4X-2

QoSに基づいたクラスタリングによるWebサービスの選択

中島健† 高田眞吾†

†慶應義塾大学理工学部

1 はじめに

SOA(Service Oriented Architecture) とは個別に存在するソフトウェアサービス (以下サービス) を互いにネットワークを経由することで連携できるアーキテクチャである．SOA によりシステムを複数のサービスの組み合わせで構築できるようになり，新たなサービスを加えたり不要なサービスを外すといったシステムプロセスの変更が容易かつ柔軟に行えるようになる．

SOA を実現する基盤技術として Web サービスが挙げられ，より良い SOA を構築するためには質の高い Web サービスを用いる必要が出てくる．Web サービスを選択する際，機能を中心に選ぶが，候補が複数ある場合，さらに実行時間，スループット，稼働率，信頼性などの QoS (Quality of Service) を用いることができる．

しかし，候補となる Web サービスが増加するにつれ，クライアントの要求に従った Web サービスの連携を行うための計算時間が増加してしまうという問題がある．この問題点を解決するために，Xia らは似た機能ごとの Web サービスを QoS の値でクラスタリングを行い，連携する Web サービスの候補を絞り込むことにより候補の増加による計算時間の増加を防いだ [2]．しかし，この手法は動的な QoS の変化に対応しておらず，QoS が変化するたびにクラスタリングからやり直す必要がある．

そこで本研究ではクラスタリングの情報を利用することで，QoS の変化に対応した Web サービスの再選択を行う手法を提案する．提案手法により Web サービスの QoS が変化した場合により効率的に選択することができるようになる．

2 関連研究

Qi らは各機能ごとの組み合わせる候補をそれぞれ一定の数に絞り込むことにより，連携させる時間を短くする手法をとった [1]．しかし，Qi らの研究は動的な QoS の変化に対して考慮されておらず，また対応している Web サービスの連携の仕方が限られているという問題があった．

似た機能の Web サービスをクラスタリングすることで計算時間を短くする手法に Xia らの手法がある [2]．しかし，Xia らの研究も同様に動的な QoS の変化に対して考慮されていなかった．

本研究では，クラスタリングの情報を用いて Web サービスの再選択を行うため，Xia らの手法に着目する．以下，Xia らの手法の要点を述べる．

Web サービスの持っている QoS の値を n 次空間の座標として見なし，Web サービス間の距離を用いることでクラスタリングを行う．クラスタリングを行う対象は似た機能を持った Web サービスである．Web サービス間の距離を用いることにより，クラスタの形状は特定の形状には限らなくなり，またどのクラスタにも属さないノイズとなる要素を容易に見つけることが出来る利点がある．

クラスタリングは ε 近傍と core-object という定義のもとで行われる．ε 近傍とは Web サービス S から距離 ε 以内に存在する Web サービスの集合を指す．ε は任意の数値であり，また Web サービス S の ε 近傍には S 自身も含まれる．そして，ε 近傍の数があらかじめ指定した数以上の Web サービスを core-object と呼ぶ．あらかじめ指定した数を 4 とし，図 1 の点 S を中心とした円の内部を S の ε 近傍とした場合，点 S は core-object となる．同様の条件ならば点 T 及び点 U も core-object となる．

core-object とその ε 近傍によってクラスタは形成される．また，core-object の ε 近傍に他の core-object が含まれる場合は，複数の core-object とそれらの ε 近傍で一つのクラスタとする．図 1 の場合では，点 S，点 T，点 U とそれらの ε 近傍が一つのクラスタとなる．

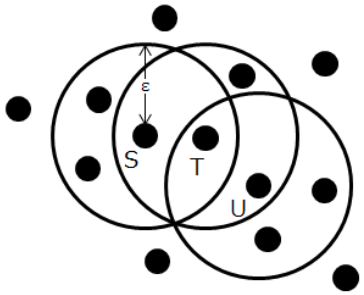

図 1: クラスタの例

3 提案: クラスタリング情報を用いた Web サービスの再選択

本研究ではクラスタリングによって得られた情報を利用することで，QoS の値が変化した場合に連携する Web サービスの再選択を行う手法を提案する．なお，クラスタリングの情報とは，候補となる似た機能を持つ Web サービスごとの ε 近傍と属しているクラスタ，及び選択された Web サービスが属するクラスタのことを指す．

再選択を行うためにクラスタリングの情報を利用する理由は，QoS の値が変化する前に選択された Web サービスを含むクラスタのみに着目することで再選択を行えるためである．また，クライアントの要求に最も沿っている Web サービスがうまく連携出来なかった際，同クラスタから素早く代わりとなる Web サービスを選択することが出来るという利点もある．

本提案では QoS の値が変化した場合の再選択だけでなく，QoS の値の変化がクラスタに与える影響についても考慮した．QoS の値の変化により Web サービスが以前属していたクラスタとは別のクラスタに属するべき可能性や，クラスタが分裂する可能性があるためで

Service selection based on QoS-aware clustering
Takeshi NAKAJIMA†and Shingo TAKADA†
†Faculty of Science and Technology, Keio University

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ある．そこで，Web サービスの再選択と同時に再クラスタリングを行う．再クラスタリングすることにより，再度 QoS の変化が起きた場合でも正しく Web サービスの再選択が行われるようになる．

提案機構は以下の手順で行われる．それぞれの手順について本節で詳しく述べる．

1. 変化した Web サービスを検出する
2. 変化した Web サービスをクラスタに配属する
3. Web サービスの再選択
4. 再クラスタリング

3.1 変化した Web サービスの検出

本研究では，Web サービスのソースコードの変更と Web サービス周りの通信環境の変化などによって QoS の値が変化した場合，Web サービスが変化したとする．

Web サービスの再選択及び再クラスタリングを行うため，始めに QoS の値が変化した Web サービスを検出し，削除，追加，変更の三種類に分類する．以下でそれぞれに分類する条件について述べる．

3.1.1 削除

変化した後の QoS の値に 0 が含まれる場合，その Web サービスは削除されたとして扱う．これは，候補となる似た機能を持つ Web サービスを実際に呼び出すことにより QoS の値を測定しているためである．なお，削除されたと扱われる Web サービスはいずれのクラスタにも属さないだけであり，その Web サービスを以降扱わないわけではない．

削除された Web サービスが選択されていた Web サービスであった場合，再選択を行う (3.3 節)．また，削除された Web サービスが core-object だった場合，再びクラスタリングを行う (3.4 節)．

3.1.2 追加

QoS の値に 0 が含まれていたため削除として扱われていた Web サービスの QoS の値に 0 が含まれなくなった場合，または新しく候補として Web サービスが追加された場合，その Web サービスは追加されたとして扱う．

追加された Web サービスがクラスタ配属 (3.2 節) の結果，選択された Web サービスと同じクラスタになった場合，再選択を行う (3.3 節)．

3.1.3 変更

前述した二つに該当せず，最後にクラスタリングした際の QoS の値を基準として現在の QoS と比較し，各 QoS の変化率の合計が閾値を越えている場合，その Web サービスは変更したとして扱う．変化率の合計が閾値を越えたものだけを扱うのは，QoS の値は検出するたびに僅かな違いが出てしまい，本来ならば QoS の値が変化していない Web サービスまで変化したと検出するのを防ぐためである．

変更された Web サービスは一度クラスタの候補から削除され，その後追加された Web サービスと同じ処理を行う．

3.2 変化した Web サービスのクラスタ配属

追加，変更された Web サービスを対象に行う．各 core-object との距離を計算し，最も近い core-object が含まれるクラスタに属される．core-object との距離のみを考慮するのは，比較する対象を減らすことによりクラスタ配属に要する時間を短くするためである．また，core-object の ε 近傍に含まれることでそのクラスタに確実に属することとなるため，core-object との距離のみを考慮するのは妥当であるといえる．その後，属したクラスタ内の Web サービスとの距離を計算し，ε 近傍を求める．

また，この際複数のクラスタの core-object が追加，変更された Web サービスから距離 ε 以内に存在した場合，一番近い core-object が含まれるクラスタに属する．

3.3 Web サービスの再選択

選択された Web サービスが削除または変更された場合，あるいは選択された Web サービスが所属しているクラスタに追加または変更された Web サービスが配属された場合に行われる．前者の場合では選択された Web サービスが所属していたクラスタ内の Web サービスの中から比較を行い，最もクライアントの要求に沿っているものが選択される．後者の場合では選択された Web サービスとクラスタに新しく配属された Web サービスを比較することで再選択を行う．なお，前者と後者が同時に起きた場合，選択された Web サービスが所属していたクラスタ内の Web サービスとそこに新しく配属された Web サービスを含めて比較する．

なお，再クラスタリングの前に Web サービスの再選択を行うのは，選択された Web サービスの所属していたクラスタが分裂した場合について考慮したためである．

3.4 再クラスタリング

削除された，または変更された Web サービスが core-object の場合，その Web サービスが含まれていたクラスタに対して行う．core-object でない Web サービスが削除または変更された場合に再クラスタリングを行わないのは，core-object でない Web サービスはクラスタの外周にしか存在しないためである．

再クラスタリングは，対象となるクラスタ内の Web サービスが距離 ε で繋がっているかを確認することで行われる．この際，対象となるクラスタ内の Web サービスから他のクラスタの Web サービスまでの距離が ε 以内の場合，それらのクラスタは一つに統合される．

作成されたクラスタリング情報を基にクラスタ内の Web サービスが距離 ε で繋がっているかを確認したため，クラスタ内の Web サービスの QoS の値の類似性は十分であるといえる．しかし，一からクラスタリングを行う場合と異なる結果になる可能性が無いとは断定できない．

4 結論

クラスタリングの情報を用いることで，動的な QoS の変化に対応した Web サービスの再選択を行う手法を提案し，これを実装した．これにより SOA に基づいたシステムの実行中に効率よく Web サービスの変更に対応することが期待できる．

参考文献

[1] Lianyong Qi, Ying Tang, Wanchun Dou and Jinjun Chen: “Combining Local Optimization and Enumeration for QoS-aware Web Service Composition”, Proc. of ICWS, pp. 34-41, 2010.

[2] Yi Xia, Ping Chen, Liang Bao and Meng Wang: “A QoS-Aware Web Service Selection Algorithm Based On Clustering”, Proc. of ICWS pp. 428-435, 2011.

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.