

利用者の特徴を考慮したメール分類機構の組み合わせ法

山本 泰隆 乃村 能成 谷口 秀夫

岡山大学 大学院自然科学研究科

我々は、複数のメール分類機構を併用可能にする機構として、組み合わせ機構を提案し、その分類精度について評価を行なった。この評価より、各メール分類機構の判定結果から多数決によってメールを判定することで、個々のメール分類機構を単独で利用した場合と比較して、分類精度を向上できることを示した。一方、組み合わせ機構のメール判定に対して、利用者の嗜好を反映させたい。ここでは、それらの方法の一つとして、個々のメール分類機構の判定結果への重み付けについて述べ、組み合わせ機構への適用方法を述べる。重み付けを行う場合、利用者から各メールが正当か迷惑かの判断を受け取る必要がある。この受け取りは、組み合わせ機構が誤判定したメールについて、利用者が組み合わせ機構宛に転送することで行う。これにより、利用者の嗜好を反映したメールの判定を可能にしつつ、利用者の手間の抑制を図る。

Combination of Spam Filters Considering User's Characteristic

YASUTAKA YAMAMOTO, YOSHINARI NOMURA and HIDEO TANIGUCHI

Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

The composite filter which we proposed, mixes up existing spam filters. We evaluated its mail classification precision. In our evaluation, our filter decides its judgement by majority of individual filter's judgement. Our filter gets better mail classification precision than any other filters. However, we would like to enable our filter to change dynamically the combination of filters with each user's characteristic. In this paper, we propose to set a weight to each mail filter's judgement, and this weight is based on user's characteristic. Since our filter needs to get the user's judgement, the user reports it to our filter by forwarding mails on which our filter failed. It will reduce their troubles on setting up spam filtering rules.

1. はじめに

不特定多数の利用者に対して、同意を得ずに一方的に送信される迷惑メールの増加が問題になっている。このため、迷惑メールと利用者に配達すべき正当メールを分類するメール分類機構として、いくつか提案され利用されている。メール分類機構は、受信側のメールサーバ上で動作し、利用者宛のメールが迷惑か否かを判定し、迷惑と判定したメールを利用者に配達しないものである。

しかし、迷惑メールの送信手口は巧妙になっている。このため、メール分類機構を単独で利用する場合、十分な精度でのメールの分類は難しくなっている。メール分類機構の問題として、正当メールの誤判定の発生がある。正当メールの誤判定が発生した場合、利用者に配達されるべき正当メールが配達されない。また、メール分類機構において、十分な精度でメールの分類を行うためには、利用者の設定工数の増加やメールサーバの処理負荷の増加が問題になる。

そこで、我々は、組み合わせ機構を提案した[1]。組み合わせ機構は、メール分類機構を複数利用し、各メール分類機構の示す判定結果から、メールが迷惑か否かを判定するものである。さらに、我々は、組み合わせ機構の有効性を示すため、分類精度の評価を行った[2]。この評価より、単独では効果が不十分なメール分類機構について、それらを組み合わせることで分類精度を向上できることを示した。

一方、特定のメール分類機構の分類精度は、利用者の嗜好が時間とともに変化することで、利用者の嗜好との違いから極端に悪くなる場合が発生する。また、個々の利用者で嗜好は異なることから、効果的なメール分類機構の組み合わせは、利用者ごとに異なる。これら利用者の嗜好の違いを反映するためには、判定規則に動的な適応性を持たせる必要がある。例えば、利用者にとって分類精度の低いメール分類機構に対しては組み合わせ機構の判定結果に対する重み付けの割合を低くし、分類精度の高いメール分類機構に対しては組み合わせ機構の判定結果に対する重み付けの割合を高くするといった操作を簡

単に行うことができれば、利用者の嗜好をより反映した組み合わせの最適化が可能になる。このためには、組み合わせ機構に対して、利用者の嗜好を知らせる何らかの方法が必要になる。

ここでは、利用者の負担を極力小さく抑えながら、組み合わせ機構に対して、利用者の嗜好を効果的に反映させる方法について述べる。具体的には、まず、組み合わせ機構のメール判定に対して、利用者の嗜好を反映させる方法の比較考察を述べる。さらに、それらの方法の一つとして、個々のメール分類機構の判定結果への重み付けについて述べ、組み合わせ機構への適用方法を述べる。また、そのために必要なシステム設計について述べる。

2. 組み合わせ機構

2.1. 組み合わせ可能なメール分類機構

メール分類機構における問題への対処として、我々は、組み合わせ機構を提案した[1]。組み合わせ機構は、メール分類機構を複数利用し、各メール分類機構の示す判定結果から、メールが迷惑か否かを判定するものである。

組み合わせ機構で利用する個々のメール分類機構は、それぞれが独立した従来の迷惑メール処理機構である。具体的には、以下の3つの条件を満たすものを利用可能である。

- (条件1) SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)でメールを受信
- (条件2) POP(Post Office Protocol)で利用者にメールを配達
- (条件3) 迷惑と判定したメールと正当と判定したメールを分けて利用者に配達可能

ISP(Internet Services Provider)の提供する迷惑メール対策サービス、およびメール処理ソフトウェアの多くは、上記の条件を満たす。

メール分類機構の構成例を図1に示し、以下に説明する。メール分類機構は、判定規則、分類処理、および正当メール格納庫と迷惑メール格納庫から構成される。

判定規則は、利用者により設定され、分類処理時にメールが迷惑か否かを判定するために使用される。

分類処理は、判定規則にもとづいて利用者宛のメールが迷惑か否かを判定する。迷惑と判定したメールは、専用の迷惑メール格納庫に格納される。利用者は、通常、正当と判定されたメールを格納する正当メール格納庫からメールを取得する。これにより、メール分類機構は、利用者が大量の迷惑メールを受信することを防止する。

実際には、分類処理において誤判定が発生しうる。

このため、利用者は、正当メール格納庫だけでなく、迷惑メール格納庫に格納されたメールも定期的に確認する。

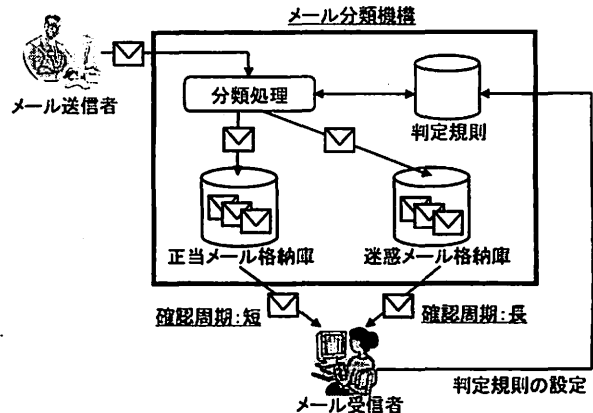


図1 メール分類機構の構成

2.2. 基本機構

組み合わせ機構は、分類処理の際に複数のメール分類機構を利用するため、判定規則に加えて組み合わせ設定を持つ。組み合わせ設定では、個々のメール分類機構を利用するために必要なSMTPとPOPの情報を保存する。

組み合わせ機構の分類処理の流れを図2に示し、以下に説明する。

- (処理1) メールを受け取ると、組み合わせ設定を参照し、メール分類機構の利用に必要な情報を取得する。
- (処理2) 利用する各メール分類機構に判定対象のメールを転送する。
- (処理3) 各メール分類機構から、メールに対する判定結果を取得する。
- (処理4) 各メール分類機構から収集した判定結果に対して、判定規則を適用し、メールが迷惑か否かを判定する。判定規則としては、例えば、多数決がある。
- (処理5) (処理4)の結果をもとにメールを分類し、各メール格納庫に保存する。

組み合わせ機構は、メール分類機構宛に判定対象のメールをSMTPで転送し、そのメールを正当メール格納庫からPOPで取得できるか否かをメール分類機構の判定結果にする。SMTPとPOPを用いることで、メール分類機構の内部構成を変更することなく、組み合わせ機構の一部として利用可能になる。なお、判定結果の確認はポーリングで行う。具体的には、メール分類機構の正当メール格納庫に対して、一定時間間隔でPOPを数回行い、メールを取得できた場合を正当メール、そうでない場合を迷惑メールとして確認する。

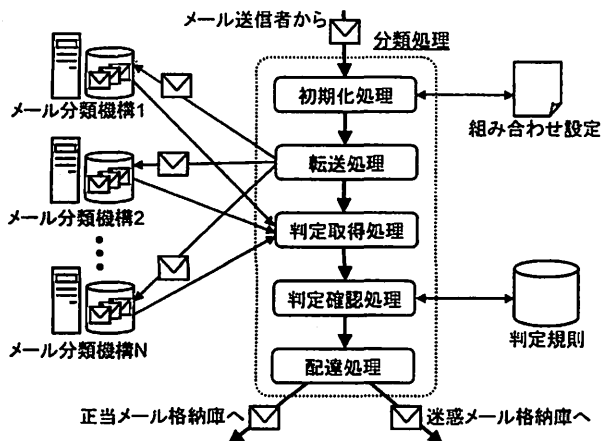


図2 組み合わせ機構での分類処理の流れ

3. 判定規則の動的な適応

3.1. 動的な適応の必要性

我々は、組み合わせ機構の分類精度を評価した[2]。各メール分類機構の判定結果から、多数決によってメールを判定した結果、以下の2つのことが分かった。

- (1) 単独では効果が不十分なメール分類機構が含まれていても、高い分類精度を維持できる。
- (2) 利用の初期から安定した分類精度が得られる。これは、多数決により、個々のメール分類機構が持つ判定の偏りを平均化できるためである。このため、組み合わせ機構では、メール分類機構の判定規則と利用者自身の嗜好に基づく判断基準の違いを埋めるための設定作業を不要とし、利用者の初期導入の手間を軽減している。

一方、特定のメール分類機構の分類精度は、利用者の嗜好が時間とともに変化することで、利用者の嗜好との違いから極端に悪くなる場合が発生する。また、個々の利用者で嗜好は異なることから、効果的なメール分類機構の組み合わせは、利用者ごとに異なる。これら利用者の嗜好の違いを反映するためには、判定規則に動的な適応性を持たせる必要がある。例えば、利用者にとって分類精度の低いメール分類機構に対しては組み合わせ機構の判定結果に対する重み付けの割合を低くし、分類精度の高いメール分類機構に対しては組み合わせ機構の判定結果に対する重み付けの割合を高くするといった操作を簡単に行うことができれば、利用者の嗜好をより反映した組み合わせの最適化が可能になる。

このためには、組み合わせ機構やメール分類機構に対して、利用者の嗜好を知らせる何らかの方法が必要になる。そこで、以降では、利用者の手間を極

力小さく抑えながら、組み合わせ機構のメール判定に対して効果的に利用者の嗜好を反映する方法について述べる。

3.2. 利用者の嗜好を反映する方法

組み合わせ機構の分類精度は、以下の2つに依存する。

- (1) 利用する個々のメール分類機構の判定規則
- (2) 組み合わせ機構の判定規則

利用者は、組み合わせ機構やメール分類機構に対して、メールの正しい分類に必要な情報を与えることで、利用者の嗜好に合わせたメールの判定を可能にする。つまり、何らかの方法により、利用者は、正しい分類に必要な情報を組み合わせ機構やメール分類機構の判定規則に設定することで、それらの機構のメール判定を利用者の嗜好に合わせた高度なものにできる。

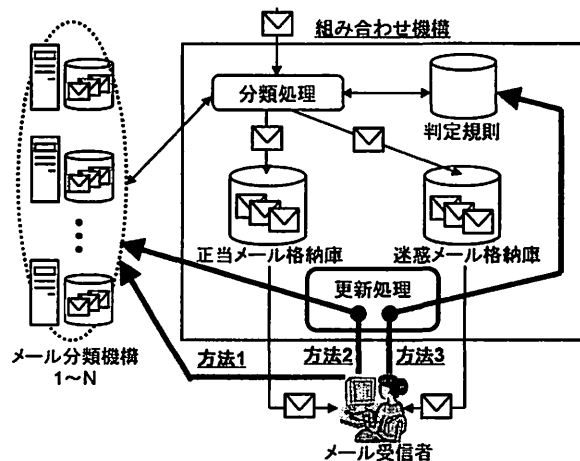


図3 利用者の嗜好を反映する方法の分類

このように利用者の嗜好を反映する方法は、図3に示すように、大まかに以下の3つの方法に分類できる。

(方法1) 判定規則を直接更新する方法

誤判定したメール分類機構に対して、利用者が判定規則を直接更新する方法である。例えば、利用するメール分類機構がprocmal[3]であればレシピファイルを修正し、bsfilter[4]であればメールを学習させる。この方法は、利用者に合わせて細かい設定が可能である。しかし、判定規則の設定方法は、メール分類機構ごとに異なる。このため、この方法は、組み合わせるメール分類機構が増加した場合に、利用者の手間が大きい。

(方法2) 組み合わせ機構を中継する方法

正しい分類に必要な情報を利用者から与えてもらい、組み合わせ機構が各メール分類機構の判

定規則を更新する方法である。利用者は、各メール分類機構の判定規則を更新する必要がない。このため、この方法を用いることで、利用者に対して個々のメール分類機構に依存しない統一したインタフェースを提供できる。しかし、個々のメール分類機構に合わせて、組み合わせ機構に更新処理を追加する必要があるため、組み合わせ機構の処理は複雑化する。

(方法3) 組み合わせ機構で処理を完結する方法

正しい分類に必要な情報を利用者から与えてもらい、組み合わせ機構の判定規則を更新する方法である。この方法は、(方法2)と異なり、組み合わせ機構からメール分類機構に対して、利用者の嗜好を反映する処理を行わない。このため、組み合わせ機構の処理を簡略化できる。一方で、上記の二つの方法と比較して、個々のメール分類機構に対して、利用者に合わせて細かい設定は行わない。

表1 各方法の比較

	利用者の手間の少なさ	機構の処理の簡潔さ	高度な判定規則の実現
方法1	×	○	○
方法2	○	×	○
方法3	○	△	△

- 方法1: 判定規則を直接更新する方法
- 方法2: 組み合わせ機構を中継する方法
- 方法3: 組み合わせ機構で処理を完結する方法

各方法の比較を表1に示し、以下に考察を述べる。表1より、(方法1)、(方法2)は、高度な判定規則を実現できるものの、それぞれ利用者の手間、組み合わせ機構の処理の複雑さが欠点になる。一方、(方法3)は、利用者の手間の少なさ、および組み合わせ機構の処理の簡潔さの両方を満足できる。また、(方法3)は、利用者が与える正しい分類情報をもとに、組み合わせ機構の判定規則を更新することから、利用者の嗜好を反映したメールの判定が可能である。

(方法3)を用いる場合、利用者から組み合わせ機構に対して、正しい分類に必要な情報が与えられる。組み合わせ機構は、この情報をもとに判定規則の更新を行う。

3.3. 事例

ここでは、組み合わせ機構の判定規則、および利用者から受け取るべき項目について、具体的な事例を述べる。

組み合わせ機構では、各メール分類機構の判定結

果に対して重み付けを行う。利用者ごとにメール分類機構への重み付けを変化させることで、個々の利用者の嗜好を組み合わせ機構のメール判定に反映できる。重みは、各メール分類機構の分類精度をもとに決定する。分類精度の高いメール分類機構であれば、そのメール分類機構の判定結果は、組み合わせ機構の判定結果に大きく反映される。逆に、分類精度の低いメール分類機構の判定結果は、組み合わせ機構の判定結果への反映が小さくなる。

重み付けを行なう場合、図2に示す組み合わせ機構の判定規則には、各メール分類機構の重みを保存しているものとする。メールの判定時には、各メール分類機構の判定結果にこの重みを付加する。

具体的には、組み合わせ機構の判定結果を式(1)により求める。

$$D_j = \sum_i a_{ij} x_i \quad (1)$$

ここで、入力としては以下のものがある。

x_i : メール分類機構 i が正当/迷惑と判定した結果であり、値は 1(正当)/-1(迷惑)である。

a_{ij} : 利用者 j 宛のメールに対するメール分類機構 i の判定結果の重みである。多数決は、重みが全メール分類機構で同じ場合にあたる。

組み合わせ機構では、利用者 j にとって D_j が正の場合にはメールを正当と判定し、それ以外の場合にはメールを迷惑と判定する。

ここで、重み a_{ij} を適切に設定する必要があり、その設定方法はいくつか考えられる。ここでは、簡潔な方法のひとつとして、以下の数式を用いて重みを決定する。利用者 j 宛のメールに対するメール分類機構 i の判定結果の重み a_{ij} は、その分類機構の正当メール判定率 R_i と迷惑メール判定率 R_s から、式(2)により求める。

$$a_{ij} = \frac{R_i + R_s}{2} \quad (2)$$

メール分類機構の正当メール判定率 R_i と迷惑メール判定率 R_s は、以下の方法により求める。まず、それまでに判定したメールについて、表2に示すように、利用者の判断結果とメール分類機構の判定結果を比較して、メール分類機構の正当メールの正判定数 L_1 と誤判定数 L_2 を計算する。また、同様に、迷惑メールの正判定数 S_1 と誤判定数 S_2 を計算する。

これらの値をもとに、メール分類機構の正当メール判定率 R_i と迷惑メール判定率 R_s を式(3),(4)により求める。

$$R_i = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad (3)$$

$$R_s = \frac{S_1}{S_1 + S_2} \quad (4)$$

上記の方法で計算する場合、各メール分類機構の判定結果だけでなく、メールに対する正しい分類情報を利用者から受け取る必要がある。具体的には、各メールが正当か迷惑かの情報を利用者から受け取る必要がある。

表2 各メール分類機構の判定結果の集計方法

利用者の判断	メール分類機構の判定	
正当	正当	L ₁
正当	迷惑	L ₂
迷惑	迷惑	S ₁
迷惑	正当	S ₂

4. システム設計

4.1. 基本機構

利用者の嗜好を反映する方法について、3.2節で述べた(方法3)を用いた組み合わせ機構のシステム設計を述べる。

各メールが正当か迷惑かの情報を利用者から受け取る処理を登録処理と呼ぶ。登録処理と分類処理、および利用者との連携の様子を図4に示し、以下に説明する。利用者は、各メールが正当か迷惑かの情報を登録処理に報告する。登録処理は、利用者から受け取った情報をもとに、各メール分類機構の重みを計算し、判定規則を更新する。組み合わせ機構は、分類処理時に各メール分類機構の判定結果と重みをもとにメールを判定する。

ここで、利用者からの報告方法として、以下の2つの方法がある。

(方法1) Webを利用した報告

組み合わせ機構で、報告用のWebページを用意する。例えば、利用者は、そのWebページの入力フォームから、受信した各メールに対する正当か迷惑かの情報を入力する。

(方法2) メールを利用した報告

組み合わせ機構で、報告用のメールアドレスを用意する。例えば、利用者は、受信した各メールに対する正当か迷惑かの情報を一覧にし、それをメールに添付して、そのアドレス宛に転送する。

両方法とも、利用者が従来利用しているWebブラウザやメールを利用して報告を行う。このため、利用者の計算機環境を特殊化しない。さらに、(方法2)は、メールの送受信のみで利用可能であることから、

メールサーバのみで処理可能である。そこで、メールの報告方法として、(方法2)を採用する。

ここで、例えば、利用者から全受信メールに対する判断結果を受け取る方法は、利用者の手間が大きいため、好ましくない。そこで、利用者は、組み合わせ機構が誤判定したメール(以降、誤判定メール)のみを登録処理に転送するものとする。つまり、利用者は、正当メール格納庫から受信したメールのうち、迷惑と判断したものを登録処理で用意したメールアドレスに転送する。また、利用者は、迷惑メール格納庫についても定期的に確認を行っており、迷惑と誤判定された正当メールも同様に転送する。これにより、報告に要する利用者の手間の抑制を図る。

組み合わせ機構は、利用者からの報告がないメールについては、組み合わせ機構の判定結果と利用者の判断結果が一致したものとみなす。

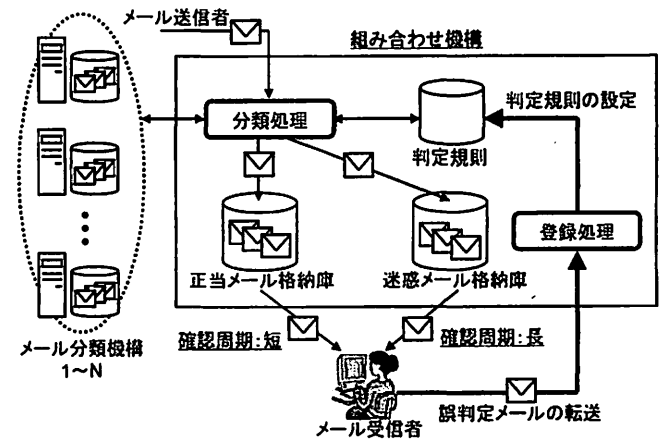


図4 各処理と利用者の連携

4.2. メールを利用した報告方法の課題と対処

メールの転送により誤判定メールを報告する場合、利用者から転送されたメールと組み合わせ機構で判定したメールの対応を一意に識別できる必要がある。これは、組み合わせ機構では、利用者へのメール配達時に、識別子をメールに付加することで対処する。

ここで、識別子をメールヘッダに付加する場合、メールの転送時に識別子が残るのか否かは、利用者のメールの種類や設定に依存するため、確実な方法ではない。

一方、識別子をメール本文に付加する方法は、利用者にとって好ましくない場合が考えられるものの、転送する際に識別子が確実に残ると期待できる。

そこで、組み合わせ機構では、分類処理時に識別子をメール本文に付加する方法を用いる。

4.3. 登録処理の構成と流れ

登録処理では、利用者からの誤判定メール報告をもとに、各メール分類機構の重みを計算し、判定規則を更新する。このために、登録処理では、判定一覧表と報告一覧表を持つ。

判定一覧表は、各メール分類機構の重みを計算するために、以下の項目を保存する。これらの項目は、分類処理でのメール判定時に保存される。

- (1) メール識別子
- (2) 組み合わせ機構の判定結果
- (3) 各メール分類機構の判定結果

報告一覧表は、利用者からの誤判定メールの報告をもとに、誤判定されたメールの識別子を保存する。

利用者の判断結果は、組み合わせ機構の誤判定がなければ、組み合わせ機構の判定結果と一致する。このため、報告一覧表にないメールに関しては、判定一覧表にある組み合わせ機構の判定結果をそのまま利用者の判断結果にする。

登録処理の流れを図5に示し、以下に説明する。

- (処理1) 組み合わせ機構が誤判定したメールについて、利用者からメール転送により受け取る。
- (処理2) 転送メールの送信元を解析し、利用者を特定する。また、メール本文から、その識別子を取り出し、報告一覧表に追加する。
- (処理3) 報告一覧表と、判定一覧表から、各メール分類機構の正当メール判定率 R_1 と迷惑メール判定率 R_2 を計算し、各メール分類機構の重みを計算する。
- (処理4) (処理3)で計算した各メール分類機構の重みを判定規則に保存する。

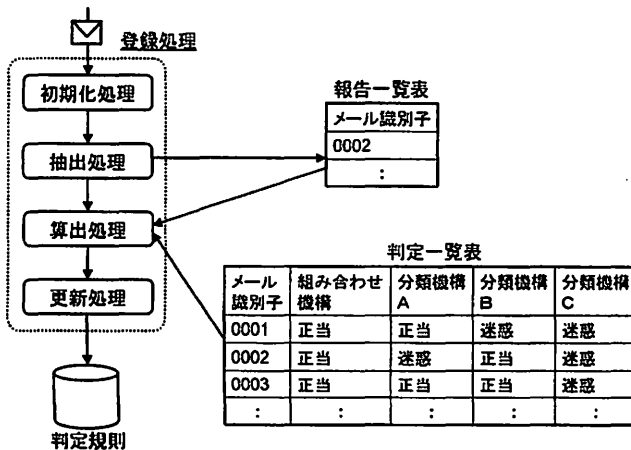


図5 登録処理の流れ

5. おわりに

利用者の負担を極力小さく抑えながら、組み合わせ機構に対して、利用者の嗜好を効果的に反映させる方法について述べた。この方法を利用して、組み合わせ機構では、各メール分類機構の分類精度をもとに、それぞれの分類機構の判定結果に重み付けを行う。

具体的には、判定規則は利用者の嗜好に合わせて動的に適応することが必要であることを述べ、利用者の嗜好を反映する方法を比較考察した。比較考察より、組み合わせ機構で処理を完結する方法が有効であることを示した。また、事例として、各メール分類機構の判定結果に対する重み付けの方法を示した。さらに、組み合わせ機構のシステム設計について述べ、利用者から各メールが正当か迷惑かの情報を受け取る処理として登録処理を示した。この受け取りは、利用者が登録処理宛に、組み合わせ機構の誤判定したメールを転送することで行う。

残された課題として、登録処理の組み合わせ機構への実装、および分類精度の評価がある。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金・若手研究(B)「周囲の環境に適応するグループウェアツールに関する研究」(課題番号: 16700109)による。

参考文献

- [1] 山本 泰隆, 乃村 能成, 谷口 秀夫, “既存のメール分類機構の組み合わせを可能にする機構の提案,” 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.2005, No.19, pp256-260, 2005.
- [2] 山本 泰隆, 乃村 能成, 谷口 秀夫, “既存のメール分類機構の組み合わせを可能にする機構の実現と評価,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2006)シンポジウム論文集, Vol.2006, No.6, pp637-640, 2006.
- [3] procmal, <http://www.procmal.org/>
- [4] bsfilter, <http://bsfilter.org/>