

DCNAにおけるエンドツーエンドのデータ転送方式

森野和好 田部幹雄 佐藤 健 武田浩一 井出政司
(横須賀通研) (日本電気) (日立製作所) (富士通) (沖電気工業)

1. まえがき

ディジタルデータ交換網(DDX:パケット交換および回線交換)のサービス開始以来、通信網の利用技術が高度化している。

データ通信網アーキテクチャ(DCNA)では、その開発当初から、DDX網と計算機・端末等との間で通信機能の適正な機能配分を図り、DDX網の有効利用を可能とすること、及び公衆通信回線を用いたネットワークと専用線を利用したネットワークの双方に同種のプロトコルを適用可能とすることを開発目標(1)に含め、1980年3月までに、段階的に、データ転送のためのプロトコル(2)等を定めることによって、これらの目標を達成した。

この前後から、国際標準化機構(ISO)での解放型システム間相互接続(OSI)の標準化に進展がみられるとともに、国際電信電話諮問委員会(CCITT)においてパケット交換網のインタフェースに関する勧告X.25の改定やディジタル総合サービス網(ISDN)に関する標準化の開始などがあった。

DCNAでは、このような国際標準化動向に対処するとともに、高位プロトコルへの製品開発からの要求事項に対処(3)した。前者については、個々の通信網の特性を最大限に利用することを目標に加え、データ転送機能を拡張した。

本稿では、OSIネットワーク層およびOSIトランスポート層に対応するDCNAでの機能拡張の考え方と拡張機能の概要を述べる。

2. OSIネットワーク層対応の機能拡張

OSI基本参照モデル(4)では、通信回線の制御から業務に依存する通信機能までが、表1に示す七つの層に階層化されている。2.では、エンドツーエンドのデータ転送の前提となるネットワーク層について検討する。

2.1 ネットワーク層関係の主な概念

ネットワーク層の構造は、当然のことながら、パケット交換網、回線交換網、電話網または専用線等の通信網と関係する。ネットワーク層の構造を検討する場合、これらの個々の通信網の特性にとらわれず、それぞれを一つの塊、すなわち「サブネットワーク」としてモデル化すると、その取扱いが便利である。例えば端末-電話網-計算機-パケット交換網-計算機から構成されるネットワークは、図1のように表すことができる。

ネットワーク層は、その層の機能を実行することにより、トランスポート層に「ネットワークサービス」を提供する。このサービスを提供するために、ネット

表1 OSI参照モデルの七つの層

層の名称	役割
第7層(高位) 応用層	管理用および利用者向きの応用プロトコルを実行し、利用者間の通信を可能とする。
第6層 プレゼンテーション層	構造を持つデータの入力・授受・表示を行い、応用プロトコルに共通の情報表現形式に関する機能を実現する。
第5層 セッション層	会話を構成し、同期をとり、また、データ交換を管理するための手段を提供する。
第4層 トランスポート層	経路選択や中継機能に関与せず、終端間のデータの透過的な両方向同時転送機能を提供する。
第3層 ネットワーク層	一つ又は複数の通信網を介して中継を行い、利用者が存在するシステム間のデータ転送を行う。
第2層 データリンク層	隣接するシステム間のデータ転送を行い、伝送誤りの制御を行う。
第1層(低位) 物理層	物理コネクションを活性化・維持・非活性化し、ビット伝送のための機械的・電氣的な制御を行う。

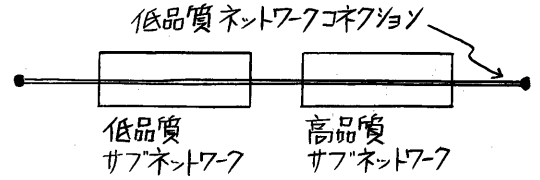
ワーク層は、異なる装置の同一層の通信相手との間に論理的な接続関係、すなわち「コネクション」を確立してデータを転送する。この場合、ネットワーク層は一連のデータ単位の順序等を意識する。他方、コネクションを用いず、データ単位間の関係を必ずしも保存しないでデータを転送する場合もある。この方式は、コネクションレス型データ伝送(CDT)と呼ばれている(5)。

ところで、複数のサブネットワークをタンデムに接続する場合に、各サブネットワークの終端でサービス品質が異なる場合がある。このような場合のサブネットワーク相互接続の方法として、図2に示す二つの方法が考えられる(4)。一つの方法は、複数のサブネットワークをそのまま相互接続する方法であり、得られるネットワークサービスの品質は、低品質サブネットワークの品質よりも高くなることはない。他の方法は低品質サブネットワークの品質を高めてサブネットワークを相互接続する方法であり、高品質サブネットワークの品質とほぼ同等のネットワークサービス品質を得ることができる。

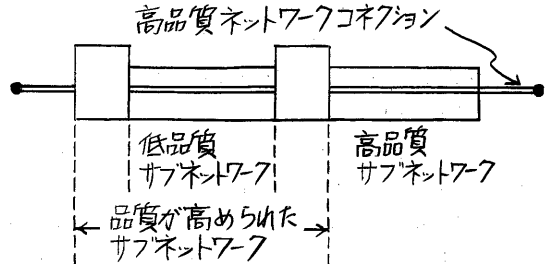
2.2 ネットワーク層の構成

サブネットワークの概念に基づけば、ネットワーク層の機能は、次の三つの機能群(図3参照)に分類することができる。

- (a) サブネットワークアクセス機能
- (b) サブネットワーク依存調整機能
- (c) サービス均一化・中継・経路選択機能



(a) そのまま相互接続する方法



(b) 品質を高めて相互接続する方法

図2 サブネットワークの相互接続

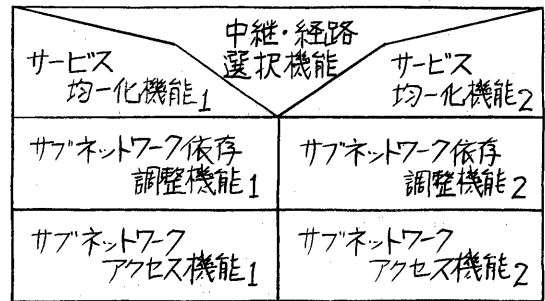


図3 ネットワーク層の構成

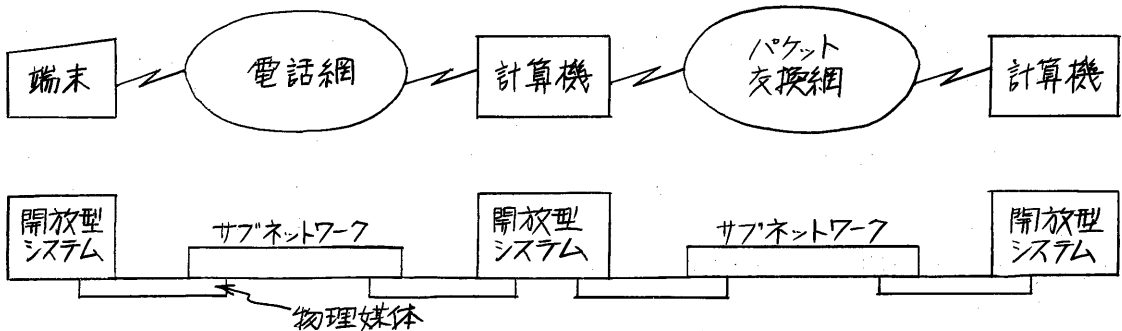


図1 サブネットワークを用いたモデル化

サブネットワークアクセス機能は、特定のサブネットワークと直接インタフェースをとる機能である。例えば、パケット交換網にアクセスする場合の CCITT 勧告 X. 25 のレベル 3 や、回線交換網にアクセスする場合の CCITT 勧告 X. 21 の呼制御手順が、この機能として位置付けられる。

サブネットワーク依存調整機能は、各サブネットワークの終端でのサービス品質を同程度とするためのものである。この機能は、(a)の提供する機能が不足する場合に機能を追加し、また、(a)の提供する機能がトランスポート層の機能と重複する場合に(a)の機能の一部を隠す。例えば、図1の端末と真中の計算機との間で X. 25 レベル 3 相当の機能を用いることは、(b)が機能を追加する一例である。また、トランスポート層が誤り検出機能を持つときに(b)が(a)からの誤り通知を(c)に引き渡さないことは、(b)が(a)の機能の一部を隠す一例である。

サービス均一化・中継・経路選択機能は(サブネットワークではなく)ネットワークの両端で均一なサービスを提供するとともに、サブネットワーク間の情報の引継ぎ、及び経路を選択するためのアドレス解釈等を行う。例えば、図1において、端末または右側の計算機のアドレスに基づき経路を選択する機能は、この機能の一例である。なお、アドレス情報の転送は(a)(b)(c)のいずれかで行われる。

この構成の問題点は、同一の機能、例えば、X. 25 レベル 3 相当の機能が、使用するサブネットワークによって異なる機能群に属することである。しかし、この構成には、サブネットワーク及びデータリンク層以下から提供されるサービスの品質をトランスポート層の要求に合わせてネットワークサービスの品質を調整できる利点がある。このことは、各サブネットワークから得られるサービス品質を最大限に利用できることを意味し、また、将来のサブネットワークに対しても対応できる可能性が大きいことを示している。

2.3 DCNA の拡張機能

従来の DCNA では、パケット交換網だけをサブネットワークとして扱っていた。具体的には、パケット交換網を特別な「ノード」として定義し、このノードが、物理層からネットワーク層までの機能を持つとし

ていた。

しかしながら、最近の通信網の技術動向をみると、デジタル総合サービス網での通信網の統合化からわかるように、通信網の種類によって異なる扱いをするよりも同一の扱いをする方が、より適切になった。このため、パケット交換網、回線交換網、電話網および専用線等をそれぞれサブネットワークとして扱うことと等価なプロトコル構成とした。

すなわち、ネットワーク層の機能として次の三つを定義し、利用するサブネットワークに応じて表2の組合せを可能とした。

- (1) X. 25 レベル 3 相当機能に終端アドレス転送機能などを追加したもの
- (2) 回線交換網利用時のデータ転送機能
- (3) 複数の専用線を用いたサブネットワークでのデータ転送機能

このうち(1)は、従来の DCNA に、データパケットに対する応答を返送する場所(パケット交換網の入口か、又は宛先のパケット形態端末か)を選択する機能などを新しい X. 25 (1980年版)に基づいて追加したものである。(2)は、上位層のデータ単位を分割し、受信側で組み立てる機能であり、CCITT 勧告 S. 70 に基づいて新たに規定したものである。(3)は、従来からの機能であり、複数の専用線で構成されるサブネットワークのためのコネクションレス型データ転送方式によるサブネットワークアクセス機能と位置付けられる。

表2 DCNAでのネットワークプロトコルの構成

サブネットワーク	(a)	(b)	(c)
パケット交換網	(1)の大部分	--	(1)の一部
回線交換網	呼制御手順	--	(2)
	呼制御手順	(1)の大部分	(1)の一部
電話網	呼制御手順	(1)の大部分	(1)の一部
複数の専用線	(3)	(1)の大部分	(1)の一部
	--	(1)の大部分	(1)の一部
一つの専用線	--	(1)の大部分	(1)の一部

- 備考 1. (a)(b)(c) は 2.2の(a)(b)(c) である。
 2. (1)(2)(3) は 2.3の(1)(2)(3) である。
 3. -- は、バイパスされることを示す。

3. OSIトランスポート層対応の機能拡張

従来のDCNAは、X.25レベル3相当機能の拡張により、エンドツーエンドのデータ転送機能を実現していた。しかし、利用するサブネットワークの種類またはその組合せによっては、発生元から送出されたデータが宛先に届いたことを必ずしも確認できなくなった。このため、また国際標準との整合性を高めるために、エンドツーエンドのデータ転送機能をOSIトランスポート層の規格(6)(7)に基づいて追加することにした。

3.1 OSIトランスポートプロトコルの機能

OSIトランスポートプロトコルの動作は、三つのフェーズ、すなわち、確立フェーズ、データ転送フェーズ及び解放フェーズに区切られる。

確立フェーズと解放フェーズでは、トランスポートコネクションがトランスポートサービス利用者間に確立され、これがデータ転送終了などに解放される。複数のトランスポートコネクション(TC)を支援するために一つのネットワークコネクション(NC)を使用することができる(送信側の機能を多重化といい、受信側の機能を逆多重化という。図4(a)参照)。また、一つのTCを支援するために複数のNCを使用することもできる(送信側の機能を分流といい、受信側の機能を合流をいう。図4(b)参照)。

データ転送フェーズでは、上位層から受け取ったトランスポートサービスデータ単位(TSDU)を必要に応じて分割し、これにトランスポートプロトコル制御情報(TPCI)を付加することによるトランスポートプロトコルデータ単位(TPDU)の作成、転送および受信側での逆の操作によるトランスポートサービスデータ単位の上

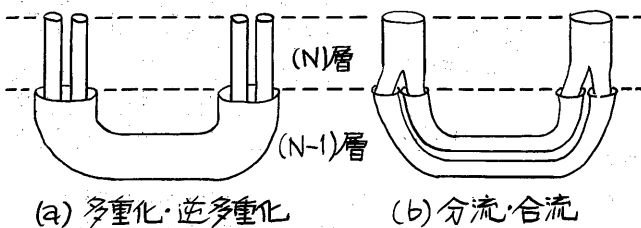
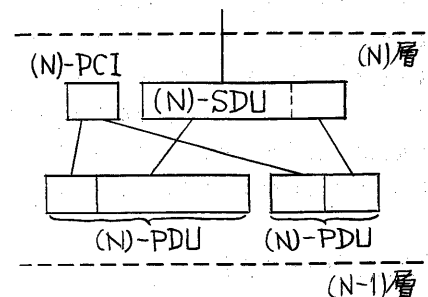


図4 コネクションの相互関係

表3 OSIトランスポートプロトコルの主な機能

項目	機能概要
TCの確立	通信相手とプロトコルクラスなどについて折衝し、利用者間にトランスポートコネクション(TC)を確立する。
TCの多重化・逆多重化	複数のTCを一つのネットワークコネクション(NC)に多重化・逆多重化する。
TCの分流・合流	一つのTCを複数のNCに分流し、合流する。
TCの解放	TCを解放する。NCの解放をもってTCの解放とみなす場合と、プロトコル制御情報のやりとりによって解放する場合とがある。
TPDUへの分割と組立	トランスポートサービスデータ単位(TSDU)を複数のトランスポートプロトコルデータ単位(TPDU)に分割し、組み立てる。
TPDUの転送	番号を付して、TPDUを転送する。番号は、7ビットの場合と31ビットの場合とがある。また、普通TPDUと優先TPDUとがある。
フロー制御	受信確認通知なしに転送できるTPDU数をTC確立時などに定め、これに基づいてTC上の普通TPDUの流量を制御する。
TPDUの再送順序制御	受信確認通知のタイムアウトによってTPDUを再送する。受信TPDUの順序を並べ変える。



備考 SDU: サービスデータ単位
PCI: プロトコル制御情報
PDU: プロトコルデータ単位

図5 データ単位

位層への引渡しが行われる(図5参照)。また、トランスポートプロトコルデータ単位の番号付け、フロー制御などが行われ得る。

OSIトランスポートプロトコルの主な機能をまとめると、表3のとおりである。

これらの機能の選択は、利用するネットワーク接続のサービス品質に大きく依存する。その品質は、次の三つのタイプに分類される。

- (A) 許容できる見逃し誤り率と障害通知頻度のもの
- (B) 見逃し誤り率は許容できるが、障害通知頻度は許容できないもの
- (C) 見逃し誤り率が許容できなく、障害が発生しても障害通知がないもの

これらのタイプ及びトランスポート接続の多重化の有無により、表4に示す五つのクラスが定義されている。

表4 OSIトランスポートプロトコルのクラス

クラス	機能概要	NCのサービス品質		
		A	B	C
0	多重化を行わず、データを転送する。CCITT勧告S.70のトランスポートプロトコルと同じ	X		
1	多重化を行わず、データを転送する。ネットワーク層からの障害通知を利用して紛失データを回復する。ネットワーク層の送達確認機能を利用可		X	
2	多重化を行い、データを転送する。	X		
3	多重化を行い、データを転送する。ネットワーク層からの障害通知を利用して紛失データを回復する。		X	
4	多重化および分流を行い、データを転送する。トランスポートプロトコルで紛失データを検出し、回復する。			X

備考 NC: ネットワーク接続

3.2 DCNAの拡張機能

(1) DCNAでの機能の位置

従来のDCNAでは、通信機能を4レベル8層の階層構成としていたが、OSIトランスポートプロトコルの機能を追加するに当たり、その機能の位置を次のとおりとした。

OSIトランスポートプロトコルの機能がDCNAの「トランスポートレベル」の機能とよく調和すること、及び、OSIセッション層の機能がDCNAの「機能制御レベル」の「データユニット制御層」の機能とよく調和することから、OSIトランスポート層の機能を「トランスポートレベル」に位置付けた。更に、2.3で述べたように、DCNAの「トランスポートユニット制御層」と「方路制御層」との機能がOSIネットワーク層の機能とよく調和することから、OSIトランスポート層に対応する「エンドツーエンドトランスポート層」を新設した。

この結論に基づくDCNAの新しい階層構成を図6に示す。

(2) DCNAで規定した機能

DCNAのエンドツーエンドトランスポート層の機

機能制御レベル	応用機能層	応用層
	システム機能層	
	基本属性処理層	プレゼンテーション層
トランスポートレベル	データユニット制御層	セッション層
	エンドツーエンドトランスポート層	トランスポート層
	トランスポートユニット制御層	ネットワーク層
方路制御層		
	データリンクレベル	データリンク層
	物理レベル	物理層

(DCNAでの用語)

(OSIでの用語)

図6 DCNAの階層構成

能を定めるに当って、OSIトランスポートプロトコルの機能からそのクラスを単位として切り出すこととした。

DCNAを適用するに当り利用する通信網上で、エンドツーエンドトランスポート層は、見逃し誤り率と障害通知頻度が十分小さいネットワークサービスを受けることができ、この品質のネットワークサービスに対応するクラスが0と2であり、また、ISO規格によれば、通信相手がどのクラスを実装していても通信可能とするために必要なクラスは0と2の二つであることなどから、DCNAではクラス0と2に必要な機能を定めた。

4. あとがき

この他に、DCNAでは、複数の通信回線を用いて必要なスループットを得たり（例えば、9.6kbit/sの回線を2回線用いて約19kbit/sのスループットを得たり）、一つの通信回線が障害になった場合に、残りの通信回線でスループットを下げても通信可能とするためのマルチリンク手順を国際標準(8)(9)に基づいて追加した。

今後、国際標準化の進展に合わせて、セッション層以上について従来のDCNAとの関係などを検討する予定である。

謝 辞

本検討を進めるに当って、横須賀電気通信研究所の苗村憲司氏、河岡 司氏をはじめ多くの方々から有益な助言と協力をいただいた。関係各位に心から感謝する。

文 献

- (1) 苗村, 他: データ通信網アーキテクチャ, 研実報 Vol. 27, No. 11 (1978)
- (2) 電電公社編: DCNAデータリンクレベルプロトコル, DCNAトランスポートレベルプロトコル 日本データ通信協会 (1981)
- (3) 高橋他: DCNAにおける高位プロトコルの拡充分散処理システム研究, 18-3 (1983.5)
- (4) ISO/DIS 7498: OSI Basic Reference Model (1982)
- (5) ISO/TC 97/SC 16 N 1406: Working Draft for an Addendum to ISO 7498 Covering CDT (1983.4)
- (6) ISO/DP 8072 Rev.: OSI Transport Service Definition (1983.3)
- (7) Second ISO/DP 8073: OSI Connection Oriented Transport Protocol Specification (1983.3)
- (8) ISO/DIS 7478: Multilink Procedures (1981)
- (9) CCITT Recommendation X.75: Terminal and Transit Call Control Procedures and Data Transfer System on International Circuits between Packet-switched Data Networks (1980)