

LM-2 機能モジュールの再帰的切り貼りによるサービス進化手法

Composition of Adaptable Services based on Patched Functional Components

大塚 卓哉[†]松尾 真人[†]須田 達也^{† ††}

Takuya Otsuka

Masato Matsuo

Tatsuya Suda

[†]NTT 未来ねっと 研究所^{††} University of California, Irvine

1 はじめに

我々は、ユーザの嗜好に適応したサービスを創発するためのシステム、Jack-in-the-Net(Ja-Net)[1]の検討を進めている。Ja-Netは、生物学的な手法を取り入れ、ネットワーク上を自律的に移動、複製するサービスコンポーネントであるCyber-Entity(CE)の自己組織化により、サービスを創発する事を目的としている。特に断りの無い限り、本稿におけるサービスとは、複数のサービスコンポーネントの連携により実現されるネットワークサービスを指す。Ja-Netでは、WSFL[2]のように事前に規定された処理手順に従い、サービスコンポーネントが協調してサービスを実現するモデルと異なり、CEは規定された処理手順を持たずに自律的に他のCEとインタラクションする事でサービスを実現する。CEは、他CEの有用性を示す指標であるリレーションシップを記録し、その強度値によりインタラクションするCEを決定する。ユーザは提供されたサービスに対する評価をフィードバックする事により、よいサービスを提供した一群のCE間のリレーションシップの強度値を増加させる。この操作の繰り返しにより一群のCE間のリレーションシップの強度値が閾値を超えると、これらのCEはグループを形成(組織化手法)しユーザの嗜好に適応したサービスが創発される。

2 サービスの進化手法

自然界は単純な機能を発現する遺伝子を「切り貼り」して流用し、短時間で高度に環境に適応した生物種を発生させている可能性が、生物の進化メカニズムの研究[3]において示されている。本稿では、この生物の進化手法を取り入れ、Ja-Netにおいて、より複雑でユーザ評価の高いサービスを効率的に生成する手法(サービス進化手法)を提案する。前述の組織化手法に加えて、提案するサービス進化手法を実行することで、Ja-Netのユーザ嗜好への適応力を向上させる事ができる。本章では進化手法の詳細を述べ、3章でその評価を行う。

2.1 サービスコンポーネントのサービス記述

CEはモバイルエージェントとして実装されており、実行環境間を自律的に移動する。そして、CE間の自律的なインタラクションを可能にする為、各CEは自身の持つサービスが他のCEから起動される為に必要なメッセージ型等のインターフェース情報(入力情報型)と、サービスの結果得られる出力の型(出力情報型)を、サービス記述

[4]として保持し、それを近傍の他CEに広告する。ユーザのリクエストを受けたCEは、自身の出力情報型を入力情報型として受け付けるCEを起動する。起動されたCEは同様に次のCEを起動する、或は、ユーザへ出力結果を提供する。グループはこのようなCEのインタラクションの連続であるので、自然な拡張の結果、グループも入力情報型と出力情報型からなるサービス記述を持つ事ができる。

2.2 グループの流用によるサービス進化手法

提案するサービス進化手法では、組織化手法により創発されたグループを機能モジュールと見なし、グループを「切り貼り」することでユーザ評価の高い複雑なグループを短時間で生成する。グループの「切り貼り」は、前節のグループの入出力情報型に基づいて行われるので、極めて単純に実現できる。具体的には以下を実行する。

(1) グループの合体 (Fusion)

実行環境は、自身の上に存在しているグループのサービス記述(入力情報型と出力情報型)を基に任意の2つのグループが合体可能であるか否かを検証する。合体可能である場合、1つのグループの終端のCEともう一方のグループの先頭のCEの間にリレーションシップを張り、新たにグループを生成する事で新規サービスを発生させる。合体の結果生成されたグループは必ずしも元のグループより高い評価を獲得できるとは限らない。

(2) グループのサービスコンポーネントの交換 (Swap)

実行環境は、グループを構成するCEを任意に1つ選択し、近傍に存在している他のCEと交換する。ただし交換後に生成されるグループがサービスとして起動可能であるように、CEのサービス記述を基に交換されるCEを選択する。交換の結果生成されたグループは必ずしも元のグループより高い評価を獲得できるとは限らない。

(3) グループの破棄 (Destruction)

Ja-Netではユーザから良い評価を獲得するグループ(ひいてはそれを構成するCE)はエネルギーを獲得し複製を生成し増加する。実行環境は存在しているCE数を制御する為にグループを任意に選択し破壊する。高いユーザ評価を獲得できるグループも破壊され得る。

3 提案手法の評価

3.1 シミュレーションモデル

サービス進化手法の評価を行うためにシミュレーションを行った。以下にモデルを説明する。

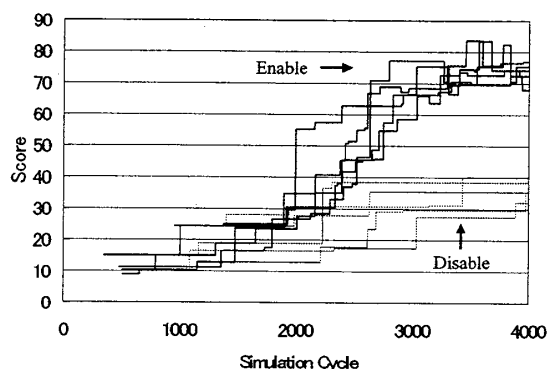


図 1: グループの適応度

● CE のインタラクション

$N \times N$ の格子状に配置された実行環境を隣接するもの同士接続し、CE とユーザをランダムに配置する。CE は近傍の実行環境上に存在する他の CE に自身のサービス記述を広告し、ユーザはサイクル毎にサービスの要求を近傍の実行環境上に存在する CE に出す。CE のサービス記述を Interaction Type(IT) として表現する。IT は k 種類 ($IT1 \sim ITk$) 存在するとし、各 CE は 1 種類の IT を持つ。IT 間のインタラクションの可否を IT 間の有向グラフとしてシミュレーション開始時に規定する事で、各 CE がどの CE から起動されどの CE を起動できるかが規定される。ユーザのリクエストを受信した CE、及び、他の CE から起動された CE は、自身が持つリレーションシップの強度値に比例した確率で他の CE を 1 つ選択し起動する。これにより CE が連鎖的に起動される。CE が他の CE を起動せずにユーザにサービスを提供する事を選択すると、それまで起動された CE の連鎖をサービスとして評価処理する。

● ユーザ評価

サービスに対するユーザ評価は、起動された一連の CE の、IT の順列表現 (IT-chain, ex. $IT1 - IT2 - IT3$) に対して一意に与えられる。発生し得る全ての IT-chain のパターンについて、ユーザ評価値をシミュレーション開始時にランダムに規定する。これはサービスを構成する CE が入れ替わって生成されるサービスが、元のサービスと比較して高いユーザ評価を受けるか否かランダムである事を反映している。起動された一連の CE 間のリレーションシップの強度値を、IT-chain に対するユーザ評価値に比例した値だけ単純加算し、CE 間のリレーションシップの強度値を増加して行く。起動された全ての CE 間のリレーションシップの強度値が閾値を超えるとこれらの CE は複製しグループを形成する。

● 進化手法の動作

実行環境は近傍に存在しているグループ数に比例した回数だけ、所定の周期で 2.2 章で述べた操作を実行する。

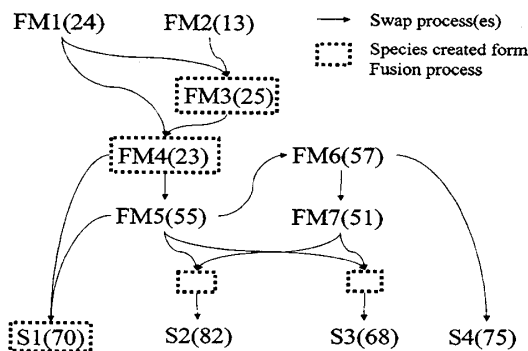


図 2: グループ種の変遷過程

3.2 シミュレーション結果

シミュレーションの実行結果を図 1 に示す。便宜的に $N = 10, k = 10$ とした。図の縦軸はユーザのサービスに対する評価値で、各シミュレーションサイクルにおいて存在するグループの中で、最も高い評価を獲得したものの評価値をプロットしている。比較の為、サービス進化手法を無効にした場合も合わせてプロットする。それぞれシミュレーションを 5 回実行した結果を示す。サービス進化手法の有効時は無効時に比べ速やかに高い評価値を獲得するグループが現れるのが確認できる。

またグループ種 (同じ IT-chain で表現されるグループは同じ種と見なす) の生成過程の一例を図 2 示す。図中の S1~S4, FM1~FM7 はグループ種名で、横の () 内の値はその評価値である。生成されたグループ種のうち、評価値の最も高い上位 4 つのグループ種 (S1~S4) について生成過程を追った。いずれのグループ種も、初期に発生したある程度評価値の高い FM1 から FM7 のグループを元に生成されている事が確認される。

4 まとめ

本稿では、サービス創発システム Ja-Net の組織化手法に加えて、グループを機能単位と見なし、「切り貼り」を繰り返す事で高いユーザ評価のサービスを短時間で生成するサービス進化手法を提案し、シミュレーションにより有効性を確認した。今後は本手法の適用範囲等、より詳細な特性を検証する。

参考文献

- [1] T.Itao, T.Nakamura, M.Matsuo, T.Suda, and T.Aoyama, "Service Emergence based on Relationship among Self-Organizing Entities," Proc. of the IEEE SAINT2002(2002)
- [2] WSFL www-4.ibm.com/software/solutions/web-services/pdf/WSFL.pdf
- [3] T.Ikegami, K.Kaneko, "Genetic Fusion" Physical review letters Vol.65,Num.26,3352(1990)
- [4] K.Fujii, M.Imada, M.Matsuo, T.Suda "Ja-Net におけるサービス記述方式" 情報処理学会第 64 回全国大会,1J-04(2002)