

トピックス

- ・NESラボの技術
- ・NESの技術の歴史 第3回 カメラ

NESニュース

- ・NESホームページリニューアル
- ・BroadcastAsia 2020で岩城理事がキーノートスピーチ
- ・AES基礎音響セミナーで小野上級研究員が講演

テクノコーナー

- ・触覚覚誘導提示システムの応用と評価

NHK R&D紹介

- ・ホログラムメモリー復調技術
- ・オブジェクトベース音響

公開されたNHKの発明考案

- ・NHK技研最新刊行物

トピックス

NESラボの技術

顔認識技術

マシンに人間の顔を認識させる取り組みは、古くから大きな興味を引く研究課題でした。はじめは、心理学的な側面から人間はどのように顔を認識しているか、という研究から始まりましたが、その応用範囲の広範さから、20世紀末ごろには、世界で競ってマシンに自動で顔認識させる研究が行われるようになりました。21世紀になると、インターネットの普及による大量の顔データが利用できるようになり、それら大量データを利用したディープニューラルネットワーク（DNN:Deep Neural Networks）技術により、顔認識の精度や処理速度が大幅に改善されました。これに伴い、個人認証や個人識別のセキュリティ分野やユーザーインターフェースの分野で実用的なレベルに到達するようになりました。

放送分野でも、映像のシーン検索、特定人物の顔ボカシ加工、中継番組でのスポーツ選手や政治家の人物確認作業などの制作支援の領域で顔認識技術への期待は大きいものがあります。そこで、NHK放送技術研究所では、顔認識技術の研究として映像中のどこにだれが映っているかを判別するための顔認識技術の研究が精力的に進められています。映像からの顔認識処理は、一般に図1に示すように、顔検出を行ってからその検出領域の顔の認識処理を行う処理の流れで実施されます。NHK放送技術研究所では、それぞれの処理についてDNNをベースにした手法を提案し、世界トップレベルの性能を実現しています。

これら優れた提案手法を実用化する目的で、NESラボでは、顔検出、顔認識手法のシステム実装を行い、映像中に映っている顔部分を検出・認識する、顔画像認識システムを試作しました。現在、放送現場での



図1 顔認識処理の全体の流れ

実運用を目指し、トライアル運用しております。試作したシステムは、いわゆる、Webアプリシステムの構成をとり、Webブラウザで簡単に映像入力から顔認識処理までの操作ができます。本稿では、最初に、顔検出、顔認識手法の概要の説明を行い、次に、顔認識システムについて具体例をまじえて紹介します。

顔検出手法

図2に顔検出手法の原理概要を示します。入力映像中のフレーム画像で、大きさの異なる顔領域に対応するために、解像度の異なる画像に分解されます。分解されたそれぞれの画像から、DNN処理を通じて顔領域の矩形座標とその矩形領域の顔らしさを表す信頼度が計算されます。このようにして出力された顔領域候補は、まとめて複数のカスケード型に接続されたDNNで、さらに顔領域の計算が行われ、検出精度を高めるような仕組みとなっています。この際、後段のDNNほど構造を複雑にして検出性能が高くなるようにしています。これは、始めに計算コストの低いDNNを用いて、明らかに顔でない領域を除外した後、徐々に精度の高いDNNを用いて選別していくことにより、計算コストの削減と検出精度の高度化の両立を図ることを目的としたものです。

顔認識手法

図3に顔認識手法の原理概要を示します。図の上段部

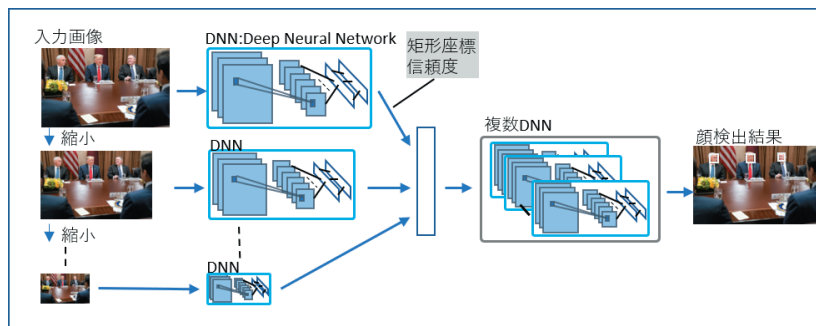


図2 顔検出手法の概要説明図

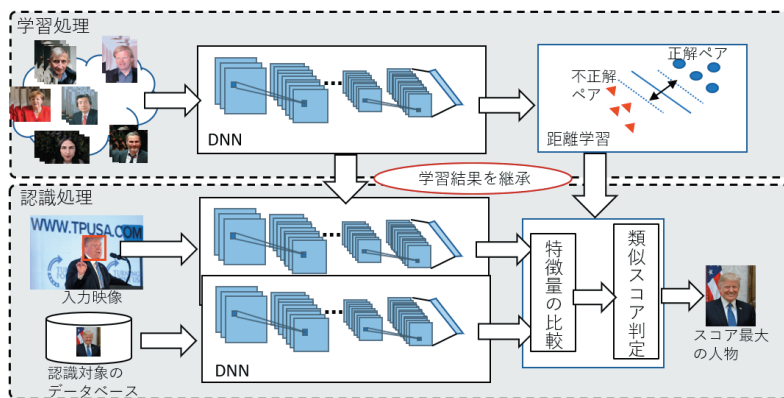


図3 顔認識手法の概要説明図

がオフラインでDNN等のパラメータを学習するための学習処理部、下段部が顔画像から誰の顔を認識する認識処理部です。学習処理では、あらかじめ誰であるかがわかっている大量の顔画像データのペアを入力して、DNN等のパラメータの学習を行います。顔画像ペアは、同一人物の顔と異なる人物の顔の2種類であり、正しくペアの組み合わせを推定できるように学習を行います。認識処理では、まず、事前処理として、認識対象となる人物候補の顔画像に学習済みのDNNで処理をかけ、DNNの出力である顔特徴データをデータベース（以下、DB）に格納しておきます。このように事前準備した状態で、人物が未知の顔画像にDNNの処理を施し、顔特徴データを求めます。この顔特徴データとDBに存在するすべての人物候補の顔特徴データを比較して類似スコアを求めます。最後に、この類似スコアが最大の顔画像の人物を認識結果として出力します。今回の顔認識システムに実装した顔認識手法では、入力画像に特徴抽出機能付加による入力次元の増加やDNN構造の加工などの工夫が施されています。これにより、顔認識の精度は、標準的な顔認識テストセットで99.56%という世界トップレベルの高い認識率となっています。

顔認識システム

NESラボでは、上述の顔検出手法と顔認識手法を実装して、顔認識システムを試作しました。そのシステムの構成図を図4に示します。試作した顔認識システムでは、Webサーバーを介して一連の顔認識処理ができる仕組みをとっています。これにより、一般に使用されているWebブラウザで手軽に手持ちの映像に対する顔認識結果を閲覧できます。また、システムは、顔特徴データのDBと連携した人物の詳細な情報をまとめた人物DBを具備しています。この人物DBには、人物の所属ジャンルや経歴などの情報が管理されており、認識結果の付帯情報を探索するのに役立ちます。図5にこのシステムのユーザーインターフェースの具体例を示します。映像中から

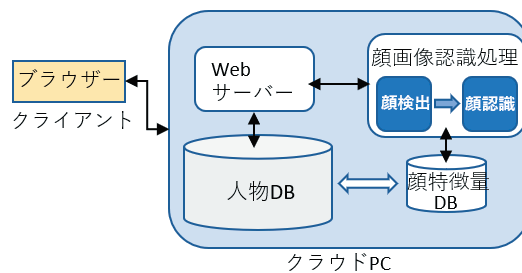


図4 顔認識システムの構成図



図5 顔認識システムのユーザーインターフェース例

認識できた人物の候補の一覧が表示されています。この例では、トランプ大統領などの顔が認識されているのがわかります。また、図中の下の部分で示されているように、画面右側の候補顔画像をクリックすると、その人物に対応した顔登録がインタラクティブにできる機能を組み込んでいます。この機能により、映像を見ながら顔画像とそれに対応する人物情報を登録できるようになります。

今後に向けて

顔認識システムのトライアル運用を通じてシステムの課題抽出とバージョンアップを行っています。今後の重要なバージョンアップ項目としては、顔認識対象の人物DBの拡充、顔認識処理自体の高度化が挙げられます。顔認識技術の放送への応用は、今まで労力のかかっていた映像へのメタデータ付け処理の省力化や中継番組におけるスポーツ選手や政治家の確認などの多くの場面での利用が期待されています。また、音声認識や自然言語処理などの他のAI技術と融合させることにより、映像要約などの高機能なメディア処理も可能となります。今後は、顔認識技術をきっかけに更なる放送応用可能な仕組みを開発していき、引き続き放送現場で役立つ技術の開発に貢献していく所存です。

(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 苗村 昌秀

NESの技術の歴史 第3回 カメラ

当財団は、設立当初から現在に至るまで、NHKと連携しながら、さまざまなカメラの開発を行ってきました。それらのカメラの中には厳しい環境である宇宙や深海で使用する特殊カメラもあります。また、8Kの胎動期にはセンサの開発とそれを用いたカメラの開発を行い、普及期においては8Kカメラを含むシステムの産業応用や医療応用を進めてきました。これらのカメラ関連技術について簡単に振り返ってみます。

イメージセンサの開発

当財団ではNHKからの技術協力と実用化研究委託の成果を受けて2008年に890万画素1.25型の4K単板カラーセンサを開発しました。開発したセンサの外観を図1の左に示します。当財団ではこのセンサを用いてメーカー3社と4Kカメラを共同開発しました。大規模集積回路であるイメージセンサの試作は、大量生産が前提となりますが、当財団では150個ほどのセンサをメーカー7社に頒布しています。

2011年には、NHKと共同で3,300万画素2.5型の8Kセンサを開発しました。開発したセンサの外観を図1の右に示します。このセンサを用いてNHKでは3板式8Kカラーカメラを開発し、当財団では単板式8Kカラーカメラをメーカー2社と共同開発しました。この単板式8Kセンサは国内3社に頒布され、8K技術の普及と8Kカメラの小型化、低廉化に貢献しました。

特殊カメラの開発

特殊カメラの種類としては高感度、高速度、不可視光、耐環境などがあります。2006年から2008年にかけて経済産業省の研究開発事業として、奥行情報を動画として取得できるアクシビジョン（Axi-vision）システムの研究開発を行いました。Axi-visionシステムの外観を図2に示します。

このカメラは入射光を可視光と近赤外線に分け、可視光でカラー撮像を、近赤外線で見透し情報を得ます。奥行

情報を取得する仕組みは、カメラ側から鋸歯状に強度変調した近赤外線を照射し、被写体で反射して戻ってきた光をイメージインテンシファイヤ（I.I.）で受光しますが、照射光の変調と同期させてI.I.内部でナノ秒オーダーの超高速ゲートシャッターを切ります。鋸歯状波の変調を反転して被写体の反射率を補正すると、距離（光の飛行時間）に応じた明暗像を得ることができます。これにより1cm以下の奥行検出分解能を得ています。このカメラを使うと画像合成の際に背景にクロマキを用いることなく距離の差で被写体を切り出せるメリットがあります。また、現在はIP立体テレビの研究にも利用されています。

2009年にはNHKが開発した超高感度のなだれ増倍型スーパー HARP撮像管を使用して高圧鉄塔の着雪状況を離れた場所から監視できるカメラシステムを開発して電力中央研究所に納めています。通常の超高感度カメラは明るいところには不向きですが、スーパー HARPカメラは昼も夜も使えるメリットがあり、超望遠の88倍ズームレンズを搭載して昼夜の監視に使用されました。



図2 Axi-visionの外観

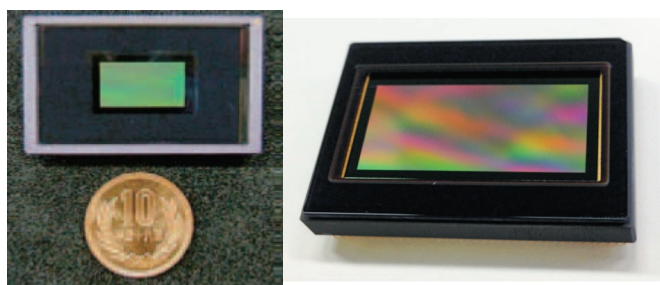


図1 890万画素センサ（左）と3,300万画素センサ

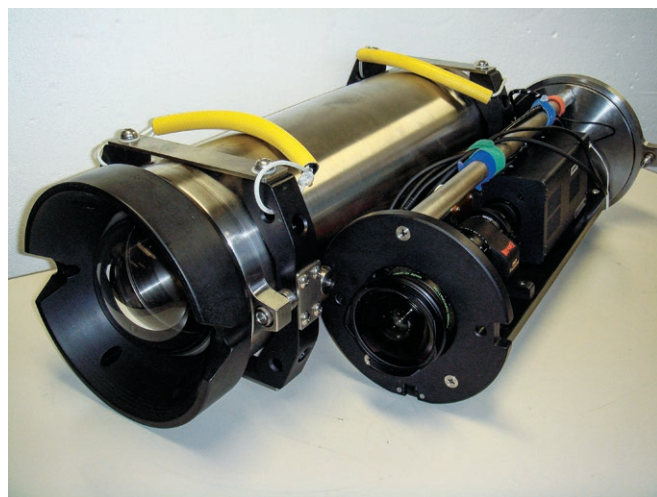


図3 深海カメラの外観（左はプリンプ）



図4 小型ドロップカム (左は近赤外線照明)

超高感度の撮像デバイスとしては、EM-CCD (Electron Multiplication-Charge Coupled Device) もあります。NHKと(株)フローベルが開発した単板カラーのハイビジョンEM-CCDカメラは、小型堅牢の特徴があり、国際宇宙ステーション (ISS) からの生中継で2011年に夜の地球やオーロラの撮影に成功しました。当財団では宇宙環境試験などで協力しましたが、この小型EM-CCDカメラを用いて、暗い深海を撮影できる超高感度ハイビジョン深海カメラを2013年に開発しました。耐水压1,000mのチタン製ブリンプ (密閉容器) とカメラの外観を図3に示します。深海艇からリモートでカメラやレンズを制御でき、光ファイバーで映像を伝送できます。1つのカメラで可視光撮像と近赤外線撮像ができる工夫をし、深海生物の眼に見えない (驚かせない) 近赤外線で捕食や生殖などの生態を捉えることが可能です。このカメラで世界初の生きたダイオウイカの撮影に成功しています。

深海カメラとしては、ほかにも2012年に手の平サイズの小型ドロップカム2Kを開発しています。ブリンプはアクリル製で1,000mの耐水压を達成しています。図4に外観を示します。全長20cm、重量550gと小型軽量で、近赤外線にも対応し、間欠的に撮影・収録を行うタイマーREC機能も備えています。外部に露出したスイッチは無く、アクリル越しに磁石をかざすことで内部スイッチをON/OFFさせる仕組みを設けました。深海生物の赤イカや生きた化石と言われるオウムガイの撮影に成功しています。

2013年にはEM-CCDカメラに代わって超高感度のHbCMOSカメラを(株)フローベルと開発しました。超高感度デバイスのLLやHARP撮像管には高輝度で焼き付きが発生する問題があり、EM-CCDにも縦筋のスミアが発生する問題がありました。HbCMOSは高輝度の被写体が画面に入っても映像の破綻がありません。千葉工業大学惑星研究センターが計画したISS流星観測プロジェクト「METEOR」にこのカメラが使われました。

METEORは彗星や小惑星から放出されたチリが地球大気で発光する流星群をISSの窓から動画で観測する惑星探

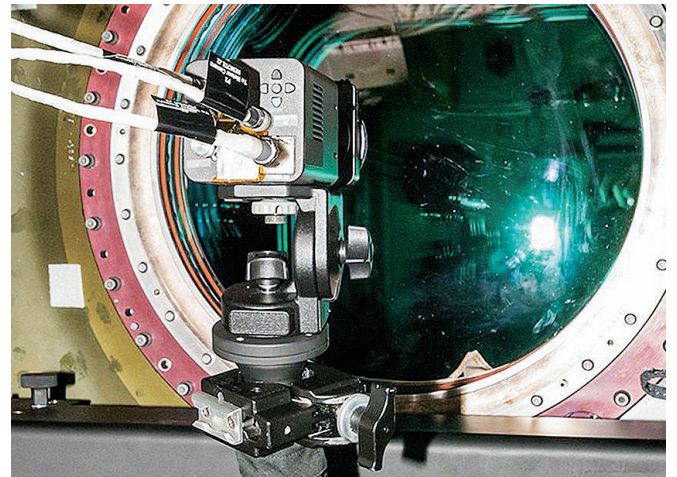


図5 ISSに搭載されたEbCMOSカメラ (@NASA)

査ミッションです。搭載されたカメラの外観を図5に示します。EM-CCDではセンサを冷却する必要がありましたが、HbCMOSは冷却の必要がありません。そのためカメラの消費電力を40%以下に抑えられました。また、センササイズに対して2倍のイメージサークルを持つF0.95と大変明るいレンズを採用し、中心部分の画質の良い領域を使用しました。絞り開放でも周辺減光は3%とわずかしありません。

このカメラは、2度のロケット打ち上げに失敗した後2016年に無事ISSに届けられ、2年間運用されました。

医療カメラの開発

高解像度の4K/8Kは放送のみならず、医療や産業応用でも期待されています。

当財団では2009年に4K単板カラーカメラをアストロデザイン(株)と開発しました。この4Kカメラを使って2010年から2013年まで心臓外科手術のライブ中継を行う東京エコーラボ (後の東京ハートラボ) に参加しました。手術が行われた榊原記念病院では図6に示すようにカメラをアームに取り付けて患者を真上から撮影しました。またNHKと共同で開発したJPEG2000符号化装置と光伝送装置を使って会場の品川ホールまで映像を伝送しました。

2012年には同一の4Kカメラを使って近赤外線の撮影を試みました。800~900nmの波長の光を照射して手の平を観察すると、5~10mmの深さまで光が透過して細い血管が観察できます。エンゼルフィッシュなどの平たい魚ならば、透明な標本のように生きたまま体内を観察でき、その映像が番組で紹介されました。

2014年には当財団が開発した2.5型3,300万画素単板カラーの8Kカメラで東京ハートラボに参加しました。大動脈弁形成手術のD/Cした4K映像は、非圧縮の光波長多重で品川に伝送され4Kプロジェクトで上映されました。また同年、順天堂大学で心臓外科のオフポンプ (人工心肺を用いずに心臓の動きを止めない) 冠動脈バイパス手術をこの8Kカメラで撮影し、収録した映像は日本循環器

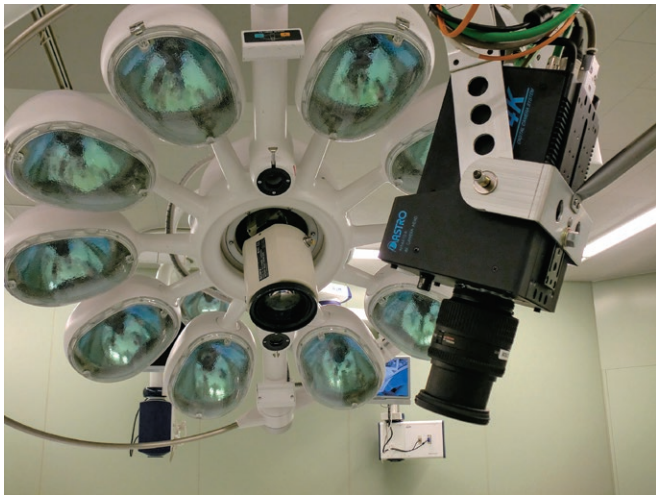


図6 4K医療用カメラ

学会学術大会等で8K上映されました。

また、カールツァイス・メディテック(株)の協力を得て、本カメラを手術用顕微鏡に接続する調整を行い、2015年に京都大学医学部附属病院において顕微鏡下脳外科(脳腫瘍摘出)手術を撮影しました。医療用顕微鏡に取り付けたカメラの外観を図7に示します。2016年には、自治医科大学と共同で共焦点レーザー顕微鏡に本カメラを取り付け、蛍光撮影によって生きたマウスの血流と血栓の見える様子を撮影し、番組で放送されました。

内視鏡カメラの開発

内視鏡には屈曲が可能な軟性内視鏡と、直線的な硬性内視鏡(腹腔鏡)があり、解像度が高いのは后者です。ポートと呼ばれる小さな穴を患者の腹部等を開け、硬性内視鏡をポートから挿入して、モニタ映像を見ながら手術を行います。8K技術の適用が特に期待されている分野です。

2016年より、日本医療機器研究開発機構(AMED)の委託研究として8K内視鏡システムを開発しました。カメラは1.7型の3,300万画素単板CMOSセンサを用い、カメラヘッドをセンサ部分と駆動部分に2分割することで、内視鏡に接続する部分を小型軽量化しました。このシステムを用いて国立がん研究センター中央病院において、2018年から2019年の期間で合計25例の臨床試験を行いました。

当財団では8Kカメラのさらなる小型化の研究を独自に進め、2019年5月に6.2mm角の正方センサを用いた世界最小の8K解像度カメラを池上通信機(株)と共同で開発しました。従来のカメラに比べて重量で1/3以下、容積で1/7という大幅な小型化を実現しました。その外観を新旧比較して図8に示します。従来品に比べて使い勝手が格段に

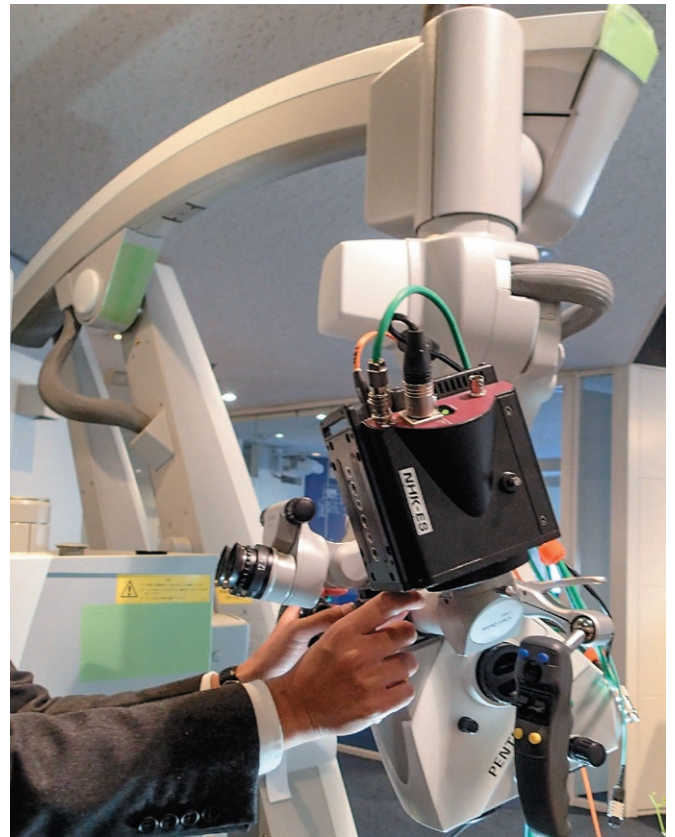


図7 医療用顕微鏡に取り付けた8Kカメラ

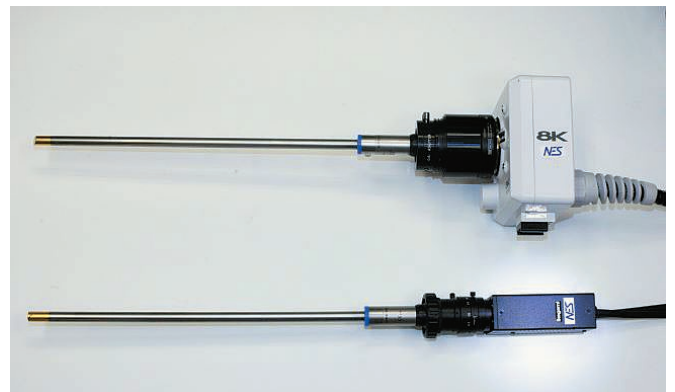


図8 8K内視鏡カメラ(下が新型)

向上するものと期待されています。

今後に向けて

世界最小の8K解像度カメラの応用展開として、望遠鏡撮影や顕微鏡撮影、180°魚眼撮影、2眼立体撮影などを試みています。さらに、医療ロボットや監視、VRなどの研究用途への応用も検討していきます。

(一財)NHKエンジニアリングシステム

システム技部部 山崎 順一

NESホームページリニューアル

当財団では2019年11月から「NES広報の在り方検討会」(以下、検討会)を立ち上げ、財団の広報戦略、体制など望ましい姿を描き、ホームページなどのあり方を抜本的に見直し、常に最新の技術を紹介できる仕組みを構築する取り組みを進めてきました。その中で、今年4月1日にはホームページのトップページとNESラボのページを更新し、コロナ禍でしたが、9月9日には全面的なリニューアルを行いました。

NES広報の在り方検討会

2010年7月7日にリニューアルされた旧ホームページは、当時取り組んでいた技術紹介が今回のリニューアルまでそのまま残されている一方で、最新のNES友の会講演会の告知が載るなど、コンテンツの整理・管理ができていませんでした。また、財団各部で取り組んでいる業務内容を並列に並べた構成を取っていたので、前回リニューアルから10年も経つと財団がどんな事業に取り組んでいるのか、見えづらくなってきました。

検討会ではこうした課題を共有し、『NESの見える化を進める』という基本的な考え方のもと、①シンプルでわかりやすいコーポレートメッセージを掲げよう、②広報媒体はホームページの充実を中心にを行い、NES友の会やVIEW誌はホームページに収めよう、③ホームページは速やかで頻繁なアップデートをモットーに適切な体制を整えようといった提言をまとめました。

コーポレートメッセージと第1期更新

次に、今年2月に入ってコーポレートメッセージの募集を開始しました。財団職員から117件の提案を受け、検討会メンバーで14件に絞り、この14件で投票を行いました。その結果、82票を集めた提案をベースに役員とも議論を行い、『広く社会に、放送技術の可能性を届けたい』に決まりました。

一方、4月からNESラボ事業がスタートすることもあり、ホームページ改修の段取りとして2期に分けることにしました。第1期更新は、トップページにコーポレートメッセージを掲載し、デザインを新たなものに変えることと、NESラボの専用ページを設けることにしました。これまでは職員が更新していましたが、今回からデザインも含め4社でコンペを行い、そのうちの1社に委託しました。こうして第1期更新分は4月1日にオープンしました。

フルリニューアルと今後

残るフルリニューアルに向けて、コンテンツの整理と業者選定が課題でした。コンテンツについては財団の“売り”になる技術を中心に刷新し、「NHK技術の移転」ページはNHKのサイトとリンクされることを考慮して、財団のトップページとはデザインを変えるなどしました。また、スマホでも見やすいように、レスポンシブデザインを導入しました。

業者については、今後固定費として更新経費がかかることから、改めて第1期の4社でコンペを行い、第1期と同じ業者が今後の更新運用を行うことになりました。

フルリニューアルして1か月ほどが過ぎましたが、旧ホームページと比較して、アクセス数は微増です。今後はSNSとリンクして、積極的なPRが必要かもしれません。また、NES友の会やVIEW誌への対応がまだ残っています。今後、会員専用ページを設け、より利便性の向上を図るとともに、情報発信の強化に努めてまいります。



図1 リニューアルしたホームページ

(一財) NHKエンジニアリングシステム

開発企画部 専任部長 井上 友幸

BroadcastAsia 2020で岩城理事がキーノートスピーチ

当財団の岩城理事は、9月29日にシンガポールで開催されたオンラインのBroadcastAsia 2020において、“The Future of AI in Broadcast”と題して、キーノートスピーチを行いました。

BroadcastAsiaは放送分野に特化したアジア最大の技術・サービスの展示会で、毎年6月にシンガポールで開催されています。展示会全体はConnecTechAsiaと呼ばれ、BroadcastAsiaと併設で、今年は通信分野に特化したCommunicAsia、衛星通信分野に特化したSatelliteAsia、そしてIT分野に特化したTechXLR8 Asiaの4展示会で構成されました。今年は9月29日から10月1日の3日間、コロナ禍の影響でオンライン開催されました。登録すれば、誰でも世界中から参加できるものです。

岩城理事のキーノートスピーチは、“Enabling AI Across the Content Chain”と題したセッションのトップで29日14時（日本時間）から25分間行われました。“Content Chain”とは、カメラ撮影から視聴者までのコンテンツ制作の流れを指します。こうしたコンテンツ制作の中で、AI



写真1 パーチャルなBroadcastAsia

の放送番組制作への応用事例が報告されました。

スピーチでは、NHK放送技術研究所で開発され、当財団のNESラボで普及を進めている、字起こしシステム、音声合成システムなどと、実際に番組制作で使われている様子なども併せて紹介されました。参加者からは、文字起こしの認識精度の程度や、利用可能な言語は何かといった質問がオンラインで寄せられました。

当財団はこうした技術の国際的な普及にも力を入れてまいります。

AES基礎音響セミナーで小野上級研究員が講演

当財団の小野上級研究員は、9月22日にオンラインで開催されたAES基礎音響セミナー「マイクロホン入門」で講師を務めました。

AES日本支部（Audio Engineering Society Japan Section）は、ニューヨークに本部を置くAES（Audio Engineering

Society）の日本支部で、1952年に設立された歴史あるセクションです。AES日本支部では、オーディオの最新動向の紹介と情報交換の場とする「AES日本支部例会」、オーディオ工学における幅広い分野の理論を学ぶ「AES基礎音響セミナー」などを開催しています。

第11回となる今回のAES基礎音響セミナーはAES会員向けの限定開催として、9月19日から22日まで無料のオンラインで開催されました。基礎音響セミナーということで、「音の基礎」、「デジタル信号処理の基礎」などから始まり「音の心理評価入門」まで、1コマ2時間から3時間、全部で10コマのセミナーでした。

小野上級研究員のセミナーは、中級講座「マイクロホン入門」と題して、マイクロホンの動作原理や指向特性、等価雑音などの基本概念について2時間のコマの中でセミナーが進められました。受講者は約50名で、受講者からは「マイクロホンの基本的な構造や感度、その計算等が体系的にまとめられていた」、「マイクの仕組みを少しでも知ることができ今後のレコーディングに活かせると思った」といった感想が寄せられました。今後も当財団はこうした技術の普及啓発に努めてまいります。

写真1 講演する小野上級研究員



写真2 受講中の様子

触力覚誘導提示システムの応用と評価

——学習（書字）障がい児のための漢字教育への効果

3年ほど前、元小学校校長で読み書きが困難な児童を支援するための研究をされている宇都宮大学の先生が訪ねて来られました。先生いわく、「この装置をぜひ使ってみてほしい」。開発した技術が思いも寄らないところで役立つ可能性があることを感じた瞬間でした。

NHK技研と当財団では、視覚に障がいのある人に図やグラフ、文字などの2次元の情報をわかりやすく伝えるために、触覚ディスプレイと力覚提示装置を組み合わせ、日常生活や教育、就労、娯楽などの幅広い用途で利用できる触力覚誘導提示システムの開発を進めてきました。

今回はこのシステムを応用し、主に書字に課題のある学習障がい（LD: Learning disability）をもつ児童のための漢字教育支援にフォーカスしてシステムの効果を評価した結果と、提示システムの進展を紹介します。

触力覚誘導提示システムと誘導型文字提示

触力覚誘導提示システムは、従来の触覚ディスプレイの凹凸の提示に加え、図やグラフの重要な箇所を振動で提示する機能と、力覚提示装置のロボットアームが触覚ディスプレイ上に置かれた指をけん引する力覚誘導機能を備えています（図1）。指が図を構成する要素に触れると、該当する名称や内容を音声合成で読み上げます。これらの機能により、視覚に障がいのある人が、人体などの教材の図や地図などの日常の図を一人で学習し理解できます。その中で、力覚提示装置で指を誘導して文字を書き順で提示する誘導型文字提示の機能は、視覚と聴覚の両方に障害のある盲ろう者への文字情報の伝達コミュニケーションの支援（View2019.3月号掲載）のほか、視覚障がい者やLD児童の書字教育への応用が期待されます。

学習障がいと漢字教育

学習に障がいのある児童は文字の読み書きに困難を抱

え、そのために学習に遅れが出たり不登校になったりする例が少なくないといわれています。2013年の調査では特別な教育的支援を必要とする児童生徒が通常の学級に6.5%在籍しており、その数は年々増加しています。

LDの児童が読みを学習する場合、従来、文中の文節に斜線を入れる、漢字にルビを振る、指で追って読む、何度も読み聞かせた後で読みの練習をするなどの工夫がされていました。近年はICTの支援機器が積極的に利用されています。その一つで「マルチメディアDAISY」は読み上げ音声と読んでいる部分をハイライト表示したり、拡大縮小、配色の設定、読み速度の調節などのできる機能により、視覚や音韻の情報処理に問題のある児童に効果が得られています。

一方、書きの学習において、授業では先生が文字を空書きするのを生徒が模倣して習得します。一人で学習する場合は、学習ドリルを用い書き順の番号に従って書字して習得しています。ICTを利用した支援では、タブレット上に書き順に従って表示される文字をタッチペンや指でなぞって学習する機器が開発されています。しかし、これらの学習法では書字の運動が児童の意思に任されるので、誤って書いても気が付かずに学習してしまうという問題は避けられません。このことから、書きの有効な支援の提供は大きな課題となっています。

本システムでは、指が、触覚ディスプレイに凸表示された漢字の上を書き順に従って動かされることで、運動感が刺激され体で覚える手続き記憶に属する提示になります。モニターには漢字と書き順の番号が表示され、誘導に従い番号が音声で読み上げられます。

かすかな記憶の中で、親が指をもち文字を覚えてくれたことが蘇ります。はたして力覚誘導を用いた文字提示は学習に効果があるのでしょうか。

漢字の学習記憶への効果の評価

LD児童の漢字学習において、書き順で指を誘導する誘導型文字提示を用いた学習方法（誘導提示型学習a）がドリルを用いた従来の方法（従来型学習b）と比較して文字の習得や記憶への定着に効果があるかどうかを確かめました（図2）。実験では、与えられた漢字を学習した後に紙に書字する再生課題とし、おおよそ1, 2, 4, 8週後の再生テストで長期の記憶への定着を評価しました。書字に課題のある小学2年生2名を対象に、1週ごとにそれぞれの学習方法で2文字を学習し、1, 2週目の再生テストで正答にならない場合は再学習してもらいました。文字の習得の正否は、元小学校教諭が書字された字体と書き順の

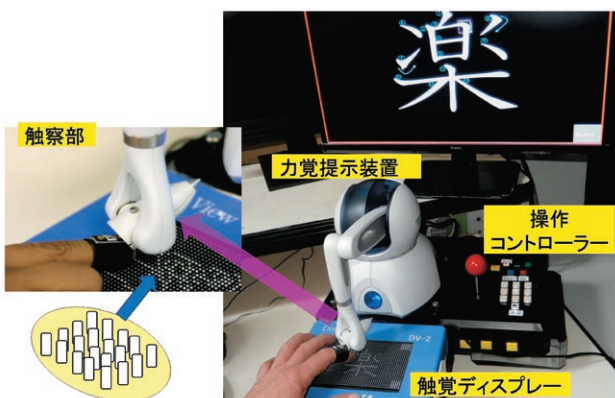


図1 触力覚誘導提示システム



図2 学習評価の実験風景

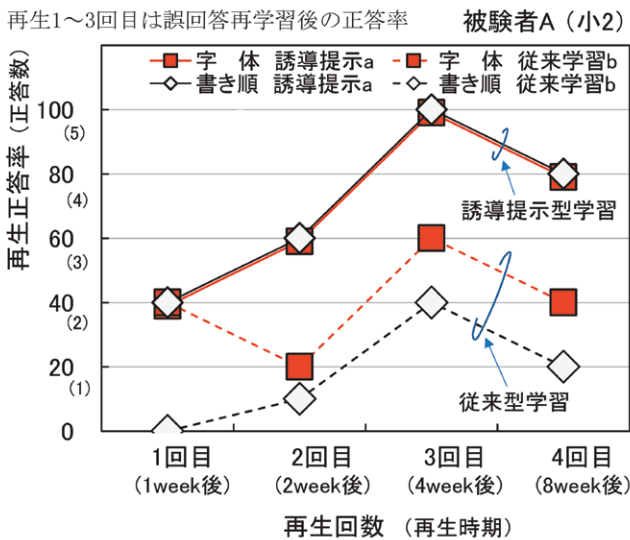


図3 再生した漢字の字体と書き順の正答率



図4 被験者Bの1回目と4回目の再生文字の例

正確さを判断し、正答の場合に1、誤答や非回答の場合は0、一部に誤りがある場合を0.5として点数化しました。

図3は、児童Aが再生した漢字の字体と書き順の正答率を表します。この結果、再生された漢字の字体と書き順の正しさは誘導提示型学習の方が従来型学習より高いことが示され、二人の児童ともに同じ傾向になりました。図4は児童Aの初回と4回目に再生した文字の例で、字体も向上しているのがわかります。

LD児童へのアンケートによる主観評価と内観報告では、「わかりやすく楽しかった」、「手を動かしてくれるので（書き順の）動かす方向がわかる」などとあり、楽しんで装置を使用していたことや、評価者の元教諭の観察報告からは、「漢字の書き順や字形を意識して丁寧になった」、「児童が書きたいという気持ちと書けるという

自信をもち始め学習に意欲的になった」などとあったことから、誘導型文字提示を用いた学習の効果は大きいといえます。

触力覚誘導提示システムの進展

図5は、触力覚誘導提示システムの機能と応用分野の関係を表します。これまでに単独学習の機能のほか、遠隔地間での教育や情報支援ができる遠隔誘導機能、容易にコンテンツを作成できるオーサリングツール、そして誘導型文字提示機能を備えていました。遠隔誘導機能 (View2017.11月号掲載) については、ローカルLANから実際のインターネットを介した通信制御ができるように改善を進め、視覚障がい学生を対象とした模擬授業の実証実験でも高い評価が得られたことで、遠隔教育応用の可能性が確認されました。これに加え、描画した絵や書字の軌跡を凹凸で残せる描画機能、文字や習字の達人の筆運びなどの誘導軌跡を記録して再生できる記録再生誘導機能をあらたに開発し応用の範囲が広がっています。視覚障がい者自身がGUIのコンテンツを作成できるオーサリングやスポーツの状況伝達などの応用も考えられます。

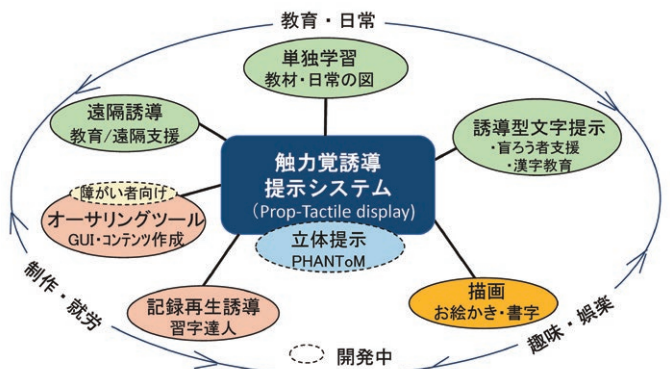


図5 触力覚誘導提示システムの機能と応用分野

おわりに

誘導型文字提示は、読み書きに困難を抱えるLDの児童にとって効果のあることがわかりました。最大の効果は、児童が楽しんで意欲的に学習に取り込む姿勢が顕れたことだと思っています。今回は2名の児童による評価でしたが、現在、児童数を増やして効果の確証を進め、小学校の特別支援学級での試用と評価も予定しています。

本システムが視覚障がい者だけでなくLDの児童にも利用できることで、実用化の可能性も広がると考えられます。今後も関連する教育機関などとともに実用化を目指し、情報や教育環境の中で困難をもつ人に喜んでいただけるような社会還元ができればと願っています。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端研究開発部 上級研究員 坂井 忠裕

ホログラムメモリー復調技術

—AIを用いて高精度データ復調

膨大な情報量を持つ8Kの映像・音声データを長期保管するために、高速かつ大容量で、長期保存性に優れたホログラムメモリーの研究を進めています。

ホログラムメモリーの記録再生では、2次元コード状の画像データ（ページデータ）を使用します（図1）。記録時には、映像情報のビット列をページデータに変換し、空間光変調器によってページデータの光学像（信号光）を生成します。この信号光と、何も情報を持たない光（参照光）を同じ場所に照射すると、光同士が干渉して縞模様（明暗分布）ができます。これを記録媒体上に屈折率の疎密の分布として記録したものがホログラムです。再生時は、参照光のみをホログラムに照射すると、縞によって光が選択的に反射され、それを撮影することで、記録されたページデータの光学像が取得できます。中間値より明るい暗いかを判定することにより、撮影された画像を元のビット列に復調し、情報を再生します。

従来、ページデータは明暗の2値のみで構成されていました。これを多値化し、ページデータあたりの情報量を増

やすことで、さらなる高速化、大容量化が期待できます（図2）。一方、従来の2値の方式と比べると、多値の方式では信号値ごとの明暗差が小さいため、光学部品間の乱反射などにより発生するノイズや、レンズに付着したほこりにより、復調時のエラーが生じやすくなります（図3）。

そこで、AI（Artificial Intelligence：人工知能）による復調技術を新たに開発しました。ノイズが混入した再生ページデータを使って、AIに記録信号の正しい復調方法を事前に学習させます。これにより、ノイズ特性を踏まえながら、記録された情報を高精度に推定できます（図4）。画像認識に優れる「畳み込みニューラルネットワーク」を応用したAIを用いることで、復調時のエラーを従来方式と比べて1/10程度に低減できました。

今後も性能の向上に取り組み、ホログラムメモリーを使用した8Kアーカイブシステムの実現を目指します。

NHK放送技術研究所

新機能デバイス研究部 片野 祐太郎

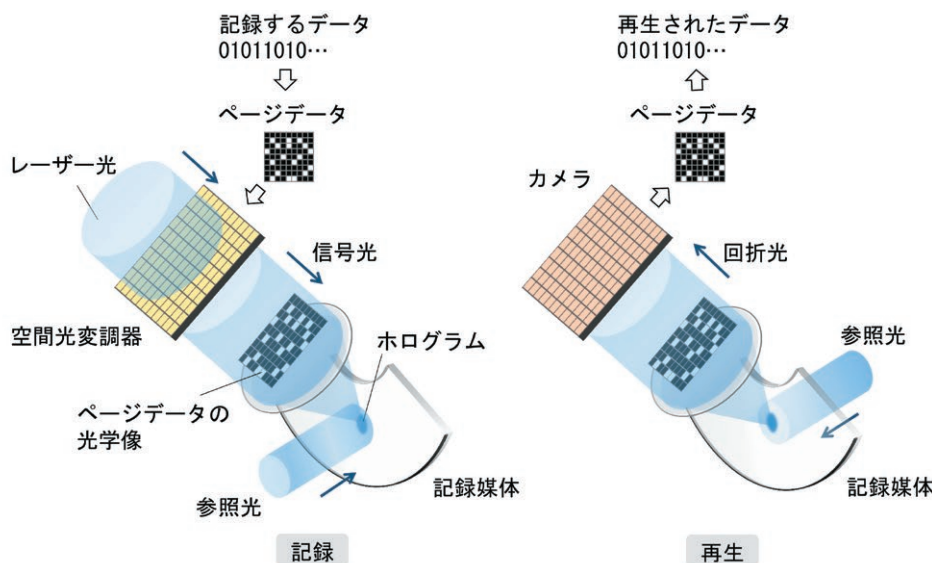


図1 ホログラムメモリーの記録再生の原理

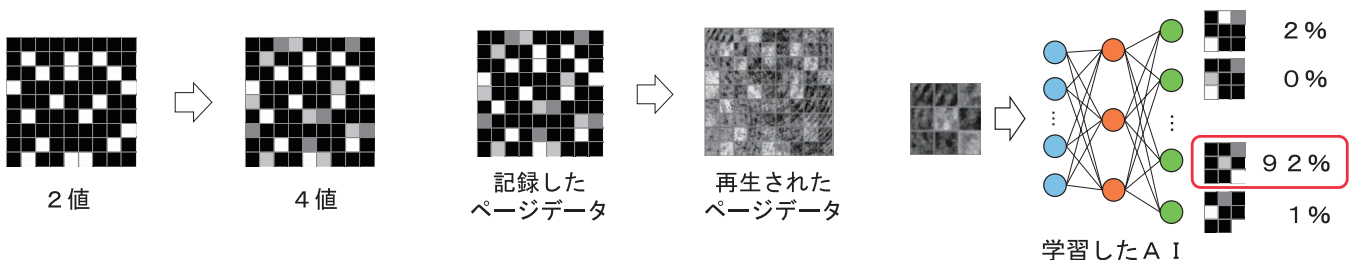


図2 多値化による情報量の増加

図3 ノイズによるデータ品質の低下

図4 AIによるデータ復調

オブジェクトベース音響

—視聴者の好みや視聴環境に適應した音声サービス

視聴者の好みや視聴環境に合わせて番組の音声をカスタマイズできる、オブジェクトベース音響の研究を進めています。オブジェクトとは、番組の音を構成する、実況・解説や背景音、効果音などの音の素材を指します。従来の放送では、番組制作現場で音の素材をミキシングし、完成した番組の音を家庭に伝送しています（チャンネルベース音響方式）。オブジェクトベース音響では、番組制作現場から音の素材と、それらの構成や再生位置などの情報（音響メタデータ）を家庭へ伝送し、各テレビ受信機で目的に合わせて合成することで、番組の音を完成させます（図1）。

オブジェクトベース音響による新たな音声サービス

オブジェクトベース音響により、新たな音声サービスの実現が期待できます。例えば、家庭のスピーカーの数

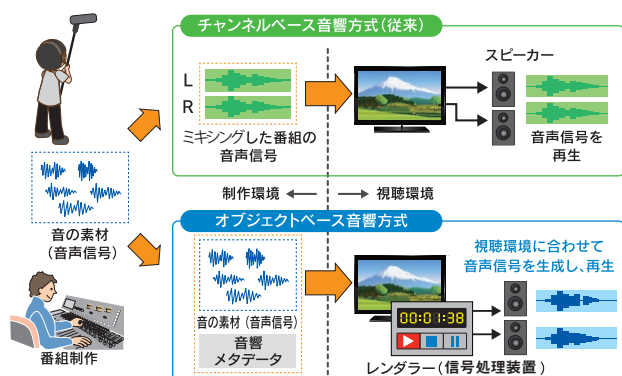


図1 オブジェクトベース音響方式



図2 音響メタデータ送出装置

や位置に合わせて、音声信号をレンダラー（信号処理装置）により生成することで、より高い音質で番組を楽しむことができます。スポーツ番組では、実況と背景音の音量を好みに応じて調整することで、高齢者が実況をより聞き取りやすくすることができます。また、背景音を応援するチームへの声援のみにすることで、チームのサポーターと現地で一緒に応援しているような臨場感を楽しむこともできます。

音響メタデータ送出装置

このように、音声による多様な放送サービスの実現を目指し、NHK放送技術研究所では、オブジェクトベース音響の音声信号を家庭でリアルタイムに再生するための音響メタデータ送出装置を開発しました（図2）。この装置では、音響メタデータを時系列の表現形式にして音声信号と同期させて伝送することができます。図3のように、番組全体の情報が記述された音響メタデータから各フレームの音声信号の再生に必要なメタデータのみを抽出し、音声信号と同期させて送出します。ライブ制作された音声信号にも逐次メタデータを付与することが可能になり、生放送でも上述のような音声サービスを提供できるようになります。また、音響メタデータの時系列の表現形式はITU-Rで、伝送方式はSMPTEで国際標準化され、これらの技術が世界的に広く利用できる環境が整いつつあります。

今後に向けて

今後は、複数言語の音の素材を自動的に制作する技術などの研究を進め、オブジェクトベース音響の実用化を目指します。

NHK放送技術研究所

テレビ方式研究部 久保 弘樹

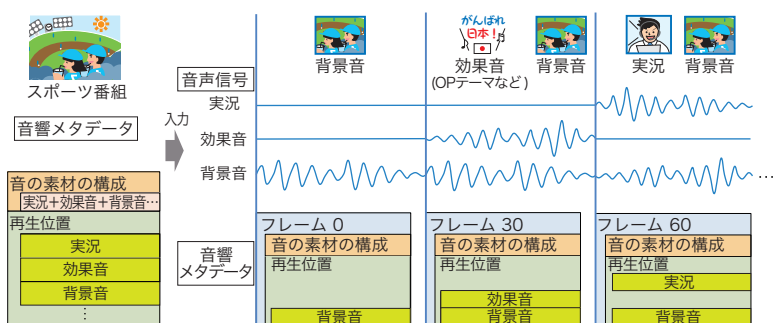


図3 音響メタデータ送出装置の信号構成

公開されたNHKの主な発明考案

(2020年7月1日～2020年8月31日)

発明考案の名称	技術概要
電力測定装置 特開2020-101475	受信設備等から漏洩した漏洩IF信号の電力を測定する際に、発振器の出力の漏洩による測定結果の劣化を抑制する電力測定装置
音声信号処理装置 特開2020-101836	チャンネルベース方式の制作手法・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可能とする音声信号処理装置
音声信号処理装置 特開2020-101837	チャンネルベース方式の制作手法・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可能とする音声信号処理装置
動画像符号化装置、イントラリフレッシュ制御装置およびそれらのプログラム 特開2020-102798	画質の劣化を抑えて動画像を符号化することが可能な動画像符号化装置、イントラリフレッシュ制御装置およびそれらのプログラム
オブジェクト追跡装置及びそのプログラム 特開2020-107071	軌跡の入れ替わりを抑制できるオブジェクト追跡装置及びそのプログラム
姿勢推定装置、学習装置及びプログラム 特開2020-107244	被写体の姿勢を簡易かつ高精度に推定する姿勢推定装置、学習装置及びプログラム
無線中継プログラム及び無線中継器 特開2020-108010	遠方の設備の状況を監視する監視システムにおいて、公共のインフラの状況に影響されることなく、リレー中継を実現すると共に、混信を軽減する無線中継プログラム及び無線中継器
映像符号化ストリーム編集装置及びプログラム 特開2020-108032	映像符号化ストリームを部分編集する際の品質の劣化を低減する映像符号化ストリーム編集装置及びプログラム
アップリンク装置、再放送装置、及びプログラム 特開2020-108067	放送受信ができなくなった場合に、迅速に放送視聴を確保するアップリンク装置、再放送装置、及びプログラム
要素画像群生成装置、符号化装置、復号装置、およびプログラム 特開2020-108174	要素画像群を高効率に符号化および復号することのできる符号化装置、復号装置、およびプログラム
インター予測装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-109959	インター予測を行う場合の符号化効率を向上させるインター予測装置、画像符号化装置、画像復号装置及びプログラム
イントラ予測装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-109960	複数画素列参照予測においてブロック境界部分に生じるギャップを抑圧することにより符号化効率を改善するイントラ予測装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム
コンテンツ配信装置、携帯端末、受信装置およびそれらのプログラム 特開2020-112611	家庭外においても、家庭内と同じ放送サービスを楽しむことが可能なコンテンツ配信装置、携帯端末、受信装置およびそれらのプログラム
ホログラム記録再生装置 特開2020-113348	変調パターンを復調誤りが生じ難いものとしてでき、復調誤りが生じ難い変調パターンの生成を効率よく迅速に行い得るホログラム記録再生装置
映像処理装置及びプログラム 特開2020-113919	映像信号のフリッカーの振幅及び位相を高精度に推定し、映像信号のフリッカーを確実に抑制する映像処理装置及びプログラム
MMSE等化受信装置 特開2020-113927	SC-FDE方式において、パイロット信号であるUWにブースト処理が行われている場合に、データ信号の正確なSN比を求めてMMSE基準のチャンネル等化精度を向上させ、所要C/Nを低減するMMSE等化受信装置
シングルキャリア方式の送信装置及び受信装置 特開2020-115600	チャンネル推定用のパイロット信号の振幅をデータ信号のシンボルの平均振幅よりも大きくしたときに生じるピーク信号を抑制可能とする、シングルキャリア方式の送信装置及び受信装置
翻訳装置、学習装置、およびプログラム 特開2020-119244	ドメインの異なる学習データを完全に分離することなく、複数のドメインの翻訳モデル間で知識を共有できるようにするための翻訳装置、学習装置およびプログラム
量子ドット発光素子及び表示装置 特開2020-119824	漏れ電流が小さく、素子特性に優れた量子ドット発光素子及び表示装置
積層型半導体装置およびその製造方法 特開2020-120046	トランジスタを含む回路基板同士の層間接続配線を高密度化できる積層型半導体装置およびその製造方法
撮像素子 特開2020-120067	被写体像の、高い周波数方向と画素の瞳分割方向との関係に拘わらず、撮像素子性能と焦点検出性能を共に良好とし得る撮像素子
距離画像符号化装置およびそのプログラム、ならびに、距離画像復号装置およびそのプログラム 特開2020-120322	距離画像を奥行範囲ごとに階層的に符号化することが可能な距離画像符号化装置およびそのプログラム
GOPサイズ決定装置及びプログラム 特開2020-120334	最適なGOPサイズを動的に決定し、符号化時間を増大させずに符号化効率を向上させるGOPサイズ決定装置及びプログラム

発明考案の名称	技術概要
受信アンテナ及び受信アンテナ用遮蔽板 特開2020-120335	放送衛星から到来する電波を受信する受信用アンテナに入射する不要電磁妨害波を低減する受信アンテナ及び受信アンテナ用遮蔽板
オーディオオーサリング装置、オーディオレンダリング装置、送信装置、受信装置、及び方法 特開2020-120377	番組制作時のオーディオ環境と異なる再生環境であっても、最適なレンダリングが可能になるような、オーディオオーサリング装置、オーディオレンダリング装置、送信装置、受信装置、及び方法
送信装置及び受信装置 特開2020-123763	IPをベースとした通信伝送路に対して親和性の高いものとし、複数の放送伝送路を利用してTLVパケット形式で所定のデータを分割してバルク伝送するよう制御する送信装置及び受信装置
ユーザ端末及びプログラム 特開2020-123765	ネット動画を視聴しているユーザがザッピングを行ったときに、別の動画の視聴開始までの待ち時間の短縮するユーザ端末及びプログラム
学習データ拡張装置、学習装置、翻訳装置、およびプログラム 特開2020-126360	機械翻訳の精度を上げるために、既存の対訳文データを拡張して大量の対訳文データを生成することのできる学習データ拡張装置、学習装置、翻訳装置、およびプログラム
画像切出装置、画像解析装置及びプログラム 特開2020-126523	部分領域の切出画像を解析する際に、処理の効率化を図ることが可能な画像切出装置、画像解析装置及びプログラム
量子ドット発光素子及び表示装置 特開2020-126795	漏れ電流が小さく、素子特性に優れた量子ドット発光素子、並びに、かかる量子ドット発光素子を具備、発光特性に優れた表示装置
コンテンツ生成装置、受信装置、及びプログラム 特開2020-129734	ストリーミング再生中におけるシーク操作時のバッファリング遅延を低減させるコンテンツ生成装置、受信装置、及びプログラム
信号処理回路及び固体撮像素子 特開2020-129759	複雑な走査回路を必要とせずに露光時間の異なる画素の信号読み出し処理が可能な信号処理回路及び固体撮像素子
立体画像生成システム、並びに、立体画像生成装置及びそのプログラム 特開2020-129773	立体画像表示装置のレンズアレイがデルタ配列の場合でも、立体像の奥行きを圧縮できる立体画像生成装置及びそのプログラム
磁気光学型光変調素子および空間光変調器 特開2020-134754	一旦形成された初期磁区の領域を光の変調動作に用いることができる磁気光学型光変調素子および空間光変調器
立体像表示装置および立体像表示方法 特開2020-134925	解像度が高く、色モアレの抑制されたカラー立体像をインテグラル方式で再生することのできる、大型化しない立体像表示装置および立体像表示方法
情報処理装置、及びプログラム 特開2020-135505	Webコンテンツの文字情報を手話で表示させる情報処理装置、及びプログラム
映像補正装置及びそのプログラム 特開2020-135653	入力映像内の陰影に起因する輝度又は色の差異を低減するよう、入力映像内の画素値を局所的に補正する映像補正装置及びそのプログラム
復号装置、ホログラム再生装置、及び復号方法 特開2020-135908	再生された符号化信号から情報の復号を行う際に、固定的ノイズを除去するとともにデータ誤りを低減し、さらに、十分な誤り訂正能力を発揮することのできる復号装置、ホログラム再生装置、及び復号方法
積層型半導体集積回路およびその製造方法 特開2020-136389	3層以上に積層された半導体回路の集積度を向上できる積層型半導体集積回路およびその製造方法
固体撮像素子及び撮像装置 特開2020-136691	カラーフィルターを用いることなく分光を可能とし、また、シングルフォトンカウンティングを可能とする、高感度・高画質の固体撮像素子及び撮像装置
受信装置及び配信サーバ 特開2020-136708	スループットの低下を抑制し、動画視聴におけるユーザ体験を向上できる受信装置及び配信サーバ
3次元画像用の撮像装置および3次元画像用の撮像表示装置 特開2020-136837	3次元画像の奥行き方向の分解能を維持しつつ解像度の向上を図ることができ、撮像素子の製造を容易とし得る、3次元画像用の撮像装置および撮像表示装置
動画セグメントの画質及び経路を判定する判定サーバ及びプログラム 特開2020-136906	5Gネットワークを含む動画配信システムにおいて、視聴に関する指標データに加え、5Gネットワークに関する指標データを用いて動画セグメントの画質及び経路を判定することで、視聴の高品質化及び安定化を図る判定サーバ及びプログラム
コンテンツ関連情報処理装置およびプログラム 特開2020-137090	視聴コンテンツに関連付けられた情報に基づき、自動的に所望のアクションを行うためのコンテンツ関連情報処理装置およびプログラム
イントラ予測装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-137118	符号量の増大を抑制しつつ特定の予測モードの拡張モードを利用可能とするイントラ予測装置、画像復号装置、及びプログラム
イントラ予測装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-137119	予測画像合成手法によりイントラ予測の予測精度をさらに高めるイントラ予測装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム

NHK技研最新刊行物

『NHK技研だより』

(2020年9月号)

Top News

自動音声認識字幕実験を7県の放送局で実施

News

「ケーブル技術ショー 2020でハイコネの技術を紹介」

「電子情報通信学会業績賞を受賞」

R&D

「光フェーズドアレー

～3D映像表示に向けた高速光ビーム制御技術」

連載 技研開所90周年記念企画 研究の歴史 (第5回／全6回)

「ハイブリッドキャストの研究」



『NHK技研だより』

(2020年10月号)

Top News

映像符号化方式VVCの国際標準化の取り組み

News

「IBC2020で研究成果を紹介」

「第46回放送文化基金賞を受賞」

R&D

「8K 4倍速スローモーションシステム

～決定的瞬間を8Kで鮮明に撮影」

連載 技研開所90周年記念企画 研究の歴史 (第6回／全6回)

「人にやさしい放送の研究」



『Broadcast Technology No.81 Summer 2020』

Topic

Celebrating STRL's 90th anniversary: A history of STRL

Feature

“Technology of Combining Multiple Integral 3D Images”

“Color Moiré Reduction Technology for the Integral 3D Display”

R&D

“Flexible OLED displays:

Thin, light, and rollable displays”

“AR/VR-based space-sharing services: Watching programs together with performers and distant friends and family members”

NHK Technology

“Development of high-definition three-dimensional display technologies”

Journals

From the Editors



VIEW (NHK エンジニアリングシステム友の会会誌)

Vol.39 No.6 (通巻229号)

発行日●2020年11月25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

<https://www.ite.or.jp/content/chart/>



新4K8K衛星放送の普及を 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)

2019年4月1日新会社始動
～総合技術会社としてさらに進化～



NHKテクノロジーズ

最先端の放送技術 × 確かな情報システム技術

〒150-0047 東京都渋谷区神山町 4-14 第三共同ビル

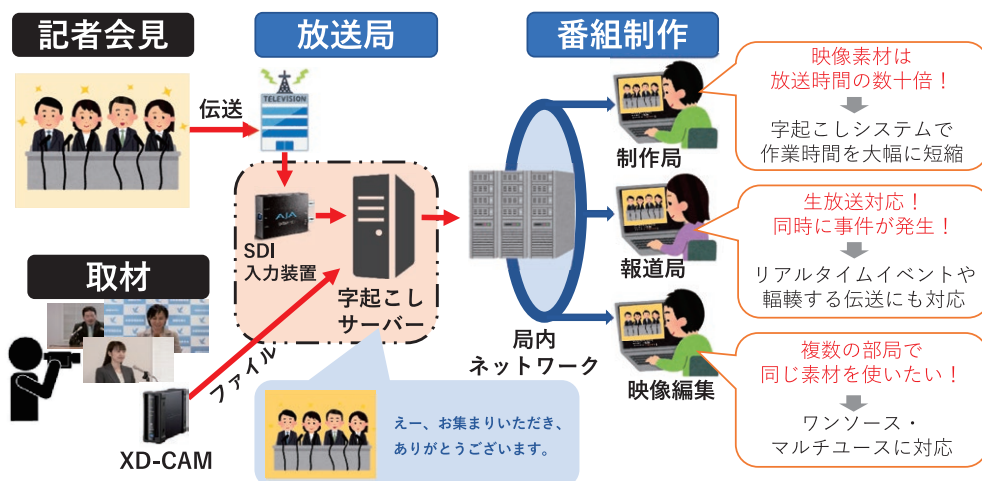
TEL:03-3481-7820 FAX:03-3481-7623 <https://www.nhk-tech.co.jp>



放送業界の働き方を変える

https://www.nes.or.jp/nes_lab/01.html

字起こしシステム



NES 一般財団法人
NHKエンジニアリングシステム

広く社会に、放送技術の可能性を届けたい

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