4. デリバリーシステムから見た DAVIC

川 島 正 久[†], 前 田 洋 一^{††}

1. ま え が き

本稿では、DAVIC 1.0 仕様のデリバリーシステム（ネットワーク）関連部分を示し、DAVIC 1.0 システムの特長を述べる。まず2章でシステム参照モデル、3章、4章で技術仕様を示す。5章でDSM-CC U-Nプロトコルおよびシステム動作手順を述べ、6章でシステムを実現する網形態の例を示す。7章でまとめを述べる。

2. システム参照モデル

2.1 DAVIC システム参照モデル

DAVIC のシステム参照モデルを図1に示す。システム全体はサービス提供者であるサーバ、サービスのユーザである STB (Set-Top-Box) とそれらの間でサ

ービス情報を仲介、配信するデリバリーシステムの3つから構成される。

デリバリーシステムは、ATM スイッチ/クロスコネクタ網によるコア網と個々のユーザへ情報の分配をするアクセス網に区分される。

2.2 インタフェース参照点

図1において、DAVIC 1.0 の標準化対象となるインタフェースは A1 (STB と網の間)、A9 (サーバと網の間)、A4 (様々な形態を有するアクセス網と ATM コア網との間) の3つである。

2.3 機能エンティティと情報フロー定義

各コンポーネントが持つ機能エンティティとして、以下のものが定義されている。機能エンティティをシステム参照モデルにマッピングした例を図1に示す。

・PRS: (Primary Service Provision and Accep-

図1 システム参照モデル

[†] NTT ネットワークサービスシステム研究所

^{††} NTT 光ネットワークシステム研究所

“Delivery System Aspects of DAVIC” by Masahisa Kawashima (NTT Network Service Systems Laboratories, Tokyo) and You-ichi Maeda (NTT Optical Network Systems Laboratories, Tokyo)

tance)

主情報送受機能. 具体的には MPEG ストリームのエンコーディング, デコーディング機能や MHEG エンジン等が相当する. サーバの PRS から STB の PRS への片方向の情報フローを S1 と呼ぶ.

• APPS: (Application Service Control)

アプリケーション制御機能. STB・サーバ間で双方向の通信を行い, 主情報の選択, 主情報の送受の制御を行う機能. サーバの APPS と STB の APPS との間の双方向の情報フローを S2 と呼ぶ.

• SES: (Session Control)

セッション制御機能. DAVIC では STB とサーバの間の通信のインスタンス (すなわち, デリバリシステムから見た VOD サービスのインスタンス) をセッションと呼ぶ. セッション制御とは, セッションの確立, 解放やセッションに必要なリソースの制御を示す. セッション制御の詳細は 5 章で説明する. サーバの SES とデリバリシステムの SES の間およびデリバリシステムの SES と STB の SES の間の情報のフロー (セッション制御シグナリング) を S3 と呼ぶ.

• CON: (Connection Control)

コネクション制御. セッションに必要な通信回線の確立, 解放を行う. サーバの CON とデリバリシステムの CON の間およびデリバリシステムの CON と STB の CON の間の情報のフロー (コネクション制御シグナリング) を S4 と呼ぶ. 図 1 に示す配置例以外に, STB の CON をデリバリシステム内部に配置する形態もある. これは STB がコネクション制御シグナリング機能を持たず, デリバリシステムが代理シグナリングを行う形態を表す.

また, 管理情報フローとして S5 が定義されている. これは各コンポーネント (STB, サーバ, デリバリシステム) の状態を管理する管理システムと各コンポーネント間の情報フローを表す.

2.4 デリバリシステムの機能

DAVIC 1.0 の仕様化作業では, デリバリシステムはどのレベルまで機能を提供するのかといった問題が大きなトピックのひとつであった. 例えば, デリバリシステムはナビゲーションまで提供するのか等である. DAVIC 1.0 仕様では, デリバリシステムは STB・サーバ間の相互通信の設定 (セッションの確立) に必要なすべての機能を提供する. ただし, ユーザに高機能なメニュー画面を提供しながら, サーバを選択させるようなナビゲーションはデリバリシステムでなく, サーバの機能と考えられている. 網事業者がナビゲーションを提供する形態は, 網事業者がデリバリ

システムとサーバ (ナビゲーションサーバ) を提供する形態ととらえられる.

3. 物理レイヤ仕様

3.1 コア網インタフェース

ATM によるコア網とアクセス網, サーバのインタフェース (A4, A9) は SDH/SONET ベースの 156/622 Mb/s ATM インタフェースとする. ただしシステムの早期実現の点から, 既存の PDH 網を用いた ATM インタフェースも適用可能である.

3.2 アクセス網インタフェース

(1) アクセス網アーキテクチャ

STB とアクセス網との A1 インタフェースは, アクセス網の伝送媒体やアーキテクチャに依存することから, 図 2 に示すアクセス網を想定している. A1 インタフェースを提供する NT (網終端) には, 媒体接続のみで伝送方式の変換がないパッシブ NT と, アクセス網固有の伝送属性を NT で吸収しユーザ宅内網に適したインタフェースを提供するアクティブ NT がある.

ADSL/VDSL アクセス網は, 局からユーザまで既設の電話加入者メタルペア線を利用する. FTTC アクセス網は, ユーザ宅近隣まで光ファイバを敷設し, ユーザへの引込線に既設メタルペア線または同軸ケーブルを利用する. アクティブ NT アクセス網は

図 2 アクセス網アーキテクチャ構成例

表 1 A1 インタフェース種別と属性

属性 A1 種別	媒体	伝送 方式	対称性	適用距離 (参考値)	伝送容量 (b/s) 下り 上り	変調方式	データ 誤り制御	適用アクセス網 アーキテクチャ
(1)	UTP	ベース バンド 伝送	非 対 称	1500 m 以上 (300 ~ 1500 m)	$\frac{7M}{640k}$	DMT (16CAP?)	リード ソロモン	ADSL (VDSL)
(2)				300 m 以下	$\frac{52M/26M/13M}{19/1.6M}$	16 CAP QPSK		FTTC
(3)	ファイバ	ベース バンド 伝送	対 称	100 m 以下	$\frac{25.6M}{25.6M}$	NRZI (4B5B)	HEC のみ	アクティブ NT (FTTH)
(4)				1.5 km 以下	$\frac{156M}{156M}$	NRZI		
(5)	同軸	パス バンド 伝送	非 対 称	300 m 以下	$\frac{30M \times n}{(64QAM \text{ の場合})}$ $\frac{1.5M/256k}{1.5M/256k}$	$\frac{16/64/}{256QAM}$ QPSK	リード ソロモン	HFC
(6)	エアー			—	$30M \times n$	QPSK		衛星

UTP : Unshield Twisted Pair cable
DMT : Discrete Multi Tone
QAM : Quadrature Amplitude Modulation
HEC : Header Error Control

CAP : Carrierless Amplitude modulation/Phase modulation
QPSK : Quaternary Phase Shift Keying
NRZI : Non-Return to Zero Inversion

FTTH に代表される形態で、アクセス網構成に独立なユーザ網に適した伝送媒体を利用する。HFC アクセス網は、既存の CATV 用同軸ケーブルを利用する。衛星アクセス網は、サービス提供者からの下り主情報を衛星を介して分配する。

(2) A1 インタフェース

A1 インタフェースは、伝送媒体、伝送方式、伝送容量の上り下りの対称性等の属性により特徴付けられるが、種別の最少化を図るために、同じ属性のインタフェースに複数の手段を持たないことを原則としている。表 1 に A1 インタフェースの種別と属性を示す。それぞれのインタフェースは以下の名称で分類される。

- (a) ベースバンド非対称 UTP (中/長距離) 型¹⁾
- (b) ベースバンド非対称 UTP (短距離) 型
- (c) ベースバンド対称 UTP 型²⁾
- (d) ベースバンド対称ファイバ型³⁾
- (e) パスバンド非対称同軸ケーブル型
- (f) パスバンド非対称周波数型⁴⁾

ベースバンド型は主情報である MPEG-TS (Transport Stream) パケットを ATM セルに乗せてディジタルベースバンド伝送し、パスバンド型は直接 MPEG-TS パケットを周波数変調して伝送することの特徴としている。これらインタフェースのうち

DAVIC で新たに規定したものは、FTTC 用の (b) と HFC 用の (e) であり、その他は ITU, ATM Forum 等の仕様を採用したものであるが、属性毎に 1 種類に仕様を統一した点に価値がある。

4. ハイヤ・ミッドレイヤプロトコル仕様

物理レイヤより上位のプロトコルはハイヤ・ミッドレイヤプロトコルと呼ばれる。物理レイヤの仕様は各アクセス網の形態毎に記述されるのに対し、ハイヤ・ミッドレイヤプロトコルは各情報フロー毎に記述される。

4.1 S1 フロープロトコル

S1 フロー(主情報)のプロトコルを図 3 に示す。MPEG-2 TS⁵⁾ レイヤは TS パケットと呼ばれる 188

図 3 S1 フロープロトコルスタック

DSM-CC U-U	DSM-CC Download Control	DSM-CC Normal Play Time & Stream Event
OMG CDR		
OMG UNO		
TCP	TCP	encapsulated into MPEG2 section [9] and transmitted through S1
IP		
AAL5		
ATM		
Physical Layer		

図 4 S2 フロープロトコルスタック

バイト長の packets を単位として情報を多重化し、MPEG TS を生成する。MPEG-2 プライベートセクションは ATM 通信における AAL 3/4/5 に相当し、MPEG TS を用いたデータフレームの伝達機能を提供する。これによりファイル情報 (DSM-CC Download の Data 等) の転送が可能となる。MPEG-2 PSI (Program Specific Info.) は TS 内を流れる MPEG プログラムの多重化構造と網依存の情報 (周波数チャンネル等) を受信側に伝達する。

アクセス網がベースバンド型の場合、MPEG TS はシングルプログラムストリームとなり、ATM Forum の AMSIA 1.0⁶⁾ に従い、2 個の TS パケットが 1 つの AAL 5⁷⁾ PDU にマッピングされる。

アクセス網がパスバンド型の場合、TS パケットを直接物理レイヤのフレームにマッピングする。この場合、デリバリーシステムはサーバ側から ATM により送られてきた MPEG TS を再多重し、マルチプログラムの MPEG TS を STB 側へ送出する。この時 A1 参照点では AAL レイヤ、ATM レイヤは用いられない。

4.2 S2 フロープロトコル

S2 フローのプロトコルスタックを図 4 に示す。デリバリーシステムは ATM レイヤまでを終端し、上位レイヤについては透過的な転送を提供する。

なお UNO⁸⁾、CDR は OMG で規定している RPC 仕様である。また DSM-CC U-U⁹⁾ はビデオデータベースへのアクセスコマンドであり、ディレクトリー参照機能やビデオ再生制御機能を提供する (サーバの頁に詳しいので、ここでは説明しない)。DSM-CC Download Control は DSM-CC で規定されているファイル転送プロトコルの転送制御メッセージを示す。NPT、Stream Event は DSM-CC で規定されている現在のビデオストリームの状態を表す情報である。

4.3 S3 フロープロトコル

S3 フローのプロトコルスタックを図 5 に示す。STB 側の伝達プロトコルには UDP/IP、サーバ側に

DSM-CC U-N
TCP (for Server) or UDP (for STU)
IP
AAL5
ATM
Physical Layer

図 5 S3 フロープロトコルスタック

Q.2931
Q.SAAL (UNI) [11]
ATM
Physical Layer

図 6 S4 フロープロトコルスタック

SNMP
UDP
IP
AAL5
ATM
Physical Layer

図 7 S5 フロープロトコルスタック

は TCP/IP を用いる。DSM-CC U-N⁹⁾ は VOD 用セッション制御プロトコルである (詳細は 5 章で説明)。

4.4 S4 フロープロトコル

S4 フローのプロトコルスタックを図 6 に示す。DAVIC 1.0 では、DSS 2 と呼ばれる B-ISDN 用呼/コネクション制御 UNI シグナリング仕様のうち、Q.2931¹⁰⁾ のみを必須とする。ただし、呼設定時に GIT と呼ばれる識別子を伝達する機能が通常の Q.2931 機能に加え必須となる。

STB がシグナリング機能を持たない場合、A1 インタフェースではこのスタックは不要となる。

4.5 S5 フロープロトコル

S5 フローの A1、A9 におけるプロトコルスタックを図 7 に示す。SNMP¹²⁾ を用いる。

5. デリバリーシステムの動作

5.1 セッション制御プロトコル：DSM-CC U-N

セッションとは STB とサーバの間の通信のインスタンス (個々の実体) であり、デリバリーシステムから見える VOD サービスのインスタンスとも解釈できる。DAVIC 1.0 では、セッション制御用に DSM-CC U-N と呼ばれるプロトコルが採用された。理由は以下の通りである。

表 2 DSM-CC U-N で定義可能なリソースの例

タイプ名	説明
Atm Connection	ATM 網における VC (主に PVC)
Mpeg Program	MPEG のプログラム番号および PMT
Physical Channel	HFC 網における周波数チャンネル
TS Downstream Bandwidth	下りの TS の帯域
Atm Connection Notify	Q. 2931 により設定された SVC
IP	TCP/UDP の種別およびソケットアドレス
Shared Resource	使用中のリソースを別の目的で共用する場合に用いる。

表 3 DSM-CC U-N で用いる用語

用語	説明
sessionId	各セッションに対して割り当てる ID
clientId	各 STU に対して割り当てる ID
serverId	各サーバに対して割り当てる ID
resourceNum	各リソースに対し割り当てる番号
associationTag	同じ情報を転送するために用いる複数のリソースに対し共通的に割り当てる番号
uuData	メッセージに記入されるが網は内容を確認せず透過的にユーザ間を転送するデータ

- (1) アクセス網形態は多様にあるが、STB がどのようなアクセス網につながっていても、サーバとの接続（セッション）を要求する信号方式は統一したい。DSM-CC U-N はメッセージの伝達プロトコルとして特定のものを仮定していないので、これを実現し易い。
- (2) 異なる形態の網に接続されたサーバと STB の相互接続を実現する必要がある。DSM-CC U-N では様々な網における情報伝送手段（ATM における VC や HFC 網における MPEG プログラム番号等）をリソースとして定義し、セッションで使うことが可能となる。またサーバ、STB は互いに相手が使用しているリソースを認識する必要がない。これらの特長は相互接続の課題を解決する。DSM-CC U-N において定義することが可能なリソースの例を表 2 に示す。

以降の説明で用いる DSM-CC U-N で定義されている用語を表 3 に示す。clientId, serverId のフォーマットは E. 164 形式の NSAP¹³⁾ に従う。sessionId は

図 8 リソースの関係例

図 9 セッション設定時の手順

STB に対しユニークに割り当てられた 6 バイトのアドレス (MAC アドレス等) と STB がユニークにそのセッションに対して割り当てる 4 バイトから成る。resourceNum はセッション内においてユニークとなるように割り当てる。DAVIC ではサーバ側のリソースについては、サーバが resourceNum を割り当てる。associationTag は STB・サーバのエンドエンドで共有される。リソース、resourceNum, associationTag の関係例を図 8 に示す。

5.2 セッション確立時の手順とシステム動作

システム動作の例としてセッション確立の手順を以下に記す (図 9 参照)。以下では DSM-CC U-N のメッセージを斜字体で記す。また以下の略記を用いる：

Req = Request, *Ind* = Indication, *Resp* = Response, *Conf* = Confirm, *Cli* = Client, *Ser* = Server, *Sess* = Session, *Res* = Resource.

- (1) まず STB がデリバリーシステムに対し *CliSess SetupReq* を送り、sessionId, serverId を通知する。この際 uuData として要求するサービスを示す情報とユーザプロフィールを

メッセージに記入する。

- (2) デリバリーシステムは通知された *serverId* に相当するサーバに対し *SerSessSetupInd* を送り、*sessionId*、STB の *clientId* および Request メッセージ中の *uuData* を伝達する。
- (3) サーバは *uuData* の情報からセッション受付の可否とセッションに必要なリソースを判断する。例として、MPEG プログラムの伝送が必要で、サーバは ATM 網で SVC を設定してこれを送出するとする。この場合、サーバは次に S4 のプロトコルを用い SVC を設定する。SVC の着呼側の NW アドレスは通知された *clientId* から判断する。また、設定される SVC に対し *resourceNum* を割り当て、発呼メッセージに GIT として *sessionId* と *resourceNum* を記入する。
- (4) SVC の設定を確認したら、サーバはデリバリーシステムに対し *SerAddResReq* を送り、追加するリソースのリスト (*resourceNum*, *associationTag* を含む) を通知する。例では MPEG Program, TS Downstream, *AtmSvcConnecion* がリソースのリストとなる。
- (5) デリバリーシステムはリソースのリストを基に必要な STB 側のリソースを判断し、割り当てる。例として、アクセス網が HFC 網であるとする、MPEG Program, TS Downstream, Physical Channel が必要となる。リソースを割り当てたら、返事を OK とし *SerAddResConf* をサーバに送り返す。
- (6) サーバは *SerSessSetupResp* をデリバリーシステムに送る。この際 *uuData* に Object Reference と呼ばれる構造体を記入する。
- (7) デリバリーシステムは STB に *CliSessSetupConf* を送る。この際、メッセージに STB 側のリソースのリスト (*resourceNum*, *associationTag* を含む) と *SerSessSetupResp* 中の *uuData* を記入する。
- (8) STB は *CliSessSetupConf* 中のリソースのリストを確認する。また *uuData* フィールド中の Object Reference を以降の STB-Server の相互通信での RPC メッセージの生成に用いる。

6. システム実現の網形態例

機能エンティティの配備の観点から DAVIC 1.0 を実現する網形態の例を図 10 に示す。実現形態 (Physical Instance) 1 は HFC の例である。STB のコネクシ

図 10 DAVIC 1.0 の実現形態

ョン制御機能 (CON) を ATM 網と同軸網との接続部分 (IWU: Interworking Unit) に配置し、IWU が STB の代わりにシグナリングを行い、ATM コネクションを終端する。実現形態 2 は STB が CON を備え、シグナリングを行うエンドエンド SVC ATM の例である。実現形態 3 では STB はシグナリング機能を持たないが、ATM により情報を送受する。STB の CON は網内に配備し、網が STB の代わりにシグナリングを行う。設定された VC の VPI, VCI はセッション制御シグナリング (S3 フロー) を用いて STB に伝達される。形態 4 は ATM 網が VP/PVC の固定接続機能しか持たない場合の実現シナリオである。網内のセッション制御を行う装置と端末との間を VP または PVC で接続する。セッション制御装置は必要に応じて STB 側の VP/PVC とサーバ側の VP/PVC を接続し、セルのルーティングを行う。形態 4 を簡単にしたものとして、サーバと網のセッション制御機能を物理的に同居させ、サーバと STB との間を固定的に接続する例がある。

7. む す び

DAVIC 1.0 のデリバリーシステム関連の仕様を述べた。DAVIC 1.0 の大きな特長は、アクセス網の形態やさまざまな機能の配備例を認めながらも、サービ

スレレベルでの(サーバ, STU のアプリケーションの間の)システムの動作, シグナリングを統一し, 相互接続性を実現していることである。PVC/VP ベースの ATM 網を用いた形態も包含されており, VOD サービスの早期実現を可能にする。

サービスマネージメント仕様は DAVIC 1.0 では規定されてなく, DAVIC 1.1 に向けた重要課題と考えられる。また, サーバとコンテンツ提供者との間の情報配送プロトコルも課題である。

DAVIC 1.0 システムを更に発展させるための研究課題として, セッション制御プロトコルの汎用化, 広域化が挙げられる。現在のセッション制御プロトコルは網形態に非依存であるが, VOD サービスに特化されている。これを双方向の通信や N 対 N の通信に対応させることが望まれる。

関連技術仕様 (一部のみ記述)

1. ANSI, "ADSL metallic interface" T 1. 413
2. ATM Forum, "ATM Physical Medium Interfaces for 25. 6 Mb/s over Twisted Pair", 94-1008 R 5
3. ITU-T, "B-ISDN UNI Physical Layer", Rec I. 432
4. ETSI, "Digital Broadcasting systems for television, sound and data services", ETSI 300421
5. ISO/IEC, "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Systems", IS 13818-1
6. ATM Forum, "Audiovisual Multimedia Ser-

vices: Video on Demand Specification 1. 0"

7. ITU-T, "B-ISDN ATM AAL specification", Rec. I. 363-5
8. OMG, "Common Object Request Broker Architecture Universal Network Object"
9. ISO/IEC, "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Digital Storage Media Command and Control", DIS 13818-6
10. ITU-T, "B-ISDN DSS 2 UNI layer 3 specification for basic call/connection control", Rec. Q. 2931
11. ITU-T, Rec. Q. 2100, Q. 2110, Q. 2130
12. IETF, SNMP, RFC-1157
13. ATM Forum, "UNI 3.1 Specification"

(1995 年 12 月 25 日受付)

かわしま まさひさ
川島 正久 1989 年, 早稲田大学通信学科卒業。1991 年, 同修士課程修了, 1994 年, 同博士後期課程修了。1991 年~1992 年, Bellcore 訪問研究員。1994 年, NTT 入社。在学中は動画像の符号化, ATM 伝送の研究に従事。現在はマルチメディア通信のための伝達技術, 網制御方式の研究に従事。

まえだ よういち
前田 洋一 1980 年, 静岡大大学院修士課程修了。同年, NTT 横須賀電気通信研究所入所。以来, 加入者回路, MTDM, ATM リンク, 低速専用線, 光加入者システムの研究開発および標準化に従事。1988 年より 1 年間, BTRL 交換研究員。現在, NTT 光ネットワークシステム研究所主幹研究員。