

# 近傍空間のコンテキストに依存した Web コンテンツへの機能の動的束縛

赤星 祐平<sup>†</sup> 田中 克己<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 京都大学大学院情報学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: †{akahoshi,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 本論文では、静的な Web コンテンツに対して振る舞い（機能）を付加することで情報利用を実現する機構として提案されている“Functional Web”について、Web コンテンツと振る舞いを動的束縛するための機構について提案する。コンテンツと振る舞いを束縛して処理を実現する「場」と呼ばれるものに対して階層構造を導入する。これにより、場をクラスととらえて継承関係を考えることができる。これにより、場に対してコンテンツを投入して振る舞いを付加する際に、クラス間の継承関係に基づく動的束縛が実現される。また、コンテンツと振る舞いの動的束縛において、コンテンツを利用している近傍空間のコンテキストを考慮することについても検討する。

キーワード Web 利用技術, 動的束縛

## 1. はじめに

我々は、各種文書や Web コンテンツ等を活用することで様々な情報を得ている。その際、文書やコンテンツを活用するには様々な操作や処理を必要とする。それには、単純な表示、スクロールといった操作から、キーワード検索、特徴抽出、分類など、様々なものが含まれる。これらの操作を PC 等のデバイスで行う場合、従来はユーザがキーボード、マウス等の入力機器を利用して直接実行したり、場合によってはプログラムを作成して実行するなどの方法によって実現される。操作が複雑なものになればなるほど、その操作やプログラミングには手間がかかることになる。そのため、Web コンテンツに対して様々な処理を行う仕組みをプログラミング等によって用意することは、一般のユーザにとっては難しいと考えられる。その傾向は、特に公共の場での情報活用などにおいて顕著になると考えられる。

そこで、“Functional Web” [1][2] という仕組みの提案がされている。Functional Web では、元来静的である Web コンテンツに対して、後付けでコンテンツに対する処理（振る舞い）を付加する機構を用意することで、コンテンツを利用しやすくするための仕組みである。この仕組みより、あらかじめ振る舞いにあたるものを用意しておくことによって、一般のユーザでもコンテンツを利用しながら必要に応じてコンテンツに振る舞いを付加することによって、簡単にコンテンツに対して各種処理を行うことが可能になり、コンテンツ利用がしやすくなる。

これまでの Functional Web では、コンテンツに対して振る舞いの付加は静的に行われている。つまり、対象となるコンテンツと付加する振る舞いが決まれば、振る舞いが付加されたときのコンテンツの処理は一意に決定される。しかし、コンテンツの利用は、同様の使い方であっても、時と場合によって使い方が変わる可能性がある。そのため、Functional Web に対しても、空間の状況に応じてコンテンツと付加される振る舞いを変える仕組みが必要になると考えられる。また、そこにコンテキストを考慮する仕組みを導入することにより、ユーザのよりよいコンテンツの利用環境を構築することが可能になると考え

られる。

本論文では、静的な Web コンテンツに対して振る舞いを付加する機構である Functional Web において、Web コンテンツと振る舞いを動的に結びつける仕組みについて提案する。Functional Web において振る舞いを付加するために用いられる「場」に対して包含関係を考えることで、オブジェクト指向的な仕組みを導入する。これにより、オブジェクト指向における動的束縛と似た仕組みを Functional Web に導入する。また、動的束縛に対して、コンテンツを利用している近傍空間のコンテキストを考慮できるようにするための仕組みについても検討をする。

## 2. 関連研究

Functional Web と関連して、静的なコンテンツに対して処理を付加する研究の 1 つとして ActiveXML [3] がある。ActiveXML では、本来静的である XML 文書中に Web サービスの呼び出しを埋め込むことが可能になっている。これにより、文章の利用時に Web サービスを呼び出し、その結果を文書中に含めることができる仕組みになっている。Active XML においては、文書の作成時にあらかじめ Web サービスの呼び出しを含めた物を作成する必要があり、これによって振る舞いが付加される。一方で Functional Web においては、文書作成と振る舞いの付加は独立であり、文章作成時に同時に用意する必要は無い。この点は大きく異なるといえる。

## 3. 動的束縛の導入

本節では、Functional Web に動的束縛の考え方を導入するための仕組みを説明する。

### 3.1 動的束縛の概要

動的束縛は、オブジェクト指向における重要な要素の 1 つである。動的束縛によって、あるクラスのオブジェクトに対してメッセージを送ってメソッドを起動する際に呼び出されるメソッドは、事前に決定されるのではなく、メソッド呼び出しの実行時に状況に応じて決定される。この動的束縛によって、オ

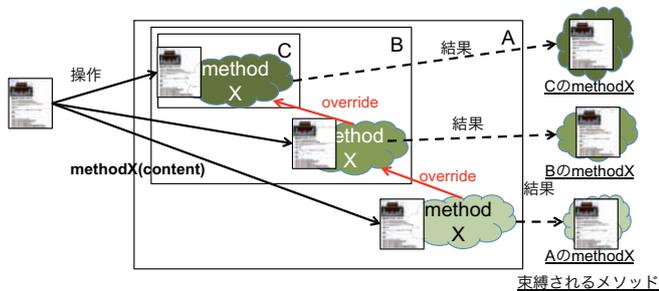


図 1 動的束縛：パターン 1

プロジェクト指向によるプログラミングでは、静的束縛よりも性能は若干劣るものの、より柔軟な情報の処理や活用ができるようになるとされている。

Functional Web においては、コンテンツの処理を行うための「場」という概念を用意し、「場」に対してメソッドを設定し、メッセージ送信として場に処理したいコンテンツを送信することで、場に設定されたメソッドとコンテンツが結びつき、コンテンツの処理が行われる。つまり、場においてコンテンツと振る舞いが束縛される。

ここで、場について考える。従来の Functional Web は、デスクトップ空間上に場を並べ、それぞれに振る舞いとしてのメソッドを設定する。それらにユーザの操作によってコンテンツを送り込むことで、場に設定されたメソッドがコンテンツに反応し、束縛され、コンテンツに振る舞いが付加される。しかし、デスクトップ空間で考えた場合、場を重ね合わせてコンテンツを扱うような使い方も考えられる。さらに、情報利用の空間をデジタルな空間のみならず、実世界まで広げて考えることも可能である。そのような状況では、場に対して階層構造を考えることが可能になる。例えば、Web コンテンツを表示する場合を考えると、次のような階層関係を見いだすことが可能である。

- コンテンツがあるデジタルなデスクトップ空間に存在
- デスクトップ空間は、とあるディスプレイデバイス上で展開
- ディスプレイは、とある実空間の中に設置

また、この実世界での空間の階層構造を考えたときには、空間の性質等に関して継承関係を考えることも可能である。

つまり、場について包含関係を考慮することで、階層構造や継承関係を考えることが可能である。これにより、場をオブジェクト指向におけるクラスと見立てることで、Functional Web に動的束縛を導入することが可能になる。

場 A, B, C について、 $A \in B \in C$  という関係を考える。つまり場 A が空間的に B を包含し、B は空間的に C を包含する。この時、それぞれの場をクラスとして見ると、場クラス C はクラス B を継承し、B は A を継承する。クラス A においては、コンテンツに振る舞いを付加する *methodX* が定義・実装されているものとする。この時、場に設定されるメソッド（振る舞い）と、そこに送信するメッセージ（コンテンツ）の結びつけにおいて、動的束縛を考えることができる。

パターン 1 として、B, C で *methodX* がオーバーライドし

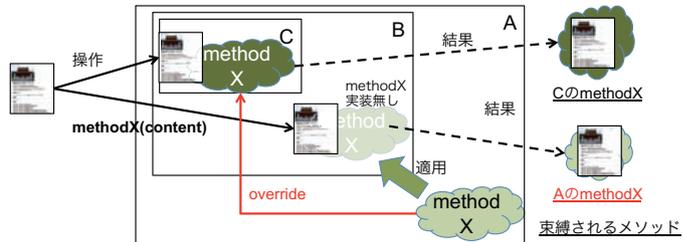


図 2 動的束縛：パターン 2



図 3 メソッドのオーバーライドと上位メソッド呼び出し

ている場合を考える（図 1）。この場合は、ユーザがコンテンツを場 C に対して送付すると、オブジェクト指向の動的束縛のメカニズムにより、C の *methodX* が呼び出され、その振る舞いがコンテンツに付与されたものが結果として得られる。同様に B に対してコンテンツを送付すると、動的束縛により B の *methodX* を呼び出して、結果としての振る舞いをコンテンツに付与する。さらに A の場合も同様である。

パターン 2 として、C のみで *methodX* をオーバーライドしている場合を考える（図 2）。この場合、場 C に対して *methodX* の振る舞いの付加を意図してコンテンツを送付した場合は、パターン 1 の場合と同様に C の *methodX* が束縛される。一方で、場 B に対してコンテンツを送付した場合は、場 B では *methodX* のオーバーライドの実装が無いことから、その上位である A で実装された *methodX* が自動的にコンテンツと束縛されることになる。

最後に、Functional Web における動的束縛・メソッドのオーバーライドに関して、特徴的な点について考える。

実世界でのコンテンツ利用を想定した Functional Web においては、メソッドのオーバーライドが行われた場合には、オーバーライドしたメソッドの中において、オーバーライドされた上位クラスのメソッドを呼び出す必要がある可能性が高くなると考えられる。それは、実空間において空間的に包含され、かつオーバーライドが考えられるようなメソッドにおいては、下位クラスでオーバーライドしたメソッドの処理に、上位クラスにあるオーバーライドされたメソッドの処理が必要になる可能性が高いためである。

例えば、ディスプレイデバイスとディスプレイ中のデスクトップのウィンドウを対象として、コンテンツの表示の関係で考える（図 3）。この時、ディスプレイでの表示メソッドの働きとしては、「ディスプレイの電源を ON にして、受け取ったデータをディスプレイ上で表示すること」が考えられる。また、ウィン

ドウの表示メソッドの働きとしては「受け取ったデータをウィンドウ中で表示すること」が考えられる。Functional Web における場でディスプレイデバイスとウィンドウをとらえたときには、ディスプレイデバイスを上位クラスとする階層関係が考えられ、双方の表示メソッドはオーバーライドの関係が考えられる。ここで、ディスプレイの表示メソッドを呼び出すと、自動的にディスプレイが ON の状態になり、コンテンツの表示が行われる。しかし、ウィンドウの表示メソッドを呼び出した場合、たとえ表示メソッドが受け取ったデータをウィンドウに割り当てて表示できるようにしたとしても、そのウィンドウが存在するディスプレイの電源が ON になって描画できるようにならないと、実際には利用できない可能性がある。これを解消する手段の 1 つとして考えられるのが、ウィンドウの表示メソッド中で、上位クラスのディスプレイにある表示メソッドを呼び出すことである。これにより、下位にあるウィンドウの表示メソッドが起動されても、その処理の過程で上位のディスプレイの表示メソッドを呼び出して起動することで、ウィンドウに読み込まれたコンテンツがディスプレイに表示されるようになる。

### 3.2 アプリケーション例

前節で説明した動的束縛を持つ Functional Web のアプリケーション例としては次のようなものが考えられる。

#### a) ミーティング

大きなタッチパネルを持つディスプレイを囲みながらのミーティングで利用することが考えられる。この時、ディスプレイ上でコンテンツを展開・処理しながら情報共有を行うことで、ブレインストーミングやディスカッションの支援になる可能性がある。例えば、ディスプレイ中のデスクトップ空間で情報検索を行ったり、分析を行ったり、必要な情報の保存を行ったりすることが可能になる。さらに、ディスプレイの下位に個々のユーザの PC 等を位置づけて継承関係を構築することで、個別の PC でコンテンツ操作が上位のディスプレイでの操作に連動し、共有された大きなディスプレイ上に反映し共有すると行ったことが可能になる。

#### b) 公共の情報提供端末

街頭に設置される観光案内等の情報提供端末に適用できる可能性がある。情報提供端末に Functional Web 的な仕組みを導入すると、あらかじめ用意された振る舞いのみに制限はされるものの、ユーザの希望に応じた情報利用が可能になる。例えば情報提示や転送の振る舞いがあれば、ディスプレイでユーザが表示したり、その情報をユーザの携帯端末等に転送することができるようになる。そこで、ある地域を対象にして上位の場のクラスを用意し、表示のメソッドをオーバーライドして広告コンテンツが表示するようにする。そうすることで、ユーザが端末上でユーザが希望する情報を表示するメソッドを呼び出すと、そのメソッドから、前述の上位クラスのオーバーライド元メソッドを呼び出すことで、ユーザに広告コンテンツを追加的に提示すると行ったことも可能になる。

## 4. 動的束縛への近傍空間のコンテキストの利用

本節では、動的束縛に対してコンテンツ利用における近傍空

間のコンテキストを考慮する仕組みについて検討する。

### 4.1 近傍空間のコンテキスト

まず、コンテンツ利用における近傍空間のコンテキストについて整理する。

コンテンツの利用を考えると、コンテンツを利用している地点を基準として、その近傍の空間の状態をコンテンツ利用のコンテキストと見ることができる。例えば、実世界の場合を考えると、ディスプレイでコンテンツを表示・閲覧している時、ディスプレイの周辺に人がどの程度いるのか、公共の空間かプライベートな空間かといった点はコンテンツ利用における実世界のコンテキストである。一方でコンテンツが展開されるデジタル世界を考えると、デジタル世界のある地点でコンテンツを利用している時、コンテンツの周辺でどのようなコンテンツが処理・利用されているかといった点や、コンテンツ利用の履歴といったものもコンテキストとして考えられる。

コンテンツ利用のコンテキストを整理すると、サイバースペース、実世界それぞれで、「コンテンツ利用の空間的コンテキスト」「コンテンツ利用の時間的コンテキスト」「コンテンツ利用の意味的コンテキスト」の 3 種類を考えられる。空間的コンテキストには、コンテンツを利用している近傍の空間にどのようなコンテンツが配置され利用されているかといった点や、ユーザがコンテンツを利用している場所の周辺でどのようなデバイスが存在してコンテンツが利用されているか、また、周辺の人の多寡といったものが含まれる。時間的コンテキストでは、コンテンツ操作の履歴情報などがそれにあたる。意味的コンテキストとしては、コンテンツ操作の目的や意図、空間や時間の持つ意味などの、より抽象的なコンテキストが該当する。

これらを Functional Web 的に考えた場合には、コンテンツへの振る舞い付加に用いられる「場」のオブジェクトに起因するコンテキストととらえることが可能である。例えば、コンテンツの処理や利用、その履歴は場においてコンテンツとメソッドの束縛を行った結果やその履歴であり、場のオブジェクトに起因する。また、周辺の人の多寡やデバイスの状態といった点についても、Functional Web を実世界まで拡大して考えた場合に、「特定の空間の人の数を数えるメソッドを空間に設定し、そこにいる人の存在を結合、束縛することで得られる結果」「デバイスに設定された場オブジェクトの状態」のようにとらえれば、場オブジェクトに起因すると見ることが可能である。

### 4.2 動的束縛へのコンテキスト反映

動的束縛においてメッセージとメソッドの束縛は、基本的にクラスの階層構造や送信されたメッセージによって実行時に決定される。

しかし、実世界においてコンテンツを利用する場合、コンテンツと機能（振る舞い）の動的束縛において、それを決定する要素として、コンテンツ利用における近傍空間のコンテキストを取り入れられる可能性があると考えられる。つまり、クラスの継承関係などを元にして決定される従来のオブジェクト指向の動的束縛において、束縛するメソッドを決める際に周辺にあるオブジェクトの状態などのコンテキスト情報も考慮して、束縛するメソッドを決める物である。このような仕組みを導入す

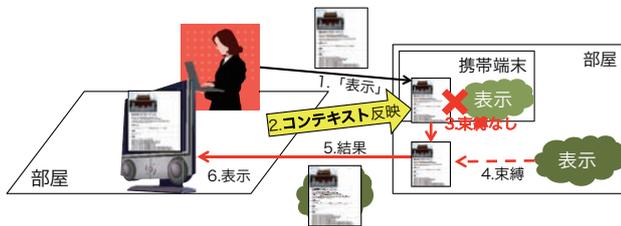


図 4 動的束縛へのコンテキスト反映の例

ると、従来の動的束縛で得られる処理の柔軟性よりもさらに強力な柔軟性をうむ可能性があると考えられる。

コンテキストを反映した動的束縛の例としては次のようなものが考えられる。

ある部屋に大きなディスプレイがあり、そこにコンテンツを表示するための場とメソッドが用意されている(図4)。その部屋に、携帯端末を持ったユーザーが入ってくる。ユーザーは手持ちの端末でコンテンツの閲覧ができる。Functional Web としては、携帯端末上に表示のための場とメソッドが用意されている。ユーザーは携帯端末上でコンテンツを逐次表示して閲覧することは可能であるが、もし、部屋に設置されたディスプレイが利用可能であれば、その方がコンテンツ閲覧にとって便利な可能性は高くなる。場の包含関係から考えたとき、部屋に対応する場が上位のため、ユーザーが携帯端末上で操作をし続けコンテンツを表示しようとした場合、クラスの継承関係から、携帯端末上で表示するためのメソッドに束縛される。しかし、動的束縛においてコンテキストを考慮できるようにすることで、次のような処理の流れによって束縛を決定することが考えられる。

(1) ユーザーが携帯端末でコンテンツ表示のための操作を行う。その操作で、携帯端末に対応する場に表示のためのメッセージが送信される(2) 携帯端末に対応する場で束縛するメソッドを決定する前に、ユーザーの周辺である部屋のコンテキストの情報を取得する(3) 上位にあたる部屋でのコンテンツ表示が可能と判断されると、携帯端末の場のメソッドとの束縛をせずに(4) 継承元である部屋の場に設定された表示メソッドとコンテンツを束縛し(5) 結果を返すことで(6) 部屋の大きなディスプレイでコンテンツが表示される。

動的束縛へコンテキストを導入する利点と欠点には次のようなものが考えられる。前述の例で示したとおり、メソッドとメッセージの束縛に、より強力な柔軟性が生じる可能性がある。これにより、Functional Web の仕組みが状況に応じた情報利用の仕組みになる可能性があると考えられる。

しかし、コンテキストには多種多様なものが考えられる。そのため、実質的にはあらゆるコンテキスト情報を動的束縛に取り込むことは不可能である、そのため、動的束縛にコンテキストを導入するためには、事前に対象とするコンテキストを限定する必要があると考えられる。また、コンテキストを考慮して束縛するときのルールをどのように設定するのかは、ユーザーの設計に依存することになる。事前に動的束縛のためのコンテキストのモデリング等を行う必要が出てくると考えられ、これは、従来のクラスとメソッドの設計のみで行われる動的束縛と比べ

て、遙かにユーザーの負担が高くなると考えられる。

## 5. まとめ

本論文では、元来静的である Web コンテンツに対して、振る舞いを付加して活用できるようにするための仕組みである“Functional Web”に関して、オブジェクト指向的な考え方を導入して、コンテンツと振る舞いを動的に束縛する仕組みについて提案した。コンテンツに振る舞いを付加するための「場」に関して、その空間的包含関係などからクラス階層を見いだす。これにより、場クラスにおいて振る舞いを付加するためのメソッドのオーバーライドが考えられる。また、コンテンツと振る舞いの動的束縛において、従来のクラス階層とメソッドのオーバーライドに基づく動的束縛に対して、コンテンツを利用している近傍空間のコンテキストを考慮する仕組みについて検討した。

今後の課題は次の通りである。今回は、振る舞いを付加する際に、場間に空間的に完全な包含関係がある場合には、単純な空間の包含関係から来る継承関係に基づいた動的束縛が可能である。しかし、一方の場が他方を完全に空間的に包含するとは限らない。場の一部だけが重なりあうような場合がある。この時に、場が重なったところへコンテンツを送信して振る舞いを付加しようとした時、どちらのどのメソッドとコンテンツを束縛するかという点は大きな問題になる。このような場合の、コンテンツとメソッドの束縛の方法については検討の余地がある。また、動的束縛にコンテキストを導入する仕組みのコンセプトについて説明したが、有効性などの検討が今後必要である。動的束縛にコンテキストを導入することは、従来のオブジェクト指向の範囲を超えることになる。このような動的束縛のモデルが有効に機能するかは、プロトタイプ等を用いて検証する必要があると考えられる。

## 謝 辞

本研究の一部は、京都大学グローバル COE プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」、および、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究」、計画研究「情報爆発に対応するコンテンツ融合と操作環境融合に関する研究」(研究代表者: 田中克己, 課題番号 1809041) によります。

## 文 献

- [1] 内山智之, 木俣豊, 是津耕司, 田中克己, Web コンテンツに対する振る舞いの付加機構とそのミーティング支援への応用, 情報処理学会研究報告 Vol.2004, No.71, 2004-DBS-134(2)-44, pp.329-336, 2004 年 7 月
- [2] Yutaka Kidawara, Tomoyuki Uchiyama, Katsumi Tanaka, An Environment for Collaborative Content Acquisition and Editing by Coordinated Ubiquitous Devices, Proc. of the 14th International World Wide Web Conference (WWW2005), pp.782-791, May 2005
- [3] Serge Abiteboul, Omar Benjelloun, Tova Milo, “The Active XML Project: an overview”, The VLDB Journal, Vol.17, No.5, pp.1019-1040, August 2008