

令和元年5月22日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26240033

研究課題名(和文) オントロジー工学的行為モデルを用いたマニュアルの目的指向構造化に関する研究

研究課題名(英文) Goal-oriented structuring of manuals using the ontological model of behaviors

研究代表者

溝口 理一郎 (Mizoguchi, Riichiro)

北陸先端科学技術大学院大学・サービスサイエンス研究センター・特任教授

研究者番号：20116106

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,080,000円

研究成果の概要(和文)：いわゆるマニュアル人間の増加は我が国の技術力の低下の一因とも見なされ解決すべき喫緊の課題の一つである。本研究では、医療ガイドラインや操作マニュアルなどの手順書一般を対象にして、手順書の二種類の構造化法を開発した。具体的には、オントロジー工学的行為モデルに基づき、手順に潜んでいる目的を明示化する目的指向の静的構造化技法と、それに基づいて転置ファイルの考えを適用して、実効的には、動的に組織化されたかのごとくに振る舞う利用指向の構造化法を開発し、実規模の次世代型手順書 OntoManual を看護マニュアルを例にして実現した。また、病院および大学の看護学科の授業での試用を通してその有用性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最近、マニュアルに書いてあることしかできない、いわゆるマニュアル人間が増加して社会的な問題になっています。それと同時に、マニュアル自体が役に立たないという問題も話題になっています。その二つの問題はマニュアルの新しい構造化を行うことで解決できることに気づきました。そこで本研究では、看護マニュアルを対象にして、手順書の二種類の構造化法を開発しました。一つは、手順に潜んでいる目的を明示化する目的指向の静的構造化技法です。他の一つは仕事をしている人の状況に合わせてあたかも動的に組織化されたように振る舞う利用指向の構造化法です。方法の有用性は病院および大学の看護学科の授業での試用を通して検証しました。

研究成果の概要(英文)：The increase of so-called “manual person” is considered as one of the factors causing the decline in Japan's technological capabilities and is one of the urgent issues to be solved. In this study, we developed two types of structuring methods of general manuals such as medical guidelines and operation manuals. One is a goal-oriented static structuring technique based on the ontology engineering action model to explicate hidden sub-goals, and the other is a use-oriented structuring method that behaves as if it were organized dynamically by employing the notion of inverted file. We developed a full-scale next-generation manual named OntoManual in the domain of nursing. We also verified its usefulness through trial in nursing classes at a hospitals and a university.

研究分野：知能情報処理，オントロジー工学

キーワード：マニュアルの構造化 行為分解木 ゴール階層 インデキシング 看護マニュアル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、技術の高度化に伴い複雑なシステムを操作する機会が増大して、そのためのマニュアルが大量に存在している。ものの取り扱いのみならず、接客業、病院における医療サービス、各種サービスにおける窓口業務も多様化し、サービス実行マニュアルや医療ガイドラインも含めれば、現代は情報洪水のみならず、マニュアル洪水の状態になっている。それが災いして、マニュアル通りにしか行動できない若者の増加、理解不足の新人のミスやインシデントの増加や、新人の訓練に時間や手がかかり、有能な人間の貴重な時間が削られることで、結果的に生産性の不要な低下などを招いている。更に、利用者の立場からするとマニュアルが大部で活用できない、欲しいときに欲しい記述が見つからないと言う不満があり、使われないマニュアルが山積み状態にある。

マニュアル人間の最大の問題点は、行為列の裏に潜んでいる行為のゴール(達成目標)が暗黙であり、それに対する認識が欠如していることにある。その結果、少し異なった状況においてとるべき最適な行動に思い至らず、そのまま不適切な行為を実行するか、どうすれば良いかわからずスタックしてしまうかのどちらかになる。極端な表現をすれば、その行為を実行すること自体がゴールになってしまう傾向がある。行為列が達成すべきゴールを明示的に意識できれば、そのゴールを達成するためには手順書にある行為列以外の他の行為列に思い至ることが可能になる。また、状況のゴールに応じて行為列のなかの「重要な行為」を認識することができる。しかし、訓練すべきはこの目的指向の行動であるにもかかわらず、現在の手順書は本質的には手順指向で構造化されており、マニュアル人間の出現を助長していると言ええる。次世代の手順書は目的指向の行動を積極的にサポートできる構造になっていることが望まれる。

更に、手順書の利用を考えると実際には読まれないマニュアルが少なくなく、メーカーは読まれないと知りつつマニュアル作りに大きな投資を余儀なくさせられている。マニュアルが読まれない訳は欲しい情報が欲しいときに探せないからであり、記述内容(必要とする知識)が必要とされる状況と切り離されていることがある。利用者は従事しているタスクにおいて刻々と変化する状況に適応した知識を必要とするが、マニュアルの構造化はそれに応じた形でなされてはいない。すなわち、マニュアルや手順書は利用者が習得すべき知識や技術のある程度小さなまとまりで順を追って、正確に付帯情報と共に記述したものであるが、タスクの全体像を把握したり、状況に柔軟に対応する知識記述はなされていないことが問題となっている。

2. 研究の目的

本研究ではマニュアルや手順書の二種類の構造化問題に取り組む。一つは、手順自体の目的指向の構造化という静的な構造化であり、もう一つの構造化は動的構造化と言えるもので、マニュアルを使用者が遭遇する様々な状況に適応した適切な知識を提供するための構造化である。前者の構造化では、オントロジー工学的な行為のモデルである行為分解木に基づいて手順に潜んでいる目的を明示化するための構造化技法を開発する。後者については、行為分解木をマニュアルに記述されている知識へのインデックスとして用いることによって、実効的には、動的に組織化されたかのように振る舞わせるための構造化を実現する。両者を統合して実規模の次世代型手順書 OntoManual を看護マニュアルを例にして実現する。また、病院および大学の看護学科の授業での試用を通してその有用性を検証する。

OntoManual において行為分解木は二つのロールを持っている。一つはマニュアルのページへのリンクを保持してマニュアルの実効的な動的組織化のためのインデックスとして機能することであり、他の一つは、それ自身が学習教材となることである。行為分解木の記述には無視できない人的コストが必要となる。もし、その意義がマニュアルへのインデックス機能だけで

あればその構築は躊躇される可能性がある。しかし、二つ目の価値を最大限に活かすことによって、従来のマニュアルをインデックスとしての行為分解木とマニュアル本体とを合わせて統合された次世代マニュアルとしての OntoManual を実現することができる。

3. 研究の方法

(1) 目的指向の構造化

ガイドラインもマニュアルもなされるべき行動の仕様記述である。その本質はゴールの達成であり、ゴールには部分ゴールがあり階層構造をなす。そこで、これまで開発してきたオントロジー工学を援用した機能分解木モデル[1]に基づいて機能を行為に拡張しつつ、上述の問題の根本原因の一つである手順指向の記述を目的指向構造化によって除去する。図1に示したように、行為分解木は行為列が達成すべきゴールを全体/部分関係とそれを

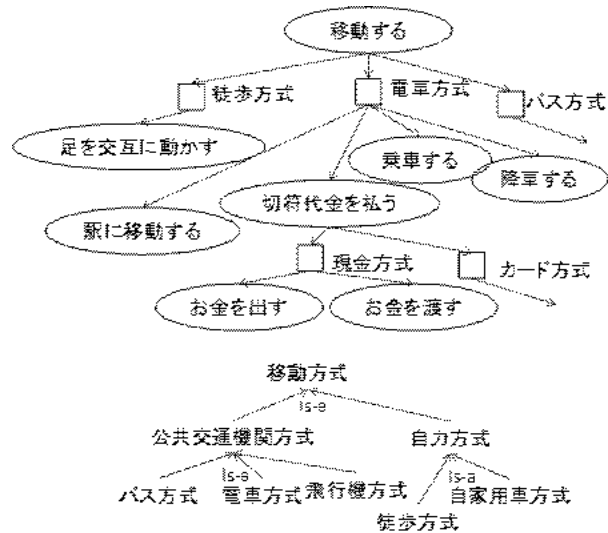


図1 目的指向構造化と行為分解木（簡略版）

達成する方式で階層的に構造化したものである。更に、方式自体の is-a 階層的組織化も可能である。このようにして、手順書の構造において How to realize(手順列) 指向から What to realize (ゴール階層) 指向へのパラダイムシフトを具現化する。

(2) マニュアルの利用指向（動的）構造化

既存のマニュアルの問題を要約すると、

操作の系列（手順）に重きがあり、操作のゴールが暗黙である

画一的である。

断片的である。

の3つにまとめることができる。そして、利用者から見た問題点として具体化すれば、

各操作の根拠（なぜそうするのか）が分かりにくい

従事しているタスクに必要な情報（状況に応じた行為の重要さ）が探せない

タスクの全体像が見渡せない

のようにまとめることができる。の困難さは目的指向の構造化で対処する。残りの二つの困難さも解消するマニュアルの構造化を行うことができれば素晴らしいことは言うまでもない。しかし、利用者が従事するタスクや状況は多様であり、それぞれの要求に対応する構造化は事実上不可能と言える。この問題を解決するために、オントロジー工学の成果を適用して、実効的には、動的に組織化されたかのごとくに振る舞うマニュアル OntoManual を看護マニュアルを例にして実現する。その基本思想は Inverted file (転置ファイル) の考えに基づいている。すなわち、看護師がマスターすべき知識項目をマニュアルから抜き出して、全てのタスクを対象として構築された行為分解木に埋め込み、それをインデックスとしてマニュアルの関連箇所にはリンクを張る。看護師はタスク実行時に隠れた（サブ）ゴールを意識しつつ、行為分解木で言及された知識や技法の詳細な記述はリンク先のマニュアルで学び、タスクの構造は分解木で学ぶことができる。行為分解木は看護師がなすべき行為列とその全体のゴール階層とを同時に

表現したものであり、必要な詳細知識はタスク実行というコンテキストの中でリンク先にあるマニュアルのページの記述で学ぶことが可能になる。このことにより、本来、作業手順という動的な知識を表現するはずのマニュアルが現実には静的な記述にならざるを得ない問題点を克服して、タスク実行という現実の状況（コンテキスト）の中に適宜埋め込まれた詳細知識を状況適応的に参照することを可能にする。

4. 研究成果

看護マニュアルを対象として OntoManual をタブレット端末 iPad に実装した。タブレットコンピュータの高い操作性を享受でき、かつ静止画像や動画、詳しい記述がある PDF 化されたマニュアルの特定頁へのジャンプなどが有機的に結合された次世代のハンドヘルド手順書とその開発支援環境が実現されたと言える。更に、手順書一般の目的指向構造化方法論を確立することにより、理論と実践の両面における実質的成果を得た。実際、OntoManual の学習教材としての価値は大きく、大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻の授業・実習において実用されている。

(1) 看護ドメインにおける OntoManual の必要性和意義

看護行為は多様な知識を複雑に結びつけることで実践される。たとえば患者の身体状況を観察する際、バイタルサインを測定する知識に加え、測定値の正常異常を判断する知識、測定結果を評価するための病態に関する知識など、様々な目的をもつ知識を統合し行為している。ベテラン看護師の豊かな実践力は、目的に沿って複雑に構造化された知識に基づいていると考えられ、初学者には理解や習得が困難な「経験知」と称される側面もある。

そうした経験知を視覚化し構造化すれば、初学者であっても理解可能なものになる。また、いわゆる「直観の看護」の科学的な構造化にもつながる可能性がある。この理解を出発点として、我々は高度な経験知を必要とする、手術後の合併症の早期発見に重点を置いた患者観察の教育に即した OntoManual の意義は大きい。プログラムは CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model) と呼ばれる枠組みに基づいた患者観察に関する行為分解木と行為分解木からマニュアルへのリンク、そしてタブレット端末で動作する CHARM Pad と呼ばれるアプリから構成される。OntoManual は手術後の観察の手順を目的に沿って木構造に構造化し、動画や参考情報を付与することで、学習者の目的に注目した術後観察技術の学習を支援する機能を持つ。数年にわたり知識モデルと CHARM Pad の改善を続け、看護学生の演習および臨地実習の自己学習で活用できるよう環境を整え、使用状況と達成度に関わる評価を行い、高い評価を得た。

(2) 機能の詳細

看護師が遭遇する様々な状況に応じて参照すべき行為と対応するマニュアル箇所を適応的に示すために様々な工夫を凝らした。以下にその概要を述べる。

複数ゴールへの対応

例えば、同じバイタルの測定行為であっても状況に応じてその意義（目的）が異なる。言い換えれば、行為分解木は「木」であるので原則各ノードの親は一つであるが、複数ゴールがある場合には複数の親を持つノードが存在することになる。このことに対応するために行為分解木の表現ツールの機能拡張を行った。

合併症発症機序一般モデルと要注意ノード

手術の種類や患者の状態に応じて、CHARM Pad 内の観察行為のうち特に注意を払うべき行為（要注意ノード）を提示することを目標にし、患者の病態関連図などを知識源として手術後に発生する可能性のある合併症がどのような機序で発生するのかを表す「合併症発症機序」を呼吸器系・消化器系・循環器系の合併症を対象としてモデル化した。まず、手術後に起こり得る一般的な合併症がどのような機序で発症するかをモデル化する。そして、そのモデルをCHARM Pad に取り込むことで、CHARM Pad 上で手術や患者に関する条件を入力することにより、手術後の合併症を早期発見したり予防したりするために、特に注意が必要な要注意看護行為を特定して、学習者に分かりやすく表示することを可能にした。

手術諸条件と患者状態（要因）のモデル

上述の絞り込みを行うために必要な情報として入力する際に用いる観点を定義する。これを「絞り込みに用いる観点」と呼ぶ。絞り込みに用いる観点を一般的な観点と分野固有の観点に分けて定義をする。そして、それらの観点を利用した行為分解木絞り込み表示アプリケーションを開発した。絞り込み観点を定義は、行為分解木の構成要素の定義と分類をオントロジーとして定義することで行う。これにより、行為分解木を何によって絞り込むかを明確に定義し、また複数の絞り込み観点の間の関係性を明確にする。

絞り込み条件とツール上での表示

定義した絞り込みの観点から絞り込みの入力条件をもとに関連する行為分解木をユーザにわかりやすく提示する。また、結果だけでなく、なぜその行為が絞り込み項目と関連しているのかという理由を提示する機能を実装した。具体的には、ユーザが設定した絞り込み項目から行為分解木中の関連する情報の検索を行い、そのノードとルートからのパスに対してハイライト表示を行う機能を実装した。これは、絞り込み項目を含む概念と予防行為・発見行為・対処行為が記述されている概念を再帰的に検索することで求める。また、その絞り込み結果に対して、ハイライトされている理由を表示する機能を実装した。

(3) 成果の総括

大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻の講義において 3 年間利用してきたことに加えて、看護科学学会の年会において発表、並びにハンズオンセッションを開催して好評を博した。参考にしたマニュアルを以下に示す。[2]を中心として総計 243 頁のマニュアルの構造化を行った。

このようにして構築された OntoManual は、既製のマニュアルの電子化以上のものである。それは、研究協力者である大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻の荒尾教授と師岡講師らの独自の専門知識を中心にして構成された行為分解木とそれを知識として支える新規の教科書的知識の統合体なのである。その意味で、OntoManual は二種類の構造化がもたらす高機能性の価値に加えて、その知識内容自体において新規性を併せ持つという点において意義深い。

<参考文献>

- [1] 溝口理一郎(単著), オントロジー工学, 9 章, 人工知能学会(編集), オーム社, 2005 年
- [2] 鎌倉やよい・深田順子: 周術期の臨床判断を磨く 手術侵襲と生体反応から導く看護, 株式会社医学書院, 総ページ数: 165 頁, 2008.
- [3] 阿部俊子・山本則子: エビデンスに基づく 疾患別看護ケア関連図, 中央法規出版株式会社, 46-75, 2014.
- [4] 竹内登美子, 「高齢者と成人の周手術期看護 2 術中/術後の生体反応と急性期看護」, 医歯薬出版株式会社, p.121, p.124, p.127, pp.132-135, p.138, 2000.

[5] 中島恵美子, 山崎智子, 竹内佐智恵: 成人看護学 4 周術期看護, メディカ出版, p.35, p.90, p.96, p.97, p.102, 2009.

[6] 山本雅一, 井上雄志: 消化器外科 術後合併症対応マニュアル, メジカルビュー社, p.35, p.55, p.74, 2011.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

古崎 晃司, 溝口 理一郎: オントロジー構築における Part-of 記述とその実践ーロール理論に基づく部分構造表現モデル, 人工知能学会論文誌, 34 巻 1 号, 1 - 13, 2019 .(査読あり)

Fumiaki Toyoshima, Riichiro Mizoguchi, Mitsuru Ikeda: Causation: A functional perspective, Applied Ontology, Vol.14, No.1, 1-36 2019. (査読あり)

笠井俊信, 永野和男, 溝口理一郎: 教員養成教育における授業構造可視化システムの実践活用とその効果, 教育システム情報学会誌 35 (3), 275-287, 2018 .(査読あり)

RM Suleman, R. Mizoguchi, M. Ikeda: A new perspective of negotiation-based dialog to enhance metacognitive skills in the context of open learner models, International Journal of Artificial Intelligence in Education 26 (4), 1069-1115, 2016. (査読あり)

Riichiro Mizoguchi, Jacqueline Bourdeau: Using ontological engineering to overcome ai-ed problems: Contribution, impact and perspectives, International Journal of Artificial Intelligence in Education 26 (1), 91-106, 2016. (査読あり)

〔学会発表〕(計 2 件)

師岡友紀, 來村徳信, 荒尾晴恵, 山下亮子, 笹嶋宗彦, 溝口理一郎: 経験知を科学する 看護に活かすオントロジー, K27, 日本看護科学学会 第 36 回日本看護科学学会学術集会, 2016 .

山下亮子, 師岡友紀, 荒尾晴恵, 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, 溝口理一郎: タブレット端末を用いた自己学習教育プログラムの術後観察演習への導入と評価, P1 - 4 - 33, 日本看護科学学会 第 34 回日本看護科学学会学術集会, 2014 .

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 來村 徳信

ローマ字氏名: Yoshinobu Kitamura

所属研究機関名: 立命館大学

部局名: 情報理工学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 20252710

研究分担者氏名: 古崎 晃司

ローマ字氏名: Kouji Kozaki

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 産業科学研究所

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 00362624

(2)研究協力者

研究協力者氏名: 荒尾 晴恵

ローマ字氏名: Harue Arao

研究協力者氏名: 師岡 友紀

ローマ字氏名: Yuki Morooka