

# 液晶テレビ向け録画・再生技術

北原陽平\*  
佐藤利光\*  
森田知宏\*

Recording/Playback Technology for LCD TV

Yohei Kitahara, Toshimitsu Sato, Chihiro Morita

## 要旨

放送番組を録画して自分の都合が良い時間に視聴する、いわゆるタイムシフト視聴が一般化している。近年は、テレビと録画機器との間の配線が不要な録画機能内蔵テレビが増加しており、ハードディスクやBlu-ray Disc<sup>(注1)</sup>ドライブを内蔵した録画機能内蔵テレビの2010年度の出荷台数比率は15%を占めている(当社調べ)。今後はこれらドライブ内蔵型のテレビに加え、外付けUSB(Universal Serial Bus)ハードディスクに録画可能なテレビの増加が見込まれる。

通常、録画機能を実現する場合、録画機能を前提とする高性能なハードウェアを用いるが、今回、番組視聴のみを目的としている普及価格帯の液晶テレビ向けのハードウェアを用いて、市販のUSBハードディスクを用いた録画・再生機能を実現した。また、録画機能に付随して録画したデータのパソコンなどによる不正な複製の防止や、再生

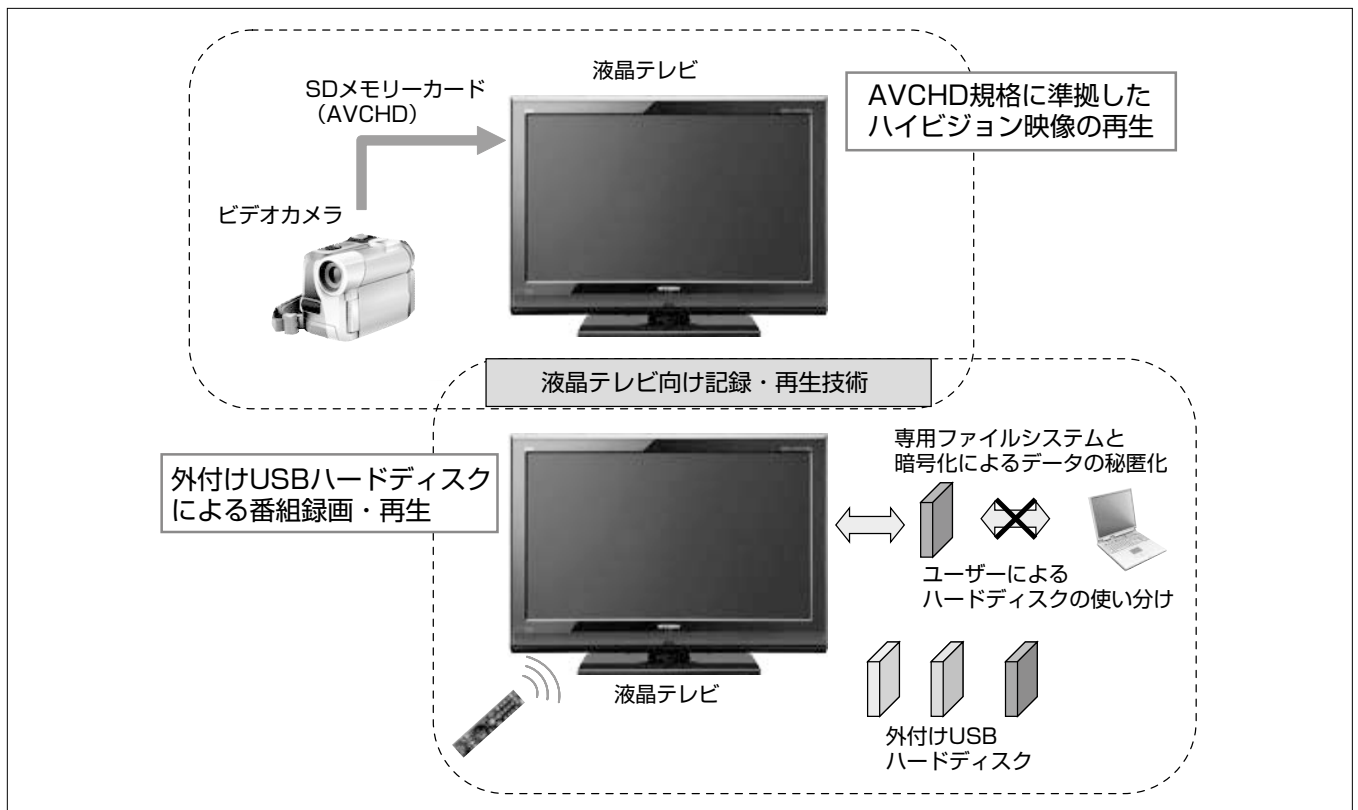
録画中におけるハードディスク取り外し時の停止処理が必要となるが、独自のファイルシステムの開発、及び、ストリーム処理方式の開発を行い、これらの課題に対応した。

一方で、テレビは放送番組を見るだけでなく、家庭用ビデオカメラで撮影した映像を楽しむ用途にも使用される。SD(Secure Digital)<sup>(注2)</sup>メモリーカードに記録された映像を直接視聴することができれば、ユーザーの利便性が高まる。多くの機器で、動画をSDメモリーカードにハイビジョン映像を記録する規格であるAVCHD(Advanced Video Codec High Definition)<sup>(注3)</sup>規格に準拠した形式で記録することが可能となっていることから、今回、ハイビジョン映像を記録する規格であるAVCHD規格に対応した再生制御処理を開発した。本稿では、今回開発したこれらの技術について述べる。

(注1) Blu-ray Discは、Blu-ray Disc Associationの登録商標である。

(注2) SDは、SD-3C, LLCの商標である。

(注3) AVCHDは、パナソニック(株)とソニー(株)の登録商標である。



## 液晶テレビの録画・再生機能

液晶テレビの録画・再生機能で、市販の外付けUSBハードディスクを液晶テレビに接続してテレビ番組を録画・再生できる。複数台のUSBハードディスクを利用でき、ユーザーごとにハードディスクを使い分けができる。また、AVCHD規格のビデオカメラで記録されたSDメモリーカードを液晶テレビのSDメモリーカードスロットに挿入することで、簡単にハイビジョン動画の視聴を実現できる。

1. ま え が き

放送番組を録画して自分の都合が良い時間に視聴する、いわゆるタイムシフト視聴が一般化している。内閣府の統計<sup>(1)</sup>によると2011年3月時点でのDVD(Digital Versatile Disc)レコーダの普及率が45.4%、Blu-ray Discレコーダの普及率が27.1%に達している。近年ではこれらの録画機器に加えてテレビとの間の配線が不要な録画機能内蔵テレビが増加しており、ハードディスクやBlu-ray Discドライブを内蔵した録画機能内蔵テレビの2010年度の出荷台数比率は15%を占めている(当社調べ)。

先に述べたドライブ内蔵型のテレビに対して、外付けUSBハードディスクをテレビに接続して録画・再生機能を実現する方式は、ユーザーが自由にハードディスクを増設できる点や、ユーザーごとにハードディスクを分けて利用できる点、テレビ単体の価格が抑えられる点等の利点があり、今後のニーズ増加が見込まれる。

一方でテレビは放送番組を見るだけでなく、デジタルカメラや家庭用ビデオカメラで撮影した写真や動画を楽しむ用途にも使用される。近年ではSDメモリーカードに記録された静止画や動画を直接視聴可能なテレビが商品化されている。

三菱電機では本来番組視聴のみを目的としている普及価格帯の液晶テレビ向けのハードウェアを用いて、録画機能及び再生機能を実現する技術を開発した。この技術によってAVCHD規格でSDメモリーカードに記録された映像の再生機能及び外付けUSBハードディスクへの番組録画・再生機能を実現した。

本稿では、最初にAVCHD規格の概要を述べ、続いて今回開発した録画・再生技術について述べる。

2. AVCHD規格

2.1 AVCHDの概要

AVCHD規格は、ハイビジョン映像を記録するための規格の一つであり、現在では多くの家庭用ビデオカメラやデジタルカメラに搭載されている。

表1に示すように、AVCHD規格では映像の記録媒体として、DVDディスク、ハードディスクドライブ、メモリーカードが定められている<sup>(1)</sup>。映像フォーマットには高効率符号化が可能なH.264/MPEG-4 AVC方式を採用し、音声フォーマットにはDOLBY(ドルビー)<sup>(注4)</sup> デジタル(AC-3)方式(オプションとして、リニアPCM(Pulse Code Modulation)を規定)、多重化方式にはMPEG-2(Moving Picture Experts Group phase 2)-TSを採用している。

(注4) DOLBYとドルビーは、Dolby Laboratories Licensing Corp.の登録商標である。

2.2 液晶テレビでのAVCHD再生

昨今、家庭用ビデオカメラ及びデジタルカメラの多くで、撮影した動画をAVCHD規格に準拠した形式でSDメモリーカードに記録することが可能となっている。SDメモリーカードに記録したAVCHD形式の動画をテレビで直接再生することができればユーザーにとって利便性が高まる。

当社製の液晶テレビは、SDメモリーカードスロットを搭載しており、デジタルカメラなどで撮影した写真を大画面テレビで簡単に楽しめる機能は既に実現している。今回、写真と同様にSDメモリーカードに記録した動画の直接再生を実現するために後述する再生制御ソフトウェアにAVCHD再生制御機能を搭載した。

3. USBハードディスク録画・再生機能

3.1 USBハードディスク 録画・再生機能の概要

USBハードディスク録画機能は、市販されている外付けUSBハードディスクを液晶テレビに接続し、ハイビジョンデジタル放送の録画・再生を実現するための機能である。ユーザーは、自分の必要な容量のハードディスクを選択・購入して接続することができる。より多くの番組を録画したい場合には追加でハードディスクを購入することで自由に録画容量を増やすことが可能である。

USBハードディスクに対応した録画・再生機能を実現するために、大別して次の3つの機能を開発する必要がある。

(1) 録画制御機能

チューナーを制御して放送波から映像と音声を含んだデータ列(以下“ストリーム”という。)及びコンテンツ再生制御情報を抽出・生成する。コンテンツ再生制御情報は、番組のタイトルや録画日時等のユーザーに提示するための情報及び、番組の再生時に必要なストリームの映像・音声フ

表1. “AVCHD”format Version 1.0の概略仕様

記録メディア	8cm DVD media / SD Memory Card / Memory Stick / Hard Disk Drive				
ビデオ	映像信号種別	1080/60i 1080/50i 1080/24p	720/60p 720/50p 720/24p	480/60i	576/50i
	画素数(水平×垂直)	1920×1080 1440×1080	1280×720	720×480	720×576
	アスペクト比	16:9	16:9	4:3, 16:9	4:3, 16:9
	符号化方式	MPEG-4 AVC/H.264			
	サンプリング周波数	74.25MHz 55.7MHz	74.25MHz	13.5MHz	13.5MHz
	サンプリング構造	4:2:0			
	量子化ビット数	8 bit (luminance/color contrast)			
音声	符号化方式	DOLBY デジタル (AC-3)		リニア PCM	
	符号化ビットレート	64~640kbps		1.5Mbps (2 channels)	
	オーディオチャンネル数	1-5.1channels		1-7.1channels	
多重化方式	MPEG-2 Transport Stream				
システムビットレート	~24Mbps				

フォーマット情報等が含まれる。

(2) 再生制御機能

ユーザーからの操作に従い、ハードディスク上に記録されたコンテンツ再生制御情報に基づいたストリームの読み出し、ストリームの分離、デコーダーの制御、映像の出力制御を行う。

(3) ハードディスク制御・管理機能

接続されたハードディスクの挿抜状態の確認や録画、再生制御機能が要求するストリームやコンテンツ再生制御情報の読み出し、書き出しの制御を行う。また、併せてハードディスクに書き出されるストリームの暗号化、ハードディスクから読み出される復号化の制御も行う。

3.2 USBハードディスク録画・再生機能実現の課題

USBハードディスク録画・再生機能を実現するに際して、主な課題として次の3つが挙げられる。

(1) パソコンなどにおけるストリームデータの不正な複製の防止

USBハードディスクの場合は、従来のハードディスク内蔵の場合と異なり、番組が記録されたUSBハードディスクをパソコンなどのUSBポートを搭載した機器に簡単に接続することができる。そのため、記録されたデータを不正に複製できないように次の対策を実施した。

①USBハードディスクに記録されたストリームデータの暗号化

②記録されたストリームデータを、パソコンなどのUSBポートが搭載された機器に接続しても簡単に読み出せない独自のファイルシステムに記録

(2) テレビ動作時のハードディスク挿入や録画・再生処理中のハードディスクの取り外し、電源断への対応

動作中にユーザーが接続ケーブルを外すなどの不測の原因でテレビとハードディスクの接続が途絶える場合がある。今回の開発では録画中にテレビとハードディスクの接続が途絶えた場合でも、ハードディスクが異常な状態にならないように制御することで、直前に録画した番組の正常な再生を担保した。

(3) 録画中のタイムシフト再生やテレビ視聴中の安定した裏番組録画

負荷分散を考慮したストリームの制御を行うことで、録画中のタイムシフト再生やテレビ視聴中の裏番組録画など、複数のハイビジョンのストリームを同時に扱う場合でも、安定した録画・再生を実現した。

4. 録画・再生制御ソフトウェア

この章では、AVCHD再生機能及びUSBハードディスク録画・再生機能を実現するために今回開発した録画・再生制御ソフトウェアについて述べる。

4.1 ソフトウェア構成

液晶テレビのソフトウェア構成は、大きく分けると、テレビの通常の視聴を行う放送視聴アプリケーション、指定された番組を録画し、USBハードディスク上に記録を行う録画アプリケーション、SDメモリーカードやUSBハードディスク上に記録されたストリームデータを読み出し、映像・音声を出力する再生アプリケーションから構成される。

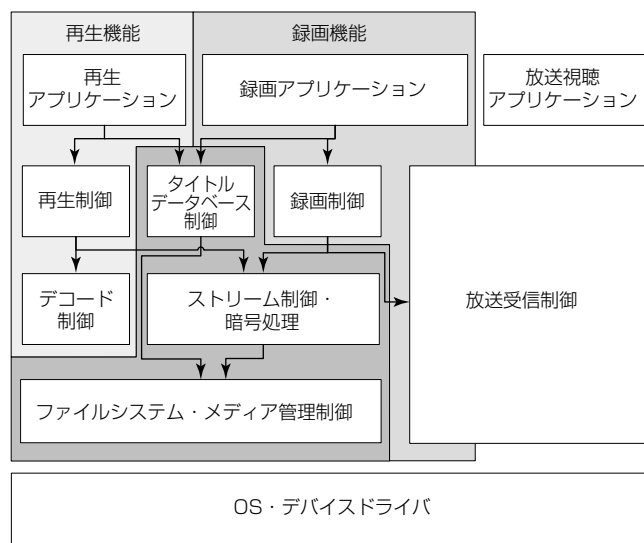
今回開発したソフトウェアの構成を図1に示す。図の網掛け部分を開発した。

4.2 録画機能

録画アプリケーションは録画処理を統括するモジュールであり、録画制御モジュール及びコンテンツ再生制御情報を管理するタイトルデータベース制御モジュールを制御する。録画制御モジュールはチューナーの制御と放送波からのストリームデータの抽出を行う。タイトルデータベース制御モジュールは、ストリームデータから録画番組の再生時に必要な属性データを抽出・解析してコンテンツ再生制御情報の生成を行う。併せてこのストリームデータはストリーム制御・暗号処理モジュールを介してファイルシステム・メディア管理制御モジュールに引き渡され、USBハードディスク上の独自のファイルシステムに記録される。記録の際にストリーム制御・暗号処理モジュールはストリームデータの暗号化を行う。

4.3 再生機能

再生アプリケーションはコンテンツ再生処理を統括するモジュールであり、再生制御モジュール及びタイトルデータベース制御モジュールを制御する。タイトルデータベース制御モジュールは、ストリーム制御・暗号処理及びファイルシステム・メディア管理制御モジュールを介して、SDメモリーカードに記録されたAVCHD規格のフォーマットのデータやUSBハードディスクに記録された独自フォ



OS : Operating System

図1. ソフトウェア構成

ーマットのデータを読み出して、コンテンツ再生制御情報を抽出する。ユーザーによる再生開始操作を受けて、再生アプリケーションはユーザーが選択したコンテンツの再生開始を再生制御モジュールに指示する。再生制御モジュールは、タイトルデータベース制御モジュールからコンテンツ再生制御情報に含まれる対象コンテンツのアドレス情報を取得する。このアドレス情報に基づき、ストリーム制御・暗号処理モジュール及びファイルシステム・メディア管理・制御モジュール経由でストリームデータを読み出し、デコーダー制御モジュールに引き渡す。この際にストリーム制御・暗号処理モジュールは必要に応じて暗号の復号を行う。

また、コンテンツ再生制御情報には、早送りなどの特殊再生を実現するためのデータが記録されており、それらの情報を基に、タイトルデータベース制御モジュールと再生制御モジュールが連携することで特殊再生が可能となる。

#### 4.4 録画・再生中のハードディスク挿抜対応

USBハードディスクは簡単に抜き差しが可能のため、番組の録画中にUSBハードディスクが取り外されてしまう可能性がある。録画処理が正常に完了する前にUSBハードディスクが取り外された場合、ハードディスクに書き込まれたストリームデータと再生時に必要なコンテンツ再生制御情報の間で不整合が発生して録画番組の正常な再生ができなくなる。

今回開発したソフトウェアにはこの問題を回避する仕組みを実装した。USBハードディスク接続時にファイルシステム・メディア管理制御モジュールがストリームデータとコンテンツ再生制御情報のチェックを実施して不整合を検出した場合、タイトルデータベース制御モジュールに通知を行う。通知を受けたタイトルデータベース制御モジュールはストリームデータの正常記録された部分のみ再生可能となるようにコンテンツ再生制御情報のデータを修正する。

#### 4.5 安定した録画再生の実現

USBハードディスクでのタイムシフト再生やテレビ視聴中の裏番組録画を実現するためには、複数のハイビジョンデータを同時に制御する必要がある。一般的に、Blu-ray Discレコーダなどの録画専用機器では複数番組の録画を想定したハードウェアアーキテクチャで構成されているが、液晶テレビは、一つの放送を受信し表示するための構成となっている。そのため、録画と同時に再生を行うなど複数のストリームを同時に処理する条件下ではCPU処理

負荷が増大し、安定的な録画ができない可能性がある。そのため、再生のためのデコード用バッファメモリのデータを監視し、最低限必要なデータを間欠的に読み出すことで再生処理によるCPUの占有を抑制して、録画処理の実行時間を確保する制御方式を開発した。

再生を開始すると、再生制御モジュールがストリーム制御・暗号処理モジュールを介してデコード開始に必要なストリームデータをSDメモリカード又はUSBハードディスクから読み出して、デコード用バッファメモリに充填する。デコード制御モジュールがデコードを開始した後、再生制御モジュールはバッファメモリにどの程度のデータが入っているのかを常時監視しながら、残量が一定未満となった際に再生の継続に最低限必要なデータのバッファメモリへの充填を行う。この動作をストリームの再生が終了するか、ユーザーからの再生停止操作が行われるまで継続して繰り返す。

この方式を適用することで、録画番組のタイムシフト再生やテレビ視聴中の裏番組録画でも、安定した録画を実現した。

## 5. む す び

近年そのニーズが増大しているテレビの録画・再生機能を実現するために開発した、AVCHD再生制御技術及び外付けUSBハードディスクを用いた録画・再生技術について述べた。外付けUSBハードディスクを用いた液晶テレビの録画では、データの不正利用防止などが課題となるが、今回、ファイルシステムやストリーム制御技術を開発することで、普及価格帯テレビ用のハードウェアでの録画・再生機能を実現した。これによって、ユーザーが手軽にハイビジョン番組の録画・再生を楽しむ環境を実現できる。

今後もテレビにおける録画機能のニーズはますます高まると考えられる。ユーザーにとってより使いやすい液晶テレビを実現するための録画・再生技術の開発を行っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 内閣府：第8表 主要耐久消費財等の普及率（一般世帯）（平成23年3月現在）  
<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/2011/1103fukyuritsu.xls>
- (2) AVCHD™ INFORMATION WEB SITE  
<http://www.avchd-info.org/>