

一般教育としての人工知能とデータ科学に関する知識体系の提案

喜多 一¹⁾, 岩根典之²⁾

1) 京都大学 国際高等教育院

2) 広島市立大学 情報科学研究科

1) kita@media.kyoto-u.ac.jp

Proposal of Body of Knowledge in Artificial Intelligence and Data Science for General Education of Informatics

Hajime Kita¹⁾, Noriyuki Iwane²⁾

1) Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

2) Graduate School of Information Science, Hiroshima City University

概要

情報処理学会、一般情報教育委員会では一般教育としての情報教育について、そこで教授する概念的知識の知識体系を GEBOK として作成、公表している。公開されている GEBOK は 2008 年に策定されたものであるが、策定以来 10 年を経て、現在、その改訂作業が進められている。改訂作業にあたっては近年の技術動向から新規に追加すべきものとして、人工知能とデータ科学を取り上げることを検討している。ここでは、現在、改訂に向けて作成している人工知能とデータ科学領域の GEBOK の案について紹介する。

1 はじめに

大学における一般教育として情報教育が多くの大学で実施されていることはわが国の大学教育・情報教育の特徴とも言えるが、その内容は ICT スキルの教育、情報倫理教育、情報についての概念的知識の教育など幅広い。また 2003 年度からは高等学校で必修の教科として「情報」が導入されており、2017 年度には高校の学習指導要領の改訂も予定されている中で、高校教育との接続も考えなければならない。

情報処理学会、一般情報教育委員会では一般教育としての情報教育について、そこで教授する概念的知識の知識体系を GEBOK として作成、公表しており[1]、これに沿った教科書も出版されている[2][3]。公開されている知識体系は 2008 年に策定されたものであるが、策定以来、10 年を経て、現在、その改訂作業が進められている。

改訂作業の中で近年の技術動向から新規に追加すべきものとして、人工知能とデータ科学を取り上げることを検討している。人工知能については、インターネットなどで大量のデータが得られることと、深層学習により、これを処理する技術のブレイクスルーがあったことが大きい、それだけにとどまらず、「シンギュラリティ」[6]など

将来の社会的影響についての議論も生じている。このため、一般情報教育として論点を整理し、適切な知識を教授することの必要性は高いと考えている。

ここでは、現在、改訂に向けて作成している人工知能とデータ科学領域の GEBOK の案について紹介する。なお、本稿で示している案は著者らが担当として作成したもので、現在、一般情報教育委員会で検討中のものである。正式に GEBOK として決定されたものではないことを断っておく。

2 人工知能・データ科学領域の知識体系

GEBOK では、大項目をさらに複数の小項目に分け、小項目ごとにコアとする内容 (○) であるか、選択的内容 (●) であるかを示したうえで、扱うトピックスと学習の目標という形式で示している。以下、この形式にしたがって現在の案を示す。

人工知能とデータ科学領域については図 1 に示す 4 つの小項目で構成している。

GE-AID 人工知能とデータ科学

知的動作をする機械について、人の知能との

対比と構成することの難しさ、歴史的発展の概観、主要な構成方法の考え方、応用と課題を知り、批判的に検討する。

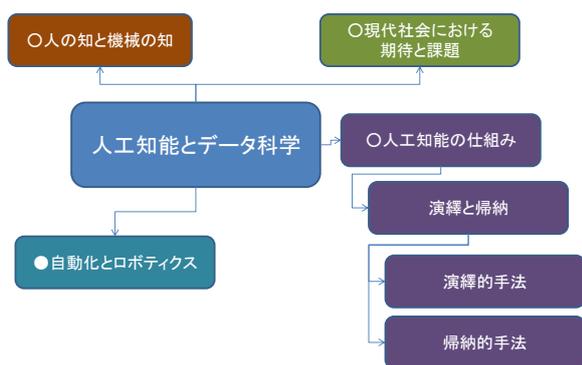


図 1 人工知能とデータ科学領域の構成

OGE-AID1: 人の知と機械の知

トピックス

- 人の知、脳神経系の働き
- 知能の機械による実現、強い AI、弱い AI
- 人工知能研究の進展（人工知能研究の歴史的発展の主要なトピックスを付録に示す）

学習の目標

- 脳神経系の働きを中心に人の知能のメカニズムの概要を知る。
- 知能を機械で実現できるのか、という問いについての論点として例えば、強い AI、弱い AI などの考え方を知る。
- 情報技術の進展と並行して人工知能技術がどのように変化してきたかを知る。

OGE-AID2 現代社会における人工知能・データ科学への期待と課題

トピックス

- 人工知能、データ科学実用化の背景
- 人工知能、データ科学のビジネス機会
- 人工知能、データ科学の社会的課題

学習の目標

- 人工知能実用化の背景やボトルネックの解消について、インターネット、クラウド、IoT、とビッグデータ活用、ディープラーニングなどの AI 技術の出現、センサ、CPU、GPGPU の低廉化、などの状況を知る。

- 上記の動向を背景とするデータ科学という考え方について知る。
- 人工知能やデータ科学のビジネス機会として、ネットワークサービス、セキュリティ、自動運転などを知る。
- 人工知能がもたらす社会的課題として、自動化における倫理の問題、プライバシーの保護、雇用への影響、シンギュラリティなどの論点を知る。

OGE-AID3 人工知能の仕組み

トピックス

- 推論の方法としての演繹、帰納
- 知識の表現、その利用と獲得
- 演繹中心の手法
- 帰納中心の手法

学習の目標

- 知的な機械を構成するための推論の方法として演繹・帰納の考え方を知る。
- 知的な機械を構成するための知識の表現方法と、その利用としての推論、その獲得としての学習を関係づけて知る。
- 対象の記号化と、記号化された空間での解探索を扱う演繹ベースの手法の概要を知る
 - ◇ 状態空間とその探索（含むゲーム木）
 - ◇ 最適化とメタヒューリスティクス
 - ◇ 記号処理のためのプログラミング言語
 - ◇ 限界：組み合わせ爆発、シンボリックな扱いの限界
- 対象から得られるデータから学習により機能獲得を行う帰納ベースの手法の概要を知る。
 - ◇ データからの推論と確率的モデル、2種類の過誤を知る。
 - ◇ 一般化能力とその獲得や検証の必要性について知る。
 - ◇ 応用領域としてのパターン認識を知る
 - ◇ 統計的推論と機械学習について以下の概念の概略を知る。
 - 教師有り学習、教師無し学習、強化学習の考え方を知る。

- 学習機械の構成として NN、決定木、SVM、ディープラーニング

●GE-AID4 自動化とロボティクス トピックス

- 自動化機械の構成、センサ、アクチュエータ、情報処理
- シーケンス制御とフィードバック制御
- ロボットの構成と制御
- 自動化と人間機械系

学習の目標

- 自動化機械を構成するセンサ、アクチュエータとそれをつなぐ情報処理という構成を知る。
- 自動化機械を制御する基本的考え方として、シーケンス制御とフィードバック制御を知る。
- ロボットの構成と制御について、産業用ロボット、自律ロボット、ドローン、探査機、パワーダスーツなどの具体的な例を知る
- 自動化について人間機械系として、その構成と自動化と人間の意図との齟齬などの問題を知る。

3 知識体系と授業実施に向けた課題

知識体系の作成にあたってはいくつかの検討事項があった。

全体としては「人工知能とデータ科学」と題目をつけているが、主要なトピックを人工知能に置き、データ科学の扱いは限定的である。これは、データ科学領域においては統計学が含まれるが、統計学は多くの大学で別途、教授されていると考えられるためである。また、テキストマイニングなどの話題も取り上げていない。

現在、注目されている人工知能技術は機械学習、深層学習など主に帰納的推論を行う手法であるが、GEBOK あるいはそれが背景とする計算機科学領域では帰納的な手法はあまり扱われない。このため、この点については明示的に推論方法として演繹と帰納を位置付けることから取り上げている。

さらに選択的内容とはしたが、自動制御・ロボティクス領域も計算機科学系の専門教育としては J07 でもほとんど扱われてこなかった[7]。また日

本学会議で作成された情報学分野の参照基準でもこのことへの意識は希薄である[8]。しかしながら、ここでは今後、重要となる領域として取り上げた。

また、人工知能はその実用化に際してさまざまな倫理的問題を惹起する。この点については情報倫理教育との連携なども考えて行く必要がある(文献[4]、49-50 ページのコラム参照)。

一般情報教育はその取り扱う範囲が広範であるとともに、担当者は必ずしも情報領域の専門教育を受けていなかったり、あるいは情報領域での研究に従事している訳ではないことや、非常勤講師が担当する割合が高いことも調査により示されている[5]。このため、知識体系を示しただけでは実際の教育の現場で授業が展開されることは期待しにくく、授業実践を具体的に支援する環境作りが求められる。

その一つは学生が何を達成すべきかを示した評価基準である。例えば[4]では一般情報教育における概念的な知識の学習についてルーブリック形式の評価基準を示しており、これなどを参考に評価基準を定める必要がある。

また、教科書や授業スライドあるいはビデオなど、実際の学習用コンテンツが求められる。これについては授業時間外の学習を促進し、反転授業などの授業形態も支援できるコンテンツの整備が望まれる。

さらに、一般情報教育に充てられるコマ数、履修要件とする単位数などは大学によってさまざまである。現在公表している GEBOK は通年 4 単位の科目での実施を想定して策定されたが、多くの大学では ICT スキルの教育にも時間を割いており、現実に概念的な知識の教育に 4 単位を課すことは難しい。GEBOK 全体にも関わるが、個々の大学の履修要件に応じて授業時間を調整するメカニズムの提案が求められる。

4 おわりに

本稿では一般教育として行われる情報教育と

して取り扱うことが求められる事項を示した一般情報教育の知識体系(GEBOK)の改訂作業に際して、新規に取り扱う事項として人工知能とデータ科学についての知識体系の案を示した。また、知識体系策定上の課題や、実際の授業として展開してもらうための必要な支援策についても検討した。

参考文献

- [1] 情報処理学会、一般情報教育の知識体系 (GEBOK), (2008)
https://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/J07/20090407/J07_Report-200902/9/J07-GE_GEBOK-200803.pdf (2017/9/14 アクセス)
- [2] 河村ほか：情報とコンピュータ、オーム社 (2011)
- [3] 駒谷ほか：情報とネットワーク社会、オーム社 (2011)
- [4] 河村ほか：これからの大学の情報教育, (2016), http://macrobrain.sakura.ne.jp/mbopen/201604IP_S.zip (2017年9月6日アクセス)
- [5] 情報処理学会：超スマート社会における情報教育の在り方に関する調査研究報告書, 文部科学省先導的大学改革推進委託事業 (2017), http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1386892.htm (2017年9月6日アクセス)
- [6] 特集「人類と ICT の未来：シンギュラリティまであと 30 年?」、情報処理, 56 巻 1 号 (2014)
- [7] 情報処理学会：情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07、<https://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/J07/J0720090407.html> (2017年9月14日アクセス)
- [8] 日本学術会議 情報学委員会 情報科学技術教育分科会：報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 情報学分野 (2016)
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h160323-2.pdf> (2017年9月14日アクセス)

付録 人工知能研究の歴史的進展

本付録は GEBOK での人工知能研究の進展について検討するために、人工知能研究の発展について主要なトピックスをメモ書きとしてリストアップしたものである。必ずしも十分に整理されたものとはなっていない。

先駆的研究

形式ニューロンモデル (マッカロとピッツ)、チューリングテスト (チューリング)、ダートマス会議、先駆者たち (ミンスキー、マッカーシー

など)

第一次 AI ブーム：

パーセプトロン (ローゼンブラット) とその限界 (ミンスキーとパパート) の認識

記号 AI による問題解決：手段目的解析, GPS(ニューエル, サイモン)、状態空間 (パズル, 積み木など), 木 (ゲーム木)、探索手法 (山登り, . . .) 局所最適解とトイワールド (プロブレム) 批判

第二次 AI ブーム

Knowledge is Power (ファイゲンバウム)、知識工学, エキスパートシステム, KE (SE), プロダクションシステム、第 5 世代コンピュータプロジェクト、ニューラルネットワーク研究の再興、PDP グループ (ルーメルハート)、学習アルゴリズム、ニューラルネットワークモデル、XOR は多層パーセプトロンで計算できる

人工知能批判 (ドレイファス) : ボトルネック (知識獲得, 計算パワー, 学習データ) : このボトルネックが現在の ICT で乗り越えられようとしている、フレーム問題

分散 AI とマルチエージェント研究

第三次 AI ブーム

ディープラーニング (ヒントン) : パターン認識, 従来手法をはるかにしのぐ精度 (イノベーション)、特徴抽出の自動化 (前処理不要で人間に近くなった)、ゲームと AI (チェス、将棋、囲碁における人の凌駕)