

Web サービス検索のための QoS 仕様適合モデルの提案

The suggestion of the QoS specifications conformity model for Web Service searches

杉木 優太*¹ 菱山 玲子*¹
Yuta Sugiki Reiko Hishiyama

*¹早稲田大学大学院創造理工学研究科経営システム工学専攻

Department of Science and Engineering, Waseda University

Recently, we can deal with various Web services usefully and they increase year by year. So, in current business environment changing in the short term, Web services become a base to support it. Under such an environment, Web service search needs the service matching technique that considered potential needs of service providers and service users. In this study, we focused on Quality of service (QoS) as selection needs of Web service. We propose to expand existing match marking model of electronic supply that uses relevance feedback. It is used in information retrieval field. Then we constitute multi-agent system consisting of intermediation of Web service agent and update of needs agent. Finally, we realize the progressive and mutual search of providers and users and evaluate utility that is to discover new clients and convergence of both of specifications.

1. はじめに

Web サービスは年々普及してきており、短期的に変化する現在のビジネス環境において、それを支える基盤として欠かすことのできないものとなっている。そのような環境下でサービス間の差別化指標の一つに QoS が用いられることがある。従来の研究において、QoS は、公開されている Web サービスの集合の中からサービス利用者が許容できるようなものを見つけて出すための仕様として使われている場合が多く見受けられる。

そこで、本研究ではサービスの選定仕様として QoS に焦点を当てつつ、さらに、Web サービス探索をマルチエージェントを通じて不特定多数の利用者と公開者との相互探索を行う。つまり、従来のサービス利用者からの一方向の探索だけでなく、サービス公開者からの Web サービス市場に潜在しているニーズの探索も行うことを想定したモデルを構築する。その際、適合性フィードバックに基づいた既存の共通適応マッチメーキングモデル [3] を拡張し、マルチエージェントによって市場に埋もれていた取引先候補の創出を漸次的で相互選択的に目指す。

本研究の目的としては、新たな取引先の創出、そして、利用者と公開者の双方向における探索過程での QoS 仕様の類似性を明らかにし、提案モデルの有用性を検証することである。

2. 背景

現在の Web サービス探索に関するモデルの多くは、Web サービス利用者 1 人からの要求を制約とし、不特定多数の公

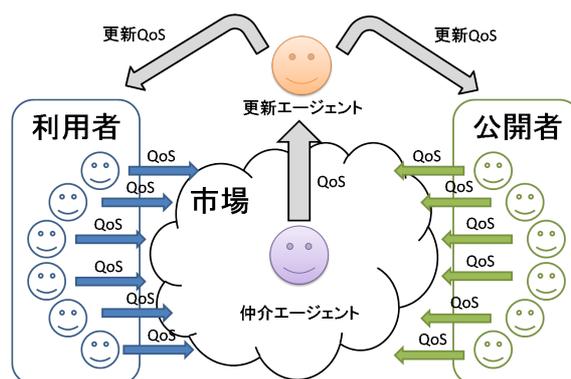


図 1: 要求仕様としての QoS 相互探索の B2B モデル

開サービスの中からそれを満足するなものをブローカエージェントが探してくるという構図である。このようなモデルでの利用者と公開者の関係は、ブローカエージェントを経由した 1 対多になっており、言い換えれば、それぞれの効用を持つ各利用者に対して制約を満たすようなサービスを探索してくるというようなミクロな視点でモデルが形成されているともいえる。

しかしながら、利用者と公開者が B2B 関係であれば実際には Web サービスの市場が発生する可能性があり、各企業とも市場のニーズを収集し、その結果を自身の公開しているサービスに反映されることが予想される。そのため、公開者側からの市場の探索が必要になってくる。今回のニーズとは、機能要求は事前に同類のサービスとして UDDI に登録されているとして、非機能要求である QoS に限定している。

既存の利用者と公開者が 1 対多関係のモデルでは、市場のニーズを収集するにはサンプル数が少なすぎる。そこで、利用者と公開者が多対多で構成されているモデルが必要である。図

連絡先: 杉木優太, 早稲田大学大学院創造理工学研究科菱山研究室, 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 15-04, sugi-yuta@asagi.waseda.jp

1 は本研究の多対多のモデルの概念図である．図 1 に存在する仲介エージェントと更新エージェントは，市場ニーズをそれぞれにフィードバックするエージェントである．利用者は潜在的に埋もれていた公開者のサービスを探索するため，公開者は利用者がどのようなニーズを必要としているのかを探索するために，それぞれ双方向に探索を行うことが望まれる．

3. 関連研究

Web サービス探索において，Wang ら [1] や Sha ら [2] が QoS のスコアリングによる Web サービスの選定研究が行っている．[1] や [2] では，既存のレポジトリ内にある Web サービスの中から，スコアリングによってサービス利用者が許容するような QoS 仕様のサービスを探索することを目的としている．つまり，利用者からのサービス探索だけに焦点を当てている．しかし，ビジネスである以上，公開者が市場のニーズを探索するという現実的な問題が存在する．そこで，菱山ら [3] の電子調達の研究に着目した．[3] では，各仕様を類似度で計算し，サービスを選定している．さらに適合性フィードバックに基づいて自身の持つ検索意図を反映させ，サービスの仕様を変化させている．そのため，本研究の目的である利用者と公開者の QoS 仕様における相互探索が，[3] のモデルに適用できるのではと考えた．しかしこの研究では，あらかじめ検索者自身が持つニーズの意図を固定した上で探索を行うことを前提としている．しかもその意図は，検索から新たに得られる情報を反映しない．一方，日々新たなサービスが提供される環境では，新たなサービスの情報から検索意図自体が更新されていくことが想定される．このような変化の激しい環境下では，このモデルをそのまま適用することが難しい．

4. 提案

本研究では，菱山らの研究で提案された共通マッチメイキングモデル [3] を拡張して，Web サービスの QoS 仕様の検索に適用する．その際に，マルチエージェントの協調によるサービスの更新，探索を行っていき，本研究で提案するモデルの有効性を検証していく．これにより，日々異なる仕様を提供される環境において，サービス検索の意図を想定しない状況下でも Web サービスの相互検索を行うことを可能とするエージェントモデルの構築する．

4.1 関連手法

マルチエージェントによって相互探索を行うモデルにおいて，各エージェントはそれぞれ独自の役割を担っている．その際に用いられる手法として，[3] のモデルの中でエージェントが行っていた類似度計算と適合性フィードバックを本モデルの各エージェントに部分的に適用させる．本研究では，これらの手法を各サービスの QoS 仕様を用いる．

4.1.1 類似度計算

QoS 項目で構成された利用者もしくは公開者仕様を持つベクトルの距離で類似度計算 [4] を行う．利用側，公開側が検索するときの仕様を検索仕様とする．また，検索仕様で検索される側の仕様を被検索仕様とする．検索仕様 q_j と被検索仕様 d_i はそれぞれ l 次元のベクトル $(w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jl})^T, (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{il})^T$ として表記される． i, j は，それぞれ被検索仕様数，検索仕様数である．重み w は，各 QoS 項目の仕様である．類似度計算は，式 (1) の余弦尺度で行う．

$$\cos(q_j, d_i) = \frac{\sum_{k=1}^l w_{jk} w_{ik}}{\sqrt{\sum_{k=1}^l w_{jk}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^l w_{ik}^2}} \quad (1)$$

4.1.2 適合性フィードバック

被検索仕様を適合集合と不適合集合に分類し，検索仕様によりそれらをフィードバックする．そして，検索仕様を被検索仕様に近い付けようとする手法を適合性フィードバックという．これは，広く今回は Rocchio の式 [4] を適用する．

$$q'_j = \alpha \cdot q_j + \frac{\beta}{|D^+|} \sum_{i=1}^{|D^+|} d_i^+ - \frac{\gamma}{|D^-|} \sum_{i=1}^{|D^-|} d_i^- \quad (2)$$

ここでの q_j は現在の検索仕様， $|D^+|$ は適合仕様， $|D^-|$ は不適合仕様であり， α, β, γ はそれぞれ， $q_j, |D^+|, |D^-|$ に対する重みづけである． q'_j は，更新した検索仕様ベクトルである．

4.2 計算モデル

本研究では，マルチエージェントシステムの関連手法に基づいた計算モデルを提案し，日々変化する環境に柔軟に対応できるモデルを構築する．全体モデルは図 2 である．まず，複数の利用者と公開者から QoS 仕様を仲介エージェントは受け取り，類似度による QoS 仕様の分類結果を更新エージェントに送る．そして，更新エージェントは仲介エージェントから受け取った QoS 仕様と，利用者と公開者から受け取った既存の QoS 仕様を比較して，更新するか否かの判定を行う．最後に，更新エージェントは更新結果を利用者と公開者に送信する．なお，利用者側に位置している各エージェントと公開者側に位置している各エージェントは相互に計算を行うものとする．

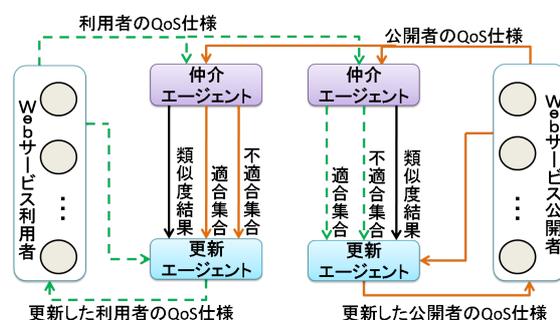


図 2: 全体モデル

4.2.1 利用者と公開者エージェント

利用者エージェントと公開者エージェントは、各エージェントに自身の QoS 仕様を送り、更新エージェントが更新した QoS 仕様の結果を受け取る。なお、利用者エージェントと公開者エージェントは共に不特定多数存在している。

4.2.2 仲介エージェント

仲介エージェントは利用者と公開者から受け取った QoS 仕様を用いて、そのうちの被検索仕様を適合集合もしくは不適合集合に分類するエージェントである。図 3 は仲介エージェントの振る舞いを表したものである。

1. 不特定多数の Web サービス利用者と公開者からサービスの QoS の検索仕様と被検索仕様をそれぞれ収集する。
2. 各検索仕様に対して全被検索仕様との類似度計算を式 (1) に基づいて行う。
3. 類似度の平均を算出する。
4. 類似度の平均値を閾値とし適合集合と不適合集合とに被検索仕様を分類する。類似度結果は保有しておく。
5. 類似度結果、各検索仕様に対する被検索仕様の適合集合と不適合集合を更新エージェントに送る。

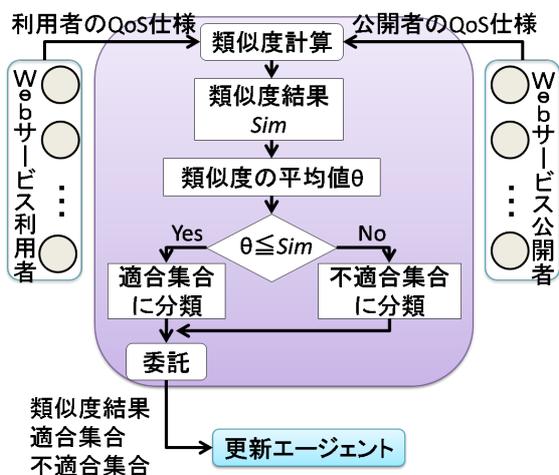


図 3: 仲介エージェントの振る舞い

4.2.3 更新エージェント

更新エージェントは、仲介エージェントから受け取った検索仕様を以下の手順に基づいて、既存の検索仕様と比較しながら更新するエージェントである。図 4 は更新のエージェントの振る舞いを表したものである。

1. 利用者と公開者から検索仕様と被検索仕様、仲介エージェントから適合集合と不適合集合、類似度結果を受け取る。
2. 仲介エージェントから受け取ったデータを式 (2) に基づいて、暫定的に検索仕様の QoS 項目の更新を行う。

3. 暫定的に更新した各検索仕様と既存の全被検索仕様の類似度を式 (1) に基づいて計算を行う。
4. 仲介エージェントから受け取った類似度結果と比較し、類似度が向上する傾向ならば正式に検索仕様の QoS 項目を更新する。向上しない傾向ならば、検索仕様は既存のままに保つ。

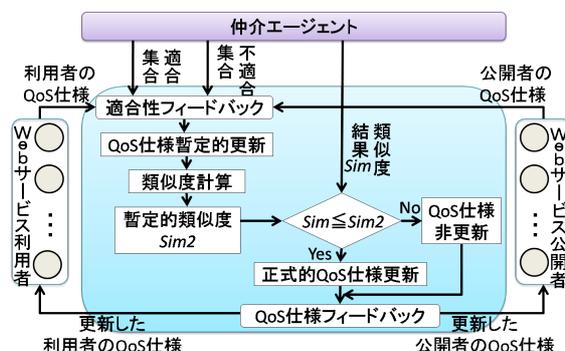


図 4: 更新エージェントの振る舞い

5. シミュレーション実験と考察

5.1 実験設定

本実験では、Web サービス利用者数を 10 人、Web サービス公開者数を 100 人とした。QoS 数は 5 項目を設定し、初期値は [1,100] の乱数で与えた。また、式 (2) の定数の重みは、予備実験を何回か行って、 $\alpha=1$, $\beta=0.5$, $\gamma=0.1$ と設定した。この設定で実験過程での利用者の QoS 仕様と公開者の QoS 仕様の類似度の収束性を観測する。

5.2 実験結果と考察

探索過程で任意に選んだ利用者と全公開者との QoS 仕様の類似度の変化を図 5 に示す。フィードバック回数を重ねる程、抽出された全公開仕様の類似度の最大値、平均値、最小値が向上している傾向にあることが図 5 からうかがえる。また、これにより全体的に利用者の求める QoS 仕様と公開者が提示する QoS 仕様の類似度の差が縮まっており、エージェントによる相互探索過程でお互いの QoS 仕様は徐々に近づいていっていることがわかる。そのため、類似度上位の取引先 (公開者) 候補に変動があることが予想される。

そこで、類似度の高い順に取引先候補を単純抽出したリストを表 1 に示す。表 1 には各フィードバックの経過毎の上位 10 件の取引先候補を提示している。各フィードバック後で取引先候補の順位に変動があることが表 1 から観測することができる。表 1 の順位の変動には 2 つの特徴が考察できる。

1 つ目の特徴として、例えば公開者 49 のような取引先候補の順位の変動が挙げられる。公開者 49 は 3 回目の探索後に初めてリストの表 1 に掲載される。これは、利用者と公開者双方に市場ニーズをエージェントによってフィードバックするこ

表 1: 類似度上位の公開者番号の変化

順位		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
フィードバック 0回	公開者番号	90	85	8	15	45	79	29	36	55	6
	類似度	0.961	0.957	0.951	0.949	0.949	0.947	0.934	0.934	0.925	0.924
フィードバック 1回	公開者番号	90	85	8	45	15	79	29	36	6	55
	類似度	0.973	0.972	0.965	0.965	0.964	0.953	0.952	0.942	0.941	0.937
フィードバック 2回	公開者番号	85	90	45	8	15	29	79	6	36	16
	類似度	0.982	0.981	0.974	0.973	0.973	0.965	0.959	0.957	0.949	0.949
フィードバック 3回	公開者番号	85	90	45	15	8	29	6	79	70	49
	類似度	0.988	0.986	0.979	0.978	0.978	0.973	0.967	0.963	0.962	0.962
フィードバック 4回	公開者番号	85	90	8	45	15	29	6	49	70	16
	類似度	0.992	0.988	0.983	0.983	0.982	0.978	0.973	0.973	0.972	0.971
フィードバック 5回	公開者番号	85	90	8	45	15	29	49	70	6	16
	類似度	0.994	0.990	0.986	0.985	0.984	0.982	0.981	0.980	0.977	0.977

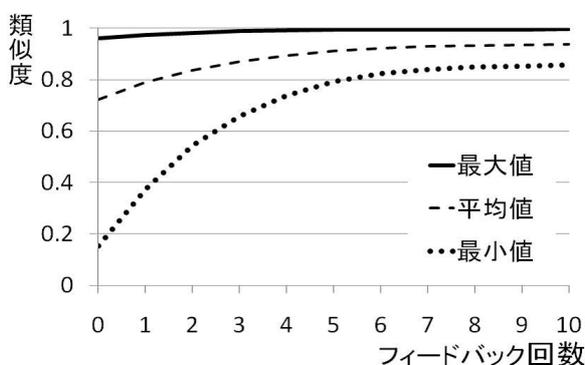


図 5: 利用者 1 人と全公開者の類似度変化

とで、初期状態では観測しえなかったような潜在的な取引先の創出の可能性を見出したと考えられる。このように相互探索過程を経て、新たな取引先（公開者）候補を抽出することが可能である。取引先（公開者）候補の選択数が増大する可能性を多めに示している。

2つ目は、公開者 85 のような取引先候補である。特徴としては、初期状態からフィードバック 5 回を経過しても上位の類似度を保っていることである。このように市場ニーズをフィードバックしても、安定的に上位に位置している取引先候補も検出することが可能である。

以上の 2 つの特徴から、今回の実験から安定的に類似度の高い取引先候補を保ちながら、潜在的に埋もれていた新たな取引先候補を創出することの可能性を検証することができた。

6. まとめと今後の課題

本研究では、日々新たなサービス仕様が提供される環境を前提として共通適マッチングモデルを拡張し、検索意図が確定しない環境においても動作する Web サービスの QoS 仕様のマッチングモデルを提案した。このモデルに基づいた役割の異なるエージェントの協調から期待される QoS 仕様

の検索が可能であることを実験により示した。

しかし、今回は単体サービスでのマッチングだけに焦点を当てている。そのため、複数のサービスを組み合わせ、しかも利用者の要求を満たすようなサービスを探すための枠組みが今後必要になってくる。

QoS 仕様のマッチングでは、仕様上の個々の要素に対して重視すべき要件や優先度、制約を考慮した検索手法が求められる。今回は各抽象サービスに対して、利用者と公開者のサービスのマッチングを仲介エージェントと更新エージェントを通して行っていたが、複数の抽象サービスが組み合わせられた複合サービスにおいては、より高度なブローカエージェントによる各抽象サービスの調整を行う必要があると考えられる。したがって、今後の課題としてはこれらの要件の優先度や要件相互の制約を考慮したモデルの拡張を検討する必要がある。

参考文献

- [1] Xia Wang, Tomas Vitvar, Mick Kerrigan and Ioan Toma. A QoS-Aware Selection Model for Semantic Web Services., *ICSOC 2006*, pp.390-401,2006 .
- [2] Liu sha, Guo Shaozhong, Chen Xin and Lan Mingjing. A QoS based Web Service Selection Model., *2009 International Forum on Information Technology and Applications*, pp.353-356,2009 .
- [3] Reiko Hishiyama and Toru Ishida. Modeling e-Procurement as Co-adaptive Matchmaking with Mutual Relevance Feedback., *PRIMA 2002, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag. 2004 .
- [4] 北 研二, 津田 和彦, 獅子堀 正幹. 「情報検索アルゴリズム」, 共立出版, 2002.