



講義資料PDF

AIによる人の知性の拡張

2024.10.30, 大阪公立大学アカデミックカフェ

石丸 翔也 (大阪公立大学 大学院情報学研究科 特任教授)

自己紹介 - AI技術を作る立場として

- 大阪府立大学 (4年)・大学院 (2年, 修士まで) を修了
- その後ドイツで7年間生活して (博士~大学教員)、昨年帰国



博士課程

TU Kaiserslauternで修了



iQL-Lab

DFKIの研究室を共同主宰



PsyberLab

大学の研究室を主宰

自己紹介 - AI技術を使う立場として

- 社会課題解決のため、2社を起業 (1社は退社済み、もう1社は経営中)



Alphaben GbR (<https://alphaben.app>)
博士研究のインタラクティブ電子書籍



株式会社A ectify (<https://a-ectify.jp>)
学生を中心としたAIサービス受託開発

3

今回の講演のテーマ

- 知的活動において、人が得意なこと・AIが得意なことは何か
AIの仕組みや自身が定義する知性について紹介
- AIの開発によって、人は今後どのような能力を獲得できるか
能力獲得/拡張の例として、自身の研究成果を紹介
- 人とAIの融合や共進化は、人の心にどのような影響を与えるか
研究から示唆される未来社会のイメージを紹介

4

今回の講演のテーマ

- 知的活動において、人が得意なこと・AIが得意なことは何か
AIの仕組みや自身が定義する知性について紹介
- AIの開発によって、人は今後どのような能力を獲得できるか
能力獲得/拡張の例として、自身の研究成果を紹介
- 人とAIの融合や共進化は、人の心にどのような影響を与えるか
研究から示唆される未来社会のイメージを紹介

5

AI (Artificial Intelligence, 人工知能) とは何か



チャットボットはAI？



自動運転車はAI？



自動ドアはAI？

- 何ををもってAIと呼ぶかは文脈によって異なる (汎用、特化、etc.)
- 今日の講演では「知性を感じられる技術」をAIとする

6

AIと人の知的能力の比較

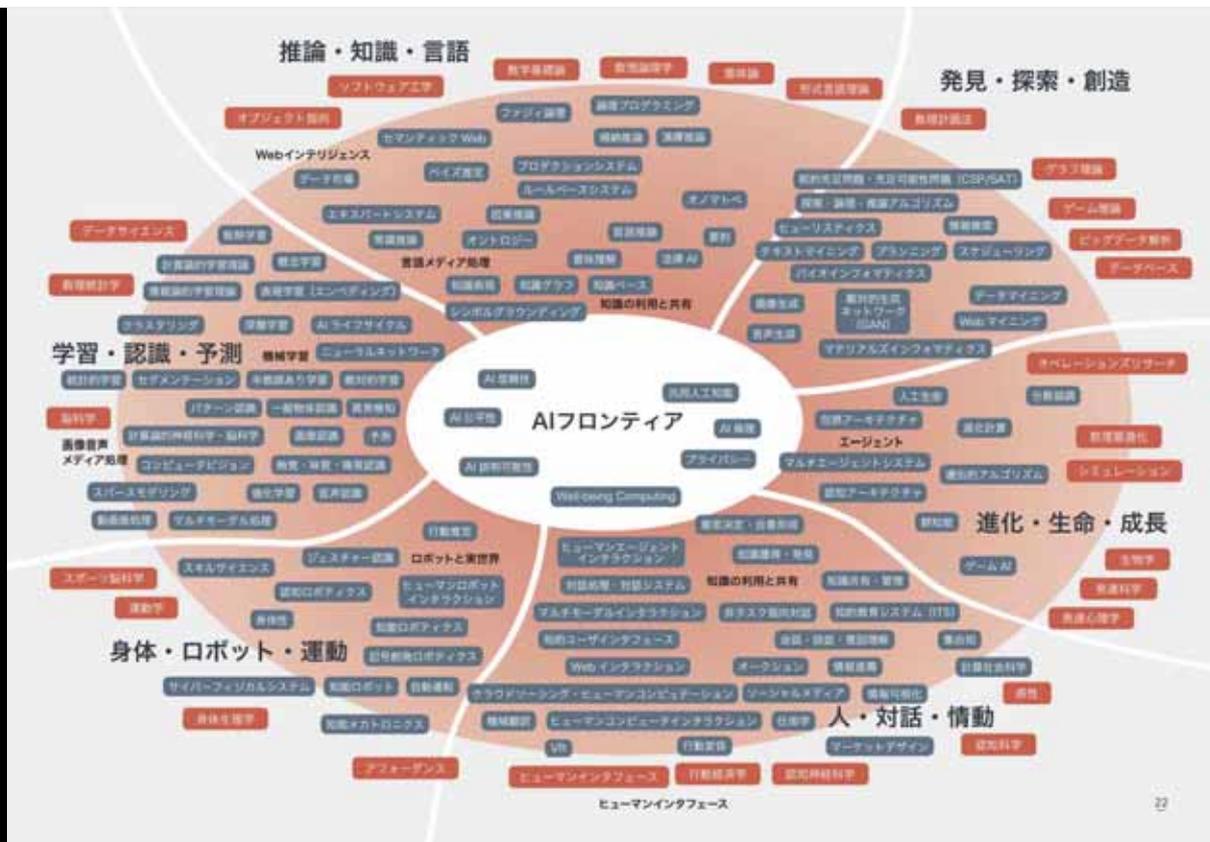
AIが得意なこと

- 大規模データ処理
- 反復や正確性に関するタスク
- 知識への即時アクセス

人が得意なこと

- 発想や直感に関わるタスク
- 他者の感情への共感
- 動機づけのあるタスク

加えて、旧来「人にしかできない」と思われていたタスクの多くがAIでも (場合によっては人よりも上手に) できるように



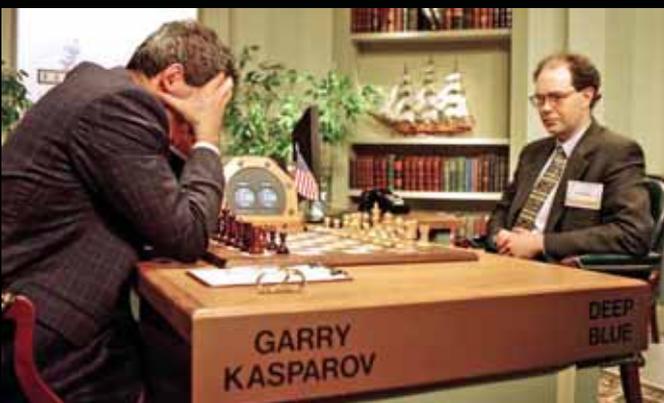
機械学習とは何か (AIとの違い)

- 計算機に学習能力を持たせる取り組みを機械学習 (ML) と呼ぶ
- 学習とは、類似した仕事が繰り返し与えられた際、それをうまく処理できるようになることを目的として、計画的に知識構造を変化させること [Fischler & Firschein 1987]
- ディープラーニング (DL) は MLの構成要素 (AI ML DLの関係)

Fischler, M. A., & Firschein, O. (1987). Intelligence: The eye, the brain, and the computer. (邦題: 人と機械の知能 - 脳・コンピュータ・視覚をめぐる)

9

様々な競技で人間を上回る思考能力



Deep Blue (1997)
チェスAIが人間のプロ棋士を破る



AlphaGo (2016)
囲碁AIが人間のプロ棋士を破る

10

DeepMind > Blog > AlphaFold: Using AI for scientific discovery

タンパク質の構造を予測



BLOG POST RESEARCH 15 JAN 2020

AlphaFold: Using AI for scientific discovery

SHARE

AUTHORS

In our study [published today in Nature](#), we demonstrate how artificial intelligence research can drive and accelerate new scientific discoveries. We've built a dedicated

nature

View all journals Search Q Log in

Explore content About the journal Publish with us

病気の診断・治療補助

nature > articles > article

Article | [Open Access](#) | Published: 13 September 2023

A foundation model for generalizable disease detection from retinal images

Yukun Zhou, Mark A. Chia, Siegfried K. Wagner, Murat S. Avhan, Dominic J. Williamson, Robbert B. Struyven, Tijing Liu, Moucheng Xu, Mateo G. Lozano, Peter Woodward-Court, Yuka Kihara, UK Biobank Eye & Vision Consortium, Andre Altmann, Aaron Y. Lee, Eric J. Topol, Alastair K. Dennistoun, Daniel C. Alexander & Pearse A. Keane

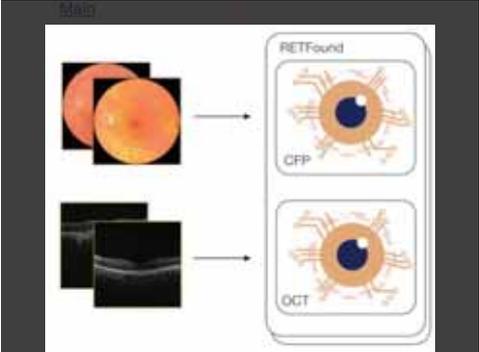
Nature (2023) | [Cite this article](#)

49k Accesses | 871 Altmetric | [Metrics](#)

Abstract

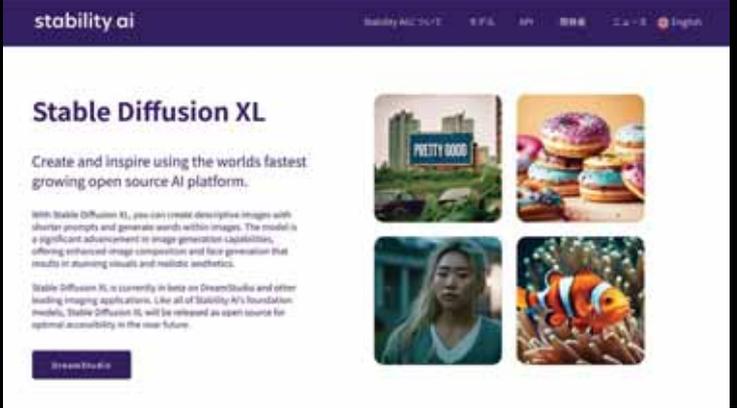
Medical artificial intelligence (AI) offers great potential for recognizing signs of health conditions in retinal images and expediting the diagnosis of eye diseases and systemic disorders¹. However, the development of AI models requires substantial annotation and models are usually task-specific with limited generalizability to different clinical applications². Here, we present RETFound, a foundation model for retinal images that learns generalizable representations from unlabelled retinal images and provides a basis for label-efficient model adaptation in several applications. Specifically, RETFound is trained on 1.6

"網膜画像からの汎化可能な疾患検出のための基礎モデル"



網膜画像から様々な病気 (例: パーキンソン病) を診断

生成AI (執筆、描画、作曲、etc.)



文書生成AIの仕組み

- 大規模言語モデル (Large Language Model) の登場
- 言語モデルとは、テキストの続きを予測する確率モデル

確率がより高い単語を探す

北京 (0.0042)
 「日本の首都は…」 東京 (0.0733)
 京都 (0.0005)

確率は大量の文書 (コーパス) から計算

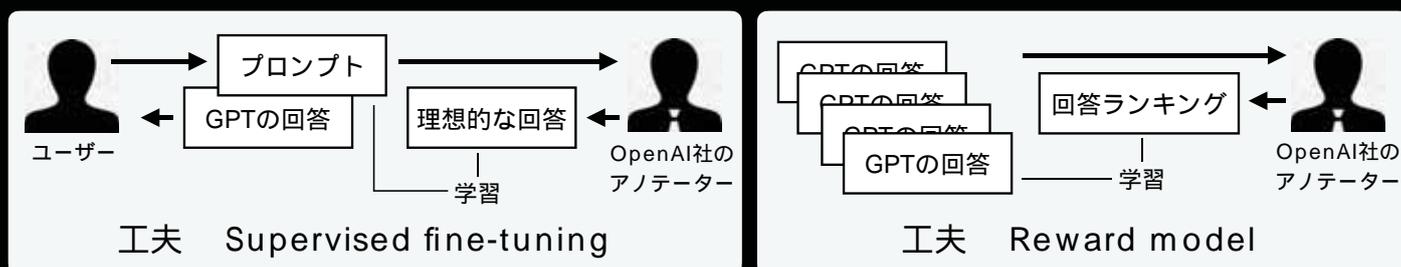
"英国の首都はロンドン"で検索すると8件
 "英国の首都は "で検索すると21,700件

$$P(\text{ロンドン} | \text{英国, の, 首都, は}) = \frac{8}{21,700}$$

(単なる) 単語予測機をチューニングすると様々な問題を解けることが明らかに

ChatGPTの賢さの仕組み

- 大規模言語モデルGPT (Generative Pre-trained Transformer)を拡張
- 与えられた指示 (プロンプト) に従って応答を返すよう、人間のフィードバックと強化学習が組み込まれている



L Ouyang, J Wu, X Jiang, D Almeida, et. al. 2022. Training Language Models to Follow Instructions with Human Feedback. arXiv:2203.02155.

15

ChatGPTは知性を持っている？知性とは何？

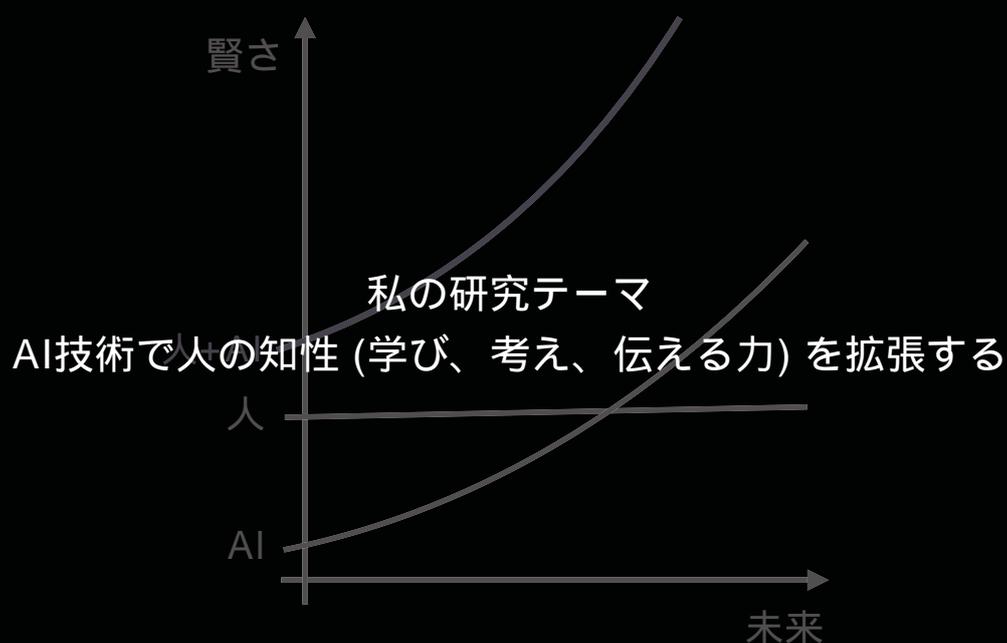
- ChatGPTは確率に基づいてテキストの続きを予測しているだけで、質問や回答を人間のように理解しているわけではない
- 一方で、人間と比較しても遜色ないほど知性を感じる振る舞いをする (実際に、様々なタスクを解くことができる)
 - コーパスやインストラクトを学習する (学ぶ) 力
 - 出力内容を反芻し、理由付けする (考える) 力
 - 考えたことをユーザに説明する (伝える) 力

16

今回の講演のテーマ

- 知的活動において、人が得意なこと・AIが得意なことは何か
AIの仕組みや自身が定義する知性について紹介
- AIの開発によって、人は今後どのような能力を獲得できるか
能力獲得/拡張の例として、自身の研究成果を紹介
- 人とAIの融合や共進化は、人の心にどのような影響を与えるか
研究から示唆される未来社会のイメージを紹介

17



センサとAIの組み合わせで人の行動や状態を推定する



身体的行動

e.g., walking, standing, cycling, sleeping



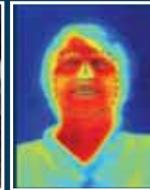
認知的行動

e.g., reading, writing, memorizing, talking



心理的状态

e.g., interest, workload, confidence, fatigue

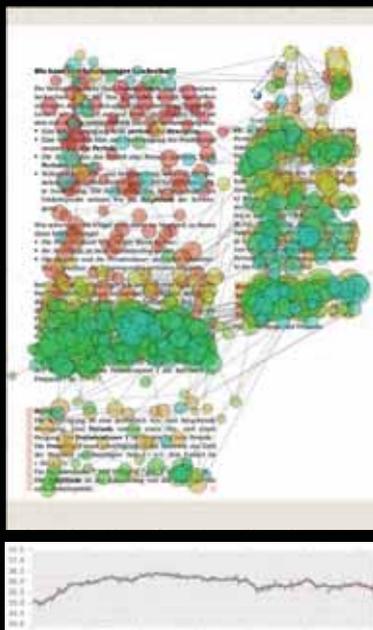


研究紹介 #1 「学ぶ力」の拡張

アイトラッキング



サーモグラフ



注視



読み返し



鼻部表面温度



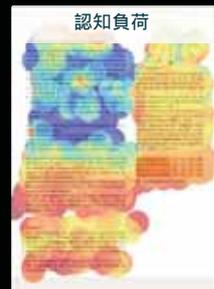
興味



理解度



認知負荷



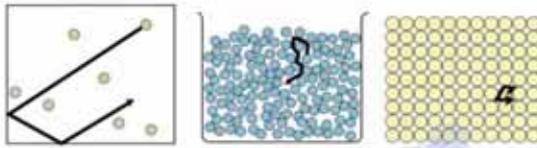


Figure b: Random motion of atoms in a gas, a liquid, and a solid.

2.4.1 Heat is kinetic energy.

What is heat really? Is it an invisible fluid that your bare feet soak up from a hot sidewalk? Can one ever remove all the heat from an object? Is there a maximum to the temperature scale?

The theory of heat as a fluid seemed to explain why colder objects absorbed heat from hotter ones, but once it became clear that heat was a form of energy, it began to seem unlikely that a material substance could transform itself into and out of all those other forms of energy like motion or light. For instance, a compost pile gets hot, and we describe this as a case where, through the action of bacteria, chemical energy stored in the plant cuttings is transformed into heat energy. The heating occurs even if there is no nearby warmer object that could have been leaking “heat fluid” into the pile.

An alternative interpretation of heat was suggested by the theory that matter is made of atoms. Since gases are thousands of times

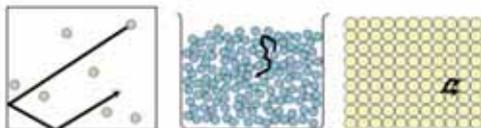


Figure b: Random motion of atoms in a gas, a liquid, and a solid.

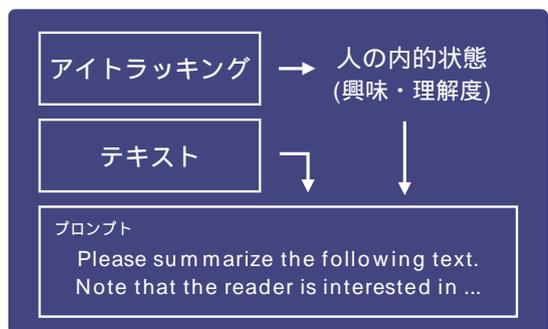
2.4.1 Heat is kinetic energy.

What is heat really? Is it an invisible fluid that your bare feet soak up from a hot sidewalk? Can one ever remove all the heat from an object? Is there a maximum to the temperature scale?

The theory of heat as a fluid seemed to explain why colder objects absorbed heat from hotter ones, but once it became clear that heat was a form of energy, it began to seem unlikely that a material substance could transform itself into and out of all those other forms of energy like motion or light. For instance, a compost pile gets hot, and we describe this as a case where, through the action of bacteria, chemical energy stored in the plant cuttings is transformed into heat energy. The heating occurs even if there is no nearby warmer object that could have been leaking “heat fluid” into the pile.

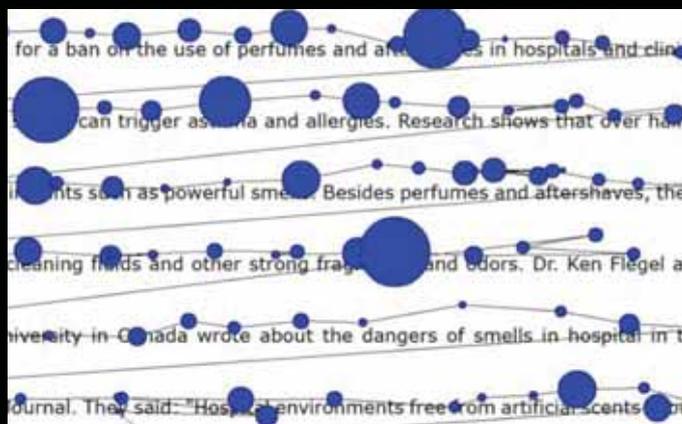
An alternative interpretation of heat was suggested by the theory that matter is made of atoms. Since gases are thousands of times less dense than solids or liquids, the atoms (or clusters of atoms called molecules) in a gas must be far apart. In that case, what is keeping all the air molecules from settling into a thin film on the

仕組み

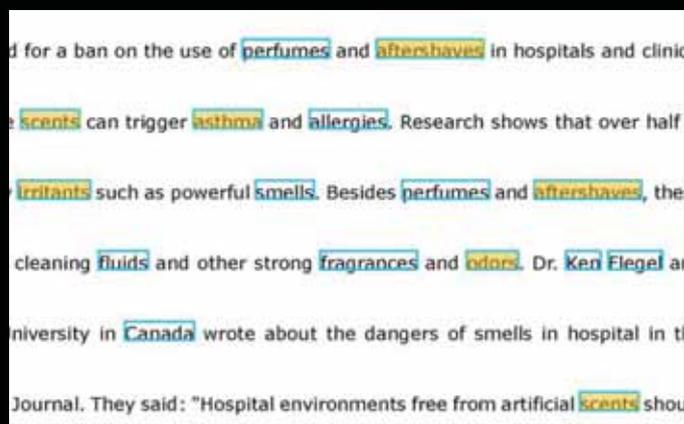


Heat was seen differently with the idea that matter is made of atoms. Gases have far apart atoms or molecules, but they don't settle because they're moving very fast and bouncing off surfaces. This explains how a gas can have a lot of force even though it's not dense.

視線で分からない単語を推定して単語帳を自動でつくる



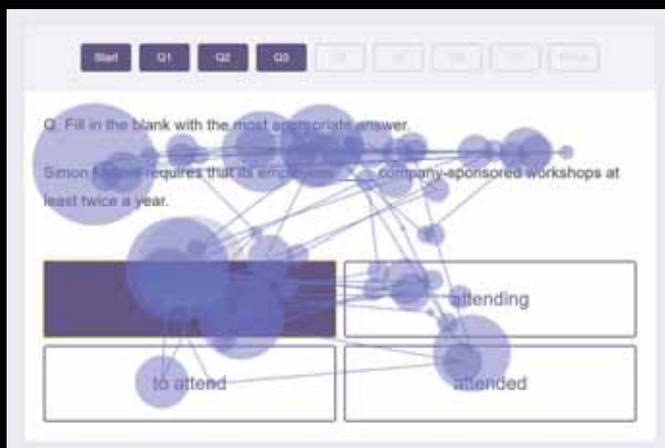
計測された視線
円の大きさ: 注視時間



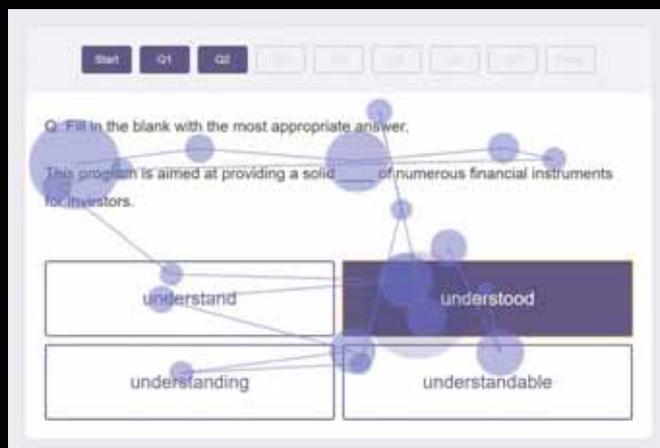
難しいと感じた単語の推定
オレンジ:正解情報 水色:推定結果

大社 et al. "視点情報を用いた主観的高難易度単語の推定". 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 115, no. 517, PRMU2015-189, pp. 149-153, 2016.

視線で確信度を推定して復習の順番を最適化する



確信をもたずに答えて間違えた問題の例



確信をもって答えて間違えた問題の例

利用者の学習データがあれば90%の精度で推定できる

S. Ishimaru et al. "Confidence-Aware Learning Assistant". In arXiv preprint arXiv:2102.07312, 2021.

スタディサプリ

Product Team Blog

2019-02-26

「目は口ほどに物を言う？」アイトラッキングを活用した英単語学習支援システムの試み

Date

はじめまして。データリサーチエンジニアの@btwakacyです。私は、データ分析やAI技術を活用して学習をサポートする仕組みや機能の研究開発を行うチームに所属しています。今回は、研究開発の取り組みの一つをご紹介します。

英単語学習に新しい「目線」を

早速ですが、以下の二つの画像を見てください。英単語の意味を答える問題をPC上で解いてもらった時の目線の動きをヒートマップと経路として表示したものです。

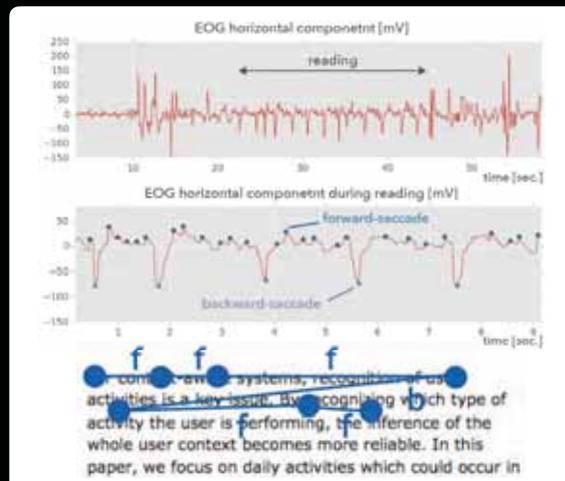
一つは、あまり目移りせずに正解を選んだパターン。



研究紹介 #2 「考える力」の拡張



眼電位から視線方向を推定

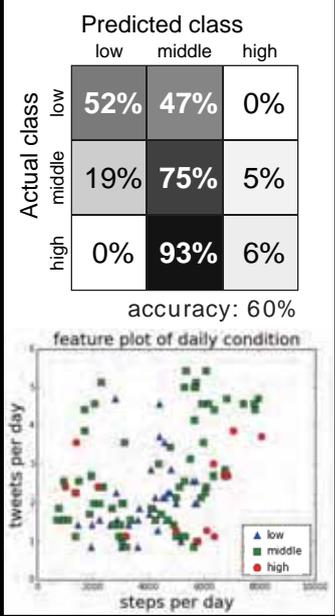
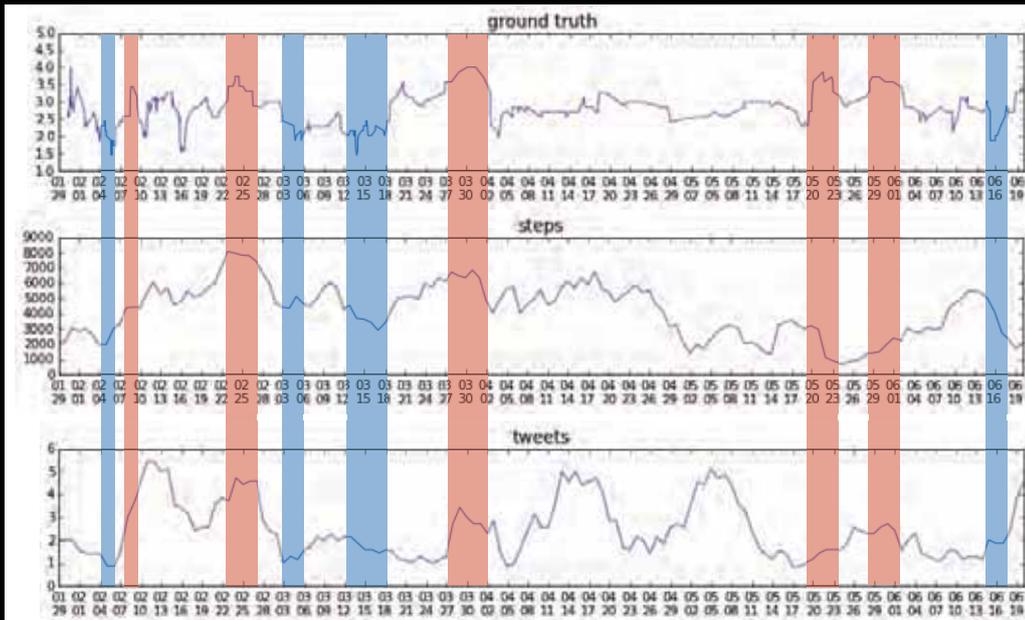


機械学習で「読んだ単語の数」を推定



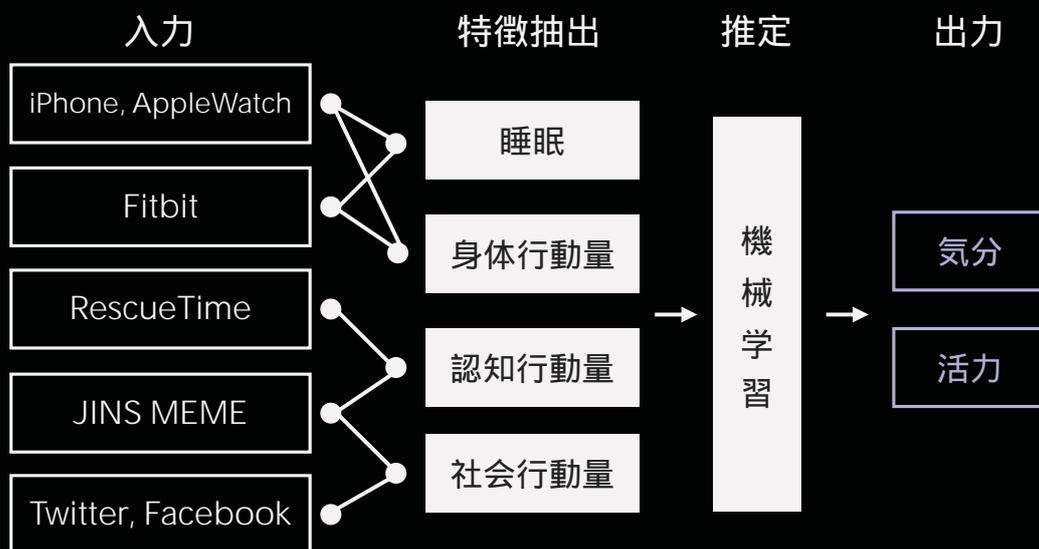
ユーザーに提示

2015年度未踏事業「心温計」 センサで記録した日々の行動ログから 心の状態を定量化して表示するアプリ



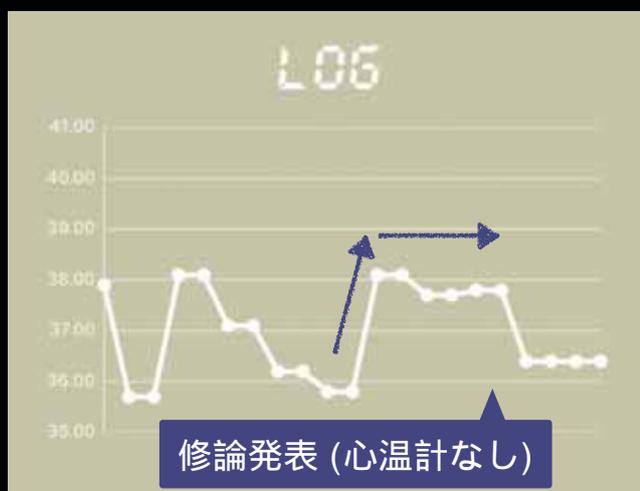
自身の不調からコンディションとセンサデータの間に関係を発見

心温計は日々の行動量の変化から心の状態を推定する



31

開発成果 (修論発表・未踏成果報告会前の様子)



心温をチェックしながら生活することで本番まで高熱を防いだ

32

研究紹介 #3 「伝える力」の拡張



発話・頷き・笑いを高精度で推定
(F1-score: 0.94, 0.79, 0.71)



集中度合い (発話・書記・内職) を高精度で推定
(ユーザー非依存の学習でAcc. 92%, F1-score 0.89)

Chen, et al. Quantitative Evaluation System for Online Meetings Based on Multimodal Microbehavior Analysis. *Sensors and Materials* 34 (8), pp. 3017–3027, 2022.

Watanabe, et al. EnGauge: Engagement Gauge of Meeting Participants Estimated by Facial Expression and Deep Neural Network *IEEE Access*, 2023 (Early Access).

33

EnGauge - エンゲージメントゲージ

Our Previous Study

K. Watanabe, T. Sathyanarayana, A. Dengel and S. Ishimaru, "EnGauge: Engagement Gauge of Meeting Participants Estimated by Facial Expression and Deep Neural Network," in *IEEE Access*



We implement MobileNetV2 based classification system using facial image as input to detect engagement with 89.5%

Table 3: Comparisons of F1 scores in leave-one-group-out cross-validation (LOGOCV).

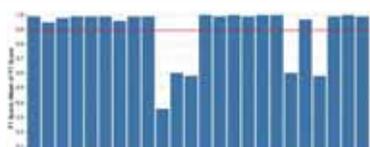
Test dataset (group)	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
Random Forest	0.264	0.464	0.521	0.476	0.520	0.519	0.429	0.546	0.467
VGG 16	0.347	0.562	0.623	0.545	0.612	0.602	0.512	0.589	0.549
Xception	0.895	0.975	0.902	0.748	0.957	0.961	0.821	0.981	0.905
MobileNetV1	0.898	0.981	0.911	0.755	0.982	0.980	0.833	0.996	0.917
MobileNetV2	0.901	0.999	0.915	0.761	0.985	0.985	0.835	0.999	0.923

Actual class	Predicted class		
	High	Middle	Low
High	50%	25%	23%
Middle	7%	47%	45%
Low	4%	53%	42%

Random Forest (従来手法, F1: 0.46)

Actual class	Predicted class		
	High	Middle	Low
High	99%	0%	1%
Middle	1%	99%	0%
Low	1%	0%	99%

CNNベース深層学習 (提案手法, F1: 0.92)



提案手法のユーザー依存性

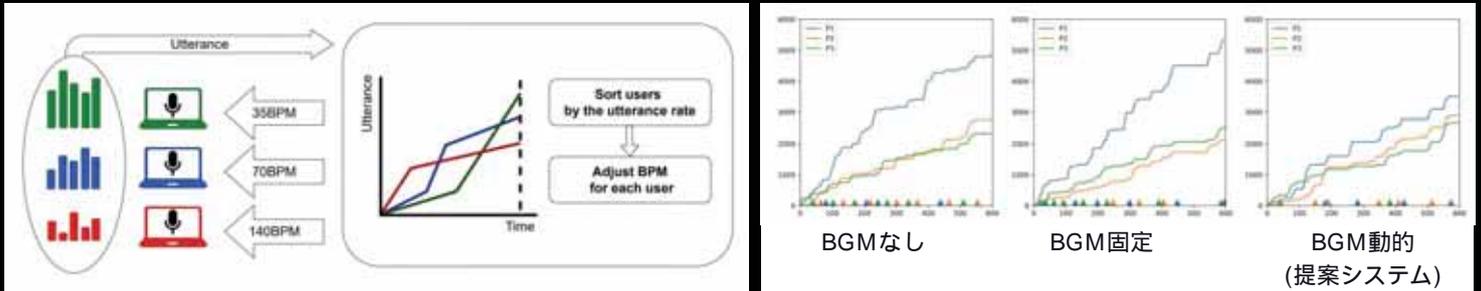
- 実験では、1人は通常通りミーティングに参加し (high-engage)、もう1人は書記を担当し (middle-engage)、最後の1人にはPC上で読み書き作業をした (low-engage)
- 畳み込みニューラルネットワーク (CNN) で集中度合い推定の性能が大幅上昇

Watanabe, et al. EnGauge: Engagement Gauge of Meeting Participants Estimated by Facial Expression and Deep Neural Network *IEEE Access*, 2023.

Watanabe, et al. Metacognition-EnGauge: Real-time Augmentation of Self-and-Group Engagement Levels Understanding by Gauge Interface in Online Meetings. *AHs* 2024, pp. 301-303 2024.

34

Discussion Jockey (DJ)



発話量に応じて各自のPCのBGMが変わる
オンラインミーティングシステムを開発

特定の参加者が喋りすぎるのを抑止
できることを実験で明らかにした

ここまでのまとめ - 人の知性を拡張する研究事例の紹介

- HyperMind: センサで学習者の内的状態を推定して表示内容が学習者に合わせて動的に変化するインタラクティブ教科書
 - 未知単語推定、確信度推定などとも連動。 学ぶ力を拡張
- 万語計: 眼球運動から万歩計のように一日の読書量を計測
 - 心温計などにも発展し、合理的な意思決定へ。 考える力を拡張
- EnGauge: オンラインミーティング中の集中度合いを推定
 - 自身やファシリテーションBotへの提示応用が可能。 伝える力を拡張

今回の講演のテーマ

- 知的活動において、人が得意なこと・AIが得意なことは何か
AIの仕組みや自身が定義する知性について紹介
- AIの開発によって、人は今後どのような能力を獲得できるか
能力獲得/拡張の例として、自身の研究成果を紹介
- 人とAIの融合や共進化は、人の心にどのような影響を与えるか
研究から示唆される未来社会のイメージを紹介

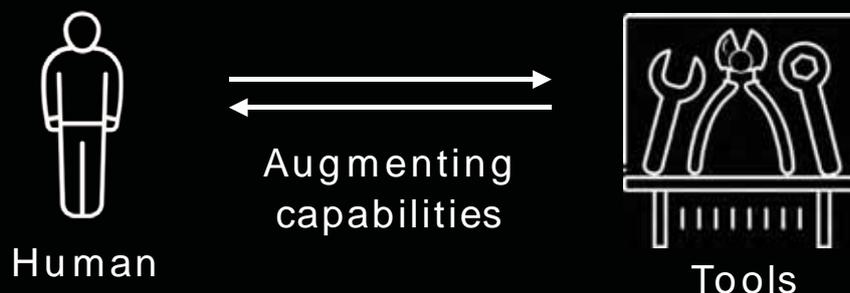
37

「人間が発明し人間を発明する道具」としてのAI

人間が道具を発明したという古い考えは半分正解で、より正確には、道具が人間を発明したのである。 [Clarke 1962]

道具を使う、道具を作る、ということを考えてみると、そのこと自体は人類だけに許された能力ではない。(中略) それでは、人類だけに許された能力や営みとは何だろう。それは道具を組み合わせ、さらに複雑な道具を作ると能力。つまりメタクリエーションの能力である。人類はこの力を徐々に展開し、現代に至るまで多様な道具を発明し製造してきた。 [takram 2014]

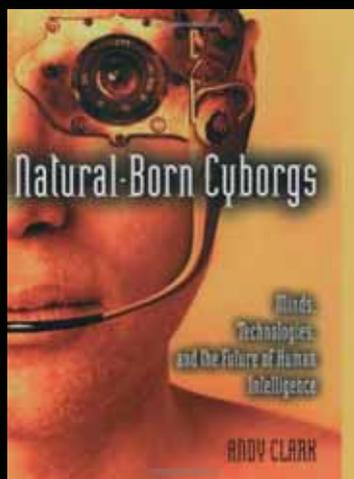
AI + 人 = AI (Augmented Intelligence)



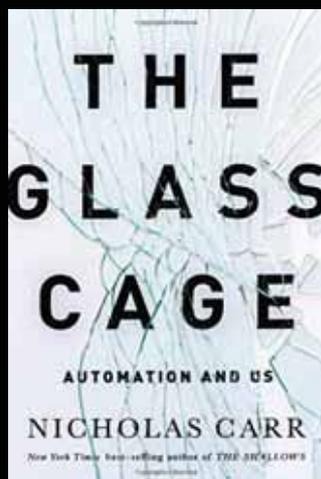
ARが Artificial (Virtual) Reality から Augmented Reality の略になったように、AIもArtificial Intelligenceから Augmented Intelligenceの意味で使われる未来が来る？

39

人とAIの融合が進むと人の心はどう変わる？



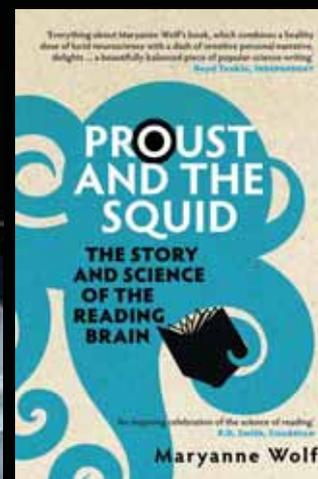
生まれながらのサイボーグ



人の能力の低下



Digital well-being



脳は読書機能を後天的に獲得 (脳の可塑性)

40

人とAIの融合にある潜在的リスク

- AIを使いこなせるかどうか、さらには経済格差などで高度なAIを持てるかどうかによって、人々の能力格差が拡大
- AIへの過度な依存は、その人自身の能力を低下させ、AIにアクセスできない時にできることを制限
- AIによって編集された情報によって自己のアイデンティティが書き換えられる可能性 (自身の過去の写真、SNSの投稿、...)

41

人とAIの融合にある潜在的リスク

- AIを使いこなせるかどうか、さらには経済格差などで高度なAIを持てるかどうかによって、人々の能力格差が拡大
- AIへの過度な依存は、その人自身の能力を低下させ、AIにアクセスできない時にできることを制限
- AIによって編集された情報によって自己のアイデンティティが書き換えられる可能性 (自身の過去の写真、SNSの投稿、...)

PortalAI

Meta-
Augmented
Human

42

まとめ - 今回の講演のテーマ

- 知的活動において、人が得意なこと・AIが得意なことは何か
AIの仕組みや自身が定義する知性について紹介
- AIの開発によって、人は今後どのような能力を獲得できるか
能力獲得/拡張の例として、自身の研究成果を紹介
- 人とAIの融合や共進化は、人の心にどのような影響を与えるか
研究から導かれる考えられる未来社会イメージを紹介

43

まとめ - Take Home Messages (1/2)

- 石丸は知性を「学ぶ・考える・伝える」能力と定義し、それらを拡張する技術を研究している

学ぶ力の拡張



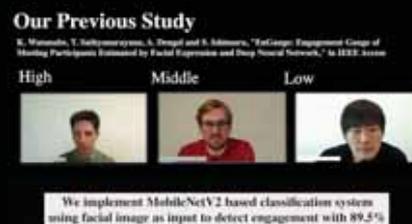
学習者の視線から理解度や興味度を測り内容が変化する電子教科書

考える力の拡張



目の動きから読んだ語数を計測し読書の習慣化を手伝う「万語計」

伝える力の拡張



Web会議中の集中度合いを計測し振り返りを支援する「EnGauge」

まとめ - Take Home Messages (2/2)

- AI技術の発展により...
 - 今後、今まで以上に「人にしかできない」と思われていた仕事をAIが担う（奪われるのではなく、やりたくないことを委譲）
 - 人がAIを開発し、開発したAIによって、人やAIがより賢くなる
 - AIが身の回りにあることが当たり前の状態になり、人とAIの境界があいまいになる（AIで人の知性が拡張）

45



講義資料PDF

AIによる人の知性の拡張

2024.10.30, 大阪公立大学アカデミックカフェ
石丸 翔也 (大阪公立大学 大学院情報学研究科 特任教授)



質問・感想お待ちしております！
ishimaru@omu.ac.jp でも受け付けます。