

■トピックス

- ・新年随想2018
- ・8Kスーパーハイビジョン
紅白歌合戦生中継
パブリックビューイング

■テクノコーナー

- ・CAS/RMP (コンテンツ保護)
の変遷と技術
- ・きぬ太とネネの技術ノート
第5回
- ・深層学習の応用

■NESニュース

- ・「飛翔体軌跡表示システム」を
プロゴルフ選手権のギャラリー
プラザで展示

■NHK R&D紹介

- ・情報番組での不明瞭な発音の
音声認識技術
- ・スーパーハイビジョン衛星放送
のケーブルテレビ再放送技術

■公開されたNHKの発明考案

- NHK技研最新刊行物

トピックス

新年随想2018

(一財) NHK エンジニアリングシステム 理事長 藤澤 秀一

あけましておめでとうございます。昨年中も多くの方々
に当財団の事業運営に対する多大なご理解とご協力をいた
だきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

今年の注目すべきトピックは何と言っても、12月1日か
ら始まる4K・8K本放送（新4K8K衛星放送）でしょう。
これに向けて、放送局の設備整備と受信機の製造・販売、
それぞれの準備が着々と進められていると伺っています。

NHK放送技術研究所において8Kスーパーハイビジョ
ンの研究が開始された1995年から23年の歳月を経て、視
聴者の皆様に各ご家庭で4K・8Kの番組を楽しんでいた
だけるときが間もなくやって参ります。超高精細映像や
立体音響等、4K・8K放送実現のための新技術に関する
研究・開発から、超高臨場感放送番組の制作、提供へと
バトンが手渡され、今後新しい放送メディアとして成熟
していくものと期待が高まります。

そうした時代を迎えて、我々は次の新技術開発とその
実用化へと駒を進めるため、新年度からの3か年事業計画
の策定を行っています。その内容は次号以降のVIEWで
ご紹介する予定ですが、「NHKの研究開発に基づく技術
成果を放送外の産業分野も含めて広く一般の利用に供す
ることでその社会還元を図る」という当財団の設立趣旨
をより一層具現化していくための研究開発のPDCAサイ
クルの明確化、重点的に推進する研究テーマの探索など、
中長期的視点に立って検討を進めています。

昨年、〇〇ファーストという言葉がはやりました。事
業や政治を進めるにあたってのコンセプトや最優先課題
を表現するのに便利な言葉として、色々な場面で使わ
れました。技術開発成果の実用化、利活用を図る際の
「ファースト」は何か？ それはやはり「クライアント・
ファースト」であるべきでしょう。自らの技術成果の新
規性、長所に加えて、他の既存技術との融合・連携を図
ることにより得られる付加価値が、クライアント要件の
ソリューションになり得たとき「クライアント・ファ

スト」が実現されたということになると考えます。とも
すると陥りやすいのが、ニューテクノロジーファースト、
イノベーションファーストではないでしょうか。これか
ら新しい技術を探求していくという研究開発のスタート
時点におけるコンセプトとしては、こうした考え方は極
めて重要ですが、その結果、出来上がった技術の実用化、
普及・促進というフェーズにおいては、当該新技術の「使
用」そのものが目的化してしまう独り善がりという落と
し穴になりかねないことに注意が必要です。

もう一つ、昨年流行語となった言葉に「忖度」があり
ます。辞書によれば「他人の心を推し量る事」とありま
すが、「〇〇ファースト」はこれと若干異なり、むしろ相
手の事情や心情をくみ取った行動を伴う「斟酌」の方が
意味として近いかもしれません。

話が脇道にそれましたが、新しい技術やノウハウをさ
まざまな分野における利活用につなげていくにあたって、
クライアントニーズにこれまでより少し接近したアプ
ローチができるような、調査研究をなりわいとする一般
財団法人ならではの事業計画として、次のステップを踏
み出したいと考えております。

今年の干支は「戊戌（つちのえいぬ）」です。「戊（つち
のえ）」は「茂」という意味があるそうで、草木がフサフ
サと茂っている状態を連想します。一方、「戌（いぬ）」に
は「滅ぶ」という一見「新年随想」に記載する表現とし
ては似つかわしくない意味もあるようですが、お正月です
ので何事も良い方向に考えるということで、草木が枯れ落ち
て新しい大地の肥料となって、春の芽吹きに備えることと
解釈して、今年は、新4K8K衛星放送により新しいメディ
アがスタートすると同時に、次のステップアップに備えた
土壌開拓を実施する年にしたいと思います。

この新しい年が皆様にとって新しい萌芽に満ちあふれ
た良い年となりますようお祈りするとともに、引き続き、
当財団に対するご支援とご指導をお願い申し上げます。

8Kスーパーハイビジョン紅白歌合戦生中継 パブリックビューイング

2017年12月31日、8Kスーパーハイビジョンによる第68回紅白歌合戦のライブパブリックビューイングが行われ、その中で当財団は、NHKみんなの広場 ふれあいホール（以下、NHKふれあいホール）、ベルサール秋葉原の2か所で設営運用業務を実施しました。当財団は紅白歌合戦の8Kスーパーハイビジョンによるパブリックビューイングの運営業務を2004年以降毎年実施しています。

NHKふれあいホール

NHKふれあいホールでは、4Kプロジェクターを4台使用して、4画面をシームレスに投射するブレディング投射技術を用いて上映しました。スクリーンは540インチの大画面で、明るさも十分で迫力ある映像を表示することができました（写真1）。

紅白歌合戦のライブコンテンツの伝送には本線・予備の2系統の回線を用いました。

設営および機器の調整を12月27日から実施し、これまでに収録した8Kハイビジョンのコンテンツを8K再生機EX-P2を用いて30日から上映しました。使用したコンテンツは、30日は男女の「NHK杯フィギュア総集編」、31日は紅白歌合戦のライブビューイングの前に「ボブ・ジェームス&ランディー・ブレッカー」「チック・コリア&ハービー・ハンコック」です。入場者数は30日に199名、31日は収録コンテンツの上映で201名、紅白ライブで207名でした。



写真1 NHKふれあいホールでの上映風景

ベルサール秋葉原

ベルサール秋葉原では、12月28日に機器の搬入を行い28～29日に調整を行いました。映像系は回線受けからプロジェクターまでのシステムを構成し、音声系は会場に22.2chのスピーカーの設置を行いました。スクリーンサイズは330インチで、使用したプロジェクターはNHKふれあいホールと同様に4Kプロジェクターによる4画面合成でした（写真2）。30日から8K用SSD再生機を用いて収録コンテンツの「紅白・TAO・リオ五輪」と「NHK杯フィギュア総集編」を紅白歌合戦のライブビューイングの前に上映しました。

入場者数合計は12月30日で722名、31日は収録コンテンツの上映で489名、紅白ライブで154名でした。



写真2 ベルサール秋葉原の上映風景

まとめ

毎年恒例となった紅白歌合戦の8Kライブパブリックビューイングですが、来場者からは感嘆の声とともに本放送への大きな期待のお声をいただきました。当財団は、今後も新4K 8K衛星放送の成功、および8Kシステムの幅広い分野での実用化に向けて取り組んでまいります。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

システム技術部長 金次 保明
システム技術部 今村 崇之
太刀野順一

CAS / RMP (コンテンツ保護) の変遷と技術

—第3回 CASとRMP ～社会インフラ化した限定受信システム～

今回は、ICカードによるCASの基本的な仕組みとB-CASカードの生い立ちを述べました。その最後で「B-CASカードは社会インフラと言えるようになりました」と述べましたが、今回は、技術と運用の面からもう少し深掘りしていきましょう。

その前に、もう少し詳細なCASの仕組みや日本のCASに特有の仕組みをご説明しましょう。

ティア方式

CASの課金は、ビジネス要件に応じていくつかのパターンがあります。月ぎめ課金やペイ・パー・ビュー (PPV) 課金など耳にした方も多いかと思います。

例えば、CSデジタル放送では、視聴者はプラットフォーム事業者と契約し、視聴したい番組 (チャンネル) を月ぎめで視聴することができます。このような課金方法をこれまでお話しした3重鍵方式で実現することは、運用上難しくなります。例えば、番組ごとにワーク鍵を変えれば実現が可能ですが、番組数が増えるに従ってワーク鍵数が増え、伝送帯域を圧迫することになります。

そこで、柔軟な課金に対応するために、ティア (tier) と呼ばれる方式が導入されました。ティアとは積み上げるという意味ですが、CASではティアコードと呼ばれるコードを番組 (チャンネル) ごとに割り当て、料金体系はそのティアコードの集合体とする考え方です。具体的には、放送局はワーク鍵とともに契約したティアコード群をEMMに多重して送信します。また、ECMには、スクランブル鍵とともに番組ごとのティアコードを多重します。受信側のCASカードには受信したEMM内のワーク鍵とティアコード群が保存され、番組視聴時には、保存されたワーク鍵を使ってECMからスクランブル鍵と多重

されたティアコードを抽出します。CASカードは、保存されているティアコード群と抽出したティアコードとを比較し、該当するティアコードが含まれていればスクランブル鍵を出力します (図1)。

ここで、ティアコードとティアコード群のコード体系は、視聴契約の有無だけがパラメータなので、契約の最小単位となる番組 (チャンネル) に1ビットを割り当てればコンパクトな体系となり、帯域を圧迫するようなことにはなりません。有料放送のサービスに応じた課金は、このティア方式で実現されています。

ペイ・パー・ビュー (PPV) 機能

PPVとは、番組単位で課金することですが、特定の番組の放送開始前あるいは放送中に申し込み (課金) を行って視聴する事前申し込み型のPPV (CaPPV^{*1}) と、包括的な視聴契約の後、番組を視聴し、後日視聴したデータを放送局に送信して課金する後払い課金に大別できます。これまでは後者の方式が使われてきました。これは、テレビの常時オンラインが不要であり、CASカード内の処理としては、視聴したPPV番組の番組IDをCASカードに記録し、適切なタイミングでモデムを通して通信すればよいという簡便さから採用されました。しかし、当時はアナログモデムを使うなどインフラの維持コストの割に収益が上がらず、一部のCSデジタル放送を除いて2000年代中頃にはサービスから撤退してしまいました。

現在のPPVサービスは、アナログモデムを使った方式からインターネット (TCP/IP) を使う方式に進化しています。さらに、新4K 8K衛星放送では、テレビのオンライン化を前提に、CaPPVサービスを検討している事業者もいるようです。

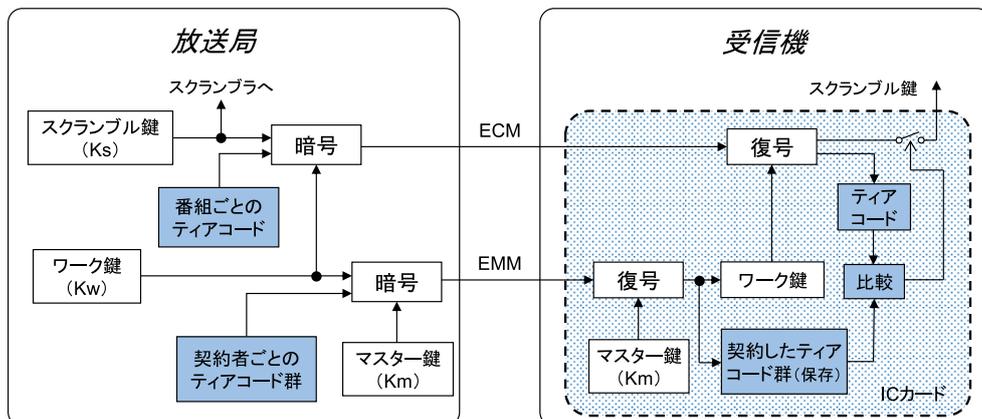


図1 ティア方式

*1 Call Ahead Pay Per View

自動表示メッセージ

日本独自のCAS機能として、自動表示メッセージ機能が挙げられます。自動表示メッセージとは、特定のCASカードに対してメッセージを送信し、テレビ画面上にスーパーインポーズで表示するものです。

自動表示メッセージは、これまでご説明してきた3重鍵方式そのものを使っているわけではなく、EMMを拡張することで実現しています。つまり、EMMに鍵（ワーク鍵）を多重するのではなく、メッセージ文を多重し、それを表示する方法です。実際のメッセージ文は契約勧奨などの文章が想定されていたので、定型文が多い前提で設計を行いました。

まず、すべての受信機で受信できるEMM共通メッセージと呼ばれるEMMに非暗号でメッセージ文を多重します。EMM共通メッセージには番号が振られており、異なるメッセージ文が多重された複数のEMM共通メッセージを送信することが可能です。EMM共通メッセージは、データ放送（BML）のように周期的に繰り返し送信されます。

一方、特定のCASカードが受信するEMM（EMM個別メッセージ）には、表示するEMM共通メッセージの番号が暗号化されて多重されていて、CASカードからは復号したEMM共通メッセージの番号が出力されます。受信機は、CASカードから得られた番号のEMM共通メッセージを受信し、メッセージ文を取り出してテレビ画面に表示します（図2）。このように新たな2種類のEMMを導入することで、メッセージ文によるEMMの帯域圧迫を低減しています。

NHKのBSデジタル放送では、2001年1月からこの機能を使って「設置確認メッセージ」の運用が行われています。また、有料放送では、無料お試し期間やいわゆる「無料開放デー」に自動表示メッセージを運用しています。このように、自動表示メッセージはスクランブルとは関

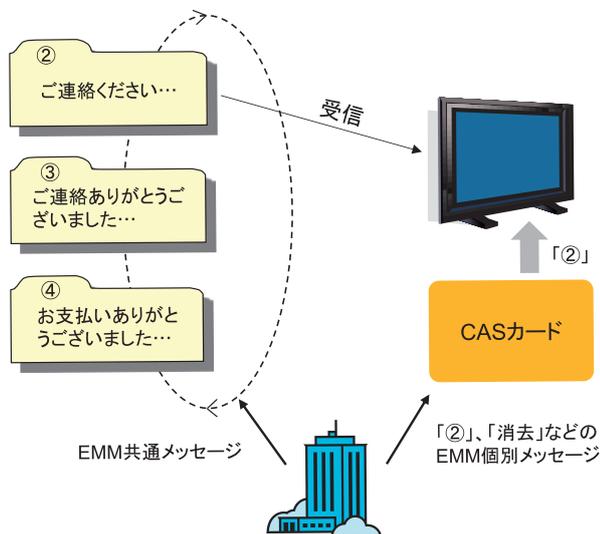


図2 自動表示メッセージのイメージ

係なく単独で運用することが可能ですが、制度的にNHKと有料放送事業者に限定されています。そのため、現時点では無料民放で自動表示メッセージを運用することはできません。

CASのRMP利用

2001年2月、ネットオークションに当時放送が開始されたばかりのBSデジタル放送の録画物が出品され、逮捕者が出ました。この事態を受け、放送事業者（NHKおよび無料民放）は、デジタル放送においては番組のコピー制御を強化しようという動きになりました。これがコンテンツ保護（RMP^{*2}）です。

当時の議論を集約すると、①受信機の出力端子に放送局から制御できるコピー制御機能を付けること、②そのコピー制御機能の実装を担保できること、ということでした。具体的なコピー制御は、現在は「ダビング10」ですが、当時は「コピーワンス」でした。

①については、すべてのBSデジタル受信機は有料放送に対応していたので、問題ありませんでした。有料放送では、CASカードによる視聴制御に加えて、番組のコピー制御が重要になるからです。

問題は②です。デジタル受信機は直接人の生命を脅かすものではありませんから、法的にコピー制御機能の搭載を受信機メーカーに義務付けることは困難です。そこで考えられたのが、民間の契約でコピー制御機能の搭載を義務付ける考え方です。ただ、書面での契約のみで義務付けるだけでは、契約の不履行などに対抗できません。そこで、無料放送であっても放送波にスクランブルを掛け、契約を履行する受信機メーカーに限りスクランブルが解除できるCASカード（ワーク鍵があらかじめ入ったCASカード）を支給し、万一契約不履行の際はCASカードの支給を止めるなどの契約スキームが考えられました。この場合のCASカードは視聴者の視聴制御をするためのものではなく、受信機メーカーに対して強制力を行使する“切り札”になるわけです。B-CASカードは、複数の放送事業者が共用で使える構成になっているので、CASのRMP利用が可能になりました。2004年4月からほぼすべての放送にスクランブルが掛けられ、CASカードはテレビ視聴に必須のものとなりました。

このように、CASカードは、特定の放送事業者向けのツールから、すべての放送事業者が利用し、テレビ視聴に不可欠な存在になるという意味で、社会インフラであると言っても過言ではないでしょう。

(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

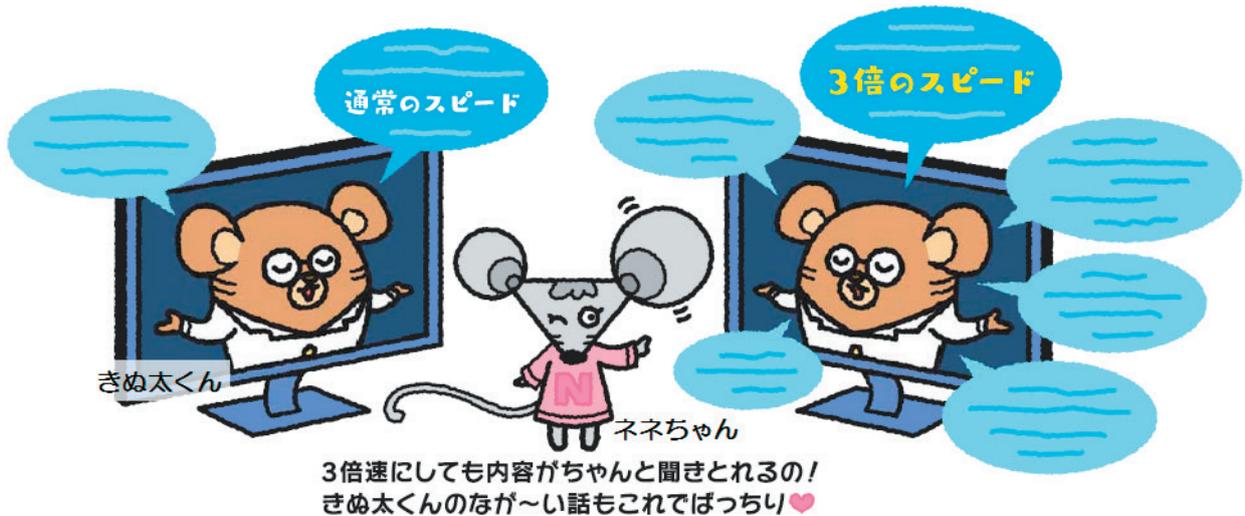
*2 Rights Management and Protection

きぬ太とネネの技術ノート 第5回

——話速変換技術(「NHK 技術カタログ」<http://www.nes.or.jp/transfer/catalog/>)

話速変換

人の話す速さを、聞き手のニーズに応じて、ゆっくりにしても、高速に再生しても、話す内容を聞き取ることができます。



話速変換技術の技術ノート

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する、「きぬ太とネネの技術ノート」の連載5回目は、「話速変換技術」です。

話速変換技術

音声の発話速度(話速)を自由に調整できる技術です。一様に時間伸縮するだけでなく、ゆっくりとした聞こえを実現する機能を備えています。この技術を高速再生に適用することで、2倍速を超える音声も聞き取りやすくなります。

〈ゆっくりとした聞こえを実現する適応的話速変換〉

各フレーズの始めや声の高さが高いところを局所的に伸長する一方、息継ぎの“ま”など声のない部分を短縮する技術を適応的話速変換といいます(図1)。リアルタイムの放送に適用でき、テレビ・ラジオの受信機への導入実績があります。

〈2倍速以上でも聞き取りやすい高速再生〉

適応的話速変換を用いることで、早まわし再生でも内容を聞き取りやすくなります。さらに高速な聞き取りが求められる場合には、図2のように聞き取りに大事な部分に他の部分よりも優先的に時間を配分する速度調整も可能で

す。聞き取りに大事な情報は、声の音響的な特徴や言語的な情報から推定します。

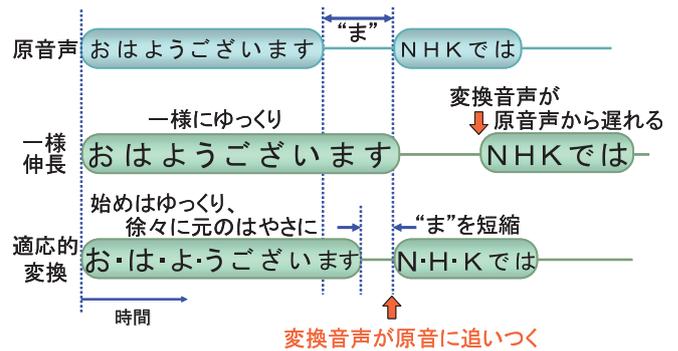


図1 適応的話速変換の動作

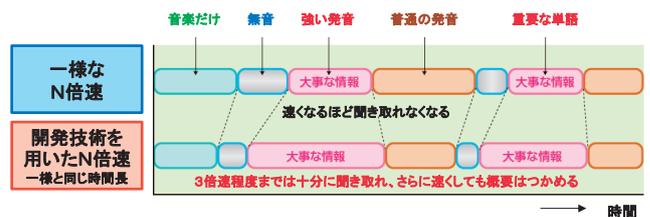


図2 高速話速変換技術の動作例

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 鈴木 百合子

深層学習の応用

— 深層学習と画像検索

連載の3回目は、深層学習の画像認識への応用として、画像検索の例を紹介します。まずは、今回利用した深層学習モデルのVGG16の話から始めたいと思います。

VGG16

VGG16は英国オックスフォード大学で開発された畳み込みニューラルネットワーク (CNN) です。図1に示すように昨年9月号で紹介したAlexNetよりも畳み込み層を多く持ち、階層もより深くなっています。VGG16は、AlexNetが注目されたILSVRCのコンペティションで2014年に優秀な成績を残したモデルで、現在も頻繁に利用されているモデルの一つです。この系列にVGG19というものもありますが、基本構造や性能に大きな違いはないので、今回はVGG16を用いて画像検索実験を行いました。

画像検索とは

本稿での画像検索は、ある画像 (あるいは同一カテゴリーの複数画像) を入力したときに入力画像に似た画像 (同じカテゴリーの画像) を検索対象の画像群から探し出してくる機能を指します。一般には、映っている各画像の内容をタグとして事前に付与することで、そのタグを基に画像を探し出せますが、画像認識を使って自動でタグを付

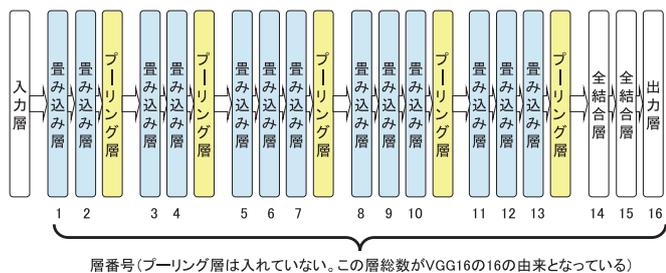


図1 VGG16ネットワークの層構造

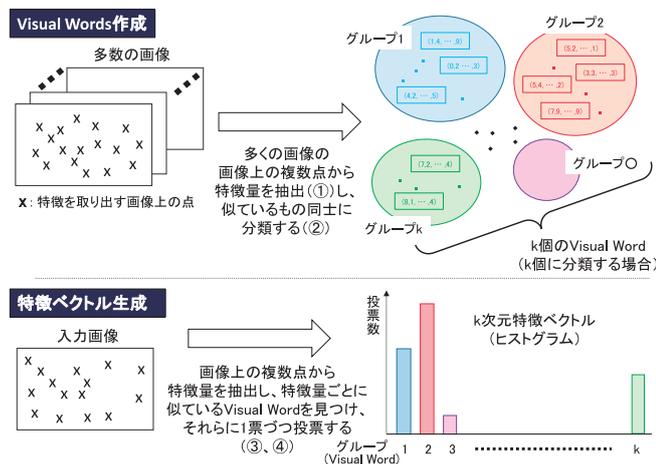


図2 Visual Words作成と特徴ベクトルの生成

与する場合には、基本技術は同種のものとなります。画像間の類似性を評価する技術がベースとなります。

Bag of Visual Words (BoVW)

数年前まで画像認識の世界で高い評価を受けていた手法としてBag of Visual Wordsを利用したものがあります。具体的には①~④の工程となります (図2)。①画像中の様々な位置からその周辺で観測される画像特徴量を抽出する。②得られた特徴量を似ているもの同士に分類しグループ分けする (これらをそれぞれVisual Wordと呼ぶ)。③新たな画像を入力したとき、同様に特徴量を抽出し、各特徴量がVisual Wordのどれに一番近いか判定し、最も近かったVisual Wordに1票ずつを投票する。④画像から抽出されたすべての特徴量につきこの投票を行うことで、各画像に対して、Visual Wordの総数を次元とする特徴ベクトルを一つ得る (実際には投票結果はヒストグラムであるが、ここではベクトルと見なす)。以上はあくまで一般的な基本処理です。

サポートベクトルマシン (SVM)

特徴ベクトルを分類する手法はいくつも存在しますが、特に2分類で良く利用され、性能の優れた手法としてサポートベクトルマシン (SVM) が知られています。SVMは簡単に言うと、認識させたい画像群の特徴ベクトル集合 (正例) とそれ以外の画像の特徴ベクトル集合 (負例) との間に、双方から平等に離れたところに境界を設ける方法です。識別する場合には、入力の特徴ベクトルがこの境界のどちら側に入るかを判定することで分類することができます (図3)。

転移学習 (fine tuning)

ある学習セットによって学習し終えた深層学習モデルの結合係数を利用して、新たに他の学習セットに対して学習し直す方法が転移学習として知られています。転移学習には、学習済みモデルの結合係数を初期値として新たな学習データですべてのネットワークの係数を学習し直す方法や、一部の結合係数の値は固定して学習する方法などがあ

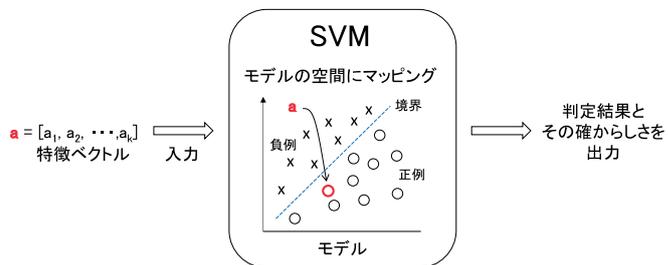


図3 SVMの動作の概要



図4 実験で使った画像の例



図7 手法2で1枚の正例で学習した時の検索結果



図5 手法1で10枚の正例で学習した時の検索結果

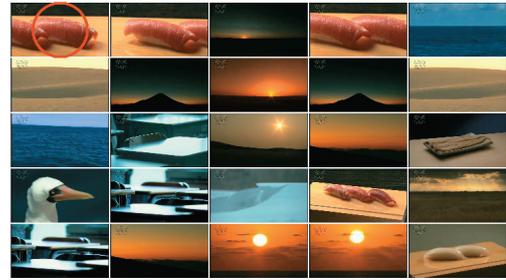


図8 手法1で1枚の正例で学習した時の検索結果



図6 手法1で1枚の正例で学習した時の検索結果



図9 手法2で1枚の正例で学習した時の検索結果

ります。少数の学習データでも学習が安定に進み、短時間で学習が終えられるなどのメリットがあります。最終層のみを入れ替える場合、最終層の一つ前の層（VGG16では15層）に現れた出力分布を一つの特徴ベクトルと見なしてSVMなどの他の効率の良い学習方法と組み合わせた新たな認識システムを作ることができます。

画像検索実験例

今回、SIFTおよびSURFと呼ばれる手法で得た画像特徴量を連結して作った2048次元ヒストグラム（手法1）と、ImageNetの1000カテゴリーで学習済みのVGG16の15層の細胞群の出力を並べた4096次元ベクトル（手法2）を、それぞれ特徴ベクトルとしてSVMに入力しました。手法1はBoVW、手法2は転移学習の一例となっています。

検索は、探したい画像（1枚あるいは複数枚）を正例として学習したSVMモデルを用い、検索対象の各画像のSVMモデル出力の確からしさの値でソートする仕組みで実現しました。検索対象とした画像は、NHKクリエイティブ・ライブラリーの約3,600本の映像クリップから取り出した代表静止画16,655枚です（図4に極少数の例を示す）。

図5に、手法1で招き猫の画像10枚を正例として検索した場合の結果を示しています。図では、左上から右下に向かって正例の確からしさの順に上位25位までが表示され

ています。赤丸の上書きされている画像が正例です。見てのとおり、正例10枚が上位を占め、その後も招き猫の画像が続いており良好な検索結果と言えます。極端な例として正例を1枚のみにしたところ、結果はあまりよくありませんでした（図6）。一方、手法2で1枚のみの正例を用いて検索を行った場合は（図7）、1枚の正例にも関わらず、上位25位まですべて招き猫の画像が占めました。寿司の画像の検索例も図8、図9に示しましたが、その他多くの画像でも同様な結果が得られました。このように学習済みのVGG16の深い層の出力群は良い特徴ベクトルになっていると言えます。良い特徴ベクトルを学習によって自動的に獲得できるこの能力は、CNNの大きな魅力です。

おわりに

CNNの画像検索への応用例を紹介しました。今回用いたシステムは基本的に無料のオープンソースを組み合わせで構築したものです。ツール類の選択肢も増え、開発環境の充実も着実に進んでいます。ユーザーの個別課題に向けたチューニングもさらに容易になり、ますますCNNの応用先は広がっていくものと思われます。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 藤井 真人

「飛翔体軌跡表示システム」をプロゴルフ選手権のギャラリープラザで展示

野球やゴルフ、陸上競技のやり投げやハンマー投げなど、飛翔体を扱うスポーツにおいて、その軌跡をCGで表現することはわかりやすい放送に有効です。特に、ゴルフについてはボールが直径43mmと小さく、時速300km以上で飛び出すため、テレビ映像では状態を視認しにくいのが現状です。

ゴルフボールをCGで可視化する技術としては、いくつか実用化された例があります。レーダーを用いた製品は、高精度な計測が可能ですが、ゴルファーの後方近傍に機器を配置する必要があり、また降雨の影響を被ります。画像処理とボールを追尾するカメラの回転角を用いた製品は、自由度は高いのですが、ボールを見失った際、放物線で軌跡を生成するため、精度の点で課題があります。両者とも計測時に1秒程度の遅延があること、コストが高いことも普及の妨げとなっています。そこで、ゴルフ競技への応用を想定し、弾道予測方程式と画像処理技術、レーザーセンサーを融合したセンシングシステムの開発を進めています（図1）。

今年度は、放送利用までには至りませんでした。NHKが中継するゴルフ選手権三大会の会場において、日本ゴルフ協会が開催するギャラリープラザのNHKコーナーで体験型の展示を行い、技術の紹介を行いました。その概要について紹介します。

システムの原理

図1に、開発を進めている「飛翔体軌跡表示システム」

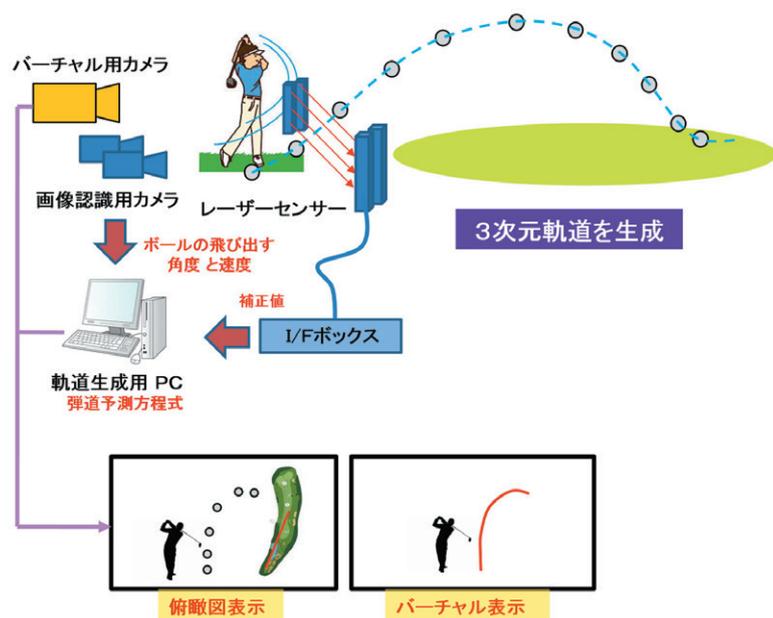


図1 飛翔体軌跡表示システム



写真1 レーザーセンサーとセンサーカメラ

の概略を示します。ティーグラウンド後方に配置したセンサーカメラの画像からボールを抽出し、画像処理によってボールの飛び出し角度（仰角、方位角）、速度を計測します。このデータを弾道予測方程式に代入し、軌跡を生成します。加えて、ティーグラウンド前方に配置したレーザーセンサーで物理的に計測した仰角、速度をフィードバックし、軌道を補正します（写真1）。

ボールに作用する力を運動方程式に代入し、Euler法により、ボールの速度、3次元位置を導出します。初期値として、ショット直後のボールの速度、角度以外に回転数などの情報も必要となりますが、競技中にこれらの諸量を計測するのは困難であるため、画像処理のみでボールの3次元座標を推定し、逆に方程式を解くことで未知数を求め、その後のボールの軌跡を予測するようにしています。

レーザーセンサーは、画像処理によって導出する速度、仰角の精度を補完するため、オプションとして使用しています。レーザー/受光素子を縦に2列並べた通過物を検出するレーザーセンサーを試作しました。直径43mmのボールに対して、必ず3つのレーザーが当たるようにレーザーセンサーの間隔を14mmとし、45組を並べることで計測範囲600mm以上を確保しています。

体験展示

「飛翔体軌跡表示システム」は、これまで番組技術展や渋谷DEども、技研公開などで展示を行ってきました。しかし、安全性、スペース的な問題から子供用のおもちゃのクラブを使用することとし、本来の性能を見ていただけない状況でした。今回は、屋外での展示であること、主対象がゴルフ選手権を観覧に来られたゴルフ



写真2 ブースの写真 (日本シニアオープンゴルフ選手権)



写真3 日本シニアオープンゴルフ選手権 (福岡)

好きのお客様であることなどを考慮し、実際のクラブ（ドライバー）で打っていただいた弾道を表示することにしました。

スペースは、設営費用も考慮して4m × 3m × 11mとし、PC等を配置するテントは打席後方に設置し、打席前方にはネットを張り巡らし、正面には日本オープンゴルフ選手権を行う岐阜関カントリー倶楽部の18番ホールの写真印刷したシートをつりました（写真2）。

屋外での展示では、照明環境が刻々と変化する上、降雨の影響も考えなければならないため、画像認識としては実戦さながらの厳しい条件となります。

ギャラリープラザは、各大会のスケジュールに合わせ



写真4 日本女子オープンゴルフ選手権 (千葉)



写真5 日本オープンゴルフ選手権 (岐阜)

て基本的に4日間開催されます。期間中は台風が接近したり、会場付近が集中豪雨に見舞われるなど、厳しい天候条件の日もありました。しかし、システム的には安定した計測ができました。たくさんのお客様に試打をしていただき、スポーツバーチャルのだご味を楽しんでいただきました（写真3～5）。NHKの中継がある時は、こういうおもしろい行事もあるから良いですね…とごさるお客様もいらっしゃり、良いふれあい活動ができたと思っております。

今後に向けて

ゴルフ選手権3大会のギャラリープラザでの展示を通して、システムの完成度は高まってきたと感じています。今後は、計測精度のさらなる向上、新映像表現の拡充を目指して、改善を図り、実際のスポーツ中継での活用を目指して開発を進めていく予定です。

本開発を進めるにあたり、福岡工業大学名誉教授 溝田 武人先生にご指導をいただきました。深く感謝いたします。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 加藤 大一郎

情報番組での不明瞭な発音の音声認識技術

技研では、高齢者や聴覚障害者など、さまざまな人が番組を楽しめることを目指して、生放送の番組に効率よく字幕を付与するための音声認識技術の研究を進めています。今回、生放送番組の中で、ニュースのアナウンサーのように明瞭な発音ではなく、出演者同士の会話など不明瞭な発音が生じやすい情報番組でも、精度よく音声を認識できる技術を開発しました。

不明瞭な発音を辞書に登録

音声の認識には、単語とその発音がセットで登録された発音辞書を用います。発音はローマ字を用いた表記（音素）で表され、単語の読みどおりの正確な発音が標準辞書として登録されています。発音辞書に登録されていない発音が音声認識装置に入力された場合、認識の誤りが発生しやすくなります。そこで今回、不明瞭な発音を推定し、あらかじめ発音辞書に登録しておくことで、不明瞭な発音を認識できるようにしました（図1）。

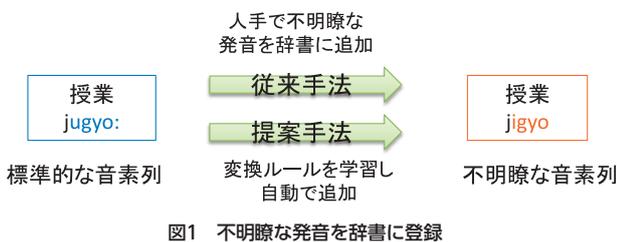


図1 不明瞭な発音を辞書に登録

不明瞭な発音の推定技術

統計的機械翻訳^{*1}の技術を応用して、標準的な発音の音素列から不明瞭な発音の音素列へ変換するためのルー

ルを学習します。通常、機械翻訳では、英語と日本語など2種類の言語において、同じ意図を指す文を並べた対訳データを用いて、2つの言語の対応関係を学習します。不明瞭な発音を推定するための学習には、ニュースや情報番組の音声を用いて、標準的な音素列と実際に発音された音素列との間で対応関係をとることにより、変換ルールを学習します。この変換ルールを用いることで、これまで人手で辞書に追加していた不明瞭な発音を、標準辞書の発音系列から自動で推定できるようになります（図2）。

発音辞書の拡張

学習されたルールを用いて、推定された発音系列を標準辞書に追加し、音声認識で用いる発音辞書とします。追加した発音系列の中には不明瞭な発音として不適切なものも含まれているため、提案手法では、適切な発音系列のみを取り出すフィルタリング処理を行います。これにより、より確からしい発音系列のみを発音辞書に追加することができ、一般的な会話で生じやすい不明瞭な発音の認識精度を改善することができます。

今後に向けて

今後は本技術を発展させ、現在は誤りが多いインタビューや記者会見なども精度よく認識できる技術を目指していきます。

NHK放送技術研究所

ヒューマンインターフェース研究部 一木 麻乃

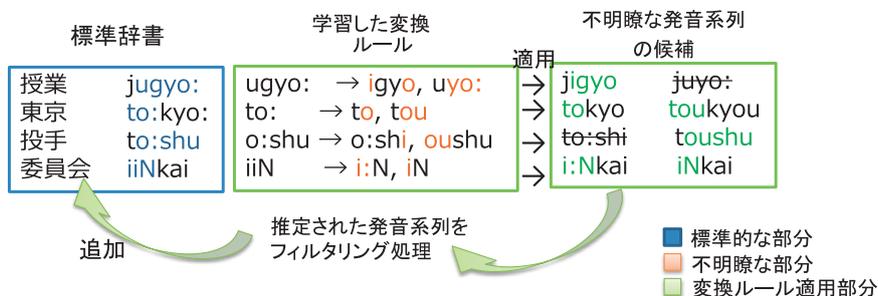


図2 不明瞭な発音の推定技術

*1 翻訳前と後のテキストデータをコンピューターで大量に学習し、未知のテキストを翻訳する手法

スーパーハイビジョン衛星放送のケーブルテレビ再放送技術

技研では、スーパーハイビジョン（4K・8K）衛星放送をケーブルテレビで再放送するための伝送技術の研究開発に取り組んでいます。特に8K映像は、従来のハイビジョン映像に比べて16倍の画素数を持つ大容量のコンテンツであるため、現在のケーブルテレビの1チャンネルでは伝送することができません。そこで、8K放送の信号を複数のチャンネルに分割して伝送する複数搬送波伝送方式を開発しました（図1）。この方式は、ケーブルテレビで運用されている64QAM*1もしくは256QAMという変調方式を用いており、既存のケーブルテレビの伝送路をそのまま利用できる利点があります。これまでに、方式の標準化や小型受信装置の開発に取り組んできました。

■方式の標準化

技研が開発した複数搬送波伝送方式は、（一社）日本CATV技術協会において標準規格化作業が行われ、2015年に国内標準規格が発行されました。また、2016年には国

内標準規格に整合した仕様が、ITU-T（国際電気通信連合・電気通信標準化部門）で国際勧告化されました。

■小型受信装置の開発

ご家庭でスーパーハイビジョン衛星放送をケーブルテレビ経由でご覧いただくためには、コンパクトで低廉な受信機が必要となります。そこで、本方式に対応した復調用LSIを搭載した小型受信装置（チューナー）を初めて開発しました（写真1）。小型受信装置の出力信号は、スーパーハイビジョン衛星放送と同じ信号であるため、映像や音声を再生するモジュール等を共通化できます。

今後、関係機関と連携し、スーパーハイビジョン衛星放送のケーブルテレビ再放送の実現に向けた取り組みを進めていきます。

NHK放送技術研究所

伝送システム研究部 袴田 佳孝*2

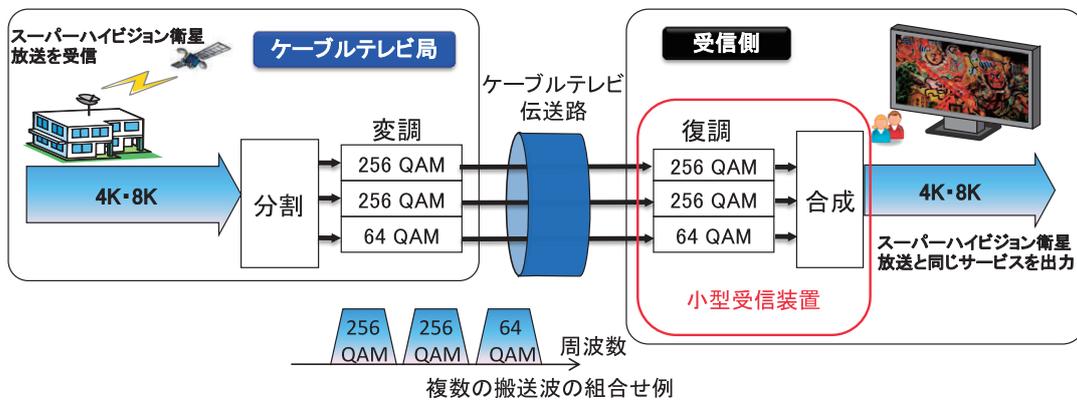


図1 複数搬送波伝送方式の概要

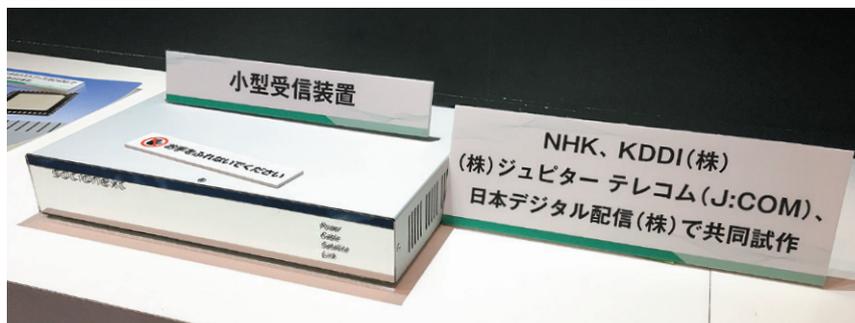


写真1 小型受信装置（チューナー）の外観

*1 QAM (Quadrature Amplitude Modulation)：搬送波の振幅と位相に情報をのせるデジタル変調方式

*2 現在、NHK 技術局 計画部

公開されたNHKの主な発明考案

(平成29年9月1日～平成29年10月31日)

発明考案の名称	技術概要
多段光変調素子および空間光変調器 特開2017-156555	画素サイズにかかわらず、駆動電流を抑えて、開口率を高めることが可能な多段光変調素子および空間光変調器
オブジェクト追跡システム、オブジェクト追跡装置及びそのプログラム、並びに、位置表示体付き物理オブジェクト 特開2017-156796	フレームレートを超える可動域を持つ物理オブジェクトを撮影して当該可動域の動きを追跡しその軌跡を可視光画像上で可視化するオブジェクト追跡システム、オブジェクト追跡装置及びそのプログラム、並びに、位置表示体付き物理オブジェクト
記憶装置 特開2017-157256	記録した情報を安定して保持させることが可能な記憶装置
データ伝送装置、データ生成装置及びデータ伝送システム 特開2017-158163	ネットワークにおけるスイッチングハブを用いて同期生成された複数のフローデータを多重伝送する際に、そのフローデータに対し個別に遅延制御して伝送するデータ伝送装置、データ生成装置及びデータ伝送システム
興味情報処理装置およびプログラム 特開2017-161976	テレビ番組の視聴以外の行動にも基づいてユーザーの興味を自動的に取得し、取得した情報に基づく情報提示を行えるようにする興味情報処理装置およびプログラム
チャート装置 特開2017-163241	撮影時に用いられる照明を用いずに、撮影前の色調整に係る作業を効率化するチャート装置
多視点映像生成システム、多視点映像生成装置およびそのプログラム 特開2017-163245	多視点カメラで撮影された映像から、注視点の指定と多視点映像の仮想的なカメラワークとを3次元空間上で指定して、多視点映像を生成することが可能な多視点映像生成システム、多視点映像生成装置およびそのプログラム
測定装置 特開2017-163266	映像信号の解析を容易にする測定装置
時刻マッピング情報生成装置、同期再生システム、時刻マッピング情報生成方法及び時刻マッピング情報生成プログラム 特開2017-163284	時刻系が異なるコンテンツを同期させるための時刻マッピング情報生成装置、同期再生システム、時刻マッピング情報生成方法及び時刻マッピング情報生成プログラム
アップミックス装置及びプログラム 特開2017-163458	入力音響信号から、ミキシング作業を行うことなく、かつダウンミックスしても音質劣化の少ない、アップミックスされた出力音響信号を得る装置及びプログラム
チャンネル数変換装置 特開2017-163555	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
チャンネル数変換装置 特開2017-163556	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
光変調素子、及び空間光変調器 特開2017-167430	光変調を安定動作させつつ、光の利用効率を向上する光変調素子、及び空間光変調器
画像復号装置、画像復号プログラム及びチップ 特開2017-168955	圧縮符号化された画像の復号処理において、高精度かつ低演算コストに逆量子化処理を行う画像復号装置、画像復号プログラム及びチップ
2眼立体画像生成装置及びそのプログラム 特開2017-169050	IP立体画像から2眼立体画像を効率よく生成できる2眼立体画像生成装置及びそのプログラム
インパルス応答推定装置及びプログラム 特開2017-173456	音響信号のみから、インパルス応答を精度良く推定する装置及びプログラム
ポリマー構造の製造方法 特開2017-173628	ハードマスクを利用したエッチングが可能な、ポリマー構造の製造方法
三次元形状提示システム及び触力覚提示装置 特開2017-173988	三次元モデルで表現可能な仮想物体の三次元形状をより高解像度に触力覚で提示する三次元形状提示システム及び触力覚提示装置
バックアップ装置、復元装置、バックアップ方法及びバックアッププログラム 特開2017-174479	高速に映像データをバックアップできるバックアップ装置、バックアップ方法及びバックアッププログラム
受信アンテナ装置 特開2017-175282	右旋及び左旋円偏波の受信アンテナ利得の偏りを抑制し、より高い受信アンテナ利得で各偏波の衛星放送波を受信可能とする受信アンテナ装置
画像処理装置 特開2017-175347	精細感のある高解像画像を得ることができる画像処理装置
視聴量解析装置およびプログラム 特開2017-175369	コンテンツを配信するシステムで、実際に視聴されたコンテンツの視聴量を、精度よく把握することのできる視聴量解析装置およびそのプログラム

発明考案の名称	技術概要
一次放射器 特開2017-175430	アンテナを利用する現場で割り当てられる周波数に合わせて、インピーダンス特性を調整できる一次放射器
動画配信システム、配信サーバ、受信装置、及びプログラム 特開2017-175597	エンコード処理にかかるコストを増加させないで、受信状況の変化に伴う動画再生の品質変化を緩やかにする動画配信システム、配信サーバ、受信装置、及びプログラム
送信装置及び受信装置 特開2017-183803	バーストエラーに対して耐性を持つ送信装置及び受信装置
撮影制御装置およびプログラム 特開2017-183900	撮影する映像の明るさをより簡単な操作で調整することを可能とする撮影制御装置およびプログラム
撮像装置 特開2017-188265	所望のドレイン飽和電流特性の向上を図りつつ撮像素子の高画素化を図るとともに、撮像された画像の輝度ムラを抑制し得る撮像素子
撮像装置 特開2017-188266	映像信号取得時における電子放出源の応答性の高速化を図るとともに、光電変換膜の過剰な蓄積電荷を容易に除去し得る撮像装置
情報提供システム、情報提供装置、提示端末及び視聴端末 特開2017-188730	サービス事業者がユーザーのコンテンツ視聴行動に応じた情報提供のタイミングを柔軟に設定できる情報提供システム
符号化装置、復号装置、符号化プログラム、及び復号プログラム 特開2017-188768	符号化効率を向上させつつ、画質の低下を抑制する符号化装置、復号装置、符号化プログラム、及び復号プログラム
符号化装置、その復号化装置および符号化・復号化装置 特開2017-188809	取得された第1の色空間画像を第2の色空間画像に変換し、4:4:4圧縮して伝送等をさせる場合に、第1の色空間の中の特成分のS/Nが劣化していたとしても、変換された第2の色空間の各成分に伝搬しないようにして、符号化効率を改善するようにした符号化装置、その復号化装置および符号化・復号化装置
送信装置及び受信装置 特開2017-188895	デジタルデータの送信装置及び受信装置
送信装置及び受信装置 特開2017-188896	デジタルデータの送信装置及び受信装置
受信機 特開2017-188920	AITに基づき取得され受信機で利用可能となったアプリケーションを、容易に把握可能とする受信機
受信機 特開2017-188921	AITに基づき取得され受信機で利用可能となったアプリケーションを、容易に把握可能とする受信機
受信機 特開2017-188922	AITに基づき取得され受信機で利用可能となったアプリケーションを、容易に把握可能とする受信機
画像処理装置及びプログラム 特開2017-191407	劣化画像を画像復元する際に、演算コストを削減しつつ、階段状の劣化を抑える画像処理装置及びプログラム
アンケートデータ精査装置及びそのプログラム 特開2017-191517	多数の選択肢の質問からなる選択式のアンケートデータに対し、不誠実回答者の回答データを自動的に検出し除去するアンケートデータ精査装置及びそのプログラム
コントラスト補正装置及びプログラム 特開2017-191990	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
チャンネル数変換装置、放送受信機およびプログラム 特開2017-192024	番組音声のチャンネル数変換を行う際に、変換前の主要なチャンネルの信号レベルを一定に保ちつつ、番組全体の平均ラウドネス値を目標ラウドネス値に合わせるチャンネル数変換装置、放送受信機およびプログラム
画像圧縮装置、画像復号装置、画像圧縮方法及び画像圧縮プログラム 特開2017-192080	画像を規定のファイル形式に高速に圧縮できる画像圧縮装置、画像圧縮方法及び画像圧縮プログラム、並びに高速に復号できる画像復号装置
照明装置および照明制御装置 特開2017-195139	人物が向いている方向を検出して、その方向に対応する照明を制御する照明装置
受信レベル測定装置及びそのプログラム 特開2017-195431	反射鏡を用いて右旋及び左旋円偏波の衛星放送波を受信可能とした偏波共用アンテナについて高受信品質となるよう方向調整可能とする受信レベル測定装置及びそのプログラム
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2017-195478	量子化係数の絶対値を減少させ、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
参照フレーム生成装置、動き推定装置、及びプログラム 特開2017-195579	奥行き方向の動きに対する動き推定の確度を向上させるための参照フレームを生成する装置、動き推定装置、及びプログラム

NHK技研最新刊行物

『NHK技研だより』

(2017年11月号)

Top News

「CEATEC JAPAN 2017でNHKの研究開発成果を展示」

News

「NHK保有の技術をCEATEC JAPAN 2017で紹介」

「海外派遣報告 アメリカ マサチューセッツ大学ボストン校」

R&D

「インテグラル立体テレビの表示技術」

連載 **新たな映像コンテンツ表現のための技術 (全5回)**

「第1回 ネットを活用した多視点映像のインタラクティブ視聴技術」



『NHK技研だより』

(2017年12月号)

Top News

「Inter BEE 2017でNHKの研究開発成果を紹介」

News

「日本映画テレビ技術協会 第70回技術開発賞を受賞」

「NHKサイエンススタジアム2017で研究成果を展示」

R&D

「有機の膜を重ねて光をとらえる！ 有機撮像デバイスの研究」

連載 **新たな映像コンテンツ表現のための技術 (全5回)**

「第2回 動きを立体的に可視化する映像表現 “Sports 4D Motion”」



『NHK技研R&D』166号

(2017年11月)

立体表示デバイス [特集号]

巻頭言

「立体表示デバイス特集号に寄せて」

解説

「立体テレビ研究の概要」

「立体表示用高密度デバイスの研究動向」

報告

「アクティブマトリクス駆動スピン注入型空間光変調器」

「超高密度磁性ホログラムを用いた広視域立体像再生」

「電気光学ポリマーを用いた光フェーズドアラレーの動作解析」

研究所の動き

「ニューラルネットワークによる機械翻訳技術」

「MMTを用いた端末間同期技術」

論文紹介／発明と考案／学会発表論文一覧／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.37 No.1 (通巻212号)

発行日●2018年1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>