

状態マシン図を用いた Web ナビゲーションのモデル化

宮崎 仁^{†1,†2} 横川 智教^{†1}
落水 恭介^{†1} 佐藤 洋一郎^{†1}

本稿では、UML の状態マシン図のサブセットを用いて Web アプリケーションにおけるナビゲーション構造をモデル化する手法を提案している。本手法ではナビゲーション構造と操作を行うユーザをそれぞれ個別に状態マシンとしてモデル化している。Web ページを状態、ページ間の移動を遷移、ページ内のフォームやフォームへの付値をサブ状態とすることで、ナビゲーション構造を状態マシン図によってモデル化している。さらにユーザ操作を、操作に対応したメッセージを送信するアクションとして表すことで、ユーザ操作に基づいてページ遷移を行うナビゲーションの振る舞いをモデル化している。最後に、適用実験として、本手法をオンラインショッピングサイトへと適用し、そのナビゲーション構造を状態マシン図によってモデル化している。

Modelling Dynamic Web Navigation by State Machine Diagrams

HISASHI MIYAZAKI,^{†1,†2} TOMOYUKI YOKOGAWA,^{†1}
KYOSUKE OCHIMIZU^{†1} and YOICHIRO SATO^{†1}

This paper proposes a method for modeling web application structure using a subset of UML state machine diagram. In this method, navigation structure and user operations of web application are modeled by state machine diagrams. By representing web pages as states, page navigations as transitions, behaviors of form controls as substates, navigation structure is described as a state machine diagram. User operations are described as a state machine diagram by representing operations as messages corresponding to them. To demonstrate our method, we apply our method to an online shopping site and we model the navigation structure of it as state machine diagrams.

1. はじめに

World Wide Web における Web ページ間の移動を行う仕組みを Web ナビゲーションと呼ぶ。従来の Web ナビゲーションは、常に同じナビゲーション動作を行うハイパーリンクによって主に実現されており、静的な構造を持っていた。しかしながら Web 技術の発展により、状況に応じて同じ動作に対して異なる Web ページへと移動する動的な Web ナビゲーションが普及している。こうした機能をもつ Web アプリケーションの設計支援のため、テストや形式的検証などの信頼性を保証する技術の需要がますます高まっている。これまでも Web アプリケーションを対象としてテストや形式的検証を行う手法が提案されているが¹⁾、これらの手法を用いるためにはツールに合わせた記述を行う必要があり、Web 設計者に対する導入コストが高い。

本稿では、Web ナビゲーション構造のモデル化に UML の状態マシン図を用いることで設計者に対する導入コストを軽減する。UML はソフトウェア開発にも広く用いられているため、利用に関するコストが比較的小さい。また、状態マシン図で記述した設計に対してテストや形式的検証を行うための手法は数多く提案されているため²⁾、これらの手法を利用することも可能である。

2. Web ナビゲーション

本稿では動的な Web ナビゲーションの中でも、ログイン・ログオフのような認証状況により移動先のページが動的に変化するナビゲーション（以下、認証依存ナビゲーション）とページ移動の履歴により移動先の Web ページが動的に変化するナビゲーション（以下、履歴依存ナビゲーション）をモデル化の対象とする。

認証依存ナビゲーションにおける認証処理は、Web ページ上のユーザ操作によって行われる。認証を行う Web ページには認証フォームが配置されており、ユーザがフォームへ入力する値の正誤に応じて認証状況が

†1 岡山県立大学
Okayama Prefectural University

†2 川崎医療福祉大学
Kawasaki University of Medical Welfare

保存される．認証依存ナビゲーションでは，このようにして保存された認証状況に応じて移動先の Web ページを動的に変化させる．

履歴依存ナビゲーションにおけるページ移動の履歴は，ユーザ操作によって Web ページ間の移動が行われる際に保存される．履歴依存ナビゲーションでは，この履歴に応じて移動先の Web ページを動的に変化させる．図 1(a) に，ユーザのログイン後に，ページ移動の履歴に依存し移動先のページが変化するナビゲーションの例を示す．ページ A (ページ B) からログインページへと移動した場合は，ログイン後に移動するページはページ A (ページ B) となる．

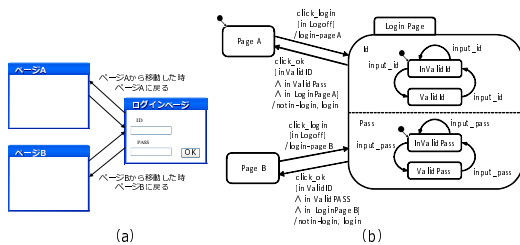


図 1 Web ナビゲーションのモデル化例
Fig. 1 An example of modelling dynamic web navigation

3. 提案するモデル化手法

本稿で対象とする Web ナビゲーションでは，Web ページ間の移動はユーザ操作によって行われるため，ナビゲーション構造とユーザ操作の双方をモデル化する必要がある．ナビゲーション構造はページ移動と認証状況および履歴情報の変化として表現できる．そこで提案手法では，ページ移動，認証状況，履歴情報の変化，そしてユーザ操作をそれぞれ状態マシン図でモデル化する．ここでは，ナビゲーション構造のモデルの中でもページ移動のモデル化についてのみ述べる．

3.1 ナビゲーション構造

ナビゲーション構造は，Web ページの持つ情報とページ間の関係で定義される．Web ページはフォームを持ち，それらの付値と認証状況および履歴情報に依存して移動先のページが決定される．従って，ナビゲーション構造 \mathcal{N} を以下のように定義する．

$$\mathcal{N} = (P, F, E, D, V, C, H, O, \delta_P)$$

P : Web ページの集合

F : フォームの集合

E : ページへのフォームの割り当ての集合 ($E \subseteq P \times F$)

D : フォームの定義域の集合

V : フォームへの付値の集合 ($V \subseteq F \times D$)

C : 認証状況の集合

H : 履歴情報の集合

O : ユーザ操作の集合

$$\delta_P \subseteq P \times 2^V \times C \times H \times O \times 2^V \times C \times H \times P$$

δ_P : ページの移動の集合

3.2 ページ移動のモデル化

Web ページは P を状態， F を並行サブ状態， V を逐次サブ状態とすることで表現する．フォームの付値の変化は V を表すサブ状態間の遷移で表現し，Web ページ間の移動関係は P を表す状態間の遷移で表現する．そして，この遷移に C および H に基づくガード条件と， O に基づくイベントをラベル付けすることで，履歴や認証に依存しユーザ操作に伴ってページが移動することを表現する．ユーザ操作によるフォームの付値の変化も同様に表現できる．ページ移動の際に認証状況の変化を伴う場合は，その遷移のアクションに認証処理を行うためのメッセージをラベル付けする．このアクションメッセージは認証状況を表すモデルにより受信される．同様に履歴情報の変化を伴うナビゲーションの場合は，その遷移のアクションに履歴保存処理を行うためのメッセージをラベル付けする．このようにして，Web ページ間の移動を状態マシン図でモデル化できる．図 1(b) に，図 1(a) のナビゲーション構造のページ移動を表したモデル例を示す．

4. おわりに

本稿では，UML の状態マシン図を用いて動的な Web ナビゲーションの構造をモデル化する手法を提案した．本手法では，ページ移動，認証状況，履歴情報，そしてユーザ操作をそれぞれ同期して動作する 4 種類の状態マシン図としてモデル化することでフォームや履歴，認証を利用した動的な Web ナビゲーションの構造をモデル化することが可能である．今後の課題は本手法に基づいて Web アプリケーションをモデル化するための支援ツールの開発である．

参考文献

- 1) Han, M. and Hofmeister, C.: Modeling and Verification of Adaptive Navigation in Web Applications, *In Proc. of the 6th Int'l Conf. on Web Engineering (ICWE '06)*, pp.329–336 (2006).
- 2) Chan, W., Anderson, R.J., Beame, P., Jones, D.H., Notkin, D. and Warner, W.E.: Optimizing Symbolic Model Checking for Statecharts, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.27, No.2, pp.170–190 (2001).