

コト・データベースによるモノ・コトづくり支援 ー構造化知識データ融合によるサービスインテリジェンスを目指してー Product and Activity Design Support based on Event Database

西村 拓一 渡辺 健太郎 福田 賢一郎 西村 悟史 本村 陽一
Takuichi Nishimura Kentarou Watanabe Ken Fukuda Satoshi Nishimura Yoichi Motomura

産業技術総合研究所 人工知能研究センター
Artificial Intelligence Research Center, AIST

For human-oriented service fields, we have been developing technologies to enhance the intelligence (observation, judgment, cooperation) of people by Artificial Intelligence (AI). We will increase their observation ability by information sharing technologies of awareness and action measurement technologies of human behavior and body motion. We will raise their judgment ability by knowledge structuring technology that helps organize the knowledge of activities. This technology is aimed at reducing risk, improving productivity, and improving quality of service. As such community, we target on not only nursing care, nursing, health promotion but also education and manufacturing industry. In order to enhance human intelligence, we are building structured knowledge as an example of events database. AI and robot will use structured knowledge and modify through interaction with employees. It is possible to innovate involving various stakeholders because they can clearly grasp the current situation of the community by the structured knowledge.

1. はじめに

生活者の行動様式やニーズの多様化、少子高齢化や環境問題等の社会問題を背景とし、様々な利害関係者の要求を満たす手段としてのサービスの改善は社会、産業上の主要課題となっている。特に人と人の相互作用により価値創出を行う、人起点のサービス現場の改善には、業務プロセス(コト)の正確な理解と改良と、業務に用いる技術システム(モノ)を一体的に開発し、サービス現場の能力を拡張することが求められる。そのような研究領域をサービスインテリジェンスと呼び、新しいサービス設計技術、及び方法について研究開発が進めている。

そこで、本稿では、人々が主体的・共創的にインテリジェンス(観察, 判断, 行動力)を高める方法論とそれを効率的に実現する人工知能技術、現場での取り組みを概観する。具体的には、モノだけでなく人々の活動とその意味, 感情, 知識を「コト」としてデータベース化, モデル化し, 新たなコトとモノを設計することを支援する「モノ・コトづくり支援技術」および、介護, 看護, 健康増進, 保育, 教育, 理美容, 製造業など、人々の能力を拡張することを支援する技術を必要としている現場での取り組みを紹介する。

医療, 介護, 教育などチームワークで顧客ニーズを深掘しカスタマイズするサービス現場や健康増進や地域などお互いに能力や時間を提供し合うコミュニティ活動の改善には、業務プロセス(コト)の正確な理解と改良に加え、業務に用いる技術システム(モノ)の一体的な開発が必要である。しかし、各従業員がどのような主観世界のもと、どのようなプロセスでサービス要素を構築し顧客に価値を提供しているか理解し改善することは困難である。さらに、サービス現場の改善の鍵となる技術システムを開発する関係者が正確な要求仕様を決定することも困難である。

このために、現場関係者が主体的にコミュニティを形成し、外部専門家とともに業務プロセスの把握や改善、技術システム開

発を推進する現場参加型開発[本村 2013][須永 2013]が注目されている。これは、介護・看護現場や教育現場などチームワーク型やマニュアル化できない都度対応型の業務プロセスの改善に特に有効である。このような方向の成功例として、ITベンダーで技術もコミュニティデザインも把握した人材を現場に送り、新たな業務フローを構築しつつ、その業務フローに最適なシステムを開発するフィールド・イノベーションというアプローチが知られている。[有馬 2013]

しかし、主観性や状況依存性、観点の多様さのために業務プロセス(コト)の形式化と分析が困難であった。このため、過去の活動の成果を記録・再活用できず、システム開発者などコミュニティ外のメンバーとの知見の共有も困難となり非効率で「人」依存となっていた。また、現場依存性も高く水平展開が困難となっていた。[西村 2013]

そこで、業務プロセスを蓄積・共有するコト・データベース(コト DB)により、効率的な現場参加型のモノ・コトづくり支援技術が役立つと考えている。コト DB では、主観性や状況依存性を含む現場のコト情報を収集, 分類, 検索する技術(ワークショップ手法やコトを記述するモデル化手法, DB 構造)など、モノ・コトづくり支援では、従業員, システム開発者等、それぞれの視点で業務プロセスの分析, 可視化技術などが課題となる。具体例として、お互いに切磋琢磨しつつ身体活動を楽しむ健康増進コミュニティ支援[西村 2015]を提案している。

本稿では、コト DB の具現化である構造化知識データ融合によるサービスインテリジェンスの可能性を考える。

2. サービス現場のインテリジェンス

2.1 背景

介護・介護予防・健康増進における専門職の能力を AI により拡張し、例えば通常は AI が在宅介護者を支援しその様子を見守る専門家が必要に応じて支援するなど、専門家の能力を普及することが求められている。保育, 教育でも同様な支援技術が有効であり、製造業でも少量多品種の現場では人の経験や勘を共有し従来の QC 活動やそれを支える QC 七つ道

連絡先: 西村拓一, 産業技術総合研究所サービス工学研究センター, 〒135-0064 東京都江東区青海 2-3-26, takuichi.nishimura@aist.go.jp

具だけでは困難となっている。これらのサービス現場におけるインテリジェンスを支援するためには、現場関係者の主体的で積極的な参加や行動変容が重要である。そこで、各種技術の開発及び導入を現場主体で進める、現場参加型開発が重要である。健康増進コミュニティや地域コミュニティなどの無償のサービス現場も含む各種現場の活動と知識を無理なく形式化し共有しブラッシュアップすることで、実践知化し、各種現場や分野を超えた知識連携を実現する。

2.2 現場参加型開発

現場で活用できるシステムやロボットを構築するためには、業務プロセスの改善や関係者の考え方の変化も必要である。そこで、製造業における QC 活動のように現場主体の改善が重要となる。現場コミュニティが協働し自発的・創造的に改善活動を行うことで、現場力の向上が可能となる。また、このような現場では、品質が主観や状況依存となるため計測が困難となり、QC 七つ道具などの工学的な改善支援技術だけでなく、活動や運動の質を可視化する技術が必要となる。このために、コミュニティ形成のためのワークショップや現場の現状を可視化することで、経験と勘の表出と相互理解が進む。ミッション、役割、業務プロセスの合意形成だけでなく、既存のルールを破壊することから新プロセスを創出できる場合もある。関係者が主体的になるため、現状把握能力が向上し、業務プロセスの改良能力が向上することも期待できる。

2.3 コミュニティ支援技術

コミュニティ支援に役立つ技術として日々の申し送りを通して現場の気づきや暗黙知を記録・共有するためのツール DANCE (Dynamic Action and kNowledge assistant for Collaborative sRvice fields)および従来のタイムスタディを拡張しサービス品質の記録と分析を支援するツール QualityStudy を開発して来た。さらに、複数の従業員が自身の持つサービス現場の情報や知識を表現・共有し、よりよいサービスをデザインするためのツール DRAW (Design Representation tool for Autonomous Work systems)[渡辺 2015]を開発している。

2.4 活動や運動の質可視化技術

理学療法士や教師が運動指導時に運動の質を高めるために活用できる技術も開発している。身体の動きや傾きを可視化する Axis Visualizer を開発している。[西村 2016] これは、体幹の意識を高めるために、特定の基本動作をすることで、体幹をぶらさず効率的な動きをしているか計測できるものである。日常生活や様々なスポーツで用いられているモーションキャプチャ技術も有用である。Axis Visualizer はこのモーションキャプチャと併用することで、通常は Axis Visualizer を使用し、より詳細な知見を得る場合はモーションキャプチャで評価する。

3. コト DB の事例: 目的と根拠を「説明できる AI」

前節のサービスインテリジェンスの実現のために、本節では、さらに現場の専門家の知識を構造化し、状況のデータと融合したコト DB を構築することで目的と根拠を「説明できる AI」を実現することを提案する。この「説明できる AI」により、現場のノウハウの共有による業務効率化やリスクの共有による事故の低減、業務品質の標準化など、現場の人々の能力を拡張することが可能となる。

介護業務を例に説明すると、介護サービスの現状は、少子高齢化に伴う介護コストの低減と質の向上が急務となっており、日本の介護サービスの輸出も期待されている。このために、業務

マニュアルを構築することで、業務効率化(教育コスト低減、リスクの低減)と業務の標準化と質の向上を実現し、輸出可能(成功事例:学習塾やコンビニなど)とすることが期待されている。

しかし、介護業務の知識化は困難である。まず、被介護者は多様であり介護者の身体能力や知識も異なり施設など状況に応じて、業務手順は多様となるため、すべての場合の手順を書きつくすことが困難である。また、一度マニュアルを作っても、その後活用せず、内容も古くなることが多い。さらに、マニュアルに対する指導者の懸念として、マニュアル手順の丸覚えとなり各作業の目的を理解せず、異なる状況へ適応困難な人材が育つのではということがある。また、マニュアルを作っても、その手順に納得せず従わないのではとの懸念もあった。

そのため、図1のように、手順の目的と根拠を「説明できる AI」の実現を目指している。これは、介護の一つである、褥瘡予防に関して目的指向で知識を構造化したものである。「褥瘡を予防する」ためには「血行を良くする」を含む 3 種類の行為があり、さらに「血行を良くする」ためには、利用者が「寝返りをする」か寝返りできない場合は、介護者が「利用者に声をかけ」た後に「体位を変える」。対位を変える頻度は 2 時間に1回であり、持ち上げるとリスクがあることが書かれている。図1の右上に書いた記法で構造化されている。

通常のマニュアルは、第4階層のように手順のみが書かれており、その上位の中間目的が書かれていないことが多い。この各行為の中間目的を把握していることにより、状況に応じた行為を思いつくななどの応用力を高めることになる。多様な被介護者に必要な介護行為すべてをかけないため、このような状況適応能力を高めることは重要である。

また、各行為には、IoT、センサ情報や事故ヒヤリハット情報、被介護者個人のケアプラン、介護実施結果などの現場の活動を捉えたデータをリンクさせていく。通常の介護施設では、これら様々なデータがつながることなく存在し、利活用されにくい状況である。このことは、他のサービス現場や製造現場でも頻発している。そこで、この目的指向構造化知識の各行為に対して、現場の様々な活動データを自然にリンクする仕組みを構築している。

各行為へのデータ化が集まってくれば、図1右下のように、機械学習により、AI が予測して注意したり、新たな手法を示唆することが可能になる。例えば、指導者が腰痛になりにくい移乗介護動作を新人に指導する際に、腰に加速度センサを用いるスマホアプリを装着していたとする。良い動作の場合と危険な動作の場合の教師付きデータが集まることで、機械学習し、以降は新人が腰にスマホアプリをつけていると指導者と同じ指導内容を AI が行うことが可能となる。

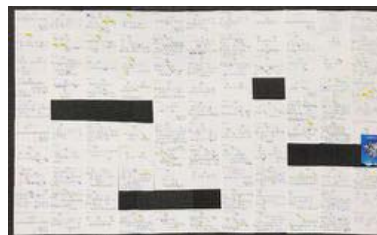
特に、これらの知識構築とデータ融合は、外部専門家が実施するのではなく、介護現場の介護師らその現場を詳細に把握しているメンバーがそれぞれの視点と知識を用いて日々の活動の中で無理なく構築できるよう「知識発現」手法を提案している[西村 2017]。これは、図1右上のようにわかりやすい記法を開発することで実現した。さらに現場共通の知識を事前に構築し、それを各現場へ配布し、各現場のメンバーは、その現場固有の業務プロセスへ修正するだけで済むようにすることで実現した。

今まで、図2のように複数の教科書から介護業務の基本構造化知識を手で構築してきた。この際、様々な介護士に指導いただいている。特に、認知症の被介護者のみのグループホームや要介護度が高い老健など業態によって介護業務の内容が異なるため、様々な業態で活用できるものとしている。今後、この基本知識をもとに様々な現場の固有知識を構築していくなかで、

基本知識自体の改良, 各業態の基本知識の構築を進めていく予定である。

図3に, 目的と根拠の知識をもとに「説明できる AI」の将来像を示した。将来は, 既存のマニュアルから半自動で固有知識を構築し, 不明な中間目的などを AI のチャットボットやロボットがインタラクティブに従業員から収集する。また, 基本的な初心者への指導は, 構造化知識から実施し, この知識に含まれない事象が起きた場合は, 指導者へ問い合わせる。指導者から新たな知識を獲得し, 構造化知識を改良した上で指導を進める。また, 始動時に収集された各行為のセンサ情報と教師データから機械学習を行い, 各行為のリスクを予測する。危険がある場合は本人と指導者に通告し, さらに指導者の知識を学習していく。

将来像としては, このような現場のインテリジェンスを拡張する「説明できる AI」, 「説得できる AI」を目指しているが, 文章構造の自動分析が困難, 中間目的が書かれていないなど, 既存のマニュアルから構造化知識を自動で生成することも多くの研究課題が存在する。特に指導者も中間目的を意識することなく業務を行っていたり指導をしている場合があり, その場合は, 暗黙知を引き出す高度な対話制御技術を必要とする。



介護業務の種類	行為数
排泄介助	277
入浴介助	253
移乗介助	247
移動介助	236
更衣介助	226
体位変換	197
口腔ケア	170
食事介助	140

図2 人手で構築した介護業務の構造化知識

4. 身体動作の専門知識とデータ融合例

本節では, 前節の技術を身体動作に対して実施した例を示す。図4のように「歩く」動作などを構造化したところ「体幹をひねる」動作が重要であることがわかった。様々な日常動作, スポーツ動作は体幹と四肢の協調運動とすることで障害予防, 上達促進が可能となる。体幹は前後左右へのスライドや曲げの動きも重要であるが, 最も日常的に使用される動きはひねり動作となる。歩行時は, 体幹のひねり振動と四肢が連携している。

そこで, 体幹をひねる動作に関してモーションキャプチャや床反力計に座位で座り, 胸郭を回転する動きを計測した。この際

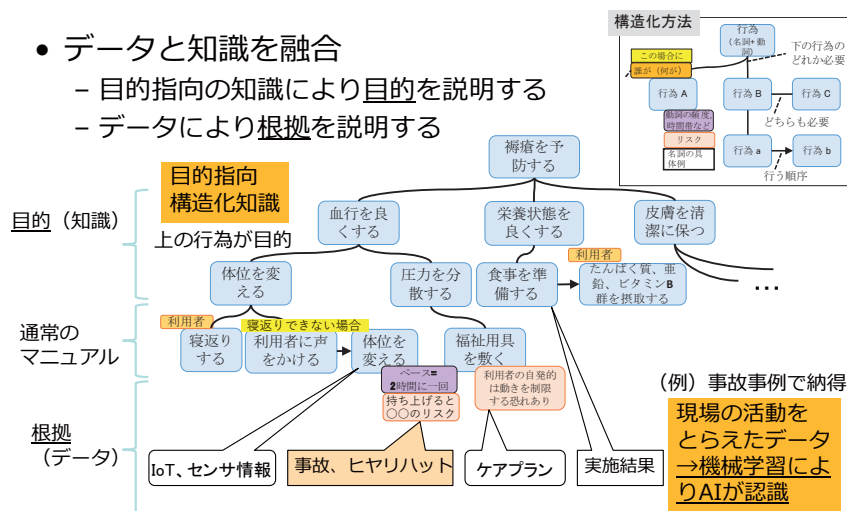


図1 「説明できる AI」のデータ構造化知識

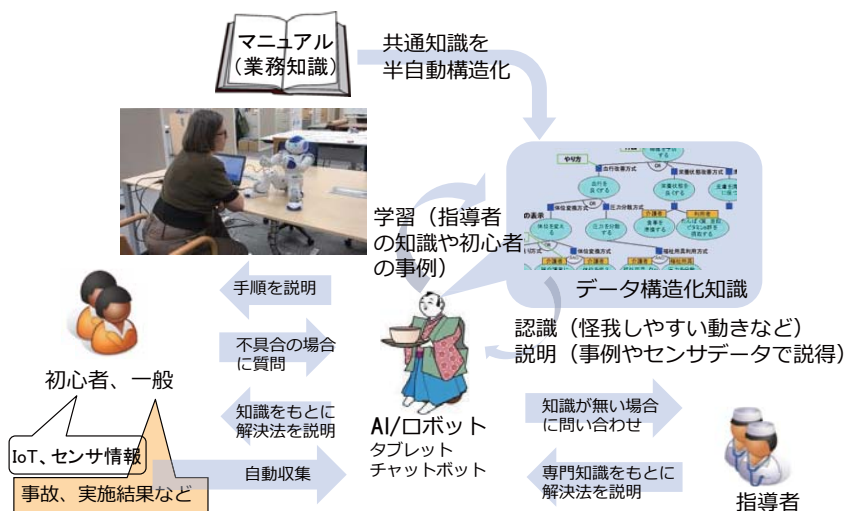


図3 「説明できる AI」のイメージ

モーションキャプチャシステムにより胸郭および骨盤の回転角度を計測した。このデータを分析したところ、バネモデルで記述できることを突き止めた。そこで、スマートフォン内蔵の加速度センサを用い、ユーザがスマートフォンを胸部に当てて体幹ひねり動作を行うことで体幹ひねりの品質を計測する簡易アプリを構築した。[吉田 2018]

この例は、データ知識融合の一例である。つまり、図4のように構造化知識から発見した重要な要素動作を、実験室で分析し、バネモデルを構築した。このモデルを用いて、日常空間で計測可能な簡易アプリを開発し、現場でのデータ収集と簡易診断を行うことで、AIにより専門家の指導能力を拡張したと言える。

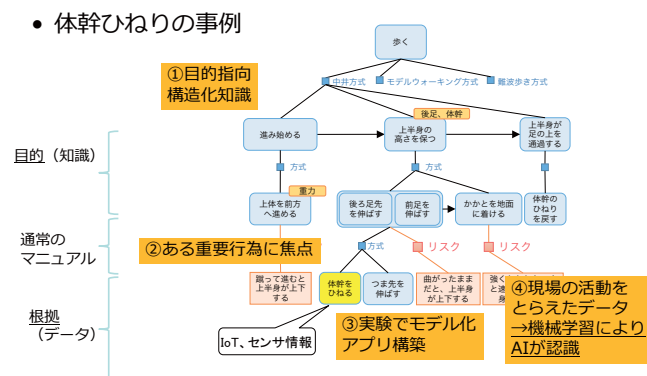


図4 データ知識融合の例

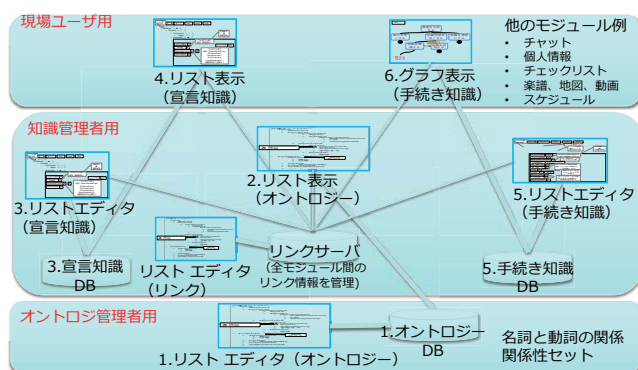


図5 リンクのイメージ

図5には、データ知識融合を実現するための様々なツールのイメージを示した。構造化知識は、宣言知識と手続き知識を有し、それらはリンクされている。例えば、手続き知識の一つのノード「褥瘡を予防する」の「褥瘡」は宣言知識の「褥瘡」とリンクされ、その詳細説明を参照できる。また、当該現場では「褥瘡」ではなく、「とこずれ」という表現をしている場合は、現場ユーザ様の構造化知識では、「とこずれ」という用語を用いる。その場合、現場の知識管理者は、これらの二つの用語のリンクを作成し、全国共通のオントロジーのなかの「褥瘡」とリンクする。これにより現場間の比較や知識の共有も容易になる。

また、他に従業員間でチャットを用いて手続き知識の改良を議論していたら、そのスレッドと当該要素知識の間にリンクを貼る。これにより、手続き知識が変更された理由や過去の議論がすぐに参照可能となる。他に、図5右上のような様々なデータと知識をリンクすることで、組織内に存在する、センサ情報、リスク情報、実施記録、事例、やりとりなどを知識ベースで把握し、経緯や根拠を把握できる。

5. まとめ

本項では、サービス現場の人々の能力を拡張する技術を導入するために現場の状況を把握する重要性を述べ、さらに現場の状況だけでなく、暗黙知を形式化する知識構造化技術を述べた。また、このデータ知識融合によるサービスインテリジェンス実現の可能性を考えた。今後は、サービス現場の能力を拡張

する「説明できる AI」の構築を進めるとともに、データ構造化知識をもとに新たなサービスをデザインする研究を進めたい。

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、平成 23 年度経済産業省委託事業「次世代高信頼・省エネ型IT基盤技術開発・実証事業(サービス工学研究開発分野)」「本格研究による人起点のサービス工学基盤技術開発」、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務「次世代ロボット中核技術研究開発」並びに科研費(課題番号 24500676, 25730190)の助成の下、実施されました。各種研究にご協力いただいた介護老人保健施設・和光苑、はなまる会、伸こう福祉会福祉会のみなさまに御礼を申し上げます。

参考文献

- [本村 2013] 本村 陽一, 西村 拓一, 西田 佳史, 佐藤 洋, 大山 潤爾, 介護・医療における現場参加型アプローチの課題と展望 —持続的・自律的サービスシステムの実現に向けて—, 人工知能学会誌, Vol.28 No.6, p.924-929, 2013.
- [須永 2013] 須永 剛司・小早川 真衣子・山田クリス孝介・渡辺 健太郎・新野 佑樹・西村 拓一, Co-design プロジェクトが自発的に回ること —社会を形づくるデザインに向けて—, 人工知能学会誌, Vol.28 No.6, p.886-892, 2013.
- [西村 2013] 西村 拓一, 渡辺 健太郎, 本村 陽一, コト・データベースによるモノ・コトづくり支援, 2013 年人工知能学会全国大会, 3A1-NFC-03-3, 2013.
- [有馬 2013] 有馬 淳, 千葉 広隆, 中川 肇, フィールド・イノベーション:現場参加型の業務改革, 人工知能学会誌, Vol.28 No.6, p.880-885, 2013.
- [長尾 2014] 長尾知香, 西村拓一, 中高年者の健康増進活動支援における新たなサービス体系の構築-介護予防と地域活性化の支援-,第2回サービス学会国内大会, P1-6, 2014.
- [渡辺 2015] 渡辺健太郎,藤満幸子,原田由美子,山田クリス 孝介,須永剛司,小早川真衣子,新野佑樹,阪本雄一郎, 西村拓一,本村陽一: 看護現場における業務経験の表現共有支援システムの開発,情報処理学会論文誌, Vol.56, No.1, pp. 137-147, 2015.
- [西村 2015] 西村 拓一, 渡辺 健太郎, 福田 賢一郎, 本村 陽一, コト・データベースによるモノ・コトづくり支援-現場の気付き能力と設計能力の拡張を目指して-, 2015 年人工知能学会全国大会, 1K5-NFC-05b-1, 2015.
- [Iino 2017] Nami Iino, Satoshi Nishimura, Ken Fukuda, Kentaro Watanabe, Jokinen Kristina, Takuichi Nishimura (2017), Development and use of an Activity Model based on Structured Knowledge – A music teaching support system –, IEEE International Conference on Data Mining Workshop, November 18.
- [吉田 2018] 吉田 康行, 梁 滋路, 西村 悟史, 鴻巣 久枝, 長尾 知香, 西村 拓一(2018)運動指導のための簡易評価技術の開発 --携帯端末による体幹捻り運動評価情報処理学会論文誌 59(2) 1-11.