

機械学習を学ぶための対話型チュータリングシステムの開発

Intelligent Tutoring System for Mastering Machine Learning

荒木雅弘

Masahiro ARAKI

京都工芸繊維大学 大学院情報工学専攻

Graduate School of Information Science, Kyoto Institute of Technology

We report an overall structure of interactive tutoring system for mastering machine learning. In this research, focusing on the machine learning field, we designed an interactive tutoring system that incorporates the necessary concepts as background knowledge. After explaining the basic concept, the system examines the user's understanding and makes a decision on whether the supplemental explanation is necessary or not. Also, during the explanation of basic concepts, the system can accept questions about technical terms to help learners' understanding.

1. はじめに

近年、人工知能技術を取り入れた製品開発・サービス開発に関心が集まっており、その中核的技術である機械学習技術に精通した技術者・開発者を育成することが社会的課題となっている*1。本稿では、我々の研究室で取り組んでいる、機械学習を学ぶための対話型チュータリングシステムの開発方針について報告する。

近年は、機械学習の入門書が数多く出版され、インターネット上の解説記事なども含めると、機械学習を学び始めるにあたって有用な情報が数多く存在する。しかし、初学者の背景知識は多様であり、書籍や解説記事を読み進めるうえでつまづくポイントが、個人によって異なる。従って機械学習を学ぶに当たっては、学習者個人の背景知識や学習進度に応じて、効率よく学びを進めるサポートを行う対話的機能が必要である。

これまで、学習過程をサポートする知的チュータリングシステムの構築が数多く試みられてきた。しかし多くの事例では、基本レベルの物理や語学学習など特定科目をターゲットとし(たとえば[Raux 04, Lee 12])、それらで取り入れられてきた技術は他の科目(ここでは機械学習)にうまく適用しないものが多い。一方、学習の対象となる科目を限定せずに、ユーザの応答に応じた高度な対話機能の実現を目指した対話型チュータリングシステムは、研究事例は報告されているものの[Litman 10]、実用レベルには至っていない。

本研究では、機械学習分野の学習に焦点を絞り、必要な概念を体系化して背景知識として組み込んだチュータリングシステムを実装する。システムは基本概念の説明後、ユーザに理解している内容を問いかけ、補足説明が必要であるか、振り返りが必要であるかなどの判断を行って、対話的に学習を進める。また、基本概念の説明中にも専門用語に関する質問を受け付け、学習者の理解をより確実なものとする。

2. 関連研究

Roda らは、教育に寄与する対話エージェントの役割として、以下の3点を挙げている[Roda 01]。

連絡先: 荒木雅弘, araki@kit.ac.jp

*1 総務省:平成28年版情報通信白書,第4章「ICTの進化と未来の仕事」第4節「必要とされるスキルの変化と求められる教育・人材育成のあり方」<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/n4400000.pdf>

1. 気の利いたヘルプの提供と学習過程を容易にする機能
2. 特定のドメイン知識を備え、個人適応したコーチとしての機能
3. シミュレートされた実験的な学習環境における相手役としての機能

これらの機能は、チュータリングシステムが対象とする内容によって、実装の優先度が異なる。機能1に関しては、年少者が飽きないように学習に取り組めることを目的とした Griol らのシステム [Griol 13]、機能2に関しては、e-learningにおいて学習者の属性取得を目的とした Schiaffino らのシステム [Schiaffino 13]、機能3に関しては、エージェントとの対話を通じて英会話を学ぶ Lee らのシステム [Lee 12] がそれぞれ挙げられる。

機械学習を学ぶに当たっては、機能3が必要となる局面はあまりないと想定されるので、本研究においては機能1と機能2に重点を置いてチュータリングシステムを開発する。

3. チュータリングシステムの設計

チュータリングシステム全体は、スマートフォン・タブレット・PCなどのさまざまなデバイスでの利用を前提として、webアプリケーションとして実装する。上記機能1の実現に関しては、要点をまとめたスライドの表示と説明音声の再生を1つのウィンドウで行い、他のウィンドウで質問を受け付け、自動的に解答を表示する。また、上記機能2の実現に関しては、ユニット単位の学習終了後、例題による理解度の確認を行い、オントロジー上で習得した概念をマークする方法で、ユーザの学習進度や理解度を管理する。

機械学習に関する概念のオントロジーを作成するにあたっては、学習アルゴリズムを複数の観点から体系づけたものを用いる。学習アルゴリズムの体系化には、さまざまなアプローチが考えられるが、本システムでは、学習データに教師信号が付いている/いないという区別と、学習データがカテゴリカルデータ/数値データという区別から導かれる分類から始めるアプローチ [荒木 13] (図1)をとる。

コンテンツは文献 [荒木 13, 荒木 17] から生成する。各小節単位で用意したスライドの提示と並行して合成音声による解説を流し、内容を説明する。また、図1の分類に基づいて、それ

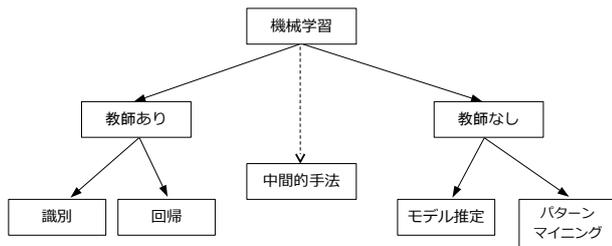


図 1: 機械学習の分類

ぞれの分類でオントロジーを定め、コンテンツから用語-説明文のペアを作成してデータベースに格納しておく。質問文を解析し、説明すべき概念を特定した後、データベースに格納された内容が質問に対する応答として提示される。これらの機能をまとめたモジュール構成を図2に示す。

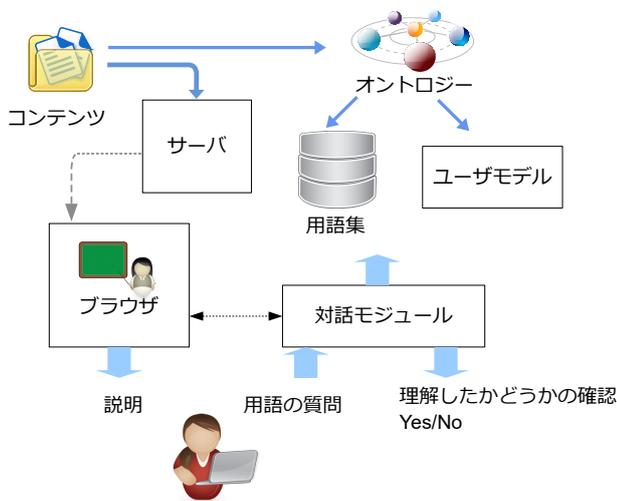


図 2: チュータリングシステムのモジュール構成

4. オントロジー

機械学習の対象となる問題を図1に従って階層化したものを問題クラスとし、個々の問題の属性として(1)特徴ベクトルの種類を表すクラス(数値・カテゴリカル・混合)と、(2)学習対象の種類を表すクラスを設定する。たとえば識別問題は、特徴ベクトルの種類は任意で、学習対象の種類はカテゴリカルとなる。

個別の学習アルゴリズムを表すクラスは、どの問題に適用可能であるかを属性として持つとともに、それぞれのアルゴリズムを実装するにあたって必要な概念(学習手法やパラメータ等)の属性も持たせるものとする。

このように設定したオントロジーに基づいて、習得した概念を保持しておき、学習中に習得が不十分な場所を検出すると、その部分の説明に戻れるようにする。

5. 対話機能の実現

本システムは、受講者がわからない単語があれば、いつでも割り込んで質問することを可能にすることで、初学者が独学する際に適した環境の実現を目指す。

現在は、キーワードマッチングで単独の専門用語のみを抽出し、対応する説明を表示させる機能として実現している。今後は、専門用語間の関係に関する質問パターンを整理し、そのような質問に対する応答を、ユーザの理解レベルに応じて生成する手法の開発に取り組む。

6. おわりに

本稿では、現在開発中の機械学習を学ぶための対話型チュータリングシステムの全体像について説明した。現在は、ユーザの理解度をオントロジーの被覆という単純な概念に置き換えているため、個々のユーザのニーズに十分対応できているとはいえない状況である。今後は、オントロジーを工夫し、ユーザにとって理解しやすい方向から説明を進めるようなシステムの開発を目指す。

参考文献

[荒木 13] 荒木雅弘: フリーソフトではじめる機械学習入門, 森北出版 (2014)

[荒木 17] 荒木雅弘: フリーソフトでつくる音声認識システム パターン認識・機械学習の初歩から対話システムまで 第2版, 森北出版 (2017)

[Griol 13] Griol, D. and Callejas, Z.: An Architecture to Develop Multimodal Educative Applications with Chatbot, International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 10, No. 3, 175 (2013)

[Lee 12] Lee, S., Noh, H., Lee, J., Lee, K. and Lee, G. G.: Foreign Language Tutoring in Oral Conversations Using Spoken Dialog Systems, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E95.D, No. 5, pp.1216-1228 (2012)

[Litman 10] Chi, M., VanLehn, K. and Litman, D.: Do Micro-Level Tutorial Decisions Matter: Applying Reinforcement Learning To Induce Pedagogical Tutorial Tactics”, In Proc. ITS 2010, LNCS 6094, pp.224-234 (2010)

[Raux 04] Raux, A. and Eskenazi, M.: Using Task-Oriented Spoken Dialog Systems for Language Learning: Potential, Practical Applications and Challenges, In Proc. STIL/ICALL Symposium 2004 (2004)

[Roda 01] Roda, C., Angehrn, A. and Nabeth, T.: Conversational Agents for Advanced Learning: Applications and Research, In Proc. BotShow 2001, pp.1-7 (2001)

[Schiaffino 13] Schiaffino, S., Garcia, P. and Amandi, A.: eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students, Computers & Education, Vol. 51, pp.1744-1754 (2008)