

3 センシング

1人1人に最適なサービスが提供される世界の 実現に向けたセンシング技術の研究開発

メディアコンピューティング研究プロジェクト（以下、CメP）は、Well-beingの実現に向けて、さまざまな端末が連携してユーザーの状態をセンシングすることにより、その人に最適なサービスが提供される世界を目指した研究開発に取り組んでいる。本稿ではそのコンセプト、およびそのような世界を支えるセンシング技術の研究について紹介する。

人の状態を常に把握し 学習し続けるためのセンシング

CメPは人の属性やグループ別の分類に基づいた学習・推論ではなく、その人自身のデータを使用してユーザー個別の学習・推論を行うことでパーソナライズを実現した「パーソナルAI」によるサービスが提供されることを想定して研究開発を進めている。

そのためには人の状態を常に把握して学習し続け、その人を徹底的に理解することが重要だ。そこで、人が使う端末（パーソナル端末）に加え、人の周囲にあるカメラやマイクなどさまざまな端末（以下、ソーシャ

ル端末）を連携させることにより、常時センシングを行う考えだ。CメPではこのことを「エンタイムセンシング」と呼んでいる。

周囲にカメラやマイクを備えたソーシャル端末があれば、それらも利用して自分の映像や音声などを取得する。自分がリアル世界でどのように行動/発言しているかを学習させることで、ユーザー個人にフィットし



NTT コンピュータ&データサイエンス研究所
メディアコンピューティング研究プロジェクト
(左上から時計回りに) 主幹研究員 大西 隆之氏
主幹研究員 北原 正樹氏、主任研究員 松本 鮎美氏
研究員 曾我部 陽光氏、白川 稜氏

た「パーソナルAI」を活用したサービスの提供を実現する。

目指す世界

パーソナルAIを活用することにより実現する世界について、大西氏は次のように述べている。

「各ユーザーにとって Well-being な状態を作り出すために、まず必要になるのが心のゆとりや余裕だと考えました。たとえば、その人がくつろげる環境、変化への気づきが得られる環境にもかかわらず、ユーザー

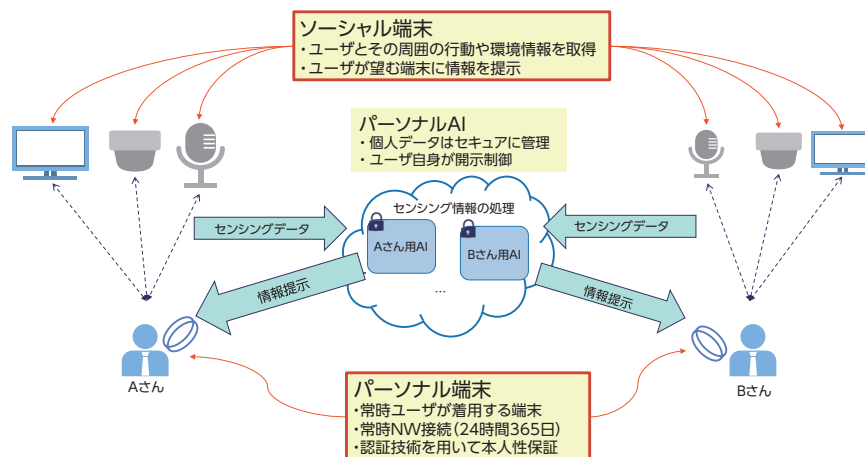


図1 パーソナル/ソーシャル端末とパーソナルAI

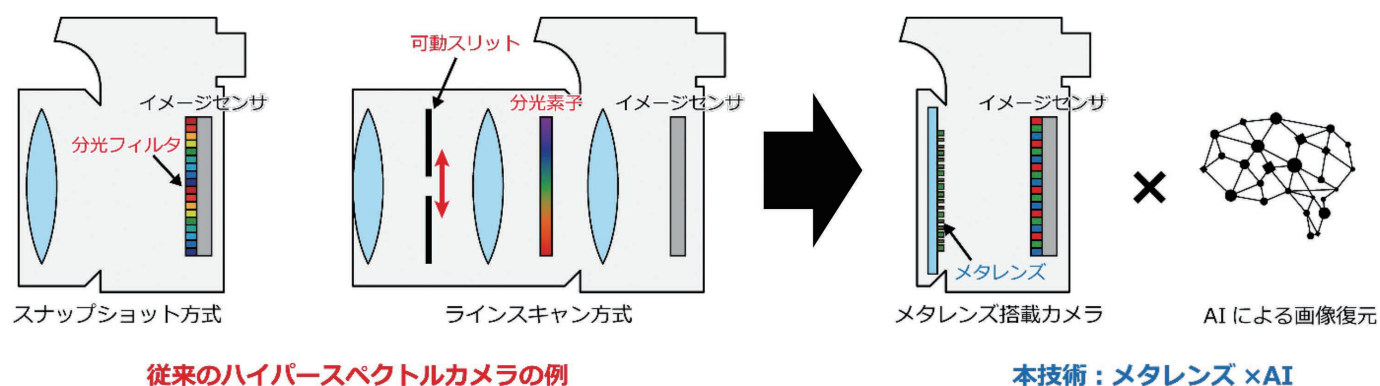


図2 従来のハイパースペクトルカメラとの違い

のおかれた状況を顧みずにスマートフォンにさまざまな通知が入ってきて小さな画面の確認にしばられるのは、ゆとりの阻害要因でしょう。そこでエニタイムセンシングによりユーザーの状態を把握し、優先度に応じて情報を通知することで、不要なメッセージを抑制し、情報を心のゆとりをもって受け取れるようにしたいと考えています。プライベートな時間なら仕事に関するメッセージは通知しないといった制御もあり得ます。

そのうえで、ユーザーの周囲の変化をセンシングし、例えば新しい店や季節による変化など、気づきとなるような情報をユーザーに何気なく伝えることで、新しい発見のきっかけを与える。そのことにより Well-being を醸成するということを考えています。」

パーソナルAIは各ユーザーのエージェントとしても機能する。たとえば待ち合わせ時刻に遅刻しそうな人のパーソナルAIが状況を察知して、現状と到着見込み時刻を伝えたい待ち合わせ相手に通知することで、本人は移動に集中できる。

待ち合わせ相手は、どの程度遅れ

るか見当がつけば、急に空いた時間を有効に使えるかもしれない。待ち時間にその場でできることをパーソナルAIがサジェスト、またはサポートする。近くにある評判のカフェに行ってみるついでに、遅れてくる相手の飲み物もテイクアウトしておいてあげよう、といった気づきが、ユーザーが属するコミュニティの円滑化につながる可能性もある。

さまざまな課題の検討

パーソナル端末はユーザーが常時身につける、ウェアラブルな端末を想定している。ユーザーの本人性を保証する役割を果たすほか、周囲のソーシャル端末との連携を制御する役割も果たす。これら端末同士の連携やソーシャル端末の利用を許可するための仕組みなど、検討課題は多い。

パーソナルAIはユーザーのプライベートな情報も学習し活用する想定であるため、情報の扱いにも注意が必要だ。取得した情報をユーザー自身の所有としてどのように安全に管理・活用していくかも大きな課題となる。

こうしたさまざまな課題について検討するほか、カメラ映像やマイクからの音声以外の、多様なセンサーデータの活用も検討している。

さまざまな環境で「超視力」を実現するための研究開発

CMPの研究テーマの1つである「超視力」はエニタイムセンシングに活用できるとして、北原氏は次のように述べている。

「『超視力』のコンセプトは、天井や上空などの離れた場所から非接触・非侵襲な形で、生物の健康状態や環境中のあらゆるモノの状態を把握するというものです。たとえば農作物の生育状態や病気の有無をドローンで検知するような用途で役立ちます。このほか、部屋に設置したカメラなどのセンサーで人の病気の予兆や情動理解につながる生体情報を取得することも考えられます。まさに人の状態を把握するエニタイムセンシングに活用できる技術です。」

ハイパースペクトル圧縮撮像技術

超視力の実現に役立つと期待されているのが光のスペクトル情報だ。

一般的なカメラは光をRGBの3原色に分類して画像・映像を記録するが、光にはそれ以外にも膨大な波長のスペクトル情報が含まれる。この情報を分析することにより、たとえば植生の分類、植物の生育状況の推定、心拍などの生体情報の推定、といったことが可能になると期待されている。

しかし多様な波長のスペクトル情報を可視化できる既存の「ハイパースペクトル（以下、HS）カメラ」には、いくつかの課題があった。図2に一般的な従来のHSカメラ（左）と本技術によるカメラ（右）の構成を示す。従来は多様な波長をとらえるために、RGB画像を取得する通常のカメラと比較して、特殊な機構を導入する必要があった。このため、大型化や解像度、フレームレートの低下（条件によっては1枚の画像を撮影するのに数十秒要する）につながり、使い勝手に課題があった。

そこでNTT研究所では、小型で扱いやすく動画撮影も可能なHSカメラの研究開発に取り組んでいる。すでに市販のデジタルカメラに装着可能なレンズとAI技術を組み合わせた「ハイパースペクトル（HS）圧縮撮像技術」を確立しており、2022年10月にその成果を発表済みだ。この研究においてAI技術に関する部分をCメPが担当している。

独自のAI技術により高精度かつ高速に画像を再構成

本技術の大きな特徴の1つが、表面にナノレベルの微細なパターンの表面構造「光メタサーフェス」を持つ光学素子「メタレンズ」だ。このメタレンズで多様なスペクトル情

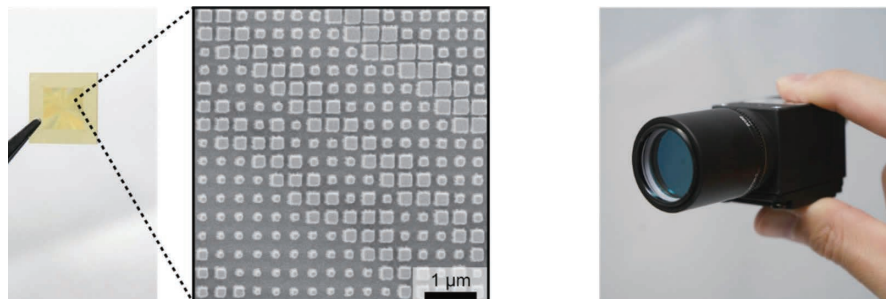


図3 作製したメタレンズ（左）とレンズを搭載したカメラ（右）

報を捉え圧縮することができる。NTT先端集積デバイス研究所がメタレンズの小型化に成功しており、試作レベルでは直径1cmを達成している。

このメタレンズが非常に小さいことを利用し、市販のデジタルカメラに装着可能なメタレンズを試作した。これにより、メタレンズで捉えた可視光以外を含むスペクトル情報を、デジタルカメラのRGBセンサーで受像できるようになった。通常のデジタルカメラと全く同じ使い勝手であり、動画も撮影できる。

ただしRGB画像として圧縮した形で記録されているため、元のHS画像を復元する処理が必要になる。この処理を高速かつ高精度に行うため、CメPが開発したAI技術が活用されている。

「従来はHS画像特有の『らしさ』を考慮して人が試行錯誤する数理最適化の手法により、RGBのカラー画像からHS画像を再構成していました。非常に複雑な処理のため時間がかかる上、精度も良くありませんでした。我々が考案した手法は、従来の数理最適化の手順をネットワーク構造に落とし込み、深層学習をうまく組み合わせることで、HS画像の再構成を行うというものです。数理最適化と深層学習の良いところを

掛け合わせることに成功し、2020年の時点で世界最高の処理速度を達成しました。再構成されるHS画像の精度も向上しました。」(曾我部氏)

現在この技術によって人やモノの状態を把握する検証を進めており、実現現場のデータを利用した検証も予定されている。

「具体的なユースケースへの適用を通じて改良を進めると同時に、この技術で他に『何を把握できるのか』、についても明らかにしていく考えです。」(北原氏)

コンセプトをしっかりと検討した上で具現化に取り組む

エンタイムセンシングやパーソナルAIによるWell-beingな世界の実現に向けた研究の今後について、大西氏は次のように述べている。

「必要となる技術の中には、HS撮像技術のように具体的な研究が進んでいるものもあります。ですが基本的にはまだコンセプトの検討段階にある研究テーマです。今後はパーソナル端末とソーシャル端末の連携制御や、これまでにないセンシングが可能なソーシャル端末の研究開発など、目指す世界の実現に必要な仕組みの具現化に取り組むと考えています。」