

NTT DOCOMO

テクニカル・ジャーナル

Technical Journal

vol.25 No.4 | Jan.2018



DOCOMO Today

- 新たなAIサービスの協創に向けて

Technology Reports

- AIによるコールセンタお客様満足度向上とオペレータ業務効率化
—音声認識IVRの開発—
- 短期間でAIモデルを作成・提供可能とする深層学習基盤の開発
- なりすましを検知する遠隔試験不正防止システムの開発
- 浮遊球体ドローンディスプレイ

新たなAIサービスの協創に向けて



サービスイノベーション部 部長

つだ まさゆき
津田 雅之

現在、第3次人工知能（AI）ブームと言われています。毎日、新聞紙面などでAIという言葉を見ない日はありません。これまでのブームと同様に、AIに対して、今回も少しばかり過度な期待や誤解が見受けられますが、画像認識や音声認識などを用いたサービスの実用性を見ると「今度こそ」という期待が膨らみます。

前回のAIブームが終焉を迎える少し前の80年代後半から90年代前半にかけて、ニューラルネットワーク^{*1}が注目を集めました。AIの一分野である学習をニューラルネットワークで実現するものです。その頃、学生であった私は、誤差逆伝播法^{*2}によるニューラルネットワークを用いて、センサから集めたデータを大型計算機上で一晩学習させ、その学習結果をロボット制御用のノートPCにダウンロードして、ロボットの実験をしていました。当時、ニューラルネットワークに対しても、私も含め大きな期待があったのですが、魅力的なサービスに結びつかず、いつしか萎んでしまいました。あれから25年ほど経ち、多層型ニューラルネットワークである深層学習が火付け役となり、今回のブームが到来しました。景気循環と同じように技術開発にも循環があるようです。

では、当時と今とでは何に違いがあるのでしょうか？まず、再帰型ニューラルネットワークや畳み込み型ニューラルネットワークといった学習アルゴリズムの進化により、時系列データや空間データに対する学習の親和性が高まり、適用領域が広がりました。これはAI研究者の地道な研究成果だといえます。もう1つは、インターネットの普及と計算機環境の大きな変化が挙げられます。インターネット上には、最新の学習アルゴリズムがオープンソースとして公開され、日々、アップデートされています。計算機環境の変化としては、クラウドコンピューティングを利用することで、多種大量のデータ（ビッグデータ）を実用的な時間で手軽に処理できる

ようになりました。この結果、例えば、インターネット上に公開された最新の深層学習のプログラムを用いて、テラバイト級のビッグデータを学習させたAIによるサービスを、AIを専門としない技術者でも短時間で開発できるようになりました。

このようにAIに対する開発上のハードルが昔に比べて大幅に下がった結果、今後、AIを用いたサービスの開発競争が、より一層加速するものと予想されます。では、その際、サービス自体を差異化していくものは何でしょうか？ 答えは「ビッグデータ」であると考えます。深層学習などにおいては、学習を収束させやすくするためにデータの種類を増やし、学習精度を向上させるために大量のデータを扱うことが1つのアプローチです。このため、より精度の高いサービスをより早く開発するには、サービスに適したビッグデータをどう揃えるかが重要になります。

このような課題に対して、ドコモが進める「協創（+d^{*3}）」は有用なアプローチとなります。1つの実例が、タクシー会社様との協創により実現した、タクシーのお客様の需要を予測するサービス「AIタクシー」です。これは、ドコモがもつビッグデータとタクシー会社様がもつビッグデータを組み合わせて深層学習を行うことで予測モデルを作り、現在の情報を用いて処理することで、30分後にタクシーをお探しのお客様がどこに多くいるのかを10分ごとに予測する新しいサービスです。本サービスは、実証実験の結果、売上向上が示され、現在、新しいビジネスとして育ちつつあります。言うまでもなく、AIタクシーは、どちらか一方のビッグデータだけでは実現できませんでした。協創活動を通じて、両社がビッグデータを持ち寄り、組み合わせたことで実現できました。このようにビッグデータを組み合わせて、新しいサービス、新しいビジネスを協創することは、他のパートナーとの間でも可能です。そして、産み出された新サービスは、ドコモやパートナー以外の第三者のビジネスにも利用できる可能性が十分にあります。協創は、ビッグデータやAIの活用という意味でも、その価値が今後、ますます上がっていくものと予想されます。

ドコモのビッグデータとパートナーのビッグデータを組み合わせて、AIによる新たなサービス、新たなビジネスを協創する、この大きなチャレンジに、今後も果敢に取り組んでいきます。

^{*1} ニューラルネットワーク：脳の神経細胞（ニューロン）とその結合を模した情報処理システム。結合の強さを変化させることで、学習が行われる。

^{*2} 誤差逆伝播法：ニューラルネットワークの学習アルゴリズムの1つ。ニューロンの出力誤差を後方のニューロンに伝播させ、誤差を最小化するようにニューロン間の結合の強さを変化させる手法。

^{*3} +d：ドコモがパートナーの皆様とともに新たな価値を協創する取組みの名称。

[Contents]



DOCOMO Today 01

新たなAIサービスの協創に向けて 津田 雅之

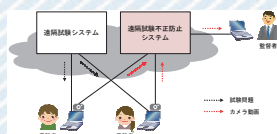


特別寄稿 04

遠いのに近い, 近いのに遠い… 堀越 力

Technology Reports 06

AIによるコールセンタお客様満足度向上とオペレータ業務効率化
—音声認識IVRの開発— 06



(P.19)

コールセンタ

音声認識

AI

短期間でAIモデルを作成・提供可能とする深層学習基盤の開発 12

深層学習

コンテナ型仮想化

並列処理

なりすましを検知する遠隔試験不正防止システムの開発 19

顔認証

遠隔試験

不正防止



(P.25)

浮遊球体ドローンディスプレイ 25

ドローン

球体ディスプレイ

残像ディスプレイ

Topics 31

Androidキッティングツールによる法人ユーザ向けスマートフォン キッティング作業の効率化 31

Androidスマートフォン

キッティング

設定自動化



(P.36)

Activities 36

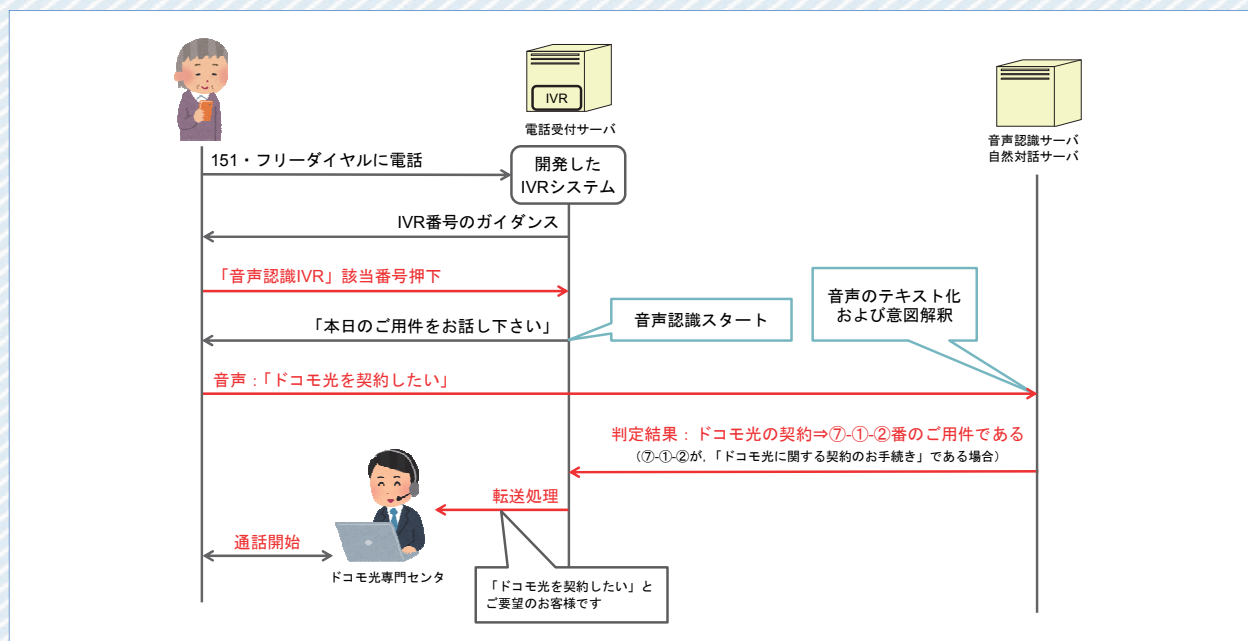
「docomo R&D Open House 2017 in TOKYO」 「見えてきた、“ちょっと先” の未来 ～5Gが創る未来のライフスタイル～」 同時開催 36



(P.40)

News 40

2017年「IEC 1906賞」受賞 40



Technology Reports AIによるコールセンタお客様満足度向上とオペレータ業務効率化 ―音声認識IVRの開発― (P.6)
音声認識IVRサービス概要

遠いのに近い，近いのに遠い…

湘南工科大学 工学部 情報工学科 教授 堀越 力さん

2005年頃，携帯ゲーム機「ニンテンドーDS[®]*1」が登場し，ポケモン[®]*2Wi-Fi[®]*3ステーションでゲームをダウンロードできるサービスが始まりました。当時，おもちゃ売場などに設置されたWi-Fiステーションの周りには，小学生ぐらいの子供達が集まり，自分のゲーム端末にダウンロードして，1人ひとりがゲームに没頭している光景をよく目にしました。

この頃の子供達は，友達の家遊びに行っても，それぞれ自分の端末で別々のゲームをし，ゲーム画面を見せ合ったり，おしゃべりしたりしながら遊んでいました。他にもっと一緒に遊べるものをやればいいのに……と，遊んでいる姿を見て思っていたものでした。ちょうど彼ら・彼女らが，今の大学生から新入社員の世代になります。

つい先日，研究室のゼミ生と，こんなやりとりがありました。

「最近，〇〇君，ゼミに来ていないけど，だれか知ってる？」

「アイツなら，△△のオンラインゲームには，毎晩登場してくるから，生きてるのは確かですよ。」という返事。「友達なんだから，もう少し気遣ってあげる気持ちはないのか！？」と内心想いつつ，よく話を聞いてみると，ゲーム上のアカウント名で，その友達に参加しているかすぐに分かるらしい。ゲームの中で会話（チャット）もできるので，実際に会わなくても気にしていない。

ゲームのやり過ぎで海外では死亡事故が起きているほど，ゲームは若者の間で広まっています。私の周りにも，徹夜でゲームして，眠そうに大学に来る

学生も少なくありません。ゲームに夢中になりすぎる若者は，映画「マトリックス」のように，生きている世界をもう1つ別にもっているようです。

この「別の世界をもつ」という状態に関連した問題として，「ながらスマホ」があります。つまり，現実世界で何かをしながら，頭の中は別の世界，すなわちバーチャルな世界にいる状態です。現在，多くの学生が，歩きながらスマホを見ている，会話しながらスマホを見ている，あるいは，スマホでゲームしながら会話している。現実世界が主なのか，バーチャルな世界が主なのか分からなくなってきました。

それから，最近は，友達の居場所をリアルタイムに知るアプリが若者の間で普及しています。また，それぞれが今の様子や気持ちを写真公開やつぶやきといった形で表現し，常にSNSで共有しています。一方，休日は，自分の部屋で，1人で過ごす若者が多いという調査結果もあります。スマホでいつでも友達に連絡でき，友達が今何をしているかも分かるという感覚が当たり前な世代にとっては，「1人だけど，ひとりじゃない」ということなのかもしれません。つまり，今は，コミュニティの場がスマホの中の世界（バーチャルな空間）に変わってきています。昔は友達と言えば，いつも一緒に遊ぶなど密な関係が基本でした。しかし，今は友達の数が増えてはいるものの，希薄な関係の友達が増えている気がしています。

一方，家族に目を向けると，一緒に夕食を取るというシーンは，昔の一般家庭では日常の光景でした。しかし，仕事やバイトなどで，家族が夕食と一緒に



Profile

1987年慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年、NTT入社。NTTデータ、NTTドコモ先進技術研究所を経て、2014年から湘南工科大学情報工学科教授。3次元画像処理、3Dディスプレイ、ユーザインタフェースの研究に従事。博士（工学）、情報処理学会、電子情報通信学会、映像情報メディア学会、SID、IEEE各会員。

とる機会は非常に少なくなっているのが実態だと思います。私も、つい最近までは、子供達と顔を合わせる機会がほとんど無く、会話することが極端に少なくなっていました。ところが今では、面白いことがあれば、スマホでお互いの体験を（時間的なズレはありますが）いつでも共有しています。下宿先の子供から、SNSで「これってどうすればいい？」と写真付きで質問が夜中に飛んでくることも度々あります。このように、スマホアプリを通して、家族みんないつでも会話ができるようになり、子供達といろいろな手段で接する機会が以前より格段に増えました。つまり、実際に一緒にいなくても、バーチャルな世界で、いつでも会話できる環境が今の時代ということを実感しています。

ただし、SNSでは、感情のニュアンスを伝えるのは非常に難しく、SNSのスタンプや絵文字の選び方には結構悩みます。面と向かって話をしていれば考えることは全く無かったことです。文字やスタンプを使って思いやりや気遣いをどのように伝えるのか？本人の「顔」が見えない分、誤解されることも多い世界で、いかに「自分」を伝えるか、表現するかは重要な課題だと思います。

コミュニケーションはFace to Faceで話をすることが基本であるいわれてきました。バーチャルな世界と現実世界が共存している現在、コミュニケーションの形態自体も変化しているといえます。目、表情、身振り手振りは、曖昧な感情のニュアンスを伝えるために重要です。相手の姿が見えてこそでき

たことを、姿が見えない状態でいかに実現するか？心の気配りや思いやりをネットワーク越しで自然に行えるようにするためには、どうしたらよいのかを考える必要があると思います。従来のFace to Faceという考え方も見直さないといけないのかもしれない。

ドコモ在籍時、私は先進技術研究所に所属し、将来のモバイルサービスに関する研究開発を行っていました。提案内容が斬新であればあるほど、その技術はホントに必要なのか？使いやすくなるのか？といった議論が絶えませんでした。しかし、その技術に必然性があり便利であれば、使われるようになります。スマホのフリック入力が良い例です。文字入力という観点では、フルキーボードの方が格段に効率良いと思いましたが、今の学生にとっては、フリック入力の方が良いのです。つまり、それはスマホというデバイスに適した入力手段であり、慣れにより、使いやすいインタフェースとして受け入れられたわけです。このように、信念をもって新しい技術を提案していくことが重要だと思います。

今は、現実世界とバーチャルな世界が共存する社会に変わりつつあります。斬新な発想で、これまで以上に人とのつながりを大切にできるネットワーク社会をめざした新たなモバイルコミュニケーションサービスの実現を期待しています。

-
- *1 ニンテンドーDS®：任天堂㈱の登録商標。
 - *2 ポケモン®：任天堂㈱の登録商標。
 - *3 Wi-Fi®：Wi-Fi Allianceの登録商標。

AIによるコールセンタお客様満足度向上とオペレータ業務効率化—音声認識IVRの開発—

サービスイノベーション部 はしもと たかのり 橋本 昂宗 さいとう ゆうき 齊藤 優樹 おさき ゆりこ 尾崎 友理子

近年、AI技術の発展により、音声を用いたお客様との対話システムが実用化されてきている。ドコモでは、この音声対話システムを電話でのお問合せ窓口に導入することで、音声認識によりお問合せ通話を適切な専門センタへ転送することが可能な「音声認識IVR」システムを開発した。これにより、番号入力操作の削減や待ち時間削減によるお客様満足度の向上や、オペレータの応対効率化につながる。本稿では、音声認識IVRの導入経緯とその仕組みについて解説する。

1. まえがき

ドコモは、電話での総合お問合せ窓口の音声ガイダンス（IVR（Interactive Voice Response）^{*1}）において、話しかけるだけで最適な転送先へ電話をつなぐことが可能な、音声認識IVRの機能提供を開始した。利用は、ドコモの携帯電話からの場合は151、一般電話などからの場合はフリーダイヤル[®] ^{*2}（0120-800-0000）に電話接続し、音声認識IVRの該当番号を選択することにより可能である。

これまで、ドコモのコールセンタでは、総合的なお問合せ対応を行う総合受付センタのほか、113センタ（故障受付）、ドコモ光センタなど、お問合せ内容や目的に合わせ、さまざまな専門センタを設

置し、お客様からのお問合せ対応を行ってきた。総合お問合せ番号に電話し、音声ガイダンスに従って番号を選択していく事で、それぞれの専門センタへ転送されるのが、従来の基本フローであるが、音声ガイダンスの項目数が多く、どの番号を選択すれば良いかが分からず、オペレータに適切なセンタへの転送を依頼するお客様が多かった。実際に、音声ガイダンス後に総合受付センタで対応を行うお問合せのうち約2割は、上記のような理由により、音声ガイダンス上で適切な専門センタを選ぶことができず、他の専門センタへ転送処理が必要なお客様のものであった。そのため、転送処理などのお問合せ対応にオペレータの稼働が割かれることとなり、電話の集中状況によってはオペレータにつながるまでのお客

様の待ち時間が長くなることや、総合受付センタから各専門センタへ転送後に各専門センタで用件の把握のために再度お客様に問い合わせることになり、稼働がかかるという状況が発生していた。

近年、さまざまな形で音声対話型サービスは実用化され、提供されている。ドコモにおいても、ユーザの発話の意図を解釈し、天気検索、レストラン検索、電話アプリ起動などを行う「しゃべってコンシェル」を提供してきた。また、運転中に話しかけるだけで便利な情報を教えてくれるカーライフ支援アプリ「ドコモ ドライブネット」[1]を提供し、ドコモとパートナーとで新たな価値を創造する「+d^{*3}」の取組みとして、スマートフォンやタブレットを介して動作し、自然な会話を楽しめるトイ「OHaNAS[®]*4（オハナス）」を株式会社タカラトミーと共同開発した。上記のように、ドコモでは自然対話プラットフォームの開発を実施しており[2]、音声対話型サービスのノウハウを蓄積してきた。そこで、先に述べた音声ガイダンスにおける課題を改善するために、AI技術を用いた音声認識IVRの導入を行った。

これにより、お客様は複雑なボタン操作をすることなく、用件を話すだけで適切な専門センタへ接続されるため、総合受付センタからの転送に比べ対応可能なオペレータへつながるまでのお客様の待ち時間が削減される。また、総合受付センタのオペレータの転送稼働を削減し、さらにお客様が話す内容をテキスト化し、対応する転送先オペレータに先行通知することにより、オペレータとおお客様の初期対応時間の短縮につなげることも可能となる。

本稿では、音声認識IVRシステムの仕組みについて解説する。

2. 音声認識IVRの概要

音声認識IVRは、電話でのお問合せを受けるIVR

と音声認識・意図解釈^{*5}を組み合わせたシステムであり、適切な専門センタへの転送の支援を行う。本システムの基本的なフローを図1に示す。IVRのガイダンス後「音声認識IVR」に該当する番号を選択することで、音声認識がスタートする。音声認識機能により、用件を述べたお客様の音声のテキスト化を行う。その後、意図解釈機能により、用件から各専門センタのどのスキルをもったオペレータへ転送するのが適切であるかを判断し、転送先の決定を行う。電話受付サーバでは上記音声認識・意図解釈の結果を受け取り、適切なセンタへお客様の電話の転送処理を行う。また、お客様のご用件をテキスト化したものをオペレータへ先行通知する。

上記システムにより、お客様は、音声認識IVRの該当の番号を選択し、用件を話すだけで、適切な専門センタにつないでもらえるようになる。また、オペレータ側からもお客様との応対前に、用件の概要を確認することが可能となる。

3. 音声認識機能

音声認識機能では入電したお客様が発話した音声を変換する。処理の流れを図2に示す。テキスト変換では、「音響モデル^{*6}」と「発話辞書」および「言語モデル^{*7}」を用いている。音声認識の技術は、まず、「音響モデル」で、発話された音波に音素^{*8}を対応させ、「発話辞書」に従って音素から単語に変換する。次に、その単語の並びを「言語モデル」によって統計的に決め、最終的な文章としてテキスト化をする。それぞれの特徴を以下に述べる。

- ①コールセンタへ入電するお客様は、性別、年齢、発話する場所など多岐にわたるため、発話された音の種類もさまざまである。さらに、固定電話やスマートフォンなど入電方式が変わることで、それぞれ異なった方式の音声圧縮が施され

*3 +d：ドコモがパートナーの皆様とともに新たな価値を協創する取組みの名称。

*4 OHaNAS[®]：株式会社タカラトミーの登録商標。

*5 意図解釈：テキストの意図を解釈して適切なタスクへ振り分ける機能。テキストとタスクの例として「今日は雨が降りますか」と「天気検索」など。

*6 音響モデル：認識対象の音素がどのような周波数特性をもっているかを集計した統計モデル。

*7 言語モデル：形態素の並び方とその並び方の頻度情報を集計した統計モデル。

*8 音素：母音や子音など音声を構成する最小単位。

るため、音質が変化する。これらの音質にも対応した「音響モデル」を利用している。

- ②お問合せ時に発話が想定されるドコモに関する単語（端末名やサービス名など）をさまざまな読み方と併せて「発話辞書」へ登録し、単語の認識精度を高めている。

- ③お客様が発話する文章は、単語構成のしっかりしている読上げ文章ではなく、自由な会話音声に近いものであるため、フィラー^{*9}も含め、言回しが変化に富んでいる。これらのあらゆる発話を想定した文章をできるだけ収集し、学習させた「言語モデル」を利用している。

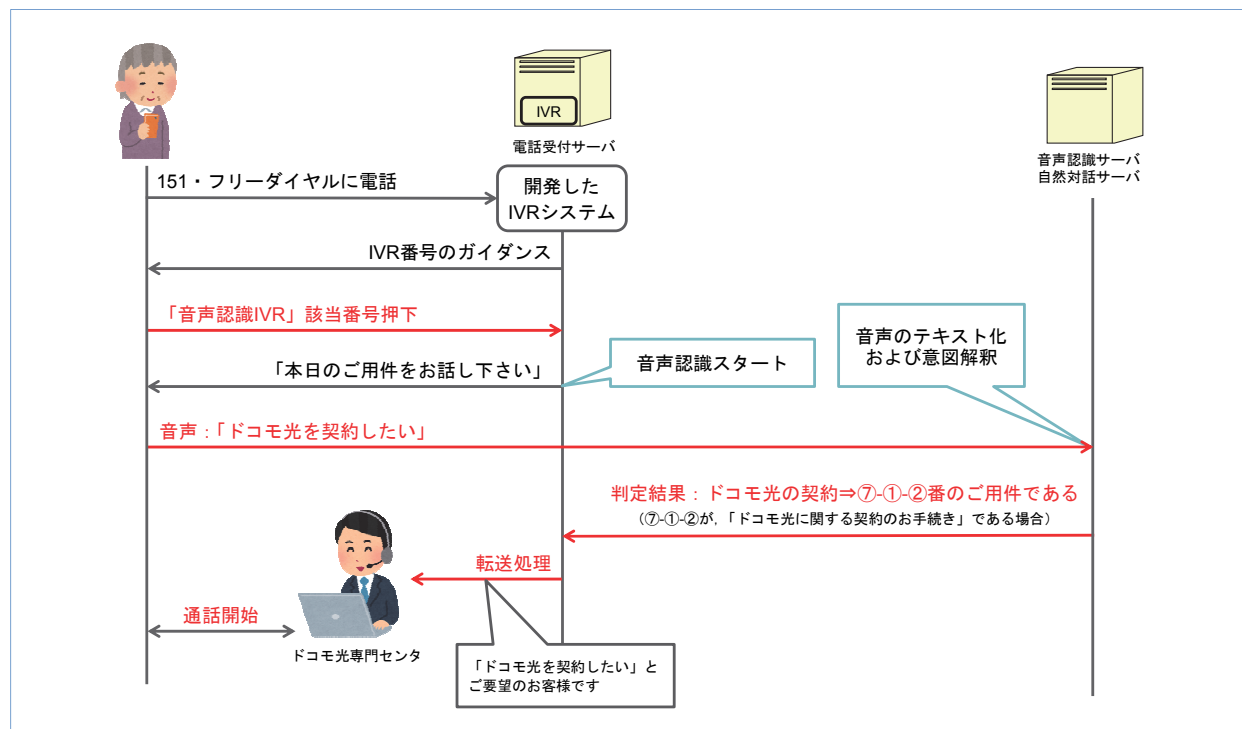


図1 音声認識IVRサービス概要

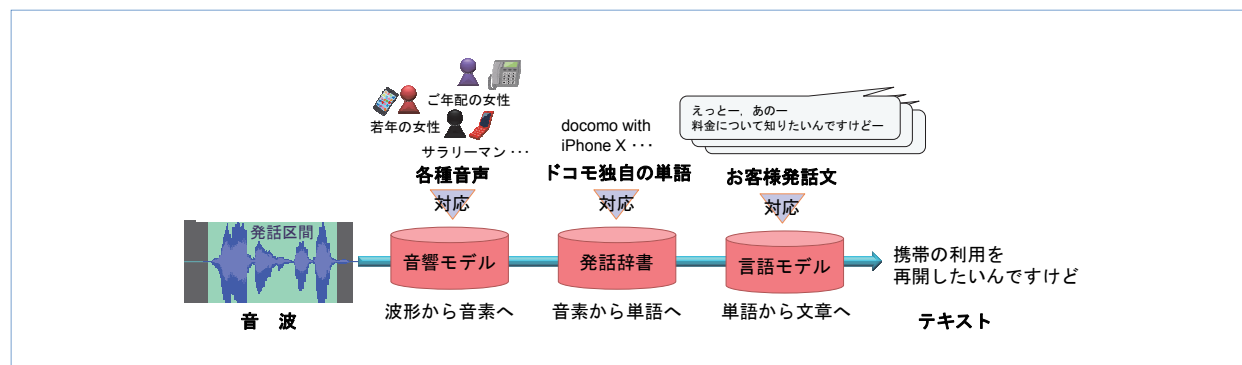


図2 音声認識システムによる処理の流れ

^{*9} フィラー：「えー」「あー」などの発話の合間にある繋ぎの言葉。

さらに、お客様が発話した区間における適切な発話終端を的確に見つけ、余計な間をもたせず転送させて、ユーザビリティを高めている。その際に、お客様の発話環境によってノイズ（騒音や他者の声、音楽など）が乗ることも考慮しつつ、自然な発話区切りとなるような機能をもたせている。

以上の音声認識機能により、入電されたお客様の音声テキスト化した情報を、意図解釈機能に渡している。

4. 意図解釈機能

(1) 概 要

意図解釈機能では、お客様からのテキスト情報を基に、どのようなお問合せを意図して発話されたものであるかの判別を行い、転送先の決定を行う。お問合せ内容の判別先は、表1に示す、ドコモの電話お問合せ窓口で備える番号を基に行われる（2017年9月時点）。また、ドコモのお客様のお問合せ内容は

表1 ドコモお問合せ窓口対応表

大項目	中項目	小項目
ドコモ光に関するお問合せ	お引越手続き・お申込み・各種お手続き・お問合せ	お引越手続き（移転）
		新規お申込みなどのお手続き
		解約のお手続き
		お問合せ
	工事日に関するお問合せ	工事日の決定
		工事日の変更
		その他 工事に関するお問合せ
利用中断・再開	接続・設定方法	
	故 障	
電話機データ通信機器の操作方法	iPhone・iPad®の操作	
	スマートフォン・タブレット端末の操作	
	ドコモケータイの操作・設定	
	ドコモ光のインターネットなどの設定	
	モバイルWi-Fi®ルータなどのデータ通信機器の操作・設定	
故障・サービスエリア	スマートフォン・タブレット端末の故障	
	ドコモケータイ・その他端末の故障	
	サービスエリア	
	iPhone・iPad®の故障	
	ドコモ光の故障	
各種サービスのご案内	料金プラン・割引サービス	
	番号ポータビリティ	
	各種ネットワークサービス	
	国際サービス	
	SIMロック解除	
その他のご注文手続き・お問合せ	ご注文手続き	
	お問合せ	

iPad®：米国および他の国々で登録されたApple Inc.の商標。

Wi-Fi®：Wi-Fi Allianceの登録商標。

非常に多岐にわたることから、網羅性を高めるために表1以外のお問合せ内容についても項目追加を行っている。

お客様の発話の意図を解釈することは、入力された文章を分類する文章分類問題として解決することができる。具体的には、図3に示すように、各転送先に対応した大量の発話例および単語辞書を基に生成した学習モデルを利用し、入力された文章がどの転送先を意図したものであるかを高速に判別する。発話例および単語辞書は、音声認識のチューニングと同じく、ドコモ独自の単語およびお問合せ時の発話の多様性を踏まえて作成されている。

(2)曖昧な発話内容の切分け

ここで、お客様の発話内容の情報量が少なく、適切な転送先を判別することが難しい場合がある。例えば、「操作方法が知りたい」のような、操作方法を尋ねる発話内容であっても、ドコモが取り扱う機器は多種多様であり、絞り込むことが難しい。そこで、2つの方法により曖昧な発話内容を切り分け、転送先の絞込みを行う。

- ・1つめは、お客様に再確認を促す方法である。例えば、操作方法であれば、機種の大別（iPhone^{*10}、AndroidTM^{*11}、ドコモケータイなど）の聞返しを行うことで、専門センタを絞ることができる。
- ・2つめは、オペレータのスキルに合わせて転送

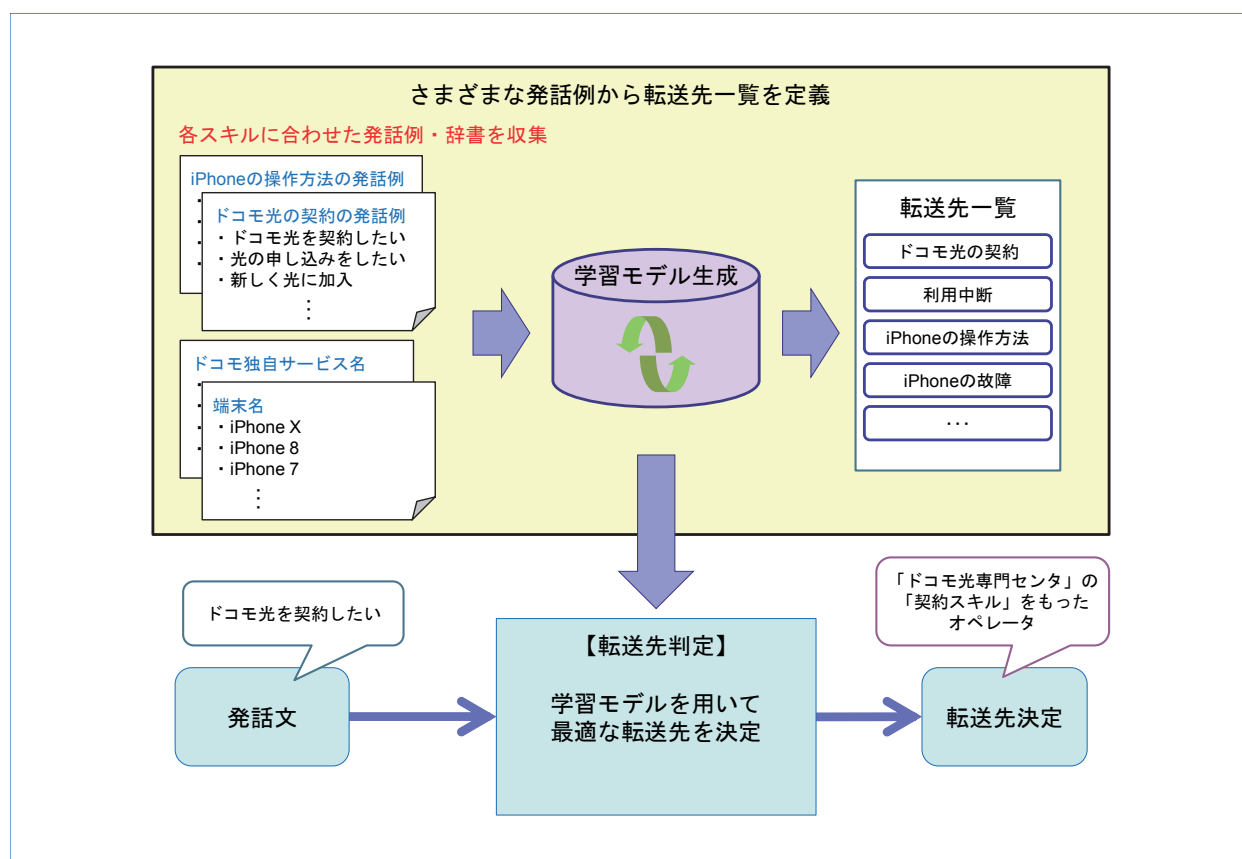


図3 転送先判定

*10 iPhone：米国Apple, Inc.の商標。ただし日本国内で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。

*11 AndroidTM：米国Google, Inc.の商標または登録商標。

先を細分化する方法である。各専門センタではオペレータのスキルによって、対応範囲が異なる。曖昧性が高いものはスキルが高いオペレータへ転送し、発話情報が十分な場合は該当スキルをもったオペレータへの転送を行う。

2つの手法の組合せにより、お客様の発話内容に合わせた、適切な専門センタへの転送を実現している。

以上の、音声認識および意図解釈を経て取得された発話と転送先の情報は、電話受付サーバにおいてお客様の電話の転送先決定に利用されるとともに、オペレータ画面上へ表示される。

5. あとがき

本稿では、コールセンタ業務へのAI導入の1つとして、電話に話しかけるだけで適切な専門センタへ

の転送およびオペレータへの用件先出を行うことが可能な、音声認識IVRの仕組みについて解説した。提供開始後、当初目標である音声認識IVR利用者の約1～2割は、総合受付センタを介さず各専門センタへ転送処理を行うことができおり、オペレータの転送稼働削減につながっている。今後も、音声認識IVRの利用率および転送成功率の向上をめざし、性能向上を継続的に実施する。

本稿では、転送先の選択のみであったが、今後はお客様がAIと対話する双方向型への展開を通して、コールセンタ業務の一部自動化を検討している。また、ドコモの法人ソリューションの1つとして、社外へ提供することも検討している。

文 献

- [1] 栗田, ほか: “ドコモ ドライブネットインフォの開発,” 本誌, Vol.22, No.1, pp.6-12, Apr. 2014.
- [2] 大西, ほか: “音声対話型サービスの開発を促進する自然対話プラットフォーム,” 本誌, Vol.23, No.3, pp.6-13, Oct. 2015.

短期間でAIモデルを作成・提供可能とする深層学習基盤の開発

サービスイノベーション部 いぶき たけろうす
伊吹 勇郎

近年、深層学習を用いたAI開発がさかんに行われているが、高精度なAIを実現するために開発者は学習条件を変えながら試行錯誤し、複数回の学習処理を実行する必要がある。この試行錯誤が開発時間を長くする大きな要因となっている。また、深層学習を実行するためのフレームワークやライブラリも数多く存在し、それらの管理やバージョンアップも煩雑になっている。今回、ドコモではそれらの問題を解決し、短期間で高精度な学習を可能とするための深層学習基盤を開発した。本稿では基盤の詳細とその技術について解説する。

1. まえがき

画像認識や翻訳、音声認識などの処理を人工的にコンピュータに行わせる人工知能（AI：Artificial Intelligence）において、近年、ディープニューラルネットワーク（Deep Neural Network）を用いた深層学習技術が注目されている。ニューラルネットワーク^{*1}自体は以前より存在していた技術であったが、精度に問題があり実用的ではなかった。しかし、GPGPU（General Purpose computing on Graphics Processing Units）^{*2}などの計算機資源の大幅な進歩や、CUDA（Compute Unified Device Architecture）^{®*3}、CuDNN（NVIDIA CUDA Deep Neural

Network library）^{*4}の登場によりニューラルネットワークの深層化に成功し、大幅な精度改善を達成するに至った。また、Tensorflow^{®*5}やCaffe^{*6}といったディープニューラルネットワークを開発するためのフレームワーク^{*7}も数多く登場し、深層学習を用いたAI開発は多くの研究機関や企業で広く実施されるようになった。ドコモにおいてもdocomo Developer Supportで提供している画像認識APIなどのAIサービスで深層学習の技術を用いている。しかし、これらのAI開発において、高精度な結果を得るためには複数の条件で学習を実行する必要がある。加えて、それらが手動で行われているために、多くの人手が必要かつサーバの利用効率が悪いとい

©2018 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

† 現在、DOCOMO Innovations, Inc.

^{*1} ニューラルネットワーク：人間の脳内にある神経細胞（ニューロン）とそのつながりを数式的なモデルで表現したもの。入力層、出力層、中間層から構成され、ニューロンや層の数、層の間のつながりの強さを変更することにより複雑な関数近似を行うことができる。

^{*2} GPGPU：一般にコンピュータにおける画像の描画などの画像処理に用いられるGPUを画像処理以外の用途に転用する事。並列分散処理に優れる。

う問題があった。また、複数ライブラリ^{*8}やフレームワークの環境構築・バージョンアップが煩雑になっているという問題も存在した。

そこでドコモでは、大量の条件を自動で並列処理することにより、短期間で高精度な学習を可能とし、また複数のフレームワークを容易に扱えるようにするために、コンテナ型仮想化技術^{*9}と独自のスケジューリングシステムを用いた深層学習基盤を開発した。

本稿ではドコモが開発した深層学習基盤で用いられている技術の詳細と、本基盤によってもたらされる効果について解説する。

2. 深層学習とその課題

2.1 深層学習の概要

深層学習とは機械学習^{*10}の一種であり、ニューラルネットワークの中間層を大量に用意したディープニューラルネットワークを用いた技術のことを指す。

深層学習は大量のデータからパターンやルールを習得する「学習」と、新たなデータに対して学習した結果からどのパターンに当てはまるかを推測する

「推論」の2つの処理からなり、学習後のニューラルネットワークをAIモデルと呼ぶ。

AIモデルおよびサービスの事例として、画像データを用いた画像認識や、音声データを用いた音声認識や翻訳といったさまざまなものがある。

2.2 パラメータチューニングの課題

深層学習において、データさえ準備すればすべて自動で最良のパターンやルールを学習してくれるわけではなく、初期値や学習率といったハイパーパラメータと呼ばれる学習の条件を設定する必要がある [1] [2]。代表的なハイパーパラメータを表1に示す。

同じデータを用いてもハイパーパラメータが異なると学習が全く進まないことや、逆に特定のデータのみに偏った学習をしてしまい、汎用性が失われる過学習と呼ばれる問題が起きてしまうことがあり、最良のハイパーパラメータを選択するのは深層学習のモデル構築にとって非常に重要である。

しかし、ハイパーパラメータの種類は多岐にわたり、その試行錯誤を手動で実行するために多くの人的稼働がかかってしまうという課題が存在する。また、人手でハイパーパラメータを変更しながら学習

表1 代表的なハイパーパラメータ

ハイパーパラメータ	説 明
ミニバッチサイズ	1回の試行で処理するデータ数
学習率	重みを更新する幅
繰返し回数	試行数
重みの初期値	ニューロンの結合の強さの初期値
活性化関数	ニューロンの活性化方法
最適化関数	学習の進み方を決定する方法
ドロップアウト率	あるノードでニューロンを無効にする割合

^{*3} CUDA：NVIDIAが提供するGPU向けの汎用並列プログラミング環境。NVIDIA Corp. の登録商標。

^{*4} CuDNN：NVIDIAが公開しているDeep Learning用のCUDAライブラリ（^{*8}参照）。NVIDIA Corp. の登録商標。

^{*5} Tensorflow[®]：深層学習プログラミング用のフレームワーク（^{*7}参照）。Google Inc. の登録商標。

^{*6} Caffe：深層学習プログラミング用のフレームワーク（^{*7}参照）。

^{*7} フレームワーク：ある領域のソフトウェアに必要とされる汎用

的な機能や基本的な制御構造をまとめたもの。ライブラリでは、開発者が個別の機能呼び出す形となるが、フレームワークでは、全体を制御するのはフレームワーク側のコードで、そこから開発者が個別に追加した機能呼び出す形となる。

^{*8} ライブラリ：汎用性の高い複数のプログラムを、再利用可能な形でひとまとまりにしたもの。

を実行しており、その際に手動で1台ずつサーバにログインして利用することで、サーバの利用状態把握を確認していることから、サーバ利用効率が悪くなり、結果を取得するのに多くの時間を要するという課題もある。

2.3 環境構築の課題

深層学習の、学習や推論処理は多数の行列演算で構成されている。そのため、演算装置としてCPUより大量のコアを搭載して並列処理が可能なGPUを用いた方が高速になることが知られており、NVIDIA社のGPUが広く用いられている。GPUはもともと画像描画処理に用いられていたが、高速演算のために深層学習やその他の演算でも用いられており、プログラミング環境やライブラリとして、汎用処理のためのCUDAや、深層学習のためのCuDNNが存在する。しかし、これらを扱うにはC言語を拡張した専用の言語を用いる必要があり、習得に時間がかかるため、大学や企業が深層学習プログラミングを扱いやすくするためのフレームワークを開発し、OSS (Open Source Software)^{*11}として公開している。それらの代表的なものにTensorflowやCaffeといったものがある。これらのフレームワークは、データ分析で多く用いられているPython^{*12}を用いて利用でき、ニューラルネットワーク構造を容易に記述するためのAPI (Application Programming Interface)^{*13}が用意されているといった利点がある。

ただ、ライブラリとフレームワークは古いバージョンだと動作しない、処理速度が遅いといった問題が生じることがあるため、バージョンアップをする必要がある。しかし、それらを都度バージョンアップするのは手間がかかり、また、あるGPUでは特定のライブラリバージョンでしか動作しない、フレームワークごとに対応しているライブラリのバージョンが違う、といった依存性の問題が存在するた

め、容易にバージョンアップすることができない。

3. 深層学習基盤

3.1 課題解決に対するアプローチ

前述の2つの課題である、①ハイパーパラメータの選択が人力で非効率、②環境構築が煩雑、を解決するための手段と実際に開発した深層学習基盤のシステムについて以下に述べる。

(1)サーバ状態に応じたジョブの自動並列学習処理システムの開発

①の問題点として以下が挙げられる。

- ・パラメータ変更および学習の実行を手動で逐次行っていること
- ・各サーバの状態監視を手動で行っていること

これを解決するためにはジョブのキュー制御およびサーバ状態に応じたジョブの自動並列処理が有効であると考え、サーバを一元的に管理し、順次並列で学習処理を実行することが可能なシステムを開発することとした。

(2)Docker[®]^{*14}を用いたコンテナ型仮想化技術の採用

②の問題点については以下が挙げられる。

- ・ライブラリやフレームワークのバージョンアップに時間がかかること
- ・ライブラリやフレームワークに依存関係があり、バージョンアップが容易ではない事

これらの解決手段として、サーバ内のジョブ単位で環境を独立に構築できる仮想化技術に着目した。今回は深層学習用のライブラリおよびフレームワークのみが必要であり、従来のホスト型仮想化技術^{*15}のようなOS機能は不要であったため、コンテナ型仮想化技術、具体的にはDockerを用いることとした(図1)。DockerとはLinux[®]^{*16}のコンテナ仮想化

^{*9} コンテナ型仮想化技術：コンピュータ仮想化技術の一種で、1つのホストOSの上にコンテナと呼ばれる専用領域を作り、その中で必要なアプリケーションソフトを動かす方式のこと。

^{*10} 機械学習：サンプルデータから統計処理により、有用な判断基準をコンピュータに学習させる枠組み。

^{*11} OSS：ソースコードが無償で公開されており、誰でも再利用や改変が行えるソフトウェア。ただし、原作者の著作権自体は放棄されておらず、派生物を作成した場合や再配布を行った場合

にも、元の著作権表示を保持することが求められる。

^{*12} Python：汎用のプログラミング言語の1つ。

^{*13} API：あるプラットフォーム（OSやミドルウェア）向けのソフトウェアを開発する際に使用できる命令や関数を利用するためのプログラム上の手続きを定めた規約の集合。

^{*14} Docker[®]：コンテナ型仮想化ソフトウェア。Docker Inc. の登録商標。

の技術を用いたソフトウェアで、OSが利用するリソースを隔離することで複数の環境を並立させることを可能にするものである。従来の仮想化技術であるハイパーバイザ型仮想化技術^{*17}やホスト型仮想化技術に比べて、OSを新たに起動する必要がないため高速であり、一度作成したコンテナ用イメージは

他環境に容易に移行可能というメリットも存在する。

3.2 システム概要

今回開発した深層学習基盤のシステム概要を以下に示す（図2）。

本基盤はMasterサーバとWorkerサーバ、File



図1 コンテナ型仮想化技術と他仮想化技術の違い

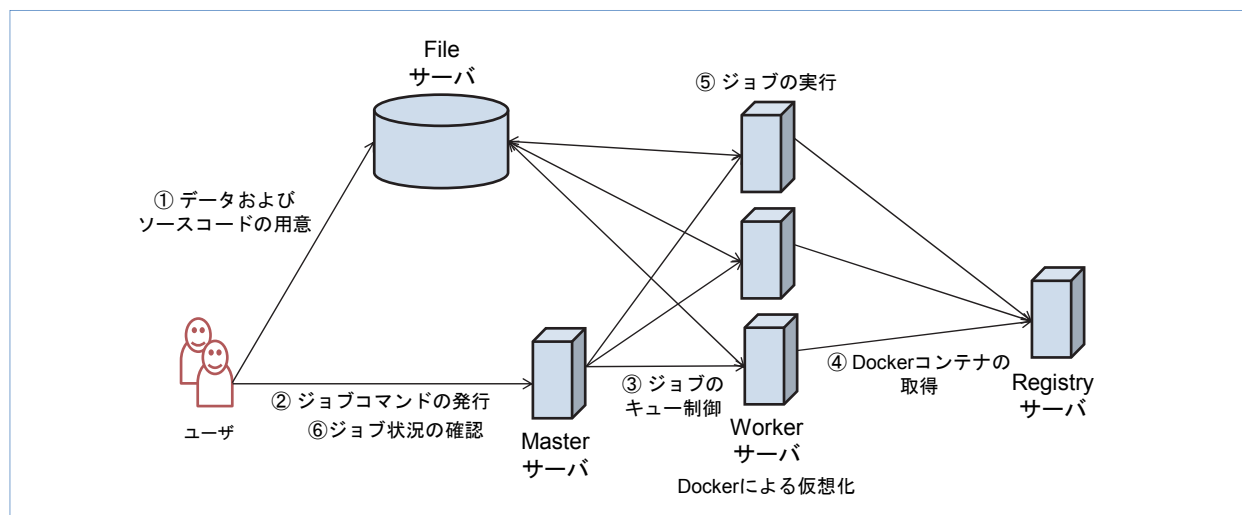


図2 深層学習基盤システム構成

*15 ホスト型仮想化技術：コンピュータ仮想化技術の一種で、サーバ上のOSに土台となるソフトウェアをインストールし、そのソフトウェア上で仮想マシンを稼働させる方式。

*16 Linux®：GPL（GNU Public License）に従って自由に再配布可能なUnix系のオープンソースOS。Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標。

*17 ハイパーバイザ型仮想化技術：コンピュータ仮想化技術の一種で、サーバへ直接インストールし仮想マシンを稼働させる方式。

サーバ、Registryサーバからなる。

- ・ Masterサーバは深層学習ジョブの管理機能を持ち、ユーザからの入力はいずれもMasterサーバを経由して処理される。
- ・ WorkerサーバはMasterサーバの命令を受けて学習を実行するサーバである。学習は各Workerサーバ内のDockerコンテナ上で実行される。なお、Docker単体ではWorkerサーバのGPUを利用する機能が含まれていなかったため、OSSであるNvidia-docker^{*18}を利用している。
- ・ Fileサーバは深層学習用のデータとソースコードを格納するためのサーバである。
- ・ Registryサーバは、Dockerコンテナを一元的に管理することができるDocker Registryを格納しておくためのサーバである。本基盤では多数の深層学習フレームワークおよびライブラリに応じたDockerコンテナを作成してRegistryサーバに格納することで、ユーザが任意のフレームワークおよびライブラリを選択できるようにした。

システム実行時にユーザが行う処理は深層学習用データとソースコードの格納、Masterサーバへのジョブの登録の2つであり、ジョブの制御および実行は自動で行われる。

3.3 ジョブ管理機能

ユーザから受け付けたジョブ管理をMasterサーバで行うために、今回以下の機能を開発した。

- ジョブ登録の受付（図2②）
- ジョブのキュー制御（図2③）
- ジョブ実行環境構築およびジョブ実行（図2③～⑤）
- ジョブ状態の把握（図2⑥）

まず、ジョブ登録とジョブのキュー制御機能を実現する方法として、メッセージキュー^{*19}を使う方法と、RDB（Relational DataBase）^{*20}を使う方法の2種類を検討した。メッセージキューの方がRDBと比較して高スループット・低遅延というメリットが存在する一方、ジョブの状態監視やリトライ処理が煩雑になるというデメリットがあることが分かった。今回はジョブの状態監視が重要、かつ実際のジョブを実行するのはWorkerサーバでありジョブ登録およびキュー制御にスループットや遅延はさほど重要ではないため、RDBを利用する方法を採用した。

次に、具体的にそれらの機能をどう実現しているかを解説する。

ユーザは深層学習処理に必要なデータとソースコードを用意（図2①）する。その後Masterサーバに対してあらかじめ定められた形式のジョブコマンドを発行する（図2②）と、Masterサーバ内に構築したRDBにレコードがキューとして追加される。ジョブコマンドおよびオプションは本基盤用に独自に開発したものであり、深層学習フレームワークの選択やFileサーバ上のデータやソースコードの場所を指定することができる。

次にジョブのキュー制御だが、GPUメモリの制限の関係から1つのGPU上で実行するジョブの数は1つであることが好ましい。よって定期的にMasterサーバが各WorkerサーバのGPUの利用状態を確認し、ジョブが実行されていない場合キューの先頭にあるジョブを順次実行する（図2③）という制御を実装した。キュー制御によって実行可能と判断されたジョブについて、該当のWorkerサーバは指定されたDockerコンテナをRegistryサーバから取得（図2④）し、ジョブを実行する（図2⑤）。

最後にジョブ状態の把握であるが、こちらはRDBのテーブルをユーザが参照することで把握することとした（図2⑥）。なお、前述の通り(b)、およ

^{*18} Nvidia-docker：dockerの拡張ソフトウェア。

^{*19} メッセージキュー：アプリケーションソフト間でデータを交換して連携動作させる際に、送信するデータをいったん保管しておき、相手の処理の完了を待つことなく次の処理を行う方式。

^{*20} RDB：関係データベースと訳され、データを複数の表として管理し、表と表の関係を定義することで、複雑なデータの関連性を扱えるようにしたデータベース管理方式。

び(c)に関しては自動的に制御・実行される。

4. 効果

本基盤の導入により、達成された効果は以下3点である。

(1) AIモデルの学習時間短縮

これまでのAIモデルの開発は、人手での実行かつ学習条件ごとに各サーバでまとめて実行していたため、図3(a)のようにサーバの利用効率に大きな無駄が発生していたが、本基盤でジョブのスケジューリングを自動化し、並列処理ができるようになった

ことにより、学習時間の大幅な短縮が実現された(図3(b))。

(2) 学習精度の向上

AIモデルの学習効率が高まり、数多くの条件で学習を試すことができるようになったことにより、学習精度の大幅な向上を達成した(図4)。

(3) 環境構築の短縮化

Dockerを利用することにより、新しい深層学習フレームワークの導入やバージョンアップが容易になった。具体的にはこれまで数時間かかっていた環境構築が1/10に短縮された。

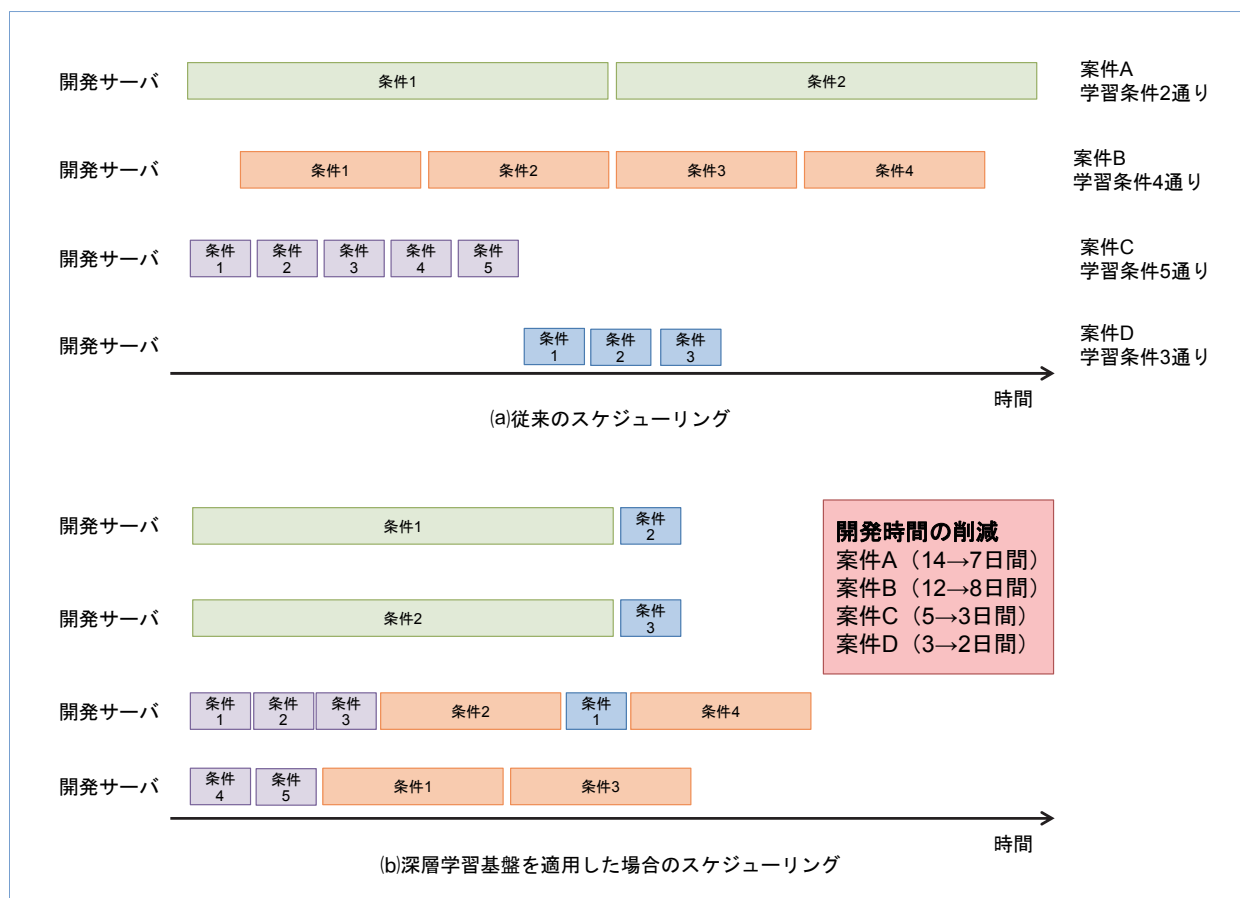


図3 深層学習基盤を適用した場合の効果

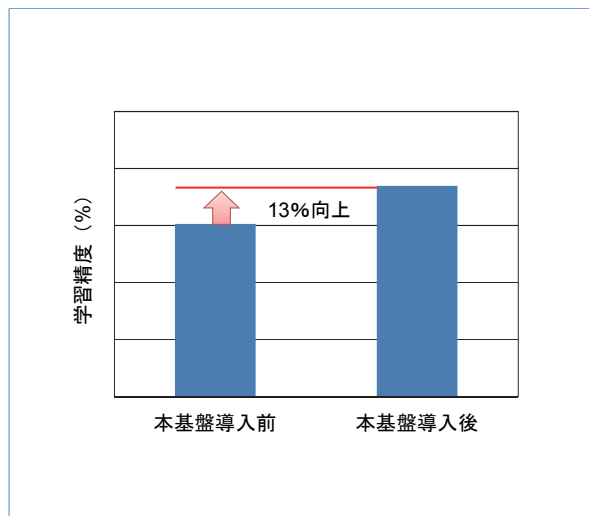


図4 深層学習基盤を利用することによる精度向上

5. 今後の展望

今後の展望としては以下の3点が挙げられる。

(1)複数世代GPU・複数クラウド環境への対応

GPUの世代に関してはほぼ毎年進化しており、それに応じて扱えるモデルの大きさが変わってくるためGPUの世代を考慮してWorkerサーバへのジョブ分配を実施しなければならない。また、複数のクラウド環境でも扱えるように整備を行う。

(2)スケジューラの強化

現在のジョブスケジューラでは単純な優先順位付

けしかできないが、複雑な優先順位付けを可能とするように改良を行う。

(3)パラメータ最適化

現在の学習は複数条件を並列処理させるだけであるが、この場合条件を多くすればするほどサーバを専有してしまう。計算量を削減するために効率よく最適なパラメータの組合せを決定できるようなアルゴリズムの技術確立を行い、より高精度なAIモデルを短時間で開発可能とする。

6. あとがき

本稿では、短期間で高精度なAIモデルを開発するための深層学習処理を可能とする基盤について、技術的詳細を解説した。本基盤を用いることにより深層学習への取組みを加速させると同時に、基盤自体も進化させ、さらなる効率化を図る。

文 献

- [1] 岡谷 貴之：“深層学習,” 講談社, 2015.
- [2] Yoshua Bengio: “Practical recommendations for gradient-based training of deep architectures,” Neural Networks, Springer, pp.437–478, 2012.

なりすましを検知する遠隔試験不正防止システムの開発

サービスイノベーション部 やまもと かずのり 山本 和徳 いしい かずひこ 石井 一彦 せきの きみひこ 関野 公彦

自宅などで試験を受けることができる遠隔試験においては、なりすましなどの不正行為を防止することが重要になる。試験監督者が遠隔から受験者をカメラで監視する方法は、作業効率の面で課題がある。そこで、顔認証技術を応用して試験中のなりすましを自動検知し、監督者を支援する遠隔試験不正防止システムを開発した。これにより、監督作業の効率化が可能となる。

1. まえがき

近年、遠隔教育が普及 [1]～[3] するなか、インターネット上で時間や場所にとらわれず試験を受けることができる遠隔試験の提供が望まれている。しかし遠隔試験では、その場に試験監督者がいないため不正行為が容易で、また試験途中でのすり替りや周囲からの答えの伝達など、従来の試験会場では考えにくい不正行為も起こり得る。遠隔試験においても、従来の会場での試験と同様、受験者の不正行為を防止することが重要であり、そのような機能を提供するサービスが開始されている [4]～[7]。

試験時の不正行為として、受験者ではない者が本人に替わって受験するなりすましと、何らかの手段

によって試験中に情報を取得するカンニングが挙げられる。既存の遠隔試験不正防止サービスにおける対策例を表1に示す。既存サービスでは、試験開始時の本人認証に生体認証が取り入れられるなど、部分的に自動化が図られているものの、試験中の不正防止は、監督者が遠隔からカメラで受験者を監視する人手による方法に頼っている。そのため試験中の不正行為を自動検知できれば、試験監督作業の大幅な効率化が期待できる。

本稿では、顔認証技術の応用によって試験中のなりすましを自動検知することに着目する。カンニングの自動検知については今後の検討課題とする。遠隔試験においてなりすましを防止するためには、試験開始からのなりすましに加え、試験途中でのすり

替りを検知する必要がある。既存の顔認証技術は、顔全体が隠れることなく正面を向いて写っている状態であれば、高い精度で認証できることが知られている。しかし、試験中は受験者の姿勢がさまざまに変化するため、単純に顔認証を適用したのでは十分な検知性能が得られない。

そこでドコモは、顔認証技術とトラッキング技術^{*1}を組み合わせた不正検知技術と、遠隔試験不正防止システムを開発した。本稿では、遠隔試験不正防止システムとその技術について解説し、本システム

を使用した実証実験の結果を報告する。

2. 遠隔試験不正防止システム

2.1 概要

遠隔試験を提供するシステムの全体構成を図1に示す。遠隔試験は、受験申込や試験問題配信、合否結果通知などの試験提供にかかわる遠隔試験システムと、不正防止にかかわる遠隔試験不正防止システムによって提供される。本稿では、遠隔試験不正防

表1 既存の遠隔試験不正防止サービスの対策例

	不正防止対策の例
なりすまし	・顔認証による試験前の本人認証 [4] [7] ・キーストローク認証による本人認証 [4] ・遠隔の監督者による受験者のカメラ監視 [4]～[7]
カンニング	・遠隔の監督者による受験者のカメラ監視 [4]～[6] ・遠隔の監督者による受験者のパソコン画面の監視 [5] ・遠隔の監督者による受験者のマイク音声の監視 [4] [6] ・試験用アプリ以外のアプリ起動制限 [4] [6] ・受験者のカメラ動画の録画（不正行為の証拠取得）[4]～[6]

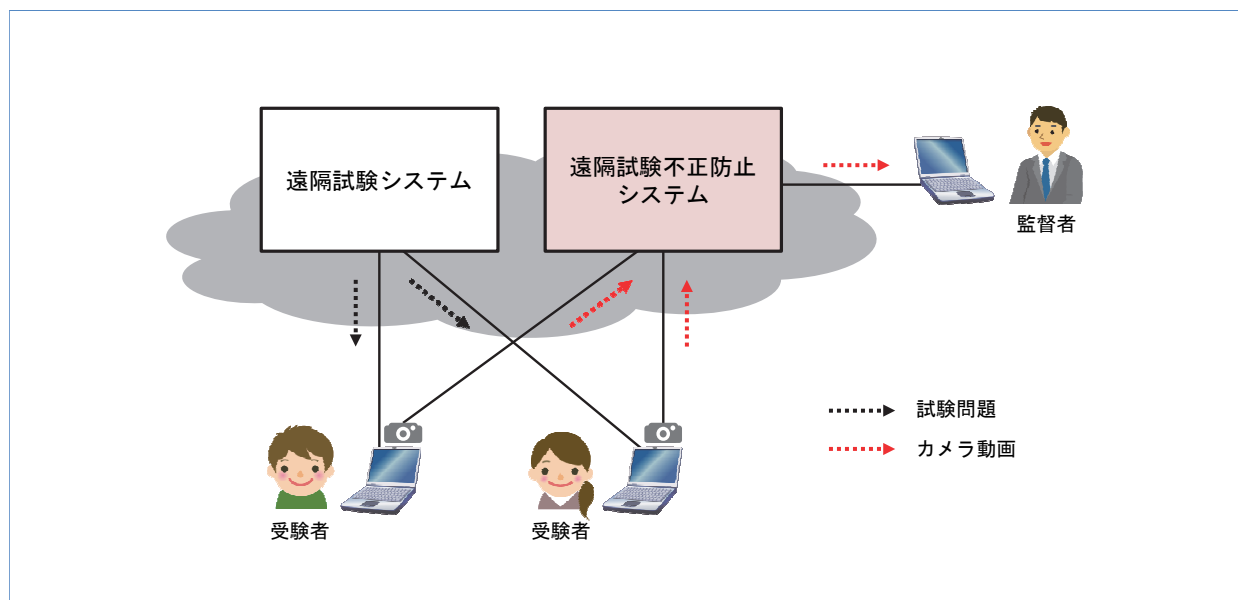


図1 遠隔試験を提供するシステムの全体構成

^{*1} トラッキング技術：動画などの連続的な画像において対象とする物体を追跡する技術。

止システムを対象とし、遠隔試験システムには既存システムを利用することを想定する。

ドコモが開発した遠隔試験不正防止システムは、顔認証技術の応用によりなりすましを自動検知して試験監督者を支援することを目的とする。その実現においては、顔認証で照合元となる顔画像の登録と監督者支援についての、次のような課題がある。

①顔画像登録

- ・登録顔画像の本人性確保
- ・顔認証での使用に適した顔画像の取得

②監督者支援

- ・試験中の各受験者のカメラ動画の確実な取得
- ・なりすましの自動検知
- ・監督者への検知結果の分かりやすい提示
- ・不正行為の証拠の確保

遠隔試験不正防止システムは、顔画像登録機能、カメラ動画取得機能、録画機能、不正検知機能および不正検知結果通知機能によって構成される（図2）。以下に、それらの機能がどのように課題を解決しているか解説する。

2.2 構成機能

(1)顔画像登録機能

顔認証の照合元となる受験者の顔画像と、その顔画像の本人性を確認するための公的身分証明書などの本人確認書類の画像を登録する機能である。事前に、受験者はパソコンに接続されたカメラで撮影して顔画像を登録する。その際、適切な照明環境で顔全体がはっきりと撮影されるように受験者にガイドを提示する。監督者の目視確認によって、登録画像

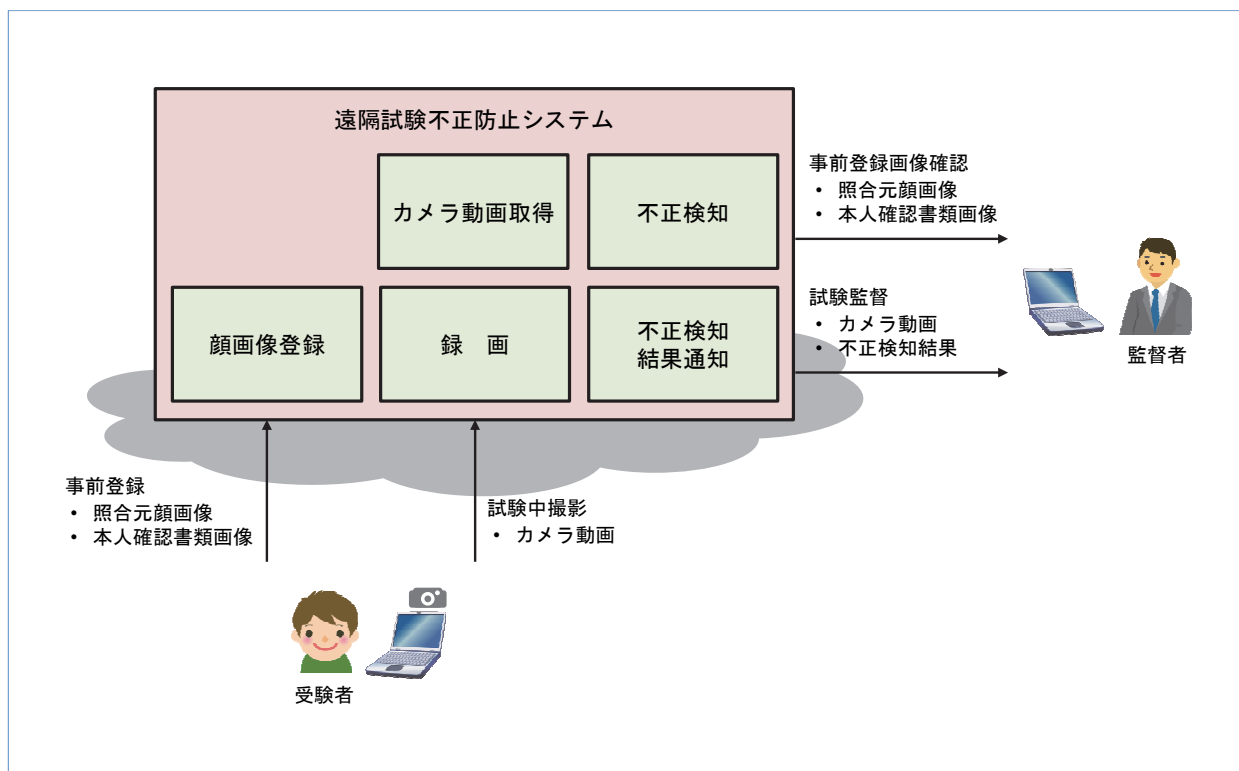


図2 遠隔試験不正防止システムの構成

の本人性と顔認証元画像としての適性を確保する。

(2)カメラ動画取得機能

パソコンに接続されたカメラを使って試験中の受験者を撮影し、動画を取得する機能である。カメラ動画は、試験中のなりすましの自動検知と監督者による監視のために使用される。通信環境が悪化した場合でも、自動再接続により可能な限り動画を取得する。

(3)録画機能

カメラ動画取得機能によって取得した動画を録画する機能である。録画は、監督者による試験後の見直しと、不正行為が発生した場合の証拠確保のために使用される。

(4)不正検知機能

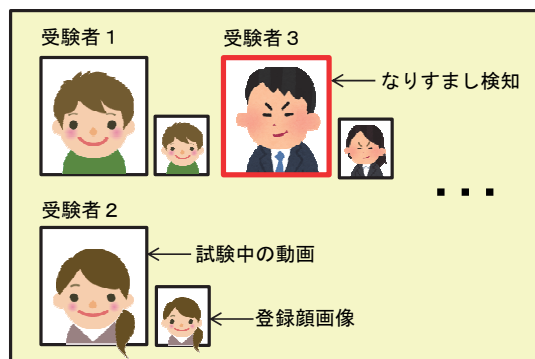
試験中の受験者のカメラ動画に対して、後述する不正検知技術を適用することによってなりすましを自動検知する機能である。

(5)不正検知結果通知

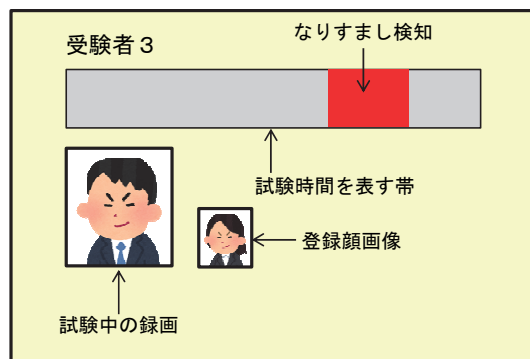
なりすましの検知結果を監督者に通知する機能で

ある。監督方法として、試験と同時にリアルタイム動画を見て監督する方法と、試験後に録画を見て監督する方法の2通りを提供する。各方法の監督者画面イメージを図3に示す。

- ・リアルタイム動画による監督では、なりすましが検知されると、その受験者の動画の周囲を赤色で表示して監督者にアラートをあげる（図3(a)）。これにより、目視のみによる監視と比べて一度に監督できる人数が増加する。
- ・録画による監督では、試験時間を表す帯にやりすましが検知された時間帯を赤色で表示する（図3(b)）。赤色の部分をクリックすると、その時刻まで動画をスキップして再生する。監督者はなりすましが疑われる箇所を集中して確認できるため、最初から録画を見ていく場合と比べて大幅な時間短縮が可能となる。



(a)リアルタイム動画による監督



(b)録画による監督

図3 監督者画面イメージ

3. 不正検知技術の概要

3.1 遠隔試験における誤検知の課題

試験中は、受験者の表情や姿勢に次のような変化が生じる。

- ・表情の変化（顔をしかめる、あくびなど）
- ・顔向きの変化（よそ見、うつむきなど）
- ・部分的な顔の隠れ（口元を手で覆うなど）
- ・部分的な顔の歪み（頬杖による顔の歪みなど）

このような変化により、顔認証の精度は大きく変動する。そのため、顔認証技術を単純に適用したのでは、実際になりすましが発生していないにもかかわらず発生したと判定する誤検知が頻発する問題が生じる。姿勢や表情の変化には一時的なものもある。遠隔試験における不正検知では、いかにして、それらの変化に対応して誤検知を低減させるかが重要な課題となる。以下に、その解決方法を解説する。

3.2 不正検知技術

不正検知技術では、受験者の動画から一定間隔で切り出した静止画に対して顔認証を実行し、なりすましを判定する。判定の際は、顔認証結果をそのまま用いると前述の誤検知の問題が生じるため、顔認証結果の履歴とトラッキングの判定結果に基づいて行う。

(1) 顔認証履歴の利用

不正検知技術では、その時点の1回の顔認証結果ではなく、顔認証結果の履歴を用いてなりすましを検知することで顔認証精度の一時的な変動を吸収し、誤検知を低減させている。ただし、履歴を利用して長時間の姿勢や表情の変化に対応しようとする、検知に遅延が生じたり、短時間のすり替りが検知できなくなる。よって、顔認証結果の履歴は一時的な

よそ見などの短時間の変化に対応するために利用する。
(2) トラッキング技術の適用

不正検知技術は、顔認証技術にトラッキング技術を組み合わせて受験者を追跡することによって、長期的な姿勢や表情の変化に起因する誤検知を防いでいる。この技術では、最後に顔認証に成功した画像を起点として受験者を追跡し、追跡が成功している間は本人と判定する。ただし、トラッキング技術は認証技術ではないため、すり替りが発生した場合になりすまし人物を誤って追跡してしまい、すり替りを見逃す可能性がある。不正検知技術は、受験者の移動距離を加味することで、すり替りの見逃しを防いでいる。さらに、顔の部分遮蔽の問題に対処するため、顔の遮蔽部分の影響を低減して画像領域の類似度を計算することにより、トラッキングの成功率を高めている。

4. 実証実験

まず、実証実験に先立ち、意図的にすり替りを行うシナリオ評価を実施した。

その後、資格検定団体および試験配信事業者と共同で実際の資格検定試験を対象として、遠隔試験不正防止システムを使った実証実験を、平成28年3月と平成29年3月に合計2回実施した。以上より、不正検知技術がなりすましを検知できるとともに、受験者の姿勢変化などに起因する誤検知を抑制できることを確認した。また、リアルタイム動画および録画による両監督方法について、なりすまし検知結果が分かりやすく提示され、監督者支援に有効であることも確認した。

5. あとがき

本稿では、遠隔試験におけるなりすましの自動検

知に着目し，技術的課題を明らかにした上で，それを解決する遠隔試験不正防止システムと不正検知技術について解説し，また，実証実験を通じてその有効性を示した．今後は，カンニングの自動検知について検討する予定である．

文 献

- [1] Coursera Webサイト.
<https://www.coursera.org/>
- [2] edX Webサイト.
<https://www.edx.org/>
- [3] JMOOC Webサイト.
<https://www.jmooc.jp/>
- [4] KRYTERION Webサイト.
<https://www.kryteriononline.com/>
- [5] ProctorU Webサイト.
<https://www.proctoru.com/>
- [6] RPNOW Webサイト.
<https://www.psionline.com/platforms/rpnow/>
- [7] 川原 洋：“遠隔教育における単位認定のための個人認証,” メディア教育研究, Vol.7, No.1, 2010.
http://www.code.ouj.ac.jp/media/pdf/vol7no1_shotai7_071.pdf

浮遊球体ドローンディスプレイ

先進技術研究所

やまだ
山田わたる
渉まなべ
真鍋ひろゆき
宏幸いけだ
池田だいぞう
大造

イノベーション統括部

やまだ
山田かずひろ
和宏

浮遊球体ドローンディスプレイは、空間を飛行して任意の場所から映像を表示することができる、世界初の空中に浮遊する球体ディスプレイである。従来、大画面・高解像度のディスプレイをドローンに搭載することは、重量や航空力学上の問題で困難であった。そこで本技術では、残像効果によってディスプレイを表示する技術を応用するとともに、安定して空中を飛び回る球形のディスプレイを実現した。

1. まえがき

SFの世界では、空中に映像を出現させる魔法のような技術が古くより描かれてきた。現実の世界でもこのような技術の実現に向けて、従来からさまざまな検討がされてきた。いくつかの例を挙げると、現実の風景とCGとを合成した映像を提示する拡張現実感（AR：Augmented Reality）^{*1}と呼ばれる技術 [1] や、磁力を用いて金属球を浮かべ映像を投影する技術 [2]、さらにはレーザー光を用いて空气中にプラズマを発生させる技術 [3] などがある。

その中でも、近年高い注目を集めているのがLED（Light Emitting Diode）のような発光体を搭

載したドローンを用いて、空中に映像を表現する技術である。例えばIntel社は、Shooting Starと呼ばれる高輝度LEDを搭載した小型のドローンを数百台同時に制御し、空中に巨大な映像を浮かび上がらせるシステムを提供している [4]。また日本でもマイクロアド社が、SKY MAGICというドローンの群による映像表示システムを提供している [5]。これらの技術は空中に映像を浮かび上がらせることができる新たな手段を確立し、映像表現における新たな領域を開拓した。ただし、従来のシステムでは、1台のドローンは1つまたは複数のLEDを搭載しているに過ぎず、さらに群飛行で同時に制御できる数も数十から数百機と限られているため、実際に空中に

表現できるものは解像度の低い簡易なロゴや図形などに限定されていた。

そこでドコモはドローンの飛行能力を活かしつつ1台当りの表現能力を上げ、自由に映像を表示できるようにすることで、コンサートやライブ会場などにおいて空中を動き回りダイナミックな演出を行ったり、会場を飛び回って広告を提示する新たな広告媒体として活用したりすることが可能な映像提示装置「浮遊球体ドローンディスプレイ」を開発した。

本稿では、浮遊球体ドローンディスプレイの概要と構造、実現にあたっての課題、本技術の利点や今後に向けての改善点について解説する。

2. 浮遊球体ドローンディスプレイ

2.1 概 要

従来、ドローンの特長である優れた飛行能力を損なわず、高い解像度や広い映像提示面などをもたせることは技術的に困難であった。なぜならば、高い

表現能力をもたせるために、高密度に大量のLEDを配置したり大きなディスプレイを搭載したりすると、それらによってドローンの気流の阻害や本体重量の増加が発生するために飛行が困難になってしまう。つまりドローンにおいて、従来は飛行能力と映像表現能力がトレードオフの関係にあった。

それに対して、ドコモでは飛行能力を損なわずに高い表示能力をドローンにもたせるために残像ディスプレイと呼ばれる技術を応用した。残像ディスプレイは、光を見たときに、それまで見ていた光や映像が残っているように見える、残像効果と呼ばれる現象を利用し、発光体を点滅させながら移動させ残像効果によってユーザに発光体の軌跡上に映像を見せる方式である。ドコモはこの残像ディスプレイの技術を応用した球状ディスプレイと、ドローンを融合させ、図1(a)、(b)に示すように全方位に映像表示しながら飛行可能な浮遊球体ドローンディスプレイを実現した [6]。



図1(a) 飛行中の浮遊球体ドローンディスプレイの様子

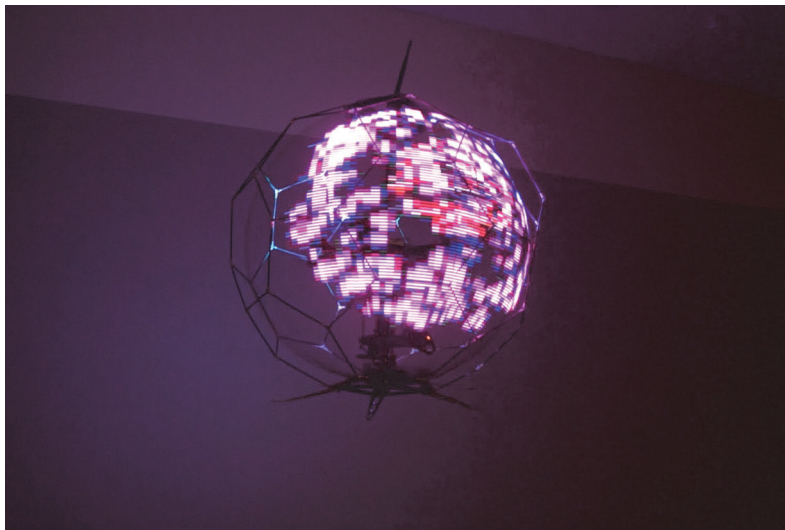


図1(b) ディスプレイの一部に花火の映像を表示した場合の様子

2.2 本体構造

図2, 3に浮遊球体ドローンディスプレイの外観と構造を示す。本装置の直径は88cm, 重量はおよそ4.5kgである。また浮遊球体ドローンディスプレイは、主に内側から順に、以下に示す3つのパーツから構成されている。

- ①飛行するための推力を生み出すためのドローン部
- ②球形の映像を表示するための残像ディスプレイ部
- ③プロペラやLEDを保護するためのプロテクタ部

- ・ドローン部は、浮遊球体ドローンディスプレイの中心に位置しており、飛行のために4組のモーターと直径13インチのプロペラと、2組の補助用のモーターとプロペラで構成されている。4組のモーターとプロペラはドローン自身の飛行のために使用され、2組の補助用モーターとプロペラは、後述するように残像ディスプレイ部から発生する反力を制御するために使われる。またフレームには剛性と軽

量性を両立するために切削加工したカーボン板を主に利用している。

- ・残像ディスプレイ部は、ドローンを囲むように配置された8本の弧状のLEDテープ^{*2}と、それらを回転させるための機構で構成されている。各LEDテープには144個のLEDが搭載されている。そして8本のLEDテープが秒間3回転し、それと同期してLEDを制御することで球形の映像を表示している。LEDを1周の間に136回点滅させるため、全体の解像度は縦（半周）144×横（1周）136ピクセルである。また8本のLEDを秒間3回転させているため、フレームレートは24fps（frames per second）である。
- ・プロテクタ部は、残像ディスプレイのさらに外側にあり、ドローンのプロペラや回転するLEDが人や障害物に当たらないように保護している。このプロテクタ部は軽量かつ強度を確保するため、カーボンパイプとアルミ製の

^{*2} LEDテープ：テープ状の基板にLEDが列状に配置されたもの。本技術では1メートルのテープ状の基板の上に144個のLEDが1列に並べられているものを利用している。

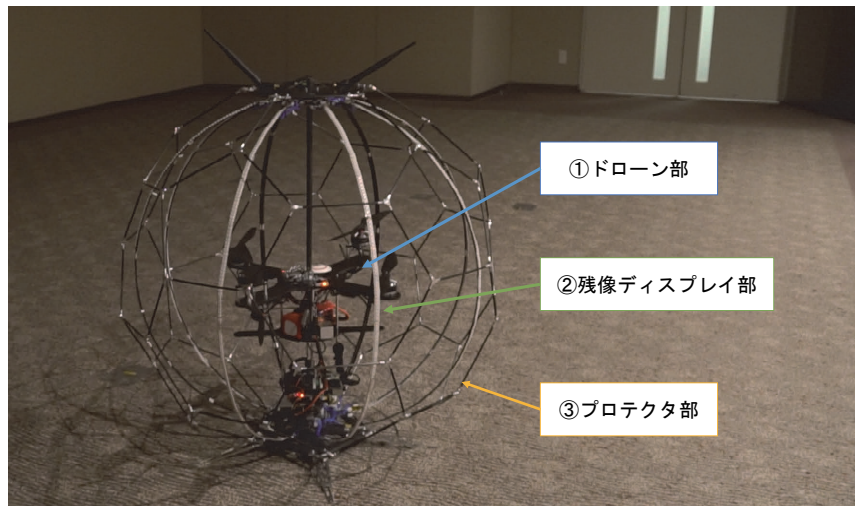


図2 浮遊球体ドローンディスプレイの外観

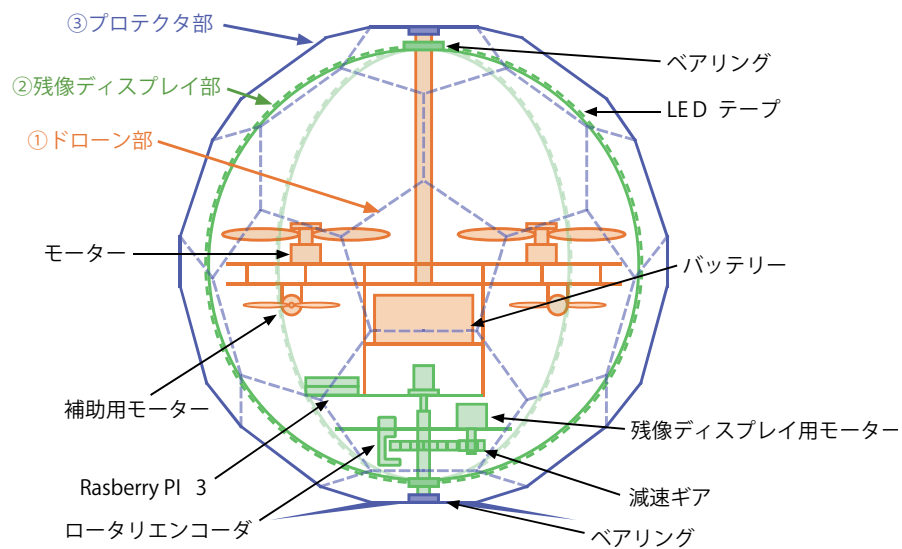


図3 浮遊球体ドローンディスプレイの構造の簡略図

ジョイントを用いた切頂20面体と呼ばれる多面体の構造を用いている。またプロテクタ部とドローン部に対して残像ディスプレイ部は独立して回転する構造になっているため、映像表示中もプロテクタ部が回転することはない。

2.3 実現への課題と対策

本技術はそのアイデアこそシンプルであるものの、その実現には技術的にさまざまな困難があった。それは例えば、重量と強度のバランスの問題やLED制御の高速化など多岐にわたる。その中でも特に問題となったのが、LEDを回転して映像を表示する際に、回転の反作用の力がドローンにかかるため、ドローンが回転してしまい制御不能になることである。そこで、2枚の補助用のモーターとプロペラを追加し、残像ディスプレイの反作用の力を打ち消すようにLEDの回転数に応じてプロペラを回転させることで解決した。

2.4 利 点

このように浮遊球体ドローンディスプレイは、球形の残像ディスプレイとドローンを組み合わせたものであるが、この組合せは以下の利点を有している。

- ①見かけ上は高い解像度やドローンを包み込む大きな表示面をもっているにもかかわらず、実際は表示面として複数本の細い弧状のLEDしか搭載されていないため、重量やドローンの気流への影響が最小で済むことが挙げられる。これによって従来では難しかった、高解像度・大型のディスプレイをドローンに搭載することが可能である。
- ②ディスプレイが球形となるため、どの方向からも見える点が挙げられる。これは特に舞台演出や広告に使った際に、会場のすべての方向に映像を届けることができるため、重要な優位性であると考えている。

③モーターやプロペラなどのドローンの稼動部や、回転するLEDなどは、すべてプロテクタの内部に納められるため、安全な上、ドローン部分が映像を遮らなくてよく視認性が高い。

④発光体として高輝度LEDを使っているため、非常に明るい映像を表示可能なことである。ただし現状では、直射日光下などの場合は映像を視認することは困難であるため、利用にあたっては周囲の明るさや場所を考慮することが望ましい。

⑤残像ディスプレイは図1(a)のように全面に映像を表示することもできるが、図1(b)のように部分的に映像を表示することもできる。しかも映像を表示していない部分は、暗所では何もないように見えるため、空中にいきなり映像が出現したかのような演出も可能となる。

2.5 今後の改善点

ドローンの仕組み上、飛行中は非常に大きな騒音が出てしまう問題がある。ただし、騒音についてはドローンショーやライブやコンサートなどの音楽イベントの演出などに使う場合については、音楽を十分大きくすることでその影響を抑えることができる。

また現在の飛行時間はバッテリーの大きさ次第ではあるが、おおむね5分である。現在、バッテリーの軽量化を進めており、10～15分程度の飛行時間は確保できる見込みである。これは、楽曲1～2曲には十分な長さであり、ショーや演出用途であれば有用であると考えている。

また解像度については、従来のLEDを利用したドローンディスプレイに比べると高いものの、一般的なディスプレイに比べると非常に粗い。これはより高密度にLEDを搭載した専用基板を利用することや、隣り合うLEDテープのLEDの位置をずらして配置するなどの工夫をすることで改善できると考えている。

3. あとがき

本稿では、空間に浮かび、全方位に映像を表示可能な浮遊球体ドローンディスプレイについて解説した。本技術は2017年4月17日にドコモ公式Webページを通して発表以降、国内だけでなく海外も含めた数百を超えるテレビ、新聞、Webニュースなどに取り上げられた。また4月30～31日に開催された、ニコニコ超会議2017の「NTT ULTRA FUTURE MUSEUM 2017」にて初めての一般公開飛行を行った。そして同イベントでは、2日間で累計数千人もの来場者にデモンストレーションを行い、大きな注目を集めることができた。本技術の動画については文献[7]のページをご参照いただきたい。今後は、飛行時間や解像度などの改善を進めるとともに、自律飛行や群飛行技術といった技術を取り込み、新たな空間演出や広告ソリューションとしての実用化を進めていく。

文 献

- [1] T. P. Caudell and D. W. Mizell: "Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes," In Proc. of HICSS '92, Vol.2, pp.659-669, 1992.
- [2] J. Lee, R. Post and H. Ishii: "ZeroN: mid-air tangible interaction enabled by computer controlled magnetic levitation," In Proc. of UIST '11, pp.327-336, 2011.
- [3] H. Kimura, T. Uchiyama and H. Yoshikawa: "Laser produced 3D display in the air," In Proc. of ACM SIGGRAPH 2006 Emerging technologies, No.20, 2006.
- [4] Intel: "Intel-based Drone Technology Pushes Boundaries. (2016)," Retrieved Mar. 2017.
<http://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-overview.html>
- [5] SKY MAGIC Webサイト.
<https://magic.microad.co.jp/skymagic/>.
- [6] W. Yamada, K. Yamada, H. Manabe and D. Ikeda: "iSphere: Self-Luminous Spherical Drone Display," In Proc. of UIST '17, 2017.
- [7] DOCOMO R&D Magazine: "映像を空に映すドローンに、五感を刺激する技術たち——ニコニコ超会議で遭遇したエンタメの未来."
http://style20.jp/rd/article/article_32/

Topics

Androidキッティングツールによる法人ユーザー向けスマートフォンキッティング作業の効率化

ソリューションサービス部 いしい たけし 石井 剛史 はせがわ しんや 長谷川 晋哉

法人のお客様にAndroid™*1スマートフォンを納入する際、キッティングと言われる個社ごとの端末初期設定が必要となる。例えば、画面ロックの設定やWi-Fi®*2の接続設定、アプリケーションの追加や設定、ホーム画面のアプリケーション配置などがある。納品時にこのキッティング作業を行うことによって、お客様はAndroidスマートフォンを納入後すぐに業務利用することができる。キッティングは法人ビジネスにおいて必須の業務となっており、お客様満足度向上に寄与している。

Androidスマートフォンの設定項目は多岐にわたり、お客様のご利用方法やMDM (Mobile Device Management)*3による制御項目も多様化しているため、作業項目数は増加傾向にある。場合によっては1台当たり数時間を要し、納入全台数のキッティングが数カ月に及ぶ作業となることもある。作業時期も案件次第のため不定期であり、やみくもに体制を

拡大して対応することはできない。しかも納期までの期間が短い場合もあり、作業時間の短縮が急務となっていた。また、設定ミスによる手戻りも発生するため、生産性を上げるためには正確性向上も必要であった。

そこでドコモでは、キッティング作業を自動化する社内用のPCツールとして、Androidキッティングツール（以下、AKT）を開発、導入している。AKTを利用することにより、稼働削減、納期短縮、正確性向上の効果が得られている。

本稿では、AKTの開発内容について解説する。

(1)初期のAKT

初期のAKTはAPI (Application Programming Interface)*4方式とUI Automator*5方式という2つの仕組みを使い、約50の項目を自動設定できるツールとした(図1)。

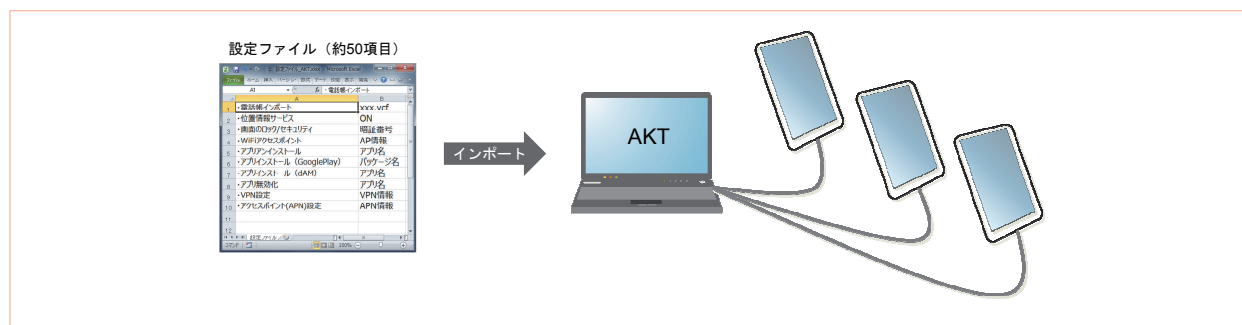


図1 初期のAKT

*1 Android™：米国Google, Inc.の商標または登録商標。

*2 Wi-Fi®：Wi-Fi Allianceの登録商標。

*3 MDM：企業などで社員に支給するスマートフォンに対して、機能やアプリケーションなどを制御し、管理する手法。

*4 API：ソフトウェアが互いにやりとりするのに使用するインタフェースの仕様。

①API方式の仕組み

Androidスマートフォンでは、アプリケーションやその設定、端末設定項目に対してAPIが準備されている。例えば、画面輝度などは、画面設定用のAPIと連携することで他のアプリなどから設定を変更できる（図2）。必ずしもすべての設定項目にAPIが準備されているわけではないが、利用可能なものはすべてAPIによる設定を実施している。

②UI Automator方式の仕組み

UI Automatorでは画面上の表示情報の取得、タップ／スクロールなどのキーイベントのシミュレートがコマンドで実行できる。例えば、キーイベントのコマンドを実行することで特定のアプリケーションのダウンロードを開始し、ダウンロードが完了した際に表示される文字列を解析して次の動作を実行することが可能にな

る。APIで実行できないキッティング項目についてはUI Automatorを利用している（図3）。

③初期AKTの課題

初期のAKTは設定できる項目が限定的だったため、実際の案件で必要なキッティング内容を網羅できないことが多くあった。また、キッティング内容によって適用範囲が異なり、どの程度効率化できるかを見極めてから利用判断する必要があったため、その手間から利用が見送られることも多く、社内で定着しないという課題もあった。

さらに、UI Automatorが新機種に対応するたびに、AKTに追加開発が必要となるため、開発期間が長期化し、開発費用もなかなか低減

*5 UI Automator：テスト用のツールとしてGoogle社から提供されているプログラム。

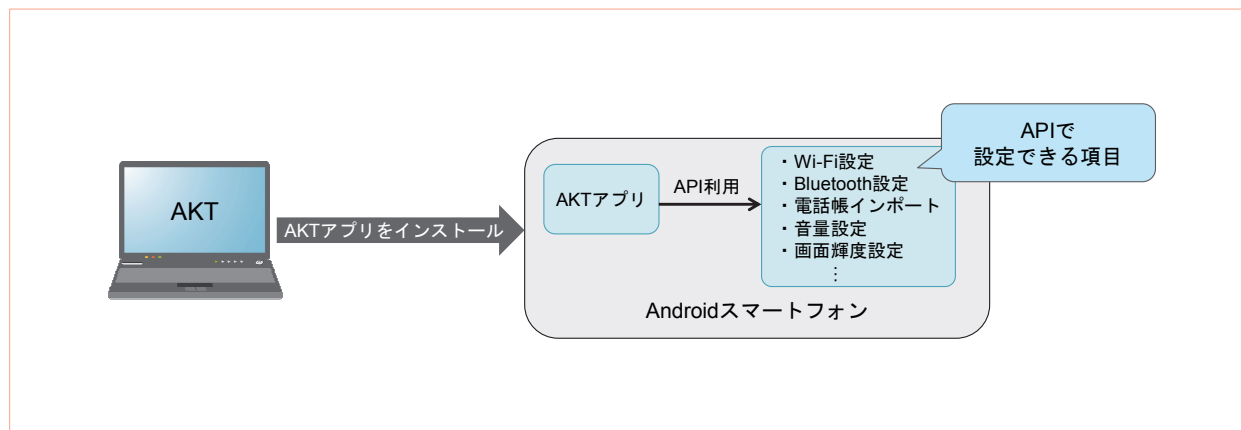


図2 API方式

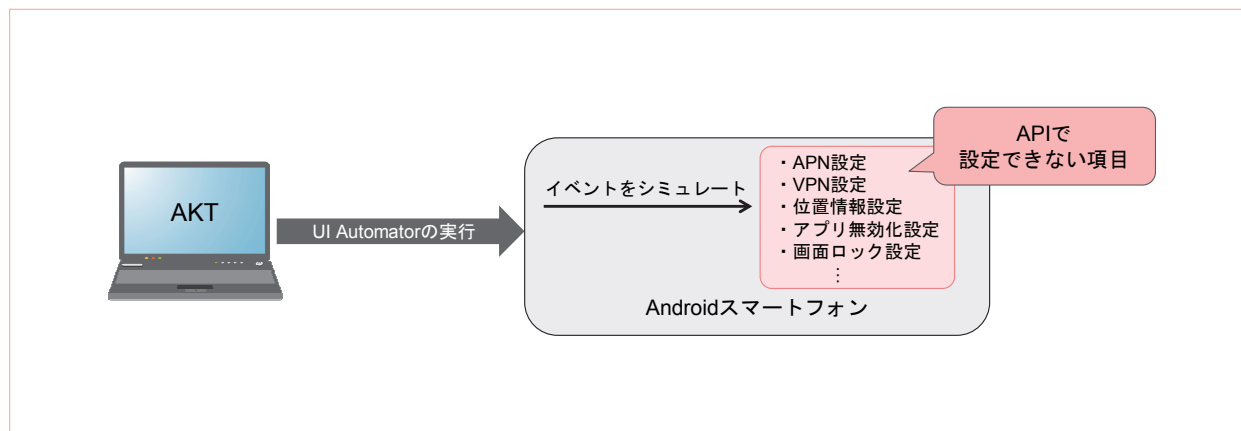


図3 UI Automator方式

できないという運用面の課題もあった。

(2)AKTの改善

AKTをより効果的に、より多くの案件で使えるように、機能の適用範囲を広げる開発を行った。

①操作シナリオ機能の開発

初期AKTでは設定できる項目が限定的であったため、Androidスマートフォンの操作を疑似的に再生できる操作シナリオ機能を追加開発した。

これは、初めに1台のAndroidスマートフォンをAKTに接続しキッティング操作を実施すると、それがシナリオとしてAKTに記録され、次に複数のキッティング前のAndroidスマートフォンをAKTに接続してシナリオを実行すると、最初に接続したAndroidスマートフォンと同様の操作が自動的に再生される機能である(図4)。

この機能については、当初はADB(Android Debug Bridge)^{*6}に具備されているgetevent(タッチイベントを取得)／sendevent(タッチイベントを送付)の利用を想定していたが、検証の結果、再生の処理速度が遅く、これにより記録した通りの動作とならないことが判明した。1つひとつのタッチイベントごとにsendevent処理が行われることによって内部処理が輻輳し、sendevent処理が遅延したことが原因だった(図5(a))。そこで、内部処理の輻輳を回避するために、geteventで取得したタッチイベントを、sendeventを使用せずにAndroidNDK(Android Native Development Kit)^{*7}を使用してAndroid

System内に直接書き込む処理に変更した。この変更が再生時の処理遅延を解消し、これにより本機能が正しく動作していることが確認できた(図5(b))。

操作シナリオ機能を搭載することにより、すべての任意の操作が自動化可能となり、AKTの利用範囲が大幅に広がった。また、この操作シナリオ機能は簡単な操作で利用できるため、難しい操作が苦手な人にとっても扱いやすいツールとなった。

②テキストペースト機能の開発

続いて、複数のAndroidスマートフォンに異なる値を自動入力する機能を追加開発した。

これは、Androidスマートフォンの製造番号と対応する値をリストとして事前に読み込ませることで、AKTが個体ごとに指定された値を入力する機能である。

この機能と前述の操作シナリオ機能を合わせて使うことで、個体ごとに設定が必要だった個人IDの入力などが自動化可能となり、キッティングに必要な、ほぼすべての操作が自動化可能となった(図6)。

^{*6} ADB：開発用のツールとしてGoogle社から提供されているプログラム。PCからAndroidスマートフォンの制御を行うことができる。

^{*7} AndroidNDK：AndroidアプリケーションをC/C++言語で開発するための開発キットとしてGoogle社から提供されている。Java®言語アプリケーションの実行環境を介せずに実行することができるため、処理速度がはやい。OracleとJavaは、Oracle Corporationおよびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標。

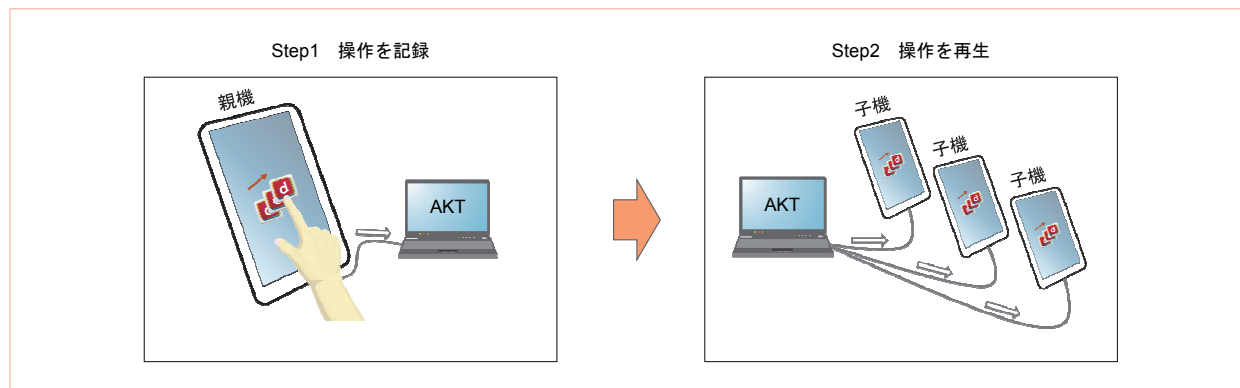


図4 操作シナリオ機能イメージ

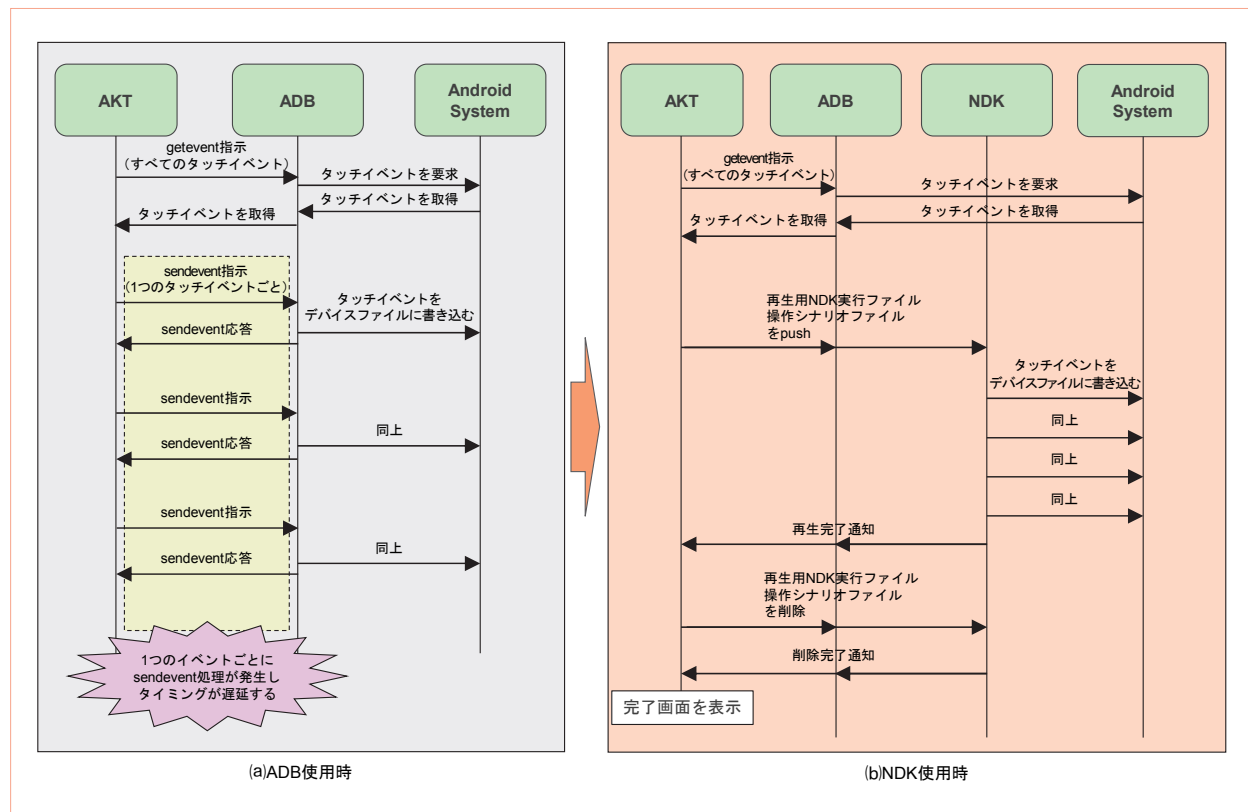


図5 操作シナリオ機能シーケンス

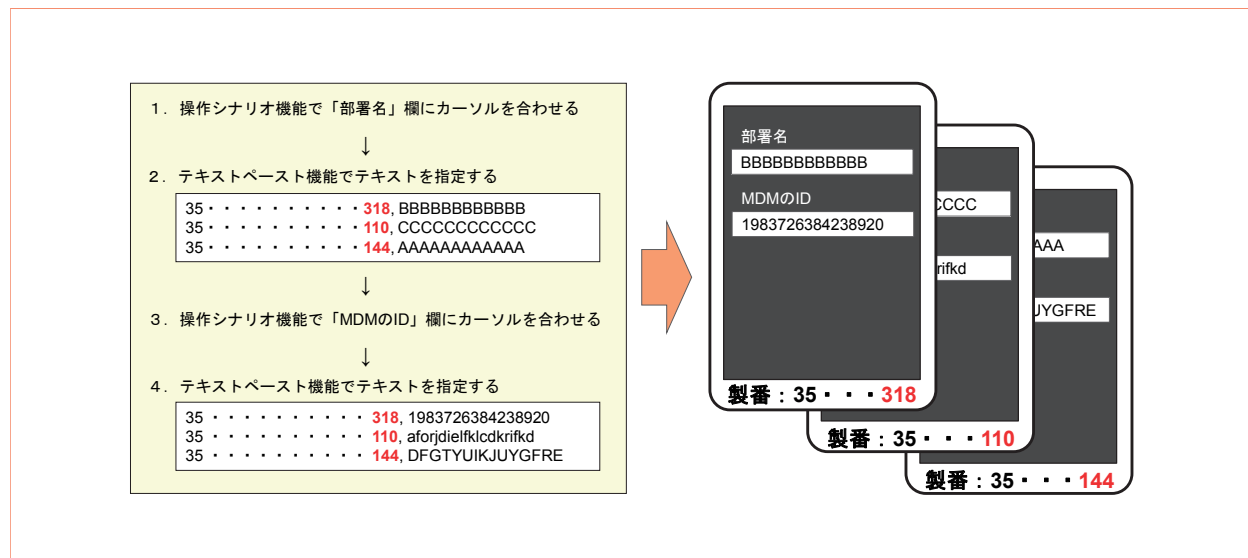


図6 テキストペースト機能イメージ

③API方式の拡大

端末製造メーカーとも協力し、APIで設定できる項目を拡大した。UI Automatorに比べAPIは機種に依存せず、共通的に利用できることが多い。UI Automator方式をAPI方式に置き換

えることによって、AKTの新機種対応時の開発量を最小限にとどめることができ、開発早期化と開発費低減を実現することができた。

AKTによる自動化範囲の網羅性を向上させるこ

とができたことにより、社内でのAKTの利用が定着した。このことはキッティング作業の稼働削減と納期短縮、正確性向上に大きく貢献した。

機能改善により大きな効果を上げることができたのは、以下の2点がポイントになったと考えられる。

- ・現場と根気強くディスカッションをすることで的確にニーズを把握し、真に必要な機能を見極めることができたこと。

- ・真に必要な機能を開発するために、固定観念にとらわれず、理想像から新しいアイデアを発想したこと。

この2つを徹底することで現在のAKTが出来上がり、キッティング作業効率化の実現に至っている。今後は現場のより一層の稼働削減に貢献できるよう、さらなるAKTの進化を進めていく。

「docomo R&D Open House 2017 in TOKYO」 「見えてきた、“ちょっと先”の未来 ～5Gが創る 未来のライフスタイル～」 同時開催

2017年11月9、10日の2日間にわたり、日本科学未来館（東京都お台場）にて「docomo R&D Open House 2017 in TOKYO」を開催しました。また、同会場にて、2017年11月9～11日の3日間にわたり、「見えてきた、“ちょっと先”の未来 ～5Gが創る未来のライフスタイル～」を同時開催しました。

ドコモR&Dでは中長期的な取組みを通じて、お客様1人ひとりの豊かなライフスタイルを革新するサービスの創出、および社会課題の解決に取り組んでいます。開催の主な目的は、2020年サービス開始をめざす5G、および、ドコモで研究開発中の技術・サービスをお客様に直接見て、体感していただくことで、未来への期待感を醸成することです。

従来、神奈川県横須賀市のR&Dセンタにて、大学関係者、法人パートナー向けに開催していました

が、今回は来場者のアクセスの良さを重視し、初めて都内での開催としました。また、ドコモR&Dの先進性・技術力を世の中に広くお伝えするため、対象者を一般の方にも拡大しました。

会場では、5Gに向けた取組みをはじめ、AIプラットフォームやIoT（Internet of Things）に関する技術など最新の研究開発成果について、展示・講演を通じて紹介しました。結果として、昨年度の3倍以上となる約8,400人の来場者を迎え、盛況のうちに終わることができました。

初日の基調講演では、中村 寛 取締役常務執行役員R&Dイノベーション本部長が「未来を創り続けるドコモR&D ～5G時代の協創イノベーション～」と題して、ドコモがめざす未来やR&D中期重点テーマについて紹介しました。2日目の特別講演で



写真1 中村 寛 本部長による基調講演

は、尾上 誠蔵 ドコモ・テクノロジー株式会社 代表取締役社長が「5G－いまだから語れる過去・未来」と題して、5Gが実現すること、5Gの経済学、5G標準化であった事とその背景に加えて、将来の予言について語りました。

また、谷 直樹 執行役員IoTビジネス部長 兼 コネクテッドカービジネス推進室長、大野 友義 執行役員 R&D戦略部長 兼 イノベーション統括部長、中村 武宏 5G推進室長による講演を実施し、講演のすべての回について、聴講整理券がすべて配布済となるほど来場者の関心が集まりました。

展示ではNTTからの10件の出展を含む、計110件の研究開発成果について、『R&D Open House』と『見えてきた、“ちょっと先”の未来』の2部構成で紹介しました。『R&D Open House』では、テクノロジーを切口として、「ネットワーク」「AIプラットフォーム」「IoT・プラットフォーム」「デバイス



写真2 尾上 誠蔵 社長による招待講演

&インタラクション」「イノベーションチャレンジ」「ソリューション」の6つのゾーンに分けて展開し、『見えてきた、“ちょっと先”の未来』では、未来のライフスタイルを切口として、「5G Experience」「Living」「Learning」「Traveling」「Exciting」という5つのゾーンに分けて、紹介しました。

(1)R&D Open House

①「ネットワーク」

5G導入に向けたネットワーク高度化の取組みや5G屋外伝送実験の展示、5Gリアルタイム電波ビジュアライザなどを紹介しました。

②「AIプラットフォーム」

究極のAIエージェント実現に向けた取組みをコア技術と具体的なアプリケーションで紹介しました。

③「IoT・プラットフォーム」

セルラIoTを支える技術やIoT向けLPWA (Low Power Wide Area) 対応実証実験用デバイス・プロトタイプ、ドローン利用拡大に向けたネットワーク基盤の取組みなどを紹介しました。

④「デバイス&インタラクション」

モバイルサービスの進化を切り開くデバイス技術や新たなUI/UXを実現するインタラクション技術を紹介しました。

⑤「イノベーションチャレンジ」

分野・領域を問わず、アイデアの生出しフェーズのイノベーションチャレンジ事例を紹介

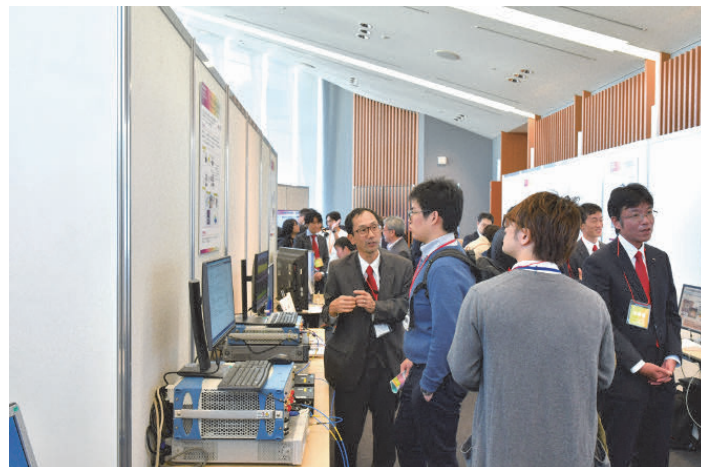


写真3 展示の様子

介しました。

⑥「ソリューション」

呼気測定装置による健康管理ソリューションや、VR体験ができるパッケージサービスなどを紹介しました。

(2)見えてきた、“ちょっと先”の未来

①「5G Experience」

5Gを用い低遅延で動作する遠隔操作システム、5GとARを使ったスポーツ観戦のデモ、VRによるバーチャル展示会ツアーの展示、5Gを使って遠隔地にいる人が目の前にリアルタイムに再現されるシステムなど、5Gを使った未来の生活シーンを体感していただきました。

②「Living」

未来の家（リビング）での生活を、より豊かにする技術の具体例として、魔法のホワイト

ボード“トモカク”や家族をつなぐホームコミュニケーションデバイス“petoco”、ジェスチャ操作可能なパーソナライズドスクリーンの展示、目が合う対面型ビデオ通話などを体感していただきました。

③「Learning」

ロボットを通して学ぶ新しいスタイルとして、プログラミング教育用段ボールロボットや、音楽の先生のようなロボットを体感していただきました。

④「Traveling」

海外旅行で役に立つ翻訳技術や、人工知能（AI）やIoTを活用した旅行先での新しい移動手段を体感していただきました。

⑤「Exciting」

最新技術による新しいエンターテインメント



写真4 「5G Experience」展示の様子



写真5 浮遊球体ドローンディスプレイのデモの様子

として、立体的な映像が空間に浮かんでいるように見える3D映像や臨場感のある8Kパノラマ映像などにより、会場にいなくても、あたかも目の前で音楽ライブや競技などが行われているかのように楽しむことができるデモを体感していただきました。

この他屋外でも、「Living」のAI、IoTを通じて快適な暮らしをサポートする“未来の家プロジェクト”や「Traveling」の都心部の駐車場不足の問題を解決する“docomoスマートパーキング”のデモや、新たな交通の仕組みである“AI運行バス”の試乗体験を開催し来場者からの関心を集めました。

ドコモでは、今後も5Gの特長と、VRやAI、IoTなどの技術を活用し、お客さまのさまざまなスタイ



写真6 屋外デモの様子

ルを革新する、楽しさ、驚きのあるサービスを創り出していきます。また、日本の成長と豊かな社会の実現をめざして、社会課題の解決に取り組みます。

2017年「IEC 1906賞」受賞

2017年10月23日に先進技術研究所の大西 輝夫は、平成29年度工業標準化事業表彰式において、「IEC 1906賞」を受賞しました。「IEC 1906賞」は、国際電気標準会議（IEC：International Electrotechnical Commission）^{*1}専門業務における最近の業績を対象としたものであり、電気・電子技術の標準化および関連活動において優れた功績を有する個人にIECより授与されるものです。

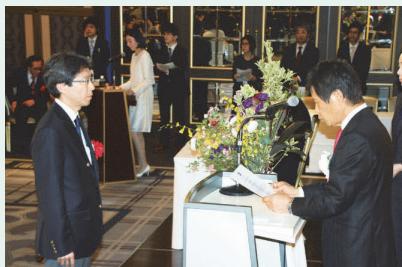
大西は、IEC TC（Technical Committee）106において、携帯型無線通信機器の人体ばく露に関する評価法の規格策定に貢献してきました。IEC TC 106は、米国の電気電子学会（IEEE：Institute of Electrical and Electronics Engineers）および欧州電気標準化委員会（CENELEC：European Committee for Electrotechnical Standardization）と協調し、人体ばく露に関する電磁界測定装置および測定方法の標準化を行っている専門委員会です。その中で大西

は、携帯型無線通信機器に関する比吸収率（SAR：Specific Absorption Rate）^{*2}測定法の策定に日本代表として継続的かつ積極的に参加し、国内意見の取りまとめや、技術的な検討結果を反映させた国際規格（IEC 62209-1 Ed. 2.0^{*3}、62209-2 Ed. 1.0^{*4}、PAS 63083 Ed. 1.0^{*5}）の策定に、大いに貢献しました。

また、比較的新しい技術であるワイヤレス充電（WPT：Wireless Power Transfer）の評価法検討にもIEC TC106 WG（Working Group）9のコンビナー^{*6}として主導的に取り組んできました。IEC TC106 WG9は、WPTの人体ばく露に関する評価法の検討を行うために2015年に設置されたワーキンググループです。さらに、WPTに関係のあるITU-R（International Telecommunication Union - Radiocommunication sector）や他のTCなどとりエゾン^{*7}を確立しながら、WPTのばく露評価法に関する技術報告書（TR：Technical Reports）を主体的に取りまとめました。これらの貢献が評価され、今後も引続きIECへの貢献が期待されることから、今回の受賞となりました。



- *1 国際電気標準会議（IEC）：情報技術分野の標準化を行う組織であり、電気および電気通信の国際規格を作成する。
- *2 比吸収率（SAR）：生体組織に吸収される電波のエネルギー量。
- *3 IEC 62209-1 Ed. 2.0：人体側頭部使用時の携帯無線端末のSAR測定方法。
- *4 62209-2 Ed. 1.0：人体側頭部以外で使用する携帯無線端末などのSAR測定方法。
- *5 PAS 63083 Ed. 1.0：LTE端末に関するSAR測定手順。
- *6 コンビナー：ワーキンググループの取りまとめ役。
- *7 リエゾン：別の標準化組織間、または1つの標準化組織の別グループ間で、相互に連携して整合のとれた仕様を策定するために情報を交換すること。



NTT DOCOMO
テクニカル・ジャーナル Vol.25 No.4

平成30年1月発行

企画編集 株式会社NTTドコモ R&D戦略部
〒100-6150
東京都千代田区永田町 2-11-1
山王パークタワー39階
TEL. 03-5156-1749

発行 一般社団法人 電気通信協会
〒101-0003
東京都千代田区一ツ橋 2-1-1
如水会ビルディング6階
TEL. 03-3288-0608

本誌掲載内容についてのご意見は
e-mail: dtj@nttdocomo.com宛

本誌に掲載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

© 2018 NTT DOCOMO, INC.