

高品質化と高付加価値化を加速させる 映像・イメージング技術

Visual and Imaging Technologies Accelerating Quality and Added Value Enhancement

渡邊 敏明 舟木 英之 村井 信哉
 ■ WATANABE Toshiaki ■ FUNAKI Hideyuki ■ MURAI Shinya

近年、映像コンテンツや関連機器に対する要求は、大画面化及び多機能化の方向に進んでいる。このような環境では、いかに多彩な映像情報を獲得するか、また大容量の映像データをいかに効率よく伝送し、高精細に表現するかが重要な課題となる。

東芝はこれまで、画像認識LSI搭載カメラや遠赤外線イメージセンサなどに加えて、映像の効率的な圧縮技術や、インターネット配信技術、斬新な3D（立体視）表示技術、世界最大級の有機EL（Electroluminescence）シートディスプレイなど、様々な基盤研究とその実用化を進めてきた。今後はこれら技術を統合し、全体としての最適動作を実現するトータルソリューションに取り組んでいく。

Demand for larger screens and multiple functions has been rising in recent years in the field of images and related devices. Under these circumstances, the ability to receive large volumes of image information, transmit such data effectively, and display the images attractively is of key importance.

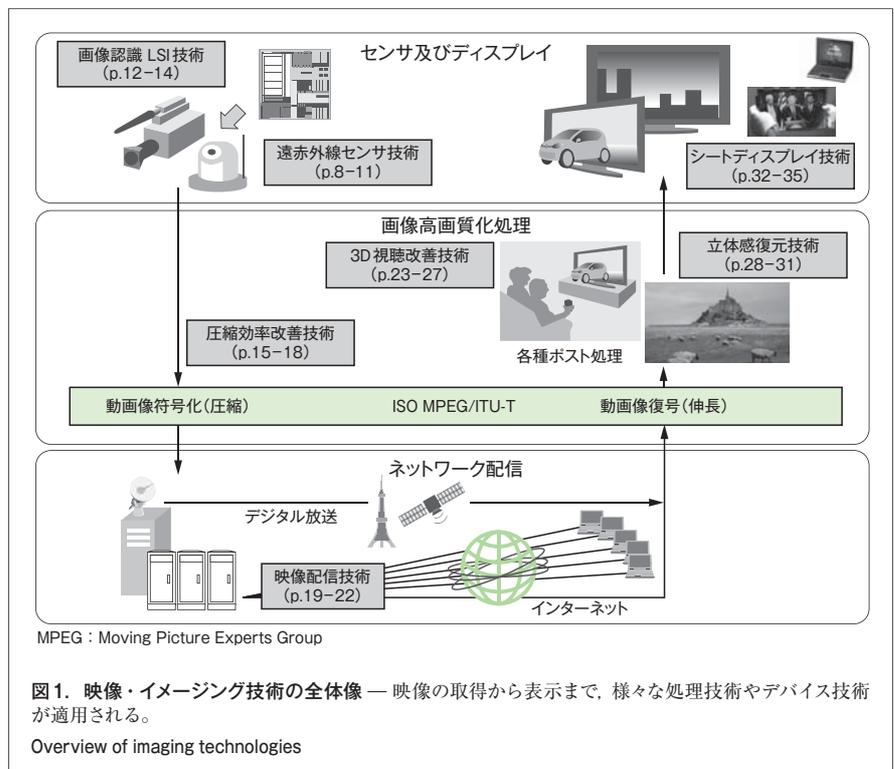
Toshiba has been engaged in the research and development of fundamental technologies, including efficient compression technologies, Internet transmission technologies, advanced three-dimensional (3D) display technologies, and large organic electroluminescence (EL) sheet display technologies, as well as intelligent cameras equipped with an image recognition processor and far-infrared image sensors. We are continuing our efforts to provide total high-quality solutions by combining individual fundamental technologies and adjusting the parameters for optimum performance.

映像技術の広がり

近年、テレビ（TV）の大画面化や3D表示化が進み、映像に求められる質感や臨場感はいっそう高いものになっている。また、スマートフォンやタブレットパソコン（PC）などの急速な普及により、インターネットを介した大量の映像データ配信など、より高度なサービスも求められるようになってきた。

一方で、これらの映像を撮影し表示する技術やデバイスの開発も急速に進み、小型・軽量化によってユーザーの利便性が大きく向上している。現在では単なるデジタルプロダクツの域を超え、監視や、医療、交通など、社会インフラ系への適用が進んでいることも特徴である。

このような背景のなかで東芝は、映像の取得から配信、処理、表示に至る一連の基盤技術を開発してきた。また複合電機プロバイダーのメリットを生かし、これら基盤技術の融合による新た



な価値の創造にも注力している。ここでは、映像を取り巻く各種の技術を概観し、各技術の位置づけと効果、及び将来に向けた取組みについて述べる。

映像関連の基盤技術

映像の取得から表示までの流れ、各段階で適用される基盤技術、及びこれらの技術をトピックとしたこの特集の掲載ページを図1に示す。

カメラは単に高精細化が進むだけでなく、画像認識LSIを搭載することで、物体検出などの新機能をカメラに内在させることが可能になった。また、可視光以外のセンサを監視用途へ採用するなどの新たな試みも実用化の検討が進められている。

一方、取得映像の中には4K2K(3,840×2,160画素)以上の高精細映像が含まれる場合も多く、これら大容量コンテンツを安定的に送出するための圧縮技術も不可欠になっている。ISO(国際標準化機構)やITU-T(国際電気通信連合-電気通信標準化部門)で国際標準方式が策定されており、当社はこれら規格化に積極的に参画して、当社の方式が採用されるように働きかけるとともに、より良いサービスを提供できるように独自の画質改善手法も研究している。

また、近年盛んなインターネット映像配信の分野でも、大量のデータ送出やユーザー接続の実現に課題が出ている。当社は、独自のストレージアクセス技術を開発することで、多くのユーザーからの同時アクセスに対応できる手法を実現した。

圧縮映像は受信側で伸長され、その後表示前に各種後処理が行われる。特に最近では3D表示が身近になったことから、3D表示向けの画質改善が大きなテーマとなっている。当社は、視聴者の位置を検出してその方向に最適な専用眼鏡なしの3D映像を表示させる技術や、2D(平面視)映像の鮮鋭感を物体の奥行きに応じて調節して擬似的に3D感を出す技術などを開発している。

最後の表示部分についても、近年はモバイルから大画面まで様々な視聴形態が登場している。中でも有機ELは低消費電力と高輝度を特長とし、視認性や、

寿命、応答速度などの点でも注目されている。当社は新規に開発した半導体を用いて世界最大級の有機ELシートディスプレイを試作し、動作の実証を進めている。

各技術の概要とトレンドについて、次に述べる。

センシング・表示デバイス

画像の入出力デバイスとしてのイメージセンサ及びディスプレイは、近年の技術革新により、様々な分野に応用されるようになり、急速に市場を拡大している。

■イメージセンサのトレンド

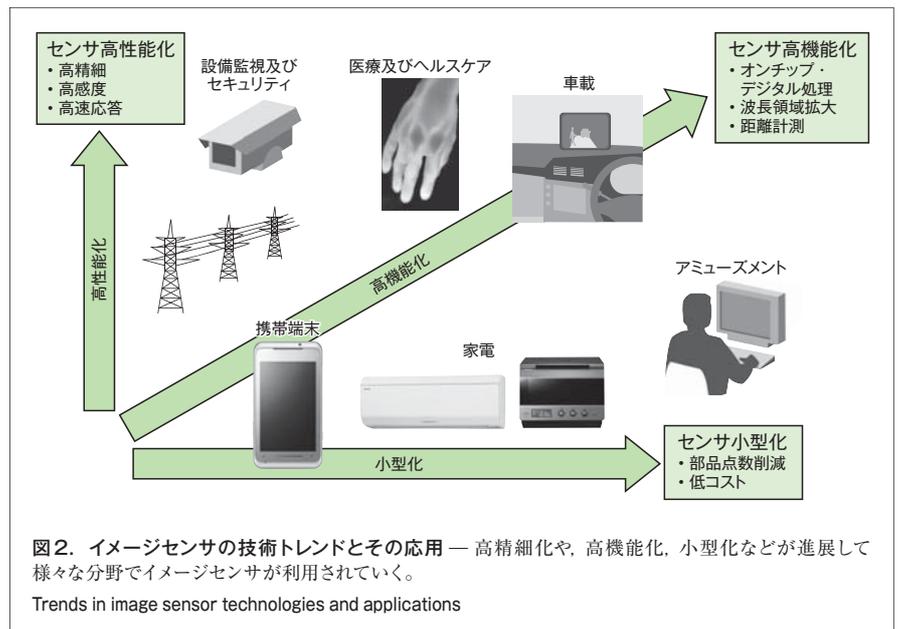
イメージセンサの技術トレンドとその応用を図2に示す。イメージセンサとしてCCD(電荷結合素子)からCMOS(相補型金属酸化膜半導体)センサに置き換わったこと、及び画素の微細化に伴ってカメラモジュールが小型化したことにより、携帯端末などにカメラが搭載され、いろいろなシーンで利用されるようになってきた。その際、画素の微細化による感度の低下を改善するために広開口・低背化や裏面照射構造などの技術が採用されてきた⁽¹⁾。今後画素サイズは光学限界に近づくと考えられ、量子効

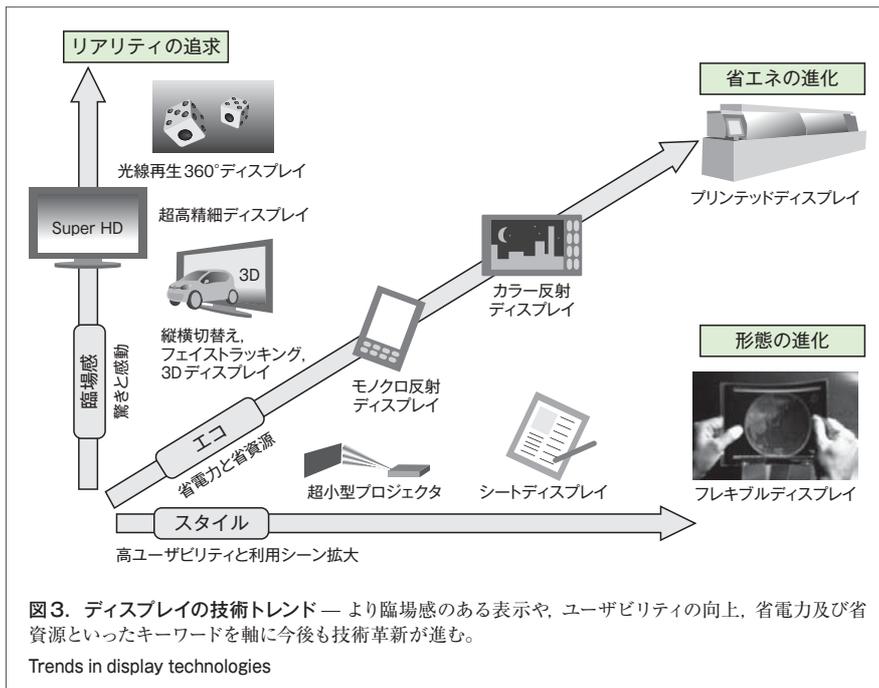
率の向上や光学的クロストークの低減など、更なる技術開発が必要とされている。またCMOSセンサの高性能化トレンドとして、高解像度化以外にも、広ダイナミックレンジ化や、高フレームレート化などがあり、今後、M2M(Machine-to-Machine)インタフェースとしての役割が期待されている。

一方、性能向上とは別に、イメージセンサの機能拡張も望まれている。特に、近赤外線を用いた距離測定、X線や遠赤外線、テラヘルツ波を用いた画像診断など、可視光以外の波長におけるイメージングの重要性が高まっている。この中で、遠赤外線カメラは、建物などの保守及び保全や、人物の検知及び監視などへ応用できる可能性があるために注目されている。

■ディスプレイのトレンド

表示デバイスであるディスプレイのトレンドを図3に示す。TVがブラウン管(CRT:Cathode Ray Tube)からFPD(Flat Panel Display)に置き換わることで大画面化が進み、更にはフルHD(1,920×1,080画素)から4K2Kへと高精細化が進展してきた。また、液晶に替わる次世代ディスプレイの有力候補として、自発光デバイスである有機EL





ディスプレイの開発も各社で盛んに行われている。

一方、モバイル機器用としては利用シーンに応じて細分化されてきている。3D表示化や、タッチパネル組込みによる入力デバイスとの一体化、フレキシブルディスプレイ、電子ペーパーなど今までにない機能を持った表示デバイスが検討されている。

■トレンド実現に向けた課題解決

次世代のイメージセンサにおける課題として、次の2点が挙げられる。

- (1) センサの高性能化
- (2) センサを用いた機能拡張

当社は、これらに対応した独自の技術開発を進めており、画像認識LSIを搭載することで、人物や車両検出などの新たな機能が実現されつつある(この特集のp.12-14参照)。また、CMOSセンサの製造技術を活用した遠赤外線カメラの開発にも取り組んでいる(同p.8-11参照)。

他方、ディスプレイにおける課題としては、次の3点がある。

- (1) リアリティの追求
- (2) 省エネの進化

(3) ユーザビリティの向上

当社は、プラスチック基板上に新規に開発した半導体材料のInGaZnO₂(注1)を用いて薄膜トランジスタ(TFT)を低温形成し、これを駆動素子に用いたフレキシブルな有機ELディスプレイの動作を

実証しており、実用化のめどが得られつつある(同p.32-35参照)。

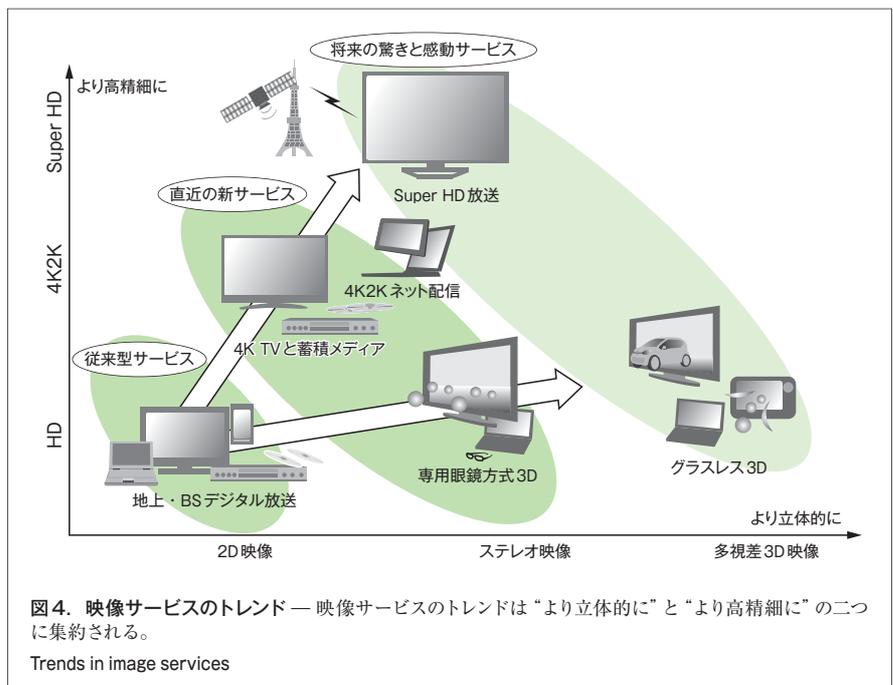
画像高画質化

映像サービスの将来に向けたトレンドを図4に示す。地上デジタル放送へ完全に移行した後、映像世界を取り巻く環境は、“より立体的に”と“より高精細に”の二つに集約される。

■立体感の向上

本格的な3D映像の登場は近年の話題の一つである。主流は専用眼鏡を使ったステレオ映像であり、制作技術と表示技術の両方が進化することで魅力的なサービスの提供が可能になった。しかし、制作費が高額であることや、長時間の視聴による身体への影響が十分解明されていないこともあり、普及は一段落している。

一方で、専用眼鏡を必要としないグラスレス3D技術も開発されており、対応するTVやノートPCも製品化されている。現時点では視点を変えた際に3D



(注1) 酸化インジウム (In₂O₃), 酸化ガリウム (Ga₂O₃), 及び酸化亜鉛 (ZnO) から成る複合酸化物の半導体。

映像が不自然に見えることもあるが、日々改良が進められ、実機へも搭載され始めている。

■ 精細感の向上

最近では4K TVの登場などで臨場感あふれる映像が体験可能になった。しかし、放送インフラや蓄積メディアは従来のHD対応のままであるため、超解像技術⁽²⁾などを用いて精細に拡大表示する手法も開発されている。

一方、インターネット環境では画素数の制約が少ないため、PCやタブレットなどでも早々に多画素化が進むと思われる。その際、4K2Kのような大量データを既存のネットワークでストレスなく伝送するためには、現行のH.264標準よりも効率の良い圧縮技術が必要になる。

更に、7,680×4,320の画素を持つスーパーハイビジョン(Super HD)放送の計画も進められている。Super HDが普及するまでの対応として、Super HDで撮影した映像を4K2Kに縮小して供給することも可能であるが、その場合も、従来以上に効率の良い圧縮技術が望まれる。

■ トレンド実現に向けた課題解決

立体感及び精細感の向上に対する課題をまとめると、次の3点がある。

- (1) 3D映像制作のコスト高
- (2) グラスレス3Dの不自然な立体視
- (3) 更なる高圧縮技術の必要性

当社はこれらの課題を解決するために種々の独自技術を開発している。

3D制作に多大なコストが掛かることから、従来の2D映像をそのまま利用し、擬似的に3D映像のような立体感を提供する技術を開発した(この特集p.28-31参照)。この技術は、被写体の奥行きを推定し、手前があると判断した被写体ほど超解像を強く施し、鮮鋭感を際立たせることで立体感を表現するものである。

一方、不自然な立体視への対策として、顔検出カメラを用いたグラスレス3Dの視域制御技術を開発した(同p.23-

27参照)。これは、TVに付けられたカメラで視聴者の顔を検出し、視聴位置を推定することで、その方向に正しい3D映像を表示する技術である。複数の視聴者がいる場合でも、見やすさのバランスを最適化することで同時視聴を可能にしている。

高精細化に不可欠な圧縮技術、特に国際標準化技術についても、当社は積極的に関わってきた。これまでの動画像符号化標準方式の推移を図5に示す。圧縮性能は、8~10年ごとに約2倍に向上しており、2013年にはH.264の2倍の性能を持つ新方式HEVC(High Efficiency Video Coding)が新たな国際標準として規格化された(囲み記事参照)。

当社はHEVC標準化に多くの技術を提案し、採用されている。中でももっとも特徴的なのは重み付き画素値予測技術(WP: Weighted Prediction)⁽³⁾である。これは映画で多用されるフェードインやフェードアウトなど特殊効果シーンの明るさ変動を吸収し、物体の動きを精度良く予測することで圧縮効率を大幅に向上させる技術である(同p.15-18参照)。

ネットワーク映像配信

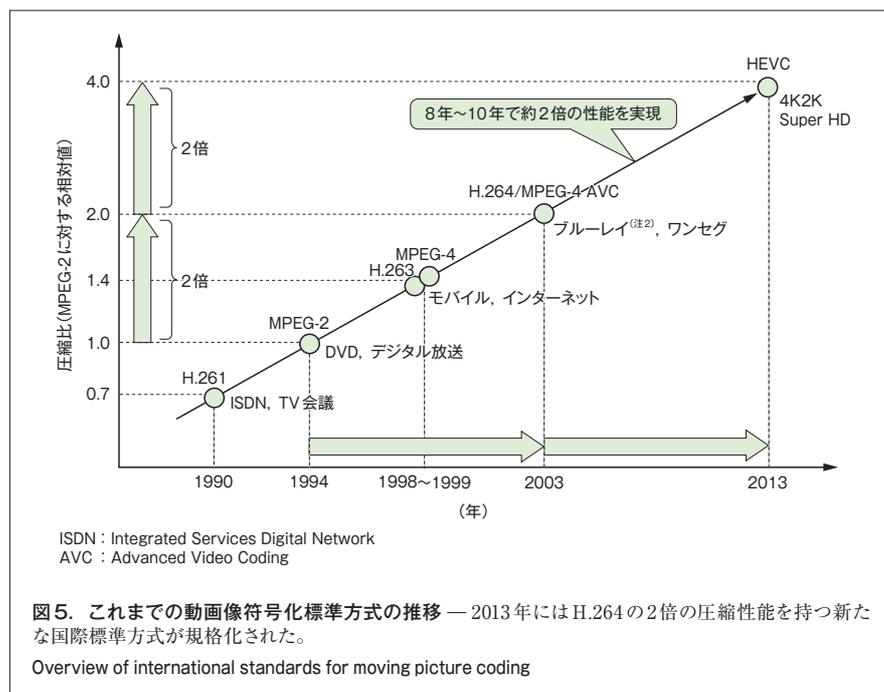
ネットワークのブロードバンド化と利用料の低額化に伴い、ネットワークを介した映像視聴が爆発的に普及している。映像視聴サービスとしてはダウンロードやストリーミングがあり、特に応答性の良さからストリーミング配信の普及が目覚ましい。

一般ユーザーに映像をストリーミング配信するシステムは、配信に利用するネットワークの種類によって、次の2種類に分けられる。

- (1) 専用のIP(Internet Protocol)ネットワークを用いる映像配信
 - (2) インターネットを用いる映像配信
- これらの配信システムの動向について、次に述べる。

■ 専用のIPネットワークを用いる映像配信

IPTVに代表される配信形態で、通信事業者のネットワークなど、専用のIPネットワークを用いる。一般に、インターネットに比べて即時性や利用できる



(注2) Blu-ray DISC™ (ブルーレイディスク), Blu-ray™ (ブルーレイ) は、ブルーレイディスクアソシエーションの商標。

標準化で規定されるもの、されないもの

標準化というと、全てがきちんと規定されていると思っている人も多い。しかし、例えばこの特集で述べる動画像符号化標準HEVCなどは、圧縮技術の全てが規定対象となるわけではない。映像を色鮮やかにする後処理などが標準外というのはすぐわかるが、これらの処理がまったく同じでも、メーカーの製品ごとに画質が全く異なることもありうる。

実はHEVCなどの標準化は、規格に準拠したデータが正しく再生できることだけを保証する。例えば、圧縮技術の一つに動き補償がある。物体の動きを予測し、その予測誤差だけを伝送する手法で、予測精度の優劣が圧縮性能に大きく影響する。しかし、どのように予測するかはメーカーの自

標準化技術	対応する標準外技術	標準外技術の影響
動き予測誤差の符号化技術	動きを精度良く予測する技術	予測精度が悪いと伝送情報量が増加して圧縮効率が低下する
複数ある予測モードの符号化技術	最適な予測モードの選択技術	モード選択が悪いと圧縮効率が低下する
量子化ステップサイズ(情報量削減の割合を示す信号)の符号化技術	最適な量子化ステップサイズを決定する技術(レート制御技術)	ステップサイズの設定が悪いと情報があふれてシステムが破綻する
受信側での推奨処理(例えば拡大表示する際のフィルタパラメータなどをビット列に組み込む技術)	推奨処理を受信側で適切に利用する技術	利用方法が不適切だと画質が悪くなる
3D映像に付随する奥行情報の符号化技術	精度の良い奥行情報の取得技術	奥行情報の精度が悪いと正しい中間視点画像が補間できない

由である。予測誤差をどう圧縮して0/1のビット列にするかさえ規定しておけば、受信側では正しく再生できる。高度な動き予測ノウハウを持っていなければ予測効率が低下して画質は悪くなるが、ビット列が規格に準拠しているかぎりその低画質画像は受信側で正しく表示できる。

表に示したのは標準化特許に関連してよく質問を受ける例である。もちろんこのような標準外技術は必須特許にはならず、ライセンス対象にもならないが、画質を左右する重要な要素であることが多く、学会発表などもほとんどがこうした技術に関するものである。

通信帯域の安定性に優れるため、デジタルTV放送を配信するサービスなど高い品質が要求される映像配信に利用される。

■インターネットを用いる映像配信

この映像配信形態は、インターネットを利用するあらゆるユーザーがサービスを楽しむため、全世界的なブロードバンドユース数の増加に伴い、利用者は増加の一途である。今後はインターネットによる4K2K映像配信など、より高画質な映像配信も普及することが考えられ、この傾向は加速するものと思われる。これらの状況から、2012年末には、インターネットを流れるコンシューマー向けデータの50%以上が映像になっているとの試算もある⁽⁴⁾。

また、インターネットによる映像配信はTVだけでなく、PCや、最近ではスマートフォンやタブレット端末など、様々な機器を用いて視聴されるようになってきた。いわゆる視聴端末のマルチスクリーン化が進んでいる。

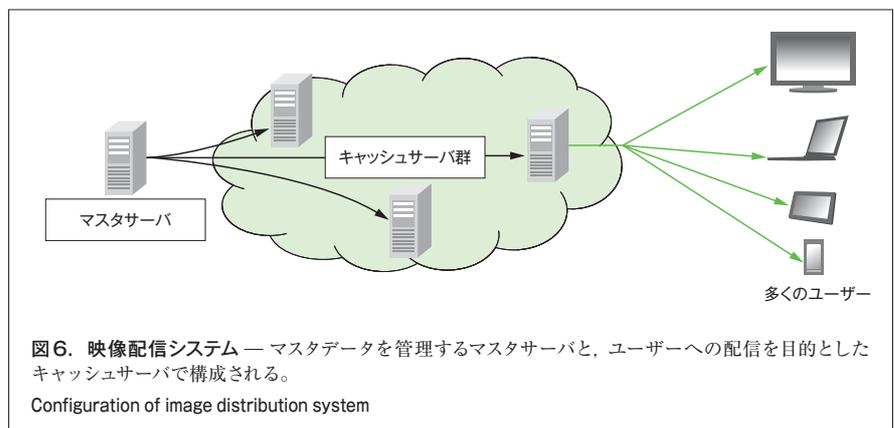
■トレンド実現に向けた課題解決

ネットワーク映像配信では、同時に配信する端末数の増加、配信するコンテンツの大容量化、及びマルチスクリーン化に伴う配信するコンテンツ種の増加が見込まれ、これらをいかに効率的に行うかが課題となる。

このような状況から、一般的な映像配信システムは、配信する映像のマスターデータを管理するマスターサーバに加え、アクセス頻度の高いコンテンツを保持し、多くのユーザーに反応良く配信することを目的としたキャッシュサーバで構

成される(図6)。当社は、このキャッシュサーバからの多種多様な大容量コンテンツを多くのユーザーに効率的に配信するための技術開発を進めている。

映像配信を大量処理するために、キャッシュサーバは多くのCPUリソース、及びメモリやストレージとのやり取りを必要とし、これがシステム全体のボトルネックとなる。この問題を解決するために、ストレージ内に格納された映像コンテンツを、直接ネットワークに配信するハードウェア(HW)エンジンを開発した(この特集のp.19-22参照)。このエンジンは、ストレージ処理とネットワーク



処理をHWでアクセラレーションすることにより、1台のサーバで大規模ユーザーに対する同時配信を可能にする。

また、特に専用のIPネットワークを用いる映像配信においては、多くのユーザーに配信している際にも、ユーザーごとの配信が安定して行えることが課題となる。前記のHWエンジンは、ユーザーごとの配信速度を一定に保つ技術を備え、ソフトウェアでは困難であった安定した映像配信を可能にしている。

今後の映像・イメージング技術

最近、ソーシャルネットワーキングサービス(SNS)と連動したTV番組が増えてきた。インターネットを通じた情報獲得や交流といった、いわゆる“ネット世代”の積極性を利用する狙いがある。

今のところ情報は文字中心であるが、今後は映像や図形なども対象となることが予想される。そこでは、各メディアの融合にも対応できるよう、これまで個別に開発されてきた要素技術をいかに組み合わせて相乗効果を得るかが重要になる。しかもこれらの傾向は、単に民生用だけでなく、監視及び点検や、交

通など社会インフラ領域にも広がりつつある。

ユーザーに驚きと感動を与える高画質化技術や、昼夜を問わず情報を獲得できる遠赤外線センサ技術、カメラだけである程度の認識と状況判断が下せるインテリジェントカメラなど、この特集で述べる各手法やデバイスの応用先は、これら融合領域も含めて無限に広がっている。当社はこれら基盤技術を、単なるモノメディア向けの“進化”ではなく、その先の融合システムにも対応できるよう“深化”させていく。

文献

- (1) 幸山裕亮 他. 高S/NのCMOSイメージセンサを実現する画素技術. 東芝レビュー. 67, 10, 2012, p.6-9.
- (2) Park, S. C. et al. Super-resolution image reconstruction: a technical overview. IEEE Signal Processing Magazine. 20, 3, 2003, p.21-36.
- (3) Koto, S. et al. "Adaptive bi-predictive video coding using temporal extrapolation". Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2003) vol.3. Barcelona, Spain, 2003-09, IEEE. 2003, p.829-832.
- (4) シスコシステムズ. "IP Next-Generation Networks ゼタバイト時代". CISCO ホームページ. <http://www.cisco.com/web/JP/solution/isp/ipngn/literature/VNI_Hyperconnectivity_WP.html>. (参照 2013-01-19).



渡邊 敏明

WATANABE Toshiaki, D.Eng.

研究開発センター技監, 博士(工学)。画像符号化及び画像処理の研究・開発に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 映像情報メディア学会会員。Corporate Research & Development Center



舟木 英之

FUNAKI Hideyuki, D.Eng.

研究開発センター 表示基盤技術ラボラトリー研究主幹, 博士(工学)。イメージセンサの研究・開発に従事。応用物理学会, IEEE 会員。Electronic Imaging Lab.



村井 信哉

MURAI Shinya

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー主任研究員。ネットワークアプリケーションの研究・開発に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会会員。Network System Lab.