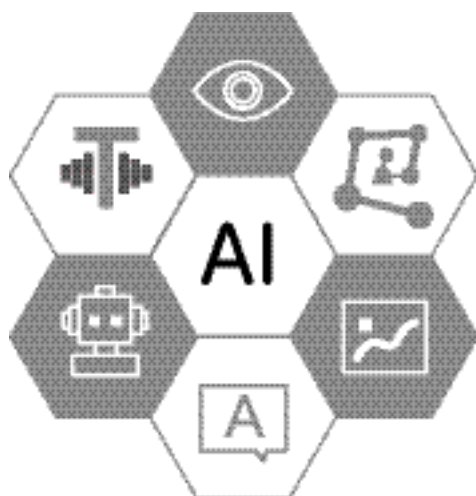


ものづくりのための AI 入門講座

No.1

基礎編

監修 / 中島 秀之
執筆 / 高柳 浩



コカク

目次

第1分冊 学習のねらい	1
第1週 AI（人工知能）とは	3
1.1 AI（Artificial Intelligence, 人工知能）研究の始まり	4
1.1.1 AIの歴史	4
1.1.2 AIの定義	8
1.2 AIをものづくりに利用する上での考え方	10
1.3 AIが利用される分野	11
1.3.1 モノ作りから見たAI	11
1.3.2 AIを用いて行えること	12
1.4 機械学習とは	17
1.4.1 機械学習を実現するための手法	18
1.4.2 データセットから見た学習手法の分類	19
1.4.3 モデルから見た手法の分類	21
『まとめと練習問題』	23
第2週 機械学習	25
2.1 教師あり学習（Supervised Learning）とは	26
2.1.1 クラス分類	26
2.1.2 回帰分析	31
2.2 教師なし学習（Unsupervised Learning）とは	34
2.2.1 クラスタリング	34
2.2.2 主成分分析 (Principal Component Analysis , PCA)	40
2.3 半教師あり学習	43
2.3.1 半教師あり学習とは	43
2.3.2 半教師あり学習の手順	44
2.4 強化学習	48
2.4.1 強化学習とは	48
2.4.2 強化学習の手順	49
『まとめと練習問題』	52
第3週 ニューラルネットワーク	55
3.1 ニューラルネットワークの基礎	56
3.1.1 神経細胞（ニューロン）	56
3.1.2 形式ニューロン	58

3.1.3	ニューラルネットワークの種類.....	61
3.1.4	単純パーセプトロン.....	64
3.1.5	多層ニューラルネットワーク.....	65
3.2	単純パーセプトロンの学習方法.....	67
3.3	多層ニューラルネットワークの学習方法.....	69
3.3.1	勾配法.....	69
3.3.2	誤差逆伝播法（バックプロパゲーション：Backpropagation）.....	71
	『まとめと練習問題』.....	74
第4週	深層学習（ディープラーニング）.....	77
4.1	深層学習（ディープラーニング）とは.....	78
4.1.1	従来の手法の問題点.....	78
4.1.2	ディープラーニングの様々な手法.....	80
	『まとめと練習問題』.....	88
	SETP UP.....	90
	参考文献.....	91
	練習問題の解答.....	93
	索引.....	94

第1週

AI（人工知能）とは

【学習のポイント】

人工知能（以降、AI）の研究がはじまってから今日までの歴史を学び、これまでの技術的な背景やAIの定義について学びます。

また、AIの様々な利用方法や、ものづくりの視点からの活用方法について解説します。

1.1 AI(Artificial Intelligence, 人工知能)研究の始まり

「Artificial Intelligence」(AI:人工知能)という言葉が、最初に使われたのは、1956年の夏の時期(7月～8月)にさかのぼります。

この夏、アメリカのニューハンプシャー州ダートマス大学のジョン・マッカーシーが中心となり、マービン・ミンスキー、ネイサン・ロチェスター、クロード・シャノンなど、知能、コンピュータに関する研究者が集まり、知能に関するテーマや課題についての議論が行われました。

その会議の提案書の中で、初めて「Artificial Intelligence」という言葉が用いられたとされています。

この会議は、開催された場所の名前から現在ではダートマス会議と呼ばれて、AI研究の基点となっています。

1.1.1 AIの歴史

AIの歴史は、まるで機械学習のように、多くの研究・技術者の成功や失敗の積み重ねによって、発展してきました。

(1) 1940～1950年代

AI研究が着目された最初の時期で、現在に通じる多くの基本となる考え方や手法がこの時代に提案されました。

はじめに注目すべきは、1943年にウォーレン・マカロックとウォルター・ピッツが発表した、生物学的な神経(ニューロン:神経細胞)の振る舞いを参考して考案した、人工神経の数理モデルです。これは形式ニューロンと呼ばれ、神経の振る舞いをモデル化したものです。現在の機械学習で利用されている深層学習を行う上で基本となっているニューロンモデルの原型でもあります。

一方、コンピュータも同じころに産声をあげました。1946年にジョン・モークリーとジョン・エッカートにより考案・設計された最初の汎用電子式コンピュータであるエニアック(ENIAC:Electronic Numerical Integrator and Computer)が開発されました。

翌年、1947年には、アラン・チューリングがロンドン数学学会の講義で現在の人工知能概念を提唱し、さらに1950年にチューリングテスト（ある機械に人間並みの知能が備わっているかを判定するテスト）を提言しました。

このような背景の中で、1956年に前記のダートマス会議が開かれました。このダートマス会議では、アレン・ニューウェル、ハーバード・サイモン、J・C・ショーが、最初のAIプログラム（The First Artificial Intelligence Program）と言われている、「Logic Theorist」のデモが行われました。

Logic Theoristは、数学の基礎的な定理を記号論理により記述した書籍プリンキピア・マテマティカ（Principia Mathematica: 数学原理）の、最初の52の定理のうち、38個を証明することに成功しました。さらに、その証明の一部は、これまでの証明法よりも、より明確なものを導き出しました。

1949年に、ドナルド・ヘップによって、シナプス（神経細胞同士の接合部位）に発火が起こる（活動電位が発生し情報を伝達する）とそのシナプスの伝達効率が增強され、発火が長期間起こらないとそのシナプスの伝達効率は減退するという神経の可逆性理論の1つである法則（ヘップの法則）を提案しました。

1951年マービン・ミンスキーとデヴィン・エドモンズのチームにより、ヘップの学習法則を用いて40台（1台を1シナプスとして構成）のニューロコンピュータを設計し、ラットが迷路を通して道を見つけるシミュレーションを試みました。これは、最初の人工知能ニューラルネットワークシステム（SNARC, Stochastic Neural Analog Reinforcement Computer）と呼ばれています。ニューラルネットワークとは神経回路網のことです。しかしながら実際には故障のためうまく学習はできませんでした。

1957年にはフランク・ローゼンブラットが形式ニューロンからパーセプトロン（単純パーセプトロン：Simple Perceptron）というアルゴリズム（問題を解く手順）を発明しました。

翌年1958年には、The Mark I Perceptronという画像認識が出来るニューラルネットワークシステムを開発しました。このシステムは400ピクセル（20×20）の画像をカメラから入力し、パターン認識をすることが出来ました。

この単純パーセプトロンは若干の改良が加えられながら現在も広く使われているニューラルネットワークモデルの原型です。

(2) 1960～1970年代

万能と考えられていたパーセプトロンにいくつかの欠点があることが分かり、この時代にはニューラルネットワークに関する期待が薄れAIに対する注目度も下がりました。

きっかけは、1969年にマービン・ミンスキーとシーモア・パパートにより、単純パーセプトロンは、線形分離可能（2次元の場合、2つのデータ集合を1本の直線で分離することができる）であるが、線形分離不可能（2次元の場合、2つのデータ集合を1本の直線で分離することができず、曲線でなければ分離できない）な場合には対応できないと指摘されたことでした。

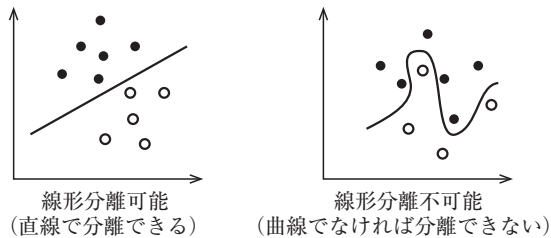


図 1.1 線形分離可能と不可能

そのため AI 研究者は、単純パーセプトロンに依らない統計手法などのニューラルネットワーク以外の手法を模索しました。

(3) 1980年代

単純パーセプトロンでは不可能であった、線形分離不可能な場合のパターン認識に対して多層パーセプトロンとその学習方法が提案されたことによって、再び AI およびニューラルネットワークが着目された時代です。

1982年、ジョン・ホップフィールドにより、ホップフィールド・ネットワーク（再起型ニューラルネットワーク）が提案されました。

1985年、ジェフリー・ヒントンらによりボルツマンマシン（統計的変動を用いたホップフィールドネットワーク）が提案されました。

1986年、デビッド・ラメルハートらにより誤差逆伝播法（バックプロパゲーション）が提案されました。なお、この手法は1967年に甘利俊一が既に発表していたものです。

(4) 1990～2000年代前半

多層パーセプトロンに、過学習 (Over-fitting)、勾配の消欠 (Vanishing Gradient) といった問題が顕著化して、ニューラルネットワークの研究が下火になり、再び確率・

統計的な研究が中心となりました。

(5) 2000年代後半から現在

過学習、勾配の消欠といった問題を解決するアプローチが提案されるとともに、GPU（Graphics Processing Unit：グラフィック処理用チップ）による計算速度の飛躍的な向上やインターネットの普及などに伴う大量データの獲得が出来るようになり、新たにAIが実用として着目され始めてきました。

2006年、ジェフリー・ヒントンらによりオートエンコーダおよびディープ・ビリーフ・ネットワークなどのアルゴリズムが提案され、これらの手法がディープラーニング（深層学習）へと発展しました。

同じく2006年にNVIDIA（エヌビディア：半導体メーカー）がGPU向け汎用並列コンピューティングプラットフォームCUDA（Compute Unified Device Architecture：クーダ）を発表し、翌年公開されました。GPUはCPU（Central Processing Unit：中央処理装置）よりも単純な演算をするプロセッサの数が多い（NVIDIA GTX1080で2,560基持つ）ため並列演算性能に優れており、シンプルな演算を大量に行うニューラルネットワークの学習が従来よりも素早く出来るようになりました。

2012年に画像認識コンテスト「ILSVRC（ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge）」で、ヒントンらのグループによりディープラーニング技術が適用された結果、認識率の向上で大きな成果を上げ、一躍脚光を浴びました。

2015年に囲碁プログラムであるAlphaGOが人間のプロ囲碁棋士を破り、AI研究の世界だけでなく世間一般の話題となりました。

AIの歴史は、そのままコンピュータの発達と密接に関わっています。それはAIを具現化するためのシステム（機械）としてコンピュータが現時点で最も適しているからです。また、人がコンピュータに求める機能が、往々にしてAIに対して描く期待と同じであったことも大きな要因と考えられます。

そのため、AIの発達は、コンピュータ（またはIT）の発達とともにあります。

現在、AIが様々な成果を上げている背景には、AI研究者の地道な努力の他にハードウェアの技術革新（大量のメモリ、高速化、分散化処理）や、インターネット上のサービスの普及により蓄積された大量のデータ（ビッグデータ）が取り扱える環境が整ったことが挙げられます。