

知能共進化のための実践知能アプリケーションプラットフォーム PRINTEPS

PRINTEPS: Practical Intelligent Applications Platform for Coevolution of Intelligence

山口 高平^{*1} 中野 有紀子^{*2} 斎藤 英雄^{*3} 森田 武史^{*4} 青木 義満^{*5}
Takahira Yamaguchi Yukiko Nakano Hideo Saito Takeshi Morita Yoshimitsu Aoki
萩原 将文^{*3} 斎藤 俊太^{*5}
Masafumi Hagiwara Shunta Saito

^{*1}慶應義塾大学理工学部管理工学科

Department of Administration Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

^{*2}成蹊大学理工学部情報工学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, Seikei University

^{*3}慶應義塾大学理工学部情報工学科

Department of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology, Keio University

^{*4}青山学院大学社会情報学部

School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

^{*5}慶應義塾大学理工学部電子工学科

Department of Electronics and Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

Recently, AI applications such as IBM Watson and Siri have received much attention. These are question and answering systems that apply intelligent processing technologies such as inference mechanisms and machine learning to stored computable knowledge representations from the large amount of formal knowledge described by natural languages, numeric characters, figures, and tables. However, the framework of the systems has not developed sufficiently enough to improve each other's intelligence by mutual collaboration between humans and machines. The purpose of this research is to explore the framework for coevolution of intelligence, which refers to the coevolution of human intelligence and machine intelligence through the multimodal interaction between humans and machines. Specifically, we have developed a platform named PRINTEPS (PRactical INTElligent aPplicationS) that enables the development of practical intelligent applications in each domain efficiently. This paper describes the background and design principle of PRINTEPS.

1. はじめに

近年、クイズ人工知能「ワトソン」、音声アシスタント「SIRI」や「しゃべってコンシェル」、意味検索エンジン「知識グラフ」などの AI アプリケーションに関心が高まっている。しかしながら、これらの AI は、言葉・数字・図表で記載された大量の形式知をコンピュータ操作可能な知識表現形式により蓄積し、推論機構や機械学習などの知的処理技術を適用して、人からの問合せに答えるシステムであり、人と機械が相互に連携して、お互いの知能（＝知識・データ＋知的処理）を高めていく「知能共進化 (Coevolution of Intelligence)」の枠組みには至っていない。

知能共進化を実現するには、人と機械がマルチモーダル（知識、対話、表情、視線、姿勢、動作、環境）でインタラクションをとることを通して、様々なレベルで、人の知能と機械知能が互いに進化し続けていく枠組みが必要になる。以下においては、知能共進化の提案背景、そのプラットフォーム PRINTEPS (PRactical INTElligent aPplicationS) の設計方針について述べる。

2. 知能共進化の提案背景

知識システムの研究では、エキスパートシステムの開発に伴う知識獲得・維持ボトルネック解消のために、1990 年代以降、モデリングプリミティブ（概念化仕様）としてのオントロジーの研究が始まり、現在では、多数のオントロジーが利用可能である。近年、オントロジーは、セマンティック Web や Linked Open Data の知識基盤にもなり、Web 上の大規模テキストデータを理解する事に貢献しているが、これらの知識型 AI システムは、テキスト等から外在化された形式知を利用した推論に留まっており、ユーザが問いかけ、アプリが答えるという、役割が固定された相互作用になっている。

音声対話システムの研究でも、Siri やしゃべってコンシェルのような双方向音声アシスタントが普及してきたが、やはり、同様の役割に固定された相互作用に留まっている。画像理解の研究でも、深層学習などの最新の機械学習を利用して、顔・姿勢認識、トラッキング、画像センシングなど、様々な応用研究が成されているが、画像と知識・言語との連携は深くは探求されておらず、システムがユーザに能動的に働きかけるような相互作用は実現されていない。

一方、認知知能心理学における人の知能に関する知見に目を向けると、H. E. Gardner が多重知能理論 (Multiple Intelligence) を提唱しており、人の知能は 7 種類程度の知能（言語、数理、芸術、身体運動、空間、対人、内省）から構成されると

連絡先: 山口高平, 慶應義塾大学理工学部, 〒 223-8522
神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, 045-566-1614,
yamaguti@ae.keio.ac.jp

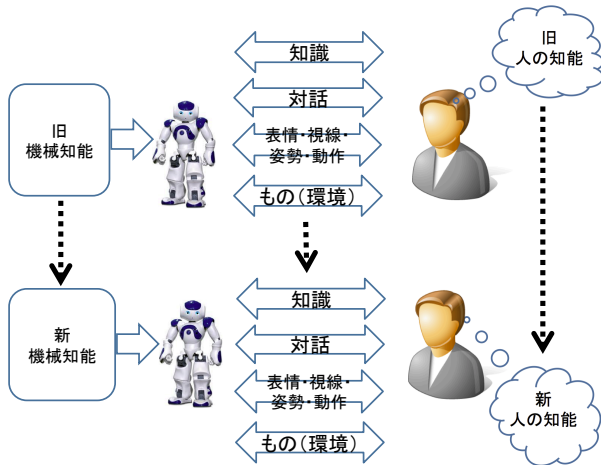


図1: 「知能共進化」の枠組み

している [ガードナー 01]. R. Sternberg は, IQ (知能指数) が予測できる知的能力の範囲はかなり限定的であり, 現実世界の具体的問題にうまく対処する能力として実践知能 (Practical Intelligence) を提唱している. 実践知能は, 日常生活の現実問題を解決する能力であり, 机上の問題解決ではなく, さらに, この実践知能の分析を進め, 人の知能は, 分析知能, 創造知能, 実践知能という3つの知能から構成され, これらの知能をバランスよく組み合わせることで, 社会的に成功するために必要な知能である成功知 (Successful Intelligence) を獲得できるとし, 成功知を獲得するために核となる知能が, 分析知能と創造知能を利用しながら行動を決めていく実践知能だと説明している [スタンバーグ 98]. Donald A. Schn は, 複合的問題に対して, 状況を観察し, 考えて行動するとともに, 他者と対話し, 自己とも対話 (省察) する事を実行する高度な専門家「省察の専門家」を提唱している [ショーン 01]. マルチモーダルなデータと各領域のオントロジーを橋渡しするプラットフォームがないために, これらのリソースが組み合わせ的に再利用することができないことも明らかになっている.

以上の研究背景から, 図1に示すように, マルチモーダル (知識, 対話, 表情, 視線, 姿勢, 動作, 環境) インタラクショを通じて, 人の知能と機械知能が共に進化することにより, 所与の現実問題を解決していく「知能共進化」の枠組みを探索することが重要と判断し, 具体的な成果物としては, 人と協働可能な実践知能アプリケーションを容易に開発できるプラットフォーム PRINTEPS を開発することとした.

3. PRINTEPS の設計方針

PRINTEPS は, 人と機械が協働するための相互作用を持つことを特徴とする知能アプリケーションを開発プラットフォームである. 図2に示すように, PRINTEPS は, 多重知識ベース, 対話システム, 人センシング, 環境センシング, 記号接地 (記号と物理量の対応付け学習) という5種類のサブシステムを統合し, 知識・対話・表情・視線・姿勢・動作・環境の7モードから成るマルチモーダルインタラクショを実装し, 実時間学習と一括学習の2種類の機械学習により, 5種類のサブシステムが実践知能に進化していくことを実現するものである.

多重知識ベースは, 常識オントロジー, 専門分野の領域オントロジー, タスク処理手順であるワークフロー, 状況判断を言及するルールベース, 判断根拠を提示するゴール木から構成

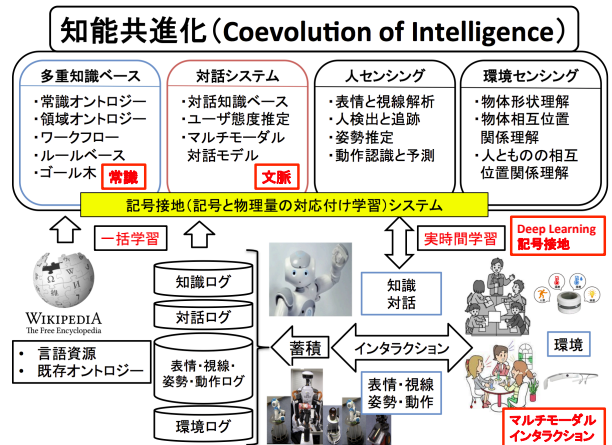


図2: PRINTEPS の概観

され, 日本語 Wikipedia, 言語資源, 既存オントロジー, 関連 Web ページなどから, 初期の多重知識ベースを開発する. その後, マルチモーダルインタラクショにおけるユーザの指摘, および, 知識ベース全体の首尾一貫性テストによって, 多重知識ベースを進化させていく.

対話システムでは, 多重知識ベースに基づき, ユーザの理解度を推定しながら円滑な対話を推進するための対話知識ベースの開発, 人センシングと環境センシングの情報から, 視線・表情・姿勢・動作特徴・対人距離などからユーザの会話参加態度を推定するモジュールの開発, 話す内容の順序, 多人数において話しかける人の選定, 雑談の展開の仕方などを管理する, マルチモーダル対話モデルを開発する.

人センシングでは, 人の表情解析, 人の視線推定, 人の検出と追跡, 人の姿勢推定, 人の行動を認識と予測などのモジュール群を開発する.

環境センシングでは, 単眼・多眼カメラ装置から, 色・距離・温度を推定するとともに, 環境・物体・人物の様々な形状と特徴量を抽出し, 人センシングと併せて, 非言語情報インタラクショ基盤とする.

記号接地システムでは, 畳み込み型とリカレント型の深層学習器を基盤にして, 上述したサブシステム群から得られる, 知識と対話から得られる記号情報と視覚とセンシングから得られる物理特徴量を関連付ける.

4. おわりに

本稿では, マルチモーダル (知識, 対話, 表情, 視線, 姿勢, 動作, 環境) インタラクショを通じて, 人の知能と機械知能が共に進化する「知能共進化」, および, 知能共進化を実装するためのプラットフォーム PRINTEPS の提案背景と設計方針について述べた. より具体的な内容は [森田 15][菅 15][吉野 15][齋藤 15] を参照されたい.

参考文献

- [ガードナー 01] ハワード ガードナー (著), 松村暢隆 (訳): MI:個性を生かす多重知能の理論, 新曜社 (2001).
- [齋藤 15] 齋藤 俊太, 青木 義満: 自律分散型画像センシングモジュール群からなるロボットの知覚システムの検討, 人工知能学会全国大会 (第 29 回) 論文集, 114-5 (2015).

- [ショーン 01] ドナルド ショーン (著), 佐藤学 (訳), 秋田喜代美 (訳): 専門家の知恵—反省的実践家は行為しながら考える, ゆみる出版 (2001).
- [菅 15] 菅 陽哉, 森 雄一郎, 森田 武史, 山口 高平: PRINTEPS を利用した小学校社会科教育実践, 人工知能学会全国大会 (第 29 回) 論文集, 1I4-3 (2015).
- [スタンバーグ 98] ロバート・J・スタンバーグ (著), 小此木啓吾 (訳), 遠藤公美恵 (訳): 知脳革命〜ストレスを超え実りある人生へ〜, 潮出版社 (1998).
- [森田 15] 森田 武史, 山口 高平: PRINTEPS アーキテクチャの構成と実践, 人工知能学会全国大会 (第 29 回) 論文集, 1I4-1 (2015).
- [吉野 15] 吉野 堯, 高瀬 裕, 中野 有紀子: 会話エージェントによる優位性推定に基づくグループ会話への介入, 人工知能学会全国大会 (第 29 回) 論文集, 1I4-4 (2015).

謝辞

本研究は, 科学技術振興機構 (JST) 戦略的想像研究推進事業 (CREST) 「実践知能アプリケーション構築フレームワーク PRINTEPS の開発と社会実践」の支援によって実施した.