

マルチデバイスでの共通のAR/MR 体験を提供可能なAR/MRクラウド 技術

移動機開発部
 はやし 林 宏樹 後藤 修
 きむら 木村 真治 やまもと 山本 たいし 泰士

5G時代の新たなサービスとして期待されているものの1つに「AR/MRクラウド」がある。本稿では、複数のデバイス間で共通のAR/MR体験を提供可能である「AR/MRクラウド」を実現するために必要な大きな3つの機能である、自己位置認識機能、空間構造生成/管理機能、コンテンツ空間管理機能についての、ドコモのR&Dでの取組みを解説する。

1. まえがき

ドコモでは、現実空間のヒト・モノ・コトの情報をデータ化し、集まったデータにAI技術を活用することで未来を予測して、現実空間のサービスや生活の価値を向上し最適化することを目的とした、「サイバー・フィジカル融合*1」の実現に向けて取組みを進めている。「サイバー・フィジカル融合」とは、さまざまなセンサを介して現実空間のヒト・モノ・コトの情報を取得し、第5世代移動通信システム（5G）などの通信を用いてクラウド上にあるデジタル空間に情報を集約し、デジタルツイン*2を構築する世界のことである。このような「サイバー・フィジカル融合」の世界をよりリアルな体験として

提供し、かつ5G時代の新たなサービスとして期待されているものがXR*3技術である。XRとは、VR（Virtual Reality）*4、AR（Augmented Reality）*5、MR（Mixed Reality）*6といった仮想空間と現実空間との融合で新たな体験を提供する技術の総称である。XR技術により、グラス型のAR/MRデバイス、VRゴーグルなどのヘッドマウントディスプレイ（HMD：Head Mounted Display）や、スマートフォンなどを用いて、デジタルツインの世界を覗き込むという新しい体験が可能となる。中でも、さまざまなセンサ情報を集約することによりデジタルツインとして作成したサイバー空間を、現実空間に重畳して複数デバイス間でインタラクティブかつ共通のAR/MR体験が可能となる「AR/MRクラウド技

©2021 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

*1 サイバー・フィジカル融合：現実空間（フィジカル空間）の情報をさまざまなセンサなどから収集し、仮想空間（サイバー空間）と結びつけることで、より良い高度な社会を実現するためのサービスやシステムのこと。

術」は、近年大きな注目を集めている。

AR/MRクラウドとは、現実空間にAR/MRコンテンツを重畳し、複数デバイス間で共通のAR/MRコンテンツをインタラクティブに共有可能にする技術基盤のことを指す。AR/MRクラウド技術により実現できるサービスとしては、

- ・現実空間の建物に仮想的にペンキを塗り合うような、没入感の高いインタラクティブなゲーム
- ・実際の家具などを買う前に、家具を仮想的に現実の部屋に描画し、フィット感を確認した上で購入できるeコマース
- ・街中を歩いていると、ユーザの趣味嗜好やTPOに合った広告やクーポンなどが店頭やビルの壁面などに表示される広告サービス
- ・ビルの壁面にそれぞれのユーザが好きなコメントを書き合うような掲示板サービス

など、さまざまなものが考えられる。

2020年1月に東京ビッグサイト青海展示棟にて開催した「DOCOMO Open House 2020 ーようこそ、

5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。ー」では、ドコモR&Dで開発したAR/MRクラウド技術を用いて、AR/MRクラウドの世界観が体験できるデモの展示を行った（図1）[1]。街中を模した展示ブース内に、Magic Leap 1*7, Mirage Solo（ビデオパスルー型VRゴーグル*8）、iPadの3種類のデバイスで、共通のAR/MRコンテンツを共有することが可能となるデモンストレーションである。来場者からは、Magic Leap 1を体験したいとの要望が多く、最先端の空間コンピューティング*9デバイスで体験するAR/MRクラウドの世界観に、感嘆の声が多く聞かれた。

本稿では、ドコモR&Dで開発している「AR/MRクラウド」の世界を実現するために必要な技術について解説し、今後の展望について紹介する。

2. AR/MRクラウドを実現するために必要な機能群

AR/MRクラウドを実現するための機能群を図2



図1 DOCOMO Open House 2020での展示

- *2 デジタルツイン：現実空間のありとあらゆるものの位置や形状、各種センサ情報などをデジタルの仮想空間にリアルタイムに再現したもの。
- *3 XR：VR、AR、MRといった仮想空間と現実空間との融合で新たな体験を提供する技術の総称。
- *4 VR：仮想現実。ヘッドマウントディスプレイなどを使って、

- 現実空間と切り離された仮想空間に没入する技術。
- *5 AR：拡張現実。グラス型の端末などを使って、現実空間にデジタル技術を用いて情報を付加する技術。
- *6 MR：複合現実。グラス型の端末などを使って、現実空間と仮想空間をより密接に融合させ、バーチャルな世界をよりリアルに感じることができる技術。

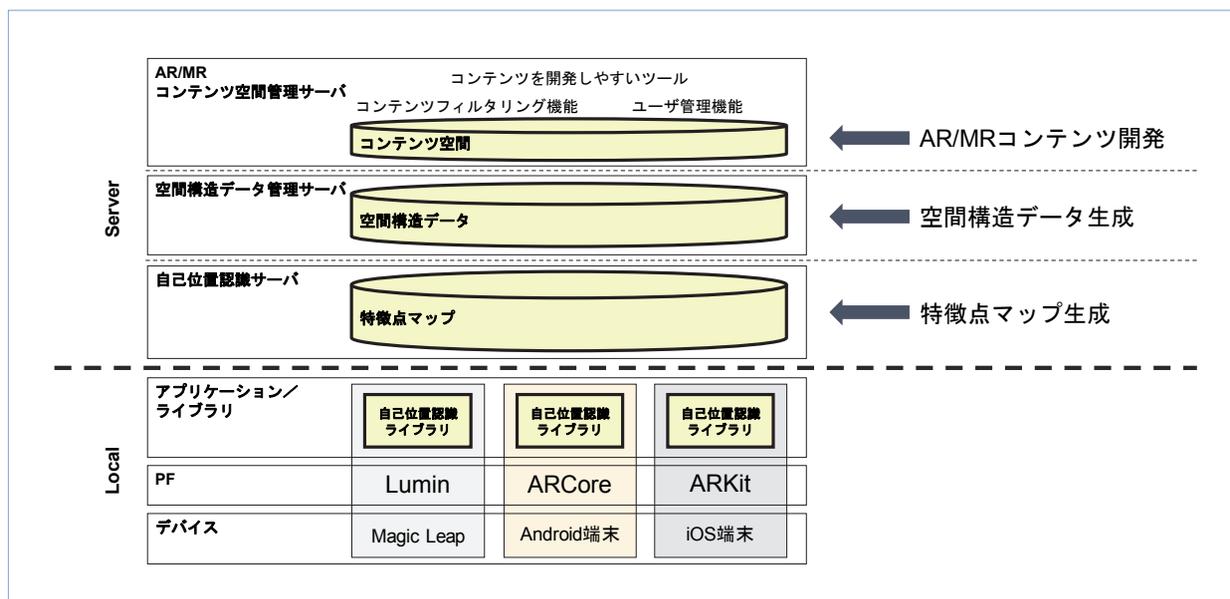


図2 ARクラウド実現に必要な機能群

に示す。本機能群は、自己位置認識機能、空間構造生成／管理機能、コンテンツ空間管理機能の大きく3つからなる。これら3つの機能について解説する。

2.1 自己位置認識機能

自己位置認識とは、各AR/MRデバイスの現実空間内での正確な位置と方位を認識する技術である。これらを認識することで、あたかも現実空間にフィットしているかのようなAR/MRコンテンツを重畳することが可能となり、また各デバイスの位置を共有することで、インタラクティブなAR/MR体験を提供することが可能となる。

既存技術で利用可能なものとしてGPSがあるが、GPSでは、特に屋内環境での位置認識誤差が大きく、周囲に遮蔽物がなく上空が開けた環境でも、数m程度の誤差がある。そのため、現実空間に正確にAR/MRコンテンツを重畳するAR/MR体験を提供するには、位置認識精度が不足している。また、ARマーカー^{*10}を用いて、現実空間の絶対座標を認識する方法もあるが、自己位置認識を行うために、

ARマーカーを配置する必要があるという課題がある。

そこでドコモは、カメラ画像から得られた、画像の特徴点を用いた特徴点ベースでの位置合わせの技術、SLAM（Simultaneous Localization And Mapping）技術^{*11}を応用することで、自己位置認識を実現するシステムを開発している。本システムの基本処理フローを図3に示す。事前にステレオカメラで、AR/MRコンテンツを配置したい場所周辺の撮影を実施し、位置合わせを行うために必要な「特徴点マップ」を生成する。現実空間との座標合わせ（グローバル座標^{*12}）をした上で、特徴点マップをサーバにアップロードする。一方、各デバイスには、自己位置認識ライブラリが組み込まれており、カメラ画像を定期的に（数秒に1枚程度）サーバに送信する。自己位置認識サーバでは、各デバイスから送信された画像の特徴点を抽出し、特徴点マップとの照合を行い、画像が撮影されたグローバル座標を計算する。なお、各デバイスは、各デバイスローカル座標のリアルタイムのトラッキングを行い、サーバ

*7 Magic Leap 1：「MAGIC LEAP 1」、Magic Leapのロゴおよびその他のすべての商標は、Magic Leap, Inc. の商標。

*8 ビデオバススルー型VRゴーグル：前方に取り付けられたカメラで認識した映像をゴーグル内のディスプレイに投影し、ゴーグルをかけた状態でも外の環境を視認できるVRゴーグル。

*9 空間コンピューティング：現実空間の物体や空間を認識してデ

ジタル情報と融合する技術。これらを利用することにより2次元ディスプレイの制約を超え、現実空間とデジタル世界を1つに融合し、現実空間と同様にデジタル世界と相互作用が可能となる。

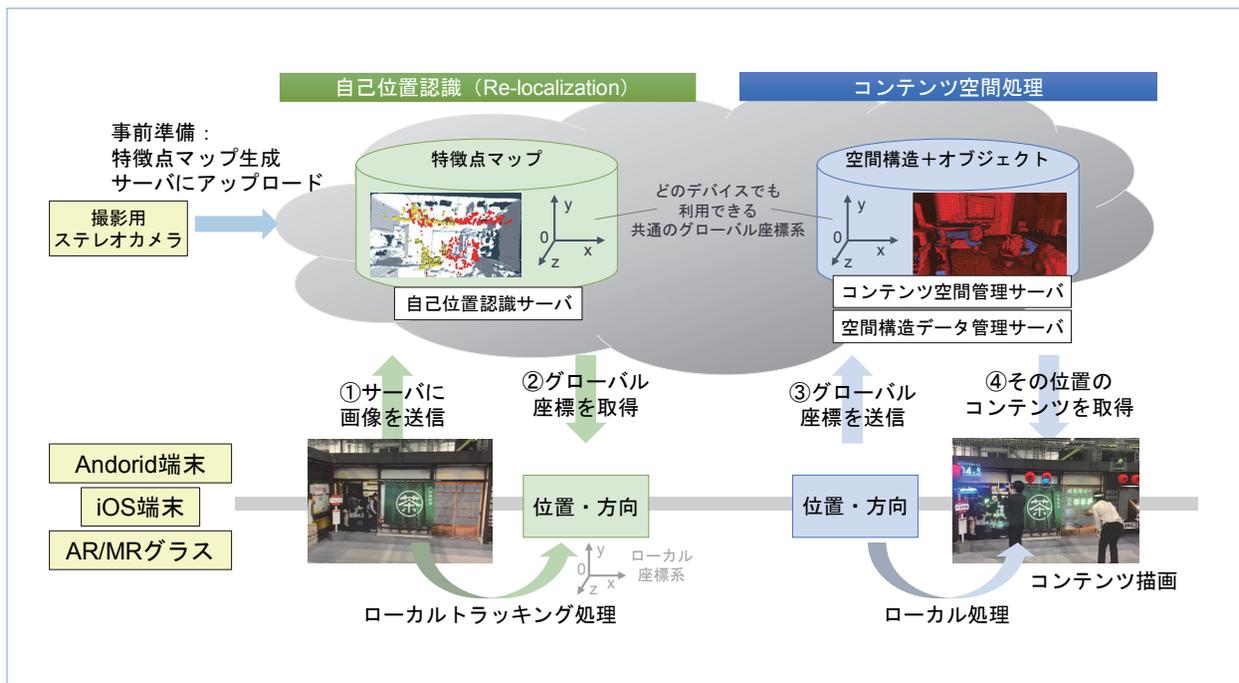


図3 本システムの基本処理フロー

から送信されたグローバル座標を用いて、リアルタイムに座標の補正を行う。自己位置認識サーバ、空間構造データ管理サーバおよびコンテンツ空間管理サーバとの間で共通のグローバル座標系を保持してデータ連携することで、その場所に正確に位置合わせされたAR/MRコンテンツの描画が可能となる。

このように、SLAM技術を活用した自己位置認識を行うことで、ARマーカーなどを配置せず、GPSよりも正確な位置の認識が可能となる。SLAM技術の特性上、自己位置認識がしやすい環境や、逆ににくい環境があるため、特徴点マップをどのように作成するかは性能が依存することがあるが、現在のところ、本システムにより屋内および一部の屋外にて自己位置認識が可能となっている。

一方、特徴点マップの事前撮影が必要である点、精度の高い特徴点マップの撮影にノウハウが必要である点、また周辺環境の変化などに影響を受けて自己位置認識が行えない場合がある点が課題である。

2.2 空間構造生成／管理機能

空間構造データは、主に2つの用途に利用される(図4)。1つは、AR/MRコンテンツの遮蔽・反射などの物理現象を表現するため、もう1つは、AR/MRコンテンツの開発者が開発する際に、どの場所にどのようにAR/MRコンテンツを配置するかを検討する上での、視認性を高めるための用途である。

物理現象の表現に用いる空間構造データには、点の集まりである点群データではなく、面の集まりであるメッシュデータが用いられる。メッシュデータで表現した透明な面を、現実空間に合うように位置合わせして配置することで、例えばAR/MRコンテンツのボールを投げた際に、壁での跳返りを表現(反射)できたり、障害物の向こう側ではボールが見えなくなるといった描画(遮蔽)を表現できたりする。このような物理現象の表現は、AR/MRコンテンツをよりリアルに感じさせるために非常に重要

*10 ARマーカー：デジタルコンテンツをデバイス画面上に表示するために使用されるマークや画像のこと。画像認識技術によりARマーカーを読み取ることで、ARマーカーの位置を認識することが可能となる。
*11 SLAM技術：デバイスのカメラ画像情報やセンサ情報を利用して、デバイス自身の自己位置の認識を行いながら、周辺環境の

地図を作成する技術。
*12 グローバル座標：AR/MRのコンテンツが配置される空間全体を表現する座標系であり、各デバイスの位置を表現するローカル座標系を自己位置認識によりグローバル座標系に変換することで、各デバイス間で共通のAR/MRコンテンツを視認することが可能となる。

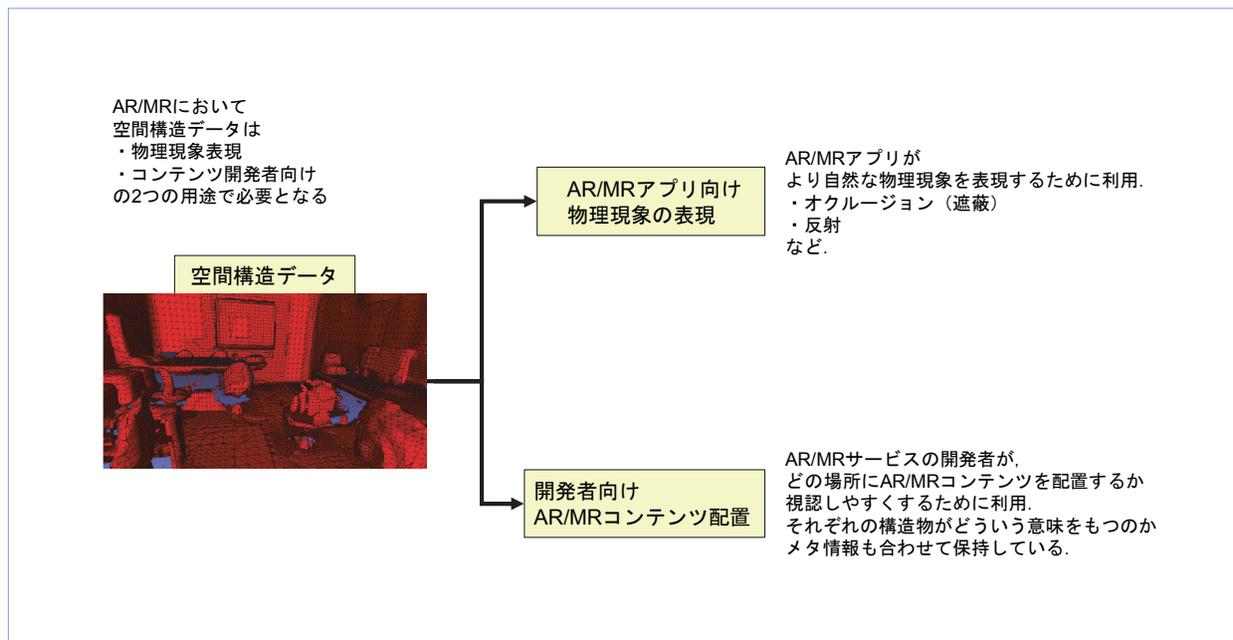


図4 空間構造データの利用途

な技術である。

現実空間を事前に撮影することで空間構造データを生成し、空間構造データサーバで管理することにより、ユーザ間での空間構造の共有や、空間構造による物理現象の表現が可能となる。空間構造データは、一般的にファイルサイズが大きいため、物理現象を表現するために必要な最低限の精度を担保して、ファイルサイズが大きくなりすぎないようにする点は、リアルタイムなインタラクションを行う上で重要である。

また、開発者向けの用途としては、AR/MRコンテンツを配置するサイバー空間が、現実空間のどの場所なのかを理解するために必要となる。ここで利用する空間構造データは、ある程度の場所が理解できれば良いため、点群データでもメッシュデータでも利用できるものの、配置したいコンテンツ次第では、位置の精度、形状の精度の高いものが要求される可能性がある。

2.3 コンテンツ空間管理機能

コンテンツ空間管理機能とは、各デバイスのユーザの趣味嗜好、属性情報や現在の状態を管理し（ユーザ管理機能）、各デバイスを利用するユーザの各種属性や状態に応じたコンテンツを選択し出力する機能（コンテンツフィルタリング機能）である（図2）。また、これらのコンテンツを開発しやすいツール（ユーザフレンドリーな開発環境）を提供する機能もある。AR/MRコンテンツが配置されているコンテンツ空間は、自己位置認識技術で利用する特徴点マップおよび現実空間の空間構造データと共通の座標系で管理されており、自己位置認識機能、空間構造管理機能と連携をスムーズに行うためのインタフェースをもつ。

3. あとがき

本稿では、AR/MRクラウドを実現するための自己位置認識機能、空間構造生成／管理機能、コンテ

ンツ空間管理機能について解説した。

ドコモのR&Dでは、グラス型のAR/MRデバイス、スマートフォン、ビデオパススルー型VRゴーグルなど、さまざまなデバイスを利用するすべてのユーザが、共通のAR/MRコンテンツを体験可能となるAR/MRクラウドの世界を実現するべく、技術開発に取り組んでいる。サイバー空間上のAR/MRコンテンツが現実空間に重畳される空間コンピューティングであるAR/MRクラウドの世界は、これまでにない全く新しい体験を提供できると考えている。すべてのAR/MRデバイスを利用するユーザに

AR/MRクラウドが体験できる世界の実現に向けて、今後も引き続き開発を進めていきたい。

なお、ドコモにおけるXRの取組みについて、ドコモ公式HP上で紹介しているので、ぜひご一読いただきたい [2]。

文 献

- [1] 玉置：“DOCOMO Open House 2020 —ようこそ、5G リアルワールドへ。そしてその先へ。—” 本誌, Vol.28, No.1, pp.48-55, Apr. 2020.
- [2] NTTドコモ：“docomo XR | NTTドコモ.”
<http://xr.docomo.ne.jp/>