

計算機ネットワークにおける画像・文章統合型 メールシステムの設計と実現†

高橋 薫^{††} 白鳥 則郎^{††} 野口 正一^{††}

計算機ネットワークにおいて画像と文章からなるメールを対象としたメールシステムの設計と実現について述べる。本論文では、画像と文章を統合化するための基礎概念として「領域」を導入した。そして領域の概念を定式化し、領域によるメール構成法の形式的体系を確立した。この体系では領域の集合上の代数系を導入し、メールは与えられた領域に対して代数演算を施すことによって得られたページの全順序集合として構成される。この代数系の上で、領域演算に対する諸性質が導出され、それは領域によるメール構成上の処理手続きに対する最適化の基礎となることが期待できる。また、領域の共有化やメール構成上の柔軟性を達成するため、領域編集条件を導入したことも大きな特徴となっている。さらに、計算機ネットワーク固有の問題である各ホストごとのメールデバイス仕様の相違を吸収するため、「仮想メールデバイス」を導入し、メール内容の均質化を達成した。これらのメール構成方式に基づいて、計算機ネットワーク上の転送方式（メール転送プロトコル）、メールシステムのアーキテクチャを提案し、実際に実験計算機ネットワーク T-NET 上にメールシステムを実現し、その適用結果を述べている。

1. まえがき

近年、計算機ネットワーク技術の発展に伴い、地理的に分散したユーザ間に文書（メール）の蓄積・交換機能を提供するメールシステムの開発が行われてきた^{1),2)}。これは従来のテレックスやファクシミリを用いた端末間の文書交換を拡張する意味においても重要な位置を占めている。

しかしながら、従来これらはテキスト（文章）を主体としていたことから、今後の方向である画像・図形を含んだ文書を取り扱う上では適用性がないのが現状である。例外的には文章も画像も画像として扱うシステム³⁾があるが、この場合、蓄積・転送効率の上で問題を残している。

一方、文書端末上で画像と文章の混在した文書を取り扱うシステム^{4),5)}が開発されているが、そのままでは計算機ネットワークへの適用性はない。

そこで本論文では、計算機ネットワーク上に効果的に画像と文章を統合化したメールシステムを構築するため、以下の点を考察した。

- (1) 画像と文章の統合化の基礎概念
- (2) 計算機ネットワーク上でのメール表現法
- (3) (1), (2) に基づいたメールの構成法
- (4) 計算機ネットワーク上でのメール転送方式

(5) メールシステムの実現構造（アーキテクチャ）

とくに(3)では柔軟性に富むメールの構成方式を提案し、同時にこの構成方式に対する形式的体系を考察する。この構成方式が従来提案されていた画像・文章の混在方式と比較してより柔軟性があることを述べる。

また実際に実験計算機ネットワーク T-NET⁷⁾ 上に画像・文章統合型のメールシステムを実現し、その適用結果を述べる。

2. 画像-文章統合型メールの構成方式と転送方式

本章では画像と文章の統合化方式について議論し、とくに2.2節と2.4節では計算機ネットワークに特有な問題について検討する。

2.1 メール構造と表現

画像と文章ではその表現手段に大きな差異がある。前者は一般に2値符号により表現され、後者は対応する文字コードによって表現される。本論文ではこれらの独立した表現形式をもつ情報を統合化して取り扱うため、「領域」の概念を導入する。すなわち、文章部分、画像部分を独立に領域として表現する。

領域の導入によって次の有効性が生じる。

- (1) 領域単位でメールを構成可能。
- (2) 複数ページ、複数メールに渡って領域を共有可能。この場合、領域は物理的に一つでよいから、情報の圧縮効果をもたらす。
- (3) 領域内には画像と文章が混在しないから、計

† A Design and Implementation of Electronic Mail System Integrating both Images and Texts in a Computer Network by KAORU TAKAHASHI, NORIO SHIRATORI and SHOICHI NOGUCHI (Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University).

†† 東北大学電気通信研究所

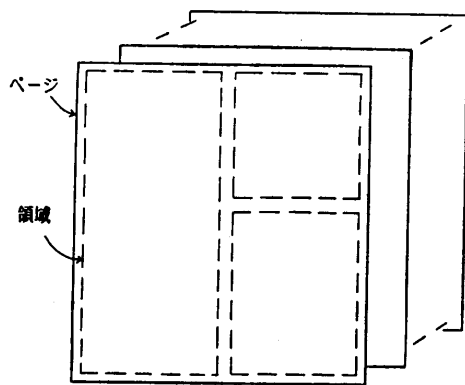


図1 メールの構造
Fig. 1 Structure of mail.

算機処理の容易化が図れる。

以上から本論文では、メールは複数のページから成り、各ページは複数領域から成ると定義する(図1)。

このことによってもはや、画像か文章かの違いはその内容を表現するための領域属性として捉えることができ、領域によるメール構成とは独立に、たんに領域の表現手段として議論することが可能となる。

2.2 デバイスの仮想化と仮想ページ

一般にメールは画像と文章の混在形式で表現され、最終的にはユーザの出力デバイスに表示されなければならない。この場合、画像と文章の混在した情報を表示する必要があるから、デバイスとしては文字列だけを扱うデバイスでは不相当であり、画像デバイスが必要である。したがって、文章領域を画像化し、また画像領域はそのままの画像として、これらの組合せによって一つのメールを構成し表示する必要がある。この場合、スタンドアロン型システムにおけるエディタとは違い、計算機網環境においてはメール内容を表示する画像デバイスの仕様は一般に各ホストごとに異なっており、その相違による問題が生じる。たとえば画像デバイスとしてファクスを用いた場合、ある仕様のファクスから生成したメールをネットワーク中の別の仕様のファクスに表示すると、その内容が歪んでしまう。そのため、そのようなデバイス仕様の相違を吸収する手段を計算機網上で提供する必要がある。

その手段としては次の二つが考えられる。

案(1) プロトコルで種々のデバイス仕様の相互変換を可能とする。

案(2) 仮想的に標準仕様デバイスを定義し、それと実デバイスとの相互変換を局所的に処理する。

案(1) はプロトコルを必要以上に繁雑にし、かつ

新しい仕様のデバイスが設定されるごとに変換手続きを導入しなければならない。計算機網中のホスト数を N とすると、その変換手続きは最悪 $N(N-1)$ 個必要となる。案(2) の場合、標準仕様との変換だけを備えればよいから、最悪 N 個となる。したがって案(2) を選択する。

案(2) ではメールの入出力デバイスの仕様を標準仮想デバイスとして計算機網上統一的に見ることがができる。標準仮想デバイスの仕様としては、ファクスが画像を含む文書の入出力デバイスとして主流となりつつあること、さらにその標準化が進展していることから、CCITT のファクス GIII 機規格を採用する。本論文ではこのような標準デバイスを「仮想メールデバイス」と呼ぶ(表1)。

仮想メールデバイスの仕様から、各ページは $1,139 \times 1,680$ の2次元格子として表現でき、それを「仮想ページ」と呼ぶ(図2)。したがって、各ユーザのユーザ用ページ内容は、計算機網上では値(白/黒)が決定した仮想ページとして表現され、それらの間は仮想メールデバイス仕様と実デバイス仕様の局所変換によって対応づけられる。

表1 仮想メールデバイス仕様
Table 1 Specification of virtual mail device.

画面サイズ	A 4 (210mm×296mm)
走査線密度	(主) 8 dots/mm
	(副) 3.85 lines/mm

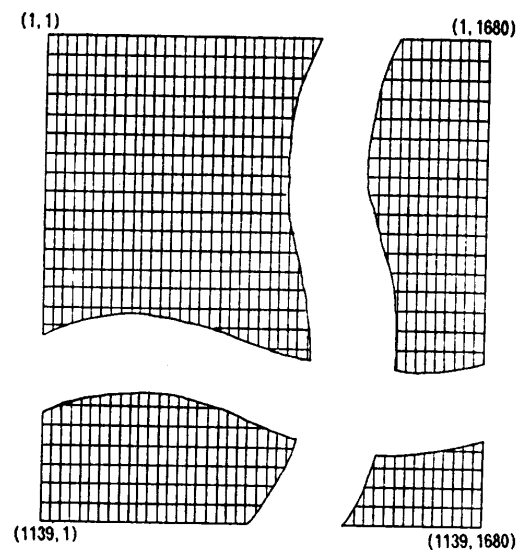


図2 仮想ページ
Fig. 2 Virtual page.

2.3 メールの構成法

本節では 2.1 節, 2.2 節を背景としてメール構成に対する形式的体系を確立する. この体系では前述した領域の概念が定式化され, 定式化された領域の全体の上で定義された演算を用いてメールが構成される. つまり定式化された領域を要素とする集合上の代数系が導入される.

仮想ページ (以下, たんにページ) は $1,139 \times 1,680$ の 2 次元格子であるから, ページの座標空間として,

$$\Omega \triangleq X \times Y$$

ただし

$$X = \{m \mid 1 \leq m \leq 1139, m \in \mathbf{N}\}$$

$$Y = \{n \mid 1 \leq n \leq 1680, n \in \mathbf{N}\}$$

\mathbf{N} : 自然数の全体

を導入する. このとき, 領域 R を

$$R \triangleq (R(\Omega), \varphi)$$

のように 2 項組で定義する. ここで $R(\Omega)$ は Ω の部分空間である. つまりページ中の R の空間を意味する. φ は R の空間から値への写像である. つまり, $\varphi: R(\Omega) \rightarrow \{0, 1\}$ であり, 領域 R の内容を意味する. この写像を領域 R の「付値」と呼ぶ. 同様に, ページ P を, $P \triangleq (\Omega, \psi)$, ただし, $\psi: \Omega \rightarrow \{0, 1\}$ で定義する. つまりページは領域の特別な場合であり, その空間として Ω をもつ.

ここで定義した領域の全体を \mathbf{R} とし, \mathbf{R} 上の二つの 2 項演算, $+$ と $*$ を導入し (すなわち, $+, *: \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}$), 次のように定義する.

$R_1 = (R_1(\Omega), \varphi_1)$, $R_2 = (R_2(\Omega), \varphi_2)$ を \mathbf{R} の任意の領域としたとき,

$$R_1 + R_2 = (R(\Omega), \varphi^*), \quad R_1 * R_2 = (R(\Omega), \varphi^*)$$

とする. ここで, $R(\Omega) = R_1(\Omega) \cup R_2(\Omega)$ と定義し, φ^* , φ^* を以下のように定義する.

すべての $\alpha \in R_1(\Omega) \cap R_2(\Omega)$ について,

$$\varphi^*(\alpha) = \varphi_1(\alpha) \vee \varphi_2(\alpha), \quad \varphi^*(\alpha) = \varphi_2(\alpha).$$

すべての $\alpha \in R_1(\Omega) - R_2(\Omega)$ について,

$$\varphi^*(\alpha) = \varphi_1(\alpha) = \varphi_2(\alpha).$$

すべての $\alpha \in R_2(\Omega) - R_1(\Omega)$ について,

$$\varphi^*(\alpha) = \varphi_2(\alpha) = \varphi_1(\alpha).$$

領域演算の具体例を図 3 に示す. 同図からわかると

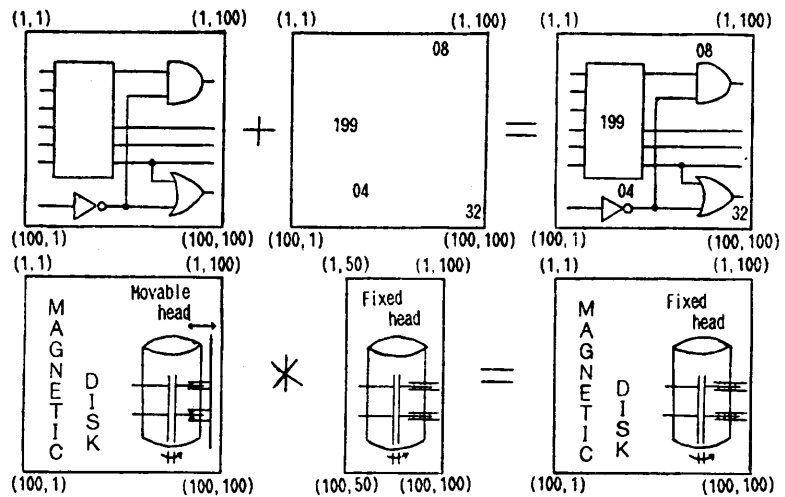


図 3 領域演算例

Fig. 3 Examples of region operations.

おり, $+$ は二つの領域を同時表示し, $*$ は式の後部にある領域を重畳部分に優先表示する演算である*.

領域同士を $+$ および $*$ の結合で表したものを「領域演算式」と呼び, 次のように帰納的に定義する.

F1. 領域名 1 個だけから成る記号列は領域演算式である.

F2. 記号列 e_1 と e_2 が領域演算式ならば, $e_1 + e_2$, $e_1 * e_2$ は領域演算式である.

F3. 記号列 e が領域演算式ならば, (e) は領域演算式である.

F4. F1~F3 により定義されたものだけが領域演算式である. ■

ここで定義した演算により, \mathbf{R} 上では次にあげる代数的性質が成立する (証明略).

R_1, R_2, R_3 を任意の領域としたとき,

$$R_1 + R_1 = R_1, \quad R_1 * R_1 = R_1 \quad \text{[累同律]}$$

$$R_1 + R_2 = R_2 + R_1 \quad \text{[交換律]}$$

$$(R_1 + R_2) + R_3 = R_1 + (R_2 + R_3)$$

$$(R_1 * R_2) * R_3 = R_1 * (R_2 * R_3) \quad \text{[結合律]} \quad \blacksquare$$

以上の議論に基づき, ページを領域演算式の評価結果の領域として構成する. ただし, 前述したようにページはその空間として Ω をもつ領域であるから, 演算の結果として, Ω 中で定義されない空間が存在する可能性がある. そのため, 演算結果の領域を R としたとき, Ω のすべての元 α について $\varphi(\alpha) = 0$ となる付値をもつ領域 $U = (\Omega, \varphi_U)$ を仮定し, R と $R + U$

* 排斥処理 (重畳部分中で下に隠される文字列の移動) が必要な場合には, あらかじめエディタを用いて文字列移動を行ってから, $*$ の演算を施すものとする.

が等価であると定義する。

メールはこのようにして構成されたページ的全順序集合として定義する。

さて上で述べたように、各領域はその座標集合と各座標値によって表現された。それらが決定されると、定義された演算を領域に対して機械的に施すことによってメールが構成された。

ところがここで、領域の座標(以下、領域位置と呼ぶ)は領域に従属した属性ではないことに注意されたい。領域を複数メール、複数ページにわたって共有できる

ようにするには、領域位置を固定化しないほうがよい。そこで、本論文では各領域に対して相対的な位置を定め、領域が実際にメールの構成要素として組み込まれるときに初めて、絶対的な位置を対応づける方式を提案する。

各領域を矩形と仮定し、その左肩の座標を $(0, 0)$ とした空間 S をその領域の相対位置と定義する。そして絶対位置はある座標点 $(a, b) \in Q$ を指定することによって、 $(a, b) + S \triangleq \{(a+m, b+n) | (m, n) \in S\}$ によって定義する。

また領域には前述したように画像と文章の二つの型がある。画像に関してはそれが与えられれば、一意的に相対位置と各座標値が決定する。文章は2.2節で述べたように、文字コードが画像化されるが、表現に多様性をもたせるため、文字サイズを可変として扱う。したがって文章型に対して文字サイズを編集条件として付加する。文字サイズの付加によって、文章領域は文字コードの画像化が一意的であれば、画像と同様に一意的にその相対位置と各座標値が決定する。

ここで導入した絶対位置と文字サイズを「領域編集条件」という。それに対して領域の固定属性は次のような「領域基本情報」として表現される。

- (1) 型 (画像あるいは文章)
- (2) 情報量 (文章: 縦横文字数, 画像: 縦横ドット数)
- (3) 内容 (文章: 文字コード列, 画像: ドット列)

領域編集条件の具体例を図4に示す。ただし、領域基本情報としては文章型、 1×1 の情報量 (文字数)、内容を 'A' とし、編集条件の文字サイズは 9×7 、絶

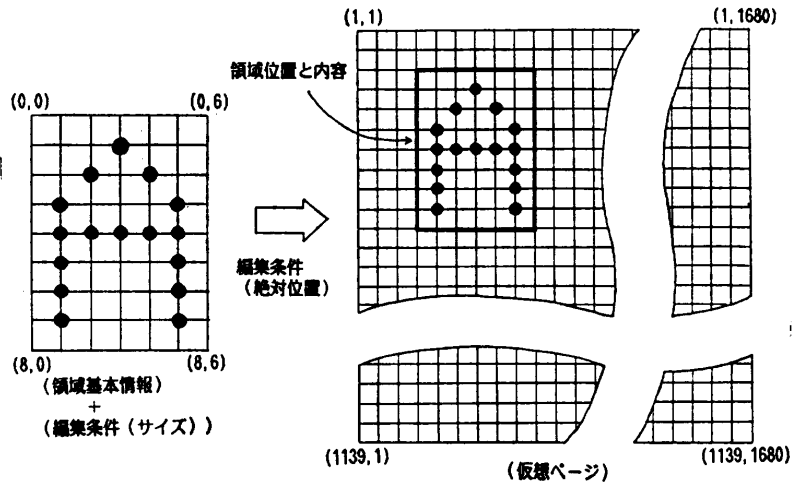


図4 領域編集条件の例

Fig. 4 An example of region editing condition.

対位置は $(3, 4)$ としている。

ここで与えた構成方式の特徴は領域によるメール構成を形式的立場で議論したことにある。これによって、領域の概念は定式化され合成に関する諸性質が機械的に導出された。これらの諸性質は領域合成の処理手続きに最適化等のアルゴリズムを組み込むための基礎を与える。

また、領域位置や文字サイズを編集条件として与えたことによって、領域の動的配置や共有化が柔軟に行え、かつそのことによって領域管理情報の最小化が達成できた。

従来提案されていた領域による文書構成方式⁴⁾ではあらかじめ決定された領域属性(位置、重畳情報等)に従って文書が構成された。一方、本論文で提案した方式では、これらは領域属性としてではなく、メール構成時の編集条件と領域演算式のなかに包含されており、構成上の柔軟性(動的配置、共有化)の拡大や領域管理情報の削減化に貢献している。

2.4 メール転送方式

2.3節で述べたように、メールは複数の仮想ページから構成され、仮想ページは複数の領域基本情報と編集情報(編集条件と領域演算式)を用いて構成される。このため、計算機網上でメールを転送する場合、領域基本情報と編集情報を独立に転送し、受信側で再編集を行うことができる。

このことから、文章領域は対応する文字コードで転送でき、画像領域は対応した圧縮コードで転送できる。またメール中で重複する領域基本情報は一度だけ転送すればよい。これによって、貴重な帯域を節約す

ると同時に、計算機内での障害や回線上の障害が発生したときの早期回復を図ることができる。本論文における領域の導入はこのような障害の早期回復にも大きく貢献している。これはメールが領域基本情報に分割して転送できることから、障害発生時に全メール内容を再送する必要性を排除し、障害発生時点以降の領域基本情報だけを転送すればよいからである。

3. 計算機網メールシステムの実現

2章で述べた構成方式、転送方式に基づいた計算機網メールシステムを実験計算機網である T-NET⁷⁾ 上を実現した。

3.1 計算機網メールシステムのアーキテクチャ

図5に示すように、メールシステムは各ホストに存在するメール転送サブシステム（サブシステムT）、エンドユーザ・サービスサブシステム（サブシステムE）そしてメールデータ構造から構成される。

同図において、基本通信サブシステムはネットワークの低レベルプロトコルを実現している。サブシステムTはこのような低レベルプロトコルの上に階層化される機能レベル（ISOの7階層モデルでいうアプリケーション・レイヤ）のプロトコル（メール転送プロトコル）を実現する。図6にネットワーク・アーキテクチャを示す。一方サブシステムEは、サブシステムTとは独立に各ホストに依存してユーザにメールの作成、編集、校正、参照を提供する。

ここで与えたアーキテクチャの狙いは、ネットワーク依存部（サブシステムT）と局所依存部（サブシステムE）を極力独立させることによって、一方のサブシステムの成長（修正、変更等）を他方が妨げることのないよう考慮したことである。

メールデータ構造はこれら両者を矛盾なくインタフ

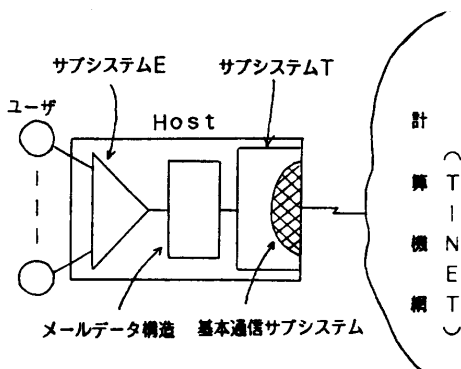


図5 メールシステムの構造
Fig. 5 Structure of the mail system.

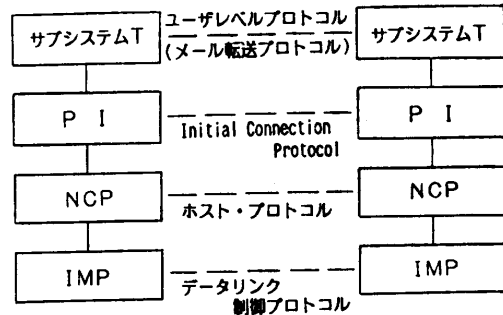


図6 ネットワークアーキテクチャ
Fig. 6 The network architecture.

ェースするものであり、「メールボックス」と「メールディレクトリ」からなる。メールボックスはそのホストに属するユーザに対して個々に用意され、領域の管理情報、内容、受信メールの領域編集条件、ページ構成（領域演算式）、領域内容などから成る。本方式では送信用のメールはユーザが送信するときに動的に作られるから、通常メールボックス中には領域基本情報だけが蓄積されることに注意されたい。メールディレクトリは各ユーザのアドレス管理、アクセス制御、メールボックスとのリンクを行うための情報から成る。

3.2 メール転送プロトコル（サブシステムT）

メール転送プロトコルはメールユーザが画像・文章を含むメールを目的ユーザ（メールボックス）に転送するためのネットワーク中の規約であり、最上位階層のプロトコルとして位置づける。規定内容としては、ユーザのアクセス制御、ユーザの一覧表の要求、アドレス記述形式、メールの記述形式、メールの転送形式および転送エラー時の回復規定などからなっており、それぞれ特有のコマンド、リプライを用意している。

メールの転送においては、まずメールを構成する領域の編集条件とページ構成（領域演算式）を記述した「メール記述テーブル」を転送する。次にメール内容、すなわち領域基本情報の転送を行う。このとき、文章領域はJIS英数コードおよび漢字コードで転送し、画像領域は仮想メールデバイス仕様と一致した内容として転送する。画像領域の転送の場合には、転送効率を向上させるため、CCITT ファクス GIII 機規格のモディファイド・ハフマン方式に基づいた圧縮コードで転送を行っている。図7に転送に関する典型的な情報の流れを示す。

以上のことはサブシステムTがメールユーザと相互

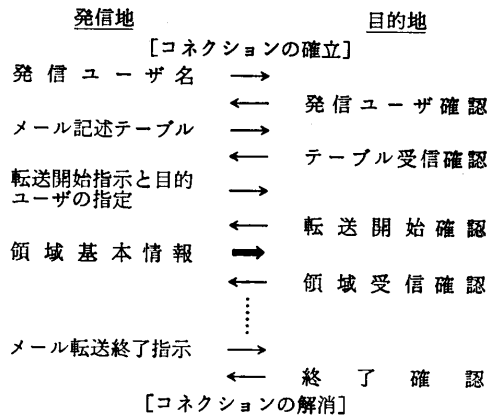


図7 メール転送に関する発信地-目的地間の交信
Fig. 7 Interactions between source and destination on mail transfer.

に会話を行いながら進行し、受信側のサブシステムTは受信した情報を対応するメールボックス（個人アドレスのときは一つ、同報のときは複数）に格納し、宛先ユーザへのメールの配達を受信側のサブシステムEに分担される。

3.3 サブシステムE

サブシステムEはメールユーザに以下の諸機能を提供する。

- (a) ユーザのアクセス制御
- (b) 文章領域の作成・編集とメールボックスへの登録
- (c) 画像領域の作成とメールボックスへの登録
- (d) 送信メール内容の参照、削除
- (e) 受信メール内容の参照、削除

これらの機能はT-NET中の各ホストに実現されるが、前述したようにサブシステムEはネットワークと

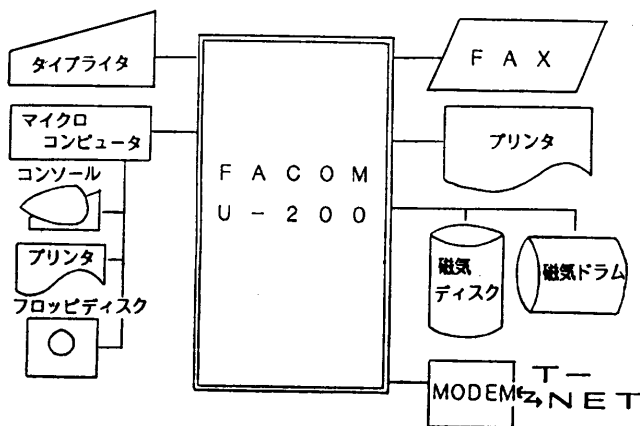


図8 東北大通研のシステム構成
Fig. 8 System configuration in Tohoku Univ. RIEC.

表2 メールシステムのコマンド体系
Table 2 A list of commands for the mail system.

	コマンド	機能
サブシステム	@LOGON (host-id)	目的ホストとの接続
	@MSP	サブシステムTの呼出し
	@USER (user-id), (key)	アクセス要求
	@NLIST	メールユーザのリストアップ
	@DESCRIBE (mail-id)	メールの記述
	@MAIL (mail-id) TO (address)	メールの転送
T	@BYE	処理の終了
	@DISCONNECT	サブシステムTの終結
	@LOGOFF	目的ホストとの切断
サブシステムE	ACCESS (user-id), (key)	アクセス要求
	INPUT (file-name)	ファクスから画像領域を入力
	SIZE (file 1), (file 2), (size)	画像領域のサイズ変換
	ENTRYC (file-name)	文章領域をメールボックスへ登録
	ENTRYG (file-name)	画像領域をメールボックスへ登録
	OUTPUTS [, R]	メールボックス中の領域に編集条件、演算を施し出力
	OUTPUTR (mail-id)	メールボックス内の受信メールを出力
	CATALOGS	領域をリストアップ
	CATALOGD	送信メール記述情報をリストアップ
	CATALOGR	受信メールをリストアップ
E	ERASES (region-name)	領域を削除
	ERASED (mail-id)	送信メール記述情報を削除
	ERASER (mail-id)	受信メールを削除

は独立であるから、その実現機能は各ホストごとに多少の差異がある。東北大通研サイトにおいては図8に示すようなシステム構成のもとで、上記機能のフルセット（画像の切出し、拡大、縮小を含む）を実現している。

3.4 メールシステムのコマンド体系

メールシステムに対して設計し、実現したコマンド体系を表2に示す。

なお、システムの実現に当たってはアセンブラを使用し、サブシステムT、Eのそれぞれについて、約3,900ステップ（20kバイト）、約11,000ステップ（67kバイト）要した。

4. 適用結果

本論文で与えた画像・文章統合型メールの構成方式、転送方式に基づいてT-NET上に実現したメールシステムの適用例を示す（本章で述べる適用例はT-NETの1サイトである静岡大

学から東北大学へ転送されたメールの例である)。

図9は四つの領域から成るメールを表示した例である。この例は標題(領域1)、本体(領域2)、図面(領域3)、図中の文章(領域4)を独立な領域基本情報として用意し、これらに対して以下のような編集条件と領域演算式を与えた結果である。

《編集条件》

- 領域1(文章): アドレス (12, 1)
文字サイズ(32×32)
- 領域2(文章): アドレス (60, 1)
文字サイズ(24×32)
- 領域3(画像): アドレス (624, 80)
- 領域4(文章): アドレス (672, 72)
文字サイズ(24×24)

《領域演算式》

領域1 + 領域2 + 領域3 + 領域4
同図からわかるように、領域3と4は互いに重畳されている。また、標頭部、本体部、図面中の文章部のそれぞれを、所望の文字サイズにするために、編集条件が効果的に適用されているのが同図からわかる。

さて、上記の領域基本情報を用いて、図10に示すようなメールを構成することもできる。この場合の編集条件と領域演算式は以下のとおりである。

《編集条件》

- 領域1: アドレス (1, 1)
文字サイズ(32×40)
- 領域3: アドレス (38, 80)
- 領域4: アドレス (82, 72)
文字サイズ(24×24)

《領域演算式》

領域1 + 領域3 + 領域4

図9, 図10からわかるように、本論文で導入した編集条件と領域演算式を元の領域基本情報に対してどのように適用するかによって、メール内容に種々の形態を与えることができる。このことは領域によるメール構成にかなりの柔軟性を与えることを示している。

また図9に示したメールは本方式に従うと、データ

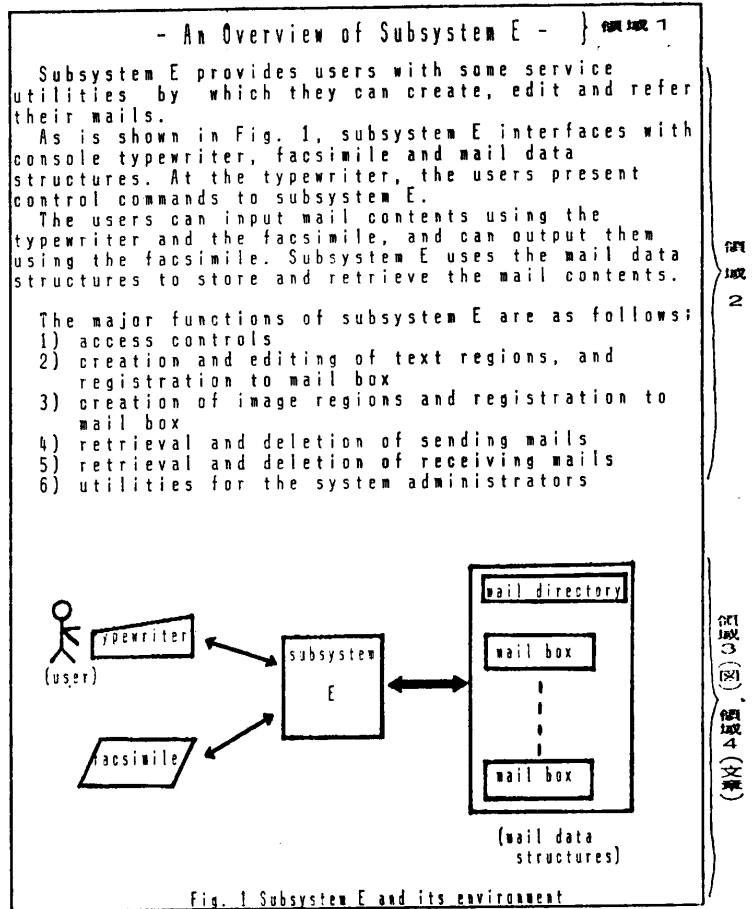


図9 メールを表示例 - 1 -
Fig. 9 An example of mail - 1 -.

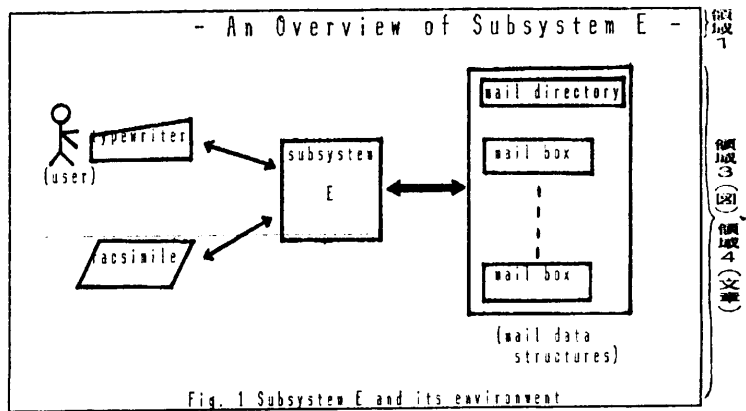


図10 メールを表示例 - 2 -
Fig. 10 An example of mail - 2 -.

量として約7kバイトとなり、これは仮想メールデバイス仕様の非圧縮時に比べ、約3%、モディファイド・ハフマン方式による圧縮に比べ、約27%となっている。このことは本論文における領域の導入がデー

タの圧縮に大きく貢献していることを示している。

なお、図9、図10の図面部の明瞭性の欠如は、仮想メールデバイス仕様と実デバイス仕様の間の変換により発生したものである（この例は主走査を8→16、副走査を3.85→15.4に変換してファクス出力したものである）。

5. むすび

本論文では計算機ネットワーク上で画像と文章を統合化したメールシステムを構成するための基本概念、構成方式、実現方式そしてその適用例について述べた。

本論文におけるメール構成法の特徴は次のことにあった。

- (1) 領域の導入。
- (2) 仮想メールデバイスの導入。
- (3) 領域の概念を定式化し、形式的体系のもとでメール構成法を確立。
- (4) 領域編集条件の導入。

これらのメール構成上の特徴が画像と文章から成るメールの構成に、より柔軟性を与えることを本論中で指摘した。また、この構成法をT-NET上に実際に実現したことによってその適用性を実証した。

今後の課題としては、①本構成方式のユーザ利用面からの評価、②処理効率（領域演算時間、蓄積・転送効率）の評価、③メール内容の安全（保護）対策の検討と実現、があげられる。

謝辞 本研究に多大なご支援をくださった静岡大学落水浩一郎助教授、同平田明良君、筑波大学海老原義彦講師、国立歴史民俗博物館八重樫純樹助教授、IPA川合英俊所長、神戸大学前川禎男教授、(株)理経荻島

茂直氏をはじめとするT-NET関係者に感謝します。またメールシステムの実現に当たってくれた東北大学荒川暢也君に感謝します。

参 考 文 献

- 1) Myer, T. H.: Future Message System Design: Lessons from the HERMES Experience, Proc. of COMPCON 80 Fall, pp. 76-84 (1980).
- 2) 鈴木健二他: インハウス・ネットワークにおけるエレクトロニック・メール・システム(ELMS)について, 情報処理学会分散処理システム研究会資料, 11-5 (1981).
- 3) Kirstein, P. T. and Yilmaz, S.: Facsimile Transmission in Message Processing System with Data Management, Proc. of the 4th ICC, pp. 717-726 (1978).
- 4) 堀口真寿他: 図形入力機能を備えた文書処理端末の一構成法, 電子通信学会論文誌, Vol. J65-D, No. 4, pp. 443-450 (1982).
- 5) Horak, W. and Woborschil, W.: Textfax-Principle for New Tools in the Office of the Future, AFIPS Conf. Proc., 1979 NCC, pp. 125-134 (1979).
- 6) Panko, R. R.: Electronic Message and Document Delivery, Office Automation Conference, pp. 695-709 (1982).
- 7) 野口正一: 公衆回線による計算機ネットワークの研究, 文部省特定研究報告書 (1978).
- 8) 高橋 薫, 白鳥則郎, 野口正一: 計算機網における画像-文字統合型メールシステムの設計, 信学技報, EC 82-45 (1982).
- 9) 荒川暢也, 高橋 薫, 白鳥則郎, 野口正一: 計算機ネットワークにおける画像-文章統合型メールシステムの実現, 情報処理学会分散処理システム研究会資料, 21-3 (1984).

(昭和59年1月25日受付)

(昭和59年4月17日採録)