

行為分解木に対する多様な観点に基づいた 絞り込み表示機能の実装

Implementation of adaptive displaying function for action decomposition trees based on various viewpoints

今園 真聡*¹
Masaaki Imazono

來村 徳信*¹
Yoshinobu Kitamura

*¹ 立命館大学 情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

The action decomposition trees show intended goals of actions and their procedures. In order to improve readability of large-scale action decomposition trees, this research aims to develop the software function to display the portions of the trees which are related with user-specified information from various viewpoints. We define the general and domain-specific types of the viewpoints, which can be used by the users to specify the kinds of the information that they need. For users' understanding of relationships between actions, the software also has a function to show the reason why the specific portions of the trees are displayed.

1. はじめに

行為分解木[溝口 15]とは、ある行為をどのように達成するかということ、部分行為に分解して木構造で表したものである。達成する行為を全体行為、全体行為を達成するための行為を部分行為、全体行為を達成するやり方を概念化したものを達成方式という。一つの行為のさまざまな達成のやり方を部分行為と達成方式の組として表すことができるため、行為の複雑な達成手順やさまざまな手法などをわかりやすく提示することができる。また、行為分解木を閲覧することによって、部分行為が達成する行為を目的として確認できるため、他の形式に比べ目的を明確に理解することができる。特に看護分野においては行為分解木を用いたツールの有用性が実際に示されている[西村 15]。

しかし、行為分解木の表現の形式上、さまざまなやり方を表すために行為の達成方式を追加したり、全体行為をより詳細な部分行為に分解したりすることなどによって、行為分解木の全体が大きくなる。その結果、ある状況において特定の情報のみに注目したいユーザにとっては、行為分解木から状況に応じた特定の情報を見つけるのが困難になるという課題があった。

そこで、本研究では、ユーザが状況に応じて入力した条件に従って、行為条件木の中の条件に適合するノードを強調表示したり、適合ノードのみから構成される部分木を表示したりすることで、ユーザが必要な情報を見つけやすくすることを目的とする。

本稿では、まず、絞り込みの条件を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、オントロジーの概念として、定義する。本研究では、分野固有の観点を「鋼板製造」と「看護行為」の2つの分野について定義を行った。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ソフトウェアを開発する。定義した絞り込みの観点から絞り込みの条件となる項目を作成し、入力された条件値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ことを目指す。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する。

本研究では、絞り込みに用いる観点を定義するオントロジーを「法造」を用いて構築する。法造は、オントロジーを構築・利用するための統合的環境であり、コンテキストにおける役割(ロー

ル概念)を明示的に扱えるという特徴を持つ[溝口 06]。また、行為分解木の構築には OntoGearCore というモデリングツールを使用した。それぞれのデータは法造 API と OntoGearCore API を用いて参照するように実装した。

2. 絞り込みに用いる観定の定義

絞り込みに用いる観点とは、対象となる行為分解木を絞り込む際の条件の項目として用いる概念のことであり、行為分解木を構成する要素となる概念やその種類の概念のうち、絞り込みの条件として有用と考えられる概念セットのことであり、そのため、まず行為分解木を構成する概念要素をオントロジーの概念として定義した。次に、定義した概念のうち、絞り込みに有用な観点と考えられるものを「絞り込みに用いる観点」として抽出した。

絞り込みに用いる観点は「一般的な観点」と「分野固有の観点」の2つに分類できる。行為分解木は分野に共通な枠組みに基づいて記述されるが、対象とする分野によって異なる概念も現れる。共通な記述枠組みを表す概念が「一般的な観点」に分類され、どの分野における行為分解木の絞り込みにも適用することができる。一方、主に行為の対象となる概念などの分野固有の概念は、「分野固有の観点」に分類される。これらは「一般的な観点」の概念の下位概念として、定義される。絞り込みの際には、「一般的な観点」と「分野固有の観点」のリストの中からそれぞれ選択することで、その組み合わせとして、行為分解木の絞り込みを行うことができる。

2.1 一般的な観定の定義

一般的な観点を定義するために、行為分解木の記述に用いられている概念をオントロジーの概念として定義した。本節では、「行為」と「状態」概念の定義と、その絞り込み観点について述べる。「行為」概念は図1の左側に示すように、「行為者」、「対象」、「方式」を部分概念としてもつような概念として定義されている。「行為者」とはその行為を実行するものであり、一般的な文章表現において主語にあたるものである。図1においてスロットのクラス制約概念として記述されているように、「行為者」は「行為者対象」クラス(人間やものなどを下位クラスとするクラス)のインスタンスでなければならない、一方、「対象」とはその行為の対象となるものであり、文章表現の目的語にあたる。クラス制約とし

て「具体物」が指定されており、物理空間上の範囲を占めるようなものが行為の対象となることが定義されている。最後に、「方式」は、その行為をどのように達成するかを示している。

行為概念は、図1の右側に示すように、「目的達成行為」と「不具合達成行為」の2つの下位概念に分類される。「目的達成行為」とは行為分解木の記述者にとって、達成されることが望ましい状態を実現するための行為であり、通常の行為分解木の要素である。一方、「不具合達成行為」は、行為を実行することによって問題が発生するような、行為分解木の記述者にとって望ましくない状態を引き起こす行為である。図1の右側では、不具合達成行為には、一般的に、「予防行為」、「発見行為」、「対処行為」が存在するということが定義されている。「予防行為」は、不具合達成行為が達成される前に予防するための行為、「発見行為」は不具合達成行為の兆候を発見するための行為、「対処行為」は不具合達成行為が行われた後にその影響に対処するための行為を意味している。予防行為・発見行為・対処行為は異なる行為分解木間をつなぐために有用であり、絞り込みを行う際にも利用できる。そのため、不具合達成行為の部分概念を「一般的な絞り込みに用いる観点」として定義した。

次に「状態」概念とその下位概念の定義を図2に示す。「状態」概念は「対象」と「時間」を部分概念としてもつ。「対象」は状態を持つようなものであり、「実在物」クラスのインスタンスである。一方、「時間」は状態の要因となるものの時間を表している。この「時間軸」クラスには「過去」、「未来」、「現在」などの下位クラスが定義されている。図2では「状態」が「過去に起因する状態」と「未来に関する状態」の下位概念に分類されることを示している。また、「過去に起因する状態」は「行為に起因する状態」と「性質に起因する状態」の2つに分類され、「未来に関する状態」は「未来の行為に基づく状態」と「未来の性質に基づく状態」の2つの下位概念に分類される。「行為に起因する状態」は、過去に行ったまたは行われた行為が原因で引き起こされる状態、「性質に起因する状態」は、過去に持っていた性質が原因で引き起こされる状態を表す。「未来の行為に基づく状態」とは、未来に行う予定の行為を目的として、現在の状態があることを表す。「未来の性質に基づく状態」とは、その性質を未来で持つことを目的として、現在の状態があることを表す。分類の順序としては、すべての状態が時系列情報を保持しており、また原因となった行為と性質のどちらかの特徴を持っていると考えられるため、時系列で分類した後、行為と性質で分類を行った。「状態」概念とその下位概念は、絞り込みの際の目的設定や、過去の事象から現在の注目すべきノードの絞り込みに利用できるため、「絞り込みに用いられる観点」として抽出した。

2.2 分野固有の観点の定義

本節では分野固有の観点の例として、鋼板製造分野固有の絞り込み観点について述べる。本研究では、他の研究においてすでに記述されていた実際の「鋼板製造」に関する行為分解木に基づいて、それに現れる概念をオントロジーとして定義した。まず、定義した概念の例として、「不具合達成行為」の下位概念である「硫黄(S)による熱間脆性」の定義を図3に示す。図3に示すように、「硫黄(S)による熱間脆性」という行為(不具合な現象)は、「成分改質方式」という方式によって「熱間脆性」という不具合が発生することを表し、その不具合は「シリコンやマンガンを加える」という行為によって予防できることを表している。また、「成分改質方式」は「溶鉄から不純物を除去する」と「成分を改質する」の2つの部分行為から成り立っていることを表している。定義した概念とその部分概念は他の概念と関係している可能

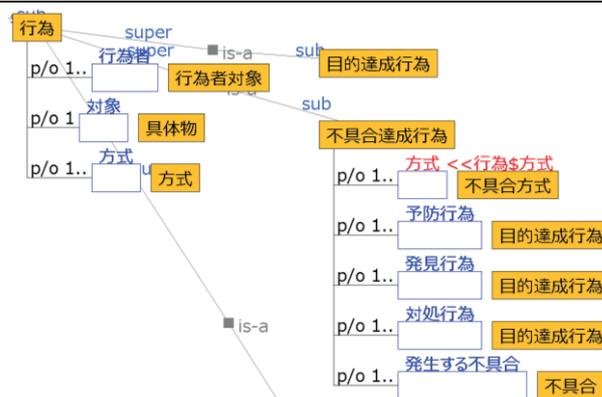


図1 「行為」概念とその下位概念の定義

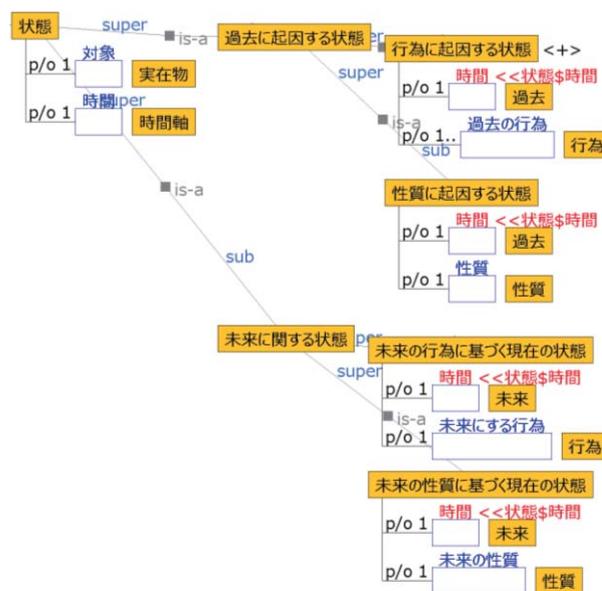


図2 「状態」概念とその下位概念の定義

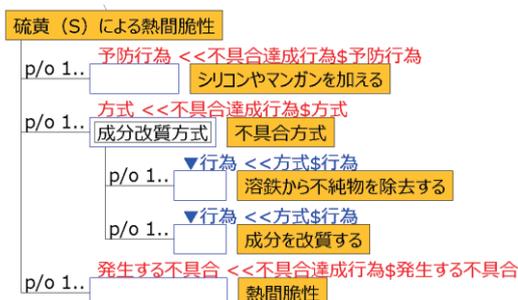


図3 「硫黄(S)による熱間脆性」概念の定義

性があり、それらの関係性を調べるための絞り込みの条件に利用できるため、「分野固有の絞り込み観点」として抽出した。

同様に、看護分野における術後観察看護行為に固有な絞り込み観点の定義を行った。

3. 絞り込み表示ソフトウェアの開発

3.1 概要

図4に開発したソフトウェアのフレームワークを示す。ソフトウェアは入力データとして、「行為分解木データ」と前節で述べた絞り込み観点を定義した「オントロジーデータ」の2つを読み込んで動作する。「行為分解木データ」は OntoGearCore API を使用して、データを参照する。「オントロジーデータ」は、定義内容

を法造 API を使用して参照する。本ソフトウェアは、行為分解木データとオントロジーデータを読み込んだ後、まず、ユーザに対して「絞り込みに用いることができる観点」をリストとして提示する。ユーザがそのリストから絞り込みに用いたい条件を選択すると、本ソフトウェアは条件に従って、適合するノードやリンクのハイライト表示、または適合するノードのみに絞り込んだ行為分解木を表示して、ユーザに提示する。

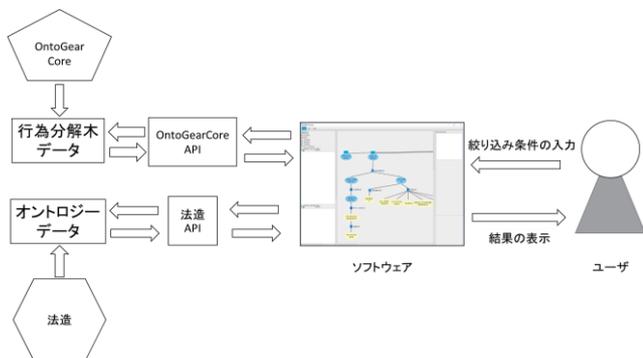


図 4 ソフトウェアのフレームワーク

3.2 動的な絞り込み条件の生成機能

図 5 はソフトウェアの絞り込み条件入力部分の画面を示している。まず、絞り込み条件は「固定項目」と「オントロジー依存項目」で構成され、2 つの項目を組み合わせることで絞り込みを実行する。前節で述べた「一般的な絞り込み観点」が「固定項目」に対応し、「分野固有の絞り込み観点」が「オントロジー依存項目」に対応する。「固定項目」として「予防行為」、「発見行為」、「対処行為」が提示され、ユーザが各項目にチェックを入れることで、対応するノードのみに表示を絞り込むことができる。「オントロジー依存項目」は前節で述べた「分野固有の絞り込み観点」に基づいて、読み込んだオントロジーファイルのデータを用いて、選択した対象の概念のスロットのロール概念とクラス制限を参照して生成される。そのため、オントロジー設計者が提示する項目を自由に設定することが可能である。図 5 では、オントロジー依存項目として、「溶鉄」のスロットのロール概念である「原因となる行為」が表示され、右横の「選択」ボタンをクリックすることで、別ウィンドウとして図 6 が表示される。図 6 では具体的な分野固有な観点が表示され、ユーザは各チェックボックスを選択することで分野固有の絞り込み条件を設定することができる。

3.3 条件に基づく絞り込み表示機能

表示方法にはハイライト表示と絞り込み表示の 2 種類がある。ハイライト表示では、図 7 のように関連性があると考えられるノード

とルートノードまでのエッジをハイライト表示する。絞り込み表示では、図 8 のように関連性があると考えられるノードとルートノードまでのパス上のノードを抽出した行為分解木の部分木を表示する。ハイライトまたは抽出されるノードは下記の条件に当てはまる概念である。

1. 絞り込み条件に指定された概念が、当該概念のスロットのクラス制約として記述されている概念
2. 下記の処理で取得できる概念の予防行為・発見行為・対処行為のスロットのクラス制約として記述されている概念
 - ① まず、1 の条件を満たす概念が、スロットのクラス制約として記述されている概念を取得する。この条件を満たす概念を変数 A に格納する。
 - ② 変数 A が示す概念、スロットのクラス制約として記述されている概念を取得する。この条件を満たす概念を B とする。
 - ③ 概念 B を変数 A に代入して、手続き②を再帰的に呼び出す。新たな概念が取得できなくなれば終了する。

このように前節で述べた絞り込み条件によって、他の行為分解木とのノードの関係性や明示的にされていないノード間の関係性が検索され、ハイライトされるノードが変化する。ハイライト表示によって、関連性があると考えられるノードと隣接しているノードを確認できるため、行為の流れが把握できる。絞り込み表示は、関連性があると考えられるノードのみを抽出するため、関連のある部分木の全体像の把握が容易になると考えられる。

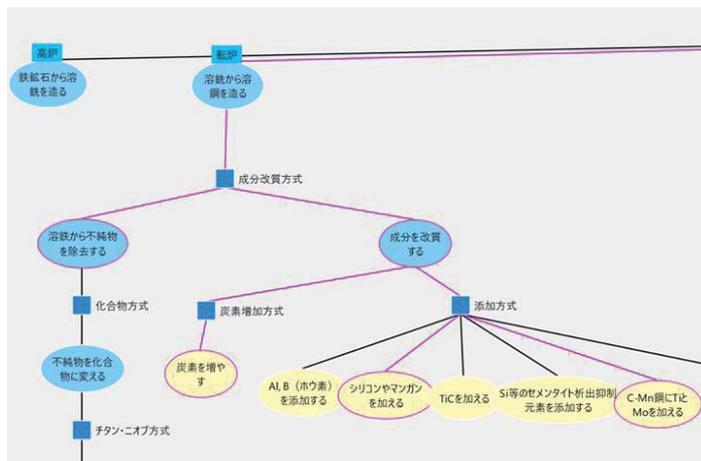


図 7 ハイライト表示による表示結果

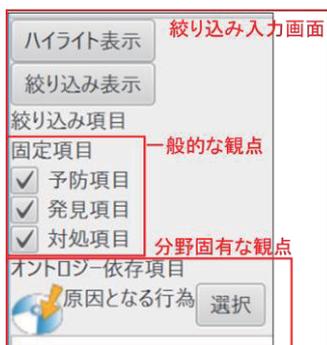


図 5 絞り込み入力画面

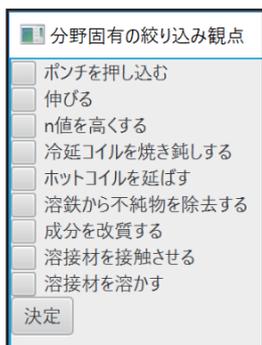


図 6 「選択」ボタンを押したときの画面

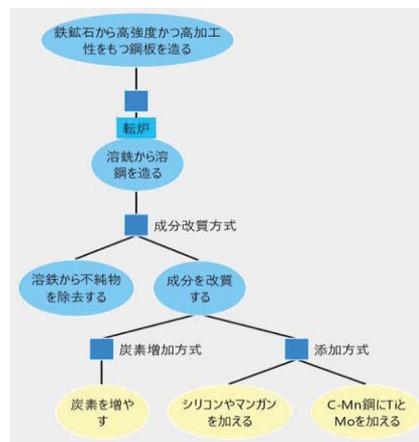


図 8 絞り込み表示による表示結果

3.4 絞り込みの理由の表示機能

本節では、絞り込み理由の表示機能について記述する。絞り込み理由とは、条件によってハイライトされたノードが、どの条件によってなぜハイライトされているのかを説明するものである。図8は絞り込み条件のオントロジー依存項目の「関連する生成物」として「ハイテン鋼」を設定した場合にハイライトされた「C-Mn 鋼に Ti と Mo を加える」というノードを右クリックしたときの画面を示している。右クリックが行われると、そのノードがハイライトされた理由を示す行為分解木があれば、その表示を行うためのメニューを表示する。図では「品質向上-[強度を上げる]を表示」と表示されており、これはクリックしたノードが品質向上を目的とすることを意味し、また強度を上げるためという理由があることを示す。この「品質向上-[強度を上げる]を表示」をクリックすると図9に示す「強度を上げる」ための行為分解木が表示される。この行為分解木には「C-Mn 鋼に Ti と Mo を加える」というノードが含まれており、このノードがどのように「強度を上げる」という全体的な目的に貢献しているかを理解することができる。このように、別の行為分解木中に同じ概念のノードを持つ場合や、検索対象の行為分解木のノードが予防行為、発見行為、対処行為を持つ場合に理由を表示できる。



図9 ハイライトノードを右クリックした画面

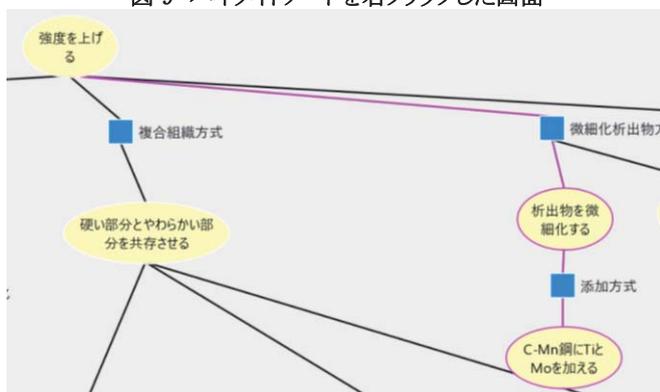


図10 絞り込みの理由として「強度を上げる」という行為分解木を表示している画面

3.5 術後観察看護行為分解木への適応

本節では、本ソフトウェアを術後観察看護行為分解木に対して適用した例について述べる。図11はオントロジー依存項目の「患者の状態」の「選択」ボタンを押したときに表示される画面であり、現在、観察対象としている患者の状態を選択できる。図12は絞り込み条件として、「患者の状態」として「喫煙歴が長い」

分野固有の絞り込み観点	
<input checked="" type="checkbox"/>	喫煙歴が長い
<input type="checkbox"/>	食事摂取方法が不適切である
<input type="checkbox"/>	術前からの低蛋白血症
<input type="checkbox"/>	術前からの貧血である
<input type="checkbox"/>	術中同一体位になる
<input type="checkbox"/>	長時間の臥床になる
<input type="checkbox"/>	術後24時間以内である
<input type="checkbox"/>	退院に伴う不安がある
決定	

図11 「患者の状態」の選択ボタンを押したときの画面

を指定した場合を示している。「呼吸器合併症のリスクを早期発見する」と「無気肺の有無とリスクを評価する」がハイライト表示されている。これは、前節で述べた「条件からの絞り込み」機能によって、オントロジーファイルに記述されている絞り込み観点の関係性を検索することで、絞り込み条件によっておこる合併症(不具合)の発見行為である「呼吸器合併症のリスクを早期発見する」と「無気肺の有無とリスクを評価する」がハイライトされる。ここではハイライト表示の画面のみを示しているが、図8と同じように、条件に適合するノードのみの絞り込み表示も可能である。

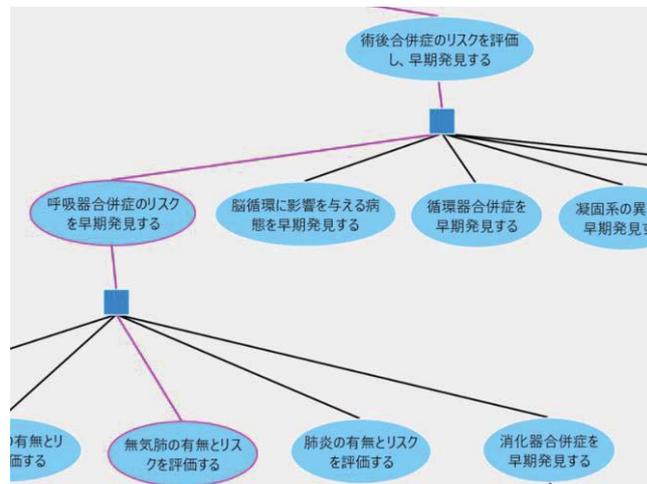


図12 絞り込み結果のハイライト表示画面

4. まとめと今後の課題

本研究では、行為分解木を絞り込むための観点の定義を行い、その観点から絞り込み表示を行うソフトウェアを開発した。絞り込み観点として、行為分解木の記述枠組みを定義した「一般的な観点」と、特定分野固有の概念を定義した「分野固有の観点」の2つを定義し、多角的に絞り込みを行えるようにした。

今後の課題は絞り込みの観点を追加することである。絞り込みの観点が少ないと、観点間の関係性を正確に記述できないため、正確な絞り込み表示がされない可能性があるためである。また、絞り込みの観点的増加によって、ユーザが設定できる条件が増え、ツールがより使いやすいものになると考える。

謝辞

OntoGearCoreの開発を進めて頂いている、OntoGearCore開発チームの皆様へ感謝します。

参考文献

- [溝口 15] 溝口 理一郎, 古崎 晃司, 来村 徳信: オントロジー強化型センサー 工学者のための発想支援型情報検索を目指して, 情報管理, Vol. 58, No. 5, pp. 361-371, 科学技術振興機構, 2015
- [西村 15] 西村 悟史, 笹嶋 宗彦, 来村 徳信, 中村 明美, 高橋 弘枝, 平尾 明美, 服部 兼敏, 溝口 理一郎: 目的指向の看護手順学習に向けた複数観点からの知識閲覧システム CHARM Pad と新人看護師研修への実践的活用, 人工知能学会論文誌, Vol.30, No.1, pp.22-36, 2015
- [溝口 06] 溝口 理一郎, 古崎 晃司, 来村 徳信, 笹嶋 宗彦: オントロジー構築入門, オーム社, 2006