

モバイルエージェントを用いた情報検索の試作と評価

北島 聡史[†] 長橋 和哉[†] 小泉 寿男[†]

東京電機大学理工学部 情報システム工学科[†] 東京電機大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

「いつでもどこでも」利用できるネットワーク・コンピュータ環境のユビキタスコンピューティングや超分散環境の研究が進展しつつある[1][2]。この環境では利用者がさまざまな場所から PC・携帯電話・PDA・情報家電等のデバイスを用いることができるが、自分、または自分が属する会社・研究室等のグループが所有する、閲覧可能な文書・メール等のドキュメントファイルが保存されるデバイス数も増加し、保存場所の拡散が問題となる。サーバを用いてファイルを管理・検索する方式では、サーバとのネットワークが切断されたり、サーバ自体が停止したりすると検索できなくなる。モバイルエージェントを用いることでサーバに依存せず、ネットワークが切断されても検索を続行させることができる。

本稿では、検索結果をデバイス内のエージェントに記憶させ、その検索結果データを用いることで、どのデバイスを使っても様な検索を行えるシステムを提案する。プロトタイプを構築して効率のよい検索を行えるか検索結果を用いない場合のシステムと比較し、評価を行う。

2 情報検索方式

2.1 全体的な流れ

エージェントはユーザの代わりに各デバイス内のドキュメントを管理し、検索を行う。検索者から検索要求を受けたエージェントは自分のいるデバイス内のファイルを検索し、ファイルが発見できなかった場合はあらかじめ持っているリストに従って他のデバイスへ検索要求を飛ばす(図1)。

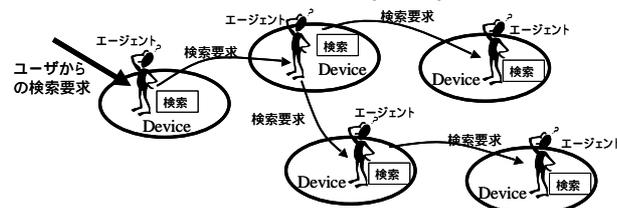


図1 検索要求の流れ

ファイルを発見したエージェントは検索結果を、検索依頼元のエージェントへ返し、検索依頼元のエージェントは検索を依頼したルートに沿って検索結果を全てのエージェントに知らせる。各エージェントは発見したファイルに関するデータを検索結果データとして保存する。エージェントはそれまでの検索結果データを持つ。2回目以降の検索の際には自身

が持つ検索結果データを参照、または同じデバイスにいるエージェントで、自分の属するグループと同じグループに入っている人が使用しているエージェントの検索結果データを問い合わせることで検索を行う(図2)。

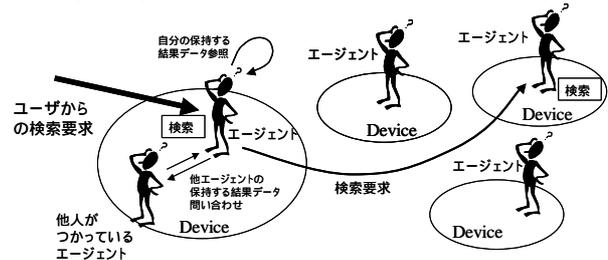


図2 参照・問い合わせによる検索

検索の結果ファイルを発見した場合、その検索結果は各エージェントに送信され、保存される。保存された検索結果データは次回以降の検索の指針となる。問い合わせの結果、エージェントのいないデバイスが指定された場合はエージェントが移動して検索を行う。

2.2 エージェントの機能と構成

本方式は3つのエージェントからなるエージェント群である。3つのエージェントはそれぞれ検索エージェント、送受信エージェント、参照・問い合わせエージェントである。機能を振り分ける目的は、検索エージェントが検索中に問い合わせ依頼に対して返答する場合などに個別に対応ができるからである。エージェントの構成図を以下の図3に示す。

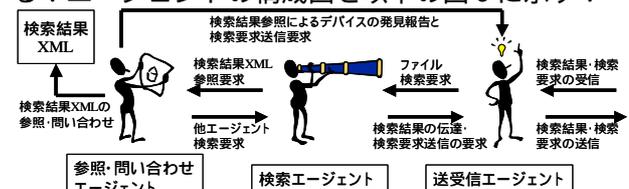


図3 エージェントの構成

(1) 検索エージェント

デバイス内のファイルの検索、デバイス内にある他のエージェント群の検索を行う。検索の結果ファイルや問い合わせる他のエージェントが発見できなかった場合、メッセージ伝播先リストに従って次のデバイスに対して検索要求を送信するよう送受信エージェントに依頼する。

(2) 送受信エージェント

他のデバイスへの検索要求・検索結果報告等のメッセージ送信を行う。メッセージ伝播先リストを持っており、検索結果によってファイル位置が特定できなかった場合はそのリストに従って検索要求

An information retrieval method using mobile agents and its trial evaluation

Satoshi Kitajima, Hisao Koizumi, Kazuya Nagahashi

Department of Computers and Systems Engineering, Tokyo Denki University

メッセージを送信する。

(3) 参照・問い合わせエージェント

検索結果データの参照・他のエージェントの持つ検索結果データの問い合わせを行う。検索結果 XML の内容更新，他エージェントが所属するグループが自分の検索できる範囲かどうかの判定も行う。エージェント移動の際は 3 種のエージェントが一組になってコピーされ移動する。

2.3 エージェントの知識処理

エージェントは検索キーワード，ドキュメントが発見されたデバイス，検索された日時等の要素を持つ検索結果データを持っている。検索結果データは XML に記述し，これを検索結果 XML と呼ぶ。検索要求を送る前に参照され，検索要求のために送信するメッセージ量を不必要に増やさない。また，検索結果データ内の一要素として有効度を設け，以前の検索から 2 週間程度の時間が経過した不正確な検索結果を削除するための指針とする。

有効度を以下の式(1)で定義する。

$$\text{有効度} = (\text{検索された回数}) \times \dots - (\text{最終検索日からの日数}) \times \dots + \text{定数} \dots (1) \quad (\text{ただし } \dots, \dots > 0, \dots, \dots \text{ は任意で定められる})$$

有効度はこの式に基づいて増減し，0 以下になった時点でその検索結果データが有効性を失ったとして削除する。検索結果 XML 内の検索結果データ全体の有効度が低くなった場合は別のエージェントが持っている検索結果 XML をコピーして取得する。

3 プロトタイプ構築

プロトタイプは Windows2000 上で Java を用いて構築し，エージェントの作成には Java ベースのモバイルエージェントフレームワークである AgentSpace を用いる [3]。検索結果データとメッセージ伝播先リストの保存形式と，デバイス間の通信は XML を用いて行い，XML を扱う上で Java と親和性の高い JDOM API を用いる [4]。

3.1 AgentSpace

AgentSpace はモバイルエージェントのロード・セーブ，エージェントフレームワーク間を移動する機能，エージェント間通信機能などを提供している。実行状態・クラス等実行に必要なファイルを一括で輸送するため，移動後に回線が切れた場合に新たなクラスを要求せずとも動作が可能である。以下に AgentSpace の構成図を示す。

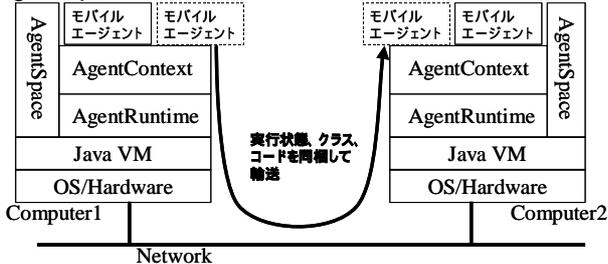


図 4 AgentSpace の構成

3.2 検索結果 XML の形式

検索結果 XML 内に記述される検索結果データはその要素として，検索ファイル名 (Filename)，検索キーワード (Keyword)，発見デバイスの IP アドレス (DivicelP)，検索者 (Researcher)，ファイルの所属グループ (Group)，最終検索日時 (Date)，有効度 (Priority) を持つ。

以下に検索結果 XML の DTD の一部を示す。

```
<?xml version="1.0" encoding="shift-JIS"?>
<!ELEMENT SearchResult (Filename, Keyword, DivicelP,
  Researcher, Group, Date, Priority)>
<!ELEMENT Filename (#PCDATA)>
<!ELEMENT Keyword (Word*)>
<!ELEMENT Word (#PCDATA)>
```

図 5 検索結果 XML の DTD

検索結果 XML 内には複数の検索結果データが保存できるが検索結果データの保存数には上限がある。上限を超えた場合は有効度の低い順に削除される。

4 実験・評価

本方式の検索システムと参照・問い合わせエージェントを除いた，検索結果データを用いない検索システムの 2 つを用いて実際にファイルを検索して，デバイス間を移動したメッセージ数と検索速度について比較する。実験の条件を以下の表に示す。

表 1 実験の条件

	a	b	c	d
検索に用いる検索システム	本方式 (検索結果を用いる)	本方式 (検索結果を用いる)	検索結果を用いない	検索結果を用いない
検索に用いるデバイス	毎回同じデバイスで検索	毎回検索するデバイスを変更	毎回同じデバイスで検索	毎回検索するデバイスを変更

実験者は a~d の条件に分かれ，その条件に添って検索を行う。実験者が検索するファイルは事前にランダムで決定される。

実験の結果，各方式において移動したメッセージ数と検索速度について評価している。また，デバイスを変更して検索した b の場合と，変更しないで検索した a の場合との差異についても検討している。

5 まとめ

検索結果をデバイス内のエージェントに記憶させ，その検索結果データを用いてどのデバイスを使っても一様な検索を行えるシステムを提案し，試作した。

今後の課題としてはより資源の制約が厳しいハードウェア上で動作させるために PDA 等のデバイスを用いた実験を行っていく。

参考文献

- [1] Mark Weiser, "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computer, October 1993
- [2] 長橋和哉，髭白，北島，金子，塩澤，小泉，"分散環境におけるサーバレスコミュニケーション方式と検索システム方式の提案"，Dicomo2002 シンポジウム論文集 pp33-36, July, 2002
- [3] 佐藤一郎，"AgentSpace モバイルエージェントシステム"，日本ソフトウェア科学会 Workshop on Multi Agent and Cooperative Computation, Dec, 1998
- [4] JDOM, <http://jdom.org/>