

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発 課題C: アフターコロナ社会を形成するICT
- ◆副題 新生活様式におけるコミュニティ形成のためのサイバーフィジカル空間共有基盤
- ◆受託者 国立大学法人大阪大学、株式会社KDDI総合研究所、国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額40百万円 (令和4年度20百万円)

2. 研究開発の目標

本研究では、我々が存在・活動するパーソナル現実空間を適切なプライバシー制御のもとで共有することを可能とする、サイバーフィジカル空間共有基盤の設計開発を行う。同基盤は、プライバシー機敏情報を含むフィジカル空間を精緻にセンシング可能なデバイスが偏在する環境を想定し、それらが捉える高精細映像や音声などのセンシングデータや、そのデータから直接あるいは間接的に推定されるコンテキストに対し、どの内容のデータをどのように加工するか、あるいはアクセス可能とするかの制御を行い、パーソナル空間を提供するユーザに安全安心を与える技術を開発する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 物理空間の精緻センシングと共有技術の開発

←公共空間に設置した複数のLiDARから3次元点群を収集。提案手法による広域の歩行者追跡性能を評価

3D Scene (点群)

物体属性情報

3D再構築

Source Point Cloud

Semantics

↑2D画像に対するオブジェクト属性分類(Yolo)と3D点群の分離(セグメンテーション)を組み合わせる意味理解

オブジェクトの表現(点群)

予め定義した相対的重要性と測定帯域に基づき、各オブジェクトの点群の密度とフレームレートを制御し精緻データのボリューム最適化

- ・研究開発項目1-1 人間行動の精緻センシングとモデル化: 複数視点からの高精度映像・空間深度計測デバイスによる人物追跡技術を開発・実装し、CLEAR指標による性能評価を実施。
- ・研究開発項目1-2 モノと空間の精緻センシングとモデル化: 3次元点群や画像から物体の属性を理解し、点群を分離する技術を開発。
- 研究開発項目1-3 精緻データのボリューム最適化技術の開発: 意味理解に基づくデータストリーム最適化でのデータボリューム抑制手法を開発。

研究開発項目2: 人間理解に基づくプライバシー要求獲得技術の開発

提案手法: 分散表現でオブジェクトを区別

今後提案手法の有用性を検討

学習フェーズ

分散表現 A, B, C

分散表現 A, B, C

分散表現 C

プライバシーレベル推定モデル

予測!

要求レベル A, B, C

文章の分散表現を用いて未知のオブジェクトへの効率的な推論手法を検討

推論フェーズ

分散表現 A, B, C

分散表現 D

プライバシーレベル推定モデル

プライバシーレベル推定モデル

妥当な予測

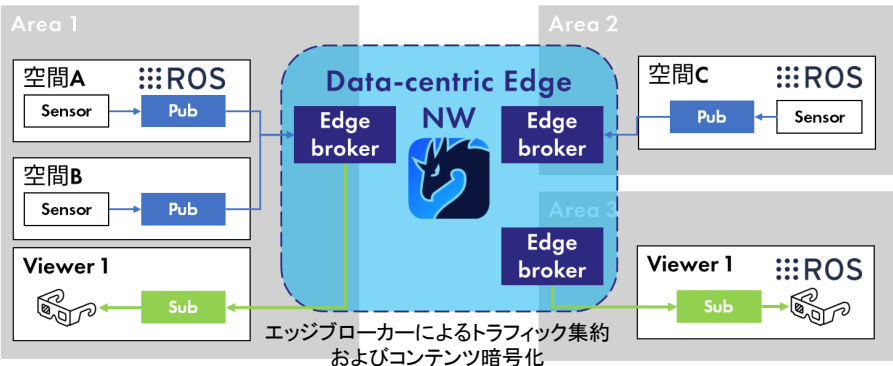
妥当な予測

オブジェクトDは直接は未学習だが近いレベルを学習することで妥当な推論を実施

プライバシー要求に影響するコンテキストの特定、プライバシー表現モデル、プライバシー要求獲得に関する技術の開発

- ・研究開発項目2-1 コンテキスト推定による状況理解技術の開発: 人間のプライバシー要求に影響を与える行動・環境・ソーシャルコンテキストを特定し、それらを獲得する手法を開発。
- ・研究開発項目2-2 複合コンテキストによるプライバシー表現モデルの構築: 遠隔料理教室や遠隔介護等の各種シナリオに合わせたプライバシー主観評価手法の開発。
- ・研究開発項目2-3 深層強化学習によるプライバシー要求獲得技術の開発: BIG5パーソナリティを用いたユーザ別プライバシー推論技術や未知オブジェクトに対するゼロショット推論技術の開発。

研究開発項目3:セキュアな空間情報共有のための通信技術の開発



- ・研究開発項目3-1 空間共有のための通信モデルの開発: 多人数の空間共有を実現する通信モデルとしてROS2とZenohを用いたエッジキャッシュ連携型のスケーラブルPub/Sub通信を開発。
- ・研究開発項目3-2 空間共有のためのセキュリティモデルの開発: スケーラブルPub/Sub通信に対して適切なアクセス制御を付与可能なコンテンツ暗号化及びセキュア・グループ鍵管理プロトコルを設計。

- ・研究開発項目4-1 空間データベースの開発: 空間データベースの初期プロトタイプ構築を完了。
- ・研究開発項目4-2 精緻センシングを支えるエッジ・クラウド連携アーキテクチャの設計開発: エッジノード群およびクラウドサーバが連携してリアルタイムに点群を処理する際に必要となるQoS制御に向けた点群データ変換機構を開発。
- ・研究開発項目4-3 サイバーフィジカル空間をつなぐヒューマンマシンインターフェースの開発: 本基盤で用いるインターフェースの一例として料理教室ユースケースで利用するIoTまな板を開発し、臨場感を高めるための物理空間映像投影システムを開発。
- ・研究開発項目4-4 マルチユーザ間オブジェクト共有機構の開発: マルチユーザ間オブジェクト共有機構について負荷試験を実施
- ・研究開発項目4-5 コンポーネント統合による空間共有基盤の実装: 限定環境で動作する基盤ソフトウェアの基礎設計を実施。
- ・研究開発項目4-6 ローカル5Gを用いた空間共有基盤の基礎性能検証: ローカル5G環境を想定した環境における評価項目を検討。

研究開発項目4: サイバーフィジカル空間共有基盤の開発と基礎評価

カラー画像と深度画像を、実際の3D点群に変換するプロトタイプの開発

圧縮モジュールのプロトタイプの開発
オリジナルの点群を9.78MBからわずか443KBに圧縮

IoTまな板の要件

- ・講師の精緻な調理動作を見ながら調理可能
- ・自分の調理動作を講師や他の生徒に見せられる

研究開発項目5: 空間共有基盤を用いたコンセプト実証実験

複数の参加者が遠隔で料理を実施するユースケースを想定。シナリオ設計およびプロトタイプでの遠隔料理教室の検証実験を実施

- ・研究開発項目5-1 商業店舗間でのイベント共有実証実験
商業施設などでの場の共有実証実験のシナリオ・評価項目を検討。
商業施設での実証環境構築
- ・研究開発項目5-2 教育支援を目的とした実証実験: 要求条件などを整理し、実証実験シナリオの検討を実施。
- ・研究開発項目5-3... 家族関係強化や介護高度化を目的とした実証実験: 高齢者世帯を対象とした遠隔家族交流の実証実験のシナリオと、介護士による遠隔介護実験のシナリオを開発。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

| 国内出願 | 外国出願 | 研究論文 | その他研究発表 | 標準化提案・採択 | プレスリリース 報道 | 展示会 | 受賞・表彰 |
|----------|----------|----------|------------|----------|---------------|----------|----------|
| 0 (0) | 0 (0) | 2 (2) | 18 (10) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 2 (1) |

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 受託者間連携について

受託者間で相互の強みを活かした連携を実現するためのオンライン会議を月1回のペースで実施。さらに実証実験に向けた検証のため、大阪大学とNAIST間での遠隔料理教室実験を行った。またJGNと大阪大学・奈良先端科学技術大学院大学設置済のローカル5Gの連携実証に向けた環境整備を進めた。

(2) 3次元点群の高速処理によるリアルタイムでの人間のキャプチャと行動トラッキング技術、ARデバイスと深層学習を用いた画像による状況理解技術、サイバーフィジカル空間をまたがる人間の識別技術、センシングにおけるプライバシーモデルの検討、ならびに遠隔地点間における場の共有に資するIoTデバイスと空間提示技術など、本研究開発を推進するために不可欠な要素技術を多数創出し、それぞれ学会発表を行っている。

5. 今後の研究開発計画

各項目とも概ね計画通りに進められている。最終年度ではいくつかのシナリオにおける提案手法のPoCに向け、本年度までに開発した各コンポーネントを統合する。実証実験を通して、実社会への適用可能性を示す。また研究開発項目1～3については技術確立と、ハイレベルジャーナルや国際会議での論文発表によるエビデンス創出を目指す。