

M20221031_01_Max

脳のスキュンで本当の年齢が分かる

MRI 画像の電子的比較で、疾患の早期発見に新たな可能性を開く。

人の生物学的な年齢は、最新の AI 技術、いわゆる人工ニューラルネットワークを利用した脳画像から正確に判定可能である。しかし、これまでは、これらのネットワークがどの特徴を使って年齢を推定するかは明確でなかった。マックスプランク研究所(Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences)は、それを明らかにするアルゴリズムを開発した。年齢推定は、脳の機能の全範囲に遡り、人の健康状態についての一般的な情報を提供する。したがって、そのアルゴリズムは、腫瘍あるいはアルツハイマー病をより素早く検出するために役立ち、糖尿病など神経学的病気の影響について結論が引き出せる。

ディープニューラルネットワーク(DNN)は、すでに多くの水準でわれわれの日常生活を高めている AI 技術である。実際の神経が機能するようにモデル化された AI は、言葉を理解し、翻訳し、テキストを解釈し、画像の中の物体や人々を認識できる。しかし、脳の MRI スキャンに基づいて人の年齢も判定できる。人に聞くことで年齢が簡単に分かるだろうというのは本当だ。しかし、機械の年齢判定は、様々な人生の段階で、通常、健康な脳がどう見えるかも示してくれる。

そのネットワークがスキャンに基づいて脳の生物学的な年齢を実際よりも高いと推定するなら、それは、病気または障害の可能性を示している。以前の研究は、例えば、ある病気、糖尿病や重度認識障害など、ある病気に罹っている人の脳が、実際よりも多くの年齢を経験しているように見えたようだった。言い換えると、脳は、これらの人々の年齢に基づいて推測するよりも生物学的には悪化していた。

人工ニューラルネットワークは、生物学的年齢を正確に判定するが、これまでは、そのアルゴリズムが、そうするために脳画像からどの情報を利用するかは分かっていなかった。AI 研究分野の研究者は、これを「ブラックボックス問題」としていた。これによると、脳画像をモデルに押し込むと、その「ブラックボックス」がそれを処理し、最終的に答だけが得られる。しかし、そのネットワークの複雑さのために、この反応がどのように生成されるかは明確ではなかった。

AI 結果を解釈するアルゴリズム

人の認知と脳科学のマックスプランク研究所の研究者は、そのブラックボックスを開きたかった。その結果、つまり脳の年齢に達するには、そのモデルは何を見ているか。このために研究チームは、ベルリンの Fraunhofer 通信研究所と協働して、新しい解釈アルゴリズムを開発した。これはネットワークの年齢推定分析に使用できる。「われわれが複雑な退行作業で解釈アルゴリズムを適用したのは初めてである。われわれは、今では、脳のどの領域と機能が生物学的年齢が高いか、

低いかを指摘するか、それを正確に判定できる」と同研究所の Ph.D 候補、基礎研究の筆頭著者、Simon M. Hofmann は説明している。論文は、NeuroImage に掲載された。

これは、人工ニューラルネットワークが、中でも白質を使って予測することを示していた。結果的に、ネットワークは、多くの小さな亀裂やキズが脳の神経組織にどのように広がるかに特に注目している。大脳皮質にどの程度広い溝があり、キャビティ、つまり脳室がどの程度大きいかも分析する。以前の研究は、人が年をとればとるほど、その人の溝、脳室は、平均して、ますます大きくなることを示していた。興味深いことに、人工ニューラルネットワークは、この情報を与えられることなく、独自にこれらの結果に到達した。トレーニングフェーズ中、利用できたのは脳のスキャン、その人の人生の本当の年数が全てだった。

「もちろん、推定年齢の増加は、モデルの誤りとしても解釈できる。しかし、これらの偏差が生物学的意味があると示すことができた」と研究グループ、リーダー、Veronica Witte は話している。例えば、糖尿病の人々は、脳の年齢が増加していることを研究者は確認した。患者が、白質により多くの病変をもつことを示すことができた。

医療診断における将来の役割

すでに明らかだが、人工ニューラルネットワークは、医療診断で、ますます重要な役割を担う。これらのアルゴリズムが何によってガイドされるかを知ることが、したがって、ますます重要になる。将来、脳スキャンは、様々なネットワークによって自動的に分析可能となる。その各々が、一定の領域に特化されている。一つがアルツハイマー病について結論を引き出すと、もう1つは腫瘍についてとなる。さらに、あり得る精神疾患について。「医者には、今度は、ある病気が存在するかも知れないというフィードバックを受け取るだけではない。脳のどの領域が診断の根底にあるかも知ることになる」と Hofmann は説明している。対応する特徴は、個々の症例で、そのアルゴリズムによって MRI 画像に直接記されている。したがって、医療の専門家が検出するのは、もっと簡単である。すると、専門家は、病気がどの程度重大であるかについて直ちに結論を出せる。誤診を見つけることも、さらに簡単になる。分析が生物学的に信じがたい領域をベースにしているなら、例えば画像が作られた時に起こるような誤診などであると、これらは、医者が直ちに気づく。研究チームの解釈アルゴリズムは、究極的に人工ニューラルネットワークそのものの精度改善にも役立つ。

追跡研究では、研究チームは、そのモデルが、これまで老化研究でほとんど役割を果たしてこなかった脳の特徴に目をつける理由をもっと詳細に研究するつもりである。例えば、ニューラルネットワークが小脳にも焦点を当てていたことが分かった。健康な人々、また病気の人々で老化プロセスがそこでどう進行するかは、

今までは、研究者にとっては、ミステリーだった。



図 人工ニューラルネットワークは、中でも白質をつかって予測する