

# 映像会議を実現する多地点接続装置 MCU

Multipoint Control Unit for Videoconferencing

川村 卓也

渋谷 尚久

船戸 康雄

■ KAWAMURA Takuya

■ SHIBUYA Naohisa

■ FUNATO Yasuo

ビジネスの生産性向上を狙った、高品質な映像によるビジュアルコミュニケーションが注目されている。

東芝のビジュアルコミュニケーションシステム Strata™ VCS は、MCU (Multipoint Control Unit) を導入することで多者間の映像会議を実現する。この MCU は VCS クライアントごとに異なる合成映像を配信でき、また、それらの画面分割レイアウトは、各 VCS クライアント側のユーザーがマウス操作により、それぞれの好みに応じたものに自由に変更できる。

A visual communication system with high-quality video improves the efficiency of business.

Toshiba has realized multipoint videoconferencing by introducing a newly developed multipoint control unit (MCU) into its Strata™ VCS visual communication system. The MCU can distribute different mixing video streams to each VCS client. Moreover, each user of a VCS client can optimize the video mixing layout by freely changing it.

## 1 まえがき

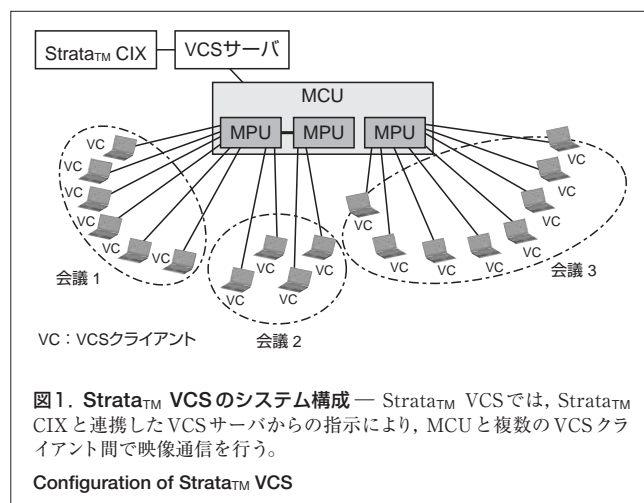
多者間のビジュアルコミュニケーションを実現する場合、複数のエンドポイントが相互に映像を直接交換する方法と、システムに導入した多地点接続装置 MCU (Multipoint Control Unit) を介して映像を交換する方法がある。後者の場合、MCU が各エンドポイントから受信した映像を合成して配信することで、各エンドポイントは MCU と接続するだけで複数の映像を一つの合成映像として受信でき、前者と比べ送受信処理や映像表示処理などの処理負荷を増やさずに通信できる。

東芝は MCU での映像合成機能に注目し、当社のビジュアルコミュニケーションシステムである Strata™ VCS で、エンドポイントとなる VCS クライアントごとに異なる合成映像を配信できる MCU を開発した。また、この MCU は、VCS クライアントのそれぞれのユーザーが、自己に配信される合成映像の画面分割レイアウトを好みに応じて自由に変更操作できることを特長とする。

ここでは、Strata™ VCS の概要と、映像を伴った多者映像会議を実現するための MCU について述べる。また、MCU で合成された映像に対し VCS クライアント側から画面分割レイアウトを制御する方法について説明する。

## 2 システムの概要

Strata™ VCS は、東芝ビジネスコミュニケーションシステム Strata™ CIX に映像通信を融合したシステムであり、ユーザーが相手に電話をかける簡単な操作で、手もとにある VCS クライアントの画面に相手の映像が自動的に表示さ



れる。また、VCS クライアント間での映像通信の開始、終了などは、VCS サーバにより制御される。

Strata™ VCS では、Strata™ CIX 内線電話機間で音声通話が始まると、VCS サーバはその接続情報を Strata™ CIX 主装置から受け取り、それぞれの内線電話機に対応した VCS クライアント間で映像の送受信を開始させる。Strata™ CIX は音声会議機能を備えており、1 会議当たり最大 8 者まで参加できる。このため、VCS サーバは音声会議と連動して、映像を伴った多者映像会議の開始を制御する機能を持っている。ただし、多者映像会議に参加するすべての VCS クライアントどうしが映像通信を直接行うと、参加人数の増加に従って VCS クライアントに掛かる処理負荷が増加する。

そこで Strata™ VCS では図1に示すように、MCU が VCS

サーバと連携して動作し、多者会議時の映像通信を専用に扱う。VCSサーバはStrata™ CIX主装置での音声会議の開始を検出するとMCUに対して接続制御を行い、MCUは各VCSクライアントとセッションを確立し、映像通信を開始する。この場合、VCSクライアント側は、2者間の映像通信と同様に、MCUとの間の1本の映像通信だけで多者映像会議ができる。

### 3 MCUについて

Strata™ VCSのMCUは、映像合成処理を行う基本ユニットであるMPU (Multipoint Processing Unit) カードから構成され、一つのMCU筐体(きょうたい)には複数のMPUカードが実装できる。各MPUカードは最大で8者までのVCSクライアントと同時に接続でき、一つのMPUカードで8者映像会議なら一つ、4者映像会議なら二つの会議を構成できる。また、MPUカードどうしを専用ケーブルで接続することで、例えば、6者で映像会議する場合には2者分の映像会議リソースが残るが、これを接続相手のMPUカードと組み合わせることで効率的な活用ができる。MPUカードの主な仕様を表1に示す。

表1. MPUカードの主な仕様

Main specifications of multipoint processing unit (MPU) card

項目	仕様
VCSクライアント接続数	最大8
映像コーデック	MPEG-4
最大帯域幅	1映像当たり1.5Mビット/s
映像解像度	最大VGA (640 × 480画素)
映像フレームレート	最大30フレーム/s
セッション制御プロトコル	SIP
映像転送プロトコル	RTP

#### 3.1 MPUカードのハードウェア構成

MPUカードのハードウェアについて、以下に概要を述べる。

##### 3.1.1 内部構成

MPUカードは、セッション制御や映像の送受信処理を行うプロセッサ、映像の合成を行う多出力映像合成処理回路、及び映像データの圧縮と伸長を行うコーデック回路群を主要デバイスとして備えている。コーデック回路群は、8個のMPEG-4 (Moving Picture Experts Group-phase 4) デコーダ回路と8個のMPEG-4エンコーダ回路で構成されており、それぞれのVCSクライアントに応じた独立の帯域幅、解像度、フレームレートでの映像通信ができる。なお、MPUカードは外部インターフェースとして、Ethernet及び、MPUカード間を接続するための専用インターフェースを備える。

コーデック回路群の各デコーダ回路、各エンコーダ回路、

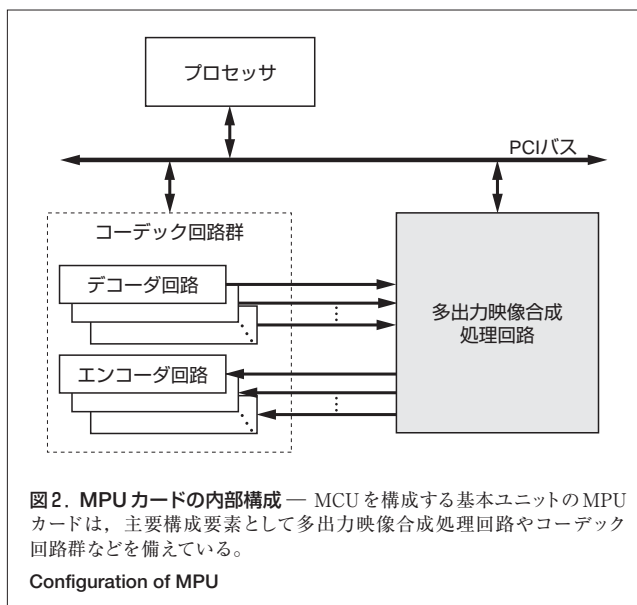


図2. MPUカードの内部構成 — MCUを構成する基本ユニットのMPUカードは、主要構成要素として多出力映像合成処理回路やコーデック回路群などを備えている。

Configuration of MPU

及び多出力映像合成処理回路は、プロセッサとPCI (Peripheral Component Interconnect) バスで接続されている。また、各デコーダ回路から多出力映像合成処理回路へ、多出力映像合成処理回路から各エンコーダ回路へはそれぞれ直接接続されており、ITU-R (国際電気通信連合—無線通信部門) による勧告BT.656<sup>(1)</sup>に準拠した非圧縮の映像データを転送する。

MPUカード内での映像データの流れは、次のとおりである。

- (1) IP (Internet Protocol) ネットワークを介して各VCSクライアントから受信された圧縮映像データは、各デコーダ回路で伸長される。
- (2) 各デコーダ回路から出力される非圧縮映像データは多出力映像合成処理回路に入力され、多出力映像合成処理回路で各VCSクライアント用に独立した合成映像がそれぞれ生成され、各エンコーダ回路へ入力される。
- (3) 各エンコーダ回路で圧縮された合成映像データは、IPネットワークを介してそれぞれ対応するVCSクライアントへ送信される。

##### 3.1.2 多出力映像合成処理回路

MPUカードのコアとなるモジュールが映像合成処理部である。当社は、映像合成処理部のハードウェア化を行い、低コストのFPGA (Field Programmable Gate Array) で多出力映像合成処理回路というものを実現した。この回路は、複数の異なる入力映像から、独立した複数の合成映像を生成し出力できる。また、外部からレイアウト制御データを入力することで、それに従った合成映像を生成できることを特長とする。多出力映像合成処理回路の主な仕様を表2に示す。

##### 3.1.3 レイアウト制御データ

多出力映像合成処理回路は内部に制御用レジスタを備えており、プロセッサから

表2. 多出力映像合成処理回路の主な仕様

Main specifications of multi-output video mixing processor

項目		仕様
入力映像	映像数	最大8
	映像解像度	最大720×480画素
	フレームレート	最大30フレーム/s
	インタフェース	ITU-R BT.656
出力映像	映像数	最大8
	映像解像度	最大720×480画素
	フレームレート	最大30フレーム/s
	インタフェース	ITU-R BT.656
合成映像の生成処理時間		33ms以内
制御信号用インタフェース		PCI

PCIバスを介して制御データを所定のレジスタに書き込むことで、回路の動作を制御できる。各合成映像のレイアウトを制御する場合には、それぞれに対して用意されたレジスタにレイアウト制御データを書き込む。このレイアウト制御データで以下の設定ができる。

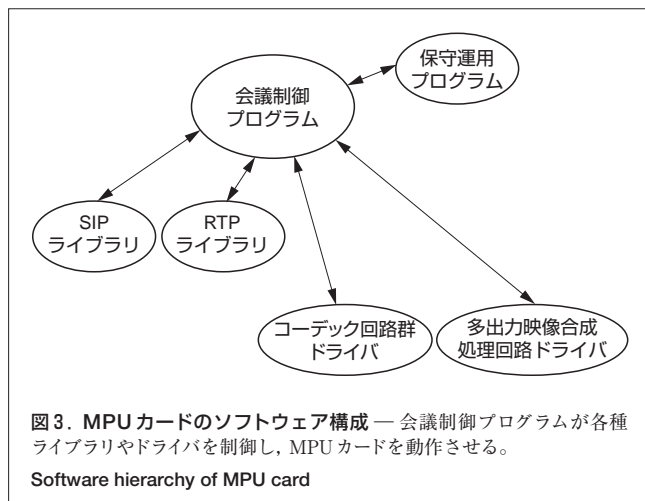
- (1) 合成映像の背景色
- (2) 合成映像を作成するために用いる映像ソース(入力映像の選択)
- (3) 各映像ソースの縮小サイズ
- (4) 各映像ソースにおける切り取り領域
- (5) 縮小、切り取りを行った各映像ソースの配置

### 3.2 MPUカードのソフトウェア構成

MPUカードのソフトウェアについて、以下に概要を述べる。

**3.2.1 内部構成** MPUカードを動作させるためのソフトウェアの構成要素を図3に示す。

- (1) 会議制御プログラム コーデック回路群ドライバと多出力映像合成処理回路ドライバを通して、コーデック回路群と多出力映像合成処理回路をそれぞれ操作する。また、SIP (Session Initiation Protocol) ライブラリを



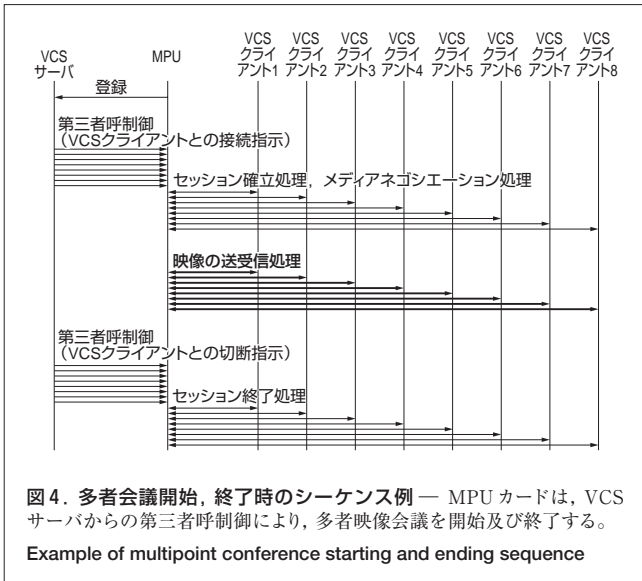
用いてセッション制御を行い、RTP (Real-time Transport Protocol) ライブラリを用いて映像を送受信する。MPUカードは会議制御プログラムにより、各VCSクライアントから受信した映像をコーデック回路群へ入力し、コーデック回路群から出力される映像を各VCSクライアントへ送信するよう動作する。また、受信したレイアウト制御データの多出力映像合成処理回路への入力を制御する。

- (2) 保守運用プログラム 外部から設定されるMPUカードの各種情報を管理する。初期設定値として、自身のIPアドレス、VCSサーバのIPアドレスなどがある。また、MPUカードの障害検出機能を備え、障害発生時にVCSサーバに通知する。
- (3) SIPライブラリ SIPによるセッション制御機能を会議制御プログラムに提供する。
- (4) RTPライブラリ RTPによる映像の送受信機能を会議制御プログラムに提供する。
- (5) コーデック回路群ドライバ 8個のデコーダ回路と8個のエンコーダ回路から構成されるコーデック回路群を、会議制御プログラムからの制御に従い操作する。
- (6) 多出力映像合成処理回路ドライバ 多出力映像合成処理回路を会議制御プログラムからの制御に従い操作する。

**3.2.2 セッション制御機能** Strata™ VCSではセッション制御の ProtokolとしてSIPを採用しており、MPUカードはVCSクライアントと同様にSIPのユーザーエージェントとして位置づけられる。ただし、複数のVCSクライアントと映像を送受信する点がVCSクライアントとは異なる。SIPサーバとして動作するVCSサーバに対しMPUカードが位置情報を登録する際、MPUカードであるという情報を付加することで、VCSサーバはMPUカードの存在を認識する。

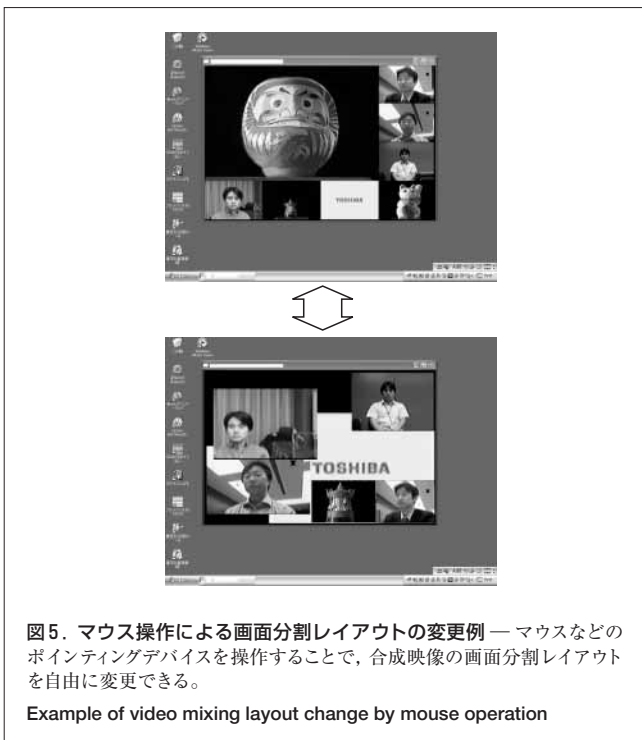
多者映像会議開始時、MPUカードはVCSサーバからSIPの第三者呼制御を受けることで、各VCSクライアントとの間でセッションを確立し、その後、RTPによる映像の送受信を開始する。Strata™ VCSでは、第三者呼制御としてSIPの転送 (REFER) メソッド<sup>(2)</sup>を用いる方式を採っており、MPUカードはVCSサーバからVCSクライアントとの接続が指示されると、そのVCSクライアントとのセッションを確立する。一方、VCSクライアントとの切断が指示されると、そのVCSクライアントとのセッションを終了する。多者映像会議の開始及び終了のシーケンス例を図4に示す。

なお、VCSサーバからMPUカードへ送信されるREFERには、同一会議に属するVCSクライアントについての情報が含まれている。この情報を利用し、二つの多者映像会議を制御している場合、各VCSクライアントに配信する合成映像は、同一会議に属するVCSクライアントから受信した映像だけを用いて生成する。



#### 4 画面分割レイアウトの制御方法

すべてのVCSクライアントのディスプレイの解像度や、合成映像を表示できる領域の大きさが同じとは限らず、見やすい画面分割レイアウトはそれぞれ異なる。また、会議の進行状況に応じて、VCSクライアントのユーザーが画面分割レイアウトを自由に変更できることが望ましい。従来の画面分割レイアウトの変更方法では、レイアウトパターンがあらかじめいくつか用意されており、そこから選択するという手法が採られてきた。しかし、この手法では、ユーザーがほんとう



に希望する画面分割レイアウトを必ずしも実現できるとは限らない。

そこで、VCSクライアントで表示されている合成映像の上でマウスなどのポインティングデバイスを操作することにより、各ユーザーがそれぞれ自由に画面分割レイアウトを変更できる機能を実現した。VCSクライアントでポインティングデバイスを操作すると、その位置と動きから画面分割レイアウトの変更処理を検出・判定し、レイアウト制御データを生成してMPUカードへ送信する。一方、MPUカード側では、受信したレイアウト制御データを多出力映像合成処理回路に入力することで、対応するVCSクライアントへ配信する合成映像のレイアウトを変更する。VCSクライアント側でレイアウト操作を行ったようすを図5に示す。

#### 5 あとがき

当社のビジュアルコミュニケーションシステムであるStrata™ VCSにおいて、多者映像会議を実現するためのMCUについて述べた。

このMCUは、VCSクライアントごとに異なる合成映像を配信できる。また、それぞれに配信される合成映像の画面分割レイアウトは、VCSクライアントのユーザーがマウスなどで自由に変更操作ができる。今後は、高精細映像への対応や、多者映像会議に参加できるエンドポイントの増加を目指す。

#### 文 献

- (1) International Telecommunication Union. "Interfaces for Digital Component Video Signals in 525-line and 625-line Television Systems Operating at the 4:2:2 Level of Recommendation ITU-R BT.601 (Part A)". <<http://www.itu.int/rec/R-REC-BT.656/en>>, (accessed 2006-02-27).
- (2) R. Sparks. "The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method". <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3515.txt>>, (accessed 2006-02-27).



川村 卓也 KAWAMURA Takuya

研究開発センター 通信プラットホームラボラトリー研究主務。ネットワークシステムの研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。  
Communication Platform Lab.



渋谷 尚久 SHIBUYA Naohisa

研究開発センター 通信プラットホームラボラトリー研究主務。ネットワークシステムの研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。  
Communication Platform Lab.



船戸 康雄 FUNATO Yasuo

PC&ネットワーク社 PC開発センター ビジネスコミュニケーションシステム第一部主査。ビジネスコミュニケーションシステムのハードウェア設計に従事。  
PC Development Center