

## 自律型 Web サービスの研究状況と課題

大谷 真†

湘南工科大学†

## 1. はじめに

インターネットで商取引を行う場合、従来の Web サービスでは、システムを横断して事前定義された取引モデルに従って各システムが構築されている必要がある。しかし自由に作られたサイト間でも自由にビジネスメッセージ交換ができることが次世代の Web サービスでは望ましい。この基盤技術を我々は自律型 Web サービス (AWS; Autonomous Web Services) と呼び研究を行っている。この論文では、AWS の狙い、これまでの研究状況、および今後の課題を述べる。

## 2. 自律型 Web サービス (AWS)

Web サービスは既に熟した技術でありインターネット内のシステム間での商取引の基盤技術として広く応用されている。しかし従来の Web サービスで商取引を行う場合、BPEL に代表されるように、システムを横断した取引モデル(その取引のメッセージ交換の手順) が事前に詳細に取り決められていることが前提である (図 1(a))。そのうえで、関連するシステムはその取引モデルに従って動作するように構築されていなければならない。したがって、自発的かつ自由に開発されたシステムは当該サービスに参加できない。これでは、大規模かつ定型的な商取引などは別として、現実の一般商取引には適用できない。

AWS では、システムを横断した取引モデルの事前取り決めは不要で、インターネット内のシステムが遭遇した時点で個々のシステムの取引モデルを動的に結合させる (図 1(b))。こうして、自由に開発され独自の取引モデルを持つシステム間でも多様な商取引メッセージ交換ができるようにすることが AWS の狙いである。

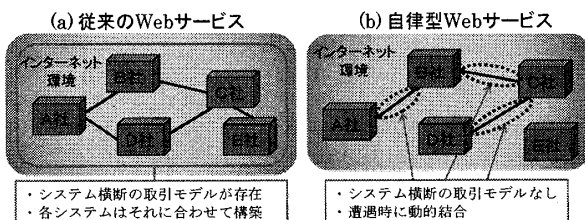


図 1: 従来の Web サービスと自律型 Web サービス

## 3. これまでの研究状況

## 3.1 動的モデル協調 (DMH)

AWS の中核技術は動的モデル協調 (DMH; Dynamic Model Harmonization) である (図 2)。システムはそれぞれごとに取引モデルを定義できる。システムが遭遇した時点で、①両者間で取引モデルを交換し、②協調アルゴリズム (DMH アルゴリズムという) によって相手モデルに合わせて自モデルを変形し、③変形した取引モデルを使って取引会話を実行する。

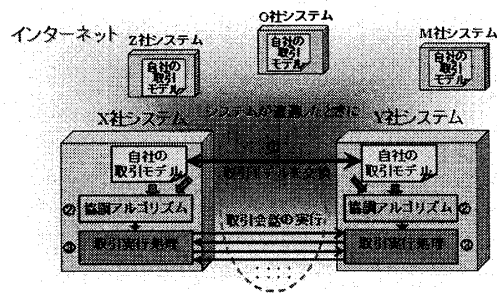


図 2: 動的モデル協調 (DMH) の考え方

DMH は [1][2] で提案され [3] で考え方と枠組みが確立した。AWS では取引モデルのことを BPM (Business Process Model) と呼んでいる。BPM は (O, B) として定義され、O はそのシステムが持つオペレーションの集合である。B は振舞い (オペレーション実行の可能な流れ) であり、O 上の有限状態機械として定義される。

DMH アルゴリズムについては、[1][2] で B をオートマトン能力に限定した範囲では考案済みである。当該アルゴリズムの変形で現在まで研究がすすめられている。[3] や [7] に述べられているとおり、当該 DMH アルゴリズムは 2 つのオートマトンの直積をとりフォーマット間のマッチング (3.2 参照) がとれないパスを削除することでモデル結合を行う。オートマトン能力を超える B については未だ研究が進んでいない。

AWS では BPM はインターネット上での交換を考慮して XML で表現する。[6] では [3] の形式定義にもとづき状態遷移表で B を表現している。しかし利用者の利便性などの理由で、[8] では [1][2] と同様に正規表現で B を表現している。

## 3.2 フォーマットマッチング

DMH 実行には両システムの BPM 内のオペレーション集合の要素について結合可能なのはどれかを判定する必要がある。ただし DMH のお

かげで完全に 1 対 1 の対応を決定する必要はないことに注意。AWS ではオペレーションをそのフォーマット  $f$  で特徴づけているので  $f$  どうしのマッチングとなる。AWS ではこれを DMH アルゴリズムとは切り離し 3 値関数  $tMatch(f_{o1}, f_{o2})$  が外部から与えられているものとしている[2][3]。[2]は更に  $tMatch()$  の実装の 1 つとしてセマンティック Web を応用した方式を提案している。

### 3.3 ミドルウェア開発

AWS を使ったアプリケーション実行基盤としてのミドルウェア(AWS ミドルウェア)について、方式検討[3][4][5]の後、プロトタイプを既に完成させている[6][7]。ミドルウェアは図 3 に示す 3 階層構造を持ち、ユーザアプリケーションはフレームワーク層の上位で実行される。

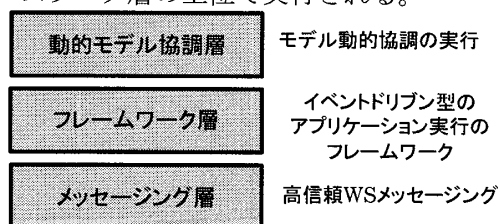


図 3 : AWS ミドルウェアの構成

ユーザのアプリケーションプログラムは各オペレーションに対応したメソッドの集まりで構成され、協調済みの BPM の状態遷移に応じてフレームワーク層が自動的にメソッドを選択実行する方式としている。ユーザプログラム内でのプロセスフロー制御を不要にしたことにより、DMH 実行によって BPM が変形されてもユーザプログラムがそのまま動作することを実現している。実装においてはプロセスやスレッドの使用法を含み多くの工夫がなされている。

### 3.4 メッセージング

AWS は商取引を想定しているため通信層にはメッセージングを用いる。Web サービスをベースとした本格的なメッセージングプロトコルは ebXML Messaging で既に完成されているので、AWS ではそのミドルウェア実装を研究の中心にしている。ebXML Messaging 相当のプロトコルによる高信頼性メッセージングをサポートしたプロトタイプを完成させている[7]。また、小規模構成のシステムも取引に加わることを目的に、一方のシステムにしか Web サーバが存在しない場合でも双方向メッセージングが可能な非対称 pull 型メッセージングもサポートした[9]。

## 4. 今後の課題

### (1) 動的モデル協調(DMH)に関する課題

- ・ 振舞い B の能力強化  
実用を考えると有限オートマトン能力の範囲で

は不十分で、制約付き変数の導入とその制御が行えることが望ましい。これには DMH アルゴリズムの収束性やミドルウェアフレームワーク層制御に関する問題の解決を伴う。

- ・ モデルの外部表現の改良  
正規表現型の BPM 表現を更に機能強化するのが望ましい。前述の課題とも関連する。
- (2) フォーマットマッチングに関する課題
  - ・ メッセージ format マッチング制御  
 $tMatch()$  のセマンティクスの更なる検討と緩い環境束縛を利用した決定アルゴリズムが必要。
- (3) ミドルウェア開発に関する課題
  - ・ フレームワーク層のプロセス制御  
メインからのセッションオブジェクト生成に関して、ミドルウェアとしてより高度なアプリケーション制御機能が必要である。
  - ・ 実応用を想定したテスト評価
  - ・ 事前合意型とのハイブリッド化  
BPEL などを使った従来の Web サービスと AWS を組み合わせた制御方式の検討。
- (4) メッセージングに関する課題
  - ・ ebXML Messaging へのプロトコルの整合化
  - ・ セキュリティの強化
  - ・ 超長期トランザクションの制御

## 5. まとめ

AWS の研究状況と課題を述べた。本研究は科研費 (21500110) の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 大谷, 木下, 嘉数: 「自律的 Web サービスにおけるビジネスプロトコルの動的生成について」, 電子情報通信学論文誌, vol.J87-D-I, no.8, pp.824-832, 2004
- [2] Oya, and Ito: "Dynamic Model Harmonization between Unknown eBusiness Systems", IFIP I3E, Springer ISBN:0-387-28753-1, pp. 389-403, 2005
- [3] Oya: "Autonomous Web Services Based on Dynamic Harmonization", IFIP I3E, Springer, ISBN:978-0-387-8590-2, pp.139-150, September, 2008
- [4] 大谷: 「モデル動的協調による自律対等型 Web サービスのアーキテクチャ」, 情報処理学会第 70 回全国大会, pp.1-457-458, 2008
- [5] 伊東, 澤口, 松原, 大谷: 「自律型 Web サービス向けの非同期 P2P ミドルウェア -アプリケーション制御部の研究, 通信制御部の研究-」, 情報処理学会第 70 回全国大会, pp.1-565-568, 2008
- [6] 大谷, 伊東, 塚本, 高木, 木村: 「AWS(自律型 Web サービス)とそのミドルウェア」, 情報処理学会第 71 回全国大会, pp.1-503-504, 2009
- [7] 伊東, 塚本, 高木, 木村, 大谷: 「AWS ミドルウェアの研究 -アプローチと構成, 動的モデル協調層, アプリケーションフレームワーク層, 自律型メッセージング層-」, 情報処理学会第 71 回全国大会, pp.1-509-516, 2009
- [8] 大友, 伊東, 吉川, 大谷: 「WS におけるビジネスプロセスモデル」, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2010
- [9] 吉川, 木村, 平本, 大谷: 「AWS における非対称構成型メッセージング機能の実現」, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2010