

テレスクリプトベースエージェント通信システムの実装と評価 — Paseoへの適応 —

庭野 榮 岡本 克也 阪上 晃一
大高 浩 勝俣 雅司 前田 清美

NTT情報通信研究所

筆者等は従来より、①実空間オブジェクトの仮想空間への実装、②Intelligent Agentによるスムーズ情報ナビゲーション、③AnyTime, AnyPlace and AnyOneにおける最適通信、を実現する統合メッセージシステムの研究を行ってきた。しかし、これらを柔軟に実現しかつ実用化を図るためには、運用上実用に耐えうるMobile Agent技術をプラットフォームとして採用する必要がある。本論文では、エージェント記述言語Telescriptにより実現し「Paseo」サービスに適応された、国内初の実用エージェント通信システムのデザインコンセプト、実装モデルを述べるとともに、大規模シミュレーション実験、公衆サービスを通して得られた、1)Intelligent性、Mobile性、Multimedia性という観点からのユーザビリティ、2) エージェントシステムとしての運用性、についての評価結果を報告する。

1. はじめに

近年、インターネット、パソコン通信の急速な普及に見られるように電子メールや電子掲示板などのメッセージシステムに対する需要が急速に増大している。また、1992年よりPDAと呼ばれる携帯情報端末のコンセプト[1]が提案されて以来、モバイル環境でこのようなシステムを利用すべく様々な研究や製品開発がなされてきており[2][3]、さらにこれらの環境を柔軟に制御するための言語としてエージェント記述言語に対する関心が高まっている[5]。このような技術開発ならびに製品開発の動向から推察するに、メッセージシステムはグループウェア/モバイルコンピュータ/エージェントウェアを統合するような形で進化を遂げつつあるように思われる[4][5]。

一方、我々は1989年より、既存のボイスメールやテキストメールなどの独立したメディアのメールの連動および電話/ファックス/ページなどの既存のメディアや携帯端末との連動を実現する

「EnhancedMailSystem (1990)」, ネットワーク資源をX.500利用により実世界と同様に構造し、多様なIntelligent Agentと曖昧検索/ブラウジング/フィルタリングなどの検索機構を統合したスムーズ情報ナビゲーション環境を提供する「HyperBBS (1991)」, そして、EnhancedMailSystemとHyperBBSを統合し、個人環境とグループ環境をより統合した環境と、スクリプトベースのMultimediaメールを搭載したメッセージシステム「IntelligentMailSystem (1992)」を開発するなど、

- ・実空間オブジェクトの仮想空間への実装
- ・Intelligent Agentによるスムーズ情報ナビゲーション
- ・AnyTime, AnyPlace and AnyOneにおける最適通信

を基本コンセプトとした「Intelligent」「Mobile」「Multimedia」を指向する統合メッセージシステムの研究を行ってきた[6][7]。

しかし、柔軟に開発・制御・サービスを実施する手段がないという問題があったため、これを解決するためには実際にエージェント記述言語による実装を行う必要があった。また、さらに今後公衆サービス規模での実用化を進める上で、大規模環境でのユーザビリティの評価により有効性を検証とともに運用上の問題点を解決する必要がある。

そこで、我々は、これらの問題を解決しかつ上記のコンセプトを満たす実用規模の開発環境を提供しているTelescript(注)をプラットフォームとした国内初の実用エージェント通信システムの開発を行った。さらに本システムで確立・開発した技術[8]はエヌ・ティ・ティファン企画株式会社に導入され、同様に国内初の公衆モバイルコンピュータ/エージェント通信サービス「Paseo(注)」として提供されており、これにより公衆サービス規模で、

- ①我々の提案してきたシステムのユーザビリティの、「Intelligent」「Mobile」「Multimedia」性という観点からの評価
- ②エージェントベースシステムとしての運用性の評価

を実施することが可能となった。

本論文では、以降、第2章において、Telescriptの導入について触れ、第3章において本エージェント通信システムのデザインコンセプト、アーキテクチャ、実装概要、第4章においてシミュレーション実験/公衆サービス運用を通して得られた評価結果を報告し、おわりに今後の展望を述べる。

2. Telescript

まず、今までの我々の研究開発上の問題点について述べる。前述のように、我々が開発してきたシステムはAgentをモデルとしたものではあるが、エージェント記述言語による実装を基本的に行っていないため、

Implementation and Evaluation of Agent-based Communication System by Using Telescript Technology
- Introduction to Paseo Service -
Eikazu NIWANO, Katsuya OKAMOTO,
Koichi SAKANOUÉ, Hiroshi OTAKA,
Masashi KATSUMATA, Kiyomi MAEDA,
NTT Information and Communication Systems Laboratories

- ・カスタマイズ時にプロトコル、端末/センタの仕様変更が必要になるなど開発の柔軟性に乏しい
【問題1】
- ・移動中にもかかわらず、処理が終了するまで回線を保持するという時間的拘束を強いられるほか時間課金の場合、処理待ち中にも通信料金が加算される
【問題2】
- ・アクティブなメッセージによる処理機構に乏しい
【問題3】
- ・実世界の構造を仮想環境としての端末/センタに導入しているが、十分なグラフィカルインタフェースを提供していない
【問題4】

といったような問題があった。

これまでに、これらの問題を解決するための研究としては、

問題1、2に対して、Safe-Tcl[9]、JAVA[10]、Aglet[11]、April[12]などのオブジェクト指向のモバイルエージェント記述言語の研究/実用化が急速に進展しつつあり、さらにはOracle Mobile AgentなどのMobileに適したプラットフォームを提供するような製品や、携帯端末を含む、Agentを利用した環境そのものに関する検討例として、IBMによる Intelligent Communications 構想がある。

また、問題3に対してはActive Mailの研究として、Imail[13]、ActiveMail[14]、がある。また、フィルタリングやワークフロー処理などにAgentを利用する研究も盛んである[15]。

そして、問題4を解決するための技術としては最近多数のリアルワールドメタファをもちいたGUIが製品ベースでも多数提供されてきており、さらにAgentベースのインタフェースへと進展を遂げつつある。

しかし、これらのシステムは

- ・問題1～4を全て解決するような形で提供されていない
- ・運用面において公衆サービス/実用規模での実装実績が報告されていない
【問題5】

といった問題がある。

そこで、我々は、この5つの問題を解決し、我々の提案してきたデザインコンセプトを実現できるプラットフォームとしてTelescript環境[16][17][18][19][20]を採用した。

Telescript環境は問題1～5に対してそれぞれ順に以下のような解決手段を与えている。

- ①オブジェクト指向型のエージェント記述言語である
- ②「Mobile Agent」の概念を実現している

TelescriptはMobile Agentを「リモートプログラミング(図1)」技術により実現している。本技術は、コンピュータ間の通信において、あるコンピュータから他のコンピュータに対してプロシージャをコールするだけでなく、実行されるプロシージャそのものを転送してしまうことでリモートプロシージャコールに対比される。本技術の顕著な特性として、ユーザのコンピュータとサーバの間でネットワークを介して一度

Agentを送ったらその後はネットワークを切断してもよいというメリットが上げられる。JAVAなどの技術と比較し、1)ホスト側に処理を送り付けることが可能、2)自分自身の内部状態を保持したまま別のマシンに移動し、あたかも同じマシンで動作しているように継続することが可能で、これにより複数のホストを巡回できるなどの分散環境に適した言語となっている。

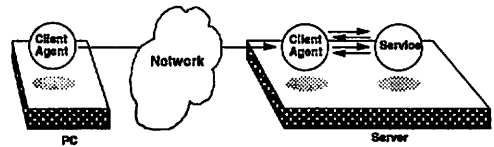


図1. リモートプログラミングの概念

- ③アクティブなメールシステムMagicMail(注)を提供している

- ④ネットワーク環境に実世界の構造を導入している

Place、AgentのほかTravel、Meeting、Authority、Permitなどのような基本概念を実装しており、コンピュータネットワークおよび端末上にも、組織、個人などのような実世界の構造を導入し、かつ端末、MagicCap[21]と呼ばれるリアルワールドメタファによる大変ユーザフレンドリな高度インタフェースを提供している。

- ⑤Mobile Agentを運用する技術が提供されている

Telescriptのように大量のMobile Agentをホストに転送されるようなシステムにおいて、ホスト側の問題点として、1)資源配分、2)安全性、3)セキュリティが大きな問題となるが、これを解決するための緻密な運用機構を提供している。

3. エージェント通信システム

3.1 デザインコンセプト

以下、本システムのデザインコンセプトについて記述する。本システムの目的は従来から提案してきたコンセプトをMobile Agent技術をベースとして、より柔軟に実現することにある。すなわち、Mobile Agent技術をベースとしてネットワーク資源の連動(情報連動(*1)、サービス連動(*2)、メディア連動(*3))を図り、「いつでも(AnyTime)、どこでも(AnyPlace)、だれとでも(AnyOne)、そしてどんな情報とも(AnyInformation)」、シームレス/スムーズにコミュニケーションできる「エージェントベースモバイルグループウェア」を指向している。

*1 情報連動

：メールを含むPDA内の個人情報と電子掲示板や情報提供などのネットワーク資源に存在するグループ/共有情報の連携

*2 サービス連動

：多様なサービスの連携

*3 メディア連動

：既存のメディアと高機能端末との連携

(1) サービス/機能

今回、第1フェーズとして、従来から提案してきた機能の「Intelligent」「Mobile」「Multimedia」性評価の早期実現のため、①電子メール、②電子掲示板、③ディレクトリ、④情報提供(IP)、⑤ポータル系サービスのなかで、基本的な機能(表1参照)を実装した(他に、ファックス送信、ページ送信等をサポートしている)。

尚、表1はIntelligentMailSystemの機能と、今回の実現範囲を示す。

表1. 従来実現機能と今回実現範囲(網掛部分)

分類	提供機能		
Intelligent	Intelligent Agent	Collection[*1]	
		Extraction[*2]	
		Classifying[*3]	
		Linking[*4]	
		Filtering[*5]	
		Conversion[*6]	
		Alerting[*7]	
		Moderation[*8]	
	Fuzzy Retrieval		
	Browsing	Static Link Dynamic Link	
Mobile	Mobile Terminal	有線	
		無線(セルラ接続)	
		ペン入力	
		定例分[*9]	
		呼び割[*10]	
Multimedia	RealWorld Metaphor	Terminal	
		Center	
	Multimedia Message (Scribla, etc...)		
	情報 運動	PIM[*11]	Note連携
			Schedule連携
			AddressCard連携
		電子掲示板/IP/Mail メッセージ運動[*12]	
	Media 運動 [*13]	Media 運動	Fax
			Pager
			Phone
Service 運動	Service 運動	Mailサービス関[*14]	
		Mail/DI/BBS/IPサービス[*15]	

- *1~8 ネットワーク情報空間で情報を収集(Collection)、抽出(Extraction)、分類(Classifying)、リンク生成(Linking:情報の組織化)、フィルタリング(Filtering)、メディア変換(Conversion)、アラートニング(Alerting)、最適化(Moderating:送信者と受信者の通信要求の調整)するAgent
- *9 モバイル環境用にメールの定例文を提供しておくこと
- *10 モバイル環境用にメール単位(一括、個別)にセンタ接続・切断を自動的に実行すること

*11 Personal Information Management (個人情報管理)

- *12 メールから掲示板のメッセージが辿れる等の機能
- *13 テキストメールなどのファックス出力、電話出力、掲示板情報のフィルタリングによるメール配送
- *14 分散する既存のメールシステム上のメールをマージしてリスト表示、出力する機能 (Fax mail, Voice mail, etc..)

本システムはまた、特に以下のような特徴を持ち、これは他の公衆メッセージングサービスとは一線を画したものとなっている。

- ・エージェント記述言語により実装し、Mobile Agentをベースとしたサービスを実現している
- ・携帯端末を中心としてしている
- ・ユーザフレンドリなグラフィカルインターフェースを備えている(図2参照)
- ・ペン入力機能を中心としている
- ・手書き文字を中心とした(今回利用できる文字は英語に限られるため)多様かつ簡単なメール作成機能を提供している
- ・音楽/アニメーション/スタンプ等をメールに簡単に添付できる仕組を提供している

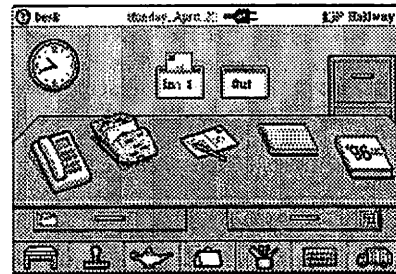


図2. 本システムのGUI例: デスク(*)

- *他に廊下(Hallway)、街(Down town)など大変実世界に近い画面、操作性、音などが提供されており、それは細部まで行渡っている。

(2) 運用・管理機能

Telescript環境として、一貫した運用環境を提供しており、またネットワーク管理環境として、ノンストップオペレーションを公衆サービス規模で実現している。

3. 2 アーキテクチャ

本節では本システムのアーキテクチャを記述する。尚、この機能概要については3. 3節で触れることとする。

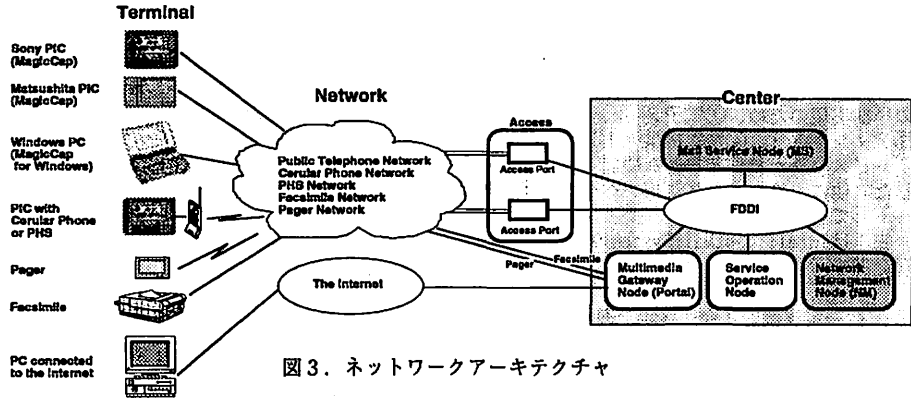


図3. ネットワークアーキテクチャ

(1) ネットワークアーキテクチャ

上の図(図3)は本システムのネットワークアーキテクチャを示す。

端末として、①MagicCap搭載の端末PIC、②MagicCap for Windows搭載のWindowsPCが利用可能であり、携帯電話/PHSと接続することにより、無線環境でも利用可能である。

センタはTelescriptを実行するための環境(Telescript環境)を有するMail Service Node(MS)、ネットワーク上の各プロセス、ハードウェアの監視を行う環境を提供する(ネットワーク管理環境)を行うNetwork Management Node(NM)、カスタマオペレーションを行うService Operation Node、インターネット接続、ファックス出力、ポケベル出力処理を実施するMultimedia Gateway Node(Portal)で構成され、それぞれがFDDIを通して接続されている。

(2) Telescript環境アーキテクチャ

次の図4はMS上のTelescript環境機能アーキテクチャを示す。

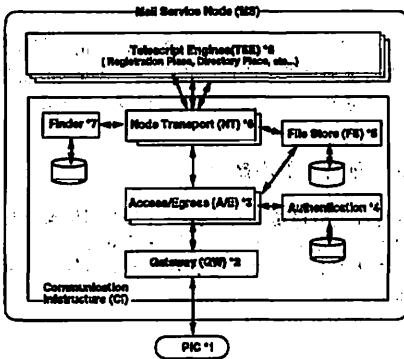


図4. Telescript環境機能アーキテクチャ

*1 PIC: 利用者の端末 (これは他にWindowsPCでもよい)

- *2 GW : 呼応に応じて子プロセスA/Eを生成する
- *3 A/E : Authentication Subsystemと通信し利用者の認証、とFSへのAgentのBackupを実行
- *4 Authentication : 利用者の認証を実行
- *5 FS : A/E⇔NT間、NT⇔TSE間のAgentの損失を防ぐためのAgentの一時的退避を実行
- *6 NT : Agentの認証とAgentのルーティング先TSEをFinderから検索し、該当するTSへのルーティングを実行、Agentが正常にTSEに送信された場合、FileStoreにBackupしたAgentを削除する
- *7 Finder : Agentの行き先TSEを識別するための情報を所有し、NTからの問い合わせに答える
- *8 TSE : placeが存在し、Agentの実行環境を提供

本システムでは負荷分散のためにMulti TSE 構成とした。端末から送信されたAgentはUNIX上のC Iを介して、宛先のPlaceが存在するTSEへとルーティングされる。

(3) ネットワーク管理環境アーキテクチャ

さらに次の図5は、NM内に実現されているSNMP, OpC Agentによる障害監視機構を示している。

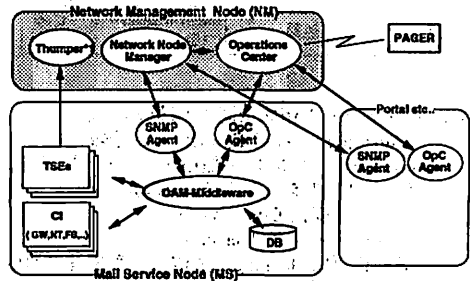


図5. ネットワーク管理機能アーキテクチャ

*1 Thumper: TSEを管理するためのGUI

3. 3 実装概要

3. 3. 1 サービス

本システムでは、3. 1 (1) のサービスを実現するため、以下のようなPlaceを実現した(表2)。各PlaceはTSEの負荷分散のために、複数のTSE上に分散配置した。

表2. Place種別

Place	概説
Registration Place	サービスへの申込処理を実行するための場所
Welcome Wagon Place	申込が終了後、歓迎等のメッセージを返信するための場所
Broadcast Place	同報を実行するための場所
Directory Place	アドレスカード検索を実行するための場所
Portal Place	インターネット/ファックス/ページや配送およびアラーティングを実行するための場所
Software Upgrade Place	ソフトウェアを配送するための場所
IP Place	ニュース情報などブロードキャストタイプの情報を提供するための場所
Outpost /Mailbox Place	加入者のメールボックスなどを管理するための場所
Forum Place	電子掲示板を管理するための場所

3. 3. 2 運用・管理

(1) Telescript環境

商用のホストに大量のAgentを転送する際の課題 1) 資源配分管理、2) 安全性、3) セキュリティに対して、Telescript言語、TSE、CI等は、各レベルで下記のような技術を提供している。

a. 資源配分管理

Mobile Agentは、その滞留によりメモリ、CPUパワーを圧迫する可能性がある。このため、Agentが使用するメモリ、CPUパワー量、寿命(age)等を規定するpermitという概念を導入し、Agentに対し、タイプ別に資源管理ができる機構を提供している。

TSEでは、内部メモリの管理パラメタ、オブジェクト状態を保存するための定期コミットの時間間隔、Agentに対する資源割当(Permit)の方針(RegionPolicy)等を、運用中(*)にオンラインで設定変更できる機構を提供している(*アプリケーションの開発工程でこれらを意識する必要はない)。一時的に多量のAgentがTSEにアップロードされ、一時的に負荷が集中する場合にも、これらの機構により、トラフィックに応じたチューニングが運用サイドで可能である。

CIにおける資源配分管理は、負荷分散のためMulti TSE構成をとっているが、前述のようにNTがTSEへの振り分けの実行を担当している。また、Gatewayはトラフィックに応じた子プロセスを複数起動し、同時接続ト

ラヒックを分散することができる。TSE高負荷時には、子プロセス数を抑え、入Agentのトラフィックを制御することが可能である。

b. 安全性

システムダウン等に対するAgentの保護、アップロードされたAgent等によるシステム(TSE)障害に対する対処として、下記機構を提供している。

Telescript言語が提供するオブジェクトを保存/復元する機構(OAM Checkpointed)を利用して、メールボックス等のバックアップ/リストア機能を提供している。

TSEは、1) Agentの処理が終わるまで、バックアップとして一時的にAgentを退避させる機構、2) TSEに関して変分管理や定期的なコミットを行う、ことによりTSEの停止/再開ができる機構を提供している。また、Agentの例外処理として、寿命がきれたAgentやエラーを起こしたAgentに対し、煉獄(Purgatory)と呼ばれる一時保管場所などを提供している。さらにAgentの状態に応じたアラーティング機能(一定以上にAgentが増大した場合アラーティングをだす)や、資源に対するモニタリング機能を備えている。

CI(FileStore部分)では、AgentがTSEに入る前に、Agentを一時格納する。もし、TSEに送られたAgentが目的のTSE/Placeへ行き着かなかった場合にも、自動再送/人為的に再度送出することで、Agentの紛失を防ぐことができる。

また、全体として、各ユーザの登録情報を、外部のデータベースにバックアップすることにより、一部メールボックスが破損した場合でも、メールボックス単位でオンラインで復旧できる手段を提供している。また、定期的にTSE全体のバックアップを取得する機構を提供することにより、TSE全体の障害に対する安全性を向上させている。

c. セキュリティ

外から侵入するAgentによる攻撃や出ていくAgent情報の機密保護の問題に対して、下記機能を提供している。

TSEは、Agentのデータを暗号化することにより、そのままでは実行不可能な形式でAgentを転送する。また、AgentのPlaceへ入る時には資格をチェックし、またPlace内での活動の制限を行う機構を提供する。CI(Authentication部分)では、TSEに入るAgentに対して、認証処理を行う。端末のID等をあらかじめ登録することにより、TSEへのイリーガルな端末からの不正アクセスを防ぐことができる。

(2) ネットワーク管理環境

図5に示すように、各Managed Subsystem(GW, NT, FS, Finder, Authentication)のログの収集・アラーティングや、各サブシステム/TSEのヘルスチェック機能等を揃えたOAM-Middlewareを介し、SNMPのトラップにより障害、および障害の程度をGUIを用いてオペレータにリアルタイムで認知させ、OAM-Middlewareを用いることでOpCへの障害メッセージの表示を行い、オペレータが的確な対応を即座にとれるようにしている。また、各サブシステムの出力するすべてのログを

データベースへ体系的に蓄積し管理することで、障害時、あるいは障害後に各種ログを組み合わせた迅速な解析手段を提供している。さらに、OpCとページャを連動させることにより、オペレータが管理用端末を常時監視しなくても異常発生時にページャコールにより障害事象を通知する機能も提供し、各種ログの体系的な管理機能と併せ、これにより夜間/土日の無人運転を可能としている。このネットワーク運用管理体系の特徴を以下に示す。

- ① 統一的なGUIの提供による集中監視を実現し、運用を効率化
- ② クリティカルなネットワーク障害のオペレータへの即時的なアラートによる休日夜間での現地無人運転の実現
- ③ ネットワーク管理ノード障害時にもネットワークの運用を保証する代替手段の提供

4. 実験および評価

4. 1 実験概要

(1) ユーザビリティ

アンケートにより評価を実施し、1000名弱のフィードバックがあった。尚、本評価はエヌ・ティ・ティファン企画株式会社で実施した。

また、参考として、1995年2月より3か月間実施された「マルチメディア体験モニター」実験(*)の評価結果も併せて報告する。

* 本実験は、1995年に我々が開発した小規模エージェント通信システム「J-Mail」により実施された。

(2) 運用・保守性

我々開発者および商用システムのオペレータが実施したシミュレーション実験および商用サービスに関する評価結果を報告する。

4. 2 実験結果

(1) ユーザビリティ

以下、今回実現したIntelligent機能、Mobile機能、Multimedial機能について第3章(3.1(1)および表1参照)にあげた機能項目の有効性についての評価結果概要を報告する。

a. Intelligent性

Intelligent機能については、現在提供されている①フィルタリング機能、②アラート機能の評価の対象である。ただし、アラート機能に対してはマルチメディア機能にも関連するため、Multimedia機能の項を参照されたい。

今回のサービスで実現されているルール/フィルタ

リング機能については、メール利用者のうち多くの人が利用経験があり、またその必要性を感じていることが確認できた。

また、他の将来的なIntelligent機能についてはフィルタリング機能の高度化、個人の居場所に応じて追跡し、その場で読み上げるメール機能、スケジューリング機能などがこの順に期待されていることが確認できた。全体にIntelligent性に関する要求は非常に高かった。パセオサービスに加入した理由(複数回答可)のなかで、Agentに対する興味をもったため、理由の第3位(第1位はGUIに対する興味、第2位は面白そうである)に上げられていることからこれが示される。また、本要求に対してはモバイル環境での連絡意向が強い人が特に強い要求がみられることも特徴的なことである。

b. Mobile性

以下、①実際のメールの読み書きの場所によるMobile端末の利用度、②無線利用への期待度、③ペン入力/手書き文字などの入力方式、④定例文・簡単な送信機能などのメールの操作性、⑤端末のMobile性などMobile環境に適していると思われる機能についての評価結果を報告する。

居場所によるメールの利用について、Mobile環境(移動中、外出先)の割合の高かった人はメールをよく利用する人の平均では3割程に達していることがわかった。限定された利用者という環境の中では多いといえ、モバイルメッセージングの有効性を示しているものと考えられる。

無線利用については携帯型の電話との接続と一体型に関する結果が出ており、一体型より接続型の方に対する期待が若干高い結果が出ている。理由としては、端末は見やすい程度の画面の大きさは確保してほしいという要求があり、一体型では電話としての携帯性が失われるから、などの声が多く聞かれた。また、ポケベル一体化については約半数程度と思ったほど需要が高くない結果が出ているが、特徴として20代前半以下の若い世代は要求度が高いことがわかった。また、無線機能については移動中連絡意向者は全体の平均より高い意向を示しており、無線がMobile性を向上させるものであることを示している。また、J-Mail実験時には大学生はポケベル内蔵型をモバイルワーカーと主婦は携帯電話内蔵型を望んでいる傾向が見られた。

全部絵で表現しペンで入力する方式についてはほとんどの人が満足しており、また手書きメール機能については女性あるいは若者のうち約65%の人が良くあるいは時々利用していることという結果がでており、女性若者の満足度が高いことが伺われる。

定例文によるメール作成機能も要求が高く、また、ワンタッチで送信できる機能については最も満足度の高い機能の一つであり、この機能の有効性を示している。また、やはり移動中連絡意向者のニーズは非常に高いことが確認できた。

端末の携帯性については大きさを小さくしてほしいという意見が多い反面画面はあまり小さくしないでほしいという要求が高いことが確認された。また、端末の小型化による入力性の低減を避けるため、外部キーボードに対する要求も高かった。

c. Multimedia性

以下、①リアルワールドメタファ、②マルチメディアメッセージとしてスタンプ機能、③PIM運動としてのアドレスカード連携やスケジュール連携機能、④サービス運動としてディレクトリ、IPとメールの運動、⑤メディア運動機能としてのページアラート、などについての評価結果を述べる。

リアルワールドメタファを採用した画面とペンでのタッチ操作についてはほとんどの人が満足していることが確認できた。また、実世界をメタファとした色々な遊び心が提供されているが、これも大変好評であることがわかり、人にやさしい実世界の構造を導入したシステムに対する要求は非常に高いことが伺われる。これを裏付ける結果として、Paseoに加入した理由の第一位にGUIに対する興味があげられている。

音楽／アニメーション／スタンプ機能についてはそれほど高い利用度は示さなかったが、利用している人の満足度は高かった。利用者の声として、「心がなごむ」「自分の気分を表現できる」など、これは利用の機会が多いわけではないが、利用する場合の有効性（表現力）が非常に高いことをしめしていると考えられる。

PIM運動について述べる。スケジュール運動はスケジュールの日本語が使えないというような問題などがあるため、現在の評価はそれほど高いとはいえないが、将来への期待度は非常に高いことからこの機能の有効性が示されている。一方、メールとアドレスカード運動は大変よく利用され、最も満足度が高かった。これは同時に、サービス運動として、メール／ディレクトリ機能の運動がよく利用されたことを示している。またIPとメールの運動（IPをメールとして送る方式）についてもかなりの人が、満足していることが確認された。

また、ページへのアラートについては、特に若い世代（特に24才以下）の要求が高いことがわかった。特徴としてはページャ体型端末と同様、女性の方が圧倒的に興味を抱いていることがわかる。ポケベルへのメッセージ送信機能について似た結果が出ている。またJ-Mailの実験においても同様の結果がでている。

4. 2. 2 運用保守性

本システム全体の運用において、現在、下記を確認している。

①安定走行性

現在、障害による全体サービス停止を経験することなく、安定してサービスを提供中である。

②処理能力の充足性

シミュレーション実験時には平均メッセージサイズ5KB、5千人規模で問題なく運用可能であることを確認した。Paseoでは、手書きメッセージが多い、IPとして画像情報の提供しているという点から、メッセージの平均サイズが大きいかかわらず、過負荷に伴う入呼制御を行うことなく運用できている。

③優れた保守性

少人数による保守、休日・夜間の無人運転、ワンストップオペレーション、が実現できている。

(1) Telescript環境

Telescript環境を商用運用する技術（3章参照）に関して、確認した事項について述べる。

a. 資源配分管理

資源管理機構、及びその適切なチューニングにより、商用レベルのトラフィック（手書きを含むことを考慮したトラフィック）に対し、運用可能であることを確認している。

また、サービス適用前に実施した過負荷試験において、入Agentが増大した場合、時間毎の処理Agent数と新規Agent数の差分が低減しなくなり、TSE内のAgent数が増大し続けるという問題が発生した。これに対しては、TSE内のAgent数の警告に基づき、トラフィックの範囲ではAgentの入制御を実行し、TSE内の負荷を低減することで解決できることを確認している。

b. 安全性

Agentの一時的退避（バックアップ）機構により、サービスの計画停止に、処理途中であったAgentも、サービス再開後、処理を継続できることを確認している。

また、メールボックス等のリストア機能、外部のデータベースの登録情報からのメールボックス生成機能を使用することにより、トラブル時にオンラインで復旧することができた。さらに、試験段階では、ソフトのバージョンアップ、Placeの他TSEへの移動等の作業等の際も、Agentの紛失、状態の矛盾なく、サービス停止せずに提供できることを確認している。

c. セキュリティ

シビアなセキュリティ機能により、現在まで、不正侵入による障害、情報の漏洩による利用者からのクレームもなく、問題なく運転が運用している。

(2) ネットワーク管理環境

ネットワーク管理技術（3章参照）により実際のPaseoサービスの運用で、①ワンストップオペレーションによる少人数による保守・運用の実現、②ロギング・アラート等による休日・夜間の無人運転・保守が可能であることを確認している。

4. 3 まとめ

(1) ユーザビリティ

本サービスに対しては、多くの人が良いイメージを抱いており、普通も含めるとほとんどの人が良い印象を抱いていることがわかった。また、本格サービスに対する期待（期待している、まあ期待している）は男性81%、女性88%と大変高いことがうかがえ、本サービスの高いユーザビリティを証明しているといえる。

また、Intelligent性、Mobile性、Multimedia性という観点からは、従来から提案してきた機能が大変期待をもたれていることが確認できた。特に、フィルタ

リングなどのIntelligent Agent機能やリアルワールドメタファに対する満足度は大変高いことが示されており、従来から提案してきた機能の有効性を確認した。

他に、特徴として、女性に好感をもたれている機能はより若い世代程、好感をもたれているということがかなり強い傾向で示されていることがわかった。特にGUIやペン/手書き機能、ディスプレイのサイズなどみやすさ、操作のしやすさ、表現力など人に優しい機能についてその傾向が強く興味深い。

最後に、モバイルメッセージングへの期待として「感情や気分が冷めないうちにすぐ書いて伝えられる/伝えたい」という意見が寄せられ、これはその一つの大きな方向性を示すものと考える。

(2) 運用・保守性

シミュレーション実験/公衆サービスを通して、現在問題なく運用・保守が実現されており、本システムの公衆サービス規模での運用・保守性を確認し、我々が採用したTelescript環境は大変高い信頼性を提供しているものであるということが検証できた。

5. おわりに

我々はシミュレーション実験/商用実験を通して、実世界のように多様な電子的な場 (Place) を大量の電子的秘書 (Agent) が動いていく様子を体験するという、世界的にも大変貴重な機会に恵まれた。

今後はさらにAgentの高度化など、従来から提案している機能の実装を図るとともに日本語化やインターネット環境への適応をも図っていききたい。

注)

Telescript : GMI(*)の登録商標
MagicCap : GMIの登録商標
MagicMail : GMIの登録商標
Paseo : エヌ・ティ・ティファン企画株式会社
のサービスマーク (商標登録中)

* General Magic Inc.

謝辞

本研究の実現にあたり、特に、常日頃よりご指導頂いた中村 裕前マルチメディアビジネス開発部担当部長、坂間 保雄前知的情報処理研究部長に感謝の意を表す。

さらに、J-Mailの評価データを提供して頂き、本システムの事業化にご尽力頂いたマルチメディアビジネス開発部、本システムを導入し多大な貴重なご意見とともにPaseoの評価データを提供して頂いたエヌティティファン企画株式会社に感謝の意を表す。

最後に、本システムの開発に関わった、マルチメディアシステム開発部、株式会社ソニー、松下電器産業株式会社、General Magic Inc.、AT&T Corporationの研究者/技術者の皆様に感謝の意を表す。

参考文献

- [1] O.Linderholm et.al.,The PC Gets More Personal BYTE, July 1992
- [2] 庭野, 携帯端末の動向, pp 54-59, NTT技術ジャーナル,1994.7
- [3] 庭野, モービルコンピューティングの動向, pp 72-77, Multimedia Reviews No.2, Ohm MOOK No.9, 1995.1
- [4] 庭野, P D Aの開発と将来動向, pp1-15, 「P D A開発製品化動向/現状と展望」セミナー論文集, 日本工業技術センター,1996.4
- [5] 庭野, エージェント通信とモバイルコンピューティングへの応用, 「モバイルコンピューティングにおける移動通信サービスと最新技術動向」セミナー論文集 日本テクノセンター,1996.11 (To Appear)
- [6] 庭野他, 統合型分散ハイパーメディア電子掲示板システム-HyperBB S-の提案, IPSJ SIG Notes, 92-GW 2-5, Sep.1992
- [7] E.Niwano, Intelligent Mail: Towards Seamless Access and Communication, Proc. of 15th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, 1995.3
- [8] 大高他, Agent技術で国内最初の実用システム, NTT技術ジャーナル,1996.11 (To Appear)
- [9] Ousterhout, J. Tcl: An Embeddable Command Language, Proc. USENIX Winter Conf. 1990.1
- [10] サン, Java言語環境, White Paper
- [11] D.B.Lang et. al., IBM Aglets Workbench - Programming Mobile Agents in Java, A White Paper, Draft, IBM, Sep 1996, <http://www.ibm.co.jp/tri/projects/aglets/>
- [12] Frank G.McCabe et al., April - Agent PProcess Interactio Language. In M.J.Wooldridge and N.R.Jennigs, editors, Intelligent Agents, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 890, pages 324-340. Springer-Verlag, 1995, <http://www.fujitsu.co.jp/hypertext/Products/Software/April/>
- [13] Hogg, John, Intelligent Message Systems , in Office Automation, D.Tsichritzis, editor, Springer-Verlag, 1985
- [14] Yaron Goldberg, Active Mail - A Framework for Implementing Groupware, Proceedings of CSCW'92
- [15] Maes, P. et al. Agents that Reduce Work and Information Overload, CACM, Vol.37, No.7, 1994
- [16] Telescript Technology : The Foundation for the Electronic Marketplace", General Magic White Paper, General Magic, 1994
- [17] 山崎他, "Telescript入門", アスキー出版局
- [18] Peter Wayner, Agents Away, BYTE, May 1994
- [19] A.Gillon, et.al., Supporting Agent Technology in a Public Network, Proc. Seminar on Agent Software, UNICOM
- [20] Andy Reinhardt, The Network with Smarts, BYTE, Oct. 1994
- [21] Magic Cap Means Communication, General Magic, Inc. ,1994