

Title	家電的多メディアネットワークシステムのための 機器制御に関する研究
Author(s)	谷口, 雅幸
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1344
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

家電的マルチメディアネットワークシステムのための 機器制御に関する研究

指導教官 丹 康雄 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム学専攻

谷口 雅幸

2000 年 2 月 15 日

要 旨

本論文では、家電機器と計算機システムが混在するマルチメディアネットワークシステムにおいて、計算機システムが家電機器であるかのように扱うことが可能となるためのシステムを設計する。計算機中心のマルチメディアネットワークシステムに、家電機器である DV 機器等が接続された際には、異なる制御体系や概念の整合を図らなくてはならない。

本研究では、計算機システムとして VOD (Video on Demand) サーバを、家電機器としては DV 機器を想定し、それらが混在するマルチメディアネットワークシステムにおいて、DV 機器から VOD のサービスが利用可能となるようなシステムの設計を行う。

現在、インターネット上での VOD サービスとして、動画コンテンツのストリーミング配信が注目されている。VOD のようなユーザーからの操作が可能な、いわゆるオンデマンド型のサービスでは、動画の配信と制御とが別々のプロトコル体系を持ち、制御に関しては RTSP 等の独自のプロトコルが用意されている。家電機器においても、AV 家電による編集作業といったことを行う際に、IEEE1394 AV/C (AV Control) といった制御コマンドを用いて機器の制御が行われている。家電機器から VOD サーバの制御を行うには、これらの制御コマンドの変換を行わなくてはならない。また、このような制御コマンドの変換をネットワーク上に設置した際や、ネットワークシステムの状況によっては、制御信号を伝送する通信路と動画を配信する通信路に異なる通信路を用意することが望ましい。

以上のような点に注目し、本学で稼働中の JAIST VideoLAN 上で家電機器から VOD のサービスが利用可能となるために、サービス開始から終了までを一つのセッションとし、その際用いられるコネクションの管理を行ったり、制御コマンドの変換を行う、VOD 制御・管理サーバの提案を行う。リソースの管理には、セッション制御プロトコルとして定義されている DSM-CC U-N の管理体系を用いている。制御コマンドの変換には、DV 機器の制御コマンドである、AV/C コマンドを対応する RTSP コマンドに変換を行う。

さらに、制御コマンド変換部分についてのシミュレーションを行っている。制御コマンドの送信には、規定されている AV/C コマンドを全て装備した PC を用意し、VOD サーバとしては、RTSP 対応のサーバを用意した。ユーザーインタフェースには、VCR と同様の GUI を用意し、PC を制御コマンド送信可能な AV 家電であるとみ立て、AV/C コマンドの送信を行っている。送信された AV/C コマンドは、変換を行う PC で受信され、そのコマンドに対応する RTSP コマンドに変換され、VOD サーバに対して再送信される。

目次

1	はじめに	1
1.1	本研究の背景と目的	1
1.2	本論文の構成	2
2	機器制御の要件と現状	4
3	VOD における機器制御	6
3.1	VOD (Video on Demand)	6
3.2	VOD の標準化	6
3.2.1	DAVIC による標準化	7
3.2.2	IETF による標準化	10
3.3	セッション制御・オンデマンド制御プロトコル	11
3.3.1	セッション制御機能	12
3.3.2	オンデマンド制御機能	14
3.3.3	DSM-CC (DAVIC)	14
3.3.4	RTSP (IETF)	17
3.3.5	DSM-CC U-U と RTSP	18
4	AV 家電における機器制御	21
4.1	編集端子	21
4.2	制御コマンドセット	22
4.3	IEEE1394 を用いた機器制御	22
4.3.1	DV 機器による編集	24
4.3.2	1394 トポロジ	24
4.3.3	1394 アドレッシング	25
4.3.4	1394 トランザクション	28

5	AV 家電からの計算機サービスの利用	30
5.1	家電的マルチメディアネットワークシステム	30
5.2	仮想 DV 機器	30
5.3	AV 家電インタフェースの利用	31
5.4	計算機サービスの利用	32
5.4.1	機能マッピング	32
6	シミュレーション	34
6.1	AV/C コマンドの送信	36
6.2	AV/C コマンドの受信	39
6.3	AV/C コマンドの変換	39
7	JAIST VideoLAN 上での実現	44
7.1	JAIST VideoLAN	44
7.2	実装形態	46
7.3	VOD 制御・管理サーバ	48
7.3.1	セッション管理	50
7.3.2	セッションメッセージの変換	53
8	まとめ	54
9	今後の課題	55
9.1	家電的なサービス提供	55
9.2	民生用 DV 機器を用いた実装	56
9.3	マルチメディアネットワークの世界観	57
A	制御コマンド送信・変換プログラム	61

第 1 章

はじめに

1.1 本研究の背景と目的

近年の計算機ネットワーク技術の発展により、ネットワーク上で動画データや音声データのやり取りが可能となり、それらを扱うマルチメディアアプリケーションが広く利用されるようになってきている。一方、家電製品においても AV 機器を中心にデジタル化が進んでいる。こうした背景のもと、計算機システムと家電製品とが共存できる環境が整いつつある。また、IEEE1394[6] といったインタフェースの出現は、単なる個々の機器のデジタル化だけではなく、機器相互の連携、ネットワークの確立という考えが導入される素地となり、家電製品等を用いたネットワーク形成のための機器接続仕様標準についても話が進められている。しかしながら、両者のネットワーク間の整合性は十分には図られていないのが実状である。

計算機中心のマルチメディアネットワークシステムに家電製品である DV 機器等の接続を考えた際には、異なる機器制御体系の整合、またアプリケーション利用の際の制御体系の変換も行わなくてはならない。

本研究の目的は、計算機システムと家電機器が混在するマルチメディアネットワークにおいて、家電機器から計算機システムのサービスが利用可能となるような機器やアプリケーションの制御体系を構築することである。

特に、家電機器としては DV 機器を、計算機システムとしては VOD¹サーバに注目し、現在本学で稼働している JAISTVideoLAN[1] に適応可能なシステム形態を設計する。これによりユーザーは、DV 機器のインタフェースを用いて VOD サーバのサービスが利用可能となる。

¹Video on Demand

1.2 本論文の構成

本論文は次のように構成されている。

第 1 章では本研究の背景と目的および本論文の構成について述べる。

家電の世界と計算機の世界が相互接続される環境が整いつつある今日、計算機システムの家電機器からの利用の意義と、対象とするシステムについて述べる。

第 2 章では現在注目されているアプリケーションにおける機器制御について述べる。

家電機器で利用される機器制御と、計算機システムで注目を浴びているアプリケーションで用いられる機器制御についての現状を説明する。

第 3 章では VOD での標準化と機器制御について述べる。

計算機ネットワークシステムにおける、VOD サービスの標準化について述べ、それらの機器制御等に用いられるプロトコルについて詳しく説明する。

第 4 章では家電機器における機器制御について述べる。

家電の世界における機器制御、特に AV 機器の接続による編集機能の利用の際に用いられる編集端子や、プロトコルについて説明する。

第 5 章では家電機器からの計算機システムの利用について述べる。

AV 家電から計算機システムの利用の際に実現される、家電的マルチメディアネットワークシステムや、仮想 DV 機器について説明する。

第 6 章では制御コマンド送信・変換のシミュレーションを行う。

システム全体の中の制御コマンド変換の部分に注目し、制御コマンド送信、変換、再送信を行うシステムを説明する。

第 7 章では JAIST VideoLAN での適応例を述べる。

家電的マルチメディアネットワークシステムの JAIST VideoLAN 上での実現へ向けてのシステム設計を行う。その際の、セッションメッセージの変換、制御コマンドの変換などについて詳しく説明する。

第 8, 9 章では本論文のまとめと今後の課題について述べる。

本研究における成果と問題点についてまとめる。また、今後改善を行っていかなくてはならない課題について述べている。

第 2 章

機器制御の要件と現状

近年の計算機システムの性能や、ネットワーク技術の向上などにより、ネットワーク上で様々なサービスを提供することが可能となってきた。中でも、クライアント側でデータを蓄積することなく、受け取ったデータをリアルタイムに処理する伝達方式である、ストリーミングの技術が脚光を浴びている。さらに、インタラクティブ性を付加した、つまり、ユーザーからの操作が可能なオンデマンド型のサービスが注目されている。

ストリーミングで提供されるコンテンツは現在極めて幅広いジャンルにわたっているが、最近では動画を含むものが多くなってきており、VOD サービスとして注目されている。現時点でインターネットを利用し、動画のストリーミング配信を可能としているフォーマットの主なものとして以下のようなものが挙げられる。

- RealVideo
- QTS (QuickTime 4)
- ASF (Advanced Streaming Format)

この他にも多くの配信フォーマットが存在するが、これらのフォーマットでエンコードされたストリームデータを再生するためには、現状ではそれぞれのフォーマットをサポートした専用プレイヤーが必要である。しかしながら、それらのプレイヤーに共通しているのは、ユーザーインターフェースとして VCR¹と同様の GUI を提供している点である。つまり、このようなサービスにおいて、ユーザーがオンデマンドで行う操作自体は、VCR を扱うことと同様ということである。

一方家電製品においては、これまでも AV 機器を中心に LANC 端子等の編集端子を用いて機器の接続が行われ、リニア編集等といったかたちで機器の制御が行われてきた。近

¹Video Cassette Recorder

年では、IEEE1394 の登場により IEEE1394 インタフェースを装備した機器も増えており、単なる機器同士の接続だけでなく、家電機器によるネットワークの形成をも促している。

IEEE1394 の登場は、計算機と家電との相互接続も急速に進められている。制御に用いられるコマンド体系、そしてそれに用いられるインタフェースが似ているもの同士が同一のネットワークに存在し、相互利用される。このとき、計算機と家電との垣根はより低いものとなるであろう。

第 3 章

VOD における機器制御

本研究では、家電機器から利用する、マルチメディアを扱う計算機システムのアプリケーションとして、VOD(Video on Demand) システムのサービスを想定している。ここでは代表的な VOD システムを取り上げ、そのシステムの解説を行い、それらの中で特に機器制御に用いられるプロトコルについて注目する。

3.1 VOD (Video on Demand)

まず、本論文で用いる “Video on Demand” という用語について定義を明確にしておく。ここでいう “Video” とは「デジタル符号化された映像情報 = デジタル映像」のことで、高精細テレビ品質から現行のテレビジョン品質、TV 電話品質、さらに低品質のコマ送り映像まで、幅広いものを対象としている。つまり、映像情報をデジタル圧縮する際の圧縮比率に応じて、様々な品質の「デジタル映像」が存在する。

また “on Demand” とは、ビデオ情報の受け手である視聴者が、そのビデオの送り手である計算機システム等の映像情報・設備に対して、何らかのコマンドをネットワーク経由で送る手段を有し、これによりそのビデオの送受信、再生状態を視聴者が対話的にコントロールできることをいう。つまり、視聴者が、送られるビデオ情報を個々に勝手に操作できることを指す。

3.2 VOD の標準化

VOD システムについては、開発に先立つ世界レベルでの標準化作業に対する産業界のニーズには高いものがあり、国際標準化機関での議論が活発に行われている。VOD シス

テムの標準化については、大きく以下の2つに分かれて議論されている。

- テレビジョン系ビデオオンデマンド
- インターネット系ビデオオンデマンド

「テレビジョン系」は、デジタルCATV等で実現されるテレビジョン品質のVODシステムであり、「インターネット系」は、パソコンとインターネットにより実現されるようなVODシステムである。将来的にこれらの2つのシステムは、サービスでもシステムでも融合するという議論も一部でされているが、現在までも産業的に、技術的にこれら2つのシステムは別の道を歩んできており、今の時点で統一的に扱おうとするのは無理があると思われる。

ここでは、今後のVODシステムの方向性を決定づけるであろう2つの標準化団体によるシステム、「テレビジョン系」としてDAVIC[10]によるシステムを、「インターネット系」としてIETFによるシステムをそれぞれとりあげる。

3.2.1 DAVIC による標準化

DAVIC (Digital Audio-Visual Council) は、1994年夏に発足し、テレビジョン品質のデジタル映像圧縮符号化MPEG-2のネットワーク応用システムを対象に、技術標準の策定を進めた国際標準化組織の1つである。

DAVICによるVODシステムは、大きく以下の3つの基本要素によって構成されている。

- Server - コンテンツを提供するサーバ
- STU (Set Top Unit) - 利用者がコンテンツを見るためのクライアント (DAVICではSTB¹の機能を提供する論理的な構成要素をSTUと呼んでいる)
- Delivery System - コンテンツや制御情報を届けるネットワーク

DAVICでは以上3つの基本要素のなかで4種類の情報の流れを定義している。(図3.1)

S1: Application Data Flow 主に下り (ビデオサーバ → STU) で転送される映像データそのものの流れ。映像の圧縮フォーマットとしてMPEG2-TS (Transport Stream) が採用されている。

S2: Application Control Flow 主に上り (STU → ビデオサーバ) における、動画再生制御、検索・ナビゲーション制御を実現する。

¹Set Top Box

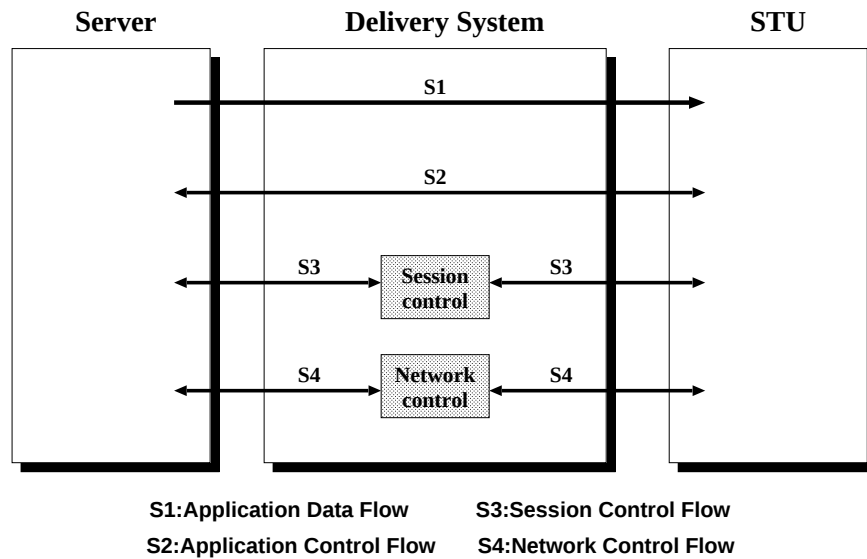


図 3.1: DAVIC における情報の流れ

S3: Session Control Flow ビデオサーバと STU との間のセッション制御。

S4: Network Control Flow ビデオサーバと STU との間のコネクション制御、シグナリング制御。

VOD サービス利用時における DAVIC の代表的なプロトコルスタックは図 3.2 のように表される。DAVIC 独自の仕様は、MPEG での検討結果をベースに規約化した DSM-CC のみである。DAVIC としては、個々のプロトコルの規約化よりは、VOD というアプリケーションに対して、システムの体系化に基づき垂直的な統合化を図った（システムアーキテクチャとしてプロトコルスタックを規約化した）点が大きな成果と言える。

1. 物理レイヤ

ネットワークに関しては、DAVIC は基幹網として ATM、アクセス網として有線系の xDSL (ADSL, VDSL など)、FTTB/FTTC、HFC、FTTH、および無線系の MMDS/LMDS、衛星通信などの多様なネットワークを想定している。さらに、ホームネットワークについても、広帯域でマルチメディア通信を可能にする IEEE1394 を推奨している。

2. DSM-CC (Digital Storage Media-Command and Control)

S1	S2	S3	S4
MPEG-TS	MHEG5		ITU-T Q.2931
	DSM-CC UU	DSM-CC UN	
	OMG IDL		
	TCP	TCP/UDP	Q.2130
	IP		Q.2110
AAL5			
ATM			

図 3.2: DAVIC における VOD プロトコル概要

ISO IS 13818-6 (MPEG Part6) として仕様化され、DSM-CC U-N (User-to-Network) と DSM-CC U-U (User-to-User) の二つのプロトコルから構成されている。DSM-CC UN の基本機能は、セッションの設定・解放制御であり、DSM-CC U-U の基本機能は、利用者が再生ビデオを見ながらリモコン操作をするときの各操作に対応するビデオストリーム再生制御である。また、汎用の分散オブジェクト管理システムである CORBA (Common Object Request Broker Architecture) を利用することを前提とし、プロトコルとしては、そのインターネット対応版に相当する IIOP (Inter-Internet ORB Protocol) を用いる。

3. MHEG

MHEG の実装規約である MHEG5 は、ISO IEC 13522-5 として仕様化されており、インタラクティブアプリケーションのためのマルチメディア情報の符号化と、その表示 (プレゼンテーション) に関する位置、サイズ、タイミングなどを制御するプロトコルの規約である。

S1 や S2 のフローで通信されるすべてのマルチメディア情報は、MHEG5 によって符号化された MHEG5 オブジェクトとして STU に到達し、STU

では MHEG5 オブジェクトを解釈して実行することにより、サーバに蓄えられていたマルチメディアシナリオを実行します。また、MHEG5 からスクリプトを呼べるインタフェースが設けられていますが、スクリプト言語として Java が採用されています。

4. コンテンツフォーマット

W3C における検討をベースに個々のメディアごとの符号化方式(フォーマット)が規定されている。特に圧縮映像については、MPEG-2 Video(制約付き MPEG-1 Video を含む)を規定している。

3.2.2 IETF による標準化

インターネット上でのマルチメディア通信の研究は 1980 年代初頭から欧米の大学や研究機関を中心に活発に進められてきており、数多くの性能評価実験を経て、1993 年頃より IETF での規約化が急速に進展している。

IETF でほぼ評価済みの QoS²を考慮したマルチメディア通信プロトコルとしては、RSVP (Resource reSerVation Protocol)、RTP (Real-time Transport Protocol)/ TRCP(Real-time Transport Control Protocol)、RTSP (Real-Time Streaming Protocol) があり、それぞれの機能を表 3.1 に示す。

表 3.1: インターネット系 VOD システムのための主なマルチメディア通信プロトコル

プロトコル	特徴
RSVP	通信帯域やバッファ容量などの資源予約。動画と音声を一定の品質で通信するためには最も重要。
RTP/RTCP	RTP: メッセージのシーケンス番号や時間情報の挿入により、メッセージの順序乱れの防止やメディア間の同期制御を行う。 RTCP: 受信側からメッセージの到達時間やトラフィック状態の通知を行い、送信側での送出制御に利用する。
RTSP	アプリケーションからのビデオ再生制御や動的な品質指定を行う。
SMIL	ハイパーメディアをベースとした遠隔環境でのマルチメディアナビゲーション、プレゼンテーション制御を記述する。

²Quality of Service

図 3.3 にインターネットを利用したマルチメディアオンデマンドサービスのためのプロトコルスタックを、DAVIC で用いられる S1 ~ S4 に対応させる形で示す。

SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) は、機能的に MHEG に相当し、ネットワーク環境でのマルチメディア情報のナビゲーション、プレゼンテーションを制御する。コンテンツの表現力としても、HTML (Hypertext Markup Language) のメタ記述言語である XML (eXtensible Markup Language) と組み合わせることにより、MHEG5 と同等になる。

図 3.2 の DAVID と図 3.3 の IETF の 2 つのプロトコルスタックは、アプリケーションに対しては、画質と音質を除いて機能的にはほぼ同等のサービスを提供する。

S1	S2	S3	S4
	SMIL		
MPEG-TS	RTSP (HTTP/XML)		RSVP
RTP			
UDP	TCP		
IP			
ATM, Ether, CATV, Satellite, IEEE1394, etc.			

図 3.3: IETF における VOD プロトコル概要

3.3 セッション制御・オンデマンド制御プロトコル

VOD における多様な接続形態を実現するために、クライアントとサーバを有機的に接続するためのセッションの管理が必要となる。さらに、VOD システムでは、サーバから提供される動画像や音声のストリームを端末で受信してモニタ上に表示し、コンテンツの閲覧を可能にする機能は基本として、これに加えてユーザ側からのフィードバックをサーバ側に返して、ユーザごとに異なる、個別のサービスを受ける機能が必要となる。このよ

うなユーザ側とサーバ側で対話するような機能をどのような方法で、またどの程度のレベルまで付加するかで各システムの特徴が出てくる。また、この機能をここでは“オンデマンド制御”とよんでいる。

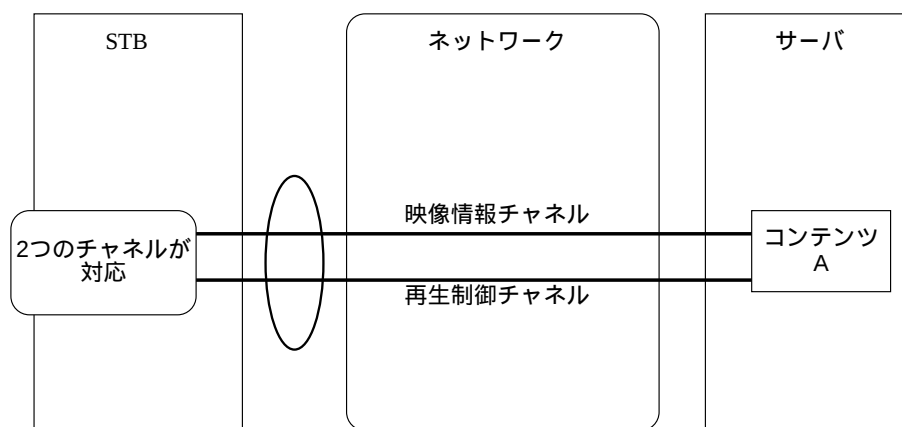
以上の、セッション制御・オンデマンド制御の機能を実現するためのプロトコルとして、DAVIC, IETF ではそれぞれ、DSM-CC, RTSP を用意している。それらのプロトコルの説明を行うとともに、比較を行っていく。

3.3.1 セッション制御機能

VOD システムのためのセッション制御の必要性としては、大きな理由として以下の2つがあげられる。

1. 複数通信回線のグループ化

図 3.4のように、VOD サービスにおいて STB (Set-top Box) が、あるコンテンツを要求 (OPEN) し、サーバが映像情報チャンネル用と再生制御チャンネル用の2本のコネクションを設定したとする。しかし、例えば STB が同時に複数のサーバにアクセスしている場合など、何も制御情報がなければ着信する2本のコネクションが1つのVOD サービスのためであると STB が認識できない場合がある。このため、同じ通信サービスに用いられる複数のコネクションをグループ化する必要がある。



同じ通信サービスに属するコネクションをグループ化する必要がある

図 3.4: コネクション関連付けの必要性

2. 伝達網非依存性の実現

1. のコネクションのグループ化を行う際、さらに以下を実現する必要がある。(図 3.5) 以下の要求条件は、伝達網の違いによらず一つのアプリケーションのために用いられるコネクションを関係付けることであり、伝達網非依存性を実現している。

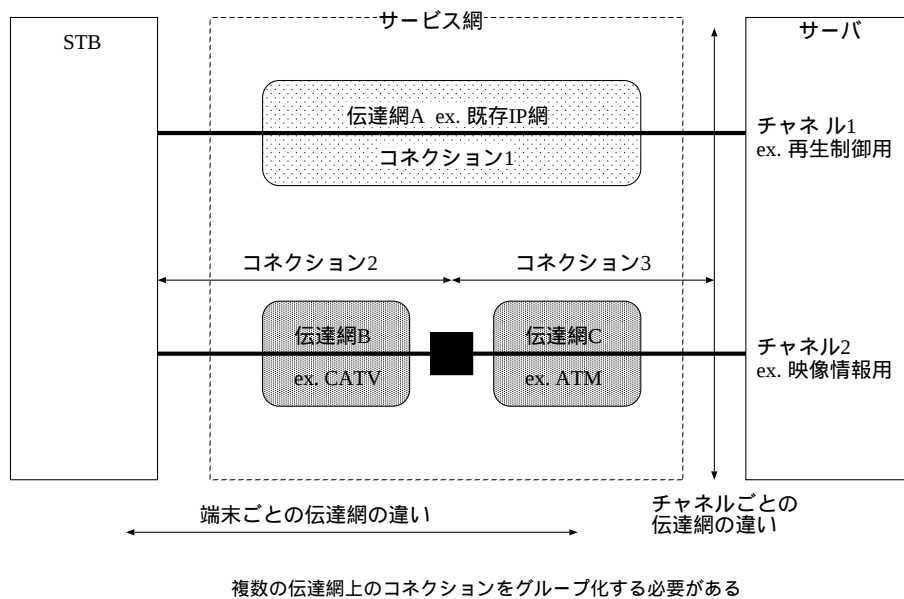


図 3.5: サービス網の伝達網非依存性

(a) チャンネルごとの伝達網の違いへの対応

複数種の伝達網のコネクションを組み合わせることでサービスを実現することがある。例えば、同軸網状の周波数帯域を映像情報チャンネルに用い、IP 網上の TCP コネクションを再生制御チャンネルに用いて VOD を行うことがある。このため様々な伝達網上のコネクションをグループ化できる必要がある。

(b) 端末ごとの伝達網の違いへの対応

MPEG 映像情報は、MPEG-TS パケットを基本転送単位として様々な伝達網をまたがって配信することが可能である。この特徴を生かし、異なる伝達網をまたがる、より広域な映像配信システムを実現することが望まれる。これを実現するには、同じ機能のチャンネルについてでも、STB とサーバで異なる伝達網のコネクションを使用することも可能として、コネクションをグループ化する必要がある。

以上のような理由によりセッション制御は、伝達網とサービス網とを論理的に分離し、様々な伝達網におけるリソース（コネクションを含む）をグループ化して管理しながらサービスを実現する、サービス網上の通信制御技術である。

3.3.2 オンデマンド制御機能

オンデマンド制御の具体的な中身としては以下のようなものがあげられる。

1. コンテンツやサービスの選択（ディレクトリ機能）

サーバ側が提供しているコンテンツ（番組）や、サービスに関する情報を得て、特定の番組やサービスを選択する機能。サーバからはコンテンツやサービスに関する情報が一覧リストのような形でユーザに送られ、またユーザからは選択したコンテンツの識別子（ID）がサーバに送られる。

2. ストリーム再生状態のコントロール（ストリーム制御）

映像音声ストリームの再生状態を利用者の好みで操作する機能。操作の種類には「再生開始」、「ジャンプ」、「一時停止」、「終了」、「再開」、「録画」など、様々なものが考えられる。いわゆる、ビデオデッキの操作に相当する機能。

3. コンテンツやサービスの実行に伴う必要なデータの要求（ファイル制御、ダウンロード制御）

コンテンツやサービスの実行に必要なソフトウェアやグラフィックス、静止画、テキスト情報、蓄積音源といった非ストリーム型データ郡をサーバから持ってくる機能。プログラムファイル中のある位置から、ある量のデータを読む（ファイル制御）操作や、プログラムの格納されたファイル全体をサーバからクライアントに転送する（ダウンロード制御）等の操作を行い、アプリケーションの実行を遂行する。

3.3.3 DSM-CC (DAVIC)

DAVIC におけるセッション制御やオンデマンド制御は、それぞれ以下のプリミティブで実現される。

- DSM-CC U-N (User-Network)

- DSM-CC U-U (User-User)

DSM-CC は、デジタル蓄積メディア (DSM: Digital Storage Media) に蓄積された、オーディオ・ビジュアル情報のビットストリームに対する基本的な制御機能や操作方法を与えることに特化したプロトコルである。この DSM-CC は、OSI 参照モデルの上位層つまりトランスポート層とアプリケーション層との間に位置するプロトコルである。また、DSM-CC は次の意味で透過的 (Transparent) であることを前提としている。

- 使用される DSM と独立であること
- DSM がローカルかリモートかに依らず独立であること
- DSM-CC インタフェースが下位の通信プロトコルと独立であること
- DSM-CC は DSM が動作する種々の OS とは無関係であること

(1) DSM-CC U-N

DSM-CC U-N プロトコルによるセッション制御方式の特徴を以下に述べる。

1. システム参照モデル

図 3.6 に示す通り、セッション制御に関わるエンティティとして、クライアント (STB)、SRM (Session and Resource Manager, ネットワーク)、サーバが定義される。プロトコルのメッセージはクライアントと SRM の間、SRM とサーバとの間で交換される。プロトコルを通じて「セッション」の設定、解放、「リソース」の追加、削除が行われる。

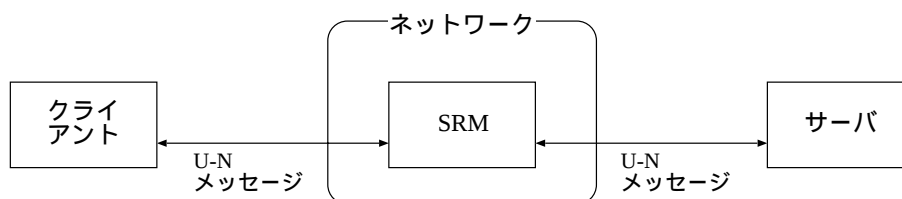


図 3.6: DSM-CC U-N システム参照モデル

2. セッション

STB がサーバへのアクセスを開始してからアクセスを終了するまでを 1 つと数えるサービス単位をセッションと呼ぶ。

セッションの設定は、STB がまず SRM に対してセッション要求を行い、SRM がこの要求をサーバに通知することにより行われる。(図 3.7) 各セッションには一意に識別するための識別子 (セッション ID) が割り当てられる。

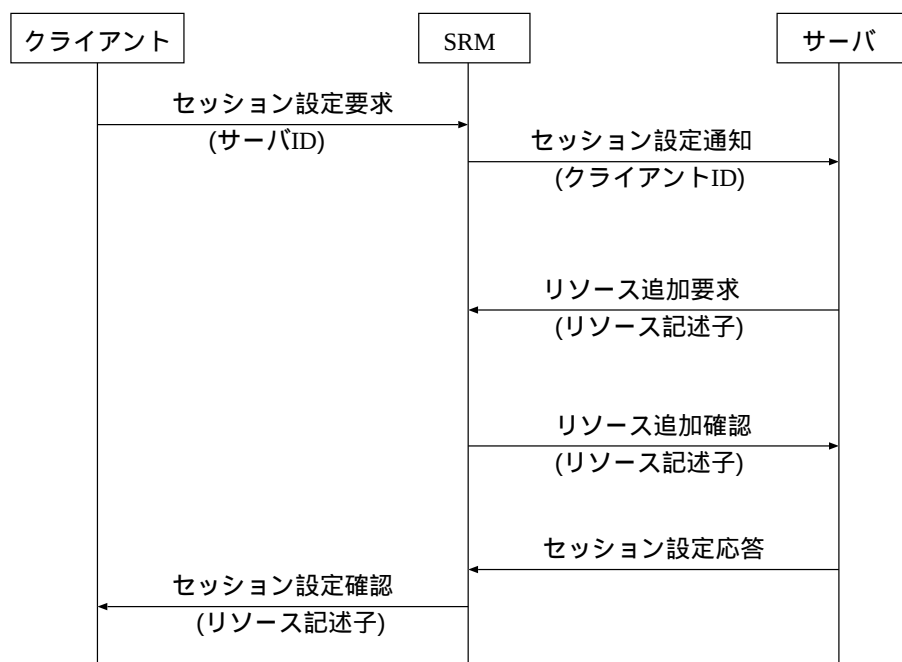


図 3.7: セッション設定手順

3. リソース

1 つのセッションの中で使用される通信回線等をリソースと呼ぶ。サーバまたは SRM により、サービスに応じて必要な数だけのリソースがセッションに追加される。各リソースには一意に識別するための識別子 (リソース ID) が割り当てられる。さらに、あるリソースとあるリソースは映像情報チャネルのためにしようする等といった、セッションにおける役割が定義される。

リソースに関する重要な特徴としては以下のような点があり、先に取り上げた「伝達網非依存性」を実現している。

(a) リソース記述子

リソース追加要求メッセージには、リソース記述子と呼ばれる記述子が含まれ、追加されるリソースの属性がリソース記述子により表現される。ATM の VC (Virtual Channel)、MPEG ストリーム中の MPEG プログラム、TCP/IP コネ

クッション等が表現できるように様々な種類のリソース記述子が定義されており、様々な伝達技術のデータストリーム（コネクション）をセッションに追加することが可能である。

(b) リソースビューの独立性

「リソースビューの独立性」は DSM-CC U-N の最大の特徴と言ってもよい。リソースは必ずしもサーバと STB の両側で共用されるものではない。むしろ多くのリソースは、サーバ、STB の片側のみにおいて使用される。エンドエンドの情報伝達を行うためのサーバ側のリソースと STB 側のリソースとの関連付けを SRM が行う。SRM がリソースの関連付けの役割を果たすため、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。サーバ、STB それぞれにとってのリソースをまとめたものをリソースビューと呼ぶ。セッションとリソース、リソースビューの関係を図 3.8 に示す。

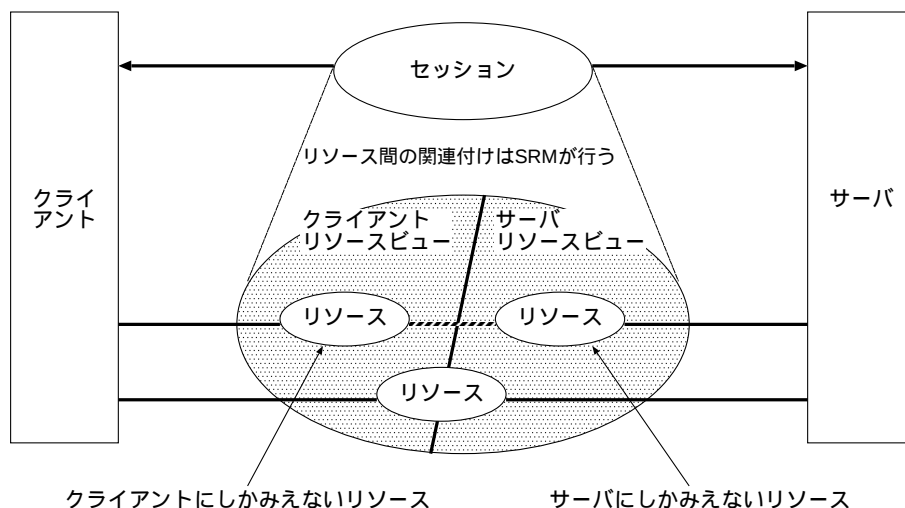


図 3.8: セッションとリソース

3.3.4 RTSP (IETF)

RTSP は、1 つまたは複数の時間同期されたオーディオ、ビデオなどのような連続メディアのストリームを開設し、制御する。RTSP 自体は、連続メディアを送送するものではなく、連続メディア・データの送出を遠隔から制御するものである。つまり、RTSP はマルチメディア・データ送出におけるネットワークを用いたリモートコントロールの機能を持

つプロトコルである。

RTSP を交換するチャンネルには、コネクションの概念が存在せず、サーバは記述子によってラベル付けされたセッションを維持、管理する。RTSP セッションは、TCP コネクションのようなトランスポートレベルのコネクションに結び付けるような方法とはならず、セッション開設中 RTSP クライアントは、リクエストを発行する際に複数の信頼性のあるトランスポートコネクション (TCP など) を接続、切断することができる。また、UDP のようなコネクションレス型のトランスポートプロトコルを使用することもできる。RTSP は、プロトコル表現シンタックスと操作の面で HTTP/1.1 に非常によく似ているが、次の点で HTTP とは異なる側面を持っている。

- サーバとクライアントの双方で状態を維持しなければならない。
- クライアント側からだけではなく、サーバ側からもリクエストを送れる。
- 制御とデータの流れが完全に分離されている。

RTSP において、サーバ・クライアント間でやり取りするメソッドとその内容について、主要なものを表 3.2 に示す。

表 3.2: RTSP メソッドとその内容

メソッド	内容
SETUP	サーバに対して、対象とするストリーム送出用のリソース確保と RTSP セッションの開始を指示する
PLAY, RECORD	SETUP によって確保されたリソースを用いて、メディアデータの送出を開始する
PAUSE	サーバのリソースを解放することなく、一時的にストリームの送出を中止する
TEARDOWN	対象とするストリームに関連付けられたリソースを解放する。これによって RTSP セッションが終了する

3.3.5 DSM-CC U-U と RTSP

表 3.3 では、DSM-CC U-U と RSTP の標準規定範囲を比較している。

この表でも分かるように、DSM-CC はオンデマンド制御全般を、RTSP はオンデマンド制御のうち、ストリーム制御の部分を主に規定しているプロトコルである。また、DSM-CC UU は、サーバに蓄積保持されている映像音声情報へのオンデマンドアクセスのため

表 3.3: オンデマンド制御プロトコルの比較

DSM-CC UU プロトコル (DAVIC)	RTSP プロトコル (IETF)
・サービスゲートウェイ機能 サーバコンピュータへのログイン / ログアウト	・RTSP セッション開始・終了
・ディレクトリ機能 番組、サービス情報の一覧、参照	(規定外) * コンテンツに関する情報は一般的に HTTP 等の手段で得る
・ストリーム制御 「再生開始」、「ジャンプ」、「一時停止」、「終了」、「再開」等の指示	・ストリーム制御 「再生」、「録画」、「一時停止」、「配信先指定」等の指示
・ファイル制御 ファイルの一部読み込み	(規定外)
・ダウンロード制御 ファイルのダウンロード	(規定外)
・蓄積ビデオストリームへのオンデマンドアクセス専用の規格	・実時間映像中継や映像音声会議での蓄積ストリーム利用のための仕様を含む、マルチサービス対応規格
・プロトコルの表現形式はバイナリ形式 (2 進数で表現)	・プロトコルの表現形式はテキストベース (文字データでのみ構成) * HTTP, FTP 等既存インターネット標準に合わせている

の専用規格であるのに対し、RTSP では実時間の中継 (インターネット放送) や、多地点会議での蓄積映像音声コンテンツへのアクセスも同時に可能としているマルチサービス対応規格である点が大きく異なる。

もともとネットワーク経由での高品質映像情報アクセスに新たに必要となる、オンデマンド制御系全般を規定しようとして研究が進められた DSM-CC と、すでに HTTP 等、既存の対話型プロトコルを有するインターネットの世界で、最近になって実時間サービスのために追加規定された RTSP という、生い立ちの違いがここにも現れている。

図 3.9 と図 3.10 に DSM-CC, RTSP それぞれのサーバおよびクライアントシステムにおけるオンデマンドサービス用各種プロトコルとの対応を示す。

この図でも示しているように、インターネット系ビデオオンデマンドシステムでは、WWW (World Wide Web) を介在したオンデマンド制御が通常使われる。

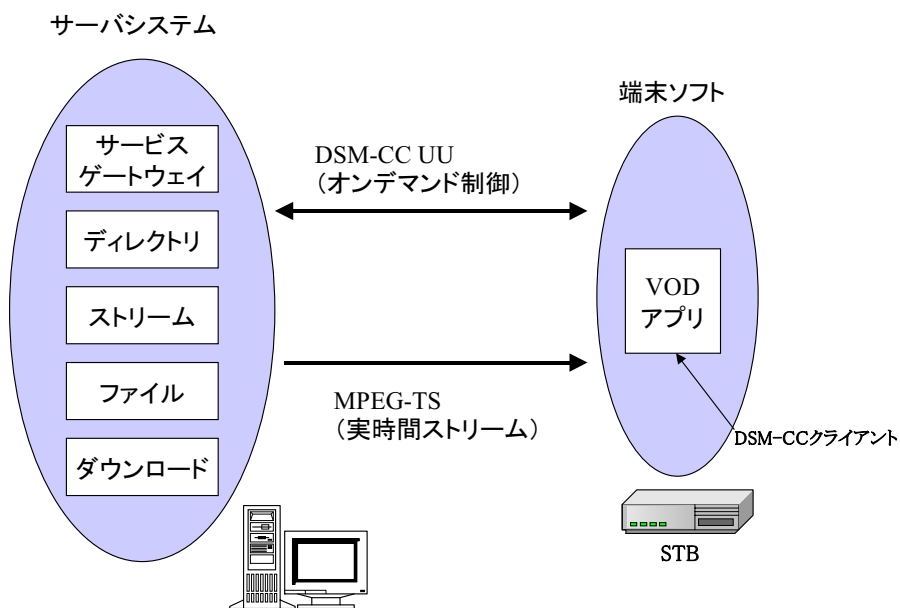


図 3.9: DSM-CC によるオンデマンド制御

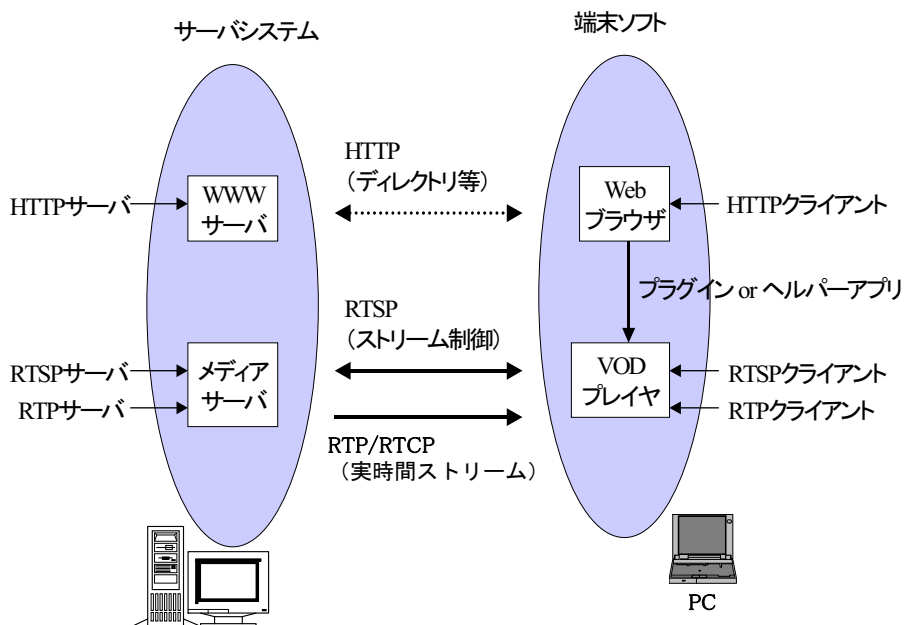


図 3.10: RTSP によるオンデマンド制御

第 4 章

AV 家電における機器制御

ここまでは、計算機の世界において VOD というアプリケーションを実現する際に必要となる制御を中心に目を向けてきた。この章では、計算機の世界から家電の世界に視点を向ける。

家電機器においても、ビデオカメラや VCR (Video Cassette Recorder) などの AV 家電を中心に、相互接続、機器制御といったことが行われている。ここでは、家電機器同士の機器制御における現状と、その際に用いられるプロトコルについて詳しく述べる。

4.1 編集端子

AV 機器同士を接続するためのインタフェースを装備し、AV 編集機能を有する機器を用いることにより、ダビング編集やインサート編集といった編集作業が行われる。つまり、接続された 2 つの機器の録画機側（もしくは再生機側）から再生機側（録画機側）をも操作が可能になる。

現在、機器接続に用いられるインタフェースとしては以下のようなものがあげられる。

- DV 端子（i.link, IEEE1394 端子）
- LANC 端子（8 ミリコントロール端子）
- コントロール E 端子
- コントロール S 端子
- ViSCA 端子

これらは編集端子として多くの民生用 AV 機器に装備されているものである。DV 端子については、編集に使われる機器制御信号だけでなく、映像や音声も同時にやりとりすることが可能であるのに対して、LANC 端子やコントロール E 端子は、制御信号のやり取りのみに用いられ、映像・音声の入出力として他に S 映像端子や、コンポジットビデオ端子等を同時に利用する必要がある。

ここまでの端子が家電機器同士の接続に用いられるのに対して、ViSCA については計算機端末から家電機器を制御するために用いられるものである。また、Vbox と呼ばれる機器を用いることによって、ViSCA 対応のアプリケーションが動作するパソコン等から LANC 端子、あるいはコントロール S 端子を備えている機器の制御が可能である。

4.2 制御コマンドセット

AV 機器において、IEEE1394、ViSCA、コントロール S において機器制御に用いられるコマンドについて述べる。

ViSCA は LANC と電気的にはほぼ同等であり、異なるのはコネクタ形状といった物理的な点だけである。また、コントロール S は、赤外線リモコンと同じ信号を有線で送るものである。

制御コマンドの中でも VCR コマンド、つまりビデオの再生、停止などといったコマンドについてまとめたものが表 4.1 である。この表からも分かるように、IEEE1394 における機器制御コマンドである AV/C[7] (AV Control) コマンドは、他の制御コマンドに比べて多くのコマンドが規定されていることがうかがえる。しかしながら、規定された制御コマンドの全てを装備している機器は現時点では極めて少なく、対応している機器も少ないことから、全てを実装する必要性もそれほど高くはない。そこで、このように多く規定されているコマンドの一部を他の機能として流用する方法が考えられる。(第 5 章参照)

ViSCA、コントロール S では、これらの他に表 4.2 のようなコマンドも規定されている。

4.3 IEEE1394 を用いた機器制御

一般的に編集機能を用いる際には、制御側の機器を“編集モード”に設定する必要がある。この編集モードに入ることによって、被制御側の機器の再生、停止といった操作が可能になる。また編集モードに入るには、以下の条件を満たす必要がある。

- 接続された機器が、VCR (Video Cassette Recorder) であること

表 4.1: VCR コマンドセット

Command Set	AV/C	ViSCA	Control-S
VCR_ModeControl-1	SLOWEST FORWARD	Slow2	x1/10
	SLOW FORWARD 6		
	SLOW FORWARD 5		
	SLOW FORWARD 4		
	SLOW FORWARD 3	Slow1	x1/5
	SLOW FORWARD 2		
	SLOW FORWARD 1		
	X1	Play	Play
	FAST FORWARD 1		
	FAST FORWARD 2		
	FAST FORWARD 3	Fast1	x2
	FAST FORWARD 4		
	FAST FORWARD 5		
	FAST FORWARD 6		
	FASTEST FORWARD	Fast2	x10
	SLOWEST REVERSE	Reverse Slow2	
	SLOW REVERSE 6		
	SLOW REVERSE 5		
	SLOW REVERSE 4		
	SLOW REVERSE 3	Reverse Slow1	
	SLOW REVERSE 2		
	SLOW REVERSE 1		
	X1 REVERSE	Reverse Play	
	FAST REVERSE 1		
	FAST REVERSE 2		
	FAST REVERSE 3	Reverse Fast1	
	FAST REVERSE 4		
	FAST REVERSE 5		
	FAST REVERSE 6		
	FASTEST REVERSE	Reverse Fast2	
	REVERSE	Rewind	Rewind
	REVERSE PAUSE		
	FORWARD	Fast Forward	Fast Forward
	FORWARD PAUSE	Pause	Pause
	STOP	Stop	Stop
	RECORD	Record	Record
	RECORD PAUSE	Record Pause	Record Pause
VCR_ModeControl-2	NEXT FRAME	Frame Forward	Frame Forward
	PREVIOUS FRAME	Frame Reverse	Frame Reverse

表 4.2: サブコマンドセット

Command Set	ViSCA	Control-S
SubControl	Counter Reset	Counter Reset
	Real Counter Mode	
	Relative Counter Mode	
	Toggle Main/Sub Audio	Toggle Main/Sub Audio
	Toggle Record Speed	Toggle Record Speed
	Toggle Display On/Off	Toggle Display On/Off
	Cycle Video Input	Cycle Video Input

- 機器の接続が一对一であること

編集機能を持つ AV 機器は編集モードに入る際、この条件が満たされることを確認するために、接続された機器との間で特定のネゴシエーションが行われる。

4.3.1 DV 機器による編集

接続された機器の制御が可能となる編集モードに入る際のネゴシエーションについて、機器同士が IEEE1394 で接続された場合について述べる。

制御側となる機器は、編集モードに入る直前、あるいは、1394 バスリセット時において、4 バイトのリード要求 (Read Quadlet) を、接続された被制御側の機器のコンフィグレーション ROM に対して複数回行い、これに対して被制御側はレスポンスを返す必要がある。この時、被制御側の機器が VCR であることが確認できない場合、あるいはレスポンスが返ってこなかった場合は、編集モードへの移行は拒否される。

また、トポロジマップ上に三つ以上の機器が存在した場合、制御側の機器は編集モードへ移行するためのネゴシエーションは一切行おうとはしない。これは、現行の DV 機器が、接続された機器の ノード ID 等を指定することができないためである。

次節より、IEEE1394 におけるトポロジ、アドレッシング、トランザクションについて詳しく述べる。

4.3.2 1394 トポロジ

IEEE1394 のバストポロジは柔軟で、SCSI などのようにデイジーチェーンに固定されておらず、星形に接続したり、途中にブランチを設けて枝分かれするように接続したり、またそれらを組み合わせて接続することも可能である。(図 4.1) ただしループを作るこ

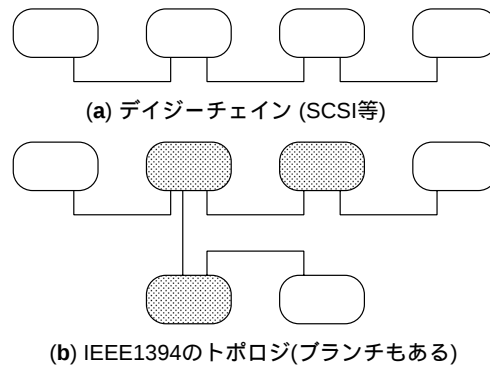


図 4.1: IEEE1394 トポロジ

とはできず、また一つのバス上に 63 のノードを持つことができるが、最大ホップ数は 16 と規定されている。

4.3.3 1394 アド レッシング

IEEE1394 では図 4.2に示すように IEEE1212 CSR (Control and Status Register Architecture) の規格に従った 64 ビット固定アドレッシングを利用する。上位 16 ビットはノード ID で、64k のノードアドレス空間を提供する。この 16 ビットは、バス同士を識別するために上位 10 ビットのバス ID と、下位 6 ビットのノード ID に分割される。すべてのビットが 1 になるアドレスは予約されているため、1023 個のバスに、それぞれ 63 個のノードを提供する空間となる。残りの 48 ビットは、それぞれの機器が使用する。

1. バス ID とノード ID

10 ビットで表される 0 ~ 1023 のバス ID のうち、1023 はローカルバスを示し、機器が直接接続されているバスを指定している。

6 ビットで表される 0 ~ 63 のノード ID のうち、63 はブロードキャストを示し、バスに接続されているすべての機器を対象にしている。このような条件から、IEEE1394 では最大 64449 台の機器が接続可能となる。

2. 機器内のアドレス構成

それぞれのノードで利用できるアドレス空間は、2 の 48 乗 (256 テラバイト) で、48 ビットのアドレスについても 20 ビットと 28 ビットに分割し、256M バイト単位の構造をもっている。(表 4.3)

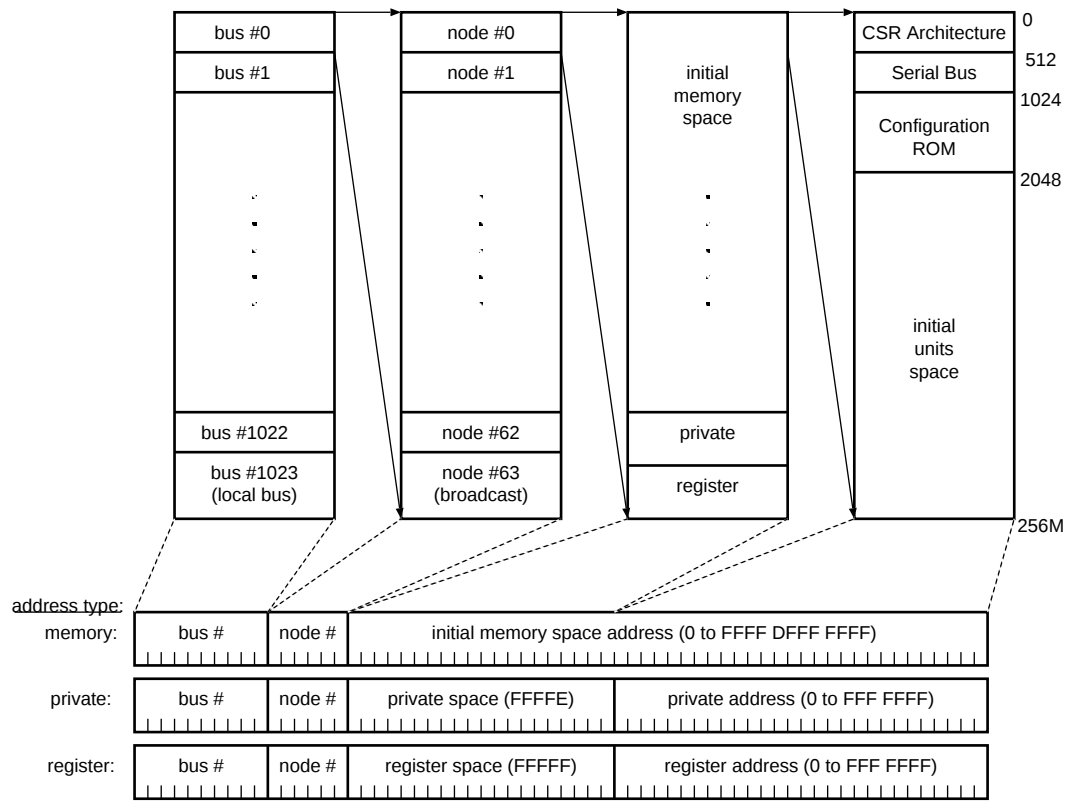


図 4.2: IEEE1394 アドレッシング

表 4.3: 機器内のアドレス構成

0x0000000000000000 } 0xFFFFDFFFFFFF	メモリ空間
0xFFFFE00000000000 } 0xFFFFEFFFFFFF	プライベート空間と呼び、機器内で閉じたアクセスに対して自由に使用
0xFFFFF00000000000 } 0xFFFFF0FFFFFFF	レジスタ空間と呼び、機器間の情報交換に使用
0xFFFFF00000000000	0xFFFFF0000000 CSR アーキテクチャのコアレジスタ
0xFFFFF00000000000	0xFFFFF0000200 シリアルバスのレジスタ
0xFFFFF00000000000	0xFFFFF0000400 コンフィグレーション ROM
0xFFFFF00000000000	0xFFFFF0000800 ユニット空間で機器固有のレジスタ

3. CSR アーキテクチャのコアレジスタ

IEEE1212 の CSR アーキテクチャは、コア CSR の機能と基本的なレジスタ空間によって標準化されている。これらのコアレジスタのアドレスは、ノード空間からのオフセット (0xFFFFF0000000) によって定義されている。

4. シリアルバスに依存するレジスタ

CSR アーキテクチャは、レジスタ空間の一部をバス依存の用途で予約している。これらのレジスタのアドレスは、ノード空間からのオフセット (0xFFFFF0000000) で定義されている。

5. ユニットレジスタ

CSR アーキテクチャは、0xFFFFF0000800 より上の空間に定義されている初期ユニットの空間の中に、ノード依存のリソースの空間を予約している。

6. コンフィグレーション ROM

トランザクション対応のシリアルバスノードは、コンフィグレーション ROM を実装していなければならない。コンフィグレーション ROM としては、最小コンフィグレーション ROM と一般コンフィグレーション ROM の二つのフォーマットがサポートされている。

最小コンフィグレーション ROM では、24 ビットのベンダ ID を指定する。また、一般コンフィグレーション ROM では、Bus Block Info と Root Directory 内の追加情報を指定する。図 4.3 にこれらのツリーの様子を示す。

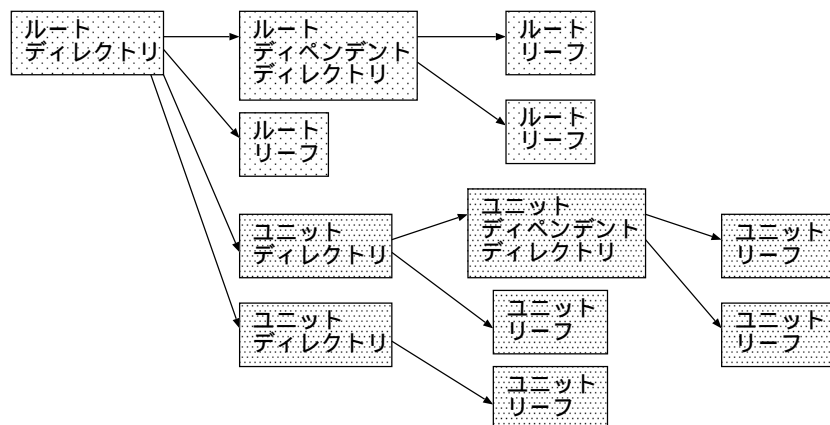


図 4.3: コンフィグレーション ROM のツリー

01	ベンダID
----	-------

(a) 最小コンフィグレーションROM

bus_info_blockの長さ	CRCの長さ	CRC
bus_info_block		
root_directory		
unit_directores		
ルートリーフとユニットリーフ		
vendor_dependent_information		

(b) 一般コンフィグレーションROMの内容

図 4.4: コンフィグレーション ROM の内容

コンフィグレーション ROM は、0xFFFFF0000400 から配置されている。

- 最小コンフィグレーション ROM
最小形式では、図 4.4(a) のようにベンダ ID を表している。
- 一般コンフィグレーション ROM
一般形式では、図 4.4(b) のような情報ブロックの階層（ツリー）で構成されている。階層の中で、それより上位にあるブロックは下位のブロックを指している。最初のブロックの位置は固定されており、それ以降のエントリ位置はベンダ依存であるが、それぞれのエントリからポイントされている。

4.3.4 1394 トランザクション

IEEE1394 のトランザクションには、以下の 3 種類のタイプがある。

- リードトランザクション
- ライトトランザクション
- ロックトランザクション

リードトランザクションとライトトランザクションでは、要求側が応答側の特定アドレスの IEEE1212 空間の、それぞれ読み取り、書き込みを行う。この二つのトランザクションには、クワッドレット（4 バイト = 1 クワッドレット）単位のリード要求、ライト要求

と、ブロック（1 クワッドレット以上）のリード要求、ライト要求がある。図 4.5に非同期転送時に用いられる、一般的なパケットフォーマットを示す。パケットの各フィールドについては以下の通り。

- **destination_ID** (destination identifier): 着信先ノードの ID を示す
- **tl** (transaction label): 一連のトランザクションを示すためのラベル
- **rt** (retry code): 再送ステータスを示すコード
- **tcode** (transaction code): パケットの種別を示すコード
- **pri** (priority): 優先順位
- **source_ID** (source identifier): 発信元ノード
- **header_CRC** (CRC for header field): ヘッダ部分に対する CRC

ロックトランザクションは、要求側から応答側にデータを転送し、そのデータとターゲットの指定されたアドレスのデータを組み合わせて処理（スワップなど）を行い、応答側の指定されたアドレスのデータを更新する。

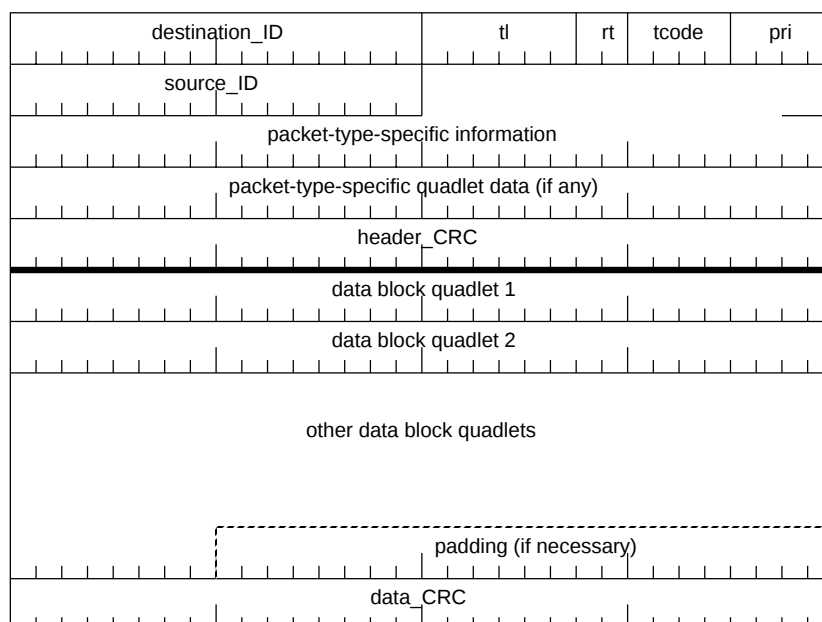


図 4.5: パケットフォーマット

第 5 章

AV 家電からの計算機サービスの利用

5.1 家電的マルチメディアネットワークシステム

動画や音声といったものを扱うマルチメディアネットワークアプリケーションは、計算機的なユーザーインタフェースを必ずしも必要とはしていないため、AV 家電のユーザーインタフェースでマルチメディアネットワークアプリケーションが実現可能である。

AV 家電と同じ制御体系を有する計算機システムは、ネットワーク経由のユーザーに対してその存在が家電機器と同等のものとなり得る。これにより、ユーザーからは計算機システムを全く感じさせない、「家電的マルチメディアネットワークシステム」の構築が可能となる。

5.2 仮想 DV 機器

マルチメディアネットワーク上に存在する計算機システムが DV 機器と類似する制御体系を実装し、そのサービスを利用しようとした際、その計算機システムは見掛け上、DV 機器と何ら変わらないものとなる。ユーザー側の端末として他の機器の制御が可能な DV 機器を利用することによって、AV 家電のインタフェースを利用することも可能となり、ユーザーは計算機システムを計算機としてではなく、DV 機器として利用することが可能となる。

例えば、動画像や音声のコンテンツ配信を行う VOD サーバに AV/C コマンド等といった AV 家電の制御プロトコルが実装されていれば、ユーザーは VOD サーバを再生用のビデオデッキとして扱うことが可能である。また同様に、リアルタイムエンコーダサーバは、ビデオカメラからの映像を直接 MPEG2 データとして記録することができるため、

ユーザーからは録画用のビデオデッキであるかのように利用することができる。このようにユーザーからはサーバが全くビデオデッキと区別がつかなくなってしまう、計算機システムの AV リソースを仮想的に DV 機器として利用することができる。(図 5.1)

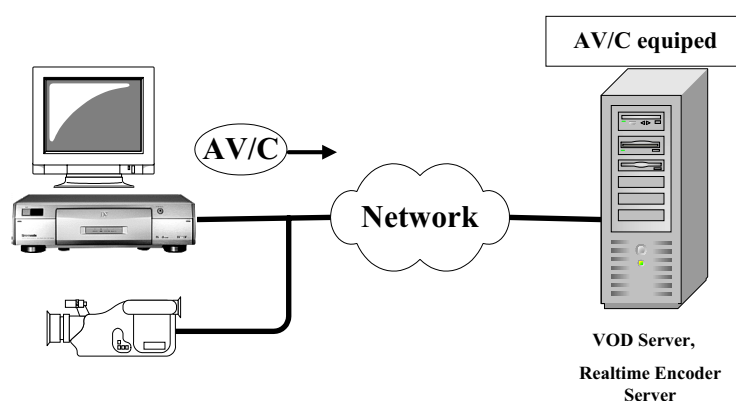


図 5.1: 仮想 DV 機器

5.3 AV 家電インタフェースの利用

これまで家電業界では、次々と高機能、多機能な新製品が生み出され、それらの機能を利用するためにユーザーインタフェースは複雑化が進んでいった。その中でも、VCR の基本的な操作、再生、停止といったものを行うインタフェースは変わっておらず、今や誰もが操作したことのあるインタフェースとなっている。そのようなインタフェースを用いることには、以下のような利点がある。

- 日常から扱い慣れている
- 直感的な操作が行える

家電的マルチメディアネットワークシステムは、計算機システムを感じさせないシステムである。ユーザーが家電のインタフェースを用いるということは、ユーザーに対して、計算機システムをより家電的なものとし、サービスの利用を行う際には、特別な操作法に関する知識を必要とはさせない。

5.4 計算機サービスの利用

家電機器から計算機システムのサービス利用を行う際には、機器制御体系が異なること
の他に、以下のような問題点が挙げられる。

- 機器概念の相違
- 計算機特有のサービス

計算機システムでは一般的である、ディレクトリやファイルといった概念は家電機器では存在しない。このような概念の相違を吸収し、サービスの利用を行うユーザーに対して、計算機システムを、より感じさせないものにしなければならない。

また、検索機能といった計算機特有のサービスが存在する。これは、キーボードといった計算機システムのインタフェースを用いることによって実現されるものである。家電機器のインタフェースを用いる際においても、より多くのこのようなサービスも実現可能としていかななくてはならない。

5.4.1 機能マッピング

より多くの計算機システムのサービスを、家電のインタフェースから利用可能とするための一手法として、機能マッピングを行う。機能マッピングについて、家電機器が AV/C コマンドを実装している DV 機器であり、VOD のサービスを利用する場合を例にとる。

IEEE1394 によって規定されている AV/C コマンドには、多段の再生スピードがインプリメントされている。それらのコマンドの一部に、計算機システムのサービスを以下のように割り当てる。

- PLAY → 通常再生
- FAST FORWARD → 早送り再生
- FASTEST FORWARD → タイトルチェンジ

ここでは、AV/C コマンドの FASTEST FORWARD に対して、タイトルチェンジという特別な機能を割り当てている。

しかしながら、計算機サービスの多くの機能を実現するために、やみくもに割り当てを行ってはいけないというわけではない。この例では、VCR インタフェースのジョグシャトルの利用を想定しており、ユーザーがジョグシャトルを用いて最速再生を指定したとき

にタイトルチェンジが行われたことを直感的に把握させる割り当てとなっている。割り当てを行う際には常に、行われる動作に対してユーザーの期待を裏切らないかたちでの割り当てを行っていかなくてはならない。

第 6 章

シミュレーション

DV 機器から VOD サーバの制御を行う際の、AV/C コマンドの送信、受信、制御コマンドの変換、RTSP メッセージ送信までの一連の流れをシミュレートする。本シミュレーションで用いたソースプログラムを論文末に付録として添付する。

シミュレーションを行うにあたって、以下の 4 つの要素を用意した。

1. AV/C コマンドを送信する計算機端末

AV/C コマンドの送信には、SGI O2 UNIX Workstation を使用した。この Workstation には、DV Link IEEE1394 ボードが装備されており、IEEE1394 経由で AV/C コマンドの送信が行われる。(付録 A、Avc.java が動作。実行環境として JAVA2 を使用。)

2. AV/C コマンドを受信する計算機端末

AV/C コマンドの受信には、TEXAS INSTRUMENTS PCI Lynx IEEE1394 ボードを装備した PC を使用し、AV/C コマンドの送信を行う UNIX Workstation と接続されている。また、この PC 上では FreeBSD3.3 が動作している。(付録 A、avc_common.c, avcc.c が動作。gcc2.8.1 コンパイラ使用。)

3. 制御コマンドの変換を行う計算機端末

制御コマンドの変換には、FreeBSD3.3 が動作している PC を使用し、AV/C コマンドの受信を行う PC や VOD サーバとは Ethernet で接続されている。(付録 A、Translation.c, RTSPSessions.c が動作)

4. VOD サーバ (RTSP サーバ)

RTSP 対応の VOD サーバには、Linux が動作している PC を使用し、VOD サーバア

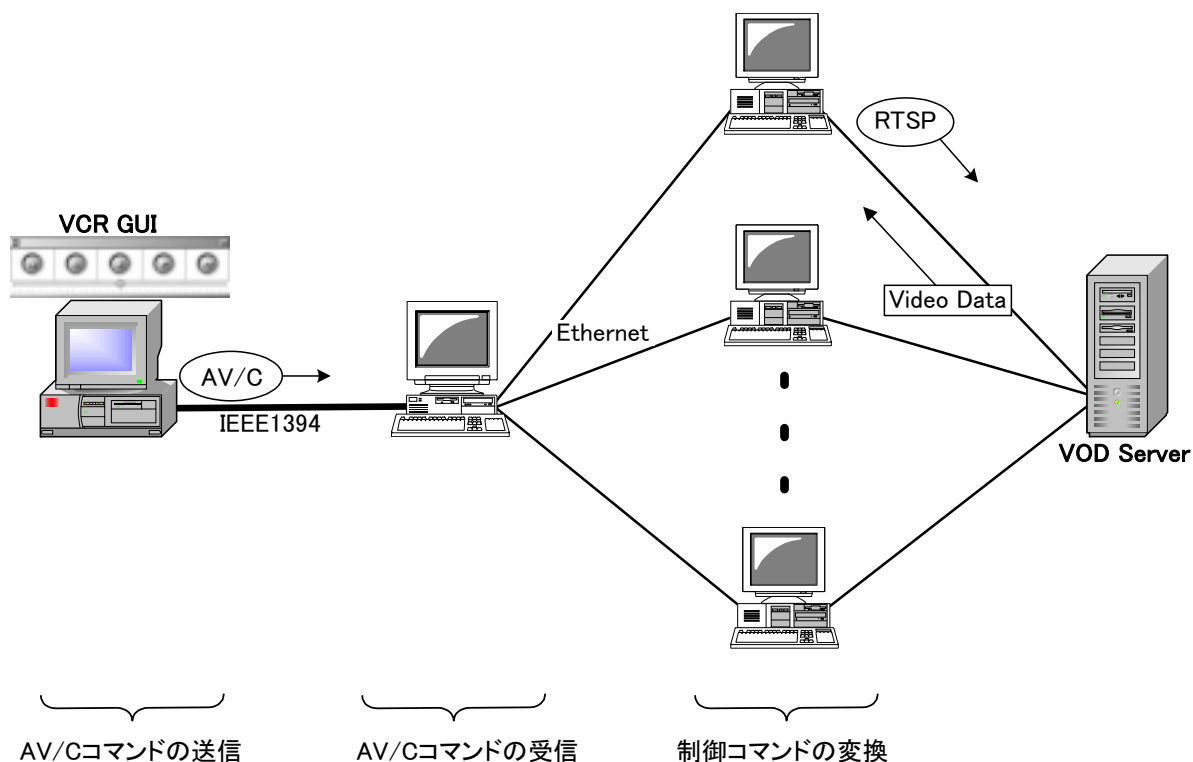


図 6.1: 制御コマンドの送信・変換

アプリケーションに、Darwin Streaming Server 2.0[14] を使用した。Darwin Streaming Server は、Linux、FreeBSD、Solaris の各 OS 用のものが配布されており、各種プラットフォームで動作させることが可能である。(付録 A、lss.c が動作)

本シミュレーションは、図 6.1 のような構成を想定している。図 6.1 における構成では、一旦受け取った AV/C コマンドを IP パケットとして、制御コマンドの変換を行う端末へ再送信している。この構成は次のような理由による。

VOD サーバはサービスの要求を受けた際、その要求の発信元に対してビデオデータを提供する。つまり、制御コマンドの変換を行う端末より VOD サーバに対して RTSP メッセージが送信されると、その端末に対してビデオデータが返されてくる形態となる。この時ビデオを要求するユーザーが複数になった場合には、制御コマンドの変換を行う端末では複数のビデオストリームを処理しなければならないことになる。そこで、変換を行う端末が複数存在し、複数ユーザーからの要求の受付を可能とするためにこのような構成と

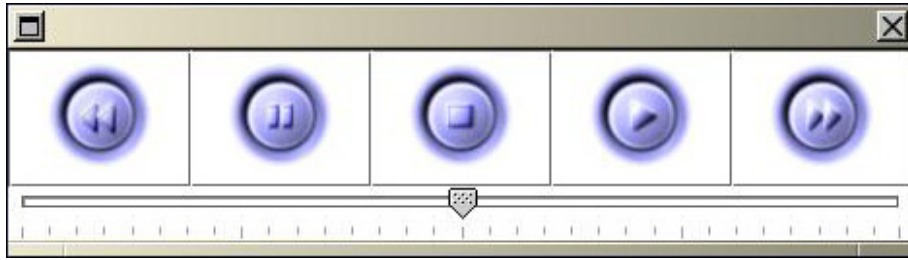


図 6.2: AV/C コマンド送信のための GUI

した。

第 7 章で述べる実装形態では、VOD サーバに対してコンテンツを要求する端末とコンテンツを受け取る端末に異なるものを想定している。RTSP 対応の VOD サーバにおいて、SETUP メッセージの送信時に destination 修飾子を付加することによって、このような実装が可能である。しかしながら、現在広く用いられている VOD サーバでは、セキュリティ上の問題などから destination 修飾子を受け付けない実装がされている。

なお、今回行ったシミュレーションは制御コマンドの送信、変換に注目しており、VOD サーバからのビデオデータについては制御コマンドの変換を行う端末に対して送信されるが、ビデオを表示するためのプレイヤー等は用意されていない。

6.1 AV/C コマンドの送信

IEEE1394 AV/C コマンドの送信には、VCR と同様の GUI (図 6.2) を有する計算機端末を利用し、今後登場するであろう、規定されている AV/C コマンドが全て実装されており、かつ、AV/C コマンドが送信可能である DV 機器をシミュレートする。この GUI を用いることによってユーザーは、一般の VCR と同様の操作を行うことが可能であり、VCR の操作にまつわる全ての AV/C コマンドが送信可能である。PLAY や STOP 等の基本操作を行うボタンの下にあるスライドバーは、ジョグシャトルを想定している。中央より右にスライドさせるにつれ、より高速な順再生コマンドが送信され、中央より左にスライドさせるにつれ、より高速な逆再生コマンドが送信される。

AV/C コマンドは、クワッドレットライト要求パケットによって送信される。(図 6.3) quadlet_data フィールドに表 6.1 に示される値を挿入することによって、ユーザが要求する制御コマンドを送信することが可能となる。

また、実際に DV 機器を用いて AV/C コマンドの送信を行った場合には、レスポンスバ

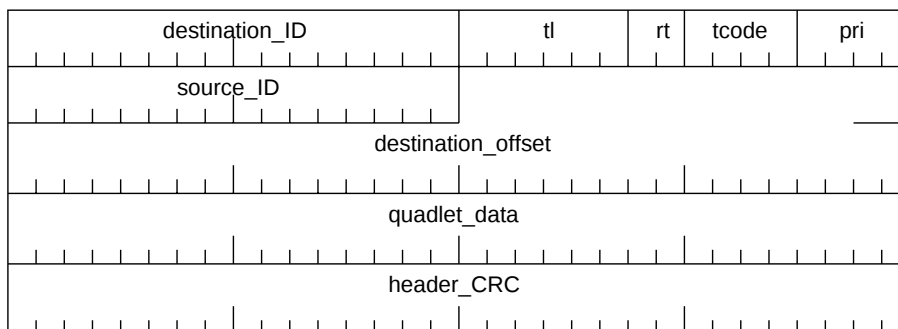


図 6.3: クワッドレットライト要求パケット

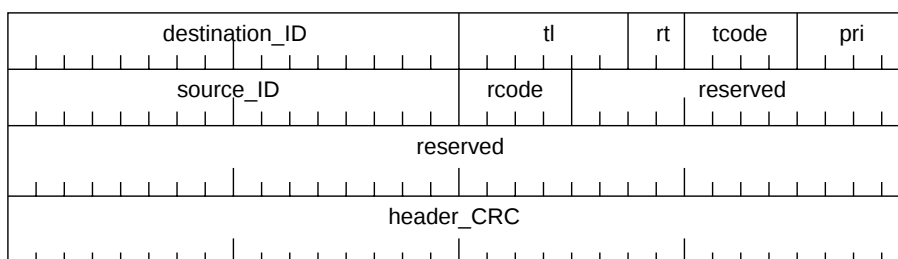


図 6.4: クワッドレットライト・レスポンスパケット

ケット（図 6.4）を DV 機器に対して返さなくてはならない。rcode (responsecode) フィールドには、正常にコマンド送信が行われたことを示すコードが挿入される。

表 6.1: AV/C Playback modes

Playback Mode	Value
NEXT FRAME	0x0020C330
SLOWEST FORWARD	0x0020C331
SLOW FORWARD 6	0x0020C332
SLOW FORWARD 5	0x0020C333
SLOW FORWARD 4	0x0020C334
SLOW FORWARD 3	0x0020C335
SLOW FORWARD 2	0x0020C336
SLOW FORWARD 1	0x0020C337
X1	0x0020C338
FAST FORWARD 1	0x0020C339
FAST FORWARD 2	0x0020C33A
FAST FORWARD 3	0x0020C33B
FAST FORWARD 4	0x0020C33C
FAST FORWARD 5	0x0020C33D
FAST FORWARD 6	0x0020C33E
FASTEST FORWARD	0x0020C33F
PREVIOUS FRAME	0x0020C340
SLOWEST REVERSE	0x0020C341
SLOW REVERSE 6	0x0020C342
SLOW REVERSE 5	0x0020C343
SLOW REVERSE 4	0x0020C344
SLOW REVERSE 3	0x0020C345
SLOW REVERSE 2	0x0020C346
SLOW REVERSE 1	0x0020C347
X1 REVERSE	0x0020C348
FAST REVERSE 1	0x0020C349
FAST REVERSE 2	0x0020C34A
FAST REVERSE 3	0x0020C34B
FAST REVERSE 4	0x0020C34C
FAST REVERSE 5	0x0020C34D
FAST REVERSE 6	0x0020C34E
FASTEST REVERSE	0x0020C34F
REVERSE	0x0020C365
REVERSE PAUSE	0x0020C36D
FORWARD	0x0020C375
FORWARD PAUSE	0x0020C37D
STOP	0x0020C460

6.2 AV/C コマンドの受信

送信された AV/C コマンドは、IEEE1394 インタフェースを装備している PC によって受信される。

現在一般的に行われている AV/C コマンドの送受信については、DV 機器から DV 機器へ、あるいは PC から DV 機器へとといったかたちで AV/C コマンドのやり取りが行われている。つまり、PC が AV/C コマンドの受信を行うといった状況は一般的には考慮されていない。今回行ったシミュレーションでは、AV/C コマンドの受信を PC 側で行うために、本研究室で独自に開発が進められているデバイスドライバを用いた。

さらにこの PC では、受信した AV/C コマンドの opcode 値、operand 値を制御コマンドの変換を行う端末に対して送信している。

この PC における AV/C コマンドの受信、再送信を行う動作の流れを図 6.5 に示す。

6.3 AV/C コマンドの変換

制御コマンドの変換を行う端末では、AV/C コマンドの受信を行う PC より送られてきた opcode, operand の値によって AV/C コマンドを解釈し、その機能に対応する RTSP メッセージへ変換する。

また VOD サーバ上では、ビデオコンテンツが収録されているディレクトリ情報を提供するためのプロセスが動作しており、SETUP メッセージ送信前にあらかじめコンテンツ情報を受け取っておく。はじめて SETUP メッセージが送信されるときには、受け取ったコンテンツ情報の先頭のビデオタイトルが再生され、AV/C コマンドの FASTEST FORWARD を受け取った際に、次のビデオタイトルが再生されるといったタイトルチェンジの機能を付加している。

PLAY, PAUSE, STOP といった AV/C コマンドは、RTSP コマンド上で同様の機能を果たす、PLAY メッセージ、PAUSE メッセージ、STOP メッセージにそれぞれ変換される。また、早送り再生などの等倍以外の再生スピードについては、RTSP の PLAY コマンドに SCALE 修飾子が添えられ、変換が行われる。

RTSP メッセージに変換された制御コマンドは、VOD サーバに対して、再送信される。VOD サーバは、RTSP 対応の QuickTime Streaming Server を用いた。

RTSP による、セッションの流れを図 6.6 に示す。RTSP のメッセージは、Request (要求) と Response (応答) から構成されている。

1. DESCRIBE に続けて、SETUP メッセージがサーバに送られる。SETUP メッセージ

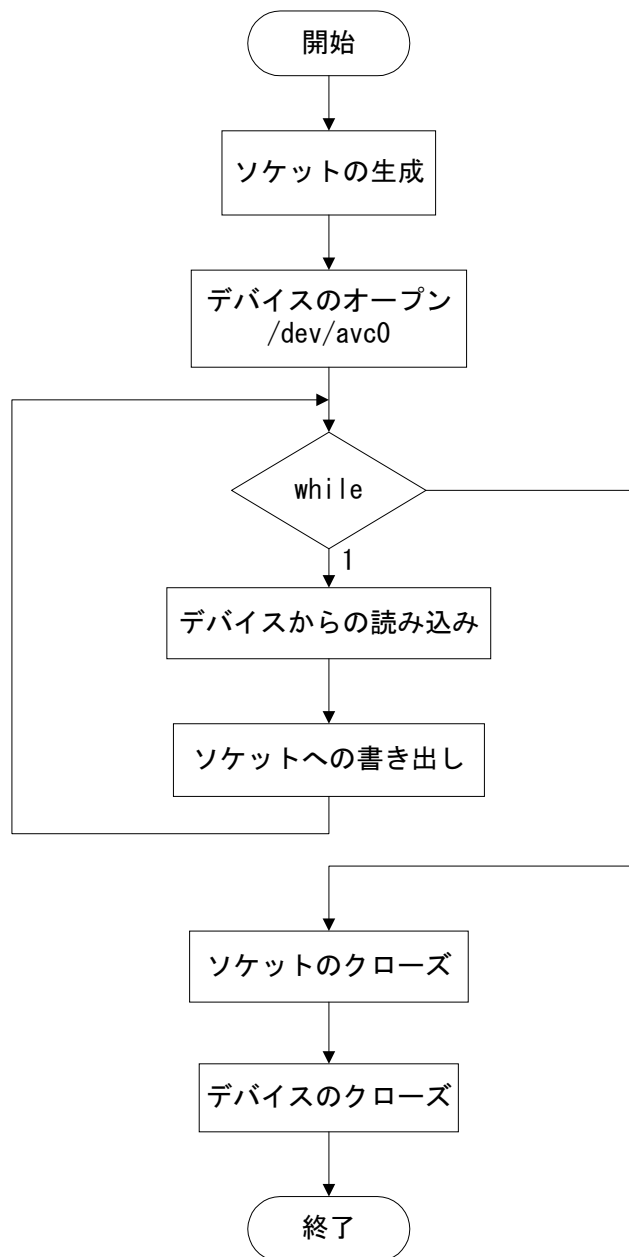


図 6.5: AV/C コマンド受信

ジを二回送信しているが、これは音声用と動画用のリソースを確保している。

2. AV/C PLAY コマンドが受信され、RTSP PLAY メッセージを送信。

3. AV/C PAUSE コマンドが受信され、RTSP PAUSE メッセージを送信。

このように、RTSP メッセージそのものは、HTTP と同様にテキストとして表現されている。

このシュミレーションにおいては、RTSP メッセージの送信までを考慮しており、VOD サーバからの動画データについてはデコードされることなく、変換を行う PC のターミナル上に表示されるといった構成になっている。

この端末における、制御コマンドの変換を行う動作の流れを図 6.7 に示す。

```
DESCRIBE rtsp://tan-lab4/sample.mov RTSP/1.0
CSeq: 1
Accept: application/sdp
Bandwidth: 4294967295
User-Agent: Hehe/0.1

RTSP/1.0 200 OK
Server: QTSS/2.0 [v79]
CSeq: 1
Content-length: 514
Content-Type: application/sdp
Content-Base: rtsp://tan-lab4/sample.mov/

SETUP rtsp://tan-lab4/sample.mov//trackID=5 RTSP/1.0
CSeq: 2
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971
User-Agent: Hehe/0.1

RTSP/1.0 200 OK
Server: QTSS/2.0 [v79]
CSeq: 2
Session: 9196752706241259440
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971;server_port=2000-2001

SETUP rtsp://tan-lab4/sample.mov//trackID=6 RTSP/1.0
CSeq: 3
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6972-6973
Session: 9196752706241259440
User-Agent: Hehe/0.1

RTSP/1.0 200 OK
Server: QTSS/2.0 [v79]
CSeq: 3
Session: 9196752706241259440
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6972-6973;server_port=2000-2001

PLAY rtsp://tan-lab4/sample.mov/ RTSP/1.0
CSeq: 4
Range: npt=0
Session: 9196752706241259440
User-Agent: Hehe/0.1

RTSP/1.0 200 OK
Server: QTSS/2.0 [v79]
CSeq: 4
Session: 9196752706241259440
RTP-Info: url=trackID=5;seq=19084;rtptime=2018125468
,url=trackID=6;seq=42237;rtptime=510952256

PAUSE rtsp://tan-lab4/sample.mov/ RTSP/1.0
CSeq: 5
Session: 9196752706241259440
User-Agent: Hehe/0.1

RTSP/1.0 200 OK
Server: QTSS/2.0 [v79]
CSeq: 5
Session: 9196752706241259440
```

図 6.6: RTSP のセッション

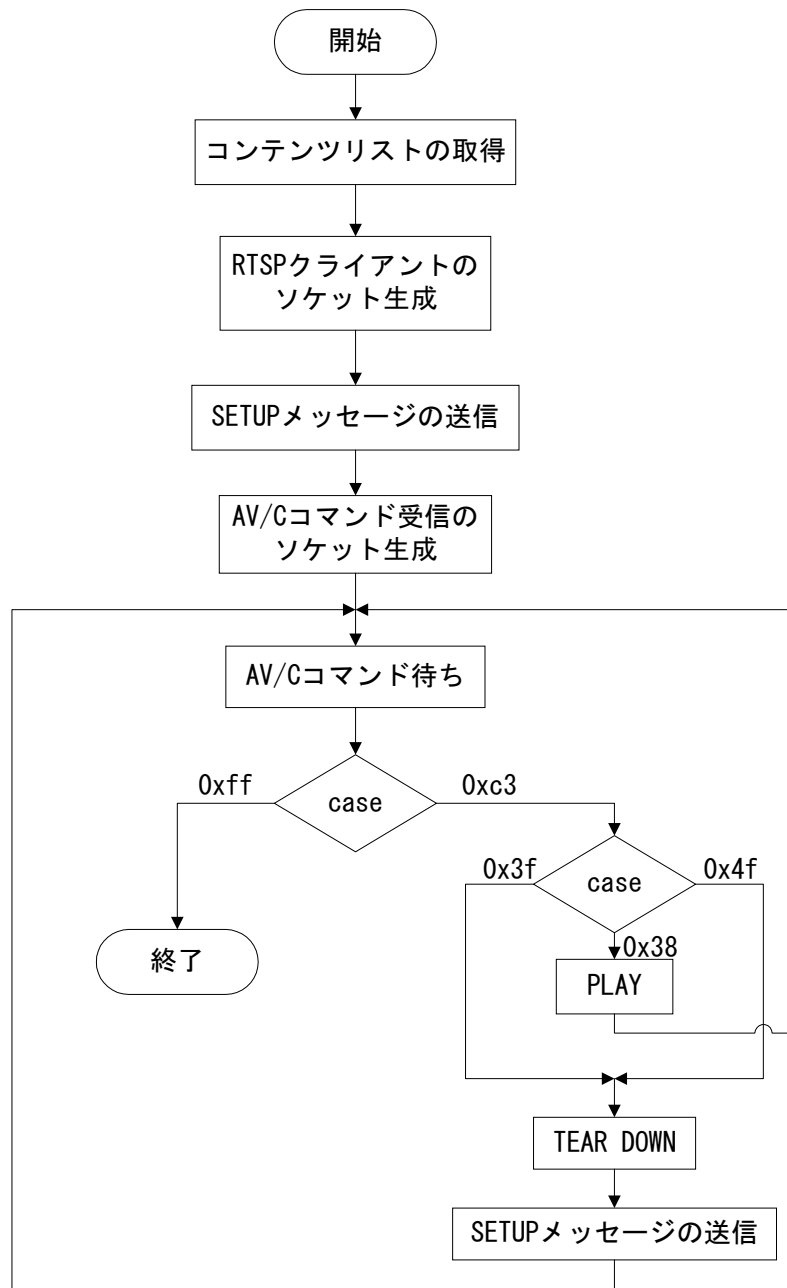


図 6.7: AV/C コマンド変換

第 7 章

JAIST VideoLAN 上での実現

家電機器から計算機システムのアプリケーションが利用可能になるようなシステムの設計を、本学で稼働中のマルチメディアネットワークシステムである、“JAIST VideoLAN”を対象に行う。

ここではまず、対象となる JAIST VideoLAN システムの構成について説明し、さらに JAIST VideoLAN を用いたシステムの応用例を述べる。

7.1 JAIST VideoLAN

JAIST VideoLAN システムは、以下のコンポーネントによって構成されている。また、システムの概要を図 7.1 に示す。

- Terminal System

IEEE1394 と ATM ネットワークとの間でブリッジの役割を果たし、JAIST Video LAN システムを特徴づけるシステム。

- RMA (Resource Management Agent)

ATM ネットワークに接続されており、JAIST VideoLAN システム上に存在する端末等の資源情報や、ネットワークの接続状況等の情報を管理している端末。

- Selector GUI

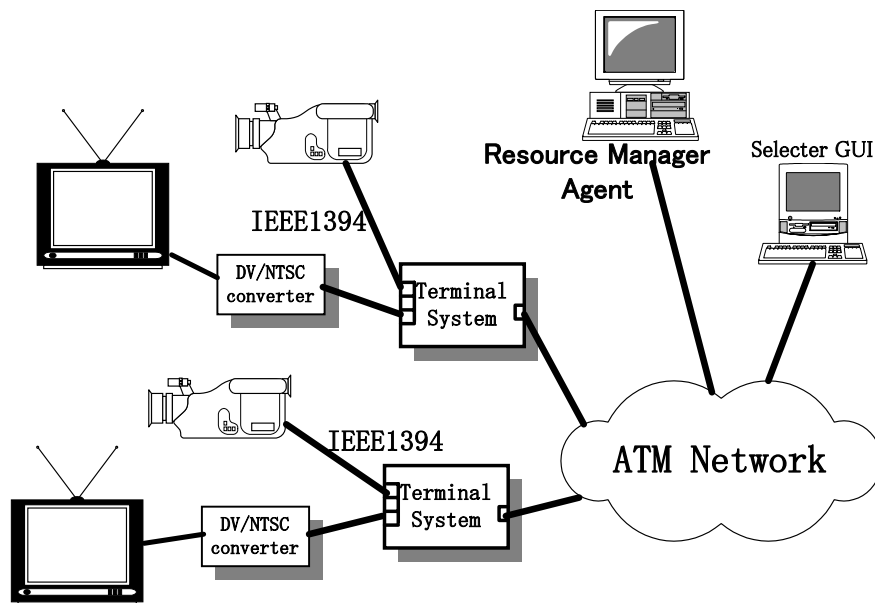


図 7.1: JAIST VideoLAN

Selector GUI が動作している端末。Selector GUI は WWW ブラウザ上で動作しており、AV マトリクススイッチャと同様の操作環境をユーザに提供している。また、この Selector GUI から AV/C コマンドを送信し、Terminal System に接続されている DV 機器の制御を行うことも可能である。

- DV device

ビデオカメラ等の IEEE1394 インタフェースを装備している機器。

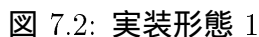
- ATM Network

Terminal System 間を接続するネットワーク。RMA や Selector GUI の動作する端末もこの ATM ネットワークに接続される。

このような構成による JAIST Video LAN システムによって、ユーザは一般に市販されているような DV 機器を接続することで、ビデオ会議のようなアプリケーションを実現することが可能となっている。

7.2 実装形態

実装形態 1 を図 7.2 に示す。



PC-2 DV 機器より送られた AV/C コマンドを VOD サーバへの制御コマンドに変換する。

この形態においては、VOD サーバの制御を行うためのデータと VOD サーバからの動画データは異なる経路をたどる。DV 機器からの制御コマンドは、PC-2 を経由し、IP パケットとして VOD サーバに送られる。動画データは、PC-1 を経由し、DV ストリームに変換され、Terminal System に送られる。

図 7.2 の形態 1 では、制御データと動画データがそれぞれの経路を持つため、ユーザー側機器との通信相手となる機器が一つではないといった問題がある。図 7.2 において、ユーザー側の DV 機器は表面上、計算機側の Terminal System に接続された DV/NTSC コンバータと通信を行うことになるが、DV 機器から送信された AV/C コマンドは PC-2 が受け取れるように監視していなくてはならない。

二つの経路を持たない、他の形態を図 7.3 に示す。

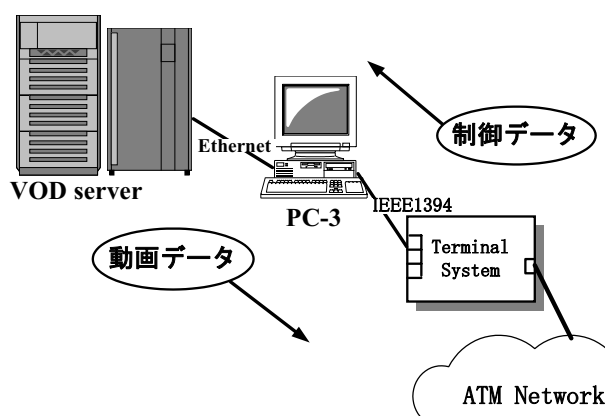


図 7.3: 実装形態 2

この形態 2 では PC-3 を経由する。PC-3 の構造を図 7.4 に示す。

PC-3 は複数のインタフェースカードを装備する形となる。制御データ、動画データ、それぞれが流れる場合の PC-3 の動作は以下の通りである。

制御データ Terminal System より送られてきた AV/C コマンドを VOD サーバへの制御コマンドに変換し、VOD サーバに送信する。

動画データ VOD サーバから送られてきた MPEG データは NTSC に変換される。次に外部のコンバータにて DV データに変換され、再度 PC 内に戻される。そして Terminal System とつながる 1394 ボードへとデータが引き渡される。

しかしこの形態にも問題が存在する。PC-3 において、同一の PCI バスに複数のインタ

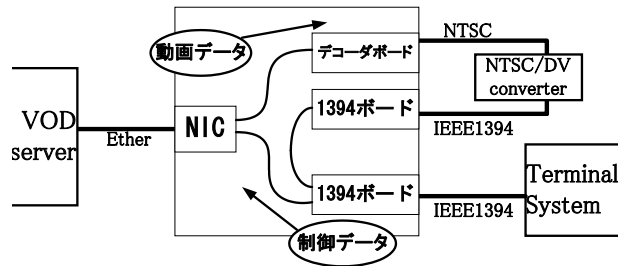


図 7.4: 形態 2 における PC-3 の構造

フェースカードが接続され、MPEG ストリームや DV ストリームが流れるため、非常に重い負荷を PC に強いることになる。

以上の二形態に注目すると、形態 1 では二つの異なる通信路を用いたが、それらの関連付けが行われていない。形態 2 では通信路は一つだが、PC に負荷がかかりすぎるといった問題点が明らかになる。そこで、制御データの送信には、DV 機器と VOD サーバ間で必ず変換を行う端末を経由しなければならないということからも、制御データを伝送する通信路と、動画データを伝送する通信路に異なる通信路をもちいることが望ましい。これは、ユーザーのクライアントが複数になったときには、さらに強く望まれる要件である。そして、それら異なる通信路同士はある一つのサービスの利用に用いられているものであると関連付けされる必要がある。

7.3 VOD 制御・管理サーバ

動画データ用の通信路と制御データ用の通信路が異なった場合においてもそれらが関連付けられ、同一のサービスに利用されていることを明確しなくてはならない。そこで、ここでは DSM-CC U-N のコネクション管理体系を用いることによって、これまで述べた問題点の解決法を述べる。

現在の JAIST VideoLAN に、新たに以下のコンポーネントを定義する。

- SRM (Session and Resource Manager)
- VOD 管理サーバ

- RTSP 対応 VOD サーバ

VOD 管理サーバは、セッションメッセージや制御コマンドの変換を行う。また、RMA は DSM-CC クライアントとして、VOD 管理サーバには DSM-CC サーバとして機能している。

VOD サーバには、RTSP 対応のメディアサーバを用いる。これは、現在 RTSP 対応のメディアサーバがストリーミング配信を行うメディアサーバには広く利用されているためである。また、実際に JAIST VideoLAN においても、すでに導入されることが決定している。

DSM-CC U-N では、あるサービスの開始にあたって一つのセッションが設定される。次に、設定されたセッションに対してコネクション（リソース）が追加されていく。追加される各々のコネクションは、それぞれの伝達網に応じた手順で設定される。図 7.5 では、RMA から Terminal System に対してコネクションの確立要求が送られ、Terminal System は、ATM シグナリングを用いて、Terminal System - VOD 管理サーバ間、Terminal System - VOD 管理サーバ間の ATM コネクションを確立している。ATM コネクション確立後、RMA は Terminal System に対して VPI (Virtual Path Identifier) や VCI (Virtual Channel Identifier) といったコネクション情報を要求している。

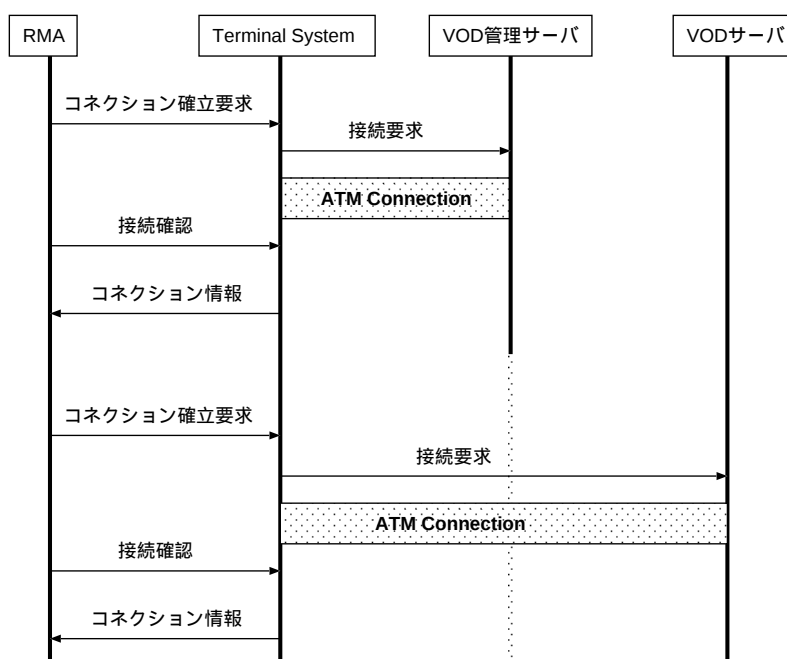


図 7.5: ATM コネクションの確立

コネクション情報を取得した RMA は、SRM に対してそれらのコネクションをサービス開始時に設定したセッションに追加する。このシステムでのリソース管理、セッションメッセージ変換、制御コマンド変換に関する動作フローを図 7.6 に示す。

ここでは便宜上、DSM-CC クライアント、SRM、DSM-CC サーバが独立した端末として定義されている。しかしながら、実際には独立して存在する必要はなく、SRM と DSM-CC サーバの機能を同時に持ち合わせた“VOD 制御・管理サーバ”の設置を提案する。VOD 制御・管理サーバは、セッションメッセージの変換、制御コマンドの変換も行うため、現状の JAIST VideoLAN への変更点は、RMA への DSM-CC クライアントとしての機能の追加と、VOD 制御・管理サーバの設置ということになる。

また、DSM-CC クライアント、SRM、DSM-CC サーバが独立して存在し、かつ、それらが複数存在していても問題はない。これは、個々のコネクションを全て SRM によって管理することができるからである。このような実装形態については、実際に利用されるシステムや、その規模によっても考慮していく必要があると考えられる。

VOD 制御・管理サーバの主要な役割である、セッションの管理、セッションメッセージの変換について詳しく述べる。もう一つの重要な機能である、制御コマンドの変換については、次章で詳しく述べている。

7.3.1 セッション管理

一般的な DSM-CC クライアント、SRM、DSM-CC サーバにおける、セッション設立、リソース追加のメッセージシーケンスを図 7.7 に示す。各メッセージに必要なパラメータの種類は以下の通りである。

- sessionID: セッションに対して割り当てられる識別子
- clientID: 各 STU に対して割り当てられるネットワークアドレス
- serverID: 各サーバに対して割り当てられるネットワークアドレス
- resourceNUM: 各リソースに対して割り当てられる番号
- associationTAG: 一つのサービスに関連する複数のリソースに対し、相互の関連付けを行うための番号

1. クライアントは SRM に対して Client Session Set Up Request を送り、sessionID、serverID を通知する。

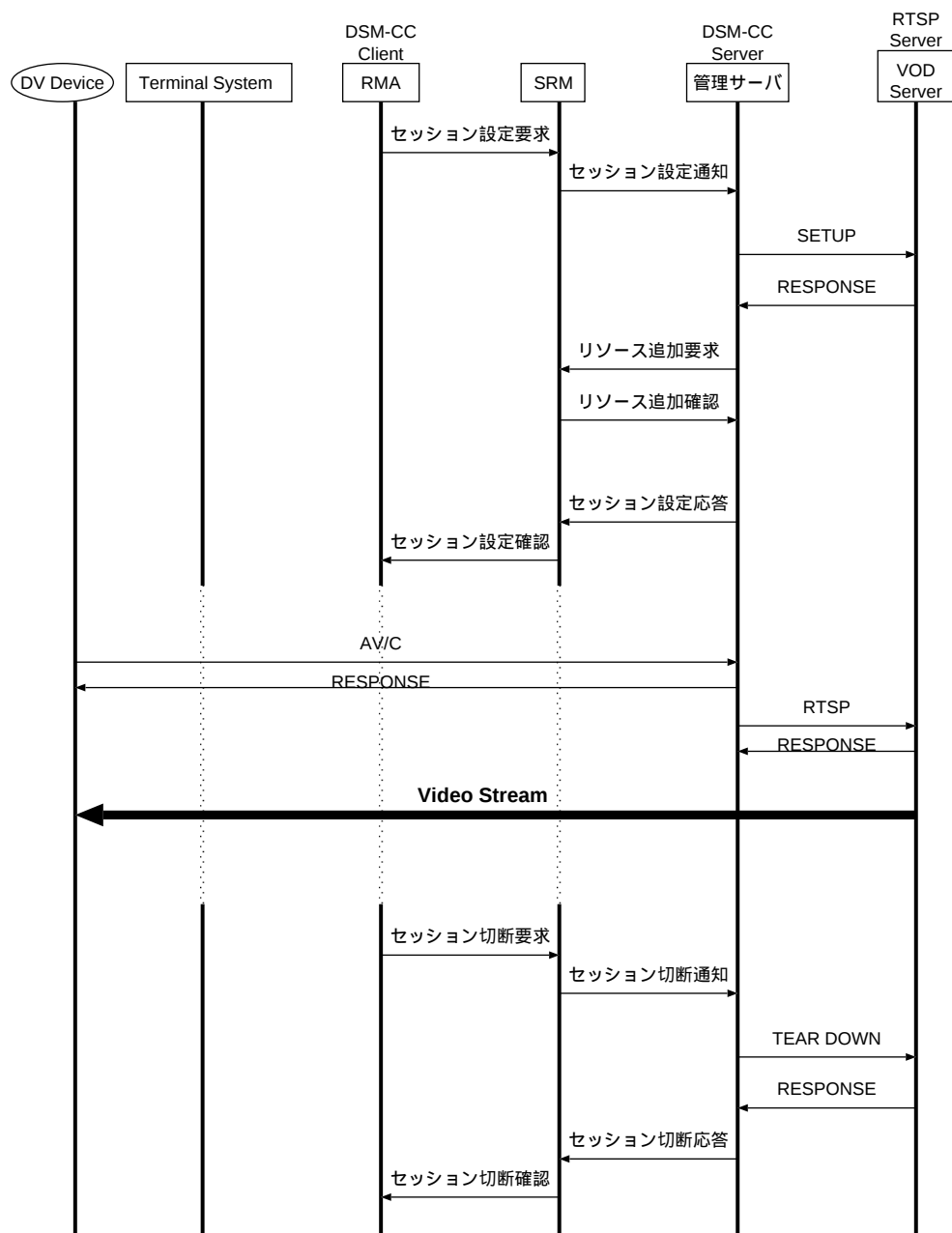


図 7.6: セッション管理

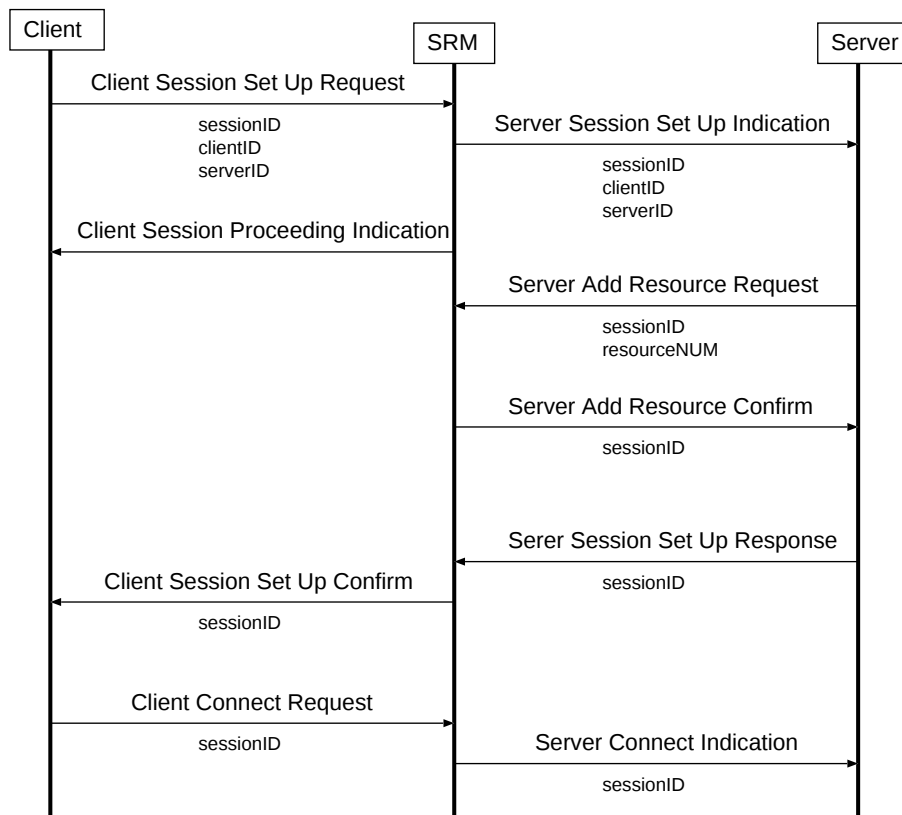


図 7.7: セッション設立メッセージシーケンス

2. SRM は serverID に対応するサーバに対して Server Session Set Up Indication を送り、sessionID、クライアントの clientID を通知する。
3. ATM コネクションに対して resourceNUM を割り当て、sessionID とセットにする。
4. Server Add Resource Request をネットワークに送り、S1、S2 用のコネクションを表す AtmConection リソース識別子とともに、使用するリソースを通知する。
5. SRM は、通知されたリソース識別子をもとに必要とされるリソースを判断し、リソースの割り当てを行う。リソース割り当てに成功したら、サーバへ Server Add Resource Confirm を送る。
6. サーバは SRM に対して Server Session Set Up Response を送る。
7. SRM はクライアントに対して Client Session Set Up Confirm を送る。

7.3.2 セッションメッセージの変換

DSM-CC サーバが SRM より Server Session Set Up Indication メッセージを受け取った時点で、DSM-CC サーバは RTSP サーバに対して、コンテンツ情報とクライアントのポート番号を含めた SETUP メッセージを送信する。SETUP メッセージを受け取った RTSP サーバは、状態を init から Ready に移行する。

セッションの切断時には、SRM から DSM-CC サーバに対して Server Release Indication メッセージが送信され、この時 DSM-CC サーバは RTSP サーバに対して TEARDOWN メッセージを送信する。

RTSP サーバにおける状態遷移の様子を図 7.8に示す。

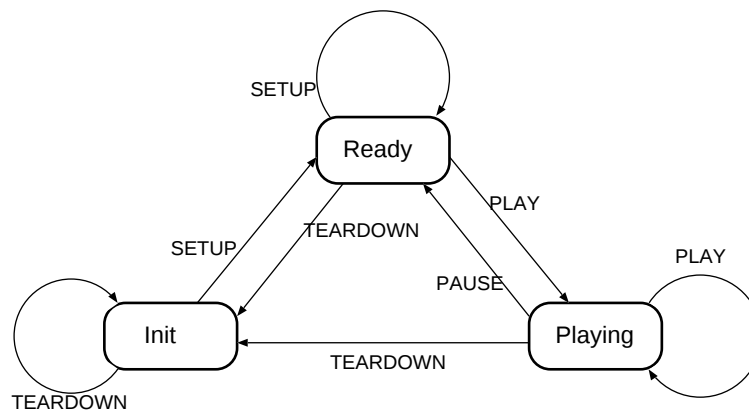


図 7.8: RTSP サーバの状態遷移

第 8 章

まとめ

本研究では、研究題目にもある「家電的マルチメディアネットワークシステム」を実現するための足掛かりとして、JAIST VideoLAN 上での実装形態を考慮し、セッションの管理と制御コマンドの変換に観点をおいた。その実装形態上における問題点より、AV 家電から VOD サービスを利用する際にリソースの管理と制御コマンドの変換を行う、VOD 制御・管理サーバの提案を行った。

セッション管理においては、DSM-CC U-N の管理体系を用いることによって、複数の通信回線を一元管理することが可能となる。ネットワークを介した VOD のような対話型サービスにおいて、サービス毎にその開始から終了までを一元的に管理する、セッションの概念は有効である。

制御コマンドの変換においては、異なる制御コマンドを適切に変換する PC を網内に配置することによって、ユーザ側とサーバ側の端末には一切変更を加えることなく制御を行うことが可能となる。

以上により、家電製品と計算機システムといった異なる制御体系を持っていたり、それぞれの通信回線が異なる場合においてもお互いが接続され、お互いのサービスの利用が可能になる。今後、さらに異なるシステムが接続されることになり、また、ネットワークシステム全体が広域にわたった際には、VOD 制御・管理サーバの存在はさらに有効なものとなり得ると考えている。

さらにサービス利用時には、異なる機器の概念をも吸収し、ユーザーに対して、より計算機システムを感じさせないものとしていく必要がある。

第 9 章

今後の課題

家電的マルチメディアネットワークシステム実現に向けた今後の課題を述べる。

9.1 家電的なサービス提供

計算機システムのサービスを利用するにあたっては、ユーザーに対してさらに以下にあげることについても提供されなくてはならない。また、どのように提供するかも考慮されなくてはならない。

- コンテンツ情報

VOD サーバ上には、複数のビデオコンテンツが登録されており、これらのビデオコンテンツの選択をも AV 家電から行う必要がある。そのためのコンテンツ情報の取得、提供、選択等を行う、コンテンツ管理方法を考慮していかななくてはならない。

インターネットを利用した一般的な RTSP 対応の VOD サーバでは、コンテンツの情報取得、選択は、Web ブラウザを用いて行われている。この時、一般的にはマウス等を用いた操作が行われる。このようなユーザーに必要とされる計算機的な操作を排除し、AV 家電から利用できる形で提供していかななくてはならない。

- 計算機特有の概念

また、VOD サーバ上でのビデオコンテンツは、特定のディレクトリの特定のファイルとして管理されている。このようなディレクトリやファイ

ルといった概念は家電の世界では存在せず、計算的な概念に他ならない。あるディレクトリに存在する複数のビデオファイルが、ユーザーに対しては、ある棚に存在する複数のビデオテープであるかのように扱えることが望まれる。コンテンツ情報をユーザーに対して提供する際には、このような概念を吸収していかななくてはならない。

- 計算機特有のサービス

家電的マルチメディアネットワークシステムにおいて、ユーザーが扱うインタフェースはあくまでも家電のインタフェースである。しかしながら、家電製品には存在しない計算機特有の機能であったり、特定の VOD サーバ固有の機能といったものが存在する。例えば、VOD サーバにおけるビデオコンテンツの検索機能といったものは、通常キーボード等を用いた操作によって利用されるサービスである。

このような機能をも家電のインタフェースから利用可能とするために、家電製品に実装された制御コマンドに計算機特有の機能のマッピングを行っていく必要がある。第 6 章のシミュレーションにおける、タイトルチェンジがその一例である。このような機能マッピングの有効利用法について考えていかななくてはならない。

9.2 民生用 DV 機器を用いた実装

第 6 章でのシミュレーションでは、計算機端末上に AV/C コマンドを実装させ、AV/C コマンドが送信可能な DV 機器にみたてた。ここで、実際に市販されている民生用 DV 機器を用いるため、第 4 章で述べた DV 機器の接続時に行われる機器間のネゴシエーションを解決しなくてはならない。また、Terminal System に接続された DV 機器より AV/C コマンドを送信するためには、Terminal System 側に AV/C コマンドが受信可能となるための改良が必要である。

さらに本研究で提案を行った、VOD 制御・管理サーバの実装を JAIST VideoLAN を対象として行っていかななくてはならない。

9.3 マルチメディアネットワークの世界観

家電的マルチメディアネットワークシステムにおいては、計算機システムが仮想的に家電機器であるかのように扱うことが可能となるシステムである。本論文でこれまで述べたシステムなどの実装が行われ、家電機器から計算機システムのサービスが利用可能となった際には、システム全体がいかに家電的となり得るかを考察していく必要がある。

JAIST VideoLAN システム上での実装が行われた時点で、ユーザーに対しては VideoLAN システム全体がどのように見えているのかを常に考察し、その世界観について評価を行っていかなくてはならない。

本研究では、計算機システムのサービスとして、VOD サービスのみを対象としてきた。今後は様々なサービスを対象とし、家電機器からの利用が行われる必要がある。その際にもユーザーに対する世界観を考慮し、家電的マルチメディアネットワークシステムを実現させていかなくてはならない。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教官である丹 康雄助教授（北陸先端科学技術大学院大学 情報科学センター）には、様々な御指導をいただきました。丹 康雄助教授には、本研究開始時より、研究の過程、そして本論文のまとめにいたるまで適切な助言、御示唆を賜り、心から深謝いたします。

最後に、貴重なご意見、御討論を頂きました丹研究室の皆様に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 丹 康雄, “JAIST Video LAN - 実世界指向マルチメディアネットワーク”, 人工知能学会 FAI 研究会, SIG-FAI-9802, 1999
- [2] 丹 康雄、野村 隆、田守 寛文, “家電的ユーザーインタフェースを有する大規模マルチメディア LAN システム”, 情報処理学会 Interaction'99, 1999
- [3] Yasuo Tan, “Scaling up IEEE 1394 DV Network to an Enterprise Video LAN with ATM Technology”, IEEE International Conference on Consumer Electronics '98, 1998
- [4] Takashi Nomura, Tetsuaki Kiriya, Hiroshi Yamamoto, Atsushi Maruyama, Hiroshi Takizuka, “New Protocol Architecture ASEL”, IEEE International Conference on Consumer Electronics '98, 1998
- [5] H. Tamori, “The AV Controller on PC Using AV Plug”, IEEE International Conference on Consumer Electronics '98, 1998
- [6] IEEE Std 1394-1995: IEEE Standard for a High Performance SerialBus
- [7] “AV/C Digital Interface Command Set General Specification Version 3.0”, 1394 Trade Association, April, 1998
- [8] “AV/C Digital Interface Command Set VCR Submit Specification Version 2.0.1”, 1394 Trade Association, January, 1998
- [9] 谷口 雅幸, 丹 康雄, “マルチメディアネットワークサービスの家電機器による利用法に関する一手法”, 情報処理学会, 1999
- [10] DAVIC Specifications 1.0, 1.1, 1.2, 1995-12, 1996-9, 1997-3.

- [11] 阪田 史郎, “VOD システムの標準化動向 : DAVIC”, NEC 技報 Vol. 51 No8, 1998
- [12] Real Time Streaming Protocol (RTSP), RFC 2326, April, 1998
- [13] DAVIC (Digital Audio Visual Council), (URL: <http://www.davic.org/>)
- [14] Darwin Streaming Server 2.0, (URL: <http://www.publicsource.apple.com/>)

furoku

第 A 章

制御コマンド 送信・変換プログラム

制御コマンド送信・変換シミュレーションにおいて用いたプログラムを添付する。

- Avc.java
VCR GUI を提供し、AV/C コマンドの送信を行う。
- avc_common.c
AV/C コマンドの受信を行う。
- avcc.c
受信した AV/C コマンドの Ethernet 上への再送信を行う。
- Translation.c
AV/C コマンドを受信し、その機能に対応する RTSP メッセージへ変換を行い、VOD サーバに対して送信する。
- RTSPSessions.c
VOD サーバとのセッションの設立、解放を行う。
- lss.c
VOD サーバにおいて、ビデオコンテンツが格納されているディレクトリ情報を提供する。