

PRINTEPS におけるイベントを通したルールと画像センシングの統合 ～喫茶店業務への適用 1～

菅原 優[†] 丸川 大輝[†] 森田 武史[‡] 山口 高平[‡]慶應義塾大学大学院理工学研究科[†] 慶應義塾大学理工学部[‡]

1. はじめに

現在、知識推論、音声対話理解、画像センシング、マニピュレーションなどに関連するソフトウェアモジュールを再構成するだけで、人と機械が協働可能な総合知能アプリケーションを開発するプラットフォーム PRINTEPS (Practical INTELigence aPplicationS) の研究を進めている [1].

本稿では、PRINTEPS におけるイベントを通したルールと画像センシングの統合と、PRINTEPS の喫茶店業務（入店時挨拶）適用について述べる。

2. ルールセットと画像センシングの統合

人間と機械が協働することを考える際、周辺の状態を認識する画像センシング技術と、業務ルールセットの統合が必要となることが多い。しかし、画像センシングから得られる情報とルールセットで表現されている情報には大きな粒度差があり、直接結びつけることは容易ではない。

人間の世界では、豊富に存在する業務ルールを活用し、かつルールの修正に柔軟に対応する枠組みとして BRMS (Business Rule Management System) [2] が大きな注目を浴びるなど、業務ルールを活用したシステム開発の流れが活発になっている。

しかし、業務ルールを直接ロボットが利用するのは大変困難である。なぜなら、人とロボットで知覚出来るものが異なるためである。また、ロボットの知覚にあたる画像センシングは現在様々なソフトウェアが存在している。これらの豊富な画像センシングソフトウェアを、豊富な業務ルールセットに対してルールの修正に柔軟な形で結びつける枠組みが必要とされる。

つまり、ルールセットを実世界にマッピングするには、画像センシングから得られた物理情報のある記号に変換する他に、さらにそれらをルールセットに結びつける枠組みが必要である。

そこで、本稿では言葉で定義されたサービスルール群を実世界にマッピングすることを目指し、ルールに重きを置きルールセットと信号を繋

「Integrating Rules and Image Sensing through Events in PRINTEPS」

[†]Yu Sugawara, Daiki Marukawa

Graduate School of Science and Technology, Keio University

[‡]Takashi Morita, Takahira Yamaguchi

Faculty of Science and Technology, Keio University

```
REGISTER QUERY CustomerDetectionQuery AS
PREFIX f: <http://larkc.eu/csparql/sparql/jena/ext#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX printeps: <http://printeps.org/cafe/entrance/>

SELECT ?s (COUNT(?s) AS ?cnt) (AVG(?distance1) AS ?distance)
FROM STREAM <http://printeps.org/cafe/entrance> [RANGE 3s STEP 1s]
WHERE {
  ?s rdf:type printeps:Customer.
  ?s printeps:positionAtTime ?ts1;
    printeps:positionAtTime ?ts2.
  ?ts1 printeps:distance ?distance1.
  ?ts2 printeps:distance ?distance2.
  BIND(?distance2 - ?distance1 AS ?difference)
  FILTER((f:timestamp(?s, printeps:positionAtTime,?ts1)
    > f:timestamp(?s, printeps:positionAtTime,?ts2)) && 0.1 < ?difference)
}
GROUP BY ?s HAVING (AVG(?distance1) < ?length && 1 < COUNT(?s))
```

図 1 入店を検知する C-SPARQL クエリ

ぐことを考える。なお、本稿では画像センシング自体には焦点を当てず、詳細については割愛する。

その実現方法としてストリーム推論 [3] の一種である、C-SPARQL (Continuous SPARQL) [4] を用いてルールと画像センシングを統合する手法を提案する。C-SPARQL とは RDF (Resource Description Framework) トリプルにタイムスタンプをつけた RDF ストリームに対し、SPARQL を拡張した検索言語を使用することでイベント処理が可能になるというものである。これにより、業務担当者は画像センシングの結果を直接意識するのではなく、C-SPARQL が検出するイベントを通して考えることで、業務担当者が持つルールセットをロボットが利用可能になり、より豊かなロボットサービスを構築することが出来る。

3. ストリーム推論を用いた入店検知

本稿では、C-SPARQL を喫茶店業務に応用する。喫茶店業務には、入店時挨拶、座席案内、注文受付等様々なプロセスが考えられるが、本稿では入店時挨拶に焦点を当てる。人を検出する画像センシングモジュールの結果から、C-SPARQL を用いて入店というイベントを検知し、オントロジーや SWRL (Semantic Web Rule Language) を用いてその場の状況や業務ルールに応じて、ロボットが発話する挨拶内容が変更するアプリケーションを示す。

3.1. C-SPARQL を用いたストリーム推論

入店時挨拶において入店を検知する C-SPARQL クエリを図 1 に示す。このクエリでは、直近 3 秒間におけるデータに対して検索を行っており、画像センシングが認識した、ある人物の距離と、時間経過による移動の向きに注目している。具体的には、認識された人物とセンサーの距離の

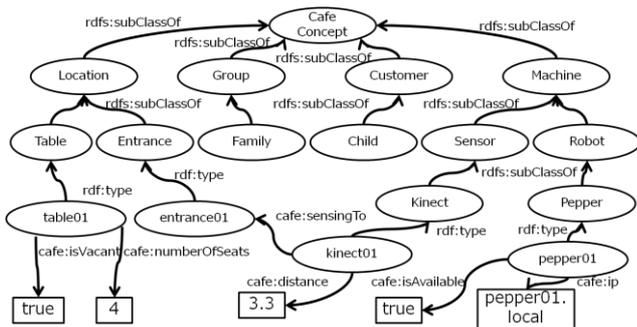


図 2 喫茶店オントロジーの一部

```

Entrance(?entrance), GreetingAtEntrance(?service),
Group(?group), Pepper(?pepper), hasGroup(?entrance, ?group),
robotPosition(?pepper, ?entrance), servedBy(?service, ?pepper),
servedTo(?service, ?group), numberOfCustomers(?group, 2)
-> greeting(?pepper, "いらっしゃいませ。2名様ですか?")
    
```

図 3 入店時挨拶を決定するルール例

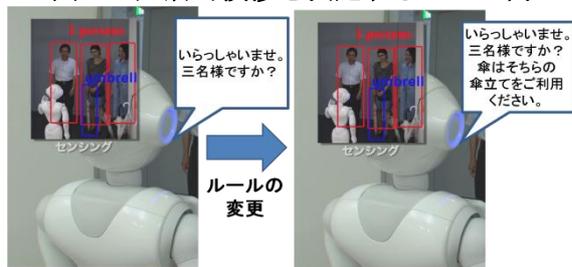


図 4 入店時挨拶ルール変更のイメージ図

平均値から店内であるか推論し、タイムスタンプを基に移動方向が店内方向かを推論している。

3.2. オントロジー

入店時挨拶において利用している喫茶店オントロジーの一部を図 2 に示す。喫茶店オントロジーは、のちに説明する SWRL ルールで利用する情報や、C-SPARQL 内で入口からセンサーまでの距離として利用される情報など、他の知識ベースで利用される情報を定義している。また、座席数がいくつあり、空いているか埋まっているかなど喫茶店内の状況も喫茶店オントロジーに反映されており、喫茶店オントロジーにより喫茶店内の情報を管理している。

3.3. SWRL を用いたルール

本稿では、ルール記述言語として SWRL を用いた。業務ルールとして、年齢からお客様のクラスを決定するルールや、グループの構成からグループのクラスを決定するルール、入店時挨拶の内容を決定するルールなどを定義している。

図 3 に、入店時挨拶の内容を決定するルールの一つを示す。これは、お客様のグループやロボットが入口にいる際に、グループの人数が 2 名だったら、そのロボットが「いらっしゃいませ。2 名様ですか?」と発話するルールとなっている。このように、ルールによって発話内容を定義することで、ルールの変更のみでロボットの挙動を変化させることが出来る。

3.4. 入店時挨拶のシナリオ

実際にこの枠組みを用いて、入店時挨拶を行った様子を図 4 に示す。ここで使用したセンサーは Microsoft 社の Kinect であり、使用したロボットは SoftBank ロボティクス社の Pepper である。Kinect により入口を常に画像センシングし、そのデータをストリーム推論にかけることで入店を検知し、検知された人数に基づき知識処理が行われ、処理結果を Pepper が発話している。

また、ルールを変更するとそれによって発話内容を変更することが出来る。図 4 で示したのは、人数に応じて挨拶を行っていたが、ルールの変更に伴い、傘を持つことを条件としてとらえるようにすれば傘に関する発話を行うことが出来ることを示している。

4. おわりに

本稿では、PRINTEPS の応用として、ストリーム推論を用いてイベントを検知し、画像センシングと知識処理を統合する枠組みを提案し、入店時挨拶をケーススタディとしてこの枠組みを示した。この枠組みにより、ルールセットの変更によってロボットの振る舞いを変化させることが可能となった。

今後の課題としては、より多くの画像センシングにストリーム推論を用いることで、より多くの情報を利用できるようにし、よりサービスを豊かにすることや、実際にサービスを変更する際にどの程度の工数がかかるかといった修正容易性の検証などが挙げられる。

謝辞

本研究の画像センシングモジュールの実装に協力いただいた、慶應義塾大学大学院理工学研究科の中山 祐介氏に感謝する。

本研究は、科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業(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。

参考文献

- [1] 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, 第 29 回人工知能学会全国大会, 114-2, 2015.
- [2] 森田武史, 山口高平, 業務ルール管理システム BRMS の現状と動向, 人工知能, Vol. 29, No. 3, pp. 277-285, 2014.
- [3] 市瀬 龍太郎, ストリーム推論, 人工知能, Vol. 30, No. 5, pp. 574-579, 2015.
- [4] Davide Francesco Barbieri, Daniele Braga, Stefano Ceri, Emanuele Della Valle, Michael Grossniklaus: Querying RDFstreams with C-SPARQL. SIGMOD Record 39(1): pp. 20-26, 2010.