

P2P ネットワークにおけるコンテンツ共有の文脈情報を用いた 発見的検索手法の提案

羽多野 一磨[†] 大島 裕明[†]
是津 耕司^{††} 田中 克己[†]

近年、デジタルカメラ付き携帯電話やノート PC が普及してきており、個人の所有するコンテンツが増加してきている。これらのコンテンツの中には他者にとって有用なコンテンツが含まれている。また、アドホックネットワークやインスタントメッセージの様にユーザ同士が Peer-to-Peer に接続し、自律分散的に形成されるネットワークが生まれてきている。そこで我々はこの様な環境においてコンテンツを共有・検索する手法について提案する。従来型の P2P ネットワークにおける検索ではファイル名とのキーワードマッチングのみであった。提案手法では、あるコンテンツの文脈情報——コンテンツの置かれている状況——を抽出・提示する事により、ユーザがコンテンツを評価できるようにしたり、発見的に関連コンテンツを検索したり出来るようにする。

Opportunistic Search for P2P Contents based on Content-sharing Contexts

KAZUMA HATANO,[†] HIROAKI OHSHIMA,[†] KOUJI ZETTSU^{††}
and KATSUMI TANAKA[†]

Recently, a cellular phone with a digital camera and a PDA have been popular, and then contents stored in a local computer are increasing. Some of them are useful for others. At the same time, many autonomous distributed networks emerge, such as ad-hoc networks or instant messengers. They are composed of individual users. We propose a method to share and search contents in those networks. Traditional method to search on a P2P network is just matching search keywords with file or directory name and it is insufficient. We propose a search method for P2P contents based on context of contents. Here, the context of contents means the situation which relates to contents and help you understand it better. The context makes users possible to understand the outline of the contents and to discover related contents.

1. はじめに

近年、デジタルカメラやデジタルカメラ付き携帯電話、あるいはノート PC 等の普及により、個人の所有しているコンテンツは急速に増加している。このようなコンテンツの中には個人による利用だけにとどまらず、他者にとって有用なものも多く見られる。

例えばあるユーザが“P2P ネットワーク”に関連する論文を集め、整理していたとする。この時他のユーザが“P2P ネットワーク”の論文について調べようと思った時、そのユーザの所持しているコンテンツ

を閲覧すれば容易に可能である。

現在行われている個人コンテンツの利用は、

- グループウェアを通じたコンテンツ交換
- インスタントメッセージ・Eメールを通じたコンテンツ交換
- フラッシュメモリを用いたコンテンツ交換

といったものである。この様に現在でも知人同士でのコンテンツ交換は日常的に行われている。しかしながらこういった手法ではコンテンツホルダーの手によって提示されるという手順を経る必要がある。これでは個人の所持しているコンテンツが十分に利用されない。先の例のようにあるユーザが“P2P ネットワーク”に関連する論文を集め、整理していたところで、それが共有される事はない。また、他のユーザが“P2P ネットワーク”の論文について調べようと思ったとしても、そのユーザとの対話無しではその情報を利用する事が

[†] 京都大学大学院情報学研究所
Graduate School of Informatics, Kyoto University

^{††} 独立行政法人 情報通信研究機構
National Institute of Information and Communications
Technology

難しい。

また一方で Bluetooth に代表されるような無線通信技術が普及してきている。これにより近くにいる PC 等の情報機器は有線で接続したり、USB メモリ等の外部記憶装置を用いることなく、簡単に情報の交換が可能になる。例えば会議等の集まりでは同じ目的を持ったユーザが様々な資料を各々の PC 上に蓄積している。もし資料を調べたい時にはその共有コンテンツから発見する事が出来れば有用である。

この様な事から、アドホックな環境やソーシャルネットワークの様なある程度信頼の置かれた環境下でのコンテンツ共有が今後重要であると我々は考える。現在個人コンテンツがあまり利用されていないのは、

- 一般に広くは公開したくない
- 公開するために手間をかけたくない

という理由からであり、こういった問題の生じない環境では個人コンテンツの共有は有意義に行われると考えられるためである。

特にこの様な環境では明確なピア (ユーザの PC・情報機器) が存在している P2P モデルである。(ただし、ここで言う P2P とは論理的なモデルであり、実際にサーバレスにネットワークが構築されているという事ではない。) しかしながら、従来の Gnutella²⁾ や Napster¹⁾ 等の P2P ネットワークのコンテンツ共有における検索手法をそのまま用いるのでは不十分である。

これは従来の検索では、ファイル名やディレクトリ名とのキーワードマッチングのみであったためである。個人の持っているコンテンツはテキストのみならず、画像を中心に多くのマルチメディアコンテンツを含んでいる、と考えられる。この様な環境では、正確なインデックスを作成できるとは考えにくい。例えば映画のタイトルの様に決まりきったファイル名が付けられる様な場合を除けば、同じ滝の写真を見て“風景.jpg”というファイル名にするか、“滝.jpg”とするかはユーザによって異なる。ユーザによって“001.jpg”となっていることも考えられる。

この様な事を解決するために本論文では、P2P ネットワークでのコンテンツ共有環境において、

- 文脈情報の利用
- 発見的検索

を提案する。

文脈情報とは、コンテンツの置かれている位置づけである。どの様な状況にそのコンテンツが置かれているか、という事からそのコンテンツ自身がどの様なコンテンツであるかを推し量ることが出来ると考えられる。このため検索には重要な指標である。

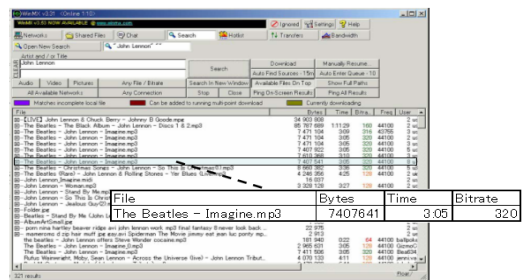


図 1 WinMX の検索画面

また、発見的検索 (Opportunistic Search) とは検索結果を受けて、更に検索キーワードや興味を変えながら連続的に検索することである。例えば Web 検索を考えると、こういった事が日常行われている事が分かる。P2P ネットワークにおいてもこのような検索を容易に行えるようにする事で、コンテンツの発見の助けとなる。

つまり、本論文は個人間が接続されたネットワークにおいてコンテンツを共有するという新しい P2P ネットワーク環境について述べているものである。この様な環境において、発見的検索を行うことがコンテンツ発見に有効であり、そのメタ情報としてコンテンツの文脈情報を利用する事について述べる。

2 章では関連研究を、3 章では P2P ネットワークにおける検索のシナリオを述べる。4 章、5 章では文脈情報、発見的検索について述べる。

2. 関連研究

P2P ネットワークにおけるコンテンツ共有でもっとも有名なものは Napster¹⁾ や Gnutella²⁾ といったアプリケーションである。こういったアプリケーションはクエリルーティングやインデックスの配置方法については様々に改良されてきている。しかし、検索方法についてはファイル名とディレクトリ名とのキーワードマッチングのみである。これだけでは映画や音楽のように、確実なキーワードが関連付けられているコンテンツの検索にしか適さない。また、結果の表示方法もファイル名をリストで表すというシンプルなものであった。図 1 は Napster のクローンである WinMX³⁾ で John Lennon を検索した時の画面である。

また、コンテンツ共有という側面において、インスタントメッセージやグループウェアといったアプリケーションとも関連がある。しかしながら、共有にかかるコンテンツホルダーの手間という点でこれらとは異なる。これらのアプリケーションではコンテンツ

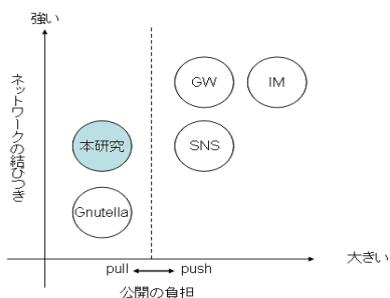


図 2 コンテンツ共有アプリケーションとの比較

ホルダーに積極的な働きかけを必要とするためである。図 2 はネットワークの結びつきの強さと公開にかかる手間の大きさから、本研究の位置づけを簡単に表したものである。図中の pull・push とは情報の取得方法の事である。

Lee らは Gnutella や Napster ではファイル名検索しか出来ず、関連したファイルを得る事が難しいということの問題にしている⁴⁾。これを解決するために、Intelligent File Sharing(IFS) フレームワークを提案している。これはファイルやディレクトリ間の関係を表すためのフレームワークである。

IFS フレームワークでは関係の種類として “is-a”・“contained-in”・“run-with” という三つの関係を定義している。“is-a” はファイルタイプを利用している。つまり “hoge-hoge.mpg is-a video-clip” という事を拡張子から取得する。“contained-in” はそれを含んでいるディレクトリ名を、“run-with” はファイルの関連付けられているアプリケーションを表す関係である。これらの関係を用いることで、ユーザは “動画ファイルが mp3 ファイルであり、Windows Media Player で再生できるもの” という様な検索が可能になる。

これは現在でも結果として得られる項目について構造的に定義し直したものと見える。WinMX³⁾ では検索項目でファイルタイプを指定して検索する事や、ディレクトリを検索対象に含める事は可能である。しかしながら、IFS はこれらの関係を用いて非循環有向グラフを作成することで高速な検索を実現しているという点で有用である。

これは現在の P2P ネットワークにおけるコンテンツ共有では十分な検索手段が用意されていないというモチベーションにおいて類似している。しかしながら、本研究は発見的検索の支援に目的を置いているという点で異なっている。本研究の目的ではファイルを含んでいるディレクトリのみを抽出するのでは不十分である。そのため、こういったファイルと共に置かれてい

るかという様な様々な文脈情報を抽出する。

Cai らは⁵⁾ は P2P ネットワーク上に分散された RDF リポジトリを作成する方法について述べている。RDF リポジトリを中央サーバに格納するモデルはサーバの負荷が大きく、スケーラビリティにも問題がある。一方、P2P ネットワークを用いることでその点を解決できるということを提案している。Edutella⁷⁾ も同様の問題意識を持っているが、インデックスをどの様に配置するか、という点で異なっている。

本研究ではこの様なルーティングやインデキシングについては対象としていない。しかし、RDF を用いてメタ情報が記述されていれば、非常に柔軟な検索が可能である。例えば “作者が～で、～のジャンルの mp3 ファイル” という様な検索が可能である。これは先の IFS をより一般化したフレームワークであるとも捉えられる。

これらの研究ではどのように RDF の記述を行うかについては触れていない。もし必要なメタデータが得られれば非常に柔軟な検索も可能である事が考えられる。これらは基本的なフレームワークであり、本研究と補完的に用いる事が出来ると考えられる。

3. ユーザシナリオ

本章では提案する P2P コンテンツ検索システムのシナリオについて、従来の方法と比較しながら述べる。

3.1 想定する状況

本論文で想定している状況は主に次の二つの状況である。一つはソーシャルネットワークの様な知人という繋がりで構築されたネットワークでのコンテンツ検索、もう一つは会議等で集まった面々でアドホックに構成されるネットワークでの検索である。これらに共通する特徴として以下のものをあげる。

- 比較的信頼が置ける
- 未知のピアとの共有

この様な状況において、コンテンツ共有を行い、検索を通じてこれらを利用する。ユーザは通常のファイル構造のようにコンテンツをディレクトリ構造で管理している。

この様な例として、奥入瀬で開かれたワークショップで人が集まった様な状況を考える。ここに参加しているユーザは自分の分野に関係のある論文はもちろんの事、奥入瀬周辺の観光情報を所有していることも考えられる。ここで共有されるコンテンツから検索する事は、Web サイトから検索する事に比べて以下の様なメリットが考えられる。

- 各々によって収集・整理されたコンテンツ

- 関連のあるピアの集合

ユーザが所持しているという点で、網羅的に検索される Web 検索に比べて精選されたコンテンツが共有されている。また共通の場に集まったという事や知り合い(あるいは知り合いの知り合い)であるという事を考えると、そのネットワークに存在するピアは互いに少なからず関連を持っている。これにより比較的信頼の置けるコンテンツが共有されていると考えられる。

この様な共有コンテンツを検索を通じて利用することが本研究の目的である。

3.2 従来検索との比較

まず従来の Gnutella 等で用いられた検索手法を考える。これらのアプリケーションではファイル名とのマッチングにより、そのファイル名を結果として出力するような検索であった。例えば“～というタイトルの論文が欲しい”と思い、その論文のタイトルを検索キーワードとして検索する。この場合、コンテンツホルダーが論文のタイトルをファイル名としていれば、それが結果として得られる。“P2P コンテンツ共有”に関係する論文が欲しいとなると、それがファイル名やディレクトリ名に含まれているファイルのリストが得られる。“/P2P コンテンツ共有のための～.pdf”や“/P2P/コンテンツ共有/p123-xxx.pdf”といったコンテンツが得られる。

しかし、ファイル名が正しく付けられていない場合には検索できない場合が多々ある。例えば、“P2P ディレクトリ”の中に“p123-xxx.pdf”というファイルが存在したとする。この時、“コンテンツ共有”という検索キーワードではこれを得ることは出来ない。しかし、同じディレクトリに多数の“コンテンツ共有”と名の付くファイルが存在した場合、“p123-xxx.pdf”はユーザの求めるものに近いと考えられる。もちろんそれがユーザの求めているものでない可能性はあるが、少なくとも関連がありそうなコンテンツである。

- ・ 文脈情報の利用

これに対して、文脈情報を利用する場合を考える。例えば“このコンテンツには目的のキーワードは含まれて居ないが、同じディレクトリに多くの目的に合致するコンテンツが存在する”という場合に低い評価値でユーザに対して提示する。これによってユーザは従来なら到達できないコンテンツにも到達する事が出来る。

- ・ 発見的検索の利用

また、発見的検索方法について考える。例えば、逆に“P2P コンテンツ共有.pdf”が“Edutella”を良く含む

ディレクトリに含まれていたとする。すると、ユーザは P2P コンテンツ共有に関連のありそうな“Edutella”というものを知ることができる。これにより新たにキーワード“Edutella”で検索を行う事も考えられる。

また、興味を持ったコンテンツを所持しているピアがどの様な分野について詳しいかを知ることが出来れば、ユーザはキーワード検索で探すよりそのピアの所持コンテンツを見る方が早いと判断することが可能である。

この様に文脈情報を利用することにより多くの事が読み取れる。そこで次章ではこの文脈情報について詳しく述べる。

4. P2P コンテンツ共有における文脈情報

文脈とは文における個々の語または個々の文の間の論理的な関係・続き具合の事である。本研究では特にコンテンツの位置づけの事である。例えば同じ十和田湖の写真“十和田湖.jpg”を共有している状況について考える。この時、所有しているピアが青森の観光地の一つとして十和田湖を捉えていれば、“/観光写真/青森/十和田湖.jpg”となると考えられる。また、湖に興味のあるユーザであれば“/湖/カルデラ湖/十和田湖.jpg”となっていると考えられる。この様に同じコンテンツでも、各々のピアによって異なった位置づけになる。

P2P ネットワークでのコンテンツ共有における文脈情報は、ピア内に留まらず、どの様にコンテンツが流通されてきたか、といった情報も存在する。しかし、本論文では簡単のためピア内での文脈情報のみを考える。また、ピア内でコンテンツは通常良く見られるディレクトリ構造によって保存されているとする。

この様な環境でコンテンツに対して次の様な文脈情報が考えられる。

- ディレクトリ構造
- 同じディレクトリに保管されているコンテンツ
- 所持しているピアの特徴

それぞれについて以降の節で詳しく述べる。

4.1 ディレクトリ構造

ディレクトリ構造は、所持ユーザによるそのコンテンツの捉え方を表していると考えられる。これは先の例に挙げたものである。こういったコンテンツの捉え方はそのコンテンツの一つの側面であり、ユーザが結果を見る際にも役立つものと考えられる。

例えば、“十和田湖”について調べようと考えているユーザがディレクトリ十和田湖を発見すればこのディ

レクトリ下を網羅的に見るといいう事が考えられる。また、奥入瀬周辺の観光地を調べようと思い、十和田湖を検索している時を考える。この時、“/奥入瀬観光/十和田湖.jpg” というディレクトリがあれば、これを網羅的に閲覧することも考えられる。

4.2 同じディレクトリに保管されているコンテンツ

同じディレクトリに保管されているコンテンツから、コンテンツ間の関連性を取ることができると考えられる。同じディレクトリ内に含まれるため、そのディレクトリ名という共通点がある。また、ディレクトリに含まれているコンテンツ集合の特徴は、そのコンテンツ自身のコンテンツの一つの特長として捉える事が出来る。

例えば、“/青森/奥入瀬渓流.html”・“/青森/十和田湖.jpg”・“/青森/十和田湖.html” という 3 ファイルが同じディレクトリに含まれていた場合を考える。この時、奥入瀬渓流は青森の観光地であるという事がディレクトリ名から推測することが出来る。また、十和田湖と奥入瀬渓流は青森という点において関連があるということが推測できる。このため、“奥入瀬渓流.html” は検索キーワード“十和田湖”に対して評価値は低いものの呈示する事でユーザは新たに興味の発見を出来る。

4.3 所持しているピアの特徴

現実にも人にものを尋ねる時の事を考えると、詳しい人から得られたコンテンツは信頼出来る。また、何かの分野について知りたい際にはその分野について詳しい人に尋ねることで効率よく情報を得られる。このような事はコンピュータにおける情報検索にも適用できると考えられる。

更にもう一つの要素としてどのような趣向を持った人であるかという事も考慮に入る。同じ趣向を持っている人の方が共通した理解を得やすいと考えられるためである。

このため、P2P ネットワークにおけるコンテンツ共有においても、

- 検索分野への詳しさ
- 趣向

をピアの特徴として取得する。

“青森の温泉”について検索する際を考える。あるピアが“/青森/温泉/”というディレクトリ下に多量のコンテンツを持っていた場合、そのピアのコンテンツを見ることで多くの情報を知ることが出来る。また、あまり網羅的な情報が必要無い場合には、逆に少ないコンテンツしか所有していないピアのコンテンツを見ることで選択する労力を免れる事が考えられる。

一方で、同じ“青森の温泉”を検索する際、温泉に

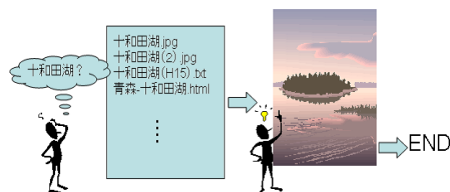


図 3 従来の検索

ついて見識の深いユーザと、観光地について見識の深いユーザでは得られるコンテンツが異なることが考えられる。つまり、温泉について興味を持っているユーザにとって、温泉の詳しい情報というものは役に立つが、そうでないユーザにとってはそれほど重要でない、という様な事である。

5. P2P コンテンツ共有における発見的検索

本章では P2P コンテンツ共有における発見的検索について述べる。まず発見的検索について説明し、その後、本研究の想定する環境における発見的検索の特徴について述べる。

5.1 発見的検索とは

従来考えられていた検索モデルは、“～が欲しい”というユーザの要求と情報との類似度の計算であった。ユーザの要求をどの様に表現するか、情報をどの様に表現するか、あるいはそれらの類似度をどの様に計算するか、という問題であった。しかし、Web における検索を見ていると、検索とはこのような単純なものではないことが分かる。ユーザは検索結果を見て改めて自分が何に興味を持っているかを考え、クエリを変更しつつ新たに検索を行う。このような連鎖的でインタラクティブなプロセスである⁶⁾。例えば、ある論文を読んでいると、より詳しく知るためにその参考文献を読む事がある。また、読んだ文献の所属している学会には他にも興味を惹く様な文献がありそうだと論文誌を読む事もある。このような検索を発見的検索 (Opportunistic Search) と呼ぶ。

例えば、従来の検索は十和田湖の情報が欲しい、と思って検索し十和田湖の情報を手に入れて終わる (図 3)。一方発見的探索においても従来の検索と同様に、何かをきっかけに十和田湖の情報について興味を持ち、検索する。すると十和田湖からは奥入瀬渓流が流れている事を知り、これに興味を持って、改めて検索を行う (図 4)。

このような検索を潤滑に行うためには、

- コンテンツの位置づけの容易な理解

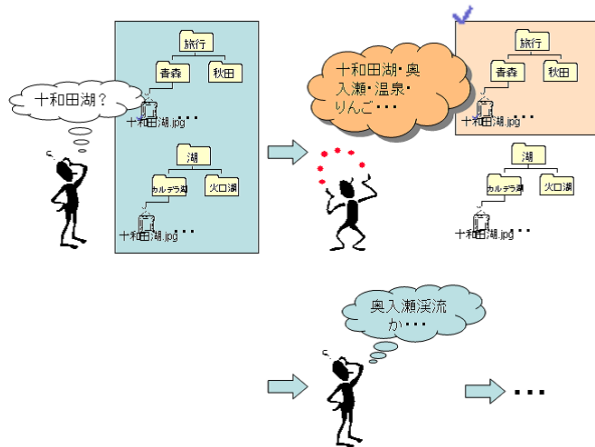


図 4 Opportunistic Search

● シームレスな漸次的検索

が必要であると Janecek らは述べている⁸⁾。位置づけの容易な把握とは、そのコンテンツがどのようなコンテンツとどの様に関連しているか、を素早く把握する事である。これによってユーザは“～に関係するものを調べてみよう”といった事や“～はこういう分野だからこういう分野を見てみよう”といった検索を行う事が出来る。また、その時ユーザの興味の変化に素早く適応することが求められる。

5.2 P2P コンテンツ共有における発見的検索

発見的検索には構造を把握するための関係が必要である。例えば⁸⁾ではコンテンツに付けられたキーワードを利用する。同じキーワードを持っている、キーワード間が WordNet⁹⁾ から得られる意味的關係を持っている、といった関係を抽出している。これに対して本研究の想定する様な P2P コンテンツ共有では 4 章の文脈情報から次のような情報が考えられる。

● コンテンツホルダーの特徴

- 当該分野への詳しさ
- 趣向

● コンテンツの所在地 (ディレクトリ構造)

これらを利用してコンテンツの構造的な位置づけを提示することによってユーザの発見的検索を支援する。コンテンツに対して、常にそのコンテンツホルダーが明確に分かる点において P2P コンテンツは Web やまとまりのコレクションでの発見的検索と異なっている。P2P コンテンツ共有で取得できる先に挙げた様なコンテンツホルダーに関する情報は有効に用いる事が出来ると考えられる。

P2P ネットワークにおける発見的検索の道筋として以下のようなものを考えた。

(1) コンテンツの関連性を通じて検索を行う

(2) ピアを通じて検索を行う

それぞれについて以下で説明する。

(1) 同じディレクトリに含まれているものには、今興味を持っているコンテンツと関連するコンテンツが存在する。このため、例えば同じディレクトリに含まれるコンテンツを見る、という事が考えられる。これによってユーザは、そのコンテンツの関連コンテンツについて網羅的に検索する事が出来る。また、更その上のディレクトリについても同様のことが言える。

(2) 今興味を持っている分野に詳しいピアは、他にも多くの興味を惹くコンテンツを持っている。このため、このピアのもっているコンテンツについて網羅的に見る、というものである。これによってユーザは、そのコンテンツを含む分野に対して知ることが出来る。

また、同じような興味を持っているピアは自分の興味に近いコンテンツを多数持っていると考えられる。この事から、そのピアの所持しているコンテンツに対して詳しく見ることも考えられる。

5.3 提示方法

本節では前節で述べたような情報をユーザに提示する方法について述べる。

発見的検索を行うためには、そのコンテンツ自身のみでなく、その関連するコンテンツの存在もユーザに提示する必要がある。このような場合には関係を視覚的にグラフを用いて表示する方法が適していると考えられる。加えて、一つのコンテンツに関連するコンテンツは複数であることを考えると、単純なグラフ表示では、ユーザがその関係構造を把握するのは難しい。

そこで Fisheye view を利用する事を考える。Fish-eye View は Focus + Context 技術の一つである。Focus + Context 技術とは、着目点付近は詳細に見ながら全体の構造も同時に見るといった技術である。Fish-eye View ではユーザの着目点である部分については中央に詳細に、そうでない部分は外側に抽象的に表現する。表示の際には、各オブジェクトに対するユーザの注目度 (DOI: Degree Of Interest) を計算する事によって表示方法を決定する。

本論文では前節に挙げた様に二つの検索の道筋を考えている。このためコンテンツの文脈をピアの特徴、構造的な文脈に分けて DOI を計算する。まず従来と同様に検索キーワードとファイル名とのマッチングを行う。これによって得られたコンテンツ集合を初期集合とする。他のコンテンツは、この初期集合との類似度を計算することによって DOI を得る。ピ

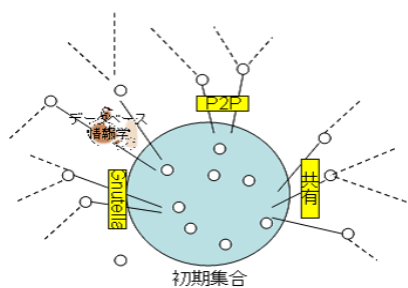


図 5 提示方法

アの特徴と類似度が高ければそのピアの特徴を提示し、構造的な文脈と類似度が高ければ、この文脈の共通点を提示する。また、この様に得られた DOI に基づき、DOI の低いコンテンツは外側でいくつかのコンテンツを一纏めにして提示するなどの簡略化を行う。これによりユーザはコンテンツの位置づけを容易に把握する事が可能になる。

図 5 の様に視覚化することにより、ユーザは現在の興味に関連する項目について知ることができ、発見的検索を容易に行うことが可能であると考えられる。

6. まとめと今後の課題

本論文では今後普及してくると思われる P2P コンテンツ共有環境において、文脈情報と発見的検索が重要であり、有効に用いる事ができるという事について提案した。

従来の P2P ネットワークでのコンテンツ共有アプリケーションでは非常に限られた目的での検索しか行えず、より柔軟な検索手法が必要である。これに対して発見的検索を提案し、それに必要なメタ情報として文脈情報を利用する方法について述べた。このような情報は P2P コンテンツ共有環境特有のものであり、個人コンテンツにはメタ情報が丁寧に付加される事は考えにくい事を補うことができるためである。

今後の課題として、発見的検索に対する有効な支援方法の提案と、文脈情報の抽出・それを用いた検索についてアルゴリズムを提案する事が挙げられる。また、これらの手法について評価を行う事が必要であると考えている。

謝 辞

本研究の一部は、平成 17 年度科研費特定領域研究 (2) 「Web の意味構造発見に基づく新しい Web 検索サービス方式に関する研究」(課題番号:16016247, 代表:田中克己), および, 21 世紀 COE プログラム「知

識社会基盤構築のための情報学拠点形成」によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

参 考 文 献

- 1) Napster :<http://www.napster.com/>
- 2) gnutella :<http://www.gnutella.com/>
- 3) WinMX :<http://www.winmx.com/>
- 4) Lee, Y. Oh, C., Park, E. K.: Intelligent knowledge discovery in peer-to-peer file sharing, Proceedings of the eleventh international conference on Information and knowledge management, pp.308-315 (2002).
- 5) Min Cai, M. Frank, RDFPeers: A Scalable Distributed RDF Repository based on A Structured Peer-to-Peer Network, In Proceedings WWW Conference 2004, New York, USA.
- 6) M.J.Bates. The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface. Online Review, 13(5):407-424,1989.
- 7) W. Nejdl, B. Wolf, C. Qu, S. Decker, M. S. A. Naeve, M. Nilsson, M. Palmer, and T. Risch. EDUTELLA: A P2P networking infrastructure based on RDF. In 11th World Wide Web Conference, 2002.
- 8) Paul Janecek, Pearl Pu: Opportunistic Search with Semantic Fisheye Views. WISE 2004: 668-680
- 9) George A. Miller. Wordnet: a lexical database for english. Communications of the ACM, 38(11):39-41, 1995.