

サービス創発のための適応型ネットワークアーキテクチャ Ja-Net 1 J-O 1 におけるリレーションシップの実現方式

板生知子[†] 松尾真人[†] 須田達也^{†,††} 青山友紀^{†††}[†] NTT 未来ネット研究所, ^{††} カリフォルニア大学アーバイン校, ^{†††} 東京大学

1 はじめに

計算資源のモバイル化・ユビキタス化を背景に, 多様なデバイスがネットワーク化され, 大規模かつヘテロな分散システムのインフラが浸透しつつある. このような分散システムでは, 大局的なシステム管理が困難なため, 局所的な状況に応じて, 利用可能なシステム構成要素を組み合わせ, 臨機応変にサービスを提供することが重要となる.

Jack-in-the-Net(Ja-Net)[1][2] は, 上記のような分散システム上で適応可能なサービスを実現するためのマルチエージェントアーキテクチャである. Ja-Net では, 自律的なサービスコンポーネントである CE (Cyber-Entity) が他の CE とリレーションシップを生成しながらインタラクションすることによって, 各々の実装されたサービスロジック (CE サービス) を連携させ, アドホックなサービスコンポジションを行なう. コンポジットされた一連の CE は, サービスを利用したユーザからの評価に基づいて, 互いのリレーションシップを学習することにより, 良い評価を得られるように組織化する. 本稿では, Ja-Net において, ユーザの嗜好・傾向に応じたサービスを提供するためのリレーションシップの実現方式について述べる.

2 リレーションシップフレームワーク

2.1 動的なリレーションシップの生成

Ja-Net では, 多様な CE が存在し, 利用可能な CE も動的に変化するため, 予めどの CE とインタラクションすれば良いサービスが提供できるのかが分からない. このため, 各 CE は, 自身の CE サービスのメタデータをサービス記述として保持し, 互いにサービス記述を交換することによって動的にリレーションシップを生成する. 各 CE は, リレーションシップ情報に基づいて, 相手 CE とインタラクションする.

リレーションシップは, 2 つの CE の間の関係を定義する情報テーブルであり, 双方の CE がそれぞれ独立に保持する. 各 CE は, リレーションシップに相手 CE に関する情報を記録する. 表 1 に, リレーションシップに記述する情報の例を示す. CEID は, グローバルにユニークな CE の識別子である. なお, CEID のアドレス変換は, 実行環境で行なう. 各 CE は, 相手 CE のサービス記述を取得すると, リレーションシップの CE メタデー

表 1: リレーションシップ情報例

属性	説明
CEID	識別子
CE メタデータ	サービスタイプ, キーワード, プロパティなど
アクセス回数	インタラクションした回数
強度	相手 CE の有効性

タ属性として記録する. CE は, 自身のサービスが起動したときに, 相手 CE を選択してインタラクションした延べ回数をアクセス回数として記録する. そして, 相手 CE を選択してサービスを提供した場合に, ユーザから良い評価を得ることができる相手を有効な相手と見なし, 相手 CE の有効性をリレーションシップの強度とする.

Ja-Net では, 各 CE が状況に応じてリレーションシップを生成, 追加, 削除することで, サービスの構成を柔軟に変更することができる.

2.2 リレーションシップの学習

Ja-Net では, サービスを利用したユーザが, サービスに対する満足度を評価し (ユーザ評価), Ja-Net にフィードバックすることで, 良い評価を得ために有効な CE の組み合わせを CE が自律分散的に学習する. 各 CE は, ユーザの評価値に基づいて, インタラクション相手 CE のリレーションシップの強度を変更する. このとき, 良い評価値に対してはリレーションシップを強め, 悪い評価値に対してはリレーションシップを弱める.

2.3 ユーザの嗜好・傾向への適応

CE は, 多様な CE との間にリレーションシップを生成し, 各 CE の有効性を学習することにより, 状況に応じて柔軟にインタラクション相手を選択することが可能となる. この結果, 例えば, リレーションシップの強い CE とのインタラクションを優先することで, 人気のあるサービスを提供したり, リレーションシップの強度が閾値を下回った CE とのインタラクションを拒否することで, あまり有効でないサービスの提供を抑制することにより, ユーザの傾向・嗜好に応じたサービスを提供することができる.

3 リレーションシップシステムの設計

3.1 CE モジュール構成

図 1 に, CE のモジュール構成を示す. リレーションシップシステムは CE ごとに存在し, リレーションシップテーブルにより CE のリレーションシップを管理する. そし

Relationship Service in the Adaptive Networking Architecture for Service Emergence: Jack-in-the-Net

[†] Tomoko Itao, [†] Masato Matsuo, ^{†,††} Tatsuya Suda, ^{†††} Tomonori Aoyama

[†] NTT Network Innovation Laboratories, ^{††} University of California, Irvine, ^{†††} The University of Tokyo
tomoko@ma.onlab.ntt.co.jp

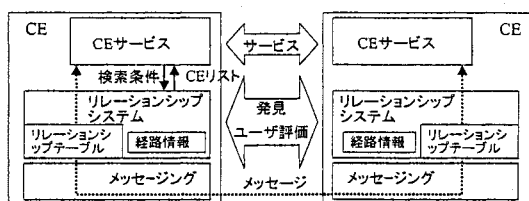


図 1: CE モジュール構成

て、CE サービスに対して、CE の検索およびスコアリングのサービスを提供する (3.2章参照)。このサービスは、CE の検索条件を入力とし、検索条件に合致する CE の CEID とスコアの組のリスト (CE リスト) を出力する。

CE サービス宛のメッセージは、リレーションシップシステムによるリレーションシップ情報更新 (アクセス回数など) 処理の後に、CE サービスへ送付される。また、CE サービスの送信メッセージは、リレーションシップシステムを介して発信され、その際にリレーションシップシステムによって、ユーザ評価メッセージを転送するための経路情報が生成される。ユーザ評価メッセージは、経路情報を参照して転送され、評価値に基づいてリレーションシップの強度が変更される (3.3章参照)。

3.2 CE の検索とスコアリング

CE サービスは、リレーションシップシステムを検索することによって、インタラクション相手 CE を選択する。CE サービスは、検索条件として、リレーションシップの属性のうち、CEID、CE メタデータに関する条件を設定することができる。CEID を検索条件として指定した場合は、唯一の CE を検索するのに対し、CE メタデータのみを検索条件として指定する場合は、類似した CE が複数検索される可能性がある。リレーションシップシステムは、CE サービスの検索要求を受けると、指定された検索条件を用いてリレーションシップテーブルを検索し、検索結果として、検索条件と一致したリレーションシップの CEID とスコアの組のリストを返す。CE のスコアは、リレーションシップの強度そのもの、または条件に一致度と強度を考慮して算出される。

CE の発見 リレーションシップテーブル中に、検索条件に一致する CE が存在しない場合は、新たに CE を発見する。この場合、リレーションシップシステムは、与えられた検索条件を発見メッセージにセットし、発信する。発見メッセージは、発信元 CE のローカルノードを中心として n ホップ先のノード上に存在する全ての CE のリレーションシップシステム宛に送付される。発見メッセージを受信したリレーションシップシステムは、検索条件に自身が一致するかを調べ、一致する場合に応答を返す。このとき、CEID に関する検索条件が設定されている場合は、自身の CEID と照合する。また、CE メタデータに関する検索条件が設定されている場合には、自身のサービス記述と照合する。一致した場合の応答メッセージには、サービス記述をセットする。

発見メッセージの送信元 CE のリレーションシップシ

ステムは、応答を受信すると、新たに発見した CE との間にリレーションシップを生成し、相手 CE の CEID、CE メタデータを記録する。また、アクセス回数、強度を初期値に設定する。そして、発見した CE の CEID とスコアの組のリストを CE サービスに返す。なお、発見メッセージを CE の間で転送することで、より広範囲に渡る CE の発見も可能である [3]。

3.3 ユーザ評価のフィードバック

ユーザ評価メッセージは、ユーザによって生成され、サービスシーケンスの終点 CE から始点 CE までのリレーションシップシステム間を転送される。ユーザ評価メッセージを転送するための経路情報は、サービスシーケンス上の各 CE のリレーションシップシステムによって、サービス提供時に生成される。すなわち、各 CE のリレーションシップシステムは、CE サービスのサービスメッセージ送信時に、1つ前に受信したサービスメッセージの送信元 CE (サービスシーケンスにおける1つ前の CE)、現在 CE サービスが送信するサービスメッセージの送信先 CE の CEID (サービスシーケンスにおける1つ後の CE)、サービスシーケンスの識別子、始点 CE からのホップ数を組として、経路情報として記録する。サービスシーケンスの識別子、およびホップ数は、サービスメッセージのヘッダーに設定されており、サービスシーケンスの識別子は、始点 CE が生成する。また、ホップ数は、サービスメッセージを送信するたびにインクリメントされる。

リレーションシップシステムがユーザ評価メッセージを受信すると、サービスシーケンスにおける前後の CE に対するリレーションシップの強度を、評価値に基づいて変更する。

4 今後の課題

現在、提案方式に基づいて、Ja-Net プラットフォームの実装を行なっている。今後は、具体的なリレーションシップの学習アルゴリズムについて検討を進める予定である。その際に、ユーザ評価の傾向に応じてリレーションシップの強度が変化し、ユーザ評価の傾向の変化に対してリレーションシップの強度が追従できるような学習方法が望ましい。これについては、複数のアルゴリズムを考案した上で、シミュレーション実験により評価していく予定である。

参考文献

- [1] 須田達也, 板生知子, 中村哲也, 松尾真人, “サービス開発のための適応型ネットワークアーキテクチャ”, 電子情報通信学会論文誌, vol. J84-B No. 3, pp.310-320, March, 2001.
- [2] Tomoko Itao, Tetsuya Nakamura, Masato Matsuo, Tatsuya Suda, Tomonori Aoyama, “The Model and Design of Cooperative Interaction for Service Composition”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2001) シンポジウム, pp.7-12, June, 2001.
- [3] 川西直, 板生知子, 森川博之, 青山友紀, “ピア・ツー・ピアネットワークにおけるオブジェクト間の類似性を利用した発見手法”, 電子情報通信学会総合大会, to appear, March, 2002.