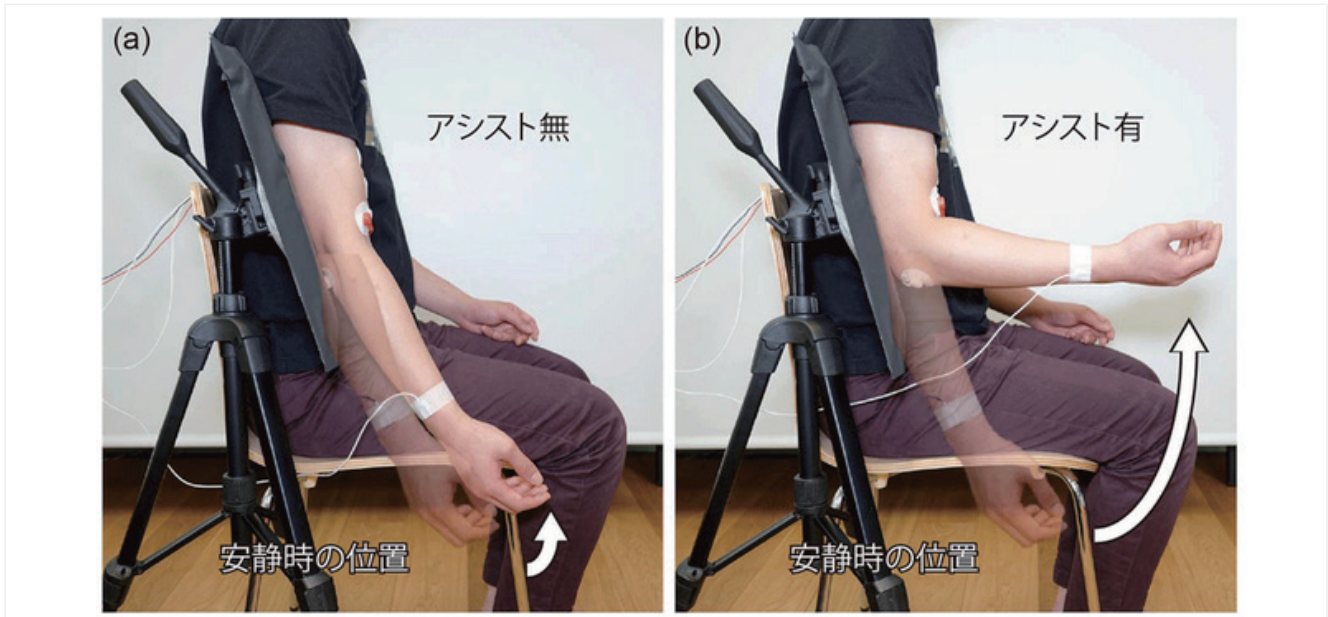
1つ目のアプローチとして、「予測」へ介入する手法について検証を行った。具体的には、筋電位計によって腕の振りはじめを計測し、そのタイミングに合わせて筋電気刺激を行う装置を構築した。そして、透明性の指標の1つである自分の意図と実際の運動の時間差の知覚が、順応現象によって変化することを実証した。すなわち、透明性のうち、予測を順応によって変容させることができることの一例を実証

した。

2つ目のアプローチとして、「結果」へ介入するデバイスの開発を行った。筋電気刺激には従来、運動点と呼ばれる刺激するのに効率の良い筋肉上の位置が存在し、その点が姿勢によって移動してしまうということが課題となっていた。そこで、数mmピッチで2次元上に電極アレイを配置することによって、運動点を高精度に探索することができる装置を開発した。そして、細かい電極の移動により、筋収縮の強度が変化することを確認し、有効性を示した。

3つ目のアプローチとして、「文脈」を変更することによって、透明性を変化させることができるかについて検証を行う。具体的には、自分が動力を供給するという文脈が透明性に寄与するかどうかを検証した。結果、自分が動力を供給するという文脈が透明性に関連する「自分がその動作を行った」という感覚である運動主体感に影響を与えることが示唆された。

最後に、上記の3つの課題を、「運動介入の透明性の制御」という観点から再度整理した。そして、透明性の制御というアプローチが運動介入だけではなく、一般の人間機械統合システムに応用することができる可能性について論じた。



■Webサイト／動画／アプリなどのURL

<https://seitomatsubara.com>

(2023年5月30日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（情報理工学）

大学：東京大学

推薦文 [メディア知能情報領域] エンタテインメントコンピューティング研究会

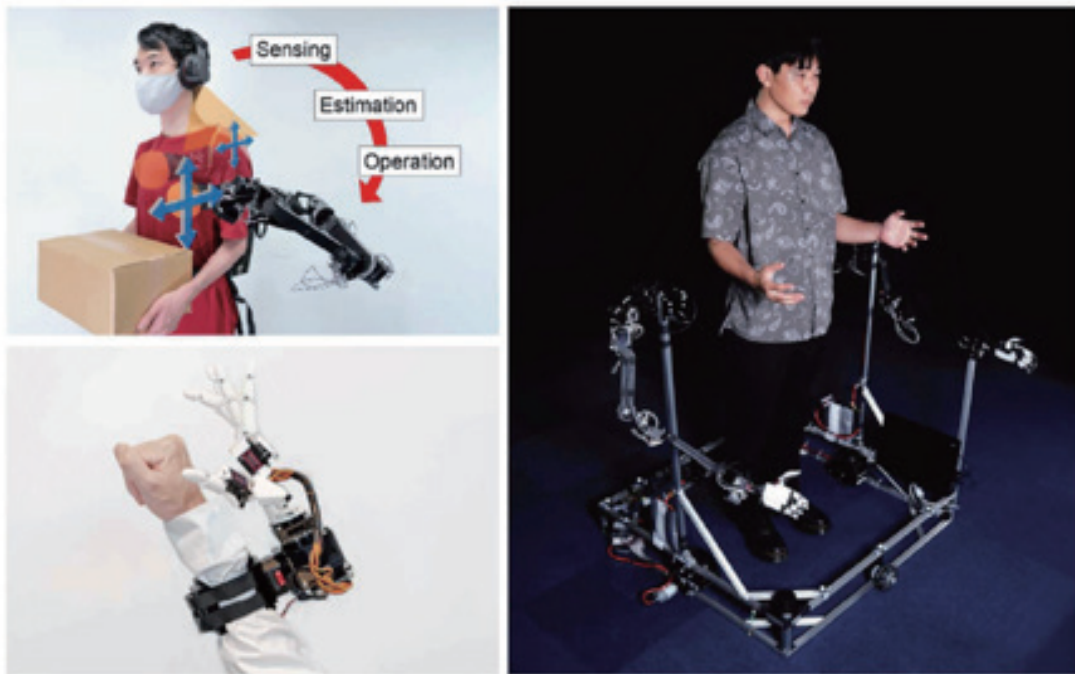
人間と機械を統合する、つまり、自分と機械の区別がつかなくなるようなシステムを設計するために、本研究では、機械の介入を感じる度合である「透明性」を運動の予測と結果の一致度合いという観点から制御する設計論を提案した。将来的には、自分自身の身体能力が向上したとを感じるようなデバイスの実現が期待される。

研究生活 私は、博士課程の3年間、コロナの影響を受け、さまざまな経験を得ました。特に、最初の半年間は自宅で他の方々ともあまり議論できないまま、コロナへの対応や試行錯誤を繰り返しており、研究がなかなか進みませんでした。しかし、2年目以降はだんだんとコロナにも慣れてきて、デバイスの作成や研究室メンバーとの議論等ができるようになり、研究へのモチベーションを高めることができました。また、最終年度はコロナもほとんど終わりに向かい、2.5カ月のイタリア留学にも行くことができました。

コロナの影響を受けたものの、研究は楽しく、最終的に博士論文という形でまとめることができました。最近は博士学生向けの支援も多くなってきていて、研究が好きであれば博士への進学は1つの選択肢となるかと思います。


最後に、本博士論文の執筆にあたり、指導教員だった稲見昌彦先生を始め、さま

ざまな先生方や稲見研の皆様にお世話になりました。皆様に感謝申し上げます。



拡張身体部位を用いた人間機械系の研究

♡ 1

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:39



2022年度研究会推薦博士論文速報
[エンタテインメントコンピューティング研究会]



佐々木 智也

(東京理科大学 先進工学部 助教)

■キーワード 人間拡張/ロボット/ヒューマンコンピュータインタラクション

【背景】 ロボットを用いて人間の身体能力を拡張する

【問題】 ロボットを身体部位としてどのように設計するか？

【貢献】 人間とロボットを接続する操作方法や形状を提案した

AI, VR/ARを含めたXR, ロボットやウェアラブルデバイスなどの情報技術を用

いて人間の能力拡張を目指す研究分野として人間拡張工学がある。人間拡張では、人間の能力を知覚・認知・存在・身体の4つに分類し、それぞれの能力を拡張するテクノロジーを研究している。本研究では、インタフェースを介して人間とロボットを一体化することで、人間の身体能力の拡張を行う。

ウェアラブルロボットを用いた人間拡張には、Supernumerary Robotic Limbsと呼ばれるアプローチがある。“Supernumerary”は「余分な」、「過剰な」という意味であり、“Limbs”は人間の手足といった「肢」を意味する。よって、あえて日本語にするなら「余剰肢ロボット」となる。英語名を縮めてSuperLimbsと呼ぶこともある。このアプローチでは、ロボットアームを第3、第4の腕として身体に取り付けたり、ロボットフィンガーを6本目、7本目の指として追加したりする。これにより複数の身体部位を操り、作業の効率や質を高める。本研究では、このアプローチをさらに広く捉えて「拡張身体部位」と呼び、人間の身体の一部として機能するロボットを扱う。

拡張身体部位を実現するためには、ヒトの身体認知に基づくロボット本体の設計や、人間とロボットが相互作用するためのインタフェースの設計が重要になる。そこで本研究では、拡張身体部位を「どのように操るか?」、「どんな形にするか?」という観点から操作方法と本体形状に関する設計要素について、複数のプロトタイプを製作しながら検証した。今回はその中からプロトタイプの1つを紹介する。

拡張身体部位をどのように操るかを考える上では、入力手法が課題になる。新たに取り付けた身体部位を、従来のロボット操作と同じように手を使って操作してしまうと、部位数を増やした効果が得づらい。そこで、人間の身体が持つ運動の冗長性を活用することでこの課題の解決を試みる。手、腕、肩を含む人間の上肢は7自由度以上あるため、この冗長自由度を入力として用いる。ここでは、肩の動作をセンシングする入力システムを提案した。ウェアラブルカメラと機械学習を用いることで、肩の動きを2自由度の入力として使用できる。この入力には、手先が固定されている状態でも行える。そこで、両手で物を運びながらロボットアームを操作したり、ジャグリングをしながら拡張身体部位を操作したりできることを実演した。

人間を理解し、情報技術を活用することで、身体機能などの人間の能力の可能性を広げるのが人間拡張である。このような研究は、作業支援や補綴工学といったヒトを助ける用途に加えて、新しい身体的体験や表現を創出するエンタテインメント領域への活用が期待される。



■Webサイト/動画/アプリなどのURL

<https://www.youtube.com/watch?v=5UTpDwfln4s>

<https://tomoya.tech/>

(2023年5月23日)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（工学）

大学：東京大学

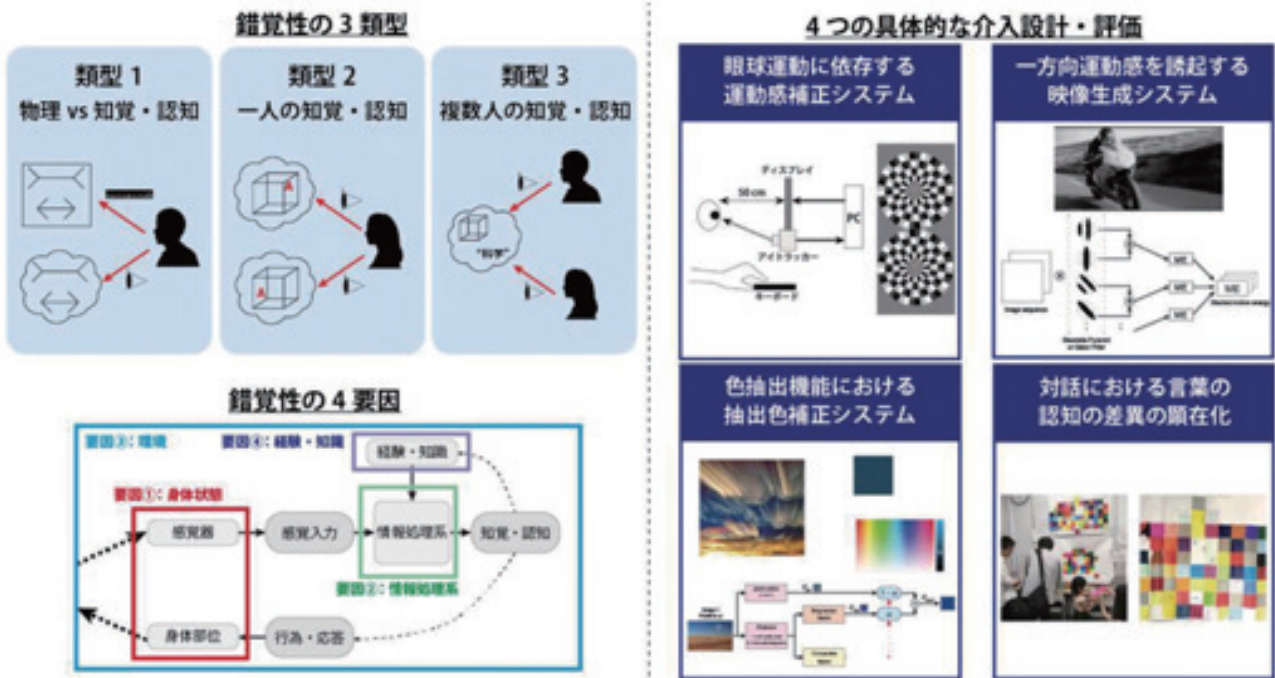
正会員

推薦文 [メディア知能情報領域] エンタテインメントコンピューティング研究会

本論文は、第3、第4の腕のような人間が本来持っていない新たな身体部位を構築し、人間の身体機能を拡張するロボットシステムに関するものである。これらは、ロボットの設計だけでなく、新しい身体および体験の設計に関するものであり、将来的なエンタテインメントコンピューティングの可能性を示すものといえる。

研究生活 研究テーマを決める上では、「私はそのテーマについてワクワクするか？」を重視しています。研究活動はある程度時間をかけて取り組むものなので、もしそれが形になったときに自分が楽しいと思えるかは重要です。試行錯誤をしているときは、うまくいかないことも多いですが、完成してロボットが動いている様子を想像することで頑張れました。また、私は博士課程に進んだことで、たくさんの出会いがありました。自分の興味や関心が近い人々と研究の話や議論を重ねられるので、研究者の道に進んで良かったと感じています。私はものづくりが得意な反

面、執筆はなかなか思うように進まず、論文を書くのはとても苦労しました。大変でしたが、それも良い経験です。博士進学を考えている人は、ぜひ自身の好奇心を大切にしながらさまざまなことにチャレンジしてみてください！



人の認識系に生じる錯覚性への介入に関する研究

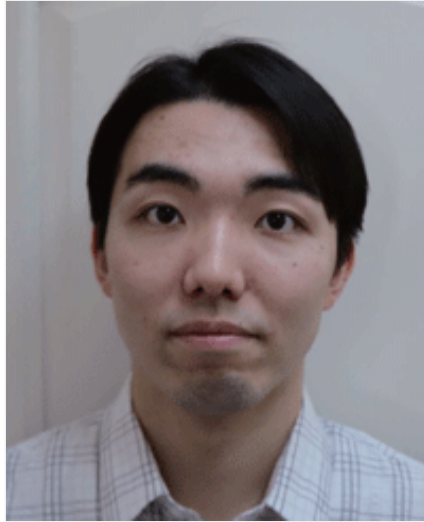
♡ 4

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:41



2022年度研究会推薦博士論文速報

[エンタテインメントコンピューティング研究会]



久保田 祐貴

(日本学術振興会特別研究員 (PD) /

NTTコミュニケーション科学基礎研究所・客員研究員)

■キーワード

錯覚・錯視／介入設計論／錯覚性（解釈の複数性）

【背景】 日常と学問に遍在する「錯覚」の科学的・工学的な活用を検討

【問題】 「錯覚」の用語が曖昧 & 特性・要因に基づく設計論が不在

【貢献】 錯覚性による現象整理と知覚・認知現象への介入設計論の構成

私たちは、日常生活のさまざまな場面で「錯覚」に出会う。「錯覚」と聞いて一番最初に思いつくのは、エンタテインメントや心理学研究のために作られた、人工的な画像や音声かもしれない。しかし、物の大きさや色に関する錯覚、聞き間違いや見間違いなど、日常の中にも「錯覚」は数多く見出される。

錯覚や錯誤・認知バイアスなどと呼ばれる現象は、人の知覚や認知の特性を知る有用な手がかりとして、認知科学・情報工学分野などで、精力的に研究が進められてきた。しかし、従来研究の多くは、特定の知覚・認知特性や現象を対象としており、さまざまなモノづくりに応用可能な設計論を提示する研究はごく少数である。特に、「錯覚」という用語が異なる性質の現象に用いられていることは、設計論を構成する上での1つの課題である。

本研究では、まず、「錯覚性」という独自の概念を導入した上で、それに基づいて現象を整理した。その上で、具体的な4つの介入設計と評価を行い、それを錯覚・錯誤・認知バイアスを含む、「錯覚性」を持つ現象への介入設計論として整理した。

①錯覚性に基づく現象の分類

錯覚は、通常、誤謬性（間違い）を定義の中心に置くことが多い。本研究では、誤謬性の代わりに、1つの対象に複数の解釈が存在すること（解釈の複数性：錯覚性）を定義の中心に置いた。これにより、典型的な錯覚・錯誤に止まらない知覚・

認知現象を多面的に扱うことを狙った。特に、本研究では、以下の3つの類型（タイプ）に分けて議論した。

（類型1）物理的な測定と人の知覚・認知の間の乖離

（類型2）視点変化・時間変化による知覚・認知同士の乖離

（類型3）ある人の知覚・認知と別の人の知覚・認知の間の乖離

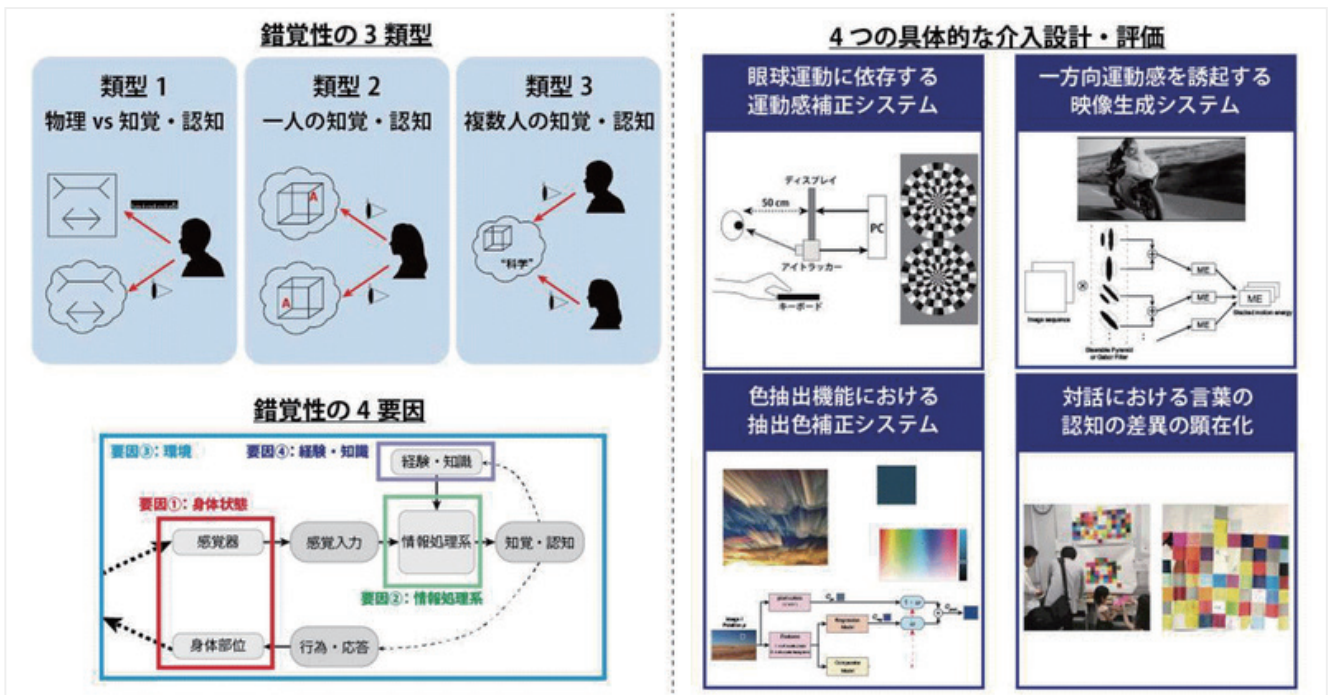
たとえば、Müller-Lyer錯視は、「物理的に計測すると、矢印の矢羽の長さが同一である」という物理的測定と、「人が観察すると、矢印の矢羽の長さは異なる」という人の知覚の間に乖離があり、類型1として整理できる。また、透明性の錯覚は、「話し手が嘘や感情が伝わっていると感じる度合い」という話し手の認知と、「聞き手が実際にそれを理解している度合い」という聞き手の認知の間に乖離があり、類型3として整理できる。

さらに、人の認識モデルを導入した上で、身体状態・情報処理系（脳機能）・環境・経験と知識という4つの発生要因に大別し、錯覚性を伴う知覚・認知現象を3類型4要因をもとに現象を整理した。

②錯覚性を伴う現象への介入設計論の構成

4要因に対応する具体的な介入設計・評価を行った。ここでは、典型的な錯視効果（静止画に対する運動知覚）を抑制するシステムのみならず、色抽出機能における「色ズレ」を解消するシステムや、科学コミュニケーションの場で生じる参加者間の認知の乖離を顕在化させる対話の場の設計を扱っている。

それに基づき、工学的な問題解決の基盤となる介入設計論を、錯覚性の3類型と4要因ごとに整理した。特に、「錯覚や錯誤は取り除くべきバグである」という一面的な見方ではなく、人と環境が連関して生じる現象の発生要因を見出し、多様な現象の利用・介入方法があることを示した。本研究は、知覚・認知現象に関する分析の手掛かりとなるだけでなく、錯覚性が生じる日常場面の原因究明とその工学的な解決の緒となることも期待される。



(2023年5月25日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（情報理工学）

大学：東京大学

■Webサイト／動画／アプリなどのURL

<https://yk-kubota.github.io/>

（筆者のWebページ）

推薦文【メディア知能情報領域】 エンタテインメントコンピューティング研究会

この論文は、錯覚や認知バイアスなどの心理現象を、「複数の解釈」（錯覚性）のレベルや要因に基づき整理した上で、錯覚を減らす・錯覚に気付かせるなど、工学的な介入設計論を論じている。ECと錯覚性に関する小論（規則の逸脱の最適設計）も含まれ、錯覚現象を利用したEC設計へ寄与するだろう。東大情理・研究科長賞受賞。

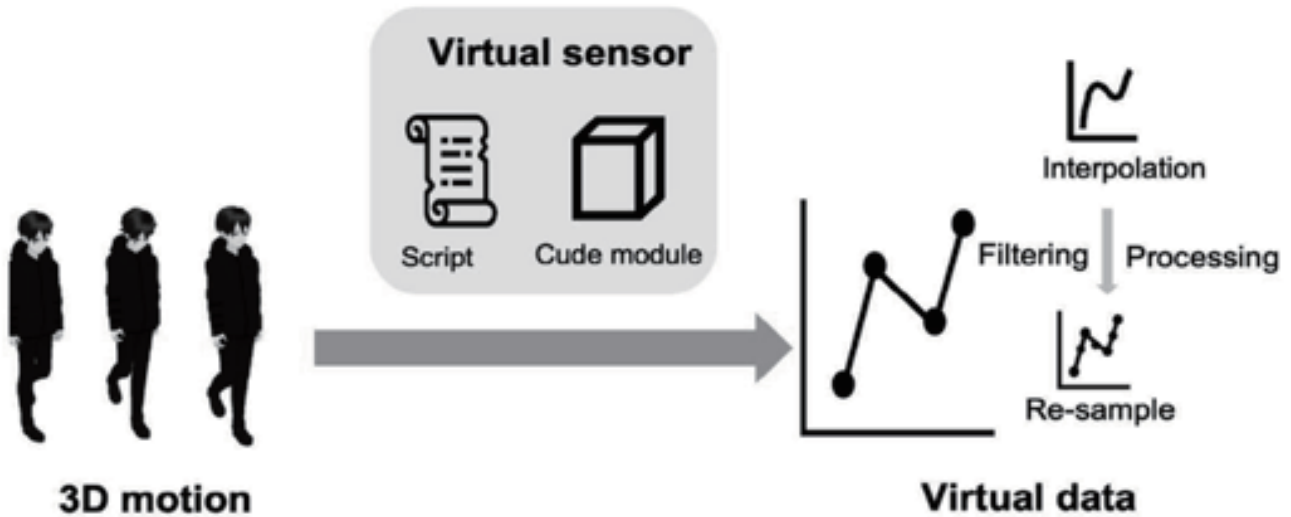
研究生活 私の中心的な関心は、「人が、世界や他者の、何をどう見て、感じるか」という人の知覚・認知にあります。特に、修士課程で出会った錯覚現象は、人の情報処理の仕組みを知る手がかりになるだけでなく、何より「純粹に面白い」こ

ともあり、興味の赴くままに複数の研究を進めていました。

博士の最終年度は、そうした研究をどう1本の線に繋いでいくかに苦心しました。

「錯覚性」という独自のまとめ方も、その検討の中で生まれたものです。特に、典型的な「錯覚」を扱うだけでなく、科学技術コミュニケーションの実践研究も行っていたので、それも含めて筋を通す作業は正直に苦労しました。ただ、先人の知恵が積み重なるさまざまな文献を読み込みながら、自分の研究にじっくりと向き合い、博士論文をまとめる作業は、非常に有意義な時間でした。特に、自分が面白いと思うことに、時間をかけて本気で取り組める、それを通して自分に向き合う、大変貴重な機会になりました。





Virtual Sensors with 3D Digital Human Motion for Interactive Simulation and Their Real-world Applications

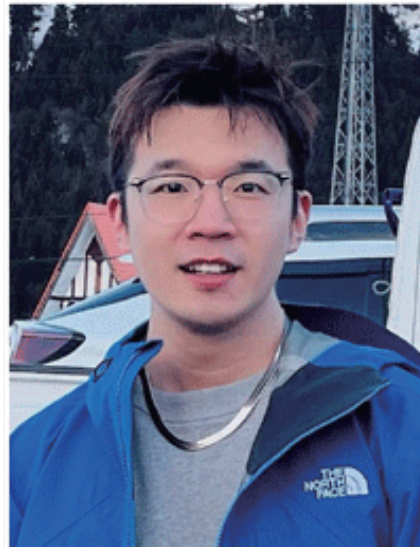
♡ 2

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:42



2022年度研究会推薦博士論文速報

[エンタテインメントコンピューティング研究会]



Chengshuo Xia

(西安電子科技大学広州研究院)

邦訳：インタラクティブシミュレーションのための3次元デジタルヒューマンモーションを活用したバーチャルセンサと実世界アプリケーション

■キーワード

人間行動認識／機械学習／バーチャルセンサ

【背景】 人間の行動認識システムは、さまざまなシーンで活用されている。

【問題】 データ収集のため、システム開発のプロセスが非効率的でコストがかかる。

【貢献】 ゲームエンジンを用いたバーチャルセンサ開発の研究を実施した。

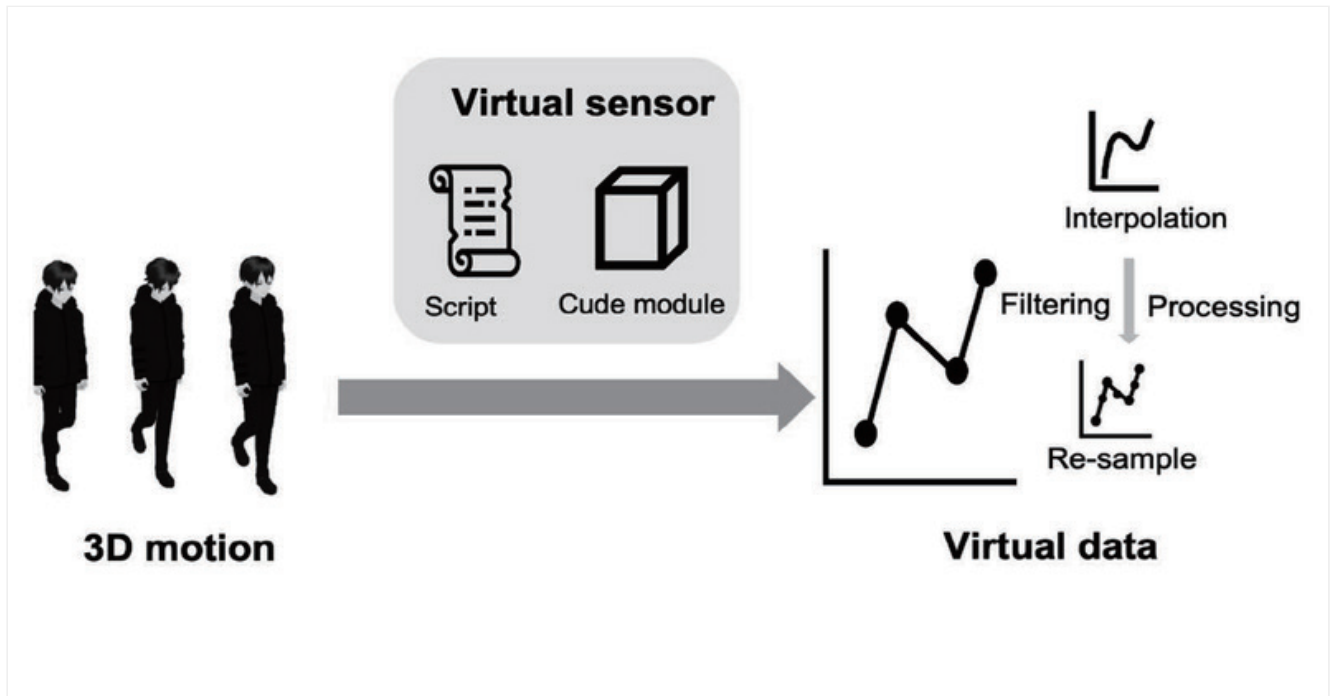
RGBカメラや3次元スキャナといった高次元なデータを取得する実世界センサと比較して、加速度センサやジャイロセンサといった低次元なデータを取得するセンサがあります。このようなセンサを用いた人間動作（モーション）計測アプリケーションは日進月歩で、将来、生活の多種多様なシーンに溶け込み人々を支援することが期待されています。しかし、このアプリケーションはプロトタイプを重ねるたびにシステムを実体化した上で、センサデータを計測し直して精度を検証する必要があります。そのため手間がかかります。

そこで、本論文はバーチャル空間内に配置した複数のセンサ群からなる「バーチャルセンサ」を導入し、センサの配置とデータ収集をインタラクティブに実現することにより実世界センサと等価なデータを収集する手法を提案しています。これは、多くの人々がアクセスしやすいゲームエンジンである Unity 3D 上で動作をするという特徴もあります。さらに本論文は、このバーチャルセンサを2つの異なる実世界アプリケーションに応用し、有効性を検証しています。

まず、効率的なモーション識別システムの開発手法ついでの研究を実施しまし

た。モーション識別のためには実空間や身体にセンサを取り付ける必要がありますが、センサを装着する場所や身体部位によってはモーションをうまく識別できない可能性があります。そこで本論文はバーチャル空間内でセンサ配置を最適化するアルゴリズムを考案し、これを組み込んだソフトウェア上で、3つの利用シーンにおいてモーション識別システムの設計をしました。1つ目は加速度センサを身体に取り付けて、走ったり、階段を上る動作の認識、2つ目は距離センサを身体に取り付けて、スクワッドやかかとの上げ下げ運動の認識、3つ目は洗面台の鏡に距離センサを取り付けて、手洗いや歯磨きを認識するシステムを設計しました。

また、バーチャルセンサを応用してモーション教示システム「VoLearn」を開発しました。まずVoLearnにユーザに教示したいモーションを登録します。VoLearnにモーションを録画した動画を読み込ませると3Dアニメーションが自動生成されます。次に読み込んだモーションデータをコンピュータ上で編集します。さらに登録したモーションとユーザのモーションの一致具合を確認するために、スマートフォンを身体に装着します。スマートフォンに搭載されているセンサを用いてユーザのモーションを評価しますが、限られた個数のスマートフォンではその装着位置によって上手に動作を計測できない可能性があるため、バーチャル空間上で再構成されたバーチャルスマートフォンを利用して装着位置を最適化しました。また、スマートフォンから出力される音を使用してユーザにモーションのフィードバックを行いました。今後は、VoLearnを実用的なエクササイズシステムとして仕上げたいと考えています。



■Webサイト／動画／アプリなどのURL

chengshuoxia.org

■動画URL (YouTubeチャンネル用)

https://www.youtube.com/watch?v=1Y_PV8NTtbw&t=213s

<https://www.youtube.com/watch?v=JyQILgaN1J4>

(2023年5月30日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2022年9月

学位種別：博士（工学）

大学：慶應義塾大学

推薦文 [メディア知能情報領域] エンタテインメントコンピューティング研究会

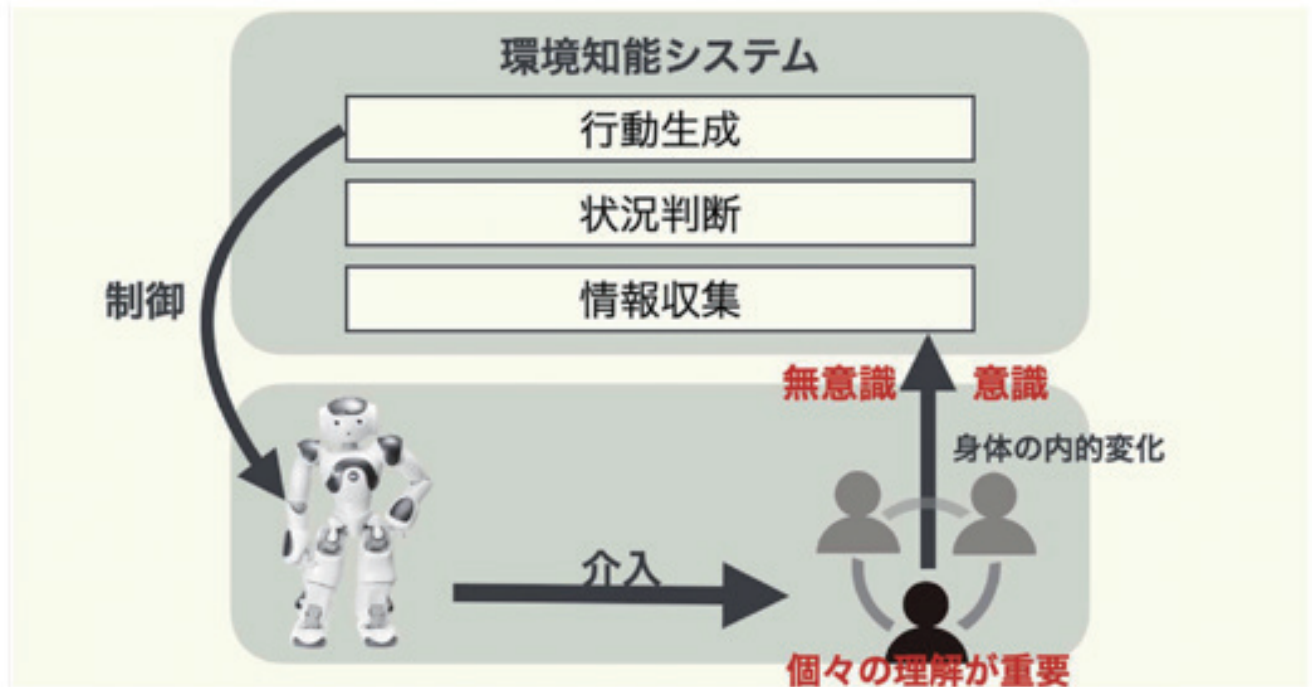
身体動作を伴うエンタテインメントシステムを開発する際に、実世界でのセンサ配置検討や身体動作識別モデル生成のための学習データの蓄積に苦勞をする。この効率化に向けてバーチャル空間内に配置した複数のセンサ群からなる「バーチャルセンサ」を提案し、2つの異なる実世界アプリケーションに応用し、有効性を検証した。

研究生活 博士課程での生活は、激しく、忙しい。私の博士課程の研究分野はHCIです。この分野の研究に触れることが初めてでしたので、期間を通して多くのことを学ばせてもらいました。

博士課程では、COVID-19の影響を受け、多くの学会に参加することができませんでした。多くのコミュニケーションは、オンラインで行われました。しかし、博士

課程ではアメリカのUCLA大学に訪問をして研究することができました。興味深い研究にもたくさん触れることができました。

博士課程での生活は忙しく大変ですが、その分、広い世界をもたらしてくれます。



人間の身体の内的変化に着目した社会的つながりを活性化させる環境知能システム

♡ 6

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:43



2022年度研究会推薦博士論文速報

[エンタテインメントコンピューティング研究会]



御手洗 彰

(京都大学医学部附属病院 医療情報企画部 特定助教)

■キーワード

環境知能システム／ヒューマノイドロボット／生体信号

【背景】 環境を智能化し、ユーザを支援する環境知能システム

【問題】 従来の環境知能システムは個のユーザに着目

【貢献】 他者とのつながりを考慮した環境知能システムを提案

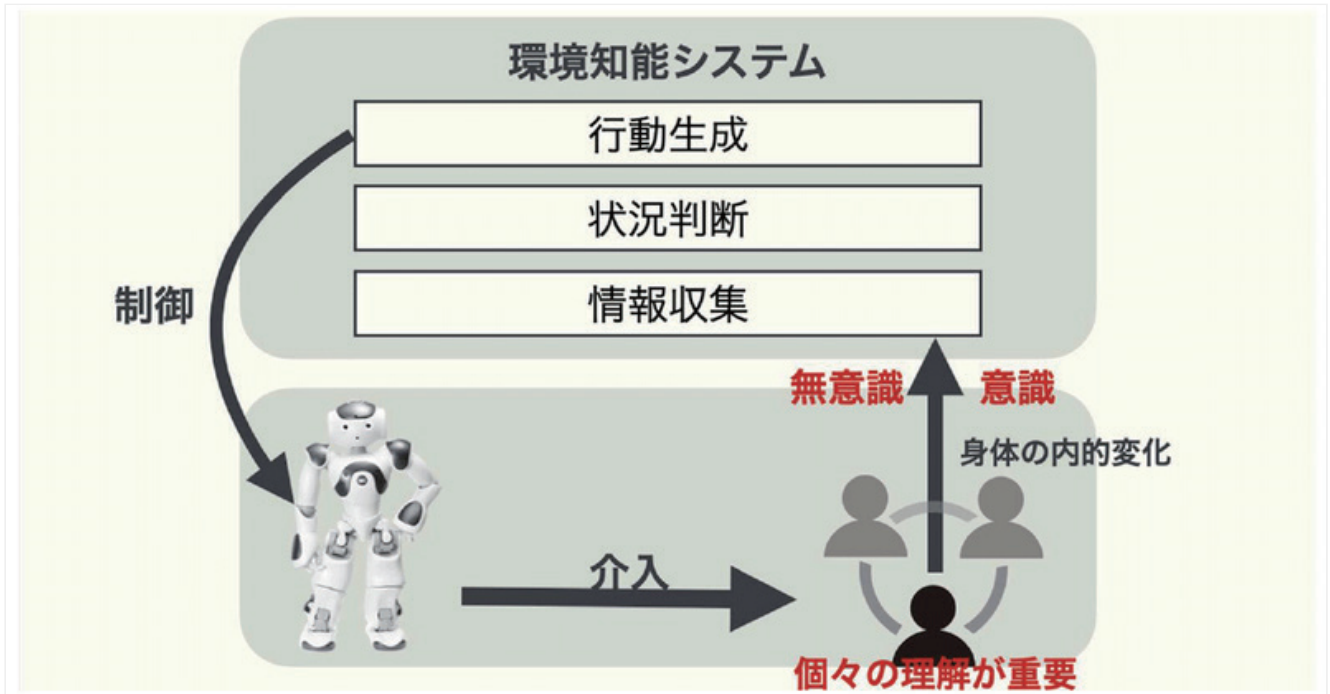
あらゆる人工物がネットワークに接続され、人々の行動や環境情報を多様なセンサを用いた収集することで、人工物の自律的なユーザ支援を行う環境知能システムの実現が目指されている。環境情報からさまざまな情報を得ることで、街頭に配備されたロボットがより賢くふるまうことができるようになったり、環境自体が知能化して人々を支援することができるようになることが期待されている。しかし、既存の環境知能システム研究ではシステム機能の研究が主流であり、支援対象であるユーザの視点はあまり考慮されていない。また、これまでのシステムは支援するユーザを世界から独立した個の人間として捉えていた。しかし、人間は個として独立した存在ではなく、他者や事柄、環境など周囲とのつながりやかかわりがあり、生活している。それにもかかわらず、現状の環境知能システムは、それらを考慮していない。このような背景から、本研究では、人間の社会的なつながりを支援するような環境知能システムの実現を試みた。

社会的なつながりの活性化のためには、周囲も含めた個のユーザの理解が重要である。従来の研究では主に人間の外的変化（加速度やカメラ情報）が着目されてきた。しかし、人間の理解を考えると、身体の内的変化も重要であると考えられる。身体の内的変化とは、表情といった外観に現れない人間の内的状態の変化を指し、たとえば情動状態に伴って変化する生体信号などが挙げられる。そのため、本研究では人間の身体の内的変化に着目した環境知能システムによって、人の社会的な活動への動機の向上を実現することを目的とする。

人間の身体の内的変化には無意識的なものと意識的なものがある。無意識的な内的変化とは、外的要因によって無意識的に変化するものであり、情動状態の変化が挙げられる。この変化を理解することで人間の社会的つながりを活性化し得る要素が得られる。次に、意識的な内的変化とは、内的要因によって意識的に変化させるものであり、身体動作（生体信号としては筋電位の変化）などが挙げられる。これはユーザの自発的な意思で起こるものであり、状況によっては社会的つながりの活性を阻害する可能性がある。

本研究では、複数人の社会的活動において無意識的な内的変化を分析することで、社会的つながりを活性と内的変化の関係性および環境知能システムによるユーザ支援がユーザの社会的つながりの活性化に貢献し得るかを調査した。また、意識的な内的変化によって社会性を阻害せず入力可能なインタフェースを実現した。

以上の研究によって、本学位論文では社会的なつながりを活性化し得る環境知能システムの実現可能性を示した。本研究では、特にエンタテインメントに着目して研究を行ったが、社会的なつながりを活性化することは教育や医療などさまざまな分野において応用できるため、幅広い分野に向けて実現可能性を示していきたいと考えている。



(2023年5月25日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2023年3月

学位種別：博士（先端情報学）

大学：京都産業大学

正会員

推薦文 [メディア知能情報領域] エンタテインメントコンピューティング研究会


本論文では、収集した情報に基づいて意思決定を行う環境知能システムに対し、支援対象である人間の身体の内的変化を収集させ、人の社会的活動の支援を目指している。具体的には人の意識・無意識的な内的変化を調査・抽出し、人の社会性を活性化させるシステムの介入方法の解明や、社会性の活性を阻害する要因の解決を行った。

研究生活 私は修士課程を卒業した後、2年間の就業を経て博士課程へ進学しました。進学の一歩のモチベーションは研究への興味と、「自分のやりたいことができる環境にもう一度戻りたい！」という思いでした。学術と仕事を比較すると、研究は自身の裁量が大きい分、責任も大きいと感じます。研究の企画から調査、実装、発表まで1人で行う必要があります。これがビジネスであれば企画は上司がしてくれて、調査と実装のみ同僚や先輩と一緒に行って、発表は上司が担当する、なんて流れになったりすることもあると思います。そういった面で就業を経て、研究活動を再開したときには少し大変に感じることもありました。ただ、その苦勞を感じる分、自分の「やりたい」が形になったときの喜びはひとしおです。修士課程や社会人で「やりたい」ことがある方、それを見つけないかと思っている方は、「やりたい」を形にできる博士課程を検討してみてはいかがでしょうか。



モバイルデバイス操作時の手指運動を利用した手根管症候群スクリーニングシステム

♡ 4

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:45



2022年度研究会推薦博士論文速報

[エンタテインメントコンピューティング研究会]



渡辺 拓郎

(慶應義塾大学 工学部 特任研究員)

■キーワード

モバイルヘルス／疾患スクリーニング／日常生活動作

【背景】 手根管症候群は手指にしびれや痛みをきたす疾患

【問題】 症状は緩やかに進行し，疾患を自覚した時点で重症化

【貢献】 モバイル端末操作時の手指運動から疾患をスクリーニング

我々は日常生活の中で食事や更衣といった動作を無意識に、自然に行っている。もし日常生活動作の中に疾患を発見する技術を溶け込ませられたら、人々は生活を送るだけで疾患を発見できるだろう。そのため、定期検診のような疾患を発見するための行動を省くことができ、日常生活動作の些細な異変を計測することで疾患の早期発見が期待できる。本研究はこのような未来を見据えて、日常生活動作を利用した疾患スクリーニング手法を提案した。

本研究は手根管症候群（CTS : Carpal Tunnel Syndrome）の早期発見に注目した。この疾患は高齢者に好発するので若年者には馴染みがないだろうが、CTSは手指に痛みやしびれを引き起こし、手指の繊細な運動を障害する最も一般的な疾患である。症状は緩やか進行するため患者は症状を自覚しにくく、自覚したときには重症化している。疾患の検査には特別な機材と技師を必要とするので、小規模病院への導入は難しい。検査設備がない病院では医師が疾患の特徴を観察するが、手の専門医でないと見逃してしまう。以上から、本研究はCTSを簡便に早期発見できることを目指して、タブレット端末操作時の手指運動を利用したCTSスクリーニング手法を開発した。

タブレット端末を始めとするモバイル端末は我々の生活に浸透しており、欠かせない存在である。もしモバイル端末を使用するだけで疾患を発見できれば、ユーザはモバイル端末を使用するたびに疾患を発見できる機会を得られる。また、モバイル端末は手指を使って操作するので、CTS患者はモバイル端末の操作が困難になる

はずである。そこで本研究は、モバイル端末操作の難しさをなんらかの方法で計測できればCTSスクリーニングを実現できると考えた。

本研究は (1) モバイルゲーム操作と (2) 運筆動作に注目したCTSスクリーニング手法を開発した。

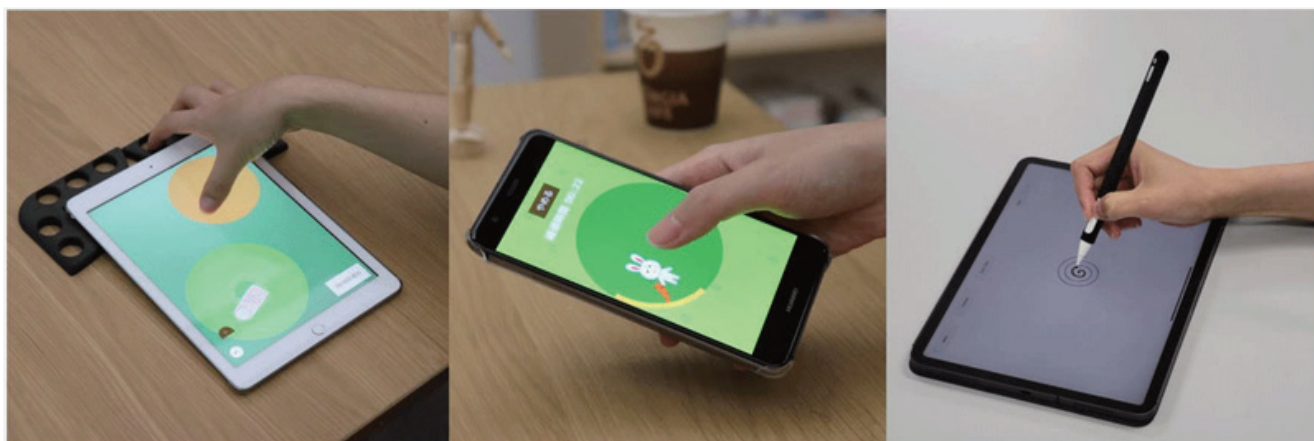
(1) モバイルゲーム操作を利用したスクリーニング¹⁾

この手法では、ユーザが親指運動を伴うゲームを楽しみながらCTSを発見できることを目指した。CTSの症状の1つに、母指対立運動（親指を他の指に近づけようとする運動）の障害がある。患者は健常者と比べて親指の制御が難しくなるため、親指運動を伴うタブレット端末の操作も困難になるはずである。そこで、親指を使って動物のキャラクタを集めるゲームを開発し、ユーザがどの程度親指をコントロールできているかを計測してCTSスクリーニングを実現した。

(2) 運筆動作を利用したスクリーニング²⁾

この手法は、絵を描いたり、メモを取る動作からCTSを発見することを見据えた研究である。CTSは手指の繊細な運動を困難にするので、ペンの操作に影響するはずである。そこで、ペンでタブレット端末スクリーンに渦巻を描くことで、CTSのスクリーニングを実現できないか検討した。タブレット端末はペンの筆圧と軌跡を計測しており、それらから疾患の特徴（筆圧の強弱、軌跡のなめらかさ）を抽出してスクリーニングを実現した。

本研究はCTSスクリーニング専用のモバイルアプリを開発したが、将来的には既存のモバイルゲームに疾患検出技術を組み込むことや、ペンタブレットで好みの絵を描くだけで疾患を発見できるといった、日常生活の中で疾患を発見するシステムを構築したい。現在、この未来に近づくために、スマートフォン版スクリーニングゲーム³⁾の開発や、研究成果の社会実装として親指運動を支援するモバイルアプリ⁴⁾を公開している。



スクリーニングゲーム[1, 3]

運筆スクリーニング[2]

参考文献

- 1) Fujita, K.[†], Watanabe, T.[†], Kuroiwa, T., Sasaki, T., Nimura, A., Yuta S : A Tablet-Based App for Carpal Tunnel Syndrome Screening : Diagnostic Case-Control Study, JMIR mHealth and uHealth, 2019;7(9):e14172. [†]these authors contributed equally
- 2) Watanabe, T.[†], Koyama, T.[†], Yamada, E., Nimura, A. and Sugiura, Y. : The

Accuracy of a Screening System for Carpal Tunnel Syndrome Using Hand Drawings, Journal of Clinical Medicine, 2021;10(19):4437. †these authors contributed equally

3) Koyama, T., Sato, S., Toriumi, M., Watanabe, T., Nimura, A., Okawa, A., Sugiura, Y. and Fujita, K. : A Screening Method Using Anomaly Detection on a Smartphone for Patients With Carpal Tunnel Syndrome: Diagnostic Case-Control Study, JMIR Mhealth Uhealth 2021;9(3):e26320.

4) <https://www.game4it.com/product/go-tochi> (2023年4月27日アクセス)

■Webサイト／動画／アプリなどのURL

研究成果の社会実装：親指運動支援スマートフォンアプリ

<https://www.game4it.com/product/go-tochi>

(2023年5月22日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月日：2022年9月

学位種別：博士（工学）

大学：慶應義塾大学

推薦文 [メディア知能情報領域] エンタテインメントコンピューティング**研究会**

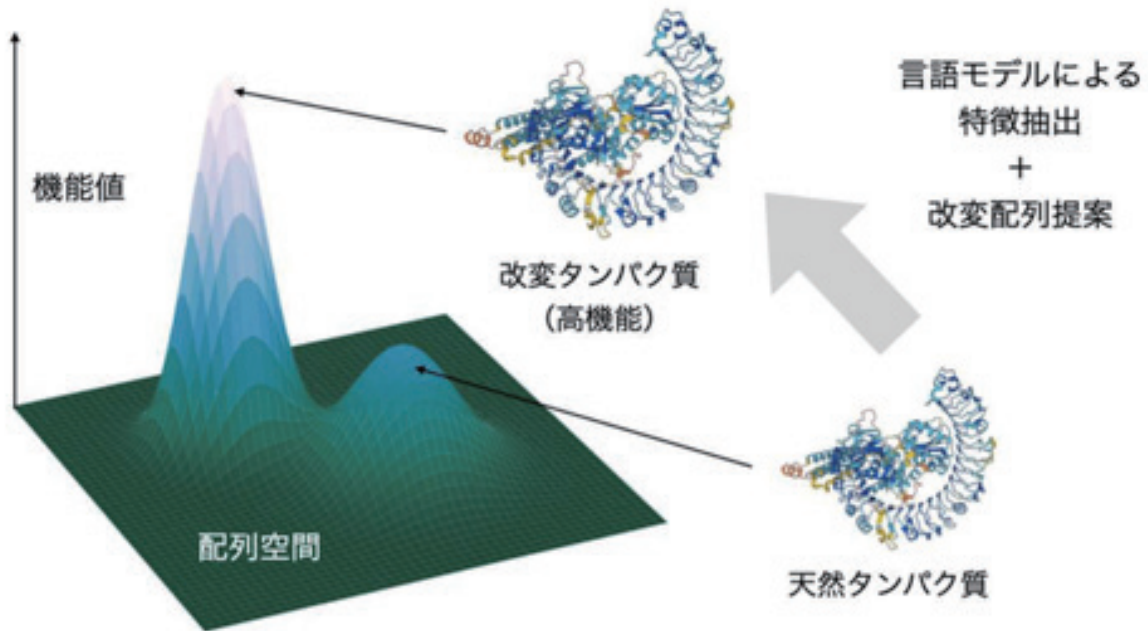
手根管症候群は手指運動を障害して日常生活を困難にするが、症状はゆっくりと進行するので、症状に気づいたときには重症化している。本論文はこの疾患の早期発見を目指し、日常生活の中で楽しみながらスクリーニングできるモバイルゲームとタブレットペンで図形を描いてスクリーニングするモバイルアプリを開発した。

研究生活 本研究は東京医科歯科大学整形外科との共同研究です。共同研究を始めた当初、私は医学分野に関してまったく知識がなく、異分野の先生とのコミュニケーションも初めてであったため、研究を進められるのか不安でいっぱいでした。しかしながら、共同研究先の先生が私に手根管症候群の特徴など、医学知識を親切丁寧に説明してくださったことで、その不安はすぐに消え去りました。

共同研究の中で特に印象的な経験は大学病院で実施したシャドーイングです。シャドーイングとは、医師の後ろを影のようについてまわり医師の仕事を観察する研修です。私はシャドーイングを通して、手根管症候群患者の特徴を観察したり、手根管症候群の手術を見学することで、手根管症候群に対する理解を深めました。ほかにも小児整形外科の見学やカルテの書き方を教わるなど、医師の生活の一部を体験しました。

シャドーイングでは医学の知識を学ぶだけでなく、日本の医療課題も目の当たりにしました。たとえば、高齢患者の多さや医師のハードワークといった課題あります。私はこれらの課題を解決すべく今も研究に励んでいます。





Data-efficient Sequence Design Based on Protein Language Models

♡ 3

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:46



2022年度研究会推薦博士論文速報

[バイオ情報学研究会]

山口 秀輝

(SyntheticGestalt (株) リサーチエンジニア) ☆1

邦訳：タンパク質言語モデルに基づくデータ効率的な配列設計

■キーワード

タンパク質工学／言語モデル／バイオインフォマティクス

【背景】 機械学習を活用したタンパク質の機能改変・設計技術が発達してきた

【問題】 教師データとなる実験値を得るには多大なコストを要する

【貢献】 タンパク質言語モデルによるデータ効率の良い手法を提案した

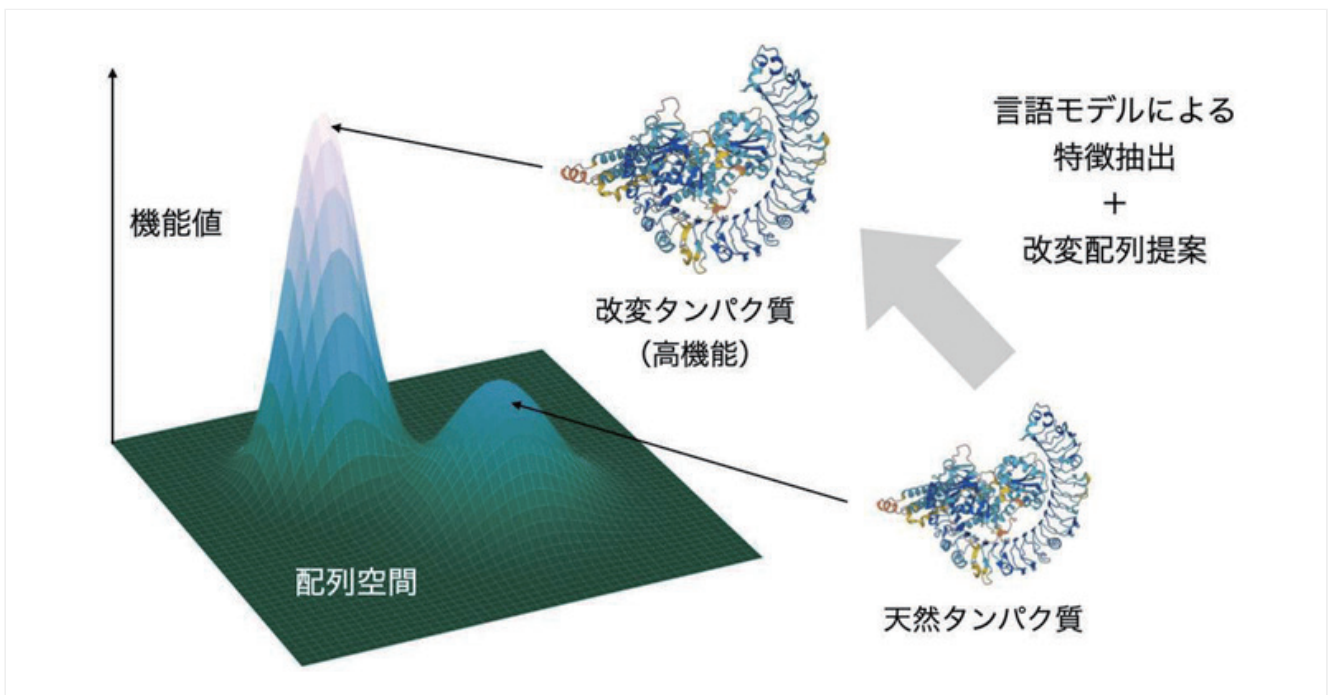
酵素や抗体という単語を目にしたことのある方は多いでしょう。これらはタンパク質の一種であり、生命活動の根幹を担う主体であるとともに、医学・生物学における実験ツールとしても重宝されています。したがって、これらの機能を望むように変えることができれば便利です。このような試みをタンパク質工学と呼びます。タンパク質はアミノ酸という20種類の構成単位が数珠状に連なった高分子であり、どの位置のアミノ酸をどのように替えれば所望の機能が得られるか探索する、つまり配列設計する試みと言えます。

しかし、たとえば100個のアミノ酸からなるタンパク質の場合、理論上は20の100乗、つまり10の130乗程度の組合せがあり得るため、網羅的な探索は不可能です。近年では機械学習を用いた実験の効率化が盛んに研究されていますが、モデル学習に必要な教師データの取得、つまり実験研究には多大な労力と時間、費用を要します。したがって、できるだけ少ないデータで「筋の良い」候補を生み出すことが重要です。

そのための有力なアプローチとして、本研究では特に「タンパク質の言語モデル (protein language models; pLMs)」と呼ばれる手法に着目しました。言語モデルは、最近ではChatGPTのような言語生成AIの中核技術として利用されていることでも知られる自然言語処理技術の1つであり、大規模な文章データを用いた教師なしでの特徴獲得ができる長所があります。アミノ酸を「単語」、タンパク質を「文」とみなして学習された言語モデルであるpLMsは、各アミノ酸の物理化学的性質やタンパク質同士の進化的な関係性、もしくはその立体構造情報など、タンパク質に関する全般的な情報を教師なしで獲得できていることが明らかにされています。

そこで本研究では、データ効率良くタンパク質配列設計を行うための機械学習手法をpLMsに基づいて2つ提案しています。1つ目は、機能改変対象となるタンパク質に特有の進化的な情報をpLMsに取り込む教師なし学習方法の提案です。天然に存在するタンパク質は長い時間を経た進化の産物であり、タンパク質の全般的な特

徴に加え、固有の機能に直結する進化的特徴も考慮することがタンパク質工学においては有効です。そこで、実務的なタンパク質工学シナリオを複数想定し、その各々に対して対象タンパク質と進化的に関連の強いタンパク質群（ホモログと呼ぶ）から効率的に情報抽出するためのプロトコルを定義しました。結果として、利用できる教師データが少ない場合にタンパク質の機能予測精度を大幅に改善できることを示しました。2つ目は、pLMsを用いてタンパク質配列を生成することで、教師データをまったく使わず、機能改善された候補を推薦するアルゴリズムを提案しました。アルゴリズムの入力として機能改変対象タンパク質のホモログ群を用いることで、従来の教師ありアルゴリズムと比較しても、同等かより優れたタンパク質配列が提案できることを複数の大規模実験データを用いて確認しました。



☆¹ 執筆当時の所属.

(2023年5月25日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（科学）

大学：東京大学

推薦文 [メディア知能情報領域] バイオ情報学研究会

機械学習を用いたタンパク質工学の手法に関する博士論文です。実験コストを低減し、専門知識なしで高機能なタンパク質の設計を可能にします。未分類のタンパク質データから進化情報を抽出するタンパク質言語モデルを提案し、少ないデータで高度な予測を実現します。産業界や生命科学の応用が期待される研究分野です。

研究生活 私は機械学習エンジニアとして勤務する傍らで博士号を取得したいと考えていました。ある日指導教官のツイートを見かけ、研究内容に強く関心を持ったことから博士進学を決めました。通常業務と並行して研究成果を出すのは簡単で


はありませんでしたが、学会発表や雑誌投稿などのマイルストーンを立て、一つひとつクリアすることで研究内容を着実に発展させられるよう努力していました。社会人博士が万人に勧められるものだとは思いませんが、私はやってみて非常に良かったです。業務上身につけた技術は、研究の実装に関する部分に時間を取られることなく本質的な内容に集中するのに役立ち、逆に研究を通し身につけた専門性は通常業務にプラスの効果を発揮しました。

機械学習×生物学の分野は発展著しく、たとえば機械学習系トップ会議における要注目論文にもこの分野の研究が選出されるようにすらなっています。境界領域ならではの面白みと意義があり、今後も多くの研究者によるイノベーションが必要とされます。読者の皆さんにも関心を持っていただけたら嬉しいです。



Antenna : ろう者との共創デザインの社会化

♡ 6

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:47



2022年度研究会推薦博士論文速報

[アクセシビリティ研究会]



本多 達也

(富士通 (株) コンバージングテクノロジー研究所 ソーシャルテクノロジー社会実装推進室 Antennaプロジェクトリーダー)

■キーワード 共創デザイン/ろう者/触覚

【背景】 ろう者との共創を社会化させた事例は希薄

【問題】 従来の共創デザインは直接課題にかかわる人にとどまる

【貢献】 異なるエリアの人々を接続する共創メディアを提案

全国に約30万人、2050年までに世界で25億人になると試算されている聴覚障がい者に対するデザインリサーチとして、参加型デザインやインクルーシブデザイン等の共創デザインと呼ばれる理論・手法がこれまで数多く研究・実践されてきた。しかし従来の共創デザインではデザインパートナーとデザイナーの関係において、デザインパートナーはろう者（聴覚障がいの中でも特に生まれつき、もしくは言語を獲得する前から耳が聞こえない人）などの直接課題にかかわる当事者にとどまることが多かった。そこで本研究では共創デザイン手法を障がいに関心を持たないユーザまで拡張させ、デザインパートナーを広げることを共創デザインの社会化と定義し、ろう者などの直接課題にかかわる人々と、より多くの人々が接点を創出する手法をデザインする。

Antenna（オンテナ）は髪の毛や耳たぶ、えり元やそで口などに身に付け、振動と光によって音の特徴を身体に伝えるアクセサリ型の装置であるAntenna本体に実装されたコンデンサマイクが外部環境音を取得し、入力信号に合わせて即時に振動モータおよびLEDをそれぞれ駆動・発光させる。それによりユーザは音のリズムやパターン、強弱等の音響特徴の知覚を振動呈示を通じて可能となる。筆者は2014年からろう者とともAntennaの研究開発を開始し、2019年にAntennaを製品化した。2022年1月時点において、全国聾学校長会に所属する聾学校の約8割に導入されている。しかし、Antennaの試作機開発時期においては、ろう者や聾学校の人々に対して品質の高い体験や製品開発を実現した一方で、それ以外の人々に対してAntennaを展開し、体験・購入・利用できる状態にすることは困難であった。

上述した背景の下、本研究ではOntenna開発デザインプロセスにおいて、ろう者との緊密な連携や、聾学校への長期貸出によって製品としてOntennaを完成させた知見に基づき、共創デザインを社会化させるための「共創メディア」を提案した。提案した共創メディアの有効性を検証するため、2017年から2022年に渡り多くのワークショップやイベント等の企画を実施してきた。文部科学省との共同企画では、Ontennaを利用したプログラミング環境・教材開発を、(公財)福武財団を中心としたOntennaを用いた共同企画では、香川県・豊島に設置されているクリスチャン・ボルタンスキー (Christian Boltanski) の作品「心臓音のアーカイブ」にて実施したアートワークショップを、東日本旅客鉄道(株)、大日本印刷(株)、富士通(株)を中心としたプロジェクトでは、聾学校生徒とのアイディエーションワークショップからエキマトペをそれぞれ共創メディアとして開発した。このほか、スポーツ観戦、能・映画鑑賞等のイベントにも本手法を適用することで、参加者に生じた気づきや理解、コミュニケーションに関してインタビュー、アンケート等から検証を行い、共創メディアとその手法が有効に機能することを確認した。



■Webサイト／動画／アプリなどのURL

Antenna

<http://antenna.jp/>

エキマトペ

<https://ekimatopeia.jp/>

(2023年5月31日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2022年9月

学位種別：博士（芸術工学）

大学：東京都立大学大学院

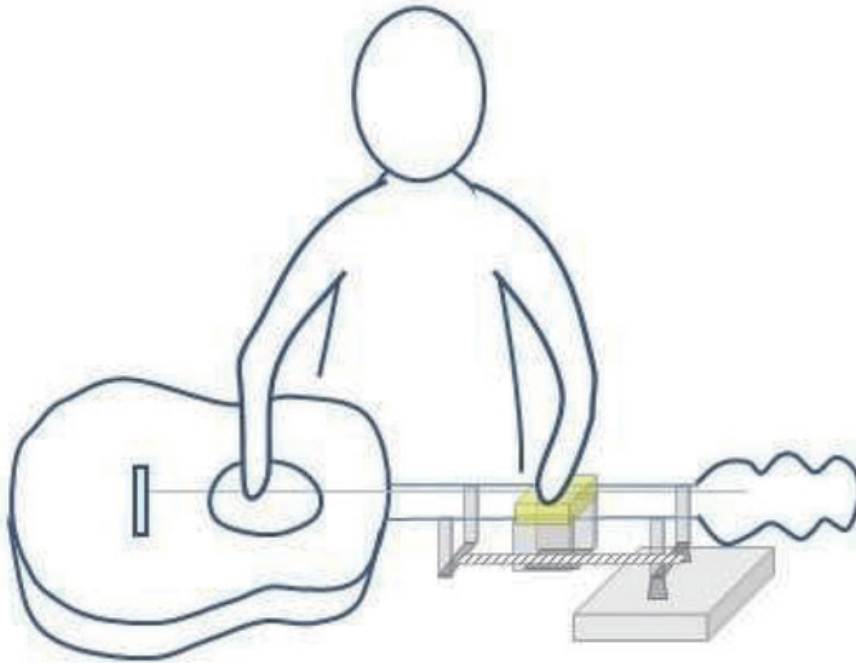
推薦文【メディア知能情報領域】 アクセシビリティ研究会

本研究はろう者やさまざまな関係者との共創により、社会実装を実現した Antennaのデザインプロセスから、従来の共創デザイン手法だけでは困難であった、共創デザインの社会化を明らかにしたものです。支援技術分野において世界的にも稀な大規模社会実装を実現し、共創社会におけるデザイン手法の発展に多大なる貢献をしました。

研究生活 私は大学1年生のときにろう者と出会ったことがきっかけで手話の勉強を始め、手話通訳のボランティアや手話サークル・NPOの立ち上げ等をろう者とともに行ってきました。卒業研究から、ろう者と聴者が一緒に楽しむ世界を目指し、音をからだで感じるユーザインタフェース「Antenna（オンテナ）」の研究をろう者とともに開始。Antennaを世界中のろう者に届けたいという思いから2016年に富士通に入社してAntennaプロジェクトを立ち上げました。3年間のテストマーケティングを経て2019年に製品化し、現在では全国聾学校長会に所属する8割以上のろう学校に導入され、発話練習やリズム練習などで活用されています。JST


CRESTに採択されたことをきっかけに、インタフェースデザインやアクセシビリティの研究をされていた馬場哲晃先生の中で、社会人ドクターとして研究を進めることとなりました。博士課程を通して、研究を続けることの大切さ、共創デザインの難しさ、当事者と向き合うことの楽しさを学びました。博士課程、おすすめです。





障がい者が主体的に楽器演奏学習を継続するための支援に関する研究

♡ 3

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2023年8月15日 10:48



2022年度研究会推薦博士論文速報

[アクセシビリティ研究会]



西ノ平 志子

(三重大学 リサーチフェロー／曾野幼稚園 主任／音楽療法士)

■キーワード

障がい者／楽器演奏学習／上肢機能リハビリテーション

【背景】 楽器演奏学習に主体的に取り組むことで、生きがいができ、豊かな人生になる

【問題】 障がいがあるのでやりたい楽器ができない、楽器演奏学習が継続しない

【貢献】 演奏支援装置を開発し、主体的な楽器演奏学習の支援方法を示した

一人ひとりがより豊かな人生を送ることができる持続可能な社会づくりを進めるためには、障がい者が主体的に学び続けるための支援が必要である。本論文では、上肢身体障がい者が自分の弾きたい楽器をすぐに演奏できて、かつ演奏の上達を実感できるように配慮した、楽器に装着する支援装置を提案し、障がい者による主体的な楽器演奏練習の継続を検証することで、障がい者の楽器演奏学習支援の在り方を明らかにした。

まず、障がい者が楽器演奏をするために、従来からある支援方法を、楽器演奏に必要な身体機能に着目し分類した。これらの支援方法における課題から、障がい者が演奏したい楽器を主体的、継続的に演奏練習するための要求として以下を挙げた。

- 弾きたい既存の楽器をすぐに弾くことができる
- 本来の演奏動作と似た演奏動作になるよう支援することで、既存の情報を共有できる
- 演奏スキルの支援をせず、演奏動作の支援のみにすることで、楽器演奏の上達を実感できる

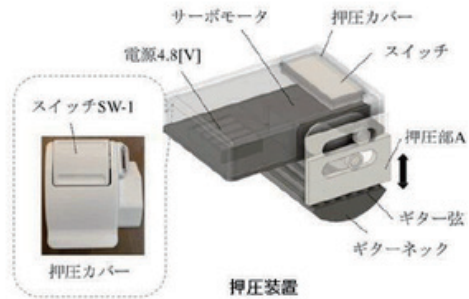
これらの要求を満たす支援装置をF-Ready（フレディ）と定義し、F-Readyの一例として、アコースティックギターの演奏支援装置を開発した。また、この支援装置に対して障がい者11名を対象に上記の要求の検証をした。F-Readyを使ったギタ

一演奏練習は、既存の楽器（ギター）の本来の演奏動作に似ていることから、ギターを弾きたいという希望を叶え、すぐに演奏できて、さらに演奏スキルを支援していないことから、上達のポテンシャルが残っており、障がい者にもっと練習したいと思わせるものであることが示された。さらに、障がい者1名を対象に、長期にわたり、頸髄損傷の重度障がい者にF-Readyを装着したギターを自由に練習してもらう実験を行った。その結果、その重度障がい者は1年以上、主体的な練習を続けた。体性感覚の向上や上肢動作の巧緻性が向上し、上肢を自ら上げたまま維持できる時間が長くなるなどの上肢機能の回復が見られた。日常生活においても、自主的に人前での演奏披露をするなど、演奏学習に意欲的である姿が見られた。このように楽器演奏練習へのモチベーションが維持されたのは、F-Readyは上達を実感できる演奏支援であるからだと考えられた。

楽器演奏練習は、音楽に合わせて演奏動作を繰り返すことである。そのため、演奏練習を継続することで、身体のリハビリテーション効果も期待できる。

ギター弦を押さえる手の動きを可視化できるようF-Readyを改良し、被験者1名に対して、楽器演奏によるリハビリテーション効果検証をした。3カ月間の自主的な演奏練習により、手の動きの巧緻性が向上したことが示された。F-Readyを使用することで、主体的な楽器演奏練習や意欲的な音楽学習を支援できる可能性が示された。さらに、回復維持期である障がい者でも、F-Readyが装着された楽器による練習により、リハビリテーションの効果が期待できる可能性が示唆された。

ギター演奏支援装置F-Readyの概要



スライド装置

- ✓ わずかな力で弦を押下できる
- ✓ わずかな力でスライドできる
- ✓ スライドする手を装置で支える
- ✓ 弦を押す位置の真上でスイッチを押す



(2023年5月30日受付)

(2023年8月15日note公開)

取得年月：2023年3月

学位種別：博士（学術）

大学：佐賀大学

正会員

推薦文 [メディア知能情報領域] アクセシビリティ研究会

障がい者の楽器演奏学習の支援手法を提案し、ギターに装着する支援装置を開発した。長期使用実験では、上肢障がいのある対象者が主体的に練習を継続し、リハビリテーションの効果も明らかになった。本研究は楽器演奏学習の支援の在り方に一石を投じることにより、生涯学習や生活の質の向上にも貢献できることを示したといえる。

研究生活 障がい者デイサービスで、脳性麻痺の障がいがある若い男性2人が、私が持参したアコースティックギターを見て「かっこええなあ、やってみたいなあ」と……。

この研究は、障がい者の「アコースティックギターを弾きたい」という気持ちを叶えたいという現場の声が始まりです。施設では、障がい者のほかにも介助士、理学療法士、作業療法士など、さまざまな職種の方が一緒に生活されています。研究を進める過程で、それぞれの立場や知見を尊重し、私自身も専門的な知識や現場での声から学ぶことを重視しました。そのおかげで、現場でのリアクションを感じながら長期的な検証ができました。

博士課程では社会人学生として、仕事と研究活動を両立するために多くの方々に助けられました。昼夜問わず、親身になってご指導いただいた、佐賀大学の中山功一准教授、三重大学の松井博和助教、大島千佳博士をはじめ、ご協力いただいた皆様に感謝いたします。

