

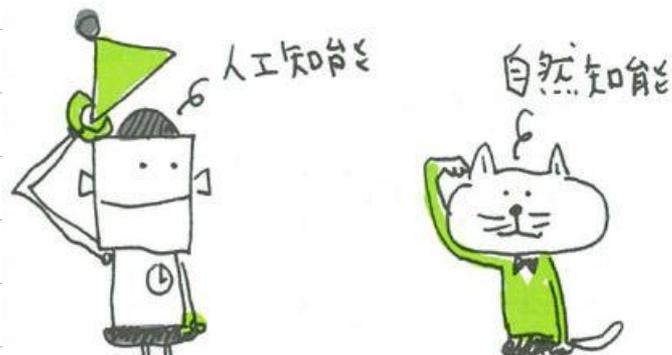
知能システム学

第2回:人工知能研究の歩み

ソフトウェア情報学部
David Ramamonjisoa

- ◆ 1.1 AIとは？
- ◆ 1.2 人工知能の基礎
- ◆ 1.3 人工知能の歴史
- ◆ 1.4 関連分野、応用
- ◆ 1.5 まとめ

AIとは？



自然が生み出した知能を
機械に移す

研究分野: 知能は何か、知能は
どういう処理の流れか、基礎と応用
はどうのものがあるか、発展傾向
何かあるか



1.1 AIとは？

- ◆ 人工知能(AI:Artificial Intelligence) : 知能を持った機械(コンピュータ、システム、ロボット、エージェント、など)を我々人間の手で作り上げることである。
- ◆ AIは情報工学、コンピュータ科学の一分野であったが、その波及効果は、制御・機械・土木・建築などの工学の世界のみならず、化学、物理学、医学、法学、経済学、社会学、政治学、製造管理などがある

1.1 AIとは？(2)

- ◆ 人間にしかできなかった知的な行為を、どのような手段、データを用いて機械的に実行するかを研究する分野。
- ◆ 研究の成果で商品、サービスとして「人工知能(AI)」とも言う。例えば、チャットボット、スマートスピーカ、ロボット、AIカメラ、AIソフトウェア、コンピュータビジョン、音声認識、アシスタントなど

「知能」とは？

- ◆ 知能(Intelligence): 頭の働き、知識を蓄積したり物事を正しく判断したりする能力
- ◆ 識者(Intellect): 物事を知り、考え、判断する能力
- ◆ 知的人(Intelligent): 知識に関係するさま。知性が感じられるさま
- ◆ 知識(Knowledge): あることについて、概念の形で把握されたもの。それについて、知っている内容、知恵と見識
- ◆ 知恵(Wisdom): 物事の筋道を知り、前後をよく考え、計画し、正しく処理していく能力。学問、知識を積み重ねただけのものではなく、人生の真実を悟り、物事の本質を理解する能力、または、知識を正しく使用できる実践的な英知。

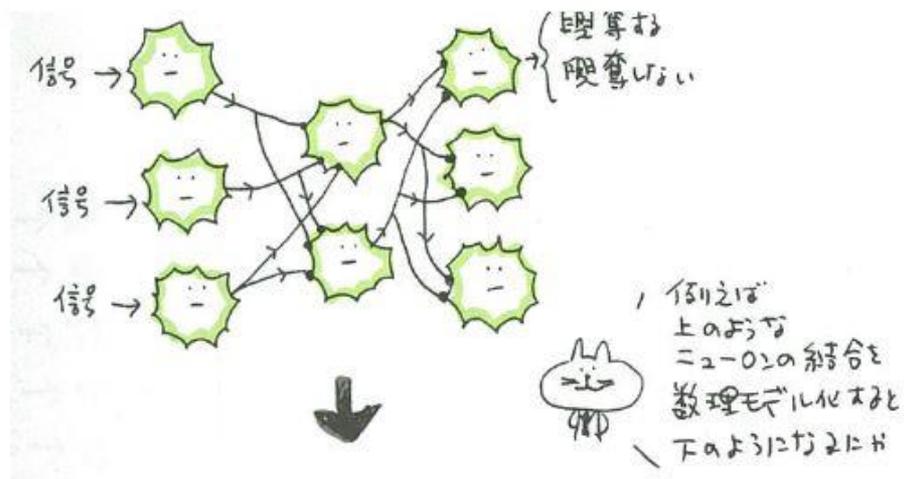
生き物の知能はどこから：遺伝子、神経細胞、脳、その他

◆特に脳：

実は脳の大部分を占めているのです。



脳の拡大すると
神経細胞(ニューロンネット)
が必要な要素



人間の知能と機械の知能

	景色の認識	言葉の理解	大規模な予測計算	故障の診断	感情の理解
人間	できる	できる	できる	できる	できる
動物	できる	できない	できない	できない	少しはできる
機械	少しはできる	少しはできる	非常によくできる	できる	できない

知能は入出力にある (I/O)

説明部(The Explanation)

言語処理部
(Linguistic
Reasoner)

動作処理部
(Motor
Reasoner)

視覚処理部
(Visual
Reasoner)

弱いAIと強いAI:問題特化型知能と汎用知能



人間みたいな汎用知能には
ならない

人工知能とコンピュータサイエンスの違い

AI

◆ 生き物が簡単に解決出来る問題を機械に解かせる

- 顔,音声,文字認識
- 会話,自然言語
- 学習,思考
- 蟻集団の問題解決
- データ(テキスト)マイニング,知識発見
- ロボットの知能

コンピュータサイエンス

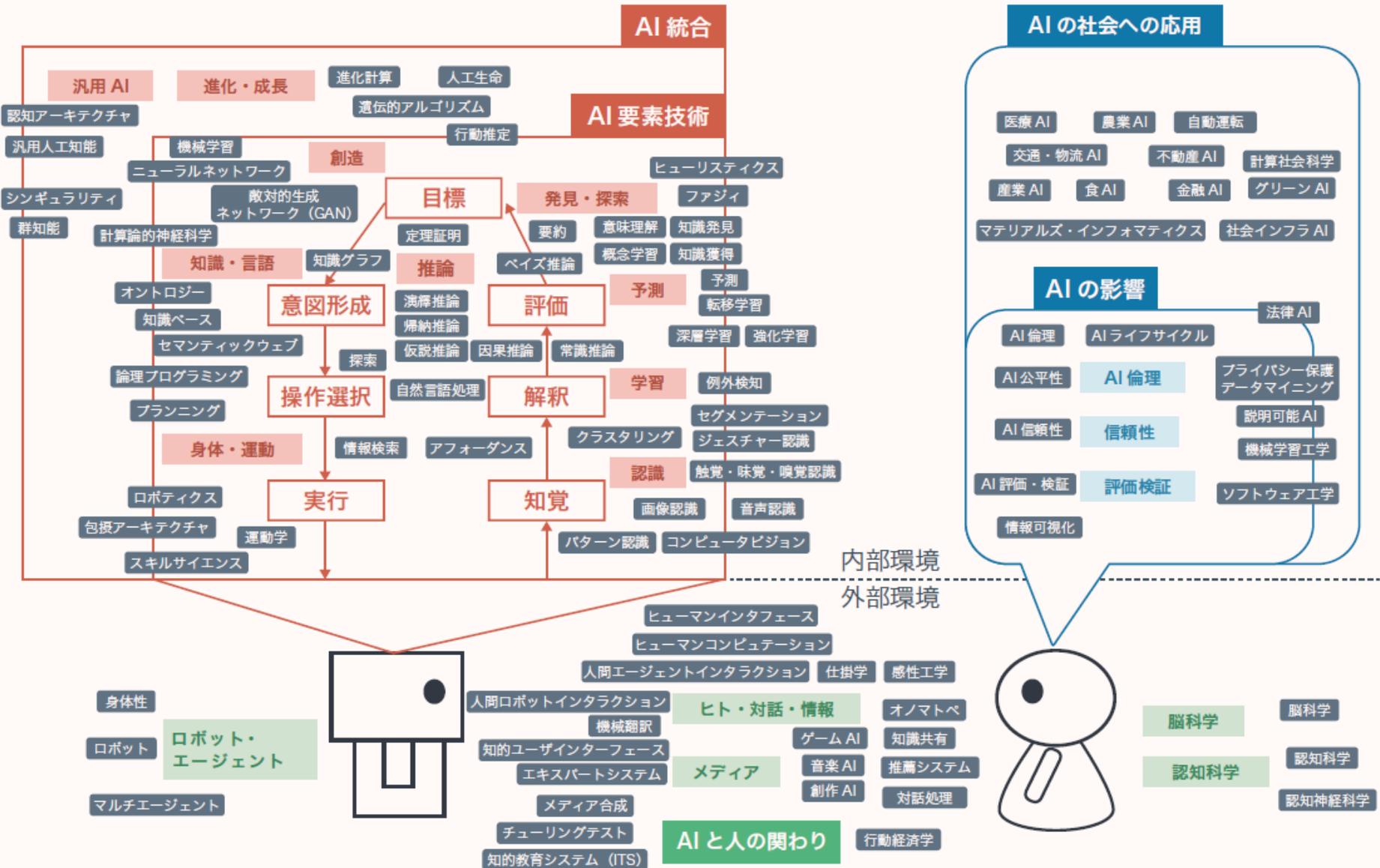
◆ 人間が解けない、難しい問題をコンピュータで解く

- ◆ 量子コンピューティング,暗号化,インタフェース
- ◆ 人工衛星制御
- ◆ 地球シミュレーション
 - 大量データの管理(銀行,証券,健康,政府,
 - ハードウェアの構築,修理,デザイン,...

人工知能研究

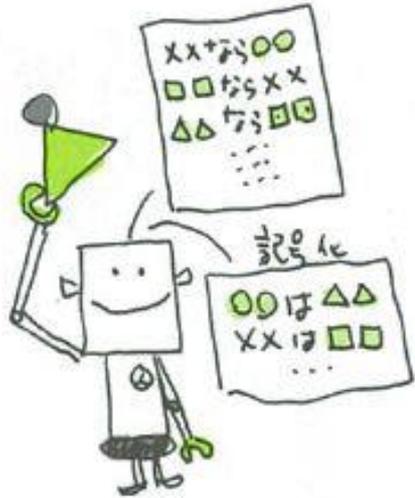
ゲーム エキスパートシステム 情報検索
ヒューマン インターフェイス 音声認識 データマイニング
画像認識 ニューラルネット ロボット
感性処理 自然言語理解 マルチエージェント
推論 探索 プランニング
知識表現 機械学習 遺伝アルゴリズム

人工知能研究(2)

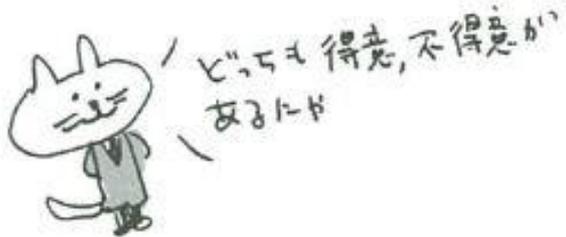
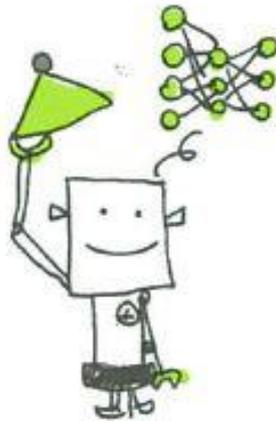


AIのモデル: 2種類; データを入力し、学習させる

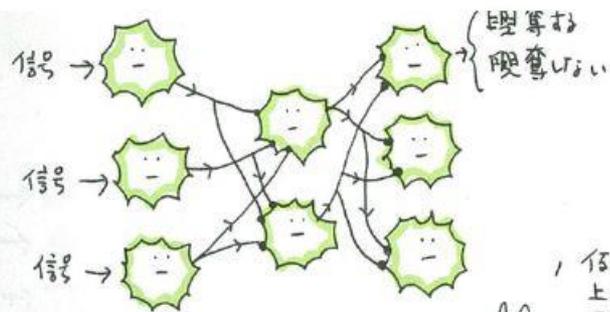
記号を使って思考するAI



ニューラルネットワークを使って思考するAI

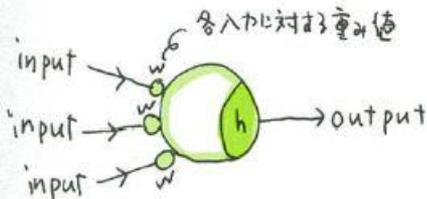
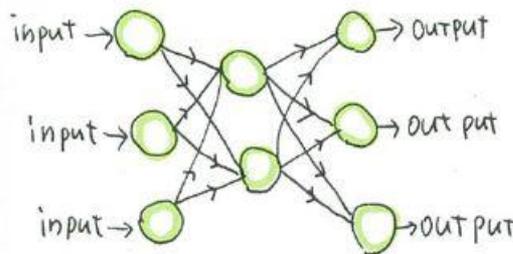


人工ニューロン群、ディープニューロンネットワーク



「計算お
大変らしい」

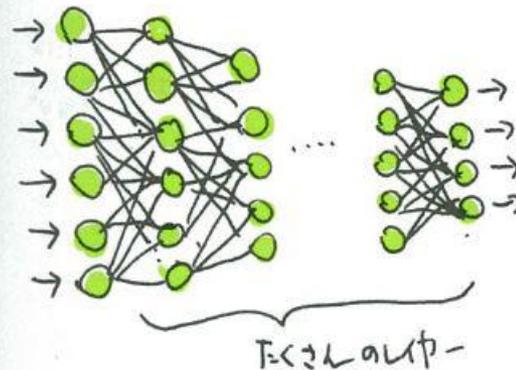
「例としては
上の対応
ニューロンの結合を
数式モデル化すると
下のようになります」



各入力に対する重み値

「ニューロンの仕組みを
モデル化したこと」

(511)
 入力の総量 \geq しきい値 (h) \rightarrow 1 を出力
 入力の総量 $<$ しきい値 (h) \rightarrow 0 を出力



「たくさんレイヤー」

「ディープラーニング」は
 とても「たくさんレイヤー」が
 (ニューロンと同じ)
 「たくさんレイヤー」で構成される
 こと



機械の知能は測れるか

- ◆ チューリングテスト(Turing test)
- ◆ Loebner Prize
- ◆ ゲーム競技
- ◆ ロボカップ
- ◆ Darpa Grand Challenge (無人運転競技)
- ◆ European Land-Robot Trial (無人運転競技)
- ◆ Google Driverless Car (免許書を取得した)
- ◆ Kaggle(予測モデリング及び分析手法関連プラットフォーム)
- ◆ NTCIR(情報検索、質問応答、要約、テキストマイニング、機械翻訳)

1.2 人工知能の基礎

- ◆ AIとは知覚、推論、行動を可能にする計算についての研究である。Winston 1992
- ◆ AIとは環境に存在し、知覚、行動するエージェントの研究である。Russell 1995
- ◆ AIとは知的に振る舞うコンピュータプログラムの設計と研究である。Dean 1995

人工知能の定義

◆ AIとは計算モデルを用いて

- 知的システムの設計や構成に関する研究である
- 人間の知的能力に対する解明や解析に関する研究である

◆ 環境を認識し、人間のように行動するコンピューティングシステムの研究と設計

合理性(rationality)、合理的システム

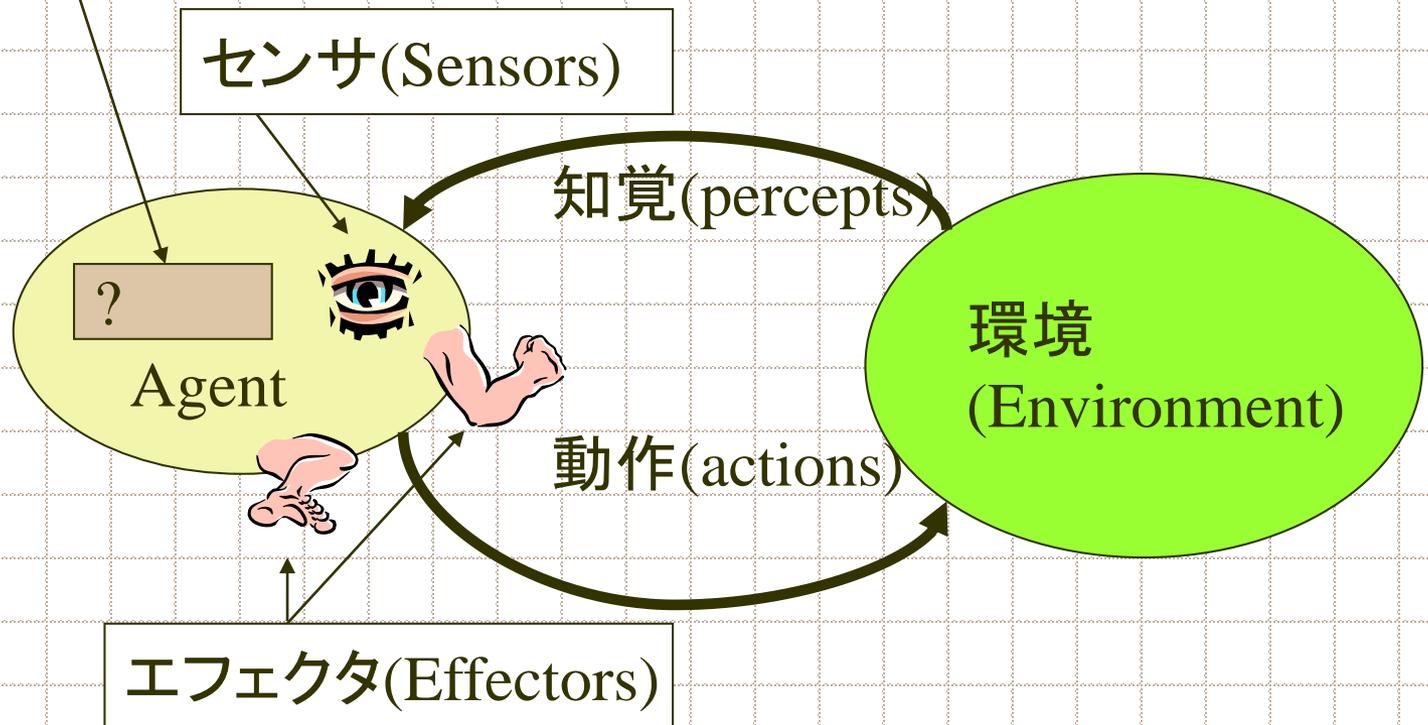
- ◆ 与えられた知識のもとでシステムが正しいことをするということである。
- ◆ 合理的に考えるシステム
 - 「計算モデルを用いた心の機能の研究」
 - 「認識、推論、行為を可能にする計算の研究」
- ◆ 合理的に振る舞うシステム
 - 「知的を計算プロセスとして説明・模擬することを目的とする研究分野」
 - 「人工物の知的行動に関する研究」

おのおののアプローチ (approaches)

- ◆ 人間のように行動する(チューリングテストアプローチ)
- ◆ 人間のように考える(認知モデルアプローチ)
- ◆ 合理的に考える: "思考の法則"によるアプローチ
- ◆ 合理的に行動する: 合理的エージェントアプローチ

エージェントアプローチ (agent approach)

どのように設計する? 問題解決プロセス



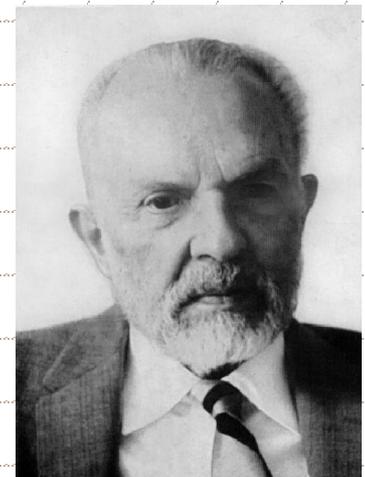
1.3 人工知能の歴史

- ◆ 人間と同じように学習する機械を実現する。
 - プログラミングを、記号論理によって行う。
 - コンピュータが演繹的に、あるいは経験から帰納的に新しい知識を発見できるようにするために、機械学習を実現する。
 - 機械が人間から知識を獲得できるように、人間に適した形でのインタフェースを開発する

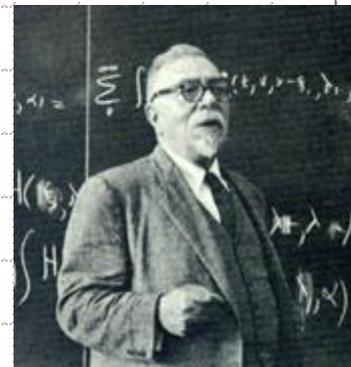
人工知能の歴史(1)

◆ 哲学 (紀元前428-現在)

- アリストテレス(Aristotle)は, 三段論法を開発した.
- 経験主義(フランシス・ベーコン(1561-1626), ジョン・ロック(1632-1704)):「まず感覚の内になかったものは, 知性の内にもない」
- 論理実証主義(Bertrand Russell(1872-1970)):
「すべての知識は, 究極的には感覚入力
に対する観察文に結合される論理的理論
によって規定できる」
- 確証性理論(Carnap(1948)): 観察文と一般的理論との関係—いかにして経験から知識が得られるか—の考察

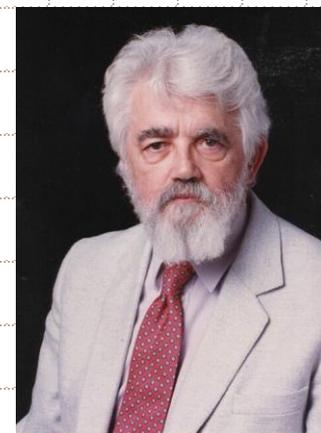


人工知能の歴史(2)



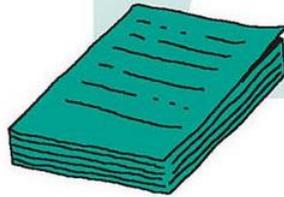
◆ 人工知能の創成(1943-1956)

- MucCulloch & Pitts(1943): 人工的ニューロンモデルの提案
 - ◆ 命題論理との等価性を示した.
 - ◆ ニューロンの学習可能性を示唆した.
- Norbert Wiener(1948)は、動物と機械における制御と通信に関する理論「サイバネティックス」を提唱した。
- シヤノン(1950)とチューリング(1953)は、チェスプログラムを書いた。
- ジョン・マッカーシーは、ダートマスワークショップを企画し、開催した。ワークショップには、ミンスキー、シヤノン、ロチェスター、サミュエル、ソロモノフ、アラン・ニューウェル、ハーバート・サイモン等が参加した。
- マッカーシーは、新しい学問領域にArtificial Intelligenceの名前を冠した。

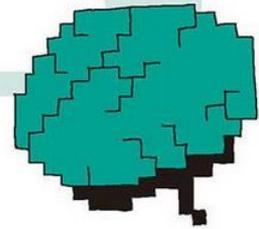


AIの 3つの バブル

第1次人工知能ブーム (1956年～1960年代)



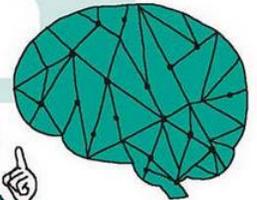
AIの誕生



第2次人工知能ブーム (1980年代)

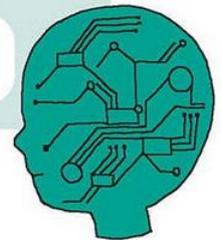
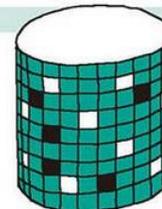


人間が判断のルールを AI に教える



第3次人工知能ブーム (2013年～)

AI が大量のデータからルールを学習



人工知能の研究の歴史

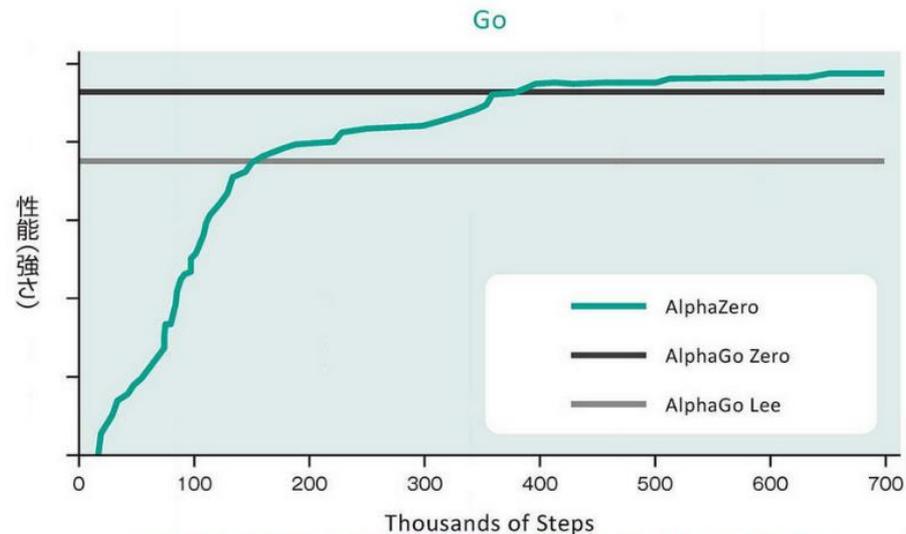
1946	コンピュータ ENIAC の発明
1950	Turing, 知的な活動の判断方法としてチューリングテストを提唱
1956	ダートマス会議
1957	Newel, Shaw, Simon, 汎用の問題解決プログラムGPSを開発
1958	LISP 言語
1961	Bernstein, チェスプログラムを開発
1965	Weizenbaum, 会話システムELIZAを開発
1966	Quillian, 意味ネットワークを開発
1967	Feigenbaum, 化学構造式決定システムDENDRALを開発
1970	Winston, 概念学習システムARCHを開発
1971	Winograd, 自然言語処理システムSHRDLUを開発
1972	Prolog 言語

人工知能の研究の歴史

1974	Shortlife, 医療診断システムMYCINを開発
1975	フレーム理論
1976	Lenat 学習システムAMを開発
1978	Stefik ら、遺伝子の実験計画システムMOLGENを開発
1979	EMYCIN、Myers ら、医療診断システムを開発
1980	Hayes-Roth ら、黒板モデル発表
1982	第5世代プロジェクトが開始(1982-1995)
1984	Lenat, 巨大知識ベース開発のCYCプロジェクトを開始
1997	チェスプログラムDeepBlueが人間のチャンピオンに勝利
2011	質問応答システムWATSONとクイズ番組JEOPARDY!
2016	Google DeepMindのAlphaGo(アルファ碁碁) 李世石(Lee Sedol)との五番勝負で3勝(最終的に4勝1敗) DeepLearning技術、 人波(画像、音声、...)の認識力、 機械学習(ビッグデータから)

2017年: AlphaZero

AlphaZero の性能



縦軸は性能（強さ）、横軸は学習時間で、100k ステップは約5時間に相当する

出所：Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm (arXiv:1712.01815v1)、David Silver 他を元に作図

AlphaGo の変遷

バージョン	発表時期	対戦成績	特徴	対戦に使用したハードウェア
AlphaGo	2016年1月	李世ドルに4:1で勝利	有段者の棋譜を学習に利用	176GPU 48TPU
AlphaGo Zero	2017年10月	AlphaGo Master [※] に89:11で勝利	人間の棋譜を利用していない	4TPU
AlphaZero	2017年12月	AlphaGo Zeroに60:40で勝利	人間の棋譜を利用していない 囲碁だけでなく、チェスと将棋のAIのチャンピオンにも勝利	4TPU

出所：野村総合研究所

※AlphaGo MasterはAlphaGoの改良版

人工知能の研究開発の歴史

2017	AlphaZeroを開発
2018	スマートスピーカ(alexa, google homeなど)を販売 金融システムにAI取引エージェントが8割になった Teslaの自動運転車の販売を開始
2019	MuZeroを開発、論文の発表 Immersive VRと教育のエージェントシステムを発表(保護現場の研修、児童教育の研修)
2020	Alpha Fold 1, Alpha Fold 2 タンパク質の構造予測システム COVID-19対策のAIシステムを研究開発 GPT-3言語モデル用いてチャットボット、NVIDIAの音声からビデオキャラクター
2021	LaMDA (Language Model for Dialogue Applications) 対話システムのために言語モデル Google Facebookの音声翻訳システムの通訳エージェント GANs, Transformers, などの生成システムの活用

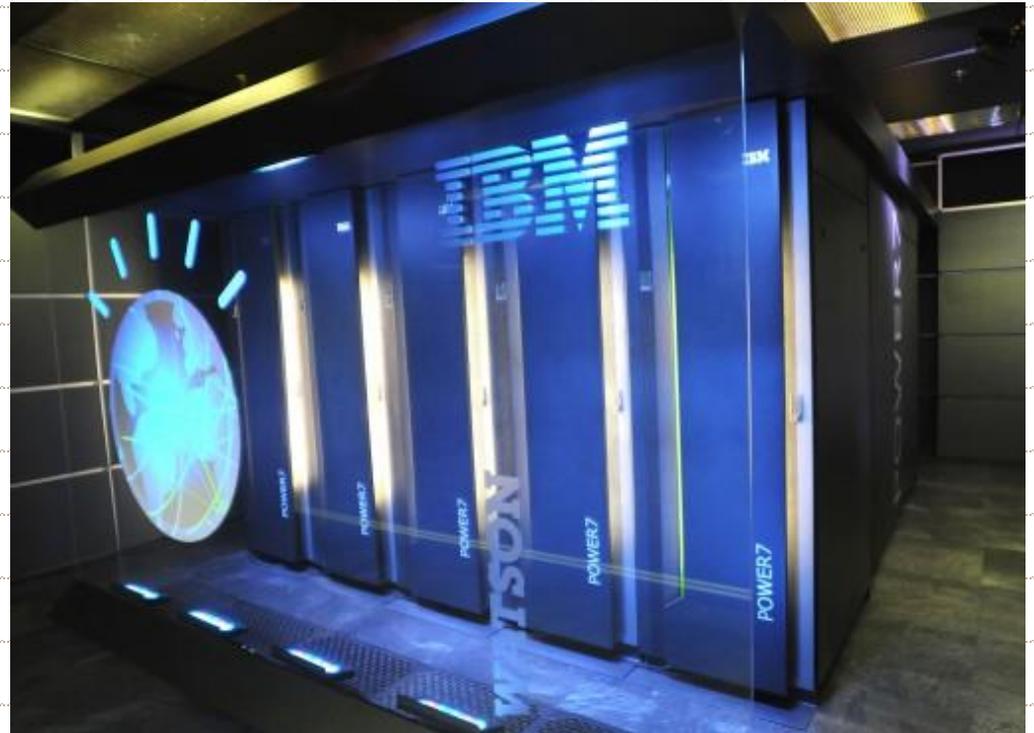
◆ もっと詳しく内容は次のリンクを参照しましょう

<https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AIhistory.html>

問題解決エージェント(Problem Solving Agents (1))

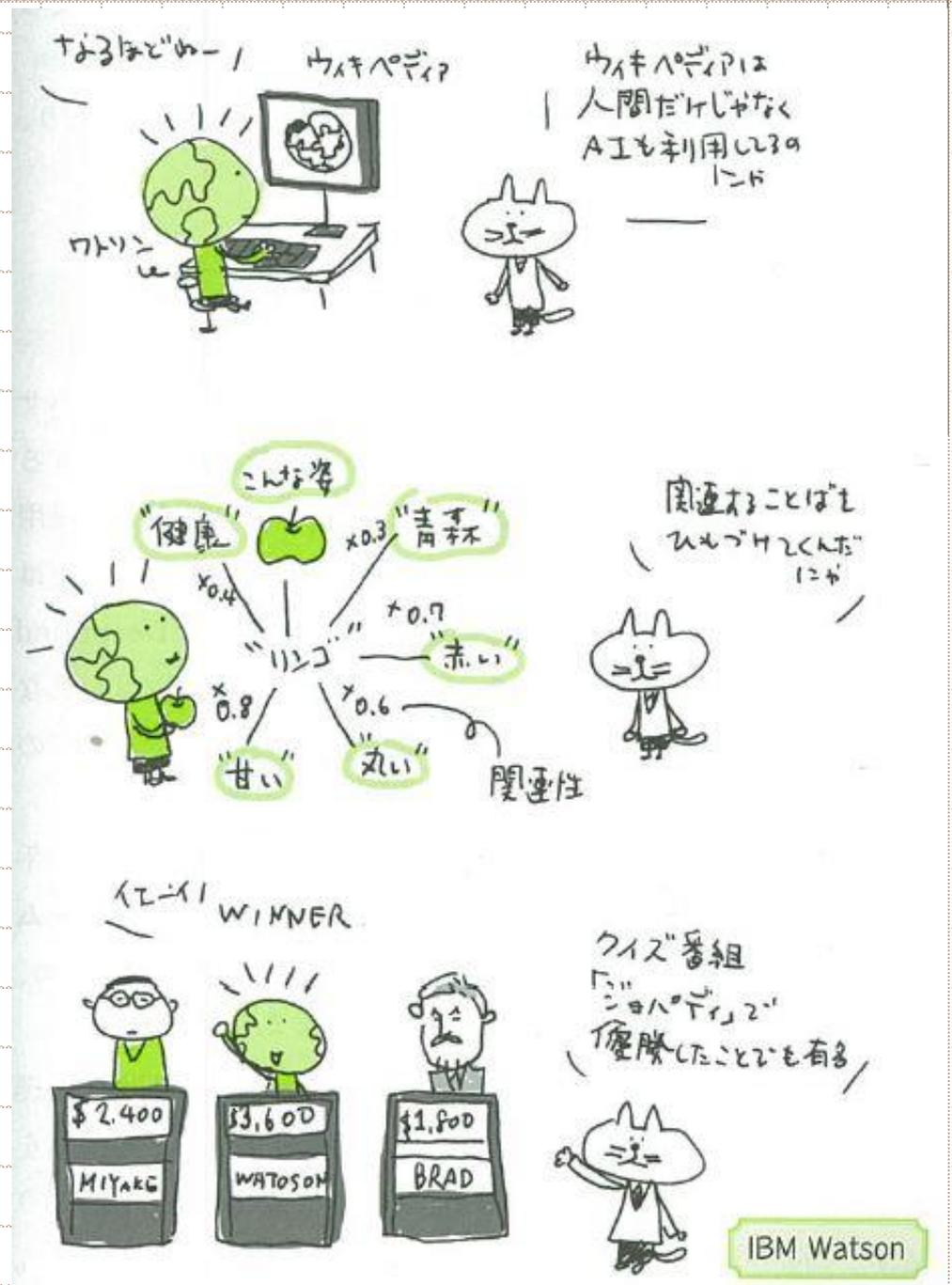
- ◆ 自動化する
- ◆ ゴールを達成する

IBM Watson: クイズ番組
のエージェント(人工知能)



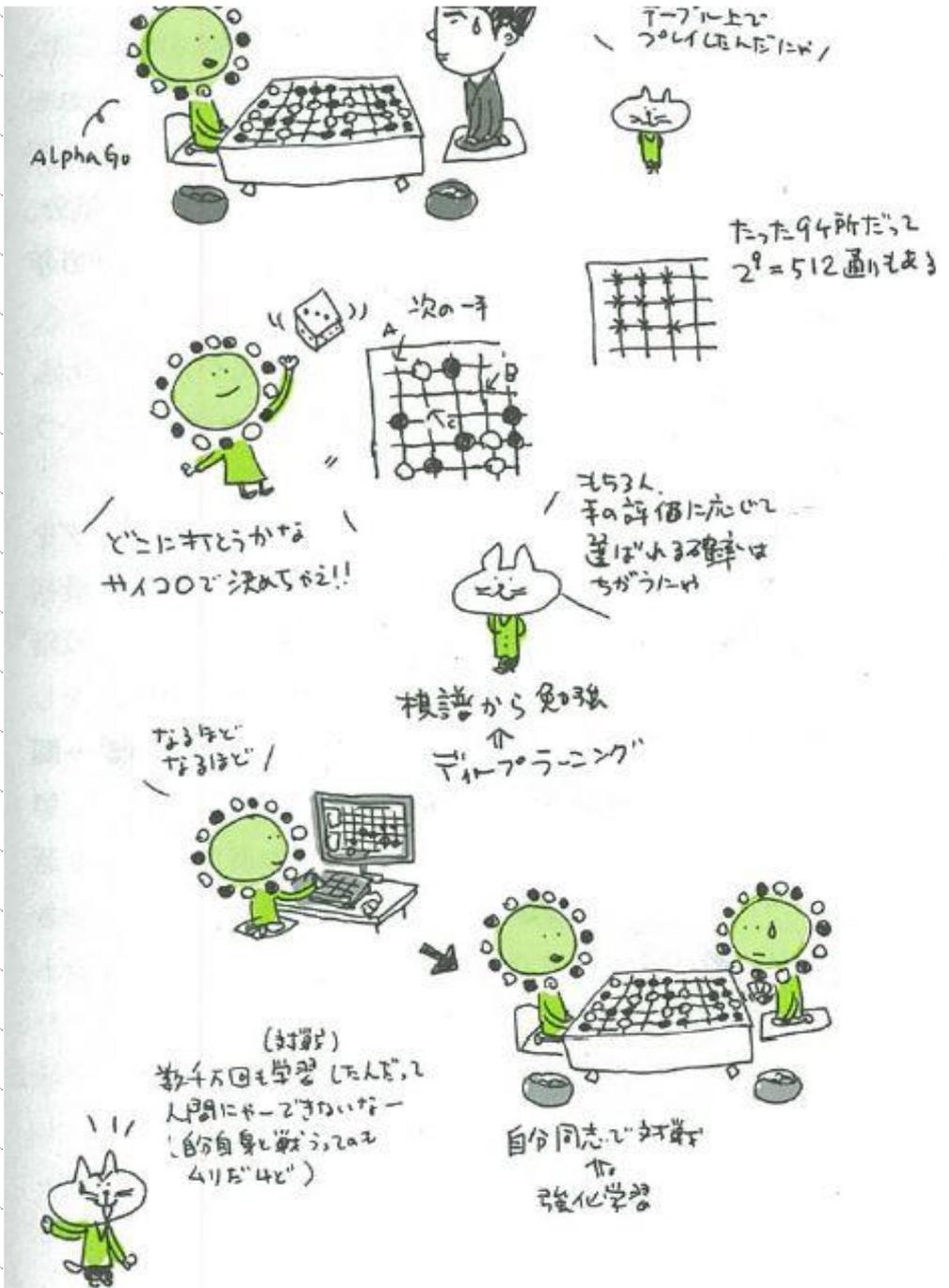
概念辞書を用いたAI

IBM Watson: クイズ番組のエージェント(人工知能)



AlphaGo

囲碁の エキスパート システム



人工知能基礎の研究対象

◆ 推論機構

◆ 機械学習

◆ プラニング

◆ 知識表現

◆ 自動化推論

◆ 論理プログラミング

◆ 知識ベース

◆ 自然言語処理

◆ メディア理解、知能ロボット、分散AI、知的エージェント、応用システム

問題解決

◆ 問題解決は、問題空間で「最良の」解決策を見つけること

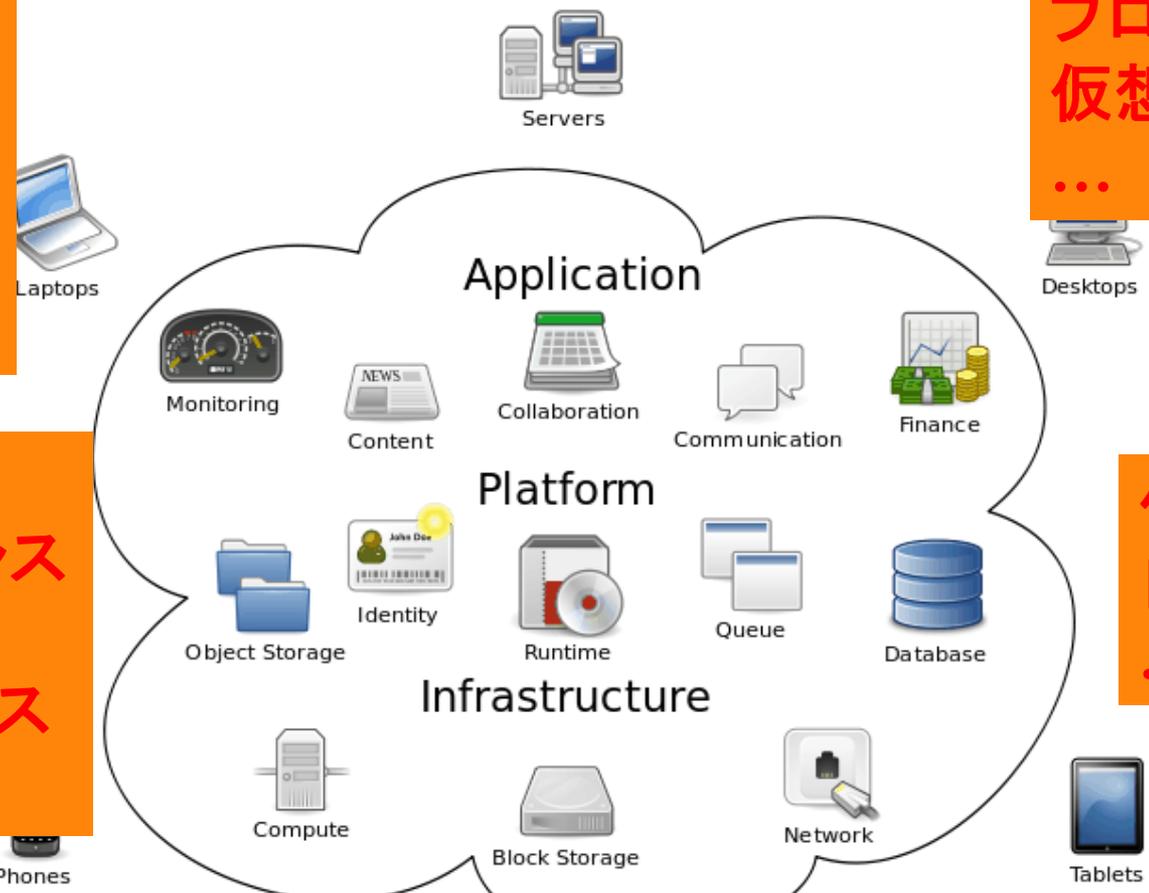
- 思考は解または部分解を解釈または正当化する
- プランニングは問題を解決する方法を見つける
- 抽象的に考えることは問題解決プロセスをシミュレートすることですシステム内(脳)。
- アイデア/言語の理解は、データ/問題/知識の表現のための方法(または手段)。
- 学習は問題を解決するためのより良い方法を見つけるためのプロセスです(または問題のクラス)。

人工知能の研究と現代

HFT
高頻度取引
暗号化
ブロックチェーン
仮想通貨
...

災害対策
環境問題解決
宇宙探究
創薬の研究
...

Apps
データサイエンス
情報科学
ライフサイエンス
...



作業効率化
自動化
...

Cloud Computing

1.4 関連分野、応用

◆ 認知科学

◆ ニュロ科学

◆ 言語科学

◆ 哲学と倫理

...

◆ オントロジ

◆ システム制御、ロボット

◆ 顔認識、音声認識、スケジュール管理

...

ロボットとは？

- ◆ 具現化されたエージェント
- ◆ 生来の知識はありません



<http://en.wikipedia.org/wiki/ASIMO>



[http://en.wikipedia.org/wiki/Android\(robot\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android(robot))



**しゃべって
コンシェル**

してほしいこと、
知りたいこと。
話しかければ
スマホが
こたえてくれる。

無料

A red smartphone icon with a white screen, positioned at the bottom right of the advertisement.

日本のこだわり 2015年2月発売

◆ ロボット, アンドロイド, ゲーム, App



[http://en.wikipedia.org/wiki/Nao_\(robot\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot))

[http://en.wikipedia.org/wiki/Pepper_\(robot\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Pepper_(robot))



「ともだち家電」

人工知能 ココロエンジン (RX-V100/RX-V90/RX-V80/RX-V60)

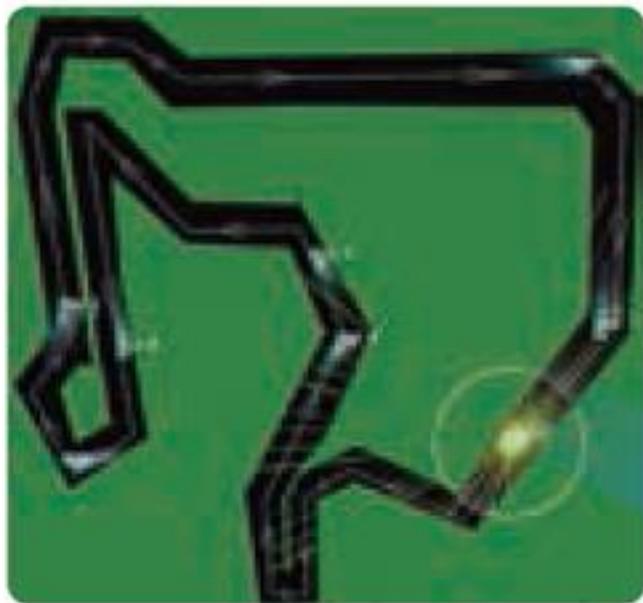
COCOROBOが今どんな状態か音声で伝えたり、リモコンなどの操作に音声で応答します。



その時々状況に応じて気分が3段階で変化し、多彩に反応。



図 自動運転のコンピューター・シミュレーション



コンピューターの画面上で仮想のクルマにコース上を周回させ走行を学習させる

ミニカーでも交差点をスムーズに走行可能になった



GANsと顔生成、OpenAI(GPT-3), QuickChat.ai, Synthesia.io

Audio-Driven Facial Animation by Joint End-to-End Learning of Pose and Emotion

TERO KARRAS, NVIDIA

TIMO AILA, NVIDIA

SAMULI LAINE, NVIDIA

ANTTI HERVA, Remedy Entertainment

JAAKKO LEHTINEN, NVIDIA and Aalto University

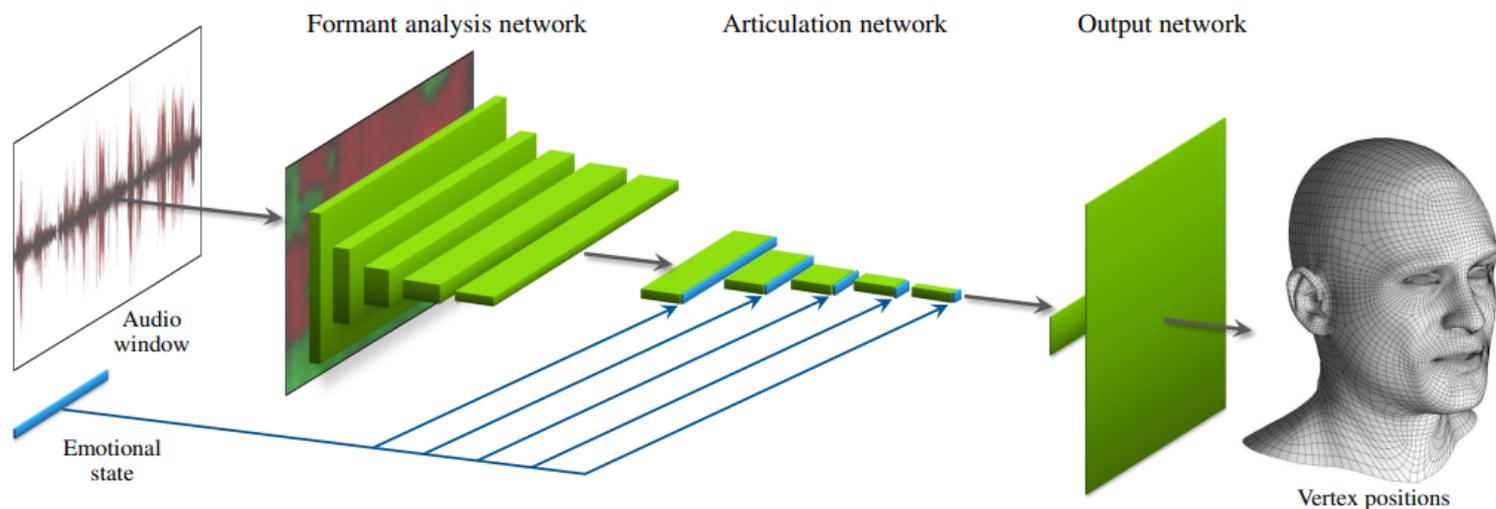
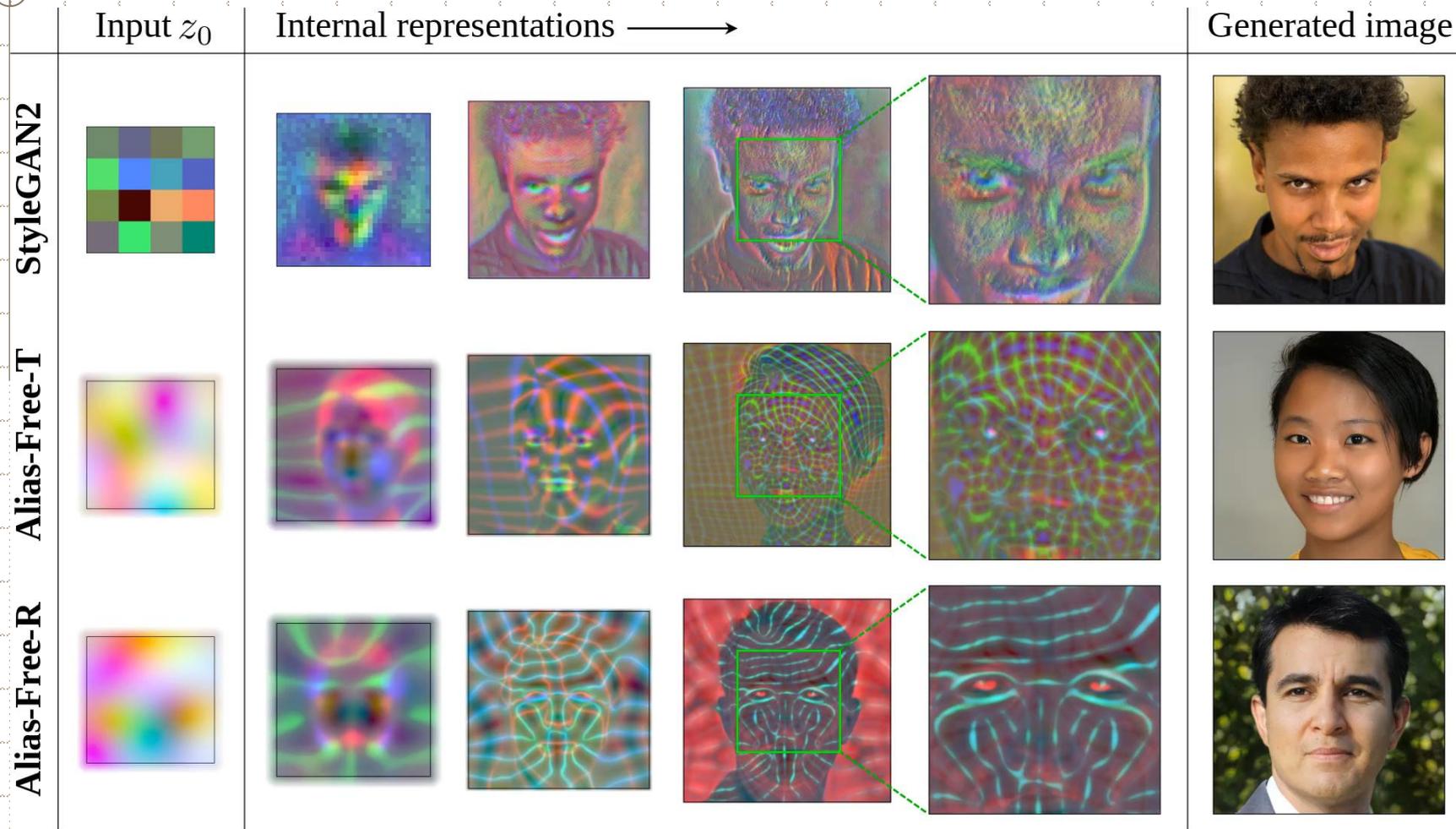


Fig. 1. Our deep neural network for inferring facial animation from speech. The network takes approximately half a second of audio as input, and outputs the 3D vertex positions of a fixed-topology mesh that correspond to the center of the audio window. The network also takes a secondary input that describes the emotional state. Emotional states are learned from the training data without any form of pre-labeling.

GANsと顔生成のデモ

NVIDIA Terros Karras et al. (2019)



AIの新時代、難しいこと

- ◆ SFのマトリックス時代
- ◆ 「心」をもたせることはできるのか
- ◆ 「AIもつコモンセンス」は何時か実現できるか
- ◆ 人間のような理解はAIがどのようにつくれば、完璧になる。例えば、無制約完全自動運転車は可能か又は宇宙旅のロボット群の開発
- ◆ 統合的なシステムの構築
- ◆ AIはある状況から別の状況に類推する能力が限られています

1.5 まとめ

- ◆ AIの概念: 定義、歴史、研究の流れ
- ◆ 一番大事は応用
 - 自分で賢いシステムを作るのは大事
- ◆ 入出力に集中(言語、動作、視覚)
- ◆ AIの理想: 将来の予測(天気のように)
- ◆ 人間代わりに問題を解決する