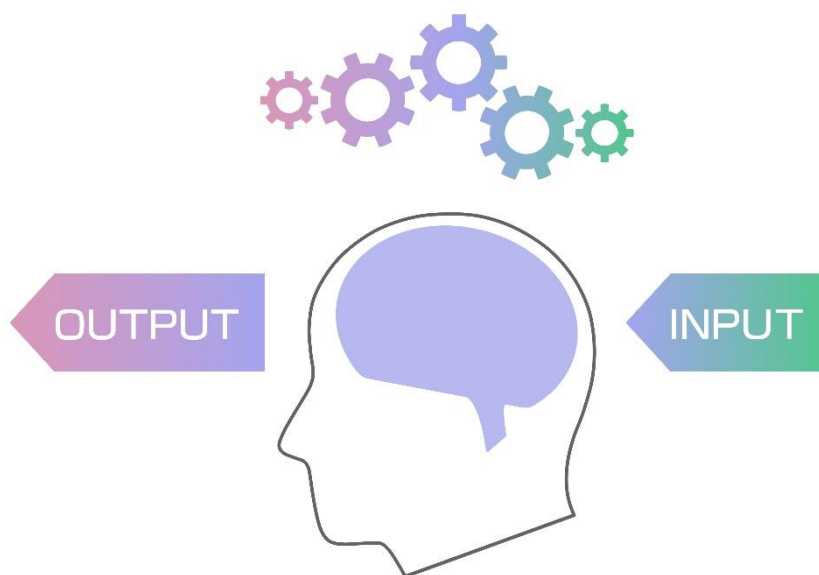


Chapter 1

AI の構造と目的

AI の概要や定義や特質、少しばかりの技術的背景も理解しておきましょう。AI の構造は数学でできています。教師信号という数値を与える方法や、それをしない非教師による機械学習もあります。この章ではディープラーニングではない従来の数値計算や統計解析、推論構造といったものから、AI の目的を説明しています。

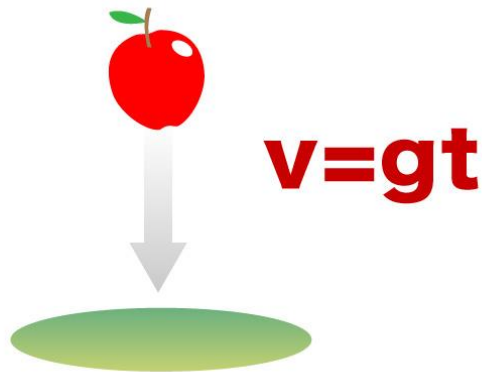


人生とは？

AI は Artificial Intelligence の頭文字をとったものです。Artificial は人工、Intelligence は知能で、人工知能を表しています。AI は、『「学習」「認識・理解」「予測・推論」「計画・最適化」など、人間の知的活動をコンピュータによって実現するもの』と定義されます。

人間はりんごを 2 つ買ったらいくらかという簡単な問題はすぐに解答を出せますが、複雑な社会問題や人生問題に際したときに、いろいろな推論や計算をし、考えを巡らせなければなりません。AI も同じです。問題が 1 つの方程式で解けるようなものであれば、コンピュータは瞬く間に計算を行ってしまいます。方程式なのでそこに値を入れれば答えが返ってくるから簡単です。AI は方程式のような簡単に溶ける問題ではなく、主に人間の複雑な社会問題を解くことに使われます。

速度



人生とは？



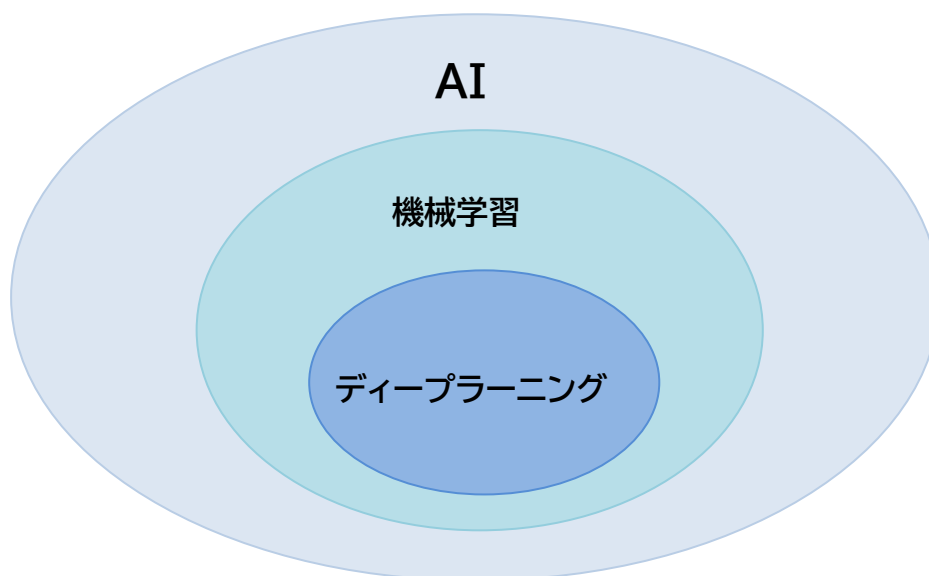
これが「人生って何ですか？」と言われようものなら、人間でも即答できないように難しい問題になってきます。前者は簡単な AI であり、後者は難しい AI の世界であるということでしょうか。人間と同じ思考や意識を持つ AI は汎用 AI(Artificial General Intelligence)と呼ばれ最も難しい AI と言われています。

AI の定義

本書で使用する技術用語は一般的なものですが、広い意味や狭い意味では解釈が多少異なっています。言葉が時代とともに変化するように、用語も新しい技術が出てくるとすぐに変化していきます。構造を示す用語、方法を示す用語、数学用語などが交錯しています。

まずは次のように広い解釈では AI の中に機械学習があり、さらにその中にディープラーニングがあります。

<広義の AI の定義>



機械学習を AI とする定義もあれば、AIとは基本的に異なる従来技術としてとらえる定義もあります。機械学習はAIを実現する技術のひとつとも言えますが、このように広義の定義上は機械学習とAIは基本的に異なる技術と本書ではとらえています。

従来の機械学習は、統計解析、クラスター分析、PID 制御、Fuzzy 制御など多種の機械学習があります。データーを解析して、その結果から反復パターンを見つけて数値化し、判断や予測に役立てる技術です。

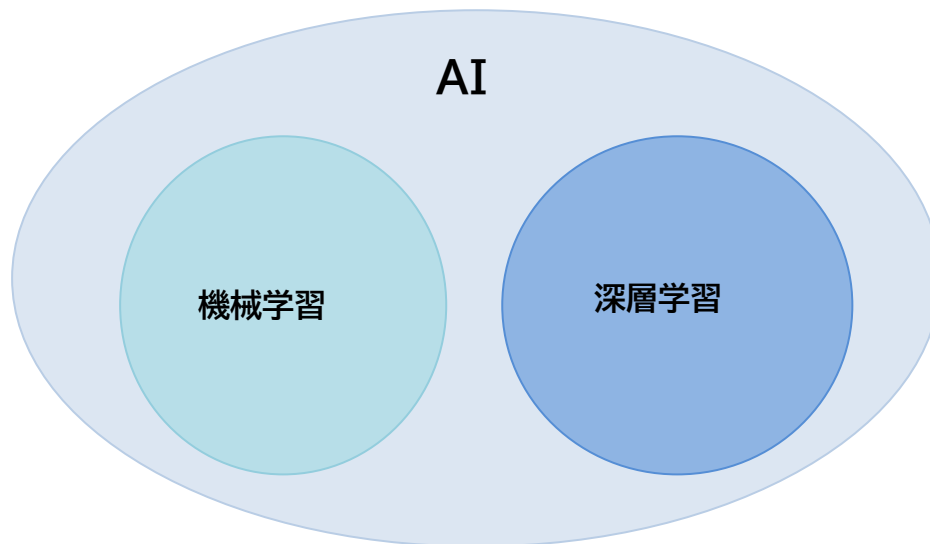
平たく言えば、機械学習を AI
という人もいれば、深層学習が
AI という人もいる、ということ
ですね。



狭義の AI

狭義で機械学習と AI を区別して考えると次のようになります。少しややこしいですが、整理しましょう。ここではニューラルネットワーク構造を模倣した深層学習は、機械学習とは区別したものと定義付けられます。

<狭義の AI の定義>



機械学習

解析しシミュレーションする方法としては、大量のデータから関係性を導く方法が今までの機械学習として挙げられます。次のようなものがあります。敢えて「教師あり」、「教師なし」を付加してみました。

- ・統計解析(教師あり)
- ・クラスター分析(教師なし)

- ・検索、分類(教師あり)

また移動物体や自動機械などの制御方法としては次のようなものがあげられます。

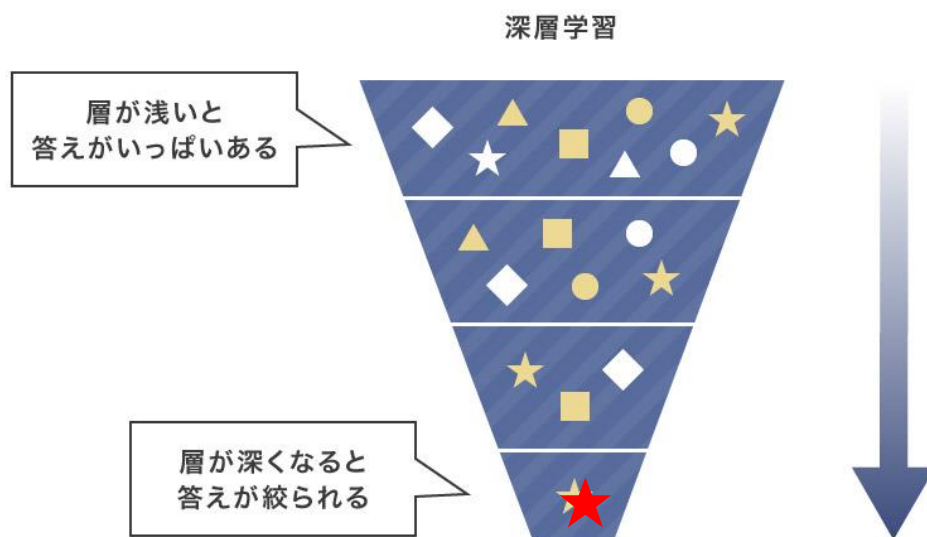
- ・周波数分析(教師なし)
- ・PID 制御(比例積分微分制御:Proportional-Integral-Differential Controller)(教師あり)
- ・Fuzzy 制御(教師あり)

深層学習

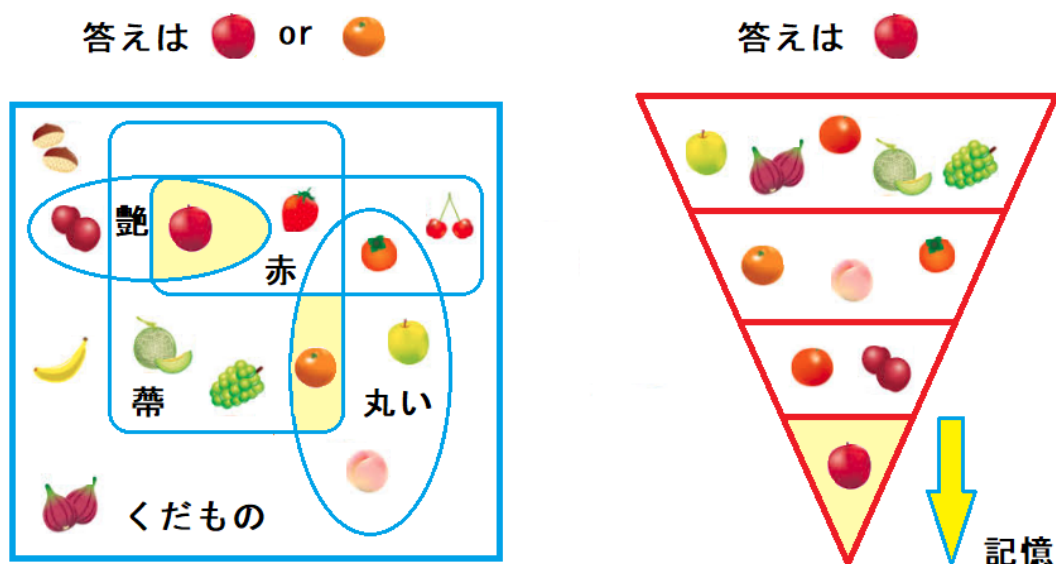
- ・知能とは？ ⇒ 調べる、計算する、予測する、判断する等。
- ・現時点では、自分の意志を持つ汎用 AI はまだできていない。
- ・特化した人間を超える AI は出てきている ⇒ AlphaGO(アルファ碁)等
- ・今後は専用分野での応用が急速に社会発展していき生活に入ってくる。

ディープラーニング

ディープラーニングは深層学習(英:deep learning)とも呼ばれ、多層のニューラルネットワークを利用した機械学習手法です。平たく言えば、深層学習をすることによって、答えが狭まり、より正確な答えを導いていることにあります。ここでは★が正解なのですが、数学的には層を深くすることによりそれが得られるということです。



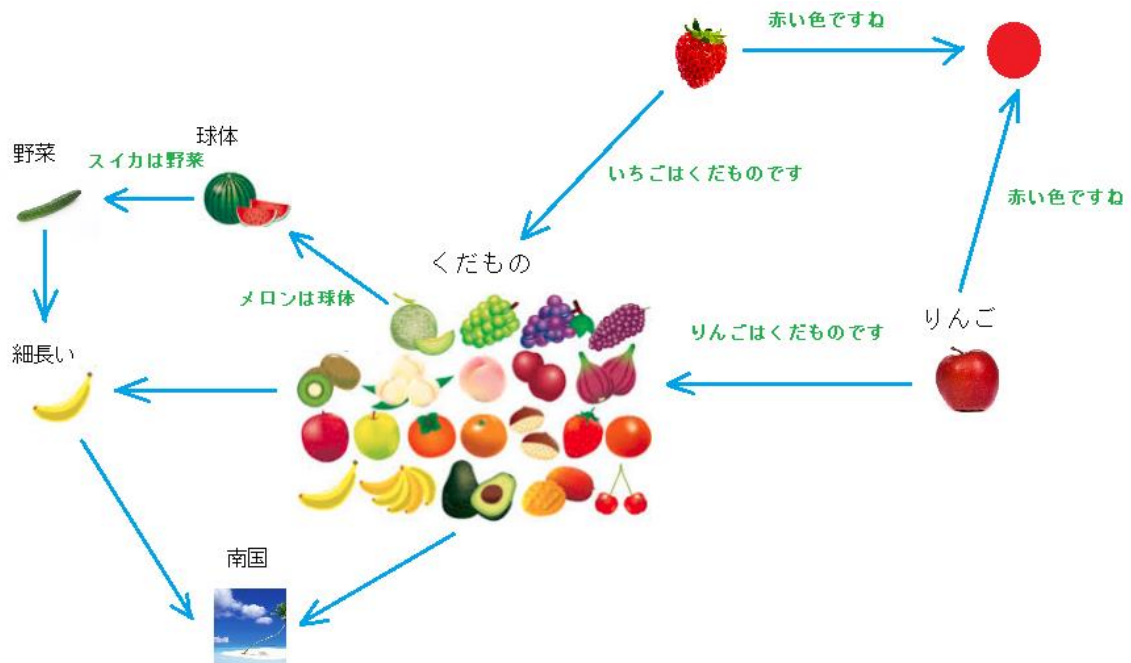
左は平面に置かれた果実を「艶」、「赤」、「丸い」、「蒂」でくくって答えを出したところ、リンゴとミカンの2つが答えになってしまいました。右は深層学習で最後にリンゴが残り、これが1つの答えとなりました。



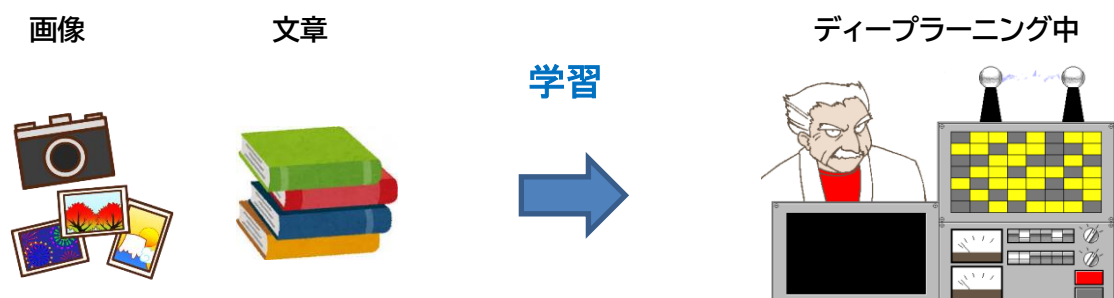
これらは画像処理(後述)の深層学習によって行われます。

意味ネットワーク

意味ネットワーク(英: semantic network)は人間の記憶の一種である意味記憶の構造を表すためのモデルです。概念の間の意味関係を表現するネットワークということです。これも今は深層学習によってネットワーク的に学習されます。



これらは文章処理(後述)の深層学習によって行われます。前述の IBM ワトソンによる医学論文の学習もこの意味ネットワークが深層学習可されたものです。膨大な論文データーの意味が相互にネットワークとなり連結され、答えが導かれます。



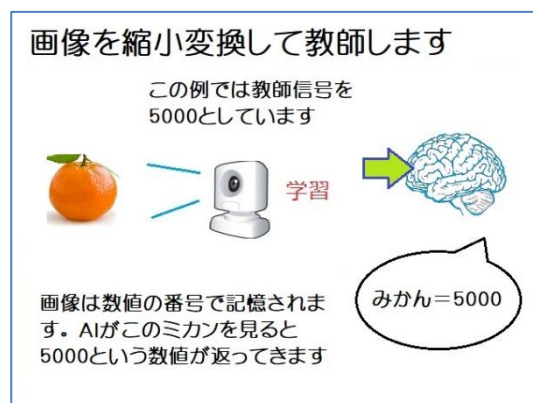
文章の深層学習は量が多いだけに時間がかかります。日本語より英語の方が楽なため、アメリカのスタンフォード大学では既に法律問題の慣例などを学習しています。弁護士業務、税理士業務、弁理士業務などはこの文章の深層学習によって行われます。いずれ近い将来には、AI 護弁士、AI 税理士、AI 弁理士がチャットで相談する時代が来るのでしょうか。

深層学習の種類

深層学習はディープニューラルネットワーク(DNN)を用いた学習です。多層の階層であるニューラルネットワークを利用した深層学習です。狭義のいい方では「AI＝深層学習」といえます。技術はますます向上していきます。生物の神経細胞(ニューロン)を囲っているグリア細胞は数百億個でありシナプスは脳新皮質で約 2 兆個といわれています。グリア細胞は神経細胞の 50 倍あるといわれています。そんなグリア細胞のメカニズムがわかればそれを模倣する新しい AI が現れるかもしれません。

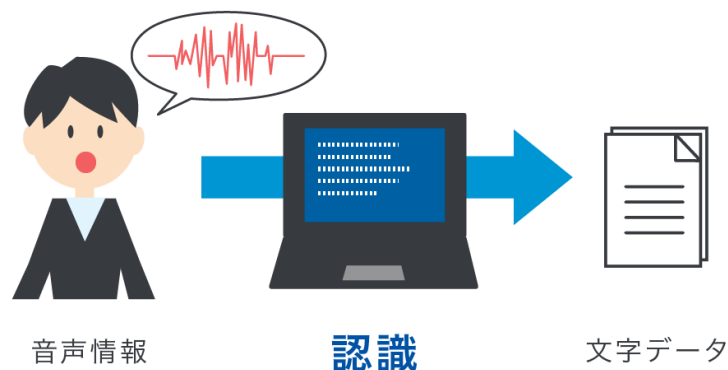
CNN

言葉だけ知っておいてください。CNN 畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Networks: CNN)は、特に画像処理で用いられます。本書では CNN を使った AI トレーナーで画像の学習と推論を行います。



LSTM

LSTM(Long Short-Term Memory)は文章やセンサー波形などの長期の時系列データを学習します。発表されたのは 1997 年とかなり前ですが、ディープラーニングの流行と共に、最近急速に注目され始めたモデルです。スマートスピーカーなどの自然言語処理に応用される、大きな成果をあげ始めています。本シリーズでも LSTM を扱い、論文や検索エンジンで集められた社会現象の記事などを学習します。



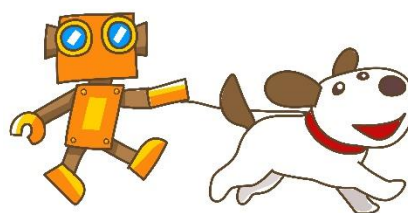
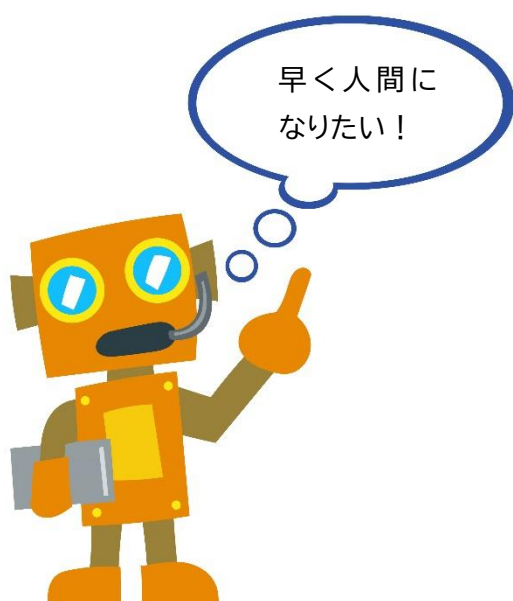
AI の構造

本書では狭義として「人工知能＝深層学習」、「深層学習＝多層の階層のニューラルネットワークを利用した学習」と定義しています。しかし AI の学習と推論を行うためには、深層学習の前後に通常の数式計算や、統計解析などを組み込み、AI としての処理が可能になります。AI の構造からみた時は、深層学習はその一部なのです。

<AI の構造>



実際には人間の場合は五感があります。耳から聞いたことを解析し文章として理解したり、逆に口から言葉を発しなればなりません。鼻で匂いもわかりますし、皮膚で厚さも感じます。AI が人間になるにはまだまだ先の話ですね。



特化された AI

特化された AI と汎用 AI

AI の学習には膨大な労力と時間を使います。人間のようにすべてをこなすにはまだまだ時間も技術も足りません。どうしても専用な分野に特化された AI を使うことになります。癌に特化した画像認識、自動運転、法律問題など、それぞれに特化した AI です。

SF に出てくるような人間のようなロボットはまだまだ時期尚早で、形は人間に似たロボットでも、行うことは限定されるのが現状です。汎用 AI を作るには、人間の脳と同じ容量のメモリーが必要になり、今の技術では体育館いっぱいサーバーを置いても足りないかもしれません。しかも膨大な電力も必要とし、現段階では夢物語です。

<2 つの AI 特化された AI と汎用 AI>



<汎用 AI>



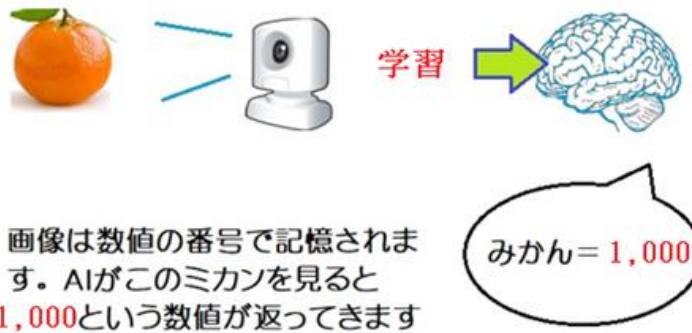
教師あり学習

教師あり学習と教師なし学習

AI には教師信号があるものとないものの 2 種類に分けられます。教師信号があるものが、教師あり学習(supervised learning)で、ないものが教師なし学習(unsupervised learning)です。

教師あり学習では判定する物(オブジェクト)に数値を振ります。これを教師信号と呼びます。次に教師あり学習の例をします。みかん、もも、りんごを区別する時に、それぞれ教師信号を付加して判別します。この図では教師信号 5000 としていますが、内部が数学計算になるので、数値が教師信号となります。

この例では教師信号を
1,000 としています



この時みかんは 1,000、ももは 2,000、りんごは 3,000 という番号がついていたとします。何か果物が来た時にディープラーニングさせた重みでその物体を見て(重みを掛け算して計算して)計算することを推論といいます。ここで 2,000 が来たので、それはももだとわかります。

この例では教師信号を
2,000 としています

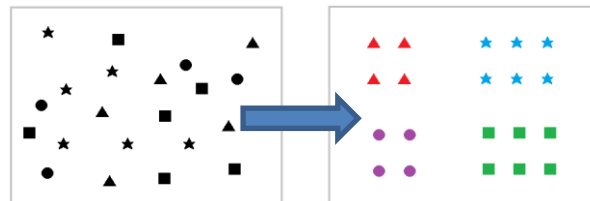


教師なし学習

教師なし学習(英:Unsupervised Learning)は「出力すべきもの」があらかじめ決まっていない(教師データがない)というものです。入力される母集団の全体を見渡し、特徴を抽出するために用いられる技術です。具体的な例として以下のようなものがあります。

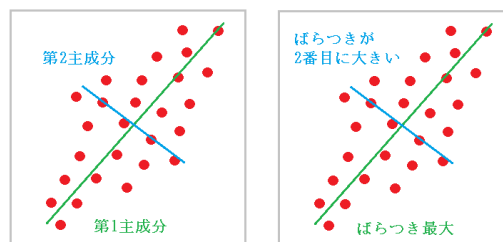
クラスター分析

クラスター分析とは、異なる性質のものが混ざり合った集団から、互いに似た性質を持つものを集め、クラスターを作る方法です。



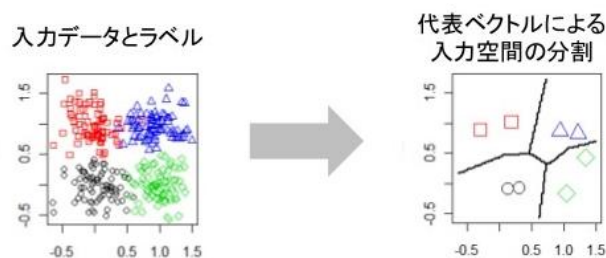
主成分分析

入力データの相関関係を求めます。その一番相関が大きい線分を第1主成分、それと直行する成分を第2主成分とより、その集団の関係性として利用します。



ベクトル量子化

連続的な量の似通ったベクトルから代表的なベクトルを選んで符号化(エンコード)することで、離散的な数値に変換します。画像・動画の圧縮などに広く利用される。

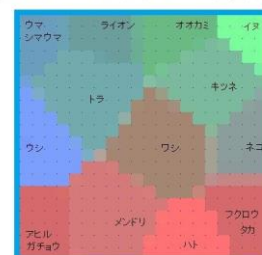


自己組織化マップ(SOM:Self-Organizing Map)

入力情報の類似度をマップ上での距離で表現する技術です。以下の例では2本足、4本足、草食、肉食、羽の有無などを分類しています。

Name	In1	In2	In3	In4	In5	In6	In7	In8	In9
名前	小	中	大	夜	2本...	4本...	毛	蹄	たて...
ハト	1	0	0	0	1	0	0	0	0
めんどり	1	0	0	0	1	0	0	0	0
アヒル	1	0	0	0	1	0	0	0	0
かも	1	0	0	0	1	0	0	0	0
フクロウ	1	0	0	1	1	0	0	0	0
鷹	1	0	0	0	1	0	0	0	0
鷲	0	1	0	0	1	0	0	0	0
きつね	0	1	0	0.5	0	1	1	0	0
イヌ	0	1	0	0	0	1	1	0	0
オオカミ	0	1	0	1	0	1	1	0	1

動物を2・4本足、肉・草食等と整理



AI のレベル

先の AI の構造や分類以外のなかで、ディープラーニング以前の数値計算や統計解析なども AI の技術のひとつとして紹介しました。それを社会的と数学的に AI の段階として表してみました。AI にもレベルがあるということです。

ディープラーニング	社長 最終的な意思決定を行う レベル 4 多くのディープラーニング ⇒ 汎用人工知能
	役員 個々の部署の意思決定を行う レベル 3 特化したディープラーニング ⇒ 専用人工知能
従来の数学	中間管理職 個々の部署単位の仕事を行う レベル 2 統計解析 推論構造
	平社員 与えられた自分の仕事を行う レベル 1 数値計算 検索

レベル 1 の平社員は与えられた言われたことだけを行います。数学的には方程式が決まっている数値計算や検索などがこれにあたります。レベル 2 は中間管理職です。平社員からの情報を集め部署としての仕事に変えなくてははいけません。数学的には統計解析ように、集まった多くのデータを元に解析が行うレベルです。レベル 3 は役員です。それぞれの担当専門部署ごとに、経営判断が必要になります。専用に特化したディープラーニングです。レベル 4 の社長は、AI が自らあたかも人間のように学習する段階です。汎用人工知能 (AGI: artificial general intelligence) ということになりますが、現段階ではまだまだここに至っていません。当分先のことになると思います。

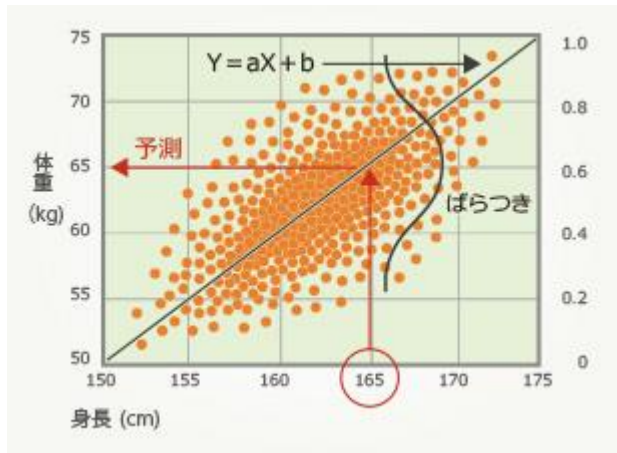
電卓はレベル 1
の AI ですね！



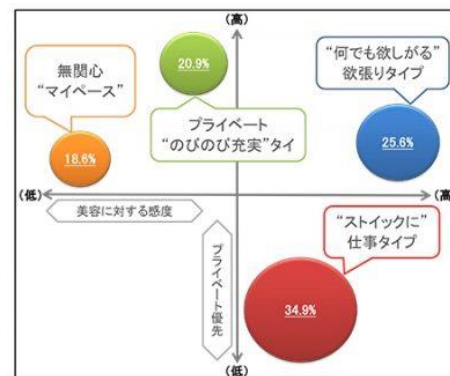
従来型傾向分析

従来技術で全体の傾向を分析します。回帰分析では、回帰式(下図では $Y=aX+b$)を求めることにより、予測することができます。クラスター分析では、各々の性格を持った別々の集団にグループ分けします。移動平均では、時系列データを平均化することにより傾向をわかりやすく示します。自己組織化マップはばらばらの情報を2次元や3次元のマップに傾向を分類して表示します。

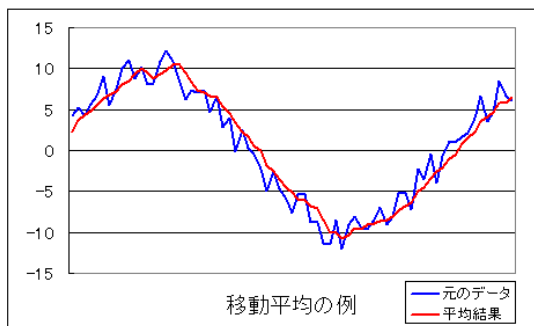
<回帰分析>



<クラスター分析>



<移動平均>

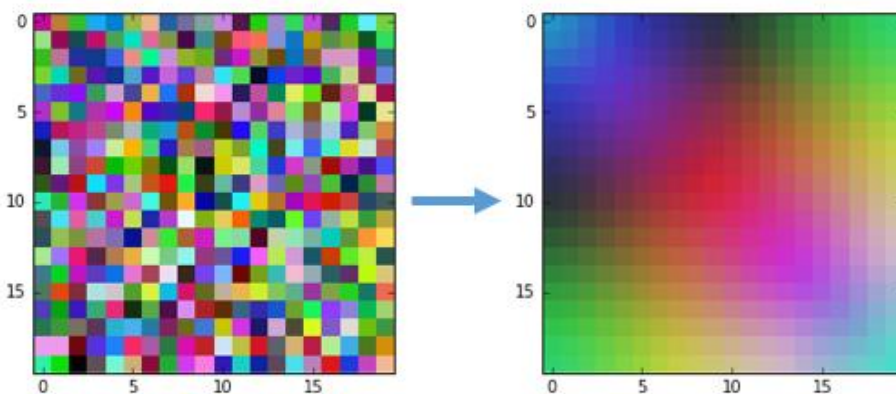


赤い方が見やすいわ！



<自己組織化マップ>

同じ色を集めてマップにしている

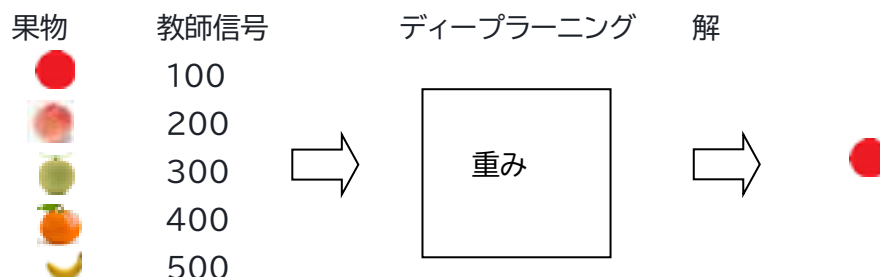


AI による完全分離

学習

AI の目的は物を分類することが目的です。対象物を他のものと区別することです。前ページの自己組織化マップによる分離は、非教師により全体の傾向を分離するものでした。ここでは教師信号(教師データ、教師ラベルともいう)で単体を取り出し完全分離します。

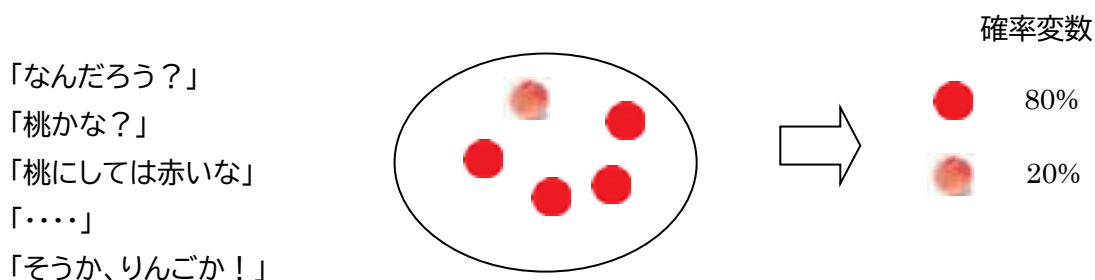
果物には番号が付けられています。この番号の事を教師信号と呼びます。その画像(りんごならりんご)が入力されたときに、初めに決めた教師信号になるようにディープラーニングで重みを求めます。これを学習(または教師)と呼びます。



推論

学習と反対の処理です。果物が来た時に、計算された重みを使って何が入力されたのかを判定する作業があります。それを推論(または想起)と呼びます。一度ですぐに判別がつけばよいのですが、そうもいきません。ぴったりの教師信号が来るというわけではありません。

これを人間の例に例えてみましょう。何か知らないものを手に取った時、人間はそれをいろいろな角度から何度も見る作業をしないでしょうか。



確率変数っていう
と難しそうだけど、
確からしさの事なの
ね!

確率変数

確率変数っていうと難しそうですが、確からしさを表す数値です。推論したときにどのくらい確からしいかも一緒に計算されます。86%なら採用できますが、40%だとちょっと考えてしまいますよね。先生が生徒に質問をしています。

先生「これは何ですか？」

生徒 1「なんかわかんない！」

生徒 2「赤色だからりんごです」

生徒 3「赤色のりんごです」

生徒 4「桃色だからももです」

生徒 5「赤色のりんごかな？」

生徒 6「丸くて赤だからりんごです」

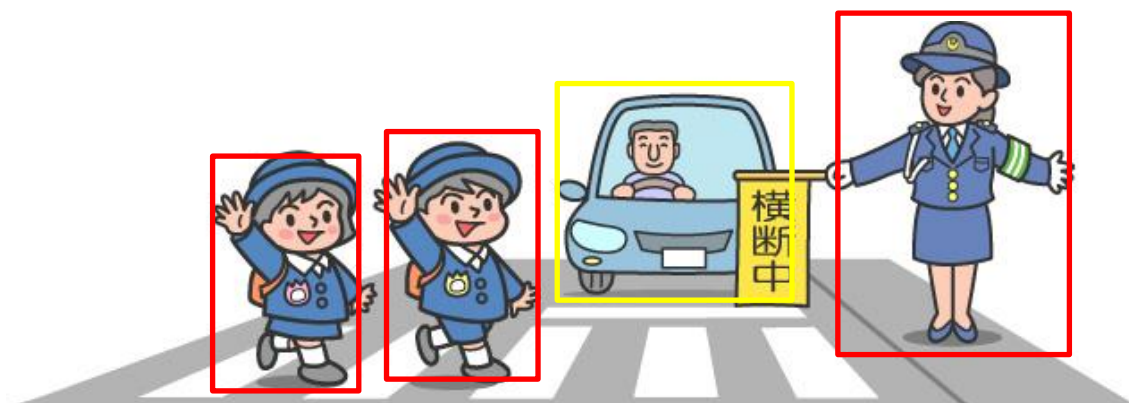
先生「一人は橙色に見え桃といいましたが、4 人生徒の方が正解ですね。これはりんごです」

とこのように正解率を計算し多数決方式で決定率を計算しています。この決定率を確率変数と呼んでいます。



自動運転の例

AI の目的は物を分離することでした。自動運転の例で復習、整理しておきましょう。自動運転で絶対の必要なことは事故を起こさないことです。特に人をひいたら大変なことになります。自動運転の最優先は、人を分離することです。AI は人や自動車や二輪車をディテクション(特徴を取り出す作業を指す)して、分離しています。



自動運転の AI は多くの対象物を分離し何であることを推論しなければなりません。



新しい交通手段

AI は従来技術ではできなかったことを実現します。空飛ぶタクシーは自動運転になります。免許も要りません。ビルの屋上から空港までひとつ飛びです。AI が技術のハードルを下げ、もうすぐ実現します。

また、人間がヘリコプターで離島に物を運ぶ代わりに、このドローンがそれを行えば、非常に安価になります。人件費がかからないだけでなく、危険も回避できます。このように陸、空、海で新しい交通手段が AI によって実現されていきます。

<空飛ぶタクシーは自動操縦>



すごいすごいけど、空はちょっと怖いかも！

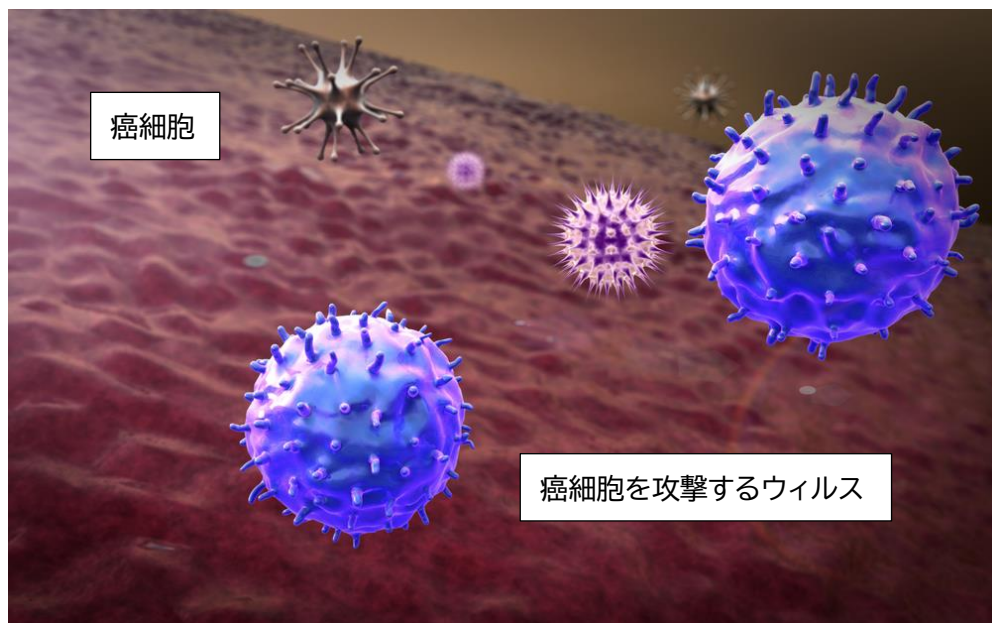


新しい医療

新しい医療は生物との連携です。AI は画像解析で癌細胞を見つけ、膨大な論文の学習と解析で最適な医療方法を見つけます。またそれだけでなく、予想も行います。人間が予想もしなかった治療方法や、新薬の可能性も提示します。

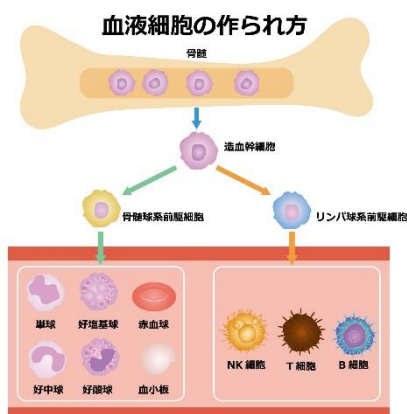
1980 年の頃、2003 年にエイズが、2004 年に癌が撲滅されるという予想がありました。エイズはなんとかあったものの、癌はいまだに撲滅できません。しかし、今、AI の力を借りてその可能性も少しずつ出てきています。

<がん細胞を攻撃するウィルス>



再生医療は細胞を若返らせたり、人工的に細胞から作られた角膜、神経、臓器などを移植し、病気を治すだけでなく、寿命を延ばしていきます。既に幹細胞の自動培養装置も作られています。大きなタンク暗いもので、中には培養ポットを移動させるロボットや、細胞を検査する位相差顕微鏡などが置かれ、AI で良い細胞だけをふるい分けて育てていきます。

これを人間の手で行うと、24 時間、四六時中、見ていなければなりません。細胞が死んだら元も子もないからです。これも AI があるからできる技術です。



人生 100 歳
の時代です！

