

放送局のファイルベース運用におけるネットワーク化

Networking of File-Based Workflow in Broadcast Stations Using VIDEOS neo™ Video Server

竹ノ内 誠

■ TAKENOUCHI Makoto

渡邊 博之

■ WATANABE Hiroyuki

田中 信吾

■ TANAKA Shingo

従来、放送局内における映像・音声素材の制作から放送までのワークフローは、それらが記録されたテープを受け渡すことで運用されていた。近年、映像・音声素材のファイル化が進行するなかで、ワークフローを改善するために、これらのファイルをネットワーク上で転送する取組みが行われている。しかし、放送局内で扱われる映像・音声素材は、高精細を保つ必要からファイル化の圧縮率が低く、非常に大きなファイルサイズとなるため、放送局内のネットワークは広帯域で高速なファイル転送に対応できなければならない。

東芝は、このようなニーズに応えるため、2010年に次世代のビデオサーバとしてVIDEOS neo™を開発した。VIDEOS neo™を開発するにあたり、超高速TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 通信のハードウェアエンジンとして当社が開発したNPEngine™を搭載し、映像信号をフレームに同期させて処理を行いながら、放送局内のネットワークに適したファイル転送を実現している。

The workflow in broadcast stations has conventionally used magnetic tapes to transfer video and audio contents during the production process. With the progress that has taken place in the filing of video and audio contents, these files are now being transferred via the network for improvement of the workflow. To maintain the quality of high-definition contents in broadcast stations, however, a high-speed wideband file transfer network is required due to the low data compression rates of such contents.

As a solution to this issue, Toshiba has developed the VIDEOS neo™ next-generation video server featuring the NPEngine™, which is a newly developed super-high-speed Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) network hardware engine. The VIDEOS neo™ achieves a stable file transfer process including synchronization with the frame rate.

1 まえがき

放送局内における映像・音声素材は、放送の技術的な品質を確保するためにもっとも重要な要素であり、従来は放送専用の磁気テープメディア（以下、VTRテープと呼ぶ）に記録されたものが使用されていた。

VTRテープに記録された映像・音声素材は、専用のVTRデッキで再生、及び収録や編集を行い、それを受渡しすることで運用を行っていたが、放送局では、VTRテープを前提とした運用からVTRテープを使用しないワークフローへと変化してきている。

近年のIT（情報技術）化のなかで、VTRテープの運用を削減するために映像・音声素材をファイル化して扱う技術が一般化してきている。

東芝は、ファイル化した映像・音声素材を高速度かつ高品質で転送する次世代のビデオサーバVIDEOS neo™を2010年に開発した⁽¹⁾。ここでは、映像・音声素材のファイルベース化の動向と、ファイルベースビデオサーバとして開発したVIDEOS neo™の概要と特長について述べる。

2 VTR運用から映像・音声素材のファイル化へ

映像・音声素材のファイル化を担う製品の概要について、以下に述べる。

2.1 ノンリニア編集機

映像・音声素材の従来の編集作業では、2台のVTRデッキを用い、再生と収録を繰り返していた。ノンリニア編集機ではこれに代えて、高性能のパソコン（PC）で素材を圧縮してファイル形式で取り込むことにより、ソフトウェア上での編集作業を実現している。

2.2 テープレスソリューション

VTRカメラ、VTRデッキ、及びVTRテープを使用する放送局の映像・音声素材の運用ワークフローを、新たな非テープメディアに置き換えることにより、新しいワークフローを実現する製品群（カメラ、デッキ、及び非テープメディア）が普及し始めている。このソリューションでは、非テープメディアに映像・音声素材を圧縮したファイル形式で書込みを行うことが前提となっている。

2.3 ビデオサーバ

ビデオサーバとは、複数の映像・音声素材を圧縮してファイ

ルとして蓄積することで、外部からの制御により映像・音声信号の収録や再生を行うことが可能な製品である。ビデオサーバが普及する前は、VTRテープを棚に格納しておき、外部制御によりロボットアームでVTRデッキに自動でセットする、VTRカートが一般的であった。ビデオサーバでは、放送品質を保つために高レートで圧縮された映像・音声素材を、近年、大容量化と低価格化が進んだ磁気ディスク装置 (HDD) などに記録することが可能になっている。ビデオサーバは、VTRカートに比べ省スペースでランダムアクセスに優れた製品として、放送局に広く普及している。

しかし、HDDを使用したビデオサーバには、現時点では、信頼性、製品寿命、及びランダムアクセスの速度の点で課題がある。これらの課題を克服するために、当社は、半導体メモリを記録媒体に使用したビデオサーバの開発に取り組んできており、フラッシュメモリを使用したビデオサーバ VIDEOS™ を製品化し、1995年から放送局へ納入している。放送局の中でもっとも信頼性が求められる、マスタ送出室からのCM (Commercial Message) や番組の送出を担うビデオサーバにおいて、国内のトップシェア^(注1)を占める製品となっている。

3 映像・音声素材のファイル化とネットワーク

映像・音声素材をファイル化して扱う機器が普及するに従い、メディアや機器に縛られていた映像・音声素材をファイルとしてネットワーク上で交換するという、テープレス運用からファイルベース運用へ向かう動きが出てきた。この動きは、放送局のワークフローを改善する取組みへとつながっていくであろう。当社は、Workflow Innovation™ をコンセプトに掲げ、放送局の業務フローの簡素化と、より付加価値の高い業務への人材シフトを可能にするため、テープレス運用からファイルベース運用への移行を提案している。

放送局内で扱われる映像・音声素材は、加工後も高精細である必要があるためファイル化する場合の圧縮率は低く、結果として非常に大きなファイルサイズとなる。各機器間でネットワークを介してファイルの転送を行うためには、放送局内に広帯域なネットワークが必要となる。また、ワークフローを改善するためにはファイル転送に掛かる時間の短縮が必要で、ネットワークへ接続する機器側にも大容量ファイルの読出し及び書込みが高速でできる性能が求められている。

加えて、ビデオサーバでは多チャンネルの映像・音声信号を同時に安定して収録し再生するために、映像のフレームごとの時刻同期とデータの保証を行う仕組みが必要となる。この機能と、ネットワークを介した広帯域で高速なファイル転送を同時に実現することが、ビデオサーバに求められる重要な機能と

(注1) 2008年8月現在、当社調べ。

なってきた。

当社はファイルベースビデオサーバとして、フラッシュメモリビデオサーバ VIDEOS™ の後継機種であるVIDEOS neo™ を既に開発している。これは、VIDEOS™ で培った多チャンネルの映像信号を安定して収録し再生する機能を拡張するとともに、高性能なファイル転送機能を備えた製品であり、この二つの機能を両立して実現するために、当社が開発した超高速TCP/IP通信ハードウェアエンジンNPEngine™ を搭載している。これにより、映像信号をフレームに同期させて処理をしながら、同時に高速なファイル転送処理を行うことが可能になった。

4 VIDEOS neo™ の構成と機能

VIDEOS neo™ の構成を図1に、主な仕様を表1に示し、主要な機能について以下に述べる。

4.1 高速ファイル転送

ファイルベース運用に即して、装置内を収録側と再生側に分け、それぞれにEthernetスイッチを使用したIPネットワークと

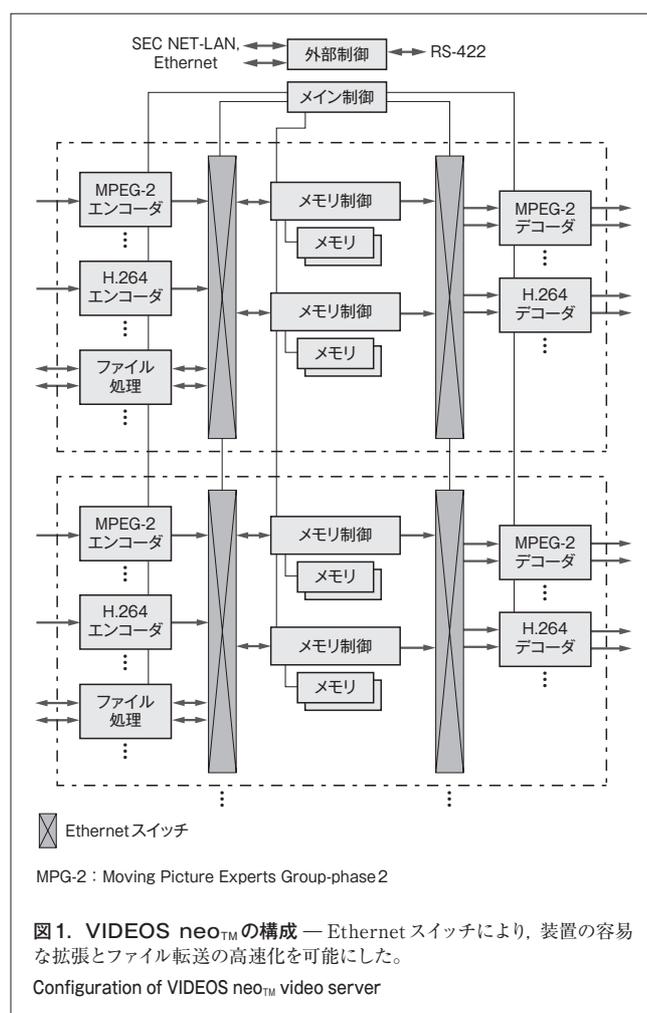


表1. VIDEOS neo™の主な仕様

Main specifications of VIDEOS neo™

項目		仕様
入出力	ファイル	IEEE 802.3 準拠 10/100/1000BASE-T/TX/T
	映像	SMPTE 292M SMPTE 274M 1,920×1,080/59.94/2:1
	音声	SMPTE 299M (映像出力のSMPTE 292Mに重畳)
	ANC	SMPTE 291M (映像出力のSMPTE 292Mに重畳)
クロック		RS-170A NTSC (ブラック・バースト) 信号を 外部クロックとして従属同期 (放送局設備に従属)
インタフェース (適合コネクタ)	ファイル	IEEE 802.3 準拠 10/100/1000BASE-T/TX/T (RJ45)
	映像, 音声, ANC	BNC
ストレージ装置		NAND型フラッシュメモリ (1, 2, 4 T/バイト:1メモリセット当たり)
冗長構成		電源ユニット (5Uサイズ) を二重化
保守インタフェース		IEEE 802.3 準拠 10/100/1000BASE-T/TX/T (RJ45)
使用環境	温度	5 ~ 35℃
	湿度	10 ~ 80 % (結露なきこと)
冷却方式		強制空冷
電源		AC 100 V ± 10 % 50 Hz/60 Hz
消費電力		720 W
質量		約 40 kg (フル実装時)
寸法		436 (幅) × 557 (奥行き) × 221.5 (高さ) mm (フロントパネル, 背面突起部分を含まず)

IEEE : 電気電子技術者協会
 SMPTE : 米国映画テレビジョン技術者協会
 ANC : Video Ancillary Data
 NTSC : National Television System Committee
 BNC : Bayonet Neill-Concelman

し、ファイル入力はそのままストレージ装置に収録することを可能にした。ベースバンド入力もエンコーダユニットでファイル化して収録する。

ファイルの入出力にNPEngine™を採用することで、種々の制御のやり取りをするCPUを使用せず、TCP/IPのパケット処理を専用に行えるようになった。

4.2 同時再生

VIDEOS neo™では10 GビットEthernetで広帯域化し、これまでのオフロードエンジンよりも高速な10 Gビット/sに対応したNPEngine™を新規に開発したことで、ファイル化されたストリームをデコーダへ高速で送出することが可能になった。更に、再生出力はリアルタイム性が求められるので、ファイルの送出をUDP (User Datagram Protocol) /IP伝送とし、伝送誤りに対しては前方誤り訂正 (FEC) 性能を強化した。これにより、多くの再生チャンネルが要求される大規模ユーザーのニーズにも対応することが可能である。

4.3 高信頼化技術

従来のVIDEOS™から、SLC (シングルレベルセル:2値) タイプのNAND型フラッシュメモリを用いた独自のフラッシュメモリ管理技術により、信頼性の高いストレージ装置を持った送出サーバを提供している。今回、誤り訂正能力の強化と

個々のフラッシュメモリチップの障害管理能力を高めることで、信頼性を更に向上させている。

4.4 スケーラビリティ

装置はラックマウント方式で、図1の一点鎖線のブロックで示したように、装置内のEthernetスイッチで装置間を接続することができるので、小規模から大規模までのシステムを容易に構築できる。

装置内はカード形式で各ユニットを実装するようにしており、活線挿抜^(注2)が可能である。また、入出力ユニット (エンコーダ, デコーダ, 及びファイル処理) はフリースロット対応としており、入出力の必要数に応じてシステムを柔軟に拡張することができる。

ストレージ装置は、メモリ制御ユニット1枚とメモリ4枚を1組としたメモリセットから成り、これを図1のように複数接続することで最大60 T (テラ:10¹²) バイトまで構成できる。

従来のVIDEOS™に比べて、装置のサイズは約30 %削減され、消費電力は40 %削減された。

5 VIDEOS neo™の性能

放送局でのファイルベース化と多チャンネル化を実現するためには、収録性能の高速化と、多チャンネルを同時に再生するために映像のフレーム単位のチャンネル制御が必須である。

5.1 700 Mビット/sを超えるファイル収録性能

ファイルベース運用での収録は、映像データのファイルをネットワーク経由で転送するため、転送速度が高速であるほど収録に要する時間を短縮できる。

VIDEOS neo™のファイル処理ユニットの概念を、図2に示す。ファイル収録時のFTP (File Transfer Protocol) 受信処理、映像データの解析処理、及び出力プロトコル処理のFPGA (Field Programmable Gate Array) 制御までの各メモリコピーを削減し、処理を高速化した。また、ファイル処理ユニットの出力部に出力プロトコル処理のFPGAとしてNPEngine™を採用した。その結果、1ポート当たり最大700 Mビット/sを超える^(注3)ファイルの収録を実現し、ファイルベース運用におけるワークフローの高効率化に大きく寄与できる性能を達成した。

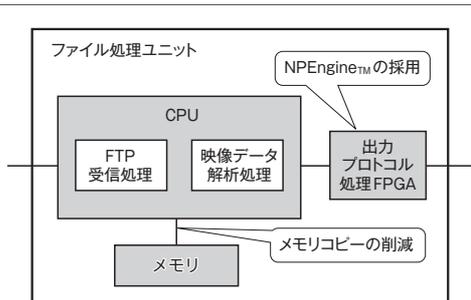
5.2 40チャンネルの同時再生性能

フレーム精度で40チャンネルの映像を同時に再生するためには、映像を蓄積したメモリ部からの映像出力の高速化と、基板間伝送の高速化が必要である。

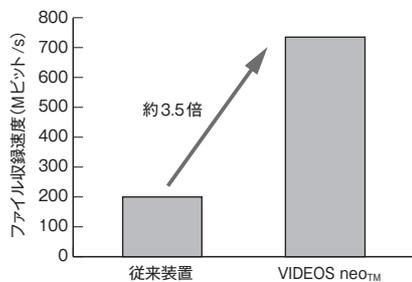
VIDEOS neo™のメモリ部の構成を、図3に示す。メモリ部からの映像出力の高速化については、フラッシュメモリを並列に実装した複数のメモリユニットと、そのメモリユニットを更に

(注2) 電源を入れた状態のまま内部ユニットの脱着を行うこと。

(注3) 実際の転送速度は、相手機器の速度に依存する。



(a) ファイル処理ユニットの概念



(b) VIDEOS neo™と従来装置のファイル収録速度

図2. ファイル制御ユニットの構成 — FTP受信処理と受信映像データ解析処理の各メモリコピーを削減して処理を高速化するとともに、NPEngine™を採用して700 Mビット/sを超えるファイル収録性能を実現した。

Configuration and file loading speed of file control unit

並列化した構成とすることで、フラッシュメモリの並列動作度を高めることができ、メモリ内の映像ファイルへ高速でアクセスできるようにした。また、フラッシュメモリ上に分散配置された映像ファイルを高速で読み出すためには、ソフトウェアでの映像データ読み出し位置の指定制御を高速化する必要がある。そのため、フラッシュメモリ内の映像ファイルを管理するファイルシステムは、動作遅延時間を保障した専用ファイルシステムとし、ランダムアクセス時にも一定の応答時間で制御できるようにした。更に、通信プロトコルの改善や制御処理時のメモリへのアクセス頻度の削減を図り、映像フレーム周期である33 ms以内での40チャンネル同時再生を実現した。

6 あとがき

当社が開発したVIDEOS neo™は、VIDEOS™で培ってきた技術を継承しながら、放送局がファイルベース運用を進めるうえで新たに必要となる、高速で広帯域なネットワーク性能を備えた装置である。放送局におけるネットワーク化がいつそう加速するに伴い、なくてはならない装置として受け入れられていくと考えている。

今後は更に機能を拡充し、放送局以外の用途も含めた多くのニーズに対応できる装置へと進化させていく。

文 献

- (1) 加藤信行. ネットワークやテープレスメディアの放送素材に対応するフラッシュメモリビデオサーバVIDEOS neo™. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.40-43.

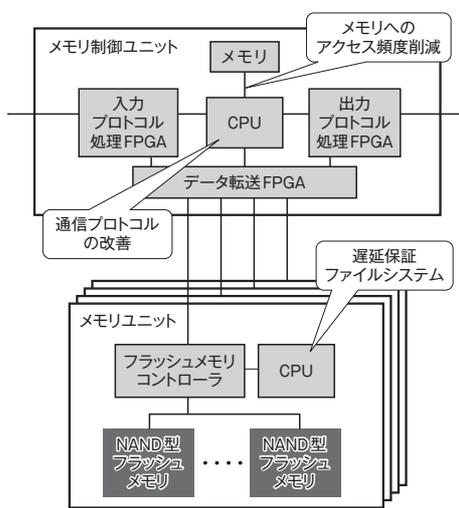


図3. メモリ部の構成 — 並列動作度を高め、ソフトウェアでの映像データ読み出し位置の指定制御を高速化することで、映像のフレーム単位のチャンネル制御により40チャンネル同時再生性能を実現した。

Configuration of memory set



竹ノ内 誠 TAKENOUCHI Makoto

社会システム社 府中事業所 放送・ネットワークシステム部 主務。放送機器の商品企画・設計に従事。
Fuchu Complex



渡邊 博之 WATANABE Hiroyuki

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 制御システム開発部主幹。放送、通信機器の開発に従事。
Power and Industrial Systems Research and Development Center



田中 信吾 TANAKA Shingo

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主務。通信プロトコル処理関連の研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。
Network System Lab.