

推論機能を用いたメール分配システム MILD におけるメール検索機構

萩野 浩明[†] 門林 理恵子[‡] 清 一隆[†] 塚本 昌彦[†] 西尾 章治郎[†][†]大阪大学工学部情報システム工学科

E-mail: {hagino,sei,tuka,nishio}@ise.eng.osaka-u.ac.jp

[‡]株式会社エイ・ティ・アール知能映像通信研究所

E-mail: rieko@mic.atr.co.jp

本稿では、推論機構を備えたメール配送システム MILD において、推論機構を用いてメール検索を行なう手法について論じる。ユーザは、興味のある分野を指定した条件式をシステムに送信する。このメールを受信したシステムは、条件式からユーザが要求する内容を推論して、それに合致するメールをユーザに返送する。これによって、メールシステムを利用した情報の共有がより簡単にかつ効率的に行えることを明らかにする。

1 はじめに

コンピュータネットワークはコミュニケーションの手段として電話などと並ぶ重要なメディアになりつつある。人がコミュニケーションを行なう時、一対一でのコミュニケーションだけではなく、集団におけるコミュニケーションを行なうことも多い。しかし、従来のメディアでは一対一、あるいは一対不特定多数でのコミュニケーションしか行なうことができない。これに対し、コンピュータネットワークでは誰もが等しく、しかも容易に情報の発信者となることが可能であるためグループ通信、すなわち通信メディアをもちいた集団におけるコミュニケーションにおいて有効である。実際にコンピュータネットワークでは電子メールを用いたメーリングリストシステムや、グループウェアなどさまざまなグループ通信環境を提供するシステムが存在する。

また、最近のコンピュータネットワークの普及にともなう、ユーザ数および情報量の増大は、多数のユーザの間で行なわれるグループ通信においてはさらに顕著に見られる。その結果、グループ通信シ

テムに対して、多量の情報の中から、自分に有用な情報だけを受け取りたいという、情報を受けとる側の要求、および、グループのメンバーを、目的や状況に応じて動的に構成したいという、情報を送る側の要求が出てきている。メーリングリストやネットニュースのような従来のグループ通信システムにも、送信側、受信側両方の立場から情報を選別する機能は備わっていると考えられる。つまりメーリングリストに自分のアドレスを連ねたり、自分の興味のあるニュースグループを選ぶことによって受信側の立場から情報を選別することが可能であり、送信側においてもメーリングリストおよびニュースグループを選択することによって情報の選別が可能である。しかしこれらのシステムでの情報の選別は、ニュースグループやメーリングリストなどのかなり大きな単位でしか行なうことができず、目的や状況に応じた柔軟さに欠ける。

そこで著者らのグループでは、グループ通信システムにおいて受信側および送信側の立場からの、目的や状況に応じた柔軟な情報の選別を可能とすることを目的として、メール配送システム MILD (Mail Distribution system)[3, 4] を開発し、実際に運用している。MILD では、知識ベースを用いて配送先を記述できることにより、送受信双方の意図を反映する形で、コミュニケーション対象をきめ細かく指定することが可能となる。

MILD では、知識ベースに対してユーザ情報の登録を行なうことにより、有用な情報のみを受け取りたいという受信側の要求を満たすことが可能である。しかし、受信側においても送信側と同様に、その時々

Mail Retrieval using Reasoning Mechanisms in Mail Distribution System MILD

Hiroaki HAGINO[†], Rieko KADOBAYASHI[‡], Kazutaka SEI[†], Masahiko TSUKAMOTO[†], and Shojiro NISHIO[†]

[†]Department of Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, Osaka University

[‡]ATR Media Integration & Communications Research Laboratories

の状況や目的に応じた内容のメールだけを選びたいという要求がある。また、先に述べた情報量の増大にともない、各ユーザが過去に受けとったメールを整理、蓄積することは困難になる。

以上のような考えに基づき筆者らの研究グループでは、MILDを用いて過去に配送されたメールをその時々目的や状況に応じて読みたいものだけを検索し、その結果をそれぞれのユーザの分かりやすい形に再構造化する研究を進めている。本稿では、このような再構造化を実現する一つの手法として推論システムを用いた検索機構を考え、MILDにメールの検索機構を追加する点について論ずる。この機構を実現することによって、MILDは柔軟な宛先指定が可能なメール分配システムとしての役割と、あるトピックに関する情報を自由に取得することができるニュースとしての役割を同時に果たし、情報を統合的に処理可能なグループ通信システムとなる。

以下、2章でメール配送システムMILDの概要について説明し、3章でMILDにおけるメール検索機構の設計について論ずる。4章では、関連研究との比較について述べ、最後に5章でまとめを行なう。

2 メール配送システム MILD

筆者らのグループでは、柔軟なグループ間でのメッセージ交換を可能にするためにメール配送システムMILD[3, 4]の開発、運用を進めてきた。MILDでは、「こういう人達にメールを送信したい」、「こういう話題に関するメールを受信したい」といった送信者と受信者の意図を反映したメールの配送を実現するために、知識ベースを用いたユーザ情報や一般的な知識の管理を行なっている。ユーザは宛先として知識ベースに対する問合せが記述されたメールをMILDに対して送信する。MILDはメールを受信すると知識ベースの推論機構を用いて問合せからユーザアドレスを導出し、メールの配送を行なう。このようにして、送信者の問合せによる柔軟な宛先指定と受信者の意図を反映したメール配送を実現している。

以下では、まずMILDで採用している知識ベースシステムDOTについて述べる。次に、MILDを用いてメールを配送するときの宛先の表記法、およびその配送処理について述べる。

2.1 知識ベースシステム DOT

MILDは知識ベースシステムとして、筆者らのグループが提案してきたDOT(Deductive Object-

oriented Term representation)[7]を採用している。DOTとは、ドット記法とIS-A関係を用いて知識を表現し、IS-A関係の順序性と継承関係に基づいて推論を行なう知識ベースシステムのためのモデルである。

知識表現 知識はドット式間のIS-A関係を用いて表現される。ドット式とは、名前を示すシンボルであるオブジェクト名、もしくは、オブジェクト名の属性を示すシンボルであるラベルを「!」でつないで表される式である。例えば、「のみ太」、「のみ太.趣味」、「のみ太.親.名前」はドット式であり、それぞれ、「のみ太」、「のみ太の趣味」、「のみ太の親の名前」を表わす式とみなす。

また、IS-A関係を、

- $X < X$.
- $X < Y, Y < Z$ ならば $X < Z$.
- $X < Y$ ならば $X.p < Y.p$.

が成り立つ関係としてとらえている。ここで、 X, Y, Z はドット式、 p はラベルである。

問合せ あるドット式との間にIS-A関係が成立するドット式の集合を求める問合せが行なえる。例えば、次のような問合せが可能である。

- 「誰が「あさひ町」の「仲良し」ですか?」という問合せは、「 X IS-A あさひ町.仲良し?」と表現される。
- 「「趣味」が「あやとり」であるのは誰ですか?」という問合せは、「あやとり IS-A X .趣味?」と表現される。

この問合せに対する答は正規集合になることが示されているため、複数の問合せの答に対して和や積などの集合演算を行なうことも可能である。また、答が無限集合になる場合においても処理が停止することが保証されている。

MILDのようにマルチユーザを対象としたアプリケーションの柔軟な運用や知的な管理を行なう上で、DOTが提供する

- タクソノミの記述に適した表現能力
- 集合を対象とした推論能力

は重要な役割を果たすものと考えられる。これより、DOTはMILDにおける知識ベースシステムとして有効であると言える。

2.2 MILD における宛先の表記法

MILD における宛先は次の形式で表記する。

- 「To:」欄には MILD のメールアドレスを記述する。
- 宛先は「Subject:」欄に条件式を付加することで表現する。条件式の記述には次のような規則がある。
 - 条件式は大カッコで括って記述する。そのため、宛先自身に大カッコを含んではいけない。
 - 条件式はアドレス導出式、単項演算子、二項演算子、およびこれらを小カッコで括ったものからなる。アドレス演算子とは DOT に対して問い合わせを行ない、結果として電子メールアドレスを得るものである。各演算子はそれらの電子メールアドレスに対する集合演算を行なうものである。
 - アドレス導出式は、 A をドット式、 p をラベルとすると、「 A 」、「 p が A 」のいずれかの形式で記述する。「が」のかわりに「は」、「:」を用いることもできる。また、ドット式の中でオブジェクト名、ラベルを結合する記号には「.」のほか「の」を用いることもできる。
 - 単項演算子は補集合演算子（「!」、「以外」）のみである。これは他の演算子に優先する。
 - 二項演算子は和集合演算子（「,」、「|」、「と」、「または」）および積集合演算子（「&」、「かつ」）である。
 - 小カッコの中の演算は最も優先される。

MILD を利用したメールの例を図 1 に示す。のみ太というユーザが、あさひ町内の仲の良い友達でジョイアンというユーザ以外にメールを配送したい場合は、このように記述する。

2.3 MILD における処理

MILD ではユーザの所属や、ユーザがどのトピックに興味をもっているのか、そして一般的なトピック間の概念階層などの情報を DOT の知識として保持する。 A をドット式、 p をラベル、 x を未知数とすると「 A 」というアドレス導出式に対しては「 x IS- A A 」という形に書き換えられ、ユーザの所属の

```
To: mild@chugakkan.co.jp
Subject: 危険です!!
[あさひ町の仲良しかつジョイアン以外]

のみ太です。
そろそろ恒例のジョイアンのリサイクルの季節になりました。みなさんお気をつけて...
```

図 1: MILD を利用したメールの例

```
のみ太 IS-A あさひ町. 仲良し
すずか IS-A あさひ町. 仲良し
つねお IS-A あさひ町. 仲良し
ジョイアン IS-A あさひ町. 仲良し
あやとり IS-A のみ太. 趣味
射撃 IS-A のみ太. 趣味
バイオリン IS-A すずか. 趣味
歌 IS-A ジョイアン. 趣味
バイオリン IS-A 音楽
歌 IS-A 音楽
```

図 2: MILD の知識例

情報を用いて DOT に問合せを行なう。「 p が A 」というアドレス導出式は「 A IS- A $x.p$ 」という形に書き換えられてユーザの興味および一般的な概念階層についての情報を用いて DOT に問合せを行なう。そこで、情報の利用方法の違いから、前者をグループ情報、後者をキーワード情報として区別する。

DOT に対して問合せを行なった結果は、ドット式と電子メールアドレスとの対応表を用いて電子メールアドレスとなり、そのアドレスにメールが配送される。

例えば、図 2 のような知識があったとき、「あさひ町の仲良し」というアドレス導出式から「のみ太+すずか+つねお+ジョイアン」という解が得られ、「ジョイアン」というアドレス導出式から「ジョイアン」という解が得られる。そのあと、補集合演算、積集合演算を行なって「のみ太+すずか+つねお」という解を得る。メール配送機構と、図 1 のメールの配送例を図 3 に示す。

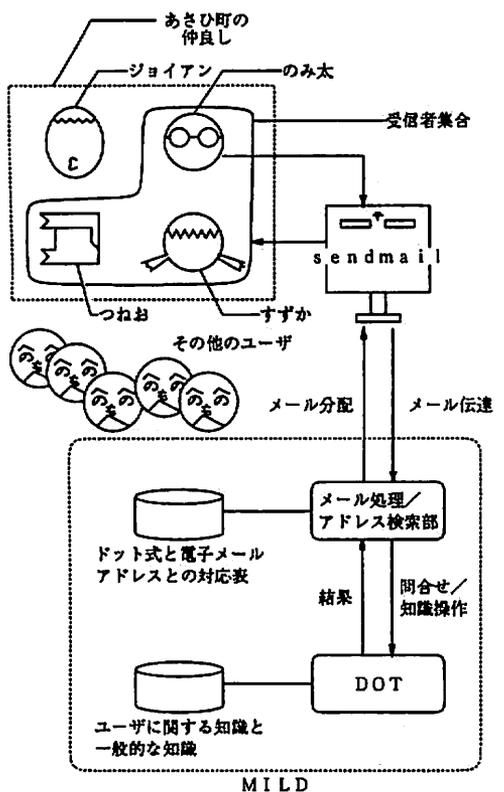


図 3: MILD によるメール配送機構の構成

3 MILD に対するメール検索機構の追加

本稿では、メールの受信側の意図を反映し、かつ困難なメール検索の簡便化を図る目的で、メール検索機構を MILD に拡張する。実装は、SunOS4.1.3 上で、Perl Version5 を用いて行なった。

MILD を用いて配送されるメールはすべてシステムにより蓄積される。ユーザが MILD に対してメール検索の要求を出すと、MILD は要求にしたがって推論を行ない蓄積された過去のメールから対応するものをユーザに提示する。

MILD の利用方法は主に次の二つに分類できる。

メーリングリスト的な利用 グループ情報から導出されるユーザに対してメールの配送が行なわれる。

ニュース的な利用 趣味などに関する情報から導出

されるユーザに対してメールの配送が行なわれる。

前者は、受信者以外のユーザには読まれたくないメールである場合が多く、後者はあるトピックについて興味のある人全てに対するメールなので、だれに見られてもいいメールである場合が多い。以下では前者を非公開性のメール、後者を公開性のメールと呼ぶことにする。厳密には例外も存在するが、本稿ではこのような前提に基づいてメール検索機構を設計する。

メール検索機構では次の三つの処理を行なう。

- メール配送時における、メールの蓄積、および検索のためのインデックス作成。
- メール検索要求に対する、推論機構を用いたメール検索、および検索結果の返答。(ここで、検索結果とは蓄積されたメールの番号とその「Subject:」欄のことをいう。)
- 検索結果に基づくメール取得要求に対する、メール本文の返送。

メールの蓄積をユーザ単位ではなく MILD がシステムレベルで行なっているのは、メールのニュース的な利用を実現するためである。メールをシステムで一括に管理することによって、本来はメールであるものをユーザ全体の共有情報として利用することができる。

また、メールを検索するために、そのメールがどのように分類されるかを記録しておくことは有効である。MILD を用いてメールを蓄積する際にそれぞれのメールについて分類を行ない、インデックスを作成する。

この機構を実現することによって、MILD は柔軟な宛先指定が可能なメール分配システムとしての役割と、あるトピックに関する記事をあらゆるユーザが投稿し、読むことができるニュース的な役割を同時に果たし、情報を統合的に処理可能なグループ通信システムとなる。メール検索機構の構成を図 4 に示す。

本章の以下の部分ではこの機構における三つの処理について具体的に説明する。

3.1 メール蓄積およびインデックスの作成

MILD によるメールの蓄積およびインデックスの作成は以下の手順で行なわれる。

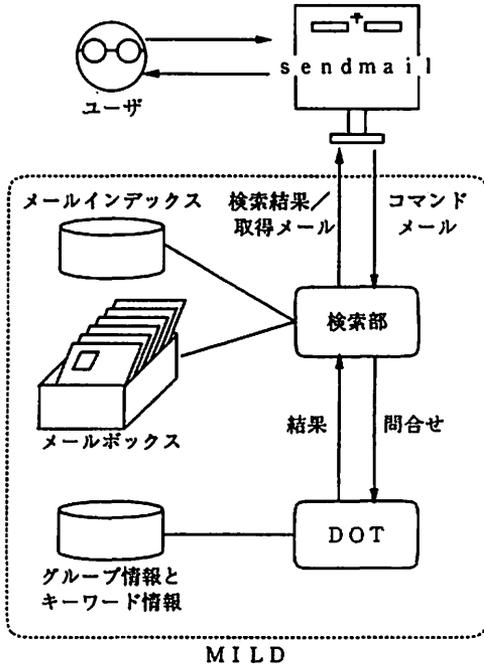


図 4: メール検索機構の構成

1. メールが配送される際に、そのメールに番号をつけ、ヘッダに問合せの結果として得られた、宛先のアドレスを Receiver として追加し、システムに付随するメールボックスに蓄積する。
2. 宛先の問合せを行なうために取り出した Subject 部分に記述された宛先情報を処理してメールを検索するためのインデックスを作成する。

1 において、各メールのヘッダに追加される Receiver は、実際に配送されたユーザのアドレスの列である。特に非公開性のメールにおいては、Receiver はそのメールに対するアクセス権限をもつユーザを示し、アクセス権限をもつユーザのみがそのメールを検索および取得要求の対象とすることができる。

また、2 では「Subject:」欄の宛先情報に配送するグループ名と受信者の興味の対象の両方を記述できる MILD の特長をいかして、その中の単語を取り出すことによって容易にメールを分類し、作成することができる。以下に簡単にその手順を示す。

1. 宛先情報の中で「～以外」と書かれた部分を削除する。

```

あさひ町. 仲良し: 1,3,6,29,...
歌: 21,22,23,...
バイオリン: 4,5,9,...
あやとり: 2,7,15,...
音楽: 8,10,
:

```

図 5: インデックスファイルの例

2. 「A の B」と書かれた部分を「A.B」と書き換える。
3. 「かつ」「が」「と」などの助詞を削除する。後に残ったそれぞれのドット式に対応するインデックスに、そのメールの番号を登録する。

例えば図 1 のようなメールが送信された場合、まず「ジョイアン以外」が削除され、次に「あさひ町の仲良し」が「あさひ町. 仲良し」に変換される。最後にこのメールの番号は「あさひ町. 仲良し」に対応するものとしてインデックスファイルに登録される。先に蓄積したメールのヘッダに Receiver という受信者についての情報が記録されているので、「ジョイアン以外」を削除してしまっても、メールの機密性が保たれ、「ジョイアン」というユーザはこのメールを読むことができない。また、「かつ」や「と」などの処理は後の検索要求の際に行なう。インデックスファイルの例を図 5 に示す。

3.2 推論機構を用いたメール検索

推論機構を用いたメール検索以下の手順で行なわれる。

1. ユーザは MILD に対して読みたいメールが配送されたグループ名や読みたいキーワードを記述したコマンドメールを配送する。
2. MILD は受けとったコマンドメールについて DOT を用いて、指定されたグループに所属するユーザもしくはキーワードに含まれる全てのトピックを求める。
3. 得られた結果を、インデックスファイルと照らし合わせてユーザの要求に合致するメール番号を得る。

To: mild-request@chugakkan.cp.jp
 Subject:
 search [音楽]

図 6: MILD に対する検索要求の例

4. メール番号とその「Subject:」欄の組をユーザに送り返す。

検索要求の形式 ユーザがMILDに対して読みたいメールの検索要求を行なうには、次の形式で検索のための条件式を記述したコマンドメールを送信する。

- 「To:」欄には、MILDによるメール検索機構のメールアドレスを記述する。
- 「Subject:」欄にはなにも記述しない。
- 本文には、“search [<cond>]”と記述する。ここで、<cond> は検索のための条件式である。
- 条件式に書くことができるのは、ドット式と、補集合演算記号、和集合演算記号および積集合演算記号と、これらを小カッコで括った式である。

MILD に対する検索要求の例を図 6 に示す。これは音楽というトピックに関するメールを検索する例である。

検索要求に対する処理 MILD はユーザからの検索要求を受けると、それについて DOT を用いて推論を行なう。これは、あるトピックに関するメールを全て検索するために行なうものである。

メールの検索機構において最も注意しなければならないのは、プライバシーの問題である。キーワード情報を用いて配送された公開性のメールは検索機構によってニュース的な利用を行なうものであり、全てのユーザに対して共有情報として公開されるものである。それに対して、グループ情報を用いて配送された非公開性のメールは読む人を限定するものであるので、全てのユーザに対して公開されてはならない。

このような観点から、メールをニュース的に利用しつつ、各ユーザのプライバシーを保護するために、次のような手順で処理を行なう。

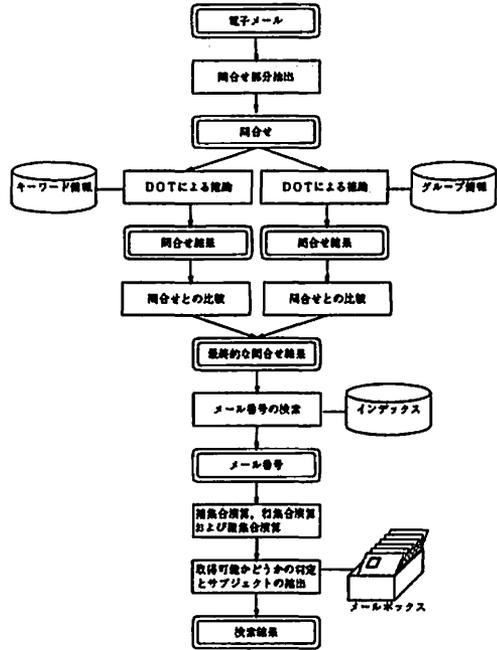


図 7: 推論機構を用いたメール検索の過程

1. 知識を記述したファイルをグループ情報を記述するものおよびキーワード情報を記述するものとの二つに分割する。
2. 各ドット式に対して二つの知識ファイルを用いて 2 通りの問合せを行なう。
3. 今、ある問合せ Q に対して知識ファイル K を用いて得られた答を ANS_K とすると、 K に Q に関する記述がなければ ANS_K は Q 自身しか得られない。また、記述があれば ANS_K は Q 以外に新たな演繹結果を得る。そこで、 ANS_K と Q とを比較して等しければ知識ファイル K には Q に関する記述がなく、そうでなければ Q に関する記述があることが分かる。

これを用いて、その問合せについてグループ情報とキーワード情報のどちらに記述されているのかを判別する。グループ情報に記述されているものは非公開性、キーワード情報に記述されているものは公開性のメールとなる。また、二つの結果のうち問合せによって新たな演繹結果が得られた答を問合せの結果として採用する。例えば図 6 のような問合せを受けとったとき、

「音楽」というドット式についてグループ情報とキーワード情報を用いて推論を行ない、以下のような結果を得る。

グループ情報による結果
「音楽」

キーワード情報による結果
「音楽+歌+バイオリン」

この結果から「音楽」に関する知識はキーワード情報のファイルに記述されていることが分かる。よって、公開性のメールと判断され、「音楽」に対する答は「音楽」と「歌」と「バイオリン」となる。

もし、二つのANSの両方がQ自身であるとき、その理由には次の二つが考えられる。

- どちらの知識ファイルにもQについての記述がない場合
- Qについての記述があるのだが、知識階層の最も下に位置しており、推論の結果としてのQ自身が得られた場合

そこで、このようなときはQと二つの知識ファイルを比較してQが記述されているかどうかを直接調べる。

また、グループ情報とキーワード情報の両方に記述されているということもあり得る。そのようなときはグループ情報に記述されているものとして扱うことにする。

4. こうして得られた最終的な問合せの結果について補集合演算、和集合演算および積集合演算を行なう。
5. 公開性のメールはだれからの検索要求であっても制限せず、非公開性のメールは、検索要求しているユーザの電子メールアドレスと、そのメールのヘッダに記録しているReceiverの情報を照らし合わせて、取得可能なメールであるのかを調べる。また、取得可能なメールの「Subject:」欄を抽出する。
6. 公開性のメールと非公開性でも取得可能なメールの番号のみを検索に対する答として抽出する。

以上の操作を行なった後、ユーザにメール番号とその「Subject:」欄の組を送り返す。図8に対する検索結果を図8に示す。この例の他に、「のみ太の趣味」という問合せを行なうとのみ太の趣味である

音楽	
8:発表会のおしらせ [趣味 が 音楽]	
10:おすすめ CD [趣味 が 音楽]	
	:
歌	
21:いっしょに歌いましょう [趣味 が 歌]	
	:
バイオリン	
4:首がいたいです [趣味 が バイオリン]	
	:

図8: ユーザの問合せに対するMILDの答の例

「あやとり」と「射撃」について書かれたメールを検索することができる。

3.3 検索結果に対するメール取得

ユーザは先に行なった検索の結果で得たメール番号に対してメール取得の要求を行なうことができる。ここでもし、検索していないメールを取得しようとしても、取得することはできない。そのため、メール取得は検索のあとでのみ行なえるものとする。

取得要求の書式は次のように定める。

- 「To:」欄には検索と同じアドレスを記述する。
- 「Subject:」欄には何も書かない。
- 本文に“request [<numbers>]”と記述する。ここで、<numbers>の部分には取得したいメールの番号列を記述する。

以上のような取得要求に対して、MILDはユーザが要求している番号のメール本文をユーザに返送する。ここで再び取得可能かどうかを調べるのは非常に効率が悪い。そこで、検索結果を記録したファイルを用意しておき、その内容を調べることによって取得可能かどうかを調べる。

4 関連研究

文献[6]ではネットニュース fj.meetng を対象としたダイジェスト自動作成システム AutoDigest について論じている。これは記事のスタイル情報(タイトルは独立行で示される, など)および言語表現パターン(タイトルは「～研究会」「～シンポジウム」といった形をとる, など)をもとにして記事の種別とダイジェストの生成を行なうものであり, 運用の結果が報告されている。ダイジェストの自動生成はかなり高い成功率を示しているのだが, 対象が限定されており, 運用の柔軟性に対する考慮が十分ではない。また, 文献[5]ではネットニュース fj.wanted を対象とするダイジェスト自動生成について論じているのだが, 柔軟性に関して文献[6]と同様なことがいえる。

文献[1, 2]ではネットニュースや WWW などに分散された情報の中から欲しい情報を自動的に収集, 分類, 構造化を行なうシステムについて論じている。このシステムの特徴は, 収集, 分類および構造化にオントロジーを用いていることである。収集したデータに基づいて, オントロジーの各概念の間の意味的な重みづけを変更することにより, 収集した現実のデータに対応した検索, 構造化を行なうことができる。一定の構造を持った共有の情報を, 各ユーザの分かりやすい形に再構造化するという観点から見ると, 本稿のアプローチと同様の考え方に基づくと思える。このシステムはオントロジーを用いて収集したネットニュースや WWW などの情報の再構造化を行なうが, 本稿では推論システムを用いて, メールシステムの情報の再構造化を行なっており, DOT の IS-A 関係によって, 概念的な階層構造を簡潔に扱うことができる。また, 情報の検索という観点から見ると, このシステムでは, オントロジーの記述者として専門家を想定しているため, 一般のユーザにはオントロジーを追加, 修正することができない。そのため, あらゆるユーザの興味を範囲を網羅することは困難であり, 運用上の柔軟性に欠くものと考えられる。

これらの研究に対して MILD では, 条件式の記述形式を統一しており, また推論機構に DOT を用いることによってユーザに関する情報および一般的な概念構造を簡潔な表現で記述することが可能となっている。そのため, あらゆるユーザが自分の興味を簡単に表現することができ, さまざまな用途に対して適用することができる。

5 おわりに

著者らの研究グループでは, コンピュータネットワークにおける情報量の増大にともなって, より困難になるメール管理の簡便化と過去に配送されたメールのニュース的な利用を可能にするために, メールの検索および構造化の研究を行なっている。この研究の中で, 本稿では, 推論機構を備えた, メール検索機構の設計, 実装を行なった。この機構を MILD システムに追加することによって, MILD は従来別々のメディアである電子メールとネットニュースを統合して同じ枠組の中で扱うことが可能となった。

また, 今後の課題として, メールの分類および整理をより効率化するために, 推論機構における IS-A 関係などで表現された知識の構造を利用することで, 検索機構によって取得したメールを構造化して蓄積する機構を検討している。

謝辞

本研究の一部は, 文部省科学研究費一般研究(C)[課題番号 06680357]によるものである。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- [1] 岩爪道昭, 武田英明, 西田豊明: 電子掲示版における記事の自動分類と議論の可視化-知的ニュースリーダーの提案, 人工知能学会大会第 8 回論文集, pp.497-500 (1994).
- [2] 岩爪道昭, 武田英明, 西田豊明: オントロジーを用いた情報の自動収集と分類へのアプローチ, 人工知能学会大会第 9 回論文集, pp.387-390 (1995).
- [3] 岩室元典, 田中理恵子, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 推論機構を用いたメール分配システム, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会報告 66-16, pp.91-96 (1994).
- [4] 岩室元典, 田中理恵子, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 配送先に関する知識ベースを用いたメッセージ配送システム, 電子情報通信学会第 6 回データ工学ワークショップ論文集, pp.135-142 (1995).
- [5] 佐藤理史, 佐藤 円: ネットニュースのダイジェスト自動生成, 言語処理学会第 1 回年次大会発表論文集, pp.297-300 (1995).
- [6] 佐藤 円, 佐藤理史, 篠田陽一: 電子ニュースにおけるダイジェスト機構の実現, 情報処理学会第 49 回全国大会講演論文集, Vol.3, 3K-3, pp.211-212 (1994).
- [7] 塚本昌彦, 西尾章治郎: ドット記法と IS-A 関係を用いた知識表現システム DOT, 人工知能学会誌, Vol.10, No.2, pp.124-133(1995).