

MITSUBISHI

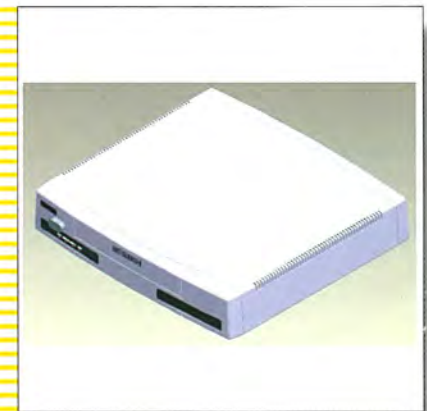
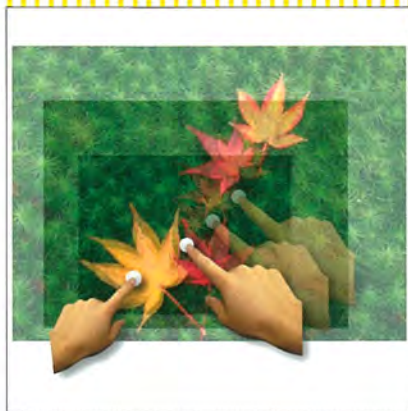
三菱電機技報

Vol.82 No.12

2008

12

特集「デジタルメディアを支える先進技術」



目次

特集「デジタルメディアを支える先進技術」

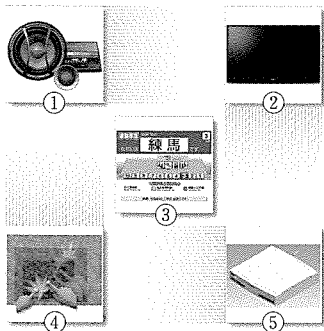
| | |
|--|----|
| デジタルメディア技術の展望－10年後の符号化技術－ | 1 |
| 相澤清晴 | |
| デジタルメディア技術の現状と将来 | 2 |
| 村上篤道・依田文夫・浅井光太郎 | |
| 高品質映像符号化技術の標準化動向 | 7 |
| 山田悦久・関口俊一・山岸秀一・加藤嘉明 | |
| H.264 HDTV コーデック技術 | 11 |
| 猪股英樹・本山信明・坂手寛治・平野 進・和田哲朗 | |
| 大画面映像合成技術 | 15 |
| 原田雅之・都丸義広 | |
| IPTV技術 | 19 |
| 赤津慎二・横里純一・鷹取功人・平松晃一・中瀬卓也 | |
| 再撮耐性電子透かし技術 | 23 |
| 山田浩之・鈴木光義・和田 稔・合志清一・真島恵吾 | |
| MPEG-7技術－Image Signature：画像同定技術－ | 27 |
| 西川博文・Paul Brasnett・Miroslaw Bober・加藤嘉明 | |
| 列車内映像情報システムのインタフェースデザイン | 31 |
| 金子達史・朴 信映・木村淳一 | |
| バーチャルサラウンド技術 | 35 |
| 木村 勝・松岡文啓 | |
| 車載用“DIATONE”スピーカー技術 | 39 |
| 橋本和彦 | |
| マルチタッチインタフェース技術 | 43 |
| 鷲野浩之・川又武典 | |
| Webアプリケーションユーザーインタフェース構築技術 | 47 |
| 渡邊圭輔・今村 誠・天沼敏幸 | |

| | |
|---|--|
| Advanced Digital Media Technology for a Sophisticated Information-Communication Society | |
| Future Prospects of Digital Media Technology : Video Coding Techniques Ten Years Later | |
| Kiyoharu Aizawa | |
| Present Status and Future Prospect on Digital Media Technology | |
| Tokumichi Murakami, Fumio Yoda, Kohtarō Asai | |
| Standardization Trend of High Quality Video Coding Technology | |
| Yoshihisa Yamada, Shun-ichi Sekiguchi, Shuichi Yamagishi, Yoshiaki Kato | |
| MPEG-4 AVC/H.264 HDTV Video CODEC Technology | |
| Hideki Inomata, Nobuaki Motoyama, Hiroharu Sakate, Susumu Hirano, Tetsuro Wada | |
| Large Screen Video Synthesis | |
| Masayuki Harada, Yoshihiro Tomaru | |
| IPTV Technology | |
| Shinji Akatsu, Junichi Yokosato, Norihito Takatori, Koichi Hiramatsu, Takuya Nakase | |
| Digital Watermark Surviving After Re-shooting the Images Displayed on a Screen | |
| Hiroyuki Yamada, Mitsuyoshi Suzuki, Minoru Wada, Seiichi Goshi, Keigo Majima | |
| MPEG-7 Technology - Image Signature - | |
| Hirofumi Nishikawa, Paul Brasnett, Miroslaw Bober, Yoshiaki Kato | |
| Interface Design of Visual Information System for the Train | |
| Tatsuji Kaneko, Shinyoung Park, Junichi Kimura | |
| Virtual Surround Technology | |
| Masaru Kimura, Bunkei Matsuoka | |
| “DIATONE” Car Speaker Technology | |
| Kazuhiko Hashimoto | |
| Multi-Touch User Interface | |
| Hiroyuki Washino, Takenori Kawamata | |
| Web Application Interface Development Technology | |
| Keisuke Watanabe, Makoto Imamura, Toshiyuki Amanuma | |

| | |
|--------------|----|
| 三菱電機技報82巻総目次 | 51 |
|--------------|----|

特許と新案

| | |
|-------------------------|----|
| 「データ切換装置」「キースイッチ及び端末装置」 | 58 |
| 「コンテンツ表示装置」 | |



表紙：デジタルメディアを支える先進技術

ハードウェア技術の進歩、高速ネットワークの整備を背景に、だれもが、いつでも、どこからでもデジタルメディアを活用できる時代を迎えている。三菱電機は、この基盤となる通信ネットワークから端末システムに至るまで、幅広い技術を開発している。車載マルチメディア(①)、デジタルテレビ(②)などの家庭向けシステムから、トレインビジョン(③)などの社会システム、膨大な情報を扱うこれらの機器の使いやすさを追求するインタフェース技術(④)、更には今後の通信と放送の融合時代のIP-STB(⑤)、強いセキュリティ技術との統合による映像監視など、標準化技術の牽引(けんいん)を含め、デジタルメディア技術がこれからの情報通信時代の社会インフラとして普及・発展することに貢献している。

デジタルメディア技術の展望—10年後の符号化技術—

Future Prospects of Digital Media Technology : Video Coding Techniques Ten Years Later

相澤清晴
Kiyoharu Aizawa



巻頭言の執筆にあたり、この特集の主要な話題である圧縮技術の歴史を少し振り返って、将来を眺めてみたい。

現在に影響を与える符号化手法の学術的な提案を図にまとめてみた。画像符号化の研究は1950年代から始まった。図の上段に記したものが最近の標準方式である。すべて1990年以降であり、実用に結びついたのがごく最近であることがよくわかる。下段に記したのが、影響の大きな符号化技術の提案である。これを大きく2つに分類した。一方は、忠実に波形を送ることを指標とする波形符号化的アプローチであり、もう一方は、セグメンテーションを行ったり、モデルを用いるといった画像内容に立ち入った処理を行う構造符号化的アプローチである。現在の符号化の主流は、前者の波形符号化的アプローチである。

標準方式に取り上げられ、広く利用されている技術ということでは、波形符号化的アプローチにおける変換符号化、離散コサイン変換、動き補償予測、ウェーブレットといった技術であろうが、これらは学術の分野に現れて、短くて10年長くて30年程度の歳月を経て、実用に至っている。

この歴史的な展開に鑑(かんが)みれば、圧縮技術のこれから10年後の展望を考えたとき、実用レベルで大きな飛躍をもたらす技術は、現在すでにその萌芽(ほうが)が現れているとみていいのではないと思われる。

なにか符号化技術にとっての新しい萌芽なのか。広い意味で、内容に立ち入る処理が符号化技術にとって大きな影響を持つと考えたい。なぜなら、近年、画像の内容に立ち入る処理(コンテンツウェアな処理と呼んでみることにする)が構造的な進展を見せているからである。例えば、画像の編集加工においては、画面の一部を違和感なく置き換える画像補完や、内容を考慮したりサイズ等の手法は見栄えがよく、印象深い。セグメンテーション、トラッキング、一般物体認識といった基礎的な部分での前進もある。身近なところでは、顔検出・認識といった技術が実用レベルに成熟している。笑顔を検出するカメラもある。今までも萌芽的な試みもあったが、画像の利用が多岐にわたるようになった現在、これらのコンテンツウェアな処理と符号化は一層深く関係していくに違いないと思っている。

もう一つ個人的な思いでいえば、実写に基づくダイナミックな3次元映像の技術の展開を望みたい。なお、あくまで実写であり、CGではない。これも少し歴史的に見てみれば、通常の映像の場合、20世紀初頭にカメラができ、撮像ができるようになり、放送が行われ、圧縮をはじめとした様々な利活用技術が促進されてきた。これに対して、動く実写を対象とする3次元映像は、1990年半ばにようやくその取得が試みられるようになった。いわば撮像系ができてきた状況である。大きく2つの方式(イメージベースとモデルベース)がある。データ量は、通常の映像に比べればはるかに多い。広く利活用されるには、圧縮をはじめとする処理技術の確立が必要である(なお、2つのうちイメージベースの圧縮については、標準化の課題にも取り上げられている。モデルベースは、まだ今後への期待が大きい)。

成熟してきたように見える符号化技術であるが、今後その展開が期待される領域は広く、できることは多い。ただし、符号化以外の分野との関わりが大きくなり、手法を考えるにしても、性能評価をするにしても、今までの指標では難しくなる。そのためには、より領域横断的な視線が必要になる。10年あるいは20年後にこの文章を改めて読んでみたい。ここであげた2つのことは離陸しているか、していないか、どのようになっているであろうか。

| | 1950 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 年 |
|---|--|-----------------|----------------------|--|------------------------|--------------------|
| 標準化 | | | | H.261(1990), JPEG(1992) MPEG-1(1992), MPEG-2(1996) MPEG-4(1999), JPEG2000 H.264(2003) | | |
| | 波形符号化的アプローチ | | | | | |
| 符号化技術 | フレーム内符号化手法 | | | | | |
| | DPCM (1952) | 変換符号化 (1965) | 離散コサイン変換 (1974) | ベクトル量子化 (1980) | サブバンド 符号化(1986) | フラクタル 符号化(1990) |
| | 多次元標本化定理(1959) | | 階層的符号化(1980) | | ウェーブレット (1988) | EBCOT (1998) |
| フレーム間符号化手法 | | | | | | |
| フレーム間予測(1959) 動き補償予測(1974) MC-DCT(1981) | | | | | | |
| 構造符号化的アプローチ | | | | | | |
| | | | セマンティック 符号化(1983) | 第2世代 符号化 (1986) | オブジェクトベース 符号化(1989) | |
| | | | モデルベース 符号化(1986) | | | |
| | DPCM : Differential Pulse Code Modulation EBCOT : Embedded Block Coding with Optimal Truncation MC-DCT : Motion Compensated Discrete Cosine Transformation | | | | | |

画像符号化技術の歩み

デジタルメディア技術の現状と将来



村上篤道*



依田文夫**



浅井光太郎***

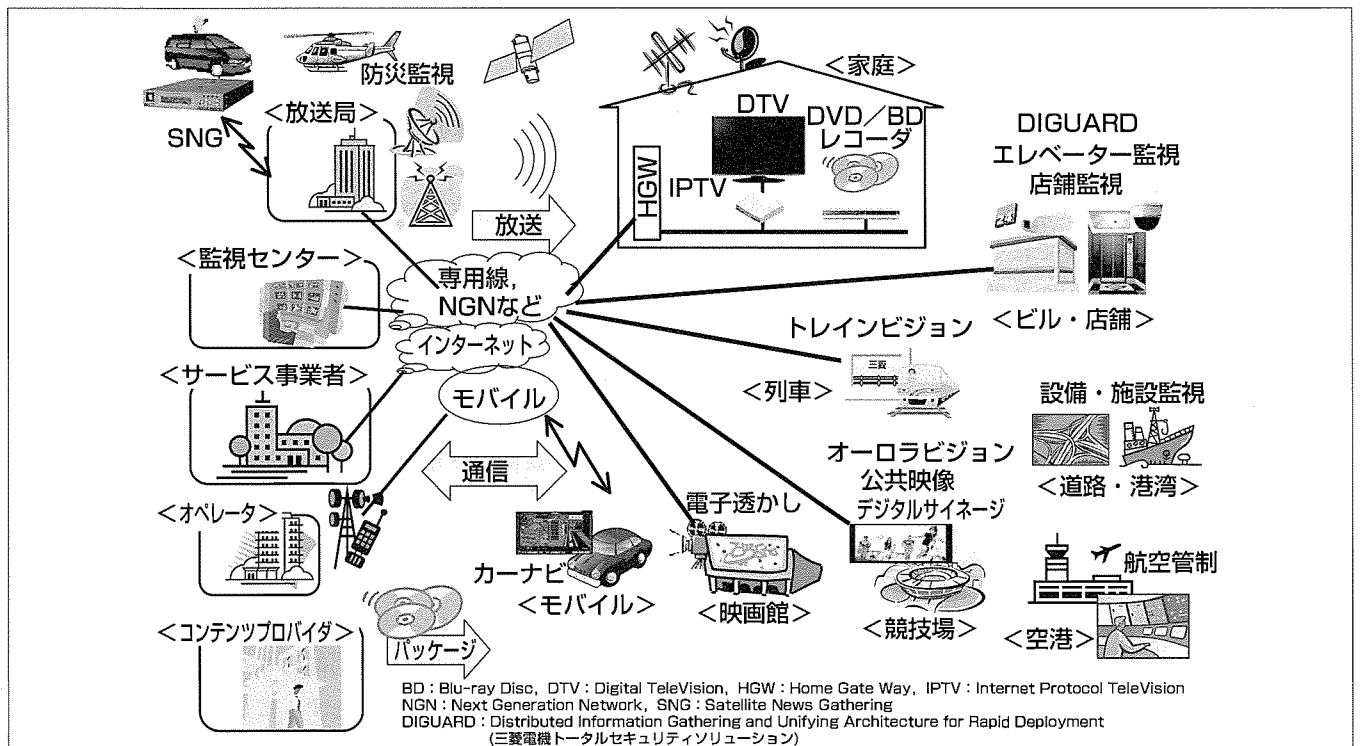
Present Status and Future Prospect on Digital Media Technology

Tokumichi Murakami, Fumio Yoda, Kohtarō Asai

要旨

高速信号処理を行うプロセッサ、大容量のメモリデバイス、高速ネットワークの整備を背景とするデジタルメディア技術の発達によって、デジタル放送や、DVD (Digital Versatile Disk)、ブルーレイなどのパッケージ、デジタルメディアプレーヤー、車載マルチメディア機器など、いつでも、どこでも、デジタルメディアを活用できる時代を迎えた。NGN (Next Generation Network) など新たなネットワークの開発も進み、IPTV (Internet Protocol TeleVision) に代表される放送通信融合、ネットワークを経由したデジタルコンテンツの配信など、デジタルメディア技術は今後飛躍的に普及が進み、まさに社会インフラとなることが期待されている。三菱電機では、この基盤となる通信ネットワークから、端末システムに至るまで、幅広い技術で、デジタルメディア時代を支えている。その中核となるデジタルメディア処理については、高品位映像符号化において先

進の技術で標準化に寄与するとともに、映像コーデック、IPTV、大画面映像合成、音響技術などシステム構築基盤技術を整備している。また、大量のコンテンツの効率的活用、コンテンツ管理を行うための構造化技術を開発、加えて、種々のコンテンツ、情報を有効に活用するためのインタフェース技術にも注力している。これらの先進技術を統合することによって、家庭、車載機器、列車、ビル管理、生産ライン監視・制御などの様々な分野で、映像・音響メディアを有効活用するデジタルメディアシステムの実用化を果たしている。今後は、期待されるメディアの高品位に向けた符号化技術とその標準化、知的処理を実現する構造化技術の高度化、インタフェース技術における“使いやすさ”を更に追求し、高度情報インフラ技術を提供、デジタルメディア社会の更なる発展に貢献する。



デジタルメディア時代のメディア配信と利用分野

インターネット、NGNを中核として、種々の映像音響コンテンツ、情報、知識が利用できるようになる。利用環境は、家庭内でも1台のデジタルテレビにとどまらず、家庭内でのコンテンツの共有、車載機器などモバイル端末での利用が進む。また、映画もデジタル配信が進み、従来は個別システムであったスタジアムの大画面や、車両内の情報などもネットワークでの配信、再利用が進む。さらに、映像配信を用いた監視・制御システムへの期待も高い。このような環境では、高品位コンテンツ符号化技術に加え、コンテンツ管理、ユーザーインタフェース技術が極めて重要になる。

1. ま え が き

高速信号処理を行うプロセッサ、大容量のメモリデバイス、高速ネットワークの整備を背景とするデジタルメディア技術の発達によって、デジタル放送⁽¹⁾やDVD、ブルーレイなどのパッケージ、携帯プレーヤー、車載マルチメディアなど、いつでも、どこでもデジタルメディアを活用できる時代を迎えた。防災監視や屋外の大型映像、交通情報提供などにもデジタルメディアが活用されている⁽²⁾。NGNに代表される新たなネットワークの開発も進み、IPTVによる通信放送融合⁽³⁾、ネットワークを経由したデジタルコンテンツの配信、トレインビジョン⁽⁴⁾など、デジタルメディア技術は、今後飛躍的に普及が進み、まさに社会インフラとなることが期待されている。この特集号では、本格的なデジタルメディア時代を迎えるにあたり“デジタルメディアを支える先進技術”を特集し、当社の幅広く先端的な技術について述べる。本稿では、巻頭にあたり技術を概観し、当社の取り組みと将来について述べる。

2. デジタルメディア技術

画像・映像、音声・音響などのメディア情報はデジタル化されて、プロセッサによる処理・加工、ネットワークを介した伝送・配信、メモリへの蓄積が可能になる。CGや合成音声など直接デジタル技術で生成されるデジタルメディアもあるが、デジタル化の技術及び情報圧縮技術がデジタルメディア技術の基盤技術といえることができる。情報圧縮技術では、メディアの品質に対する要求条件に対し、その処理を行うプロセッサ、メモリが重要な環境条件であり、ネットワークがデジタルメディアを活用するサービスの重要な環境条件である。符号化技術は、サービス品質の向上に対して、環境条件を考慮し、種々の方式が検討され、標準化が進んでいる。

メディア情報の圧縮を狭義の符号化技術とすれば、用途に応じたフォーマット変換やメタデータの追加による構造化は広義の符号化技術である。すなわち、メディアを高度に活用するために、単に物理的な信号の波形を符号化するのではなく、メディアの内容や意味のレベルでの情報を抽出し、これを構造化しメディアに付加する技術である。大量のコンテンツを扱う上では極めて重要であり、将来の更なる知的な処理やコンテンツ管理の上での不可欠な技術となりつつある。

さらに、種々のサービスでこれらのメディアをだれもが簡単に扱うために、分かりやすいユーザーインタフェースへの要求が増す。ユーザーが膨大なコンテンツ・情報を簡単に扱えるよう、映像・音声情報そのものをユーザーインタフェースに活用する技術から、認知科学に基づく“使いやすさ”の評価技術まで幅広い技術の統合が望まれている。

当社は、デジタルメディア時代の基盤となる通信技術、暗号技術から、この特集で扱う符号化技術、ユーザーインタフェース技術までを網羅し、先鋭的な研究開発を進め、これら基盤技術を提供するとともに、技術の統合によって応用システム開発まで積極的に取り組んでいる。次に、技術の概要と当社の取り組みについて、掲載論文の紹介を含めて述べる。

3. 技術開発の現状と当社の取り組み

3.1 映像符号化技術の動向

デジタル放送に使われる映像情報の速度は、圧縮前の状態において標準テレビで120Mbps、HDTV(High Definition TeleVision)で750Mbpsに達する。このため、圧縮符号化技術の発展はサービス実現の必要条件であった。現在のデジタル放送では、標準テレビ映像を1/20以下に、HDTV映像を1/30以下に圧縮して放送を行っている。

圧縮を可能にしているのは、動き補償予測とDCT(Discrete Cosine Transform)による変換符号化を基本としたMPEG(Moving Picture Experts Group)-2である。MPEG-2はISO/IECとITUが協力して策定した国際標準であり、デジタル放送のほか、DVDにも採用され、テレビのデジタル化と進み、その世界的な普及の基礎となった。

また、すでにMPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)又はH.264と呼ばれる標準方式の活用が進んでいる⁽⁵⁾。MPEG-4 AVC/H.264はMPEG-2と同じ、動き補償予測と変換符号化を基本とするが、予測のために参照する符号化済み画像の選択範囲が多いこと、予測を行うブロックサイズに細かな分割が許されていること、算術符号化の採用などによって、MPEG-2に比べ2/3~1/2の圧縮を実現している。MPEG-4 AVC/H.264はブルーレイやワンセグ放送、IPTV、長時間記録が必要な監視映像レコーダなどに採用されている。

当社は従来からビデオコーデックの高画質、低遅延についてユーザーの高い評価を得ており、MPEG-4 AVC/H.264についてもデバイスを含めて開発している。この特集の論文“H.264 HDTVコーデック技術”ではこの標準技術を活用し、高圧縮と低遅延を実現するアプローチについて述べている。

また、論文“IPTV技術”では、MPEG-2とMPEG-4 AVC/H.264を映像符号化に適用したIP放送、VOD(Video On Demand)、地上デジタル再送信、コンテンツダウンロードなどに対応可能なIP-STB(Internet Protocol-Set Top Box)の開発例について述べている。

これらMPEG-2やMPEG-4 AVC/H.264などの国際標準化はISO/IECとITU-Tの協力関係の下で進められてきており、他の多くの標準化団体やコンソーシアムがこれらの国際標準を参照、採用している(図1)。現在に至る映像符

号化の標準方式の原型は、1980年代後半にテレビ会議・電話を想定して標準化されたH.261にあり、それ以降の標準化活動が映像符号化の圧縮率を向上させてきた(図2, 3)。

当社は継続的にこれら標準化活動に参画し、技術提案や共同実験、接続試験、標準化活動を牽引(けんいん)している。この特集の論文“高品質映像符号化技術の標準化動向”は最近の活動である高品質映像符号化に関する提案活動や、今後想定される標準化の課題について述べている。

3.2 メディア検索・保護技術の動向

符号化技術の発展、インフラの整備、ストレージの大容量化によってデジタルメディアの流通規模が増大するにつれて、メディア情報の検索や保護という課題が注目されている。

デジタルメディアの効率的な検索を実現する手段として、分類を行うインデックスを付与するなど、メディアを構造化する技術が研究されてきた。構造化は検索だけでなく、

情報の要約、別メディアへの変換、又は意味情報に基づく符号化などにも有効と考えられる。構造化手法の主流は、メディアの特徴や属性を表すメタデータをメディアに対応付けることにある。

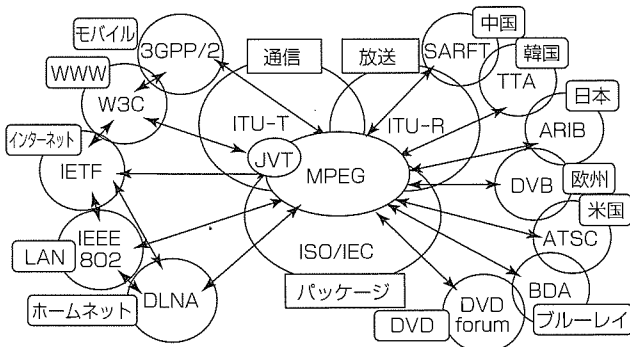
メタデータの共通化を図るため、MPEG-7の標準化が行われている。MPEG-7では画像・映像、音声・音響について、特徴や属性を数値や言語で現す記述子、構造を表す記述方式をXML(eXtensible Markup Language)で記述し、さらにバイナリ圧縮や編集を可能とする標準を策定した。画像・映像を表す記述子として、色や形、テクスチャ、動きなどに関する特徴が規定されている。これらの記述子は検索に有効であるだけでなく、異常検出や監視などにも有効である。当社はMPEG-7標準化に積極的に貢献しており、この特集の論文“MPEG-7技術”では、最近当社の提案が採用された画像同定技術と、この技術によって想定されるアプリケーションについて述べている。

もう一つの課題は著作権の保護や管理である。デジタルの特質である複製の容易性は、著作権の侵害が極めて容易であることを意味する。このため、デジタルメディアを用いるサービスには、暗号を用いるDRM(Digital Rights Management)が用いられる。

DRMの基本ツールとして、当社はMISTY(注1)など、強い暗号技術を持っていると同時に、電子透かし技術の研究開発を行っている(6)。電子透かしとは、メタデータのようにメディアの外側に付与されるものではなく、メディア情報自身に埋め込まれる情報である。

通常、画像に埋め込まれた電子透かしはほぼ不可視であり、これを取り除くことも、改ざんすることもできない。したがって、不正な複製が作られれば、複製の解析から出所を追跡することが可能になり、悪意ある複製作成者に対する抑止効果となる。当社では、静止画、動画、印刷文書などに適用可能な電子透かしの開発を行っている。

(注1) MISTYは、三菱電機株の登録商標である。



- JVT : Joint Video Team
- MPEG : Moving Picture Experts Group
- ITU-T : International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector
- ITU-R : International Telecommunication Union-Radiocommunications Sector
- ISO : International Organization for Standardization
- IEC : International Electrotechnical Commission
- 3GPP : 3rd Generation Partnership Project
- WWW : World Wide Web
- W3C : World Wide Web Consortium
- IETF : Internet Engineering Task Force
- LAN : Local Area Network
- IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers
- DLNA : Digital Living Network Alliance
- BDA : Blu-ray Disc Association
- SARFT : State Administration of Radio, Film and Television
- TTA : Telecommunications Technology Association
- ARIB : Association of Radio Industries and Businesses
- DVB : Digital Video Broadcasting
- ATSC : Advanced Television Systems Committee

図1. メディア技術の標準化と連携関係

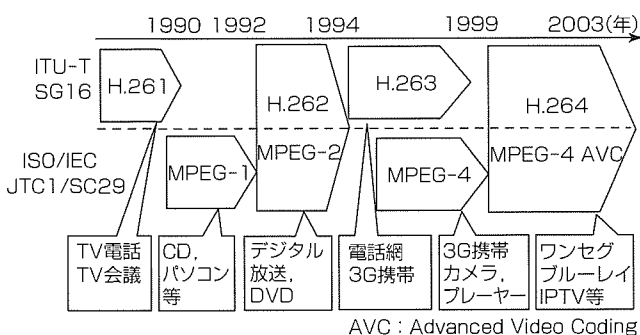


図2. 国際標準符号化方式とその応用

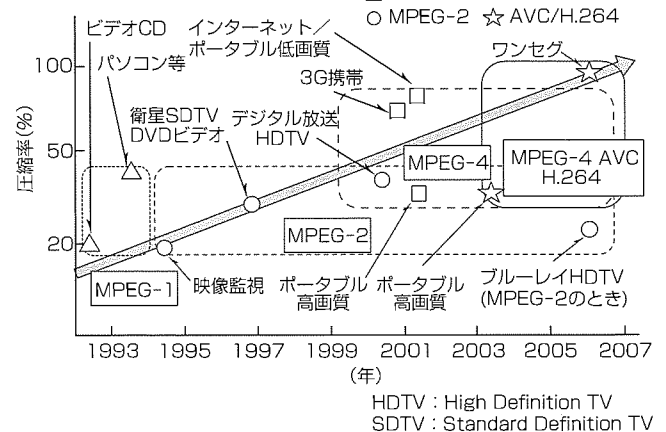


図3. 映像符号化の国際標準方式と圧縮率

この特集には、論文“再撮耐性電子透かし技術”が掲載されている。再撮とは上映画面をカムコーダなどで再度撮影する複製の手段である。当社は再撮しても消えない電子透かしについて、NHKと継続的に共同研究を行っており、その成果がこの論文に述べられている。

3.3 音声・音響技術の動向

音声・音響技術では、デジタル通信・蓄積技術の進展に伴い、これまで情報圧縮技術に関する研究開発が主に行われてきた。例えば、音声符号化では、CELP(Code Excited Linear Prediction)などのように、音声生成源の特徴に着目することで、高度な情報圧縮を実現している。これによって、モバイル通信など高効率音声通信が実現し、IP網の高速化を背景に、VoIP(Voice over Internet Protocol)によるデータ通信網を用いた音声通信も急速に普及している。また、音響符号化では、MP3(MPEG Audio Layer 3)、AAC(Advanced Audio Coding)のように、聴覚特性や符号の統計的な特徴に着目した効率的な符号化が開発された。このような符号化技術によって、すでにインターネットを通じた音楽コンテンツの流通が進み、携帯プレーヤーや、車載情報機器など、音楽を楽しむ環境や機器自体に大きな変化をもたらした。

音声・音響分野の今後の技術について、特に映像音響情報に着目すると、映像情報の高品位化に合わせて、深い感動を与える高品位・高臨場感音響技術への要求が高まると考えられる。しかも、薄型のテレビ、車載機器など、その環境は従来の技術では高い品質の音響再生が困難なものとなっている。したがって、単にデジタル符号化、蓄積・伝送技術にとどまらず、その出力系であるスピーカーシステムや、音場制御技術、共通ソースに対する高付加価値再生技術などの技術が必要となっている。

当社では、過去高い評価を得ていた音響技術を、現代から将来のデジタル映像音響時代の要求に再展開するとともに、新たな音響処理技術でこれらの要求にこたえている。この特集の論文“車載用“DIATONE”スピーカー技術”では、ハイエンドホームオーディオに匹敵する高品位スピーカーシステムを車載環境で実現する技術を、“バーチャルサラウンド技術”はテレビの2chスピーカーを用いて、サラウンド環境を実現するユニークな技術について述べている。

3.4 ユーザーインタフェース技術の動向

これまで述べたように、各種の機器を通じて、ユーザーは映像、音声などを含む莫大(ばくだい)な情報が扱えるようになってきている。しかし、これらデジタルメディアコンテンツ、情報、知識、サービスがユーザーに真に利用され、社会インフラとなるためには、それらのメディアとユーザーの接点の技術であるユーザーインタフェースの技術が高度に発展する必要がある。機器の利用方法がより直感的で、だれでもが要求するコンテンツやサービスを利用できる技

術を供給することが社会的な使命である。当社では、“使いやすさ”こそがデジタルメディア時代の機器・システムの価値であると考え、その基盤となるメディア・情報処理技術から、認知科学に基づくインタフェースの評価技術までを一貫して研究開発している。これまでも、カーナビ用の音声認識⁷⁾や、文字・画像認識などで先進のインタフェースを開発してきた。この特集ではGUI(Graphical User Interface)に焦点をあて、デバイス技術の一例として、通常の抵抗膜タッチパネルでマルチタッチを検出する技術を論文“マルチタッチインタフェース技術”で述べ、またインタフェース構築技術として、効率的生成を可能にする技術を“Webアプリケーションユーザーインタフェース構築技術”で述べる。さらに、“列車内映像情報システムのインタフェースデザイン”では、社会情報システムへの応用を事例として、情報ユニバーサルデザイン技術について述べる。

4. デジタルメディア技術の将来

デジタルメディア技術の将来に向けた課題、方向性として、ここでは3つの主たる課題について述べる。

第一に、高速化、大容量化との相互作用として進化する解像度の向上と高品質化である。かつてはHDTVに懐疑的な声も聞かれたが、現在、HDTVに対応した薄型テレビは巨大な市場を持ち、フルHD表示(1,920×1,080)をうたった製品の普及が進んでいる。高解像度、高品位な映像が大きな訴求力を持つことを示している。店頭でのHDTV体験は、百聞は一見に如かずの効果をもたらした。2011年のアナログ衛星放送停波後は、超高精細映像である3,840×2,160解像度やスーパーハイビジョン(7,680×4,320画素)の実験放送が計画されている。

すでに4K(3,840×2,160又は4,096×2,160)に対応したディスプレイは当社を含めて数社から発表されている。4K以上の映像を取得するビデオカメラについてはいくつかの発表例があるが、本格的な製品はこれからの段階である。この特集の論文“大画面映像合成技術”で述べる、複数の通常のハイビジョンカメラのライブ映像から高精細映像を取得する技術も、一つの有効なアプローチであろう。

また、“量”的な拡大の一つの方向性が三次元化であろう。音響的な高臨場感サラウンド技術とともに、立体視技術は、ユーザーに更なる“感動を与える”メディア技術として要求が今後高まるものと考えられる。

こうしたマルチメディア情報のデジタル表現における“量”的發展は、拡大を支える技術、すなわち信号処理技術や圧縮符号化技術の発展を促し、またこれらの技術に支えられて更なる発展をする。この傾向はしばらく続くだろう。

第二として、“量”的に膨れ上がったメディア情報を利便性よく活用する情報の構造化が挙げられる。画像や映像は、

被写体を限定しない限りモデル化が困難な信号源であり、メディア自体の汎用的な構造化は容易でない。音響情報についても同様である。現実的なアプローチはメディアにメタデータを付与することである。メタデータの活用によって、検索・要約の高速な実行を可能にする、又はメディアと対応付けられたメタデータにリンク付けを行ってハイパーメディア化するなどによって、大容量のメディア情報を有効に扱うことが可能になる。3章で述べたMPEG-7はメタデータ体系の例であり、これからが真価を発揮する時期である。メディア変換やユーザーインタフェースの改善にも活用されていくだろう。

第三に、高速処理が可能にする、より知的な処理が挙げられる。すでに、顔や表情を検出、認識するなどの処理は一般的になりつつある。これらを可能にしたのは、画像処理デバイスの処理能力の飛躍的向上である。今後、こうした画像処理能力を活用した撮影支援、ユーザーインタフェースの高度化が重要になるとともに、コンピュータビジョンの応用分野である工業用の自動化、安全運転支援などの高機能化、高精度化が増えてくる。また、現在では実写と見分けがつかないほど、CGの表現力が向上している。リアリティを追求しないCGによるビデオマニュアル等の作成は一般化している。これらの構造化や画像認識的処理とともに、かつては大学・研究機関のものであった映像の認識・合成を活用する知的符号化のアプローチが、現実のものになりつつある⁽⁸⁾(表1)。

5. む す び

これまでデジタルメディア技術は、コンテンツを通信インフラに乗せるための技術として、通信インフラの高速大容量化と併走して発達してきた。今後もデジタルメディアの高品質化は続く一方、これからのデジタルメディア技術はインフラに乗ったコンテンツをいかに有効に楽しく簡単に使えるか、という要求を満たす技術が重要になり、更に大きな発展の可能性を持っている。

本稿では、デジタルメディア技術の現状と将来について、当社の取り組みを中心に述べた。詳細はそれぞれの論文を参照していただきたい。この特集号に掲載した論文の技術

表1. 画像符号化の世代区分

| 世代区分 | 符号化方式 | 符号化に用いる知識 |
|------|--------------------------------------|------------------------------|
| 第0世代 | 直接符号化 | 振幅分布 |
| 第1世代 | 統計的冗長圧縮符号化 | 画素間相関などの統計的性質 |
| 第2世代 | 構造抽出符号化 特徴抽出符号化 | 動き情報・輪郭情報などの特徴情報 |
| 第3世代 | 分析合成符号化 (モデルによる符号化) (パラメータ符号化) | 画像のモデル 図形分離 特徴抽出 |
| 第4世代 | 認識合成符号化 (コマンド符号化) | 画像の認識と生成に必要な知識と規則 |
| 第5世代 | 知的符号化 | 画像の概念モデル 推論・思考 異種情報の統合 |

分野だけでなく、当社では、広く家庭、車載機器、列車、ビル管理、防災・交通・生産ラインの監視・制御などの分野で、映像音響メディアを有効に活用した社会インフラを提供する技術の研究開発を推進している。当社の技術でデジタルメディア技術の新たな地平を拓き、市場と社会の発展に寄与していく。

参 考 文 献

- (1) 野間口 有, ほか: デジタル放送の現状と課題, 三菱電機技報, 72, No.8, 641~647 (1998)
- (2) 室園 透, ほか: 三菱電機の映像ソリューション, 三菱電機技報, 82, No.4, 255~259 (2008)
- (3) 中瀬卓也, ほか: 通信放送連携サービス用端末, 三菱電機技報, 82, No.2, 163~166 (2008)
- (4) 金子達史: 交通分野における情報ユニバーサルデザイン, 三菱電機技報, 81, No.10, 677~680 (2007)
- (5) 小野定康, ほか: 動画像の高効率符号化-MPEG4とH.264-, オーム社 (2005)
- (6) 山田隆亮, ほか: 放送コンテンツの著作権保護における電子透かしの利用方法, 映像情報メディア学会誌, 57, No.9, 1155~1167 (2003)
- (7) 岩崎知弘, ほか: 音声認識技術とその応用, 三菱電機技報, 76, No.8, 503~506 (2002)
- (8) 原島 博: 知的画像符号化と知的通信, テレビジョン学会誌, 42, No.6, 519~525 (1988)

高品質映像符号化技術の標準化動向

山田悦久* 加藤嘉明*
関口俊一*
山岸秀一**

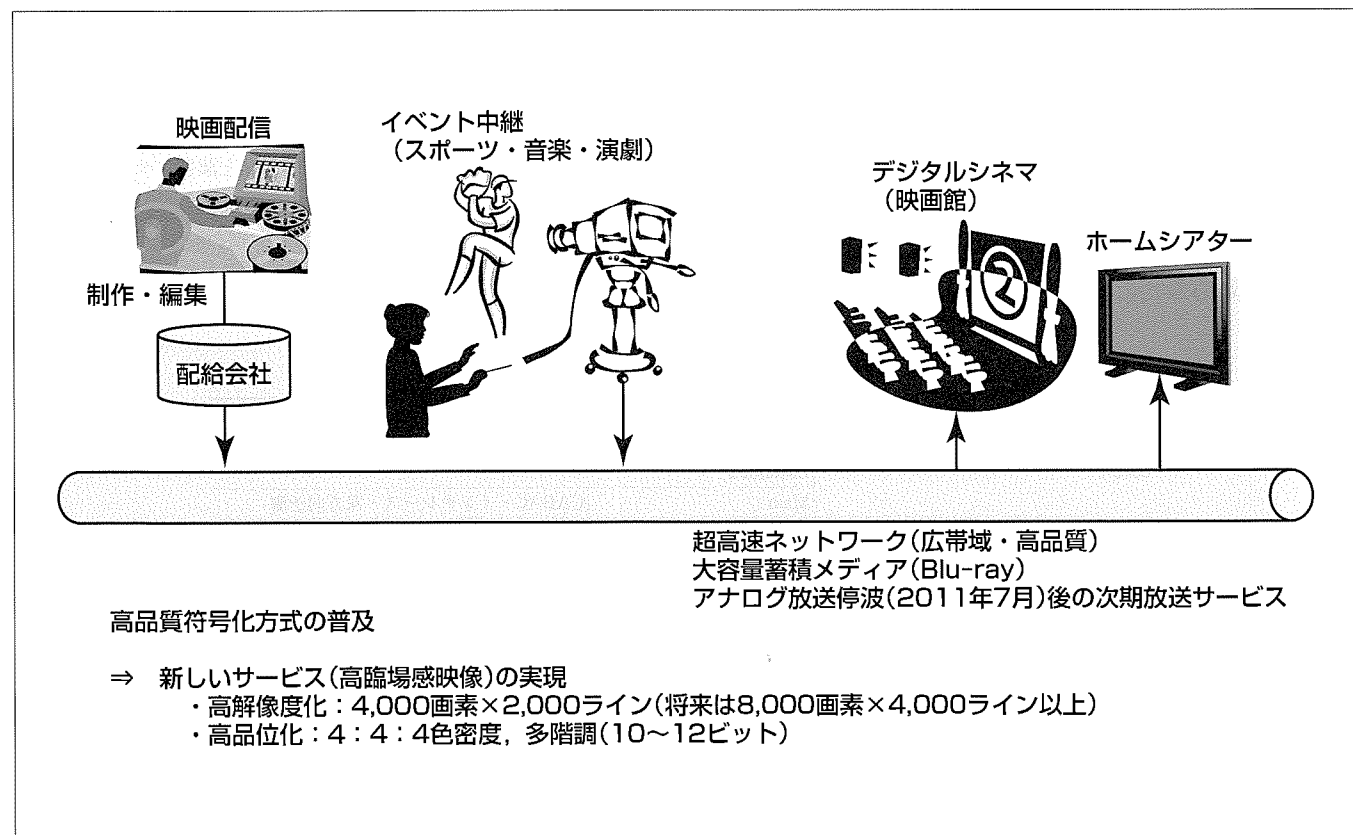
Standardization Trend of High Quality Video Coding Technology

Yoshihisa Yamada, Shun-ichi Sekiguchi, Shuichi Yamagishi, Yoshiaki Kato

要 旨

国際映像符号化方式MPEG(Moving Picture Experts Group)-4 AVC(Advanced Video Coding)/H.264は、高い符号化性能を特長の一つとしており、ワンセグやBlu-ray Discの映像圧縮フォーマットへの採用を始め、ポータブル端末やIPTV(Internet Protocol TeleVision)への利用など近年普及が急速に進んでいる。BS・地上デジタル放送やDVD(Digital Versatile Disk)で採用されているMPEG-2方式と比較すると、例えば同じ蓄積容量であればより高品質の映像記録が、同じ放送帯域であればより多チャンネルの映像伝送が可能となる。

MPEG-4 AVC/H.264は2003年に最初の標準が策定されたあとに、複数回の拡張作業が進められており、2007年1月には高品質映像信号に対応するプロフェッショナルプロファイル群を新たに標準化した。このプロファイル群は、4:4:4色密度映像信号を扱うことを可能とするものを含み、三菱電機からの提案技術も採用されている。これまでの標準方式に比べて4:4:4色密度信号に対する符号化性能が改善されたほか、並列処理を容易に実現可能とする仕組みも採り入れられており、デジタルシネマのように画素数が特に多いうえに、より高品質が要求される映像信号に対して、実現性の高い方式となっている。



高品質映像符号化技術

符号化性能に優れたAVC/H.264映像符号化方式の普及によって、新しい映像サービスが期待される。一例として“高臨場感映像”が挙げられる。4Kデジタルシネマを超える高解像度映像、色情報をより忠実に再現する4:4:4色密度映像や多階調映像に対する符号化によって、映画館や家庭で高精細な映像を楽しむことができるようになる。

1. ま え が き

デジタル映像は、MPEG-2/4の国際標準成立によってデジタル放送からモバイル端末まで裾野が広がり、放送・通信・蓄積のあらゆる領域で生活に密着した身近なメディアとなった。近年、標準方式の中で特に優れた圧縮性能を示すMPEG-4 AVC/ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector)H.264(以下“AVC/H.264”という。)に対する普及が急速に進んでいる。AVC/H.264は、Blu-ray、ワンセグ等の対応製品が市場に投入される一方で、新しい技術を採用入れた規格拡張も行われている。

本稿では、AVC/H.264の機能拡張を含めた標準化動向、及び2008年4月・7月の会合で議論が開始された次世代映像符号化技術に対する標準化作業について述べる。

2. 映像符号化技術の標準化動向

ここでは、AVC/H.264の規格拡張を含めた標準化動向について、特に2007年に成立した高品質映像フォーマットへの対応状況を中心に述べる。

2.1 AVC/H.264映像符号化方式

AVC/H.264は、ISO/IECのJTC1/SC29/WG11(通称MPEG)と、ITU-TのWG16/Q.6(通称VCEG: Video Coding Experts Group)との間で2001年に設立された映像符号化標準化のための機関であるJVT(Joint Video Team)によって作業が進められ、ISO/IECではISO/IEC 14496-10(MPEG-4 Part 10)として、ITUではH.264として、それぞれで国際標準としている最新の映像符号化方式である(表1)。

AVC/H.264の標準化作業を開始するにあたり、作業目標として定められたのは、既存の符号化方式に対して圧縮

率を2倍以上に高めることであり、MPEG-1/2のような、アプリケーションを想定して、その実現に向けて標準化作業を進めていったものとは若干様相を異にする。AVC/H.264もMPEG-2/4などと同様、1980年代に標準化されたH.261で採用された“ハイブリッド符号化方式^(注1)”を踏襲し、2002年に規格化作業を完了、2003年に第1版を出版した。従来のMPEG-2やMPEG-4などではハードウェアの制約(処理量・メモリ量の観点)から搭載しなかった、ループ内デブロッキングフィルタやコンテキスト適応可変長符号化などの複数の符号化ツールを採用したことが、符号化効率の改善に大きく貢献している。一方、復号処理量で従来方式の2~3倍、符号化処理量では数倍~数十倍と大きくなっているが、この問題はLSI(Large Scale Integration)やCPU(Central Processing Unit)の処理能力の向上とメモリの価格低減、といった周辺技術の進歩によって解決が図られている。第1版で策定されたBaselineプロファイルから3つの符号化ツール^(注2)を外したものの^(注3)は、ワンセグの映像符号化方式として採用され、2006年にサービスが開始されている(図1)。

初期のJVTの作業では、符号化性能の評価にQCIF(Quarter Common Intermediate Format)(176画素×144ライン)やCIF(352×288)といった比較的低解像度の画像を使用して進めていたこともあり、4×4変換や4×4ブロック単位の動き補償予測など、画像信号の局所的な変化に対して高い符号化効率を得られる符号化ツールが多く採用された。そのため、第1版で制定されたMainプロファイルは、低解像度では高い符号化性能が得られるのに対し、

- (注1) 動き補償予測付きフレーム間符号化と離散コサイン変換を組み合わせたものである。
- (注2) 図1の斜体文字で記したもの。符号化データに対するエラー耐性を高めるツール群であり、別のレイヤで誤り訂正符号を使用する場合にはその効果が得られにくい。
- (注3) 図1の網掛け部分である。BaselineプロファイルとMainプロファイルの共通部分に相当する。

表1. AVC/H.264のプロファイル一覧

| 規格出版年 | 成立したプロファイル | 特長 |
|---|-----------------------|--|
| 2003年 | Baseline | |
| | Extended | |
| | Main | CABAC・インタレース・双方向予測 |
| 2005年 FRExt: Fidelity Range Extensions | High | 8×8変換・重み付け量子化 |
| | High 10 | 10ビットに対応 |
| | High 4:2:2 | 4:2:2色密度に対応 |
| | High 4:4:4(2007年削除) | |
| 2007年 Professional Profiles | High 4:4:4 Predictive | 4:4:4色密度・14ビットに対応 |
| | High 10 Intra | フレーム間符号化を禁止したもの (コンテンツ制作時の編集用途等を想定) |
| | High 4:2:2 Intra | |
| | High 4:4:4 Intra | |
| CAVLC 4:4:4 Intra | CABACの使用を禁止したもの | |
| 2007年 SVC: Scalable Video Coding | Scalable Baseline | BaseレイヤとしてBaselineを使用 |
| | Scalable High | BaseレイヤとしてHighを使用 |
| | Scalable High Intra | フレーム間符号化を禁止したもの |
| 2009年(予定) MVC: Multiview Video Coding | Multiview High | Base viewレイヤとしてHighを使用 |

HDTV (High Definition TV) 解像度に対しては十分な符号化性能が得られない (MPEG-2 よりも性能が劣る) ことが標準化策定後の実験によって判明した。この問題を解決するために、JVT は規格拡張の作業に着手し、MPEG-2 で採用されていた 8×8 ブロックサイズ変換や重み付け量子化などの符号化ツールを追加採用し、2005年に“FRExt” (Fidelity Range Extensions) が出版された。FRExt で策定された High プロファイルは、Blu-ray Disc や AVCHD (Advanced Video Codec High Definition) などに採用されて、すでに家庭内への普及が進んでいるほか、これからデジタル放送が開始される海外の国々での採用や IPTV での利用など、利用範囲は今後急速に広がっていくことが期待されている。

AVC/H.264 の拡張作業として、2007年にはスケーラブル符号化拡張 (Scalable Video Coding : SVC) が出版され、2009年には多視点映像符号化拡張 (Multiview Video Coding : MVC) が出版される予定である。SVCは、空間解像度の階層化や品質の階層化を AVC/H.264 の最大の特長である高い圧縮効率を保ちながら実現した。MVCは、複数のカメラ (視点) が同一対象物を撮像している映像を想定し、視点間の信号相関を利用した映像圧縮を行うための方式策定を行っており、2009年1月の最終国際投票を目指して作業が進められている。三次元テレビや自由視点テレビなどの用途が想定されている。なお、現在出版されている最新版は、SVCまでを含んだ2007年版⁽¹⁾である。

2.2 AVC/H.264高品質映像符号化拡張

“きれいな映像を視聴したい”という要求は、デジタル映像の利用者にとって最も基本的かつ究極の要求である。ネットワーク、ストレージの容量が爆発的に増加している昨今、映像符号化は、高圧縮率の実現のみならず、あたかも映し出されるシーン内に同化してしまうかのような“リアリティ”のある映像を視聴者に届けることも可能な領域に入ってきた。デジタルシネマではDCI (Digital Cinema Initiatives) 仕様として、4,000画素 \times 2,000ラインの高解像度、

4:4:4色密度、12ビット画素階調をサポートする高品質フォーマットが推奨され、制作時に意図された映像を忠実に再現することを目指している。このような高品質コンテンツを対象とする映像符号化では、色信号の帯域制限や再現色域の制約などのファクタから解放され、忠実な映像情報再現を可能とする高品質フォーマットを扱えることが重要である。

4:4:4色密度信号に対する符号化方式として、AVC/H.264にはFRExt策定時にHigh 4:4:4プロファイルが設けられた。しかし符号化方式としては、4:2:0色密度信号に対するHighプロファイルを単純に拡張したものであったため、第一の信号成分については輝度成分用の符号化ツールが使用できるが、第二・第三の信号成分については色差成分用の符号化ツールを使用することになり、圧縮性能が十分に得られないことがFRExt策定後に確認された^(注4)。当社を含む複数の機関が、4:4:4色密度信号を用いた高品質な映像符号化は、これからの社会で重要であることを訴え、2005年7月からこのプロファイルの方式修正が開始され、2007年1月に新しい高品質映像信号対応プロファイル群“Professional Profiles”が成立した。4:4:4色密度を扱うことができるプロファイルとしては、フレーム内符号化モードのみを持つHigh 4:4:4 Intra, CAVLC 4:4:4 Intra, フレーム間予測をサポートするHigh 4:4:4 Predictiveの3つのプロファイルが新たに策定された (図2)。

これら新しい4:4:4色密度対応プロファイル群では当社からの提案が方式の一部に採用されている。3つの色成分の信号に対して、いずれも輝度信号相当として扱えるようになったため、4:4:4色密度信号に対する時間・空間予測の性能改善が達成されたほか、従来のように3つの色成分の信号を一つのマクロブロックとして扱う方式だけではなく、3つの色成分の信号を独立に扱う方式が採用されたため、算術符号化や動き補償予測処理などの負荷の重い処理を分散可能にし、ハードウェアの並列性向上を可能とした⁽²⁾。また、最高14ビットまでの画素階調への対応、ロスレス符号化モード、表示画像品質改善のためのヒント情報の伝送シンタックスなどが追加されている。Professional (注4) 4:2:0色密度信号の場合、輝度成分に比べて色差成分の信号帯域は狭いため、このような方式が採用されている。

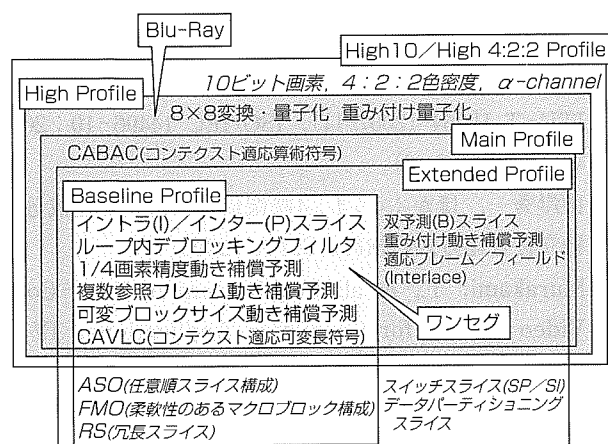


図1. AVC/H.264のプロファイル包含関係と符号化ツール

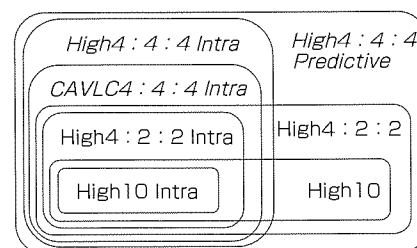


図2. Professional Profilesの包含関係

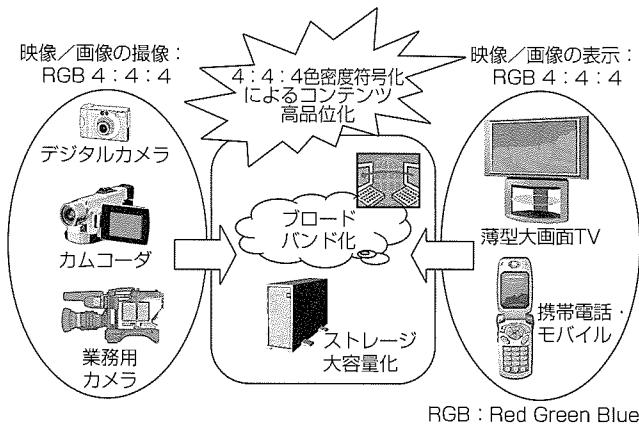


図3. 4:4:4色密度符号化の意義

al Profilesは、業務用放送機器やデジタルシネマ等の次世代映像コンテンツに対する蓄積・伝送処理への適用が期待されている。

3. 標準化の今後の展望～リアルカラー映像符号化へ

最近のデジタル映像機器は、撮像・表示系のデジタルフルカラー対応が急速に進み、デバイス技術の高度化による映像品質の向上が著しい。このような状況を鑑(かんが)みると、4:2:0色密度信号という、色間引きによって原信号の情報量を削減する現行の輝度・色差フォーマットによる映像圧縮・伝送は、これからの高品質映像システムを考えるうえでボトルネックとなってくる可能性が高い⁽³⁾(図3)。

AVC/H.264 Professional Profilesに含まれるHigh 4:4:4 Predictive Profileでは、民生用途で用いられる映像解像度・ビットレートで4:4:4色密度映像を符号化した場合に、従来の色間引きを伴う輝度・色差信号(4:2:0色密度映像)の符号化に比べて、圧縮率・色再現性のバランスに優れた符号化性能が得られることを確認している。このことは、Professional Profilesの策定プロセスとおして、民生の分野でも4:4:4色密度、すなわち“リアルカラー”のコンテンツ表現が現実味を帯びてきたことを示すものであり、今後の標準化作業の課題として2007年ごろから当社主導で議論を開始した⁽³⁾(図4)。

2008年4月にITU-Tで次世代の符号化方式を考える議論が、同じく4月にMPEG会合でも次世代の符号化方式(New Challenges in Video Coding Standardization)を考える議論が開始された。本稿執筆時点(2008年9月)では、符号化方式に対する明確な目標であるアプリケーション、画像解像度・フレームレート・ビットレートなどの各種パラメータの組み合わせ、圧縮率、符号化画像の品質、符号化装置や復号装置の演算規模などを議論している段階であり、なんら合意は得られていないが、ディスプレイ・カメ

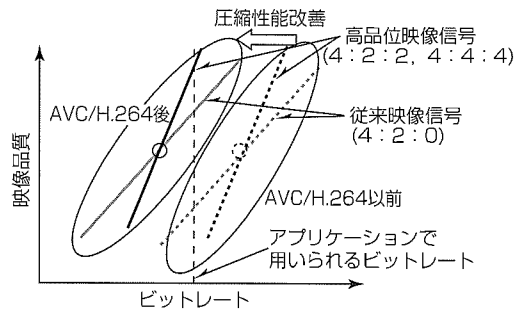


図4. 映像品質と符号化ビットレート

ラなどのデバイス性能の進化を前提とする映像信号の“高品質化”が複数の企業から課題提起され、重要なキーワードとして採り上げられている。4:4:4色密度も基本信号形式として扱う方向で議論が進められている。これら高品質な次世代映像信号の伝送・記録を効率的に行うには、圧縮率を高めながらもクオリティを維持するという課題を達成するため、新たな符号化方式の必要性が高まると予想される。ITU-Tでは、AVC/H.264をベースとする符号化効率改善の可能性についてのスタディを進めているが、これらのスタディは4:2:0、最高HD解像度までの既存映像信号を対象に行われており、次世代映像信号をターゲットとするものではない。適切な評価映像に基づき、次世代の映像アプリケーションの要求条件に従った議論への発展が期待される。

4. む す び

AV機器や放送・通信の分野で注目されているAVC/H.264の標準化動向及び、2008年から議論が開始された次世代映像符号化技術に対する標準化作業について述べた。ネットワークの広帯域化や蓄積メディアの大容量化、ディスプレイの高解像度化・高品質化といったようなデジタルAV機器の高度化に伴い、符号化の分野でも高品質化が急速に進んでいくものと考えられる。引き続き世界に先駆け技術開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) ITU-T H.264 (2007/11), ISO/IEC 14496-10:200x (to be published)
- (2) 山岸秀一, ほか: 4:4:4映像信号に対する色成分別独立符号化方式の検討, SITA (2006)
- (3) Murakami, T., et al: Requirement of Real-Color Video Coding for Consumer Applications, JVT-X043, Joint Video Team of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (2007)

H.264 HDTV コーデック技術

猪股英樹* 平野 進*
 本山信明* 和田哲朗**
 坂手寛治*

MPEG-4 AVC/H.264 HDTV Video CODEC Technology

Hideki Inomata, Nobuaki Motoyama, Hiroharu Sakate, Susumu Hirano, Tetsuro Wada

要 旨

MPEG(Moving Picture Experts Group)-2の次世代映像符号化方式として、MPEG-4AVC(Advanced Video Coding)/H.264の機器開発が盛んになってきている。H.264はMPEG-2比2倍もの圧縮性能が得られる反面、演算量が膨大であり、コーデックの普及には演算量の効果的な削減と大規模LSI(Large Scale Integration)の開発が欠かせない。また、映像伝送システムにおける利便性やサービス向上には、圧縮率向上のほか、低遅延化、装置の小型化が必要である。

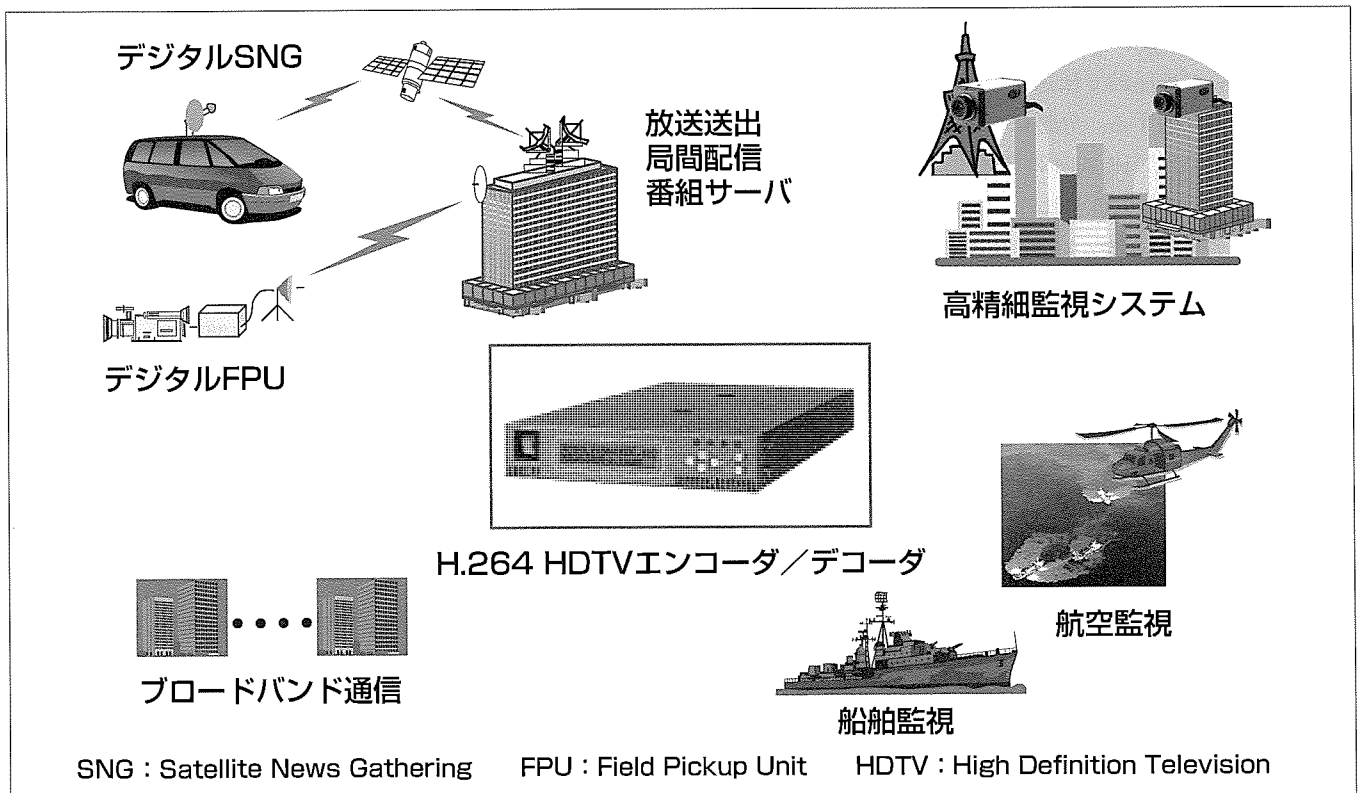
三菱電機では20年以上にわたって培ってきたコーデック技術を礎に、高圧縮/低遅延/小型の三位一体となったH.264コーデックを開発した。

高圧縮・高画質化では、H.264が持つ圧縮ツールを豊富に取り入れたほか、色信号の再現性が高いクロマ4:2:2に対応している。画質を左右する符号化制御部は、専用CPU

(Central Processing Unit)によってマクロブロック単位のきめ細かな制御を行うほか、画像特徴演算によるフィードフォワード制御によって視覚特性を利用した高画質化を実現している。また、当社MPEG-2コーデックの1/2以下の遅延時間となる低遅延モードを用意し、運用性の向上を図っている。これらの技術を1チップLSIに実装し、当社従来機種と同サイズ(1Uハーフラック)のコーデックを実現した。

LSI開発にあたっては、当社が持つシステムLSI設計・検証技術を駆使し、大規模なH.264エンコーダLSIを短期間で開発することに成功している。

このコーデックは、放送局の素材伝送はもとより、放送送出系でもカスタマーの要求にこたえることができる制御の自由度を持っており、幅広いシステムで普及が期待できる。



H.264コーデックと適用分野

次期BS/CS放送や放送局の素材伝送をはじめとして、サーバやデジタルアーカイブなどH.264の高効率符号化によるメリットは大きい。また、昨今は監視分野でも高精細化が進んでおり、圧縮性能向上による高画質/長時間記録が可能となる。今後は小型のボードモジュールタイプによって、ワイヤレスカメラなど機動性が求められるシステムへの適用が期待できる。

1. ま え が き

デジタル放送や放送素材伝送などの業務分野から、DVD(Digital Versatile Disk)デジタルビデオカメラなど民生分野まで幅広く普及しているMPEG-2に替わる次世代映像符号化方式として、MPEG-4AVC/H.264(以下“H.264”という。)の機器開発が盛んになってきている。

H.264はMPEG-2と同様に動き補償フレーム間予測符号化を基本方式としているが、符号化ツールの多様化によって、MPEG-2比で約2倍もの圧縮効率が得られる方式である。同等画質でビットレートを半減できれば、ネットワークにおけるランニングコスト削減、蓄積メディアにおけるディスク容量削減(記録時間増加)などの経済メリットや、映像チャンネル数増加などのサービス向上が期待できる。

一方で、H.264は高い圧縮性能を持つ反面、MPEG-2比10倍ともいわれる演算量が、小型化・低コスト化への大きなハードルとなっていた。H.264本来の性能を極力落とさず、いかにコンパクトな回路規模で実現するかが今後の普及の鍵(かぎ)を握っているといえる。

ビデオコーデックは、圧縮性能だけでなく、処理遅延や装置サイズも重要な要素である。本稿では高圧縮/低遅延/小型を実現したコーデック技術と製品について述べる。

2. 高圧縮アルゴリズム

フルHDと呼ばれる1,920×1,080iの情報伝送量は、約1Gbpsと膨大である。素材伝送などの場合、超高速ネットワークを用いて非圧縮で伝送するケースがあるが、多くの場合圧縮して伝送する。分野によって求められるビットレートは異なるが、H.264の場合おおむね10Mbps～150Mbpsの範囲が想定される。どのようなビットレートであれ、ビデオコーデックに対する最も重要な要求条件は、圧縮した映像が極力高画質なことである。高画質化には2つのポイントがある⁽¹⁾。

- ①圧縮効率の向上(発生符号量最小化制御)
- ②主観画質の向上(視覚特性に基づく画質最適化)

当社では予測符号化で、独自の判定アルゴリズムを開発し、H.264が持つ符号化効率を可能な限り維持したうえで、演算量を大幅に削減させている。また、動き補償でも十分な動き探索範囲と精度を持ち、原画像の特性/特徴情報や難易度予測情報などによってフィードフォワード制御を行い、破綻(はたん)の少ない安定した画質を実現している。

主観画質の向上については、人間の視覚特性に基づき、映像シーンや着目点に応じた符号量割り当て制御やフィルタリングなどで“高画質に見せる”制御を行っている。特に低レート時は、特有のブロックノイズやモスキートノイズが現れやすいため、画面内で注目される被写体に多くの符号量を割り当てることで視覚的な高画質感を演出する。

このような画質チューニング作業はエンコーダの完成度を上げる重要な要素であり、完成度は調整時に用いる映像シーンの種類と量に比例する。当社ではMPEG-2以前からの長年にわたるコーデック開発で培った制御ノウハウを持ち、短期間での画質調整を可能としている。

3. 低遅延化アーキテクチャ

ネットワークにおける映像伝送で求められる性能は、映像品質だけでなく、伝送遅延も大きな要素である。放送事業者における特に現場との生中継では、伝送遅延が不自然な会話を生むため、コーデックでの処理遅延は極限まで短いことが望ましい。

H.264の場合、MPEG-2よりも処理が多様化かつ複雑になることから、一般的に遅延は大きくなる傾向にあり、実際各メーカーから市場に出されているコーデックには1秒を超えるものから、大きいもので3秒程度かかるものもある。蓄積メディア向けなら遅延は問題にならないが、特に放送素材伝送用途では、現行MPEG-2製品(300ms以下)よりも更なる低遅延化が要求されている。

当社では2007年度までに実施したNICT(独立行政法人情報通信研究機構)委託研究“超低遅延化技術に関する研究開発”で、MPEG-2符号化伝送の処理遅延を極限まで短縮する研究⁽²⁾を実施しており、ピクチャ構造の見直し、制御単位の細分化やパイプライン処理、発生情報量の管理方法に至るまで、徹底した低遅延化を図った。これらの技術は、開発したH.264コーデックに応用し、低遅延モードでは150ms以下を実現予定である。

コーデックの遅延の要素は次のように大別される。

- (1) プリ/ポスト処理
 - ①フィルタ、フレーム間差分や画像特徴情報算出
 - ②ラスタ/ブロック変換
 - ③表示用フレームメモリ(ポスト処理のみ)
 - ④フレームシンクロナイザなどの同期処理バッファ
 - ⑤GOP(Group Of Pictures)オーダリング/リオーダリング
 - (2) 符号化/復号処理
 - ①Intra予測、動き補償Inter予測、直交変換、量子化、エントロピー符号化
 - (3) 送受信バッファ
 - ①映像のレート変動を吸収するためのVBV(Video Buffering Verifier)遅延
 - ②回線での揺らぎを吸収するためのバッファ(受信)
- 遅延と画質は一般的にトレードオフの関係にあり、同じビットレートで遅延を短くした場合、圧縮効率が下がる。
- (1)～(3)の遅延要素は画質と密接な関係にあるものが多く、特にGOP構造と送受信バッファは数百msのオーダーで影響する。

伝送帯域が100Mbps以上確保できる場合は、I-onlyモード(すべてIピクチャ)で運用することによって、コーデックの処理遅延をほとんど無視できるレベルまで短くすることが可能である。当社コーデックの低遅延モードには、Iピクチャのみを用いる場合と、Pピクチャのみを用いる2つのモードがある。

4. H.264 1チップエンコーダLSI

先に述べたアルゴリズムやアーキテクチャをコンパクトな装置サイズで実現するには、専用デバイスの開発が欠かせない。

H.264エンコーダの開発にあたっては、従来の当社MPEG-2エンコーダ“MH-2700E”の機能/性能を踏襲し、H.264で同サイズを実現することを目標とした。そのためにはクロマ4:2:2をはじめとする放送業務用途の品質を満たす1チップエンコーダの開発が不可欠であった。

MPEG-2の10倍ともいわれる演算量を1チップで実現するためには、演算量の削減だけでなく、省ゲートアーキテクチャや高度なASIC(Application Specific IC)設計技術、また短期開発を実現するためには高速ハードウェアエミュレータを駆使した検証技術も必要である。

4.1 小型/高性能アーキテクチャ

一般的にコーデックを実現する場合、アーキテクチャのアプローチは次のように大別される。

- (1) DSP(Digital Signal Processor)やCPUなどを主体としたソフトウェアタイプ
- (2) ハードウェアを主体に簡易なCPUと組み合わせたハードウェアタイプ
- (3) ハードウェアとCPUを組み合わせたハイブリッドタイプ

今回のLSI開発で採用したのは、(3)のハイブリッドタイプである。フィルタ、動き探索、直交変換、量子化、エントロピー符号化など、変更の必要がない部分はハードウェアに、システム制御、レート制御、高画質化制御、メディア多重制御などは内蔵するCPUで処理を行っており、幅広い分野に適應させる高いフレキシブル性を持っている。

4.2 LSI回路設計・検証手法

符号化処理部は、マクロブロック単位に処理を行うマクロブロックパイプライン構造とした。この構造は各符号化処理でパイプラインバッファを介して行うため、回路ブロックの独立性が得られるメリットがあり、回路ブロックごとに異なるクロック周波数を用いることで必要最低限のゲート規模と消費電力を実現している。

また、プリ処理や動き探索などMPEG-2従来機種から構造的に大きな差がない回路に関しては、過去に実績のある設計資産IP(Intellectual Property)を活用した。その結果、IP適用率は約15%程度になり、設計品質の確保と開発

期間の短縮を実現した。

RTL(Register Transfer Level)検証ではまずブロックごとの検証を行い、その後チップ全体検証を行うボトムアップ検証を行った。ブロック検証では専用開発した検証用Cモデルを用いて入力パターンに対する期待値を作成し、回路ブロックからの出力と比較する検証を実施した。検証パターン数は、最も多い回路ブロックで54,000パターン、平均2,000パターンである。

チップ全体検証は、様々な実映像を用いた長時間検証を行うため、高速ハードウェアエミュレータを活用している。高速ハードウェアエミュレータは一般的に用いられるRTLシミュレータの約1,300倍の速度で実行可能なため、シミュレータでは不可能な検証も可能となり、設計品質の向上及び検証期間の短縮を図ることができた。

4.3 物理設計・タイミング設計、検証手法

このLSIは、外部メモリにDDR(Double Data Rate)2を2系統使用しており、クロックレートが324MHzと非常に高速なため、クリティカルパスになっていた。そのためPLL(Phase Locked Loop)を含めた詳細なタイミング設計仕様(レイアウト、パッケージ設計、実装ボード配線)を策定し、チップからパッケージ、実装ボードを介しての外部DDR2までの伝送路特性(タイミング、波形)をすべてシミュレータ上で検証して、最適な配置配線を行っている(図1)。

また、4.2節で述べたとおり多くの種類のクロックを使用しており、異クロック間インタフェースが3,000か所以上存在する。そこで独自に開発した異クロック間インタフェース抽出管理ツールを活用し、回路レビューの効率化と品質向上を図った。

エンコーダLSIの諸元を表1に示す。

5. 高性能小型エンコーダ/デコーダ

開発したH.264エンコーダLSI(図1)を用い、放送素材伝送を含む高品質映像伝送を主なターゲットとしたエンコ

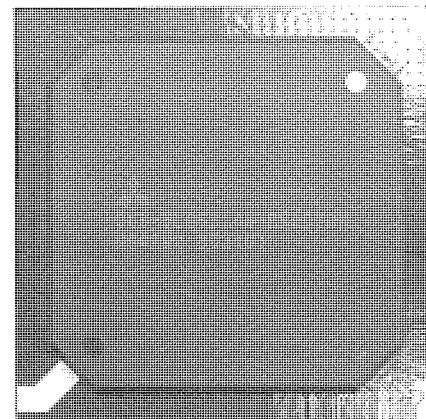


図1. H.264エンコーダLSIの外観

表1. H.264エンコーダLSI諸元

| 項目 | 内容 |
|-----------|----------------------|
| 最大クロックレート | 324MHz |
| プロセス | 90nm 7層メタル |
| チップサイズ | 9×9(mm) |
| パッケージ | 35mm×35mm, 769ピンPBGA |
| 外部メモリ | DDR2 256M×32bit |

PBGA : Plastic Ball Grid Array



図2. H.264HDTVエンコーダ/デコーダ

ーダ/デコーダ”(図2)を開発した。

このH.264HDTVエンコーダ/デコーダは、現行のMPEG-2コーデックMH-2700E/Dの後継として、これまでの特長である高画質・低遅延・コンパクトサイズを継承し、H.264に対応した高性能な機種である。映像の高品質伝送に不可欠となるクロマ4:2:2に対応し、独自に開発した1チップH.264エンコーダLSIによって、従来と同様1Uハーフラックサイズを実現している。エンコーダの主要諸元を表2に示す。

エンコーダには、先に述べた高圧縮・低遅延化技術がすべて盛り込まれており、高画質映像監視やデジタル放送から素材伝送、サーバ用途に至るまで様々な分野に適用が可能となっている。

6. む す び

AV機器や放送と通信の分野で注目されているH.264コーデック技術と製品について述べた。次世代高速ネットワークや衛星通信の高速化に伴い、メディアの高品質化やサービス向上の要求はますます高まることが予想される。

今後は更なる圧縮性能の向上や低遅延化を図っていくとともに、IP(Internet Protocol)インタフェース化、ボードモジュール化を行い、より幅広く実用展開していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 猪股英樹,ほか:次世代ネットワークにおける映像符号化技術の動向,三菱電機技報,82, No.2, 151~154 (2008)
- (2) 大澤淳真,ほか:低遅延機能を搭載したMPEG-2 HDTVエンコーダの実現,電子情報通信学会総合大会 (2007)

表2. H.264エンコーダ主要諸元

| | |
|-----------|--|
| 映像信号 | デジタルシリアル信号(Y, Pb, Pr) (SMPTE 292M準拠)又はデジタルシリアルコンポーネント(DI)信号(Y, Cb, Cr) (SMPTE 259M-C準拠) (自動追従) |
| 入力信号 | デジタルシリアル信号(Y, Pb, Pr) (SMPTE 292M準拠)又はデジタルシリアルコンポーネント(DI)信号(Y, Cb, Cr) (SMPTE 259M-C準拠) (自動追従) |
| モニタ出力信号 | デジタルシリアル信号(Y, Pb, Pr) (SMPTE 292M準拠)又はデジタルシリアルコンポーネント(DI)信号(Y, Cb, Cr) (SMPTE 259M-C準拠) (自動追従) |
| ビデオフォーマット | (1) 1.920/1.440pel×1.080line, インタレース, 29.97Hz (2) 720pel×480line, インタレース, 29.97Hz |
| クロマフォーマット | 4:2:0/4:2:2 |
| 符号化方式 | MPEG-4 AVC/H.264 High4:2:2@L4.1 (8bit対応) |
| 符号化レート | HDTV:135Mbps(最大) SDTV:80Mbps(最大) |
| テスト信号 | カラーバースクロール |
| 音声信号 | (1) AES/EBU 2/4/6/8ch (2) HD-SDIエンベデッド音声(SMPTE299M) 2/4/6/8ch (3) SDIエンベデッド音声(SMPTE272M) 2/4/6/8ch |
| 入力信号 | (1) SMPTE 302M(16/20bit) 1PES 最大8ch (2) MPEG-2 AAC LC profile 2ADTS 最大6ch+2ch (3) MPEG-1 LayerII 2PES 最大4ch (4) MPEG-2 AAC+SMPTE302M 2PES 最大8ch (5) SMPTE302+MPEG-2 AAC 2PES 最大8ch |
| 符号化方式 | (1) SMPTE 302M(16/20bit) :1.920kbps/2,304kbps(2ch時) (2) MPEG-2 AAC LC profile :512kbps/640kbps(6ch時) (3) MPEG-1 LayerII :256kbps/384kbps(2ch時) (4) MPEG-2 AAC+SMPTE302M :640kbps+1.920kbps(6ch+2ch時) (5) SMPTE302+MMPEG-2 AAC :1.920kbps+640kbps(2ch+6ch時) |
| 符号化レート | (1) SMPTE 302M(16/20bit) :1.920kbps/2,304kbps(2ch時) (2) MPEG-2 AAC LC profile :512kbps/640kbps(6ch時) (3) MPEG-1 LayerII :256kbps/384kbps(2ch時) (4) MPEG-2 AAC+SMPTE302M :640kbps+1.920kbps(6ch+2ch時) (5) SMPTE302+MMPEG-2 AAC :1.920kbps+640kbps(2ch+6ch時) |
| テスト信号 | 200Hz(MPEG-2 AAC/LFEのみ)/1kHz, -18dBFS又は-20dBFS |
| 補助データ | (1) 任意2ライン(最大4パケット/ライン)(SMPTE291M/272M) ARIB TR-B23(18H/282H@480i)及び ARIB TR-B22(11H/574H@1.080i)を含む (2) LTC/VITC |
| メディア多重化方式 | (1) 任意2ライン(最大4パケット/ライン)(SMPTE291M/272M) ARIB TR-B23(18H/282H@480i)及び ARIB TR-B22(11H/574H@1.080i)を含む (2) LTC/VITC |
| 多重方式 | MPEG-2 Systems TS(Transport Stream) |
| メディアタイプ | 映像, 音声, 補助データ |
| 伝送インタフェース | データフォーマット |
| データフォーマット | TS形式 |
| 伝送レート | 最大160Mbps |
| 出力インタフェース | DVB-ASI パケット/バーストモード切替, 188/204byte切替 |
| 外観 | 1U高EIAハーフラックマウントサイズ |
| 外形寸法 | 210(W)×44(H)×440(D)(mm) |

※ H.264デコーダも同スペック。ただし映像復号はMPEG-2も可能。

- AAC-LC : Advanced Audio Coding-Low Complexity
- ADTS : Audio Data Transport Stream
- AES : Audio Engineering Society
- ARIB : (社)電波産業会
- DVB-ASI : Digital Video Broadcasting-Asynchronous Serial Interface
- EBU : European Broadcasting Union
- EIA : Electronic Industries Alliance
- HD-SDI : High Definition Serial Digital Interface
- LFE : Low Frequency Effects
- LTC : Longitudinal TimeCode
- PES : Packetized Elementary Stream
- SDTV : Standard Definition TeleVision
- SMPTE : Society of Motion Picture and Television Engineers
- VITC : Vertical Interval TimeCode

大画面映像合成技術

原田雅之*
都丸義広*

Large Screen Video Synthesis

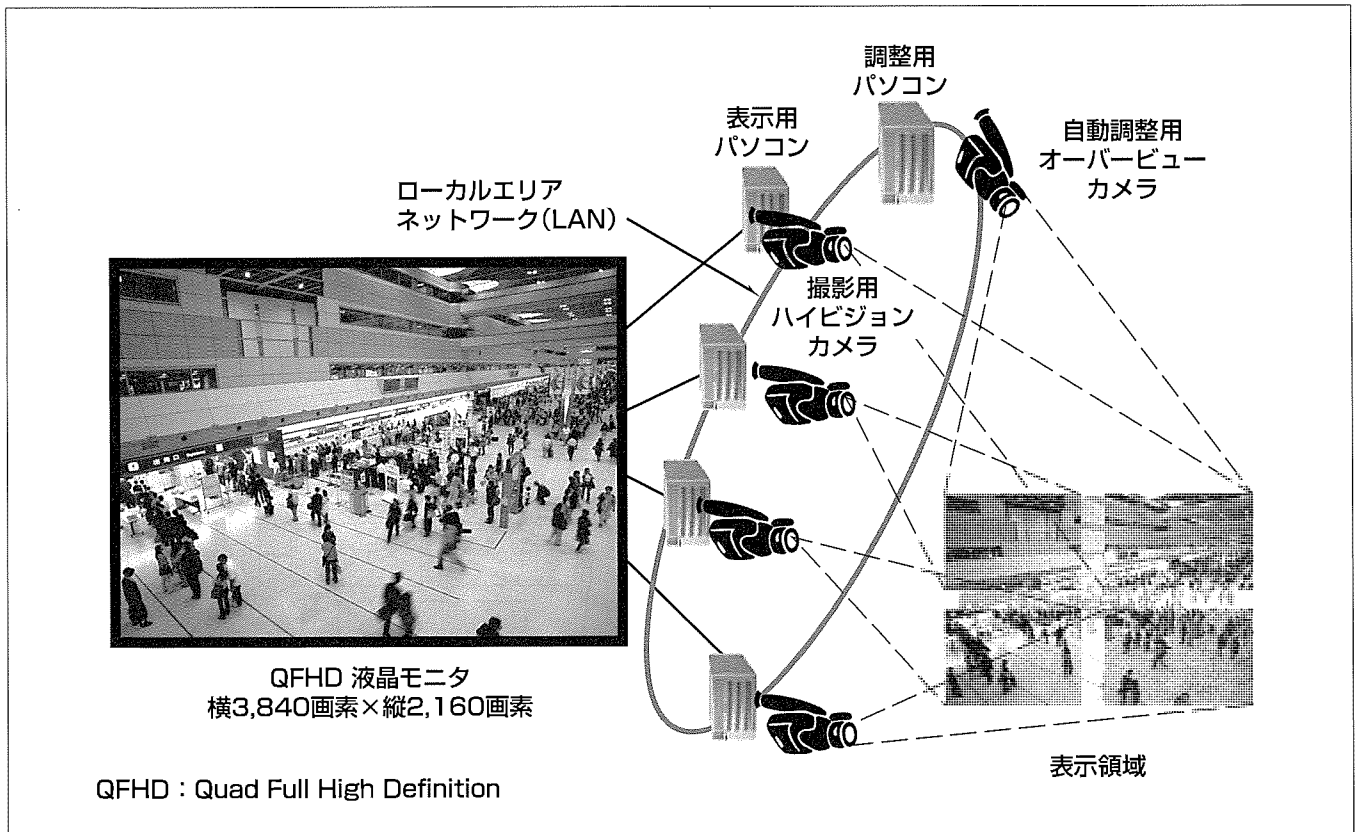
Masayuki Harada, Yoshihiro Tomaru

要旨

近年、大型映像装置は大画面化と高解像度化が進み、ハイビジョンを超える画素数を持つ表示装置が出現している。しかし、これらの解像度を生かす高解像度映像は、超高精細専用カメラを用いるか、複数のカメラで撮影した映像を合成して作成する必要がある。特に、映像をリアルタイムで表示するライブ映像に関しては、映像の合成の手法では時間がかかり、リアルタイム処理が困難であるため、超高精細専用カメラが必要となる。しかし、大型映像装置が各所で見られるようになった現在、高価な超高精細専用カメラを用いずに高解像度のライブ映像を低コストで実現する方法が望まれている。

このような要求に対し、市販のハイビジョンカメラで撮影した複数のライブ映像を、高解像度かつ任意のサイズにリアルタイムで合成し、1枚の高解像ライブ映像として表

示する技術を開発した。この技術では、カメラ間の厳密な位置合わせは必要なく、大まかに配置した複数のハイビジョンカメラ間の位置合わせを、被写体全体を撮影する1台のオーバービューカメラを用いて実施する。また、これまで専用のハードウェアを用いることが多かったリアルタイム映像変形表示を、汎用グラフィックボード上のGPU (Graphics Processing Unit)を利用して高速に合成する手法を開発し、ハイビジョンカメラ映像変形を低遅延で実現した。またこの技術では、さらに画素数の多い画像が要求された場合でも、カメラとパソコンを追加するだけで実現が可能であり、スケーラブルな構成であることが特長である。今後、リアルタイム性が重要視される監視や中継などの分野へこの技術を適用していく。



4台のカメラによる大画面映像合成技術の適用例

2×2、4台のカメラ構成時の大画面映像合成技術の適用例である。大まかに配置した撮影用ハイビジョンカメラ4台の映像を、表示領域全体を撮影するオーバービューカメラの映像に合わせて変形し合成することで、1枚の映像として表示する。各カメラにそれぞれ接続された表示用パソコンが高速に映像を処理することで、リアルタイム合成表示が実現できる。

1. ま え が き

DLP(Digital Light Processing)^(註1)や液晶、プロジェクタなどの複数の表示装置を並べて、全体を一つのディスプレイのように見せることで、単体の表示装置の画素数以上の高解像度コンテンツを表示するマルチ大画面表示システムは、VR(Virtual Reality)や監視、広告などの分野で用いられている⁽¹⁾。また近年、映像装置の大型化、高解像化が進み、ハイビジョンを超える解像度を持つ表示装置が出現している。これらの解像度を生かす映像は、超高精細専用カメラを用いるか、複数のカメラで撮影した映像を合成して作成する必要があった。しかし、超高精細専用カメラはまだ一般的ではなく高価である。また複数のカメラ映像を合成する手法は、録画コンテンツ生成では映像編集ソフトを用いて一つの映像に合成することが一般的に行われるが、ライブ映像などリアルタイム映像の分野では、映像合成に時間がかかるため対応できていない。複数のカメラ映像をリアルタイム合成するためには、あらかじめ複数のカメラ位置を厳密に調整し、専用のハードウェアによって合成する必要があるが、調整の手間、調整の精度、カメラ位置が固定されるため柔軟性の面で問題がある。中継や監視などのリアルタイム性が重視される分野では、これらの問題を解決し、高解像度のライブ映像を低コストで簡単に表示できるシステムが強く求められていた。

(註1) DLPは、Texas Instruments Inc. の登録商標である。

2. 目 的

この技術は、複数のカメラ映像を組み合わせて、カメラの画素数を超えたリアルタイム映像を高解像度で簡単に表示できることを目的とした。具体的には、設置時に手間のかかるカメラの厳密な位置調整を必要としないこと、いろいろな表示装置の解像度や形状に柔軟に対応できること、高価であり特定の構成用に製造されたレンズや鏡、専用ハードウェアを用いないことを想定した。また、今後表示装置の更なる高解像度化を想定し、カメラ数を増加することで合成映像を高解像度化できるスケーラビリティも考慮した。

3. 技術課題

複数のカメラのライブ映像を合成する際の技術課題は、次の3点であった。

(1) カメラ映像合成手法

複数のカメラ映像をつなぎ合わせる際には、カメラの視差による映像のずれが問題となる。カメラの光学中心を一致させることができれば視差が発生せず、したがって映像をつなぎ合わせた際にもずれが発生しない。このためには、同じ位置に複数のカメラを設置する必要があるが、カメラ

同士の物理的干渉があるため、レンズや鏡などの光学系装置を用いて、カメラの光学中心を一致させる手法が提案されている。しかしこの手法には、①レンズ入射光を分割することによって映像が暗くなってしまう、②カメラの台数に応じて異なった装置が必要となり、カメラの数が柔軟に増やせない、③レンズや鏡とカメラ間位置を厳密に調整する必要があるなどの問題点がある。

一方、光学中心が異なる位置で撮影した複数のカメラ映像をつなぎ合わせるためには視差による映像のずれが生じるため、映像の補正が必要となる。補正手法として、二次元映像を比較し処理を行う手法から、撮影対象の三次元位置を求め補正する方法まで、様々な手法が提案されている⁽²⁾。しかしながら、多くがリアルタイムな処理が困難な計算量を必要とするため、この技術の目的であるリアルタイム映像への適用が困難である。

(2) 映像処理の高速化

映像をリアルタイムで変形するには、例えばハイビジョンカメラ1台の映像では1,920×1,080の画素を処理しなくてはならない。しかし、従来の逐次処理を基本とするCPU(Central Processing Unit)では、この画素数をリアルタイムで処理することは困難であり、専用のハードウェアを用いるのが一般的であった。このようなハードウェアは高価であり、入力できるカメラの台数や変形手法も限られているため、より簡単に、また柔軟な変形手法が実現できるパソコンを用いた映像処理が必要である。

(3) スケーラビリティ

一つの合成映像を作成するために、通常の録画コンテンツ用映像ソフトウェアでは、すべての映像を1台のパソコンに集め、映像を比較し、一つの映像に合成し、さらに映像表示装置の数に応じて分割し、各分割映像を送信するという処理をしている(図1)。すなわち処理は合成を行うパソコンに集中する。しかし、このような集中型合成処理では、カメラ台数が増えるにつれて合成処理を行うパソコン

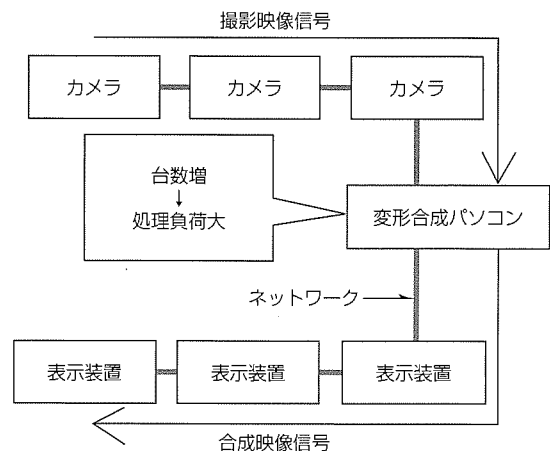


図1. 従来の複数映像の合成方法の構成

や映像を送信するネットワークの負荷が増えてしまい、今回目的とした、任意サイズへの映像の対応が難しい。任意サイズへの映像に対応するためには、カメラを追加しても処理の速度が低下しないスケーラビリティを確保することが必要である。

4. 新合成手法

前章で述べた技術課題に対して、今回開発した手法の特長を次に述べる。

4.1 映像位置合わせ

映像位置合わせ手法では、被写体領域全体をカバーするように大まかに配置した複数の撮影カメラと、撮影カメラの視差による映像のずれを補正するために被写体全体を撮影する1台のオーバービューカメラを用い、カメラ間の位置合わせを実施する(図2)。オーバービューカメラ映像を基準として、個々の撮影カメラ映像はオーバービューカメラ全体映像と一致するように自動/半自動で変形補正されるため、煩雑なカメラ間位置合わせをすることなく合成映像を生成できる。既存手法にも、オーバービューカメラを用いずに、撮影カメラ間のオーバーラップ領域を用いて映像位置合わせ補正をする手法があるが、安定した位置合わせを行うために撮影カメラ間のオーバーラップ領域をこの手法と比較して大きめにとる必要があり、カメラ画素の無駄が生じてしまう。これに対し、オーバービューカメラを用いたこの手法では、撮影カメラの映像の全領域がオーバービューカメラとのオーバーラップ領域となるため、安定

した位置合わせが可能であるという点と、撮影カメラの画素を有効に利用できる点で、従来手法と比べて有利である。

オーバービュー映像と撮影カメラ映像間の変換には、現時点では撮影対象が平面とみなせる遠景映像を対象とし、平面射影変換を用いている。オーバービューカメラ映像と撮影カメラ映像から共通の特徴点を求め、それらを一致させるような平面射影変換を計算することによって、オーバービューカメラ座標と撮影カメラ座標変換を求めている。得られた座標変換を基に各カメラ映像をオーバービューカメラ映像に投影したあと、映像装置に合わせて各撮影カメラの映像表示領域を設定、各撮影カメラ映像の補正パラメータを求めている。

4.2 GPUを用いた変形

変形手法では、撮影カメラ映像のリアルタイム変形を専用のハードウェアを用いることなく、汎用グラフィックボード上のGPUで行う手法を開発した。最近のGPU上では、ピクセルごとの座標変換をパイプライン並列処理によって高速に行うシェーダープログラムをユーザーが実行可能である。シェーダープログラムは、通常三次元コンピュータグラフィックスの表示処理の一部として実行されるが、ピクセルごとに並列プログラムが実行可能なことに着目し、二次元映像にも適用できるような手法を開発した。この手法によって、今まで汎用ハードウェアでは困難であったライブカメラ映像のピクセルごとのリアルタイム位置補正を実現した。

4.3 分散処理

今後の更なる表示装置の高解像度化に対応するためには、カメラ数を増やすことによって、映像を表示装置に合わせて高解像度化できることが重要となる。しかしながら、先にも述べたように1台のパソコンにすべてのカメラ映像を集めて合成を実行する手法では、ネットワーク及びパソコンの処理負荷がカメラ数に比例して大きくなるため、リアルタイム性が保持できなくなる。この問題に対し、各カメラの接続された表示パソコンで分散して映像を処理することによって、カメラ台数が増えても映像処理速度が低下しないスケーラブルな分散映像処理方式を採用した(図3)。この方式では、映像の表示時には、最低限必要な制御コマンドをオーバービューカメラに接続された制御パソコンから送るだけで済むので、ネットワークの負荷は小さい。また、この方式では必要に応じて撮影カメラを追加することができ、任意の解像度に対応可能となる。カメラの台数だけでなくカメラの配置も自由にできるため、超横長やL字型など専用カメラでは対応が困難な形状の表示装置にも対応可能である。

4.4 処理手順

次に、処理手順について述べる。この技術では、処理は設置時と表示時の2段階で実行する。設置時と表示時の処

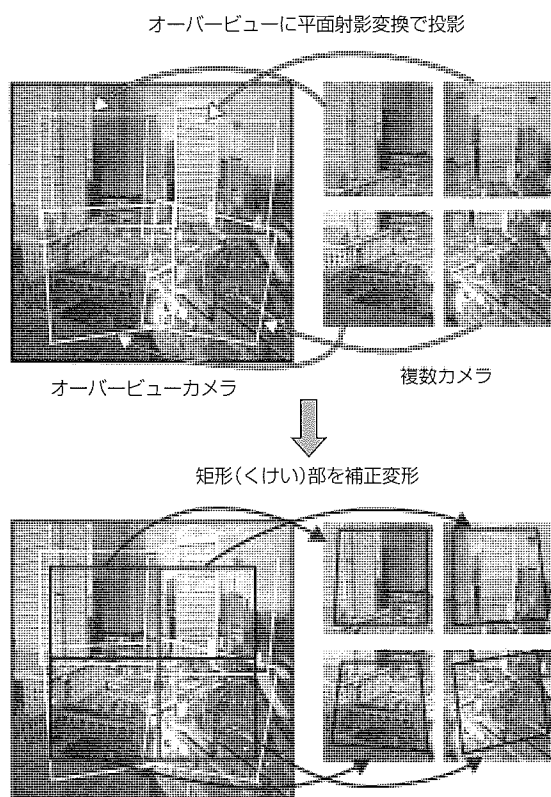


図2. オーバービューカメラ映像を用いた映像補正

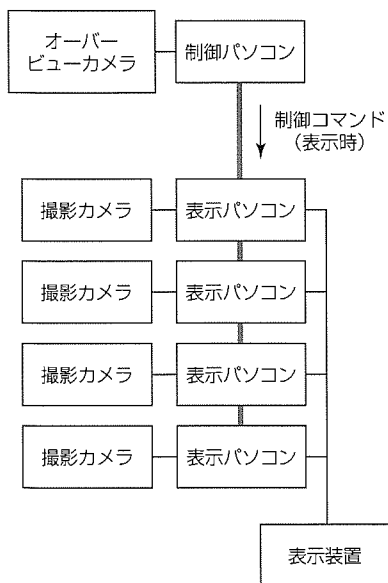


図3. スケーラブル分散処理方式

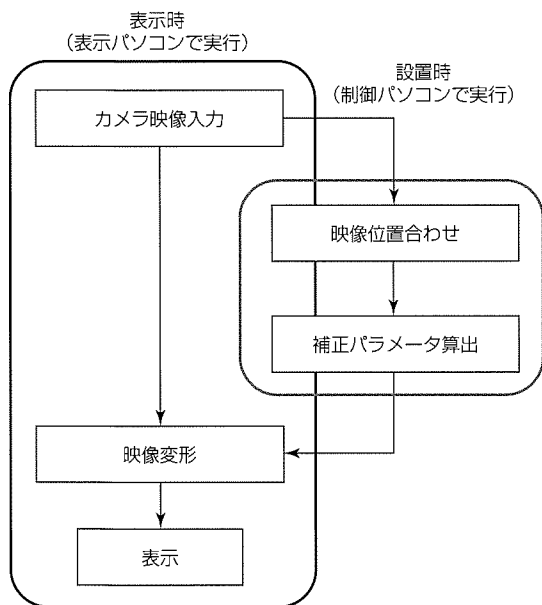


図4. 設置から表示の処理の流れ

理を図4に示す。

設置時には4.1節で述べた映像位置合わせ手法によって、制御パソコンが各撮影カメラの映像補正パラメータを算出する。制御パソコンから表示パソコンに得られた映像補正パラメータを表示パソコンに送信し、表示時には各表示パソコンが設置時に求めた映像補正パラメータによって映像をリアルタイムで変形表示することで、複数のカメラ映像を1枚の映像として表示する。

5. 適用システム例

このような手法を用いて、解像度が縦横ともHD(High Definition)の2倍である液晶ディスプレイに対し、2×2のカメラ構成でライブ映像を合成表示するシステムを試作

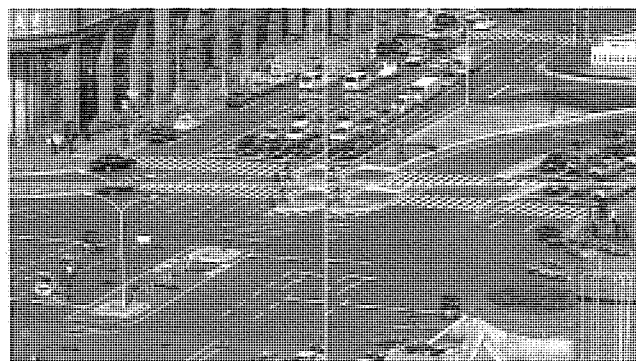


図5. 4台のカメラ映像



図6. 提案方式による合成画像

した。使用したカメラは、HDカメラをオーバービュー用1台、撮影用4台の計5台である。パソコンも制御用1台、表示用4台の計5台用いた。表示装置は、HD映像を4入力することによって3,840×2,160ピクセル表示可能なQFHD(Quad Full HD)液晶ディスプレイを用いた。合成前の個々のカメラ映像を図5に、変形後の合成映像を図6に示す。

性能面でも30fps、遅延0.15sを実現し、実用に耐えうるレベルであることを確認した。画質自体は撮影カメラの性能に依存するが、専用のカメラを用いていないため、より高画質の映像を撮影できるカメラを用いればこのシステムの画質も同様に向上する。

6. む す び

複数のカメラ映像をリアルタイム変形合成する、大画面映像合成技術を開発した。この技術は高精細・大画面という三菱電機の特長を生かす表示システムに適した映像生成技術として、リアルタイム映像が要求される監視や中継などの分野への適用を検討していく。

参 考 文 献

- (1) 田中 敦：薄型DLPマルチ用システムソリューション、三菱電機技報、79, No.9, 616~618 (2005)
- (2) Shum, H., et al.: A Review of Image-based Rendering Techniques, In SPIE Int. Conf. on Visual Communication and Image Processing, 2~13 (2000)

IPTV技術

赤津慎二* 平松晃一*
 横里純一* 中瀬卓也**
 鷹取功人*

IPTV Technology

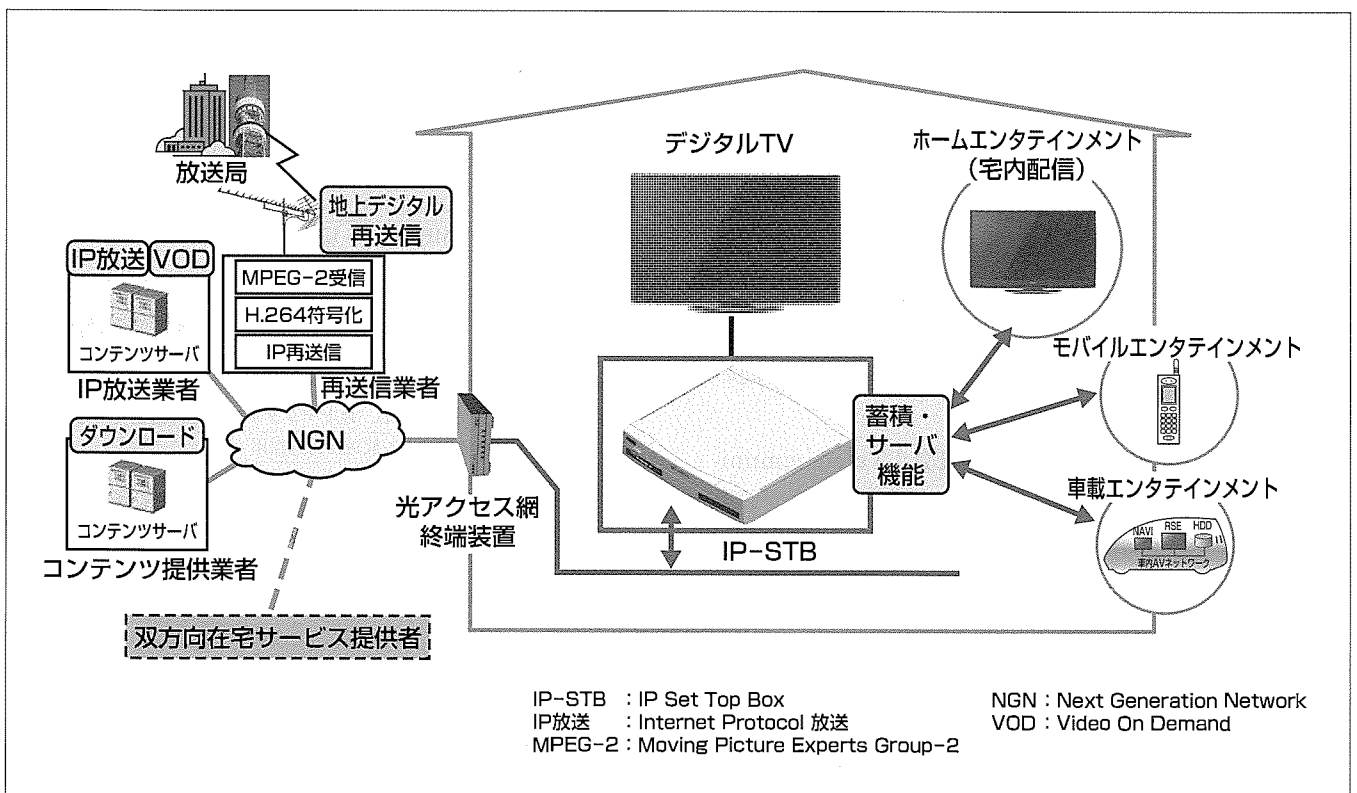
Shinji Akatsu, Junichi Yokosato, Norihito Takatori, Koichi Hiramatsu, Takuya Nakase

要旨

FTTH(Fiber To The Home)によるブロードバンドサービスの本格普及が進み、更には、国内における次世代ネットワーク(Next Generation Network: NGN)サービスが開始されたことによって、各家庭にHDTV(高精細テレビ: High Definition TV)解像度の映像コンテンツを安定して配信できるネットワーク基盤が整いつつある。IPTV(Internet Protocol Television)は、ITU-T(国際電気通信連合 電気通信標準化部門)で、QoS(Quality of Service)/QoE(Quality of Experience), セキュリティ, 双方向性, 信頼性の要求レベルを実現できる, 管理されたIPネットワークによって提供されるTV/ビデオ/オーディオ/テキストなどのマルチメディアサービスと定義され, 次世代ネットワークによって実現されるユビキタスネットワーク社会における, 重要な通信放送連携サービスとして期待されている。現在, 国内外で各標準化団体が, IPTVに関する

標準化活動を積極的に進めている。

三菱電機は, デジタル放送端末や通信ネットワークの開発で培った技術をベースに, IPTVの標準化に積極的に参画するとともに, 次世代ネットワークでのIPTVサービスに対応する端末の技術開発を進めている。開発した端末は, SoC(System on Chip)搭載によって, 装置の小型化を実現し, ミドルウェアのプラットフォーム化によってアプリケーション追加など, 高い拡張性がある。また, エンドユーザーが種々のサービス, コンテンツを簡単に利用できるように利便性の高いユーザーインターフェースを持たせたことが特長である。さらに, 今後本格化する, コンテンツダウンロード型のサービス, コンテンツを種々の機器で楽しむための宅内配信対応サービス, ホームセキュリティなどの双方向在宅サービス等の高機能化にも対応可能なシステムである。



IPTV技術によって構築される通信放送連携サービス

IPTVサービスは, 次世代ネットワーク(NGN)によるサービス品質を保証した安心・安全なネットワークを介して, 高精細品質のデジタルコンテンツを, ストリーミング, ダウンロード等の様々な形態でユーザーに提供するサービスである。IP-STB(Set Top Box)は, IP放送, ビデオオンデマンド(VOD), 地上デジタル放送IP再送信のコンテンツ視聴に加えて, 今後は, 蓄積機能の搭載によって番組録画, ダウンロードでのタイムシフト視聴, 宅内配信での利用, 双方向在宅サービスへの展開など, サービスの高機能化に対応していく。

*情報技術総合研究所 **コミュニケーションネットワーク製作所

1. ま え が き

FTTHによるブロードバンドサービスの本格普及が進み、さらには国内におけるNGNサービスが開始されたことによって、各家庭にHDTV解像度の映像コンテンツの配信に必要な帯域を確保して、安定して供給できるネットワーク基盤が整いつつある。当社はこのブロードバンド通信網の上で映像などマルチメディアコンテンツをサービスするIPTVの標準化活動に積極的に参画するとともに、開発したIPTV端末技術を統合しIP-STBの実用化を推進している⁽¹⁾。本稿では、IPTVサービスと標準化の動向について述べ、NGNで提供されているIPTVサービスに対応したIP-STBの概要と特長についても述べる。さらに、想定されるダウンロード型サービス、宅内配信対応サービス、双方向在宅サービスへの対応について述べる。

2. IPTVサービスと標準化動向

2.1 サービス動向

国内では、NGNを使ったIPTV商用サービスが2008年3月末に開始された。このサービスでは、HDTV解像度のIP放送、VODに加えて、2008年5月には地上デジタル放送のIP再送信サービスが開始され、ユビキタスネットワーク社会の通信放送融合サービスとして一層の拡大が期待されている。一方、既存のインターネットを使った映像配信サービスも広がりを見せており、新たなサービスとして映像コンテンツのダウンロードサービスも開始が予定されている。

2.2 標準化動向

IPTVの国際標準化に関しては、ITU-TのFG-IPTV (Focus Group on IPTV)⁽²⁾で2006年7月から検討が開始され、2007年12月に基本技術文書がリリースされた。2008年1月からはIPTV-GSI (Global Standard Initiative)が発足し、FG-IPTVの技術文書を基に勧告案の作成が行われている。IPTV-GSIは2008年12月まで活動し、全5回の会合開催を予定している。

国内ではTTC (社情報通信技術委員会：Telecommunication Technology Committee)にIPTV専門委員会が設置され、ARIB (社電波産業会)やIPTVフォーラム⁽³⁾等の国内団体と連携して、ITU-T IPTV-GSIへの提案活動を中心に活動を行っている。

このIPTVフォーラムは、2008年5月に有限責任中間法人として通信事業者、放送事業者、家電メーカー等が参画して設立された。これまで国内の複数の事業者から異なる規格が策定され展開されていた技術仕様を、統合、共通化を図り、その技術仕様を2008年9月に一般公開している。

また、地上民放とNHKで組織された“地上デジタル放送補完再送信審査会”が2006年10月に設立され、IP再送信の

技術・運用条件に関するガイドラインを策定し、IP再送信方式を審査している。

3. IP-STB機能概要

当社は、これまで2.2節で述べた標準化活動に参画するとともに、NGNでのIPTVサービスを想定し、H.264/AVC (Advanced Video Coding) 映像⁽⁴⁾によるHDTV解像度のIP放送、VOD、地上デジタル放送のIP再送信を再生可能な端末IP-STBを開発し、さらに機能の拡張を進めている。IP再送信については、2.2節の再送信ガイドラインで定められている技術要件も満たす必要がある。その項目には、映像・音声だけではなく、データ放送画面の表示待ち時間や表示遅延・タイミングなども定められており、IP網でのメディア通信技術のみではなく、デジタル放送技術そのものが要求される仕様となっている。表1に機能概要を示す。当社は、保有する通信、放送技術を統合し、いち早く要求に準拠したIP-STBの開発に成功した。

開発したIP-STBの特長を次に示す。

- ①次世代動画圧縮方式H.264/AVCの高精細映像に対応
- ②IPTV端末に関する国内標準技術仕様に準拠
- ③SoC搭載によって、装置の小型化を実現
- ④ミドルウェアのプラットフォーム化によって、アプリケーション追加などの拡張が容易
- ⑤現行デジタル放送受信機とUI (User Interface) を共有化することでエンドユーザーに高いユーザービリティを提供

表1. IP-STBの機能概要

| 項目 | 内容 |
|-----------|--|
| IPバージョン | IPv4とIPv6のハイブリッド構成 |
| 伝送プロトコル | IP/UDP/RTP |
| 多重化方式 | MPEG-2 TS (タイムスタンプ付きTS) |
| FEC | Pro-MPEG CoP3 1D/2D |
| IP放送選局 | MLDv2 (IPv6), IPマルチキャスト |
| VOD制御 | RTSP, IPユニキャスト |
| 映像符号化 | MPEG-2 MP@ML, MP@HL, MPEG-4 AVC (H.264) MP or HP Level : 3/3.1/3.2/4 |
| 音声符号化 | MPEG-1 Layer2, MPEG-2 AAC-LC |
| 字幕ES | IP放送, VOD, 地上デジタル放送IP再送信に対応 |
| BMLブラウザ | 地上デジタル放送IP再送信用 |
| 拡張BMLブラウザ | IP放送/VODでのポータル画面表示用 |
| 特殊再生 | 早送り, 早戻し, 一時停止, チャプタジャンプ |
| 構成情報 | IP放送, VOD, 地上デジタル放送IP再送信に対応 |
| 番組表 | IP放送/地上デジタル放送IP再送信用 IP放送用では成人向けサービスの表示制御 |
| バナー表示 | 番組タイトル, 選局チャンネル情報の表示 |
| メニュー | 各種システム情報の設定・表示 |

| | |
|--------|--|
| AAC-LC | : Advanced Audio Coding-Low Complexity |
| BML | : Broadcast Markup Language |
| CoP | : Code of Practice |
| ES | : Elementary Stream |
| FEC | : Forward Error Correction |
| MLD | : Multicast Listener Discovery |
| MPEG-2 | : Moving Picture Experts Group-2 |
| RTP | : Reliable Transport Protocol |
| RTSP | : Real Time Streaming Protocol |
| TS | : Transport Stream |
| UDP | : User Datagram Protocol |

表2にIP-STBの主要諸元、また、その外観を図1に示す。

4. 次世代IPTV端末への展開

4.1 IPTV端末に期待される新たな機能

現行のIP-STBは、IP放送、VOD、地上デジタル放送IP再送信の受信・再生に対応し、いわゆるストリーミング型の即時視聴サービスの機能を持っているが、今後は、HDD(Hard Disk Drive)等の蓄積媒体を内蔵して、コンテンツダウンロード機能や放送録画機能、タイムシフト視聴機能へ対応することが期待されている。また、蓄積媒体搭載の次世代IP-STBでは、宅内ネットワークで接続されているデジタルTV等と連携することで、IP-STBに搭載されたHDD内の蓄積コンテンツを、ネットワーク経由で家庭内の種々の機器で視聴できるようにする機能の実現への要求も高い。

また、NGNによって安心・安全なネットワークを実現することで、マルチメディアコンテンツの視聴に限らず、種々のサービスにIPTV端末を利用することも期待されている。いわゆる双方向在宅サービスであり、デジタルTVが家庭の最も身近で使いやすい情報端末であることから、映像監視を中心としたホームセキュリティなどの在宅サービス端末として機能させることが想定されている。

表2. IP-STBの主要諸元

| 項目 | 内容 |
|--------|---------------------------------|
| LAN端子 | 10/100Base-TX (RJ45) × 1ポート |
| 映像出力端子 | コンポジットビデオ出力 × 1 |
| | Sビデオ出力 × 1 |
| | コンポーネント出力 (D3出力) × 1 |
| 音声出力端子 | ライン (L/R) 出力 × 1 |
| | 光デジタル出力 (5.1ch サポート) × 1 |
| 表示装置 | 電源LED, 通信状態LED |
| 電源 | AC100V / 50-60Hz ACアダプタ方式 |
| 消費電力 | 12W以下 (ファンレス) |
| 外形寸法 | 220 (W) × 208 (D) × 40 (H) (mm) |
| 質量 | 2 kg以下 |

LED : Light Emitting Diode

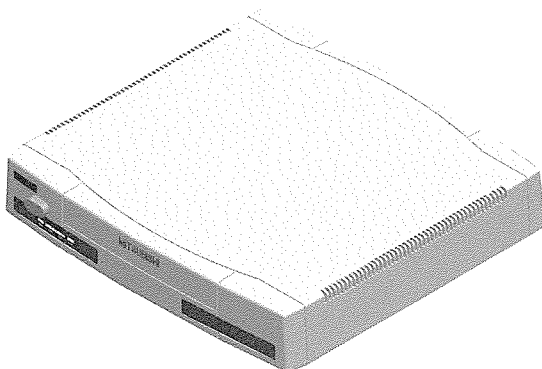


図1. IP-STBの外観

次に、次世代IP-STBに期待されるコンテンツダウンロード、宅内配信対応、双方向在宅サービスへの適用について述べる。

4.2 コンテンツダウンロード

コンテンツダウンロードは、図2に示すようにサービス事業者のダウンロードサーバに蓄積されている映像コンテンツを、NGNを通じてIP-STBの蓄積媒体にダウンロードし、再生する機能である。映像コンテンツをIP-STB内にダウンロードすることによって、リムーバブルメディアや携帯端末へのエクスポートや、住宅内の他のAV機器への再送信等、映像コンテンツの活用が広がるため、次世代サービスとして期待されている。ハードウェアとしては現在のIP-STB本体に蓄積媒体を搭載し、ソフトウェアとしてはコンテンツダウンロード機能、コンテンツ更新機能、コンテンツ管理機能、コンテンツ再生機能の実装が必要となる。

コンテンツのダウンロードから再生までの流れは次のとおりである。ユーザーはブラウザを操作して、サービスプロバイダのダウンロードサーバから所望のコンテンツを選択してダウンロードする。ダウンロードのプロトコルはHTTP (Hyper Text Transfer Protocol) / HTTPS (HTTP over Secure socket layer) を使用し、AVストリームファイルとメタデータファイルで構成されたコンテンツをIP-STBの蓄積媒体に蓄積する。ダウンロードしたコンテンツは蓄積コンテンツ一覧画面(図3)に表示され、再生可能となる。ダウンロード後にサーバでコンテンツが更新された場合には、IP-STBの更新チェックによってコン

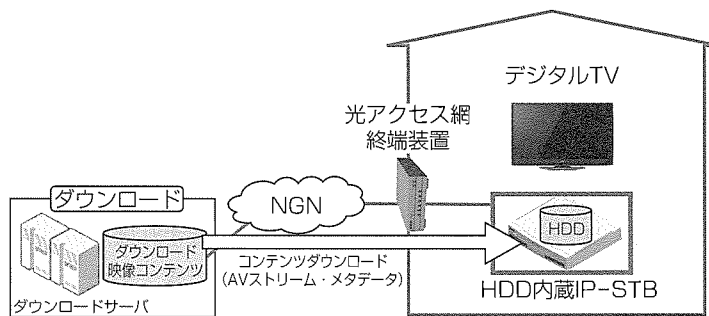


図2. ダウンロードサービス対応IP-STB



図3. 蓄積コンテンツ一覧画面の例

コンテンツの更新を検知し、自動的に更新されたコンテンツのダウンロードを行う。

コンテンツダウンロード処理は、通常の視聴のための処理のバックグラウンド処理として動作させ、ダウンロード処理中にIP放送受信やVOD再生、地上デジタル放送IP再送信受信の同時動作を可能とする必要がある。例えば、ダウンロード処理中であっても、通信容量、処理量が大きいH.264で符号化されたHD解像度IP放送ストリームの安定受信が可能で、また、データ放送を表示した場合のユーザー操作のレスポンス速度に影響がないこと等が実装上要求される。当社では、すでに、IP-STB上でこの機能を試作、機能・性能の両面で検証を行い、ダウンロード機能が実現できることを検証した。

4.3 宅内配信機能

宅内ネットワーク用の標準技術仕様として、DLNA (Digital Living Network Alliance)⁽⁶⁾の策定仕様が有力視されており、市場への製品投入も増加している。DLNAは2003年に設立された業界団体であり、家電・モバイル・パソコンの各業界の企業が集まり、IPベースの規格を基本に相互接続を実現するためのガイドライン策定とその普及活動を行っている。当社も、設立早期の段階からDLNAの技術検討に参画し、仕様作成活動や相互接続イベントに参加しながら、DLNA準拠のミドルウェアを開発してきた⁽⁶⁾。

蓄積対応のIP-STBでは、DLNAミドルウェアのうちサーバ機能を実装し、IP-STBでダウンロードしたコンテンツの再生やVODの視聴等を行いながら、同時にサーバとしてHDD内のコンテンツを宅内ネットワーク経由で別のデジタルテレビに配信する。このとき、安定した再生動作を保証する必要があるため、DLNAでの宅内配信自体は、コンテンツダウンロード同様、バックグラウンドで動作させ、映像再生やストリーム受信及びユーザー操作に影響がないことが要求される。すでに、基本機能の試作を行い、安定したサーバ動作を検証している。

さらに、IP-STBにDLNAプレイヤ機能を搭載すれば、複数の端末で共通のコンテンツを楽しむこともでき、またモバイル端末との連携など、家庭内でのコンテンツの利用

形態は更に広がるものと考えられる。これらを実現する上では、著作権保護の機能が不可欠となる。今後、コンテンツ保護・管理の検討、開発を進める予定である。

4.4 双方向在宅サービス端末への展開

次世代ネットワークNGNのQoE確保及びセキュリティを前提に、サービス提供者のサーバ、ネットワーク、端末が十分に連携して安心・安全な双方向サービスの実現への期待が高い。例えば、開発したIP-STBを利用すれば、監視したい場所の高品質な映像を、専用の通信網を構築することなくNGNを介して、受信するシステムを簡単に構築することができる。IPTV技術は、このようなホームセキュリティ、バンキング等の双方向サービスへも展開する予定である。これらに必要な、コンテンツ及びデータの秘匿性の確保、アプリケーションのダウンロード等によるサービス更新、使いやすいユーザーインタフェースの開発を継続する予定である。

5. む す び

本稿では、IPTV技術に関して、サービスと標準化の動向、及び、当社が開発したIP-STBについてその特長を示し、これをベースに展開を予定する次世代IP-STBに求められる新たな機能とそのための必要技術について述べた。

当社は、今後もこれらの技術開発を推進し、ユーザービリティが高い端末を実現することによって、IPTVサービス自体の拡大と普及にも貢献する。

参 考 文 献

- (1) 中瀬卓也, ほか: 通信放送連携サービス用端末, 三菱電機技報, 82, No.2, 163~166 (2008)
- (2) <http://www.itu.int/ITU-T/IPTV>
- (3) <http://www.iptvforum.jp/>
- (4) 小野定康, ほか: 動画像の高エネルギー符号化-MPEG4とH.264-, オーム社 (2005)
- (5) <http://www.dlna.org>
- (6) 赤津慎二, ほか: ホームネットワーク技術, 三菱電機技報, 79, No.7, 481~484 (2005)

再撮耐性電子透かし技術

山田浩之* 合志清一***
 鈴木光義** 真島恵吾†
 和田 稔**

Digital Watermark Surviving After Re-shooting the Images Displayed on a Screen

Hiroyuki Yamada, Mitsuyoshi Suzuki, Minoru Wada, Seiichi Goshi, Keigo Majima

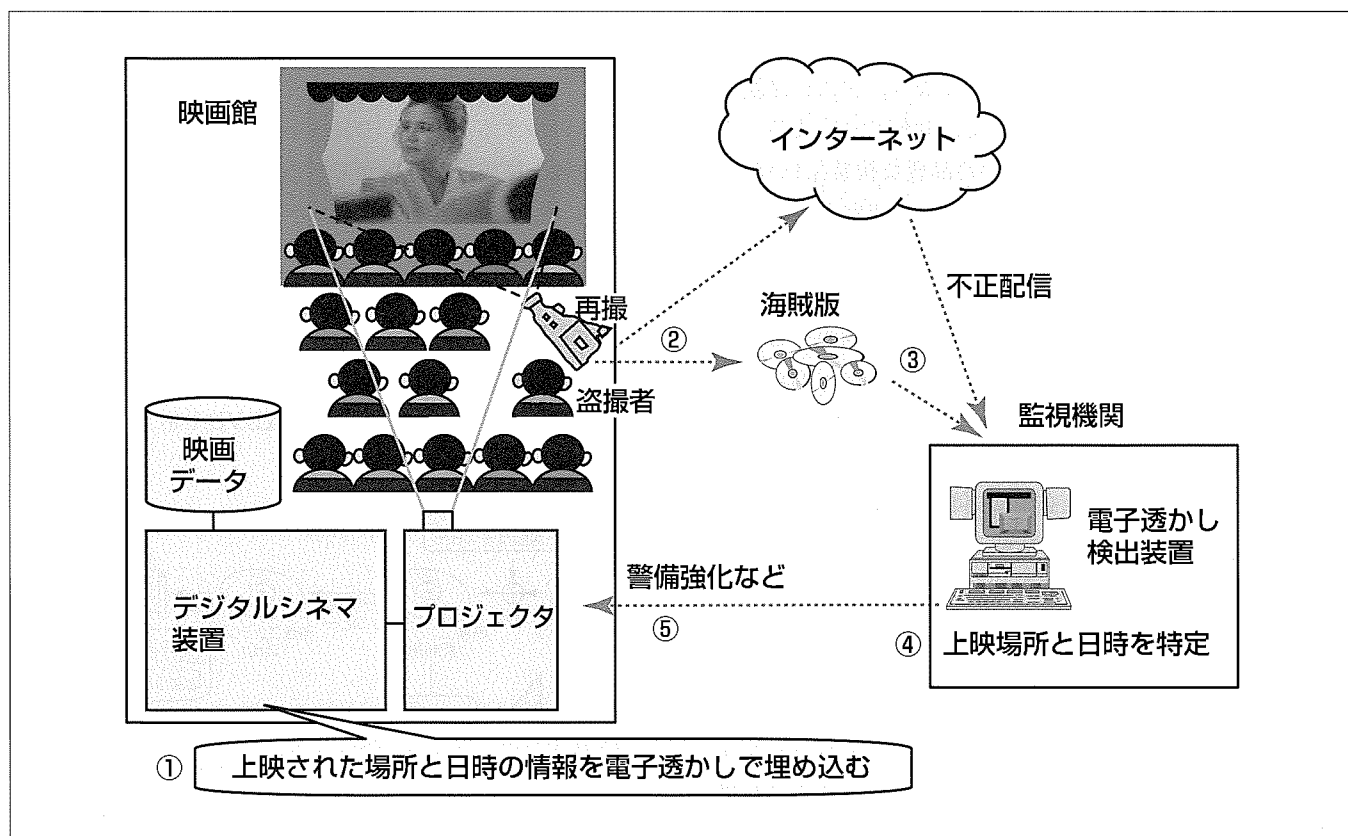
要 旨

コンテンツのデジタル化によって、だれもが高品質の音声や映像を楽しめるようになった。また、劣化のない複製を簡単に作れるなど、利便性も向上した。一方で、海賊版コンテンツの流出など著作権侵害が重要な問題となっている。

著作権保護を目的として、静止画像、動画像、音声等のコンテンツに対して、人が認識できない程度の微小な変化を与えて情報を埋め込む、電子透かしという技術が注目されている。映画の海賊版DVD(Digital Versatile Disk)の販売や動画投稿サイトへのテレビ番組のアップロードなど、著作権侵害行為が行われたときに、それらのコンテンツからあらかじめ埋め込んでおいた電子透かしが検出できれば、それらが不正に流通したコンテンツであることが確認でき

る。そのため、人々が著作権侵害行為を指摘されないよう注意することが期待でき、結果的に著作権侵害の抑止が可能となる。しかし、デジタルコピーでは残存する電子透かしでも、再圧縮やデジタル・アナログ変換によって失われる可能性があり、その耐性が重要な課題となっている。

そこで再撮耐性電子透かし技術とこの電子透かしの埋め込みをリアルタイムで行うHDTV(High Definition TeleVision)リアルタイム埋込装置を開発した。この技術では電子透かし信号、時間同期信号、空間同期信号を複数画素からなるまとまった領域に対して埋め込む。これによって再撮影した画像からも原映像に埋め込まれた電子透かしを検出可能とした。



再撮耐性電子透かし技術をデジタルシネマに適用する際の運用例

- ① 上映された場所と日時の情報を、復号された映像にリアルタイムで電子透かしとして埋め込む。
- ② 盗撮者がビデオカメラでスクリーンを撮影する。
- ③ インターネットや海賊盤メディアを経由して再撮映像が流出する。
- ④ 監視機関が電子透かしを検出し、盗撮のあった場所と日時を特定する。
- ⑤ 盗撮のあった映画館の警備を強化するなどの対策を実施する。

1. ま え が き

デジタルコンテンツの著作権侵害対策に、電子透かし(Digital Watermarking)が活用され始めている。映画の海賊版DVDの販売や動画投稿サイトへのテレビ番組のアップロードなど、著作権侵害行為が行われたときに、それらのコンテンツからあらかじめ埋め込んでおいた電子透かしが検出できれば、それらが不正に流通したコンテンツであることが確認できる。そのため、人々が著作権侵害行為を指摘されないよう注意することが期待され、結果的に著作権侵害の抑止が可能となる。

本稿では、再撮耐性を持つ電子透かし(以下“再撮耐性電子透かし”という。)技術や試作した電子透かし埋込装置について述べる。再撮耐性は、テレビ画面や映画スクリーンなどをビデオカメラで撮影(再撮)した映像からでも、原映像に埋め込まれた電子透かしが検出可能となる特性である。この技術によって、コピー制御やデジタルコピーでしか残存しない電子透かしでは不可能であった、再撮による違法コピーの抑止効果が期待できる。

2. デジタル化と著作権問題

あらゆるメディアがアナログからデジタルへと移行しており、映画も、フィルム上映からデジタル上映へと移行しつつある。デジタルへ移行することで、アナログ時代には得られなかった品質が得られるようになり、また、品質の劣化しない複製を作成できることで、利便性も高まる。一方で、音楽、ドラマ、映画などの高品質な複製品(いわゆる海賊版)が流出することで著作権侵害の問題が深刻化している。

著作権保護の最も簡単な方法の一つは、複製の手段を絶つことである。デジタルコンテンツの複製を制限する技術を総称して、デジタル著作権管理(Digital Rights Management: DRM)と呼ぶ。多くの場合、暗号技術を用い、暗号鍵(かぎ)の与えられた機器でしかデータを復号できないようにしている。そして、必要に応じてデジタル出力を制限するなど、DRMの方式を搭載した機器にのみ暗号鍵を与える。しかし、DRMが破られたり回避されたりすると、だれでも複製を作ることができるようになる。

3. 電子透かしによる著作権保護

電子透かしは、静止画像、動画像、音声等のコンテンツに対し、人が認識できない程度の微小な変化を与えて情報を埋め込む技術である。電子透かしの用途は、著作権保護、改竄(かいざん)検出、通信の秘匿などだが、本稿では、著作権保護に用いられる電子透かしを対象とする。

電子透かしの著作権保護への適用例としては、著作権者と一次配布先に関する情報を電子透かしとして埋め込むこ

とが考えられる(図1)。この場合、二次配布されたコンテンツから電子透かしが検出可能であれば、著作権者は権利を主張でき、使用の差し止めや使用料の支払いを求めることができる。また、二次配布者を特定できるので、自身のコンテンツを複製、配布したり、他人に貸与する人は減少し、結果として不正流通を抑止する効果も期待できる。DRMでは、主として暗号技術によるコンテンツ保護であるため、一度復号化されると著作権情報を持たない複製が作られるが、電子透かしはコンテンツそのものに埋め込まれているため、複製コンテンツにも残存する。

一方で、再圧縮や意図的に電子透かしを消失させようとする攻撃によって、埋め込まれた情報が失われる可能性があることが、電子透かしの弱点である。そのため、再圧縮やデジタル・アナログ変換(D/A変換)をしても電子透かしが残るような方式も開発されている⁽¹⁾。再撮耐性は、一度光に変換された映像でさえ電子透かしが消えない性質であり、同時に再圧縮やD/A変換に対しても強い耐性を持つ。

4. 再撮耐性電子透かしによる著作権保護

再撮耐性電子透かしは、再撮による映像複製を牽制(けんせい)できる。これは、DRMや再撮耐性を持たない電子透かしにはない特長である。

民生映像表示機器の大型化及びビデオカメラの高性能化は著しく、ハイビジョン放送の受信等で取得した高精細な映像を再撮することで、DRMを回避し簡単に映像の高品質な複製を作成できるようになった。そのためDRMに代わる、又は併用すべき技術として、再撮耐性電子透かしが重要となる。

再撮耐性電子透かしに対する期待は、映画の著作権保護に対する社会動向のあと押しによるところも大きい。全米映画協会(Motion Picture Association of America: MPAA)の発表では、映画の海賊版DVDやネット配信等の

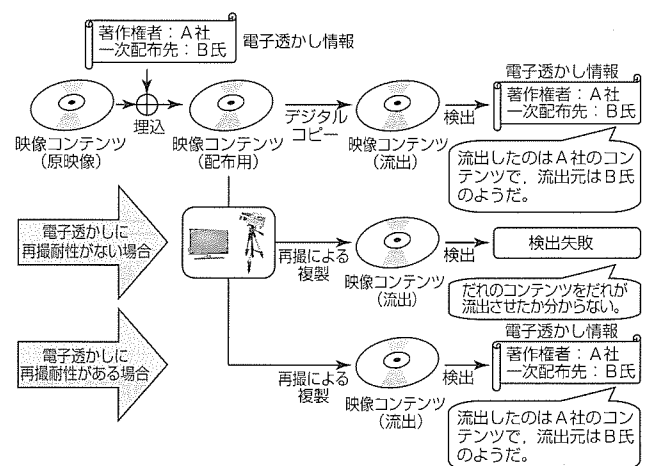


図1. 電子透かし使用例

不正流通による被害は、ハリウッド大手映画制作会社だけでも年間約61億ドルに上るとされている⁽²⁾。なかでも、映画館でのスクリーンの再撮は、封切直後の映画が海賊版として流出する主要な原因である。

そのような状況のなか、アメリカ合衆国では2005年4月に映画館での録画や録音を禁止する連邦法が成立した⁽³⁾。また、日本でも2007年5月に同様の法律が成立した⁽⁴⁾。映画館はフィルム上映からデジタル上映へと移行し始めており、デジタルシネマの標準仕様では再撮耐性を持つ電子透かしを、最低35ビット埋め込む機能が不可欠要件とされている⁽⁵⁾。

5. 再撮耐性を実現するための要素技術

5.1 基本的な考え方

電子透かしの埋込では、人が認識しにくいように、特定少数の画素に絞って画素値を変化させたり、符号化後の高周波成分に絞ってその係数値を変化させたりする方法が主流だが、このような方法では再撮耐性は得られない。

横1,920画素、縦1,080画素のハイビジョン映像が横720画素、縦480画素のビデオカメラで再撮されれば、電子透かしの埋め込まれた画素は失われるかもしれないし、仮に十分な解像度を持つカメラで再撮したとしても、再撮映像で画素単位の位置合わせをして電子透かしを検出することは現実的ではない。そのため、再撮映像のおおよその位置合わせができれば検出できるようにしなければならないし、位置合わせを可能とするための手段も必要となる。

おおよその位置合わせができれば検出できるようにするために、複数画素からなるまとまった領域に対して同じデータを埋め込む。また、位置合わせを可能とするため、空間同期処理と時間同期処理を行う。

5.2 空間同期

再撮映像の位置が、原映像でどの位置に相当するかを特定する作業を、ここでは空間同期と呼ぶ。図2は、スクリーン再撮時の原映像の歪(ひず)みの様子を表している。長

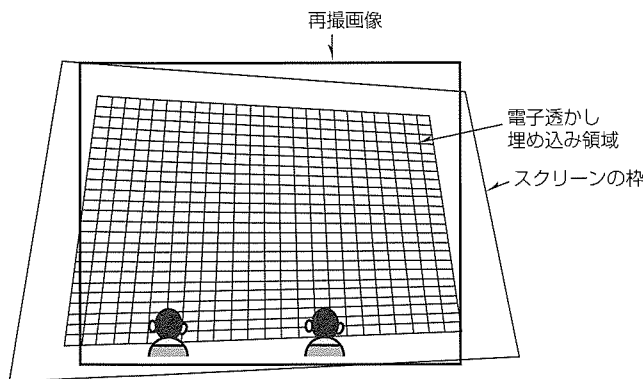


図2. スクリーン再撮で生じる歪み

方形の枠内が再撮映像だとすれば、本来長方形のスクリーンは一般の四角形に歪む。再撮映像上でスクリーンの四隅が特定できれば、透視投影変換を用いてスクリーンを長方形に補正できるが、図のようにスクリーンの端が再撮映像に含まれていない場合もある。このような場合でも的確に空間同期処理を行うために、原映像の位置を示す特徴点を電子透かし信号で埋め込んでおく。この電子透かし信号を空間同期信号と呼ぶ。

5.3 時間同期

電子透かし信号は、原映像の開始位置から埋め込まれるが、再撮映像の開始位置と電子透かしの埋込開始位置は一般的には一致しない。また、再撮後に映像が編集される場合もある。よって流出映像は通常任意位置から始まる。電子透かし情報を検出するためには、電子透かし埋込開始位置となるフレームを特定する必要がある。

時間同期は、再撮映像内における電子透かし信号の埋込開始位置を検出する作業である。時間同期を可能とするため、時間同期信号を電子透かしとして埋め込んでおく。

6. 電子透かしの埋込

電子透かしの埋込手順を図3に示す。電子透かしとして埋め込む情報(透かしデータ)、時間同期信号、空間同期信号を冗長化し、十分な誤り検出・訂正能力を持たせて埋め込む。

埋込データの各ビットは、各フレームに対し方式上定められた様々な部位の輝度成分や色差成分に散りばめて、継続的に埋め込む(埋込位置決定)。こうすることで、再撮映像で画面の一部が欠落していたり、一部フレーム落ちがあったりしても、検出が可能となる。また、映像の特性を解析し、人が視認しにくい部位に強く、人が視認しやすい部位に弱く電子透かしを埋め込むよう強度を決定する(埋込強度決定)。こうすることで、映像品質と検出精度の両立を可能とした。決定した埋込位置と埋込強度に基づいて電子透かしを埋め込む。

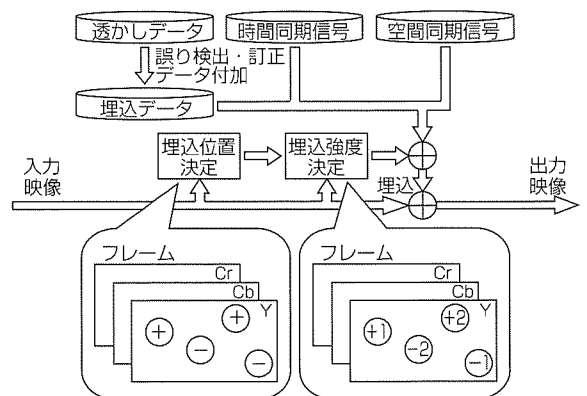


図3. 電子透かし埋込手順

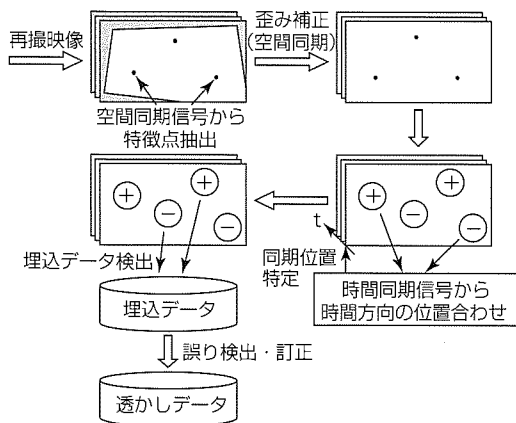


図4 電子透かし検出手順

7. 電子透かしの検出

電子透かしの検出手順を図4に示す。再撮映像は通常歪みがあるため、まず歪みを補正する(空間同期)。次に、時間同期信号を検出し、映像の時間方向の位置合わせを行う。なお、映画の場合は、フレームレートが24fpsのため、市販のデジタルビデオカメラ(通常は29.97fps)で撮影すると、フレームレートが変更される。この場合は、フレームレートを考慮して原画像の切り出しを行ったあとで、映像の時間方向の位置合わせを行う。最後に、埋込データの検出を行い、誤り検出・訂正を施して、透かしデータを得る。

8. HDTVリアルタイム埋込装置

筆者らは、前に述べた方式を搭載しハイビジョン映像にリアルタイムで35ビットの電子透かし情報を埋め込む装置を試作した⁽⁶⁾。図5に示すように、DSP(Digital Signal Processor)を8個搭載しHD-SDI(High Definition-Serial Digital Interface)入出力を備えたPCI(Peripheral Component Interconnect)ボードによる実装であり、各種耐性も備えている。再撮後に2Mbps程度のビットレートでMPEG(Moving Picture Experts Group)-2圧縮しても全35ビットの検出が可能という検証結果を得ており⁽⁷⁾、海賊版DVDからの検出も十分可能であると考えられる。現在も、更なる検出精度や映像品質の向上を目指し、実験を重ねている。

9. むすび

著作権保護技術としての再撮耐性電子透かし技術、及び試作したHDTVリアルタイム埋込装置について述べた。埋込装置の動作検証実験からは海賊版DVDへの適用も十分可能という結果を得た。

再撮耐性電子透かしの事業展開は様々な方向性が考えられるが、第一に考えられるのはデジタルシネマである。映

装置諸元表

| | |
|------|---|
| 入力映像 | HD-SDI, 1,920×1,080, 29.97fps |
| 出力映像 | HD-SDI, 1,920×1,080, 29.97fps (電子透かし入り) |
| 攻撃耐性 | 再撮, D/A/D変換, 圧縮, サイズ変更, トリミング(一部欠落), 一部編集, など |

- DSPボード
 - DSP 8個搭載
 - DSP
 - Texas Instruments社製TMS320DM642-600
 - ビデオイメージング固定小数点DSP
 - 処理速度 : 4.8GIPS
 - クロック : 600MHz
 - L1キャッシュ : 32KB
 - L2キャッシュ : 256KB
- GIPS : Giga Instructions Per Second

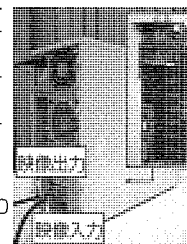


図5 HDTVリアルタイム埋込装置

画のフィルムからデジタルへの本格的な移行期は間もなくやってくるだろう。そして、そのときまでに事業参入を果たした各社の電子透かし技術の有効性が試されることとなる。

デジタルシネマ以外でも、放送番組やインターネット配信映像を電子透かしで保護しようとする動きがあり、再撮耐性電子透かしが適用可能である。電子透かし埋込に限らず、違法流通映像の収集や、電子透かしの検出も含めたソリューション事業も考えられる。普段我々が目にする多くの映像に再撮耐性電子透かしが組み込まれる日は、そう遠くないかも知れない。

参考文献

- (1) KDDI研究所: ビデオの再圧縮やデジタル・アナログ変換でも消えない電子透かし技術の開発~超高速MPEGビデオ電子透かしMPmarkR~, プレスリリース(2007)
- (2) Motion Picture Association of America: WORLD-WIDE STUDY OF LOSSES TO THE FILM INDUSTRY & INTERNATIONAL ECONOMICS DUE TO PIRACY; PIRATE PROFILES, Press Releases (2006)
http://www.mpaa.org/press_releases/2006_05_03leksumm.pdf
- (3) 米国連邦法: Family Entertainment and Copyright Act of 2005 (FECA) (2005)
- (4) 映画の盗撮の防止に関する法律, 法律第65号 (2007)
- (5) Digital Cinema Initiatives, LLC: Digital Cinema System Specification Version 1.2 (2008)
- (6) 山田浩之, ほか: 再撮耐性を持つ電子透かしシステムの開発, 画像電子学会第二37回研究会講演予稿, 159~164 (2008)
- (7) 山田浩之, ほか: 再撮耐性を有する電子透かしの圧縮耐性評価, 映像情報メディア学会年次大会 (2008)

MPEG-7技術 —Image Signature : 画像同定技術—

西川博文* 加藤嘉明*
Paul Brasnett** Miroslaw Bober**

MPEG-7 Technology — Image Signature —

Hirofumi Nishikawa, Paul Brasnett, Miroslaw Bober, Yoshiaki Kato

要旨

映像・オーディオ等のデジタルコンテンツが、業務用途からパーソナルユースに至るまで急速に拡大するのに伴い、これらの膨大な量のマルチメディアコンテンツを検索、管理することを目的に、新しい標準化作業としてMPEG (Moving Picture Experts Group) -7標準化が1990年代後半から開始された。

MPEG-7は、メディア情報の特徴に基づいて検索や管理を可能にする技術であり、マルチメディアコンテンツの特徴や構造の記述方法(メタデータ)を標準化したものである。映像特徴量としては、色、形状、テクスチャ、動き等があり、これらを利用することで映像コンテンツの内容に基づく効率的な検索が可能となる。

近年MPEG-7では、複数の画像コンテンツ間での同一

性を効率的に表現したImage Signatureと呼ばれる特徴量の標準化作業が行われている。

三菱電機が開発し、技術提案を行ったトレース変換に基づく特徴量は、Image Signatureに対する技術要件を満たし、複数提案のなかで最も優れた性能を持つことが評価され、標準方式として採用されることが決定した。

Image Signature特徴量は、拡大縮小、回転、反転など様々な画像処理が施された画像でも画像特徴を保持することが可能であり、パソコン内やインターネット上での同一画像を高速に検索することができる。さらに、画像ごとの特徴量の独立性の高さから、画像そのものの特定を行うための情報として画像の著作権管理への応用も期待される。

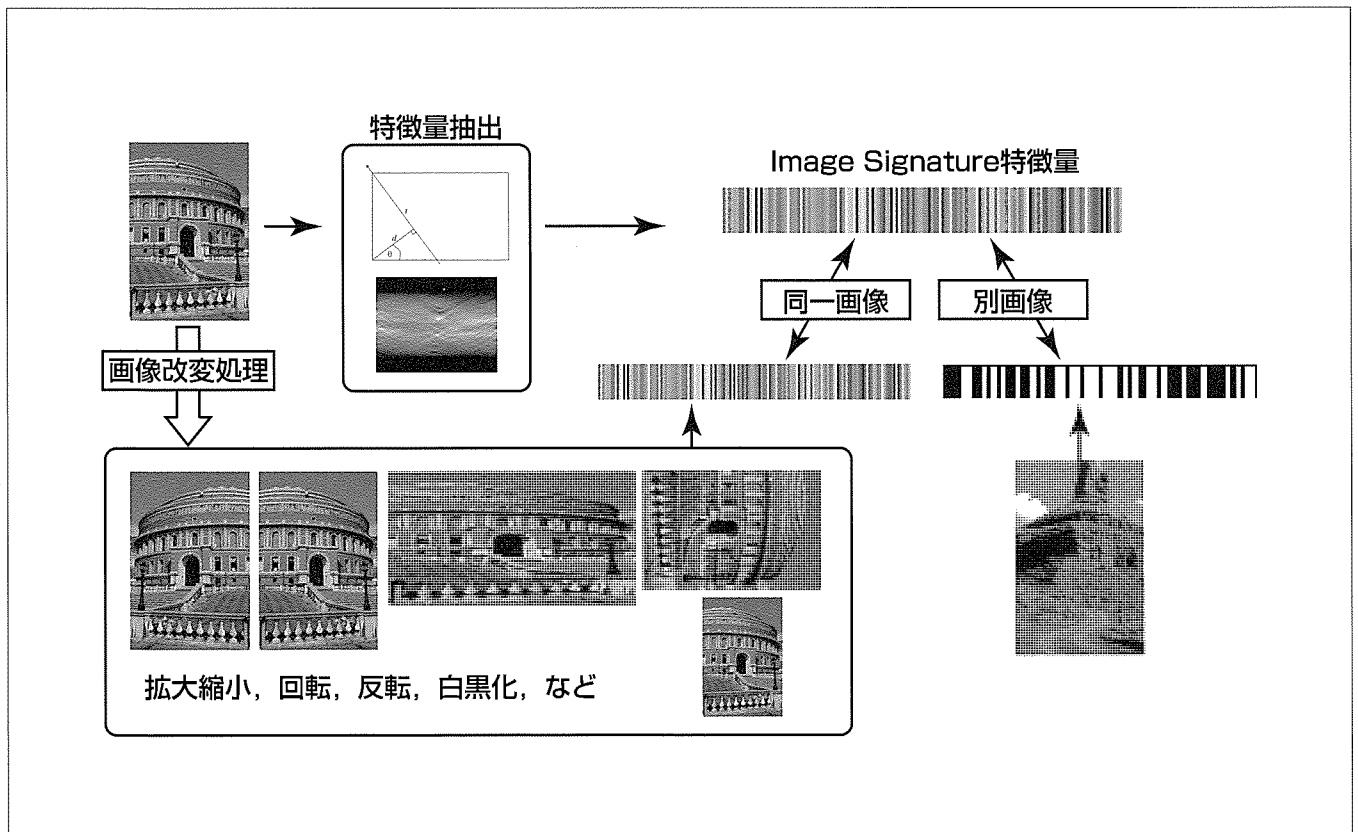


Image Signature技術

Image Signature特徴量は、画像から複数の角度と異なる距離でトレース(投影)して得られた2次元データを1次元に縮退し、さらに周波数領域での変換係数変化を圧縮することによって算出される。

拡大、縮小、回転、反転などの画像改変耐性に優れた特性を持ち、異なる画像から得られる特徴量は独立性が非常に高いことから、画像特定を行う情報としても利用可能である。

1. ま え が き

映像・オーディオ等のデジタルコンテンツが、業務用途からパーソナルユースに至るまで急速に拡大するのに伴い、これらの膨大な量のマルチメディアコンテンツを検索、管理することを目的に、新しい標準化作業としてISO/IEC/JTC1/SC29/WG11でMPEG-7標準化が1990年代後半から開始された。

MPEG-7の目的は、マルチメディアコンテンツの特徴量付けによる検索・管理であり、2002年に発行されたMPEG-7初版 (ISO/IEC 15938シリーズ) では、映像、オーディオデータの特徴量を表現する記述子、複数の特徴量間の構造や意味的な関係を表現する記述方式などの標準化が行われた⁽¹⁾。

現在、MPEG-7では、映像・ビデオデータを効率的に表現するための新しい特徴量としてImage SignatureとVideo Signatureの標準化作業が行われている。

MPEG-7の概要と当社提案が採用された最新のMPEG-7技術であるImage Signature⁽²⁾について述べる。

2. MPEG-7の概要

MPEG-7は、MPEG-2/4等の映像圧縮技術とは異なり、メディアの特徴に基づく構造化と検索を可能にする技術であり、マルチメディアコンテンツの特徴量や構造の記述方式(メタデータ)に関する国際標準である。

MPEG-7標準では、メディアの特徴量を記述する多くの記述子(ディスクリプタ)が定義されている。視覚的な特徴を表現するものとして、形状(オブジェクトの輪郭線や領域)、色彩(代表色や画面内色配置)、テキスト(模様やエッジの情報)、動き(画面内での動きの大きさ、方向やカメラワーク)等や、聴覚的な特徴量の記述子も存在する。

当社は、MPEG-7標準化活動に当初から積極的に参画し、技術提案、共同実験、相互検証等に貢献するとともに、複数の当社技術がMPEG-7標準に採用された。

図1にMPEG-7技術を映像監視に応用した試作システムの画面を示す。このシステムでは、監視映像中からリアルタイムで映像オブジェクト抽出を行い、抽出したオブジェクトから形状、色、動き等のMPEG-7特徴量を算出し、映像データとともにそれら特徴量を蓄積する。長時間にわたり蓄積された監視映像データは、付与されている特徴量を利用して効率的な映像検索を行うことが可能となり、監視員に対する作業負担を大幅に低減することが可能となる。

近年、大量の画像コンテンツの中から重複した画像データを高速に検出したいという要望が増し、この要求にこたえるために、MPEGではコンテンツの同定を可能にする技術として、画像データの特徴量をSignatureと命名し、標準化作業を実施中である。なお、Signature特徴量には、

静止画に対応するImage Signatureと、動画像に対するVideo Signatureがあるが、後者は2009年以降に標準化される計画であるため、Image Signatureについて述べる。

3. Image Signatureへの技術要件

従来、デジタルデータの同一性を判断する方法として、MD5(Message Digest Algorithm 5)やSHA(Secure Hash Algorithm)のようなハッシュ関数が利用されてきた。しかし、ハッシュ関数は、入力データが1ビットでも異なると、導出されるハッシュ値は完全に異なる値となる。映像や音声などのメディアコンテンツでは、切り取りなどの編集や符号化処理などが行われ、見た目は同じであっても、デジタルデータでは同一のビット列とはならず、ハッシュ値も異なった値となる。

画像の同一性を検出する別の方法として、画像データに視覚的に認知できない範囲で著作権やコンテンツを特定する情報などを埋め込む、画像電子透かし技術がある。電子透かしは画像の編集や加工などの処理が行われても、透かしを検出することで、同一コンテンツかどうかの特定が可能であるが、事前に画像に透かしを埋め込む必要があり、透かしが埋め込まれていない画像に対しては同一性を検出することができない。これに対して、Image Signatureは、画像そのものから特徴量を抽出する方式であり、あらかじめ情報を埋め込むことなく、コンテンツ流通経路のあらゆる段階で利用することが可能である。Image Signatureは、このような特徴から同一(重複)コンテンツの高速検索、著作権管理等への利用に期待が高い。

幅広いアプリケーションに適用可能とするため、対象となる画像に、

- ①輝度変化などの軽微な画像改変
- ②画像切り取りなどの大幅な画像改変

の2種類の画像処理が施されることを前提とした同一性検出技術を検討し、これらの画像処理に対して特徴量間のマッチング(検索)速度、特徴量の独立性、特徴量の情報量(サイズ)を要求条件として設定した。

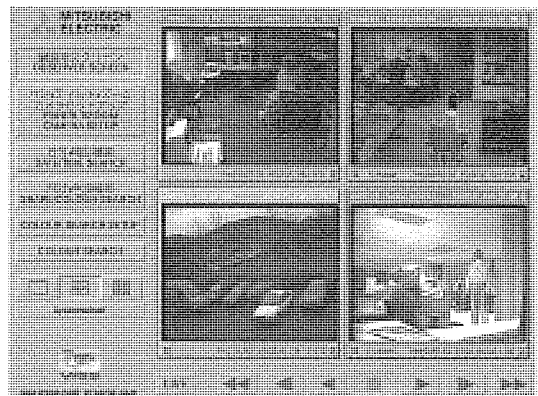


図1. MPEG-7技術を用いた映像監視システムの画面

4. Image Signature技術⁽³⁾

ここでは、当社欧州研究所で開発し、MPEG-7標準に提案、採用されたImage Signature技術について述べる。

幅広いアプリケーションへの適用を可能にするとともに、様々な画像処理が行われても特徴量の情報が失われないようにするために、Image Signatureには2つの異なる特徴量が組み込まれている。

- ①画像全体の特徴を表現するGlobal Image Signature
 - ②画像の局所的な特徴を表現するLocal Image Signature
- である。

画像全体の特徴を表現するGlobal Image Signatureは、次の手順で求められる。

対象画像を多数の角度(θ)と距離(d)でトレース(投影)することによってトレース変換(図2)を得る。トレース変換結果を1次元に縮退(図3)し、さらに周波数領域に変換したあと、周波数ドメイン上での変換係数変化を圧縮することによってGlobal Image Signature(図4)を得る。Global Image Signatureの情報量は画像サイズに依存せず、常に512バイトとなる。

Global Image Signatureは、画像の回転・拡大・縮小に対しても耐性を持つ。図5では、回転した画像から得られる1次元データが、原画像から得られる1次元データのシフトで表現されることを示している。これら2つから得られるGlobal Image Signatureは、極めて近い特徴量を持ち、回転などの画像処理前後の画像から得られる特徴量には高い相関が存在する。

画像切り取りなどの大幅な画像編集処理への耐性を向上させるために、画像の局所的な特徴点に注目したLocal

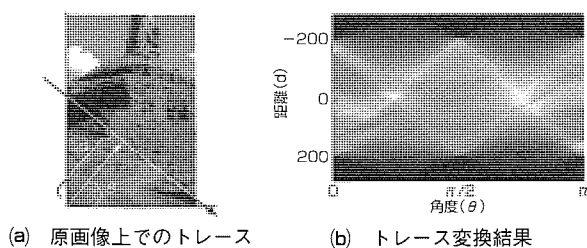


図2. 原画像のトレース変換

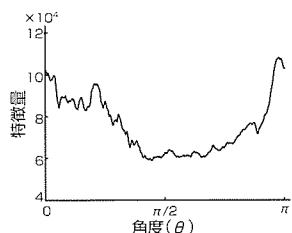


図3. トレース変換結果の1次元への縮退結果



図4. Image Signature特徴量

Image Signatureを利用する。局所的な特徴点とは、例えば、画像エッジといった、画像中に含まれる大きな変化を持つ領域を示す。図6に、特徴の強い順に32個の特徴点を示した。各々の特徴点について、円の大きさが特徴の強さを、中心からの実線がその方向を示している。これらの特徴点の周辺領域画像からトレース変換を用いて最大32ポイントのLocal Image Signatureが抽出され、最大で6,400ビットの情報量をとる。

5. Image Signatureの性能⁽⁴⁾

4章で述べた方式がMPEG会合に提案・比較検討され、提案方式のなかで最も優れた性能であると判断された。次にImage Signatureの性能について述べる。

5.1 抽出とマッチングの速度

パソコン(Intel Core 2 Duo / 3 GHz)における処理速度は、Image Signature抽出速度は1枚/秒、マッチング速度は、Global Image Signatureについては、約7,000万枚/秒、Local Image Signatureについては、約10万枚/秒であった。いずれもMPEGで定義した要求条件を満たしており、このマッチング速度は、大量の画像で高速な画像検索が可能になることを示している。

5.2 特徴量のデータサイズ

画像ごとに、Global Image Signatureが512ビット(64バ

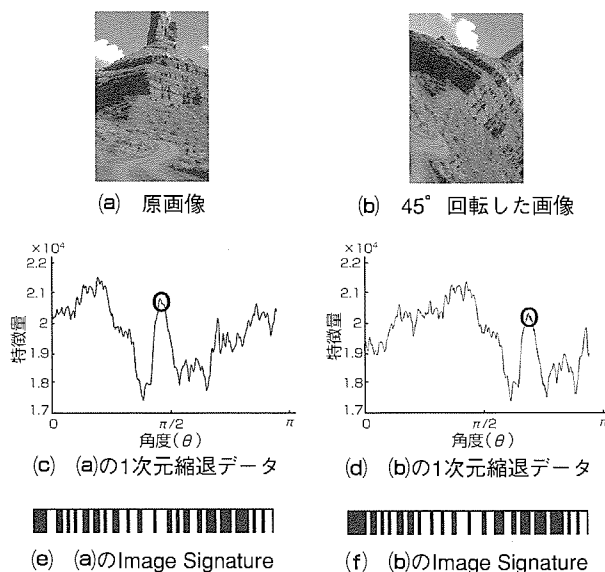


図5. 回転画像と原画像との特徴量

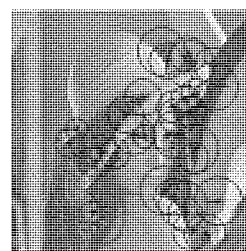


図6. 局所の特徴点の一例

表 1. 輝度変化等の軽微な画像編集処理に対する
ロバストネス試験結果

| Modified Items | Levels | Levels | | | Mean(%) |
|---|--------|----------|-----------|----------|---------|
| | | Heavy(%) | Medium(%) | Light(%) | |
| Brightness change | | 99.97 | 99.98 | 100.00 | 99.98 |
| Colour to monochrome | | | 99.99 | | 99.99 |
| JPEG compression with varying Quality factors | | 99.97 | 99.99 | 100.00 | 99.99 |
| Colour reduction | | | 99.84 | 99.99 | 99.92 |
| Gaussian Noise | | 99.76 | 99.88 | 99.98 | 99.88 |
| Histogram equalization | | | 98.01 | | 98.01 |
| Auto-levels | | | 100.00 | | 100.00 |
| Blur | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Simple Rotation | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Scaling | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Flip | | | 100.00 | | 100.00 |
| Aspect Ratio Change | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| AVERAGE | | | | | 99.81 |

イト), Local Image Signatureが最大で6,400ビット(800バイト)となる。これらもMPEGの要求条件を満たしており, 昨今利用されている画像データのサイズに比べて極めて小さく, メモリやディスク装置へのインパクトは小さい。

5.3 特徴量の独立性

135,000枚の画像が用意され, すべての特徴量間での独立性試験のために, 約92億個の特徴量ペアが試験された。他の画像を誤って同一と判断する誤りは, 100万回に0.05ペア以下という厳しい要求条件を満たした。

5.4 ロバストネス

Image Signatureのロバストネス確認のために, 1万枚の画像が使用された。Global Image Signature試験用に輝度変化等の軽微な画像編集処理26種類, Local Image Signature試験用に画像切り取り等の大幅な画像編集処理18種類が, 準備された1万枚の画像に対して適用され, 全44万枚の画像がロバストネス試験に使用された。

軽微な画像編集処理に対する試験結果を表1に, 大幅な画像編集処理に対する試験結果を表2に示す。

軽微な画像編集処理に対しては99%以上, 大幅な画像編集に対しては94%以上を正しく同一と判断した。この性能はMPEG標準化で, 他機関の提案内容とも比較された結果, 最も優れた性能であるとされ, 当社提案の特徴量がMPEG-7 Image Signatureとして採用された。

6. Image Signatureの適用アプリケーション

Image Signatureは, 多くのアプリケーションに適用可能である。ここでは, そのいくつかについて述べる。

(1) パソコン上での同一(重複)画像の検索アプリケーション

パソコン上に蓄積された画像データから, Image Signatureを抽出してデータベース化するインデックスサービスと, そのデータベースを用いて画像検索を行うアプリケーションとから成る。インデックスモジュールは, バックグラウンドで動作し, パソコンに画像が取り込まれるとImage Signatureを抽出し, データベースに登録する。検索アプリケーションは, ユーザー操作によって指定された

表 2. 画像切り取り等の大幅な画像編集処理に対するロバストネス試験結果

| Modified Items | Levels | Levels | | | Mean(%) |
|------------------------------|--------|----------|-----------|----------|---------|
| | | Heavy(%) | Medium(%) | Light(%) | |
| Rotation | | 99.99 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Translation | | 75.64 | 91.85 | 99.42 | 88.97 |
| Crop | | 54.95 | 91.89 | 99.48 | 82.11 |
| Skew | | 94.86 | 99.96 | 100.00 | 98.27 |
| Perspective | | 96.15 | 99.08 | 99.85 | 98.36 |
| Combined(Crop, Trans, Scale) | | 98.33 | 99.60 | 99.85 | 99.26 |
| AVERAGE | | | | | 94.50 |

画像とImage Signatureベースでの比較を行い, 重複した画像を高速に検索, 表示することができる。

(2) インターネット上の画像検索アプリケーション

Web上には大量の画像共有サイトが存在し, ユーザーによる画像の投稿, 閲覧を自由に行うことが可能である。現在, 2億枚以上のユーザー画像が投稿されていると考えられている。このアプリケーションは, これらWeb画像共有サイト上の画像に対してImage Signatureを抽出, 検索を容易にするためのものである。ユーザーの指定した画像からImage Signatureを抽出し, すでに抽出してあるWeb上の画像のImage Signatureとマッチング演算による画像検索を行う。世界中のWeb上の画像との高速な同一画像検索はもちろん, 類似画像の検索も可能である。このアプリケーションは, 実験的試みとして当社で実装を行ったものである。

7. む す び

MPEG-7標準化での次期作業内容はVideo Signatureである。これは, 静止画を対象としたImage Signatureの動画版と位置付けられ, ビデオを同定する特徴量をコンパクトに記述するものであり, 長いビデオコンテンツの中からビデオクリップを高速に検索するなどのアプリケーションへの適用が期待されている。

さらに, 静止画, 映像の画面全体を対象としたSignatureだけでなく, 画像に含まれる特定のオブジェクトに対するObject Signatureの検討も開始された。

画像, 映像のメディアの特徴量に基づく検索や管理への要求や関心は非常に高いが, システムや機器への実適用はこれからの段階である。MPEG標準化活動を通じ, これらのアプリケーションの実用化を推進していきたい。

参 考 文 献

- (1) ISO/IEC 15938 : MPEG-7 (2002)
- (2) ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG-7 Part 3 Image Signature tools (FDIS)
- (3) Brasnett, P., et al. : A robust visual identifier using the trace transform, In VIE 2007 (2007-7)
- (4) P.Brasnett, et al. : Fast and Robust Image Identification, ICPR 2008 (2008-12)

列車内映像情報システムの インタフェースデザイン

金子達史*
朴 信映**
木村淳一*

Interface Design of Visual Information System for the Train

Tatsuji Kaneko, Shinyoung Park, Junichi Kimura

要 旨

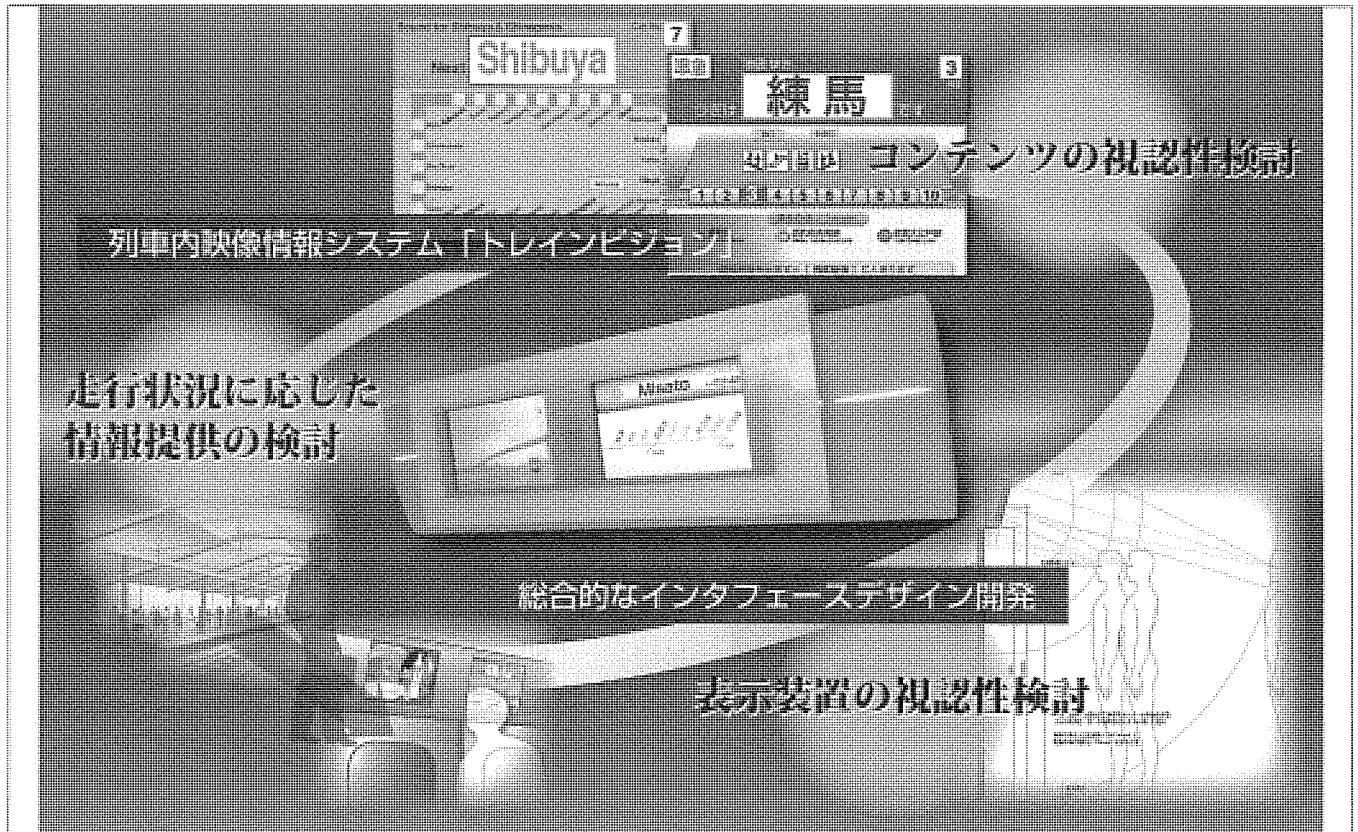
列車内では、行先案内や到着案内、また、事故・遅延等の運行情報を乗客に提供するため、いくつかの情報メディアが導入されている。列車内映像情報システム“トレインビジョン”の導入によって、従来のアナウンスによる聴覚情報に加え、表示装置による視覚情報として新たな情報メディアが採り入れられた。

しかし、情報メディアが導入されただけでは、“情報提供”が実現できたことにはならない。すべての乗客に分かりやすい情報提供を実現するためには“インタフェースデザイン”が重要である。

トレインビジョンにおけるインタフェースデザインでは、

見やすい設置位置等による表示装置の視認性と、乗客にとって分かりやすいコンテンツの視認性、列車走行状況に応じた時系列的な情報提供に配慮した総合的な開発を実施した。さらに、この開発では個々の路線に最適な情報提供を追求していくために、導入される車両や路線ごとに異なる条件、性格、イメージ等も考慮した。

開発したトレインビジョンのインタフェースデザインは、2002年4月に国内初の導入事例となったJR東日本の山手線231系トレインビジョンに適用した。その後、コンテンツを再検討、再構築し、2008年4月には最新の導入事例である西武鉄道30000系トレインビジョンへ展開している。



トレインビジョンにおけるインタフェースデザイン

見やすい設置位置等による表示装置の視認性検討、乗客にとって分かりやすいコンテンツの視認性検討、列車走行状況に応じた時系列的な情報提供の検討など総合的なインタフェースデザイン開発が必要である。

1. ま え が き

列車内で、行先案内や到着案内、また、事故・遅延等の運行情報は、人々が鉄道を利用する上で必要かつ最も重要な情報である。これらの情報を乗客に提供するため、いくつかの情報メディアが導入されている。

列車内で最も一般的な情報メディアとしては、アナウンスが挙げられる。アナウンスは、列車の走行位置や走行状態に合わせて乗務員が音声によって案内を行うため、状況に合わせて迅速、適切な案内が可能であり、特に事故・遅延等の異常時の情報提供には効果が高い。しかし、聴覚障がい者や日本語を理解できない外国人等には情報享受が難しく、また、一般の乗客でも周囲の騒音で聞き取りにくいといった状況が発生していた。2002年4月から営業運転を開始したJR東日本の山手線231系車両に列車内映像情報システム“トレインビジョン”(図1)が導入され、表示装置による視覚情報として列車内に新たな情報メディアが採り入れられた。それ以降、トレインビジョンはJRの他路線や複数の私鉄でも採用され、列車内における重要な情報メディアの一つとなった。

しかし、情報メディア・システムを列車内に導入しただけでは、“情報提供”が実現できたことにはならない。特に、鉄道は公共交通機関として通勤・通学客をはじめ、障がいを持つ人や高齢者、子供、さらには外国人など様々な人が利用している。これらすべての乗客に分かりやすい情報提供を実現するための“インタフェースデザイン”が重要である。

トレインビジョンにおけるインタフェースデザインについて、国内初の導入事例となった山手線トレインビジョン、さらに最新の導入事例である西武鉄道30000系トレインビジョンを例に述べる。

2. トレインビジョンのインタフェースデザイン

列車内で乗客は座っていたり立っていたりという様々な



図1. JR東日本の山手線231系トレインビジョン

状態で乗り合わせている。また、駅に停車するたび乗客は乗降を繰り返し、車内の乗客はどんどん入れ替わっていくとともに、時間帯によっても客層が変化していく。このような列車内を対象としたトレインビジョンのインタフェースデザインでは、様々な観点での検討が必要となる。

(1) 表示装置の視認性検討

混雑する車両内で乗客がどの位置からでも必要な映像情報を確認できるための表示装置の設置が必要である。列車内の限られたスペースに設置するために、表示装置のサイズも限定される。表示装置の解像度、視野範囲も考慮しつつ、乗客の乗降の邪魔にならない設置位置、設置高さ等を検討し、その設置位置で乗客が表示情報を確認できるかどうかの検証が必要である(図2)。このように、情報を表示・提供する側である表示装置と、その情報を見る・受ける側である乗客の両面から視認性の確保を行わなければならない。

(2) コンテンツの視認性検討

表示装置のサイズや視野角、視距離等の設置条件を想定し、障がい者、高齢者、子供、外国人など様々な乗客を考慮した書体、文字サイズ、色彩、グラフィック表現等の検討が必要である。

(3) 列車走行状況に応じた情報提供の検討

駅停車時、走行時、次駅到着時等の鉄道利用のそれぞれの状況に応じて、乗客が必要とする情報、又は便利な情報を選定し、どのタイミングにどれだけの情報量、表示時間を確保して表示していくかも重要な検討項目である。

トレインビジョンではこれら総合的なインタフェースデザイン開発が必要である。加えて、導入される路線ごとに異なる条件、性格、イメージ等も考慮されなければならない。例えば、このあと述べる山手線トレインビジョンと西武鉄道30000系トレインビジョンでは、視認性確保の上で統一すべき部分とそれぞれの条件や性格に応じて変更すべき部分とが存在している。

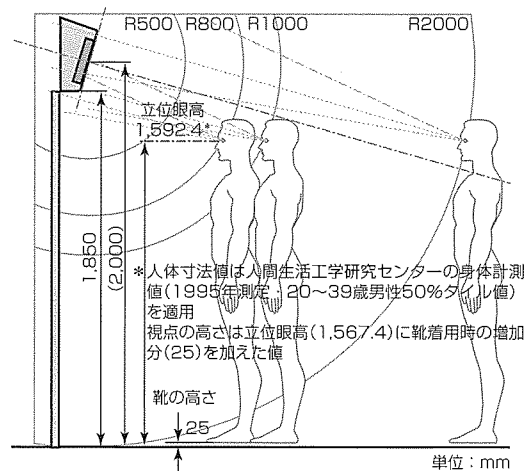


図2. 列車内における表示装置の視認性検証

3. JR東日本の山手線トレインビジョン⁽¹⁾

トレインビジョンは、地上システムから情報を入力し、列車内に設置された液晶表示装置に運行に関する情報や広告コンテンツ等を表示するシステムである。山手線の場合は、ドア上部に2台の15インチ液晶表示装置が設置され、向かって右側の表示装置には行先案内や運行情報、左側には広告、ニュース等の一般情報を表示している。

山手線のトレインビジョンは国内初の導入であったため、車両搭載によってどのような情報サービスやコンテンツ提供が実現できるか、といったサービスイメージの確立が必要であった。三菱電機デザイン研究所では列車内における情報提供サービスのコンセプトを構築し、それらを具現化するコンテンツ・イメージの展開を行い、このシステムが情報メディアとしていかに有効であるかを明示していった。これらの検討を基に、当社では向かって右側の表示装置に表示される鉄道利用にかかわるコンテンツ開発を行った。行先案内、次駅案内、路線図、乗り換え案内、ホーム上設備案内、ドア開閉案内等、現在、様々な鉄道に用いられているトレインビジョン・コンテンツは、この山手線導入時に検討・開発したものがベースとなっている。

トレインビジョンが導入されるまで、鉄道利用に必要な情報のほとんどはアナウンスのみで提供されていたが、このシステムが導入されたことによって聴覚情報に加えて視覚情報も提供できることとなり、2つの情報メディアが確保された。アナウンスが聞こえない、聞き取りにくいといったバリアを排除することが可能となったことから、列車内における“情報のバリアフリー”の実現に一歩近づいたものと考えられる。

4. 西武鉄道30000系トレインビジョン

西武鉄道が2008年4月から営業運転を開始した新型通勤車両30000系は、“Smile Train(スマイルトレイン)～人にやさしく、みんなの笑顔をつくりだす車両～”をコンセプトに、新生西武を象徴し、安全・安心で顧客に親しまれること、環境に対する取り組みなどを考慮に入れて設計された。トレインビジョンは各種案内情報を提供する、乗客にやさしいシステムとして“Smile Train”のコンセプトの実現に貢献している。

山手線と同様にドア上部に2台の15インチ液晶表示装置を設置し、向かって右側の表示装置で運行関連情報、左側で広告、ニュース等の一般情報を提供する。この開発にあたっては、すべての人にやさしい“ユニバーサルデザイン”の視点に立って、山手線以降の既存コンテンツを再検証、再構築を行った。

4.1 情報ユニバーサルデザインの取り組み

人にやさしい交通システムの実現を目指す上では、障が

い者や高齢者が移動する上でのバリアを取り除くといったバリアフリーの概念だけではなく、すべての人を対象としたユニバーサルデザインの概念を採り入れていくことが重要となってくる。特に、交通システムで、物理的な移動を支援する対策だけでなく、すべての人が迷うことなく、安全・安心に移動できるための、人々の認知・判断を支援する“情報ユニバーサルデザイン”の整備が強く求められてきた⁽²⁾。

当社デザイン研究所で考える情報ユニバーサルデザイン(UD)は、“アクセシビリティ”“ユーザビリティ”という大きく2つの概念で構成されている。まず、“アクセシビリティ”とは、“高齢者や障がい者等、心身の機能に制約がある人でも、情報を得ることができるか、利用可能か、という度合いのこと”と定義しており、だれもが同じ情報を容易に入手できるように障壁を取り払うことである。特にトレインビジョンのような情報コンテンツに対しては、物理的なアクセシビリティだけではなく、提供するコンテンツ画面に対するUD視点からの配慮が必要である。具体的には高齢者はもちろん、弱視者、又は日本人男性の5%と言われている色覚障がい者にとっても情報が伝わるかを考えなければならない。そのため当社では画面デザインを設計、評価する際に、各種シミュレーションツールを利用している。製品やコンテンツのイメージを、シミュレーションツールを使って処理すれば、健常者でも色弱者や高齢者の色の見え方を疑似体験でき、既存の配色の問題点を調べたり、新しいデザインを考えたりするために極めて有効である⁽³⁾。

次に、“ユーザビリティ”とは、“使いやすさ、わかりやすさのことで、求める情報がすぐに見つけ出せるか、反応時間が遅くないか等、ストレスなく利用できるかどうかの度合い”ととらえており、“アクセシビリティ”に対応しだれもが利用できるようになったのを前提として、その上でだれにとっても使いやすいものになっているか、その度合いのことである。ユーザビリティを評価するためには専門家によるインスペクション評価や実際の対象ユーザーによる検証実験を行い、製品やコンテンツのユーザビリティ上の問題点を発見し、その改善案を提案している。

4.2 UD視点によるコンテンツの再検証

西武鉄道30000系トレインビジョンの開発では前に述べた2つの概念に基づき、UD視点を中心としたユーザビリティ検証を実施し、評価結果に基づいた画面デザインを提案した。想定ユーザーとしては、健常者はもちろん、高齢者や色弱者、弱視者の使用状況を理解するために様々なシミュレーションツールを用いた評価を行うことで、より多くの人に役立つトレインビジョンを開発することができた。

具体的なデザイン配慮ポイントを次に示す。

(1) わかりやすい画面デザイン

表示すべき情報の優先順位を考え、重要情報は列車内の



図3. 西武鉄道30000系トレインビジョンの画面例

最大視距離からも可読できる文字高(JIS規格に基づく)を確保することで、若年者はもちろん、高齢者にとっても読みやすくした。また、表示文字や配置の統一、直感的に理解できる立体的表現等を用いて、よりわかりやすい画面を提案することができた。

(2) UD視点によるカラーデザイン

西武鉄道のコーポレートカラーを採り入れつつも、色だけに頼らず、形状の大きさの違いやコントラスト差の確保など、高齢者や色弱者にとっても見やすい画面(図3)を提案した。例えば設備案内の自列車表示は、色だけではなく、自分が乗車している車両の大きさを大きくし、色を反転することで色弱者でも区別しやすいように配慮した。

5. 今後の課題

現在、トレインビジョン及びアナウンスの2つの情報メディアが確保されている列車が増えつつある。前に述べたように、アナウンスのみでは情報提供として不備があるが、同様にトレインビジョンのみでも、目の不自由な人に対する情報提供は難しい。そのため、2つの情報メディアは常に共存するべきである。特に、現在のトレインビジョンではコンテンツの蓄積、又は地上-車上間伝送によるコンテンツ取得が必要となるため、アナウンスのように状況に応じて迅速、適切な案内をフレキシブルに行うことは不得手である。今後はこの2つの情報メディアのメリットを生かし、連携させた情報提供が必要であろう。

2006年12月に「バリアフリー新法(高齢者、障がい者等の移動等の円滑化の推進に関する法律)」が施行され、整備ガイドラインの中で従来のアナウンスに加え、列車内に視覚情報を設けることが推奨された。これは、列車内の情報メディアとして、トレインビジョンを代表とする視覚情報の必要性が社会的にも広く認知されたものと考えられる。

トレインビジョンでは、いくつかの路線で17インチ・ワイド液晶表示装置が採用されている等、画面サイズに変化

の兆しが見えてきている。画面サイズは列車の設置条件にも左右されるが、更なる大画面化によって見やすさ等のインターフェースは向上する。今後、表示領域の拡大化を生かしたインターフェースデザインが求められる。

これらは、システム、表示装置等のハード条件に依存するところが大きいので、システム設計者とデザイナーとの協調・連携は不可欠である。

6. むすび

インターフェースデザインの更なる高度化を目指していく上で、当社デザイン研究所では、常に新しいデザインを求めていくだけではなく、既存の情報メディア及びインターフェースを評価、再検証し、そこから次の課題を明確にしていく作業も継続的に行っている。これらの検証をベースとして、新しい技術を取り入れながら課題解決を目指した新しいデザインを追求している。

現在、アナウンスとトレインビジョンの2つの情報メディアの確保が実現されてきているが、これで情報提供の形が完成されたわけではない。列車内における情報メディアは今後更に進化、向上していくことが求められるが、当社では技術の追求と同時に、その技術、機能を活用して、すべての乗客に分かりやすい情報提供を実現するインターフェースデザインの更なる追求を行っていく所存である。

参考文献

- (1) 金子達史, ほか: 鉄道車両内映像情報システムにおける情報バリアフリー, 第2回交通バリアフリーシンポジウム論文集, 19~22 (2003)
- (2) 金子達史: 交通分野における情報ユニバーサルデザイン, 三菱電機技報, 81, No.10, 677~680 (2007)
- (3) カラーユニバーサルデザイン機構(NPO/CUDO) (2006)
http://www.cudo.jp/CUDO2006aki.pdf

バーチャルサラウンド技術

木村 勝*
松岡文啓*

Virtual Surround Technology

Masaru Kimura, Bunkei Matsuoka

要 旨

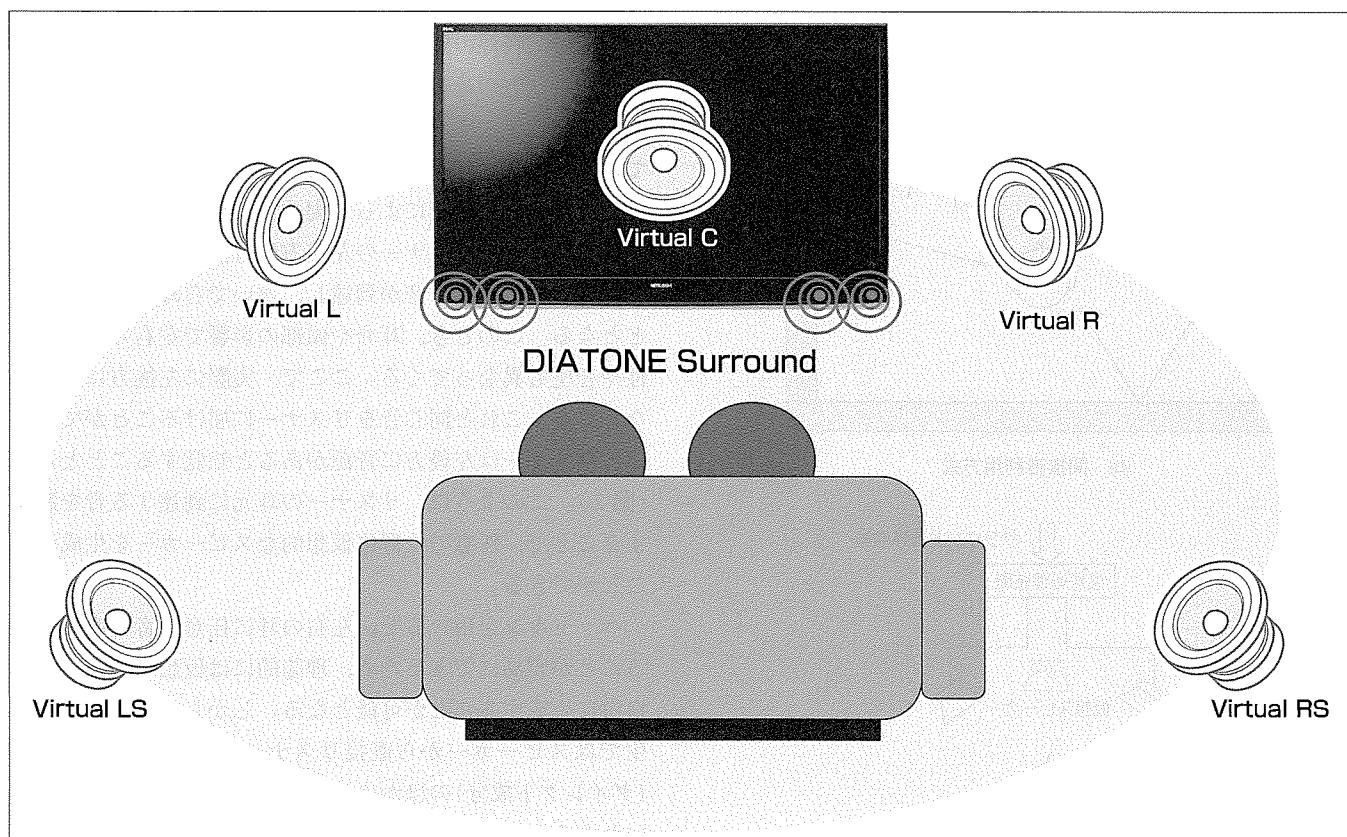
5.1chに代表されるサラウンド音声信号が、DVD(Digital Versatile Disk)やBD(Blu-ray Disc)のようなパッケージメディアやデジタル放送のフォーマットとして普及するようになってきた。これによって、リスナーは包みこまれるような臨場感のあるサラウンド音空間を家庭でも体感できるようになった。

本来、サラウンド音声を再生するためには、サラウンド再生用の専用アンプとチャンネル数分のスピーカーが必要となる。これに対して、フロントサラウンド技術という新しい再生技術を用いることで、前方のスピーカーだけで手軽にサラウンド効果を実現することができる。フロントサラウンド技術には、室内での音の反射を利用した方式と、リスナーの耳元に到達する音を制御して仮想的にサラウンド効果を与えるバーチャルサラウンド技術がある。特に、部

屋環境に合わせたチューニングの必要がないバーチャルサラウンド技術が注目を集め、現在、多くの製品に実装されている。しかし、従来のバーチャルサラウンド技術ではスイートスポット(サラウンド効果が得られる受聴エリア)が狭く、スイートスポットから外れるとサラウンド効果が得られなくなるという課題があった。

三菱電機では、スイートスポットを大幅に拡大させた独自のバーチャルサラウンド技術“DIATONE Surround^(注1)”を開発した。この技術は、前方の4本のスピーカーを用いてサラウンド空間を創出する全く新しい信号処理技術である。この技術は当社の液晶デジタルテレビ(DTV)“MZWシリーズ”に搭載しており、ユーザーは液晶DTVのみで手軽にサラウンド音声空間を楽しむことができる。

(注1) DIATONE Surroundは、三菱電機㈱の登録商標である。



DIATONE Surround

当社独自のバーチャルサラウンド技術“DIATONE Surround”を液晶テレビに組み込んだ例である。DIATONE Surroundは前方の4本のスピーカーだけでサラウンド音声空間を仮想的に創出することができるため、サラウンド再生用の専用機材がなくてもリスナーは手軽に5.1chサラウンド音声を楽しむようになる。

1. ま え が き

当社では、独自のバーチャルサラウンド技術“DIATONE Surround”を開発した。DIATONE Surroundは、前方の4本のスピーカーのみで手軽にサラウンド感を得ることができる新しい方式である。この方式は、従来のバーチャルサラウンド技術の課題であった狭いスイートスポットを大幅に広げることができ、複数のリスナーが横に並んで受聴する環境にも対応できるようになった。

2. サラウンド再生方式の分類

サラウンド再生方式の分類を図1に示す。マルチスピー

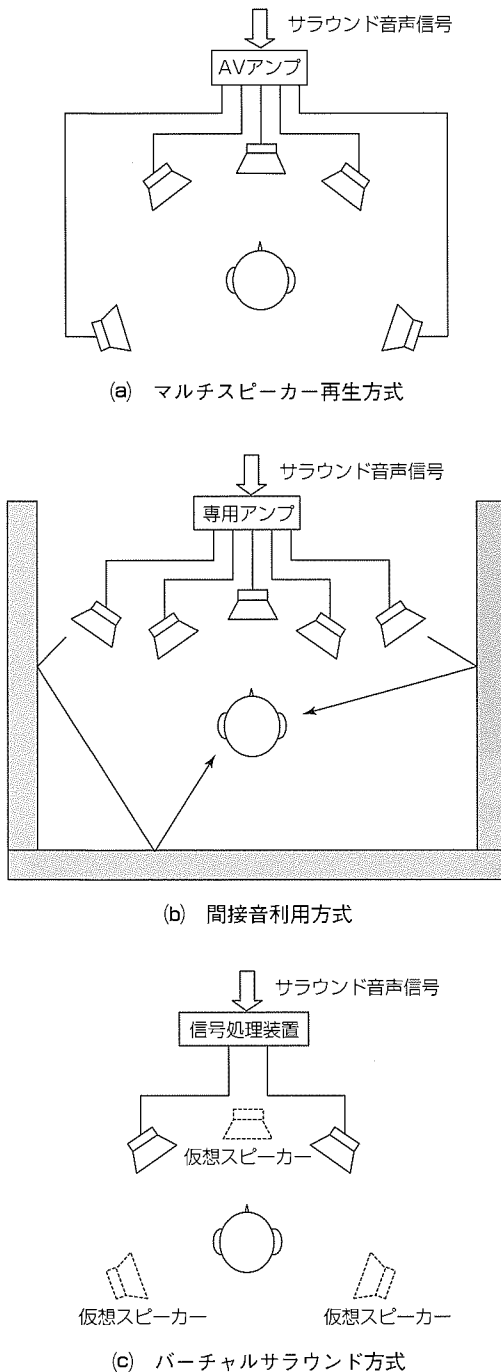


図1. 再生方式の分類

カー再生方式は、専用のアンプを用いリスナーの周囲に多数のスピーカーを配置して再生するサラウンド再生方式である(図1(a))。これに対して、前方に置いたスピーカーのみでサラウンド音空間を実現するフロントサラウンド方式と呼ばれる新しい再生方式が開発されている。フロントサラウンド方式には、壁の反射音を利用して後方音を再現する間接音利用方式(図1(b))と、リスナーの耳元に到達する音を制御するバーチャルサラウンド方式(図1(c))がある。

間接音利用方式は、実際に反射音が後方から到来するため、はっきりと後方音を知覚できるという長所がある。しかし、その効果は部屋環境に大きく影響され、チューニングをしても良好な効果が得られない場合があるという課題がある。

一方、バーチャルサラウンド方式は壁の反射を利用せず、リスナーの耳元に到達する音を直接制御して仮想スピーカーを生成する。このため、部屋環境に影響されずにサラウンド効果を得ることができる。

次に、バーチャルサラウンド方式について述べる。

3. バーチャルサラウンド方式

3.1 原 理

バーチャルサラウンド方式は、人間の聴覚特性を利用して仮想スピーカーを構築することでマルチスピーカー再生方式と同等の受聴環境を得る再生方式である。

人間は、音源の距離/到来方向に対応する左右の耳への音の伝わり方の違いを記憶しており、これを手がかりに方向感、遠近感、広がり感を知覚している。音源方向によって、左右の耳に到達する時間に差が生じ、また、頭部による回折、反射の影響によって周波数特性や音圧も異なってくる。例えば、リスナーの左後方に音源があった場合、まずリスナーの左耳に音が到達し、次いで右耳に到達することとなる。このとき、耳介や頭部の影響で左右の周波数特性や音圧も異なってくる。ここで、実際に左後方に音源がなくても、これと同じ音をリスナーに届けることができれば、リスナーは左後方に音源があると知覚することとなる(図2)。このように、リスナーの耳元に到達する音を制御することで、任意の位置に仮想的なスピーカーを生成することができる。

ヘッドホンを用いると、左右の耳に任意の音を直接届けることが容易にできるため、理論的には仮想スピーカーを自由に生成することが可能となる。しかし、スピーカー再生ではスピーカーから直接リスナーの耳元に到達する音(ダイレクト成分)のほかに、反対側の耳にも音が廻り込むいわゆるクロストークが発生する。このため、リスナーは本来届けたい音とは異なる音を受聴することとなり、仮想スピーカー位置に音像を知覚できなくなる。

そこで、スピーカー再生で発生するクロストークを消去するために、一般的なバーチャルサラウンド技術では、クロストークキャンセル処理部を設けている⁽¹⁾⁽²⁾。クロストークキャンセル処理の原理を図3に示す。クロストークキャンセル処理では、Lスピーカーからのクロストークを右耳位置で消去するために、クロストーク消去信号を生成してRスピーカーから再生する。Rスピーカーからのクロストークについても同様である。これによって、スピーカー再生系でもヘッドホン再生のような受聴環境を構築することができ、任意の位置に仮想スピーカーを生成することが可能となる。

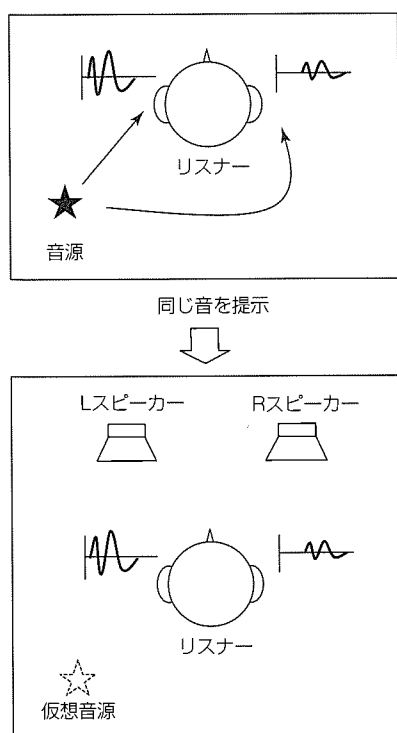


図2. 仮想音源の原理

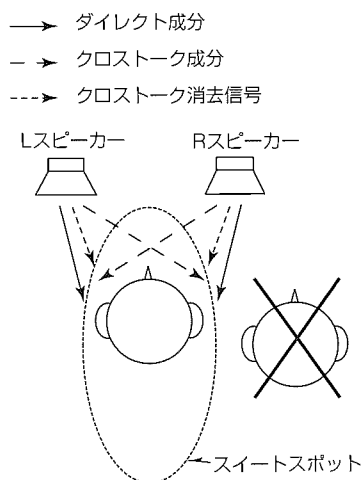


図3. クロストークとクロストークキャンセルの原理

3.2 一般的なクロストークキャンセル処理の課題

クロストークキャンセル処理は、スピーカーから生成されるクロストークを消去するため、逆側のスピーカーからクロストーク消去信号を再生する。ここで、リスナーの位置が右横にずれた環境を考える。このとき、Lスピーカーからリスナーまでの距離は長くなり、Rスピーカーからリスナーまでの距離は短くなる。すると、Lスピーカーからのクロストークは通常よりも遅れてリスナーに到達し、逆にクロストーク消去信号は通常よりも早く到達することとなる。したがって、リスナーの耳元に到達する音のタイミングがずれるため、うまくクロストークを消去できないという問題が生じる。リスナーの位置が逆側にずれても同様の問題が発生する。

一方、リスナーが前後方向に移動したときには、左右スピーカーとリスナーとの距離の変化量は左右ほぼ均等となるため、大きくタイミングがずれることはない。つまり、従来のクロストークキャンセル技術では、前後方向の移動に対してはロバストであるが、横方向の移動に対しては極めて弱く、スイートスポットが非常に狭いという課題がある。

4. DIATONE Surround

4.1 方式

DIATONE Surroundのスピーカー構成を図4に示す。DIATONE Surroundは通常用いられるステレオL/Rスピーカーに加えて、クロストークキャンセル専用のスピーカーLsub/Rsubを設け、4つのスピーカーで再生する点が従来の方式と大きく異なっている。L/Rスピーカーからは通常の信号を再生し、Lsub/Rsubスピーカーからクロストーク消去信号を広範囲に再生する。従来の2スピーカーによるクロストークキャンセル処理がリスナーの左右耳元の2点を制御するのに対し、DIATONE Surroundでは

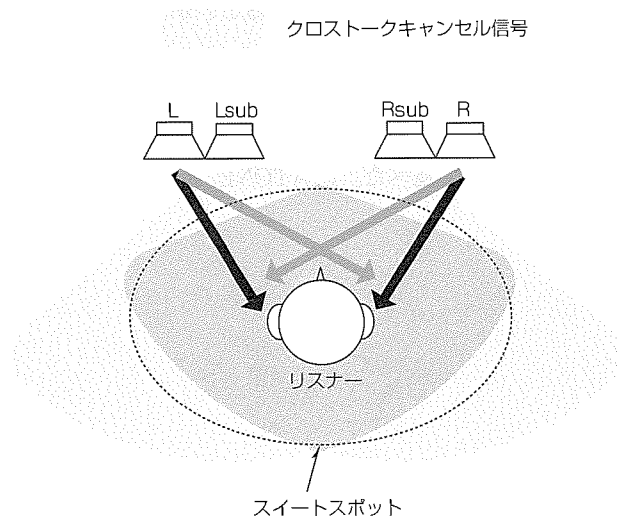


図4. DIATONE Surround

広い面上でクロストークキャンセル制御を行う。このため、リスナーの位置によらず、クロストークを広範囲で除去できるのでスイートスポットが大幅に拡大することとなる。

4.2 スイートスポットの評価

DIATONE Surroundのスイートスポットを評価するため、計算機シミュレーションを行った。比較のため、従来型のクロストークキャンセルのスイートスポットについても評価した。このシミュレーションで、音源として無指向性音源を仮定し、頭部の反射/回折のない自由空間上に15cm離れた2点をリスナーの両耳位置と想定した(人頭の幅を15cmと仮定した)。なお、このような簡易なモデルのスイートスポットが、実環境におけるスイートスポットと同様の傾向となることが示唆されている⁽³⁾。また、L/Rスピーカーの間隔を1.5mとし、DIATONE Surroundでは、L/Rの内側5cmの位置にLsub/Rsubを配置するものと仮定した。

従来型のクロストークキャンセル処理のスイートスポットを図5に、DIATONE Surroundのスイートスポットを図6に示す。ここで、スイートスポットの定義をダイレクト成分とクロストーク成分との音圧比が左右の耳で同時に3dB以上となる領域としている。

図5によると、従来型のクロストークキャンセル処理では、波長の長い440Hzに対しては左右8cm程度までスイートスポットが形成されているが、波長の短い3,000Hzに対しては左右に1cmずつれただけでクロストークキャンセル効果がほとんど得られなくなり、スイートスポットが極めて狭いことが確認できる。一方、図6のDIATONE Surroundでは、440Hzと3,000Hzのスイートスポットに顕著な差はなく、左右に約40cmずれてもクロストークキャンセル効果が得られることが確認できる。すなわち、DIATONE Surroundによれば、従来型のクロストークキャンセル処理と比較して横方向のスイートスポットが5~40倍拡大しており、複数のリスナーが横に並んで受聴しても良好なサラウンド効果を得られることがわかる。

5. む す び

当社が開発したバーチャルサラウンド技術DIATONE Surroundについて述べた。DIATONE Surroundは、L/R

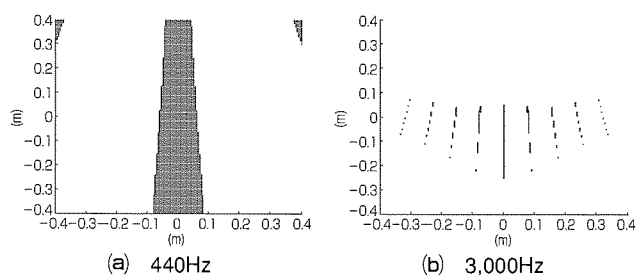


図5. 従来型のスイートスポット

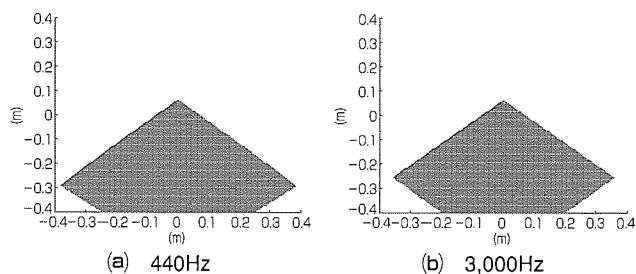


図6. DIATONE Surroundのスイートスポット

スピーカーに加え、クロストークキャンセル専用のスピーカーを設けることで、従来技術の問題点であったスイートスポットの幅を大幅に拡大できることを計算機シミュレーションによって示した。なお、この方式は当社の液晶テレビMZWシリーズに搭載している。

バーチャルサラウンド技術におけるスイートスポットの拡大に対するニーズは高く、今後も更なるスイートスポット拡大に向けた研究開発を継続して実施していく予定である。

参考文献

- (1) 浜田晴夫：バイノーラル音場再生系について，日本音響学会誌，48，No.4，250~257（1992）
- (2) 神沼充伸，ほか：最小ノルム解を利用した逆フィルタ設計のトランスオーラルシステムへの応用，日本音響学会講演論文集，495~496（1998）
- (3) 武内 隆：スピーカを用いたバイノーラル立体音響再生，日本音響学会誌，61，No.7，398~403（2005）

車載用“DIATONE”スピーカー技術

橋本和彦*

“DIATONE” Car Speaker Technology

Kazuhiko Hashimoto

要 旨

オーディオ市場では、より上質な音を追求する、ピュアオーディオへの回帰傾向が見られ、車載オーディオの世界でも音へのこだわりがますます強くなっている。今回ホーム用“DIATONE^(注1)”高級スピーカーの技術を車載用高級スピーカーに展開し、音楽CDに記録されている情報を、できるだけ加工せずにストレートに再現するというハイエンドホームオーディオの設計思想のもと、車載用高級スピーカー“DS-SA1”を開発した。この製品には次のDIATONEスピーカー技術を投入している。

- (1) トゥイーター用に開発したDIATONE独自の理想的な振動板素材B₄Cピュアボロン30mmφドーム型振動板
- (2) トゥイーターの音響エネルギーの密度を高め、小音量でも音のとおりが際立つフロントロード・ダイレクタラ

ジエータ方式

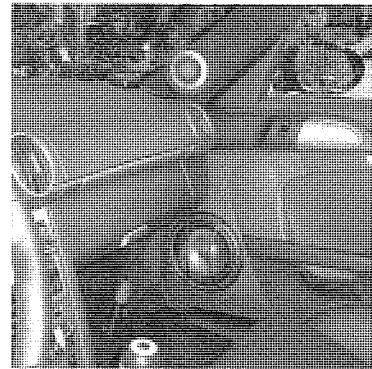
- (3) 軽量、高剛性のアラミッドスキン・カーブドアルミハニカム構造ウーファー振動板
- (4) ウーファーの磁気回路と振動系を高剛性アルミダイキャストで一体化したDMM(Direct Magnet Mount)構造
- (5) 磁気回路で発生する歪(ひずみ)を磁界解析によって低減する低歪磁気回路ADMC(ADvanced Magnet Circuit)

これらの技術によってハイエンドホームオーディオに匹敵する高音質を実現し、2007年オートサウンド誌でスピーカー部門グランプリを受賞するなど、市場でも高い評価を得ている。

(注1) DIATONEは、三菱電機㈱の登録商標である。



DS-SA1スピーカーシステム



DS-SA1の実車装着例

車載用DIATONEスピーカーシステム“DS-SA1”の外観

DS-SA1の外観写真と実車への装着例を示す。車載用として初めてB₄Cピュアボロンを採用し、従来の車載用スピーカーにない高音質を実現した。なお、装着は専門の取り付け技術を持つプロショップで実施する必要がある。

1. ま え が き

オーディオ市場では近年、より上質な音を追及するピュアオーディオへの回帰傾向が見られ、車載オーディオの世界でも音へのこだわりが強くなっている。ホーム用高級スピーカーとして高い評価を得てきたDIATONEスピーカーも1999年に一旦は製造を休止したが、2005年12月にハイエンドスピーカー“DS-MA1”で復活を遂げた。今回ホーム用DIATONE高級スピーカーの技術を車載用高級スピーカーに展開し、音楽CDに記録されている情報を、できるだけ加工せずにストレートに再現するというハイエンドホームオーディオの設計思想のもと、車載用高級スピーカーDS-SA1を開発した。本稿では、DS-SA1のトゥイーター、ウーファー、ネットワークの主な技術について述べる。

2. トウイーター

2.1 振動板

高忠実な再生を行うためには、①高剛性、②軽量、③適度な内部損失の3つの物性を高い次元で同時に満足させる必要がある。①と②は比弾性率 E/ρ (E :ヤング率、 ρ :密度)で表され、この数値が高いほど高性能となる。

振動板に使用される素材には、金属系(アルミ、チタン、ベリリウム等)やセラミックス角(炭化珪素(けいそ)等)が挙げられる(表1)。 10×10^7 (m^2/s^2)を超える比弾性率を達成し、かつ振動板として形成可能な素材は、金属系ではベリリウム、セラミックス系では結晶ダイヤモンド、 B_4C (炭化ホウ素)しか実用化されていない。また、色付けのない原音に忠実な音を再現するためには、適度な内部損失を持つことが重要となる。しかし、どのような素材でも固有の共振音があり、とりわけ金属等の材料は金属質の音を発するため、原音に忠実な音の再現は難しい。 B_4C ピュアボロンは比弾性率と適度な内部損失を高次元で両立できる唯一の振動板として独自の加工技術によって当社だけが製造に成功している。材料となる B_4C は粉末状であり、融点が $2,000^\circ C$ 以上と高いため、 $10,000^\circ C$ を超えるプラズマとともに溶融させながら型に付着させて、振動板を形成させる(図1)。DS-SA1のトゥイーターには、この B_4C ピュアボロンをトゥイーター用としては大きな口径となる30mm

表1. 振動板材料の物性値

| 材 料 | 密度 ρ (kg/m^3) | ヤング率 E (Pa) | 比弾性率 E/ρ (m^2/s^2) | 音速 $\sqrt{E/\rho}$ (m/s) |
|-----------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| DIAMOND | 3,510 | 10.8×10^{11} | 30.8×10^7 | 17,500 |
| B_4C | 2,520 | 4.5×10^{11} | 17.9×10^7 | 13,400 |
| SiC | 3,210 | 4.6×10^{11} | 14.3×10^7 | 12,000 |
| Al_2O_3 | 3,960 | 4.3×10^{11} | 10.9×10^7 | 10,400 |
| Be | 1,840 | 2.5×10^{11} | 13.4×10^7 | 11,500 |
| Al | 2,690 | 0.74×10^{11} | 2.8×10^7 | 5,200 |
| Ti | 4,540 | 1.1×10^{11} | 2.4×10^7 | 4,900 |

ϕ のドーム型とし(図2)、最低共振周波数 F_0 を800Hzと低くし、2WAY構成のウーファーとの音のつながりを余裕のあるものとしている。

2.2 磁気回路

磁気回路には、2種類の形状の大型ネオジウムマグネットを配置している。円筒状のマグネットがポールピースを側面から包み込み、さらに、底部にも円盤状のマグネットを配置することで、1.6テスラに及ぶ磁束密度を得ている(図3)。

さらに、DIATONE独自の低歪磁気回路ADMCを採用した。このADMCでは、直流磁界の磁気ギャップにおける磁束密度の分布を、コンピューターシミュレーションによって上下対称とするとともに、印加される音声信号によって発生する交流磁界についても、磁極付近でキャンセルし、直流磁場に影響を与えない構造とした。これによって、磁気回路で発生する歪の低減に成功し、高音質化に大きく寄与している。

2.3 フロントロード・ダイレクタラジエータ方式

トゥイーターには、ドーム型ダイレクタラジエータ(直接放射スピーカー)に最適形状のフロントロードを施したフロントロード・ダイレクタラジエータ方式を採用した。フロントロードはカットオフ周波数を8kHzに設定し、超

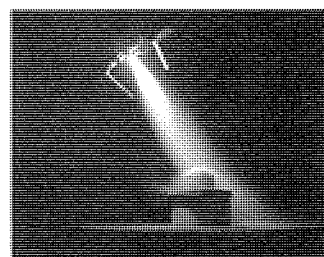


図1. B_4C 振動板の製作(プラズマ溶射法)

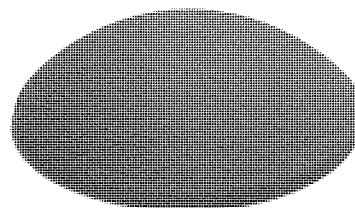


図2. トウイーター用 B_4C 振動板

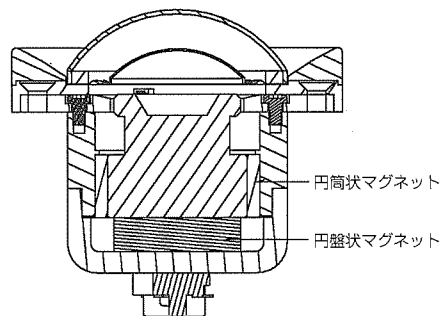


図3. トウイーター磁気回路の構造

高域のみに施した。これによって等価的に振動板面積が大きくなり、音響エネルギーの密度が高まり、微小レベルでのリニアリティが大幅に改善された。その結果、走行中のノイズにかき消されやすい車載環境でも、小音量で音のおりが際立ち、臨場感あふれる再生が可能となった。フロントロードの形状と材質は、多くの試作と試聴を繰り返し、最終的に素材には切削アルミを採用した(図4)。

3. ウーファー

3.1 振動板

ウーファーの振動板は、軽量、高剛性とするため、これを両立するアルミ材を使用したアラミッドスキン・カーブドアルミハニカム構造とした。さらに、ハニカムの両面に、強い引っ張り強度を持つアラミッドスキン材を貼り合わせた(図5)。

アラミッドスキン材は、防弾チョッキにも使用されている布状の素材で、適度な内部損失を持っていることから、ハニカム構造と相まって振動板に求められる3つの要素、①高剛性、②軽量、③適度な内部損失を満たしている。

3.2 磁気回路

DS-SA1のウーファーは、前章で述べたトゥイーターと同様に強力ネオジウムマグネットによるADMC低歪磁気回路としている。磁気回路の磁界解析結果を図6に示す。

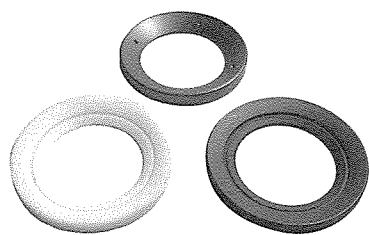


図4. トウイーター用試作フロントロード

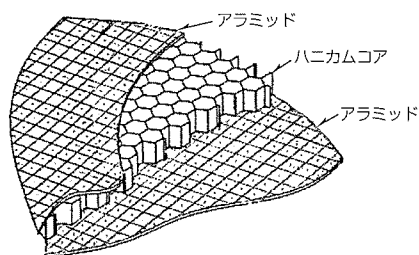


図5. ウーファー用振動板のハニカム構造

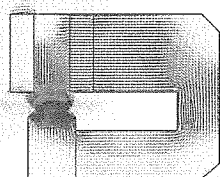


図6. ウーファーの磁束分布

最低共振周波数 F_0 は、車載用としては低い値の55Hzに設定し、サブウーファーを追加することなく十分な低域再生ができることをねらった。さらにボイスコイルの振幅を±12mmのロングストロークとし、よりパワフルな再生を可能とした。トゥイーター同様ADMCによって、磁気回路中どの位置でも均一な磁界とすることによって、16cmでありながら大音量でも歪の少ないパワフルな低域の再生を実現した。ウーファー磁気回路の磁束密度分布を図7に示す。

3.3 DMM構造

ウーファーの支持系の構造は、音質にとって、極めて重要であり、支持系が少しでも動けば、振動系の歪として音質劣化につながる。そこで、DMM構造を採用した。このDMM構造は、DIATONEが採用している技術で、磁気回路と振動系を高剛性アルミダイキャストで一体化するもので、バスケット構造のマグネットカバーとスピーカーフレームを一体化し、この中にマグネットをはめ込み、強固に固定している(図8)。

これによって、ボイスコイルで発生する振動板駆動力の反作用を強固に受け止め、かつ不要な共振を低減することで、低音域の音の立ち上がり、解像度、スケール感を改善した。フレームの動きを拡大した解析結果を図9に示す。DMM構造によって剛性が大幅に改善できた。

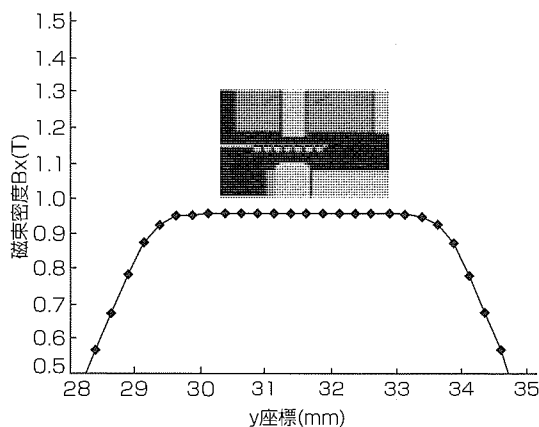


図7. ウーファー磁気回路の磁束密度分布

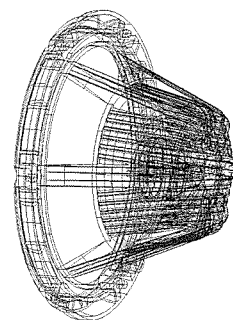


図8. ウーファーのDMM構造

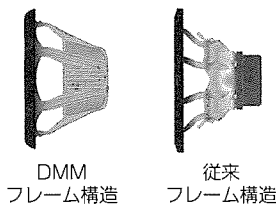


図9. ウーファー用フレーム構造の剛性比較

4. クロスオーバーネットワーク

音声信号をトゥイーターとウーファーに分離するクロスオーバーネットワークは、クロス周波数を1.5kHzとし、-12dB/octのシンプルなLCネットワーク構成としている。コンデンサには、音響用ポリプロピレンタイプを採用し、情報密度、S/N(Signal to Noise)感を向上させるとともに、コンデンサの胴体に銅箔を巻くことによって制振を行い、音質の最適化を図っている。

コイルについてはウーファーに直列に接続されるローパスフィルタ用として鉄心型を使用することで、巻き数を減らして直流抵抗を抑え、並列接続されるトゥイーターのハイパスフィルタ用には磁気歪の低減効果を優先して空芯型を使用し、用途に応じたコイルの選定によって、高音質化を図った。

さらにこれらコイル、コンデンサを実装したプリント基板は、基板の銅箔パターンではなく、極太のワイヤで各部品を直接接続するDWC(Direct Wire with Copper)方式とし、基板上での歪も最小限に抑え、エネルギー感が高くかつ緻密(ちみつ)な再生音を得ている。

また、ネットワークケースの材料には、グラスファイバを混入したABS樹脂を使用し、制振効果を持たせ、振動による音質劣化が顕著なコンデンサへの振動伝播(でんば)を大幅に低減した。

5. スピーカーシステムの特性

このシステムは車載用であり、スピーカーボックスは付属していないことから、標準的な乗用車のドアの容積と同等の40リットル密閉箱を作成し、周波数特性を測定した(図10)。また、図11にウィグナー分布特性を示す。これは、音圧レベルの時間的な減衰特性を再生帯域にわたって測定したもので、DS-SA1は減衰特性が広い帯域で極めて良くそろっており、再生能力の高さを示している。このシステムの仕様を表2に示す。

6. む す び

ハイエンドホームオーディオの音をそのまま車空間に持ち込むことを目指し、DS-SA1を開発、製品化し、車載高級スピーカー市場に参入した。DIATONEの技術を余す

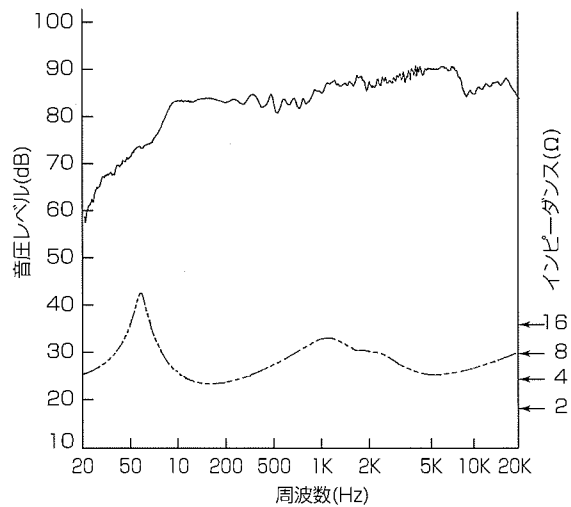


図10. DS-SA1 スピーカーシステムの周波数特性

PSEUDO WIGNER DISTRIBUTIONS : DA-SA1 4CL 25CM 20070606

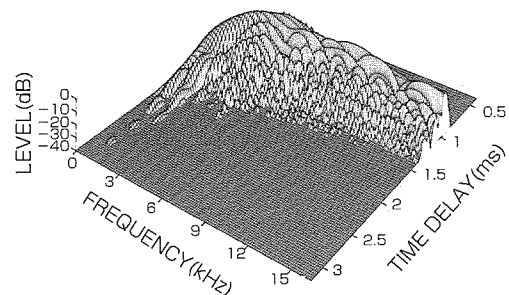


図11. DS-SA1スピーカーシステムのウィグナー分布

表2. DS-SA1スピーカーシステムの仕様

| 仕 様 | ウーファー | トゥイーター |
|---------|-------------|-------------|
| 口 径 | 160mm | 30mm |
| 瞬間最大入力 | 150W | 90W |
| 定格入力 | 50W | 30W |
| 再生周波数帯域 | 55Hz~5kHz | 800Hz~60kHz |
| 出力音圧レベル | 88dB/W/m | 89dB/W/m |
| インピーダンス | 4 Ω | 6 Ω |
| 外形寸法 | φ183×91(mm) | φ78×72(mm) |
| 質 量 | 1.360g | 800g |

| 仕 様 | クロスオーバーネットワーク |
|------------|-------------------------------------|
| クロスオーバー周波数 | 1.5kHz |
| 減衰スロープ | LowPass-12dB/oct, HighPass-12dB/oct |
| 外形寸法 | (W)210×(H)71×(D)154(mm) |
| 質 量 | 1,200g |

ところなく投入して高音質を実現し、2007年オートサウンド誌でスピーカー部門グランプリを受賞するなど、市場でも高い評価を得ることができた。

参 考 文 献

- (1) 原 宏造：ダイヤトーンスピーカーシステム“DS-SA1”に搭載した新技術と製品開発, MEEエンジニア, No.51, 1~7 (2006)

マルチタッチインタフェース技術

鷲野浩之*
川又武典*

Multi-Touch User Interface

Hiroyuki Washino, Takenori Kawamata

要 旨

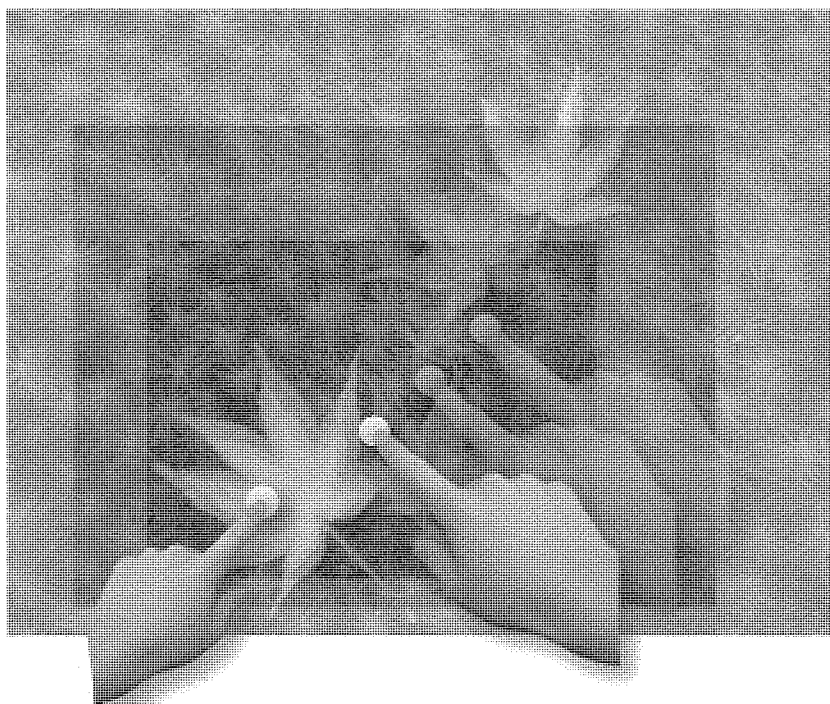
近年、タッチパネルを搭載した情報端末が広く普及している。タッチパネルは、複雑な機能や多様なコンテンツを、画面に直接タッチして操作できる簡便性、及び直感性に優れている。現在では、銀行のATMや駅の券売機など、従来タッチパネルが搭載されているパブリックユースの端末に加えて、カーナビをはじめ携帯電話やデジタルカメラといったパーソナルユースの端末にも、タッチパネルを搭載した機種が増加している。三菱電機でも、カーナビやテレビリモコン、FA(Factory Automation)向けの表示器など、タッチパネルを搭載した端末を数多く製品化している。

タッチパネルの普及に伴い、タッチパネルを用いたユーザーインタフェースについても、高機能化が進んでいる。例えば、Apple社のiPhone^(注1)は投射容量タイプの静電タ

(注1) iPhoneは、Apple Inc. の登録商標である。日本国内では、iPhone商標は、アイホン株式会社のライセンスに基づき使用されている。

ッチパネルを用いることによって、2本の指を効果的に使って直感的に端末を操作できるマルチタッチインタフェース機能を搭載している。当社も、タッチパネルインタフェースの高機能化研究に取り組んでおり、大画面化が難しい投射容量タイプの静電タッチパネルではなく、大画面化が容易で市場で最も普及しているアナログタイプの抵抗膜タッチパネルで、マルチタッチインタフェース機能を実現した。

本稿では、従来は困難であったアナログタイプの抵抗膜タッチパネルにおけるマルチタッチの検出について、その検出原理及び実現可能なユーザーインタフェースについて述べる。また、マルチタッチの検出に加えて、タッチした2点間の距離を検出することで実現可能なユーザーインタフェースについても述べる。



マルチタッチインタフェース

タッチパネル上で2本の指を効果的に使って、複雑な機能やコンテンツを簡単かつ直感的に操作するインタフェース。2指の間の距離の変化による画像の拡大／縮小の操作や、2指ジェスチャによるドキュメントのページ移動操作など、タッチパネルを使った直感的なインタフェースを提供する。

1. ま え が き

近年、タッチパネルを搭載した情報端末が広く普及している。タッチパネルは、複雑な機能や多様なコンテンツを操作する情報機器を、画面に直接タッチして操作できる簡便性、及び直感性に優れている。現在では、従来利用されているATMやカーナビなどに加え、携帯電話やデジタルカメラといった端末にもタッチパネルを搭載した機種が増加している。しかし、これらの機器の機能やコンテンツは増加の一途をたどり、単純なタッチパネルでは、操作も複雑化してしまうため、さらに簡単かつ直感的に操作するユーザーインターフェースが強く求められている。

このニーズにこたえるため、これまでタッチパネルを用いたユーザーインターフェースの高機能化研究を行ってきた⁽¹⁾⁽²⁾。

本稿では、タッチパネル上で2本の指を効果的に使って、簡単かつ直感的な操作を実現するマルチタッチインターフェース技術について述べる。

2. マルチタッチインターフェース

マルチタッチインターフェースとは、タッチパネル上で2点がタッチされたことを検出することで、ユーザーに2指を用いたユーザーインターフェースを提供しようとするものである。

iPhoneのように、パネル上にマトリックス状に電極を配置した投射容量タイプの静電タッチパネル(図1(左))であれば、タッチされた2点を検出することは容易である。しかし、投射容量タイプの静電タッチパネルは、3インチクラスの小さな画面サイズでは携帯電話等において実用化されているものの、電極の配線本数の増加や抵抗値の増加などの課題があるため大型化することが難しく、5~15インチクラスが要求されるFAやカーナビなどの情報端末には採用されていない。

一方、パネルの両端にのみ電極を配置したアナログタイプの抵抗膜タッチパネル(図1(右))は、大画面化が容易でコストも低いことから、FAやカーナビ分野においては最も普及している。しかしながら、アナログタイプの抵抗膜タッチパネルは、マルチタッチを検出できないことから、投射容量タイプの静電タッチパネルに比べて、ユーザーインターフェースを設計する上での制約が大きい。

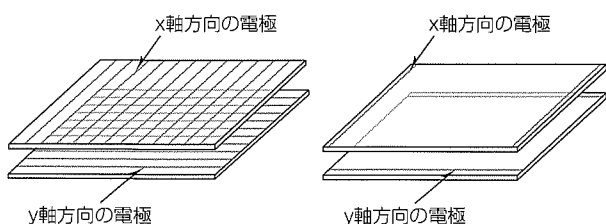


図1. 投射容量タイプの静電タッチパネル(左)とアナログタイプの抵抗膜タッチパネル(右)

これらの背景から、アナログタイプの抵抗膜タッチパネルでも、マルチタッチを検出することができるセンシング方式を開発し、マルチタッチを利用したユーザーインターフェースを実現した。

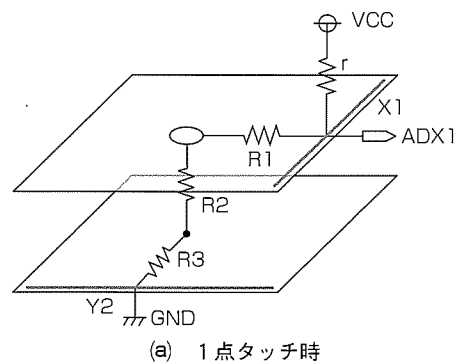
2.1 マルチタッチの検出

アナログタイプのタッチパネルでマルチタッチを検出する方法は、大きく2種類が挙げられる。

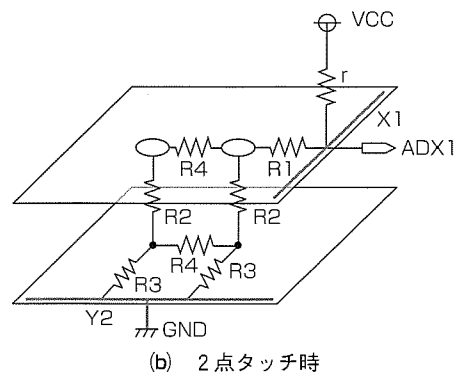
1つ目の方法は、1点にタッチしている状態からもう1点をタッチすると、短時間に検出座標値が大きく遷移するという現象を利用して、ソフトウェア処理によってマルチタッチの検出を行うものである。Dual Touch⁽³⁾は、この方法でマルチタッチを検出し、1点をタッチしながらもう1点で入力するファンクションキー機能のようなユーザーインターフェースを提供している。しかしながら、この方法では1点目と2点目が同時にタッチされた場合には検出できない。また、2点の間の距離が近接しているような場合には、座標の遷移量が小さいため、正確に検出できないという課題がある。このため、ユーザーインターフェースを設計する上で大きな制約が残ってしまう。

2つ目の方法は、1点をタッチしているとき、2点をタッチしているときのハードウェアの変化をセンシングして、マルチタッチの検出を行うものである。我々は、1点をタッチしたときに比べて、2点をタッチしたときに直交する2層のパネルの両端の抵抗値が低下するという現象をセンシングすることで、マルチタッチの検出を行った。

図2(a)のように、1点タッチ時には、直交する2層のパネルの両端X1 Y2間の抵抗は直列に接続される。一方、



(a) 1点タッチ時



(b) 2点タッチ時

図2. 2点タッチによる抵抗値の低下現象

図2(b)のように、2点タッチ時には、X1Y2間の抵抗は並列回路を構成する。したがって、1点タッチ時に比べて、2点タッチ時にはX1Y2間の抵抗値が大きく低下する現象が起きる。この現象は、2点を同時にタッチした場合にでも起きるため、マルチタッチを正確に検出することができる。また、2点の間の距離が小さな場合にも、原理的にマルチタッチ検出が可能である。したがって、ソフトウェアによる検出に比べて、ユーザーインタフェース上の制約がないという点で優れている。

2.2 マルチタッチを利用したユーザーインタフェース

(1) 誤動作の防止

アナログタイプのタッチパネルでは、複数点をタッチした場合には2点間の中心付近の座標が出力される。したがって、ユーザーが誤って2点をタッチしてしまうと、ユーザーの意図に反して誤作動する可能性がある。しかし、前に述べたようにマルチタッチを検出できれば、出力される中心付近の座標をリジェクトすることができるため、ユーザーが誤って複数点をタッチしたとしても、誤作動が起きることはない。また逆に、高い安全性を求められるようなスイッチに対しては、2点でタッチしないと動作しない、等の設計を行うこともできる。このように、安全・安心なユーザーインタフェースを設計する上でも、マルチタッチを検出できることは、大きな利点がある。

(2) ドキュメントの部分拡大表示

一方、マルチタッチを積極的に活用したユーザーインタフェースとしては、例えば図3のような、タッチしたエリアの拡大操作などが考えられる。図3では、1点タッチではドキュメント内のスクロールであるが、2点をタッチすると、タッチしたエリアが部分的に拡大表示される。2点タッチしている時間に比例してズームレンズの径が大きくなり、拡大エリアが広がる仕様になっている。このユーザーインタフェースでは、ドキュメント全体を表示させつつ、部分的に拡大することができる。また、2点タッチ状態から指を離すとズームレンズが消えて元の表示に戻るため、ユーザーは何度も特定のボタンをタッチすることなく、所望の位置のみを拡大して閲覧することができる。



図3.マルチタッチによるエリアの拡大

(3) ドキュメントの閲覧モードの切替え

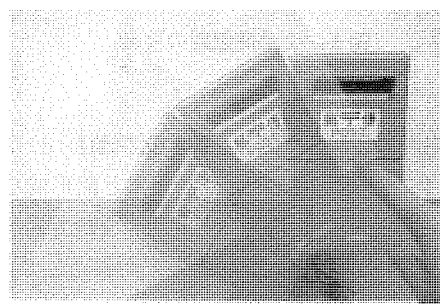
マルチタッチを一つのボタンのように使用することも可能である。例えば図4のような、ドキュメントの閲覧時で、回転モード、拡大／縮小モードのような閲覧モード切替えを行う際に、マルチタッチを利用すれば、ある特定のモード切替えボタンをタッチすることなく、モード切替えを行うことができる。

3. 2点間距離の検出

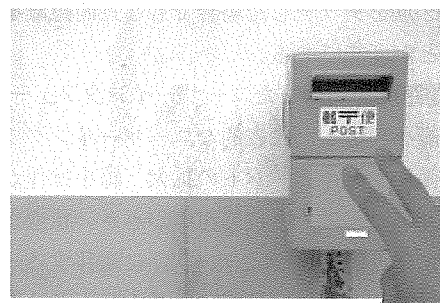
前章では、マルチタッチの検出について述べたが、タッチパネル上で2点がタッチされている場合、2点間距離をセンシングすることもできる。そこで、2点間距離を利用することで可能なユーザーインタフェースについて述べる。

3.1 検出原理

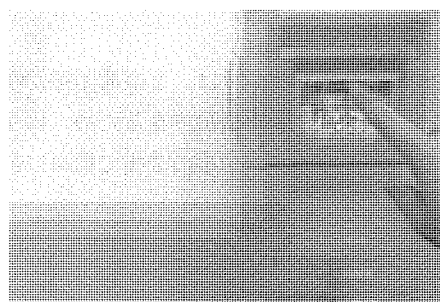
2層のパネルそれぞれで、x軸方向の電極対、及びy軸方向の電極対の間の抵抗値は、x方向、y方向それぞれの2点間距離に応じて変化する。図5(a)のように回路を構成すると、図5(b)のように2点間の抵抗値dが大きくなるほ



(a) 回転モード

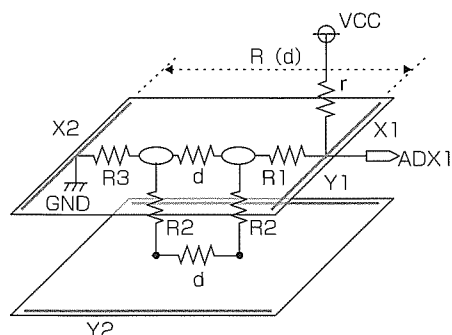


(b) マルチタッチによるモード切替え

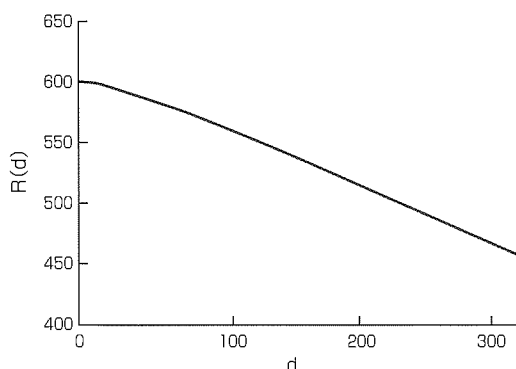


(c) 拡大／縮小モード

図4.マルチタッチによる閲覧モードの切替え



(a) 2点間距離センシングのための構成回路



(b) 2点間抵抗値と端子間抵抗値の関係

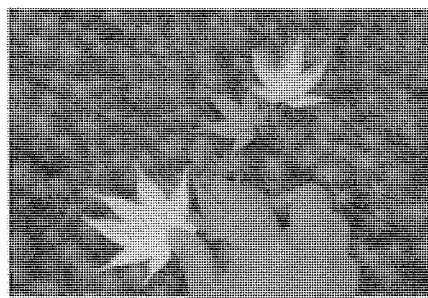
図5. 2点間距離の検出

ど、x軸方向の電極対X1, X2間の抵抗値R(d)はほぼ線形的に低下する。また、dは2点間距離と線形的な関係にあるから、この抵抗値R(d)を利用して、x軸方向の2点間距離をセンシングすることができる。同様にして、y軸方向の電極対の間の抵抗値を利用して、y軸方向の2点間距離をセンシングすることができる。この検出原理に基づけば、同時に2点をタッチした場合でも2点間距離をセンシングすることが可能である。

3.2 2点間距離を利用したユーザーインタフェース

2点間距離を利用した代表的なユーザーインタフェースとしては、画像やドキュメントの拡大/縮小操作が挙げられる。図6(a)のように、2点間距離が小さい状態から、図6(b)のように2点間距離が大きい状態に遷移すると、2点間距離の相対的な変化に応じて、画像を拡大させる。逆に、(b)の2点間距離が大きい状態から(a)の小さい状態に遷移すると、2点間距離の相対的な変化に応じて、画像を縮小させる。

このセンシング方式に基づけば、2点間距離が小さい場合にも正確にマルチタッチが検出できるため、両手の指を使わずとも、図6のように片手の2指で簡単に操作することができる。



(a) 2点間距離が小さい状態



(b) 2点間距離が大きい状態

図6. 2点間距離による画像の拡大/縮小

4. む す び

アナログタイプのタッチパネルで、1点をタッチしているときに比べて、2点をタッチしているときに直交する2層のパネルの両端の抵抗値が低下する現象をセンシングすることで、マルチタッチの検出を行った。また、パネルの両端の抵抗値の変化をセンシングすることによって、タッチされている2点間の距離検出を行った。さらに、マルチタッチを検出することで実現可能なマルチタッチインタフェースの例について述べた。

今後は、ユーザービリティ評価を行いながら、より簡単に直感的なユーザーインタフェースの創出を目指す。

参 考 文 献

- (1) 鷺野浩之, ほか: 複数点タッチ検出可能なアナログタッチパネル, ヒューマンインタフェースシンポジウム2007, 1323 (2007)
- (2) 鷺野浩之, ほか: アナログタッチパネルによるマルチタッチインタフェース, 情報処理学会研究報告, HCI 2008, No.11, 55~61 (2008)
- (3) 松下伸行, ほか: Dual Touch: ペン型PDAのための二本指インタフェース, 情報処理学会インタラクティブ2000, 171~172 (2000)

Webアプリケーション ユーザーインタフェース構築技術

渡邊圭輔*
今村 誠**
天沼敏幸***

Web Application Interface Development Technology
Keisuke Watanabe, Makoto Imamura, Toshiyuki Amanuma

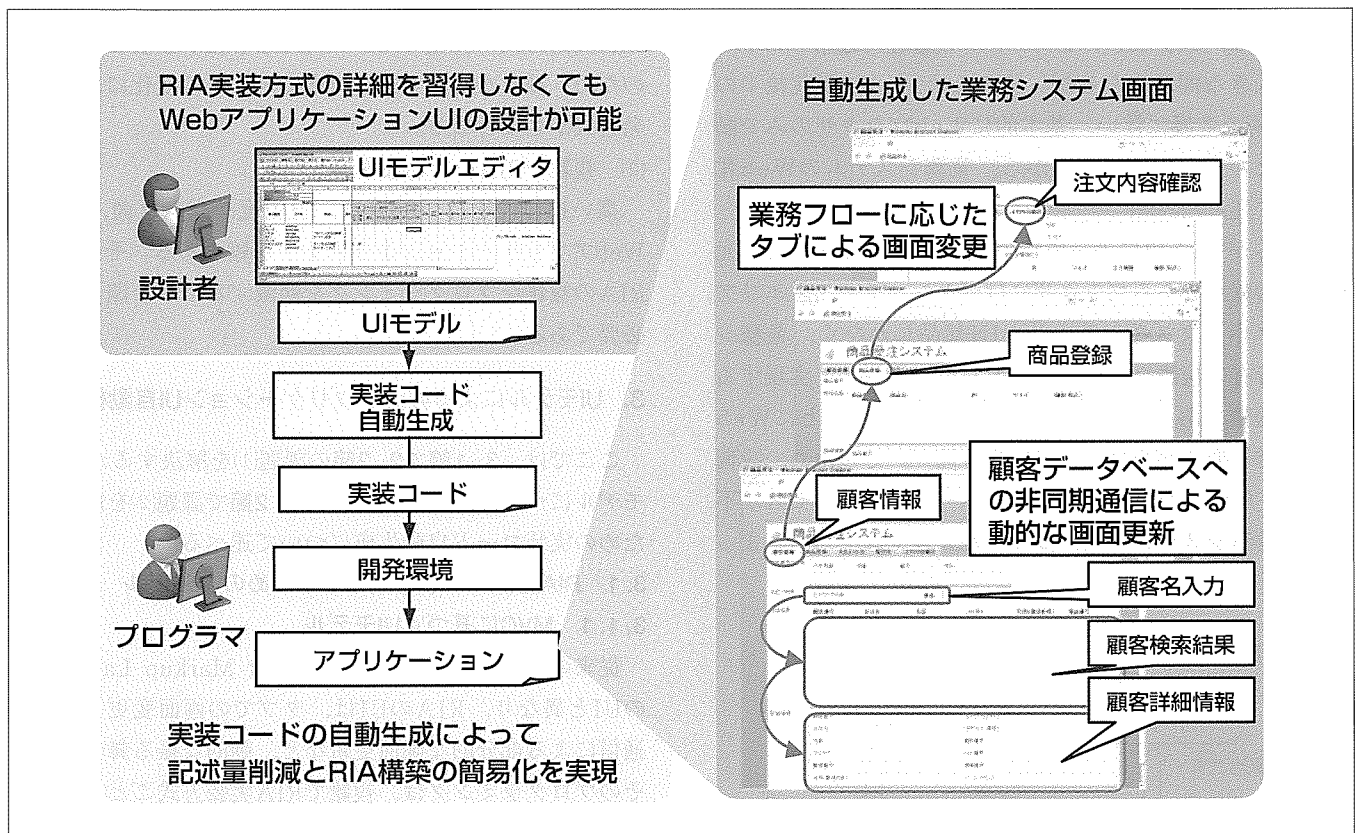
要 旨

Web技術の進展とともに、業務システムのWeb化は急速に進んでいる。近年では、Webアプリケーションの操作性を飛躍的に高めるRIA (Rich Internet Applications) が業務システムの構築基盤として注目されている。RIAによって、業務フローに応じた画面変更やデータベースアクセスによる部分的な画面更新など、操作性の高いUI (User Interface) が実現できる。このような新たなWeb技術の導入には、新しい開発言語やツールへの対応コストの削減と、機能の高度化とともに複雑さを増すシステム構築の効率化が重要となる。

そこで三菱電機では、WebアプリケーションのUIをRIA実装方式に依存しないUIモデルで記述し、UIモデルからRIA実装コードを自動生成するWebアプリケーション

UI構築技術を開発している。また、三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)のWebシステム開発標準MIWESTA^(注1)への適用も進めている。この方式では、サーバ通信による部分的な画面更新など、従来の静的なUIとは異なるRIAの動的なUIを、RIA実装方式に依存せずに記述するために、MVC(Model View Controller)に基づいたUIモデルを提案する。これによって、開発上流工程の設計者は、RIA実装方式に依存しないUIモデルエディタでのUI設計が可能となり、RIA実装方式の詳細を習得する必要がなくなる。また、UIモデルから実装コードを自動生成できるので、開発下流工程では実装コードの記述量が減り、高い操作性を持つRIAの簡易な構築が可能となる。

(注1) MIWESTAは、三菱電機インフォメーションシステムズ(株)の登録商標である。



自動構築方式のブロック図と自動生成した業務システム画面

開発上流工程では、RIA実装方式に依存しないUIモデルエディタで業務システムのWebアプリケーションUIを設計する。開発下流工程では、UIモデルから個別のRIA実装方式用の実装コードを自動生成する。図の右は、顧客からの電話による商品注文内容を登録する商品受注システムの例である。タブでの画面変更や、顧客データベースへのアクセスなど、動的で操作性の高いUIを持つ。

1. ま え が き

生産性の向上と品質の向上は企業の大命題である。業務システムの構築でも、短期間に品質の高いアプリケーションを効率的に開発することが求められる。

近年はWeb技術を基盤とした業務システムが広く用いられている。Web技術の変化と進展は早く、時流に応じて様々なWeb技術を的確に利用する必要がある。そのため、変化への対応に伴うコスト増加や効率低下をいかに抑えるかが重要となっている。

本稿では、Web技術の変化に左右されず、WebアプリケーションUIを効率よく開発するためのWebアプリケーションUI構築技術について述べる。まず、WebアプリケーションUI開発の現状と課題を述べたあと、提案方式であるUIモデルによるWebアプリケーションUI開発方式について述べ、最後に今後の課題についても述べる。

2. WebアプリケーションUI開発の現状と課題

2.1 業務システムにおけるUI開発の推移と現状

図1に示すように、業務システムにおけるUIの操作性とシステムの運用性は、時代とともに大きく変化してきた。まず1980年代末のクライアントサーバ型システムによって、キャラクタ中心のUIからマウス操作中心のGUI(Graphical UI)へ移行し、操作性は飛躍的に向上した。しかし運用性の点からは、クライアントパソコンの管理・運用コストの増加が大きな問題となった。そのため、1990年代後半のWeb技術の進展に伴い、基本的にWebブラウザのみで動作するという運用性の高さから、業務システムのWeb化が急速に進んだ。

ところがWeb化によって操作性は大きく低下した。元來文書閲覧用であるブラウザにはボタン、テキストエリア、チェックボックスなど基本的なUI部品しかなく、業務システム特有の複雑な帳票画面などを高い操作性で実現することは困難であった。また、サーバとの通信ごとにWeb画面の書き換えが発生し、応答性も低い。そのため、設備情報や在庫情報など膨大なデータベースへのアクセスが不可欠の業務システムでは、操作性が大きく低下してしまった。

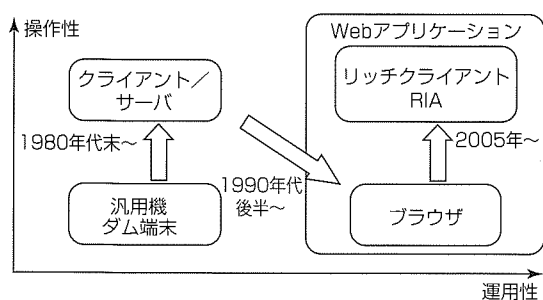


図1. 業務システムにおけるUI開発の推移

そのため、2005年ごろからWebアプリケーションの操作性を飛躍的に高めるRIAが現れてきた。例えば、画面遷移とは非同期的なサーバ通信と、JavaScript^(注2)によるクライアント側での部分的な画面更新を行うAjax(Asynchronous JavaScript And XML)などによって応答性が劇的に改善される。また、JavaScriptやAdobe Flash^(注3)などによって、タブやメニューなど旧来のクライアントサーバ型と同等の操作性がWeb型システムで実現可能となってきた。

Web型システムでの運用性の高さを保ちつつ、Web化で失った操作性を取り戻すことができるため、RIAは今後のWebアプリケーションの基盤として注目されている。

2.2 WebアプリケーションUI開発の課題

RIAは、動的なデータベースアクセスや複雑な画面操作が必要な業務システムに適している。しかし、RIAの実装方式としては、Adobe Flex^(注3)、Microsoft Silverlight^(注4)、YUI(Yahoo! User Interface Library)、オープンソースのOpenLaszlo、Dojoなど、様々なものが提案されており標準はまだない。そのため、RIA技術を利用した業務システムのWebアプリケーションUI開発を効率よく行うためには次の課題がある。

(1) RIA習得コストの削減

RIA実装方式固有の開発言語やツールの利用には、RIA実装ごとにそれらの習得が必要でコストがかかる。また、RIA実装方式の変化のたびに新たな学習が必要となる。そのため、様々な実装方式に対応でき、その変化にも強い開発方式が必要となる。

(2) 複雑なRIAの簡易な構築

高い操作性を持つRIAは、自由度が高い反面、現状のWebアプリケーションより構築が複雑である。そのため、RIAの複雑なプログラミングを軽減するような開発方式が必要である。

3. UIモデルによるWebアプリケーションUI自動構築方式

ここでは、3.1節で2.2節の課題(1)を解決するためのUIモデルについて述べる。また、3.2節で課題(2)を解決するための実装コード自動生成について述べる。

3.1 RIA習得コストを削減するためのUIモデル

3.1.1 MVCに基づくUIモデル

従来の静的なHTML(Hyper Text Markup Language)のUIと異なり、RIAのUIは、タブでの画面変更やサーバ通信による部分的な画面更新など、動的な振る舞いを持つ。そのプログラミングは、複雑でRIA実装方式ごとに異なるため習得に非常にコストがかかる。そこで、設計者が個々

(注2) JavaScriptは、Sun Microsystems, Inc. の登録商標である。
 (注3) Flash及びFlexは、Adobe Systems, Inc. の登録商標である。
 (注4) Silverlightは、Microsoft Corp. の登録商標である。

のRIA実装方式を意識せずにWebアプリケーションUIの設計が行えるように、画面の静的な見栄えだけでなく、RIAの動的な振る舞いも一般化して記述可能なUIモデルを提案する。UIモデルはソフトウェア構築の考え方の一つであるMVC(Model View Controller)に基づいて次の3つの要素からなる(図2)。

(1) Model：画面の入出力データ

サーバとクライアント間でやりとりされる画面上の入出力データである。例えば、図3の商品受注システムの画面で、検索用の顧客名入力テキストフィールド(name)に入力される顧客名や、データベースの検索結果(customerTable)として表示すべき顧客情報などである。

(2) View：画面の構成

画面構成要素の階層構造とレイアウト情報である。階層構造とは、図3の画面で、タブ(customer)の中に検索条件入力用のパネル(searchParam)があり、その中に顧客名入力テキストフィールド(name)と検索ボタン(searchButton)がある、という入れ子構造のことである。レイアウト情報とは、タブやボタンなどの種別、縦や横などの配置、文字数や行数などのサイズなどの情報である。

(3) Controller：画面の振る舞い

画面構成要素への操作によって実行される処理である。例えば、図3の画面で、検索ボタンをクリックした場合に呼び出すサーバ側の処理名、呼び出し用パラメータ、戻り値を表示すべき画面上の構成要素の指定などである。

RIAのUIは実装方式によって多岐にわたり、また、動画用のUIなど業務システムに必ずしも必要でないものも含まれる。そこで、モデルの表現範囲は、①種々のRIA実装



図2. MVCによるWebアプリケーションUIのモデル化

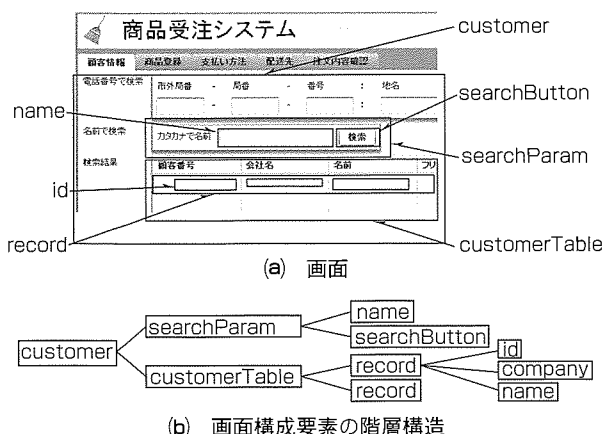


図3. 商品受注システムの画面例

方式に共通的に存在し、②業務システムで常用されるものとした。具体的には、複数のRIA実装方式での画面部品の調査、MXML(Macromedia Flex Markup Language), XAML(Extensible Application Markup Language)などRIA実装方式依存のUI記述言語の調査、これまで開発した業務アプリケーションの分析などから、ボタンやテキストなどの入力要素やタブやグリッドなどのレイアウト要素など、合計24種類とした。

3.1.2 UIモデルの記述方式

UIモデルの記述にはXML(Extensible Markup Language)を用いる。三菱電機でこれまで開発したXML文書設計支援ツール“XDDS(XML Document Design Support)⁽¹⁾⁽²⁾”での記述方式に基づいている。図3の画面に対応するUIモデルの記述の一部を図4と図5に示す。図4はModelとViewの構造情報を、図5はControllerの情報とViewのレイアウト情報を表している。

図4のXMLは、画面構成要素の階層構造(図3)と同一の階層構造を持つXMLであり、画面構成(View)の階層構造と画面入出力データ(Model)の階層構造を表現している。例えば、図3の画面でテキストフィールドnameに“ミツピシ”が入力された場合、図4のXMLの4行目のname要素の内容が“ミツピシ”となったXMLが入出力データとなる。

図5のXMLは、画面構成要素のレイアウト情報(View)と操作に対する振る舞い(Controller)を表す。例えば、図5の上から6行目のDirection要素のHは、図3の検索条件

```
<?xml version="1.0"?>
<customer>
  <searchParam>
    <name/><searchButton/></searchParam>
  <customerTable>
    <record><id/><company/><name/></record>
  <customerTable>
    :
  </customerTable>
</customer>
```

図4. UIモデルの記述例(ModelとViewの構造情報)

```
<?xml version="1.0"?>
<Design><Rules>
  <Rule>
    <XPath>/customer/searchParam</XPath>
    <Panel>
      <Direction>H</Direction><Border>True</Border>
    </Panel></Rule>
  <Rule>
    <XPath>/customer/searchParam/name</XPath>
    <Text/></Rule>
  <Rule>
    <XPath>/customer/searchParam/searchButton</XPath>
    <Button>
      <Label>検索</Label>
      <Action event="onclick"method="searchByName"
        param="/customer/searchParam"
        target="/customer/customerTable"/>
    </Button></Rule>
  :
</Design>
```

図5. UIモデルの記述例(Viewのレイアウト情報とController)

入力用のパネル(searchParam)に配置される子画面構成要素が横並びとなることを表す。また、図5の下から4行目のAction要素は、図3の検索ボタン(searchButton)のクリック時に、顧客検索処理searchByNameを/cus-tomer/searchParamを引数として呼び出し、結果を/cus-tomer/customerTableに表示することを表す。

3.1.3 UIモデルの作成方法

UIモデルは開発上流工程の設計者がUIモデルエディタで作成する。UIモデルエディタは、図6に示すようなスプレッドシートによる表形式のUIを持ち、画面仕様書に近い形式で画面構成要素を記述するものである。表の1行に1つの画面構成要素を定義し、UIモデルのViewに相当する画面レイアウト(配置方向や行数など)、Modelに相当する入出力項目(画面要素に対するデータ項目名など)と入力制約(データ型やけた数などの条件)、Controllerに相当するアクション明細(ボタンクリック時のサーバ通信設定など)を定義する。

3.2 RIA構築簡易化のための実装コード自動生成

開発下流工程では、UIモデルから実装コードを自動生成して利用する。RIA実装方式ごとの実装コード自動生成を用意することで、同じUIモデルから様々な実装コードが生成可能である。現在のターゲット実装は、クライアント側画面がFlex 3、サーバ側はJava^(注5)である。

実装コードは、抽象表現であるUIモデルに比べ、粒度が細かく複雑なものになる。例えば、UIモデルにはプレートという画面構成要素がある。これは、業務アプリケーションで多用される、ラベルと入力項目のペア(例えば、“伝票番号”というラベルとその入力フィールドのペア)を複数並べるレイアウトを、細かいレイアウト情報の指定なしに記述できるものである。プレートに対応する実装コードは、パネルやラベルなどの画面構成要素を複数組み合わせでプログラミングする必要があるが、コード自動生成によって、このような複雑なプログラミングが不要になる。

さらに、コード自動生成処理では、クライアント側の画面実装コードだけでなく、サーバ側の非同期処理要求受付

用の実装コードも生成する。プログラマはカスタマイズ用の必要最小限のプログラミングを行えばよく、サーバとのデータ授受など複雑なプログラミングの必要がなくなり、簡易にRIAの構築が可能となる。

(注5) Javaは、Sun Microsystems, Inc. の登録商標である。

4. 今後の課題

(1) UIモデルの再利用性向上

業務システムのUIには、定石的なレイアウトパターンや、基本UI部品を組み合わせで構成する使用頻度の高い複合的なUI部品などがある。しかし、現状のUIモデル記述の単位は一つの画面のため、新規UI開発時に既存UIモデル中の一部分を取り出して流用することができない。そのため、部分利用によって再利用性を高めるようなUIモデル記述の開発が必要である。

(2) 開発者向けUI開発ガイドの構築

再利用可能なUIモデルが蓄積された場合、開発者がそれらを効果的に利用するためのガイドが必要となる。文書やサンプルだけでなく、操作性や業務システムでの定石などの観点から、その組み合わせをナビゲートするガイド機能をUIモデルエディタに盛り込むことも考えられる。

5. むすび

高い操作性を持つRIAを簡易に開発できる方式について述べた。RIA実装方式に依存しないUIモデルによるWebアプリケーションUI設計と、UIモデルからの実装コード自動生成によって開発効率化が実現できる。MDISのWebシステム開発標準MIWESTA⁽³⁾へのこの方式の適用を進めており、今後資材システムや受発注システムなど種々の業務システム開発に用いる予定である。

参考文献

- (1) 今村誠, ほか: 木・表構造間写像モデルに基づくXML入力画面自動生成方式, 情報処理学会論文誌, 46, No.12, 3066~3077 (2005)
- (2) 今村誠, ほか: 素性論理に基づくXML文書ルール記述言語DRDLとインターネット文書交換システムへの応用, 情報処理学会論文誌, 47, No.3, 751~764 (2006)
- (3) 川口正高, ほか: オープン環境のシステム構築を高品質・短納期で実現するWebシステム開発標準“MIWESTA”, 三菱電機技報, 81, No.7, 489~492 (2007)

| 画面レイアウト | | | | 入出力項目 | | アクション明細 | | |
|---------|--------|------|----|--------------|-------|--------------------------|---------------|----|
| 部品の種別 | 表示用ラベル | 深さ | 行数 | タグ名 | イベント | メソッド | 入力 | 出力 |
| 20 | パネル | 名前検索 | 3 | 検索 | | | | |
| 21 | ラベル | 名前検索 | 4 | | | | | |
| 22 | テキスト | 名前 | 4 | | | | | |
| 23 | ボタン | 検索 | 4 | searchButton | クリック時 | searchByname searchParam | customerTable | 名 |
| 24 | パネル | 検索結果 | 8 | 10 | 100 | customerTable | | |
| 25 | テキスト | レコード | 4 | | | | | |
| 26 | テキスト | 顧客番号 | 6 | | | | | レコ |
| 27 | テキスト | 会社名 | 6 | | | | | |
| 28 | テキスト | 名前 | 5 | | | | | |
| 29 | テキスト | フリガナ | 5 | | | | | |
| 30 | テキスト | 郵便番号 | 6 | | | | | |

図6. UIモデルエディタ

三菱電機技報 (2008年 第82巻) 総目次

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| 1号 技術の進歩 | 5号 「情報セキュリティ技術」 | 10号 「事業競争力強化と情報システム」 |
| 2号 「次世代ネットワークを支える 関連技術」 | 6号 「高周波・光デバイス」 | 11号 「進化する受配電システム技術」 「水・電気・交通・防災・環境… 技術で支える社会インフラシステム」 |
| 3号 「空調、給湯機器の省エネルギーと 高機能化」 「産業加工機」 | 7号 「企業・社会の発展を支える ITソリューション」 | 12号 「デジタルメディアを支える先進技術」 |
| 4号 「アドバンストソリューション」 | 8号 「エコファクトリー化技術」 | |
| | 9号 「ビル設備—安全・安心・ 省エネルギーを考える—」 | |

技術の進歩特集

| 号 | ページ |
|------------------------|---------|
| 巻頭言・カラートピックス | 1 … 3 |
| 1. 研究・開発 | 1 … 39 |
| 2. 社会環境・交通システム | 1 … 59 |
| 3. 発電・系統変電・産業・電力情報システム | 1 … 63 |
| 4. 昇降機及びビル設備 | 1 … 67 |
| 5. 宇宙・衛星及び電子応用 | 1 … 71 |
| 6. 通信 | 1 … 75 |
| 7. 情報 | 1 … 78 |
| 8. 映像情報 | 1 … 86 |
| 9. 住環境 | 1 … 88 |
| 10. FA及び産業メカトロニクス | 1 … 93 |
| 11. 自動車機器 | 1 … 98 |
| 12. 半導体・電子デバイス | 1 … 101 |
| 社外技術表彰・詳細目次 | 1 … 104 |

Advance of Technology

| |
|---|
| Foreword・Colored Topics |
| Research & Development |
| Public-use Systems and Transportation Systems |
| Energy & Industrial Systems |
| Elevator, Escalator & Facilities for Building |
| Space Systems and Electronic Systems |
| Communication |
| Information Systems and Network Service |
| Visual Information |
| Living Environment |
| Industrial Automation Systems |
| Automotive Equipment |
| Semiconductors & Devices |
| Technological Commendation List from Outside Corporation・Detailed Table of Contents |

特集論文

特集「次世代ネットワークを支える関連技術」

| | |
|--|---------|
| 次世代ネットワークを支える関連技術特集に寄せて | 2 … 117 |
| 浅谷耕一 | |
| 次世代ネットワーク関連事業の課題と展望 | 2 … 118 |
| 加藤雅敏・菊地克昭 | |
| 次世代ネットワークの標準化動向と今後の展望 | 2 … 123 |
| 横谷哲也・下笠 清・上田広之 | |
| 次世代光トランスポート技術 | 2 … 127 |
| 一番ヶ瀬 広・水落隆司・清水克宏・本島邦明 | |
| 次世代光アクセス技術 | 2 … 131 |
| 堀田善文・小崎成治・鈴木巨生・福田 健・高野邦彦 | |
| 次世代ホームネットワーク技術 | 2 … 135 |
| 佐藤浩司・古谷信司・横谷哲也・本間 洋・酒井謙行 | |
| 海外における次世代ネットワークへの取り組み | 2 … 139 |
| 木田等理・高橋 章・鈴木路長・Jean-Pierre Coudreuse・Sophie Pautonnier | |
| 次世代セルラネットワーク技術 | 2 … 143 |
| 大久保 晃・長竹栄二・前田昌也 | |
| 次世代ネットワークにおけるセキュリティ技術 | 2 … 147 |
| 近澤 武・後沢 忍 | |
| 次世代ネットワークにおける映像符号化技術の動向 | 2 … 151 |
| 山田悦久・関口俊一・猪股英樹・川畑幸保・小須田伸一 | |
| 次世代ネットワーク用波長多重システム | 2 … 155 |
| 尾崎陽二郎・森田俊哉・水落隆司・清水克宏・馬場義昌 | |
| 次世代ネットワーク用光アクセスシステム | 2 … 159 |
| 成田健一・別所秀樹・村上 謙・小口和海 | |
| 通信放送連携サービス用端末 | 2 … 163 |
| 中瀬卓也・牧野豊司・羽根稔尚・赤津慎二・平松晃一 | |

Next Generation Network-Related Technologies

| |
|--|
| Foreword to the Special Issue on Technologies for Next Generation Networks |
| Koichi Asatani |
| Mitsubishi's Vision for Next Generation Network |
| Masatoshi Kato, Katsuki Kikuchi |
| Standardization Trend and Future Issues in NGN |
| Tetsuya Yokotani, Kiyoshi Shimokasa, Hiroyuki Ueda |
| Next Generation Optical Transport Technology |
| Hiroshi Ichibangase, Takashi Mizuochi, Katsuhiko Shimizu, Kuniki Motoshima |
| Technologies for Next Generation Optical Access Network |
| Yoshifumi Hotta, Seiji Kozaki, Naoki Suzuki, Takeshi Fukuda, Kunihiko Takano |
| Technologies for Next Generation Home Network |
| Koji Sato, Shinji Furuya, Tetsuya Yokotani, Hiroshi Homma, Kaneyuki Sakai |
| Optical Network Systems for Overseas Market |
| Toshimichi Kida, Akira Takahashi, Michinaga Suzuki, Jean-Pierre Coudreuse, Sophie Pautonnier |
| Next Generation Cellular Network Technology |
| Akira Ookubo, Eiji Nagatake, Masaya Maeda |
| Security Technologies for Next Generation Network |
| Takeshi Chikazawa, Shinobu Ushirozawa |
| Trend of Video Coding Technology toward Next Generation Network |
| Yoshihisa Yamada, Shun-ichi Sekiguchi, Hideki Inomata, Yukiyasu Kawahata, Shinichi Kosuda |
| WDM for Next Generation |
| Yojiro Osaki, Toshiya Morita, Takashi Mizuochi, Katsuhiko Shimizu, Yoshimasa Baba |
| Optical Access System for Next Generation Network |
| Kenichi Naruta, Hideki Bessho, Ken Murakami, Kazuomi Koguchi |
| The Equipment for the Communication and Broadcasting Cooperation Service |
| Takuya Nakase, Toyoshi Makino, Toshihisa Hane, Shinji Akatsu, Koichi Hiramatsu |

特集「空調，給湯機器の省エネルギーと高機能化」

| | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| 冷媒選択と事業戦略 | 3 | 173 |
| 飛原英治 | | |
| 空調・給湯機器の省エネルギー化技術の開発状況 | 3 | 174 |
| 飯嶋 等・榎本寿彦・幸田利秀 | | |
| 圧縮機構部“熱かきめ固定”採用高効率ツインロータリ圧縮機 | 3 | 179 |
| 加藤太郎・新井聡経 | | |
| プロペラファンの高効率・低騒音化技術 | 3 | 183 |
| 中島誠治・山田彰二 | | |
| 寒冷地向けエアコンの暖房能力向上技術 | 3 | 187 |
| 齊藤 信 | | |
| ルームエアコン“霧ヶ峰ZWシリーズ” | 3 | 191 |
| 牧野浩招 | | |
| 10馬力ワイドリプレースインバータの 省エネルギー・コンパクト化 | 3 | 195 |
| 馬場正信・四十宮正人・本村耕二郎 | | |
| 設備用インバータエアコンの高機能化 | 3 | 199 |
| 松浦雄司・青山 豊・堀本武志 | | |
| 業務用エコキュート | 3 | 203 |
| 大林誠善・阿部敏郎・矢野賢司・岡崎多佳志・加藤央平 | | |

特集「産業加工機」

| | | |
|------------------------------------|---|-----|
| ものづくりへの回帰 | 3 | 207 |
| 正垣信雄 | | |
| 産業加工機におけるコア技術の現状と将来動向 | 3 | 208 |
| 今井祥人 | | |
| 新型産業用ロボット“RV-SQ/SDシリーズ”の特長 | 3 | 213 |
| 石川高文 | | |
| 新型ロボットコントローラに搭載したモーション制御機能 | 3 | 217 |
| 前川清石 | | |
| 航空機エンジン部品対応“MSCoating” | 3 | 221 |
| 岡根正裕・後藤昭弘・寺本浩行・中村和司 | | |
| 高品位超硬加工システム“A.S.C.” | 3 | 225 |
| 中島洋二・石原秀一郎・瓦井久勝 | | |
| 新型炭酸ガス二次元レーザ加工機“ML3015NX-60CF-R” | 3 | 229 |
| 杉原和郎・井上 孝・北川岳史 | | |
| プリント基板用新型レーザ加工機“ML605GTW II-5150U” | 3 | 233 |
| 金田充弘・鈴館俊之・内山研吾 | | |

特集「アドバンスソリューション」

| | | |
|--------------------------------|---|-----|
| “連携”と“シナジー”を核とした成長戦略への取り組み | 4 | 239 |
| 松丸 憲 | | |
| 成長戦略としてのアドバンスソリューション | 4 | 240 |
| 浅見公一・朝日宣雄 | | |
| 三菱電機トータルセキュリティソリューション“DIGUARD” | 4 | 245 |
| 竹田昌弘・松岡正人・笹川耕一 | | |
| セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET” | 4 | 249 |
| 三浦健次郎・桑原直樹・三尾武史・林 鋭志・松下雅仁・北上真二 | | |
| 三菱電機の映像ソリューション | 4 | 255 |
| 室園 透・岩竹隆史 | | |
| 屋内型オーラビジョン“Resolia” | 4 | 260 |
| 飯尾信哉 | | |
| ディスプレイウォールシステム | 4 | 265 |
| 岩永敏弥・渋谷重教・山辺俊樹 | | |
| インタラクティブデジタルサイネージ | 4 | 270 |
| 田中 敦・石井 徹・宮原浩二・米沢みどり・久世武知 | | |
| 高効率太陽光発電を支える技術 | 4 | 275 |
| 藤岡弘文・松野 繁・岩田明彦 | | |

Heat Pump Technologies Development for Energy Conservation and High Performance of Air-conditioner and How-water-system

| | |
|--|--|
| Business Strategy for a Selection of Refrigerants | |
| Eiji Hihara | |
| Recent Heat Pump Technologies for Energy Saving | |
| Hitoshi Iijima, Toshihiko Enomoto, Toshihide Kouda | |
| Twin Rotary Compressor with Caulking Assembly Innovation | |
| Taro Kato, Toshinori Arai | |
| Technologies of Improving Efficiency and Noise Decreasing of Propeller Fan | |
| Seiji Nakashima, Shoji Yamada | |
| Improvement of the Heating Capacity of Air Conditioners for Cold Region | |
| Makoto Saito | |
| Room Air Conditioner “Kirigamine ZW Series” | |
| Hiroaki Makino | |
| 10HP Business Use Air Conditioner for Energy Saving and Compactification | |
| Masanobu Baba, Masato Yosomiya, Kojiro Motomura | |
| Functional Enhancement of Air Conditioning System | |
| Yuji Matsuura, Yutaka Aoyama, Takeshi Horimoto | |
| Heat Pump Water Heater Using CO ₂ for Commercial Use | |
| Tomoyoshi Oobayashi, Toshiro Abe, Kenji Yano, Takashi Okazaki, Yohei Kato | |

Mechatronics

| | |
|--|--|
| “Monozukuri” Renaissance | |
| Nobuo Shogaki | |
| Present and Future Trend of the Core Technologies in the Industrial Processing Machine | |
| Yoshihito Imai | |
| Feature of New Industrial Robot “RV-SQ/SD Series” | |
| Takafumi Ishikawa | |
| Motion Control Functions for Industrial Robots | |
| Kiyoshi Maekawa | |
| “MSCoating” for Aircraft Engine Parts | |
| Masahiro Okane, Akihiro Goto, Hiroyuki Teramoto, Kazushi Nakamura | |
| High Quality Hard Metals (WC-Co) Machining System “A.S.C.” | |
| Yoji Nakajima, Shuichiro Ishihara, Hisakatsu Kawarai | |
| CO ₂ 2D Laser Processing System “ML3015NX-60CF-R” | |
| Kazuo Sugihara, Takashi Inoue, Takeshi Kitagawa | |
| Laser Drilling System “ML605GTW II-5150U” | |
| Atsuhiko Kaneda, Toshiyuki Hokodate, Kengo Uchiyama | |

Advanced Solutions

| | |
|--|--|
| Our Growth Strategy Focusing on Group Collaboration and Synergic Effects | |
| Ken Matsumaru | |
| Advanced Solutions to Realize Our Growth Strategy | |
| Koichi Asami, Nobuo Asahi | |
| Total Security Solution “DIGUARD” | |
| Akihiro Takeda, Masato Matsuoka, Koichi Sasakawa | |
| “DIGUARD NET” : Security System Integration Platform | |
| Kenjiro Miura, Naoki Kuwahara, Takeshi Mio, Eiji Hayashi, Masahito Matsushita, Shinji Kitagami | |
| The Display Solution of Mitsubishi Electric | |
| Toru Murozono, Takashi Iwatake | |
| LED Screen “Resolia” for Indoor Use | |
| Shinya Iio | |
| Display Wall System | |
| Toshiya Iwanaga, Shigenori Shibue, Toshiki Yamabe | |
| Interactive Digital Signage | |
| Atsushi Tanaka, Toru Ishii, Koji Miyahara, Midori Yonezawa, Taketomo Kuze | |
| Technologies for High Efficiency Photovoltaic System | |
| Hirofumi Fujioka, Shigeru Matsuno, Akihiko Iwata | |

| | | |
|---|---|-----|
| 高効率エネルギー社会を実現する エネルギーソリューション技術 | 4 | 279 |
| 泉井良夫・坂本忠昭・森 一之・小島康弘・高野富裕 | | |
| 省エネルギーを支えるパワーエレクトロニクス | 4 | 284 |
| 小山正人・光田憲朗・大井健史・佐竹 彰 | | |
| 三菱電機の街づくりソリューション | 4 | 288 |
| 加山 勉 | | |

特集「情報セキュリティ技術」

| | | |
|--|---|-----|
| コンテンツについて思うこと | 5 | 295 |
| 笠原正雄 | | |
| 暗号技術の現状と将来展望 | 5 | 296 |
| 松井 充 | | |
| IDベース暗号アルゴリズムと暗号メールシステム | 5 | 301 |
| 高島克幸・坂上 勉 | | |
| 量子暗号の開発動向と安全性評価技術 | 5 | 305 |
| 長谷川俊夫・石塚裕一・鶴丸豊広 | | |
| 伝令付き単一光子源による量子暗号実験 | 5 | 309 |
| 西岡 毅・鶴丸豊広 | | |
| 耐タンパー評価・対策技術 | 5 | 313 |
| 佐伯 稔 | | |
| 暗号アルゴリズムのハードウェア実装技術 | 5 | 317 |
| 鈴木大輔 | | |
| ブロック暗号アルゴリズム実装性能評価 | 5 | 321 |
| 中嶋純子・松井 充 | | |
| ITセキュリティ評価基準ISO/IEC15408と 三菱電機グループの取り組み | 5 | 325 |
| 泉 幸雄・森垣 努・山本俊輔 | | |
| DSRCシステムにおけるセキュリティ技術 | 5 | 329 |
| 三澤 学・伊川雅彦・岡 賢一郎・小泉 薫 | | |
| 三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ”の 映像情報セキュリティ | 5 | 333 |
| 山口晃由・上田智弘 | | |
| セキュア携帯電話システム | 5 | 337 |
| 辻 宏郷・米田 健 | | |
| Javaによる状況依存アクセス制御技術 | 5 | 341 |
| 松田 規・米田 健 | | |
| センサセキュリティ技術 | 5 | 345 |
| 伊藤 隆・米田 健 | | |
| PKI技術への当社の取り組み | 5 | 349 |
| 武田 哲・山中忠和・茗原秀幸 | | |
| 情報セキュリティガバナンスシステム | 5 | 353 |
| 近藤誠一・撫中達司・鶴川達也・佐伯保晴・遠藤 淳 | | |

特集「高周波・光デバイス」

| | | |
|---|---|-----|
| 革新的なデバイス・集積化技術を基点として | 6 | 359 |
| 小山二三夫 | | |
| 高周波・光デバイスの将来展望 | 6 | 360 |
| 山下光二 | | |
| DVD/CD用高出力2波長半導体レーザー | 6 | 365 |
| 西田武弘・多田仁史・花巻吉彦・高田 誠・中島美幸 | | |
| Blu-ray記録用高出力青紫色半導体レーザー | 6 | 369 |
| 蔵本恭介・川崎和重・大野彰仁・鈴木洋介 | | |
| CDMA用2.4V低レフェレンス電圧動作 HBT-MMIC電力増幅器 | 6 | 373 |
| 森脇孝雄・山本和也・大塚裕之・小川喜之 | | |
| WiMAX CPE用高出力HBT電力増幅器モジュール | 6 | 377 |
| 久留須 整・奥田敏雄・島村将一・小西晋輔・高原良雄 | | |
| マイクロ波帯3同調形広帯域VCO | 6 | 381 |
| 津留正臣・川上憲司・楢枝護重 | | |

| |
|--|
| Energy Solution Technology for Energy Saving Society Yoshio Izui, Tadaaki Sakamoto, Kazuyuki Mori, Yasuhiro Kojima, Tomihiro Takano |
| Power Electronics Promoting Energy Conservation Masato Koyama, Kenro Mitsuda, Takeshi Oi, Akira Satake |
| The Solution Proposal for the Advanced City by Mitsubishi Electric Corporation Tsutomu Kayama |

Information Security Technology

| |
|--|
| Some Notes on Contents Masao Kasahara |
| Technology Trends and Future of Cryptographic Algorithms Mitsuru Matsui |
| Identity-Based Encryption Algorithm and Mail System Katsuyuki Takashima, Tsutomu Sakagami |
| Research Trend of Quantum Cryptography and Security Analysis Toshio Hasegawa, Hirokazu Ishizuka, Toyohiro Tsurumaru |
| Quantum Key Distribution Experiment with the Heralded Single Photon Source Tsuyoshi Nishioka, Toyohiro Tsurumaru |
| Tamper-resistance Evaluation and Countermeasure Technology Minoru Saeki |
| Hardware Implementation for Cryptographic Algorithm Daisuke Suzuki |
| Performance Evaluation of Block Encryption Algorithms on Core2 Junko Nakajima, Mitsuru Matsui |
| ISO/IEC15408 IT Security Evaluation Criteria and Our Activities Yukio Izumi, Tsutomu Morigaki, Shunsuke Yamamoto |
| Security Technology for DSRC Systems Manabu Misawa, Masahiko Ikawa, Kenichiro Oka, Kaoru Koizumi |
| Information Security for Mitsubishi Digital CCTV System “MELOOK μ” Teruyoshi Yamaguchi, Tomohiro Ueda |
| Secure Mobile Phone System Hiroto Tsuji, Takeshi Yoneda |
| Context-dependent Access Control for Java Nori Matsuda, Takeshi Yoneda |
| Sensor Security Technology Takashi Ito, Takeshi Yoneda |
| Our Efforts to PKI Technology Satoshi Takeda, Tadokazu Yamanaka, Hideyuki Miyohara |
| Information Security Governance System Seiichi Kondo, Tatsuji Munaka, Tatsuya Tsurukawa, Yasuhiro Saeki, Jun Endo |
| High Frequency and Optical Devices |
| Innovation Based on Photonics Device and Integration Breakthrough Fumio Koyama |
| Future Perspective of High Frequency and Optical Devices Koji Yamashita |
| Dual-Wavelength High-Power Laser Diode for DVD/CD Optical Disc Drive Takehiro Nishida, Hitoshi Tada, Yoshitiko Hanamaki, Makoto Takada, Yoshiyuki Nakashima |
| High Power Blue-Violet Laser Diode for Recordable Blu-ray Disc System Kiyosuke Kuramoto, Kazushige Kawasaki, Akihito Ohno, Yosuke Suzuki |
| A 2.4-V Low-Reference-Voltage Operation, HBT-MMIC Power Amplifier Module for CDMA Applications Takao Moriwaki, Kazuya Yamamoto, Hiroyuki Otsuka, Nobuyuki Ogawa |
| HBT High Power Amplifier Modules for WiMAX CPE Applications Hitoshi Kurusu, Toshio Okuda, Shoichi Shimamura, Shinsuke Konishi, Yoshio Takahara |
| Microwave Triple Tuned Wideband VCO Masaoami Tsuru, Kenji Kawakami, Morishige Hieda |

| | | |
|--|---|-----|
| 60W出力C帯広帯域高効率GaN-HEMT | 6 | 385 |
| 山本佳嗣・加茂宣卓・茶木 伸・山中宏治・大塚浩志 | | |
| AlGaInチャンネルによるトランジスタの高耐圧化 | 6 | 389 |
| 南條拓真・吹田宗義・大石敏之・武内道一・青柳克信 | | |
| 高感度2.5/10Gbps InAlAsアバランシェ・フォトダイオード | 6 | 393 |
| 石村栄太郎・柳生栄治・中路雅晴・庵原 晋 | | |
| 40Gbps波長変換デバイス | 6 | 397 |
| 宮崎泰典・宮原利治・八田竜夫 | | |
| 43Gbps変調器集積型LDモジュール/PDモジュール | 6 | 401 |
| 岡田規男・宮原利治・品田卓郎・杉立厚志・八田竜夫 | | |
| 10Gbps 直接変調LD用ドライバIC | 6 | 405 |
| 高相 純・東坂範雄・高田賢吾・松原 司 | | |
| +85℃動作10Gbps XFP光トランシーバ | 6 | 409 |
| 島田征明・柴尾新路 | | |
| 化合物半導体におけるめっき技術 | 6 | 413 |
| 西沢弘一郎・中川康幸・砂本昌利・小島善樹・松岡 敬 | | |
| 高周波・光デバイス用パッケージと実装技術の動向 | 6 | 417 |
| 高木晋一 | | |
| 特集「企業・社会の発展を支えるITソリューション」 | | |
| Do It Yourself IT | 7 | 423 |
| Haim Mendelson | | |
| インフォメーションシステム事業のねらいと展望 | 7 | 426 |
| 伏見信也・中川路哲男 | | |
| ネットワークオペレーション業務を効率化する 運用監視ナビゲーションシステム | 7 | 431 |
| 松下年伸・木村俊之 | | |
| ネットワーク運用管理サービスの高度化を実現する 企業向けポータルサイトシステム | 7 | 435 |
| 増田裕紀・本部祐史 | | |
| EDIサービスシステムの高信頼化 | 7 | 439 |
| 吉田 稔・秦野克彦・松浦陽亮 | | |
| 紙文書の不正持ち出しをブロックする “文書持ち出し監視/ドキュメント棚卸システム” | 7 | 445 |
| 虎渡昌史・村上耕平・末沢康弘・伊藤俊之 | | |
| “ネカ録”最新シリーズによる遠隔・集中監視ソリューション | 7 | 449 |
| 西村達夫・内村誠之 | | |
| “DIGUARD NET” 対応統合ID管理サーバを用いた 情報システム・入退室管理システム連携ソリューション | 7 | 453 |
| 近藤誠一・堀 辰也・池田健一郎・伊藤英明 | | |
| 保健医療福祉分野の情報化を安全と標準で支える ヘルスケアPKI対応ICカードミドルウェア | 7 | 457 |
| 齋藤和美・米田 健・茗原秀幸・角野章之 | | |
| 1000万件のメールを1秒で検索する “LogAuditor Mail Saver” | 7 | 461 |
| 大塚哲史・石川雅朗・加藤 守 | | |
| パソコンからの情報漏洩を防止する“CRYPTOFILE PLUS for Vista” | 7 | 465 |
| 小田切信一 | | |
| 三菱電機オフィシャルウェブサイトを支える 企業ウェブサイト構築・運用ソリューション | 7 | 469 |
| 磯西徹明・鈴木靖宏・大矢富保・安齋利典・粕谷俊彦 | | |
| システム構築のためのプラットフォーム活用標準“MIWESTA/PF” | 7 | 473 |
| 朝倉耕一・村田謙一・花崎芳彦・松浦福平・原田雅史 | | |
| 生花市場におけるせり総合システム市場くんシリーズ “生花卸売業システム” | 7 | 477 |
| 野上泰弘・小池信成 | | |
| 特集「エコファクトリー化技術」 | | |
| エコファクトリー化技術特集に寄せて | 8 | 483 |
| 水野 彰 | | |

| | | |
|---|---|-----|
| 60W Output Power C Band Broadband High Efficiency GaN-HEMT | 6 | 385 |
| Yoshitsugu Yamamoto, Yoshitaka Kamo, Shin Chaki, Koji Yamanaka, Hiroshi Otsuka | | |
| Breakdown Voltage Enhancement in AlGaIn Channel Transistors | 6 | 389 |
| Takuma Nanjo, Muneyoshi Saito, Toshiyuki Oishi, Misaichi Takeuchi, Yoshinobu Aoyagi | | |
| High Sensitivity 2.5/10Gbps InAlAs Avalanche Photodiodes | 6 | 393 |
| Eitaro Ishimura, Eiji Yagyu, Masaharu Nakaji, Susumu Ihara | | |
| 40Gbps All-Optical Wavelength Converter | 6 | 397 |
| Yasunori Miyazaki, Toshiharu Miyahara, Tatsuo Hatta | | |
| 43Gbps EAM-LD Module / PD Module | 6 | 401 |
| Norio Okada, Toshiharu Miyahara, Takuro Shinada, Atsushi Sugitatsu, Tatsuo Hatta | | |
| 10Gbps Laser Diode Driver IC for Direct Modulation | 6 | 405 |
| Jun Takasoh, Norio Higashisaka, Kengo Takata, Tsukasa Matsubara | | |
| 10Gbps XFP Optical Transceiver Operable up to +85°C | 6 | 409 |
| Masaaki Shimada, Shinji Shibao | | |
| Plating Technology of the Compound Semiconductor | 6 | 413 |
| Koichiro Nishizawa, Yasuyuki Nakagawa, Masatoshi Sunamoto, Yoshiki Kojima, Hiroshi Matsuoka | | |
| Trend of Package and Jisso Technology for High Frequency and Optical Device | 6 | 417 |
| Shinichi Takagi | | |
| IT Solutions for the Progress of Enterprises and Society | | |
| Do It Yourself IT | 7 | 423 |
| Haim Mendelson | | |
| Scope and Vision of Mitsubishi Electric Group's Information Systems and Network Services | 7 | 426 |
| Shinya Fushimi, Tetsuo Nakakawaji | | |
| Navigation System for Improving the Efficiency of Network Monitoring and Operation | 7 | 431 |
| Toshinobu Matsushita, Toshiyuki Kimura | | |
| Portal Site System for Enterprise that Achieves Upgrade of Network Management Service | 7 | 435 |
| Yuki Masuda, Yuuji Honbu | | |
| Progress of EDI Service System Reliability | 7 | 439 |
| Minoru Yoshida, Katsuhiko Hatano, Yosuke Matsuura | | |
| Confidential Paper Documents Management System | 7 | 445 |
| Masashi Torato, Kohei Murakami, Yasuhiro Suezawa, Toshiyuki Ito | | |
| Remote and Centralized Surveillance Solutions with “NECAROKU” New Series | 7 | 449 |
| Tatsuo Nishimura, Seishi Uchimura | | |
| Information Systems and Physical Access Control Systems Integrated Solution Using ID Management Server with “DIGUARD NET” | 7 | 453 |
| Seiichi Kondo, Tatsuya Hori, Kenichiro Ikeda, Hideaki Ito | | |
| Smart Card Middleware for Healthcare PKI | 7 | 457 |
| Kazumi Saito, Takeshi Yoneda, Hideyuki Miyohara, Akiyuki Sumino | | |
| “LogAuditor Mail Saver” : Email Archive Solution with High-Speed Search up to 10 Million Emails per Second | 7 | 461 |
| Tetsufumi Otsuka, Masaaki Ishikawa, Mamoru Kato | | |
| “CRYPTOFILE PLUS for Vista” : Provides File and Whole Disk Encryption Features | 7 | 465 |
| Shinichi Odagiri | | |
| Corporate Web Site Solution | 7 | 469 |
| Tetsuaki Isonishi, Yasuhiro Suzuki, Tomiyasu Oya, Toshinori Anzai, Toshihiko Kasuya | | |
| Platform Infrastructure Standard “MIWESTA/PF” for System Development | 7 | 473 |
| Kouichi Asakura, Kenichi Murata, Yoshihiko Hanazaki, Yohei Matsuura, Masafumi Harada | | |
| “Flower Wholesale Trade System” of ICHIBAKUN Series | 7 | 477 |
| Yasuhiro Nogami, Nobushige Koike | | |
| Eco Factory Technology | | |
| “Eco-Factory”—A Key Concept of Technological Development for Better Life and Sustainable System | 8 | 483 |
| Akira Mizuno | | |

| | |
|--|---------|
| エコファクトリー化技術 …………… 8 ……484 佐々木 明 | 8 ……484 |
| マイクロバブルを用いた環境配慮型洗浄技術 …………… 8 ……489 宮本 誠・松井久恵・上山智嗣・柴田洋平・葛本昌樹 | 8 ……489 |
| 事業所における水リサイクル技術の展開 …………… 8 ……493 安永 望 | 8 ……493 |
| 工場におけるエコファクトリー活動 …………… 8 ……497 鐘尾 茂・井上秀勝・吉岡央人 | 8 ……497 |
| 省エネルギー変圧器の技術動向と省エネルギー性能 …… 8 ……501 平 哲・南井良文 | 8 ……501 |
| 炭酸ガスレーザ加工機の技術変遷と加工コスト低減 …… 8 ……505 宮崎隆典・杉原和郎・棚橋邦浩 | 8 ……505 |
| 省エネルギー用途の瞬発力型キャパシタ …………… 8 ……509 光田憲朗・竹村大吾・相原 茂・久保一樹 | 8 ……509 |
| “JIT”を旗印に環境改善活動 …………… 8 ……513 津守秀成・服部 彰・武田安史 | 8 ……513 |
| 工場省エネルギー活動の現状と今後 …………… 8 ……517 柴田輝幸・津田高弘・神生清一 | 8 ……517 |
| IT技術を適用した省エネルギー支援システムの構築 …… 8 ……521 石井俊直・石原 鑑・柳原慎太郎・佐々木和也 | 8 ……521 |
| 工場トータルエネルギー管理システム …………… 8 ……525 森 一之 | 8 ……525 |
| グリーン調達システム …………… 8 ……529 樋熊弘子・名塩 優・丹羽由樹子・富本佳彦・鬼山 基 | 8 ……529 |
| 化学物質排出削減 …………… 8 ……533 宇佐美 亮 | 8 ……533 |
| VOC除害装置 …………… 8 ……536 稲永康隆・生沼 学・谷村泰宏・葛本昌樹 | 8 ……536 |
| 鉛フリーはんだ中のAu含有量が信頼性に与える影響 …… 8 ……541 前田 晃・前田智佐子・山田 朗・小山正人 | 8 ……541 |
| 特集「ビル設備 — 安全・安心・省エネルギーを考える —」 | |
| 時代の要請をともにいち早く実用化する …………… 9 ……547 小田川和男 | 9 ……547 |
| 三菱電機トータルセキュリティソリューション “DIGUARD”システムの展開 …………… 9 ……548 前田卓志・三尾武史・安藤暢彦・蓬田 仁 | 9 ……548 |
| 三菱ビル遠隔管理サービス“メルセントリーWisシリーズ” …… 9 ……553 田中啓嗣・渡邊啓嗣 | 9 ……553 |
| 三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ” …………… 9 ……557 上田智弘・茂木一男・神田英伸 | 9 ……557 |
| 三菱統合ビルオートメーションシステム “MELBAS-AD Web”の機能拡充 …………… 9 ……561 阪田 哲・小島康治・福田浩士 | 9 ……561 |
| 三菱食品店舗管理システム“MELISISⅣ” …………… 9 ……565 保坂貴司・小倉 誠 | 9 ……565 |
| 高層建物向けの昇降機システム …………… 9 ……569 竹内伸和 | 9 ……569 |
| エスカレーターの異常診断技術 …………… 9 ……573 葛田広幸・平位隆史・志賀 諭 | 9 ……573 |
| 昇降機現場知識共有システム …………… 9 ……577 坂上聡子・岩田雅史 | 9 ……577 |
| 寒冷地向けビル用マルチエアコン“リプレースズバ暖マルチY” …… 9 ……581 森本 修・井上陽介 | 9 ……581 |
| ペリメータファンによるビル空調負荷の低減 …………… 9 ……586 荒木克己・石川忠昭 | 9 ……586 |
| グリッド天井対応照明器具“Easyecoマルチグリッドシリーズ” …… 9 ……590 石井義人・長谷川勇次 | 9 ……590 |
| エネルギー管理を実現するBEMS …………… 9 ……593 内田裕幸・佐藤康夫 | 9 ……593 |

| | |
|--|---------|
| Eco-factory Technology Akira Sasaki | 8 ……484 |
| Non-chemical Cleaning Technology by Utilizing Microbubble Makoto Miyamoto, Hisae Matsui, Satoshi Ueyama, Yohei Shibata, Masaki Kuzumoto | 8 ……489 |
| Application of Water Recycling Technology to Offices and Factories Nozomu Yasunaga | 8 ……493 |
| Eco-factory Activity in Factory Shigeru Kanao, Hidekatsu Inoue, Hisato Yoshioka | 8 ……497 |
| Technological Trend and Energy Performance of Energy-saving Transformer Satoshi Taira, Yoshifumi Minamii | 8 ……501 |
| Technology Transition of CO ₂ 2D Laser Processing System and Its Processing Cost Reduction Takanori Miyazaki, Kazuo Sugihara, Kunihiko Tanahashi | 8 ……505 |
| Momentary-load Electric Double-layer Capacitors for Saving Energy Kenro Mitsuda, Daigo Takemura, Shigeru Aihara, Kazuki Kubo | 8 ……509 |
| Environmental Improvement Activity with the Slogan of “JIT” Hideshige Tsumori, Akira Hattori, Yasushi Takeda | 8 ……513 |
| Current and Future Activities for Factory Energy Saving Teruyuki Shibata, Takahiro Tsuda, Kiyochi Shinsei | 8 ……517 |
| Application of Information Technology to Integrated Visualization for Energy Conservation Toshinao Ishii, Akira Ishihara, Shintaro Yanagihara, Kazuya Sasaki | 8 ……521 |
| Total Energy Management System for Factories Kazuyuki Mori | 8 ……525 |
| Green Procurement System Hiroko Higuma, Masaru Najio, Yukiko Niwa, Yoshihiko Tomimoto, Motoi Oniyama | 8 ……529 |
| Decrease in Chemical Emissions Ryo Usami | 8 ……533 |
| VOC Abatement Equipment Yasutaka Inanaga, Gaku Onuma, Yasuhiro Tanimura, Masaki Kuzumoto | 8 ……536 |
| Effect of Au Content on the Reliability of Pb-free Solders Akira Maeda, Chisako Maeda, Akira Yamada, Masato Koyama | 8 ……541 |
| Building Facilities — Focus on Safety, Security and Energy Saving Collaborate to Realize Prompt Practical Implementation of the Demands of the Era Kazuo Odagawa | 9 ……547 |
| Market Deployment of Total Security Solution “DIGUARD” Takuji Maeda, Takeshi Mio, Nobuhiko Ando, Hitoshi Yomogida | 9 ……548 |
| Remote Building Management Service System Keiji Tanaka, Yoshitsugu Watanabe | 9 ……553 |
| Mitsubishi Digital CCTV System “MELOOK μ” Tomohiro Ueda, Ichio Motegi, Hidenobu Kanda | 9 ……557 |
| Function Expansion of Mitsubishi Electric Integrated Building Automation System “MELBAS-AD Web” Satoshi Sakata, Yasuji Kojima, Hiroshi Fukuda | 9 ……561 |
| The Control Systems to Manage Temperature of Showcase in Food Store “MELISIS-Ⅳ” Takashi Hosaka, Makoto Ogura | 9 ……565 |
| Elevators for High-rise Buildings Nobukazu Takeuchi | 9 ……569 |
| Fault Diagnosis Technology for Escalator Hiroyuki Tsutada, Takashi Hirai, Satoshi Shiga | 9 ……573 |
| Knowledge Management System for Lift Maintenance Field Satoshi Sakajo, Masafumi Iwata | 9 ……577 |
| Packaged Air Conditioner “REPLACE ZUBA-DAN MULTI Y” for Cold Regions Osamu Morimoto, Yosuke Inoue | 9 ……581 |
| Load Reduction of Building Air Conditioning by Perimeter Fan Katsumi Araki, Tadaaki Ishikawa | 9 ……586 |
| Lighting Equipments “Easyeco Multi-Grid Series” for Grid Ceiling Yoshito Ishii, Yuji Hasegawa | 9 ……590 |
| BEMS that Achieves Energy Management Hiroyuki Uchida, Yasuo Sato | 9 ……593 |

ビル向け無線LANシステム 9...597
中岡正喜・後藤泰史

特集「事業競争力強化と情報システム」

事業の発展に貢献する情報システムの要件10...613
小泉寿男

事業競争力強化と情報システム10...614
小田島孝好・太田 太

事業環境変化への迅速な対応を可能とする
グローバルオペレーション基盤の確立10...619
廣田真紀・田中賢一・植松潤一・三ツ井里奈

三菱半導体におけるSCMの改善10...623
足立郁孝・市原健一・山本晋也・田村義明

設計・手配情報のワンソースマルチユースによる
短納期受注製品のリードタイム短縮10...627
丹羽由樹子・勝山恒吉・前川宗久

“工程進捗の見える化システム”活用による
遅欠品防止の取り組み10...631
岩城賢治・村瀬友行

保守・アフターサービス事業強化に向けた業務プロセス改善10...635
澤井善久・寺西淳泰・長田実那子

マネジメントシステムを活用した
三菱電機オフィシャルウェブサイト運営10...638
安齋利典・大矢富保・磯西徹明・清水道夫・忠内 康

情報システム活用による
車載センサの高品質・高生産性生産ラインの実現10...642
岸本博吉・梶田耕平・村上貴澄・熊谷宗人・森澤建司

製品在庫集約と販売情報連携強化による
物流構造改革10...646
金子貴幸・横山佳士・奥崎純一・松本 茂

環境経営を支える“環境統合情報システム”10...650
池神正晃・竹内秀年・中村 馨・田辺勝則・福田孝司

内部統制におけるIT統制の進め方10...654
熊手剛彦・小川晃司

情報システムセキュリティ(1)
三菱電機グループにおける取り組み10...658
佐藤尚之・小林正幸・齋藤琢磨

情報システムセキュリティ(2)
情報システム基盤からの取り組み10...662
黒田清隆・安田 忍・柳瀬賢治・今井 功

汎用コンピュータからオープン環境への
基幹系システム全面移行10...666
下出聖子・柿本孝幸

オープンシステム構築に最適化した
情報システム開発標準の整備10...670
林 和史・山下洋徳・中原智哉

特集「進化する受配電システム技術」

受配電システム技術の更なる進歩11...675
日高邦彦

より良い製品を目指して進化する受配電システム機器11...676
石川雅廣

7.2~72kV 脱SF₆ガス絶縁スイッチギヤ11...681
有岡正博・吉田 暁・矢野知孝・井上直明・吉田忠弘

海外市場向けスイッチギヤ“MS-E”11...685
佐野幸治・小林弘嗣・小鶴 進・堀之内克彦

環境保全に配慮した真空遮断器“VFシリーズ”と
キーパーツ真空バルブ11...689
大川義博・古賀博美・山田 博・原田貴和・鳥羽慎司

信頼性・使いやすさを向上させた“B形コントロールセンタ”11...694
大西健司・岩澤頼晃

A Wireless LAN System for Buildings
Masaki Nakaoka, Yasushi Goto

Making Full Use of Information Systems to Strengthen the Competitiveness of Our Business

Important Matter of Information System to Contribute to the Expanding Business
Hisao Koizumi

Making Full Use of Information Systems to Strengthen the Competitiveness of Our Business
Takayoshi Odajima, Dai Ohta

Global Operation for Prompt Action to the Fluctuation of Market Environment
Maki Hirota, Kenichi Tanaka, Junichi Uematsu, Rina Mitsui

Innovation for Semiconductor SCM
Ikuyoshi Adachi, Kenichi Ichihara, Shinya Yamamoto, Yoshiaki Tamura

Lead Time Reduction of Quick Delivery Products by Centralization of Design
and Arrangement Information
Yukiko Niwa, Tsuneyoshi Katsuyama, Munehisa Maekawa

Shortage Prevented by Visualization of Process Flow
Kenji Iwaki, Tomoyuki Murase

Process Improvement for Enhancement of After-sales Service Business
Yoshihisa Sawai, Atsuhito Teranishi, Minako Nagata

The Mitsubishi Electric Official Website Management System
Toshinori Anzai, Tomiyasu Oya, Tetsuaki Isonishi, Michio Shimizu, Yasushi Tadauchi

Quality and Productivity Improvement of Automotive Sensor Production by IT Systems
Hiroyoshi Kishimoto, Kohei Kajita, Takasumi Murakami, Munehito Kumagai, Kenji Morisawa

Logistics Innovation by Strengthening of Collaboration with Intensive Inventory and Sales
Information
Takayuki Kaneko, Keishi Yokoyama, Junichi Okuzaki, Shigeru Matsumoto

Environmental Management Supported by ECO-oriented Corporate Management System
Masaaki Ikegami, Hidetoshi Takeuchi, Kaoru Nakamura, Katsunori Tanabe, Takashi Fukuda

IT General Controls on Internal Control System
Takehiko Kumada, Koji Ogawa

Information System Security Management in Mitsubishi Electric Group
Naoyuki Sato, Masayuki Kobayashi, Takuma Saito

Introduction to Information System Security Infrastructure in Mitsubishi Electric Group
Kiyotaka Kuroda, Shinobu Yasuda, Kenji Yanase, Isao Imai

Migration of Mission Critical Systems from Legacy Mainframe to Open Systems
Seiko Shimode, Takayuki Kakimoto

Implementation of Information System Development Standard for Open Systems
Kazufumi Hayashi, Hironori Yamashita, Tomoya Nakahara

The Evolution of Power Distribution Systems

Further Progress of Power Distribution Systems Technology
Kumihiko Hidaka

The Evolution of Power Distribution Systems for the Better Performances and Usefulness
Masahiro Ishikawa

7.2~72kV Dry Air Insulated Switchgear
Masahiro Arioka, Satoru Yoshida, Tomotaka Yano, Naoki Inoue, Tadahiro Yoshida

“MS-E Type” Metal-clad Switchgear for Overseas Markets
Koji Sano, Hirotosugu Kobayashi, Susumu Kozuru, Katsuhiko Horinouchi

Vacuum Circuit Breaker “VF series” and the Key Parts Vacuum Switch Tubes for which
Environmental Preservation are Considered
Yoshihiro Okawa, Hiromi Koga, Hiroshi Yamada, Takakazu Harada, Shinji Toba

“Type-B Motor Control Center” Improved Reliability and Usability
Kenji Onishi, Yoriaki Iwazawa

受配電設備における監視制御システム11...698
大西宏明・笹川 悟

MT法による絶縁物の劣化診断・
余寿命推定技術の適用拡大11...702
岡澤 周・三木伸介

**特集「水・電気・交通・防災・環境…
技術で支える社会インフラシステム」**

納得を支援する公共情報システムに向けて11...706
仲谷善雄

円筒多管式オゾン発生器の省エネルギー・省資源化 ...11...707
倉橋一豪・竹田智昭・尾台佳明・和田 昇

首都高速道路中央環状新宿線におけるトンネル防災システム...11...711
加藤久博・大塚 明

産業用電力線通信LSI及び装置11...715
水谷良則・杉山和宏・下笠 清

次世代監視制御システム
(Web/汎用データベース/GIS活用).....11...719
門馬 啓・古谷一雄・田中 覚

低環境負荷型制御盤11...723
土田貞夫・入来院浩司・水田善久

低炭素社会に向けた排出量取引の国内外動向11...727
塚田路治・マルタ マルミローリ・塚本幸辰・野中美緒・市田良夫

三菱電機関西地域のリサイクル推進活動11...731
大内雄次

特集「デジタルメディアを支える先進技術」

デジタルメディア技術の展望-10年後の符号化技術- ...12...737
相澤清晴

デジタルメディア技術の現状と将来12...738
村上篤道・依田文夫・浅井光太郎

高品質映像符号化技術の標準化動向12...743
山田悦久・関口俊一・山岸秀一・加藤嘉明

H.264 HDTV コーデック技術12...747
猪股英樹・本山信明・坂手寛治・平野 進・和田哲朗

大画面映像合成技術12...751
原田雅之・都丸義広

IPTV技術12...755
赤津慎二・横里純一・鷹取功人・平松晃一・中瀬卓也

再撮耐性電子透かし技術12...759
山田浩之・鈴木光義・和田 稔・合志清一・真島恵吾

MPEG-7技術-Image Signature:画像同定技術- ...12...763
西川博文・Paul Brasnett・Miroslaw Bober・加藤嘉明

列車内映像情報システムのインタフェースデザイン ...12...767
金子達史・朴 信映・木村淳一

バーチャルサラウンド技術12...771
木村 勝・松岡文啓

車載用“DIATONE”スピーカー技術.....12...775
橋本和彦

マルチタッチインタフェース技術12...779
鷺野浩之・川又武典

Webアプリケーションユーザーインタフェース構築技術 ...12...783
渡邊圭輔・今村 誠・天沼敏幸

普通論文

デジタル列車無線システム
—東日本旅客鉄道(株)首都圏在来線への導入— 2 ...167
三瀬敏生・久保博嗣・浦口 剛・太田 覚

ソフトウェア開発効率化のためのプロセスデータベース構築 ... 9 ...601
吉岡克浩・久野倫義・丹羽友光・中津茂美・武繁真一

基板実装設計の品質改善活動 9 ...605
川本公彦・中岡邦夫・吹野正弘・村上光平・堺 宏明

Supervisory Control System and Automatic Testing Facilities for Power Distribution Equipment
Hirosaki Onishi, Satoru Sasakawa

Applicability Evaluation of “Deterioration Diagnosis and Estimated Life Expectancy Technology of Insulators by the Mahalanobis-Taguchi Method of the Power Distribution System”
Hiroshi Okazawa, Shinsuke Miki

Total Products and Solutions for the Public Infrastructure Systems

Public-Use Systems Which Support People Find Actuality in Information
Yoshio Nakatani

Tubular Type Ozone Generator for Energy and Resource Saving
Kazutoshi Kurahashi, Tomoaki Takeda, Yoshiaki Odai, Noboru Wada

Disaster Prevention System in the Central Circular Shinjuku Route
Hisahiro Kato, Akira Otsuka

Advanced Power Line Communication Devices for Industry Usage
Yoshinori Mizugai, Kazuhiro Sugiyama, Kiyoshi Shimokasa

Next Generation Supervisory Control System (Web/Database/GIS Application)
Kei Momma, Kazuo Furuya, Satoru Tanaka

Controlgears for Energy and Resource Saving
Sadao Tsuchida, Koji Irikin, Yoshitisa Mizuta

Global Outlook of Emission Trading Scheme for Low Carbon Emission Society
Michiharu Tsukada, Maria Marmiroli, Yukioto Tsukamoto, Mio Nonaka, Yoshio Ichida

Recycle Promotion Activities of Mitsubishi Electric Corporation KANSAI Area
Yuji Ouchi

Advanced Digital Media Technology for a Sophisticated Information-Communication Society

Future Prospects of Digital Media Technology : Video Coding Techniques Ten Years Later
Kiyoharu Aizawa

Present Status and Future Prospect on Digital Media Technology
Tokumichi Murakami, Fumio Yoda, Kohtaro Asai

Standardization Trend of High Quality Video Coding Technology
Yoshihisa Yamada, Shun-ichi Sekiguchi, Shuichi Yamagishi, Yoshiaki Kato

MPEG-4 AVC/H.264 HDTV Video CODEC Technology
Hideki Inomata, Nobuaki Motoyama, Hiroharu Sakate, Susumu Hirano, Tetsuro Wada

Large Screen Video Synthesis
Masayuki Harada, Yoshihiro Tomaru

IPTV Technology
Shinji Akatsu, Junichi Yokosato, Norihito Takatori, Koichi Hiramatsu, Takuya Nakase

Digital Watermark Surviving After Re-shooting the Images Displayed on a Screen
Hiroaki Yamada, Mitsuyoshi Suzuki, Minoru Wada, Seiichi Goshi, Keigo Majima

MPEG-7 Technology - Image Signature -
Hirofumi Nishikawa, Paul Brasnett, Miroslaw Bober, Yoshiaki Kato

Interface Design of Visual Information System for the Train
Tatsuji Kaneko, Shinyoung Park, Junichi Kimura

Virtual Surround Technology
Masaru Kimura, Bunkei Matsuoka

“DIATONE” Car Speaker Technology
Kazuhiko Hashimoto

Multi-Touch User Interface
Hiroyuki Washino, Takenori Kawamata

Web Application Interface Development Technology
Keisuke Watanabe, Makoto Imamura, Toshiyuki Amanuma

Digital Train Radio System for Conventional Lines of East Japan Railway Company
Toshio Mise, Hiroshi Kubo, Takeshi Uraguchi, Satoru Ohta

Process Database for Software Development Efficiency Improvement
Katsuhiko Yoshioka, Noriyoshi Kuno, Tomomitsu Niwa, Shigemi Nakatsu, Shinichi Takeshige

Quality Improvement Activity of PCB Design
Kimihiko Kawamoto, Kunio Nakaoka, Masahiro Fuino, Kohei Murakami, Hiroaki Sakai



特許と新案***

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

データ切換装置 特許第3468115号(特開平11-220446)

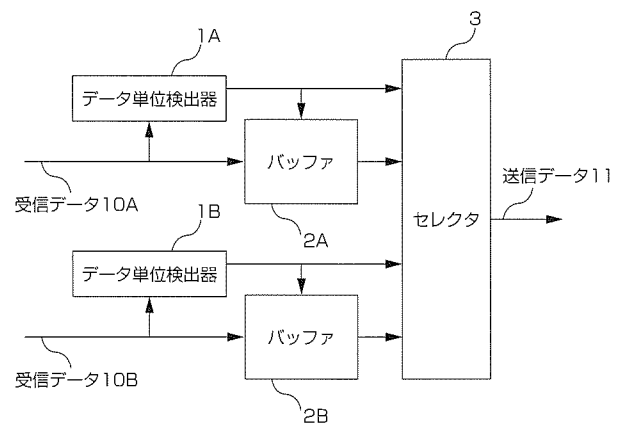
この発明は、複数の入力データストリームを切り換えて1つのデータストリームを出力する際に、シームレスにデータストリームを切り換えることができるデータ切換装置に関するものである。

従来のデータ切換装置では、複数のデータストリームが同期して入力されているため、同期しているフレーム単位でデータストリームを切り換えることで、データフレームを保持したままのシームレスな切り換えを行っていた。しかし、ビデオデータなどを可変長符号化されたデータを含むデータストリームでは、フレーム単位の同期を行うことはできず、シームレスな切り換えが行えなかった。

この発明では、データストリームを構成するデータの符号化単位を検出し、符号化単位の切れ目でデータストリームの切り換えを行う。その際、複数の入力データストリームの符号化単位は同期していないため、バッファによって入力データストリームを遅延させて符号化単位の切れ目を合わせてからデータの切り換えを行う。

発明者 馬場昌之、加藤嘉明、村上篤道

これによって、切り換え前後のデータストリームの符号化単位は保持されたままつなぎ合わされて出力データストリームとなるため、この出力データストリームを復号しても復号エラーの発生しない、シームレスな切り換えが実現できる。



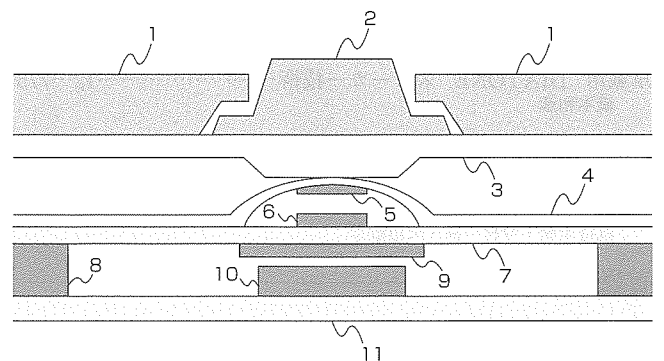
キースイッチ及び端末装置 特許第4144587号(特開2006-120550)

この発明は、端末装置に用いられるキースイッチ及びそのキースイッチを試用した端末装置にかかわるものであり、利用者に直接的な操作感をもたらすものである。

従来のキースイッチは、電流の導通を制御する機構によって、キースイッチのオンオフを利用して端末装置を操作するものであるが、オンオフの2状態しかないため、操作者の操作特徴を利用できないという問題があった。この発明では、固定電極6を備えた回路基板7とキートップ2と、その押下に伴い固定電極6に接触するよう設置された可動電極5とを備え、可動電極5と固定電極6が接触短絡することによってスイッチング動作を行うキースイッチで、接触後にキートップにさらに強い力が加わることで撓(たわ)んだ回路基板7の変形量を測定する歪(ひずみ)ゲージ10を備える回路基板11を設けている。

これによって、キースイッチのオンオフの確実な操作に加え、押下の強弱量を利用することができる。これを利用

発明者 川又武典、清水浩一、川口隆司、谷口貴也
することで、画面スクロールの速度、カメラのズームの程度、音響機器のボリュームの変化量の制御など、ユーザーの直感的な操作感を実現する高度なインタフェースの実現が可能となる。





特許と新案 * * *

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

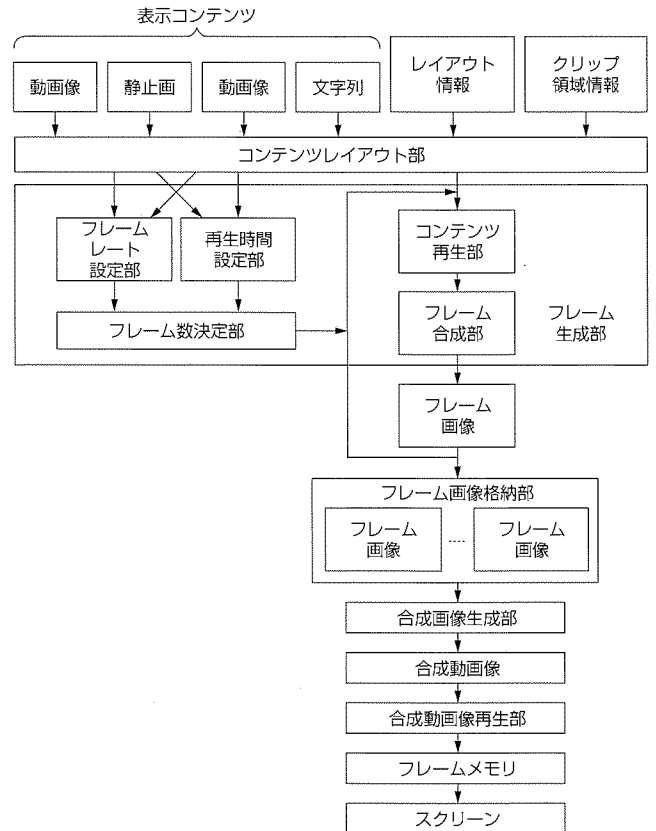
有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

コンテンツ表示装置 特許第4128466号(特開2004-248076)

発明者 内藤麻奈美, 田中 敦, 前嶋一也, 室園 透

この発明は、コンテンツ表示装置に関するものである。
従来の装置では、多数の動画又は静止画コンテンツを一つの画面に合成して表示させようとする場合、動画の性能を劣化させることなく表示することが実現されていなかった。

この発明では、動画のコンテンツ及び静止系のコンテンツからなる複数のコンテンツの画像データの、フレームメモリ上における格納位置を指定するレイアウト情報に基づいて、各コンテンツの配置位置を決定するコンテンツレイアウト部を設け、コンテンツレイアウト部でフレームメモリ上における各コンテンツの格納位置を決定した状態で、動画コンテンツ群の一つのフレーム画像を生成する処理を繰り返すことによって複数のフレーム画像を生成するフレーム生成部と、それらを集めることによって一つの合成動画画像を生成する合成動画画像生成部と、動画の再生画像データをフレームメモリに格納する合成動画画像再生部とを備え、合成動画画像再生部で格納された合成動画画像が背景画像として重ねて表示されるように静止系コンテンツ群の画像データを上記フレームメモリに格納するコンテンツ描画部とを備えている。これによって、動画を含む多数のコンテンツを処理効率よく合成し、表示することが可能となる。



〈本号記載の商標について〉

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.83 No.1 特集「技術の進歩」

| | |
|---|--|
| 三菱電機技報編集委員 委員長 杉山 武史 委員 小林智里 増田正幸 滝田英徳 岩崎慎司 糸田 敬 世木逸雄 江頭 誠 河合清司 種子島一史 安井公治 石川哲史 光永一正 河内浩明 橋高大造 事務局 園田克己 本号取りまとめ委員 石川 泰 | 三菱電機技報 82巻12号 2008年12月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2008年12月25日 発行 編集人 杉山 武史 発行人 園田 克己 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話 (03)3288局1847 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03)3233局0641 定 価 1部945円(本体900円) 送料別 |
| 三菱電機技報 URL 三菱電機技報に関するお問い合わせ先 | URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/ URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html |
| 英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます | URL http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/ |