

PSSの要求抽出における情報曖昧さ分析手法の提案

東京都立大学 ○成田篤基, 村岡直樹, 三竹祐矢, ◎下村芳樹

要旨

製品サービスシステム (PSS) の開発における顧客要求の特定に際して、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換にて生じる情報の曖昧さを解消し、顧客の意図を正確に把握する必要がある。しかし既存研究は、要求分析者の情報理解に生じる情報の曖昧さの議論に留まり、曖昧さの具体的な解消方法は提示されていない。本研究では、PSSの要求抽出に係る顧客と要求分析者双方に生じる情報の曖昧さを特定し、解消する手法を提案する。

1. 序論

近年、新興国の急速な技術力の向上や製品の汎用化により、我が国を含む先進国製造業の国際競争力が低下している。この状況を打破する手段として、現行の製品の提供を中核とするビジネス形態から、サービスの提供を中核とするビジネス形態への移行を志向する製品サービスシステム (PSS: Product-Service Systems) の考え方が注目を集めている^[1]。PSSとは、製品やサービス、及びその統合物の供給/受給に関わる複数の利害関係者による高度な価値の享受を可能とするビジネスモデルの総称である。PSS設計の起点である要求抽出のフェイズにおいて、主たる手段として行われているインタビューでは、顧客の意図に整合する要求を正確に抽出することが重要である^[2]。しかし、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換において生じる「情報の曖昧さ」が、顧客の意図に整合する要求の抽出を阻害している^[3]。そして、顧客の意図と整合する要求の抽出の実現には、上記の情報の曖昧さの特定と解消が不可欠である^[4]。本研究では、PSSの要求抽出インタビューにおける、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換において生じる情報の曖昧さを命題論理の形式で定義し、命題論理における規則性に基づいた分析により曖昧さを特定し、解消する手法を提案する。

2. 先行研究と本研究のアプローチ

2.1. 要求抽出における情報の曖昧さ

Ferrariらは要求抽出インタビューにおける情報の曖昧さを、顧客の発話情報に対する要求分析者の理解が顧客の意図と異なる現象と定義している^[5]。また、要求分析者が顧客の発話情報を理解するまでのプロセスを「解釈 (interpretation)」「受容 (acceptance)」「理解 (access)」の順に分類し、情報の理解プロセスを (1) のように命題論理の形式により表現している。ここで、 i は発話情報を、 a は要求分析者を示す。

$$\text{accessible}_{a,i} = \text{interpretable}_{a,i} \cap \text{acceptable}_{a,i} \quad (1)$$

その上で、本プロセスにおいて「解釈の失敗 (\neg interpretable)」または「受容の失敗 (\neg acceptable)」が発生することで、「理解の失敗 (\neg accessible)」を引き起こし、結果的に、情報の曖昧さが生じるとしている (2)。各失敗の類型とその説明を表 1 に示す。

$$\neg \text{accessible}_{a,i} = \neg \text{interpretable}_{a,i} \cup \neg \text{acceptable}_{a,i} \quad (2)$$

表 1 失敗の項目とその説明^[5]

失敗の項目	説明
解釈の失敗 (\neg interpretable)	主体ごとで尺度が異なる副詞、また指示語/専門用語を用いて、相手の発話情報に意味を付与できない状態
受容の失敗 (\neg acceptable)	解釈により発話情報へ与えた意味が、主体の価値観、経験、思い込みなどにより受容できない状態
理解の失敗 (\neg accessible)	解釈と受容いずれかの失敗により、発話情報に対する理解が誤っている状態

また、Ferrariらは要求抽出における発話情報を分析し、その特徴を 6 つに分類している (表 2)。そして、この発話情報の特徴分類に基づき、論理式 (1) (2) における受容 (acceptable) が定義される。例えば、顧客の利用価値に関する発話情報の受容は、 $\text{acceptable}_{a,i}(\text{Goals})$ と表現される。

表 2 要求抽出における発話情報の特徴分類^[3]

特徴分類	定義・説明	
Domain	Goals	ドメイン固有の目標
	Rules	ドメイン内のルール・規則
	Application	対象ドメインに関連する製品・サービスを利用する主体の慣習
Goals	設計対象の製品・サービスの利用価値・動機	
Requirements	Goalsを実現させるために必要な要素	
Specification	主体が内的に形成する製品・サービスの仕様・イメージ	

2.2. 既存研究との位置づけと本研究でのアプローチ

PSS設計研究では、要求抽出に関する幾つかの取り組みが存在する。Songらは、PSSのライフサイクルにおける複数の利害関係者間のコミュニケーション上に生じる情報の曖昧さを考慮した要求抽出手法を提案している^[4]。しかしSongらの手法は、顧客の発話情報に対する要求分析者の理解に生じる情報の曖昧さを考慮しているが、要求分析者の発話情報に対する顧客の理解に生じる曖昧さは対象としていない。そのため、顧客が理解を誤ることにより生じる情報の曖昧さの特定はできず、正確な要求抽出に至れない恐れがある。

本研究は、顧客の意図と整合する要求の抽出の実現のために、PSSの要求抽出過程における顧客と要求分析者双方の情報の曖昧さの特定と解消を目的とする。そしてこれを達成するため、上記の情報の曖昧さを双方向性の観点で再定義し、それに基づく曖昧さの分析方法を構築する。さらに、実際のPSSの要求抽出インタビューへの適用を通して、提案手法の有効性を検証する。

3. 提案内容

3.1. 本研究における情報の曖昧さ

本研究では、要求分析者の発話情報に対して顧客側にも同様の情報理解プロセスが内在すると仮定し、情報の曖昧さは顧客と要求分析者双方の発話情報の交換において生じるものとする。そのため、Ferrariらの情報の曖昧さの定義を拡張し、本研究における理解プロセスを以下のように定義する。ここで c は顧客を示す。

$$\text{accessible}_c = \text{interpretable}_{a,i} \cap \text{acceptable}_{a,i} \cap \text{interpretable}_{c,i} \cap \text{acceptable}_{c,i} \quad (3)$$

更に (3) とド・モルガンの法則により、情報の曖昧さの原因となる理解の失敗 (\neg accessible) は、(4) のように定義される。

$$\neg \text{accessible}_c = \neg \text{interpretable}_{a,i} \cup \neg \text{acceptable}_{a,i} \cup \neg \text{interpretable}_{c,i} \cup \neg \text{acceptable}_{c,i} \quad (4)$$

(3) (4) より、本研究では顧客と要求分析者いずれかに解釈の失敗または受容の失敗が生じた場合に、情報の曖昧さが生ずるものとする。以下では、次節で説明する情報曖昧さ分析フレームワークを用いて、上記の曖昧さを特定し、解消する手順を説明する。

3.2. 情報曖昧さ分析フレームワーク

著者らは、前節で定義した論理式と表 2 に基づき情報の曖昧さ分析を実行するためのフレームワークを構築した。本フレームワークに記述する内容を表 3 に示す。本フレームワークを用いて情報の曖昧さが生じ得る発話情報を構造化することで、顧客と要求分析者の対話のみでは認識できない情報理解の失敗を表出化し、それに基づく更なるインタビューによって曖昧さの特定と解消を支援する。

表 3 情報曖昧さ分析フレームワークの記述内容

id	発話情報識別のために時系列順で付与した数値
発話情報	インタビューから得られた発話情報
発話者	情報の発言主体
発話情報の特徴分類	表 2 に基づき分類した発話情報の特徴
情報曖昧さの原因となる論理変数	式 (4) における情報の曖昧さの原因となった論理変数
特定した情報曖昧さ	特定した情報の曖昧さとその発生原因の概要

3.3. PSSの要求抽出における情報の曖昧さ分析手法

本提案手法は、3.2 で構築した情報曖昧さ分析フレームワークを用いて、曖昧さを以下の手順で分析する。

STEP1 要求抽出インタビューによる発話情報の取得

STEP1 では、PSSの利用における一度目のインタビューを顧客と要求分析者を対象に実施し、顧客の要求を抽出する。そして、取得したインタビュー中の各発話情報に対して id を付与し、フレームワークの記法により構造化する。

STEP2 取得した発話情報の特徴分析

STEP2 では、まず表 2 を参照し、STEP1 で構造化した各発話情報の特徴を分類する。次に、表 1 に基づき解釈/受容の失敗の原因となり得る、主体の主観に依存する単語や文節が含まれる発話情報を抽出する。

STEP3 生じていた情報の曖昧さの特定と解消

STEP3 では、STEP2 で抽出した発話情報に対して、要求分析者が顧客に再度のインタビューを実施し、実際に生じている情報の曖昧さを特定し、その原因となる論理変数を決定する。次に、論理変数を参照し、特定した曖昧さとその原因を詳述する。上記により、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換において生じる情報の曖昧さとその原因を表出化し、曖昧さの解消を可能とする。

4. 事例適用

4.1. 事例検証

提案手法の有効性を検証するため、ビジネスチャットツールとして利用されている PSS (コミュニケーションソフトウェアサービス) 事例における要求抽出に対して手法を試用した。本事例適用では、学生 2 名が顧客と要求分析者として参加し、2 回のインタビューを実施した。3.3 にて説明した手順に則り、1 度目のインタビュー結果を情報曖昧さ分析フレームワークに適用し、その結果に基づき再度インタビューを実施することで、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換における曖昧さの特定と解消を行った。以下に、特定した曖昧さと、その原因に係る分析結果を解説する。

4.2. 適用結果

一度目のインタビューにより取得した発話情報を、情報曖昧さ分析フレームワークに適用し、生じていた曖昧さを分析した結果の一部を表 4 に示す。例えば、要求分析者の「見やすい UI (表 4, id:21)」に関する発話情報において情報の曖昧さを特定した。具体的には、要求分析者は「利用頻度の高い機能へアクセスしやすいこと」を利用価値とし、「視認性の高い箇所にボタンが配置されていること」を見やすい UI と意図して、顧客に質問をしていた。これに対して、顧客は「直感的に操作できること」を利用価値としていたため、「使い慣れているツールやデバイスとの統一性がある UI」を見やすい UI と受容していた。結果として、顧客と要求分析者間で PSS に求める利用価値 (Goals) が異なっており、要求分析者の発話情報に対して、顧客の受容が失敗 (\neg acceptable_{e,i} (Goals)) したことを情報の曖昧さ発生原因として分析した。

また、同様に「オープン (表 4, id:26)」という語に関する顧客の発話情報に対しても情報の曖昧さを特定した。具体的には、顧客は「自分の所属していないチャットにもアクセス可能であること」を意図して発言していた。これに対して、要求分析者は「自身の所属するチャットのみアクセス可能であること」と解釈していた。結果として、発話情報に対する主体間の尺度が異なり、要求分析者の解釈が失敗 (\neg interpretable_{e,i}) したことを情報の曖昧さ発生原因として分析した。上記のように、提案手法の適用を通して、顧客と要求分析者双方の発話情報の交換において生じる情報の曖昧さの特定と解消が可能であることを確認した。

5. 考察

本研究では、提案手法を PSS の要求抽出インタビューに適用し、顧客と要求分析者双方に生じる情報の曖昧さの特定と解消が可能

であることを確認した。例えば適用事例においては、「見やすい UI」という発話情報に対して、要求分析者は「視認性の高い箇所にボタンを配置する」ための UI の改善が必要であると認識したが、顧客は「使い慣れているツールやデバイスとの操作性に差異がなく、直感的に利用したい」という複数デバイス間での UI の統一を意図していたことが明らかとなった。このように、本手法を用いて顧客と要求分析者の対話を表層的に観察することでは把握できない情報理解の失敗を表出化することで、顧客意図と PSS の設計要件の整合性を向上させることが可能となり、この点において本手法は設定した課題に対する有効性を有すると考える。

一方で、提案手法は、情報の曖昧さを内包する発話情報の抽出の過程に分析者のスキルや経験に依拠する部分が大きく、分析者の違いにより得られる結果が異なることが予想される。この問題を解決する方法の一例として、多様な PSS 事例に対して本手法を横断的に適用し、そこに生じる情報の曖昧さやその発生原因に関するより実践的な類型を段階的な学習により整備することで、曖昧さの抽出基準を詳細化し、それに自然言語処理の技術を組み合わせた情報曖昧さの自動抽出ツールを構築することが考えられる。

また、本研究で扱った情報の曖昧さは、PSS 設計の初期段階における PSS の直接的な顧客と提供者間における要求抽出を対象としており、PSS のライフサイクル全般に関わるより広範な利害関係者間の情報交換を網羅するものではない。しかし、実際の PSS 設計では、複数の利害関係者が複雑に関係する状況下で設計・開発・運用・廃棄等に係る意思決定とそのため要求抽出が行われている。今後は、本手法の適用範囲を PSS のライフサイクル全体における情報交換に拡大し、そこに生じる情報の曖昧さの特定と解消を可能とし、持続性の高い PSS の実現に資する実践的手法の開発を志向する。

6. 結論

本研究では、PSS の要求抽出インタビューに係る顧客と要求分析者双方に生じる情報の曖昧さを特定し、解消する手法を提案した。そして、本提案手法を PSS の要求抽出インタビューに適用することで、実際に情報の曖昧さの特定と解消が可能であることを確認し、提案手法の有効性を検証した。今後は、提案手法の再現性向上に向けた情報の曖昧さの抽出基準の詳細化、それに基づく分析ツールの開発を目指す。

参考文献

- [1] Tukker, A. and Tischner, U. (2006) Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*. Vol.14, No.17, pp.1552–1556.
- [2] Song, W. (2017) Requirement management for product-service systems: Status review and future trends. *Computers in Industry*. Vol.85, pp.11–22.
- [3] Ferrari, A., Spoletini, P., and Gnesi, S. (2016) Ambiguity and tacit knowledge in requirements elicitation interviews. *Requirements Engineering*. Vol.21, No.3, pp.333–355.
- [4] Song, W., Ming, X., Han, Y., and Wu, Z. (2013) A rough set approach for evaluating vague customer requirement of industrial product-service system. *International Journal of Production Research*. Vol.51, No.22, pp.6681–6701.

表 4 情報曖昧さ分析フレームワークによる分析結果 (一部)

id	発話者	発話情報	発話情報の分類	情報曖昧さの原因となる論理変数	特定した情報曖昧さ
21	要求分析者	コミュニケーションツールに求めることは、チャット、日程調整と予定の確認という最低限の機能を持たせた、 見やすい UI ということか。	Goals	\neg acceptable _{e,i} (Goals)	<p>情報の曖昧さ: 要求分析者の「見やすい UI」という発話情報に対して、顧客と要求分析者の PSS に求める利用価値 (Goals) が異なり顧客が受容に失敗し生じた曖昧さ</p> <p>原因: 受容した「見やすい UI」の差異</p> <ul style="list-style-type: none"> ・要求分析者 利用頻度の高い機能のボタンが視認性の高い箇所に配置されていること ・顧客 使い慣れているツールやデバイスの操作性と差異がないこと
26	顧客	コミュニケーションツールを変えてみた大きな違いは、チャットを オープン に利用できるようになったこと。	Domain Rules	\neg interpretable _{e,i}	<p>情報の曖昧さ: 顧客の「オープン」という発話情報に対する尺度が異なり、要求分析者が解釈に失敗し生じた曖昧さ</p> <p>原因: 「オープン」の解釈の差異</p> <ul style="list-style-type: none"> ・要求分析者 自身の所属するチャットのみアクセス可能であること ・顧客 自分の所属していないチャットにもアクセス可能であること