

Title	大遅延を提供するメッセージサービスの提案と受信者属性の一致による実現方法に関する研究
Author(s)	墨岡, 沖
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1937
Rights	
Description	Supervisor:篠田 陽一, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

大遅延を提供するメッセージサービスの提案と
受信者属性の一致による実現方法に関する研究

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

墨岡 沖

2005年3月

修士論文

大遅延を提供するメッセージサービスの提案と 受信者属性の一致による実現方法に関する研究

指導教官 篠田 陽一 教授

審査委員主査 篠田 陽一 教授
審査委員 敷田 幹文 助教授
審査委員 丹 康雄 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

310057 墨岡 沖

提出年月: 2005 年 2 月

概要

既存のメッセージサービスとして、様々な形態形式のサービスが存在する。古来から利用されてきた手紙や電話やFAX，インターネットを利用する電子メールやIRCやNet News，そして近年ではInstant MessengerやNet Meetingなどである。メッセージサービスは人間と人間が情報をやり取りする必要不可欠なツールとして多方面に渡って進化を遂げてきた。

メッセージサービスは送信先アドレスを指定する事で意図した相手に対してメッセージを届ける。アドレスを管理する局やサーバは送信先アドレスとマッチするユーザを検索しメッセージの送信作業を開始する。

従来概念では、送信元からのメッセージがサーバに届くと即座にアドレスのマッチングを行ない、マッチが成功した場合に送信操作を行う。これに対して提案するメッセージサービスではアドレスマッチングのタイミングを柔軟に指定することができる。これにより、メッセージサービスに時間という概念を導入する。本論文ではこの様な大遅延を提供するメッセージサービスを提案する。結果として未来にユーザとして登録される相手にメッセージを送信する事が可能となる。

従来の宛先決定プロセスでは提案概念を実現する事は不可能である。まず、従来型のメッセージサービスはメッセージをメッセージシステム上に蓄積しておくという概念を持たないからである。次に、従来型のメッセージサービスは時間に関するアトリビュートを持たないからである。そして、従来型のメッセージサービスの多くは一つの属性（例えばメールアドレスやIPアドレス）に関してのみしかマッチングの動作を行なわないからである。

提案概念では、メッセージをメッセージシステム内に蓄積しておくという事を考える。これによりメッセージサービスに時間の概念が導入される。また、提案概念では複数の属性についてのマッチングを許す。その属性には従来概念には無かった「メッセージ保存期間やマッチングのタイミング」などの時間を考慮する様な属性を設ける。

また、提案概念は従来型のメッセージサービスと様々な点において異なる為、多くの視点からの評価及び既存概念との比較が必要となる。本論文では多角的にこれらを比較し提案サービスの有意性やサービス提供時の留意点などを挙げた。各種評価項目においての評価及び比較は重要であり、必須である。

本論文で提案する大遅延を提供するメッセージサービスでは、受信者が送信時には存在しないが将来的に存在する可能性があることを送信者が想定してメッセージを送信する事が可能となる。また、提案概念は従来概念のメッセージサービスを包括しており従来型のメッセージサービスの拡張であるとも言える。

キーワード: メッセージサービス, 大遅延, 属性一致, 曖昧検索

Abstract

The message services of various forms and conformatnions exist now such as Mail , Telephone and Fax that exists from old, Internet-based E-mail, IRC and Instant Messenger and Net Meeting in recent years. The message service extends to many fields as a means to exchange information among men assuming that it is necessary and indispensable.

The message service sends the message to the other person by specifying the destination address. The station or the server that manages the address search the user who matches to the destination address and begin the transmission work of the message.

In the past concept the server matches the address at the same time as the message's reaching. And, when the match succeeds, the transmission operation is done. Afterwards, the message is immediately deleted assuming that the role is finished.

In the proposal concept the message is not deleted at this time and the message is preserved as data in the messaging system. As a result, the concept of time is introduced into the message service. This paper proposes the message service to implement the large delay. As a result, transmitting the message to the person who will be registered as a user in the future becomes possible.

It is impossible in a past address decision process to achieve the proposal concept. First, the service of the message of the old model doesn't have the concept of preserving the message in the messaging system. Next, the service of the message of the old model doesn't have the attribute concerning time. And, many of services of the message of the old model operates the match only for one attribute (for instance, mail address or IP address).

It thinks about the thing that the proposal concept accumulates the message in the messaging system. As a result, the concept at time is introduced into the message service. And in the proposal concept the match of two or more attributes is permitted. concept. The attribute has the attribute in which the time such as "Expired message or Interval of Matching" without past concept is considered .

Because the proposal concept is different in various respects compared with the message service of the past, the evaluation and the comparison with an existing concept from a lot of aspects are needed. In the diversified comparison of an existing concept and the proposal concept, significant of the proposal service and note when the proposal service was provided were enumerated in this paper.

In the message service to inpriment the large delay proposes with this paper, the message is enabled to be sent to the other party who will have Sendar in the future. And, the proposal concept to include the service of the message of the old concept and is enhancing of the message service of the past.

Keywords: message service, large delay, attribute matching, ambiguous search

目次

第1章	
はじめに	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	2
1.3 本論文の構成	3
第2章	
提案概念	4
2.1 大遅延を提供するメッセージサービス	4
2.2 メッセージのデータフロー	6
2.3 受信者属性の一致による実現方法	9
2.4 提案概念を用いた実例	10
2.4.1 大遅延型メッセージサービス	11
2.4.2 大遅延型メッセージサービスにおけるマルチキャスト	11
第3章	
評価	15
3.1 蓄積性	15
3.2 アドレス管理	16
3.3 送信先アドレス	17
3.4 通信媒体	17
3.5 通信形態	19
3.6 資源のコスト	20
3.7 配送保証	21
3.8 機能	21
3.9 速度	22
3.10 運用性	22
3.11 安全性	24
3.12 信頼性	25
3.13 経済性	25
3.14 拡張性	26

3.15	メッセージ性	27
第4章		
	考察	30
4.1	送信先アドレスの曖昧性の粒度	30
4.2	メッセージ有効期限	31
4.3	送信先アドレス記述言語の拡張	31
4.3.1	シソーラスの利用	31
4.3.2	画像との照合	33
4.3.3	自然言語理解	34
第5章		
	おわりに	35
5.1	本研究のまとめ	35

目 次

2.1	既存サービス	5
2.2	提案サービス	6
2.3	実装概念図	7
2.4	提案概念のタイムライン	8
2.5	大遅延型メッセージサービスの例	12
2.6	大遅延型メッセージサービスにおけるマルチキャストの例	13
4.1	シソーラスの利用	32
4.2	画像との照合	33

表 目 次

3.1 サービス比較1	28
3.2 サービス比較2	29

第1章

はじめに

1.1 研究の背景

電子メールや Net News などのメッセージサービスはインターネットの成立と同時に出現し広く使われてきた。これらのメッセージサービスは今日のインターネット普及に付随して広まり、遂には携帯電話のサービスにまで拡張され、即時性も高まりつつある。経験的に電子メールの場合は着信まで数秒から数分、Net News 場合でも最悪数時間程度であり、リアルタイムの会話を伝達するメッセージサービスとして確立している。

インターネット以前の「印刷物、手紙、メモ、FAX」などのこれら「紙」を介したメッセージングサービスは、インターネットの出現によって電子的な情報伝達に変化し、伝達に要する時間は大幅に短縮され、低コスト化、汎用化などによる利便性が大きく改善されており、重要な社会インフラとして認識されている。

また、最近では WWW を用いて公開型のメッセージングボードとして活用する BBS や BLOG、いわゆる”2ちゃんねる”といわれる公開型のサービスも広く用いられている。また、グループ内でパスワードを共有する手法などによって秘匿性を持たせたものもある。

これらも電子メールや Net News に比べて個人対個人というようなものではないが、曖昧な「他人からの意見を聴取する」要求を満たしたい場合や広く意見が聞きたいときや、世俗的に関心の高い事の情報を集めたい場合などで利用される事が多い。

これらのメッセージサービスは、次のように分類される。

電子メール、Net News 型

インターネット上での固有の識別子であるメールアドレスを持つ個人が、メールアドレスを持つ個人や団体に向けて配布範囲を限定してメッセージを配送するサービス。

メッセージングボード型

インターネット上の不特定の閲覧可能なメッセージボードに対して書き込みを行い、原則的に公開の場でメッセージを発信し、それを偶然読んだ別のユーザが自分の意見を書き込むという公開掲示板サービス。

電子メールやネットワークニュースが個人識別子としてのメールアドレスを必要とするのに対して後者は特定の識別子を必要としないのが特徴である。後者はメッセージ内容を

隠蔽することが不可能であり，厳密には個人対個人を対象としたメッセージングサービスとは異なるが，インターネット上の個人識別子を必要としない点で汎用性が高く，使用方法を検討すれば（例えば，メッセージを共有したいユーザ間でメッセージ内容を暗号表のように対応付ける事ができれば）メッセージングサービスを実現できる可能性がある．しかし，メッセージボードの検索機能は特定の相手からのメッセージを仲介するようなメールのような利便性ではなく，むしろ汎用の検索エンジンを用いて目的のフレーズを手作業で探すような不便さから，メッセージサービスとしての実用性は期待できない．

以上のことから，インターネットメールアドレスのような特定の個人識別子を必要とせず，かつ，全文検索型のような不便なものではなく，個人対個人のメッセージを仲介するサービスの可能性が示唆される．

例えば，災害時，メールアドレスを持たない被災者に対して，生存確認を本人を対象としてインターネットから行い，個人識別子が生じたときに何らかの仲介される外的情報（例えば，氏名，生年月日，出身地等の情報）によって，被災者本人が自分宛のメッセージを受け取れるようなサービスが挙げられる．

また，発呼者にとってまだ存在するかどうかは不確定ではあるが，ある程度特定の相手に対してメッセージを届けたい場合，例えば，35歳で子供ができたユーザが2世代後の自分の孫に「君のパパの生まれたときの感動と，君のパパが生まれたときの写真を送ります」というようなメッセージを送るような場合に「東京都，中村太郎（発呼者），家族，孫」のような客観的外部情報によるマッチングで何年も経ってからメッセージが配送されるようなサービス形態も考えられる．

これらのサービスは「超遅延型，曖昧配送先アドレスに対する，品質非保証型」のメッセージングサービスではあるが，ある程度の秘匿性を確保できる事，発呼した時点でメッセージを発信する作業が終了する事，ある程度の確率を持って特定の相手（または集団）に対してメッセージを発信することが可能なこと等が特徴である．

1.2 研究の目的

人間と人間が意思を交換するメッセージサービスは古来から存在してきた．そして，コンピュータネットワークの発達と共にその形態は多様化し様々なメッセージサービスが生まれた．コンピュータネットワーク上のメッセージサービスの形態はまだ進化の途中であり，思索しなければならない点が多い．

メッセージサービスは相手先のアドレスを指定する事で初めて相手先の人間への到達性が確保される．相手先アドレスの指定の手法は非常に重要な論点であり，常に議論の的とされてきた．

本論文では新しいメッセージサービスの概念を提案する．従来のメッセージサービスでは，メッセージシステムにメッセージが到着した時点で即座にアドレスのマッチングが行なわれメッセージが送信される．この時，メッセージはメッセージ送信終了と同時に削除される．本論文では，ここに疑問ち新しいメッセージサービス概念を提案する．メッセー

ジの相手が将来的に出現する事は大いに考えられる．従来のメッセージサービスの様にメッセージ到着時，一度きりのマッチングで相手の有無を判別するのは軽薄である．本論文ではメッセージサービスに時間という軸を新たに加える事によって，長遅延を許可するメッセージサービスを提案する．

1.3 本論文の構成

2章では提案する概念について詳しく述べる．まず2章2.1節で提案概念で新たに提唱する大遅延を提供するメッセージサービスの詳細を述べる．2章2.2節では既存サービスのメッセージの送受の手順を述べ，提案概念においてどう対応付けられるかを述べる．2章2.3節で提案概念をメッセージサービスに採り入れる際に必要となる送信先アドレス決定に用いる属性一致の手法を詳しく述べる．2章2.4節で提案概念を用いた具体的なサービスの例を挙げる．3章では様々な視点について既存の概念と提案概念を比較検討している．4章では提案概念に関して特に注目すべき点や課題項目，今後の展望について検討する．最後に5章で本論文のまとめを述べる．

第2章

提案概念

本章では提案概念について詳しく説明する．まず2.1節で本論文で提案する大遅延を提供するメッセージサービスを詳しく説明する．次に2.2節でメッセージサービスと情報との関係を示し，2.3節で提案概念を受信者属性の一致により実現する手法を述べる．最後に2.4節で提案概念の例をいくつか示す．

2.1 大遅延を提供するメッセージサービス

従来概念ではメッセージがシステムに到着した時点でユーザ情報のアドレス表を参照して即座に宛先アドレスが決定し送信が始まる．そして，送信が終了すると同時にメッセージはシステム内から削除される．これは既存概念においてはメッセージはメッセージ送信時のユーザ情報のみに着目している事に起因する．この時，システム内にメッセージを蓄積しておくという考え方はない．

本論文ではこの様なメッセージの削除を行わないことを提案する．送信者からのメッセージはシステム内で宛先アドレスを参照する．提案概念では，このとき宛先アドレスがマッチして相手先アドレスが決定するか，マッチせずに相手先アドレスが決定しないかに関わらず，メッセージはメッセージシステム内へ保存される．システム内にメッセージを保存するのは，将来的に条件が満たされ新しい送信相手が出現し，相手先アドレスが新たに出現する可能性があるからである．この様な配信機構を用いる事により，大きな遅延を前提とするメッセージサービスの提供が可能となる．本論文ではこの様な大遅延を提供するメッセージサービスを提案する．

相手先アドレス決定時にキーのマッチングを即時に行なうのみでなく，時間という次元を導入する事で逐次マッチング操作を行ない，遅延を提供するようなメッセージサービスを実現し相手先アドレスに時間的に幅を持たせることができる．これは相手先が現れた時に目的の相手にメッセージを送信する，時間に縛られないメッセージサービスである．しかし，メッセージは送信相手が存在した時送信されるので，必ず送信されるという保証はない．言い換えれば将来に確立的に相手が存在しメッセージを送信できるというメッセージサービスといえる．

図2.1は現在よく見られるのメッセージサービスを表している．図2.1の実線の矢印は，

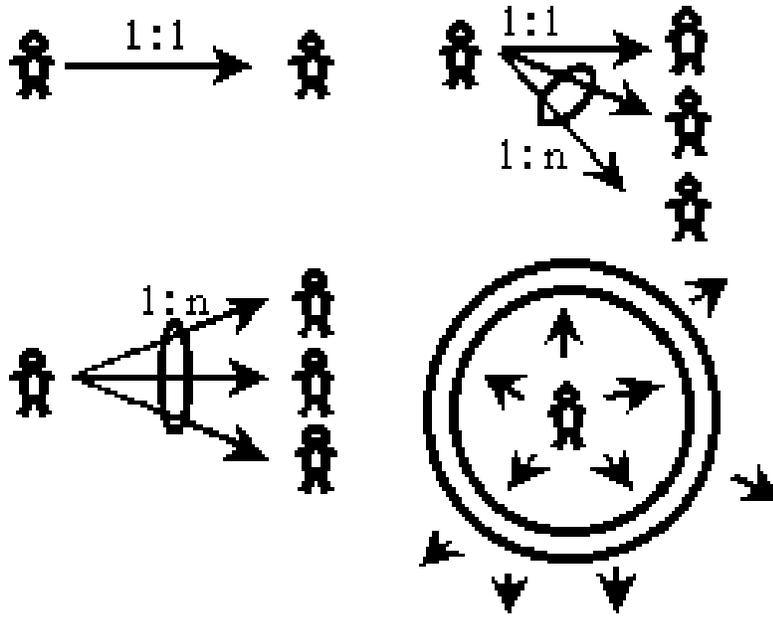


図 2.1: 既存サービス

各メッセージが宛先アドレス判定後すぐに送信され時間的な考え方が存在しない事を表している。図 2.1 の左上の図はメッセージを送る相手が一人であり、一対一のサービスである様子を表している。具体的には電子メールなどが挙げられる。図 2.1 の左下の図はメッセージを送る相手が複数の登録者であり、一対 n のサービスである様子を表している。具体的には Mailing List などが挙げられる。図 2.1 の右上の図はメッセージを送る相手が相手は一人または複数の登録者であり、一対一または一対 n のサービスである様子を表している。具体的には IRC などが挙げられる。図 2.1 の右下の図は相手は不特定多数である様子を表している。具体的には Net News などが挙げられる。これら図 2.1 の様な既存のサービスは、送信先アドレスが即座に決定しメッセージが送信される。ここに時間的な考え方は存在しないことが既存サービスの最大の特徴である。

これに対して、図 2.2 は提案概念を利用したメッセージサービスを表している。図 2.2 の破線の矢印は、各メッセージが宛先アドレス判定に時間の概念を取り入れた事によりその送信が曖昧性を持った事を示している。また提案概念の特徴である時間的な拡張により、受信者が存在するかどうかにおいても曖昧性を持つため図 2.2 では受信者も破線となっている。つまり破線は提案概念を導入した事によって時間的な拡張が行なわれ曖昧性を持った事を示している。

提案概念では従来のメッセージサービスを再検索し新しい概念を起案している。本論文ではメッセージサービスにおける既存からの固定観念を払拭しメッセージサービスに時間という概念を持たせた。

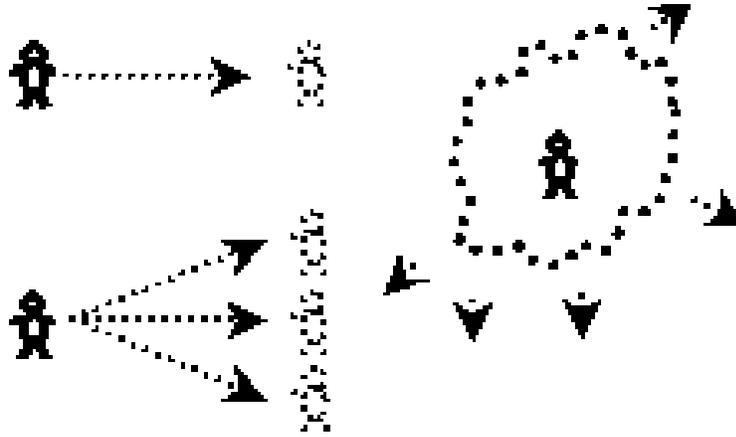


図 2.2: 提案サービス

また，本論文においては提案概念は従来概念を包括する考え方と位置付ける．つまり，図 2.1 は図 2.2 に包含される．提案概念がメッセージシステム内にメッセージを蓄積する時間を明示的にゼロと指定した場合であると考えれば従来概念は提案概念の部分集合である．

提案概念では時間的な曖昧性を持たせた送信先アドレスを認める事により従来型のメッセージサービスの概念を改新する．送信先アドレスに曖昧性により送信先の自由度が画期的に向上する．

2.2 メッセージのデータフロー

メッセージサービスにおけるメッセージのデータフローは一般的に以下の手順で行なわれる．

1. 送信者がメッセージを作成
2. 送信者から通信路を経てサービス提供局へ
3. 相手先アドレス決定
4. サービス提供局から通信路を経て受信者へ
5. 受信者がメッセージを閲覧

このような手順の際，従来概念のメッセージサービスではシステムの管理者やユーザは，一般的にメッセージの送受の一連の操作において，その通信路やメッセージシステム内で情報を扱っているという意識を持っていない．実際にはアドレスもメッセージも情報であ

り、通信路やメッセージシステム内部でこれらは情報として扱われメッセージシステム内ではDBMSによって管理されている。

提案概念では全てのメッセージサービスはデータベースを利用していると定義する。ここで言うデータベースとは広義のデータベースであり、データ(情報)の集合であり、またデータの管理システム(DBMS)も含む。メッセージサービスにおける情報の集合とは、送信先アドレス、送信元アドレス、ユーザ情報、メッセージ内容などである。メッセージはデータの集合でありメッセージシステム内で管理される。メッセージサービスにおいてこれらの情報は必ず伝送路の途中でデータベースとして蓄積される。即ち全てのメッセージサービスはデータベースを利用している。例え送信から受信までにおいて即時にメッセージが到達するメッセージサービスであっても瞬間的に伝送路の媒体中に情報として蓄積される。以上からデータベースを意識させないメッセージサービスは多いが、そのサービスの裏には必ずデータベースが存在しDBMSが動作していると言える。

提案概念ではメッセージサービスがデータベースを利用しているという考え方が必須となる。時間を視野に入れたメッセージサービスではメッセージをシステム内に必ずデータとして蓄積しなくてはならない。

また、2.1節では従来概念は提案概念のサブセットである事を述べた。メッセージがシステム内に保存される時間がゼロであると述べたが、実際には一度データとして蓄えられ瞬時に削除される。これは既存概念においては送信先アドレス決定にかかる時間が刹那である為にゼロに見えるのである。

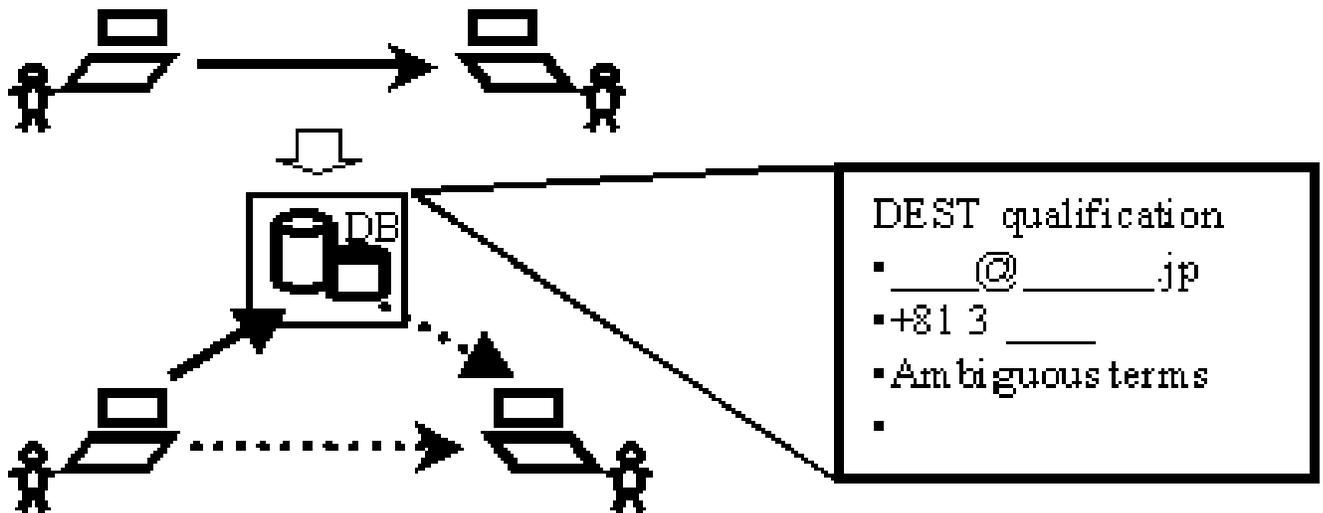


図 2.3: 実装概念図

図 2.3 は先に述べた提案概念を模式的な例として表したものである。図 2.3 の上図は現在一般的に考えられているメッセージシステムである。送信者は計算機から送信し、メッセージは伝送路を介して相手先の計算機へと送られ、受信者は計算機から受信する。この一連の流れによりメッセージの送受信が行なわれる。この従来概念のメッセージサービス

を提案概念のメッセージサービスへと拡張すると図 2.3 の下図となる．送信を行なう際にはメッセージは必ずデータベースを介する．アドレスが即座に決定しない場合もメッセージはデータベース内に蓄えられる．曖昧性を持つキーのマッチングは逐次行なわれ，送信先が現れたとき相手にメッセージが送信される．

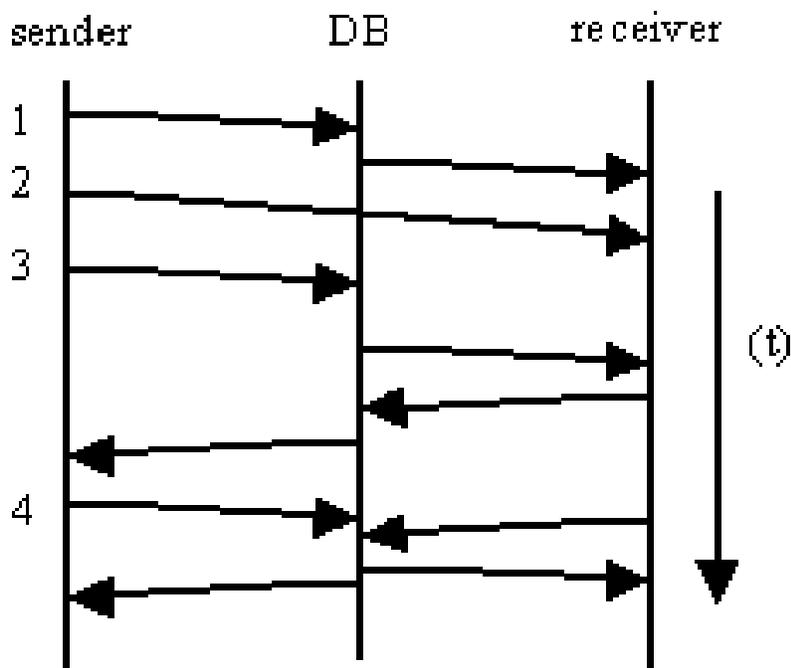


図 2.4: 提案概念のタイムライン

図 2.4 はメッセージサービスにおけるメッセージ送受信のタイムラインを表している．図 2.4 の 1 は提案概念の最たる例である．送信者からの情報はデータベースに蓄えられ，マッチングが成功した時データベースから取り出され受信者に送信される．図 2.4 の 2 は従来概念のサービスの例である．データベースを一瞬で通り抜けるという点を除けば図 4 の 1 と全く意味は同じである．図 2.4 の 3 は返事を含めたタイムラインである．メッセージが行き来するサービスは一般的に多く用いられる．多くの場合，人は相手の返答を期待する．これにより相互のメッセージ交換，つまりコミュニケーションが成立する．図 2.4 の 4 は返事がすれ違う例である．時にメッセージは交錯する．これはコミュニケーションには時間という制約がある以上，無くならない．また一般的に到着の順序も保証されない事が普通である．図 2.4 はメッセージサービスが必ずデータベースを用いる事を示している．

2.3 受信者属性の一致による実現方法

2.1 節では、従来のメッセージサービスの概念に時間という軸を加える事で今までにないメッセージサービスを提案した。提案概念は既存概念を拡張した考え方と言える為、従来とは違った送信先アドレスの指定方法が必要となる。

既存概念では「送信先アドレス」という一つのアトリビュートのみで送信先アドレスを決定している。例えば、電話なら電話番号である +81.761-0000 , 電子メールならメールアドレスである ooo@ooo.ooo , Mailing List ならメールアドレスの集合である {ooo@ooo.ooo, xxx@xxx.xxx} などである。

提案概念における最大の特徴は時間の概念が採り入れられている点である。従って、送信先アドレスとして時間に関する属性や関数を用いる事ができる。

以下に時間的な考えを含む属性をいくつか挙げる。

Expire

メッセージの保存期間を指定する。Expire は日にち（或は時刻まで）で指定され、指定の期日になった時メッセージは不要なものとされシステム内から削除される。

Interval

メッセージの送信先アドレスを決定の際のマッチングの試行間隔を指定する。Interval は日にち或は時間で指定され、Interval 間隔経過ごとにマッチング操作を行ない、一致がみられた場合送信操作を行なう。

StartTime

属性一致を始める日時を指定する。EndTime と対で指定する。StartTime が指定された場合、StartTime が指定した日時までは送信先アドレスを決めるマッチング操作は行なわれない。Expire (メッセージ保存期間) は StartTime より優先される。これは Expire 指定時にメッセージは削除されてしまう為、StartTime 時に送信作業ができないからである。

EndTime

属性一致をやめる日時を指定する。StartTime と対で指定する。StartTime , EndTime の間だけにマッチングの動作が行なわれる。Expire 属性との関係は StartTime の頁で述べた通り、Expire 属性が優先される。

以下に時間的な考えを含む関数をいくつか挙げる。

getthistime()

現在の日付と時刻を返す。メッセージサービスを提供しているサーバのシステム時間から取得する。

descendant(Name1)(Name2)

ある人物 (Name2) がある人物 (Name1) の子孫であるかどうかを調べる。ユーザ情報の中に存在する親子関係の情報を再帰的に辿る事によって実現する。子孫である場合 TRUE, 子孫でない場合 FALSE を返す。

これらの時間的な考え方を有する属性や関数は提案概念の最大の特徴である。時間を扱う属性や関数により大きな遅延があるメッセージサービスが実現可能となる。

また、提案概念では相手先アドレスの指定は複数のアトリビュートにおいての評価する事を考慮に入れている。送信者はユーザの情報を属性として AND や OR として条件付け、送信先アドレスとして相手を指定する。属性となり得るユーザ情報は名前やメールアドレス、趣味に至るまで用いる事も考えられる。またこの時、先に述べたような関数は属性の値設定時にユーザの負担を軽くすることができる。

アトリビュートとなり得る項目は客観的情報と主観的情報の2つに大きく大別される。以下でその詳細を述べる。

客観的情報

普遍の事実に関する情報。ユーザ情報の例としては、名前や生年月日、性別などである。ユーザ情報以外の例としては、現時刻や天気などが挙げられる。メールアドレスや電話番号なども客観的なユーザ情報にあたる。既存概念のメッセージサービスにおけるアドレスのマッチングはほぼ全て客観的ユーザ情報をキーとしている。

主観的情報

ユーザの主観によって加えられる情報。例えば、ユーザの趣味であったり、特技であったりする。既存概念ではこれらの主観的なユーザ情報をマッチングのキーとする事は少ない。提案概念では主観的情報による属性一致を多用する。また、提案概念の特徴である時間に関する属性の中にはユーザが主観的に指定する事ができるものがある。

これらの様々な受信者属性を複合的にマッチングすることによって相手先アドレスを決定し、提案概念を実現する。

2.4 提案概念を用いた実例

現在のメッセージサービスは多種多様化され様々な形態をもっている。しかし、既存概念では実装が見られない或は実装が難しいメッセージサービスの形態が存在する。この節では従来概念では実現不可能であったが、提案概念で実現可能となったメッセージサービスの例を挙げる。

2.4.1 大遅延型メッセージサービス

時代を越えてメッセージを送信したい事は非常に多く要求される．先に述べたがインターネット上でそれを実現したメッセージサービスは存在しない．

しかし，実際はインターネットを用いないメッセージサービスにおいては，身近な所でこの様な時代を意識したメッセージサービスは使われている．未来の自分に宛てたタイムカプセルなどがその代表例である．例えば，小学生が卒業記念に 20 年後の自分にメッセージを託してタイムカプセルを埋める．これは送信先アドレスに時間を有すると考えられる．これは提案概念では以下のように送信先アドレスを記述する事ができ実現可能となった．

```
Expire = 2/10/2030
AND
ReceiverName = 'Oki Sumioka'
AND
getthistime() = 2/10/2030
```

図 2.4.1 では提案概念を用いたもっとも簡単な例である．自分の子孫がオリンピックで金メダルを取る事ができた時を条件としてメッセージを送信する．これは以下のように送信先アドレスを指定する．

```
Expire = 2/10/3004
AND
descendant(SenderName)(ReceiverName) IS TRUE
AND
prize = 'Olympic gold medal'
```

送信者がメッセージを送信すると登録者の情報から受信者を探す．受信者が居ない場合メッセージはシステム内のデータベースに保持される．そしてマッチングが定期的に行なわれ，時を経て条件が成立し相手アドレスが定まった時に相手に送信されるのである．

提案概念ではこのような時代を越えたマッチングが大きな特徴である．これについては 2.1 節で詳しく述べた．

2.4.2 大遅延型メッセージサービスにおけるマルチキャスト

2.4.1 節では時代を越えてメッセージが送信される様子を例を挙げて示した．本節ではさらにこの機能を拡張した例を示す．図 2.1 及び図 2.2 でメッセージサービスは通信相手の人数によっていくつかの通信形態があることを述べた．2.4.1 節の例はこのうち 1:1 のメッセージサービスである．

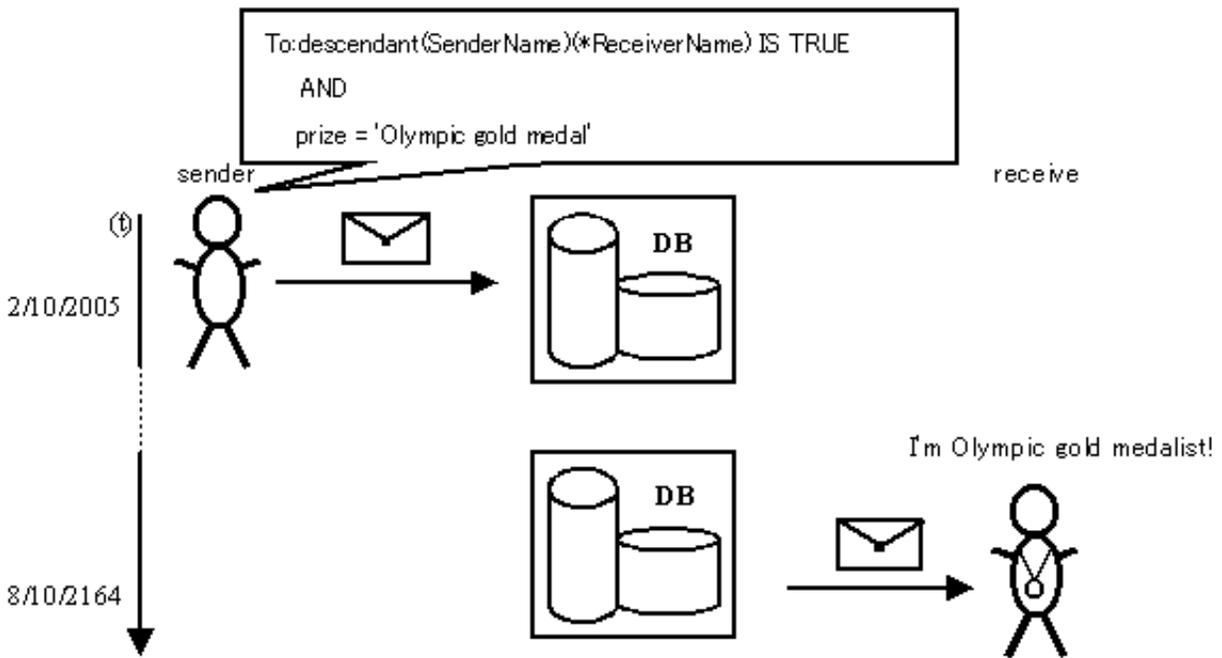


図 2.5: 大遅延型メッセージサービスの例

提案概念ではもちろん 1:1 のメッセージサービスに限定されるものではない。図 2.4.2 は 1:n の通信形態のメッセージサービスの様子を表している。送信者が指定した相手先アドレスは下記の通りである。

```
Expire = 2/10/2055
AND
ReceiverName = 'Ichiro Suzuki'
```

受信者の名前が 'Ichiro Suzuki' の時にこのメッセージは送信される。図 2.6 の縦軸は時間 (t) を表している。2/10/2005 に送信者はメッセージを送信している。まず、送信されたメッセージはデータベースに蓄積される。メッセージの相手先アドレスとデータベースの登録データを参照しマッチした相手 (図では 2 人) にメッセージが送信される。メッセージはデータベースに蓄積され、新しいマッチを逐次確認する。図 2.4.2 において 1/4/2036 に 'Ichiro Suzuki' が誕生する。そして、そのユーザ情報がシステムのデータベースに登録される。2/10/2005 に送られた前出のメッセージはユーザの登録データを監視しており、この時点で新しくマッチングが成立する。そして、新しく産まれた 'Ichiro Suzuki' にもメッセージが送信されるのである。最終的に Expire が参照されメッセージの有効期限が切れた時メッセージは消去される。図 2.6 においては、2/10/2055 にメッセージはその役目を終えデータベースから削除される。

これにより図 2.1 で述べた従来概念におけるメッセージサービスに、時間という概念を

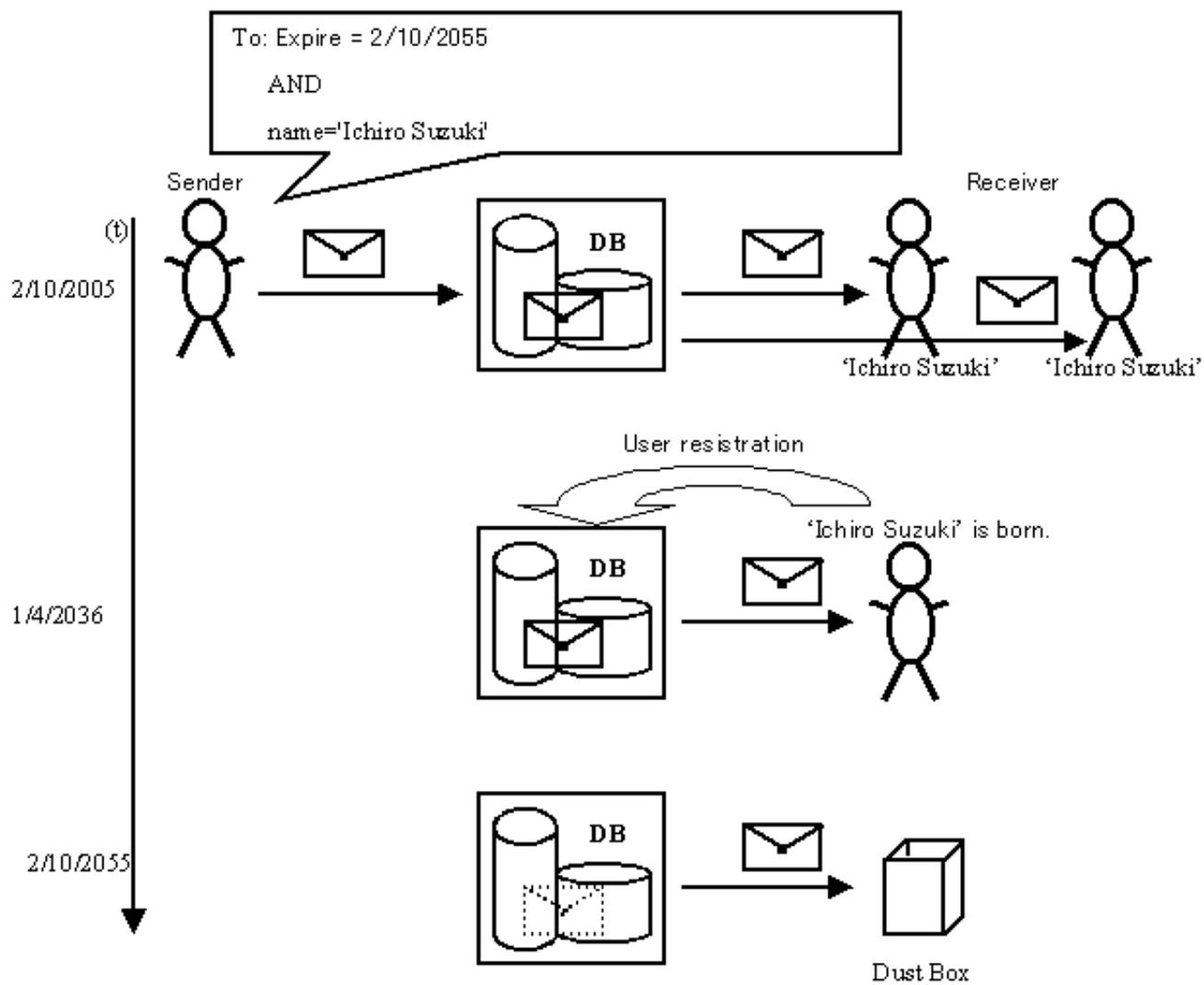


図 2.6: 大遅延型メッセージサービスにおけるマルチキャストの例

取り入れる事によって拡張された提案概念の図 2.2 でも、1:1 はもちろんの事 1:n というマルチキャストのメッセージ送信を行なえる事が可能である事が示された。

第3章

評価

既存の概念では時間という概念を取り入れていない。提案概念は時間の考え方をメッセージサービスに取り入れ、大遅延を提供するメッセージサービスを提供する。既存概念と提案概念は根本的な考え方が異なる為、両者を様々な視点から見比べる必要がある。

本節では既存概念の特徴と提案概念の特徴を多角的な観点から比較する。既存概念と比較した際のそれぞれの利点や欠点、提案概念を実装する際に必要となる技術、既存概念では視点にいれなかったが提案概念において留意が必要となる項目などを以下では述べる。また、それぞれの観点において既存サービスとの比較を表 3.1、表 3.2 に挙げた。

3.1 蓄積性

メッセージサービスにおいてメッセージを相手が確認する手法は以下のように 2 種類に大別する事が出来る。

即時型

メッセージがメッセージシステムに届いたら即時に相手がメッセージを確認するメッセージサービスである。Instant Messenger などは即時型の代表例である。

蓄積型

メッセージをサーバなどに蓄積しておき条件を満たしたときに受信者が確認するメッセージサービスである。電子メールは蓄積型の代表的な例である。

また、即時型、蓄積型の両方の性質を持つものもある。例えば IRC を例に挙げる。送信者のメッセージはチャンネルと呼ばれるグループ（ユーザの集合）へ送信される。送信者のメッセージはまず IRC サーバに渡される。IRC サーバではチャンネルの情報を管理している。IRC サーバでチャンネル名をキーとしてユーザのアドレスが検索され送信先が決定する。受信側ホストに送信されたメッセージは即座にクライアント側のソフトウェアに渡される。このときユーザは即座にメッセージを確認する事ができ、これは即時型のメッセージであると言える。しかし、IRC では古来から慣習として多くの場合クライアントソフトウェアのプロセスはバックグラウンドにありユーザは即座にメッセージを確認しない。ユーザはメッセージ受信後の数刻後に確認し返答をするケースが多い。これは蓄積型の

メッセージサービスと言える。視点を変えると、ユーザがメッセージを確認する時間間隔によって即時型、蓄積型が決定すると言える。蓄積時間が0であれば即時型となり、蓄積時間が0以上であれば蓄積型となる。この考え方は提案概念においても適応される。

提案概念では従来の即時型、蓄積型とは単純に比較できない。従来型の蓄積型は、蓄積時間が限られていた。例えば電子メール(SMTP)はPOPやIMAPなどでクライアント側が確認するまでSMTPサーバのメールボックスに蓄積される。ユーザがメールボックスを確認する頻度は常時接続が当然となった今、MUAが自動的に1分に1回など頻繁に確認する。また、ネットワークに接続する機会の少ない人でも数日に一回以上確認する事が当然となっている。つまり、メッセージがメールサーバに届くと極めて少ないタイムラグでユーザはメッセージを確認する。よって電子メールは蓄積型だがメールサーバ側に蓄積されている時間はたかだか数日である。この例に見られるように従来概念での蓄積時間は数秒から長くても数日のオーダーである。

提案概念が言う蓄積型は考え方が大きく異なる。提案概念ではメッセージはいつ相手に届くかわからない。これは宛先アドレスが決定するのがいつになるのか、送信されるのが何回になるのかわからないからである。最悪の場合永久にメッセージが送信されない事もありうる。つまり提案概念での蓄積時間のオーダーは数秒から無限の時間である。蓄積の最大時間が無限となるのは大きな問題と言える。これらを解決する手法は資源のコストについては3.6節、3.11節など各節で詳しく述べる。

3.2 アドレス管理

メッセージシステムは相手にメッセージを届けるという性質上、必ず相手先のアドレスを管理する必要がある。アドレスの管理の手法は一括管理と分散管理に2分される。

一括管理

IRCが代表的なサービスとして挙げられる。一括管理の利点として、システムの構築が容易、集中管理が出来る、データの機密を保ちやすいなどが挙げられる。一方欠点として、拡張性が低い、一部の故障が全体に波及しやすいなどが挙げられる。

分散管理

電子メールが代表的なサービスとして挙げられる。分散管理の利点として、拡張性が高い、一部の故障が波及しにくいなどが挙げられる。一方欠点として、システムの構築・管理が難しいなどが挙げられる。分散管理においては階層的にアドレスを管理している事が多い。例えば電子メールの場合、各ドメインのDNSサーバのMXレコードを再帰的に参照する。つまり、ドメインネーム空間の階層構造を用いてアドレスを管理している。

提案概念では分散的にアドレスを管理する事が難しいと考えられる。提案概念が既存概念と最も異なる点は、ユーザ情報のどのアトリビュートが宛先アドレスのマッチングの際

に用いられるかわからない点である．データベース上のどのアトリビュートが検索項目になるのかわからなく，全タプルを検索項目としなければならない．これを実現する為には分割管理より一括管理が有効である．提案概念では全ての属性が検索のキーとして用いられる可能性がある為，テーブルを何らかのアトリビュートにおいてある条件でテーブルを分割して管理したとしても，その属性を検索キーとして用いていないと意味がない．つまり，ある条件で分割を施し分散管理の利点を活かせる可能性は属性の種類が多いほど少なくなる．従って，テーブル分割を行なう事はシステムパフォーマンスの大きな低下に繋がる．よって，提案概念ではユーザ情報を一括管理する事が望ましい．

このように提案概念においてはユーザ情報の一括管理が好ましい．しかし，一括管理するようなデータベースは検索の面においても蓄積の面においてもデータベースサーバが重要視される．データベースサーバでは一括管理による莫大な量のタプルを様々なキーにおいてマッチングを行なわなくてはならない．この為データベースサーバの能力には細心の注意が必要である．

データベースの能力を向上させる技術はインデックス作成の手法やクラスタリングの技術など，日々進歩している．なお SQL サーバ技術においてはクラスタリングは広く用いられており利用可能であるといえる．また，提案概念ではデータベース検索時に用いるインデックスの作成手法も多く存在する．システム構築者は各々のアトリビュート定義の際に適切なインデックスを付けなければならない．1次元の数値であれば，ハッシュインデックスや B-tree インデックス，多次元であれば R-tree インデックス [11]，文字列などであれば patricia tree インデックス [10] などである．

3.3 送信先アドレス

メッセージサービスにおいてはメッセージの送信者は必ず受信先のアドレスを記述する．従来のメッセージサービスは受信先アドレスを完全な形で記述する．

提案概念では曖昧性を持つキーのマッチングを行なう．詳しくは 2 章 2.3 節で述べた．また，送信先アドレスには他にも様々な手法が将来的に考えられる．送信先アドレスの今後の展望は 4 章 4.3 節で詳しく述べる．

3.4 通信媒体

サービスがどのような媒体として用いられるのかどうかについてである．メッセージは媒体を用いて送信者から受信者に送信される．ここでは媒体を大きく 2 種類に分けた．

アナログ媒体

アナログ媒体を用いるメッセージサービスの代表例は手紙や会話などである．手紙は「紙」というアナログ媒体を用いる．会話は「空気」というアナログ媒体を用いる．

デジタル媒体

デジタル媒体を用いるメッセージサービスの代表例はインターネットである。インターネットでは全てのメッセージがデジタルに変換されて送受信が行なわれる。

また、メッセージサービスの中には送信されたメッセージが複数の媒体を通過し相手に届くようなものも複数ある。例えば電話は人間の発した声は空気を媒体として受話器に入り、線路内において送信側の端で A-D 変換され受信側の端で D-A 変換され受話器から空気を伝わり耳に入る。

アナログは「古い」という印象が付いて回ることが多い。しかし、デジタルとアナログはあくまで方法の違いであり、両者に優劣をつけることはできない。ただ現在の計算機科学においてはデジタルの方が情報が扱いやすいというだけである。

一般的にアナログの情報をデジタルの情報に変換する事は難しい。まず一つ目の例として、アナログのメッセージサービスの代表である手紙をデジタルに変換する場合を考える。例えば手紙に「賀正」と書いたとする。現在 OCR(Optical Character Reader) が普及し文字を読みとる事は非常に簡単である。しかし、その「賀正」が醜い文字であったとしても、水墨家による芸術として価値のある作品であったとしても OCR には同様の「賀正」として良み出されてしまう（むしろ芸術的だと OCR が読めないかもしれない）。つまりアナログのメッセージをデジタルのメッセージに正しく変換されていない。次に二つ目の例として、アナログのメッセージサービスである音声をデジタルに変換する場合を考える。会話はあるサンプリングビット数、サンプリングレートによってデジタル化される。つまりデジタルに変換した時点で必ずデータ落ちが起きる。これはアナログ音楽レコードとデジタル音楽 CD の音質を比べれば歴然としている。

今日インターネットは重要な社会インフラとして整備されつつある。インターネットの伝送速度は向上しメッセージは数秒から数分程度、最悪でも 1 日以内に相手に到達する。(詳しくは 3.9 節で述べる) また、インターネットは汎用性も高く様々な形態のメッセージサービスに対応する事ができる。(詳しくは??節で述べる) インターネット利用時におけるは金銭コストが低コストである事も大きな利点であると言える。電話など従量制のメッセージサービスでは常に接続時間やメッセージ量を意識しなければならなかった。しかしインターネットでは定額制が一般的であり、通信路の金銭コストについてはコストは低い。以上の事をかんがみると使用頻度が高いメッセージサービスにおいてインターネットを媒体とする事は利点と言える。現在、多くのメッセージサービスがデジタルにシフトする傾向がある。これは、近年の計算機が広く一般的になり、またインターネットというデジタルのネットワーク網が発達したからである。

提案概念では基本的に通信媒体を選ばない。実装においてはアナログ、デジタル双方の手法を用いることができる。しかし、本論文ではデジタルにおけるメッセージサービスを前提と考える。先にも述べたが、今日の革命ともいえるインターネットを始めとするコンピュータネットワークのインフラ設備は今後とも大きく発展すると考えられこれを無視することはできないからである。

提案概念の実装の為にインターネットという媒体は有用であると言える。現在のコンピュータネットワーク上の線路上の通信はデジタルである。提案概念では数十年オーダーのメッセージをシステム内に保存する事を仮定している為、データベース資源のコストが非常に多く必要となる。またそれに伴う運営面を含めた資源の金銭コストも多く必要である。システム内に保存するメッセージがデジタル情報の場合、圧縮技術を用いる事で資源の消費コストはある程度緩和される。圧縮技術は圧縮回答アルゴリズムにより様々な種類がある。これらは可逆圧縮や不可逆圧縮、文字列の圧縮に長けたものや画像の圧縮に長けたもの、圧縮、解凍時間が短いが圧縮効率の悪いものや圧縮解凍時間が長いが圧縮効率が良いものなど多種多様な特徴をもつ。提案概念を効率的に実現する為にはメッセージの中身がテキストなのかバイナリなのかという事や、メッセージを送出する頻度やシステム内に保持する時間をメッセージの宛先アドレスからシステムが試算し、圧縮のアルゴリズムを適宜変更する事が有効であるといえる。

また、インターネットはサービスを階層構造をもって提供する事にも注目したい。インターネットは基本的にレイヤ独立し上下レイヤを意識する必要はない。提案概念はインターネットのレイヤ構造の最上位に属する。エンド間のルーティングや品質保証などは下位のレイヤに任せる事ができる。

3.5 通信形態

メッセージサービスの通信形態は送信先の数により4種類に大別することができる。これは2章2.1節の図2.1で示した。

1:1

送信相手が一人のメッセージサービスである。代表的なサービスとして電子メールなどが挙げられる。メッセージサービスにおけるユニキャストである。

1:n

送信相手が複数のメッセージサービスである。代表的なサービスとして Mailing List などが挙げられる。メッセージサービスにおけるマルチキャストである。

1:1 & 1:n

送信相手が一人或は複数のメッセージサービスである。代表的なサービスとして IRC, Instant Messenger などが挙げられる。

1:不特定多数

送信相手が不特定多数のメッセージサービスである。代表的なサービスとして Net News などが挙げられる。

提案概念の通信形態は一概にこの4種類に当てはめることはできない。これは宛先アドレスとして様々な属性を用いる事ができる為であり、時間と言う曖昧さを持たせた為で

ある．同じ宛先アドレスでもある時間においては 1:1 のユニキャスト，ある時間においては 1:n のマルチキャスト，ある時間においては 1:不特定多数の様に变化する可能性がある．この様な時間による曖昧性を減らす為にユーザは `StartTime` 属性や `EndTime` 属性など時間に関するアトリビュートを指定する事ができる．

3.6 資源のコスト

配送が完了するまでに消費される資源のコストを考えなければならない．資源にはネットワーク資源とデータベース資源が考えられる．ネットワーク資源は式 3.2，データベース資源は式 3.1 で表される．ネットワーク資源のコストは何 bps の速度を何秒継続するか，データベース資源のコストは何 bit の情報を何秒保持するかである．

$$NetworkResourceCost = N(bps) \times t(s) \quad (3.1)$$

$$DatabaseResourceCost = N(bit) \times t(s) \quad (3.2)$$

$$TotalResourceCost = NetworkCost + DatabaseResourceCost \quad (3.3)$$

既存のサービスにおいてはメッセージをデータベースに保存するという考え方をしない為，データベース資源のコストは全く考慮していない．提案概念ではメッセージサービスはデータベースを必ず介すると定義した．つまりデータベース資源のコストの考え方が必要となる．長時間に渡ってメッセージをデータベースに保管する場合，どの時点をもって配送完了としデータベース資源を解放するのが重要となる．データベース資源のコストを考えた上で実装を行なわなければ，無限の時間資源を占有し無尽蔵に資源を浪費する事も考えられる．メッセージの保管時間を明示的に与える事が好ましいと言える．実際には圧縮を考慮に入れる事となる．この時の資源コストは 3.4 となる．

$$CompressedTotalResourceCost = TotalResourceCost \times compressibility \quad (3.4)$$

また，メッセージシステムにはユーザ情報も保存される．提案概念では既存システムよりユーザ情報が肥大化する．これは，提案概念では多くのアトリビュートをマッチング項目にするという考え方に起因する．

3.7 配送保証

メッセージサービスにおいて一般的に送信者は相手がメッセージを受け取ったかどうかを気にする。しかし、送信者が相手の受信を確認できるメッセージサービスは少ない。郵便における配達記録や書留は配達保証をする代表的な例である。また、電話などにおいてのコールバックもその典型である。インターネットにおいて最も普及している電子メールでさえ送信者は相手にメールが届いたか否かを調べる術はない。電子メールなどのインターネットを用いた既存メッセージサービスは送信先アドレスを strict match させる為到達率は非常に高い為、配達保証の実装が少ないと考えられる。

提案概念では送信先アドレスに曖昧性がある。この曖昧性は時間という軸を採り入れ未来という曖昧な事象を宛先アドレス候補として採り入れた結果である。曖昧性が多少でも含まれる宛先アドレスを指定した場合、送信した時点で送信先に確実に届くかどうかは全く分からない。時間の制約がある場合送信が未来になる可能性が大いに考えられる為、相手にメッセージが届いた旨を送信者へ送信する事が出来るかどうかは分からない。これは、送信者が既に存在しない可能性がある事に寄る。

送信者へのフィードバックはサービスの必要用件を考え、実装段階で注意深く決める。従来の概念ではメッセージは少なくとも数日以内に届く事を前提としている。つまり、メッセージサービスの付加機能として到達記録を送信者に送るサービスは有効である。電話の付加機能であるコールバックがこの際たる例である。しかし、提案概念では送信してから数年或は数十年後に受信される可能性もある。この時送信者に配達された旨のメッセージを送信しても送信者がメッセージを送信した事を覚えていない場合も考えられる。この場合、到達完了メッセージの中に送信者がそのメッセージを思い出せるだけの情報を含む必要性が求められる。また、最悪の場合送信者が去世している可能性もある。送信者が居なくなる事を想定して到達完了メッセージを受け取る権利を委譲する仕組みをシステムの機能として持つ事が一つの方法として考えられる。

3.8 機能

メッセージサービスの機能が多彩か否かに関してである。メッセージサービスには付加機能を持つものがある。例えば、電子メールはバイナリファイルをエンコードし同梱する機能を持つ。Instant Messenger の中には文字のチャットのみならずインターネット電話、ビデオ会議もサポートしているものもある。また、セキュリティーに関する機能を有するサービスも多い。これらは SSL や SSH などを利用し安全性を確保している。セキュリティーに関しては 3.11 節で詳しく述べる。

提案概念が持つ他のメッセージサービスに無い大きな機能として、送信先アドレスに時間の概念を採り入れた事が挙げられる。これにより、大遅延を提供する様なメッセージサービスが可能となった。これについては 2 章で詳しく述べた。提案概念はその性質上、他のメッセージサービスに無い機能が必要となる。これらは各節で詳しく述べる。

3.9 速度

古来からの代表的メッセージサービスとして手紙が挙げられる。手紙の到達速度は距離に依存し、郵便網が整った現在でも少なくとも数日かかる。インターネットを使ったメッセージサービスでも基本的には距離に依存する。しかしその速度は郵便網など古来からの通信網と比べて格段に早く、多くの場合即座に相手に届く。一般的にレスポンスタイムは式 3.5 で表される。

$$ResponseTime = TransferTime + ProcessingTime \quad (3.5)$$

インターネットを用いたメッセージサービスにおいては多くの場合到達時間はメッセージサービス固有のルーティング手法により決定される。これを大きく 2 つに大別する。

サーバ経由方式

ユーザがサーバに対して送信先アドレスを送り送信先が決定したあと、常にサーバを介してメッセージの送受を行なう方法。多くのメッセージサービスはこの手法を取る。相手の IP アドレスを秘匿できる為安全性に優れる。

PtoP 方式

ユーザを管理するサーバとの間でユーザ同士の合意が取れた場合、ユーザ同士がピアで通信を行なう形態。チャットのようなリアルタイム会話においてこの手法を取る事がある。例えば Instant Messenger の SIMPLE は SIP をベースとしており、サーバとのネゴシエーション後はエンド間がピアで通信する。サーバを介さない分だけ通信が効率的に行なわれる。メッセージの処理はエンドホストで行なう為、圧縮技術などを用いる場合エンドホストに負荷がかかる場合がある。

従来概念では式 3.5 において TransferTime が支配的である。従来型のメッセージサービスではアドレス決定にかかる ProcessingTime は一瞬だからである。これは相手先アドレス決定の際のマッチングが単純な strict match という簡単な処理である為である。一方、提案概念では式 3.5 の Processing Time が増大する事が考えられる。これは提案概念の性質上、送信先アドレス決定の際にデータベースの参照が複雑になる事に依る。既存概念では単一のアトリビュートにおける検索が主であるが、提案概念では複数のアトリビュートにおいて検索を行ない送信先アドレスを決定する事が多い。

つまり、提案概念では従来概念よりメッセージシステム内の DBMS の性能が重要視されるが、純粋にホストの CPU 性能やディスク性能を向上させたり、インデキシングの手法を工夫することなどしか対策はない。

3.10 運用性

メッセージサービス運用時には人間が様々な管理項目に乗っ取って管理を行なう。以下では管理項目を内容毎に大別しその管理内容について説明する。

施設・設備管理

構造物，データセンタ，データ保管用設備の管理及び入退室，入退館管理が求められる。

構成管理

物理構成及び論理構成．機器の追加，撤去，移設などによるハードウェア，ソフトウェアの構成管理などが挙げられる。

障害管理

障害検出，担当者への障害情報の通知，障害の切り分け，障害時の応急処置，障害の原因調査及び分析，障害復旧への手続き，障害予防の為の情報監視（ログ取得，ログ解析），再発防止対策，予防保守，定期保守などを行わなければならない。

性能管理

構成機器及び構成線路の性能，伝送遅延時間，ビット誤り率，回線使用率，トラフィック量，スループット，レスポンスタイム，呼損，各種統計データの記録及び分析など管理しなくてはならない。

安全性管理

不正アクセス防止，機密管理，アクセス規制，ユーザ権限の設定及び変更，利用者の識別コード及びパスワードの発行と台帳管理，リスクマネジメント，ハッカー対策，コンピュータウィルス対策などが挙げられる。

課金管理

資源利用者のアカウント管理，課金ログの記録及び分析，利用実績の把握，効率の良い運用への改善計画などが主たる管理項目である。

提案概念の運用手法は従来概念とあまり変わらない。どのようなサービスも上記の様な管理項目が必要不可欠であるからである。提案概念では長期の運用を前提としている。これはメッセージを長期保存する事が前提となるメッセージサービスだからである。提案概念は従来概念に比べて各管理項目全てに渡ってに肝要となる。

メッセージは数百年以上のオーダーで保存する事も考えられる。数百年という年月は，メッセージシステムの構成，管理者や管理方法に至るまであらゆる面が現在とは変わってくるだろう。システム内部で新技術は当然の様に使われるようになるであろう。どの様に時代が変わったとしても，ユーザから数百年後にメッセージを届けるという要求があり，ユーザとサービス提供者の間である合意が成された場合，メッセージ提供者は必ずメッセージを届ける義務がある。これについては，サービス提供者のモラルに頼らざるを得ない。

3.11 安全性

メッセージサービスの安全性は手紙における暗号電文など古来から研究されてきた。盗聴、改竄、なりすましなどに耐え得るメッセージサービスが求められてきた。SMTP over SSL や IRC over SSL など SSL を使い通信路を暗号化するサービスも多い。また、電子メールでは証明書による暗号化、署名などもできる。メッセージは指定した送信先アドレスのみに伝わり、他者に対して公開されない事が求められる。

また、ユーザの認証方法に留意しなくてはならない。ユーザ認証では一般的には下記の3種類のタイプを組み合わせる事が有効であると言われている。

知識

具体的にはパスワードや暗証番号などである。使用者が忘れる可能性がある。変更する必要がある。

持ち物

具体的には ID カードや携帯電話の SIM(Subscriber Identity Module) などである。変更の際の交換コストが高い。

身体的特徴

具体的には指紋や網膜などである。変更できない。バイオメトリクスと言われ近年注目されている。3種類のタイプの中では最も偽造しにくいと言われる。

しかし、知識、身体的特徴、持ち物のいずれにおいても特徴を盗まれる可能性がある。コンピュータネットワークを通してで認証を行なう場合、その通信は盗聴される危険性が常に付きまとう。従ってコンピュータネットワーク上で認証を行なう際には暗号化の技術が必要不可欠になる。

一方、個人情報の管理も重要となる。提案概念ではユーザの送信先アドレスに付随して、住所や生年月日といった個人を特定できる情報や趣味、趣向などの個人の特徴を表す情報もシステム内に保持しているしかも提案概念ではこれらの個人情報及び送信されたメッセージを長期間保存する事が前提となっている。

提案概念では安全性は特に重要であるが安全性に関する技術は日進月歩と言えど、いたちごっこであり完全な安全性を求めることは難しい。提案概念では管理項目としての安全管理をサービス提供者はできる限り完遂する。

また、提案概念では送信先アドレスが曖昧であるという特徴を持つ。送信者は時間的な曖昧さを持つ様な宛先アドレスを用いる場合、意図した相手のみにメッセージが送信されるように送信先アドレスを指定する必要がある。送信者が不用意にアドレスを指定した場合、送信者の個人情報の漏洩や機密情報の流出に繋がってしまう。これに対するシステム側のサポートとして、送信先アドレス記述言語が重要となる。ユーザが送信先アドレスを指定する書式は、ユーザが理解しやすくかつ意図した相手のみに届くようなものにする事でこの問題は解消できる。例えばメッセージの有効期限である `Expire` 属性を付加や、

マッチさせる期間の指定である *StartTime* , *EndTime* 属性を付加させるなどの手段が考えられる .

3.12 信頼性

メッセージサービスには信頼性が必要である . 途中の機器の故障などによってメッセージが届かない事はあってはならない . これは一般的に可用性と故障率という尺度で考えられる . 可用性は式 3.6 , 故障率は式 3.7 で与えられる . 式 3.6 の MTBF は平均故障間隔 (Mean Time Between Failure) MTTR は平均復旧時間 (Mean Time To Repair) をそれぞれ表す . また , 複数の機器によるシステムの稼働率は式 3.8 となる . 信頼性向上の為に機器の多重化 , バックアップ回線などの手法が取られる . 1 つの機器 , 回線を多重化を行った際の可用性は式 3.9 となる .

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3.6)$$

$$FailureRate = 1 - Availability \quad (3.7)$$

$$Availability(all) = \prod_{k=1}^n Availability(k) \quad (3.8)$$

$$Availability(all) = 1 - \prod_{k=1}^n \{1 - Availability(k)\} \quad (3.9)$$

$$= 1 - \prod_{k=1}^n FailureRate(k) \quad (3.10)$$

提案概念では , 長い期間を継続してサービスを提供する事が重要である . 式 3.6 を見れば当然ではあるが , 稼働時間が長ければ故障時間も長い . つまり , 長い期間になればなるほど可用性は重要視しなくてはならない . また , 一時的にデータベースに蓄積する為ネットワーク機器の可用性に加えてデータベースの可用性も関係してくる . 式 3.8 を見ると機器が多いほど可用性は低くなる . 提案概念はデータベース機器が増えた分だけその可用性は低下するので , データベース機器の多重化などは有効である .

3.13 経済性

メッセージサービスにおける課金方法 , 額面に関してである . 従来からのメッセージサービスの課金方法には大きく以下の 2 種類が存在する .

従量制

利用時間や通信量に応じて料金が発生する料金体系である。例としては10円/分や0.2円/パケットなどである。代表的なサービスとして電話、FAX、手紙などが挙げられる。

固定制

利用時間や通信量に関わらず一定の利用料金が課せられる料金体系である。例としては3000円/月などである。インターネットの利用は固定性がメインである為、インターネットを用いたメッセージサービスは固定性であると言える。

従来のメッセージサービスにおける課金システムはメッセージ送信量や通信帯域において決定されてきた。これは式3.11で表される。

$$TotalCost = NetworkResourceCost \quad (3.11)$$

提案概念では従来型のメッセージサービスの課金システムに加えデータベース資源のコスト(3.6節)を考慮に入れる必要がある。提案概念においてはデータを蓄積しておき、時間にマッチし送信相手が決定する事を想定しており、データベース利用料も重要な評価項目である。量、時間共に多くの資源コストを消費するユーザの利用料金は多くすべきであると考えられる。データベース資源を考慮に入れた式が式3.12である。

$$TotalCost = NetworkResourceCost + DatabaseResourceCost \quad (3.12)$$

提案概念はデータベース資源を無限に消費する可能性がある為、従来型の課金手法は採れないかもしれない。例えば、ユーザがメッセージを無限の時間データベースに保存するように要求した時は安易に従量制、固定制共に適応する事ができない。まず、メッセージ送信が行なわれるまでにメッセージ送信者が死亡している可能性が極めて高いということである。この様な事を考えると定期的に使用料金を徴収する事は不可能と言ってもいい。よってメッセージ送信時に、蓄積時間、内容量、相手先などから総合的に料金を算出しなければならない。データベースを蓄える資源の価格が流動するするという事などを考えると、料金体系を決定しにくい。現在情報を蓄積する為の主要媒体はハードディスクであるが、ここ数年のその価格の変動は大きい。利用料金の決定はサービス提供者の一存により決定する訳だが、以上の事を踏まえて料金体系を決定する。

3.14 拡張性

サービスには拡張性を持たせる事が好ましい。サービス提供初期に想定していた規模、処理能力、機能などはユーザ数の拡大などの理由からサービスを拡張する事がある。例え

ば、ここ数年のディスクの低価格化は目覚ましい物があった。従ってメールなどのメッセージサービスにおいてユーザが利用する資源は必然的に拡大傾向にあり、サービスを提供する側はシステムを拡張せざるを得なかった。また、新技術や新サービスを利用者に対して新たに提供する事は大いにある。例えば Instant Messenger ではサービス提供初期においては 1:1 の文字の送受信のみであったが現在ではテレビ会議のサービスを提供するまでになっている。

既存概念では基本的に個人の情報として必須な物は個人の送信先アドレスのみだった。送信先アドレスは一般的に数文字から多くても数十文字のオーダーである。また、アドレスが階層化されて管理されており冗長な部分を保存する必要性はない。名前や住所などの個人の情報はあくまでも付加的なデータである。従ってユーザ数が増大した時にもそれほど資源を消費しない。

提案概念では様々な個人の情報をキーとして検索する可能性がある。つまりユーザは名前を始めとして、個人の趣味の情報まで蓄積する事が大いにあり得る。一人の資源保有量が多い為、ユーザ数の増加により資源を大きく消費する。また提案概念のメッセージシステムは無限の時間サービスを提供する事を考えている。つまり、様々な新技術、新サービスの開発状況に常に目を向けねばならない。

従来概念においては一つのメッセージサービスだけが種類上において支配的になる事は今までなかった。あるメッセージサービスはいずれ他のメッセージサービスに取って変わられる。よって従来概念のメッセージサービスにおいてはサービス提供期間は有限であると言える。

一方提案概念は無限の時間サービスを提供する事を前提としている。提案概念のメッセージサービスはでは様々なメッセージサービスの下位レイヤとして存在する事が好ましい。これにより、提案概念の上に乗るサービスがどのようなものであっても互換性を持ちサービスの違いを吸収でき、提案概念上で動くメッセージサービスが新しいものにとって変わられてもデータベースに蓄えられたメッセージは正しく送信される。

3.15 メッセージ性

サービスがメッセージ伝達のサービスであるかどうかである。本論文はメッセージサービスを比較対象としている。表 3.1, 表 3.2 は様々なメッセージサービスを比較している。なお表 3.1, 表 3.2 には比較対象の為 IAA や DBMS を加えてある。IAA や DBMS にはメッセージを送受する機能はなくメッセージ性は無い。

提案概念では既存概念のメッセージサービスに拡張を加えていると言える。既存概念では、送信アドレスが strict match したときにメッセージを送出する。しかし、提案概念では strict match のみでなく曖昧性を持たせたアドレスでメッセージを送る事が可能となる。

表 3.1: サービス比較 1

サービス名	媒体	蓄積性	アドレス管理
会話	空気	即時型	分散管理
電話	空気・電話網	即時型	分散管理
手紙	紙・郵便網	蓄積型	分散管理
FAX	紙・電話網	蓄積型	分散管理
タイムカプセル	物・時間	蓄積型	分散管理
電子メール [1]	インターネット	蓄積型	分散管理
Mailing List	インターネット	蓄積型	分散管理
IRC[2]	インターネット	即時型	一括管理
Net Meeting[4]	インターネット	即時型	一括管理
Weblog	インターネット	蓄積型	分散管理
XMPP(IM)[5]	インターネット	即時型	分散管理
Simple(IM)[6]	インターネット	即時型	一括管理
Net News[3]	インターネット	蓄積型	一括管理
IAA[12]	インターネット	蓄積型	一括管理
Linda[13]	プロセス	-	一括管理
データベース [7]	データベース	-	一括管理
提案概念	データベース・インターネット	即時・蓄積型	一括管理

表 3.2: サービス比較 2

サービス名	送信先アドレス	通信形態	課金手法	メッセージ性
会話	対面相手	1:1 1:n	-	o
電話	電話番号	1:1	従量・固定制	o
手紙	住所	1:1	固定制	o
FAX	電話番号	1:1 1:n 1:不特定多数	固定制	o
タイムカプセル	場所・時間	1:1	-	o
電子メール	メールアドレス	1:1	従量・固定制	o
Mailing List	ML名・メールアドレス	1:n	従量・固定制	o
IRC	チャンネル・ニックネーム	1:1 1:n	従量・固定制	o
Net Meeting	IP アドレス	1:1 1:n	従量・固定制	o
XMPP(IM)	IP アドレス	1:1	従量・固定制	o
Simple(IM)	メールアドレス	1:1	従量・固定制	o
Net News	不特定多数	1:不特定多数	従量・固定制	o
Weblog	不特定多数	1:不特定多数	従量・固定制	o
Linda	プロセス番号	1:1 1:n	-	x
IAA	名前・生年月日	1:1 1:n	-	x
DBMS	全てのキー	-	-	x
提案概念	全てのキー	1:1 1:n	従量・固定制	o

第4章

考察

本章では提案概念に関して特に注意すべき点及び課題項目，今後の展望について述べる．

4.1 送信先アドレスの曖昧性の粒度

提案概念では送信先アドレスに時間軸という曖昧なキーを持たせる事によって，将来的に受信者が新生したときメッセージを届ける事が可能となった．しかし，これによってジャンクメールが増大する事が予想される．電子メールなど既存のメッセージサービスにおいてもジャンクメールは迷惑であるという定見があり，社会問題にもなっている．提案概念においてはこのようなジャンクメール被害が顕著として現れると考えられる．例えば送信者はメッセージ送信先アドレスとして下記のように指定したとする．

```
Expire = 1/1/3000  
AND  
sex = female
```

この例では，3000年1月1日までに登録される全ての女性にメッセージを送る．この様に提案概念を悪意を持って利用すると，不特定超大多数の相手に容易にメッセージを送る事ができジャンクメールの温床となってしまう．これは明らかに好ましい事とは言えない．

どのメールが適切な理由で作成されたのか，どのメールがジャンクメールなのかをメッセージシステム内で判別する方法は非常に難しい．課金システムにおいて例えば，メール数に依存するような従量制にすれば，ジャンクメール送信者の金銭コストが増えジャンクメールは減少する．しかしこのような課金システムによる対策は根本的な解決にはなっておらず，またユーザを減少させてしまう事に繋がってしまう．一方，受信側でメッセージをフィルタリングする仕組みも考えられる．既存サービスの電子メールではMTA，MUA双方でのフィルタリングの実装があり，ある程度の成果を出している．提案概念では既存のフィルタリング言語に時間的な指定ができるように機能拡張する．

4.2 メッセージ有効期限

提案概念ではメッセージサービスに初めて時間的なマッチングという概念を導入した。メッセージはシステム内のデータベースに蓄積され新たなマッチングによって逐次相手先アドレスが決定しメッセージが送信される。

しかしながら、メッセージがメッセージシステムのデータベース内に保有される期間が無限になり得る事がある。データベース資源は有限でありそのコストが重要であることは、2章資源コスト節で述べた。受信者がメッセージを送信する際にはメッセージの有効期限として Expire 属性を付与する事を強制する事が好ましい。メッセージの有効期限である Expire 属性はメッセージサービスのデータベース内の保存期間が最大何年と言う様なドメイン制約を課す事ができ、無限に資源を消費するといった事態を解消できる。

4.3 送信先アドレス記述言語の拡張

図 2.4.1, 図 2.4.2 では SQL の様な送信先アドレスの指定を行なった。しかし、エンドユーザが相手先アドレスを指定する際この様なアドレスを用いる事は非常に分かり難く適当とは言えない。提案概念は多様な属性一致を行なうという特徴を持つ為、送信先アドレスの記述が非常に複雑になってしまう傾向がある。従って、エンドユーザが期待する送信相手に届けるアドレスを適切に指定する事が難しい。

本節では送信先アドレスの記述言語から送信相手の決定に至るまでのプロセスにおいて、エンドユーザに扱いやすいアドレス指定方法として有効な手法であると言えるものをいくつか挙げる。

4.3.1 シソーラスの利用

提案概念での送信先アドレス決定の際のマッチングにおいては、送信者が意図する相手に対してのみ相手が決定しメッセージが送信される事が要求される。ここではシソーラスの語の上位下位の情報を利用する事で、メッセージの相手先をより正確に解釈して相手先アドレス指定する手法を提案する。

シソーラスは語句を意味によって分類した語彙集である。シソーラス中には語句のスーパーセット、サブセットの関係が記述されている。これを利用してメッセージの宛先アドレスとして要求された語をシソーラス中から検索し、要求語の上位語、下位語にすり替える事で幅広く送信先アドレスを指定する事を考案する。図 4.1 はシソーラスを利用した例である。

送信者は、以下のように送信先アドレスを指定している。ここでは、送信者は送信先アドレスとして「犬」をペットとしている相手を想定している。しかし、登録者のユーザ情報として「ダックスフント」をペットとして登録していたとする。この場合「ダックスフント」は「犬」のサブセットでありながらメッセージは送信される事がない。

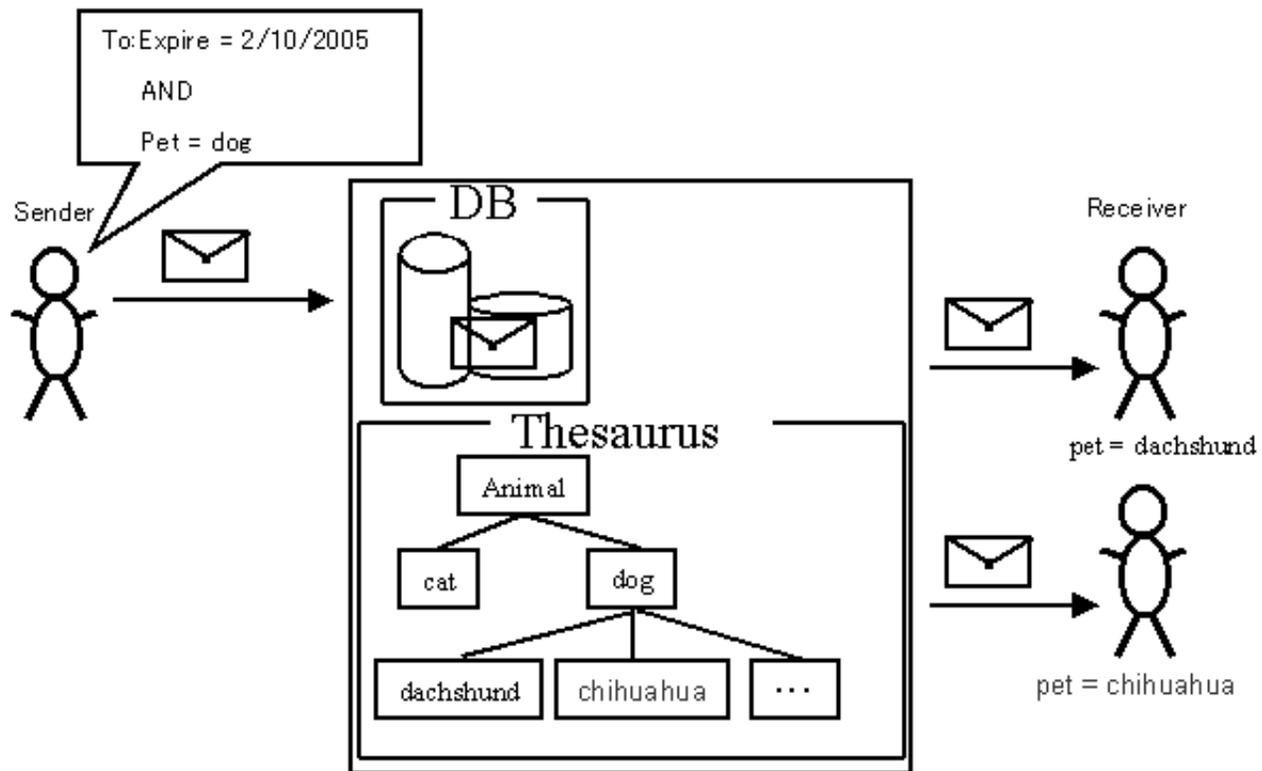


図 4.1: シソーラスの利用

```
Expire = 2/10/2005
AND
pet = dog
```

ここでシソーラスの利用を考える。シソーラスの上位下位の語の関係を参照すれば、登録者のユーザ情報が「ダックスフント」であったとしても「ダックスフント」は「犬」のサブセットであるとすると自動的に判断しメッセージは送信される。

4.3.2 画像との照合

提案概念においても既存概念においてもメッセージの送信先アドレスのしていは文字列に限られている。文字列を利用したアドレスのマッチングは容易に行なう事ができるので、これまでのメッセージサービスではこの様な手法が主流となっている。提案サービスでは、全てのアトリビュートにおいて属性一致が可能であると提唱した。つまり、画像など文字列以外の属性を送信先アドレスとして利用するようなメッセージサービスも考えられてくる。図 4.2 に画像を送信先アドレスとする例を図示した。

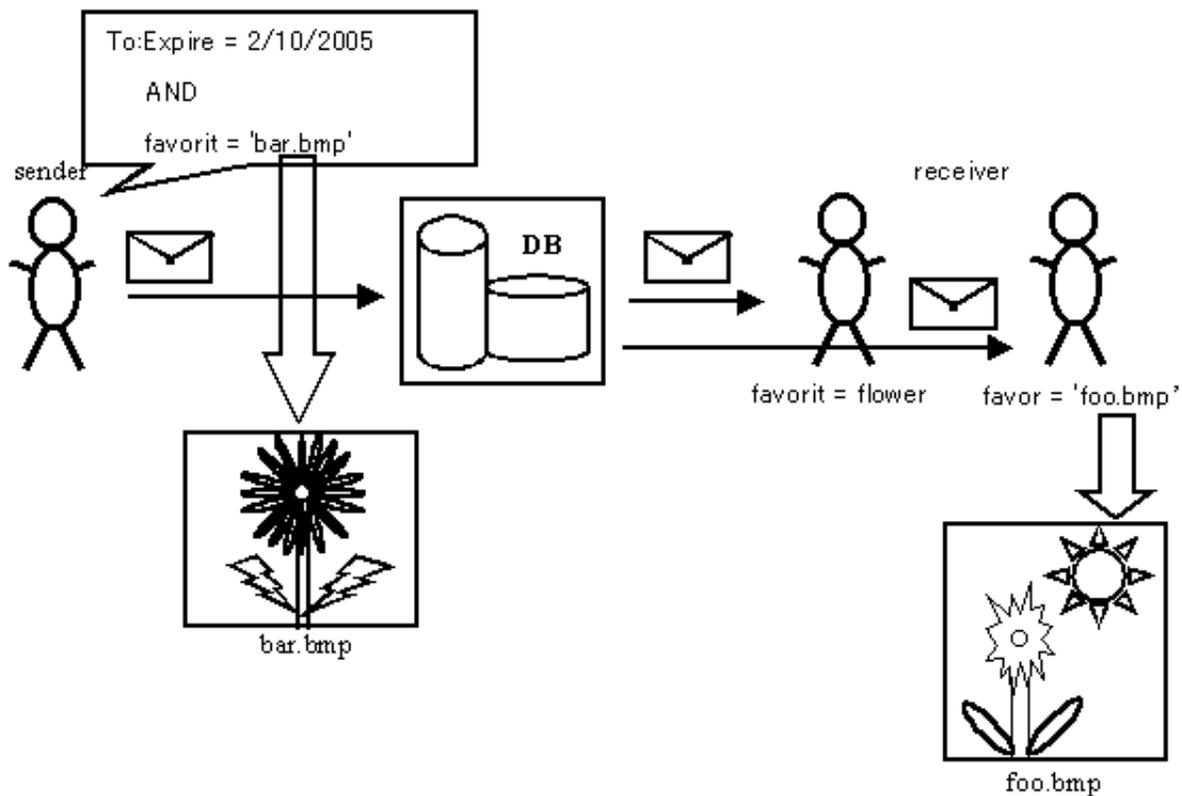


図 4.2: 画像との照合

送信者は下記のように相手先を指定する．

```
Expire = 2/10/2005  
AND  
favorit = 'bar.bmp'
```

ここで送信者は'bar.bmp'という画像を同時にメッセージサービスを提供するシステムに投入する．メッセージサービスは画像を語に結びつける．この例では，favorit = 'bar.bmp'が favorit = flower に変換される．そして，花が好きな相手を送信先アドレスとしてメッセージが送信される．このような画像認識を使った入力により，送信者が複雑な送信先を文字入力する必要がなくなり有用であると考えられる．

4.3.3 自然言語理解

メッセージサービスにおいてメッセージ送信先アドレスの指定の手法として最も有効なものは自然言語によるものである．メッセージサービスを含める人間に入力を求めるサービス全てにおいて，入力に自然言語を用いたいという要求は古来から成されてきた．提案概念のメッセージシステムでも自然言語を理解するような入力システムは一つの大きな課題であり目標であるともいえる．

第5章

おわりに

5.1 本研究のまとめ

本研究では現行のコンピュータネットワークで用いられているメッセージサービス形態に疑問を投げかけ、新たな概念を提案した。

まず既存のメッセージサービスに時間という考え方を導入する事によって、大遅延を提供する様なメッセージサービスが考え得ることを述べた。提案概念によって既存概念では考えられていなかった時間を対象とし、送信先アドレスとして時間的な要素を採り入れ大遅延を提供するようなメッセージサービスを考案した。

次にメッセージサービスのデータフローについて述べた。既存概念では、メッセージをメッセージシステム内にデータベースとして蓄えるという概念は存在しない。既存概念においてメッセージは必ずデータとして扱われ例え一瞬にせよデータベースとしてメッセージシステム内に保存する事を述べ、これが提案概念におけるメッセージ保存の根幹となる考えである事を述べた。提案概念では送信者からのメッセージがメッセージサービスのシステム後即時に行なわれる送信先アドレスの決定後もメッセージをデータベース内にとどめる事を提案した。既存概念では送信者から送出されたメッセージはメッセージサービスのシステムに到着すると同時に送信先アドレスを決定しメッセージが送出される。この時、メッセージはシステム内から削除される。提案概念は送信先として大遅延を許す為、メッセージシステム内に長期間メッセージを蓄える事が必要となる。

最後に提案概念を受信者属性の一致により実現する方法を述べた。提案概念は従来型のメッセージサービスとメッセージの扱い事が異なる。これによって送信者アドレス決定の際の工程も変更がひつようとなる。本論文の特徴である時間に関するアトリビュートを相手先アドレスのキーとして加えると共に、登録者のユーザ情報を用いて様々な観点において相手先アドレスを決定する事を提案した。

そして以上の提案を既存概念と様々な比較項目で評価し、提案概念を考慮したメッセージサービスを構築する際に留意すべき点を挙げ、その上で提案概念のもたらす恩恵について述べた。

本論文で示したアプローチは将来型のメッセージサービスを示唆するものである。提案概念の導入によって、現存サービスの特徴である相手がいなければメッセージをメッセージを受信できないという欠点はなくなる。

本論文の成果によってメッセージサービスに時間という制限がなくなった。本論文で提案した時間的に曖昧な送信先アドレス空間を用いて大遅延を提供するメッセージ交換サービスは今後のメッセージサービスに更なる進化と発展が期待できる。

謝辞

本研究を行なうにあたり，終始御指導を賜った篠田 陽一 教授に深く感謝致します．また修士論文審査において有益な御助言，指導を賜りました敷田 幹文 助教授 丹 康雄 助教授をはじめとする諸先生がたに感謝いたします．

本研究を進めるにあたり有益な御助言をいただき，多方面に渡って励ましていただいた独立行政法人 通信総合研究所 次世代インターネットグループリーダー 中川 晋一 博士に深く感謝いたします．

日頃から研究の進め方をはじめ，多面に渡って御助言いただいた 本学 ソフトウェア基礎講座 助手 知念 賢一 博士，本学 情報科学センター 助手 宇多 仁 博士に深く感謝いたします．

本研究を進めるにあたり有益な御助言を頂く場を提供して頂いた WIDE プロジェクト及び WIDE プロジェクト代表 村井 純 教授，ならびに WIDE プロジェクトの諸先生方，特に WIDE プロジェクト IRC ワーキンググループの方々に感謝いたします．

本研究の人工知能分野に関しての有益な情報を提供していただいた 独立行政法人 工業所有権総合情報館 理事長 藤原 譲 博士，神奈川大学 教授 中山 堯 博士 に深く感謝いたします．

学士から修士にわたって情報科学の基礎から応用までの知識を教授して頂くと共に，研究を行なうにあたっての悩みごとや個人的な相談に快く応じてくださった 故 石橋 延夫 博士に深く感謝するとともに，故人のご冥福を心よりお祈りいたします．

私のわがママを最後まで聞いてくれた両親と応援してくれていた兄弟に深く感謝いたします．

最後に本論文をまとめるにあたって御協力いただいた全ての方々，特に篠田研究室の諸兄に厚く御礼申し上げます．

参考文献

- [1] J. Klensin, Ed., RFC2821 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), <http://www.ietf.org/rfc/rfc2821.txt>, 2001.
- [2] C. Kalt, RFC2810 Internet Relay Chat (IRC) : Architecture, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2810.txt>, 2000.
- [3] B. Kantor, P. Lapsley, RFC0977 Network News Transfer Protocol (NetNews), <http://www.ietf.org/rfc/rfc0977.txt>, 1986.
- [4] ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), H.323 Packet-based multimedia communications systems, <http://www.itu.int/>, 2003.
- [5] P. Saint-Andre, Ed., RFC3920 Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3920.txt>, 2004.
- [6] SIP Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions (SIMPLE) Working Group, SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions (simple), <http://www.ietf.org/html.charters/simple-charter.html>, 2004.
- [7] C.J.Date, An Introduction to Database Systems Eighth Edition, Addison-Wesley Pub, 2003.
- [8] The PostgreSQL Global Development Group, PostgreSQL 7.4.6 Documentation, <http://www.postgresql.org/docs/7.4/interactive/index.html>, 2004.
- [9] MySQL AB., MySQL Reference Manual, <http://dev.mysql.com/doc/mysql/en/index.html>, 2004.
- [10] Morrison, PATRICIA – Practical Algorithm To Retrieve Information Coded in Alphanumeric, JACM, 1968.
- [11] A. Guttman, R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching, ACM Special Interest Group Management Of Data (SIGMOD), 1984.
- [12] 井澤 志充, 災害時情報流通支援のための仕組みに関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学博士論文, 2004.

- [13] David Gelernter, Generative Communication In Linda, ACM Transactions on Programming Languages and Systems, 1985.
- [14] 益岡隆志 田窪行則, 基礎日本語文法 - 改訂版 -, くろしお出版, 1992.
- [15] 長尾 真, 岩波講座ソフトウェア科学 14 知識と推論, 岩波書店, 1988.
- [16] 長尾真 他, 岩波講座ソフトウェア科学 15 自然言語処理, 岩波書店, 1996.
- [17] 柴田 武, 山田 進, 類語大辞典, 講談社, 2002.
- [18] 日本電子化辞書研究所, EDR 電子化辞書 2.0 版 仕様説明書, <http://www2.nict.go.jp/kk/e416/EDR/>, 2001.
- [19] Shi-Huo Chang, L. Leung, A knowledge-based message management system, ACM Transactions on Information Systems (TOIS) , 1987.