

システミグラムによる組込みシステム分野の共通問題の分析事例

小林 展英, 岡戸 真一郎

株式会社デンソークリエイト プロジェクトセンター システム5室
愛知県名古屋市中区3-1-1 広小路第一生命ビル

Analysis example for common program of embedded system using Systemigram

Nobuhide Kobayashi and Shinichiro Okado

Software Development Dept. Denso Create Inc.

Sakae, Naka-Ku, Nagoya Aichi Japan

概要

自然言語は表現の自由度が高く様々な用途で使用できるが、文書作成者の力量によっては言葉の統一感や記述内容の不足に気づくことができず、ステークホルダとの共通理解を妨げてしまう可能性がある。

本論文では、自然言語で記された組込みシステム分野の共通問題（参考文献[1]）をシステミグラムに変換し、ステークホルダとの共通理解に必要な情報が満足できているか分析した事例を紹介する。

Abstract

Natural language can be used for various purposes by a lot of flexibility of expression. But it may prevent the common understanding with stakeholders, if the engineer's writing ability is insufficient.

In this paper, we introduce the analysis example for the common problem of embedded system (reference[1]) using systemigram.

1. はじめに

高品質なソフトウェア開発を維持するためには、ソフトウェア開発に関連するステークホルダの間で正しい共通理解が実現できていることが不可欠であり、そのためにはステークホルダに応じた十分な情報が文書化されている必要がある。

本稿では、システミグラムを用いて文書に十分な情報が記述されているか分析する方法とその事例を紹介する。2章でシステミグラムの記法、3章で記法の拡張を含めた文書の分析方法を説明する。4章で適用事例を述べ、その考察を5章で述べる。最後に6章でまとめと今後の課題を明らかにする。

2. システミグラムの記法

システミグラムはノードとノードの関係から構成

される図式であり、ノードは名詞句、ノードの関係は動詞句で表現される。例えば、「機能AがデータBを更新する」という文に対するシステミグラムは図1に示すようになる。「機能A」、「データB」がノードであり、「更新」がノードの関係に相当する。



図1 システミグラムの作成例

3. システミグラムを用いた分析方法

3.1. 分析手順

文書をシステミグラムに変換して文書の記述内容の十分性を分析する手順を以下に記す。

[手順 1] 文単位で名詞句、動詞句を抜き出してシステムミigramを作成する。システムミigramへの変換は3.2節に定めた変換ルールに従う。

[手順 2] 同一の名詞句を統合することで文単位のシステムミigramを合成する。合成時には以下の見直しを合わせて実施する。

- 言葉は異なるが意味的に同一な名詞句を同じ言葉の名詞句に変換する（評価観点①）。
- 言葉は異なるが意味的に同一な動詞句を同じ言葉の動詞句に変換する（評価観点②）。
- 合成したシステムミigramの間で矛盾する内容がないか確認する（評価観点③）。

[手順 3] 分析対象となる文書の記述基準と照合しやすいよう以下の点に配慮して名詞句を再配置する。

- 組込みシステム参照モデル（参考文献[5]）など標準的な構造に合わせて名詞句を再配置する。
- 同種の特性を有した名詞句はカテゴリ化しやすいよう再配置する（センサ系のデータを固めて配置するなど）。
- ソフトウェアの振舞いが理解しやすいようデータに相当する名詞句を変換される順に従ってできる限り一方向になるよう再配置する。

[手順 4] システムミigramと文書の記述基準を照合して文書の十分性を評価する（評価観点④）。

3.2. 変換ルール

本稿で採用した変換ルールを以下に記す。

[ルール 1] 動詞句の振舞いの程度や前提となる基準を示す名詞句は動詞句の属性として表現する。表記法としてはシステムミigramの表記を拡張して動詞句から破線矢印で接続することとする。例えば、「機能 A はセンサ値 B を 1ms 毎に取得する」という文は図 2 のようになる。

[ルール 3] 動詞句を必要な種類のみとしてシステムミigramの可読性を高めるため、以下に該当する文の動詞句を固定する。

- 文中の名詞句と名詞句の関係が所有関係にある場合は動詞句を「備える」とする。例えば、「システムは車載装置および外部接続装置で構成される」という文は図 4 のようになる。
- 文中の名詞句が名詞句を使用する関係にある場合は動詞句を「備える」に読み替える。例えば、「ソフトウェアによる故障診断でハードウェア故障に対応する」という文は図 5 のようになる。

[ルール 4] 複数の名詞句からいずれかを選択する必要がある文の場合、動詞句から選択の必要がある名詞句分の矢印線を引き、その間を円弧でつなぐ表現で対応する。例えば、「回転数センサは車軸、あるいは車輪スポークに取り付ける」という文は図 6 のようになる。

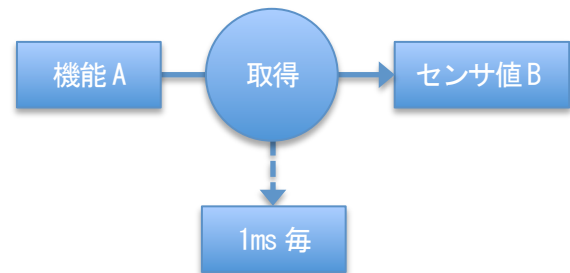


図 2 動詞句の属性に関する表記方法



図 3 名詞句の特性に関する表記方法

[ルール 2] 名詞句を具体化する名詞句との関係は名詞句に対する特性として表現する。表記法としてはシステムミigramの表記を拡張してノードの関係を破線円で表現することとし、動詞句は要求、要望、指定、想定、のいずれかを使用する。例えば、「電源は電池とする」という文は図 3 のようになる。

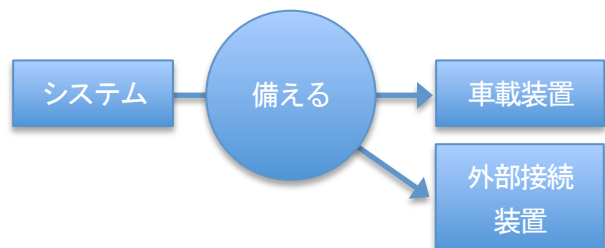


図 4 文中の名詞句が所有関係にある場合

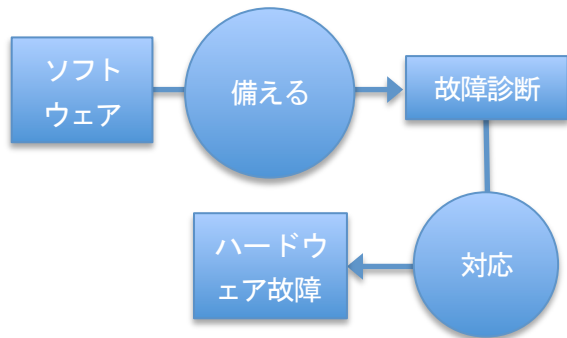


図 5 文中の名詞句が使用関係にある場合

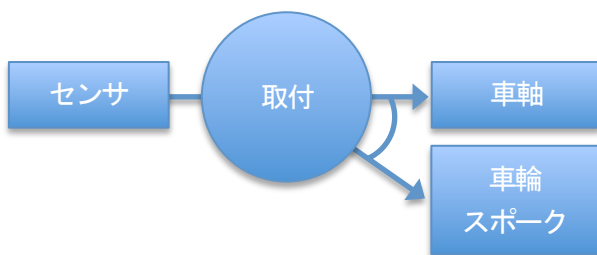


図 6 複数の名詞句の候補から選択する場合

4. システムグラムの適用事例

本章では、組込みシステム分野の共通問題（参考文献[1]）をソフトウェア仕様書に位置づけ、ソフトウェア開発を進める上で必要な情報が記述されているか3章で定めた方法に従って分析した結果を述べる。なお、ソフトウェア仕様書の記述基準には、組込みシステム参照モデルの構成要素を参考にして導き出した下記の基準を採用している。

【ソフトウェア仕様書の記述基準】

- ・ソフトウェアの入出力に対してデータ名、値域、更新精度が定義されている。
- ・同種の特性を持った入出力の扱いは同等である。
- ・入出力の変換則が定義されている。
- ・変換則の間に矛盾がない（同一条件に対して異なる変換則が複数存在しない）。

表 1 に組込みシステム分野の共通問題に関する文書の規模情報、およびシステムグラムの規模情報を記す。また、3章で定めた方法に従って文書を分析し、修正が必要と考えられる箇所を抽出した結果を表 2 に記す。図 8 に記述基準を導出する元とした組込みシステム参照モデルに合わせて変換したシス

テムグラム、図 9 にシステムグラムと記述基準の照合状態を確認した記録を示す。

表 1 組込みシステム分野の共通問題の規模情報

情報種別	文書	システムグラム
文字数	1888 文字	-
名詞句数	143 個	103 個
動詞句の種類	44 種類	26 種類

表 2 分析結果

評価観点	評価内容	要修正箇所
①	名詞句の一貫性	18 個
②	動詞句の種類に必要な十分性	18 種
③	文と文の間の無矛盾性	0 箇所
④	記述基準の十分性	19 箇所

5. 考察

上述した分析方法の効果を適用事例の分析結果に基づいて考察する。

5.1. 名詞句の一貫性不足の解消

複数の文で似通った名詞句が存在する場合、それぞれが関係する名詞句に共通性があれば似通った名詞句は意味的に同一と判断できる可能性が高い。システムグラムに変換することで、文書中の名詞句と名詞句の関係が全体俯瞰できるため、上述の判断を容易にする効果があると考えられる。今回の事例においては 143 個の名詞句から 18 個の一貫性不足の名詞句を検出することができている。

5.2. 文と文の間の矛盾箇所の解消

文単位のシステムグラムを合成する時に名詞句と名詞句をつなぐ動詞句の振舞いに不整合があれば文と文の間に矛盾があると判断できる。箇条書きで書かれた文書中の文を順次記憶し、その整合性を確認しながら読み進めることは困難が伴うが、システムグラムに変換しながら読み進めることで整合性の確認を容易にすることができる。今回の事例に矛盾箇所は存在しなかったが、図 7 の上段に示すような同一の入力の値にも関わらず異なる変換則を記した複数の文が存在すれば、システムグラムの合成時に網

掛け箇所の動詞句が統合できず、その結果として矛盾関係が検出できると考える。

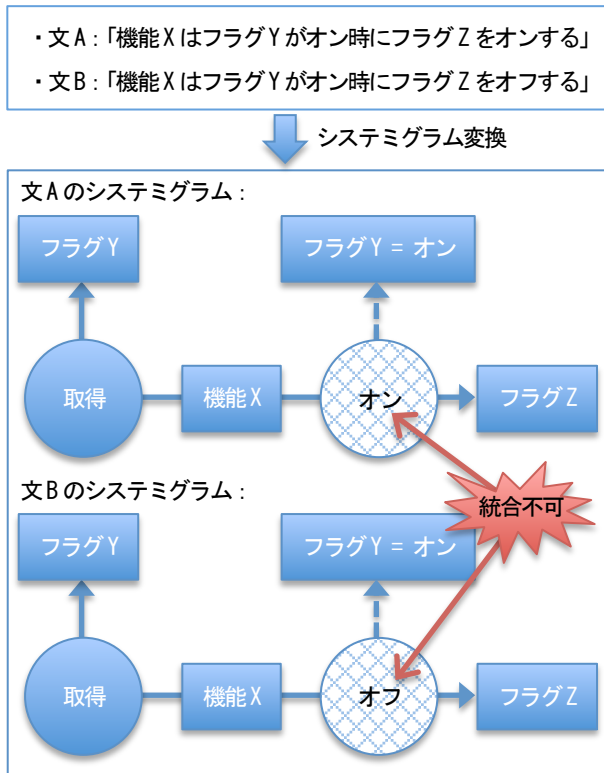


図 7 合成時に発見できる矛盾箇所の例

5.3. 記述基準に対する不足記述の抽出

箇条書きで記述された文書をシステムグラムに変換することで、文書中の様々な箇所に散らばって記述されている内容を文書の記述基準に従ってまとめ直すことができる。本稿における事例では、記述基準を導き出した組込みシステム参照モデルの構成に従ってまとめ直しており、ソフトウェアに対してどのような入力があり、それがどう変換されてどう出力されるか、までをシミュレーションできる。また、同じ特性を有したデータをカテゴライズすることで見落としなく抽出することも可能となり、記述基準との照合を容易にできると考える。今回の事例では、記述基準に対する十分性に関して不足箇所を 19 箇所検出できている。

6. まとめと今後の課題

本稿では、箇条書きの文で記述された組込みシステム分野の共通問題をソフトウェア仕様書に位置づけ、

ステークホルダが必要とする情報が揃っているかシステムグラムを用いて分析を行った。複数箇所で使用される名詞句の揺らぎやソフトウェアが実現すべき内容の考慮漏れを検出することができており、その有効性が確認できたと考える。また、実際の開発業務においては、顧客の要望リストから考慮漏れない実現可能な仕様にまとめ直す工程での活用が期待できる。しかしながら、表 3 に記すように 1888 文字の文書の分析に 6.2 時間を要しており（本方法の定義前は 13 時間を要した）、数十倍以上の規模が予想される実際の設計文書に適用するには分析時間の短縮が不可欠である。変換ルールの充実や支援ツールの整備を今後の課題として、本方法の開発業務への適用に引き続き取り組んでいきたいと考えている。

表 3 分析に要した工数（時間）

作業手順	工数
文単位でシステムグラムに変換	3.0
文単位のシステムグラムの合成	1.9
名詞句の見直し	1.3
動詞句の見直し	0.5
文と文の間の矛盾解消	0.1
名詞句の配置の見直し	0.8
記述基準との照合	0.5
合計	6.2

参考文献

- [1] ソフトウェア工学の共通問題：4. 組込みソフトウェア分野の共通問題の考え方, 情報処理 vol.54, No.9, pp.890-893, 2013, 平山雅之, 中本幸一
- [2] Boardman, J and B Sauser. 2008. Systems Thinking: Coping with 21St Century Problems. Boca Raton, FL: Taylor & Francis / CRC Press.
- [3] アーキテクチャ論(18)システムグラム, Computer report 52(10), 19-29, 2012-10 日本経営科学研究所
- [4] システムグラムの紹介, 名古屋大学 情報連携統轄本部 情報戦略室, 山本修一郎
- [5] 議論パターンポケットガイド アルファ版 組込みシステム参照モデル, p.51, 名古屋大学 情報連携統括本部 情報戦略室 山本修一郎

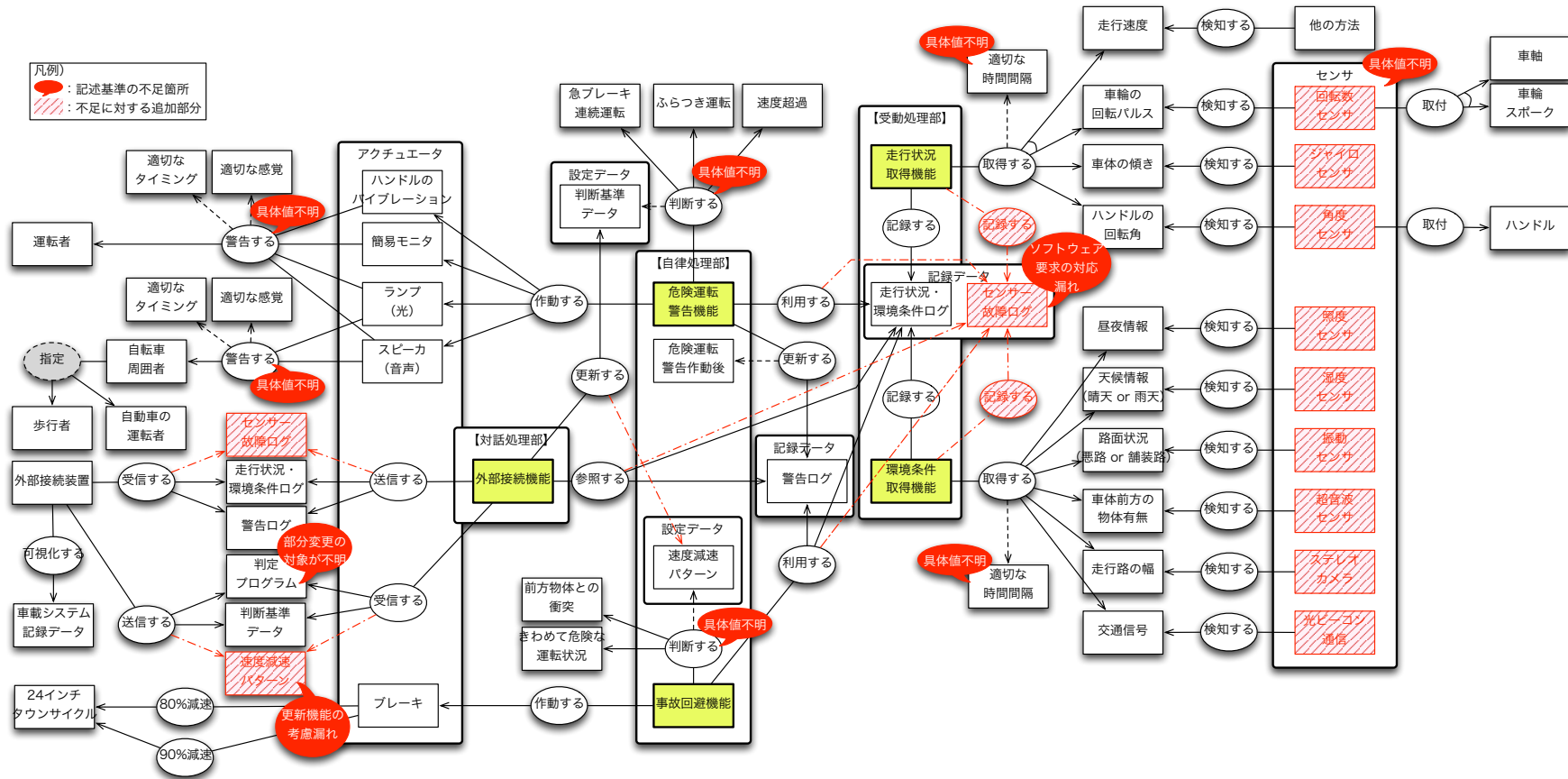


図 8 組込みシステム分野の共通問題のシステミグラム (主要機能に関する記述部分のみ)

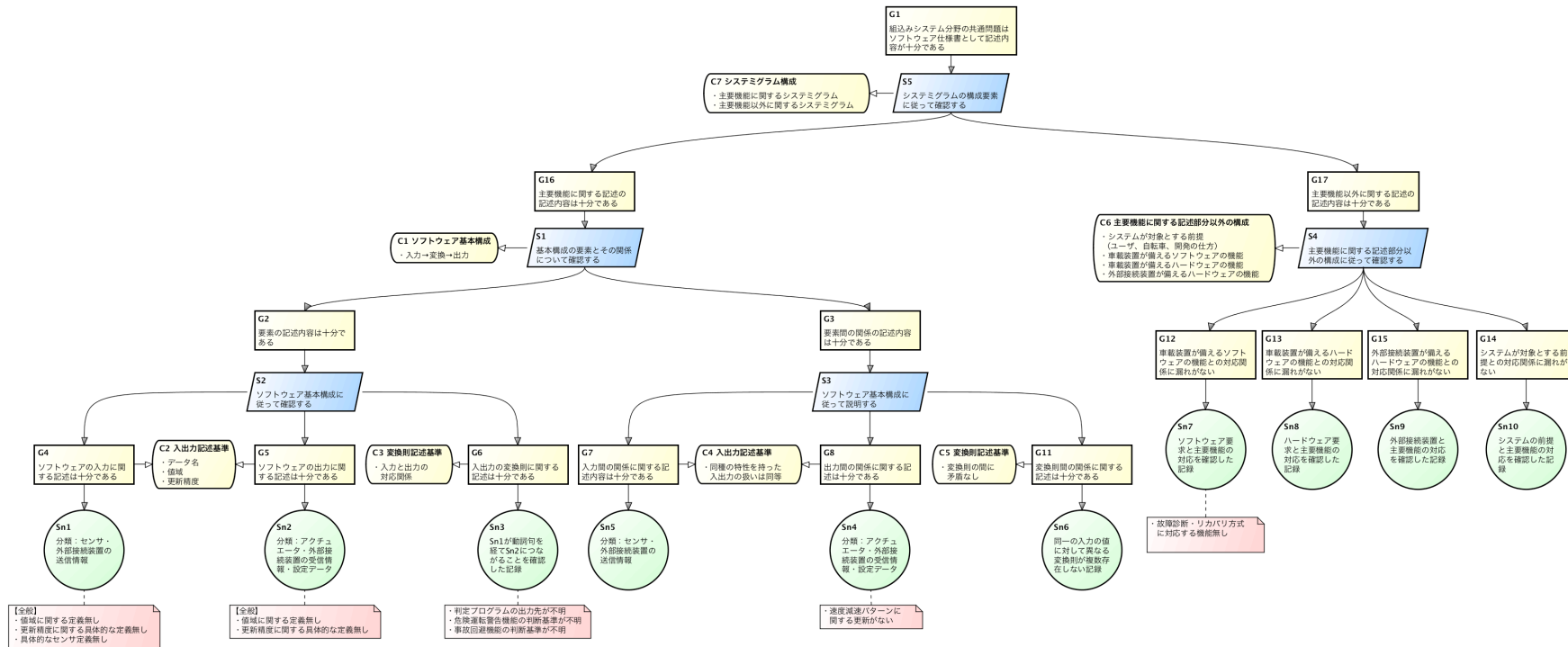


図 9 組込みシステム分野の共通問題の記述内容を確認した結果