

機能的設計知識管理のためのオントロジー的枠組みの構築

6V-2

～基盤概念の同定と実装

吉川真理子*¹ 高橋知伸*¹ 笠井俊信*² 來村徳信*¹ 溝口理一郎*¹¹大阪大学産業科学研究所 ²岡山大学教育学部

1. はじめに

近年、大規模・複雑化する人工システムの設計に関する知識を組織で共有したいという要求が高まっている。設計に関する知識のうち、装置の形状や操作方法などは設計図やマニュアルによって伝えることができるが、システムにおける装置の役割や装置が果たす機能といった設計の初期段階に現れる概念的な知識についてはその表現方法が確立されておらず、属人的で暗黙である場合が多い。本研究ではそのような機能的知識を明示的に記述することにより知識の共有・再利用性を高めることを目指して、記述する知識の一貫性を保つために基盤となる機能概念を同定し、明示的な定義を与えて計算機上に実装した。

2. 振る舞いと機能

装置を物理レベルの特性で捉えた客観的な振る舞いと、設計者の意図及び解釈する人の主観に基づいて捉えられる機能は区別して扱われるべきである。筆者らは、機能を振る舞いを目的のもとに解釈した結果と定義し、機能・振る舞い表現言語 FBRL[笹島 96]を開発してきた。FBRL において例えば熱交換器の振る舞いは、目的に応じて「冷やす」「暖める」「熱エネルギーを移す」など複数の機能的解釈が可能である。

本研究では FBRL に基づく振る舞いと機能の枠組みをオントロジーエディタ[古崎 01](筆者の所属する研究室で開発中のオントロジー構築環境)上に実装した。図 1 に一部を示す。各概念クラスは部分概念と部分概念間の制約からなる。装置(Device)クラスは対象物が入出力されるポート、他の装置への接続情報、振る舞い等の部分概念により定義される。振る舞い(Behavior)クラスは対象物、対象物間の関係、対象物の属性に関する式等の部分概念から成る。機能を解釈するための情報を表す FTSet クラスは Obj-Focus(注目する対象物)、P-Focus(注目する入口ポートと出口ポートの組)、O-Focus(注目する属性)、Necessity(対象物の必要性)、FuncType(目標状態への指向の形態)の 5 つの部分概念からなる。機能を表す Function クラスは振る舞いと FTSet からなる。

3. 機能概念

「膨張させる」「冷やす」といった機能概念を

Function クラスの下位概念として分類によって特殊化することにより定義した。機能概念は分類軸「注目する対象物の種類」によって「エネルギーに対して機能する」「物質に対して機能する」「力に対して機能する」「運動に対して機能する」の 4 つの概念に分かれる。これらの機能概念の定義は FTSet の Obj-Focus の値がそれぞれ「物質」「エネルギー」「力」「運動」であることである。図 1 にエネルギーに対する機能概念を示す。右のパネルには選択した機能概念ノード(図中はエネルギーに対する機能の「取り去る」)の定義内容が表示される。より詳細な機能概念は以下のような分類軸にそった値を付加することにより定義される。

- ・注目する対象物の種類 (Obj-Focus の値)
- ・注目するポート (P-Focus する入口・出口ポート)
- ・注目する流れ (P-Focus する入口から出口への流れ)
- ・注目する対象物 (P-Focus するポートにある対象物)
- ・注目する対象物クラス変化 (P-Focus するポートにある対象物のクラスは入口と出口で同じか)
- ・注目する属性 (O-Focus の値)
- ・注目する属性の変化 (O-Focus の値の変化)

分類軸にそった値は括弧内に示す FTSet を参照することによって与えられる。定義した機能概念のうち物質に対する機能概念である「膨張させる」とエネルギーに対する機能概念である「冷やす」の定義内容を以下に示す。左から分類軸、分類軸に対する値、各分類軸に対応する機能概念を示す。

物質機能概念「膨張させる」

注目する流れ	1:1	(↓通す)
クラス変化	無し	(↓通す+)
属性値変化	変化	(↓変える)
量変化の方向	+	(↓増やす)
属性値	体積	(膨張させる)

*1:1…入口1つ, 出口1つに注目

エネルギー機能概念「冷やす」

注目する流れ	E 移動 1:1	(↓移す)
注目する流れ	SRC 注目	(↓取り去る)
非注目対象物必要性	RCPNeed	(↓取り去る+)
注目属性出口の値	>0	(↓取り去る++)
注目属性	熱	(冷やす)

*S R C…エネルギーを放出する媒体の流れ

*R C P…エネルギーを受け取る媒体の流れ

「物質に対して機能する」とき注目する流れが入口 1 つと出口 1 つであるとき「通す」機能である。さらに

対象物のクラス変化がなければ「通す+」, その上で属性値の変化があるとき「変える」であり, 注目属性が体積であることで「膨張させる」機能概念が定義される。下位概念が上位概念と同じラベルを持つときに区別のために+記号が用いられている。このとき下位概念は上位概念を詳細化したものであり異なる機能概念である。今回の機能概念の実装においては概念内容の明示的な定義に重点を置いており, 各機能概念のラベルについては今後検討を要する。物質・エネルギー・力・運動の4つの機能概念は中間層で多くを共有している(例えば変換するなど)。このことは上位での対象物の種類による分類が中間層に影響を与えないことを示唆するが, 分類軸の依存性等については今後の検討課題である。

機能概念は FTSet による振る舞いの参照という方法によって振る舞いの要素に grounding されている。よって装置の振る舞いモデルが与えられたとき解釈情報に基づいて装置が果たす機能を導出することができる。さらに個々の装置の機能間の依存関係を導出し, システム全体の機能の階層的関係を導出することが可能である。[佐野 00]。

4. 機能達成方式

ある機能が機能の系列によって達成される時, 達成可能である根拠を原理と呼ぶ。機能の達成関係を原理とともに明示した概念を機能達成方式として定義した。機能達成方式は全体機能, 部分機能, 原理の3つの部分概念と概念間の制約によって定義される。方式を具体的に記述することにより機能達成方式知識が得られる。例えば化学的接続方式のひとつである「融合方式」は融合の原理を利用して対象物を接触させて溶かし, 固めることにより接合する。方式知識として, 全体機能が「接合する」, 部分機能が「接触させる」と

「溶かす」と「固める」, 原理は「融合」, 制約は「固める」機能が「接触させる」機能と「溶かす」機能より後に行われなければならない」と記述される。

機能達成方式知識を記述する際に3章で定義した機能概念を用いる。機能概念を実装したことによりあらかじめ定義された概念を選択するだけで書くことができる。また機能概念の様々な抽象度を利用してより抽象的な機能概念を用いて記述することにより, 一般的で異分野間でも利用可能な方式知識が得られると考える。現在筆者らは, 定義した機能概念を用いて半導体切削工程と洗濯機を例題に機能達成方式知識を収集している[高橋 01]。この両方で遠心力方式が用いられていることがわかっている。様々な種類の機能達成方式知識を管理・参照することによって機能的な設計問題に貢献できると考える。

5. まとめ

機能的な設計知識において基盤となる機能概念を定義し, 実装した。この機能概念を用いて機能に関する知識である機能達成方式知識を記述することができる。これは機能的設計知識の記述・管理の枠組みといえる。

参考文献

[笹島 96] 笹島, 来村, 池田, 溝口:機能と振る舞いのオントロジーに基づく機能モデル表現言語FBRLの開発。人工知能学会誌, 11(3),420-431 1996
 [古崎 01] 古崎, 来村, 松本, 佐野, 吉川, 池田, 溝口:オントロジー構築・利用環境「法造」を用いたオントロジーに基づくモデル構築。第15回人工知能学会全国大会, 3F1-01 2001
 [佐野 00] 佐野, 来村, 溝口:機能依存関係「メタ機能」に基づく機能構造の導出に関する考察, 第18回設計シンポジウム, 21-28,2000
 [高橋 01] 高橋, 吉川, 笠井, 布瀬, 来村, 溝口他:機能的設計知識管理のためのオントロジック的枠組みの構築～方式知識の概念構造と記述ガイドラインの検討, 第63回情報処理学会全国大会

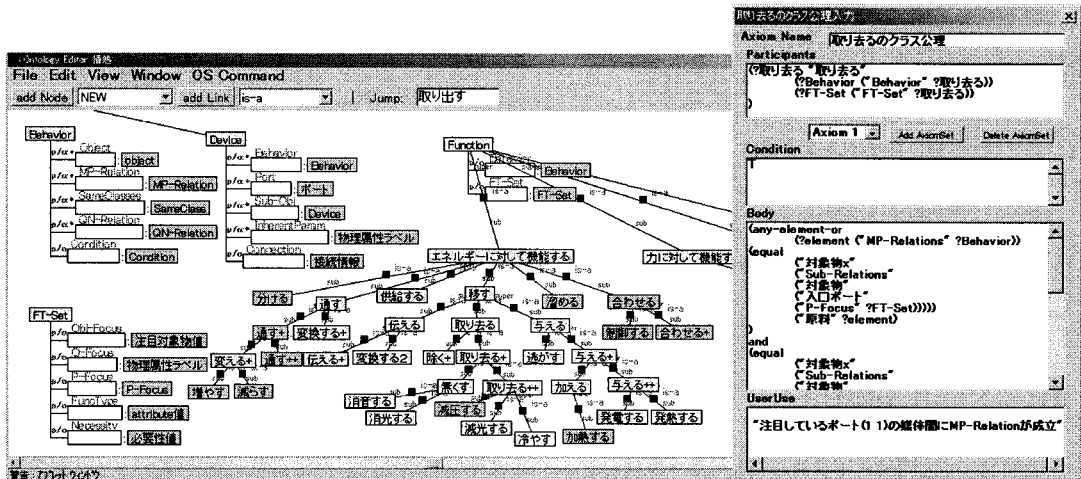


図1. 振る舞いと機能の枠組み及び機能概念体系の実装画面(一部)