

ゴール指向要求分析における矛盾解析

宮本 浩太郎, 糸賀 裕弥, 大西 淳
立命館大学大学院理工学研究科情報理工学専攻

問題分析と矛盾解析を採り入れたゴール指向要求分析手法を提案する。問題分析によって分析の手戻りによる手間を解消し、矛盾解析によって開発手戻りのコスト・時間の無駄を解消する。

Analysis of the inconsistency in goal-oriented requirements analysis

Kotaro MIYAMOTO, Hiroya ITOGA, and Atsushi OHNISHI
Department of Computer Science, Ritsumeikan University

A goal-oriented requirements analysis method including analysis of the inconsistency among goals and analysis of problems is proposed. The problem analysis enables to solve re-analyses of problems and the inconsistency analysis enables to solve backtracking of software development which leads to the waste of both the development time and the development cost. Our method will be illustrated with examples.

1. はじめに

要求獲得を支援する方法論の一つにゴール指向要求分析がある。システム開発にゴール指向要求分析を用いることで、初めは抽象的であるゴールをシステム化可能な要求にまで詳細化できる。

ゴール指向要求分析のプロセスには、ゴールのあいまいさを解消し、真に達成したいゴールを明らかにするためのゴールを明確にするプロセスと、ゴールを分割していきシステム化可能なまで詳細化するためのゴールを詳細化するプロセスがある。しかし現状のゴール指向要求分析では、二つのプロセス手順を明確にさせずにプロセスを進めていたため、ゴールの明確化を行わないままゴールの詳細化を行ってしまう

ことがあり、結果的に分析の手戻りが生じたり、余分な手間がかかる場合がある。さらにシステムに採り入れる要求間の矛盾を検出する手法が確立されていなかった。このため開発工程の手戻りから余分なコストや時間を要する可能性があった。

そこでこれらの問題を解決するために、問題分析と矛盾解析を採り入れたゴール指向要求分析手法を提案する。

問題分析では既存の問題分析技法を導入することで二つのプロセスを明確にする。矛盾解析では要求間の矛盾を定義し要求間の矛盾を検出する手法を確立する。本手法によって分析の手戻りによる手間や開発手戻りのコスト・時間の無駄を解消する。

2. 従来のゴール指向要求分析手法

ゴールとは開発対象システムが達成すべき目標であり、ゴール指向要求分析はシステムを達成するためにシステム開発に関わる人達(ステイクホルダ)が複数のゴールを与えるところから始まる。これらのゴール群(初期ゴール)はあいまいであったり抜けがあったりする場合が多い。

次にこれらのゴール群から、システムが解決すべき問題を明確にして真に達成したいゴールを明らかにしていく。このプロセスを、ゴールを明確にするプロセスとしている。続いて真に達成したいゴールをサブゴールに分割していき、詳細化していく。このプロセスを、ゴールを詳細化するプロセスとしている。分割には、AND 分割あるいは OR 分割のいずれかを用いる。AND 分割の場合は、すべてのサブゴール群によって上位のゴールが達成されることを意味し、OR 分割の場合は、サブゴール群のいずれかひとつ以上によって上位のゴールが達成されることを意味する。詳細化によってシステム化可能なゴール群にまで分割されたらそれらを要求とする。本研究室では、2つの意思決定手法を採り入れたゴール指向要求分析手法が提案されている。[1]

しかし現状の i*[2],NFR[3],AGORA[4]らのゴール指向要求分析手法では、ゴールのあいまいさや抜けを解消しないまま、また真に達成したいゴールを明らかにしないまま、ゴールの詳細化を行ってしまい、結果として分析のやり直しを招くことになるなど、分析に余分な手間がかかる可能性がある。またシステムに採り入れる要求間の矛盾の検出もされていない。

3. 提案するゴール指向要求分析手法

3.1 問題分析

問題分析では、従来のゴール指向要求分析に C-NAP 法を導入する。C-NAP 法の説明は参考文献[5]を参照されたい。

ゴールを明確にするプロセスでは、問題点分析フェーズと目的展開フェーズにわかれる。問題点分析フェーズでは、初期ゴールのあいまいさや抜けを解消し、真に解決したい問題点の見極めを行う。目的展開フェーズでは、真に解決したい問題点をもとに、より高い視点から解決策を検討するため、真に達成したいゴールを明らかにする。真に達成したいゴールが明らかになったらゴールを明確にするプロセスを終え、ゴールを詳細化するプロセスへ移る。ゴールを詳細化するプロセスでは、真に達成したいゴールをスタート地点として、ゴール分割を用いて詳細化を行う。問題分析プロセスの概要を図1に示す。

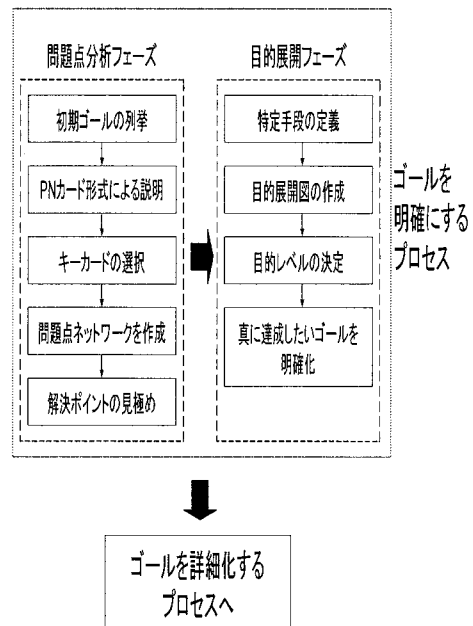


図1：問題分析プロセスの概要

3.2 矛盾解析

本手法では、ゴール指向要求分析において何と何がどういふ原因で矛盾が起こるかを明確にしている。そして矛盾を「単一の品質特性に関する矛盾」と「複数の品質特性に関する矛盾」の二つに分類し、それぞれの矛盾の検出手法を示している。以下に矛盾の定義と、二つの矛盾の検出手法について詳細に示す。

3.2.1 矛盾の定義

本手法では要求の目標値を用いて矛盾を定義する。要求の目標値は、要求の満たすべき基準を、測定モデルによって数量化した値を意味する。本手法での矛盾の定義は、「システムに採り入れる要求が複数あり、ある要求同士を同時に採り入れる時に、一方の要求の目標値を満たすともう一方の要求の目標値が満たせなくなる場合、採り入れようとする要求同士が矛盾する」とする。

要求には機能要求や非機能要求があり、非機能要求はさらにさまざまに細分される。本手法は非機能要求の目標値を求める際に、非機能要求を実現するための機能要求を求め、そこから要求の目標値を求める。

3.2.2 単一の品質特性に関する矛盾

検出方法は、システムの品質特性に関する目標値と、ゴールの品質特性に関する目標値を比較し整合しているか判断することで、矛盾が起こるか起こらないかを検出する。

本手法では、まずコスト要求・スケジュール要求で起こる矛盾の検出手法を示す。

手順 1：システムのコスト要求とスケジュール要求の目標値を与える。

手順 2：ゴールを詳細化するプロセスにおいて見積もり可能になるまでゴールを分割し、見積もり対象ゴールを求める。

手順 3：見積もり対称なゴールを、ファンクションポイント法を用いて見積もる。見積もった値を FP 値といい、この作業を全ての見積もり対象ゴールに対し行う。ファンクションポイント法の詳細については参考文献[6]を参照されたい

手順 4：見積もりを終えたら、次に全ゴールの組み合わせの洗い出しを行い、各ゴールの組み合わせの FP 値の総和を求める。各ゴールの組み合わせの FP 値は、ゴール同士に共通部分がなく、開発が新規開発である場合、ゴールの組み合わせの FP 値の合計で求められる。例えば

ゴールの組み合わせ：(G1,G2,G3)の場合、

ゴールの組み合わせの FP 値 =
G1 の FP 値 + G2 の FP 値 + G3 の FP 値
となる。この値を用いて、開発総コストと開発期間を求める。本手法ではデフォルト値として 1FP あたりの開発コストを 10 万円、開発期間を 0.1 ヶ月とおくが、これらは各組織によって値が異なってくるので、組織ごとにカスタマイズして値を調整していく必要がある。またスケジュール要求に関しては、複数の作業を並行して行わず、一つずつ作業を行った場合にかかる期間としている。これにより各ゴールの組み合わせのコスト要求とスケジュール要求の目標値が求まる。

手順 5：矛盾の検出を行う。システムのコスト要求・スケジュール要求の目標値が

ゴールの組み合わせから求めたコスト要求・スケジュール要求より小さい時、矛盾が起こると判断する。

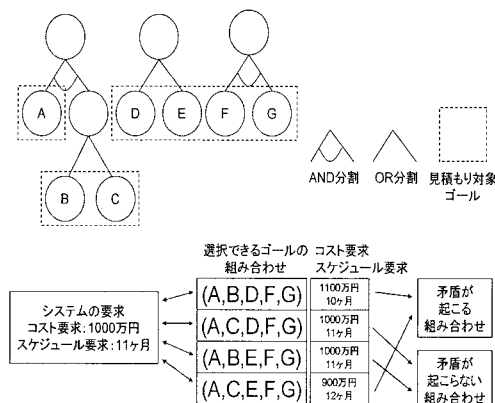


図 2：矛盾検出方法

次にセキュリティ要求で起こる矛盾の検出方法を示す。

検出方法は、まずシステムのセキュリティ要求の目標値を与える。次に各ゴールを詳細化した後、セキュリティ要求に関係するゴールを洗い出し、それらの要求の目標値を求める。そして互いが整合しているかを判断する。このとき、システムのセキュリティ要求の目標値がゴールから求めたセキュリティ要求の目標値より大きい時、矛盾が起こると判断する。

3.2.3 複数の品質特性に関する矛盾

一般的に使用性要求とセキュリティ要求は相反しあう関係にあり、一方の要求の目標値を満たそうとするともう一方の要求の目標値が満たせなくなる場合があり、矛盾が起こることがある。他には使用性要求と性能要求、性能要求とコスト要求も互いが影響し合うため、矛盾が起こる可能性がある。

検出方法は、使用性要求 R1 とセキュリティ要求 R2 があるとき、R1 を実現するための機能要求 R3 を求め、R3 のセキュリティ要求 R4 を求める。そして R2、R4 の目標値を比較し整合しているかを判断する。次に先ほどとは逆の手順で R2 を実現するための機能要求 R5 を求め、R5 の使用性要求 R6 を求める。そして R1、R6 の目標値を比較し整合しているかを判断する。このとき、どちらかでも整合がとれていなければ、矛盾が起こると判断する。

4. 具体例

本手法を具体例に適用する。作成するシステムは備品管理システムで研究室にある備品や本を管理することを目的としている。以下に、手順に沿って適用例を説明する。

・問題分析

問題点分析フェーズでは、まず各ステイクホルダがそれぞれ出した初期ゴールを PN カードで説明し、そこから図 3 のようにキーカードを選択する。

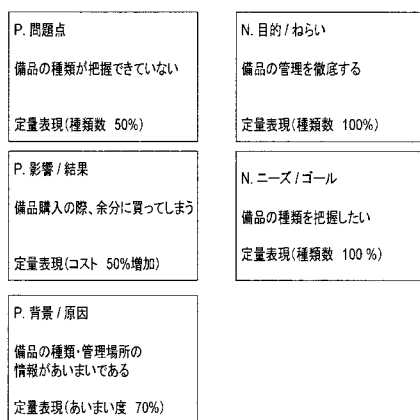


図 3：キーカードの選択

次にキーカードから問題点ネットワークを作成していく。解決不可能な問題までいきついたらそれを「与件」とする。メインルートを決め解決ポイントを見極める。以下に問題点ネットワーク作成から解決ポイント見極めまでの適用例を図4に示す。

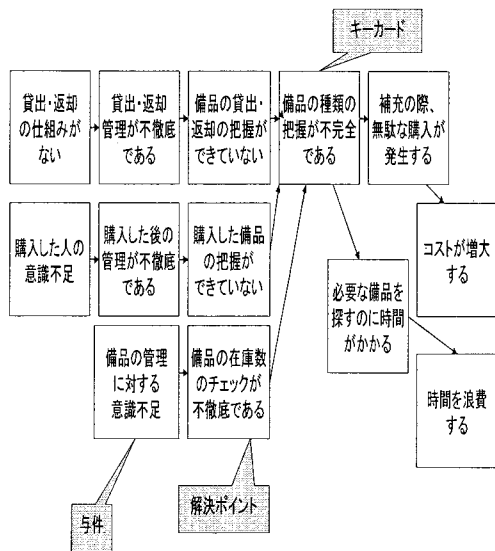


図4：問題点ネットワーク

目的展開フェーズに移る。特定手段を出発点とし、目的展開図を作成していき、目的レベルを明確にする。以下に目的展開フェーズの流れを図5に示す。

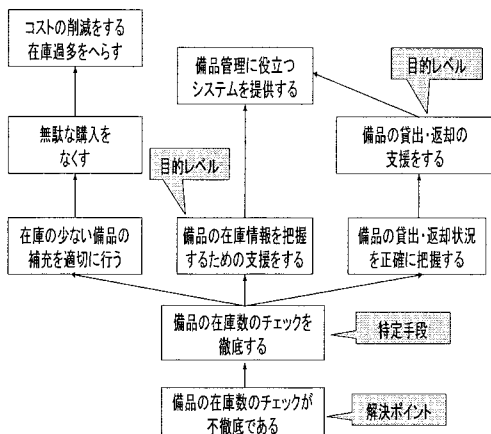


図5：目的展開図

これにより真に達成したいゴールが明らかとなる。

・矛盾解析

ここでは、コスト要求・スケジュール要求の矛盾の検出例を手順に沿って示す。

まずシステム全体のコスト要求を300万円以内、スケジュール要求を2.5ヶ月以内とする。そして4章の問題分析にて明確にされた真に達成したいゴール(図5)の二つを、見積もり可能になるまでゴール分割する。分割結果を図6、7に示す。(分割途中のサブゴールは省略してある。)

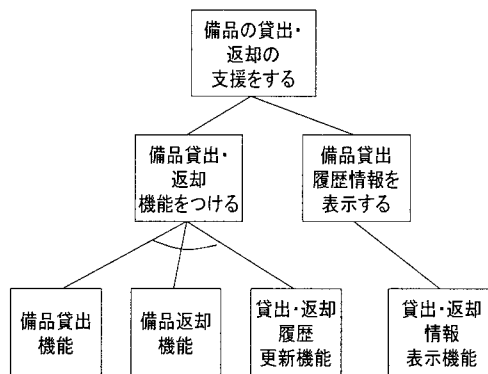


図6：ゴール分割の例1

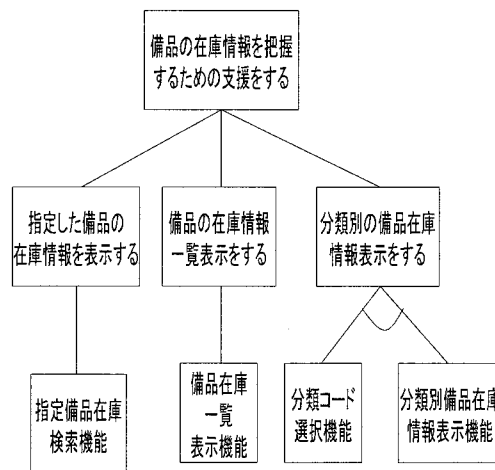


図7：ゴール分割の例2

次に見積もり可能なゴールを、FP法を用いて見積もる。今回はFP値を求めるための重要度は「低」とし、調整係数は考慮しないものとする。見積もりを終えたら、各ゴールの組み合わせのFP値を求め、それぞれの開発コストと開発期間を求める。今回は1FPあたりの開発コストを10万円、開発期間を0.1ヶ月とする。結果を図8に示す。

各ゴールの見積もりと、使用するトランザクションファイル

1. 備品貸出機能(EI):FP=3	○貸出・返却情報ファイル(ILF):FP=7 3, 4のゴールで使用
2. 備品返却機能(EI):FP=3	
3. 貸出・返却履歴更新機能(EI):FP=3	○備品在庫情報ファイル(EIF):FP=5 5, 6, 8のゴールで使用
4. 貸出・返却情報表示機能(EQ):FP=3	
5. 指定備品在庫検索機能(EQ):FP=3	○分類情報ファイル(EIF):FP=5 7のゴールで使用
6. 備品在庫一覧表示機能(EQ):FP=3	
7. 分類コード選択機能(EQ):FP=3	
8. 分類別在庫情報表示機能(EQ):FP=3	

各ゴールの組み合わせの開発コスト、開発期間

(1,2,3,5):FP=24 コスト=240万円 開発期間=2.4ヶ月	(1,2,3,6):FP=24 コスト=240万円 開発期間=2.4ヶ月	(1,2,3,7,8):FP=32 コスト=320万円 開発期間=3.2ヶ月
(4,5):FP=18 コスト=180万円 開発期間=1.8ヶ月	(4,6):FP=18 コスト=180万円 開発期間=1.8ヶ月	(4,7,8):FP=26 コスト=260万円 開発期間=2.6ヶ月

図8：ゴール見積もり結果

最後にシステム全体の要求の値と各ゴールの組み合わせの要求の値を比較し、矛盾を検出する。今回の例では、

- ・矛盾が起こるゴールの組み合わせ (1,2,3,7,8)、(4,7,8)
 - ・矛盾が起こらないゴールの組み合わせ (1,2,3,5)、(1,2,3,6)、(4,5)、(4,6)
- という検出結果が得られる。

5. 評価と考察

・問題分析

本研究室で以前行われたゴール指向要求分析の実験では、図9のようにゴールの明確化が行われないままゴールの詳細化を行っているため、システムが真に達成したいゴールを得られておらず、分割のしなおしをする必要がある。

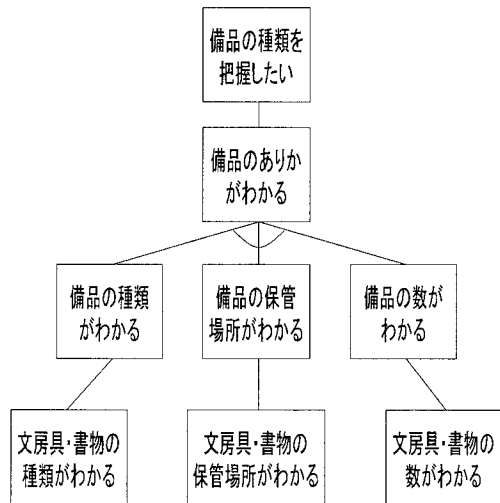


図9：過去のゴール分割の例

対して本手法では、あいまいさや抜けを解消し、他の初期ゴールの達成したい目的も含んだ機能範囲の広いゴールである真に達成したいゴールを得ることができる。(図3～図5)そして真に達成したいゴールをゴール分割の出発点とすることで、手戻りなくゴールを詳細化することができる。(図6、図7)よって過去の手法よりも本手法のほうが手間を減少できる。

・矛盾解析

現状のゴール指向要求分析手法では、要求間の矛盾を検出する手法が確立されてい

ない。そのため矛盾を検出しないまま開発工程を進めてしまい、後になって矛盾が発見され開発工程の手戻りを引き起こし、余分なコスト・時間を要する可能性がある。

しかし本手法を用いることで、要求定義段階にて矛盾の検出ができるため、結果的に現状の手法よりもコスト・時間が少なくて済むと考えられる。

6. 関連研究

関連研究として、海谷らが提案している属性つきゴール指向要求分析法：AGORA (Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method)[4] と Axel van Lamsweerde が提案している KAOS(Knowledge Acquisition in autOdated Specification) [7]がある。

AGORA は通常のゴール指向分析法の AND-OR グラフに属性値をふることでゴール間の対立を認識したりする。属性は、ステイクホルダそれぞれがゴールを支持する度合いを示す優先度と、ゴールが親ゴールの達成にどれだけ貢献するか度合いを示す貢献度があり、貢献度が負である場合と優先度の分散値が大きい場合を、ゴールにコンフリクトが起こるときとして検出している。しかし、貢献度の値を決める基準を確立しておらず、優先度の分散値の大小も明確にしていないため、正確な矛盾検出を行えない。一方、本手法では要求の目標値を用いて矛盾を検出するが、目標値を求めるのに測定モデルを使用するため、定量的な値が得られる。そのため、本手法では、より正確な矛盾の検出を行える。

KAOS は Goal を目標状態として、ゴールを達成するための操作を明確化していき、

開発するソフトウェアが達成責任をもつゴールなのか、環境や人が達成責任をもつゴールなのかを割り当てる。このとき個々のゴール記述に様相論理を利用し、ゴール分解に矛盾がないことを数学的に証明している。しかし、この手法ではゴールを形式的に記述しなければならない。一方、本手法では通常のゴール指向分析同様に自然言語でゴールを記述でき、且つ矛盾を検出できる。そのため、本手法は、より容易にゴールの分析ができる。

7. おわりに

7. 1 まとめ

本研究では、問題分析と矛盾解析を採り入れたゴール指向要求分析手法を提案した。

本手法で採り入れた問題分析フェーズにより、従来の手法では起こっていた手戻りが起こることなく分析を進めることができるようになり、結果的に手間を減少することを期待できる。

また測定モデルによって定量化した要求同士を用いて矛盾検出を行う手法を確立したことで、矛盾している要求同士をシステムに採り入れることの減少につながることを期待できる。

7. 2 今後の課題

現在研究を進めている中での課題とその方針を以下に示す。

●本手法の定量的評価

本手法の評価において定量的評価を行うことで手法の妥当性や効果を検証する必要があると考えられる。よって定量的評価を検証できる実験を今後行うことが望まれる。

●本研究室でのゴール指向要求分析の研究

本手法以外に、本研究室ではゴール指向要求分析におけるゴール分割支援ツールの開発、また合意形成支援ツールの開発の研究が行われていた。これらと本研究を統合することで利便性が向上すると考えられる。

●要求の目標値を求めるための測定モデルの考案

コスト・スケジュール要求以外にも、要求の目標値を求めるための測定モデルを考案する必要がある。

方針としては、使用性要求はヒューマンインターフェースや人間工学などの考えを利用して、操作時間や入力数などを定量的に表すことができないか検討している。また、5段階評価や大・中・小表現を用いて要求の目標値を与えることも検討している。

●検出した矛盾の解消方法の考案

実際に検出した矛盾を解消する方法を考案することで、より範囲の広い矛盾解析が期待できる。

●スケジュール要求の矛盾検出の範囲の拡張

本手法ではゴールから求めるスケジュール要求の目標値を、各作業を一つずつ行った場合にかかる期間としている。しかしスケジュールを進める時は各作業を並行して行っていくことが多いため、この場合も考慮した開発期間を求める必要がある。

方法としては、各作業のスケジュールをネットワーク図などで表現し、そこからクリティカルパスを求めることで、並行作業した場合の開発期間が求められると考えられる。

参考文献

[1]井上 陽晴、大西 淳：AHP を用いたゴール指向要求分析支援、立命館大学、電子情報通信学会技術研究報告、Vol.104, No722, pp.25-30, 2005.

[2] Markus Strohmaier, Eric Yu, Jennifer Horkoff, Jorge Aranda, Steve Easterbrook: Analyzing Knowledge Transfer Effectiveness--An Agent-Oriented Modeling Approach, System Sciences, 2007. HICSS 2007.40th Annual Hawaii International Conference on, Jan. 2007 Page(s):188b – 188b

[3]Lawrence Chung, Brian A.Nixon, Eric Yu, John Mylopoulos: Non-Functional Requirements in Software Engineering, Kluwer Academic Publishers(1999)

[4]Kaiya, H.; Horai, H.; Saeki, M: AGORA: attributed goal-oriented requirements analysis method, Requirements Engineering, 2002. Proceedings, IEEE Joint International Conference, Page(s):13-22, (2002).

[5]大西 淳、郷 健太郎：要求工学、共立出版(2002).

[6]デービッド・ガーマス、デービッド・ヘロン：ファンクションポイントの計測と分析、株式会社ピアソン・エデュケーション(2002)

[7] van Lamsweerde, A.; Darimont, R.; Letier, E: Managing conflicts in goal-driven requirements engineering, Software Engineering, IEEE Transactions on Volume 24, Issue 11, Nov.1998 Pages(s):908 – 926