

モバイルコンテンツ検索におけるファジー理論を適用した レイティング方式の提案

小俣 栄治† 石川 憲洋† 角野 宏光†
株式会社NTTドコモ マルチメディア研究所
余 曄‡ 朱 仲武‡ 彭 泰二‡
日本エリクソン株式会社

1. はじめに

現在、P2P(peer-to peer)サービスが非常に注目を浴びており、新たなインターネットサービスの実現に向けて様々な研究開発が行われている。我々の研究グループでは、モバイル向けに P2P サービスを提供する方法について研究を行っており[1]、アプリケーションに依存しない汎用的なモバイル向け P2P ネットワークのアーキテクチャ及びプロトコルを提案している。

さらに我々の提案した P2P ネットワーク上のアプリケーションとして、セマンティック Web 技術を利用したモバイル向けメタデータ分散検索システムの検討を行っている[2]。しかし、モバイル向け検索システムを考えた場合、携帯電話や PDA 等のモバイル端末では限られたインターフェースを利用して検索を行わなければならない。このことから、ユーザが快適に検索を行うためには、少ない入力で、より要求に添った的確な検索結果のみを取得することが重要である。

本研究では、これまでに我々が提案したモバイル向けメタデータ分散検索システムの改善を目的として、ユーザの入力するあいまいな要求条件をもとに検索を行い、その結果得られるメタデータに対してファジー理論を用いたレイティングを適用することにより、ユーザが要求する検索結果のみを的確に絞込む手法を提案する。

本論文では、まず本研究の位置付けとしてこれまで提案してきたモバイル P2P ネットワークと i-mode 端末を用いたモバイル向けメタデータ検索システムについて説明し、さらにその検索システムの課題を示す。次に提案するファジー理論を用いたレイティング手法を示し、その手法の検討事項に関して説明を行う。

2. 本研究の位置付け

2.1 モバイル向け P2P メタデータ分散検索システム

これまでに提案している P2P アーキテクチャは、

A study on rating method for mobile contents search

† Eiji Omata, Norihiro Ishikawa, Hiromitsu Sumino
NTT DoCoMo Multimedia Laboratories

‡ Ye Yu, Zhong-Wu Zhu, Tai-Erh Peng
Ericsson Research Japan

i-mode 端末、モバイル向けプロキシ、P2P ノードから構成される。モバイル向けプロキシは、プロトコル変換・キャッシュ等の機能を備えている。i-mode 端末はそのプロキシ機能を利用することにより、擬似的に独立したノードとして P2P ネットワークに参加することが可能となっている。また、本提案のアーキテクチャはアプリケーションに依存しない汎用的な P2P サービスのプラットフォームを提供するものであり、モバイルユーザはこのプラットフォーム上で様々なアプリケーションを用いることが可能である。

次に、提案しているモバイル向けメタデータ分散検索システムを、図 1 に示す。P2P ネットワーク上の各 P2P ノードが、コンテンツの情報を記述したメタデータを保持し、このメタデータを利用して Semantic Web の目指す的確な条件での分散検索を提供する。メタデータは、Semantic Web で汎用的なリソース記述言語である RDF(Resource Description Framework)を用いて定義した[3]。本検索システムでは、検索対象として i-mode 用のコンテンツを想定しており、インターネット上に公開されているコンテンツに関する情報をメタデータとして記述している。i-mode 端末および各 P2P ノードのユーザにおいて検索の要求が生じると、隣接ノードに対して検索の要求が送信される。検索機能をもった各 P2P ノードは、受信した検索要求に対してノード内のデータベースを検索する。それと同時に、隣接した検索システムに対して検索要求の転送を行い、検索条件がヒットしたノードから検索要求元に対して、検索結果が送信される。

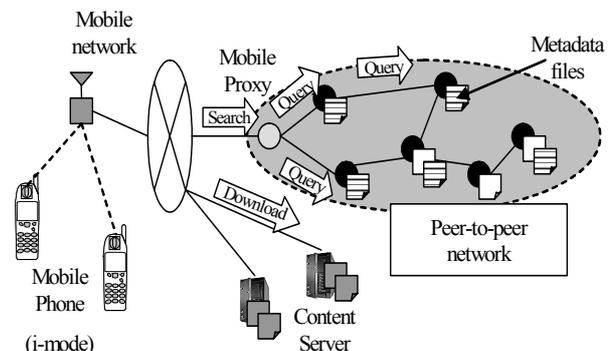


図 1 P2P メタデータ分散検索システム

2. 2 RDFメタデータ分散検索の課題

P2P ネットワークのような分散型のネットワークにおいて、ノード間でのリソース間い合わせを行うためには、ノード間で相互利用可能なメタデータ形式が必要となる。本研究では様々なコンテンツに対して RDF を用いてメタデータを定義した。図 2 では、レストラン検索を行う際に用いるメタデータの記述例を示す。

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:i="http://www.....com/./content-schema#">
  <rdf:Description about="http://.../docomo.jam">
    <i:shopName>ドコモ・レストラン</i:shopName>
    <i:shopAddress>神奈川県横須賀市</i:shopAddress>
    <i:shopTel>0468403812</i:shopTel>
    <i:latitude>35,12,38</i:latitude>
    <i:longitude>139,41,16</i:longitude>
    <i:openingTime>10:00:00</i:openingTime>
    <i:closingTime>23:00:00</i:closingTime>
    <i:holiday>Sunday</i:holiday>
    <i:rate>9500</i:rate>
    <i:feature>イタリアン 要予約</i:feature>
    <i:numofSeats>28</i:numofSeats>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 2 : メタデータの記述例

RDF メタデータを用いた検索では、検索条件と検索対象メタデータのプロパティバリューの比較を行う。これらが一致した場合にのみ、検索結果としてユーザにそのメタデータが送信される。このような RDF を用いたメタデータ分散検索システムには、以下の二つの課題が考えられる。

一つ目の課題として、ユーザが入力した検索条件とメタデータのプロパティバリューが少しでも異なれば、検索結果として得ることはできないという点である。ユーザの要求とは非常に近い値を持つメタデータや、一つの条件は異なっても他の条件は要求に添っているメタデータが存在したとしても、そのメタデータは検索結果として得ることはできない。そこで、ユーザにあいまいな検索条件を入力させ、ファジー理論を適用することにより、少ない入力で効率的に検索を行う手法を提案する。

二つ目の課題としては、i-mode 端末の小画面での検索結果出力を前提として考えた場合、その画面の大きさから多くの検索結果を画面出力することは困難である点である。上記のように、検索条件をあいまいなものとする事により、検索結果がさらに増加してしまう可能性がある。そこで、検索の結果得られたメタデータをレイティングし、的確に絞り込みを行った上で、ユーザに提供する手法を提案する。

本研究では、上記のように i-mode 端末から RDF メタデータを用いて検索を行うシステムにおいて、ユーザの入力するあいまいな要求を検索条件として検索を行う手法と、ファジー理論を適用してメタデータのレイティングを行う手法を提案する。

3. 提案方式

本提案手法では、ファジー理論を用いてユーザのあいまいな要求を検索条件として用い、さらに効率的に検索結果として得られるメタデータをレイティングし、表示するメタデータの数を絞り込む。その結果、ユーザのあいまいな要求を踏まえた上で、i-mode 端末を用いて検索結果の効率的な閲覧を行うことが可能となる。図 3 に本手法の流れを示す。本手法は①ユーザが入力したあいまいな検索条件をもとに、検索を行う際に必要なメンバーシップ関数を定義し、②検索条件を定式化する。その後メタデータのレイティングを行うために、③各条件に対する検索対象メタデータの評価値を算出する。④算出した評価値を用いて、各メタデータの総合評価値を求める。⑤最後に総合評価値をソートすることにより、ユーザの満足度が高いメタデータのみを選び出す。本章では提案する方式について、具体的に説明する。

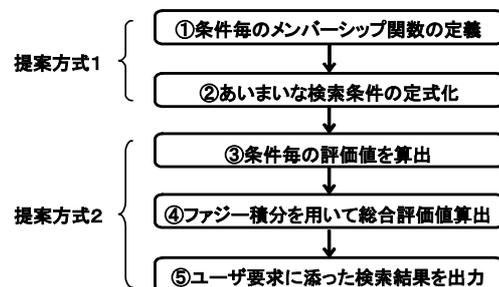


図 3 提案方式の流れ

3. 1 検索条件のあいまい化

ユーザが持っているあいまいな要求は、検索範囲がどこからどこまでと明確に定めることは困難である。その検索範囲となるあいまいな境界線を、ファジー理論を用いることにより定式化する。ファジー理論を用いた場合、一致と不一致の間に中間値を持つことができる[4]。この中間値により、検索条件とプロパティバリューが完全に一致していなかったとしても、ユーザの要求に近いメタデータに関して、検索結果として選出することが可能となる。

そこでまず、ユーザが要求するあいまいな条件を定式化するために、条件毎にメンバーシップ関数を定義する。メンバーシップ関数とは、検索条件と検索対象のメタデータが保持するプロパティバリューがどの程度適合しているかを 0 ~ 1 の範

囲で示す関数である。一般的にメンバーシップ関数には、図4に示すような三角形・台形・ガウス分布型等のメンバーシップ関数が存在する。

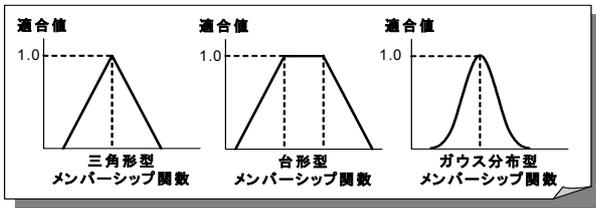


図4 メンバーシップ関数

レストラン検索を行う場合を具体例として示し、あいまいな条件の定式化手法を説明する。まず、ユーザがレストラン検索を行う際に要求する検索条件として、

- ・ 条件1：予算は1万円くらい
- ・ 条件2：現在位置から10分以内
- ・ 条件3：席の数は30席くらい

を考える。ユーザが要求した検索条件には、「～くらい」や「～以内」といったあいまいな単語が含まれている。このユーザの入力した条件毎にメンバーシップ関数を定義し、検索条件を定式化する。本研究では、3.2で述べる条件毎の評価値算出を簡単化するために、条件に「～くらい」が含まれている場合は三角形を、「～以内」が含まれている場合は台形型メンバーシップ関数を用いる。メンバーシップ関数を定義する際に、検索条件にあいまいさを付与するため幅を持たせるが、その際の検索条件幅は、ユーザ要求の±α%とする。図5に、α=10として定義したメンバーシップ関数の例を示す。

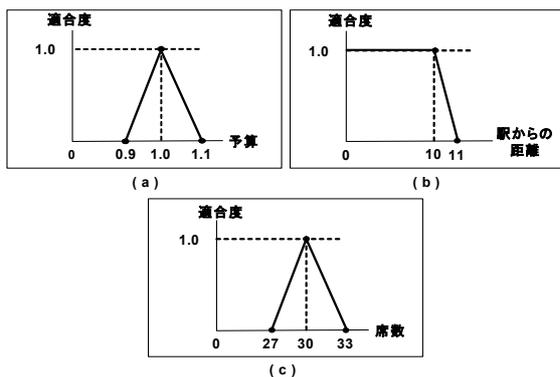


図5 条件毎のメンバーシップ関数

図5で定義したメンバーシップ関数より、検索条件の定式化を行う。検索条件を各々x, y, zとすると、条件1から条件3は、

- ・ 条件1：0.9 ≤ x ≤ 1.1
- ・ 条件2：y ≤ 11
- ・ 条件3：27 ≤ z ≤ 33

となる。ここで作成した条件が、検索を行う際の検索条件となる。このようにメンバーシップ関数を定義し、検索条件を定式化することにより、これまでのRDFメタデータ検索では実現できなかった、あいまいな条件による検索が可能となる。

3.2 ファジーレイティング

検索を行った結果得られるメタデータに対して、ファジー理論を用いてレイティングを行う手法を説明する。本研究ではファジー理論を用いたレイティング方式を、ファジーレイティングと呼ぶこととする。ファジーレイティングでは、まず3.1で定義したメンバーシップ関数と検索条件から求まる各条件に対するメタデータ毎の適合値を算出する。さらに、算出した条件毎の適合値とファジー測度を用いることにより、ファジー積分を適用する。ここでファジー測度とは、一般的な測度とは異なり、加法性の成り立たない測度である。ファジー積分を用いることにより、複数の条件(属性)から総合評価値を得ることが可能となる。ファジー積分にはいくつかの手法(ショケ積分・菅野積分等)が存在するが、本研究では最も一般的な手法であるショケ積分を用いることにする。ショケ積分は各適合値を測度によって重みづけし、各評価の和を求め総合評価を出す手法である[5]。ここでAはファジー測度、tは各条件の評価値として、式1に示すファジー積分(ショケ積分)の一般式を示す。

$$\int_x f d\mu = \sum_{i=0}^M \mu(A_i)(t_i - t_{i-1}) \quad \dots (式1)$$

また(式1)を、図的に表すと図6のようになる。例として、M=3とする。

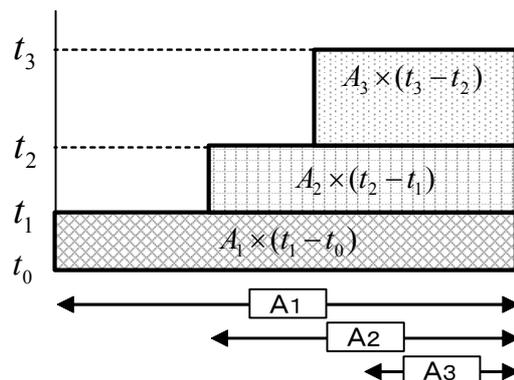


図6 ファジー積分(ショケ積分)

ファジー積分を行った結果得られる総合評価値は、図6の面積の総和で表すことができ、各メタデータがユーザの要求条件にどの程度満足しているかを総合的に示している。すなわち、検索結果の中から総合評価値がより高いメタデータを選択

することにより、的確に検索結果を絞り込むことが可能となる。

次に、ファジーレイティング方式の具体例を示す。3. 1で示した検索条件を満たすメタデータのプロパティバリューとメンバーシップ関数を比較して、評価値を算出する。図7に検索条件を満たす一つのメタデータを例として、評価値の算出方法を示す。

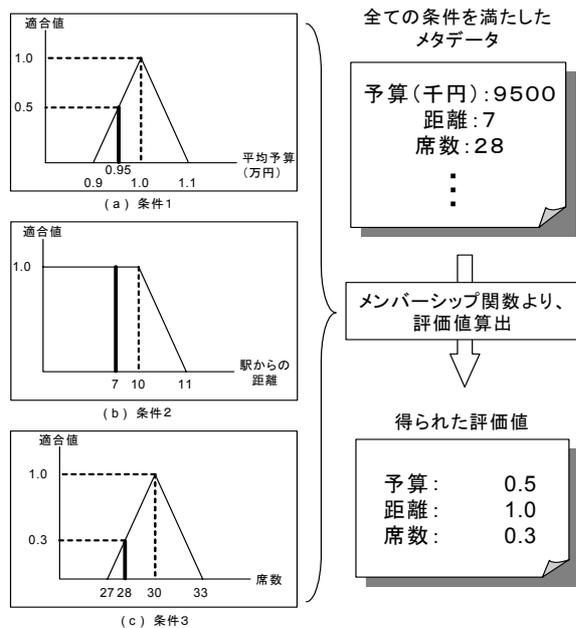
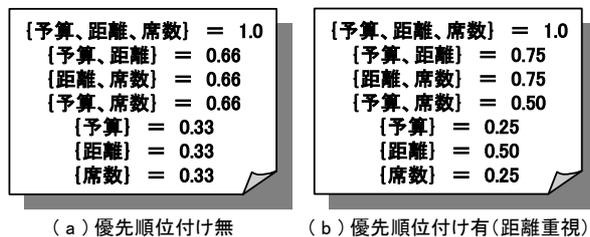


図7：条件毎の評価値算出例

さらに、ユーザによる検索条件の優先順位付けをもとに、ファジー測度を決定する。ファジー測度の例を図8に示す。例としてユーザは2種類の優先順位付けを行うものとし、図8(a)は検索条件を全て平等条件とした場合、図8(b)は検索条件(距離)を重視した場合の、ファジー測度である。



(a) 優先順位付け無 (b) 優先順位付け有(距離重視)

図8 ファジー測度の例

このようにして得られた条件毎の評価値と、ファジー測度を用いてファジー積分を行う。図7、図8(a)を用いた場合の、総合評価値の算出例を図9に示す。また、図8(b)を用いて総合評価値を算出すると、総合評価値=0.7となる。このように検索条件を満たすメタデータの総合評価値を算出し、降順にソートする。この総合評価値の高い順に、

ユーザが希望する数を検索結果として出力する。このようにファジーレイティングを用いることによって、検索結果を効率的に絞り込むことができる。その結果、i-mode 端末を用いた場合の検索であっても、ユーザにとって有効な検索が可能となる。

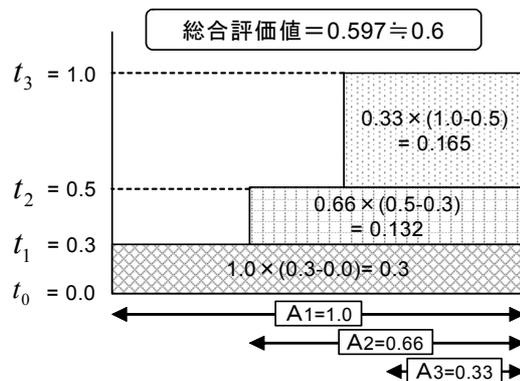


図9 ファジー積分の例

4. むすび

本研究では、これまで我々が提案を行ってきた i-mode 端末を用いた分散メタデータ検索の拡張手法として、ファジー理論を用いてユーザが持つあいまいな要求を反映した検索を行う方式と、i-mode 端末の小画面で表示を行うための絞込みを可能とするファジーレイティングの方式を提案した。

ユーザのあいまいな要求を反映し、さらに効率的な検索結果のレイティングが可能になることによって、i-mode 端末を用いた場合であっても、ユーザにとって有効な検索が期待できる。

本提案をシステム化する際には、以下の点を考慮する必要があると考えられる。

- ・ 検索条件の定式化を行う際に、どの程度の範囲を検索対象とするか
- ・ ユーザが求める検索条件の優劣を、どのようにファジー測度に反映するか

これらは、「ユーザの意思」や「検索を行う対象」に大きく依存してしまうことから、一意に定義をすることが困難であり、今後の大きな課題である。

参考文献

- [1] モバイル向け P2P ネットワークのアーキテクチャとプロトコルの提案, 加藤他, DICOMO2002
- [2] P2P ネットワーク上でのメタデータを用いたマルチメディアコンテンツ検索システムに関する検索, 角野他, DICOMO2002
- [3] Ora Lassila, Ralph R. Swick, "Resource Description Framework(RDF) Model and Syntax Specification": W3C Recommendation 22 February 1999
- [4] ファジー情報処理入門, オーム社, 浅居 喜代治, 1993
- [5] ファジィ積分による多属性の特性値の総合評価法, 高萩 栄一郎, SOFT 第10回ファジィシステムシンポジウム