

Register,Un-register 二つのエージェント間でメッセージ通信が可能となるためには、それらエージェントが予め互いのアドレスを知っている必要がある。Register は、自分のアドレスを他のエージェントに報せ、Un-Register は Register による登録を抹消する。

Advertise,Un-advertise 各エージェントは、他のエージェントから要求を受けることができるように、自分の扱える要求の名称を他のエージェントに Advertise する。Un-advertise は Advertise による作業をうち消す。

This-is-yours エージェントが要求の解釈に成功した場合、その要求は、この遂行文を用いてそのエージェントに渡される。

これを受け取ったエージェントは解釈方針に従い、要求を処理すべきエージェントを明らかにする。要求の解釈に成功した場合、要求は、そのエージェントに This-is-yours を用いて渡される。ただし、自分自身が処理できる場合には、要求の処理を自分で行う。

Is-this-yours? エージェントが要求を解釈することに失敗した場合、その要求は、この遂行文を用いて、処理できる可能性のある全てのエージェントに渡される。

It-is-mine,Not mine,Maybe mine Is-this-yours? に対する返答。

3 AAOSA を用いた Web 検索システムの構成

本システムでは、Web ページ毎に一つの AAOSA エージェントを割り当て、その AAOSA エージェント間で協調的に作業を行うことで、これまで集中的に行われてきた検索を分散して行い、また、各 Web ページに対する緻密な検索作業を可能とする。AAOSA エージェント間のリンクは担当している Web ページのリンクに倣う。従って AAOSA エージェントによる検索はユーザがリンクを辿るようにある Web ページを起点とした近傍で行われる。

AAOSA エージェントは対象とする Web ページのサーバ内に起動される。各サーバに分散した AAOSA エージェントはリンクを通じて協調しながらユーザからのクエリーを処理する。

ユーザは、ユーザインタフェースエージェント (UIA) を自分の端末で起動し、UIA を介して Web ページに割り当てられたエージェントにクエリーを与える。クエリーは自然言語で与えられる。

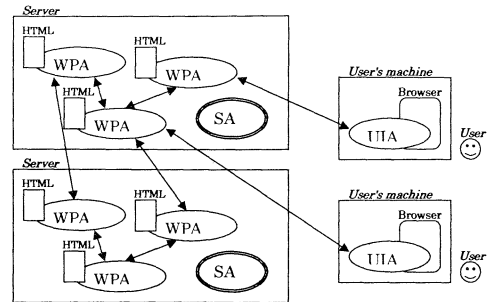


図 2: システムの構成

3.1 システムの構成

システムは、各 Web ページの存在するサーバ内に起動され各 Web ページを割り当てられた Web ページエージェント (WPA) と、ユーザの端末で必要な都度起動されるユーザインタフェースエージェント (UIA) から成る。また、サーバ単位での情報の整理を行うため、サーバ毎にサーバエージェント (SA) を置く。

このうち、WPA と SA はユーザからのクエリーを受け付けるため常時起動していなければならない。

システムの構成を図 2 に示す。

Web ページエージェント (WPA) Web ページを持つサーバ内で起動される。各 WPA は一つの Web ページに対応しており、そのページの情報をもとに初期化される。

検索は、はじめにユーザからのクエリーを受け取った WPA を起点として、そのリンクを放射状に辿ることによって行われる。各 WPA は渡されたユーザのクエリーと自分の保持している学習テーブルに存在するキーワードとの間でマッチングを取り、もしマッチした場合には、テーブルに記述されているエージェントにそのクエリーを渡す。そのエージェントが自身である場合には、自身の URL その他の情報を検索結果として返す。

また、WPA は Web ページの更新に対応するため、定期的に Web ページをチェックし、その内容に変更がある際には変更を自身に反映させる。

ユーザインタフェースエージェント (UIA) UIA はユーザに自然言語インタフェースを提供し、ユーザと SA の仲介を行うエージェントである。

ユーザはアプリケーション、またはアプレットの形でこのエージェントを取得し、自分のマシン内で起動する。

このエージェントの役割は、ユーザのクエリーを WPA に渡すこと、WPA からの検索結果をユーザに返すこと、競合が生じた場合、WPA からの質問をユーザに提示し、ユーザの教示を WPA に送り返すこと、の三つである。

アクセスする SA、WPA はユーザが URL で指定する必要がある。この URL には、ユーザによる直接指定の他、ユーザが現在ブラウザで閲覧している Web ページの URL などを考えている。

サーバエージェント (SA) SA は WPA が起動しているサーバ毎に一つ起動する。

SA は主として他のサーバと自サーバ内の WPA 間の通信の仲介を行う。例えば、SA1 の WPA12 から SA2 の WPA22 へメッセージが渡される場合、WPA12 → SA1 → SA2 → WPA22 となる。

この際、メッセージの最終的な宛先は送信元の WPA もしくは UIA によって指定され、SA が宛先を決めることはないが、無駄な通信量、作業量を減らすため、同種のメッセージが来た場合、SA がメッセージの送信を差し止めることがある。

3.2 検索

初期化 本システムでは、ユーザのクエリーを受け取る前に、サーバ側のエージェントが初期化されている必要がある。

検索の流れ ユーザは UIA を起動してクエリーを与える。検索の起点は、ユーザが与えても UIA が決めてもよい。UIA は受け取ったクエリーをその URL の WPA へ送信する。

SA が仲介者としてそのメッセージを受信し、自サーバ内のその URL を持つ WPA へ再送する。

WPA は、ユーザのクエリーを受け取ると、ユーザのクエリーと、自分の知っているキーワードとの間でマッチングを取る。そのクエリーが含むキーワードについて、解釈方針に何らかの記述があれば、それに従って処理を行う。

ここでの処理は 2 種類のうちのどちらかである。即ち、自分がそのクエリーに適した URL を持つ場合、自分の URL 及び他の情報を UIA に送る。自分のリンクしているエージェントがそのクエリーに適した URL を持つ場合、そのエージェントにクエリーをフォワードする。

もし、処理を行うエージェントを特定できない場合は、Is-this-yours? を用いて処理できる可能性のあるエージェントに質問を行う。メッセージを受け取ったエージェントはそれぞれ自分の解釈方針

に従って自分の処理できる問題か否かを判断し、It-is-mine または Not-Mine で返答する。

It-is-mine が一つのエージェントから返った場合や、エージェントはその特定できたエージェントへメッセージをフォワードし、処理をする権限を引き渡す。

3.3 競合の解決

Is-this-yours? の結果、複数のエージェントが It-is-mine と答えた場合、この競合を解決するために次の項目を考慮してどのエージェントが最も適しているのかを次の要素で判断する。

優先度 起点となる Web ページからのリンクのホップ数。

フォーカス 処理対象となるユーザのクエリー内で、キーワードがカバーできる範囲。

頻度 Web ページ内でのキーワードの頻度。

競合が解決できない場合、ユーザに競合する Web ページの情報を提示してユーザにそのうちの一つを選んでもらい、その結果を学習する。このときユーザに提示する情報、また、エージェントが検索結果として返す情報には URL、最初にキーワードが現れる文章、キーワードの含まれる頻度、が含まれる。

3.4 学習

WPA は、最終的にどの URL が検索結果として選ばれたのかを学習するのではなく、ユーザのクエリーを、隣接するどの WPA に渡したらよいかを学習する。

ただし、学習と Web ページ更新への対応はトレードオフの関係にあるため、更新への対応が損なわれないような形態の学習方法が望ましい。

4 既存の Web 検索システムとの比較

4.1 既存の Web 検索システム

既存の Web 検索システムはディレクトリ型サーチエンジン、ロボット型サーチエンジンの二つに大別される [6]。

ディレクトリ型サーチエンジン Web ページに対して階層構造を持った主題毎に分類を行い、分類毎にまとめてリンクのページを提供するものである (yahoo)。

リンク集は多くの場合、人手で登録されるため検索対象となる Web ページの数は少ないが、リンク集のキーワードと内容はよく対応付けされており、検索結果の適合率が高い。

ロボット型サーチエンジン ロボットと呼ばれるソフトウェアを用いて Web 上から自動的にページを収集、キーワードを抽出して索引を作成し、そのキーワードに対する検索を行う (Alta Vista、goo)。

対象となる文書数は多いが、作業が自動化されているため適切なキーワード抽出ができているとは限らず、検索結果に大量の不要な情報が含まれることが多い。情報の絞り込みを行うためには、ユーザ側がクエリーを工夫する必要がある。

4.2 比較

検索対象文書 既存のシステムでは Web 上の広範な範囲から収集されるが、本 Web 検索システムは、ある Web ページを中心とした近傍で検索を行う。

リンクを辿る利点は、範囲が制限されることにより、検索対象の文書の内容が暗示的に制限されることである。例えば A 社のホームページでパソコンを検索すれば、A 社の製品が検索されるだろうが、B 社では B 社の製品が検索される。また、リンクの近さと内容的な近さの相関関係を利用できる。

ただし、本システムでは、検索対象文書量と検索時間はトレードオフの関係にあるため、検索対象の Web ページ量と検索時間を共に向上させることはできない。

Web ページの更新 既存の Web システムにおける問題点の一つは、HTML ファイルの更新に十分に対応できない点である。本システムでは、WPA が定期的に Web ページをチェックするため、Web ページの更新への対応が容易である。また、Web ページの作成者やサーバの管理者がキーワードを整理することができる。

サーバの負荷 既存のシステムでは通常、一つの検索サーバがユーザ全ての検索を請け負うが、本システムでは、クエリーが異なる WPA に渡されるため、AAOSA サーバ間で負荷が分散される。このため、本システムでは、クエリーに対してより重い処理を行うことが可能になる。ただし、本システムでは、ユーザのクエリーが発された後、頻繁に WPA 間で通信が行われるため、Web 上の通信負荷が増加する。

ユーザインタラクション 検索の過程でユーザと会話をを行い、検索結果の絞り込みを行う。

学習機能 エージェントの学習機能を活かすことで、より効率のよい検索ができる。

5 システムの構築

ローカルサーバ内で AAOSA を用いた Web 検索システムの構築を行った。また、構築したシステムに質問を与え、評価を行った。対象とした Web ページは筆者の所属する研究室のホームページ (ファイル数 123) である。今回の実験では、対象となる Web ページ全てのキーワードを筆者が決めて、一つのファイルに記述し、それを各 WPA に読み込ませる形を採った。

その結果、対応するキーワードが存在し、情報が十分に与えられているものについては適切な検索が行えた。検索が適切に行えなかったものは、競合の解決方法、キーワードの同意語への展開などを行うことによって今後、扱えるようになるものと思われる。また、ユーザインタラクションの強化、学習機能の強化も必要である。

6 おわりに

本稿では、AAOSA を用いた Web 検索システムをローカルサーバ内で構築し、実験を行った結果について述べた。

参考文献

- [1] Tarek Helmy, Junko Hashimoto, Babak Hodjat, Tsunenori Mine, Makoto Amamiya, Distributed Cooperative Agents for Searching and Browsing of World Wide Web Resources, due for presentation in the Workshop on Multi-Agent and Cooperative Computation, 1998
- [2] B. Hodjat, C. J. Savoie, M. Amamiya, Adaptive Agent Oriented Software Architecture, due for presentation in the Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI 98), November 1998.
- [3] S. Franklin, A. Graesser, Is it an Agent or just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents, in: Proceedings of the Third International Workshop on Agents Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag, 1996.
- [4] P. R. Cohen, A. Cheyer, M. Wang, S. C. Baeg, OAA: An Open Agent Architecture, AAAI Spring Symposium, 1994.
- [5] Yannis Labrou and Tim Finin, A Proposal for a new KQML Specification, 1997.
- [6] 原田昌紀, サーチエンジン活用術, オーム社, 1997