

介護現場におけるコトを共有するためのオントロジー構築 —ロボット介護機器の効果評価の基盤を目指して—

Ontology Development for Sharing “Coto” Data in Elderly Nursing Care Fields —Towards a Platform for Evaluation of Robotic Devices for Nursing Care—

西村悟史¹ 福田賢一郎¹ 渡辺健太郎¹ 三輪洋靖¹ 西村拓一¹

Satoshi Nishimura¹, Ken Fukuda¹, Kentaro Watanabe¹, Hiroyasu Miwa¹, and Takuichi Nishimura¹

¹ 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人間情報研究部門

¹ Human Informatics Research Institute,

National Institute for Advanced Industrial Science and Technology

Abstract: It is important to share data from various systems, such as sensor network, time and motion study data, and text data. To handle and manage the collected data, the authors have proposed a database framework called COTO database. In this paper, the authors propose a coto-ontology as the basis of the COTO database. The coto-ontology and COTO DB will be applied as a platform for evaluation of robotic devices for nursing care.

1. はじめに

高齢化の進展に伴い、日本の介護保険費用は2013年度で9.2兆円に達し[1]、介護の業務品質の引き上げと効率化の進展は喫緊の社会課題である。

このような現状のもとで、「高齢者の自立支援、介護実施者の負担軽減に資するロボット介護機器の開発・導入を促進する」ことを目的として、経済産業省の「ロボット介護機器開発・導入促進事業（開発補助事業）」が2013年より進められている[2]。本事業では、移乗介助や排泄支援など8つの重点分野を設定しロボット介護機器による介護者の業務負担軽減や効率化を目指している。

新たな介護機器を開発するためには、機器性能面（安全・機能・力学面）の検証が必要である。それに加えて、多様な現場で確実に使える機器を実現するためには、実際に現場で試用し、要介護者および介護者の生活機能面での効果（生活機能効果）を評価すると同時に、施設従業員、経営者を含む施設業務面の効果（施設業務効果）を評価する必要がある。後者の評価に関しては、介護施設や従業員、被介護者の多様性のために評価軸や重みづけの度合いが異なってくるため、それに対応可能な評価方法やそれらを横断的に対応付け可能な意味づけの基盤が求められる。

筆者らは、従業員の気づき情報を共有するために、DANCE (Dynamic Action and kNnowledge assistant for

Collaborative sErvice fields)というシステムを開発し、複数の介護現場で導入している[3]。そして、対象者の行動を観察し、行動と同時にサービス品質を計測する手法としてクオリティスタディ (Quality Study) を開発し、システム化している[4]。さらには、複数の従業員が、得られた気づき情報を様々な角度から俯瞰し現状を把握した上で新たなプロセスをデザインすることを支援するシステムとして DRAW (Design Representation tool for Autonomous Work systems)を開発している[5]。そして、それらのシステムから得られた情報を横断的に検索・共有可能にするためのコト・データベース（以下、コトDB）[6, 7]を開発中である。従業員の気づきや施設業務情報を取得するためのヒューマンセンサとして従業員をとらえた場合、DANCEやDRAWは施設業務効果の評価ツールととらえることが出来る。そして、それらのデータを横断的に検索・共有可能にするためのコトDBは効果評価基盤となり得る。

本稿では、そのようなコトDBの意味付けの基盤となるコトオントロジーの開発について、現在行っている取り組みを紹介する。本稿の構成は以下のようになっている。まず2章にて、多様な評価ツールから出力される情報を横断的に意味づけするためのコトオントロジーの要求仕様について説明する。次に3章にて要求仕様に従い開発中のコトオントロジーについて具体例を交えて紹介する。続く4章にて今後の課題について説明し、5章にて本稿を総括す

る。

2. コトオントロジーの要求仕様

前述の通り、介護現場における介護機器の施設業務効果の評価には、これまでのように限られた現場や従業員だけの評価ではなく、現場や従業員横断的に、かつ、従業員を含めて介護に携わる関係者の主観を含む内面的な情報を横断的に収集し、意味的な処理を行うことが求められる。そのためのコト DB の基盤となるコトオントロジーに求められる要求仕様を以下の3点からまとめた。

2.1. 横断的意味処理の求められる評価ツール

筆者らはこれまでに以下の3点のツールを介護現場とともに開発し、その運用を通して、現場の従業員の気づきや、介護の質に関する情報を収集し、そしてそれらを統合的にまとめ複数人での議論や考えの発露を促す支援を行ってきた。これらのツールが収集、作成する情報の意味を横断的に処理することが施設業務効果評価には求められる。

2.1.1. DANCE

DANCE は介護現場の業務遂行に必要な様々な情報をその場で効率的に作成し共有できるシステムを目指して開発された[3]。DANCE は申し送り情報を、業務の遂行に必要な属性名と属性値で表現できる情報（業務遂行情報）と、それと関連づくテキストや、写真や音声などのマルチメディアで表現される情報（申し送り情報）の2種類で構成する。コトオントロジーではこれらの情報を DANCE 内で扱うのと同様に互いに関連付けて意味処理できるだけでなく、他のシステムの出力する情報との相互運用性を保つことが求められる。

2.1.2. Quality Study

Quality Study は、従来の Time and Motion Study[8]のように介護者の行為を単に所要時間で評価するのではなく、介護者自身が自分の行為を振り返りその質がどうだったのか、または他者が見た場合にその質がどうだったのかを評価することに主眼を置いている[4]。そのために、三輪らは介護施設従業員の行動分類コードを設定し[9]、それぞれに対して何に着目することでその行為の質が評価されるのかを検討している。

コトオントロジーには、これらの実施された行為に関して、その行為の種類は何であり、同時に行われた行為は何であり、その所要時間がどれだけだった

たのかを表現する能力が求められる。さらに、そのような行為に関する情報に加えて、実施した介護者や評価者による行為の質に関する評価情報を対応づけて扱うことも求められる。

2.1.3. DRAW

DRAW は、DANCE により記録された申し送り情報など、コト DB の情報を参照しながら、複数人で議論を行い、新しい業務プロセス設計を支援するツールである[5]。そのため、DRAW の扱う情報は多岐にわたっており、介護業務に現れるすべてのコトを扱うツールと捉えることが出来る。理想的にはコトオントロジーも、それらすべてを扱うことが求められるが、本研究では特に DANCE によって得られる情報を中心に表現能力を規定する。

2.2. コト DB における情報抽出面での要求

コト DB における情報抽出の面から以下の3点の要求が考えられる。

- ・情報抽出の容易な構造
- ・単純な SPARQL クエリによる検索が可能であること
- ・検索応答時間が短時間であること

これらの評価ツールにより収集された情報は、コトオントロジーを基盤とするコト DB を通して、ユーザに対して提供される。そのため、コトオントロジーはユーザに対して提供される情報を抽出しやすい構造が求められる。

コト DB の実装には Semantic Web 技術の一つである、RDF が用いられている。RDF から情報を抽出するためのクエリ言語である SPARQL を用いた検索は初学者には容易でないことが知られており、抽出しやすいデータ構造やクエリの共有に関する研究が行われている[10, 11]。コトオントロジーにおいても、単純なクエリで必要な情報を抽出できることが求められる。

また、コト DB は介護現場において、従業員が新たな業務を設計するための議論の場で利用されることを想定している。そのため、検索時の応答速度として、ユーザを待たせない程度の速度も求められる。

2.3. コトオントロジーの運用面での要求

コトオントロジーのカバーする情報はこれまでに紹介した3種類の評価ツールがすべてではなく、様々な介護機器・システムやセンサーの導入が、今後の研究開発の進展に応じて想定される。そのため、コトオントロジーは、コト DB の扱う情報の種類が増えたとしてもその一貫性を保つことが求められる。そして、評価ツールの増大に起因するコトオントロ

ジ-の修正は軽微であることが望ましい。

3. 開発中のコトオントロジー

本章では、2章で述べた要求仕様に基づき開発中のコトオントロジーについて、全体を示したのちに、評価ツールの一つである DANCE の扱う情報を例に具体的な情報がどのようにオントロジー上で扱われるのかを説明する。

3.1. コトオントロジーの全体像

図1に開発中のコトオントロジーの is-a 階層を示す。Is-a 階層とは、人間 is-a 動物のように一般的な概念から特殊な概念へと分類を行った階層のことを指す。2.1節で述べたツールの扱う情報がどのような概念で構成されているのかを分析し、コト DB およびそれらのシステムに還元するというミドルアウト的な方式でオントロジーを構築した。上位層には、極めて抽象度の高い概念を定義した既存のトプレレベルオントロジー[12, 13, 14]を参考に概念階層を構築した。それにより、対象概念のカバー率向上を目



図1 コトオントロジーにおけるクラス階層とオブジェクトプロパティ階層

指している。コトオントロジーの実装には、オントロジーエディタとして Protégé[15]を利用し、記述言語として OWL[16]を用いた。

3.2. 具体的なシステムとの対応関係

具体的に、DANCE の扱う情報を参照しながら、それがコトオントロジー上でどのように表現されるのかについて述べる。

3.2.1. DANCE の扱う情報

前述の通り、DANCE は以下の2種類の情報を扱う。

- ・業務遂行情報
- ・申し送り情報

業務遂行情報は、表1に例を示すように、属性名と属性値で表現され、被介護者（ここでは特に、介護施設利用者を指すため、以下、利用者と呼ぶ）ごとに設定される。この情報は、値のカテゴリの観点からさらに2種類に分けられる。例えば、属性名：「ベッド柵」属性値「2本」の例では、決められた属性名に対して、属性値はリテラル値が割り当てられている。一方、属性名：「主食」属性値：「全粥」の例では、属性名に対して、とり得る値のセットをあらかじめ決めており、ユーザはその中から値を選択することになる。そのため、値に対するより細かな意味づけを行うことが出来る。

申し送り情報は、申し送りの送信者、送信日時、対象利用者、申し送りのトピック、写真、音声メモ、本文、対応状況から構成される。特に、対象利用者や申し送りのトピックは、前述の業務遂行情報と対応づいている。また、写真や音声メモ、本文などは、カンファレンスなどの振り返りの際に利用することが想定され、例えば DRAW のようなシステムが扱えるように一意に参照可能である必要がある。

表1 業務遂行情報（属性名と属性値）の例[3]

属性名	属性値
ベッド柵	2本
移乗	3人介助(バスタオル使用)
主介護者	ご長男の奥様
主食	全粥
副食	刻み
使用道具	スプーン, エプロン
その他	冷蔵庫にヤクルト3本あり

3.2.2. コトオントロジー上の表現

図2に上述のDANCEの「申し送り記録」概念がコトオントロジー上でどのように表現されているのかを示す。「申し送り記録」は、イベントやプロセスなどを抽象化した概念である「Occurrent」とサービスを受ける対象である「ServiceReceiver」（例えば、利用者）を内容として持つ（hasContent）概念であると定義した。3.2.1で述べたDANCEの扱う情報の内、業務遂行情報は、利用者に付属する属性集合であると捉え、その利用者に関する内容を表現したものが申し送り記録であると捉える。同様に、申し送り情報の内の本文として表現される情報は、業務実施中に気づいたコトであったり、業務改善の結果であったりするため、イベントなどの過去に起こった生起物（Occurrent）を内容としてもつような記録概念であると捉えた。そして、申し送り記録そのものに付随する情報として、送信日時や項目（申し送りのトピック）を関係付けている。このように捉えることで、「申し送り記録」の参照する利用者と、別のシステム（例えばQuality Study）が参照する利用者が同一であることをシステム側が意味処理できるようにする。

4. 今後の課題

本章では、今後対応すべき課題を列挙する。

4.1. データベースとしての課題

- ・ SPARQL クエリ生成の問題

本研究で実現を目指すコトDBはユーザ（例えば、現場の従業員ら）が気軽に、これまで蓄積したデータを検索し、任意の形式で表示して振り返りや業務改善を支援するという使い方を想定している。しかしながら、一般に適切な SPARQL クエリを生成することは難しい。コトオントロジーを導入することで、より深い意味検索の実現が期待できるが、コトオントロジーの構造を理解した上でクエリ文を作成する必要があるため、その支援や簡易化を考慮する必要がある。

- ・ 検索時間の問題

上述の使い方を想定しているため、出来るだけユーザを待たせず、インタラクティブな検索が実現出来るように短時間で検索が終了することが求められる。今後、どの程度のデータ量で、どのようなクエリを入力した場合に、どの程度の検索時間を要するのかを検証する必要がある。

4.2. オントロジーとしての課題

- ・ カバーすべき範囲の切り分けとその検証方法

コトDBはサービス現場におけるコトに関する様々な情報を横断的に蓄積するという性質上、それがカバーすべき領域をあらかじめ定めることは難しい。そのカバー範囲を適切に切り分けて、コトオントロジーの改定や運用を行っていく方法論について今後検討する必要がある。また、開発したコトオントロジーが適切にサービス現場を覆っていることを検証する方法論についても今後の課題として検討したい。

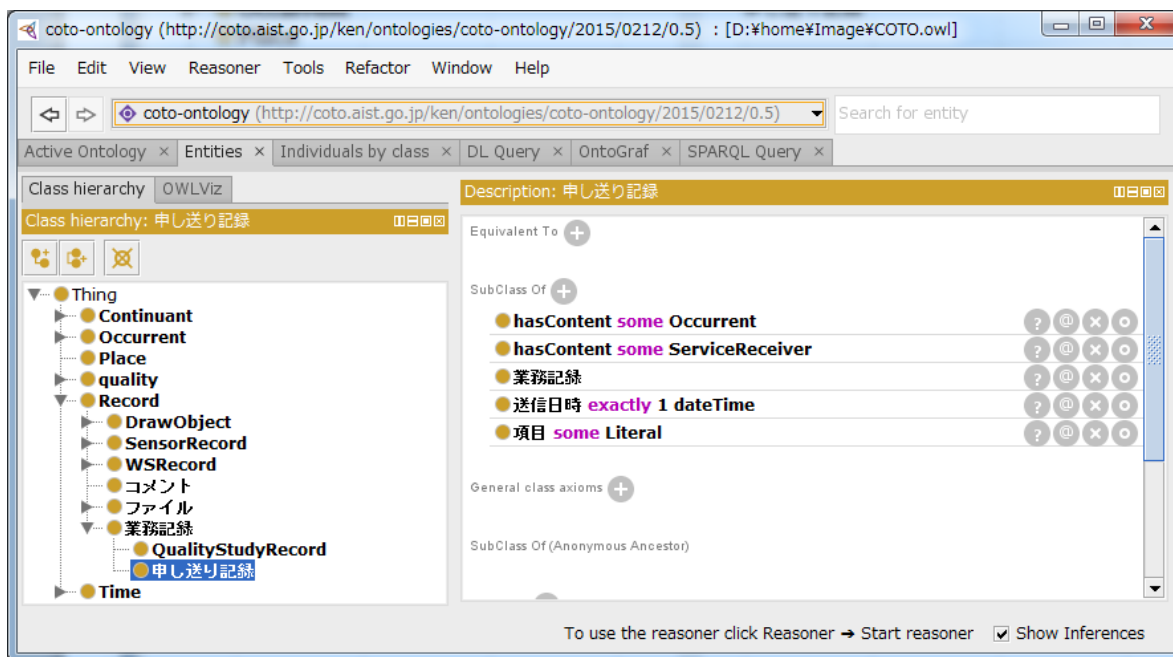


図2 申し送り記録の定義

・既存リソースの適切な再利用

現在はトップレベルオントロジーを参考に概念階層を構築しているが、既存リソースを適切に再利用し、外部データとの相互運用性を向上させることも今後の課題として検討する。

5. まとめ

本稿では、現在開発中のコトオントロジーについて紹介した。コトオントロジーは、横断的に、多様な現場における多様なシステムの意味処理を実現するコト DB の基盤である。これによって現場ごとシステムごとの意味の統一化が行え、ロボット介護機器の効果を評価する際に、単一の現場や限られた情報からの評価ではなく、現場横断的な評価や複数のシステムから得られる情報の統合的な分析の実現が期待できる。本稿では、その第一歩となるオントロジー開発について述べた。

謝辞

本研究の一部は、経済産業省ロボット介護機器開発・導入促進事業で実施されました。また、本研究にご協力頂きました介護老人保健施設 和光苑、グループホームももちゃんの皆様に御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 厚生労働省: 平成 25 年度介護保険事業状況報告 (年報), <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/13/>, (accessed 2015-06-17), (2013)
- [2] 経済産業省: 介護ロボットポータルサイト, <http://robotcare.jp/>, (accessed 2015-06-17)
- [3] 福原知宏, 中島正人, 三輪洋靖, 濱崎雅弘, 西村拓一: 情報推薦を用いた高齢者介護施設向け申し送り業務支援システム, 人工知能学会論文誌, Vol.28, No.6B, pp.468-479, (2013)
- [4] 三輪洋靖, 渡辺健太郎, 長尾知香, 福原知宏, 堀田美晴, 西村拓一: 介護サービスにおける感性スタディの提案, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014 講演論文集, 3P2-J01 (2014)
- [5] 渡辺健太郎, 福田賢一郎, 西村拓一, 本村陽一: コト・データベースのシステム開発: その基本構造, 第 29 回人工知能学会全国大会講演論文集, 1K5-NFC-05b-3. (2015)
- [6] 渡辺健太郎, 西村拓一, 本村陽一, 持丸正明: コト・データベースによるモノ・コトづくり支援, 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 1, pp. 383-392, (2015)
- [7] 福田賢一郎, 渡辺健太郎, 西村拓一: 介護現場におけるコト・データベースによるモノ・コトづくり支援, 第 35 回セマンティックウェブとオントロジー研究会,

SIG-SWO-035-05 (2015)

- [8] Pigage, L. C., Tucker, J. L.: Motion and time study, The University of Illinois Bulletin, Vol. 51, No 73 (1954)
- [9] 三輪洋靖, 渡辺健太郎, 福原知宏, 中島正人, 西村拓一: 介護プロセスの計測と記述, 日本機械学会論文集, Vol. 81, No. 822, p.14-00207 (2015)
- [10] 濱崎 雅弘: サジェスト機能によるゆるやかなオントロジー構築を可能にするシステムの提案, 第 22 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIGSWO-A1001-07 (2010)
- [11] 古崎晃司, 山縣友紀, 国府裕子, 今井健, 大江和彦, 溝口理一郎: 医療知識基盤の構築に向けた疾患オントロジーの Linked Open Data 化, 人工知能学会論文誌, Vol. 29, No. 4, pp.396-404 (2014)
- [12] Basic Formal Ontology, <http://ifomis.uni-saarland.de/bfo/>, (accessed 2015-06-17)
- [13] Masolo, C., Borgo, S., Gangemi, A., Guarino, N., Oltramari, A.: WonderWeb Deliverable D18 Ontology Library, <http://wonderweb.man.ac.uk/deliverables/documents/D18.pdf>, (accessed 2015-06-17)
- [14] Mizoguchi, R.: YAMATO : Yet Another More Advanced Top-level Ontology, http://download.hozo.jp/onto_library/upperOnto.htm, (accessed 2015-06-17)
- [15] Stanford Center for Biomedical Informatics Research: A free, open-source ontology editor and framework for building intelligent systems, <http://protege.stanford.edu/>, (accessed 2015-06-17)
- [16] The World Wide Web Consortium: OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition), <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, (accessed 2015-06-17)