

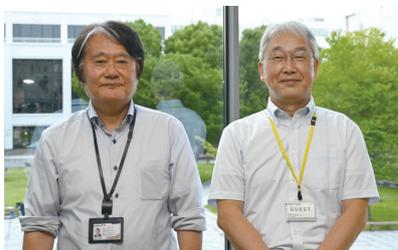
ミハル通信・神奈川工科大学

8K非圧縮映像の 低遅延エッジ処理と 8K圧縮極超低遅延伝送を 組み合わせてデモ

ミハル通信はネットワーク技術展「Interop Tokyo 2022」で、神奈川工科大学 丸山 充教授と、8K映像の広帯域・低遅延リアルタイム配信処理のデモを実施した。使用したのは、8K非圧縮映像の編集を遠隔地のエッジ装置ですべてソフトウェア処理によって行う編集システム。会場ではミハル通信のエンコーダー/デコーダー「ELL(エル)8Kシステム」による極超低遅延伝送とも組み合わせ、スポーツ中継など幅広い用途で活用できることを提案した。(取材・文：渡辺 元・本誌編集長)

仮想化した編集装置でソフト処理

神奈川工科大学 情報学部 情報ネットワーク・コミュニケーション学科 丸山 充教授の研究室は、毎年 Interop にブースを構えて映像伝送技術のデモを行っている。今年実施したデモは、情報通信研究機構(NICT)の広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームの委託研究プロジェクトの成果だ。同プロジェクトは同大学が中心となり、大同大学、琉球大学、ミハル通信の4者で進めている。今回の編集システムのデモは、8Kの非圧縮映像を遠隔



神奈川工科大学 情報学部 情報ネットワーク・コミュニケーション学科 教授 丸山 充氏(左)とミハル通信株式会社 執行役員 技術統括本部 先端技術開発部長 加藤康久氏(右)



「Interop Tokyo 2022」の神奈川工科大学ブースでのデモ。ブースで8K非圧縮映像の色変換操作をすると、処理後の8K映像(右の画面)の色味が黄色っぽく変化した(中央の画面は処理前の8K映像)。遠隔地のエッジ装置でソフトウェア処理をしてブースに伝送しているが、リアルタイムで処理結果が8Kテレビに表示された。左の画面は、「ELL 8K」を使った8Kの極超低遅延長距離伝送

地のエッジ装置に低遅延伝送し、仮想化した編集装置でソフトウェア処理による色変換などの映像処理を行い、リアルタイムで展示ブースに送り返すというものだ。エッジ装置は相模原市のNTT東日本局舎にある国立情報学研究所(NII) SINET6データセンターに設置し、幕張メッセの展示会場と400Gbpsや100Gbpsの回線で接続。沖縄県宜野座村の8Kカメラで撮影した非圧縮映像や、石川県能美市にあるNICTのデータセンター「StarBED」のサーバーの8K映像、神奈川県厚木市の神奈川工科大学に設置された8Kカメラ映像、さらに幕張メッセの同大学ブースの8Kカメラ映像を相模原市のデータセンターに低遅延伝送し、データセンター内のエッジ装置で、8K映像の切り替えや8K Dual Greenからフルスペック8Kへのトランスコーディング、色変換などを行い、再び幕張メッセのブースに伝送して8Kテレビにリアルタイムで映し出した。

このシステムの大きなポイントは、広帯域の8K非圧縮映像をすべてソフトウェア処理していることだ。「これを可能にしたのが、Data Plane Development Kit(DPDK)の活用です。DPDKでエッジ装置のCPUのコアの一部やネットワークインターフェースカードをOSから切り離し、その切り離されたコアを使って専用の処理をさせました。DPDKを利用したソフトウェアルーターやソフトウェアスイッチなどはすでにありますが、この技術を拡張してソフトウェアによる映像処理に応用しました」(丸山教授)。また、映像変換にはインテルのプロセッサが対応しているアセンブラで書かれたAVX-512命令を駆使した。AVX-512は512bitのレジスタの中身を瞬時に書き換えることができる。このようにDPDKによる映像処理とAVX-512による映像変換をうまく組み合わせることで、今回のシステムを実現した。

このシステムはソフトウェアで処理するため、特別なハードウェアを用意しなくても空いているクラウドやエッジを有効活用できるという利点がある。これが実用化されれば、例

えばスポーツの生中継などで、高価な放送機器を使わずにネットワーク上で映像処理ができるようになる。現状、特に地方の放送局では8K設備への投資はコスト負担が大きく困難。「今回のシステムのように8Kの編集装置を仮想的に提供されれば、8K映像制作の裾野が放送局から個人まで広がります。将来的には、最寄りの電話局などに設置されたコンピューティングノードがあれば、8K非圧縮映像の低遅延伝送とソフトウェア処理が可能になり、「8Kチューバー」などが誕生するかもしれません」（丸山教授）。

ミハル通信と製品化に向け共同開発

さらに、Interopの同大学ブースでは、この8K非圧縮映像の編集系システムと、ミハル通信の極超低遅延8Kエンコーダー/デコーダー「ELL 8Kシステム」を使った8K圧縮映像の低遅延伝送システムを組み合わせた伝送デモも実施。丸山教授と委託研究開発に取り組んでいるミハル通信株式会社 執行役員 技術統括本部 先端技術開発部長 加藤康久氏は、「幕張一沖縄間の回線にNTT西日本の1Gbpsのフレッツを利用しているため、弊社保有の『ELL 8K』技術による圧縮が必要でした。商用回線を使うとジッタやパケロスなどが生じますが、『ELL 8K』はSRT技術を利用してパケロスを遅延時間に置き換え吸収できる機能があります。ジッタも『ELL 8K』のデコーダー・バッファで遅延時間に置き換え吸収します。『ELL 8K』はエンコードとデコードを非常に低遅延で行うため、このようなネットワーク品質由来の遅延が発生しても全体として低遅延で伝送することが可能です」と語る。

NTTに勤務していた時、放送局設備をIP化するプロジェクトに携わっていたことがある丸山教授は、「この編集

系と伝送のシステムの組み合わせによって、今までになかったような8K映像による高臨場感の映像空間が実現できると期待しています。例えば、サッカーの生中継番組などで、ゴールキーパーの前の8Kカメラ映像やドローンが上から撮影した俯瞰映像、アーカイブされた過去のゴールシーンなどの8K非圧縮映像をエッジ上で仮想化された編集装置でソフトウェア処理し、速度変換や画素数変換などをリアルタイムで行い、処理後の映像を『ELL 8K』で圧縮して公衆回線で放送・配信設備に低遅延伝送する、といったことが可能になります」と放送局での活用を期待する。

このシステムの実用化によって、放送局だけでなく、劇場配信、eスポーツ、医療、教育、防犯、製造業などでも8K映像の利用が進むだろう。製造業用途では、AIによる画像認識も利用した工場の監視や検品にも期待できる。「今後の映像伝送では低遅延であることが新しい品質基準になるでしょう。編集・伝送システムを組み合わせたりリアルタイム処理・低遅延伝送をなんとか実現したいと考えており、パートナーのミハル通信と実用化に向けた共同開発に取り組んでいます。今後、放送・映像業界の方に実際にシステムを使っていただく実証実験を繰り返し、スキルアップしていきたいと思います」（丸山教授）。

ミハル通信 加藤氏の期待も大きい。「ソフトウェアによる映像処理には私も大賛成です。エッジ装置だけでなくクラウドでのソフトウェア処理も視野に入れながら、弊社はこの共同開発プロジェクトを進めていきたいと思います。遠隔医療での手術映像の伝送について医師の方が要望されるのは、血の色を赤く強調するといった映像処理をリアルタイムで行い低遅延で伝送することです。非圧縮映像のリアルタイム編集と圧縮映像の低遅延伝送を組み合わせたシステムは、弊社の新規分野として実用化を目指します」。



「4K・8K映像技術展」で8K伝送デモ 伝送システム全体でさらに遅延を短縮

ミハル通信は「Interop Tokyo 2022」の約2週間後の6月29日～7月1日に東京ビッグサイトで開催された「4K・8K映像技術展」にもエンコーダー/デコーダー「ELL（エル）シリーズ」を出展、最新の極超低遅延伝送の成果をデモで実証した。8K用「ELL 8Kシステム」はカメラからモニターまでの伝送システム全体での低遅延化をさらに進めた。また、同製品の技術を4Kの極超低遅延伝送に活用した新製品「ELL Lite」の計画も映像で公開。オーディオ機能を強化したビットパーフェクトな高音質オーディオを提供し、音楽ライブなどのエンタテインメント事業者の需要に応える。ケーブルテレビ事業者の映像伝送にも対応させた。

（取材・文：渡辺 元・本誌編集長）

8K カメラからテレビまで 90ms

8K用HEVCエンコーダー/デコーダー「ELL 8Kシステム」（以下、「ELL 8K」）のデモは、8Kカメラ→「ELL 8K」でエンコード→「ELL 8K」でデコード→SDI-HDMI変換器→8Kテレビ、という伝送システムを展示ブース内に構築。この伝送システム全体での遅延時間を従来よりも短くした。「ELL 8K」以外の各機器も遅延量の少ないものを組み合わせることによって実現した。これまでさまざまな展示会で同社が行った「ELL 8K」のデモは、「ELL 8K」単体の遅延やインターネットを経由した遅延時間などの短さを示してきたが、ネットワークを通さない8Kカメラから8Kテレビまでの伝送システム全体の遅延時間はわかりにくかった。ミハル通信株式会社 取締役 統括本部長 尾花 毅氏は、「今回の展示会では、低遅延の各機器で構成することによって伝送システム全体の低遅延がどのくらいになるかを示しました。今回

採用した 8K カメラは大手メーカーが低遅延化した試作機。SDI-HDMI 変換器は弊社が低遅延の機器を自社開発しました。8K テレビも特に低遅延な製品を採用しました。『ELL 8K』のエンコード / デコード部分だけの遅延は 30ms と極めて低遅延ですが、他の機器も低遅延機器で構成したため、伝送システム全体でも実測 90ms まで遅延を減らすことができました」と説明する。

従来の機器構成による「ELL 8K」を使った伝送システムでも、8K テレビに映した伝送前の映像と伝送後の映像を並べて見比べると、ほとんど遅延が発生していないように見えた。さらに今回のデモでは、N ゲージの鉄道模型をジオラマに走らせて 8K カメラで撮影し、来場者が実際に伝送後の 8K 映像を見ながら停止操作を行うことで、遅延時間を体感させた。比較のため実際のデモで実験的に 500ms の遅延に設定した 8K 映像の場合は、走行する鉄道模型が停止線に来た瞬間に停止操作を行っても、画面上の鉄道模型はそのまま走り続け 500ms 後に停止線をかなり越えてから止まった。次に、今回の低遅延機器を組み合わせた伝送システムで同じ操作を行うと、鉄道模型は 90ms 後に停止線をわずかに越えた位置ですぐに止まった。500ms 遅延の伝送システムでは 8K 映像による遠隔操作の用途には支障があるほど遅延が大きいが、今回の機器構成による伝送システムは遠隔操作でも十分に使えるレベルまで低遅延化したことを体感できた。重機などの遠隔操作や手術の遠隔支援など、なるべく短い遅延が求められる用途にも適用できる性能に仕上がっていると言えるだろう。超高精細の 8K 映像は高精度の遠隔操作に適しているが、これまでは遅延が大きいため実用化が困難だった。今回の伝送システムではこの問題を解決した。「ELL 8K」は SDI-HDMI 変換器を内蔵することなどによって、遅延をさらに短縮する予定だ。ミハル通信は今後、遠隔操作を必要とするさまざまな業界をヒアリングし、各業界で必要とされる 8K 伝送の要件に製品を対応させていく考えだ。

「ELL 8K」はレンタルで提供するサービスを予定している。機器設置、ネットワーク設定、リモートサポートなども提供する。「ELL 8K」だけでなく、SDI-HDMI 変換器など伝送システムを構成する各種の機器もレンタルで提供する。1、2 週間といった短期間だけ 8K 伝送を行うユーザーでも、「ELL 8K」を利用しやすくなる。実証実験での利用も容易になる。想定しているユーザーは、遠隔検査支援、遠隔ロボット制御、8K 内視鏡映像伝送、ライブ配信、社会インフラ、防災・減災など幅広い。

4K 用新製品を今年度末発売へ

展示ブースでは 4K 伝送に対応した新製品「ELL Lite」も映像で紹介した。現在製品化に取り組んでいる「ELL Lite」は 2 種類。第 1 の製品は、小型の筐体が特長のエンコーダーとデコーダーだ。4K カメラからの入力は 12G-SDI の 1 端子で可能。ストリームポートは 2 個用意し冗長化した。音声のインターフェースとしてはプロフェッショナルオーディオインターフェースである MADI を採用。BNC のケーブル 1 本で 64 チャンネルの音声を伝送できる規格だ。ケーブルテレビ事業者などの 4K 素材伝送用にも適している。価格は既存の 4K エンコーダーと同程度にする予定だ。

第 2 の製品は、ライブハウスやコンサートホールなどでエンタテインメント事業者が使うのに最適な製品。「エンコーダーとデコーダーが 1 台の筐体」に実装されており、遠隔地のコンサートホール間で双方向で結んだライブなどに利用できます。コンサートホールで使うことを想定して



実験的に伝送システムを遅延 500ms にしたデモ。左は伝送前の 8K 映像、右は「ELL 8K」でエンコード / デコードした伝送後の 8K 映像で、鉄道模型を時計回りに走らせて撮影した。右の伝送後の 8K 映像の電車の位置は、左の伝送前の 8K 映像より遅延時間の分だけ大きく遅れている



遅延時間を短縮した新しい伝送システムのデモ。右の伝送後の 8K 映像の電車の位置は、左の伝送前の 8K 映像とほとんど変わらず、遅延時間の短さを示している

MADI が 2 系統、Dante も 2 系統の入出力を可能にしました。放送業界で使われている伝送用エンコーダーの多くの機種では、SDI に映像と音声を重畳・分離させる変換器を接続する必要がありましたが、「ELL Lite」は MADI で音声を別端子にしたので変換器は不要。「ELL Lite」からオーディオシステムに直接出力できます」（尾花氏）。海外にいるアーティストが現地のライブハウスから日本国内のライブハウスにいる観客に演奏を聴かせるといった形の遠隔ライブは、今後増えていくとオーディオ業界やエンタテインメント業界では予想している。「ELL Lite」を使えば、演者は遠隔地のライブハウスにいる観客の歓声などを低遅延で聞きながら演奏に反応させることが可能となる。ライブハウスなどでの遠隔ライブ実証実験を来年行う計画も進んでいる。この製品は高機能だが、価格は 1 台 200 万円程度に抑える予定だ。エンタテインメント用途だけでなく、双方向 4K 映像によるロボットの遠隔操作などにも活用できる。

今回の 4K・8K 映像技術展は総合展示会の「通信・放送 Week 2022」の一部であり、「5G 通信技術展」「ローカル 5G/IoT 活用展」「映像伝送 EXPO」などの展示会と同じ会場でも同時開催された。そのためこれらの展示会に来場・出展した 5G や IoT、エンタテインメントなどの業界関係者もミハル通信ブースを訪れてデモを体験。「ELL 8K」「ELL Lite」の活用方法などについて、同社の担当者と意見交換が盛り上がりつつあった。

ミハル通信株式会社 代表取締役社長 中村俊一氏は、「ELL シリーズ」にさらに力を入れていく考えだ。「今回で 4K・8K 映像技術展への出展は 5 回目となります。毎年「ELL 8K」を進化させて低遅延伝送のデモを実施していますが、今年は完成形に近い性能を体感していただくことができました。8K 伝送でこれだけの低遅延を達成していますので、この技術を使った 4K 伝送用の「ELL Lite」はさらに超低遅延を実現できます。コンサートやケーブルテレビなどで事業者のお客様が 4K 伝送を身近に利用していただける新製品として、現在「ELL Lite」の開発を進めており、今年度末に新製品として発売する計画です。すでにお客様に提供できる体制は整ってきています」。