

大容量映像データの配信及びハイブリッドクラウドの実現方式

西田 里佳

要 旨

地上デジタルテレビ放送（フルHD）やデジタルシネマ、3D映像の普及に伴い、数十～数百GBに及ぶ大容量データを高信頼かつ効率よく配信する技術の重要性が増しています。本稿では、広帯域のベストエフォート回線で、大容量データを高信頼かつ高画質に配信するNEC独自の映像配信技術（パケット修復演算アルゴリズム、再送制御、レジューム機能、揺らぎ流量制御技術など）について紹介します。また、これらの手軽な導入と運用を実現するハイブリッドクラウド方式について説明します。

キーワード

●デジタルシネマ ●3D ●映像配信 ●クラウドサービス ●ハイブリッドクラウド ●サービス連携

1. はじめに

近年、ハイビジョンテレビや3Dテレビ、ブルーレイディスクが急速に普及し、テレビやパソコン、ゲーム機などの表示端末の性能が格段に進歩しています。それに伴いコンテンツのリッチ化が進み、高い解像度で美しい映像を視聴することが可能になりました。例えば、ハイビジョンテレビやブルーレイの解像度はフルHD（1,920×1,080）と呼ばれ、従来のSD（標準画質）の6倍の解像度があります。

映画館ではデジタルシネマプロジェクターの普及が進み、2K（2,048×1,080）または4K（4,096×2,160）と呼ばれる高い解像度のコンテンツが上映されています。2011年現在、デジタルシネマの1本当たりのデータ容量は、JPEG2000圧縮後で100～400GBに及ぶといわれています。

一方、ネットワークも広帯域化が進んでいます。数年前までは回線速度が低かったために、配信コンテンツのビットレートは数Mbps程度、ファイルサイズは1ファイル数十MB程度、画質はSDと呼ばれる低い画質にとどまっていた。

現在はネットワークの広帯域化が進み、数十Mbps程度の速度のベストエフォート回線を利用することが可能です。このようなコンテンツのリッチ化とネットワークの広帯域化を背景に、大容量データを全国にネットワーク配信し、迅速に業務で活用したいという企業のニーズが顕著になってきています。

しかしながら、一般的に配信データが大きくなればなるほ

ど、ネットワークで遅延したりロストしたりするパケット数も増加します。大容量配信向けに設計された技術を使わず、十分な設計をしないまま導入を進めると、遅延したデータの消失や輻輳（ふくそう）が生じ、その結果システムの停止につながることも想定されます。大容量データを配信する際には、数十Mbpsの速度で長時間にわたって、高い画質を損なわず、安定的に配信し続ける技術が求められます。

NECは独自の大容量映像データ配信技術を活用することによって、大容量データであっても、高い画質を損なうことなく配信する技術を開発しました。また、ハードウェアやソフトウェア、ネットワークを含めシステム全体の最適化設計を行い、複数回のネットワーク検証実験を経て、本ハイブリッドクラウドが大容量の商用データを効率よく確実に配信するシステム方式であることを実証しました。

更に、ハイブリッドクラウド方式を採用することで、配信にかかわる業務の運用性・利便性・事業継続性を高めました。

本稿では、大容量映像データを高信頼かつ高画質に配信する映像配信技術及びハイブリッドクラウド実現方式について紹介します。

2 目的

本ハイブリッドクラウドは、大容量の映像データを汎用的なベストエフォート回線で効率良く高い画質を損なわず配信すること、それら配信にかかわる業務をクラウド上で簡単に

大容量映像データの配信及びハイブリッドクラウドの実現方式

つ便利に行うことを目的としています。

更に、デジタルシネマ標準仕様のDCI (Digital Cinema Initiative) ¹⁾及びSMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) ²⁾の規格に準拠することにより、将来のMXF (Material eXchange Format) ファイルによる大容量映像標準仕様との運用の互換性を確保しています (図1)。

3. ハイブリッドクラウド構成

ハイブリッドクラウドは、「クラウドサービス」、「ゲートウェイ」、「配信システム群」の3つの要素から構成されます (図2)。クラウドサービスは、コンテンツ管理やスケジュール管理など、配信にかかわる業務を行うポータルです。ゲートウェイは、パブリッククラウドとオンプレミス (ローカルシステム) のインターフェースとなるシステムです。配信システム群は、ファイル配信システムとライブ配信システムから構成されるオンプレミスです。これは、業界全体で所有することも、1社で専有することも可能です。

本ハイブリッドクラウドは、「クラウドサービスのみ」「ファイル配信のみ」「ライブ配信のみ」というように、用途や予算に合わせて必要度の高いコンポーネントから個別に導入可能な構成としています。

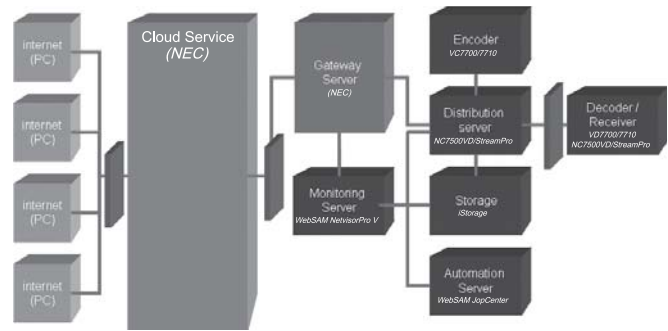


図2 ハイブリッドクラウド構成

4. 技術的特徴

本ハイブリッドクラウドのNEC独自の技術的特徴について、ファイル配信技術、ライブ配信技術、クラウドサービスという3つの観点から説明します。

4.1 ファイル配信技術

ファイル配信技術とは、ここでは数十～数百GBの映像ファイルをユニキャストあるいはマルチキャストでネットワーク配信するための技術を指します。マルチキャスト配信は1本分のデータ配信で多拠点へ配信でき、帯域やハードウェアのリソースを有効活用できるメリットがあります。

プロトコルは、高速な配信を実現するために、UDPを採用しています。NECでは、コネクションレスのUDPであっても高信頼な配信を実現するさまざまな技術を実装しています。

具体的には、ベストエフォート回線で配信する際、ネットワーク上でロストしたパケットを修復するFEC (Forward Error Correction) 技術があります (図3)。NECの場合、標準的なハードウェアスペックで高いパフォーマンスを実現する独自のFEC技術を採用しており、リソースを効率的に使用することができます。このFEC演算アルゴリズムは、広帯域でバーストしやすい環境ほど、少ないオーバーヘッドで配信できるのが特徴です³⁾。

更に、FECで修復しきれない大量のパケットロストが発生するネットワーク環境下においては、再送制御のネゴシエーションを複数回行うことによって、確実なパケットの配信を

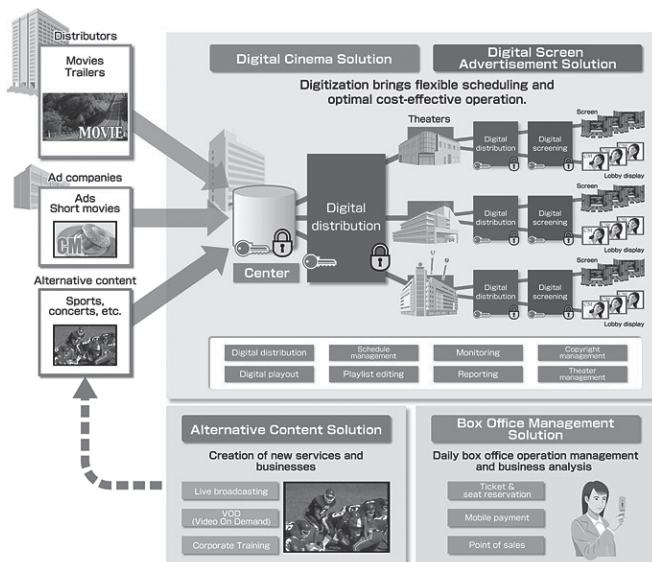


図1 広義のデジタルシネマシステム

行います（図4）。

衛星網を使用する場合、天候の悪化に伴い、大容量データの配信が途中で一時停止することがあります。天候が回復したとき、大容量データを最初の packets から配信していたのでは業務に数時間～数十時間のロスが発生します。そこで、配信の再開時に複数台の受信端末から配信ステータスを収集し、中断した packets から効率的に配信を再開するレジューム技術を新たに開発しました。

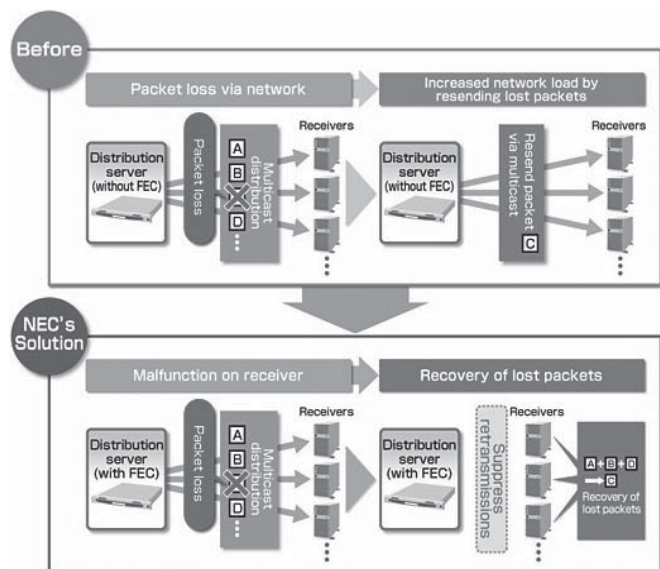


図3 FEC (Forward Error Correction)

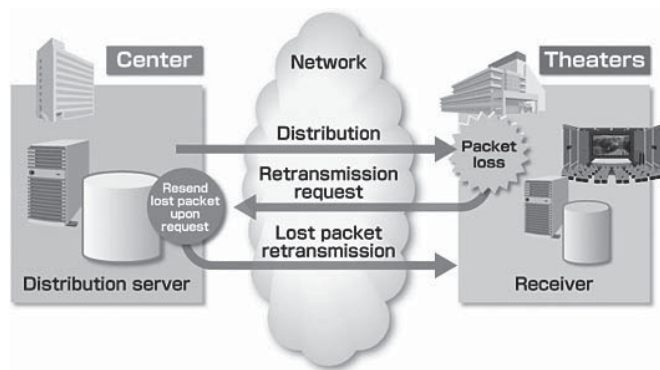


図4 再送制御

一方、端末側で何らかの不具合が生じる可能性もあります。端末の異常を検知しないまま、ロスト packets を再送信し続けるとネットワークの輻輳が発生します。そこで、フェールセーフ機能を導入し、配信サーバ側でレシーバの状態を管理し、不具合が発生した端末に対する配信を中止することによって、帯域を有効に活用します（図5）。

1コンテンツ数百GBという大容量配信の場合、端末側のディスク容量不足が発生する可能性が考えられます。そこで、配信実行前に配信対象となるすべてのレシーバについてディスクの空き容量をチェックし、不足があると配信前にアラートを表示します。これにより、長時間配信する途中でエラーが発生し、もう一度配信を手作業で実行するという運用負担を事前に防ぎます。

加えて、使用期限が過ぎた数百GBのコンテンツが複数端末に存在している場合、すべての受信端末側から当該コンテンツを一括削除する機能を有しています。これにより、運用者の負担を大幅に軽減します。

4.2 ライブ配信技術

ライブ配信とは、ここではベストエフォート回線でH.264コンテンツを高信頼・高画質にリアルタイムで配信することと定義します。ライブ配信システムは、エンコーダ、ライブ配信サーバ、デコーダによって構成されています。この構成で

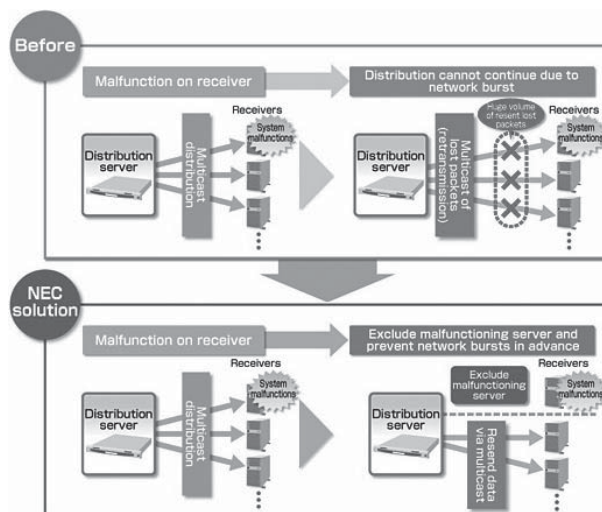


図5 フェールセーフ

大容量映像データの配信及びハイブリッドクラウドの実現方式

は、エンコーダとデコーダを1対1で利用しなくても、1台のライブ配信サーバで多拠点へ配信でき、コストパフォーマンスの良いシステム導入が可能になります。

(1) エンコーダ・デコーダ

H.264超低遅延コーデック（VC-7700/7710、VD-7700/7710：図6）は、独自の高画質アルゴリズムにより、H.264コンテンツを低ビットレートにおいても高精細かつ高画質に伝送します。最小10msの超低遅延コーデックを搭載しており、帯域を有効活用します（伝送路の遅延は含みません）。

本コーデックは中継場所へ持ち運び可能なハーフラックサイズです。運用管理は、可視性に優れたWeb画面から簡単に行うことができ、特定端末からのリモートログインやコマンドによる操作は不要です。Web画面からアクセスするだけで、稼働状況やパケットロス状況がリアルタイムに表示され、オペレーターの取得した運用負荷を大幅に軽減します。

(2) ライブ配信サーバ

ライブ配信サーバは、エンコードから得られたデータにFECを付加し、多拠点へ配信する機能を担います。

ベストエフォート回線における大容量ライブ配信の最大の課題は、ネットワークの遅延やビットレートの揺らぎです。送受信する端末間やネットワークで安定的なパケットの送受信ができなければ、映像の乱れや一時的なサービス停止につながります。

大容量のライブ配信を実現するには、数十Mbpsの配信スループットを保証するハードウェアスペックが必要です。更に、ネットワーク流量の揺らぎ吸収を行い、高信頼かつ高画質な映像配信を実現する技術が必要となります。

そこで、アンダーフローやオーバーフローを防止し、安定的な配信を実現するため、エンコーダ側から受信するデータ流量を監視し、かつデコーダへの最適なデータ流量を自動的に算出・制御する独自のアルゴリズムを開発しました。



Encoder: VC-7710

Decoder: VD-7710

図6 H.264超低遅延コーデック

データ流量を数十bps程度の微細な幅で増加・減少させて調整することによって、急激な送信ビットレートの変化を抑え、デコーダへの安定した流量を維持しつつ、ばらつきのあるネットワーク流量を安定化し、高信頼かつ高画質なりアルタイムの映像配信を実現します。

本システムの実用性を検証するため、実際のネットワーク回線でライブ配信実験を複数回実施して改良を加え、システムの信頼性を高めました。実験では、ベストエフォートのインターネット回線を利用し、数十MbpsのH.264コンテンツを全国10拠点へライブ配信しました。測定は、テスター（AccessOne FE/GbE L3 TESTER 1071A：図7）にて送受信パケット数を計測しました。同時に、実際の映像をリアルタイムにデジタルシネマスクリーンに投射し、映像の乱れがないか、放送品質の色味が正しく再現されているどうか、ロスしたパケットがFECで修復されているかなど、品質チェックテストを行うことで、商用配信業務に適したプラットフォームであることを実証しました。

(3) ライブ配信サーバの障害対策

ベストエフォート回線におけるライブ配信を想定する場合、万が一のケースが発生しても、何らかの方法でサービスを継続する手段が必要です。一例として、多拠点に大容量・広帯域の映像をベストエフォート回線でライブ配信しているとき、特定のエリアのネットワークの実効帯域が急に狭められることが考えられます。このような場合に備え、広帯域用と狭帯域用に異なるコンテンツを用意しておき、緊急時に帯域に合わせてコンテンツやスケジュールを切り替えるスイッチング機能を新たに開発しました。

また、万が一何らかの理由でネットワークや表示装置・音声装置などの他システムに不具合が生じ、配信が中断された場合でも、エンコードした映像をサーバに蓄積し、数十

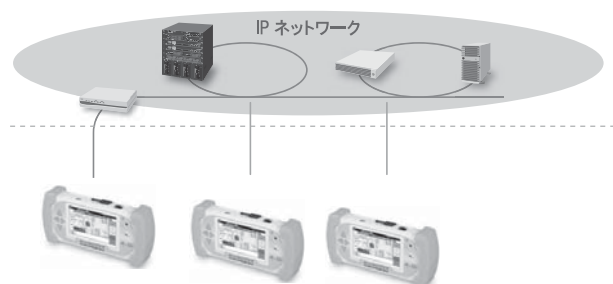


図7 AccessOne FE/GbE L3 TESTER 1071A

拠点に対してコンテンツを時間差で始めから、あるいは中断した特定時点から配信を実施するLoD (Live on Demand) 機能を新たに開発しました。

このように、ベストエフォート回線ならではのトラブルを想定して耐障害性を高める機能を備えておくことで、障害発生時でも継続してサービスを提供したり、サービス停止による経済的損失を回避したりできます。

4.3 クラウドサービス

クラウドサービスは、配信にかかわる標準業務ワークフローを提供する業務ポータルです。

従来のオンプレミスな配信サーバを操作する場合、データセンターのコンソールやオフィスにある特定端末から操作しなければなりません。

しかし、本ハイブリッドクラウドでは、ユーザーはインターネットにアクセスするだけで、いつでもどこでもセキュアにコンテンツ管理・スケジュール管理・配信管理などの配信にかかわる業務を継続できるようになりました。

更に、本クラウドサービスを企業のコミュニケーションポータルとして活用することにより、関係する社内部署・関連企業間でコミュニケーションコストを削減し、業務効率を向上することができます。

(1) クラウドサービス

本クラウドサービスはSalesforce.com上で動作する、NEC独自のカスタムアプリです。配信にかかわる標準機能として、コンテンツの登録・変更・削除を行うコンテンツ管理機能、配信を指示したり配信ステータスを確認したりする配信管理機能を開発しました(図8)。

加えて、コンテンツにかかわる業務に必要な、ユーザー管理、顧客管理、コンテンツ管理、権利管理、スケジュール管理、サイト管理、価格管理、契約管理、配信管理、配信

結果レポート機能を備えています(図9)。

このように、配信にかかわる標準機能群のセットをあらかじめ用意しておくことによって、利便性の高いプラットフォームをユーザーに素早く提供できます。

また、パブリッククラウド上で入出力されたデータを、他システムで利用できるインターフェースも備えています。

(2) ゲートウェイ

ゲートウェイは、ハイブリッドクラウドを構成するクラウドサービスと配信システム群の中継点となるシステムです。既存のゲートウェイシステムは、ミドルウェアのような大規模なSIを必要とし、導入に時間が掛かり、コストが高いという課題がありました。そこで、迅速かつ手軽に導入できるNEC独自のゲートウェイを設計・開発しました。

(3) 他のシステムやサービスとの連携

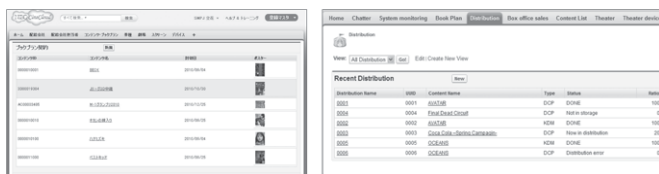
本ハイブリッドクラウドの外部にある他システムや他サービスとの連携インターフェースも用意しています。

例えば、売上管理システムや課金システムと連携する場合、ゲートウェイを経由して配信結果を渡し、正常に配信完了した本数に応じて課金したり、売上管理システムの集計データをクラウドで表示したりするといった連携が可能になります。

このように、汎用性・拡張性に優れたゲートウェイを利用することで、他のシステムやサービスとの柔軟な連携を実現し、より利便性の高い業務ポータルとして活用することができます。

5. 適用領域

本ハイブリッドクラウドは、特定の業界や業種に依存することなく、大容量データの配信・管理にかかわるさまざまな領域を適用対象としています。



コンテンツ登録画面

配信管理画面

図8 クラウドサービスの画面例1



サイト管理画面

価格管理画面

図9 クラウドサービスの画面例2

以下に一例を挙げます。

・ 消防・防災・交通

HD監視映像のライブ配信やファイル配信

・ 流通業

大量売上データやHDプロモーション映像の配信

・ 自動車・服飾業界・建築業界

3Dデザインイメージの配信・蓄積・共有

・ 医療や医薬品業界

手術の高精細映像・3D映像のファイル配信・共有

・ 文教・科学・宇宙

2D/3Dの高精細映像ファイルの活用やライブ配信

・ 制作・ポスプロ

アニメなどフルHDや3D映像のワークフロー

6. まとめ

今後、地デジ（フルHD）やデジタルシネマ、3D映像の普及が進み、ハードウェアやネットワークが進化するとともに、ますます高精細映像を高信頼かつ高画質に配信する技術が重要になります。

独自の映像配信技術によって、大容量の映像データを高信頼かつ高画質に配信し、運用性・利便性・事業継続性に優れたハイブリッドクラウドを提供することによって、今後も企業での高精細映像の活用と発展に寄与してまいります。

問い合わせ先

NEC 通信・メディアソリューション事業本部
メディアソリューション事業部
第3ソリューショングループ
d-cinema@abc.jp.nec.com

参考文献

- 1) "DCI SYSTEM REQUIREMENTS AND SPECIFICATIONS FOR DIGITAL CINEMA Version1.2". Digital Cinema Initiatives
<http://www.dcinovies.com/specification/index.html>
- 2) SMPTE standards
<https://store.smpte.org/>
- 3) "Proposal for Modifications to FG IPTV-DOC-0088", ITU FG IPTV WG2, 5th Meeting, FG IPTV-C0684, by Yuzo Senda, NEC
<http://www.itu.int/md/T05-FG.IPTV-C-0684/en>

執筆者プロフィール

西田 里佳
通信・メディアソリューション事業本部
メディアソリューション事業部
主任

● 本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL

http://www.nec.com/global/solutions/digitalcinema/d_cinema_sol.html

* Blu-ray Disc（ブルーレイディスク）、Blu-ray（ブルーレイ）は、Blu-ray Disc Associationの商標です。

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.64 No.3 映像ソリューション特集

映像ソリューション特集によせて
NECの映像技術への取り組み

◇ 特集論文

映像認識・分析

人の行動を「見える化」する動線解析技術と活用例
顔認証技術を活用したインタラクティブ映像制御システム
「ビデオシグネチャ」を活用した映像識別ソリューション

映像蓄積・加工

大容量映像データの配信及びハイブリッドクラウドの実現方式
ファイルベースへ進化する映像アーカイブシステム
次世代の放送サービスプラットフォームソリューション
報道現場を支えるトータルノンリニアソリューション
組込み機器用リッチグラフィックスソリューション～GA88シリーズIWAYAG～
超低遅延コーデックの開発

映像配信

ウェアラブル・ユニファイドコミュニケーションによる遠隔観光ガイド・通訳サービス
デジタルサイネージソリューションの動向
テレコミュニケーションロボットによる次世代コミュニケーション

◇ 普通論文

LED光源を用いた高輝度プロジェクターの開発
環境配慮型液晶プロジェクターの開発
パソコンとのシステム連携によるプロジェクターの機能向上の実現
正確な色再現と使いやすさを両立したプロフェッショナルディスプレイPAシリーズ
超狭額縁液晶を用いたビデオウォール表示システムの開発
従来にない軽量化・小型化に取り組んだ「Office Cool、EXシリーズ」



Vol.64 No.3
(2011年3月)

特集TOP