

ロボティクスプロジェクト 全体構想

2020年11月
プロジェクトリーダー
美濃 導彦

ミッション

こころの計算論に基づくロボティクス研究
—インビジブルロボットの実現—

人間の認知機能を中心とするこころ(認知、記憶、思考、運動、感情、社会性)のメカニズムを計算論的に解明し、ロボット実装を通じて構成論的に実証する。

科学的方法論に加えて構成的方法論を併用する。

脳を科学的に調べても心は解明できない

信号を処理しても意味は見つからない

基本戦略

【心の計算論的解明】

- 認知科学、心理学の研究成果の計算論的解釈
- ロボットに実装できる人間の認知的、心理的メカニズムを解明する

【ロボティクス研究】

- インビジブルロボット
- 脳型AI(ロボットアーキテクチャ)
- ロボットは人間をさりげなく支援する

心の計算論的解明

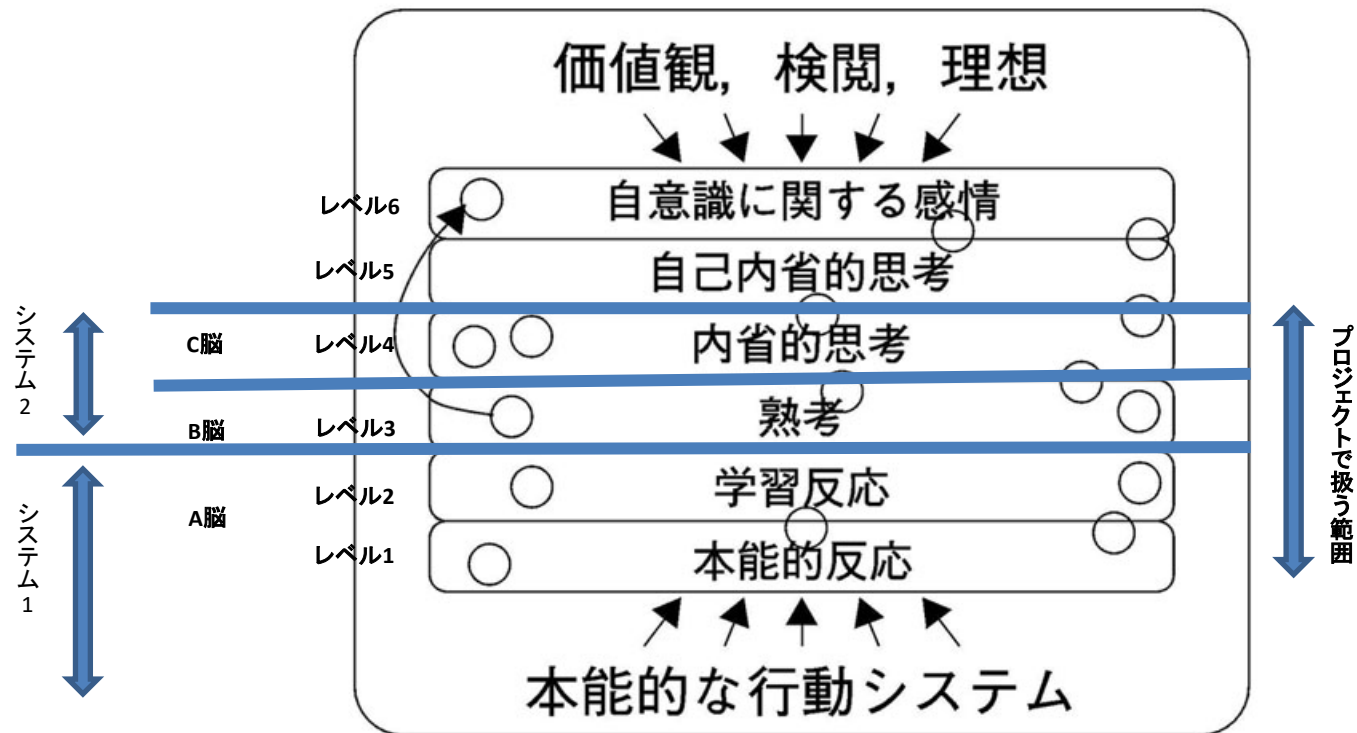
- Marvin Minsky, Daniel Kahnemanらの心理学的知見の計算論的解釈
 - Minskyの心の計算論の解釈
 - Kahnemanの認知バイアスの計算論的解釈
- ロボットとして役に立つ心理学的知見の研究
 - 感情コミュニケーションに関する計算論
 - 認知バイアスに関する計算論
 - パーソナリティに関する計算論

ロボティクス研究

- 実装するロボット: インビジブルロボット
 - ロボットを“使う”という意識がない
 - (運動レベルでも, 思考レベルでも) 人の主体感を妨げないロボットによる支援
 - ロボットは人の命令に従うだけでなく、自律的に支援する
- 実装する手法
 - 脳型AIのアーキテクチャ
 - 人をさりげなく支援する枠組み
 - こころの機能の一部をロボットに組み込む

脳型AI

Minskyの心の計算論を参考にしたアーキテクチャ設計
—レベル1～4の実現を目標とする—



心的活動の6階層モデル

脳型AIの全体アーキテクチャ概要

多層記憶モデル

サイバー世界

自己? 目的を設定

知識・常識

C脳
(内省)

自己表現

自己に関する記憶

内省的思考

Output

Input

B脳
(熟考)

経験表現

経験記憶

熟考

Output

シンボルレベル表現

Input

A脳
(反応)

特徴量レベル表現

特徴量記憶

学習反応

Output

信号レベル表現

Input

本能的反応

動作

発話

触覚

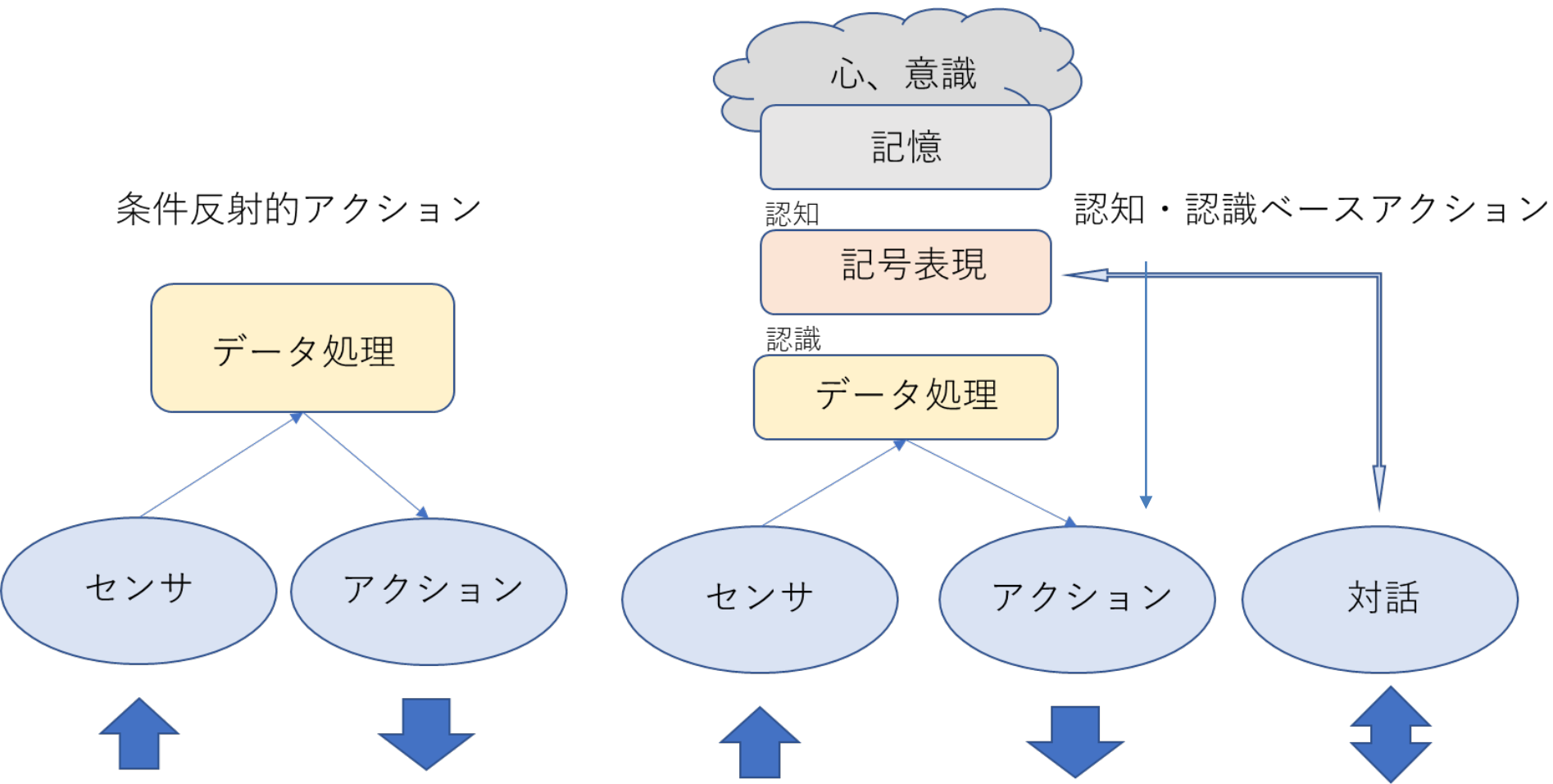
画像

音声

実世界



従来のロボティクスとの違い

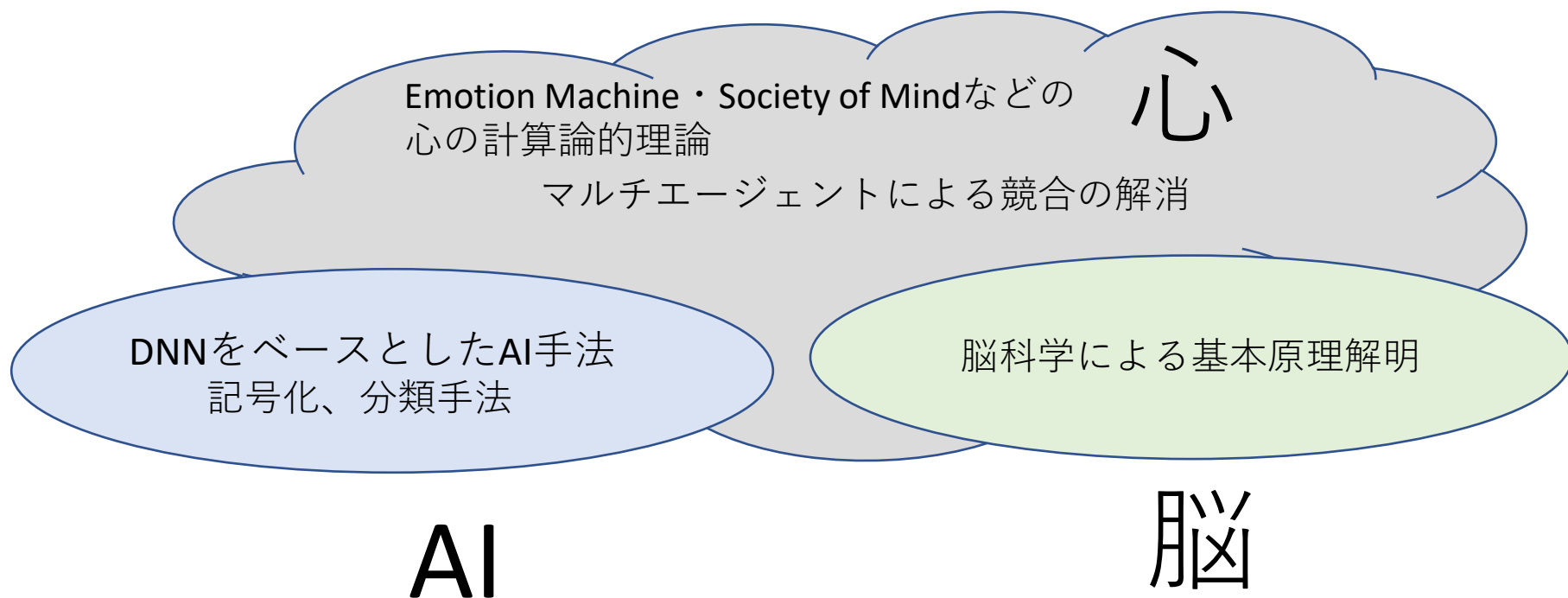


フィジカル世界

従来のロボティクスAI

プロジェクトで目指すAI
アクションと言語の統一性
行動の一貫性

脳の研究、心の研究、AI研究の関係



ロボットでの
構成的認知機能の実現



人間の脳機能，心の解明
による研究成果

人間をさりげなく支援する枠組み

- さりげない支援 = (支援される人間がやりたい事) - (支援される人間ができること) $\pm \Delta$ (金出の方程式)
 - 支援される人間がやりたい事
 - 人間観測から意図推定
 - 支援される人間ができること
 - その人間の過去の行動データから推測する方法を研究
 - Δ : どう支援するか of 匙加減
 - 支援方法、タイミングの決定
 - 状況に応じて支援を選択する戦略

研究戦略（アプローチ）

- AI（工学）と脳科学と認知科学を統合した研究アプローチ
 - 脳型AIは、低次の感覚運動処理とより記号操作の関わる高次脳機能を統合する。
 - 感情の理解と表出の両方を同じ仕組みで実現する。
 - 古典的記号処理AIと機械学習中心の最新のAIを組み合わせる。
- 人間の持つ認知機能をできるだけ脳型AIで実現
 - 人間の状態を筋肉活動のレベルから認知活動のレベルまで含めて幅広く認識し、次の行動を予測。
- 心（感情）の表出に必要な機能を実装
 - 顔の表情創出や無意識のしぐさなどを設計。
 - 対話におけるノンバーバルな情報の利用。
- 経験記憶の表現形式や検索方法を定め、経験に基づいて表情や発話を創出。

目標とするインビジブルロボット

特定の人間とその環境を観測して認知し、その人間の行動を予測して、さりげなく支援するロボット(自分を支援するアバターロボット)を構築する。

【物理的アクション】外骨格系インビジブルロボット:運動機能支援

- 日常動作支援や身体機能を強化する
 - 人間を物理的に支援する。
 - 支援された人間は主体感を持てるようにする(主体的に動いているような感覚)

【言語的アクション】自立型インビジブルロボット:フレイル予防, Well-beingの向上

- 特定個人と生活を共にする
 - フレイル予防とプレフレイル検出
 - Well-beingが向上した状態を創出、維持
- 対話と身体的サポートによる高齢者の支援(被支援者の主体性が重視される)。
- 対話して個人適応することにより主体感に似た感覚を与える。
- 被支援者がロボットを助けることによるWell-beingの向上(被支援者の主体性が必要)。

研究方法

すべてのチームが共同してロボットを実装する

1. ロボットの全体アーキテクチャを設計し, 各機能をモジュール化して, モジュール間のインターフェースを定義する. 各モジュールを担当する研究チームを配置する.
2. ロボットハードウェアはプラットフォーム化し, 自立型, 補助型など, 形態にかかわらず統一的に扱う.
3. ロボットのタスクを定め, そのパフォーマンスを評価
 1. 人間らしい認知能力を持っているか?
 2. 人間らしい動作をするか?
 3. 利用者を喜ばせているか? 「こころ」を感じるか?
4. 評価結果に基づいてアーキテクチャの見直し, モジュールの機能を改善, 高度化する研究を行う。

長期目標とそれはなぜ難しいか

- 日常の現場で実際に長期に渡って活躍できるロボットを作る
 - 真のパートナーとなり得るロボット。
 - さりげない支援ができるロボット。
 - 現状では、そのレベルを達成したロボットは無い。
- 原因：自然なコミュニケーションができていない。
- 解決への方策：コミュニケーションを成り立たせるためには、人（被支援者）やその人のおかれた環境を認識し理解することが必要。
- 「認識と理解」の実現には、次のKPIが必要！

技術目標 (KPIのために)

- データの自律的収集:
ロボット実装において学習に必要なデータを自律的に収集するメカニズムを構築
- メディア統合:
人間の五感に相当する信号を統一的に処理し認識する。異なる形態のロボットや環境からのセンサー情報などを統一的に扱える知覚認識システム
- 記憶の記述と検索:
連想記憶的な機能(過去の記憶からその瞬間の対応に必要な記憶を呼び出す)が必須
体験(対話と動作)を記憶し、それを検索して次の対話や動作に活用する
記憶のストーリー化が必要
- 個人適応:
ロボットは特定の人間と一緒に生活し、その人間に関するあらゆる情報を収集し、記憶し、それを活用する。人のやりたいこと(意図)推定技術、人の能力推定技術、その人に合わせたロボットの表出戦略(ロボットの個性表出技術)
- 顔で感情を表現するロボット
ロボットの表情を豊かにするために顔を重視したロボットを設計する
目や口元は特に重要。瞳の大きさを制御する機能、喜怒哀楽を表現する表情表出機能。
- 理由説明:
支援においては「なぜその支援をするのか」を推論に基づいて決定し、理由を言葉で説明しながら支援する