

# Web におけるコミュニティの発見

## (Web におけるコミュニティの発見)

村田 剛志  
国立情報学研究所 助教授

### 要旨

本研究「Web におけるコミュニティの発見」においては、膨大な Web 情報を有効活用するために、Web におけるコミュニティを発見するシステムの構築を目標とした。興味を共有する Web ページ集合(Web コミュニティ)の発見と、同じ興味を持つユーザ集合(ユーザコミュニティ)の発見、さらに両コミュニティ間の相互作用の解明の 3 つについて、手法の考案および実装を行なった。ハイパーリンクやページ閲覧によって構成されるグラフ構造に注目することによって、両コミュニティを発見することができた。両者の相互作用の解明については非常に大きな研究テーマであるが、視覚化システムを通じて今後の解明に向けた糸口を見出すことができたと考える。Web は人間社会における情報ニーズの鏡であり、Web におけるコミュニティに関する知見は、人間の知を扱う学問分野に示唆を与えるものである。またグラフ構造に注目した知識発見手法は、Web に限らず自然科学の様々な分野に適用が期待されるものであり、このような方向性の研究の必要性が明らかになったと言える。

### I. 研究のねらい

世界の Web ページの総数は 2004 年 10 月現在、およそ 42 億ページと推定されており、日々増加し続けている。この膨大な Web 情報を有効活用するための研究は情報化社会における急務である。Web からの知識発見(Web Mining)の研究は大きく分けて、

- ① Web content mining (Web ページ上の文書コンテンツの検索)
- ② Web structure mining(ハイパーリンクのグラフ構造の分析)
- ③ Web usage mining(ユーザの閲覧で生じるログデータ等の分析)

の 3 つに分類できる。①や③のアプローチは従来からのデータベースや情報検索技術を用いた研究が盛んに行なわれているのに対し、②のアプローチは比較的新しいものである。②の Web structure mining の代表的な研究としては、HITS アルゴリズム[Kleinberg 99]や、trawling[Kumar 99]、PageRank アルゴリズム[Page 98]などがあり、特定のトピックに関する有用なページを見出したり、

ページの重要度のランキングを行なったりするものである。Web におけるハイパーリンクの構造については、巨視的には蝶ネクタイ構造であるとの主張が Broder らによってなされており、また微視的には関連ページ集合が 2 部グラフを構成することが Kumar らによって指摘されている。しかし、両者の間の中間的な構造については解明されておらず、そのモデル化を行なうことは極めて新奇性のある研究テーマである。ハイパーリンクによるグラフ構造を明らかにすることの意義として、Broder らは以下の 5 つをあげている[Broder 00]。

- ① ロボットが Web ページを収集する際の戦略決定
- ② Web コンテンツ生成における社会学の理解
- ③ リンク情報を用いる Web アルゴリズムの振舞いの分析
- ④ Web 構造の発展の予測とそれを発見するアルゴリズムの開発
- ⑤ Web グラフでの重要な新現象の出現の予測

Web structure mining の研究は、①や③のような工学的な意味においても、また②や⑤のような社会学的な意味においても重要なものであると考えられる。本研究提案者はハイパーリンクのグラフ構造に基づいて、興味を共有する Web ページ集合である Web コミュニティを発見および視覚化するシステムを構築しており、本研究課題ではその成果をさらに発展させる形で、以下の三つの研究項目について取り組む。

### Web コミュニティのモデル化

Web コミュニティに対応するハイパーリンクのグラフ構造をモデル化し、Web コミュニティの動的変化の検出や、複数コミュニティ間の関連性の発見を行なうシステムを構築する。

### Web 視聴率データからのユーザコミュニティの発見

Web 視聴率データを基に、各ユーザのアクセスパターンを明らかにする手法について考察し、そのパターンから類似した興味をもつユーザコミュニティを発見するシステムを構築する。

### Web コミュニティとユーザコミュニティとの相互作用の解明

ユーザコミュニティに対応する Web コミュニティに特徴的なグラフ構造の分析や、Web コミュニティにおける動的変化がユーザコミュニティに及ぼす影響の解明などに取り組む。

## II. 研究方法と成果

### 1. Web コミュニティのモデル化

ハイパーリンクのグラフ構造に注目した Web structure mining のアプローチとして、本研究ではサーチエンジンから獲得したデータを基にした手法についての検討を行なった。Web mining 研究においてはクローラー等で集められたデータを利用することが一般的であるが、膨大な Web デー

データの収集や更新が困難であることや、サーチエンジンが自身のデータをユーザに利用させることを制限つきながら許す動きが(例えば Google Web API のように)広がっていることを考慮し、サーチエンジンをデータ源として積極的に利用する手法を検討し、実際にシステムとしての実装を進めた。

### 1.1 Web コミュニティの洗練

ハイパーリンクのグラフ構造に基づく Web structure mining の研究の多くが、Web データを大量に収集している機関等における大規模データを利用したものであるのに対し、本研究提案者はサーチエンジンでの検索によって得られるデータに基づく発見手法についての研究を進めている。サーチエンジンからのデータ獲得は比較的容易であり、大規模な Web データの収集や維持を必要とせずに Web structure mining を行なうことができるとともに、サーチエンジン側のデータ更新に応じて、Web における動的な知識の発見が可能になると期待できる。先に構築した Web コミュニティ発見手法を発展させ、Web コミュニティで興味を共有しているトピックに関する中心的なページ集合を見出す手法を考案した。興味のあるトピックについて、既に知っているページと関連した別のページを見つけたいという要求は多くのユーザがもっており、ユーザにページを推薦するシステムを実現する上で重要であると考えられる。ハイパーリンクによる完全2部グラフ構造に注目し、その構成要素である Web ページ集合を参照度の高いページへと入れ換えていく処理を反復的に行なうことによって Web コミュニティを洗練する。サーチエンジンからデータ獲得を行なうことによってハイパーリンクの参照元についての情報を獲得し、さらにそのリンク先をたどることによって反復的な処理を行なう。

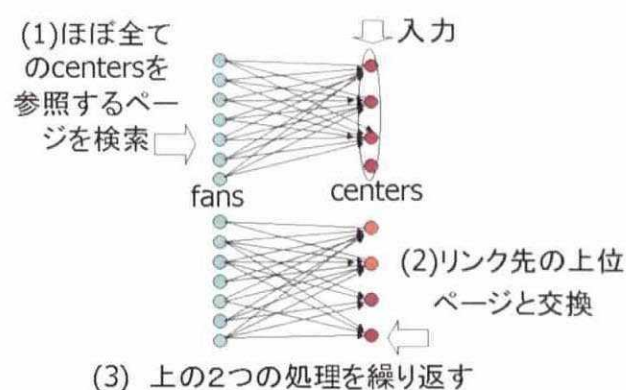


図1 Web コミュニティの洗練

この手法に基づいてシステムを実装し実験を行なった結果を図2に示す。

| topic     | 前  | 後   | topic         | 前  | 後   | topic     | 前    | 後    |
|-----------|----|-----|---------------|----|-----|-----------|------|------|
| Museum    | 66 | 66  | Holiday       | 25 | 23  | Flower    | 41   | 26   |
| Book      | 76 | 49  | Pet           | 59 | 59  | Luxury    | 33   | 33   |
| Event     | 39 | 39  | Beauty        | 42 | 42  | Shop      | 98   | 101  |
| Music     | 98 | 42  | Car           | 98 | 98  | Toy       | 41   | 41   |
| Election  | 40 | 18  | Chat          | 80 | 73  | Developer | 98   | 101  |
| Finance   | 98 | 67  | Dating        | 80 | 80  | Hardware  | 98   | 98   |
| Job       | 98 | 55  | Spirit        | 34 | 30  | Internet  | 98   | 42   |
| Loan      | 31 | 31  | Travel        | 98 | 54  | Macintosh | 37   | 7    |
| College   | 98 | 101 | Magazine      | 98 | 101 | Unix      | 43   | 43   |
| Kid       | 98 | 98  | Newspaper     | 98 | 98  | Wireless  | 80   | 80   |
| Adult     | 98 | 98  | Health        | 98 | 101 | Windows   | 98   | 98   |
| Gambling  | 87 | 87  | Sport         | 98 | 91  |           |      |      |
| Movie     | 98 | 98  | Winter        | 68 | 55  | 平均        | 72.3 | 65.1 |
| Game      | 98 | 98  | Athletic      | 45 | 45  |           |      |      |
| PS2       | 36 | 36  | Auction       | 38 | 37  |           |      |      |
| Family    | 74 | 74  | Clothing      | 48 | 48  |           |      |      |
| Food      | 98 | 98  | Electronics   | 48 | 48  |           |      |      |
| Gardening | 98 | 98  | Entertainment | 48 | 23  |           |      |      |

図2 実験結果

図2の実験結果においてトピック毎に成績が異なるのは、当該トピックに興味を持つWeb閲覧者の振る舞いの違いに起因するものであると言える。順位が向上しているトピックはBook, Election, Job, Entertainment, Flowers, Macintosh, Internetなどであり、対象について熱心な支持者を持つものや、比較的限定された対象を扱うもの、価格などの条件比較が容易で情報集約的な性質をもつものなどの特徴がある。これらのトピックにおいては、Webコミュニティのグラフ構造が比較的密になり、提案手法が効果的に作用したと考えられる。また、順位が上がっていないものとしては、Museum, College, Health, Shop, Developerなどがある。これらのトピックは、対象が十分に限定されていないものや、対象間の条件比較が位置的な要因のために困難であるものが多く、Webのグラフ構造が密にならないために、提案手法による洗練が機能しなかったと考えられる。

## 1.2 正例と負例からのコミュニティ発見

上述の実験結果から、内容的に関連するWebページ集合がハイパーリンクによって構成するWebコミュニティのグラフ構造においては、辺が密に集まる頂点やそうでないものなど、構造にばらつきがあると考えられる。また、一般に一つのWebページが複数のトピックに関わっていることは少なくないため、Webコミュニティは相互に重なりあっていると考えられる。したがって、ハイパーリンクのグラフ構造だけからWebコミュニティを完全に客観的に切り出すことは容易ではない。Webコミュニティにおける関連性やまとまりをとらえる観点によって、最終的に得られるWebコミュニティの範囲は大きく異なってくると考えられる。例えば、自動車という大きなトピックには関係のあるWebページでも、〇〇会社の自動車などといったより細分化されたトピック

クにおいては関係がなくなったりするように、Web コミュニティの内と外を判断するための観点なり関連性なりを考慮する必要がある。従来の Web コミュニティ発見手法において得られる Web コミュニティにおいては、そのような点について検討が不十分であると考えられる。

Web コミュニティを見出すにあたり、そのコミュニティに属するページ集合(正例)とともに、その Web コミュニティには属さないような Web ページ集合、いわば負例を明示的に与えて発見を行なう手法について検討し実験を行なった。このような条件設定により、Web コミュニティにおけるページ間の内容的な関連性をユーザ側からの入力でインタラクティブに決めていくようなシステムを実現することが可能になり、正例と負例の決め方に対応して Web ページのグラフ構造上での両者の関連性の度合いを理解しやすいものにすることが期待できる。

具体的な手法として、入力された正例と負例のそれぞれについて、類似ページの発見を反復して行なう。正例・負例それぞれの類似ページを増やしていき、両者に重なりが出るか、類似ページを増やせなくなった時点で処理を打ち切る。このような終了判定を導入することにより、最終的に得られる Web コミュニティをユーザが特徴づけることが比較的容易になると期待できる。類似ページの発見は、「類似したページへのリンクは共起する場合が多い」という仮定に基づいて行なう。入力された正例または負例(centers)について、その全てを参照しているようなページ集合(fans)を、サーチエンジンの backlink 検索を用いて獲得する。次に、その fans の HTML ファイルからリンク先を調べ、最も多くの fans が参照しているページを centers に追加する処理を繰り返すことによって類似ページを発見する。

Web コミュニティに属しないと考えられるページ集合を予め完全に明示的に指定することは、Web コミュニティを発見すること以上に困難なことであると言える。上述の手法では負例の類似ページ集合も見出して新たな負例としており、それによって早い段階で正例と負例に重なりが出て境界に到達することができると期待できる。また、目標とする Web コミュニティとの類似性の高い負例、いわばニアミスとなるようなページを入力として与えることによっても、Web コミュニティの境界の発見を早めることができると考えられる。実験結果の例を以下に示す。

正例：新聞社([www.asahi.com](http://www.asahi.com), [www.nikkei.co.jp](http://www.nikkei.co.jp), [www.mainichi.co.jp](http://www.mainichi.co.jp))、

負例：サーチエンジン([www.google.co.jp](http://www.google.co.jp), [www.yahoo.co.jp](http://www.yahoo.co.jp), [www.goo.ne.jp](http://www.goo.ne.jp))

を入力した場合、最終的に以下の結果が得られた。

正例: [www.nikkei.co.jp](http://www.nikkei.co.jp), [www.mainichi.co.jp](http://www.mainichi.co.jp), [www.asahi.com](http://www.asahi.com), [www.yomiuri.co.jp](http://www.yomiuri.co.jp), [www.sankei.co.jp](http://www.sankei.co.jp),  
[www.yahoo.co.jp](http://www.yahoo.co.jp)

負例: [www.goo.ne.jp](http://www.goo.ne.jp), [www.yahoo.co.jp](http://www.yahoo.co.jp), [www.lyos.co.jp](http://www.lyos.co.jp), [www.google.co.jp](http://www.google.co.jp), [www.excite.co.jp](http://www.excite.co.jp)

個人のリンク集などにおいては他のリンク先の内容とは関係なく、いわゆるポータルサイトへ

のリンクが現われる場合が多い。そのようなページを負例として与えることによって、Web コミュニティ発見の停止条件として有効に働くと考えられたために、負例としてサーチエンジンのページを与えた。実験の結果、正例・負例ともに 2-3 個のページが追加され、比較的早い段階で正例と負例の重なり(yahoo)が現われて処理が終了している。リンクの共起のみによって類似ページを見出そうとすると、関連性のあまりないページが追加されてしまう場合がある。負例を明示的に与えることによって、そのようなトピックドリフトを防ぐことができた例であると言える。

## 2. Web 視聴率データからのユーザコミュニティの発見

一般にユーザの視聴行動に関するマイニングにおいては、Web サーバ側に記録されるログデータを用いることが多いが、Web サーバとユーザの間には様々なレベルのキャッシュが存在するため、Web サーバ側のデータにはユーザの視聴構造の詳細が記録されていない可能性が高い。視聴率データの調査はユーザのコンピュータ側でデータを取っているため、ユーザの振る舞いに関するより詳細なデータを得ることができ、ユーザコミュニティの発見にとって有用であると期待できる。現在、このような調査を行なっている会社は日本に 4 社あり、その中からユーザの母集団が約 3 万人に関する一年間のデータを入手し分析を行なった。データはユーザ ID、閲覧時刻、URL、経過時間などから構成されている。Web には多数のページがあり、全く同一の URL を閲覧するユーザ数は非常に少ない。従って、URL の側をある程度グループ化し、それに対応してユーザコミュニティを見出す処理を行なうことが必要になる。

### 2.1 Web 視聴率データからのユーザコミュニティの発見

Web 視聴率データにおいては、ユーザによるひとつの Web ページの閲覧がデータの一行に対応し、閲覧時刻、ユーザ ID、経過時間、閲覧 URL などの属性から構成されている。データによってはマウスクリックの種類(リンクをたどる、戻るなど)等の属性が含まれているものもある。また、ユーザ ID で表された各ユーザに関する情報としては、性別、生年月、職業、居住エリアなどがある。

テレビの視聴は、数個から高々数百個のチャンネルの中からの選択であるのに対し、Web 閲覧は(動的に生成されるページも考えると)無限の Web ページの中からの選択になる。したがって、複数のユーザが全く同一のページを閲覧する可能性は高くなく、閲覧ページの同一性によってユーザをクラスタリングするのは現実的ではない。また同様の理由で、閲覧した URL 列の共通部分を見出すことも困難である。

ログデータを扱う研究においては、サイト名以降に続く URL 列を切り捨てるやり方も見受けら

れるが、yahoo のように多岐にわたる内容のページが存在するサイトをサイト名で一括りにしてしまうのは、共通のトピックに関するユーザコミュニティを見出そうとする本稿の趣旨にそぐわない。URL よりも粒度が大きく、サイト名よりは粒度の小さいまとまりが必要になる。ユーザコミュニティ発見におけるこれらの課題に対処するために、以下のような手順で発見手法を考案し実験を行なった。

• 1. 視聴率データからの term抽出

0123 http://www.asahi.com/paper/column.html

0123 http www asahi com paper column html

0123 asahi

0123 paper

0123 column

• 2. 二部グラフの探索

0123 paper

4567 column

8901

• 3. 個人データの付加

paper, column

0123 M 1954 12 ...

4567 F 1972 6 ...

8901 M 1964 8 ...

図3 ユーザコミュニティの発見手法

- URL 文字列中の term の抽出
- 完全二部グラフの探索
- ユーザ情報の付加

実験で発見したユーザコミュニティの中から、興味深いものの例を以下に示す。

サッカーに関するコミュニティ

news, soccer, nikkansports

男, 1980, 大学生, 関東

男, 1976, 大学生, 関東

男, 1965, サービス業, 関東

男, 1972, 大学生, 関東

この結果は、4人のユーザが news, soccer, nikkansports の term を含む URL を閲覧したことを表している。nikkansports はスポーツ新聞の名前である。数字はユーザの生年を表す。ユーザは 20代から 30代の男性が多く、サッカーのコミュニティとして妥当なものであると考えられる。

## お金に関するコミュニティ

news, yahoo, search, money, nikkei

男, 1957, 運送業, 中部

男, 1941, 無職, 東海

男, 1956, 教師, 九州

男, 1944, 無職, 関東

このコミュニティにおけるユーザは年齢層が 40 代から 60 代と高く、先ほどのサッカーのコミュニティは全く異なる集団であると言える。

## 3. Web コミュニティとユーザコミュニティとの相互作用の解明

### 3.1 Web コミュニティとタームの視覚化システム

一般に視覚化を行なうことは、単に見やすい表現を得るためだけのものではなく、知的活動において必要な情報を抽出したり推論を制御したりする上で重要な役割を果たしている。そのような例として、関連のあるデータは図形の中でグループ化されて比較的近くに存在するという性質 (locality) や、与えられた状況についての図形を描く過程で、大きさや空間的位置に関する情報などが自然と明らかになるという性質 (emergent property) などがあげられる。対象の視覚化を行なうことによって、知的活動において有用なこれらの性質を利用することができる。

本研究提案者は Web ページ集合の視覚化システムを既に構築して公開している (<http://ksymbio.nii.ac.jp/~tmurata>) が、これを発展させるための試みとして、Google Web API からデータを獲得し、二種類のノードから構成されるグラフとして表示するシステムを Java 言語を用いて構築した。図 4 にシステムの実行例を示す。

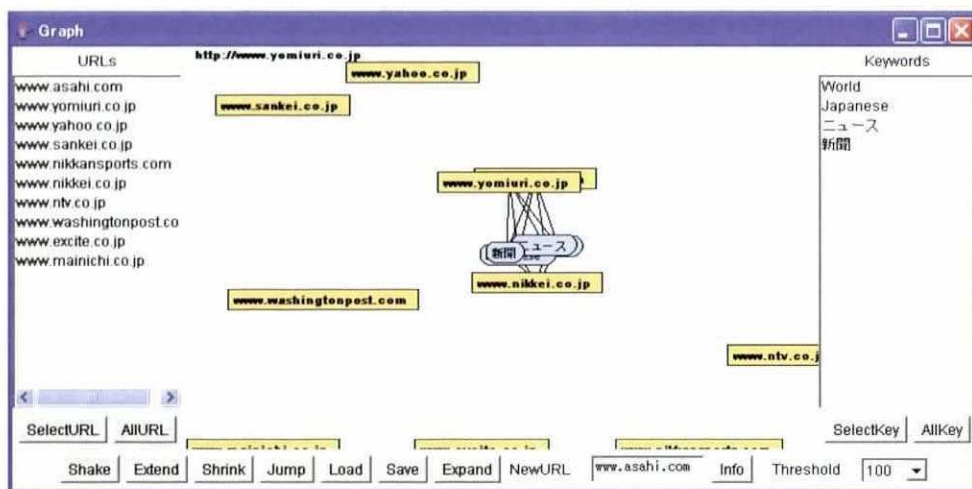


図 4 Google Web API を用いた視覚化システム



先に構築してきた Web コミュニティ視覚化システムにおいては、Web ページという種類のノードだけから構成されるグラフを生成していたのに対し、上に示した視覚化システムにおいては、Web ページを説明するキーワードを Google Web API を用いて取得し、グラフとして表示する。キーワードが一致するページはそのキーワードを介して結合することになり、ページ間の関連性を見出すヒントになっている。

このようにして得られるタームと Web ページとの関係と、上述のユーザコミュニティにおけるタームとユーザとの関係とを組み合わせることによって、Web コミュニティとユーザコミュニティとの関連を見出すことが期待できる。そのための視覚化システムの有効性についてさらに検討し実験を行なうとともに、より抽象化した多種ノードグラフを扱うアルゴリズムについて今後も考察を進めていく。

### Ⅲ. 今後の展望

本研究では関連する Web ページからなる Web コミュニティと、興味を共有するユーザからなるユーザコミュニティの発見手法を考案し、実験を行なった。いずれもハイパーリンクのグラフ構造や閲覧パターンにおける構造に注目したものである。今後の方向性として、グラフ等の構造をもつデータからのマイニング手法についてさらに検討するとともに、それを Web データに適用するときの課題(データの不完全性、時間変化等)を踏まえた実装を進めることがあげられる。また、ユーザコミュニティを発見する方法としては、サーチエンジンでの検索語など、Web において利用可能な他の情報源を用いることも考えられる。本研究ではリンクや閲覧パターンにおける結合関係に注目したが、コミュニティという単語は多くの研究者が様々な意味で使用している。今後は、人間社会におけるコミュニティの発生や成長などについての知見も加味して研究を進めることで、人間の情報ニーズが Web を通して明らかになっていくと期待される。

#### IV. 外部発表リスト

##### 1. 発表論文

- [1] Tsuyoshi Murata, "Visualizing the Structure of Web Communities Based on Data Acquired from a Search Engine", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 50, No. 5, pp.860-866, October, 2003.
- [2] 村田 剛志, "ハイパーリンクのグラフ構造に基づく Web コミュニティの洗練", 人工知能学会誌, Vol.17, No.3, pp.322-329, 2002.
- [3] 村田 剛志, "参照の共起性に基づく Web コミュニティの発見", 村田 剛志, 人工知能学会誌, Vol.16, No.3, pp.316-323, 2001.

##### 2. 国際会議発表論文

- [1] Tsuyoshi Murata, "Discovery of User Communities from Web Audience Measurement Data" Proceedings of The 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI 2004), pp.673-676, 2004.
- [2] Tsuyoshi Murata, "A Framework for Discovering Dynamisms of the Web" Proceedings of the First European Workshop on Chance Discovery (EWCD2004), pp.214-221, 2004.
- [3] Tsuyoshi Murata, "Discovery of Web User Communities from Client-level Log Data", Proceedings of the Third International Workshop on Social Intelligence Design (SID 2004), pp.111-118, 2004.
- [4] Tsuyoshi Murata, "Roles of Diagrammatic Information for the Discovery of Geometrical Theorems" Proceedings of the Third International Conference on the Theory and Application of Diagrams (Diagrams 2004), Lecture Notes in Artificial Intelligence 2980, pp.235-238, Springer, 2004.
- [5] Tsuyoshi Murata, "Graph Mining Approaches for the Discovery of Web Communities" Proceedings of the First International Workshop on Mining Graphs, Trees and Sequences (MGTS-2003), pp.79-82, 2003.
- [6] Tsuyoshi Murata, "Discovery of Web Communities from Positive and Negative Examples" Proceedings of the Sixth International Conference on Discovery Science (DS2003), Lecture Notes in Artificial Intelligence 2843, pp.365-372, Springer, 2003.
- [7] Tsuyoshi Murata, "A Method for Discovering Purified Web Communities" Proceedings of the Fourth International Conference on Discovery Science (DS2001), Lecture Notes in Artificial Intelligence 2226, pp.282-289, Springer, 2001.

##### 3. 国内会議発表論文

- [1] 村田 剛志, "Google API を用いたグラフ構造の生成", 人工知能学会全国大会(第 18 回)論文集 CD-ROM, 2004.
- [2] 村田 剛志, "Web 視聴率データから発見された Web ユーザコミュニティの分析" 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-A304, pp.13-18, 2004.
- [3] Tsuyoshi Murata, "Discovery of Web user communities from Web audience measurement data", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.103, No.305, pp.47-51, 2003.
- [4] 村田 剛志, "正例と負例からの Web コミュニティ発見", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.103, No.243, pp.37-42, 2003.
- [5] 村田 剛志, "Web コミュニティの中心性", 人工知能学会全国大会(第 17 回)論文集 CD-ROM, 2003.

- [6] 村田 剛志, "Web 視聴率データからの Web ユーザコミュニティ発見に向けて", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.102, No.710, pp.1-4, 2003.
- [7] 村田 剛志, "Web におけるコミュニティの発見", 第 5 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2002), pp.125-132, 2002.
- [8] 村田 剛志, "ハイパーリンクの結合関係に基づく Web コミュニティの構造分析", 人工知能学会全国大会(第 16 回)論文集 CD-ROM, 2002.
- [9] 武田英明, 市瀬龍太郎, 村田剛志, 本位田真一, "知識共生 --新しい知識流通の基盤を目指して--", 人工知能学会全国大会(第 16 回)論文集 CD-ROM, 2002.
- [10] 村田 剛志, "サーチエンジンを利用した知識発見のための視覚化" 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-A201, pp.117-122, 2002.
- [11] 村田 剛志, "サーチエンジンの入力キーワードからの Web コミュニティの発見" 人工知能学会研究会資料, SIG-FAI/KBS-J, pp.141-145, 2001.

#### 4. 著書

- [1] Tsuyoshi Murata, "Graph Mining Approaches for the Discovery of Web Communities", in L. D. Raedt, T. Washio, J. N. Kok (Eds.) Mining Graphs, Trees and Sequences, IOS Press, 2004. (to appear)
- [2] Tsuyoshi Murata, "Toward the Discovery of Web Communities from Input Keywords to a Search Engine" in H. Motoda (Eds.), "Active Mining -- New Directions of Data Mining", IOS Press, pp.95-101, 2002.

#### 5. 総説・解説

- [1] 村田剛志、山田誠二, "特集 Web ダイナミクス -- 膨大で動的な Web 情報の知的処理に向けて --", 情報処理, Vol.44, No.7, pp.688-725, 2003.
- [2] 村田剛志, "Web コミュニティ", 情報処理, Vol.44, No.7, pp.702-706, 2003.
- [3] 村田剛志, "PageRank", 日本ファジィ学会誌, Vol.14, No.2, p.38, 2002.

#### 6. その他(受賞等)

##### <受賞>

- [1] 2001年度人工知能学会大会優秀論文賞, (2002).

##### <招待講演(Web 構造マイニングおよび Web コミュニティ発見に関して)>

- [1] The First International Workshop on Ubiquitous Knowledge Network Environment, 21 COE Program of Hokkaido University (2003)
- [2] 電子情報技術産業協会 Web 情報アクセス技術専門委員会 (2003)
- [3] 第 65 回情報処理学会全国大会 (2003)
- [4] 第 5 回情報論的学習理論ワークショップ IBIS2002 (2002)
- [5] 日本ファジィ学会関東支部セミナー (2002)
- [6] 情報科学国際交流財団 SSR 産学戦略的研究フォーラムワークショップ (2001)