

CLNP ネットワークにおけるエリア内での移動体サポート

塚本 昌彦 田中 理恵子 津森 靖

シャープ株式会社 技術本部 情報技術研究所

概要

本稿では、OSI の CLNP (ConnectionLess-mode Network Protocol) ネットワーク中の一つのエリア内でのエンドシステムの移動を効率的にサポートするための三つの異なるプロトコルを提案する。一つめは、移動体を管理するデフォルト NIS (Neighbour IS, Intermediate System) に移動体あての NPDU (Network Protocol Data Unit) をフォワードする方法、二つめは、移動体を管理するデフォルト NIS に移動体の居場所を問合せする方法、三つめは、ブロードキャスト問合せにより移動体の居場所を問合せする方法である。これらの方法を IS-IS プロトコルによる方法と比較し、それらが、ネットワーク内のシステムの移動頻度、通信量、通信パケットの平均サイズ、ネットワーク規模などの運用上の諸条件によって有効に使い分けが可能であることを示す。

Supporting ES-Migration within Areas in CLNP Networks

Masahiko TSUKAMOTO Rieko TANAKA Osamu TSUMORI

Information Technology Research Laboratories
SHARP Corporation
2613-1, Ichinomoto-Cho, Tenri, Nara 632, Japan
{tuka, rieko, tsumori}@shpcsl.sharp.co.jp

Abstract

In this paper, we propose three distinct protocols for efficiently supporting frequent migration of ESs (End Systems) within areas in CLNP (ConnectionLess-mode Network Protocol) environment. In the first protocol, the default NIS (Neighbour IS, Intermediate System) of an ES manages its location information and forwards NPDUs to its current location. In the second protocol, an IS which receives NPDUs to an ES asks the default NIS of the ES's location. In the third protocol, an IS which receives NPDUs to an ES queries all ISs of the ES's location. We compare these protocols and the original IS-IS protocol and then show that the administrator of each area can select the best out of them according to several conditions of the area, such as ES-migration frequency, average traffic amount, average size of communication packets, network scale, and so on.

1 はじめに

ネットワーク技術の進歩と計算機の小型化、高性能化にともない、遠隔地にある豊富な計算機資源を利用するための移動体通信の実現に対する要求が高まりつつある。現状のネットワークにおいてこのような移動体通信をサポートする上で、もっとも大きな問題となる点の一つが、システム識別とアドレス変換の問題である。OSIやTCP/IPなどのネットワークプロトコルにおいては、システムを識別するための識別子であるネットワークアドレスがネットワークトポロジにおける部位を表す情報も含むため、移動型のシステムのサポートを考える上では、システムの移動によって変化しない別の識別子が必要となる。何を識別子として使うか、そして、その識別子からネットワークアドレスへの変換をどのように行なうかが問題となる。

移動体をサポートする上でのもう一つの問題は、制御パケット量の問題である。前述のアドレス変換の問題を解決するために、さまざまな制御パケットを使用するものと考えられるが、移動体情報の伝搬にブロードキャスト方式を使用すると、システムが頻繁に移動する場合に送出される制御パケットの量が爆発する恐れがある。このような制御パケット量をどのように抑えるかが問題となる。

さらに、移動体が移動した時の移動情報伝達の即時性も重要な問題の一つである。移動情報伝達がある程度迅速に行なわれないと、移動時に出されたパケットが正しく移動体に到達せず、そのために上位層コネクションが切断されるなどの問題がおこりうる。

文献[2],[7],[9]などでは、IPネットワーク上でこのような問題を解決するためのプロトコルが提案され、標準化が進められている。また、CLNP(ConnectionLess-mode Network Protocol)[3]上でも、移動体サポートのためのプロトコルが提案されている。CLNPは、インターネットにおいてIPに代わるネットワークプロトコルの候補として注目されている^[10]こともあり、移動体サポートの問題も重要課題の一つである。文献[1]では、移動体の位置情報をブロードキャストする方法が提案されている。また、文献[8]で、筆者らはアドレスの変換問題、つまりエリア間移動のサポートに対して効率的な解決を試みた。しかし、これらのアプローチの焦点はシステム識別とアドレス変換の問題にあてられており、エリア内移動の際、移動にともなって発生する制

御パケット数の問題と、移動情報伝達の即時性の問題に関しては解決されていない。

移動端末の実際の使用形態としては、会社のフロア内で、机の上や会議室など、場所を変えて業務を行ったり、大学のキャンパス内で学生が頻繁に教室間を移動するなど、一つのエリアと考えられるような限られた領域内の移動が頻繁に行なわれるというケースが多いと思われる。移動が頻繁でない場合には、通常のIS-ISプロトコルによって、IS(Intermediate System)間で隣接情報をブロードキャストしあうことによって、移動体をサポートすることが可能である。しかし、多数の移動体が頻繁に移動する場合には、ISからエリア内の他のISに移動のたびに制御情報を運ぶパケットがブロードキャストされ、非常に効率が悪くばかりでなく、現実的には、このようなブロードキャストパケットによるネットワークの輻輳を防ぐために、特定の制御パケットの送信には最小時間間隔の制限が設けられるが、このことは移動情報伝達の即時性を著しく阻害する可能性がある。

本稿では、OSIのCLNP、ES-ISプロトコル^[4]、インターネットドメインIS-ISプロトコル^[5]が動作する環境において、エリア内で移動するシステムを効率よくサポートするためのプロトコルを提案する。

以下では、2章でまず、IS-ISプロトコルによるエリア内移動体対応の問題点について議論する。そして、3章でデフォルトフォワーディング法、4章でデフォルト間合せ法、5章でブロードキャスト間合せ法という三種類のプロトコルを示す。6章でこれら三つの手法の評価を行い、7章で本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 CLNPにおけるエリア内移動体対応

IS-ISプロトコルではルーティングドメインをエリアとよぶサブドメインに分割し、エリア内はレベル1ルーティング、エリア間はレベル2ルーティングという二階層のルーティングを行なっている。レベル1とレベル2のルーティングは独立性が高く、エリア内での移動体のルーティングを論じる場合は、レベル1のルーティングに関してのみ考慮すればよい。

エリア内においてルーティング情報を管理し中継を行なうシステムのことをレベル1ISとよぶ。これに対しアプリケーションが動作し通信の主体となるシステムをES(End System)とよぶ。図1はエリアの一

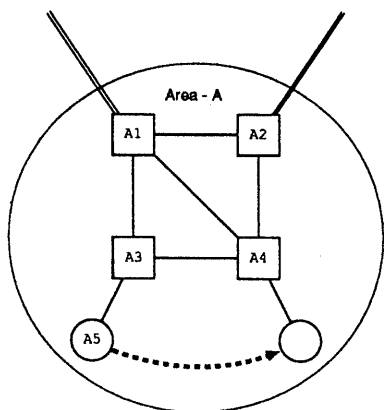


図 1: エリア例

例である。円は ES を四角は IS をそれぞれ表している。一重の実線はレベル 1 回線、二重の実線はレベル 2 回線を表す。この図を用いて、ES 移動時の IS-IS プロトコルの概要を示す。

- (1) ES A5 が IS A3 の隣接として立ち上がると、A3 はレベル 1 LSP (Link State PDU, Protocol Data Unit) をエリア内の他の IS にブロードキャストして、A5 が自局に隣接していることを知らせる。これによって、エリア内の他の IS が A5 への NPDU (Network PDU) を受信すると、A3 の方へフォワードする。
- (2) A5 が移動して A4 の隣接となると、A4 はレベル 1 LSP で A5 が自局に隣接していることをエリア内の他の IS に知らせる。また、A5 が隣接していないことを検出した A3 は、レベル 1 LSP で A5 が自局に隣接していないことをエリア内の他の IS に知らせる。

このように、IS-IS プロトコルでも ES のエリア内移動をサポートすることは可能である。しかし ES の一度の移動で、移動前と移動後の二つの隣接 IS から LSP が発行されエリア内全体に広められる。さらにその LSP を受信した各 IS はそれぞれのデータベースを書き換え、フォワーディングデータベースを最新のものにしておかねばならない。ES の数や移動回数が増えると、それにともなって交換される LSP の数が増加してネットワーク資源を圧迫するものと考えられる。

また、LSP 送信、フォワードの最小時間間隔は min-

imumLSPGenerationInterval, minimumLSPTransmissionInterval, minimumBroadcastLSPTransmissionInterval パラメータで表され、各々、デフォルト値は 30 秒、5 秒、1 秒となっている。ネットワーク規模が大きい場合や移動が頻繁な場合などに、LSP の生成を抑制するためにこれらの値を大きくすると、LSP が即座に生成、伝達されるとは限らなくなり、さらにそのために上位層コネクションが切断される可能性がある。

ここで、IS-IS プロトコルによるエリア内移動体サポートに関する上記の問題、つまり、制御パケット量の問題と移動情報伝達の即時性の問題を解決する上で、重要と考えられる要件を示す。

IS 間プロトコルによる移動体サポート エリア内の ES の移動頻度、ネットワーク構成や使用形態などの、エリアごとの事情によって、エリア内で選択されるプロトコルが変わる可能性がある。例えば、移動が非常に稀なエリアでは場合、通常の IS-IS プロトコルでも対応でき、余分なプロトコルを動作させない方が IS の負荷が少い。エリアによって、移動体のためのプロトコルが異なるとき、ES がエリア間移動を行なうと、エリアごとに挙動を変える必要が生じる。そのため、ES 側の負担が増大することになり、ES の携帯性を考えると好ましくない。ES の特別な動作、例えば ES から IS に対して移動通知を行なうなどという動作を仮定せず、IS 間だけで移動をサポートすることが望ましい。

移動体対応プロトコルのエリア独立性 ルーティングドメイン内で、通常の IS-IS プロトコルの動作するエリアと両立可能であることが重要である。これによって、移動体が全く存在しないエリアでは従来通りの IS-IS プロトコルを動作させればよく、移動体対応の特別なプロトコルを動作させているエリアは、他のエリアからは通常の IS-IS プロトコルが動作するエリアと同様に扱える。つまり、現状の OSI ネットワークにおけるあるエリア内である特別なプロトコルを採用することが、他のエリアに影響を及ぼさずに行なうことが可能となる。

文献 [1] のエリア内移動の対処法は、IS-IS プロトコルと同様、移動時に移動情報を他の IS にブロードキャスト通知するものであり、6 章の議論では IS-IS プロトコルと同等とみなしてよい。ただし、ES が送信する ESH (ES Hello) PDU を変更し、ES が移動情報を送信

しているという点で、上記一番めの要件を満たしていない。さらに、広域移動プロトコルがエリア内移動のためのプロトコル動作に依存して動作しているため、上記二番めの要件も満たしていない。

3 デフォルトフォワーディング (DF) 法

ES が実際に隣接している IS をカレント NIS (Neighbour IS), LSP で ES との隣接関係を報告している IS をデフォルト NIS とよび、区別する。デフォルト NIS は ES の移動にかかわらず、常に LSP で ES の存在を他の IS に報告する。これに対し、カレント NIS は、ES が移動して隣接となったことを ES のデフォルト NIS にだけ報告する。その他の IS からは、ES はデフォルト NIS に隣接しているようにみえるため、NPDU の転送もデフォルト NIS あてに行なわれる。デフォルト NIS は常にカレント NIS を管理しているので、自局あてに送信されてきた NPDU を、カレント NIS あてにフォワードすることが可能となる。

使用する PDU は次の通りである。

エリア内移動通知 — 自局に ES が隣接したことを、カレント NIS がデフォルト NIS に知らせるために使用する。

エリア内移動確認 — 移動通知を受信したデフォルト NIS が、カレント NIS に Ack を送信するために使用する。

エリア内 NPDU 転送 — IS が NPDU を他の IS にフォワードするために使用する。

次に図 1 を用いて DF 法の概要を示す。

- (1) 移動体 A5 が IS A3 の隣接として立ち上がると、A3 は A5 のデフォルト NIS となり、レベル 1 LSP でエリア内の IS に A5 が隣接していることを知らせる。
- (2) A5 が移動して IS A4 の隣接となると、A4 は A5 のカレント NIS となり、A5 のデフォルト NIS である A3 あてに、エリア内移動通知を送信する。A3 は A5 のカレント NIS が A4 であることを知り、その情報を保持しておく。エリア内移動通知に対する Ack としてエリア内移動確認を A4 に送信する。

- (3) この時、他のエリアにあるシステムから A5 あての NPDU が A1 に届いたとする。A1 はレベル 1 LSP で A5 を報告している A3 あてに、NPDU をフォワードする。この NPDU を受信した A3 は、NPDU のあて先を A5 が実際に隣接している A4 にした、エリア内 NPDU 転送を作成して、フォワードし直す。そして A4 において元の NPDU に戻された後 A5 に渡されることになる。

筆者らは、文献 [6] でこのような考えに基づくプロトコルを提案し、従来型の ES、IS との相互運用性や、キャッシュ [7] を用いた効率の向上について議論した。

4 デフォルト問合せ (DQ) 法

DQ 法においても、DF 法と同様、カレント NIS、デフォルト NIS が存在する。

DF 法と同様、カレント NIS は ES の移動により隣接システムが新たに加わった場合、その ES のデフォルト NIS に隣接情報を報告する。デフォルト NIS はカレント NIS からの隣接情報により ES の位置情報を管理するとともに、LSP によりその ES の存在を他の IS に対して常に報告する。

デフォルト NIS およびカレント NIS 以外の IS がエリア内の ES あての NPDU を中継する場合には、その ES のデフォルト NIS に対してカレント NIS の問合せを行ない、その問合せ結果に基づいて NPDU をカレント NIS に送信する。

DQ 法では以下の PDU を使用する。これらのうち、エリア内移動通知、およびエリア内移動確認、エリア内 NPDU 転送の使用法については DF 法と同様である。

エリア内移動通知 — 自局に ES が隣接したことを、カレント NIS がデフォルト NIS に報告するために使用する。

エリア内移動確認 — 移動通知を受信したデフォルト NIS からカレント NIS への Ack として使用する。

カレント NIS アドレス要求 — IS がデフォルト NIS にカレント NIS を問合せるために使用する。

カレント NIS アドレス応答 — カレント NIS アドレス要求に対する応答として使用する。カレント NIS の NET を含む。

エリア内 NPDU 転送 — IS が NPDU を他の IS に
フォワードするために使用する。

次に図 1 を用いて DQ 法の概要を示す。

- (1) 移動体 A5 が IS A3 の隣接として起動すると、A3 は A5 のデフォルト NIS となり、レベル 1 LSP でエリア内の他の IS に A5 が隣接していることを報告する。
- (2) A5 が移動して IS A4 の隣接となると、A4 は A5 のカレント NIS となり、A5 のデフォルト NIS である A3 へてにエリア内移動通知を送信する。A3 は、A5 のカレント NIS が A3 であることを知りその情報を保持しておく。そして、エリア内移動通知に対する Ack としてエリア内移動確認を A4 に送信する。
- (3) この時、他のエリアにあるシステムから A5 へての NPDU が A1 に届いたとする。A1 はレベル 1 LSP で A5 を報告している A3 へてに、カレント NIS アドレス要求を送信する。A3 は自局で保持している情報に従って、カレント NIS が A4 であることをカレント NIS アドレス応答により A1 に通知する。カレント NIS アドレス応答を受信した A1 はカレント NIS である A4 へてに、NPDU をエリア内 NPDU 転送で送信する。カレント NIS である A4 は、受信したエリア内 NPDU 転送から NPDU を取り出し、A5 に送信する。

5 ブロードキャスト問合せ (BQ) 法

BQ 法においても、ES に実際に隣接している IS をカレント NIS とよぶ。IS は自局に隣接する ES の移動を検知しても他の IS にはそれを報告しない。エリア内の ES へての NPDU を受信し、その ES が自局に隣接していない場合には、他のすべての IS に問合せを行なう。問合せを受けた IS は、その ES が自局に隣接しているなら送信元 IS に返事を送信する。それ以外の IS は何もしない。問合せに対する返事を受け取った IS は返事を送信してきたカレント NIS へてに NPDU をフォワードする。

使用する PDU は次の通りである。

カレント NIS アドレス要求 — IS が他の IS に対して
ES のカレント NIS を問合せるために使用する。

カレント NIS アドレス応答 — カレント NIS アドレス
要求に対する応答として使用する。

エリア内 NPDU 転送 — IS が NPDU を他の IS に
フォワードするために使用する。

次に図 1 を用いて BQ 法の概要を示す。

- (1) 移動体 A5 が IS A3 の隣接として起動すると、A3 は A5 のデフォルト NIS となり、レベル 1 LSP でエリア内の他の IS に A5 が隣接していることを報告する。
- (2) A5 が移動して IS A4 の隣接となると、A4 は A5 のカレント NIS となる。このとき、A4 は DF 法、DQ 法の場合のように他の IS に対する移動体情報の通知は行なわない。
- (3) この時、他のエリアにあるシステムから A5 へての NPDU が A1 に届いたとする。A1 はエリア内の他のすべての IS へてに、カレント NIS アドレス要求を送信する。これに対し、A4 が、カレント NIS アドレス応答により自局が A5 に隣接していることを通知する。カレント NIS アドレス応答を受信した A1 はカレント NIS である A4 へてに、NPDU をエリア内 NPDU 転送で送信する。カレント NIS である A4 は、受信したエリア内 NPDU 転送から NPDU を取り出し、A5 に送信する。

6 評価

6.1 トラヒック

エリア内の移動体に対する前述の三手法および IS-IS プロトコルのトラヒック量の比較を行なう。ネットワークパラメタを次のようにおく。

C : 回線数

H : 平均 IS 間距離

N : IS 数

d : データパケットのパケットサイズの平均値

c : 移動に伴う制御パケットのパケットサイズの
平均値

	IS-IS	DF	DQ	BQ
通信時	Hd	$2Hd$	$2Hc + Hd$	$(N+1)Hc + Hd$
移動時	$2Cc$	$2Hc$	$2Hc$	0
$T/H\lambda c$	$2pk + l$	$2k + 2l$	$2k + l + 2$	$l + N + 1$

表 1: トラヒック量比較

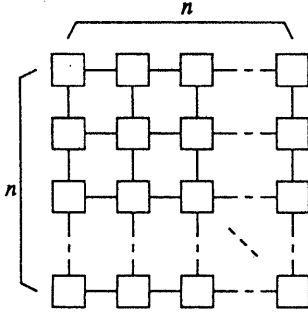


図 2: 格子状ネットワーク

λ : エリア内における通信頻度

μ : 移動頻度

$p: C/H$

$k: \mu/\lambda$

$l: d/c$

表 1 は、各手法による通信および移動ごとのトラヒック (パケットホップ数 $\times$ パケットサイズ) と、トラヒック量 (単位時間当たりのトラヒックの総量 $/H\lambda c$) を表す。ただし、IS-IS 間の通信はカウントしていない。また、IS-IS プロトコルの LSP の最小送信時間間隔に関する制限も考慮しない。

ここで、図 2 で示すような格子状に接続されたネットワークを考える。このとき、

$$N = n^2,$$

$$C = 2n(n-1),$$

$$H = \frac{2(n-1)(n+1)}{3n}.$$

となる。ここで、 λ, μ はともに N に比例すると仮定する。平均パケット量 ($l = 1$ としたときのトラヒック量 $/\lambda$) は

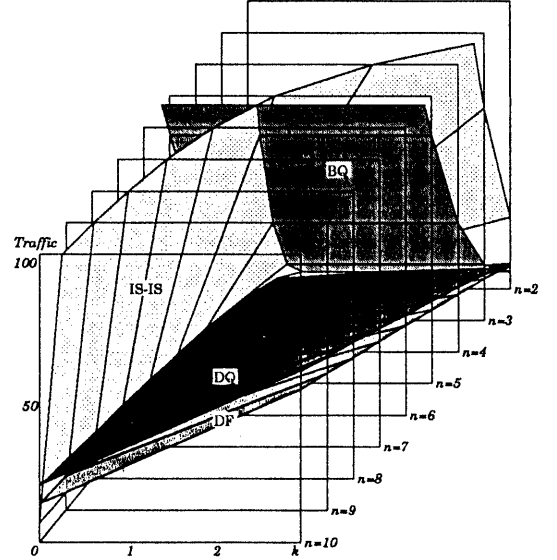


図 3: 格子状ネットワークにおける平均パケット量比較

$$\text{IS-IS} : \frac{2(n-1)(6kn^2 + n + 1)}{3n} \sim O(n^2)$$

$$\text{BQ} : \frac{2(n-1)(n+1)(n^2 + 2)}{3n} \sim O(n^3)$$

$$\text{DF} : \frac{4(k+1)(n-1)(n+1)}{3n} \sim O(n)$$

$$\text{DQ} : \frac{2(2k+3)(n-1)(n+1)}{3n} \sim O(n)$$

となる。図 3 は、横軸に k と n をとり、各手法による平均パケット量を縦軸として表したグラフである。以上のことより、スケーラビリティの観点からは、DQ 法、DF 法がすぐれており、さらにこれらはネットワークで使われている平均データパケットサイズによって使い分けられるのが良いと思われる。ただし、BQ 法のトラヒック量のオーダーに関しては、個別アドレスを用いて問合せをブロードキャストしているため $O(n^3)$ となっているが、効率的なグループアドレスとそのマルチキャスト手法が利用できる際には $O(n^2)$ まで改善できる。

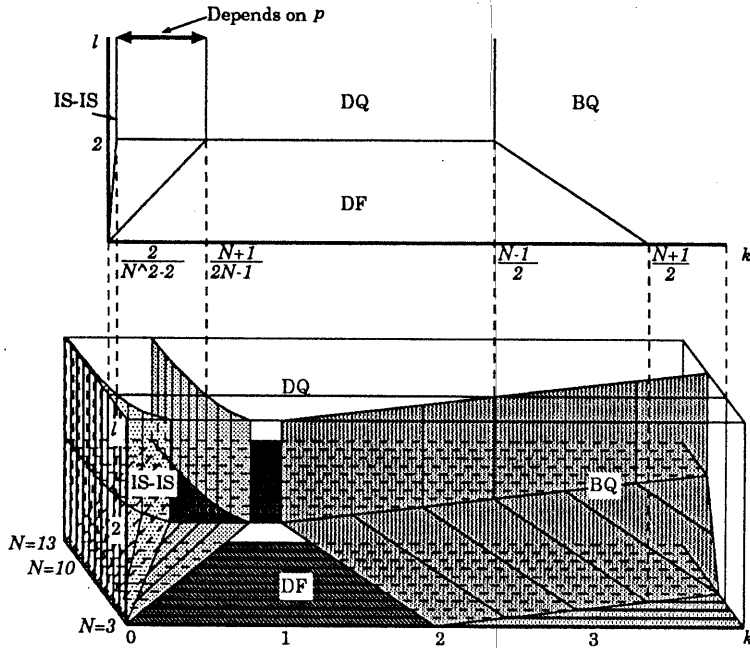


図 4: トラフィック量の観点からの最適手法

図 4 は、一般的なネットワークにおいて、表 1 に基づき、 k, l, N に対してトラフィック量の観点から最適な手法の領域区分を表したものである。IS-IS プロトコルと DF 法、および DQ 法の境界は、 p の値に応じて左右に移動する。ここで、直線連鎖型グラフのとき、

$$C = N - 1, H = \frac{(N-1)(N+1)}{3N}$$

となり、 C 最小、 H 最大となる。完全グラフのとき、

$$C = \frac{N(N-1)}{2}, H = \frac{N-1}{N}$$

となり、 C 最大、 H 最小となる。以上のことから、 p の値の最小値、最大値は各々、

$$\frac{3N}{N+1}, \frac{N^2}{2}$$

となる。したがって IS-IS プロトコルと DF 法、DQ 法の境界の k 座標の最小値、最大値は各々、

$$\frac{2}{N^2-2}, \frac{N+1}{2N-1}$$

となる。この図から、 N, k, l, p の値によって、四手法のいずれもが有効でありうることがわかる。

現実的には、 $k \ll 1$ の場合が通常であると考えられ、特殊な状況以外においては BQ 法は有効ではない。IS-IS プロトコルについては、IS 間の結合が密になるほど

移動に弱い。また、上位層およびアプリケーションの動作する状況においては、 $l > 2$ は通常成立する条件であると考えられ、DF 法、DQ 法の使い分けに関しては、トラフィック量の観点から DQ 法が一般的な用途に向いていると考えられる。

BQ 法は小規模ネットワークにおいてデータ通信が少なく移動が頻繁な場合に有効である。文献 [2] では、IP ネットワーク上で BQ 法と同様のブロードキャスト問合せをベースとする手法が提案されており、ES による移動体情報のキャッシングなどを用いて効率を高めており、小規模ネットワークにおける有用性を指摘している。

6.2 オーバーヘッド

前節のトラフィックに関する議論から、IS-IS プロトコルと BQ 法は、移動体サポートという意味で特殊な場合においてのみ有効であることが示されたので、ここでは DQ 法と DF 法に関してのみ、考察を行なう。両者を比べると、以下のような理由により、オーバーヘッドの観点からは DF 法の方が良いと思われる。

- (1) DQ法においてESの位置問合せを行なっている間はデータパケットは問合せを行なっているIS内に滞留する。ISのバッファサイズが小さい場合や、データトラフィックが多い場合などにはISにかかるオーバーヘッドが大きくなる。DF法においてはデータパケットは受信後即座にデフォルトNISにフォワードされるため、このようなことはない。
- (2) DQ法の方がPDUの種類が多く、プロトコルシーケンスも複雑である。
- (3) DQ法の方が通信時に送信されるパケット数が多く、ISにおけるヘッダ解析などを含めたパケット処理量が増える。

7 おわりに

本稿では、OSIエリア内での移動体を効率よくサポートする上で、IS間プロトコルによる解決、エリア独立性という二つの要件を抽出し、これらの要件を満たすプロトコルとして三つの手法を提案した。さらに、IS-ISプロトコルを含めた四手法を、トラフィック量、スケーラビリティ、オーバーヘッドなどの観点から比較した。その結果、これら四つの手法は、ネットワーク内のシステムの移動頻度、通信量、通信パケットのサイズなどの運用上の諸条件によって有効に使い分けが可能であることを示した。

今後は、DQ法、BQ法に関して、さらに詳細な検討を行なう必要がある。特に、従来機器との相互接続性と広域移動プロトコルとの相互運用性については重要な検討課題であると考えられる。また、移動体情報のキャッシングを行なうことで、ルーティング効率が向上できると考えられる。実装を行なうことによってさらに詳細な評価を行い、四手法の使い分けに関するより具体的な指針を示す必要がある。

謝辞

末筆ながら、本研究に対して貴重な御助言をいただいたシャープ(株)技術本部情報技術研究所大崎幹雄所長、千葉徹第1研究部長、宇野裕史主任に深謝の意を表す。また、本研究の機会を与えて下さったシャープ(株)技術本部河田亨副本部長に深く感謝する。

参考文献

- [1] Carlberg, K. G.: *A Routing Architecture That Supports Mobile End Systems*, Proc. MILCOM (1992).
- [2] Ioannidis, J., Duchamp, D. and Maguire Jr., G.Q.: *IP-based Protocols for Mobile Internetworking*, Proc. ACM-SIGCOMM (1991).
- [3] ISO : 8473 Information Processing Systems - Data Communications - Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service (1988).
- [4] ISO : 9542 Information Processing Systems - Telecommunications and Information Exchange between Systems - End System to Intermediate System Routeing Exchange Protocol for Use in Conjunction with the Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service (ISO 8473) (1988).
- [5] ISO : 10589 Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Intermediate System to Intermediate System Intra-Domain Routeing Information Exchange Protocol for Use in Conjunction with the Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service (ISO 8473) (1992).
- [6] 田中理恵子, 塚本昌彦: エリア内エンドシステム移動のためのOSIベースのルーティングプロトコル, 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 (1993).
- [7] Teraoka, F., Yokote, Y. and Tokoro, M.: *A Network Architecture Providing Host Migration Transparency*, Proc. ACM-SIGCOMM (1991).
- [8] 塚本昌彦, 田中理恵子: デフォルトアドレスと寿命値パラメータを用いた広域移動体通信のためのルーティングプロトコル, 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 58-3 (1992).
- [9] Wada, H., Yozawa, T., Ohnishi, T., and Tanaka, Y.: *Mobile Computing Environment Based on Internet Packet Forwarding*, 1993 Winter USENIX (1993).
- [10] 横川典子, 村井純, 寺岡文男: インタネットにおけるCLNPの利用, 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 (1993).