

'25

後期日程

小論文

(情報学部)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 小論文の問題は「文系型」と「理系型」の2種類です。どちらかの型を選択して解答してください。組み合わせて選択することはできません。
3. 問題冊子は1冊(文系型1～8頁, 理系型9～12頁), 解答用紙は文系型2枚, 理系型4枚, 下書用紙は文系型2枚, 理系型1枚です。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
4. 解答用紙の選択欄は該当する型のみにもれなく「○」を記入してください。
5. 氏名と受験番号はすべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
8. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

文 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

脳は人が考え得る精密機械とは異なっているが、脳を真似している、あるいは脳に近づいている機械があるという。それはAI(人工知能)と称されるシステムであり、高性能の機械(コンピュータ)で動作するプログラムである。従来、ヒトが行ってきた作業のうち、言語を介したコミュニケーションをAIが担当する場面が目立っているが、その他、医療分野における画像解析や車の自動運転などでも活用されつつある。ヒトの身体が行ってきた力仕事を動力機械が担当するように、ヒトの脳が行ってきた作業のいくつかをAIが担当するようになりつつある。このことから、AIはいずれ脳と同じように働くようになり、将来、ヒトの脳を超えた人工脳に発展するという予測も出てきた。

しかし、AIが脳と同じように働くようになれば、AIも心をもつということになるが、それはあり得るのだろうか？　そもそも、現在流布している「脳を真似たAI」^①というのは、本当に真似しているのだろうか？

AIとは、人の作業をサポートしたり、人の代わりに務めたりするために開発されたコンピュータプログラムである。最近、その性能は急速に向上しており、将棋ではプロ棋士を打ち負かし、医療現場では人が見逃してしまうような病変を見つけ出し、自動車の自動運転も実現に近づいているらしい。人が苦手とする作業、あるいは人ができない作業を担当するシステムとして、今後も活用されていくことはまちがいない。なぜここまでAIが実用化されるようになったのか、その主な理由は二つある。一つは、従来から続いているコンピュータの性能(演算速度と記憶容量)の飛躍的向上であり、もう一つは、やはり従来からあるニューラルネットワークを発展させたディープラーニング(深層学習)という新たな計算方法(アルゴリズム)の開発である。

ニューラルネットワークとは、ニューロン^{*1}が繋がった神経回路の動作を真似た数学的モデル、つまり計算式である。その真似ている神経回路の動作とは、一つのニューロンに複数のニューロンからの入力があると、そのニューロンが発火し、それが次のニューロンに伝わるという一連の動作である。またそれに、ニューロンが発火すると、その入力部分つまりシナプス^{*2}が変化することでニューロンの感受

性(ニューラルネットワークでは重みづけと呼ぶ)が増し、次の入力効果がより大きくなる、という動作も加わる。このように振る舞うネットワーク(計算式)が、入力層、中間層(隠れ層ともいう)、出力層に分かれて存在し、入力された情報を入力層→中間層→出力層と処理していくことで、最適な答を出していく。ディープラーニングとは、この中間層の数を増やしたニューラルネットワークであり、その結果、答の精度を飛躍的に向上させることに成功した。この成功には、新たなアルゴリズムの開発はもちろんであるが、多くの層にまたがる膨大な計算量を短時間でこなせる高性能コンピュータの登場が大きく寄与している。

しかし、このようなディープラーニングにより本格的な実用化が始まったAIについて、奇妙な説明を目にすることが多い。それが「ヒトの脳の動作をモデル化したネットワークである」という説明である。たしかにディープラーニングの基礎にあるニューラルネットワークは、ニューロン間の信号伝達を真似ているが、実際の脳では一つのニューロンに数千の入力部分、すなわちシナプスがあり、そこでは非常に不確実で確率的な信号伝達が行われている。さらには、シナプスを介さない細胞外スペースにおける神経修飾物質の拡散や、そこを電場とした信号伝達も関わっているらしい。つまり、脳の動作はまだ未解明であり、それをモデル化することは不可能なはずである。

他にも「脳内のネットワークが徐々に学習を重ねることで画像や音声を認識するという方法を真似ている」あるいは「大脳皮質の神経回路構造を真似て」などの説明もよく見るが、どちらも実際の脳ではよくわかっていない。ヒトの認識のメカニズムはいまだ不明であり、それが徐々に学習を重ねることで可能となるとは、必ずしもいえない。動物の幼体やヒトの乳幼児は、かなり初期の段階から人の顔を他の物体と区別できるからである。

・・・(中略)・・・

もちろん、このような批判は、決してAIの価値を否定しているわけではない。また、言葉尻をとらえたり揚げ足取りをしたりしているわけでもない。AIの研究者が「脳を真似て」というとき、それは「現時点でわかっている脳の概略からヒントを得て」

というぐらいの意味であり、脳が完全にわかっているとは誰も思っていないであろう。しかし、脳についてこれまでわかってきた断片的な知見や、教科書に載っているような概略こそが本質であるとは、現時点ではとてもいえないであろう。現在、次々と見つかった詳細な構造や機能が、あるいは、まだ見つかっていない構造や機能が、きわめて重要である可能性も高い。

AIが脳を真似ているという言動をしっかりと批判しなければならない理由がもう一つある。それは、AIの研究者の一部が(少数ではあるが)、AIの研究が、特にディープラーニングの研究が、逆に脳の神経回路で起きていることを明らかにすると本気で考えているからである。AIが人と同じように画像を認識できると、脳はAIのような方法で画像を認識していると考え。あるいは、メタ記憶(覚えていることを覚えていること)のような高次な機能も、AIで同じように実現できることがわかっているが、そこから脳はメタ記憶をAIのような方法でつくっていると結論するのである。しかし、これはさすがにまったくまちがっている。空を飛ぶ飛行機をつくっても、それが、鳥が空を飛ぶメカニズムを明らかにしたわけではないのと同じである。

繰り返しになるが、AIは膨大なデータをきわめて高速に処理できるコンピュータ上で動作しているプログラムである。その動作の基本は、同じ電圧と形をもつデジタル信号のオン・オフだけであり、オンを1、オフを0として使う2進数だけで論理演算と信号処理を行っている。このデジタル信号はきわめて高速に動作し、現在の標準的なパソコンでも、1秒間に800億回の浮動小数点演算が可能である。浮動小数点とは、数字を $X \times Y^Z$ (Y の Z 乗に X をかける)の形式で表すことであり、桁数の大きな数字でも同じ形式で表せるという利点があるが、計算に時間がかかるため、コンピュータの性能(演算速度)を見るときにあえて使われることが多い。もちろん高性能のAIには、標準的なパソコンよりもはるかに高性能なコンピュータ、あるいはスーパーコンピュータが使われることが多い。

一方、ニューロンの発火は1回に約1ミリ秒を要するため、1秒間にせいぜい100回が限度である。しかも、それが次のニューロンに信号を伝える際には、膜電位^{*3}というアナログ的な変化を介するため、数ミリ秒の遅れが生じる。またいうまでもなく、脳が1秒間に演算できる浮動小数点は、たとえ暗算の名人でも1~2回が限度で

あろう。しかも、コンピュータの回路を流れる電気信号は、神経線維^{※4}を流れる信号より数百万倍も速い。さらに、ニューロンは増殖することがあり、神経回路の構造は常に変化しており、また損傷されても他の回路が変化し機能を代償する。このようにコンピュータと脳は、構造についても、またそこを流れる信号についても、まったく性質が異なっている。コンピュータ上のプログラムであるAIの動作が、脳の動作を解明する上でまったく参考にならないことは明らかである。

たしかにAIは多くの場面で人にとって代わり、また人の能力を^{りょうが}凌駕しつつある。しかしそのことは、すべての面で人の能力を超えていくことを意味しない。AIは特定の場面でのみ使える能力しかもたないからである。当時、世界最強の囲碁棋士であったイ・セドル九段を破ったAI「アルファ碁」は、囲碁以外は何もできない。一方、イ・セドルは、言語を自由に使うことはもちろん、料理もし、小説も読み、映画も楽しめる。AIの高性能化は、専用システムとしての高性能化にすぎない。そして高性能化とはうらはらに、AIの^{ぜいじやくせい}脆弱性と危険性が次第に指摘されるようになってきた。

現在のAIが得意とする分野の一つが画像認識(パターン認識)である。ディープラーニングとコンピュータの高速化が相まって、過去の膨大なデータを検索し比較することで、人が見逃してしまうような^{さいさい}些細な画像の変化を迅速に検出できるようになった。しかし同時に、人の認識にはまったく影響しない^{さいさい}些細なノイズが混ざるだけで、非常に不可解な回答を出してしまうことが、しばしば報告されている。

たとえば、交通標識を認識する際、「止まれ」と書かれた標識の一部に小さなシールを貼るだけで、AIは「時速45キロメートル制限」というまったく異なる標識と判断した。あるいは、道路を横切る人と、風で飛ばされてきたポリ袋を区別できなかったこともあるという。人はまちがえるとはいえ、これらはさすがにあり得ないミスであり、AIによる自動運転の車など、まだとても怖くて乗れない。また、画像全体に非常に薄いノイズを重ねるだけで、まったく違う画像であると回答することもわかっている。パンダの画像に、人にはほとんどわからないようなノイズを重ねるだけで、雄羊であると回答し、全体の色調を変えると、今度はテディベアと回答した。これではAIによる病理診断など、まだとても信用できない。

このようなミス、つまり誤認自体、大きな問題であるが、さらに大きな問題は、AIがなぜ誤認したのかという理由が、なかなかわからないことである。計算方法もプログラムも人が開発したものであるから、どこに原因があるのかすぐにわかると思いがちであるが、そうではない。たしかにプログラムにより実行されるプロセスを丹念に追うことは可能である。しかし、コンピュータの性能の向上を最大限活用し、膨大なデータを膨大な計算で処理することができるようになった結果、そこで計算され処理される膨大な量の数字を人が追えなくなっており、どこの計算結果が悪かったのかわからないのである。そしてこのことは、AIのミス、つまり、もとは人がつくったプログラムのミスを回避する方法もわからないことを意味する。

現在、インターネット上で共有されているプログラムを利用しリモートでAIを騙す方法(アルゴリズム)がいろいろと考案されており、実際、多方面でAIを混乱させている。このような、いわゆる「敵対的攻撃」は、これからもますます増えるであろうが、AIのどこがどのように混乱したのかわからないことが多い以上、防衛は苦戦を強いられている。

これまで述べてきた事実からわかるように、AIが認識する方法は、人が認識する方法とまったく異なっている。たしかにAIの機能は向上したが、決して人に、つまり脳に近づいてはいない。そもそも、脳とはまったく違う人工的材料からつくられた構造物(コンピュータ)の中で動作し、脳とはまったく違う方法で信号を伝達し処理しているのであるから、同じようなシステムであるはずがない。もちろん脳にはAIに必要な起動ボタンやプログラム開始の命令も必要ない。構造、動作、働き方のすべての面でまったく違うものである以上、脳が生み出す心をAIも生み出すと考えることには、当然、無理がある。AIが自由意思をもつことはあり得ず、常に与えられた課題や目的に向かって動くだけである。

それでも、いつかはAIが脳に近づき、さらに脳を超えたスーパー脳となり、心をもち、人にとって代わったり、あるいは人を征服して従えたりする可能性があるとして、真剣に論じられることがある。心をもつAIは必ずつくれるという主張である。

②

・・・(中略)・・・

いつか AI が特定の課題専用のシステムではなく万能のシステムになり、心ももちうると主張する人たちが好む言葉がシンギュラリティ(技術的特異点)である。これは、技術が果てしなく進歩するという考え方であり、AI が進歩すると、その進歩した AI がさらに優れた AI をつくり、それがさらに優れた AI をつくるということを繰り返すことで、現在では予想もできないスーパー AI ができると考える。しかし、それでも AI がコンピュータという機械で動作するプログラムであることは変わらないであろうし、そもそも、技術の進展が永遠に続くという発想にも無理がある。どんな技術にも制限があり、実際、コンピュータの処理能力はそろそろ限界に近づきつつあり、論理演算からなるプログラムがプログラム以上の何かになるとは考えにくい。

いつか高性能な AI を搭載した高性能なコンピュータがヒトの脳を完全にコピーし、その内容、つまり心を読み出してコンピュータ上にダウンロードできるようになるという予想もある。あるいは、心を読み出してコンピュータに移し、それを他者の脳にインプットすることで、言葉を介さずに人と人が直接コミュニケーションをとれるようになるという予想もある。しかし、これらはとてもありそうにない。もし、心がコンピュータ上に移せるとすれば、それは心がコンピュータで計算できるデジタルデータ、つまり数列、関数、数式等ですべて記述できるということを意味するからである。たしかに、キアヌ・リーブスが主演した SF 映画の大傑作「マトリックス」では、そのような未来が描かれていた。しかし、それは映画の世界だけである。数字や数学は、しょせん人が考え出した方法であり、自然界には、人の行動も含め、数式で忠実に記述できない現象は山ほどある(大まかな確率でなら記述できるのかもしれないが)。脳の中で起きているアナログ的で超複雑な現象も、またそこから生まれる心も、そのような現象の一つであると考えべきである。

AI の性能は今後も向上し、一部では人の能力をますます凌駕^{りょうが}していくであろう。しかし、AI が指す将棋が、どんな名人よりも強くなった現在でも、人々は将棋を楽しみ、藤井聡太さんの勝利に感動し、対局中の昼食で何を食べたかまで知りたがる。どうせ AI の方が強いのだからと考え、将棋が面白くなるということはない。AI が人ではないことがわかっているからである。2008 年の北京オリンピックでウサイン・ボルトが 9 秒 69 という驚異的な世界新記録を出したとき、どうせ車の方が速いのだから大したことはないと考えた人はいなかったであろう。車が人ではないこと

がわかっているからである。

今心配すべきことは、AIが人になることや、AIによる人の支配ではなく、この便利な道具のプログラムミスであり、すでに問題となっているその誤用と悪用である。

出典：櫻井芳雄『まちがえる脳』(岩波書店 2023年)
(出題の都合上、原文の表記を変更した箇所がある)

- ※1 ニューロンとは細胞体とそれから出る突起をあわせた構造的・機能的単位のこと
とで、神経細胞と同じである。
- ※2 シナプスとは神経細胞相互または神経細胞と他の細胞との接合部のことであ
る。
- ※3 膜電位とは細胞にある生体膜の内外で生じている電位差のことである。
- ※4 神経線維(神経繊維)はニューロンから出る突起のうち軸索(情報伝達の役割を
持つ部分)を含む長い突起状の部分である。

文 問1 下線部①の「脳を真似たAI」について、筆者の考えている内容(肯定的お
よび否定的な内容)を本文章にそくして説明しなさい。(400字程度)

文 問2 下線部②の「心をもつAIは必ずつくれる」に対する著者の意見につい
て、あなた自身の考えを述べなさい。(600字程度)

理

問 1 次の文章を読んで、問 1-1, 問 1-2, 問 1-3, 問 1-4, 問 1-5 に答えよ。

整数 a と正の整数 b に対して、 a を b で割ったときの商を q , 余りを $r(0 \leq r < b)$ とする。すなわち $a = bq + r$ が成り立つ。また、 a を b で割った余りを記号 $\%$ を用いて $a \% b$ と表記する。すなわち $a \% b = r$ が成り立つ。

問 1-1 $(17 \times 19) \% 31$ を求めよ。

問 1-2 任意の整数 t について、 $a \% b = (a + tb) \% b$ となることを示せ。

問 1-3 整数 c について、 $ac \% b = (a \% b)(c \% b) \% b$ となることを示せ。

問 1-4 $a = 2147483657$, $c = 2147483646$, $b = 2147483647 (= 2^{31} - 1)$ としたとき、 $ac \% b$ を求めよ。求め方も記すこと。

問 1-5 n を 2 以上の整数、 $b = 2^n - 1$, そして a, c を b 未満の正の整数とする。また、 ac を 2^n で割った商を d , 余りを e とする。すなわち $ac = d2^n + e$ が成り立つ。このとき、 $ac \% b = d + e$ または $ac \% b = d + e - b$ となることを示せ。

理

問 2 次の文章を読んで、問 2-1、問 2-2、問 2-3、問 2-4、問 2-5 に答えよ。

Aさんはコイン投げのゲームをすることにした。このゲームの1回の試行では、まず、賭けるメダルの数を決めてそれを支払う。そのあとコインの表が出れば賭けた数の二倍のメダルが返ってきて、賭けた分だけ儲けられる。裏が出れば賭けたメダルは返ってこず、賭けた分だけ損をすることとなる。このときの儲けはマイナスとする。なお、投げたコインは必ず表か裏となり、それぞれの確率は $\frac{1}{2}$ とする。また、このコイン投げのゲームは、引続き何回でも参加できている。以下の問題に答えよ。なお、解答にあたっては、答を導く過程を記述して説明せよ。

問 2-1 このコイン投げのゲーム1回に、1メダルを賭けたときの儲けの期待値はいくつか。

問 2-2 このコイン投げのゲームに1回目は1メダル、2回目は2メダルを賭けて参加したときの儲けの期待値はいくつか。

Aさんはこのゲームに何度か参加することで必ず1メダルを儲ける次の方法を思いついた。

【必勝法】

1. 初回は1メダルを賭け、その後は、以下のようなルールで参加を続けるか判断する。
2. 勝ったときには、それでゲームをやめる。負けたときには、今回の賭けメダル数の二倍のメダル数を賭けてもう一度参加する。

問 2-3 上記【必勝法】で k 回目のゲームに参加することになる確率 p_k とその回の賭けメダル数 X_k を求めよ。

問 2-4 上記【必勝法】で k 回目のゲームに参加するとき、 k 回目を含む k 回目までの賭けメダルの合計 Y_k を求めよ。また、 k 回目で勝って、一連のゲームを終了したときに、 k 回目までの通算の儲けが1メダルとなることを示せ。

問 2-5 Aさんは、自分がこのゲームに投入できるメダル数が1000メダルであることから、上記【必勝法】が最後まで実施できない可能性があることに気が付いた。この所持メダル数でできるところまで【必勝法】を実施して、継続できなくなった場合には一連のゲームを終了するとした場合の儲けの期待値を求めよ。

補 足 説 明 紙

小論文 (情報学部)

注意事項

- 1 試験開始まで、この補足説明紙の裏を見てはいけません。「解答はじめ。」の指示の後に、補足の内容を確認してください。
- 2 試験終了後、補足説明紙は持ち帰ってください。

補 足 説 明

試験日程 後期日程

試験教科・科目名 小論文（情報学部）

補足説明

問 題 理 問 2

ページ 11～12

漢字の読みについて

か
賭ける

もう
儲け