

ず、澤井 [3] が記述したオントロジーを使用する。実用面において、衛星設計知識に関するオントロジーはかなりの量になるが、一度作ってしまえば今後のプロジェクトの使用でも繰り返し使用することができる。

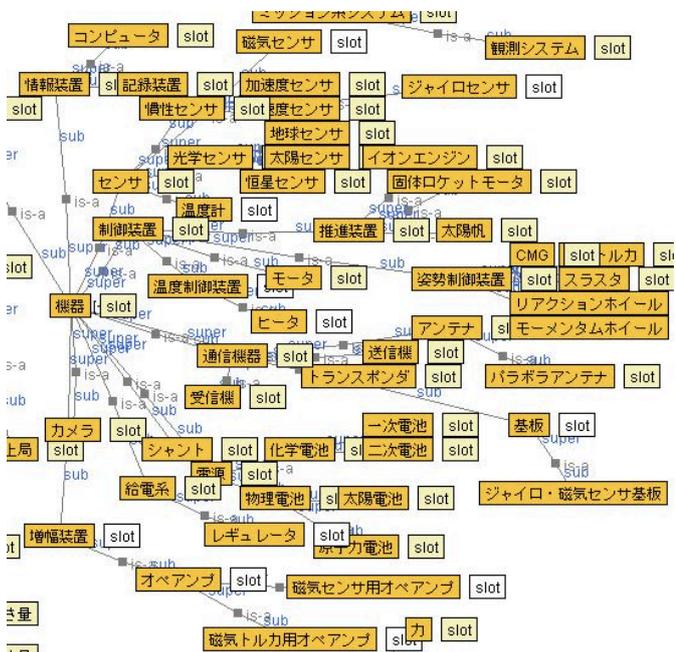


図 2: 設計知識オントロジー

2.4 失敗オントロジー

2.4.1 失敗オントロジーの記述

ここでは、失敗をオントロジーによって表すことを考える。畑村ら [4] によると、失敗の表現方法のひとつに、「原因」「結果」「対処」「背景」の4つの要素に分けて記述することがある。本研究では、この方法に則り、失敗をオントロジーで記述することにする。図3にあるように、まず、「失敗」がつぎの3つ、「因果関係」、「対処」、「背景」と hasPart 関係でつながっている。次に、「因果関係」を「事象」と hasPart 関係でつなぐ。「原因」と「結果」は「事象」のロールとして定義される。原因と結果がロールによって定義されるのは、失敗によって同じ事象が原因になったり結果になったりするためである。「事象」と「関連部品」が hasPart 関係でつながっている。「関連部品」と衛星設計に関する知識を組み合わせることで、失敗と衛星設計の知識を結びつけることができる。

2.4.2 失敗をオントロジーで記述することの利点

つぎに、失敗をオントロジーで記述することの利点を述べる。従来では、リスト形式および詳細に記述されたドキュメントによって管理されていた。オントロジーで記述することは、リスト形式による管理と比較して、次のような利点が考えられる。

今後のプロジェクトにおいて、過去のデータを扱いやすくなる

オントロジーはバックグラウンドに潜む明示されていない情報も記述するため、後のプロジェクトにおいて参照するとき、特別な知識を必要とせず、知識の伝達が不十分になることを防ぐ事ができる。

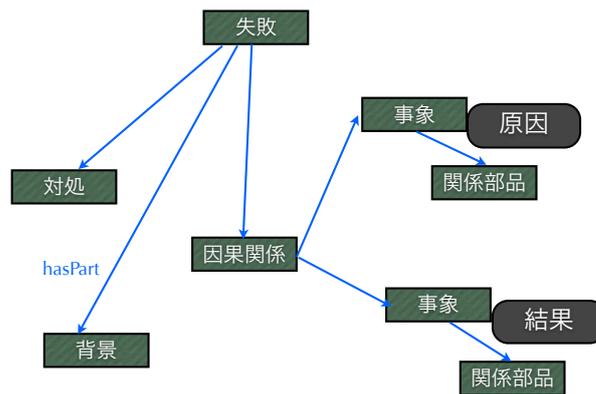


図 3: 失敗オントロジー

高度な推論が可能になる

リスト形式は、既に知っている情報を羅列することしかできず、そこからあらたな情報は取り出しにくい。オントロジーによって失敗を記述し、衛星設計の知識と組み合わせることで、明示されていない新たな情報を取り出すことが期待できる。

失敗を記述するフォーマットを与える

オントロジーは失敗の知識の記述方法を与えてくれるため、新たにドキュメントを作成する時、オントロジーに沿って記述することで、情報の漏れを防いだり、わかりにくい描写がされることを防ぐことができる。

2.4.3 法造を用いた失敗オントロジーの記述

法造を用いて失敗のオントロジーの例を図4に示す。図4全体がひとつの失敗を表す。

2.5 オントロジーを用いた失敗予測

オントロジーを用いることで、ある設計を行うときに、設計の対象となる機器を調べることで、起こりうる不具合を予測することが可能となる。以下に機器から失敗を予測するアルゴリズムを説明する。

1. 対象となる部品を選択する
2. 対象となる部品を原因に含む失敗を検索する。
3. 2. で見つけた失敗に関して、その結果に含む部品を見つける。
4. 3. で見つけた部品に関して、2. を行う。
5. 1. で選んだ部品に関して、衛星の設計知識から接続関係にある部品を選ぶ。また、部品の上位概念、下位概念に該当する部品も選択される。
6. 5. で見つけた部品に関して、2. を行う。
7. 2 から 6 を繰り返す。

今までのリストによるシステムでは、1. 対象となる部品を選択して、それに関する失敗のみを検索することができた。本研究にてオントロジーをもちいて失敗を記述することで、2. で検索した失敗から付随して起こる失敗や、1. の部品と接続関係にあるために、連鎖的に起こる失敗を推測することができるのである。



図 4: 失敗オントロジーの例

3. 実験と評価

3.1 実験方法

第 2.5 節にて提案した失敗予測システムを用いて、選択した部品からどのように失敗が波及するかを観察した。本実験においては、2.5 節のアルゴリズムを 4 回繰り返すことにした。実用的な場面においては、必要な回数だけ繰り返すことで、ニーズにあった情報量を得られると考えられる。得られた結果に関して、どの程度効果的であるか筆者が評価した。本実験にて使用する資料として、中須賀研 PRISM プロジェクト [5] にて使用されたドキュメント群を用いる。このドキュメント群から失敗に関する記述を探し出し、それをオントロジーにて記述する。PRISM で使用されたドキュメントは全部で 100 ギガバイトにもなる。このドキュメントのなかで、ハードウェアのみに関して記述された失敗のうち、21 個を今回の実験では使用した。これらは表 1、表 2 に示した。参照にしたドキュメントの中には、専門用語が多く、筆者の知識不足のために、理解できない内容が多く存在したため、理解できるもののみを使用した。

3.2 実験結果

「磁気センサ用オペアンプ」から起こりうる失敗を記述した。

- 「磁気センサ用オペアンプ」に関する失敗 ID:1,4,7 がまず検索される
- ID:1,4,7 の結果によって、「磁気センサ」が選択される
- 衛星の設計知識から、「磁気センサ用オペアンプ」の上位概念に当たる「オペアンプ」が選択される

- 「磁気センサ」に関する失敗 ID:1,3,5 が検索される
- ID:1,3,5 の結果によって、「磁気センサ」選択される
- 衛星の設計知識から、「磁気センサ」の上位概念に当たる「センサ」が選択される
- 「オペアンプ」に関する失敗 ID:21
- 衛星の設計知識から、「オペアンプ」の下位概念に当たる「磁気トルカ用オペアンプ」が選択される
- 「センサ」に関する失敗 ID:15
- 「磁気トルカ用オペアンプ」に関する失敗 ID:12

以上の結果より、失敗 ID:1,3,4,5,7,12,15,21 が検索された。

3.3 評価

従来のリストによる検索法では、「磁気センサ用オペアンプ」を直接含む失敗である、ID:1,4,7 の失敗のみが検出された。オントロジーによって記述された知識を用いることで、それとは別に、ID:3,5,12,15 を新たに起こりうる失敗として検索することができた。

特に ID:3,5 は、「磁気センサ用オペアンプ」から起こりうる失敗により、連鎖的に発生する失敗を予測している。ID:12 に関しては、「磁気センサ」からより一般的な「センサ」に関して、過去に起こった失敗を検索することができた。また、ID:15,21 の失敗に関しては、「オペアンプ」や、「オペアンプ」の下位概念を検索することで、「磁気センサ用オペアンプ」と似た概念である、「磁気トルカ用オペアンプ」に関する失敗を検索することができた。これはオントロジーを使うことの大きな強みであるといえる。

一方で、ID:3,12,14,17 のミスは、ピンの配線を間違えたために起こった失敗であり、原因だけを見ると類似した失敗であると結論できる。このように、機器だけを見ると類似していないが、起こりうる内容としては類似した失敗を推測することができない。これは今後の課題の一つといえよう。

4. 結論

4.1 結論

従来のリスト形式による失敗の管理では、その部品を直接含む失敗しか検索することができなかったが、オントロジーを用いることにより、因果関係から起こりうる失敗や、概念間の関係から類似した失敗を推測することができることが確認できた。ただし、現状では、機器をベースとした失敗のみを検索できる。

4.2 今後の課題

ソフトウェア面において生じる失敗の扱い

機器をベースにした失敗の推測では、ソフトウェアに生じる失敗が扱いにくい。実際の開発プロジェクトにおいてはソフトウェアの失敗も多く発生するので、そのような失敗の扱い方も検討する必要がある。

失敗の記述方法の検討

今回の失敗の予測法においては、機器の設計知識から失敗を予測するので、「異なる部品で起こった類似した失敗」と言ったものが扱いにくい。より高度な推論を行う

ためには、失敗を「原因」「結果」「対処」「背景」の4つに分類するだけでは足りず、失敗をオントロジーでどのように記述するかを考え直す必要がある。ただし、いたずらに項目を増やすことは開発者の入力への負担を増やすことになるので、得策だとは言えない。開発者の負担を増やすことなく、適切な推論を行えるような記述方法を検討する必要がある。

自動推論

今回提案したシステムにおいては、キーワードに機器を入力して、それを含む失敗を検索することはできるが、衛星の設計知識と失敗を関連付ける作業は手作業で行わなければならない。ここを自動的に行うシステムを開発することで、開発者の負担を減らすことができる。

入力の簡略化

入力が複雑なシステムは、開発者に負担を強いることになり、その結果として継続的に使うことが難しくなる。本研究で提案したシステムを実用的なものにするためには、オントロジーを出来るだけ簡潔に入力できるようにする必要があり、今後の課題の一つであるといえる。

参考文献

- [1] 溝口理一郎編 (2006) 『オントロジー構築入門』 オーム社
- [2] 「法造によるオントロジー研究サイト」 <http://www.hozo.jp/hozo/> (2012/11/21 アクセス)
- [3] 澤井裕一郎 (2012) 「人工衛星の設計支援のためのオントロジーの構築と利用」
- [4] 畑村、中尾、飯野 (2003) 「失敗知識データベース構築の試み」『情報処理』 Vol.44 2003年7月号 pp.733-739
- [5] 「PRISM プロジェクト」 <http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/prism/main.html> (2012/11/26 アクセス)

表 1: 失敗 ID および現象

失敗 ID	現象
1	磁気センサの出力が低い
2-1	データが取得できない
2-2	素子の実装方向の間違い
3	出力電圧がマイナスになってしまう
4	-
5	磁気センサの感度軸方向が名前と一致しない
6	-
7	AD 変換がうまくいかない
8	温度が上がらない
9	ヒーターを2台同時に駆動すると落ちる
10	スリット取り付け治具が外板と干渉する
11	磁気トルカ接続部の銅線が切れた
12	トルカ電流の AD 変換値が不定
13	X 面トルカのみ出力ができない
14	-
15	送信コマンドを送ると、センサがリセットされる
16	無線機が壁を圧迫する
17	温度計の電力消費が大きい
18	温度計の出力が不安定
19	温度計が異常な値を示す
20	磁気センサとサンセンサのコネクタの取付ミス
21	地磁気が測れない

表 2: 失敗 ID および失敗の原因

失敗 ID	原因
1-1	磁気センサの感度が落ちている
1-2	オペアンプが故障している
2-1	素子の実装方向の間違い
2-2	パッケージの読み間違い
3	参照用電圧がマイナスに接続されている
4	間違った素子が使われている
5	ローパスフィルタの出力端子の接続ミス
6	温度計供給ラインが、コネクタに接続されていない
7	オペアンプに異常がある
8	衛星の熱容量が大きい
9	電流量が不足するため
10	サンセンサのスペーサが予定よりも大きい
11	銅線に力がかかってしまう
12	トルカのオペアンプの GND が浮いている
13	プログラミングのミス
14	コネクタのピン配置に不具合があるため
15	AD 変換に電流を多く使ってしまう
16	無線機と通信計器盤の配線の長さが不適當
17	コネクタの配線ミス
18	温度計の接触不良
19	入力電圧が大きすぎた
20	各コネクタが類似している
21	アンプに個体差が有るため