

# Web アプリケーションの送受信データを用いた 画面遷移図作成支援手法

## A Case-based Design Framework for Screen Transition Diagram of Web Application

島田 惇哉† 榎本 太紀† 竹内 享‡ 秋吉 政徳†  
Junya Shimada Taiki Enomoto Susumu Takeuchi Masanori Akiyoshi

### 1. はじめに

近年、高度情報化社会の進展に伴い、様々な場面においてソフトウェアのニーズが高まり、多種多様なソフトウェアが開発されている。その中でも Web に特化したソフトウェアとして Web アプリケーションが重要になりつつある。Web アプリケーションの開発工程では、構築対象システムがどのようなものかを定める要求定義や対象システムを稼働させるための開発基盤の選定、対象システムをどのような構造や仕様で実現するかを決める設計の順序で開発が行われる。こういった Web アプリケーションの開発では、一般的なソフトウェアの開発と比べ開発期間が短い。大きなプロジェクトであっても、開発期間は 3 ヶ月程度で、短いものであれば 1 ヶ月程度という場合もある。そのような短い開発期間の中でプロジェクトを成功させるためには各開発工程での進捗を滞らせないことが重要となってくる[1]。しかし、現実には要求仕様がなかなか定まらないといった事態が起こる場合や [2]、開発者同士のコミュニケーションが上手く行われないといった問題がある[3,4]。

このように制約された短い開発期間のうち、要求定義に費やす時間の割合がどんどん膨れ上がってしまうと、Web アプリケーションの完成が納期に間に合わないという状況に陥ってしまう。その結果、それを解決するためにコストが膨らんだり、プロジェクトの失敗を招いている。要求定義の工程で時間がかかる要因の一つとして、画面遷移図の作成がある。画面遷移図とは、Web アプリケーションを構成する全ての画面の遷移関係を表現したものである。画面遷移図は一般的に、ゼロベースから作成する、もしくは過去に作成したものを再利用することで作成される。いずれの場合においても手作業で行われているのが現状であり、要求変更の度に作り直し、手間や時間がかかってしまう。これまでに、画面遷移グループを活用することで Web アプリケーション開発の支援を行っている研究[5,6]はあるが、それらの研究では画面遷移図の作成支援は行われていない。

そこで本稿では、過去に作成した Web アプリケーションの画面遷移図を、再利用しやすい機能単位（以下、画面遷移グループ）に分割し、それを再利用することで画面遷移図の作成を支援するシステムを提案する。本システムは、過去の Web アプリケーションを構成する各画面の HTML ファイルから作成した画面遷移グループをデータベースに蓄える機能と、新規にアプリケーションを開発する際、要求に合った画面遷移グループをもとに新シ

ステムの画面遷移図を作成する機能の 2 つで構成されている。

### 2. 画面遷移図作成支援システムの概要

過去に作成した Web アプリケーションを構成する画面を再利用することで、新たな画面遷移図作成の支援を行うことを考える。過去の成果物を再利用することで、新たな要求抽出や作成時間の削減、さらには知識のない分析者であっても円滑に画面遷移図を作成できるようになると考えられる。

過去の成果物の画面分割を行い、それらを再利用する場合、画面を最小単位である単独の画面まで分割してしまうと、再利用して新たな画面遷移図を作成するときに利用する画面の検索や画面の遷移関係（リンク）の構成を考えるのに、多大なる手間や時間を要してしまう。そこで画面の分割時に、過去の成果物を 1 つの画面まで分割するのではなく、再利用する時に共用される可能性が高く、同じ機能を有する画面同士の画面遷移グループにまとめて分割し、それらを再利用することで画面遷移図作成の支援を行うシステムを考える。提案するシステムの概要を図 1 に示す。

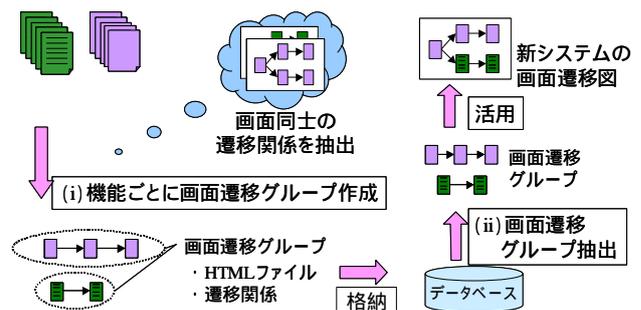


図 1. 画面遷移図作成システムの概要図

本システムでは、ユーザは要求定義を行う要求分析者を想定する。本システムの構成は大きく 2 つの機能からなる。

第一に画面遷移グループを作成する。システムの入力に、過去のアプリケーションを実行した時にブラウザ上で表示される各画面を構成する HTML ファイルを用いる。HTML ファイルを用いることで、各 HTML ファイルで実現される画面同士の遷移関係も抽出できる。本稿ではこの各画面同士の遷移関係を抽出できたと想定し、それらの遷移関係を用いて画面遷移グループを作成する。画面遷移グループは画面同士の遷移関係を保った形で作成され、データベースに保存される。

†大阪大学、Osaka University

‡情報通信研究機構、National Institute of Information and Communications Technology

第二に画面遷移グループを再利用し、新たな画面遷移図を作成する。データベースに蓄えられた画面遷移グループをもとに、必要とする機能をユーザが検索キーワードとして入力することにより画面遷移グループを抽出する。それらの画面遷移グループをユーザが組み合わせることにより画面遷移図を作成する。

### 3. 画面遷移グループ分割手法

#### 3.1 送受信データ数に基づいた画面遷移グループ作成手法

Web アプリケーションの画面を画面遷移グループとして機能ごとに分割するためには、画面遷移グループの定義を明確にする必要がある。そこで、画面遷移グループを一連の処理を含む単独の機能を持ち、さらにより少数の画面から構成される画面群と定義する。しかし、システム全体の入力 HTML ファイル数が膨大になった場合、そこから抽出される画面の遷移関係も膨大になり、手作業で画面遷移グループを作成するのは困難である。本稿では、ある機能を構成する画面群における画面間では、画面遷移時にデータの受け渡しが行われている可能性が高いため、画面遷移時に送受信されるデータに着目し、画面遷移グループを自動作成することを考える。

画面間の送受信データに着目し画面遷移グループを作る場合に、画面間の送受信データ数は画面群の集約度と考えることができる。つまり、送受信データ数が多い画面群で構成される画面遷移グループほど、より機能が集約された汎用性の高いものであると考えられる。そこで本稿では、画面間で送受信されるデータでもそのデータの数を利用して画面遷移グループを作成する手法を提案する。例として図2のような、画面遷移図を考える。

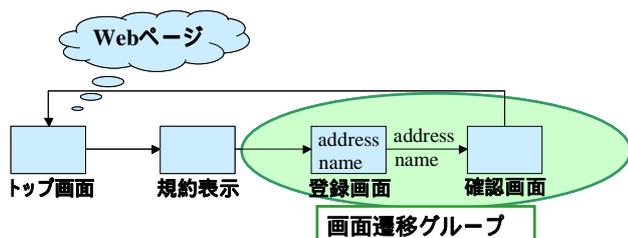


図2. 画面遷移グループの例

それぞれの四角は Web ページを示しており、矢印は画面同士の遷移を表している。図2よりトップ画面と規約表示との画面間ではデータの受け渡しはされていないのに対し、登録画面と確認画面との遷移間では”address”と”name”の2つの送受信データが交わされている。このデータの受け渡しがなされている画面群が画面遷移グループとなる。

しかし、必ずしもデータの受け渡しの有無で画面遷移グループを作成できるわけではない。図3の例では、分割するデータ数の閾値を3に設定した時、検索機能として機能が集約された画面遷移グループを抽出できる。一方で、ログイン画面、管理者用トップ画面のように、ログイン機能として構成される画面群であっても、画面間での送受信データ数が閾値に満たない場合、それらは画面遷移グループに設定されず、単独の画面として処理されてし

まう。その結果、画面遷移グループの再利用性が低下してしまう可能性がある。このことから、画面遷移グループを作成する際に設定する送受信データ数の閾値を周辺の画面間の送受信データ数を考慮して設定することで、一定のまとまりのある画面遷移グループ分割を行う。

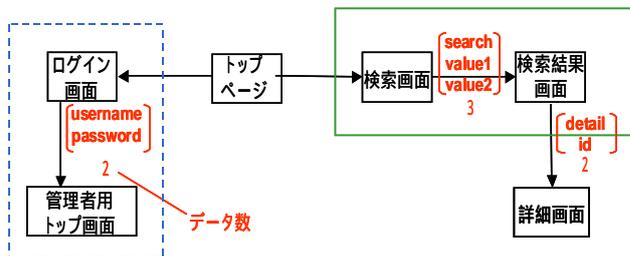


図3. 画面間で送受されるデータ数と作成される画面遷移グループの関係

始めに Web アプリケーションの画面群の中から送受信データ数が一番大きい値を閾値として画面遷移グループを作成する。図3では閾値3である。画面遷移グループは機能を表す画面群であるため、データの受け渡しのない画面群は機能を表す画面ではないと判断し、採用しない。データの受け渡しのある画面群の中から閾値を1つずつ小さくすることにより、各閾値における画面遷移グループを作成する。そして、単独の画面になる1つ前の閾値から作成された画面遷移グループを本稿が提案する画面遷移グループとして採用する。ゆえに図3では、検索機能をもつ画面群は閾値3、ログイン機能を持つ画面群は閾値2として採用し、トップページ及び詳細画面に関しては、単独画面のまま画面遷移グループとして採用しない。

このように閾値を少しずつ下げることにより、周辺の画面群のデータ数を考慮に入れた分割が可能となる。そして、画面遷移グループが単独の画面になる1つ前の閾値を採用することにより、複数の機能が存在しない、より再利用性の高い画面遷移グループを作成する。

#### 3.2 送受信データ数に基づいた画面遷移グループ作成手法の検証実験

本実験では、Web アプリケーションを人手によって機能ごとに分割した画面遷移グループと、提案する画面遷移グループ分割手法を用いて作成した画面遷移グループを用いて、提案手法がどの程度人手で作成した画面遷移グループと一致するかを検証する。また、比較のために画面間でやり取りされる送受信データ数を固定して作成した画面遷移グループについても同様の評価を行う。

実験対象としては、Web 上で公開されているオープンソース、15個の Web アプリケーションを使用する。その Web アプリケーションを人手で機能ごとに分割し、作成した139個の画面遷移グループを比較対象として実験を行った。

図4に15個のWebアプリケーションにおける、提案手法を用いて作成した画面遷移グループと送受信データ数を固定して作成した画面遷移グループが、人手で機能ごとに分割した画面遷移グループと一致した数の比較結果を示す。横軸は画面遷移図を作成する時に固定した送受信データ数、及び提案手法を用いたときに対応し、右の縦軸に各手法を用いて作成された全画面グループの数であり、結果を棒グラフで表す。また、左の縦軸にそれらの画面遷移グループと人手で作成した画面遷移グループの一致した割合を示すF値であり、結果を折れ線グラフで表す。

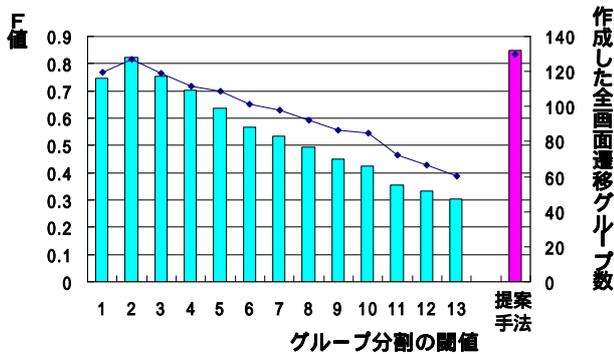


図4. 画面遷移グループ作成の比較結果

図4の折れ線グラフより、提案手法によって作成した画面遷移グループの8割以上が人手で作成した画面遷移グループと一致した。さらに送受信データ数を固定して画面遷移グループを分割した場合と比較すると、どの閾値よりもF値が高いことから、提案手法のほうが効率よく分割できたことが分かる。しかし、閾値を2に設定して画面遷移グループを分割した場合と提案手法を比較すると、提案手法のほうが高いものの、ほぼ同じような結果となっている。

### 3.3 各アプリケーションにおける実験結果

実験結果より、閾値を2に固定して画面遷移グループを作成した場合と提案手法を用いて画面遷移グループを作成した場合が近い結果となった。そこで、15個のWebアプリケーションの中からショッピングカート(Zen Cart)、防火対象物管理ソフト、ショッピングカート(ec-cube)の3つのアプリケーションを取り出し、提案手法を用いて作成した画面遷移グループと送受信データ数を固定して作成した画面遷移グループが、人手で機能ごとに分割した画面遷移グループと一致した数の比較結果を図5に示す。横軸は画面遷移図を作成する時に固定した送受信データ数、及び提案手法を用いたときに対応し、縦軸はそれらの画面遷移グループと人手で作成した画面遷移グループの一致した割合を示すF値を示す。

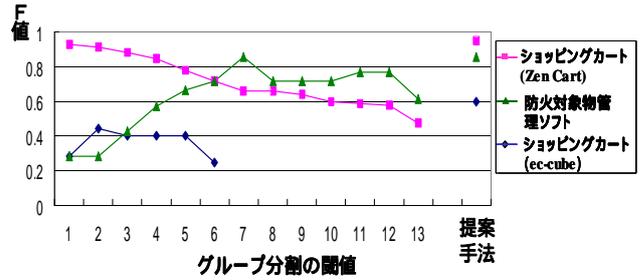


図5. 各アプリケーションにおける実験結果

図5より、最も効率よく画面遷移グループを作成するための閾値は、ショッピングカート(Zen Cart)では1、防火対象物管理ソフトでは7、ショッピングカート(ec-cube)では2となった。つまり、図4のように全てのアプリケーションに関して閾値2が適当なわけではなく、各Webアプリケーションによって閾値は異なることが分かった。ゆえに、全てのWebアプリケーションにおいて、閾値を固定して画面遷移グループを作成する場合、それぞれのアプリケーションにおいて画面遷移グループを作成するための最適な閾値を人手で発見し、設定する必要がある。一方で、提案手法においては、そのような閾値を人手で発見する必要がない。

## 4. コンテンツの特徴に基づいた画面遷移グループ検索手法

3.1節の手法を用いることにより画面遷移グループを分割し、データベースに保存する。データベースに保存された画面遷移グループを用いて画面遷移図を作成するためには、ユーザの要求に合った画面遷移グループを適切に抽出しなければならない。そこで、コンテンツの特徴を用いてユーザの入力する機能や特徴を持った画面遷移グループの検索手法について説明する。検索方法は次のような3つのコンテンツの特徴を用いる。

### (i) 見出しやタイトルタグを対象とした検索

タイトルタグおよび見出しタグは、HTMLファイルの論理構造として重要な内容であり、画面遷移グループの特徴を表す内容が含まれていると考えられる。よって、タイトルおよび見出しタグを対象とする。

### (ii) 先頭画面を用いて検索

画面遷移グループは、画面群が持つ機能によって分割され、遷移順を保持している。そのため、画面遷移グループの遷移関係において上流の画面ほど、特徴的な役割を果たしているコンテンツが含まれていると考えられる。従って、画面遷移グループを構成する画面群のうち、先頭画面のHTMLファイルを対象とする。

### (iii) リンク関係を除外した全文検索

画面遷移グループ内には、違う機能を構成する画面に遷移するリンクタグが含まれている。このような場合、リンクタグに含まれる文字列が検索キーワードを含んでいたとしても、画面遷移グループがキーワードに対応する機能を持っていない可能性がある。そのため、画面遷移グループの各画面のリンクタグを削除したコンテンツ内を対象とする。

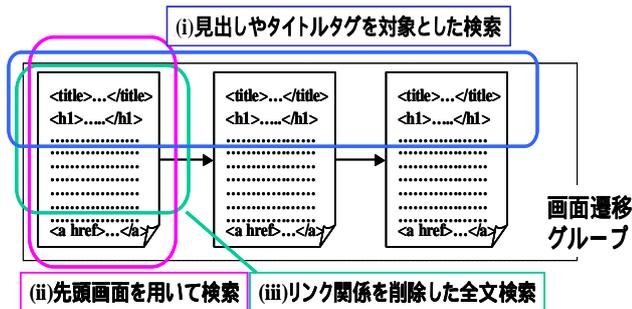


図 6. 提案する検索方法の概要

提案手法は、上記 3 つの手法を組み合わせた検索手法である。図 6 に、提案手法の概要を示す。提案手法では、まず特徴 (i) からタイトルおよび見出しタグ内のコンテンツを全文検索する。次に、特徴 (ii) により先頭画面の全文検索を行うが、その際にあらかじめ手法 (iii) によりリンクタグを除去しておく。最後に、特徴 (i) による検索結果と、特徴 (ii) および特徴 (iii) による検索結果の OR 演算の結果として検索キーワードを含む画面遷移グループを抽出する。以上の方法を用いることにより、分割された画面遷移グループに対して実験を行った。

評価方法として、ユーザがキーワードを入力することにより抽出された画面遷移グループが、その入力キーワードと同じ機能を表す画面を含む場合、ユーザが必要とする画面遷移グループであると判定した。3 つの入力キーワードに対して行った実験結果について図 7 に示す。横軸は提案手法、及び先頭画面でリンクを除外して全文検索を行った結果、単に全文検索を行った場合に対応している。縦軸は抽出された画面遷移グループの機能とユーザの必要とする機能が一致した割合を示す F 値を表す。

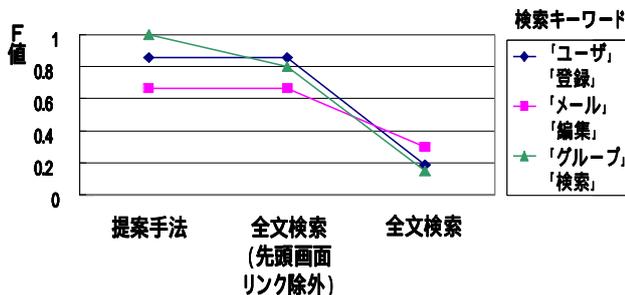


図 7. 検索キーワードごとの評価結果

実験結果より、提案手法を用いて検索を行った場合、単に全文検索をするよりも効率的にユーザが必要とする画面遷移グループを抽出できることが分かった。また、提案手法を用いた場合と画面遷移グループを構成する画面群の先頭画面のみを検索対象とし、リンク関係を削除したコンテンツ内に対して全文探索を行った場合の結果を比較するとあまり違いは見られないが、提案手法の方が F 値の高い検索キーワードがあることから、効率的に画面遷移グループを抽出する可能性があることが分かった。

以上より、提案手法により効率よくユーザの必要とする画面遷移グループが抽出できた。

## 5. まとめ

本稿は、Web アプリケーションの画面遷移図作成を支援する手法として、過去の成果物の画面を機能ごとに分割し、それを再利用することで画面遷移図を作成することを提案した。機能ごとに分割する際には、過去の成果物から画面間で送受信されるデータ数に着目し、再利用する際には、コンテンツの特徴を用いて画面遷移グループを抽出した。2 つの提案手法に関して実験を行った結果、どちらの機能に関しても提案手法のほうが効率よく分割及び抽出ができることを確認することができた。

## 6. 参考文献

- [1] 大平 雅雄, 横森 励士, 阪井 誠, 岩村 聡, 小野 英治, 新海平, 横川 智教, ソフトウェア開発プロジェクトのリアルタイム管理を目的とした支援システム, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J88-D-I, No.2, pp.228-239(2005).
- [2] @IT 連載: ASP.NET Web アプリ開発の裏事情, [http://www.atmarkit.co.jp/fdotnet/aspdevura/aspdevura01/aspdevura01\\_01.html](http://www.atmarkit.co.jp/fdotnet/aspdevura/aspdevura01/aspdevura01_01.html), (2004).
- [3] 田井秀樹, 根路銘崇, 安部麻里, 小野康一, Web アプリケーションの効率化, in Professional Vision for Information Technology (PROVISION), No.43, pp.62-68(2004).
- [4] 石川武志, 山本哲男, 松下誠, 井上克郎, ソフトウェア開発時における版管理システムを利用したコミュニケーション支援システムの提案, 情報処理学会研究報告, 2001-SE-133, Vol.2001, No.92, pp.23-30(2001).
- [5] 寺中慎介, 上田賀一, 顧客参加促進を目的とした画面遷移主導による要求抽出支援ツール, 情報処理 Technical Report, Vol.2006, No.35, pp.113-120 (2006).
- [6] 崔銀恵, 河本貴則, 渡邊宏, 画面遷移仕様のモデル検査, 日本ソフトウェア科学会 コンピュータソフトウェア, Vol.22, No. 3, pp.146-153 (2005).