

矛盾する要求の解釈支援手法

大西 淳、杉本英昭

立命館大学大学院理工学研究科総合理工学専攻

525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

e-mail: ohnishi@cs.ritsumei.ac.jp

要求仕様中で矛盾する複数の文を検出し、もってもらしさを Dempster & Shafer の理論に基づいて定量化して解釈する手法について述べる。最初に本稿で扱う矛盾する要求とはどういうものかを要求フレームモデルを用いて定義し、次にその検出手法を示す。さらに矛盾する要求のもってもらしさを定量化する手法と定量化された結果を解釈する手法を説明する。最後に具体例を用いた矛盾する要求の解釈について述べる。

A Supporting Method of Interpreting Inconsistent Software Requirements

Atsushi OHNISHI, Hideaki SUGIMOTO

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

We propose a supporting method of detecting and interpreting the inconsistency of a software requirements specification (SRS). First, we define the inconsistency of an SRS. We use Requirements Frame Model to detect the inconsistency of the SRS. To interpret the inconsistency of SRSs, we apply the Dempster & Shafer's theory and calculate the certainty of the inconsistent SRS. Our method will be illustrated with a small example.

1 はじめに

ソフトウェア要求仕様はソフトウェア開発の最初に作成されるドキュメントであり、要求仕様は設計仕様、プログラム仕様と書き換えられながら、開発は進んでいく。開発の種々の段階で要求仕様は参照される。このため、要求仕様には正確さが要求される。

しかし、最初から正確な要求仕様を作成することは難しく、しばしば矛盾を含んだ要求仕様が作成されてしまう。矛盾が検出されないままの要求仕様をもとにして、ソフトウェア開発を進めると、手戻りが生じて生産性が悪くなるだけでなく、ソフトウェア開発にかかる時間、人手、コストは膨大なものとなってしまふ。

また運良く要求中に矛盾を発見したとしても、どちらが正しいか、あるいは両方とも間違っているかを正しく判断するには、矛盾した要求に関連する箇所をきちんと理解しなければならない。膨大な要求仕様では関連する箇所の同定すら難しいことがある。

本研究ではこれらの問題点を解決し、ソフトウェア開発が容易に、かつスムーズに行なえるようにするため、要求仕様に含まれる矛盾の検出と解釈のための手法を提案する。この手法によって要求仕様に含まれる矛盾を効率良く修正することが可能となり、ソフトウェア開発にかかる工数を減らし、開発作業がスムーズに行なえるようになる。

2 矛盾の分類と検出手法

本研究では要求フレームモデルと名付けた要求記述のためのモデルとそれに基づいて開発した日本語要求言語 X-JRDL を要求仕様化言語として採用している [7]。その理由は、要求フレームモデルを用いることによって、矛盾の検出が簡単に行なえるからである。日本語要求言語 X-JRDL はファイル処理システムを記述対象としており、そのための動詞や名詞が使えるようになっている。しかしながら X-JRDL は動作概念とそれに対応した動詞を拡張可能であり [8]、その他の分野の記述にも対応できる。

X-JRDL で書かれた要求仕様に現れる矛盾を以下の 2 つの場合に分類する。

1 要求文での矛盾: 1 つの文単体で矛盾した要求となっている

2 つ以上の要求文間の矛盾: 個々の要求文だけを取り出すと、矛盾しないが他の要求文とつき合わせると矛盾した要求となっている

それぞれの場合に対して、どのような矛盾となるかを定義し、さらにそれらの検出手法について述べる。

2.1 1 要求文での矛盾とその検出

要求フレームモデル [7] では、各動作概念に対して格構造が定義されており、該当する格と、格に該当する名詞の型が定められている。この定義に反した格や名詞の型が記述されているとき、すなわち、動作概念の格構造に合わない名詞が記述されているとき、この要求文は単独で矛盾していると思なす。

次の要求文をもとに説明する。

在庫管理係は 在庫マスタファイルから 出庫先を受けとる。

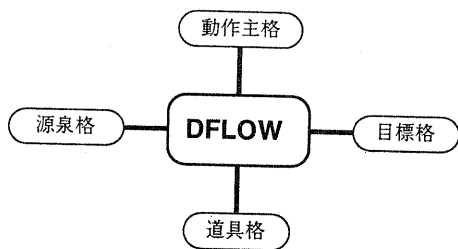
X-JRDL で提供している「受けとる」という動詞に対応する DFLOW という動作概念は表 1 に示すような格構造をもっている。源泉格には、人間型か機能型の名詞があてはまるが、上の例では、「在庫マスタファイル」というファイル型の名詞が記述されている。このように、動詞の格構造に合わない名詞が記述されている時、要求文は矛盾していると思なす。

X-JRDL で書かれた仕様を、その解析系によって処理する段階で、格構造に合わない矛盾は自動的に検出される。上の例では矛盾の他にも道具格に相当する名詞が抜けているが、「抜け」という誤りは矛盾と区別しており、本稿では扱わないが、「抜け」を解析系によって解釈する技法は既に確立済みである [8]。

2.2 2 つ以上の要求文での矛盾とその検出

個々の要求文を取り出すと矛盾しないが、要求文を 2 つ以上組み合わせると矛盾が生じる場合がある。X-JRDL による要求仕様においてこのような矛盾が生じる可能性がある、

- 2 つ以上の同一オブジェクト定義での矛盾



概念	格	名詞の型
DFLOW	動作主格	data
	源泉格	functionかhuman
	目標格	functionかhuman
	道具格	device

図 1: DFLOW 概念の格構造

- システムの階層構造の階層間での矛盾
- ファイル構造定義とファイル利用での矛盾

について説明する。

2.2.1 同一オブジェクトの定義に関する矛盾

同一の機能の構造やファイルやデータの構造を定義する要求文が複数存在する場合、全く同一の要求であれば「冗長」となるが、同一のオブジェクトの定義にも関わらず、内容が異なっているならば、異なる定義が2種類以上存在することになり、矛盾と見なす。

以下の2つの要求文について述べる。

文A: 出庫依頼票は 出庫品名と 出庫数と 出庫先から 構成される。

文B: 出庫依頼票は 出庫品名と 出庫数と 依頼者名から 構成される。

これらの2文は「出庫依頼票」という同一のデータを定義しているが、その3番目の構成要素がA、Bそれぞれ「出庫先」、「依頼者名」と異なっている。従って、これらの文は矛盾していると見なす。

X-JRDLにおいて「構成される」という動詞は、機能、データやファイルを定義する ANDSUB という動

作概念に対応し、ANDSUBは図2のような格構造を持っている。この矛盾を検出するには動作主格に同一の名詞が該当する ANDSUB 文で目的格の個数や内容が異なっているものを検出すればよい。

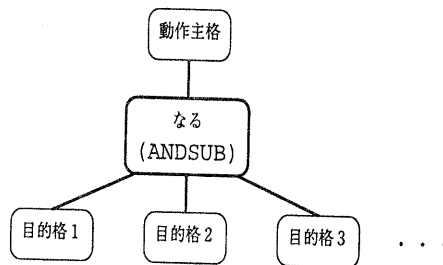


図 2: ANDSUB の格構造

2.2.2 機能の階層構造に関する矛盾

機能が階層構造をとる時、親となるレベルと子となるレベルの間で、入出力と機能の対応関係がうまく取れないような記述となる場合に、この記述は矛盾している。例えば、図3に示すように、システムAが記述されており、そのサブシステムとしてA₁、A₂が記述されているとする。システムA、A₁の入出力関係が、図3のように記述されている時、すなわち、それぞれの入力が入力I₁、I₂と記述されて、しかもI₁とI₂の関係が記述されていない場合、本来は同じ入力にならなければならないところが、違う入力が入力されている。このような記述がされた場合、これらの要求文は矛盾している。

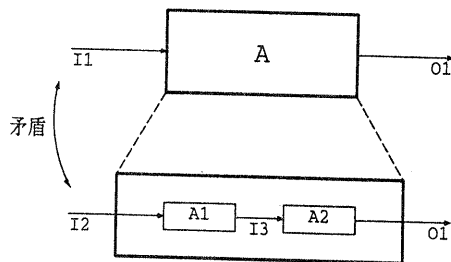


図 3: システムの階層構造

X-JRDLでは、機能階層の定義、機能階層間のデー

タ構造の定義、データと機能との関係を表す要求文をつき合わせることによって、これらの間の矛盾を検出している。

2.2.3 ファイル定義とファイル利用に関する矛盾

ファイルの構造を定義する要求文と、そのファイルを利用する要求文が存在し、しかもファイル利用で表れる属性とファイル構造で表れる属性が異なる場合に矛盾と見なす。例えば、

文A：在庫マスタファイルは 品名と 数量と 出庫先からなる。

文B：在庫管理係は 在庫マスタファイルから 出庫先を 依頼者名で 検索する。

で、文Aの構造定義に表れない属性「依頼者名」が文Bでは用いられているため、矛盾となる。

X-JRDLでは「検索する」という動詞はRETという動作概念に対応し、これは表1に示す格構造を持っている。従って、RET文に表れる源泉格と同じ源泉格を持つANDSUB文をつき合わせて、RET文の目標格、キー格に該当する名詞が、ANDSUB文の目的格に表れるかどうかを調べれば良い。

表 1: RET 文の格構造 (文Bの格構造)

概念	格	名詞	名詞の型
RET (検索)	動作主格	在庫管理係	function
	源泉格	在庫マスタファイル	file
	目標格	出庫先	data
	キー格	依頼者名	data

このように、今まで紹介した要求仕様に表れる矛盾は要求フレームモデルを用いることによって、容易に検出できる。

3 矛盾の解釈支援手法

3.1 1 要求文での矛盾の解消

1 要求文での矛盾は要求フレームモデルを用いて解析することによって、格構造に矛盾した要求文が検出されるので、格とそれに該当する名詞の型の矛盾をエラーとして記述者に提示し、修正してもらう。

3.2 2つ以上の要求文間の矛盾の解釈支援

個々の要求文は正しいが、2つ以上の要求文をつき合わせて初めて生じる矛盾を以下のように解釈する。

1. まず2つ以上の要求文間の矛盾を検出する
2. 矛盾した要求文の確からしさを調べる
3. 確からしさを定量化し、その結果に基づいて解釈する
4. 記述者は解釈結果を吟味して、矛盾の解消の参考とする

このうち2番目の「確からしさを調べる」ために、矛盾する要求文の差分を取る。差分で表れた語を含むような要求文は、その差分を含んだ矛盾する要求文を支持すると考えて、支持する要求文がどの位出現するかを調べる。

矛盾する要求文が要求仕様の異なる節に表れる時は、表れた節ごとに矛盾する要求文のそれぞれの確からしさを調べ、最終的に確からしさを統合するが、その統合には Dempster & Shafer の確率理論 [6] を適用する。以下では、本研究で提案する解釈支援手法を具体例を用いて説明する。

3.2.1 Dempster & Shafer の確率理論

ある事実が確かである確率と確かであるかどうかを決めかねる確率を計算する理論として、Dempster & Shafer の確率理論がある。この理論は、ある事実を真であると確信する度合い、偽であると確信する度合い、真であるか、偽であるか不明な度合いの3種の度合いで確からしさを表現する理論であり、どちらともいえない、あいまいさを含んだ情報を扱うのに適している。

A.P. Dempster は Bayes 確率に適さない主観にかかわる不確実性を扱うために、下界および上界確率と名付けた新しい考え方を提示した。G. Shafer は Dempster 理論を洗練させ、主観的な意味を付与するために、元来の下界、上界確率をそれぞれ belief function, plausibility と言い換え、それらを基本確率を通じて定義した。Shafer によれば、基本確率 $m(A_i)$ は部分集合 A_i に閉じ込められているが、 A_i 内の各点に自由に

動ける半可動確率質量としてイメージを描くことができる。

A_0 を有限な全集合、 $A_i (i = 1, 2, \dots)$ をその部分集合とすると、基本確率 $m(A_i) (i = 0, 1, \dots)$ は $[0, 1]$ の値をとり、次の条件を満たす。

$$\begin{cases} m(\phi) = 0 & (\phi : \text{空集合}) \\ \sum_{A_i \subseteq A_0} m(A_i) = 1 \end{cases}$$

$m(A_i) > 0$ のとき A_i は焦点要素とよばれる。

さらに、独立な証拠から推論された基本確率を統合する方法として、 m_1, m_2 を独立な証拠に基づいて得られた基本確率、 $A_{1i}, A_{2j} (i, j = 0, 1, 2, \dots)$ をそれぞれの焦点要素として、次の式、

$$m(A_k) = \frac{\sum_{A_{1i} \cap A_{2j} = A_k} m_1(A_{1i}) m_2(A_{2j})}{1 - \sum_{A_{1i} \cap A_{2j} = \phi} m_1(A_{1i}) m_2(A_{2j})}$$

があるが、本稿では矛盾する部分の確率を正規化しない（つまり上の式で分母を取った）

$$m(A_k) = \sum_{A_{1i} \cap A_{2j} = A_k} m_1(A_{1i}) m_2(A_{2j})$$

とした式を採用する。この理由は、統合された基本確率の値が正規化したことで小さい値から大きくなることもあり、最初から大きい値の場合と区別して、解釈するためである。

3.2.2 DS 理論の適用例

DS 理論の適用例として、心証を得るプロセスを例にとる [6]。

ある人 X は有罪である (A とする) か、無罪である (\bar{A} とする) かのいずれかであるとする。また、 A を支持する側を検事側、 \bar{A} を支持する側を弁護士側とする。

検事側から出されてきた証拠 1 は仮に 0.7 だけ有罪であることを示していて、(基本確率は $m_1(A) = 0.7, m_1(A, \bar{A}) = 0.3$) 弁護士側から出された別の証拠 2 が仮に 0.6 だけ無罪であることを示している (基本確率は $m_2(\bar{A}) = 0.6, m_2(A, \bar{A}) = 0.4$) 時、図 4 を参考に合成尤度を求める。ここで、合成尤度はある候補を含むすべての集合の基本確率の総和を表す。また、図 4 の網掛けされた部分は A かつ \bar{A} であるので矛盾

を、斜線の部分は A または \bar{A} であるので有罪か無罪か決めかねることを表す。

証拠 1、2 を統合して合成尤度を求めると、

・有罪である合成尤度は、 $0.28 + 0.12 = 0.40$

・無罪である合成尤度は、 $0.18 + 0.12 = 0.30$ になる。

$\{A, \bar{A}\} 0.3$	0.18	0.12
$\{A\} 0.7$	0.42	0.28
	0.6	0.4
	$\{\bar{A}\}$	$\{A, \bar{A}\}$

図 4: 有罪、無罪の合成尤度を求める例

3.2.3 要求文の合成尤度を求める手順

要求文の合成尤度を求める手順を以下に示す。ここで述べる手順は 2 つの要求文の組合せにおいて矛盾が検出された場合の手順であり、3 つ以上の要求文の組合せにおいて矛盾が検出された場合も同様に合成尤度を求めることができる。

STEP0: 要求仕様中で 1 つの要求文単独で矛盾している文を 2.1 の手法によって検出し、記述者に修正させる。

この時点で単独で矛盾する要求文は全て修正されていると仮定する。

STEP1: 与えられた要求仕様中で単独では矛盾していないが、2 つ以上の組合せで矛盾する要求文の組合せを 1 組検出し、要求文同士を付き合わせて差分をとる。例えば、2 つの矛盾する要求文 A と B で α と β がそれぞれの差分項目とする。

STEP2: 要求仕様の中で矛盾していない要求文の基本確率を全て 1.0 とする。

STEP3: 差分項目を含んだ要求文で矛盾しない要求文を調べる。具体的には、差分項目を含む矛盾しな

い要求文の出現頻度を各節ごとに求める。差分項目 α を含む他の要求文は A を支持し、差分項目 β を含む他の要求文は B を支持すると考える。差分項目 α を含む文がある節 X で 1 文あって、差分項目 β を含む文が同じ節 X で 5 文あったとする。差分項目 α を含む文が別の節 Y で 10 文あって、差分項目 β を含む文が節 Y で 5 文あったとする。

STEP4: 各節における差分項目の出現頻度の合計を求め、合計の最大数に対してその比が 0.5 より小さい合計が得られた場合は確からしさを表す指標が同程度とは言えないので、小さい節での出現頻度を整数倍してその和が 0.5 以上となるように正規化する。差分項目 α を含む文の出現頻度と β を含む文の出現頻度の和の比は節 X と Y とで、 $6/15=0.4$ と 0.5 より小さいので、節 X での出現頻度を 2 倍して、 α を含む文が 2 文、 β を含む文が 10 文あったとしてやる。出現頻度を整数倍するという事は、要求文が整数倍した回数だけ要求記述に出現する場合と等価であるが、この様な冗長性は要求記述の意味を変更するものではない。

STEP5: $1 - \prod_i (1 - 0.3 \times p_i)$ (但し、 p_i は差分項目を含んだ要求文 i の基本確率) を計算し、矛盾する要求文の基本尤度とする。

上の式で 0.3 は仮に定めた数値である。ある要求仕様において $p_i = 1.0$ であるとしたとき、この式で $i = 3$ の時、式の値は 0.657、 $i = 10$ の時、式の値は 0.972 となる。 $i = 0 \sim 20$ の数値をこの式に代入し、その結果が著者の直観と合うことを確認しているが、さらに利用者の主観に合うよう 0.3 という数値を調整できる。

STEP6: STEP5 で得られた基本尤度から、基本尤度がその候補を含む集合すべての基本確率の和になるように基本確率を割り当てる。

STEP7: 別の節で異なる基本確率が得られた場合は、DS 理論に基づいて矛盾する要求文の合成尤度を計算する。

STEP8: 得られた合成尤度を解釈して、その結果を記述者に提示することにより要求仕様の解釈と修正を支援する。この解釈は絶対的なものではなく、あくまで記述者の参考にしてもらうためのものである。

[得られた合成尤度を解釈する方法]

得られた合成尤度によって次のように場合分けをしてその結果を解釈する。

いま、文 A と文 B が矛盾しているとする。上記の手順で得られた合成尤度を、L(ow), M(edium), H(igh) の 3 段階に以下の式に基づいて分ける。

$$0 \leq L < 0.3 \leq M < 0.5 \leq H \leq 1$$

と表し、以下の表 2 の場合分けに従い解釈を行う。ただし、表 2 は (文 A の合成尤度) \geq (文 B の合成尤度) の場合を示しており、(文 A の合成尤度) $<$ (文 B の合成尤度) の場合は、表 2 の A、B を入れ替えることにより解釈する。なお、上記の合成尤度の場合分け、及び表 2 の解釈結果については矛盾項目の出現回数をランダムに 20 例ほど取り上げて実際に手法に適用し、その結果が著者の直観と合うことを確認している。

表 2: 得られた合成尤度の解釈

文 A	文 B	解 釈 結 果
H	H	A か B のどちらかは正しく、どちらかの主格の書き間違いの可能性がある。
H	M	A のほうが正しそうだが、B も支持されているので、間違いとは言いきれない。
H	L	A が正しく、B が間違いの可能性が高い。
M	M	どちらが正しいともいえない。片方が正しく、片方が間違っているか、あるいは両方とも間違っているか。
M	L	B は間違っている可能性が高い。A は決めかねる。
L	L	どちらも間違っている可能性が高い。

3.2.4 要求仕様での具体例

ここでは [10] に示した要求仕様の具体例を用いて合成尤度を求める手順を説明する。

2 節の文 A: 出庫依頼票は 出庫品名と 出庫数と 出庫先からなる。

4 節の文 B: 出庫依頼票は 出庫品名と 出庫数と 依頼者名からなる。

STEP1 では、文 A の「出庫先」と文 B の「依頼者名」が異なっていることが検出され、文 A の定義文と文 B の定義文が矛盾していることが検出される。

STEP2 では、矛盾しない要求文の基本確率をそれぞれ 1.0 とする。

STEP3 では「出庫先」「依頼者名」が記述されている文をそれぞれの節について調べると、「出庫先」が 2 節で 5 回、4 節で 2 回、「依頼者名」は 2 節で 3 回、4 節で 7 回出現していることが分かる。詳しくは [10] を御参照戴きたい。

STEP4 では差分項目が 2 節で合計 8 回、4 節で合計 9 回出現しており、その比は 2 倍を越えていないため、正規化は行わない。

STEP5 で「出庫先」「依頼者名」が含まれる要求文の基本尤度を求めると、

- ・ 2 節: 出庫先が含まれる要求文:
 $1 - (0.7)^5 = 0.832$
- ・ 2 節: 依頼者名が含まれる要求文:
 $1 - (0.7)^3 = 0.657$
- ・ 4 節: 出庫先が含まれる要求文:
 $1 - (0.7)^2 = 0.510$
- ・ 4 節: 依頼者名が含まれる要求文:
 $1 - (0.7)^7 = 0.918$

となる。

STEP6 で基本確率を割り当てると、

2 節については、

$$\begin{aligned} \{\phi\} &= 1 - 0.832 = 0.168, \\ \{\text{文A}\} &= 0.832 - 0.657 = 0.175, \\ \{\text{文A, 文B}\} &= 0.657 \end{aligned}$$

4 節については、

$$\begin{aligned} \{\phi\} &= 1 - 0.918 = 0.0820, \\ \{\text{文B}\} &= 0.918 - 0.510 = 0.408, \\ \{\text{文A, 文B}\} &= 0.510 \end{aligned}$$

(上式で { 文 A, 文 B } は文 A か文 B である基本確率を表す) となる。

STEP7 で統合したあとの合成尤度は、図 5 を参照してそれぞれ、

$$\begin{aligned} (\text{文 A の合成尤度}) &= (0.175 + 0.657) \times 0.510 \\ &= 0.0892 + 0.335 = 0.424 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{文 B の合成尤度}) &= 0.657 \times (0.408 + 0.510) \\ &= 0.268 + 0.335 = 0.603 \end{aligned}$$

となる。なお、図 5 における斜線部で囲まれた部分は文 A とも文 B とも決めかねることを表し、網掛けされた部分は矛盾を表す。

STEP8 で、STEP7 の結果より文 A は M、文 B は H にあてはまり、表 2 をもとに解釈すると「文 B のほうが正しそうだが、文 A も支持されているので間違いとは言いきれない」という結果になり、これを記述者に提示し要求仕様を吟味させる。

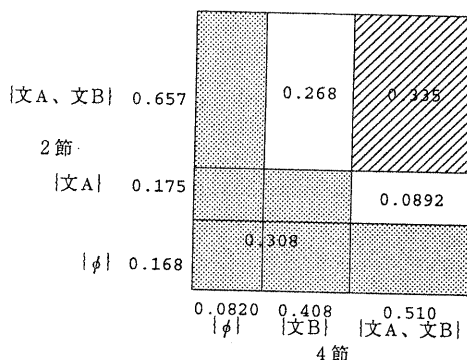


図 5: 文 A、文 B の合成尤度を求める例

4 関連研究

要求仕様の誤り検出・修正は殆どが文法的な誤りに留まっている。要求仕様から意味的な誤りを検出する研究として Requirements Apprentice[9] がある。これは利用者が専用コマンドを用いて対話的に入力し

た非形式的な要求記述から、内在する曖昧性、矛盾、不完全性、不正確性を指摘し最終的に形式的な要求仕様を出力するが、取得した要求知識を維持管理するシステムの基盤に TMS(Truth Maintenance System) [4] を用いている。TMS や ATMS(assumption-based TMS) は今まで信じていた信念が成り立たないことがわかると矛盾のない、別の割り当てを求めることによって論理的には矛盾のない体系を維持することが出来る。しかしながら要求仕様の場合は新しい要求が出されて論理体系が崩れた際に、新しい要求が常に正しいとは限らないので、TMS による知識の維持管理ではうまくいかない。

述語論理によって仕様の矛盾を検出し、解消するための技法がある [5] が、検出するにはどの述語同士が矛盾するかを記述者が定義しなければならず、大規模な仕様では実際ではない。

Fuzzy 理論を用いた要求仕様のあいまいさの解釈の研究 [11] もされている。Fuzzy 理論は定性的な表現の解釈には有効であるが、矛盾する要求の解釈には有効ではない。またメンバー関数も個人によってバラツキがあり、うまく解釈できない場合がある。

5 おわりに

本研究では、要求仕様に現れる矛盾を分類・定義し、その検出と解釈のための手法を提案した。また手法を具体例に適用してその有用性を確認した。

本研究で提案した手法を用いることによって、要求仕様に含まれる矛盾した記述を計算機によって検出し、さらに、どちらがより確からしいかの解釈を記述者に提示することで、矛盾を含んだ要求仕様の修正をより効率的に支援できるようになる。

現在、要求仕様の矛盾に関する部分の検出と解釈手法をシステム化している。本稿では、在庫管理システムの要求仕様を具体例に取り上げたが、他の要求仕様を適用させることによって、手法とシステムを評価・改善する予定である。

また、要求仕様では矛盾以外の誤りとして非正当性、あいまい性、非完全性があるが、これらに関してもシステム化を進め、要求仕様の誤りの解釈支援を進める予定である。

参考文献

- [1] 浅見 直紀: 「エキスパート・システムのあいまい処理にデンプスタ・シェーフア理論を利用する」、日経エレクトロニクス, No.424, pp.104-106 (1987).
- [2] Davis, A.M.: "The Analysis and specification of systems and Software Requirements," *IEEE Tutorial "System and Software Engineering,"* (Thayer, R. H. and Dorfman, M. eds.), IEEE-CS Press, 1990, pp.119-144.
- [3] Davis, A.M.: *Software Requirements, Objects, Functions, & States*, Prentice-Hall, Inc., 1993.
- [4] Doyle J.: "A truth maintenance system," *Artificial Intell.*, Vol. 12, 1979 (pp.231-272).
- [5] Hunter, A., Nuseibeh, B.: "Analysing Inconsistent Specifications," *IEEE 3rd ISRE*, pp.78-86 (1997).
- [6] 石塚 満: Dempster & Shafer の確率理論、電子通信学会誌、Vol.66, No.9, pp.900-903(1983).
- [7] 大西 淳、阿草清滋、大野 豊: 「要求定義のための要求フレーム」、情報処理学会論文誌、Vol.28, No4, pp.367-376(1987).
- [8] 大西 淳: 「ソフトウェア要求定義のためのコミュニケーションモデル」、情報処理学会論文誌、Vol.33, No.8, pp.1064-1071(1992).
- [9] Reubenstein, H.B., Waters R.C.: "The Requirements Apprentice: Automated Assistance for Requirements Acquisition," *IEEE Trans. Softw. Engnr.* Vol.17, No.3, 1991(pp.226-240).
- [10] 杉本英昭、大西 淳: 「矛盾を含んだ要求仕様の解釈手法」、ソフトウェア工学の基礎 V、近代科学社、pp.106-115(1998).
- [11] Yen, J., Tiao, W.A.: "A Systematic Tradeoff Analysis for Conflicting Imprecise Requirements," *IEEE 3rd ISRE*, pp.87-96 (1997).