

協調マルチメディア情報収集法

保木大典 片山幸治 仲川亜希 小西 修

高知大理学部情報科学科

780 高知県高知市曙町 2-5-1

{daisukeh, katayama, akinakag, konishi} @is.kochi-u.ac.jp

概要

インターネット情報源には、文字、画像、音声、ビデオなど種々のマルチメディア情報が提供されている。従来、情報収集エージェント（ロボット）では、テキスト情報が収集・提供されている。本論文では、情報収集エージェントにより、Webドキュメントの画像ファイルを収集し、それらを自動的に分類して管理し、画像データベースとして利用者に提供するシステムについて述べる。複数のエージェントが、ある計画のもとで協調しながら画像ファイルを収集する。このエージェントの協調のためにアクティブデータベースのECAルールが適用される。収集された画像データは、データベースシステムに貯えられ、自己組織化マップ処理により自動分類される。この一連の処理はアクティブデータベース上で行われる。

キーワード： 情報収集エージェント、ECAルール、自己組織化マップ、画像データベース

Cooperative Multimedia Information Gathering

Daisuke HOKI Koji KATAYAMA Aki NAKAGAWA Osamu KONISHI

Dept.of Information Science, Faculty of Science, Kochi University

2-5-1 Akebono-cho Kochi 780 Japan

{daisukeh, katayama, akinakag, konishi} @is.kochi-u.ac.jp

Abstract

Internet information resources provide multi-media information such as text, image, voice, video and so on. Traditionally, information gathering agents (called robots or crawler) have almost gathered text information . This paper show a system that gathers image data into Web documents and then manages automatically them, provides to endusers as image databases. Agents can achieve to gather image files through cooperating based on any plan. The agent cooperation can be realized by ECA rules. Gathered image data are first stored in a DBMS and then are clustered by means of a Self-Organizing Map algorithm. This sequential process is executed on the active database system.

Key words: Information Gathering Agent, ECA rules, Self-Organizing Map, Image Database

1 はじめに

インターネット情報源として、文字、画像、音声、ビデオなどの様々なマルチメディア情報が提供されている。この多様な情報の中からユーザ自身が自力でネットサーフィンを行ない目的とする情報を見つけだすのは困難になってきている。この場合ユーザの代わりとなって Web 上に存在する情報を検索してくれるものとして検索エンジンが存在する。この検索エンジンを利用すれば自分の目的とする情報を比較的簡単に検索することができる。しかし、現在では多数の検索エンジンが存在しているが、それらの検索エンジンの検索方式は文字情報によるものがほとんどである。これらの文字情報による検索方法では、ユーザからの情報の特徴による検索要求に応えるのは困難である。特に、画像などは、文字情報のみの検索では、特徴による検索結果は満足が行くものではないだろう。そこで、今回は情報を検索するシステムとして、協調しつつ情報を収集してくるエージェントによる検索エンジンと、画像の特徴を分類することが可能な自己組織化マップ (SOM)[1]を用いた画像管理システムとを組み合わせたシステムである、CIG-VIMS(Cooperative Information Gathering-Visual Information Management System)¹を構築した。同様の研究に、WebSeer[3]などがあるが、本研究の特徴として、エージェントの振る舞いを ECA ルールによって記述することにより、データベースとのよりよい結合が得られる点と、SOM を利用した画像の特徴検索が行なえる点が挙げられる。

以下、2章で CIG-VIMS のシステムモデルを説明する。3章で情報源からの協調情報収集法、4章で画像データの自動分類法について述べる。そして、5章で CIG-VIMS の実装について説明し、6章で評価と検討を行ない、今後の課題を述べる。

¹システムを、<http://zeus.is.koch-u.ac.jp/cig-vims.html> に公開

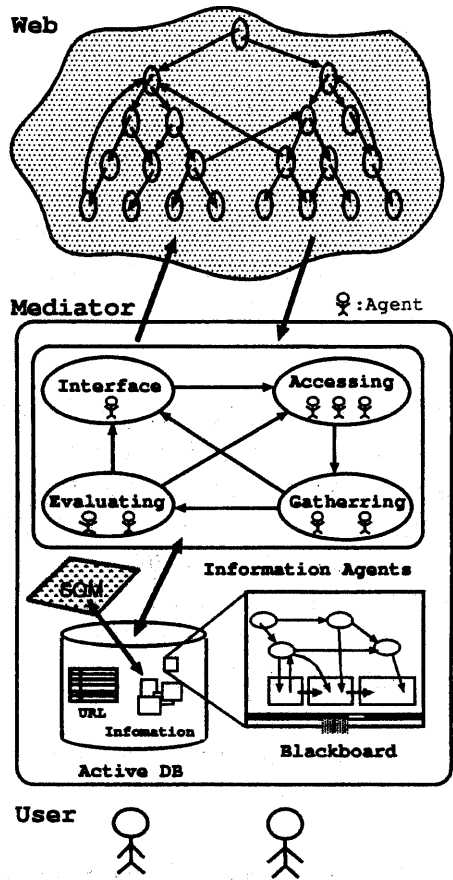


図 1: システム構成図

2 基本システム

2.1 システム構成

CIG-VIMS は次のような 2 つのコンポーネントからなる

1. 情報エージェント
2. アクティブ・データベース・システム

システム構成図を図 1 に示す。このシステムは我々が実現しようとしているアクティブ・メディアエーション・システム [5] の応用である。

2.2 情報エージェント

情報エージェントの目的は、ユーザの要求を受けて、Web(情報源)にアクセスし、最適な結果をユーザに返すという一連のプロセスである。情報エージェントは、以下の4つの自律性を有するエージェントから構成される。

1. 検索エージェント (Accessing Agent)
目的となる情報がネットワーク上のどこに存在するかを検索する。Web空間に存在する巨大なリソースから、所在と内容を自動的に検索してくる Web Robot である。
2. 収集エージェント (Gathering Agent)
目的となる情報の所在が確認されると、そのサーバにアクセスし、情報を収集し情報統合データベースに格納する。
3. 評価エージェント (Evaluating Agent)
収集してきた情報に対して SOM を利用して、分類および評価を行なう。この評価によって、再度検索要求を出す場合もある。
4. インターフェイスエージェント (Interface Agent)
ユーザからの要求を解析し、統合情報が格納された情報統合データベースに対して検索を行なう。このエージェントはユーザとの唯一の窓口であり、上記のエージェントは複数体存在するが、このエージェントは単体からなる。

2.3 情報統合データベース

各エージェントに共有されるデータベースで、ECA ルール機構 [2][4] をもつアクティブデータベースである。このアクティブデータベースはエージェントの振る舞いを監視する黒板 (Blackboard) とみなすことができる。この黒板にはエージェントの振る舞いが、ワークフロー図として提示され、各エージェントに閲覧される。

3 協調情報収集法

3.1 探索のアルゴリズム

複数の同じ能力を持つ検索エージェントが幅優先探索法により、URL とルートからの深さを黒板

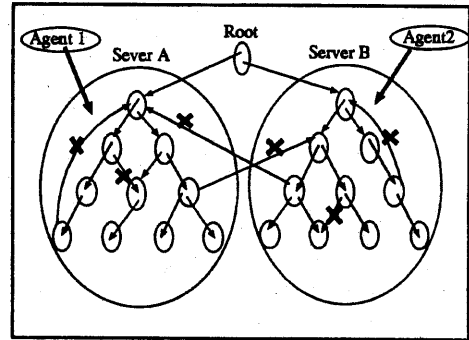


図 2: 役割分担による協調

に書き込んでいく。次々に検索を行なっていくエージェントはその黒板を見て、黒板に書き込まれている以外の URL を探しに行く。そしてはじめに設定しておいた深さまで辿り着くと検索エージェントは全てストップする。このような集め方もするが、次の図 2 のような集め方もすることが出来る。Server A および B に対して、エージェントがグループで作業を行ない完全に分担している様子を表している。絵画の情報がたくさん存在するような Server A, B が見つかったならば、他のサーバまで探しに行かなくても、グループで分担してその場所について集中的に集めれば効率がよい。この A と B を見つけるのが問題となるが、そのためのために評価エージェントという専門家が存在する。

この検索エージェントはロボットのアクセス・ルールを記述した robot プログラムが置かれているかどうか検索し、そのアクセスルールを取得・解析し、必ずそのルールに従う。

3.2 ECA ルールによる協調制御法式

この情報エージェントはそれぞれのプロセスにおける専門家であるタスクの集まりと、各タスクを構成するエージェントのグループからなる。それぞれのエージェントはすべてのエージェントと知識を共有しながら協調して実行を行なう。図のこのような環境では、エージェントの行動に関して、(1) データの一貫性に影響を与えるような事態が生じた場合にエージェントに通知する告知機構や、(2) 互いに密接に情報交換を行なう必要がある

エージェントグループを扱うグループ機構が必要である。これらのエージェントを管理するためにエージェントの振る舞い(状態)を監視し、エージェント協調についてECAルールを適用させる。そして、このECAルールが巨大なリソースとつながりをもつネットワークアプリケーションにおいて適用していることを示す。

ここでECAルールとは、あるイベント(E)が起こったときに、条件(C)が評価され、もしこの条件が真と評価されるならば、ある実行(Action)が実行される。というセマンティクスである。次の例は、2つの検索エージェントが動くための条件の一例である。なお、一貫性制約を実施する実行記述表のデータ構造は次のように定義する。

```
OPERATION[task,operation,time,state,version]
AGENT [task,operation,agent,time,state]
VERSION [version_id,operation,time,data]
```

```
TASK_SA : 検索タスク
Sagent : 検索エージェント
```

```
Event : start
Condition : AGENT[TASK_SA,OPERATION,
AGENT(S_agent1,S_agent2)]
AND NOT OPERATION [TASK_SA,
OPERATION,
STATE ( finished )]
Action : insert : AGENT[TASK_SA,OPERATION,
AGENT(S_agent1,S_agent2),
TIME(now),
STATE(start)]
```

```
Event : abort
Condition : AGENT[TASK_SA,OPERATION,
AGENT(S_agent1)]
AND OPERATION [TASK_SA,
OPERATION,
STATE ( executing )]
Action : update : AGENT[TASK_SA,OPERATION,
AGENT(S_agent1),
STATE ( finish )]
```

この例では、一方のエージェントはネットワーク上の何らかの理由でアポートされ、停止し、行動待ち状態になる。このように記述すると、タスクが達成されなくてもデータベースの一貫性に影響を与えることがない。このようにECAルールで振る舞いを記述することで、エージェント指向のデータベースを構築できる。

次の例は、検索エージェントと収集エージェントの協調を記述したものである。

```
TASK_GA : 検索タスク
G_agent : 検索エージェント
```

```
Event : AGENT[TASK_SA,OPERATION,
AGENT(S_agent)
STATE ( finish )]
Condition : AGENT[TASK_GA,OPERATION,
AGENT(G_agent)
STATE ( finish )]
Action : insert : AGENT[TASK_GA,OPERATION,
AGENT(G_agent),
TIME(now),
STATE(start)]
```

収集エージェントは、検索エージェントが終了したときのみ、指示されたデータを収集しに行く。

4 収集情報分類と管理

さて、収集してきた情報を有効に分類・管理しなくては、収集してくる価値を失ってしまう。すなわち、収集してきた情報を、いかにユーザが要求しているものに対して、必要なものを提供できるのか?と言うことが、非常に重要である。今、その収集してくる対象を画像に限定すると、その難解さが、現われてくる。すなわち、画像そのものの特徴をどう提示したらよいのか?という問題である。この問題について、数々の研究が行なわれているが、今回は、自己組織化マップを用いてこの問題を解決することにした。

T.kohonenによって、提唱された自己組織化マップ(SOM)[1]は、与えられた信号間の自然なパターン認識を行なう。そして、そのパターン間の特徴の関係を、距離の関係に変換する。すなわち、画像間の類似度を、距離として表すことができるのである。

こうして得られた各画像間の類似度の距離を用いて、画像の分類を行なうことが可能となる。この類似度距離を用いて、カテゴリを作り、画像を格納しておけば、ユーザ側は、カテゴリ別に提示された画像の中から、自分が必要としている特徴を持つ画像を選べば、その画像に対して、特徴の類似度が高い画像が提示されるようになる。このようにして、SOMを利用すれば画像の特徴を抽出し、その特徴により分類が可能になる。

実際のシステム上でのアルゴリズムは次のように表せる。

1. 収集してきた情報をデータベースに格納する。
2. 格納された情報を SOM に与え分類する。

3. 分類された情報にカテゴリー情報を付加し、データベースに再格納する。

また、各カテゴリーの特徴を文字情報で表示することも考えられる。画像の特徴を文字情報で表し、それによる検索も可能であれば、よりよい検索エンジンとなるだろうが、本システムでは、このような文字情報をカテゴリー・画像情報に付加しないものとする。このような文字情報からの特徴抽出を行ないそれによって分類する研究 [6] も行なわれているが、今回はこの点について、これ以上追及しない。

また、SOMにより分類された画像データは、データベース上に、カテゴリー情報と共に格納されることになるが、本システムのように、自動的に画像情報を集めてくるシステムでは、画像情報を集めるだけでなく、削除することも考えなくてはならない。そこで、考えられるのは、構築された画像データベース上において、ユーザの要求度の高い画像情報もあれば低い画像情報もあるという点に注目することである。この点に注目して、本システムでは検索回数も考慮した画像情報の管理を行なうことにする。先に述べたように、画像情報はその特徴別にカテゴリーに分類されるが、分類した後、他のカテゴリーに比べ、分類された画像情報が少ないカテゴリーや、画像情報が全く格納されていないカテゴリーなども考えられる。このようなカテゴリーがあるのでは、ユーザに提示できる特徴が減少し、その有効性を搾取することになる。そこで、評価エージェントに定期的に各カテゴリー内の画像情報をチェックさせ、その検索状況、分類状況を確認させる。その結果により、検索要求の多い画像が含まれるカテゴリーに分類される画像や、画像が格納されていないカテゴリーに分類される画像などを、新たに収集してくるよう、エージェントに指令を出したり、検索要求の少ないカテゴリー内で、特に検索回数が少ない画像を消去する、といったアクティブな管理を実現する。

また、総画像情報件数がある一定の数を越える度に、SOMの再学習を行ない、その結果によりカテゴリーの再分類、そして格納されている画像を再分類する。これにより、より多くのパターンを自然に分類できる SOM が作られる。

このように、分類・管理を行えばユーザ側に

対して、より有効な画像情報を協調的に収集し提示できるシステムが構築できる。

5 システムインプリメンテーション

今回実装したシステムであるが、そのデータベースに Postgres95、エージェントは Java 言語で実装。エージェントのデータベースの連携は JDBC を使い、インターフェース部に CGI を利用し、主に Perl を用いた。画像の処理であるが、実際上 3×3 にカテゴリー分けをして、SOM を使いパターン認識させ、各画像を類似度距離により各カテゴリーに分類させる。すなわち、SOM の特性により、近いカテゴリーには、類似度の高い画像情報が格納されている。そして、各カテゴリー中のもっとも検索要求の高い画像をピックアップして、提示するようにする (図 3)。ユーザが、提示された画像の中から、必要としている画像の特徴を持つものを選択すると、その画像と、特徴が似かよったものを、さらに提示する (図 4)。この類似画像をデータベース上では、マテリアライズド・ビューを用いて、ビュー作成している。こうすることにより、より高速な提示が行なえる [7]。その中で、ユーザが必要な画像を選択すると、元々の画像が得られる (図 5)。このようにして、ユーザは画像の特徴から求める情報を検索することができ

6 あとがき

今回構築された CIG-VIMS により、Web 上のマルチメディア情報をユーザが利用しやすいように収集してくるシステムの 1 例が示された。このシステムの特長として、ECA ルールの利用により、エージェントの振る舞いを協調させ、かつ、データベースに適応させるのに有効であることを示し、また、画像の分類・管理に SOM や ECA ルールによるマテリアライズド・ビュー機構などを取り入れることによって、より視覚的にユーザが特徴を利用した画像の検索が可能となることも示された。

これらの特徴を持った本システムは、いわば、専門エージェントと言えるだろう。ユーザが望む情

報を収集してくれ、かつ、ユーザが欲しい形に整えて、データベースに格納してくれ、いつでも使える状態にしてくれるのであるから。

このような考察から、本稿で述べられたシステムは、Web上のアプリケーションとして非常に有益であることが示された。

今後の課題として、エージェントの分散環境における協調や、今回の画像検索を発展させた、動画の検索などが考えられる。

参考文献

- [1] T.Kohonen , " Self-Organizing Maps " , Springer-Verlag , ISBN 3-540-58600-8
- [2] Jennifer Widom , Stefano Ceri , " ACTIVE DATABASE SYSTEM " , Morgan Kaufmann Publishers,Inc. , ISBN 1-55860-304-2
- [3] Charles Frankel , Michael J.Swain , and Vassilis Athitsos , " WebSeer : An Image Search Engine for the World Wide Web " , The University of Chicago Computer Science Department , Technical Report 96-14 , Aug 1 , 1996.
- [4] ACT-NET consortium , " The Active Database Management System Manifesto : A Rulebase of ADBMS Features " , SIGMOD Record , Vol.25 , No.3 , pp.40-49 , Sep 1996.
- [5] 小西 修 , " 異種情報源の統合のためのアクティブ・メデイエーション・システム-Hi-AMS : High Intelligent - Active Mediation System- " , Mem.Fac.Sci.Kochi.Univ(Inform.Sci) , 17 , March 1997.
- [6] 仲川亜希 , 小西 修 , " 情報検索のための自己組織化アプローチ " , データベースシステム , 110-6 , pp.39-46 , Oct 24 , 1996.
- [7] 保木大典 , 小西 修 , " Web 連携データベースにおけるマテリアライズド・ビュー機構 " Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. (Inform. Sci.) , 18 , pp.57-66 , 1997.
- [8] 服部文夫 , " ネットワークエージェントによる情報収集と流通 " , 情報処理 38号 1号 1997.
- [9] 松浦春選 , 小西 修 , " システムとその利用者の協調の発達型仲介型モデル " , 電子情報通信学会.96-7996-05
- [10] 青木繁之 , " ネットワークプログラミング言語 Java による情報エージェント開発 " , 平成 8 年度卒業研究.

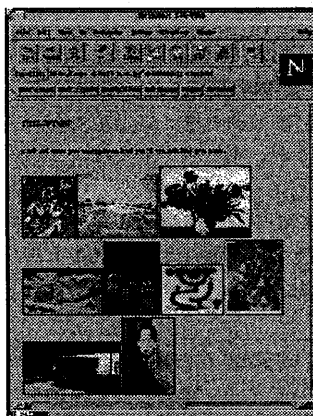


図 3: CIG-VIMS のホームページ

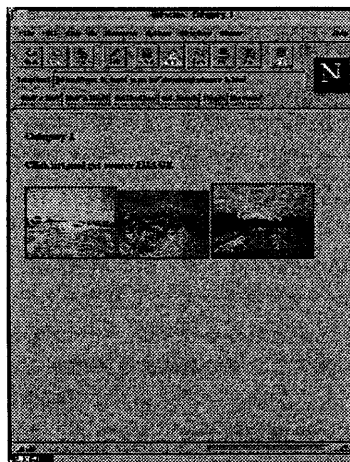


図 4: あるカテゴリーの類似画像群



図 5: ある元画像