

知能情報処理 ガイダンス

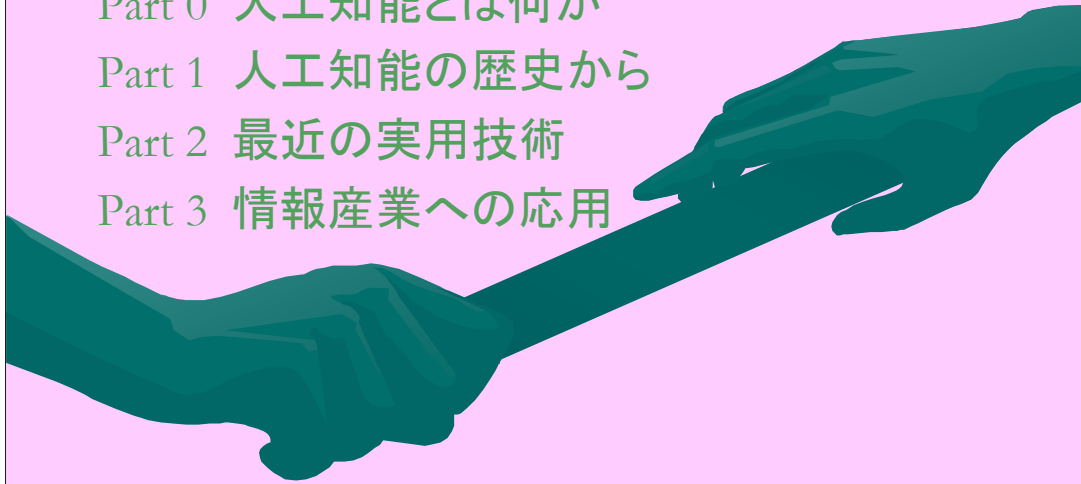
# 人工知能への招待

Part 0 人工知能とは何か

Part 1 人工知能の歴史から

Part 2 最近の実用技術

Part 3 情報産業への応用



情報工学科3年次後期 「知能情報処理」 ガイダンス

**人工知能(AI)**とは、どのような技術分野なのか、その概略を説明する。この授業の第2回目以降は、AIの基礎となる内容のみを学んでいくことになるので、それに先立って、今回はAIの応用にはどのようなものがあるかを簡単に見ておく。ただし、応用は無限で、今回紹介するものは、ごくわずかである。

# Part 0 人工知能 とは何か

Artificial Intelligence

1956

哲学・心理学・  
神経科学的  
アプローチ

人間の知能を**理解**するために、コンピュータを使う。

人間の思考原理と  
違って**もよい**

工学的  
アプローチ

知能的(かしこい, 合理的)なソフト,  
利用者の知性を高めるソフト  
を**構築**する。

そもそも、コンピュータの原理を考えた**チューリング**や、現実に動くコンピュータを作った**フォン・ノイマン**は、機械によって知能を作り出す研究としてコンピュータの研究をしていたので、言ってみれば、コンピュータの研究自体が「人工知能」の研究だったということになる。

正式に「人工知能」(Artificial Intelligence; AI)という言葉が使われ始めたのは、**1956年**にこのような分野の研究者を集めてダートマスで開催された国際会議においてである。ただし、ここでAIという言葉の定義を厳密におこなったわけではないので、研究者ごとにその意味することが異なり、その後、異なる流儀を生み出すことになる。

1つは、哲学、心理学、神経科学などの学術分野の研究者のとりえるアプローチで、AIの研究目的は、人間の知能の仕組みを**理解**するためにコンピュータを活用してシミュレーションなどをおこなうというものだった。しかし、現在ではこのアプローチはAIの主流にはなっていない。

現代のAIは、もう1つの考え方である**工学的なアプローチ**が主流である。ここではAIの目的は「知能的」(あるいは、「かしこい」とか「**合理的**」と言ってもよい)な**ソフトウェアを構築**することとされる。その目的を達成するためには、手段として「人間のシミュレーション」をする必要はないとする。人間の思考原理と違って**もよい**から、とにかく、利用者から知的だと思ってもらえるソフトとか、利用者の知的作業を高めるためのソフトを作るのが目的となる。

実際には、この2つのアプローチが互いに良い影響を与えながら、AIが発展していくものと考えられる。

# チューリングテスト

人間？  
コンピュータ？



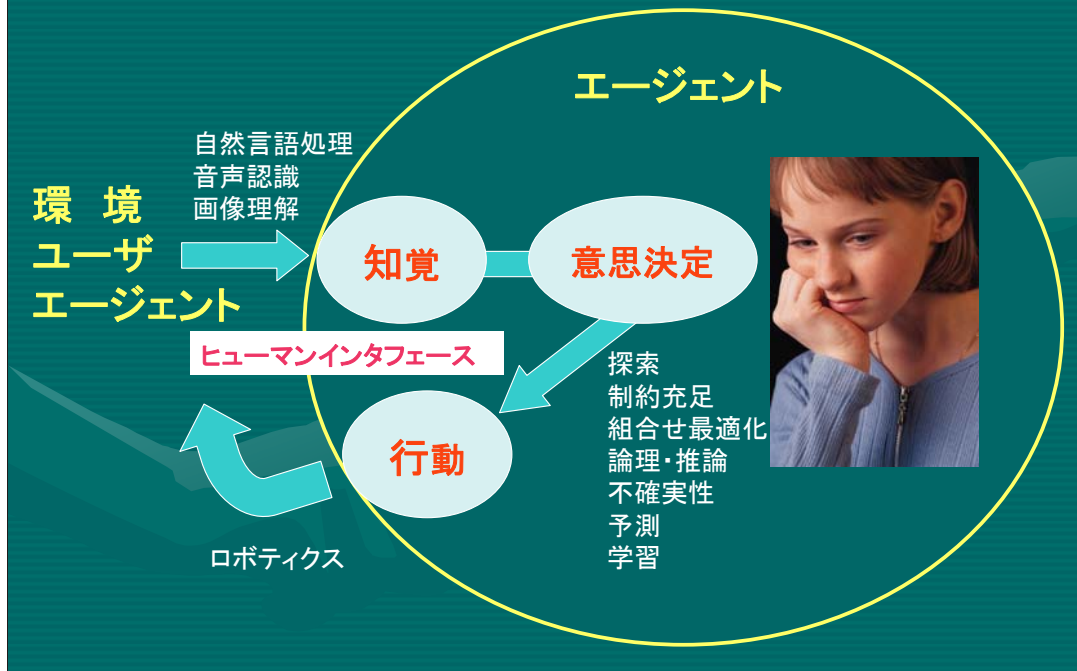
現代のAIの立場：

AIプログラムは、人間のよう  
に振る舞う必要はない。

創り上げたソフトウェアに「知能」があるのかどうかを判定する**チューリングテスト**と呼ばれる実験方法が、1950年にチューリングによって提案されている。この方法では、人間の被験者を連れてきて、テレタイプ(=タイプライタ+キャラクタ・ディスプレイ)を通じてコンピュータと自由に自然言語(英語や日本語)で対話させる。そして、テレタイプの向こうにいるのがコンピュータか人間かを被験者に当てさせる。もし、被験者がそれを当てることができなければ、コンピュータはうまく人間のふりをしたことになるので、知能があると判断される。

しかし、すでに述べたように、現代のAIでは、AIプログラムは必ずしも人間と同じように振る舞う必要はないとされるので、このチューリングテストが実際に用いられることはあまりない。たとえば、犬は英語で会話ができないが、飼い主を見てその顔を識別したり、盲導犬のような働きをするので、それなりに知能はあるのではないだろうか。また、被験者がわざとすごく難解な計算問題を入力したときに、AIは瞬時に計算できるにもかかわらず、チューリングテストに合格するためには、人間のふりをしてわざと時間をかけて間違った答えを出して見せたりしなくてはならないが、「知能」にそこまで要求しなくても、私たちの社会に役立つ知的といえるソフトウェアはいろいろ作ることができるのではないだろうか。

# AIは合理的なエージェントを作る



現代のAIが作ろうとしている知能的なソフトウェアは、擬人化されて**エージェント**と呼ばれることがある。人間型のロボットを思い浮かべよう。エージェントは何らかの**環境**に置かれる。それは周辺の物理的状況かもしれないし、ヒューマンインタフェースを介して対話をしているユーザや、情報ネットワークを介して通信している他の複数のエージェントかもしれない。

エージェントは、目や耳に相当する**センサー**を使って環境から情報を**知覚**(入力)し、頭脳に相当するAIアルゴリズムによって自動的に**意思決定**(計算)し、手足に相当する**エフェクター**によって**行動**(出力)して環境に**作用**する。

知覚入力を情報媒体(**メディア**)に応じて理解するために、**自然言語処理**、**音声認識**、**画像理解**などの基礎技術が研究されている。

**自動意思決定**に関しては、**探索**、**推論**、**予測**、**学習**など、極めて多彩な実用技術がある。

行動出力として、ロボットの身体を動かす技術は、**ロボティクス**である。

なお、環境がユーザ(人間)であるときは、人間の知覚と行動を総合的に研究する**ヒューマンインタフェース**の技術が重要となる。

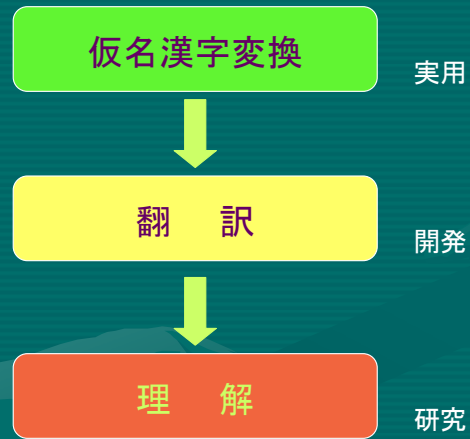
この授業の取り扱い範囲は、「自動意思決定」と「ヒューマンインタフェース」の基礎である。

## Part 1 人工知能の歴史から (AIの教科書より抽出)

- 自然言語処理
- 知的データベース検索
- エキスパートシステム
- 定理自動証明
- ロボット
- 自動プログラミング
- 組合せアルゴリズム
- 知覚

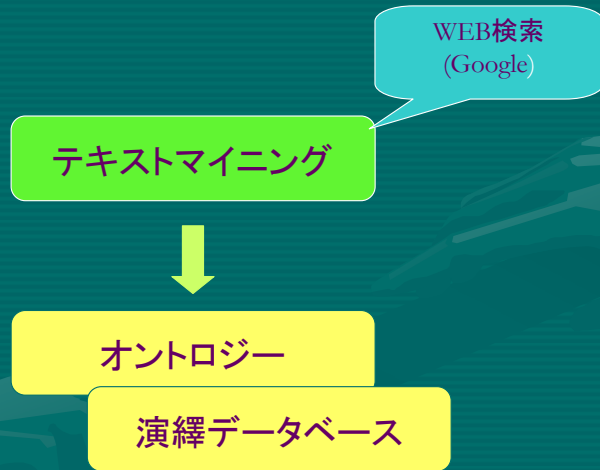
(これ以降のスライドには「ノート」はない.)

# 自然言語処理



この一連のスライドでの  
色の意味の約束

# 知的データベース検索



# エキスパートシステム

診 断

構造推定

設 計

浅い知識

深い知識



# 定理自動証明

数式処理



述語論理

等号論理(代数系)




帰納的定理

コンピュータで証明できる代数系の定理の例：  
群論

$$1 * x = x \quad (\text{左単位元の存在})$$

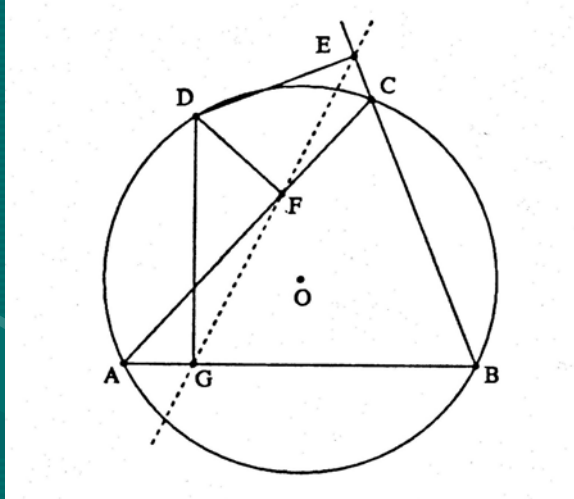
$$x^{-1} * x = 1 \quad (\text{左逆元の存在})$$

$$(x * y) * z = x * (y * z) \quad (\text{結合律})$$


$$(x * y)^{-1} = y^{-1} * x^{-1}$$

(積の逆元 = 逆元の逆順の積)

## コンピュータで証明できる幾何学定理の例： シンプソンの定理



$\triangle ABC$ の外接円 $O$ 上の点 $D$ から辺 $BC, CA, AB$ に引いた垂線の足 $E, F, G$ は同一直線上にある。

# ロボット

工業用ロボット



2足歩行ロボット



自律ロボット

# 自動プログラミング

コンパイラ



検 証



プログラム自動生成

GPIは...?

# 組合せアルゴリズム

判定問題

最適化問題

不完全アルゴリズム

近似アルゴリズム

メタヒューリスティクス

確率アルゴリズム

相転移現象

精度保証付き  
近似アルゴリズム

量子計算機

# 知 覚

音声認識

画像認識



映像認識

## Part 2 最近の実用技術

人工知能学会誌:「実用システムに見るAI技術」より

- 制御
- 金融
- 通信
- 電力
- 商業
- 案内



# 制 御 (三菱電機)

エレベータ群管理制御

ファジィ推論

ニューラルネット

GA

# 金融

貸し出し審査

データマイニング



# 通信 (KDDI)

不正利用検出

障害検出

商品開発

ログ解析

データマイニング

# 電力 (日立製作所)

エネルギー節約

安全性

ネットワーク形状制御(スイッチング)

GA

```
graph BT; GA([GA]) --> Network[ネットワーク形状制御(スイッチング)]; Network --- Energy[エネルギー節約]; Network --- Safety[安全性];
```

# 商業

購買分析

データマイニング

# 案内 (東芝)

ユビキタス情報提供システム

```
graph BT; A[ユビキタス情報提供システム] --- B(マルチメディア); A --- C(知識表現); A --- D(自然言語処理);
```

マルチメディア

知識表現

自然言語処理

## Part 3 情報産業への応用

- ネットワーク
- セキュリティ
- ソフトウェア
- ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

# ネットワーク

分散AI

マルチエージェントシステム

エージェント

言語

知識表現

協調プロトコル

推論

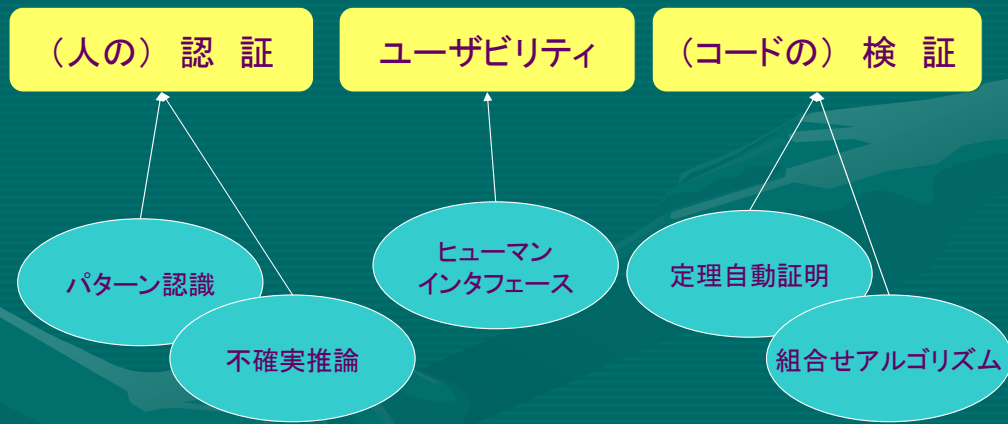
交渉プロトコル

学習

合意形成モデル



# セキュリティ



# ソフトウェア

ソフトウェアを作る知能の研究

数理的な計算モデル

項書換えシステム

制約プログラミング

## 項書換えシステムによる整列(ソート)

$X Y \rightarrow Y X \text{ if } X > Y$

入力

5 2 7 1 3

→ 2 5 7 1 3

→ 2 5 1 7 3

→ 2 5 1 3 7

→ 2 1 5 3 7

→ 2 1 3 5 7

→ 1 2 3 5 7

# 制約プログラミング

## ■ツルカメ算

ツルとカメが合わせて  $heads$  匹いる。  
足の数は合わせて  $legs$  本である。  
ツルの数  $t$  とカメの数  $k$  を求めよ。

```
constraint turukame (int t, int k, int heads, int legs) {  
    heads = t + k;  
    legs = 2 * t + 4 * k;  
}
```

