

# ROS 環境上での機械学習実行モジュールの設計と実装

阿部秀尚<sup>†</sup> 森田武史<sup>‡</sup> 山口高平<sup>‡</sup>

文教大学情報学部情報システム学科<sup>†</sup> 慶應義塾大学理工学部管理工学科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、ロボットを用いた対人サービスの開発において、一部のタスクに機械学習を導入することで、その性能を高めることへの期待が高まっている。しかしながら、試行錯誤によって導入された機械学習タスクでは、その再利用性に乏しく、ロボット動作のための機械学習モジュールの標準的な開発方法は定まっていない。

これに対し、我々は、ロボットを制御するミドルウェアである ROS (Robot Operating System) 環境において、各種の機械学習アルゴリズムの実行を実現するため、その設計と実装を行ってきた。本稿では、機械学習アルゴリズムに入出力および参照に用いられるオブジェクトと実行されるタスクの体系化を基に、ROS 環境における機械学習モジュールの設計とその設計に基づいて実装について述べる。

## 2. 機械学習アルゴリズムのタスク分割

機械学習アルゴリズムは、表形式などのデータとして構造化されたデータ集合（「訓練データ集合」と呼ぶ）を入力として、判別式や分類規則、あるいはそれらの集合を得るために用いられる。得られる式や分類規則などを総称して“学習モデル”と呼ぶ。また、得られた学習モデルは、学習モデル生成時に用いなかったデータ（「テストデータ」と呼ぶ）に対して分類ラベルの付与や予測値、確率などを算出するために用いられる。

我々は、クラスラベルを分類するための学習モデルを生成する機械学習アルゴリズムについて、前者を「分類学習モデル生成タスク」とし、後者を「分類ラベル付与タスク」とした。タスク分割のため、それぞれのタスクについて、入出力と参照として用いるデータとなるオブジェクトを分類し、表 1 に示すように定義した。

表 1 分類予測を行う学習モデルを得るための機械学習タスクの定義

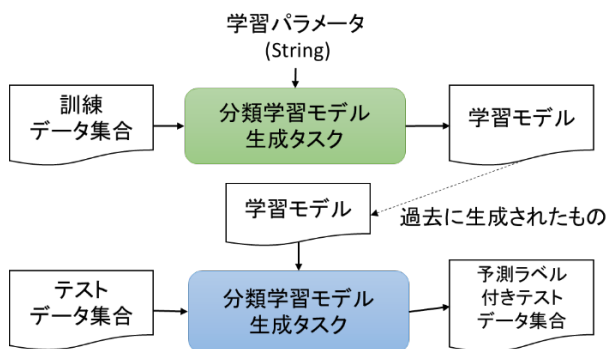
タスク名	入力オブジェクト	出力オブジェクト	参照オブジェクト
分類学習モデル生成	訓練データ集合	分類学習モデル	学習パラメータ
分類予測ラベル付与	テストデータ集合	予測ラベル付きテストデータ集合	分類学習モデル

## 3. ROS 環境における機械学習タスクの表現

ROS は、ロボットの動作実行を簡便に記述するプログラミングを行うためのライブラリを備えたミドルウェアである。各プログラムはノードと呼ばれ、常時繰り返し動作を行う”トピック” “あるいは非同期の動作を行う” サービス “として実装する。また、ROS 環境においては、モジュール間の通信機能が提供され、ノード間の通信によりノード間での同期・非同期タスクの実行を可能としている [1]。

上述の ROS 環境において、我々は、分類学習モデルを生成し、予測ラベルの付与を行う機械学習タスクについて、入出力・参照となるデータ集合および分類学習モデルを“メッセージ”、各タスクの実行を“サービス”として実装を行った。図 1 に各タスクの入出力および入出力オブジェクト間の関連について、概観図を示す。

図 1 分類学習のための機械学習タスクと入出力・参照オブジェクトの概観



Design and Implementation of Classification Learning Modules on ROS Environment.

<sup>†</sup>Dept. of Information Systems, Bunkyo University

<sup>‡</sup>Dept. of Administration Engineering, Keio University

#### 4. ROS 環境上への機械学習タスクの実装

本節では、分類学習モデルを生成し、予測ラベルの付与を行う機械学習アルゴリズムを対象として、ROS 環境における実装について述べる。

##### 分類学習入出力オブジェクトの実装

本研究では、機械学習アルゴリズムの入出力となる「訓練データ集合」「分類学習モデル」「テストデータ集合」「ラベル付きテストデータ集合」について、表 2 に示すように変数 type の値によって指示する 3 つの形態がとれるように定義した。それぞれ、file はストレージ上のファイルのファイル名とパス、uri は当該のオブジェクトを取得できる URI、str は呼び出し側 (クライアント) のサービス、あるいはトピックからの文字列により当該のオブジェクトが送信される。メッセージを受信した分類学習タスクを実装したプログラムは、そのメッセージの内容を読み取り、必要なデータ集合や学習モデルを取り出す。

表 2 分類学習タスク入出力オブジェクトに対応するメッセージ(.msg ファイル)の内容

変数名	データ型
type	string
file_name	string
uri	string
str	string

なお、本実装では、データ集合については、機械学習ライブラリ毎のフォーマットに対応し、メッセージを定義した。また、分類学習モデルについては、ライブラリレベルよりも 1 つ下位の詳細さとして、学習アルゴリズム毎に用意することとした。

##### 分類学習モデル生成タスク・分類予測ラベル付与タスクの実装

分類学習を行う機械学習ライブラリとして、本実装では、Weka[2]における分類学習アルゴリズムのうち、単一の分類器あるいは分類器集合として分類学習モデルを得るアルゴリズムを用いる。また、Deep Learning として代表的な畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network) については、分類学習アルゴリズムの 1 つとして位置づけることができる。

Weka 3.6.14 を用いた実装では、対象となる分類学習アルゴリズムは 20 となった分類学習アルゴリズムの分類と各アルゴリズムを図 2 に示す。

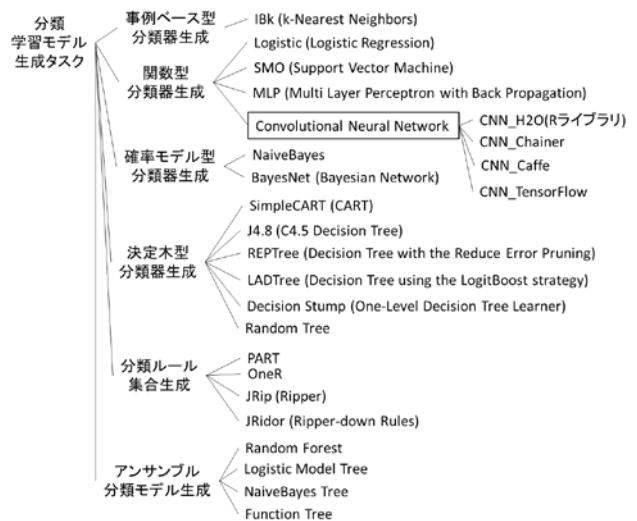


図 2 Weka および DeepLearning ライブラリを利用して分類学習モデル生成タスクとして実装された学習アルゴリズム

#### 5. おわりに

本稿では、分類予測を行うモデルを得るための機械学習アルゴリズムを ROS 環境において実行するため、実行すべきタスク、入出力・参照となるオブジェクトの同定とそれに基づく実装について述べた。

本稿で述べた機械学習ライブラリの実装については、実践知能アプリケーション構築フレームワーク PRINTEPS[3]のモジュールとして提供していく予定である。

また、今後の課題として、機械学習におけるデータ集合の加工処理に関するタスクの同定、および、生成された分類予測モデルの強化を行う処理のタスク化が必要である。さらに、現在は、分類予測モデルの生成を対象としているが、今後は強化学習タスクをはじめとするより広範な機械学習タスクを対象としていくことが必要と考えられる。

#### 参考文献

[1] 小倉崇 : ROS ではじめるロボットプログラミング, 工学社, (2015).  
 [2] E. Frank, M. A. Hall, and I. H. Witten, The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition, (2016).  
 [3] 山口高平, 中野有紀子, 斎藤英雄, 森田武史, 青木義満, 萩原将文, 斎藤俊太 : 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, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 29, pp.1-3, <http://printeps.org/> (2015).