

■トピックス

- ・NHK受信実態調査結果—平成28年度—から
- ・NHKの研究開発成果を広く使っていただくために

■テクノコーナー

- ・8 Kに対応するコンピューターシステム
- ・きぬ太とネネの技術ノート 第3回

- ・CAS/RMP (コンテンツ保護)の変遷と技術
- ・連載 深層学習の基礎I

■NHK R&D紹介

- ・3次元空間におけるリアルタイムボール軌跡表示

■公開されたNHKの発明考案

- NHK技研最新刊行物

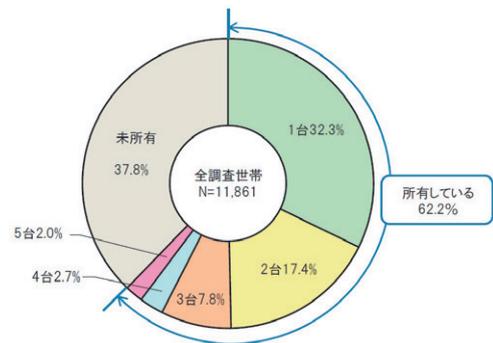
トピックス

NHK受信実態調査結果—平成28年度—から

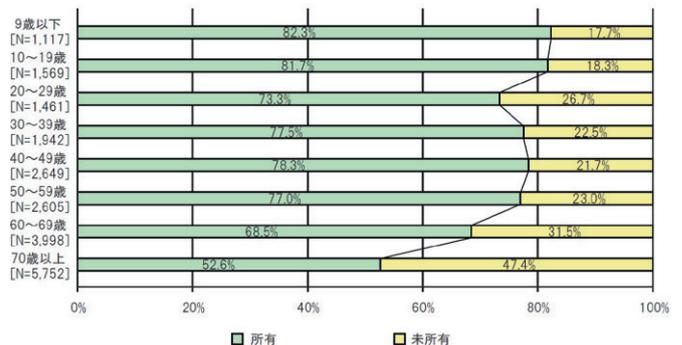
受信実態調査とは、テレビ・ラジオの放送受信におけるより良い受信環境の確保と、望ましい受信システムの確立を図るための基礎データを得ることを目的として、1949年（昭和24年）から開始し1996年までは3年ごと、その後は毎年実施している調査であり、昨年度（平成28年度）で39回目を迎えました。昨年度の重点調査項目は、①完全デジタル時代のテレビ受信実態の変化を把握、②新しいサービスの普及展開を図るための基礎データの収集の2つです。平成28年4月末のNHK放送受信契約世帯から無作為2段抽出した26,315世帯を調査対象として平成28年8月～10月に調査を実施しました。事前に調査票を郵送のうえ、調査員による面接・宅内調査を実施し、11,861世帯（回収率45.1%）の有効サンプルを得ました。以下に調査結果の概要を示します。なお、本文中年代別のグラフについては、対象世帯の家族構成に複数の年代の人が

いる場合それぞれの年代に集計しています。例えば、40代、30代、9歳以下の家族構成世帯については40代、30代、9歳以下それぞれに集計されます。

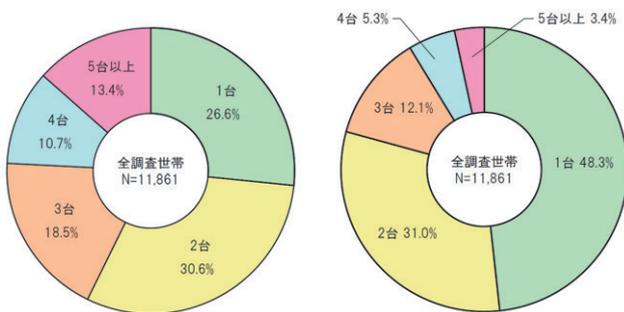
録画機の所有台数



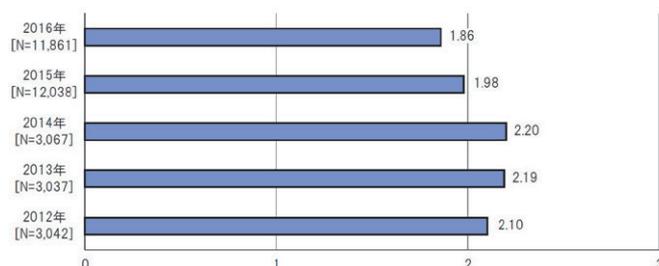
録画機所有率（年代別）



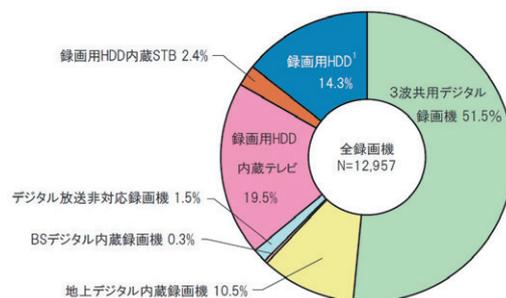
全受信機所有台数 (左) および据置型テレビ所有台数 (右) 1世帯あたりの平均所有台数は2.89台



据置型テレビの平均所有台数の推移

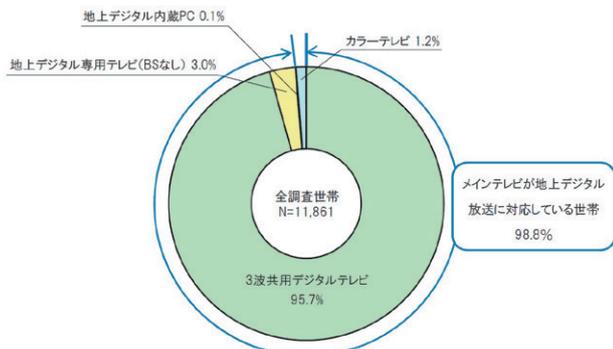


録画機の種類



1 録画用HDD：外付けHDDをUSB等でテレビに接続するチューナー非内蔵の録画機

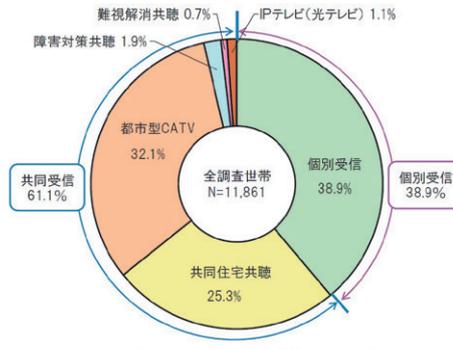
メインテレビの種類



メインテレビが地上デジタル放送に対応している世帯 98.6%

メインテレビ：宅内で最も視聴されているテレビ

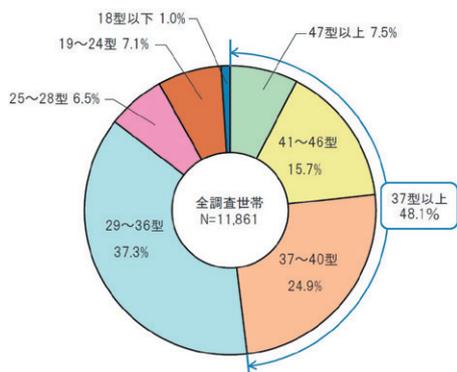
地上放送の受信形態



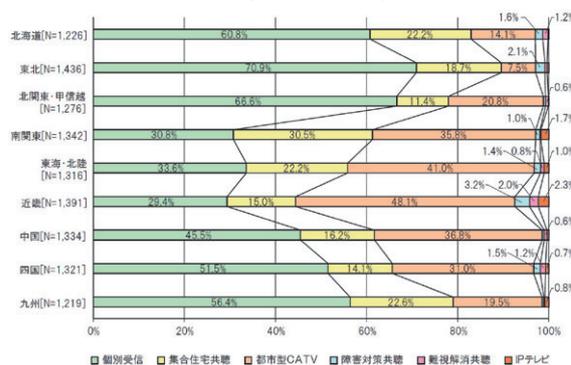
住宅形態ではなく、受信形態で分類

(例：集合住宅で都市型CATV受信している場合は「都市型CATV」で分類)

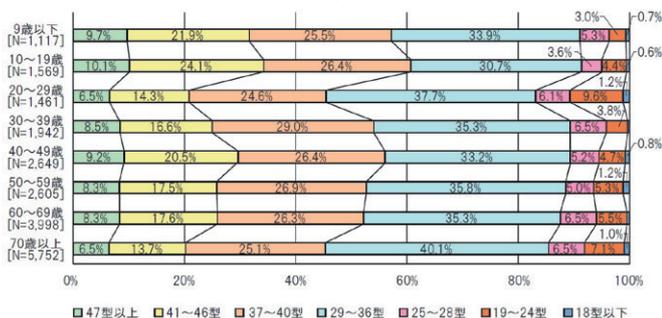
メインテレビの画面サイズ



地上放送の受信形態 (ブロック別)



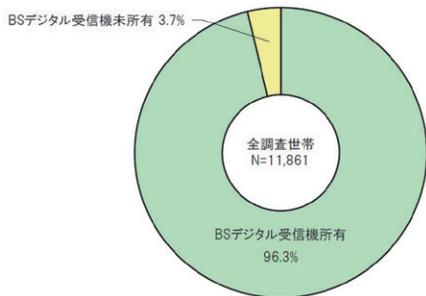
メインテレビの画面サイズ (年代別)



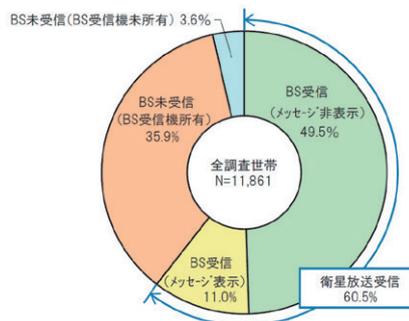
地上放送の受信形態の推移



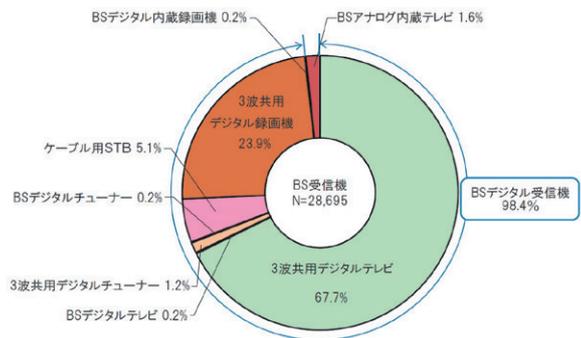
BSデジタル受信機の所有状況



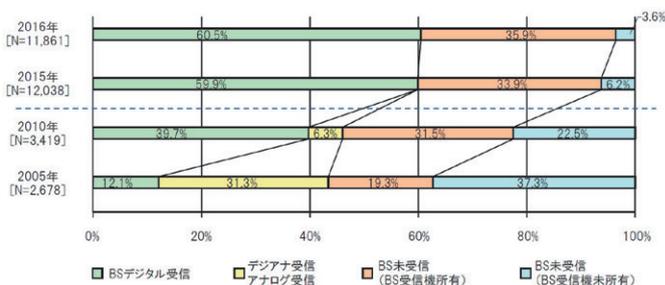
衛星放送の受信実態



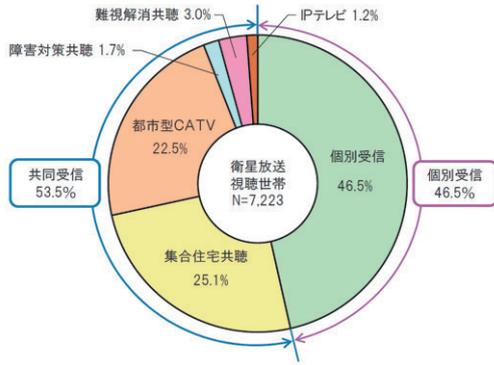
BS受信機の種類



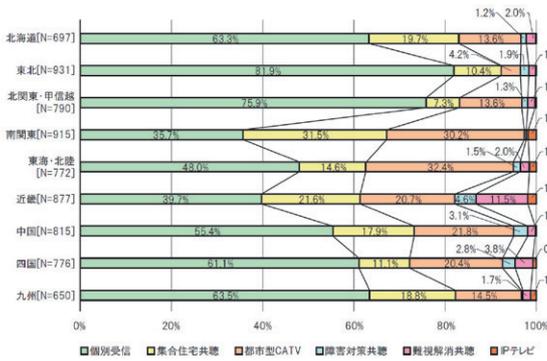
衛星放送の受信実態の推移



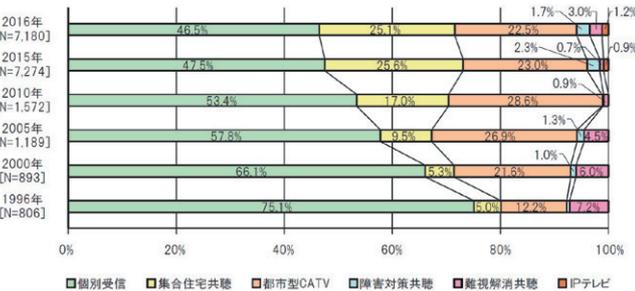
衛星放送の受信形態



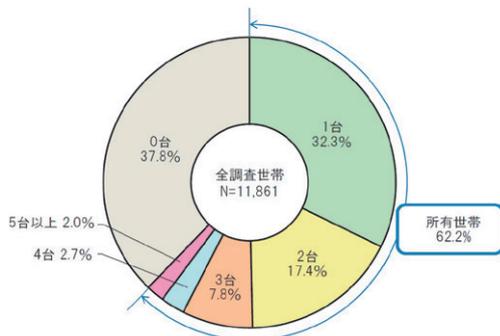
衛星放送の受信形態（ブロック別）



衛星放送の受信形態の推移



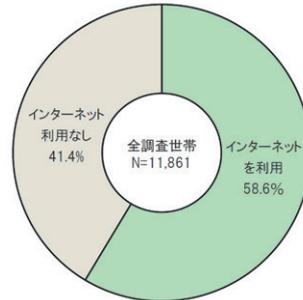
ラジオの所有台数



今年度（平成29年度）の受信実態調査

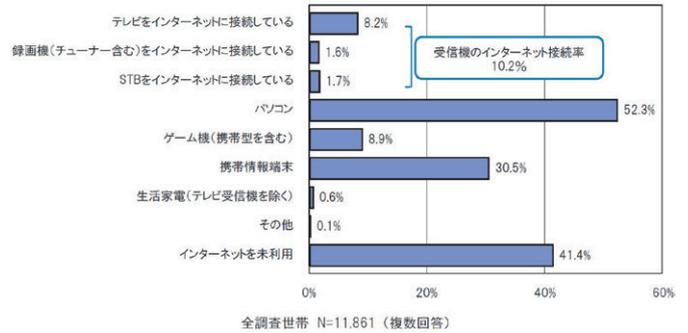
第40回の調査となる今年度は、SHV（4K・8K）普及展開における戦略立案のため、宅内調査により放送受信の実態を調査し基礎資料とします。NHK放送受信契約世帯から無作為2段階抽出した約1万世帯を対象に、目標回収サン

インターネットの利用状況

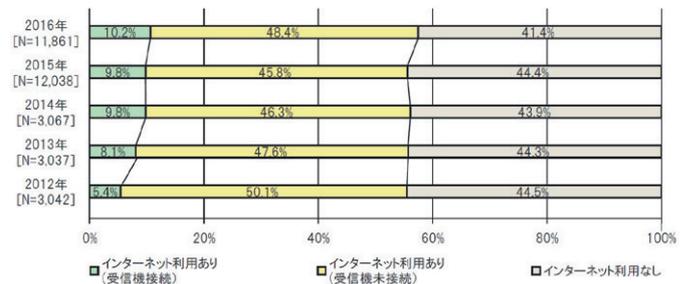


携帯電話やスマートフォンでの携帯電話回線（3G、LTEなど）を直接利用したウェブサイトの閲覧やメール利用を除く

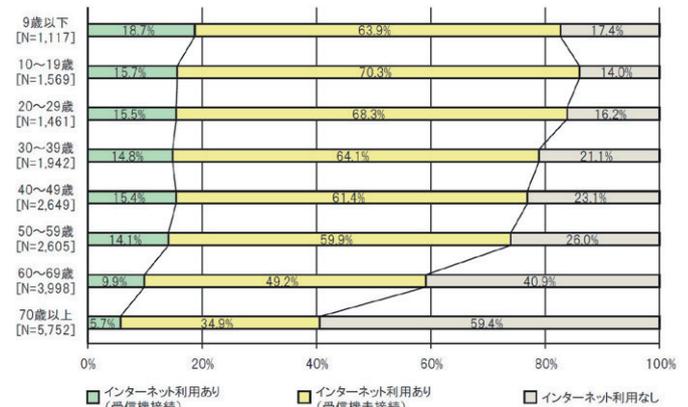
インターネット接続機器



インターネットの利用状況と受信機のインターネット接続率の推移



受信機のインターネット接続率（年代別）



プルを3,000世帯以上とし、平成29年8月下旬～10月下旬にかけて調査を進めます。

NHK技術局 送受信技術センター 企画部
（一財）NHKエンジニアリングシステム R&T技術部

NHKの研究開発成果を広く使っていただくために

——2017知財ビジネスマッチング会inとっとり（個別面談会）に参加

当財団は、NHKの研究開発成果を広く皆様にお使いいただけるよう、さまざまな周知・あっせん活動を行っています。今回、平成29年7月14日に鳥取市のとりぎん文化会館で開催された「2017知財ビジネスマッチング会inとっとり（個別面談会）」に参加し、NHKの研究開発成果とその技術移転の仕組みについて紹介するプレゼンテーションを行うとともに、NHKの研究開発成果に興味を持っていただいた企業と個別面談を行いました。

鳥取県の知財マッチング支援活動

鳥取県は、平成18年4月1日に全国初の知財条例を制定した県です。この条例は「鳥取県知的財産の創造等に関する基本条例」といい、県内の産業活動の高付加価値を促進し、県産業の自立的発展に寄与することを目的としています。この条例で、県の責務として、「鳥取県知的所有権センター」に知財専門家を配置することを規定しています。

上記の条例を受け、(公財)鳥取県産業振興機構、(一社)鳥取県発明協会、(一社)発明推進協会などが密接に連携して「鳥取県知的所有権センター」としての活動を進めており、他県の知財担当者からも羨まれる支援体制が整えられています。

他県の場合と同様に鳥取県においても、県内の企業、公設試験機関、大学などの特許を活用した事業化を進めています。しかし、技術の対象が限られてしまうため、大企業の開放特許を活用した知財ビジネスマッチング事業にも取り組んでおり、平成27年9月、28年7月と12月にマッチングイベントを実施してきました。そして今回の4回目のマッチングイベントが開催され、当財団も初めて参加いたしました(写真1)。



写真1 マッチングイベント会場の様子

2017知財ビジネスマッチング会inとっとり

5社（IP Bridge、日産自動車、富士ゼロックス、富士通、NES）が、移転可能な技術を紹介しました。会場は、鳥取県内各地から集まった熱心な参加者でほぼ満席でした。当財団からは、NHKの研究開発成果である技術シーズ集「NHK技術カタログ」のサイトを案内するカードを配付するとともに、今月号の「きぬ太とネネの技術ノート」の記事でも紹介する「オブジェクト認識を利用した画像検索技術」などのNHKの研究開発成果と、このような研究開発成果を技術移転する仕組みについて紹介するプレゼンテーションを行いました(写真2)。



写真2 プレゼンテーションの様子

プレゼンテーションでの説明後に、NHKの研究開発成果に興味を持った企業との個別面談を行いました。

今後に向けて

今回のイベントでは、鳥取県産業振興機構の知財コーディネーターが事前にNHKの保有シーズの中から18件を選定して、県内企業を個別訪問して技術シーズをご案内していただきました。その結果、開放特許の活用に対して興味を持った多くの参加者に、当財団の周知・あっせん活動を知っていただくことができました。

今後もNHKの技術研究成果を社会還元していくため、さまざまな取り組みを進めていきます。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 鈴木 百合子

8 Kに対応するコンピューターシステム

—8 K PC—

昨年8月から放送衛星による8 K試験放送が始まり、来年の実用放送開始に向けてさまざまな準備が進んでいます。

8 K解像度に対応したテレビやコンピューター用ディスプレイが発表されています。

8 Kに関する技術は放送以外の分野でも活用が期待されています。当財団では、8 Kディスプレイと接続して8 K映像や22.2マルチチャンネル音響を扱うことができるコンピューターシステム（以下、8 K PCと呼ぶ）を試作しました。コンピューターシステムであるため、アプリケーションによりさまざまな分野に応用することが容易であるという特徴があります。本稿では、8 K PCのグラフィックに関する技術について周辺技術を含めて紹介するとともに、試作したアプリケーションを紹介します。

8 K PCのグラフィックに関する技術

コンピューター用のグラフィックボードはさまざまなものが市販されていますが、8 K PCから見るとグラフィックボードは以下の条件を満たす必要があります。

・8 K解像度でのフレームレート60fps表示

現在発表されている8 Kディスプレイで60fps (frame per second) で表示可能な入力インターフェースは、
 タイプ① 2 K解像度のDVIまたはSDIが16チャンネル
 タイプ② 4 K解像度のHDMI入力が4チャンネル
 タイプ③ 8 K解像度のDisplayPort入力が2チャンネル
 などがあります。

コンピューターとの接続の容易さは③→②→①の順番です。理由は、グラフィックボードの出力数は16チャンネルのものがなく、タイプ①に対応するには複数のグラフィックボードとそれらの同期が必要になり規模が大きくなるためです。タイプ②と③であれば1枚のグラフィックボードで接続することができます。

・インターフェース

8 Kディスプレイとグラフィックボードを接続するインターフェースのうち、4 K解像度以上でフレームレート60fpsに対応する規格には以下のものがあります。

1) DisplayPort

DisplayPortは主にコンピューターディスプレイ用の規格です。2012年に発表されたDisplayPort 1.2は伝送レートが21.6Gbps、4 K解像度で色深度が10ビットの映像を60fpsで伝送することができます。8 K解像度で表示するためには4本が必要になります。

2016年に発表されたDisplayPort 1.4は伝送レートが32.4Gbpsで、8 K解像度で色深度が10ビットの映像を60fpsで伝送することができ、HDR (High Dynamic

Range) に対応しています。8 K解像度の非圧縮映像の伝送には伝送容量が足りませんが、視覚的な劣化なしに最大1/3まで伝送容量を圧縮できる技術DSC (Display Stream Compression) 1.2を採用し、1本で8 K解像度の映像を60fpsで伝送することが可能になっています。

2) HDMI (High-Definition Multimedia Interface)

HDMIは主にデジタル家電向けの規格です。2013年に発表されたHDMI 2.0は伝送レートが18Gbpsで、DisplayPort 1.2と同様に4 K解像度で色深度が10ビットの映像を60fpsで伝送することができます。HDMI 2.0aと2.0bはHDRに対応したものです。8 K解像度で表示するためには4本が必要になります。

今年1月に発表されたHDMI 2.1は8 K以上の解像度に対応したもので、伝送レートは48Gbps、8 K解像度についてはYUV420形式で60fpsの伝送が可能です。更なる帯域拡大やDSC採用などが検討されています。

3) MHL (Mobile High-definition Link)

MHLは主にモバイル機器向けの規格です。MHL 3.0はスマートフォンと4 Kテレビを30fpsで接続することができます。

2015年に発表されたSuperMHLの伝送レートは36Gbpsです。8 K以上の解像度にも対応し、DSCの採用や帯域の拡大などが検討されています。

・デスクトップのシームレス化

グラフィックボードには4 K解像度で60fpsの映像を4つ以上出力できるものが多く発表されています。タイプ②のディスプレイとグラフィックボードを接続すると4 Kデスクトップが「田」の字に4つ並んだ状態になります。これをシームレス化して単一の8 Kデスクトップにする必要があります。

8 K PCのシステム構成

図1に試作した8 K PCのシステム構成を示します。

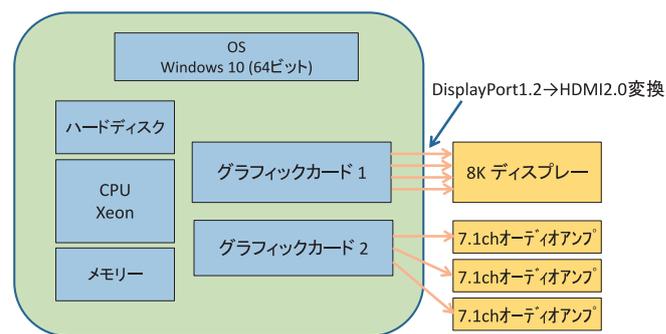


図1 試作した8 K PCのシステム構成

CPUは8 K解像度の画像を60fpsで表示するためコア数が大きいXeonプロセッサとしました。このプロセッサはデュアル構成にできますが、本試作システムはシングル構成です。OSはWindows10（64ビット）です。グラフィックボードは4 K解像度の4画面をシームレスな単一デスクトップにできるNvidia社のQuadroシリーズで、8 K映像用と22.2マルチチャンネル音響用に2枚使用します。

8 K用ディスプレイにはタイプ②4 K解像度のHDMI入力が4チャンネルのものを使用します。また、22.2チャンネルマルチ音響にはHDMI入力の7.1チャンネル音響対応オーディオアンプを3台使用します。HDMI 2.0が4出力あるグラフィックボードは現段階では発表されていません。本試作システムではDisplayPort 1.2出力をHDMI 2.0に変換し、それぞれディスプレイとアンプに接続しています。

試作したアプリケーション

・8 K Player

8 K Playerは、60fpsの8 K映像と22.2マルチチャンネル音響を再生することができるもので、8 Kコンテンツを簡易に再生するためのアプリケーションです。

8 K映像はHEVC符号化したデータ、22.2マルチチャンネル音響はMPEG-4 AAC符号化したデータをソフトウェアでデコードします。8 K HEVCデコーダーはドイツのSpinDigital社が開発したもので、22.2マルチチャンネル音響のデコーダーを組み合わせるとPlayerとしたものです。

8 K Playerのソフトウェア構成を図2に示します。入力ファイルとストリームに対応しています。ファイルの場合は400Mbps程度で圧縮したHEVC符号化データまで安定して60fpsで再生することができます。

・8 Kバーチャル美術館

8 Kバーチャル美術館は、8 K解像度の3次元CG（Computer Graphics）とデジタル化した高精細な絵画データなどを一体化してリアルタイムに描画することができるアプリケーションです。アストロデザイン(株)と共同で検討しています。写真1に示すように、実写のような360度空間を自由に歩き回ったり、絵画や彫刻をクローズアップしたりなど、高精細な8 K映像をリアルタイムかつイン

ターラクティブに操作できます。

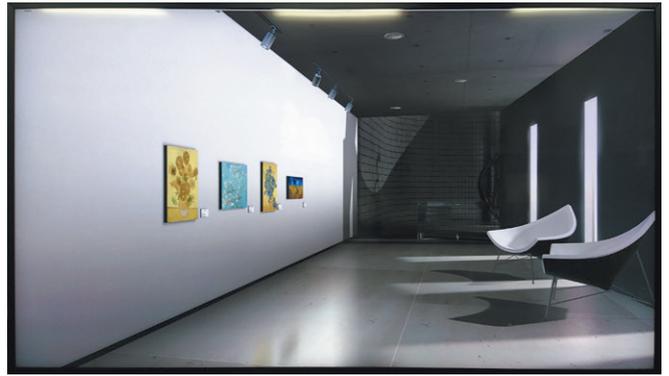


写真1 8 Kバーチャル美術館の画面

・8 Kパーティクル

パーティクルは微小な粒の集まりで表現される3次元CGで、テクノロジージョイント(株)と共同で検討しています。微小な粒を多数定義し、各粒に式を与えて、さまざまな動きを表現することができます。写真2は約1万個の粒で生成した画面です。CGアートや流体シミュレーションへの適用が考えられます。



写真2 8 Kパーティクルの画面

今後に向けて

試作した8 K PCとアプリケーションにより、最新のグラフィック技術は8 K解像度の映像や22.2マルチチャンネル音響に対応できることができ、また8 K解像度の3次元CGをリアルタイムに描画できることが確認できました。

今後、8 K映像の120fps表示、8 K解像度以上の映像表示など、機能の強化を検討します。8 K技術をさまざまな分野に応用していくことができるよう、8 K技術を用いたアプリケーションを具現化できる簡易で高機能なツールの一つとしていきたいと考えています。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 研究主幹 妹尾 宏

NHK放送技術研究所

テレビ方式研究部 上級研究員 大久保 洋幸

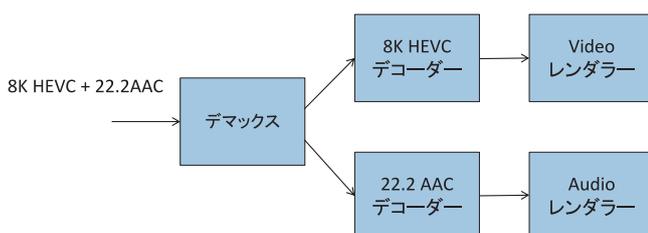


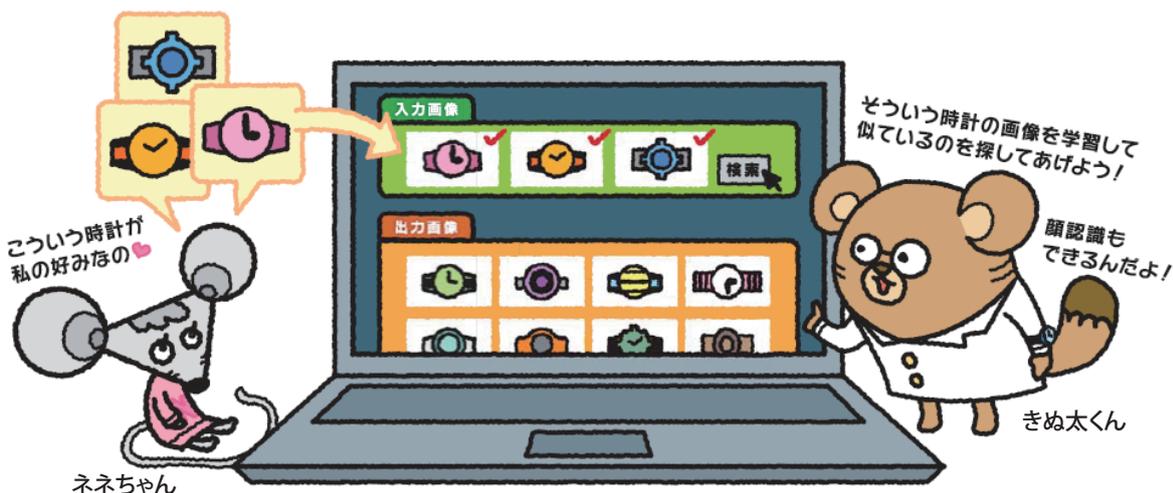
図2 8 K Playerのソフトウェア構成

きぬ太とネネの技術ノート 第3回

——オブジェクト認識を利用した画像検索技術 (「NHK 技術カタログ」<http://www.nes.or.jp/transfer/catalog/>)

オブジェクト認識を利用した画像検索

画像に映っている「オブジェクトの見た目の特徴」を機械学習し、類似したオブジェクトが映る画像を検索することができます。



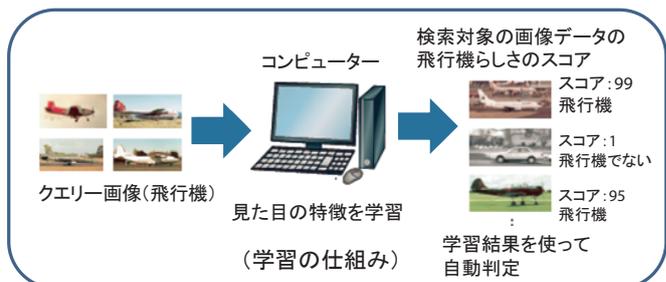
オブジェクト認識を利用した画像検索技術の技術ノート

NHK技術カタログに掲載されている技術について、皆様に親しみを持っていただけるよう簡潔に技術を紹介します。「きぬ太とネネの技術ノート」の連載3回目は、「オブジェクト認識を利用した画像検索技術」です。

できます。この技術を用いた顔画像の検索は、照明条件や表情の変化、ノイズなどに対して強いという特徴があります。

オブジェクト認識を利用した画像検索技術

大量の画像データの中から目的の画像を素早く探し出すためには、映っているオブジェクト（時計や花などの物体）を考慮した検索が重要になります。ここで紹介するのは、画像に映っているオブジェクトを認識して、類似したオブジェクトが映る他の画像を検索する技術です。



① オブジェクト認識に基づく検索

与えられた画像の種（クエリー画像）からそのオブジェクトの「見た目の特徴」を学習し、検索対象の画像データそれぞれのスコアを算出します。学習結果を利用して類似したオブジェクトが映る画像を検索します。

例えば、右図のように「飛行機」が映っている画像をクエリー画像として与えることで、「飛行機」が映る画像を検索することができます。



図 オブジェクト認識を利用した画像検索の技術

② 人物の検索にも応用可能

例えば、Aさんの顔画像をクエリー画像として与えることで、Aさんと類似した人物が映る画像を検索することができます。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 鈴木 百合子

CAS/RMP (コンテンツ保護) の変遷と技術

— 第1回 連載にあたり ～謎の多いCASをひも解く～

2000年12月1日からBSデジタル放送が開始され16年余りが経過しました。この日を境にBSデジタル放送のNHKを受信する時は「赤いICカード」が必要になり、そして、2004年4月5日からはBSデジタル放送・地上デジタル放送のほぼすべてのチャンネルでスクランブルが掛かり、デジタル放送の受信には「赤いICカード」が必須になったことは周知のことです。

さて、この「赤いICカード」がどんな仕組みで動作し、どのような経緯で導入され今日に至ったのかご存じでしょうか。また、最近「赤いICカード」を使わずにソフトウェアで実現する方式も運用されていることをご存じでしょうか。「CAS」「RMP」という用語を聞いたことがある読者も多いと思いますが、そもそも何がどう違うのかご存じでしょうか。何か秘密めいたものを感じた読者も少なくないでしょう。

筆者はこれまで20年近くCASやRMPの研究・開発・実用化に携わってきました。これから6回の連載を通して技術的な解説とともに、このような疑問に可能な限り答えたいと考えています。連載のタイトルは以下を予定しています（第2回以降は仮題です）。

- 第1回 連載にあたり（本稿）
- 第2回 B-CASの成り立ち
- 第3回 CASとRMP
- 第4回 ソフトウェアによるRMP方式
- 第5回 スクランブル方式
- 第6回 CASのセキュリティーと今後の展望

CASの発祥

CAS（キャスと言います）とはConditional Access Systemの略称で、限定受信（またはその方式）のことです。限定受信とは、ある特定の受信者（受信機）だけが受信できること（またはその方式）で、有料放送で採用される方式です。つまり、放送波に暗号を掛けるなどして秘匿し、契約者はその暗号を解くための鍵を保持し、契約者のみが受信できる仕組みです。

この仕組みは、日本では昭和59年（1984年）に郵政省（当時）の研究会で初めて取りまとめられました。その報告書が手元にあります。当時の衛星放送制度研究会有料方式専門委員会（委員長 宮川洋 東大教授）が「衛星放送における有料方式の技術的諸課題」というタイトルでまとめたものです。当時は、平成2年（1990年）に打ち上

げられた放送衛星ゆり3号a（BS-3a）を使って初の有料民間衛星放送（アナログ放送）を目指していた時期です。

当時、有料放送は米国が先行していて、ケーブルテレビや地上放送で有料のテレビ放送が行われていました。米国の有料方式は事業者ごとにまちまちであったことから、報告書ではこれらを研究し、今ではごく普通に使われている「3重鍵方式」が初めて提案されました。

3重鍵方式とは、放送波を暗号化し短周期で更新される鍵（スクランブル鍵）と、契約者の受信機だけに配付され比較的更新周期が長い共通の鍵（ワーク鍵）と、個々の受信機を識別するための固有の個別鍵（マスター鍵）の3つの鍵で構成される方式です。ただし、報告書ではスクランブル鍵に相当するものをスクランブル制御信号と呼び、方式は二重鍵方式と書かれています（図1）。

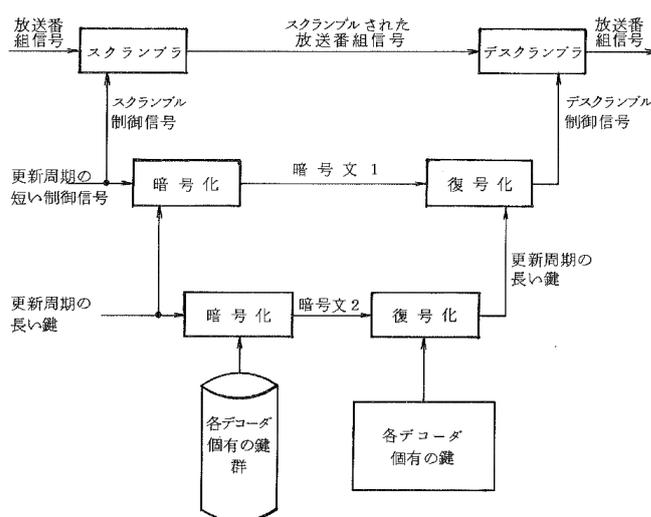


図1 二重鍵方式（報告書の図4.8から抜粋）

さらに報告書では放送波を秘匿する方式（スクランブル方式）の検討や、鍵などの情報（関連情報）の伝送量の算定、課金のデザイン、システムの安全性（不正視聴対策）などが検討され、ICカードを利用する方法も既にこの時期から検討されていました。

この報告書には今のCAS技術のエッセンスが詰まっていると言えますが、これらの成果は、NHK総合技術研究所（当時）の研究成果ということです。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

開発企画部 EE 井上 友幸

連載 深層学習の基礎 I

——畳み込みニューラルネットワークによる画像信号の処理

本号から画像認識や音声認識に関わる深層学習についての記事を連載します。本号では画像に関する話題をご紹介します。これまで3回にわたって連載されてきた福島氏のネオコグニトロンの記事では、生体の機能に学んで考案されたS細胞の層（畳み込み演算）とC細胞の層（局所変形の許容）の組が何段も従属的に接続されることで、その神経回路網が優れたパターン識別能力を持つことが紹介されました。深層学習を利用した画像認識では、このネオコグニトロンS細胞の層（深層学習では畳み込み層）とC細胞の層（同じくプーリング層）を組み込んだニューラルネットワーク（畳み込みニューラルネットワーク：CNN）が主流になっています。今回はCNNについて、AIブームのきっかけとなったトロント大学チームの通称AlexNetを例として紹介します。

AlexNet

AlexNetの名は、2012年のILSVRC（ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge）のコンペティションで優れた性能を発揮した神経回路モデルの開発者達の論文筆頭著者Alex Krizhevsky氏の名前に由来しています。AlexNetの構造を処理の流れに沿って示したものが図1(a)です（ただし、見通しをよくするため局所的正規化の層は省略）。参考のために図1(b)に福島氏の記事の前号図1に掲載されていたネオコグニトロンの回路を同様な形式で示しています。見てのとおり、畳み込み層とプーリング層の組み合わせを基本とする構造は同じです。ただし、AlexNetでは、プーリング層が省かれている箇所があることと、後段に全結合層を接続している点でネオコグニトロンとは異なっています。プーリング層は局所的な変形を許

容する（ただし画像中の位置の精度は犠牲になる）とともに計算の負荷を下げる効果も期待して、一般的には処理面（ネオコグニトロン細胞面に相当するもので特徴マップと呼ばれる）のサイズを縮小します。AlexNetでは3番目の畳み込み層ですでに13×13の特徴マップのサイズになっていることから、後段のプーリング層を省いているものと思われます。一方、全結合層は、分類問題の場合に分類すべき数を変えても回路構成をほとんど変更する必要がないことや、この層の各ユニットが前層の出力をすべてカバーできるためにより大域的な特徴を抽出しやすくなることなどの理由で導入されているものと思われます。逆に、全結合層だけで構成されるニューラルネットワークも理論的には優れた認識性能を発揮することが知られていますが、学習に難点があります。この学習の問題を画像認識の領域においてうまく克服した手法の一つがCNNでした。畳み込み層の各ユニットが前層と結合する領域は2次元の狭い範囲に限られており、このことが学習をうまく進展させている要因になっていると考えられています。

ネットワークの詳細

少し煩雑ですが、ネオコグニトロンと同様な描き方で作成したAlexNetの回路構成を図2に示します（図1同様に局所的正規化の層は省略）。この図からも後段の前結合層を除けば、ネオコグニトロンと似ていることがわかります。なお、ほとんどの経路の途中で、上下二段に分かれて処理が進むようになっていますが、これは計算を並列化して高速化するための工夫です。行列演算に特化

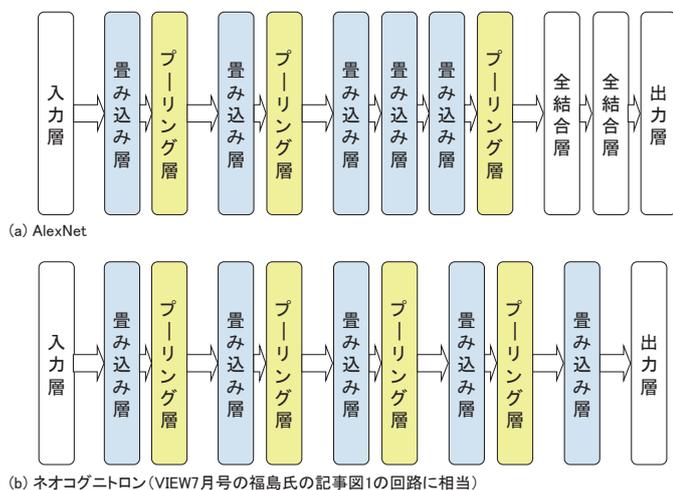


図1 ネットワークの処理の流れ

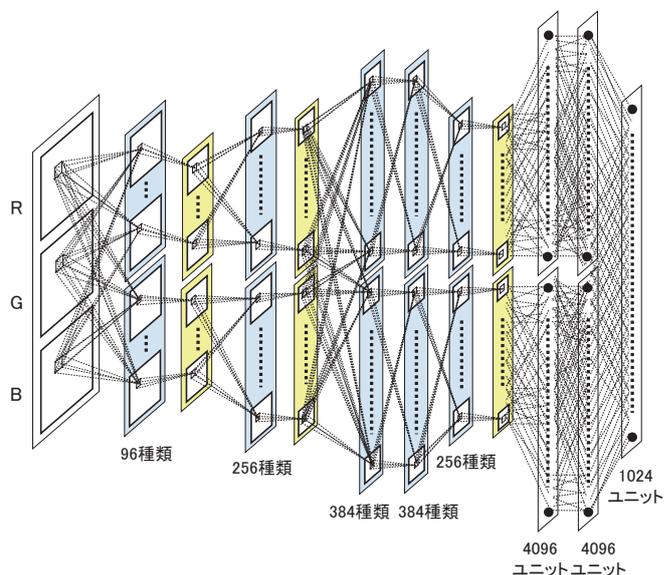


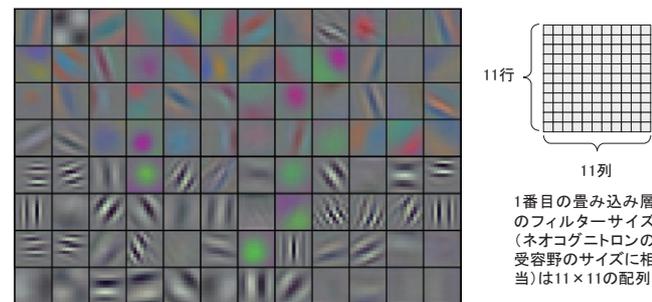
図2 AlexNetの回路構造

したチップであるGPUを利用しても2012年頃の計算機パワーではこのような工夫が必要だったようです。

畳み込み層の各ユニットは2次元フィルターの役割を果たし、局所的な画像特徴を抽出します。AlexNetの1番目の畳み込み層では96種類のフィルターが用意されています。これはネオコグニトロンにおけるS細胞の面が96枚あることに相当します。一つの面にあるすべてのユニットが同じ結合係数分布を持つ構造もネオコグニトロンと同じで、各ユニットが前層の面から受け取る信号領域の位置だけがずれています。

AlexNetが注目を浴びるまでは、このフィルターに相当する画像特徴抽出法を技術者や研究者が考案し、その性能を競ってきました。しかし、CNNが注目を浴びようになってからは、このCNNのフィルターが画像特徴を抽出する役割を担うようになりました。図3はAlexNetをILSVRCで提供された100万枚以上の画像で学習^{*1}した後の、1番目の畳み込み層の96種類のフィルター係数分布を画像化したものです。縦あるいは斜めの縞模様などの構造を持つフィルターが見られます。これらは脳の視覚野と呼ばれる領域にある細胞の反応特性に似ていると言われ、CNNの構造にバックプロパゲーション^{*2}と呼ばれる学習を施すことで自動的にこのようなフィルター特性が得られたことにも注目が集まりました。

この96種類のフィルターを通して畳み込み層に現れた出力分布を並べた結果の一例が図4です。縦のエッジ部分に強く応答している面（たとえば図中の左下端）や、均一部分に強く応答している面（たとえば上から2段目左



- 1番目の畳み込み層の96種類のフィルターの各重みの値を正規化して表示
- フィルターは各色画像面（赤画像面、緑画像面、青画像面）に対して異なる重みを持つが、それらに対応する色に割り当てて表示（例えば、緑色のところは緑画像面との結合が強いことを表している）

図3 1番目の畳み込み層の結合係数分布

* 1 UC Berkeley 校の Berkeley Vision and Learning Center のサイトからたどって取得できる学習済みモデルを利用（一般に Caffe モデルと呼ばれるものの一つ）。

* 2 教師あり学習といわれる範ちゅうの手法で、正解がわかっている場合に、学習途上のネットワークの最終出力と正解値を比較して、その差が縮まるようにネットワーク全体のパラメーター（結合係数など）を自動調整していく方法。

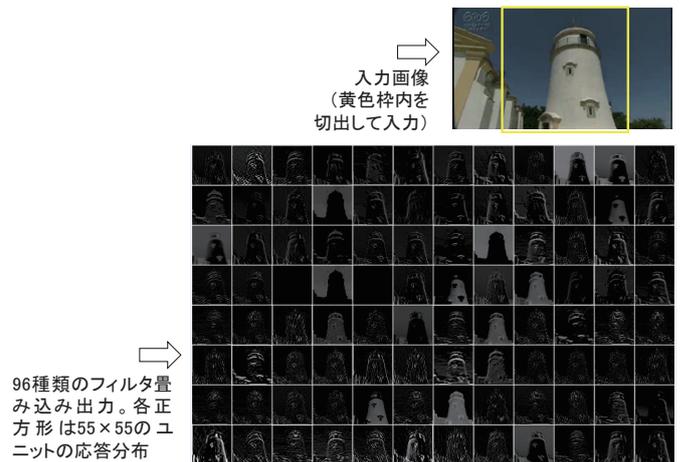


図4 1番目の畳み込み層の応答分布
(入力画像はNHKクリエイティブ・ライブラリーの動画素材から抜き出した静止画)

から4番目) などが見られます。

後段の層に進むと畳み込み層のユニットの反応を見ただけではどんな入力パターンに反応したのかははっきりしませんが、ネオコグニトロンの記事（VIEW 5月号）において説明のあったように、前段の層の特徴を組み合わせた、より大域的なパターンに反応するようになっていくはずで、後段のフィルター特性（より複雑で大域的な画像特徴の抽出法）を学習で自動獲得できる点もCNNの利点だと言われています。生理学における研究においても、AlexNetとサルに同じ画像を提示したところ、AlexNetの後から1番目の全結合層の出力分布（4096次元のベクトル）が、サルの脳で物体認識に関係していると言われるIT野と呼ばれる領野の細胞群の反応パターンと関係性の高いことが報告されています。

おわりに

CNNは、脳の視覚野の情報過程にも似た優れた仕組みと考えられ、AlexNet以降もさまざまなニューラルネットワークが提案され、性能の向上と応用範囲の拡大が続いています。しかし、たとえば学習法では、人間が1枚の画像だけでもそのカテゴリーを即座に覚えることができることや、定量的な正解データが脳に与えられることなく学習できることなどからも、脳と人工的な認識システムの間にはまだ隔りがあるように思われます。その一方で、1枚の学習用画像からでも認識を可能とする手法の研究なども着々と進められており、深層学習の進歩は日進月歩です。深層学習から目を離すことができない状況はしばらく続きそうです。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 上級研究員 藤井 真人

3次元空間におけるリアルタイムボール軌跡表示

NHK放送技術研究所では、スポーツ競技を分かりやすく伝えるために、多視点映像とComputer Graphics (CG)を融合した新しい映像表現技術を開発しています。

今回、3次元空間内でさまざまな動きをするボールの軌跡をCGでリアルタイムに合成し、その動きを分かりやすく可視化するシステムを開発しました。本システムは、多視点カメラの映像情報からボールを抽出し、カメラの位置・姿勢情報からその3次元位置を算出することで、カメラの映像上に軌跡CGを描画します。また、ボールの移動データから速度の算出などを行うことで、ボールの動きに関する数値データも表示できます。

本システムでは、次の3つの技術を組み合わせることにより、高精度なボール軌跡のリアルタイム表示を実現しました（図1）。

1. 多視点映像からの被写体追跡技術

多視点カメラの映像情報から画像特徴（色、形など）および動き特徴に基づいて、被写体（ボール）を自動抽出・追跡します。過去のボール位置から次フレームにおけるボール位置を予測し、探索範囲を限定することで、追跡精度と処理速度の双方を向上しました。

2. パン・チルト操作が可能な多視点カメラの校正技術

多視点映像とCGを正確に合成するために、校正パターンを複数枚活用することにより、多視点カメラの校正精度を改善しました。さらに、撮影現場で簡単にカメラの設置位置や姿勢を整合させる校正手法も開発しました。

3. 3次元CG合成技術

多視点カメラの位置・姿勢情報とボールの画像座標からそれぞれの3次元位置を算出し、カメラのレンズひずみも補正することで、正確にCGを合成します。計測した3次元位置情報を用いて、ボールの高さや速度を数値表示することも可能です。

今後に向けて

今後は、各要素技術の性能向上を図るとともに、実際の競技での検証を進め、2020年の東京オリンピック、パラリンピックなどのスポーツ中継での利用を目指します。

NHK放送技術研究所

立体映像研究部 高橋 正樹

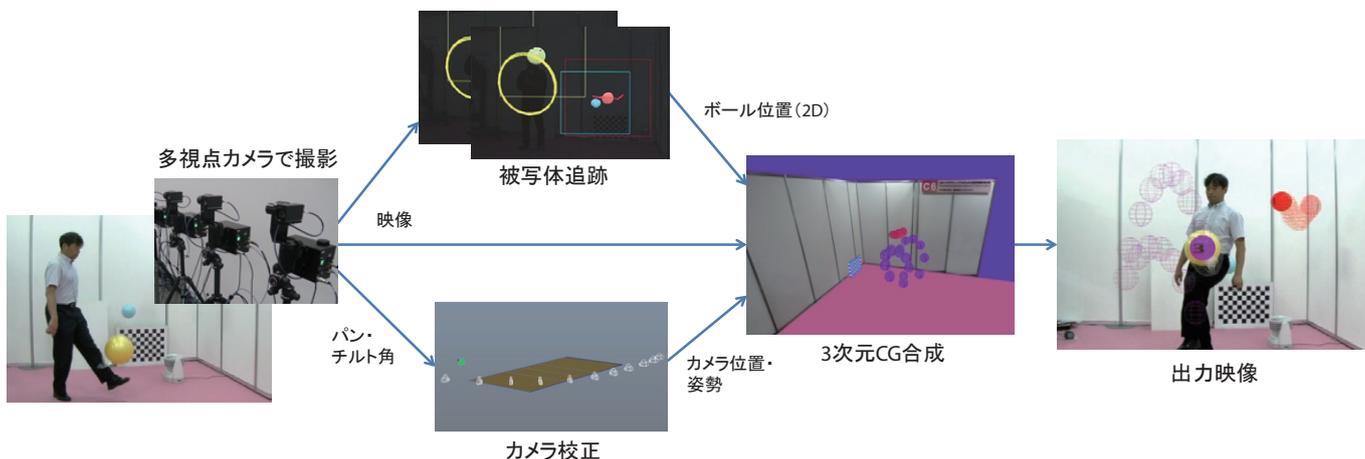


図1 3次元ボール軌跡表示の流れ

公開されたNHKの主な発明考案

(平成29年5月1日～平成29年6月30日)

発明考案の名称	技術概要
光電変換素子およびその製造方法 特開2017-84946	光電変換素子のn型半導体層に酸化ガリウムを用いた場合に、低電圧印加時でも良好な可視光感度を得ることができる光電変換素子およびその製造方法
ピーク低減回路、OFDM信号送信装置及びチップ 特開2017-85241	データが割り当てられていないサブキャリアにダミーデータを設定し、OFDM信号のピークを低減するTR法において、EVMの劣化を効果的に抑えるピーク低減回路、OFDM信号送信装置及びチップ
インパルス応答生成装置及びプログラム 特開2017-85265	残響付加において、測定音場の空間印象をより厳密に再現できるに近似した方向別のインパルス応答を生成するインパルス応答生成装置及びプログラム
送信機及び受信機 特開2017-85330	FPU方式のシステムにおいて、誤り訂正復号処理に起因するボトルネックを解消する送信機及び受信機
送信機、受信機及びチップ 特開2017-85331	FPU方式のシステムにおいてDVB-ASI方式のインターフェイスのボトルネックを解消する送信機、受信機及びチップ
多視点ロボットカメラ制御装置及びそのプログラム 特開2017-85340	操作者の負担を軽減できる多視点ロボットカメラ制御装置
コントラスト補正装置及びプログラム 特開2017-85363	フレームレートを変換した映像のコントラストを補正して主観画質を向上させるコントラスト補正装置及びプログラム
階層符号化装置及び送信装置 特開2017-85467	伝送方式の移行時において、既存の受信装置と、新しい伝送方式の受信装置の両者が信号受信可能な信号伝送システムに適した、階層符号化装置
撮像素子、合焦位置検出器及び撮像装置 特開2017-85484	合焦位置検出を高精度化可能とする撮像素子、合焦位置検出器及び撮像装置
チャンネル数変換装置 特開2017-85619	5.1chを超えるような複数の音声チャンネルの音声信号のチャンネル数を変換する際の不都合を改善するチャンネル数変換装置
空間フィルターおよびそれを用いたホログラム記録装置 特開2017-91594	ホログラム記録時において、高周波成分をカットする空間フィルターを光路中に配した場合には、信号品質の劣化やノイズ成分の増大を回避可能であり、誤り率の低下を防止し得る空間フィルターおよびそれを用いたホログラム記録装置
ホワイトバランス制御装置およびホワイトバランス制御システム 特開2017-92006	番組の撮影中に照明の調光レベルを変更する演出に対応することができるホワイトバランス制御装置およびホワイトバランス制御システム
シングルキャリアMIMO送信装置及びシングルキャリアMIMO受信装置 特開2017-92555	SC-MIMO方式において、必要十分な時間長のパイロットシンボルを用いて、精度高くチャネル応答を推定するシングルキャリアMIMO送信装置及びシングルキャリアMIMO受信装置
受信機およびプログラム 特開2017-92601	視聴中の放送番組に関連する録画番組を再生しやすくする受信機およびプログラム
音響特微量調節装置およびプログラム 特開2017-92817	音声信号を異なる音声フォーマットに変換して再生する場合においても、基準となる音響特微量に合わせて音声信号を再生する音響特微量調節装置およびプログラム
ラウドネス調節装置およびプログラム 特開2017-92818	基準音声信号を異なる音声フォーマットに変換して再生する場合においても、基準音声信号の平均ラウドネス値に合わせて音声信号を再生するラウドネス調節装置およびプログラム
内挿比決定装置及びプログラム 特開2017-92851	視覚の積分効果を考慮することにより、アーティファクトを抑制する内挿比決定装置及びプログラム
映像符号化装置およびプログラム 特開2017-92868	超解像パラメータを算出する際に、伝送する映像よりも高解像な映像を必要としない映像符号化装置
立体像表示装置 特開2017-97084	インテグラル立体方式において視域を拡大した立体像を表示する立体像表示装置
磁壁移動型記録媒体 特開2017-97928	形状の乱れが少ない磁区を効率的に形成できる磁気記録媒体
ホログラム記録再生装置およびホログラム記録再生方法 特開2017-97934	ホログラム多重記録を行う場合に、ページデータのデータ領域の位置を特定する指標としてのマーカー情報に、他ページデータのマーカー情報がクロストークによって重畳することにより、ビット誤り率が増加することを防止するホログラム記録再生装置およびホログラム記録再生方法
受信装置、送信装置、およびプログラム 特開2017-98678	受信装置上で稼働するアプリケーションプログラムに対して、放送信号を用いて、必要なデータを適切なタイミングで供給できるようにする受信装置、送信装置、およびプログラム
受信装置、マニフェスト更新方法、及びプログラム 特開2017-98703	マニフェストファイルの更新に伴うネットワークや配信サーバの負荷を軽減する受信装置、マニフェスト更新方法、及びプログラム
受信装置、バッファ管理方法、及びプログラム 特開2017-98704	時系列に連結されたコンテンツから構成される番組をストリーミング再生する際に、コンテンツの切り替えをスムーズに行うことで視聴の安定性を向上させる装置、方法及びプログラム
受信装置、セグメント取得方法、及びプログラム 特開2017-98706	ストリーミング再生においてシーク動作時の再生開始までの時間を短縮可能な装置、方法及びプログラム

発明考案の名称	技術概要
無線伝送装置 特開2017-98910	OFDM方式による無線伝送にてパケットが滞在する時間を短縮可能とする無線送信装置
駆動装置及び該駆動装置を用いた力覚提示装置 特開2017-102657	簡易な構成で衝撃による駆動力を任意の方向に発生させる駆動装置及び該駆動装置を用いた力覚提示装置
オブジェクト追跡装置及びそのプログラム 特開2017-102708	視点映像解析によりオブジェクト位置を安定的に自動追跡可能とするオブジェクト追跡装置及びそのプログラム
瞳画像学習装置、瞳位置検出装置及びそのプログラム 特開2017-102748	高解像度の瞳拡大画像を撮影できない場合でも、簡易な構成で瞳位置を検出する瞳画像学習装置、瞳位置検出装置及びそのプログラム
磁気記録媒体および磁気記録媒体装置 特開2017-102992	磁性細線をデータの記録領域であるトラックとする磁気記録媒体において、連続した大容量データの再生に好適な磁気記録媒体および磁気記録媒体装置
映像符号化装置、映像復号装置およびプログラム 特開2017-103717	良好な符号化効率を得ることができる映像符号化装置
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2017-103722	従来の符号化方式に比べて符号化効率を改善する符号化装置、復号装置、及びプログラム
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2017-103723	変換処理及び量子化処理で生じる劣化を補償する符号化装置、復号装置、及びプログラム
衛星放送受信装置 特開2017-103735	実用性の高い態様で、所定の受信アンテナ装置を介して得られる衛星放送信号に対し周波数変換を施して受信機に伝送する衛星放送受信装置
受信装置、再生時刻制御方法、及びプログラム 特開2017-108217	コンテンツのメディアコンポーネントを切り替える際に、バッファリングの無駄を削減可能な装置、方法及びプログラム
受信装置、及びプログラム 特開2017-108398	アプリケーションの提示を自動表示メッセージの表示状態に連動させる受信装置、及びプログラム
立体像表示装置 特開2017-111272	点光源アレイを使用したインテグラル立体方式において、特定の方向に長い要素画像を用いて、例えば、水平方向の視域を広く垂直方向の視域を狭くすることで、点光源の数すなわち立体像の解像度を高くすることが可能な立体像表示装置
広告文選択装置及びプログラム 特開2017-111479	同一の広告対象についての広告文を個人に合わせて選択することができる広告文選択装置及びプログラム
ホログラム記録装置および方法 特開2017-111843	記録媒体への信号記録中に生じる光束の状態変化を、レーザー光源を高出力化することなく、リアルタイムで測定し得るホログラム記録装置および方法
照明システム 特開2017-111994	放送中継の際、被写体の眩しさを低減できる照明システム
映像シーン分割装置及び映像シーン分割プログラム 特開2017-112448	映像コンテンツを適切にシーンに分割できる映像シーン分割装置及び映像シーン分割プログラム
受信機 特開2017-112617	アプリケーションを外部の供給元から取得する受信機
光源分布推定装置及び光源分布推定プログラム 特開2017-116983	高精度に光源の分布を推定できる光源分布推定装置、及び光源分布推定プログラム
文字属性推定装置、及び文字属性推定プログラム 特開2017-117340	情景画像中の文字の属性を、文字以外の情報に基づいて高精度で推定する文字属性推定装置、及び文字属性推定プログラム
送信装置、受信装置、プログラム、およびチップ 特開2017-118175	誤り訂正方式に対応しない受信装置でもパケットを正しく処理することができ、且つ、誤り訂正方式に対応する受信装置がパケットの誤り訂正ブロックを容易に特定できるようにする送信装置、受信装置、プログラム、およびチップ
送信装置、受信装置、送受信システム、プログラム、およびチップ 特開2017-118176	MMTによるデータ伝送において、MMTフローを流れるAL-FECメッセージを使用することなく、AL-FECの設定を行えるようにする送信装置、受信装置、送受信システム、プログラム、およびチップ
撮像装置、撮像方法、画像フレーム読出し制御回路および信号処理装置 特開2017-118329	電源周波数50Hz圏の100Hzの照明強度変化下において撮像周波数120Hzで撮像を行うにあたり、フリッカの発生を抑制する撮像装置、撮像方法、画像フレーム読出し制御回路および信号処理装置
符号化装置、復号化装置及び音声信号処理装置 WO2016/38876	チャンネルベース方式の制作手法及びチャンネルベース方式の符号化手法の枠組み内で、受信機等を用いて視聴者がダイアログを制御することができる仕組みを実現する符号化装置、復号化装置及び音声信号処理装置

NHK技研最新刊行物

『NHK技研だより』

(2017年7月号)

Top News

「技研における立体テレビ実現に向けた取り組み」

「新体制紹介」

所長 黒田 徹
副所長 三谷公二
研究主幹 池田哲臣
研究主幹 斉藤知弘

研究企画部 今井 亨
特許部 中島健二
ネットサービス基盤研究部 中川俊夫
伝送システム研究部 中原俊二
テレビ方式研究部 境田慎一
ヒューマンインターフェイス研究部 岩城正和
立体映像研究部 菊池 宏
新機能デバイス研究部 石井啓二
総務部 平本 晃



『NHK技研だより』

(2017年8月号)

Top News

「8Kスーパーハイビジョン制作機器の研究開発」

News

「第62回 前島密賞」
「第43回 放送文化基金賞」
「滞在研究員からのメッセージ」

R&D

「ニューラルネットワークによる機械翻訳技術」

連載 インターネット活用技術 (全5回)

「第3回 ハイブリッドキャストの進化の現状」



『NHK技研R&D』164号

(2017年8月)

技研公開2017

講演・研究発表【特集号】

はじめに

技研公開2017より

基調講演

「2020年、その先のテレビへの期待」

「VR, AR, UHD+…今後50年のテレビの進化は予測できるか？」

研究発表

「テレビ映像における顔認識技術」

「番組制作システムのIP化に向けた技術開発」

ほか4件

シンポジウム

「AIで広がる公共放送」

「ネット時代の視聴者が求める“テレビ”とは」

「フルスペック 8Kスーパーハイビジョンの魅力を探る」

研究所の動き

「8Kスーパーハイビジョン映像の長期保存を目指したホログラムメモリー技術」

論文紹介／発明と考案／研究会・年次大会等
発表一覧



VIEW (NHK エンジニアリングシステム友の会会誌)

Vol.36 No.5 (通巻210号)

発行日●2017年9月26日

編集・発行●一般財団法人 **NHK** エンジニアリングシステム

〒157-8540 東京都世田谷区砧 1-10-11 TEL: 03-5494-2400 (代) FAX: 03-5494-2152

制作・印刷●三美印刷株式会社

*掲載記事の無断転載を禁じます。

ITE

4K/8Kテレビシステム評価用標準動画像 Aシリーズ 頒布のご案内

一般社団法人映像情報メディア学会（ITE）は一般社団法人電波産業会（ARIB）とともに、4K/8Kテレビ放送技術の開発に必要不可欠である「超高精細・広色域標準動画像Aシリーズ」の頒布を開始いたしました。

【主な特徴】

- ・ITU-R 超高精細度テレビジョンのスタジオ規格ITU-R勧告BT.2020（Rec.2020）に準拠した動画像
- ・3300万画素CMOS 3板カメラを用いて制作した8K非圧縮映像
- ・撮影した4320/59.94Pのシーケンスからクロッピングした2160/59.94Pの4K素材もセットで提供
- ・UHDTVマルチフォーマットカラーバー（ARIB STD-B66 1.0版準拠）も提供
- ・シーケンスは、「舞妓」「着物姿の女性」「十二単の女性」画像を含む全11シーケンスで構成



仕様	Aシリーズ（8K素材）	Aシリーズ（4K素材）
画像フォーマット	7680×4320画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)	3840×2160画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)
シーケンス数	11	10
シーケンス時間		15秒
データ形式		DPX

一般社団法人 映像情報メディア学会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 tel:03-3432-4677 fax:03-3432-4675

http://www.ite.or.jp/data/p_t/test_chart/



4K・8K放送実現への先駆者としての BS放送を万全の体制で支えます



BSAT (株) 放送衛星システム
BROADCASTING SATELLITE SYSTEM CORPORATION

〒151-0063 東京都渋谷区富ヶ谷1丁目16-4 パークサイド山本館
PARKSIDE-YAMAMOTOKAN, 1-16-4, TOMIGAYA, SHIBUYA-KU
TOKYO 151-0063, JAPAN TEL:03-5453-6521(代)

NHKアイテックは 放送関連技術の専門会社として 日本の放送産業の進歩発達に貢献していきます

放送ネットワーク

放送ネットワークの最適ソリューションを提供します

受信ネットワーク

放送の受信環境を整備します

情報ネットワーク

時代をリードする防災を中心とした
情報インフラを構築します

コンテンツ制作・送出システム

効率的な制作・送出システムを提供します

次世代映像・伝送システム

4K・8K映像システムや伝送システムの
トータルソリューションを提供します

建築・建築音響・鉄塔

放送局、放送所建設で培った技術力で
ご要望にお応えします

海外業務

世界の放送事業の発展に貢献します

開発システム

技術開発にチャレンジしています



NHK
Integrated
Technology

放送分野の総合技術会社
株式会社 NHK アイテック

〒150-0041 東京都渋谷区神南1-4-1 Tel.03-5456-4711(代) Fax.03-5456-4747

<http://nhkitec.com>

放送技術、情報技術、メディア技術

今こそ挑戦、 一歩先へ



NHKメディアテクノロジー

〒150-0047 東京都渋谷区神山町 4-14 TEL:03-3481-7820 FAX:03-3481-7609

<http://www.nhk-mt.co.jp>