

単純なWebベースエージェント集団の振る舞い

BEHAVIOR OF SIMPLE WEB BASED AGENTS GROUP

早勢欣和

Yoshikazu Hayase

富山高等専門学校 電子情報工学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合 1-2, hayase@nc-toyama.ac.jp)

This paper describes about PSE that is constructed using cooperation of simple Web based agents group which process on one or more servers for users to concentrate on a problem solving. A behavior of one simple Web based agent is predictable about, because a simple Web based agent carries out only simple processing respectively. However, behaviors by cooperation of two simple Web based agents become less simple. Furthermore, behaviors by cooperation of some simple Web based agents are complicated. This paper considers behavior of simple Web based agents group seen when some simple problems were solved.

Key Words : web-based PSE, distributed processing, agent

1. はじめに

アプリケーション間の連携処理を行うことで問題を解決するといった環境は、ネットワークに接続されている複数のWebサーバを用いることで比較的安易に構築することができる。しかし、Webサーバの多くは、単一の処理のみではなく並行して様々な処理が行われているのでCPUやNICの負荷状況は常に変化している。このため、Webサーバの処理応答時間にばらつきが生じてしまう。また、インターネットの通信品質は必ずしも安定していないのが現状であり、たとえLAN環境であっても、時間帯によって接続ノード数が増えるなど、トラフィックが変動する要因は多い^{1,2)}。このようにWebサーバによる連携システムは通信の不確定性を内包するので、高精度や高速度が要求される数値計算などで利用するには技術的な対策を行うことが必要だと考えられる。

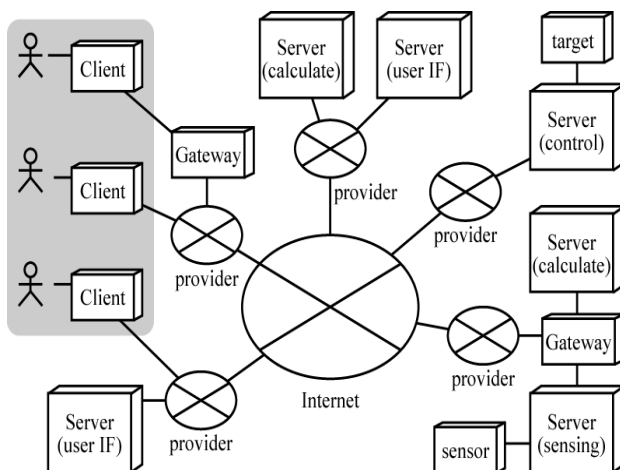


図 1 インターネットにおける連携処理環境例

ところが、この環境に対して技術的な改善をすることなくそのままに、単純な処理のみを行うWebベースエージェントを配置すると、システム環境の不確定性から明白であると考えられるが、各エージェントの振舞いは複雑になる。これまで、この複雑な振舞いを示すことをシステムの特徴とする分散Webサーバ連携によるPSEを提案し、その適用事例について報告してきた^{3, 4)}。今回は、これまでより多数のエージェントによる集団としての振舞いについて検討を行う。

2. 単純なWebベースエージェント連携PSE環境

2.1. ネットワーク構成

単純なWebベースエージェント集団の振舞いを検証するために、図2のように学内LANに接続された演習室内のPC50台を用いてシステムを構築した。

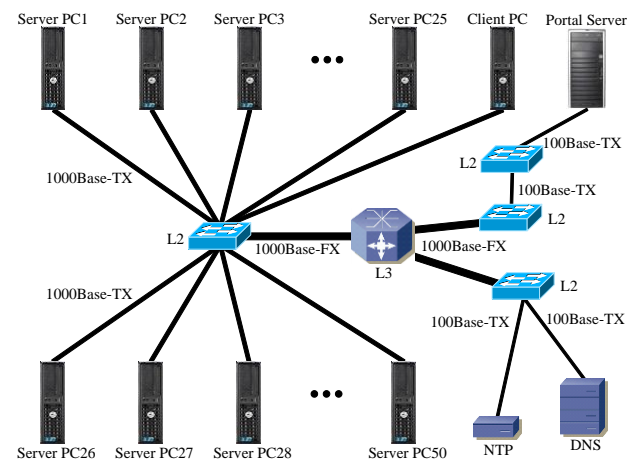


図 2 分散 Web サーバ連携システム構成概念図

2.2. 分散 Web サーバ連携システムスペック

各コンピュータのスペックを以下に示す.

【Server PC 1-50】

- Hardware
 - CPU: Intel® Core™ 2 Duo E8400 3.00GHz
 - Memory: 4GB
 - NIC: 1000Base-TX
- Software
 - OS: Ubuntu 11.04 (2.6.38-10-server x86_64)
 - Web: Apache/2.2.17 (Ubuntu)
 - PHP: 5.3.5-1ubuntu7.2
 - Pear: HTTP_Request

【Client PC】

- Hardware
 - CPU: Intel® Core™ 2 Duo E8400 3.00GHz
 - Memory: 4GB
 - NIC: 1000Base-TX
- Software
 - OS: Windows 7 (32BIT)
 - Web: Internet Explorer8

【Portal Server】

- Hardware
 - CPU: AMD Athlon™ 64 3500+ 2.2GHz
 - Memory 8GB
 - NIC: 1000Base-TX
- Software
 - OS: Ubuntu 10.04.1 (2.6.32-33-server x86_64)
 - Web: Apache/2.2.14 (Ubuntu)
 - PHP: 5.3.2-1ubuntu4.9
 - Pear: HTTP_Request

学内LANの基幹はGigabitで構成され、ServerおよびClientの各PCが設置されている演習室もGigabitで構成されている。学内LANには多数のコンピュータ・ネットワーク機器が接続されている。

2.3. サーバ間応答距離の不確定性

単純な複数のエージェントによる連携処理で用いるWebサーバ間の応答距離をTCP httpポートへpingをかけた際の応答時間(RTT: Round Trip Time)の値とする。理想的なコンピュータ・ネットワーク環境であれば、スペックに応じた一定の応答距離が測定されると考えられる。しかし実際には分散Webサーバ間の応答距離は一定ではなく、いろいろな要因によって、かなりのバラツキが生じてしまう。ときには極端に応答が悪くなることもあり、コンピュータ・ネットワークの利用状況によってはタイムアウトになってしまうこともある⁵⁾。

3. 不確定性を示す分散Webサーバ連携PSE

3.1. 分散 Web サーバへの単純なエージェント配置

単純な戦略に基づいて値を決定し-1または1のいずれかの値を保持するといったエージェントについて考える。同一の戦略を用いる2つのエージェントを用意し、他のエージェントと同じ値となる(non zero sum), あるいは異なる値となる(zero sum)ことを目的とした場合の振舞いについて検討する。任意の時刻における各エージェントの値を $A_0(t), A_1(t)$ で表すとすると, zero sumでの戦略は $A_0(t') = -A_1(t), A_1(t') = -A_0(t)$ となるが, 各エージェントの初期値が $A_0(t_0) = A_1(t_0)$ と等しいとき, 計算をいくら繰り返しても目的を達成することができない。しかし, このエージェントを2台のWebサーバにそれぞれ1つずつ配置した場合は, サーバ間応答距離のわずかな変化が処理の順番に影響することで目的を達成することができる。

3.2. 応用としての4彩色問題解決への適用

4彩色問題は, マップの各領域を隣接する箇所で色が重ならないよう塗り分ける問題である。この解法として, 例えば分枝限定解法やニューラルネットワークを用いたものが提案されている^{6,7)}が, 単純なWebベースエージェント連携による問題解決環境を用いることでも図4のようなマップに対しても解を得ることができる^{8,9)}。

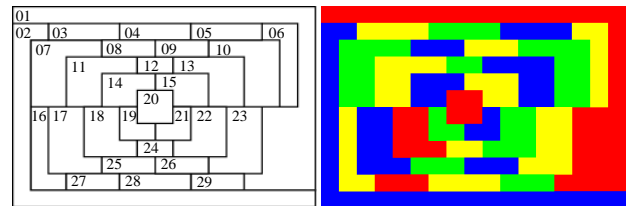


図 3 4彩色問題のマップとその解の例

今回は, 図5のように振舞うPHPで記述されたエージェントプログラムをマップの領域毎に各分散Webサーバ(Server PC1~Server PC29)に配置した。各エージェントはそれぞれ独立して機能し, 非同期で連携しあって処理を行う。隣接領域で全色が使用されている場合は色の選択候補が無いことになるが, 例えば色表をもとに現在の色の次のものとするなどの戦略を組み込む。

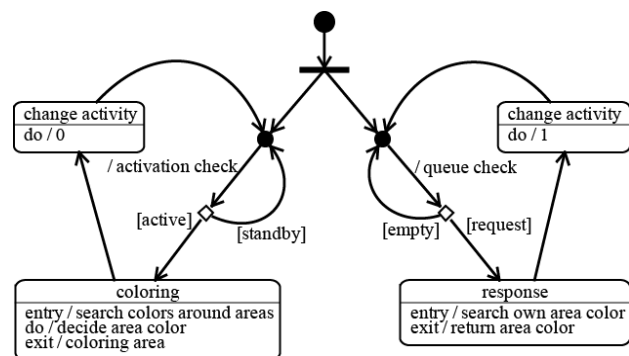


図 4 4彩色問題のために用いたエージェント仕様

4. Webベースエージェントの振舞い

4.1. データ非保存問題における動作事例

複数の単純なWebベースエージェント集団の連携処理における振舞いを検討するために、エージェントを64個、256個、1,024個、4,096個のそれぞれについて動作試験を行った。各エージェントは隣接する小領域の色情報を集め、最も多くの領域を占めている色に自身の値を変更するといった単純な処理を行う。なおドメインにおけるデータの保存は行わない。なお今回は常に活性化した状態として連携処理を行わせ続けた。

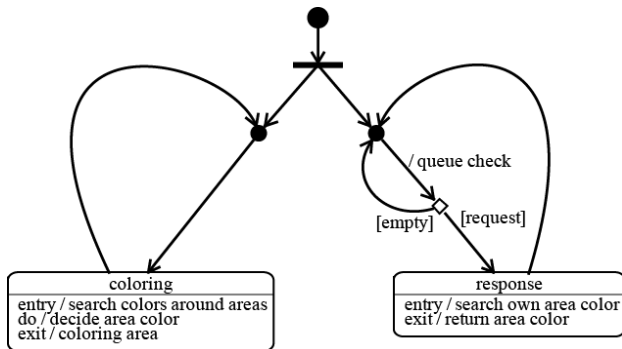


図 5 振舞い検証試験のためのエージェント仕様

小領域毎にエージェントを配置するが、このときの初期値は乱数を用いて無作為に設定した。

$$A_i(0).color = rand() \% 4 \quad (1)$$

この初期状態から各エージェントをほぼ一斉に活動させ収束した状態の結果を確認した。

$$A_i(step + 1).color = \max(colorAround(A_i(step))) \quad (2)$$

64個のエージェント集団の振舞い検証の試行におけるうち8回のものについて図6に示す(8×8の小領域)。左側部は試行における1step, 6step...と5step毎の領域の変化、右端のものは収束状態である。

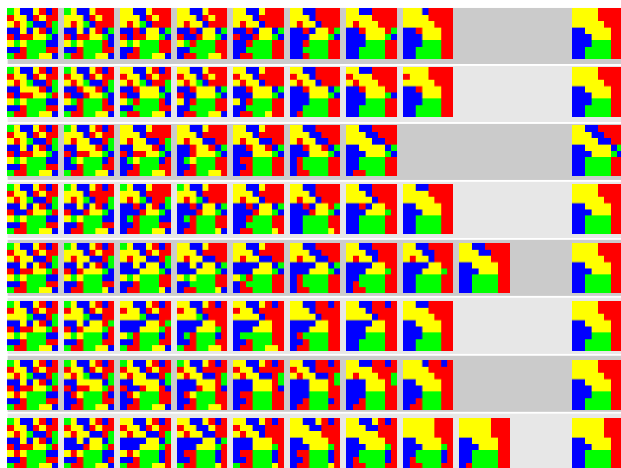


図 6 振舞い検証試験結果の一例

次に、Webベースエージェントを配置し、非同期の連携処理を行った場合の振舞いについて、4彩色問題に適用した際の事例を確認する。この問題でもエージェントを領域ごとに配置したが、初期値は全て同じ色からはじめ、隣接する領域にあるものとの連携処理を行わせた。このときのエージェントデータ構造を図7に示す。色情報に加え隣接領域エージェント名、色決定処理で選択できるものがない場合に用いる<strategy />などの情報が含まれる。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<four-color>
  <agent>
    <name>01</name>
    <server>hadjet.toyama-cmt.ac.jp</server>
    <color>0</color>
    <link>02</link>
    <link>03</link>
    <link>04</link>
    <link>05</link>
    <link>06</link>
    <link>10</link>
    <link>23</link>
    <link>29</link>
    <strategy>($color + 1) % 4</strategy>
    <activity>1</activity>
  </agent>
</four-color>
```

図 7 エージェントデータ構造

各エージェントの<activity />の値が1のとき活性化していることを表す。このとき先ず担当領域の色を決定するための処理を行い、次に<activity />の値を0として停止する。なおエージェントの活性化は他のエージェントからの色情報収集のアクションで行われる。図4の例題で用いた29個の各エージェントの<value />の値の時系列変化を図8に示す。いずれかのエージェントが変化するときを1stepとした5,000stepまでをプロットした。この試行の際には各エージェントは色変更の際の決定のための<strategy />において疑似乱数を用いるといったことをしていないが、変化の過程は不規則なものとなっている。

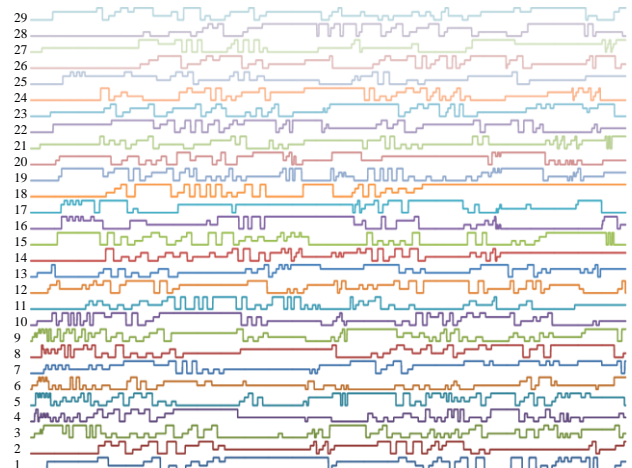


図 8 4彩色問題における各エージェントの変化

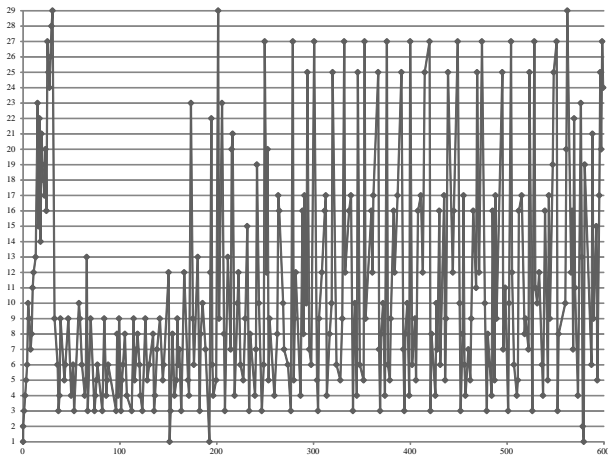


図 9 4 彩色問題におけるエージェント活性化の変化

エージェントが活性化されていく変化を、開始から600秒までの時系列として図9に示す。分散Webシステムそのものに潜在する不確定性の影響もあるとは考えられるが単純処理を繰り返すだけの各エージェントの集団が非同期で互いに連携することによって振舞いが複雑なものになっていることから、活性化のパターンが画一化していないことが確認できる。

5. おわりに

分散Webサーバ環境に、単純なWebベースエージェント集団を配置して連携処理を行うように構築するだけといった問題解決環境を提案し検証を行っている。今回は、現時点で構築を行った50台のPCを用いた問題解決環境におけるエージェント集団の振舞いについて行った試行について報告した。今後、更にPCの台数を増やし、より規模の大きな環境でのエージェントの振舞いや問題点などについての検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 亀井陽一郎, 平沼賢次, 田伏正佳, 高橋伸弥, 河野通夫: インターネットを介した遠隔制御のための基礎実験(ネットワークサービス), 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.3, pp.838-841, 2004
- 2) 汐月哲夫: インターネットの遅延特性と双方向遠隔通信制御, システム制御情報学会誌, No.45, Vol.12, pp.695-702, 2001
- 3) 早勢欣和: 不確定な連携挙動を示す分散サーバ環境の4彩色問題への応用, 第11回問題解決環境ワークショップ論文集, pp.69-72, 2008
- 4) 早勢欣和: 4彩色問題のための単純なWebベースモジュール連携によるPSE, 計算工学会講演会論文集, 第15巻 第2号, pp. 1023-1026, 2010
- 5) 早勢欣和: 分散サーバ連携における不確定な挙動を考慮したユーザ支援に関する検討, 計算工学会講演会論文集, 第13巻 第2号, pp.979-982, 2008
- 6) 下田善隆, 田岡智志, 高藤大介, 渡邊敏正: グラフ彩色問題に対するPCクラスタ並列分枝限定解法の性能評価, 電子情報通信学会技術研究報告. COMP, コンピューテーション, Vol.104, No.642(20050121), pp.67-76, 2005
- 7) 山田祐司, 康敏: マキシマムニューロンニューラルネットワークによる4彩色問題アルゴリズム, 電子情報通信学会技術研究報告. NLP, 非線形問題, Vol.97, No.531(19980206), pp.59-66, 1998
- 8) 早勢欣和: 単純なWebベースエージェントの振る舞い, 第13回問題解決環境ワークショップ論文集, pp.31-34, 2010
- 9) 早勢欣和: 問題解決環境としてのシンプルなWebベースモジュールによるエージェント連携, 計算工学会講演会論文集, 第16巻, 2011/5