Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers

社団法人　電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

信学技報
IEICE Technical Report
KBSE2011-2(2011-5)

ゴールの属性を用いたゴールグラフのチェック方法

猿渡　卓也†　　山本　修一郎‡

†株式会社 NTT データ　〒135-8671 東京都江東区豊洲 3-3-9
‡名古屋大学情報連携統括本部〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
E-mail:　† saruwatarit@nttdata.co.jp,　‡ yamamotosui@icts.nagoya-u.ac.jp

あらまし　ゴール指向要求分析では，ゴールグラフを利用したゴールに対するステークホルダ間の合意形成の促進が目的の一つとなっている．しかし，ゴールグラフの整合性の欠如が，合意形成を阻む要因となっていることがある．本稿では，既に構築が完了したゴールグラフに対して，ゴールが持つ属性に基づいたチェックを実施する手法を提案する．また，提案した手法を用いたチェックを実際のゴールグラフで実施し有効性を考察する．

キーワード　ゴール指向要求分析，ゴールモデル

A Check Method of Goal Graph using attribute of goal

Takuya SARUWATARI†　　Shuichiro YAMAMOTO‡

† NTT DATA CORPORATION　3-3-9, Koto-Ku, Tokyo, 135-8671 Japan
‡ Nagoya University　Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi, 464-8601 Japan
E-mail:　† saruwatarit@nttdata.co.jp,　‡ yamamotosui@icts.nagoya-u.ac.jp

Abstract In the GORE, it is one of the purposes to make the goal graph and to press the consensus building to the goal between stakeholders. However, the made goal graph might be a factor that lacking the correspondence prevents the consensus building. In this paper, we proposes the technique for checking the goal graph based on the attribute of the goal at the stage where the goal graph was made . Moreover, the technique for proposing it is applied and effectiveness is considered.

Keyword　Goal Oriented Requirements Engineering,　Goal models

1. はじめに

近年，IT システムの開発プロジェクトにおける，システム開発フェーズに入る前の企画，営業フェーズでの要求分析の取り組みの重要性が，指摘されている[1]．特に，従来と比較して IT システムがより戦略的なビジネスのツールとして用いられる現状においては，要求分析の重要度は益々増加していると考えられる．

ビジネスの成果と直接関係するような IT システム開発プロジェクトでは，深く検討されたビジネスの目的と IT システムが達成すべき目的の間に整合性が取れている必要がある．これを達成するためには，まず，システム開発フェーズに入る前の企画，営業などのフェーズにおいて要求分析を十分に行う必要がある．また，このような IT システムを利用したビジネスの企画では要求分析の結果を関係者間で共有することも重要な課題となる．

一方要求工学の分野では，IT システムの構築目的を明らかにするためのゴール指向要求分析に関する研究が数多く実施されてきた[1][7][9]．例えば，ゴール指向要求分析の代表的な手法として，KAOS[4]や i*Framework[2]などが挙げられる．近年では，AGORA[10]，RODAN[5]といった手法も提案され，IT システムのゴールを定めるための手法の研究は益々さかんに行われている．このような背景があり，ゴール指向要求分析を利用して，IT システムのゴールを分析する機会が多くなってきている．

しかしながら，ゴール指向要求分析の結果として構築されたゴールグラフが，誤りを含むという問題が起こっている可能性が考えられる．ゴール指向要求分析では，概念的な事項についても取り扱う．概念的な事項は，空間的・時間的な要因により意味に揺らぎが生じ易い．特に，複数のステークホルダが関わるビジネスの検討や IT システム企画のフェーズでのゴール指向要求分析では，この傾向が強くなることが予想される．概念的な事項の意味に揺らぎが生じたままゴールグラフ構築を継続すると，局所的には整合性が取れているように見えても，全体としては不整合を含むゴールグラフが構築されてしまう危険性がある．不整合を含むゴールグラフは，ゴールを正しく表現しているとは言えず，ステークホルダ間の合意形成を阻む可能性がある．また，その後のシステム開発の段階で支障をきたす可能性もある．従って，完成したゴールグラフ

This article is a technical report without peer review, and its polished and/or extended version may be published elsewhere.
Copyright ©2011 by IEICE
NII-Electronic Library Service

Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers

に対して，そのゴールグラフ全体の整合性をチェックするための手法は有効であると考えられる．

本稿では，ゴールグラフの整合性をチェックするため，ゴールが持つ属性の一つである“ゴールの充足時期”を使った手法を提案する．また，完成したゴールグラフに対して提案手法を実際に適用することで，手法の有効性の評価する．

2. ゴールグラフ中の不整合の問題

ゴールグラフにおける“ゴール”と“サブゴール”の関係を考えると，二つのゴール間の関係では整合性が取れているように考えられる場合でも，“ゴール”，“サブゴール”，“サブゴールのサブゴール”というような，三つ以上のゴールの関係まで考えると整合性が取れていないものが存在する．すなわち，三つのゴールの間に図 1のような関係がある時，Goal A と Goal B の間，及び Goal B と Goal C の間に適切なゴールとサブゴールの関係があるように考えられる場合でも，Goal A と Goal C の間には適切なゴールとサブゴールの関係が存在しない場合がある．このような不整合を含むゴールグラフは，ゴールグラフ全体としても整合性が取れているとはいえない．整合性が取れていないゴールグラフでは，目的を整理・構造化するというゴールグラフ構築の目的を達成することができない．

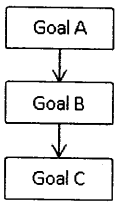

図 1 ゴールグラフの例

3. ゴールグラフのチェック手法

本稿で提案する手法は，ゴールの充足時期に着目して，既に完成しているゴールグラフにおけるゴール同士の関係を分析することにより，ゴールグラフ中の不整合を検出する．

ゴールグラフ中のゴール間の関係には表 1のような関係が存在する[1]．これらの関係の中で“制約関係”は，ゴールが他のゴールを制約する関係であるので，“制約関係”を除いた残りの関係がゴールグラフにおけるゴールとサブゴールの関係となる．これらの関係について，ゴールの充足時期に着目して考えると，ゴールとサブゴール間の関係には，ゴールの充足時期とサブゴールの充足時期が同じ関係とゴールの充足時期はサブゴールの充足時期より後になる関係の二つの関係があり，それ以外の関係は無いことがわかる．

表 1 ゴールの関係

関係	説明
制約関係	ゴールを他のゴールが制約する関係
位置関係	ゴールが達成される位置ごとにサブゴールに展開される関係
構成関係	ゴールの構成に基づいて構成要素ごとにサブゴールに展開される関係
条件関係	条件ごとにサブゴールに展開される関係
例示関係	サブゴールで具体例が示される関係
手段関係	目的としてのゴールを達成する手段を示す関係
分類関係	ゴールの分類に従ってサブゴールに展開される関係
説明関係	サブゴールで具体的に説明する関係

本稿で提案する手法は，上記のゴールとサブゴールの充足時期の関係を利用した分析を行い，ゴールグラフに含まれる不整合を検出する．

3.1. ゴールグラフのチェック手順

本稿で提案する手法の手順を以下に示す．

【手順 1】ゴールグラフ中の一つのゴールに着目し，そのゴールの充足時期を示すラベルを付与する．付与したラベルはラベル集合 LG に登録する．

【手順 2】ゴールグラフ中のゴールの中で，まだラベルが付与されていないゴールに着目し，ラベル集合 LG に登録されているラベルから適切なラベルを付与する．適切なラベルが存在しない場合は新しいラベルを付与し，新しく付与されたラベルをラベル集合 LG に追加する．

【手順 2'】ゴールグラフ中のゴールについて，ラベルが付与されていないゴールがなくなるまで手順 2 を繰り返す．

【手順 3】ラベル集合 LG に入っている各ラベル間の関係を規定した，ラベル関係マトリクス（LRM）を作成する．ラベル関係マトリクスについては，3.2に示す．

【手順 4】ゴールグラフ中のゴール間の関係すべてを，LRM を使ってチェックする．すなわち，上位ゴールのラベルを関係元ラベルとし，下位ゴールのラベルを関係先ラベルとした時，LRM の内容が“Before”になっているゴール間の関係を全てチェックする．

上記【手順 1】～【手順 4】までを実施した結果，チェックされたゴールの関係には，誤りがある可能性

NII-Electronic Library Service

がある．そこで，チェックされたゴール間の関係について，ゴールグラフ全体から，もう一度見直すことができる．

3.2. ラベル関係マトリクス(LRM)

ラベル間の関係には，ラベルが表す期間が前後している関係（前後関係）と，一方のラベルが表す期間が他方のラベルが表す期間を包含している関係（包含関係）がある（図 2）．いずれの場合であっても，ラベルが示す期間の完了時点に着目すれば，ラベルが表す期間の間の前後関係を決定することができる．

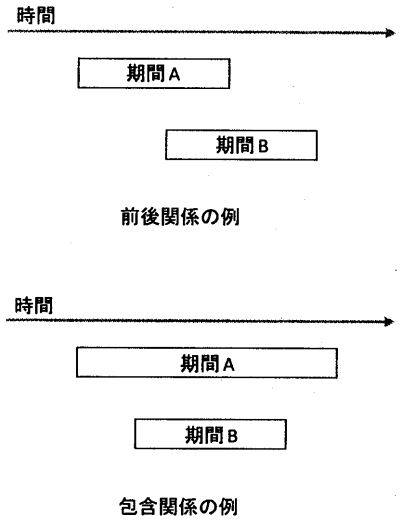

図 2 ラベル間関係の例

LRM は，このラベル間の関係をマトリクスの形で整理したものである．LRM の行と列は，それぞれ関係元ラベルと関係先ラベルを示している．関係元ラベル（行）の完了時点が，関係先ラベル（列）の完了時点より遅い，あるいは同時であった場合，LRM の対象セルに “After” と記入する．関係元ラベル（行）の完了時点が，関係先ラベル（列）の完了時点より早かった場合，LRM の対処セルに “Before” と記入する（図 3）．

	Label A	Label B	Label C	Label D
Label A		Before	Before	Before
Label B	After		Before	Before
Label C	After	After		After
Label D	After	Before	Before	

図 3 ラベル関係マトリクス（LRM）の例

4. 手法の適用評価

本稿で提案した手法を既存のプロジェクトで構築されたゴールグラフに適用し，ゴールグラフ中の不整合箇所の抽出が可能であるかを確かめることで，手法の有効性を評価した．

4.1. 手法の評価に利用したゴールグラフ

手法を適用したゴールグラフは，ビジネス及び IT システム開発の企画フェーズにおいて約 3 ヵ月の時間をかけて構築された，共同利用型 IT システムを使ったビジネスの目的を整理したものである．ゴールグラフ構築には，共同利用型 IT システムの顧客への対応を担う営業担当，共同利用型 IT システムの開発を担う開発担当，本プロジェクトの企画を専門に行う企画担当にファシリテータを含めた計 12 名が参加して行った．構築メンバーの人数と工数の内訳を表 2に示す．

表 2 ゴールグラフ構築メンバー

役割	人数	工数
企画	1 人	1.1 人月
営業	3 人	0.5 人月
開発	6 人	0.9 人月
ファシリテータ	2 人	3.4 人月

ゴールグラフ構築は，三つのフェーズで実施されている．

- フェーズ 1：インタビューによる前調査
  新規ビジネス及び新規システムに対する期待及び問題意識を把握するため，ファシリテータが他のゴールグラフ構築メンバー10 名にインタビューを実施し，その結果をまとめた．

- フェーズ 2：ゴール候補の抽出
  インタビューにより得られた各コメントに対して CATWOE 分析[1]を実施し，主に T（変換）及び E（環境制約，外部制約）の要素から 102 個のゴール候補を抽出した．

- フェーズ 3：ゴールグラフの構築
  主要メンバーによるワークショップを 2 回実施し，抽出されたゴール候補間の依存関係を勘案してゴールグラフを構築した．この過程で，80 個のゴール候補を他のゴール候補に整理統合あるいは削除し，不足していた 43 個のゴールを追加した．最終的に，ゴール数 65 個のゴールグラフが作成された．

※フェーズ 3 で追加したゴールは，ゴール分割等により追加を行ったものである．

4.2. 評価結果

上記のゴールグラフに対して本稿で提案した手法を適用し，その有効性を評価した．

NII-Electronic Library Service

まず【手順 1】と【手順 2】に従い，ゴールグラフ中の各ゴールにラベルを付与するとともに，6 個のラベルからなるラベル集合 LG を得た．次に，【手順 3】に従い，ラベル集合 LG に含まれるラベル同士の前後関係を調べ，ラベル関係マトリクス LRM を得た．最後に【手順 4】に従い，ゴールグラフ中の全てのゴール間の関係を調べ，誤りがある可能性のある関係をチェックした．

その結果，全部で 79 あるゴール間の関係のうち誤りを含む可能性があるゴール間の関係を 7 つ発見できた（表 3）．

表 3 評価結果

	個数	割合
全ての関係	79	100%
誤り含む可能性がある関係	7	8.86%

抽出された誤りを含むゴール間の関係の例を（図 4）～（図 6）に示す．これらの例では，誤りを含むゴール間の関係だけでなく，その周辺のゴールグラフの状況も同時に抽出している．誤りを含むゴール間の関係は太い矢印で示すとともに“Error”と表記した．

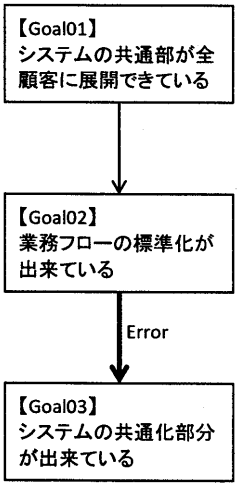

図 4 誤りを含むゴール間関係の例（1）

図 4では，Goal02 と Goal03 の間に誤りがある．Goal02 には“検討期間”のラベルが付与されたのに対して，Goal03 には“開発期間”のラベルが付与された．LRM では“検討期間”（行）と“開発期間”（列）は“Before”となっていたので，誤りとして抽出された．ゴールグラフを確認すると，“業務フローの標準化が出来ている”状態にあるということは，“システムの共通化部分ができている”状態にあると考え，このようにゴールグラフを作成していたことが考えられる．しかし，Goal02 の充足の前に Goal03 が充足されるという関係はおかしい．よって，この誤りの抽出は妥当である．

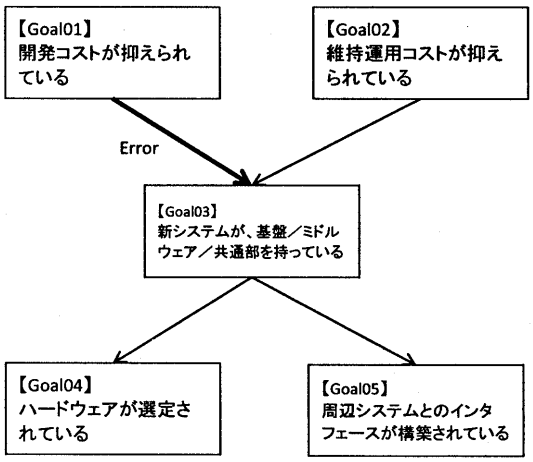

図 5 誤りを含むゴール間関係の例（2）

図 5では，Goal01 と Goal03 の間に誤りがある．ゴールグラフを確認すると，“開発コストが抑えられている”を充足するということは（設計の段階で）“新システムが，基盤／ミドルウェア／共通部を持っている”を充足しているべきだという関係から，このようなゴールグラフを作成したことが考えられる．しかし，Goal01 の充足の前に（既に構築されたシステムとしての）Goal03 が充足されるという関係はおかしい．よって，この誤りの抽出は妥当である．

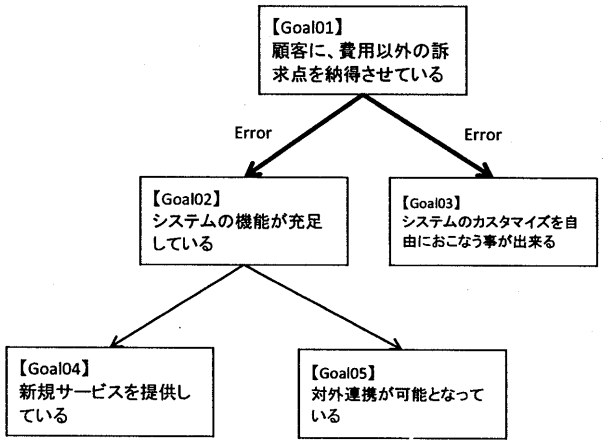

図 6 誤りを含むゴール間関係の例（3）

図 6では，Goal01 と Goal02 及び Goal03 の間に誤りがある．ゴールグラフを確認すると，“顧客に，費用以外の訴求点を納得させている”を充足しようとすると，“システムの機能が充足している”や“システムのカスタマイズを自由に行う事ができる”を充足する必要があると考え，このようにゴールグラフを作成したことが考えられる．しかし，Goal01 の充足の前に Goal02 や Goal03 が充足されるという関係はおかしい．よって，

NII-Electronic Library Service

Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers

この誤りの抽出は妥当である．ただし，Goal01 中の“顧客”がサービス開始後に提案する顧客であった場合，Goal01 と Goal02 及び Goal03 の関係は誤りではなくなることが考えられる．本稿での適用では，Goal01 のラベルを“サービス開始前”としており，ここでの顧客をサービス開始前に売り込む顧客であると想定している．

このように誤りが抽出されたゴールグラフを個別具体的に検討した結果，誤りを含む可能性がある関係として抽出された 7 つの関係のうち，全ての関係で誤りを含む箇所が正確に抽出できていることがわかった．よって，本稿で提案する手法は完成したゴールグラフの誤りを抽出する手法として有効であると考えられる．

5. 関連研究

ゴール指向要求分析の分野におけるゴールグラフのチェックに関する研究は昔から行われている．例えば，時相論理（temporal logic）を活用したチェックを行う KAOS[4]や，ゴール間のリンクに 4 種類のランクを付けてソフトゴールに対するチェックを行う NFR[3]の方法などがある．しかし，これらのチェックは，ゴールグラフが正しく構築されている前提で，構築されたゴールグラフ全体が充足可能かどうかをチェックするものである．つまり，チェックを行う段階でゴールグラフが正しく構築されていなければならない．しかし，特にビジネスの企画が関連する上流工程におけるゴールグラフ構築では，ゴールグラフを正しく構築すること自体が難しい．そこで，ゴールグラフ構築後，ゴールグラフの正しさをチェックすることが重要となる．このチェックは従来手法のチェックとは意味合いが異なるので，“正しさのチェック”とする．本稿で提案する手法は，この“正しさのチェック”を実施するための手法であり，従来のチェックとは意味が異なる．

要求工学の分野においては，ゴール及び要求の抽出方法に関する研究も行われている．例えば，RODAN[5]では，ロール，ロールホルダの概念を導入することにより，i*フレームワーク[2]の戦略依存モデル（SD モデル）を拡張し要求抽出を体系的に実施することができる．また，i*フレームワークの戦略原理モデル（SR モデル）では，要素を Goal，Task，Resource，Soft-goal に分類し，予め要素間の関係を決めておくことで，要求抽出を行うようにしている．[6]のように実践的な要求抽出のための手順も研究されている．また，手順化はされていなくても，機能ゴールと非機能ゴール，ソフトゴールとハードゴールのようなゴールの分類[1]は，ゴール抽出の際に手助けとなっていることが考えられる．本稿の手法は，ゴールグラフの完成後，ゴールグラフをチェックするための手法である．しかし，チェックの方法をゴールグラフ構築の段階から取り入れることで，整合性のとれたゴールグラフの構築に応用することが考えられる．

6. 考察

本稿では，ゴールグラフ中のゴールの充足時期に着目して，ゴールグラフのチェックを行う事により，ゴールグラフ中で不整合を含むゴール間の関係を抽出することができることを示した．

実際に作成されたゴールグラフに対して本稿の手法を適用したところ 79 あるゴール間の関係のうち，7 つ（8.86%）の関係に誤りがあることがわかった．これは，ゴールグラフ全体に占める割合としては，少ないように考えられる．しかし，不整合を含むゴール間の関係は，その関係だけの問題ではない．不整合を含む関係に直接つながっているゴールに対して影響を持つことはもちろん，この問題はゴールグラフ全体に波及していくことが考えられる．不整合を含むゴール間の関係が存在することが原因となり，その関係の上位部分と下位部分でゴールグラフが分断されることが考えられる．すなわち，上位部分のゴールで定義されていることが，下位部分に正しく伝播されない事態が起こりうる．従って少ない個数であっても，ゴールグラフ中の不整合を含む箇所を発見し，排除していくことは重要な事項となる．

本稿では，ゴールグラフ中のゴール同士の関係を確かめるための指標として，ゴールの充足時期を利用した．これは，ゴールの充足時期が持つ二つの側面に着目したからである．第一に，ゴールの充足時期は，全てのゴールが持つ属性ということである．充足時期の期間の幅の大小はあるとしても，全てのゴールは時間軸上に置くことができる．第二に，ゴールの充足時期は，定量的に扱うことができるという点である．ある程度の幅を持つ期間であっても，ゴールの充足時期は定量的に決めることができる．ゴールの満足化の度合いを定量的に量ることが難しいソフトゴールについても，ゴールの充足時期については定量的に決めることができると考えられる．これら二つの性質により，ゴールの充足時期はゴール同士の関係を見ていく指標として相応しいと判断し本稿で採用した．

ただし，ゴール同士の関係を確かめるための指標として，他のゴールの属性を検討することもできる．他の属性の例として，ゴールがどのゴール分類に属しているかをゴールの属性として利用することが考えられる．例えば，NFR フレームワーク[3]における Non-functional requirements goals, Satisficing goals, Argumentation Goals をゴールの属性として利用するこ

NII-Electronic Library Service

Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers

とができる．NFR フレームワークを使ってゴールグラフを構築していない場合であっても，ゴールグラフ中の各ゴールを，これらに分類しゴール同士の関係を確かめていくことは可能であると考えられる．ゴールの分類方法には，他に business goals と technical goals, concrete goals と abstract goals, soft goals と hard goals などがあり，これらの分類についても，ゴールの属性としてゴール間の関係のチェックに使える可能性がある．また，充足時期に近い指標として充足にかかるコストを使う事も考えられる．

上記は抽象的なゴールの分類であるが，ゴール同士の関係を詳細に確認していくためには，より詳細で具体的な属性が必要になることが考えられる．例えば，IT システムのゴールを考えるのであれば，“ゴール A は DB に関するゴール”，“ゴール B は，外部接続モジュールに関するゴール”というように，IT システムが達成する機能を属性とすることが考えられる．より詳細にゴールの分類を行った研究として[8]がある．ゴール同士の関係を確かめるための属性として，どのような属性が相応しいか検討していく必要がある．

表 4 ゴールの関係と達成時期

関係	達成時期
位置関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期か，下位ゴールが達成されてから達成される． □上位ゴール >= 下位ゴール
構成関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期か，下位ゴールが達成されてから達成される． □上位ゴール >= 下位ゴール
条件関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期に達成される． □上位ゴール = 下位ゴール
例示関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期に達成される． □上位ゴール = 下位ゴール
手段関係	上位ゴールは，下位ゴールが達成されてから達成される． □上位ゴール > 下位ゴール
分類関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期か，下位ゴールが達成されてから達成される． □上位ゴール >= 下位ゴール
説明関係	上位ゴールは，下位ゴールと同時期に達成される． □上位ゴール = 下位ゴール

ゴール間の関係を予め分類しておき，ゴールの属性と合わせてゴール間の関係を確認していくことも考えられる．ゴールの関係には，表 1のようなものがある[1]．基本的に上位ゴールは，下位ゴールの達成以後に達成される必要があると考えられるが，詳細に検討すると，制約関係を除くこれらの関係と，上位ゴール及び下位ゴールの達成時期の関係は，表 4のようになることが考えられる．ゴール間の関係を，表 1の関係に分類し，ゴールの達成時期と合わせて検討することで，より詳細なチェックが実施できることが期待できる．

7. まとめと今後の課題

本稿では，既に完成しているゴールグラフのゴールとサブゴールの関係をゴールが持つ充足時期という属性を使ってチェックする手法を提案した．また，実際のプロジェクトで構築したゴールグラフのチェックを行うことで手法の評価を行い，ゴール間の関係が 79 あるゴールグラフの中に 7 箇所（8.86%）の不整合を発見し，有効性を確かめることができた．

今後は，考察の章で述べたゴールグラフのチェックに有効な属性の追加やゴール間の関係を同時に考慮することで，より正確にチェックを行えるようにすることが課題となる．また，完成したゴールグラフに対するチェックではなく，ゴールグラフ構築の過程でゴールの属性をより積極的に利用することによる正確なゴールグラフ構築を目指した手法の開発も今後の課題となる．

文　献

[1] 山本修一郎，～ゴール指向による!!～システム要求管理技法，株式会社ソフト・リサーチ・センター，東京，2007.

[2] Eric S. K. Yu. Towards Modelling and Reasoning Support for Early-Phase Requirements Engineering. In 3rd IEEE Int. Symp on Requirements Engineering, pages 226-235, Washington DC, Jan 1997.

[3] Mylopoulos, J., L.Chung, et al.(1992)."Representing and Using Nonfunctional Requirements : A Process-Oriented Approach." IEEE Transactions on Software Engineering SE-18(6): 483-497.

[4] A. Dardenne, A. van Lamsweerde and S.Fickas, “Goal-Directed Requirements Acquisition”, Science of Computer Programming, Vol.20, 1993, 3-50

[5] 中谷多哉子，藤野晃延：“ロールに着目したビジネス領域における要求獲得手法 RODAN の提案”、情報処理学会論文誌，Vol.48, No.8, pp.2534-2549 (2007)

[6] Kazuya Oshiro, Kenji Watahiki, Motoshi Saeki, Goal-Oriented Idea Generation Method for Requirements Elicitation, 11th IEEE International Requirements Engineering Conference 2003

[7] Axel van Lamsweerde. Goal-oriented requirements engineering: A guided tour. In Proc. Of the 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering(RE'01), pages 249-263, 2001.

[8] 猿渡卓也，田口研治，斎藤忍，山本修一郎，パターンを用いたゴール指向ビジネス企画手法の提案，IEICE Technical Report KBSE2009

[9] Shuichiro YAMAMOTO, Haruhiko KAIYA, Karl Cox and Steven Bleistein, Goal Oriented Requirements Engineering -- trends and issues -, No.11, pp.2701-2711, IEICE 2006

[10] Haruhiko Kaiya, Daisuke Shinbara, Jinichi Kawano, Motoshi Saeki, Improving the detection of requirements discordances among stakeholders, Requirements Eng(2005) 10: 289-303

NII-Electronic Library Service