

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11905

研究課題名（和文）概念モデルに基づくアクターのアクセス権限を考慮した要求獲得に関する研究

研究課題名（英文）Requirements Elicitation Method with regard to Access Permission of Actors with a Conceptual Model

研究代表者

中谷 多哉子（Nakatani, Takako）

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：30431662

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、webシステムにおける要求の抜けを防止するために、概念構造に基づいたwebサイトへの訪問者の理論的な旅程を生成することである。この目的を達成するために、クラス図を用いて概念モデルを表現し、概念モデルの意味情報に基づき、ドメインの概念を構成するクラスおよびクラス間の関連、継承を辿りながら、webシステム上で利用者が渡り歩く旅程（本研究では、これをtraverseと言う）を自動的に導出する仕組みを手法として定義し、ツールに実装した。本研究で開発した手法をTraverserと呼び、Traverserに基づいて開発者の作業を支援するツールをTraverserツールと呼ぶ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

概念モデルにアクターのアクセス権限を定義することによって、クラス間の関連、継承といった静的構造を参照しながら、アクターの旅程（トラバース）を生成することができるようになった。また、トラバースは、webシステムへの訪問者が、必要な情報を辿る過程を表しているため、webシステムの機能要求を、概念モデルのスコープ内では完全に列挙することが可能となった。これがTraverserの要求工学における「要求の抜けを防止する」という貢献である。生成された機能要求の妥当性を評価できるように、自然言語でトラバースを出力することにした。自然言語には、日本語と英語を選択することが可能である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to generate a theoretical itinerary of a visitor to a web site based on a conceptual model, in other words, ontology, in order to prevent missing requests in a web system. To achieve this goal, we defined a method to represent a conceptual model using a class diagram and automatically derive a user's traversal path (called traverse in this study) in a web system by tracing the classes that compose the domain concepts and the relationships and inheritance among them based on the semantic information of the conceptual model. We also developed a tool named Traverser tool to support developers apply Traverser method. We defined a mechanism to automatically derive a user's traverses on a web system by tracing the relationship between classes and inheritance between classes.

研究分野：ソフトウェア工学，要求工学

キーワード：要求工学 要求抽出 オントロジー 要求定義支援ツール

1. 研究開始当初の背景

Webシステムでは様々なサービスが提供されている。サービスの提供を主な目的とする web システムでは、訪問者がアクセスする経路を想定して情報を配置する必要がある。実際の web システムでは、その訪問者がしばしば迷子になり、同じ経路を何度も辿らされることがある。このような問題は、訪問者が考える web システムが提供する情報の構造と、実際に提供される情報の構造やサイトの構造が異なるときに生ずると考える。web システムの利用者が、迷うことなく期待するサービスや情報に辿り着けるようにするための要求を漏れなく定義するための手法が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、訪問者が考える web システムの構造を概念モデルとして定義する。概念モデルとは、web システムを構成する情報の静的な構造を表したモデルである。本研究で作成する概念モデルは、訪問者の旅程を推論するための機構を持っているため、対象ドメインのオントロジーであるということもできる。このモデルの構造は、現実世界の情報やサービスの意味に基づく構造を表せることから、web システムの利用者が想定する情報やサービスの構造と近いものとなる。

本研究が解決する課題は、この概念モデルから、利用者が web サイトのページや情報、サービスを辿りながら、目的のサービスに辿り付くまでの経路を導くことにあった。利用者が情報やサービスを辿るということは、読み込みのためのアクセスを行うということである。時には、データの入力を行ってデータを更新することもある。したがって、概念モデルには、各情報をアクセスする利用者のアクセス権限を考慮して、目的のサービスまでの経路を導出する仕組みが必要である。これが本研究で解決した第一の課題である。本研究が解決する第二の課題は、利用者のアクセス経路を導出するにあたり、利用者のアクセス権限をどのように定義し、参照するかであった。第三の課題は、利用者の個人情報に相当する情報を、一般的な情報と区別する枠組みを、どのように概念モデルに取り込むかであった。

以上、3つの課題を解決し、概念モデルから利用者毎のアクセス経路を要求として定義するための手法を提案することが本研究の目的であった。

3. 研究の方法

本研究で、概念モデルを表現するための新しい表記法を開発することは、現状のソフトウェア工学のトレンドに反する。すでにクラス図という広く利用されている静的モデルの表記法があるので、これを拡張することとした。これによって、クラス図に表記されるクラスは、そのまま概念を表すものとして取り扱うことができる。また、クラス間の関連や継承構造も、概念間の関連、および継承構造を表すために使うことができる。

クラス図から利用者のアクセス経路を導出するためには、アクセス権限の有無に従って、推移的に概念間の関連や継承を辿るときのルールを定義した。これによって、クラス図からアクセス経路を導出するための手法である Traverser を開発した。また、Traverser によって導出されるアクセス経路をトラバース（旅程）と名付けた。

Traverser の有効性の評価は二段階で行った。第一段階では、大学における教務システムを例として、学生、教員、教務課職員といった異なるアクセス権限を持ったアクターを定義し、権限に基づいたアクセス経路を導出できることを確認した。第二段階では、カーシェアシステムを例とした。カーシェアは比較的新しいシステムであり、システム開発の過程で、様々な要求変更が発生した。この事例を用いて、概念モデルに基づいて導出されたトラバースが、要求を網羅できることを検証した。さらに、要求定義のためのユースケース記述のテンプレートを生成するための仕組みを開発した。

4. 研究成果

本研究で開発した Traverser を支援するシステムは Traverser ツールという。手法 Traverser によって、概念モデルからトラバースを自動生成するための方法は、下記の論文にて報告した。

Takako Nakatani, Kazuaki Sato, Osamu Shigo: "Traverser: A Method and a Tool to Extract User's Traverses within Web Systems from Ontologies," Intelligent Decision Technologies, vol.17, no.1, IOS press, pp.229-242, 2023/4. DOI: 10.3233/IDT-220225.

本研究で開発した Traverser ツールは、以下のサイトで公開している。最新版は、2024年2月

にリリースした ver.3.02 である。

<http://www.s-lagoon.co.jp/Traverser/>

Traverser ツールの主な機能は以下のとおりである。

- 概念モデルを定義、編集する機能。これはクラス図のエディタとしての機能を利用した。
- アクターをアクセス権に基づいてグループ化し、グループ間の権限の継承構造に基づいたアクターモデルを定義する機能。
- クラス間の関連に定義するロール名に、アクターのオブジェクト生成、参照、更新、削除といった CRUD 権限を定義する機能。
- トラバースを生成するときにアクターの権限を参照してその先のクラスのインスタンスにアクセス出来るか否かを参照できるように、ロール名に定義された CRUD 権限を解釈する機能。
- クラスのインスタンスを、個人情報として保持するアクターを明記するために owner 属性をアクセス権に付与し、トラバース生成時に他のアクセス権限と区別する機能。
- 特定のアクターを指定し、トラバースを開始する概念（クラス）を指定することで、そのアクターのスコープを可視化する機能。
- トラバースをアクター毎に自然言語で説明する機能。
- トラバースに基づいて、ユースケース記述のテンプレートを生成する機能。このテンプレートには、アクター名、トラバースの始点と終点をそれぞれ事前条件と事後条件として記述されている。
- 日本語、および英語での表示を行う機能。
- 個々の関連に定義された全アクターがアクセス権限をリストに出力する機能。この機能は、アクセス権限を定義するときに役立つ。
- モデルの矛盾を発見し、エラーメッセージを表示する機能。

図 1 に、カーシェアシステムの例で作成した概念モデルを、Traverser ツールの実行画面の例として示す。図 2 には、利用者権限で利用者のポータルサイトを起点として、参照権限によってアクセスできるスコープを可視化した例を示す。アクセス権限の表示は、アクターを選択することで、限定した表示も可能である。

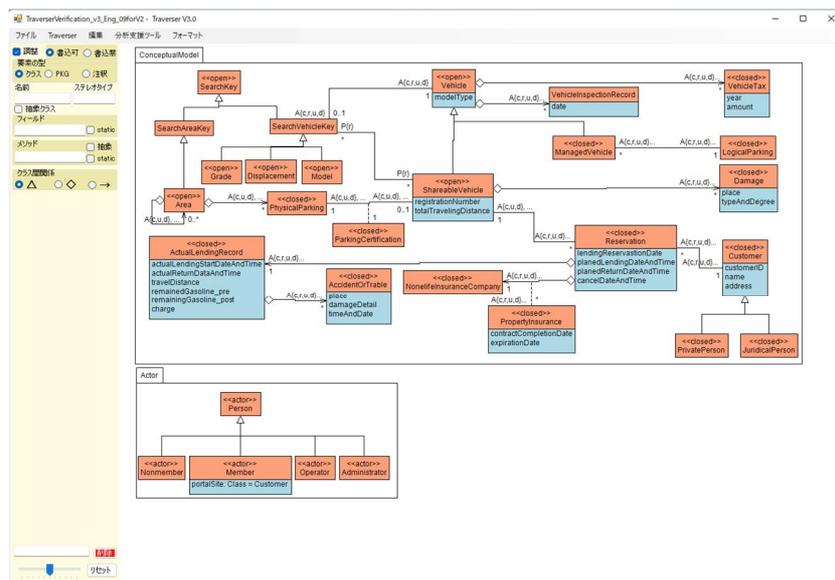


図 1 Traverser ツールと概念モデル

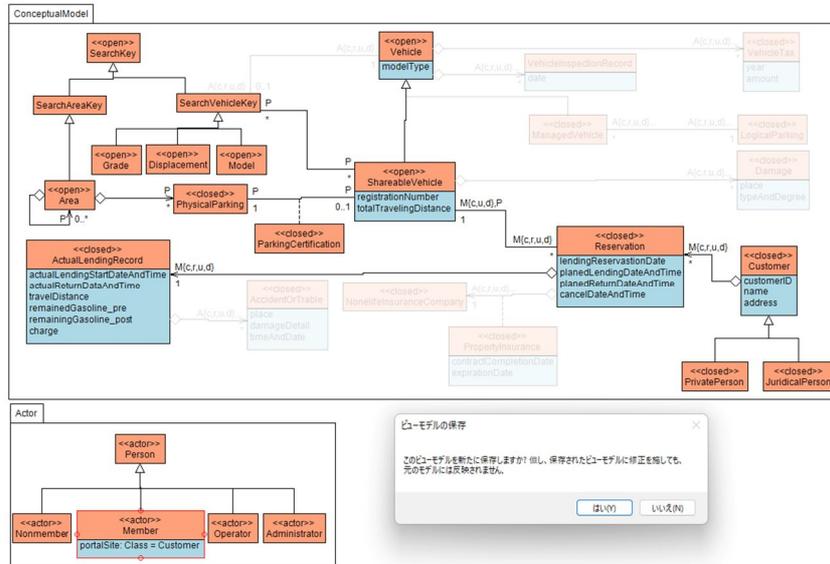


図 2 可視化した特定のアクターがアクセスできるスコープ

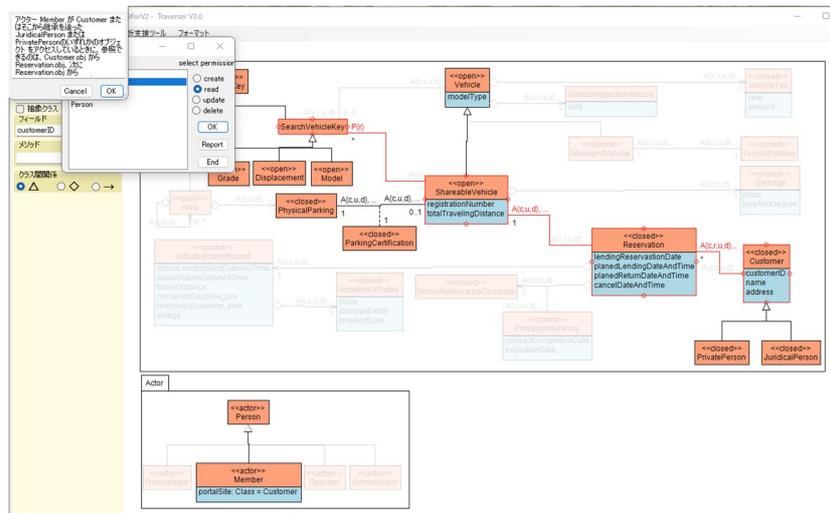


図 3 指定したアクターのトラバースを視覚的にアニメーションする過程

図 3 に、カーシェアシステムの利用者が個人のポータルサイトにログインした後、参照権限によってアクセスできるスコープをアクセスシナリオと共に可視化した例を示した。Web システムを利用者がアクセスしたとき、次々と情報を辿る過程を可視化するために、アクターのトラバースをアニメーションとして表示することができる。

Web システムへの訪問者は、利用者、システム管理者、サポートセンター担当者などのアクターである。各アクターには、様々な情報へのアクセス権限が定義されている。システムへの要求は、これらの権限に基づいて定義される。しかし、web システムへの訪問者の CRUD 権限に基づいて、いつ、どのような条件が満たされたとき、それぞれの情報（web サイト）へのアクセスが許可されるのかを網羅するのは困難である。そのため、要求の抜けが生じることになる。本研究で開発した Traverser および Traverser ツールは、このような、アクターのアクセス権限に基づいた旅程を自動生成することで、概念モデル内のすべてのトラバースを要求として完全に定義することが可能である。また、トラバースは自然言語で生成されるため、アクセスが許可されない情報にアクセスできるなど、トラバースの誤りを発見することも容易である。以下に生成されたトラバースの例を示す。

• トラバースの例

- アクター Member が Customer またはそこから継承を辿った JuridicalPerson または PrivatePerson のいずれかのオブジェクト をアクセスしているときに、変更できるのは、Customer.obj から Reservation.obj、次に Reservation.obj から ShareableVehicle.obj、次に ShareableVehicle.obj から Reservation.obj である。
- アクター Member が Customer またはそこから継承を辿った JuridicalPerson または PrivatePerson のいずれかのオブジェクト をアクセスしているときに、変更できるのは、

Customer.obj から Reservation.obj、次に Reservation.obj から ActualLendingRecord.obj である。

このトラバースの例は、更新権限に着目したものである。カーシェアシステムにおける利用者の予約機能は、以下のようなトラバースで表現される。ここで、Reservation は、予約に関する日付や時刻を属性として持つオブジェクトである。ActualLendingRecord は、実際に車を借りた日時、返却した日時、移動距離などを属性として持つ Reservation と ActualLendingRecord を設けることで、予約と実際の貸し出しのデータの差異を統計的に分析し、効率的な車の配置を計画することができるようになる。

- カーシェアシステムにおける利用者の予約機能を表すトラバース

➤ アクター Member が Reservation.obj をアクセスしているときに、生成できるのは、Reservation.obj から ActualLendingRecord.obj である。

Traverser ツールは、これらのトラバースから、ユースケース記述のテンプレートを生成する機能を持つ。ユースケース記述は、様々な編集ツールによって読み込まれ、編集できるように xml 形式で出力する。以下に、特定の関連に着目してアクセス権限の内容を確認するときに参照するリストの例を示した。

- 関連に定義された全アクターがアクセス権限をリストの例

➤ アクター Administrator は保持している Reservation のオブジェクトから、既存の Customer のオブジェクトへのリンクを生成、または削除することができる。

➤ アクター Administrator は保持している Reservation のオブジェクトから、Customer オブジェクトを参照、または変更することができる。

➤ アクター Operator は保持している Reservation のオブジェクトから、既存の Customer のオブジェクトへのリンクを生成、または削除することができる。

➤ アクター Operator は保持している Reservation のオブジェクトから、Customer のオブジェクトを参照、または変更することができる。

➤ アクター Administrator は保持している Customer のオブジェクトから、既存の Reservation のオブジェクトへのリンクを生成、または削除することができる。

➤ アクター Administrator は保持している Customer のオブジェクトから、Reservation のオブジェクトを参照、または変更することができる。

.....以下略

最後に、モデルの検査機能について述べる。モデルの検査機能とは、理論的にアクセスが許可されない権限が定義されていることを発見する機能である。その例を以下に示す。ここで P は会員以外の一般の訪問者を指す。Reservation クラスから他のクラスに定義されている関連端に Person のアクセス権限が定義されているが、Person は、Reservation クラスにアクセスするための旅程がないため、この権限の定義が誤りであるというエラーである。

以上の機能により、概念モデルにアクターのアクセス権限を定義することによって、クラス間の関連、継承といった静的構造を参照しながら、アクターのトラバースを生成することができるようになった。また、トラバースは、web システムへの訪問者が、必要な情報を辿る過程を表しているため、web システムの機能要求を、概念モデルの範囲内では完全に列挙することが可能となった。これが Traverser の要求工学における「要求の抜けを防止する」という貢献である。又、概念モデル（オントロジー）に基づいて要求を抽出したことにより、人が web サイトに期待する一般的な概念構造に基づいて web サイトを構成することが可能となる。物理的に web サイトを概念モデルのクラス毎に構成するか否かは、設計者に委ねられるが、要求定義としては、適切な UX(User eXperience)を提供するために、本研究で生成するトラバースに基づく必要があると考えている。

生成された機能要求の妥当性を評価できるように、自然言語でトラバースを出力することにした。自然言語には、日本語と英語を選択することが可能である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takako Nakatani, Kazuaki Sato, Osamu Shigo	4. 巻 17
2. 論文標題 Traverser: A method and a tool to extract user's traverses within web systems from ontology	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Intelligent Decision Technologies	6. 最初と最後の頁 229-242
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3233/IDT-220225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中谷多哉子, 佐藤雄朗, 紫合治	4. 巻 121 no.424
2. 論文標題 概念モデルからユースケースを抽出するためのTraverser拡張	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中谷多哉子
2. 発表標題 概念モデルからユースケースを抽出するためのTraverser拡張
3. 学会等名 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中谷多哉子
2. 発表標題 Traverserの検証（その2）
3. 学会等名 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワークショップ in 福井
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中谷多哉子
2. 発表標題 Traverserの検証(その1)
3. 学会等名 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワークショップ in 高梁
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中谷多哉子
2. 発表標題 Traverser開発と試行実験
3. 学会等名 情報処理学会ソフトウェア工学研究会要求工学ワークショップ in 旭川
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>本研究では、開発した手法を支援するツールを開発した。本ツール(Traverser tool)は、下記で公開している。</p> <p>Traverser tool http://s-lagoon.co.jp/Traverser/</p>
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------