

サイバーフィジカル空間共有システムにおける プライバシーフィルタリング機構の検討

松井 智一^{1,a)} 木俣 雄太^{1,b)} 三崎 慎也^{1,c)} 松田 裕貴^{1,d)} 諏訪 博彦^{1,e)} 安本 慶一^{1,f)}

概要: 3D-LiDAR や HMD の進歩により、複数のユーザが、自身・周辺物理空間のセンシングを行い、空間データを仮想空間で共有することで臨場感が高い交流を可能とするサイバーフィジカル空間共有システム（以下、CPSSS）が提案されている。CPSSS では、他者に見られたくないモノまで共有される可能性がある。多くの一般的なテレビ会議システムは人物以外の背景を非表示にする機能を有するが、CPSSS において単に背景の表示・非表示を行うことは、システムの最大のメリットである臨場感を損なう恐れがある。そこで、本研究では、CPSSS において、システム利用者・コンテキストに応じてモノの共有・非共有を自動制御する自動プライバシーフィルタリング機構の実現を目指している。本稿では、フィルタリング機構の実現に向けた最初のステップとして、CPSSS の利用時において、利用者がどのようなプライバシー意識を持つのかを明らかにすることを目的とする。具体的には、CPSSS により料理教室に参加することを想定したクラウドソーシング上のアンケートを通して、空間を共有する際の行動や環境、交流者との関係性、共有されているオブジェクト群等を提示した上で、どのようなプライバシー意識が生じるのかを調査する。調査の結果、個人特性に依らずに一般的に共有したくないと感じるオブジェクトや、個人特性に応じて意識が変化するオブジェクトの存在が明らかとなった。

1. はじめに

近年、COVID-19 の影響によって減少したコミュニケーション機会の創出や、遠隔地高齢者見守り、遠隔授業等を目的とした、より臨場感の高い交流が可能な新たな対話システムの開発が期待されている。特に、3D-LiDAR・ヘッドマウントディスプレイ等の VR・AR 関連デバイスの高機能化に伴って、各人の物理空間を仮想空間上に持ち寄って共有することで、より高度な空間共有を実現する**サイバーフィジカル空間共有システム** [1] の提案が行われている。一方で、このような物理空間を共有するシステムを利用した他者との交流は、他者に見られたくないモノまで共有される可能性がある。一般的に利用されるテレビ会議システムには、カメラからストリーミングされる映像内の人物を認識し背景を非表示にする機能を有するものや、人物をキャラクター等に変換することでプライバシー保護を行

う機能を有するものが存在する。しかしながら、空間共有システムにも同様の手法で人物や背景の表示・非表示を行うことは、システム最大のメリットである臨場感を損なう恐れがある。理想的には、人々が持つプライバシー意識をモデル化し、ストリーミングされる空間映像に対して適切に「表示・非表示」や「表現の置換」フィルタリングを行うことで、可能な限り各人の空間をロスなく共有する必要がある。

そこで本研究では、サイバーフィジカル空間共有システムの利用時において、利用者がどのようなプライバシー意識を持つのかを明らかにすることを目的とする。最終的には、各種コンテキストを自動でセンシングし、機械学習等の手法を用いて利用者のプライバシー要求を推定することで、利用者の個人特性に応じた自動プライバシーフィルタリングシステムの構築を目指す。

その前段階として、はじめに、クラウドソーシングによって、空間を共有する際の利用者の行動コンテキスト、共有する空間情報や状態を示す環境コンテキスト、共有されているオブジェクト群等を提示した上で、どのようなプライバシー意識が生じるのかをアンケート調査する。具体的には、空間共有システムの一つのユースケースとして料理教室を仮定したシナリオを制作し、クラウドソーシングにて 300 名規模のアンケート調査を行った。並列して、ク

¹ 奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology

^{a)} matsui.tomokazu.mo4@is.naist.jp

^{b)} kimata.yuta.kt7@is.naist.jp

^{c)} misaki.shinya.mq9@is.naist.jp

^{d)} yukimat@is.naist.jp

^{e)} h-suwa@is.naist.jp

^{f)} yasumoto@is.naist.jp

ラウドワーカ―の性格の傾向を示す個人特性データを収集した。得られたアンケート結果を分析した結果、いくつかのシーンにおいて、一般的に多くの人物が隠したいと考えるオブジェクトの存在や、個人特性に応じて「モノの隠したさ」が変化するオブジェクトの存在が明らかとなった。

2. 関連研究

本章では、新たな3次元空間共有システムのプライバシー保護方法を検討するために、はじめに従来型の2次元映像共有におけるプライバシー問題と保護方法に関する関連研究について述べる。さらに、個人にパーソナライズしたプライバシー保護要求を満たし、適切な空間フィルタリングを行うために、個人特性に関する関連研究について述べる。最後に、本研究で対象とする空間共有システムを議論するために先行研究に関して述べる。

2.1 映像共有におけるプライバシー保護に関する研究

従来型の2次元の映像を共有するシステムにおいて、システム利用者のプライバシー要求を調査する研究や、要求を満たすためのシステムを検討する研究が行われている。Palenら[2]は、日常生活における対人関係のプライバシー意識を支配する関係について議論し、新しいインタラクションシステムを開発する際のプライバシー問題を検討した。Yaoら[3]は、スマートホーム内に設置されているカメラを始めとした各種センサによるセンシングや、それらの結果提供されるサービスが、居住者やその周りの人々のプライバシー意識にどのような影響を及ぼすのかを調査している。

収集・認識したユーザからのプライバシー要求を実現するための研究も多数行われている。Venkateshら[4]は、多人数が参加するビデオ会議を対象に、一般参加者とプライベート参加者を区別し、プライベート参加者の視聴覚情報を映像や音声をリアルタイムに加工することで、参加者を匿名化するシステムを提案している。Wangら[5]は、ビデオ会議中に映り込んだユーザの顔を、予め指定されたポリシーに従って加工することによって、参加者のプライバシーを保護するシステムを提案している。Steilら[6]は、一人称視点の映像をキャプチャするヘッドマウントカメラの利用時に、ユーザの視線の動きを分析し、映像内にプライベートオブジェクトが映り込んだ際に自動的にシャッターを閉じるデバイスを提案している。

他方で、近年のSNSの普及に伴い、SNSへアップロードされた動画像に対するプライバシーに関する研究も行われている。Squicciariniら[7]は、SNSにアップロードされた写真のうち、自分を含む複数人が映り込んだ写真の所有権や閲覧権を管理する手法を提案している。また、Liら[8]は、SNSへ投稿された画像に映り込んだ人物に対するプライバシー保護のほかしが、ユーザ体験やプライバシー問題

に与える影響を調査した。

これらの既存研究は、自身が映り込んだ動画像等を共有する際のプライバシー保護が主な目的であり、本研究の主目的である、自身だけでなくその周辺の空間を他者と共有する際のプライバシー保護に関する議論には至っていない。

2.2 個人特性に関する研究

ある特定の個人に最適化するシステムを構築するためには、その個人の個人特性(性格)を定量化・指標化することが重要である。個人特性を定量化する指標は多々提案されているが、最も広く活用される指標としてBIG Five尺度(以下、BIG5とする)[9]が存在する。

BIG5は、自身の性格を形容詞化された質問文に対してどの程度当てはまるかを回答することで、人々の性格を「開放性」「誠実性」「外向性」「協調性」「神経症傾向」の5軸においてスコア化したものであり、個人特性に基づいた推薦・サービス提供・選択を行う多くの分野で活用[10],[11]されている。さらに、多くの短縮版や多言語版が提案されており、ソーシャルメディアや文章からBIG5を推定する手法も提案されている[12],[13]ことから、比較的手軽に様々な方法で算出が可能な指標である。

本研究では、短縮版の日本語版BIG5[14]の質問項目を利用して、アンケート回答者の個人特性データを収集する。さらに、並列して取得するプライバシー保護要求データと個人特性データを紐付けて分析することで、個人にパーソナライズされたプライバシーモデルの構築を目指す。

2.3 先行研究

天野ら[1]は、本研究で想定するサイバーフィジカル空間共有システムのアーキテクチャと、基本的な設計思想についてまとめている。文献にて提案されているシステムは、利用者の空間と通話者の空間に配置された様々なモノを3D-LiDARでスキャンし、点群オブジェクトデータとして収集した上で、共有空間上に描画することが想定されている。

本研究では、この文献中にて想定されているシステム利用者が、どのようなオブジェクトを共有空間上に共有したいと考え、どのようなオブジェクトを共有したくないと考えるのかを明らかにすることを目的としている。

3. サイバーフィジカル空間共有システムにおけるモノのプライバシーレベル推定モデル

3.1 プライバシーレベル推定モデルの定義

システム利用者が他者に対してプライバシーを感じる要因は多数存在する。例えば、家族間の交流であれば自身の周囲の空間・オブジェクトが乱雑であっても、空間をそのまま共有しても良いと感じる場合が比較的多いと考えられる。一方で、取引先とのミーティングや遠隔授業等の場合、

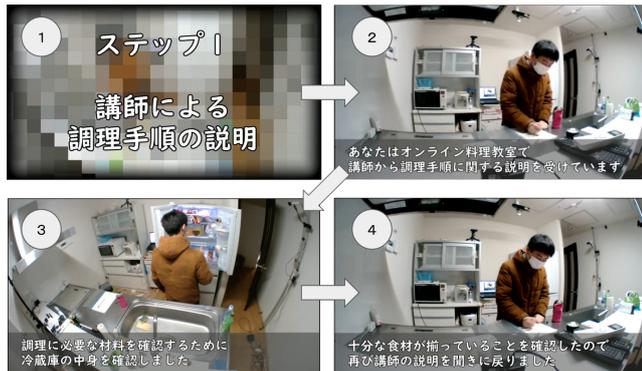


図1 クラウドソーシング教示動画例 (ステップ1)



図2 クラウドソーシング教示画像例 (ステップ1)

利用者のプライバシー要求はより厳しくなり、必要最低限の空間共有やオブジェクトの表現置換を望むことが多くなると考えられる。すなわち、プライバシー要求は、描画されるオブジェクトだけでなく、システム利用者の行動や他者との関係性によっても変化するといえる。

以上のことから、利用者のプライバシー要求を定量化するために、以下のオブジェクト別プライバシーレベル推定モデルを、以下の関数 pl として定義する。

$$pl : \mathcal{C} \times \mathcal{O} \times \mathcal{P} \rightarrow \mathcal{L} \quad (1)$$

ここで、 \mathcal{C} はコンテキストの集合、 \mathcal{O} はオブジェクトの集合、 \mathcal{P} は利用者の性格特性、 \mathcal{L} はプライバシー保護レベルの集合 ({ 最低, 低, 中, 高, 最高 } 等) である。なお、モデルに入力するコンテキストは、利用者がどのような行動を行っているのかを意味する行動コンテキスト、時間帯や場所等を意味する環境コンテキスト、利用者や他者との関係性を示すソーシャルコンテキスト等を想定している。

3.2 モデル構築手法

オブジェクト別プライバシーレベル推定モデルは、コンテキスト、オブジェクト、性格特性からプライバシー保護レベルを推定する。しかしながら、現実的には、特性の異なる万人に対して常に最適なフィードフォワードのフィルタリングを行うことは難しい。したがって、強化学習の手法を利用して常にモデルを更新し続けることで、フィルタリング精度の向上および個人に対する最適化が必要である。ただし、乱数によって決定された初期状態のモデルでは見当違いのフィルタリングを施してしまう恐れがあり、モデルの学習が上手く進まないことが想定される。すなわち、効率的なモデルの学習には、多くのユーザに共通するプライバシー要求を予め組み込んだ初期モデルが必要である。

以上のことから、本研究では、妥当な初期モデルの構築のために、クラウドソーシングによるアンケート調査によってユーザのプライバシー保護要求データを収集する。

4. クラウドソーシングによる共通プライバシー要求の収集

本研究では、多くのユーザに共通するプライバシー要求をクラウドソーシングにより収集する。本章では、クラウドソーシングの設定の詳細を述べる。

4.1 アンケート概要

前章までで述べたように、クラウドソーシングで実施するアンケートにおいても、プライバシーレベル推定モデルで利用するコンテキストとオブジェクトのデータが収集できるよう設計する必要がある。したがって、空間共有システムのユースケースの一つとして、オンライン料理教室における3つの場面を想定したシナリオを設計し、各シナリオに沿って教示動画を制作した。クラウドワーカーは、教示動画と動画中のシーンに関する解説を視聴した後に、動画中に映り込んだ各オブジェクトに対して、「対象のオブジェクトを他者に見られても良いかどうか」を5段階で評価する。

教示動画は、それぞれ料理教室の受講者 (ユーザ自身) が講師から料理の手本を見せられながら材料の準備を行うシーン (ステップ1)、受講者が実際に調理をしている状況を講師と他の参加者に対して共有するシーン (ステップ2)、完成した料理を試食しながら他の参加者と感想を言い合うシーン (ステップ3) の3シーンを用意した。これらは、プライバシーレベル推定モデルを構築する際の行動コンテキストおよび環境コンテキストに相当する。図1に、実際に提示した教示動画の例を示す。各動画はおおよそ40秒~1分程度の長さであり、各シーンの状況が字幕付きで説明されている。また、図2に、実際の質問に利用する教示画像例を示す。図のように、教示動画中に映り込んだ各種オブジェクトが赤丸で強調されており、隣に質問されるオブジェクト名が表示される。

なお、プライバシーレベル推定モデルで利用する個人特性データを収集するために、本アンケートに回答いただく対象となるクラウドワーカーからは、予め本アンケートの実施前にBIG5個人特性データを収集している。これによ

図 3 クラウドソーシング質問画面例

り、個人の性格に紐付けたプライバシー保護要求に関する分析ができ、最終的にはプライバシーレベル推定モデルの初期モデルに対する入力として活用できる。

4.2 質問項目

質問対象となるオブジェクトはステップ 1, 3 では 24 個、ステップ 2 では 28 個とした。図 3 に、具体的な質問画面例を示す。画面上部には簡単な説明文と共に、教示画像を表示するリンクを設けている。画面下部には、各オブジェクトの名称と回答のプルダウンメニューが表示されており、質問に対する回答を「そう思う」「ややそう思う」「どちらともいえない」「ややそう思わない」「そう思わない」の 5 段階で選択可能である。選択肢はスコアリングすることを前提として、リッカート尺度を採用している。また、表 1 に、具体的なオブジェクト名のリストを示す。基本的なオブジェクトはステップ間で共通であるが、メモをとるためにステップ 1 の教示映像に映り込む筆箱や、ステップ 2 の映像に映り込む使用済みの調理器具等は、他のステップでは質問していないステップに特有のオブジェクトとして扱っている。なお、回答にかかる負荷を考慮して、各ステップごとにタスクを分割しており、1 タスクあたり 5 分～6 分程度で回答が完了する。

4.3 実施条件

本研究では、クラウドソーシング用のプラットフォームとして、Yahoo!クラウドソーシングを利用する。アンケート対象者は、プラットフォームの全登録者のうち予め BIG5 スコアを収集した合計 3100 名であり、その中から各ステップごとに 300 名の回答人数上限を設けた。各ステップは独立しており、連続で回答することも可能であるが、1 ステッ

表 1 アンケートに記載されたオブジェクト名リスト

	ステップ 1	ステップ 2	ステップ 3
ステップ間共通オブジェクト	電子レンジ、キッチンペーパー、食器棚、ポット、コンセント、冷蔵庫、カバン、ハサミ、テープ、メモ用紙、シンク、リモコン、セロファンテープ、空のペットボトル、空の缶、ハンドソープ、カメラ、輪ゴム、タブレット、あなたの体、あなたの顔、あなたの手元		
ステップ特有オブジェクト	筆箱、計量カップ	計量カップ、包丁、使用済みの調理器具、ふた、まな板、料理	完成した食事、IH

プ分だけ回答することも可能である。さらに、各ステップ内には 1 問ずつダミー質問を設けており、不誠実な回答者の回答は 300 人のデータから除外した上で、有効回答としてカウントしない。なお、このダミー質問によって、各ステップにおいて 20 名程度の落選者が発生した。

5. 収集データの分析と共通プライバシー要求の抽出

5.1 オブジェクトごとのプライバシー要求

プライバシーレベル推定モデルを構築する際に、一般的にどのようなオブジェクトが人々のプライバシー意識に影響を与えるのか知見を得ることで、効率よくモデル検討ができる。そこで、個人特性に関係ないオブジェクトごとのプライバシー保護要求を明らかにするために、プライバシー保護要求スコアの平均値と標準偏差を算出した。スコアは、そのまま共有しても良いと感じるオブジェクトを 5、中立指標を 3、共有したくないと感じるオブジェクトを 1 とした上で、それぞれの間を 4, 2 とした、合計 5 段階で算出している。

表 2 に、オブジェクトごとのプライバシー保護要求スコアの一覧を降順にしたものを示す。表より、オブジェクトは以下のように幾つかのカテゴリに分類できると考えられる。

常に不変なモノ カバン、空のペットボトル、空の缶、カメラ、ハサミ、テープ、キッチンペーパー、電子レンジ、ポット等

行動に応じて変化するモノ メモ用紙、利用者の顔等

環境に応じて変化するモノ 冷蔵庫、シンク等

ステップにおいて必須なモノ 調理器具、完成した食事等

常に不変なモノは、カバン・空のペットボトル等、全てのステップにおいて見せたくない傾向が強いオブジェクトや、カメラ・ハサミ等、そこまで見られることに抵抗もないが見せる必要もない雑貨類、キッチンペーパー・電子レンジ等、映り込むことが自然なオブジェクトが該当する。このカテゴリのオブジェクトは、スコアの絶対値にはばらつきがあるが、ステップごとの絶対値の変化は少なく、順位の変化も少なかった。

行動に応じて変化するモノは、利用者がある行動をとっている際に映り込むと考えられるものが該当する。具体的

表 2 オブジェクトごとのプライバシー保護要求スコアの平均値

	ステップ 1		ステップ 2		ステップ 3	
	mean		mean		mean	
空の缶	2.69	カバン	2.44	空の缶	2.51	
カバン	2.72	空のペットボトル	2.57	シンク	2.54	
空のペットボトル	2.73	空の缶	2.61	空のペットボトル	2.6	
あなたの顔	2.95	リモコン	2.97	カバン	2.61	
リモコン	3.11	あなたの顔	3.03	メモ用紙	3.02	
冷蔵庫	3.2	シンク	3.1	テーブル	3.06	
テーブル	3.3	メモ用紙	3.15	リモコン	3.09	
あなたの体	3.39	セロファンテープ	3.18	セロファンテープ	3.17	
カメラ	3.43	使用済みの調理器具	3.19	あなたの顔	3.28	
ハサミ	3.45	テーブル	3.23	ハサミ	3.29	
シンク	3.45	カメラ	3.34	コンセント	3.3	
タブレット	3.45	タブレット	3.35	カメラ	3.39	
セロファンテープ	3.5	ハサミ	3.41	輪ゴム	3.47	
輪ゴム	3.7	あなたの体	3.42	タブレット	3.47	
あなたの手元	3.74	コンセント	3.42	あなたの体	3.5	
コンセント	3.79	輪ゴム	3.57	あなたの手元	3.82	
メモ用紙	3.82	食器棚	3.76	キッチンペーパー	3.84	
筆箱	3.89	ハンドソープ	3.86	食器棚	3.85	
食器棚	3.91	あなたの手元	3.89	ハンドソープ	3.85	
ハンドソープ	3.97	ふた	3.9	ポット	4.04	
キッチンペーパー	4.22	キッチンペーパー	3.95	IH	4.06	
計量カップ	4.25	冷蔵庫	4.01	冷蔵庫	4.1	
ポット	4.3	計量カップ	4.12	電子レンジ	4.19	
電子レンジ	4.38	ポット	4.17	完成した食事	4.41	
		まな板	4.19			
		包丁	4.28			
		電子レンジ	4.3			
		料理	4.36			

には、ステップ1でメモをとる状況ではメモ用紙のスコアは高く、ステップ2と3ではメモ用紙のスコアは減少した。また、他の参加者と交流を行うステップ3では利用者の顔のスコアは高いものの、ステップ1と2では減少している。

環境に応じて変化するモノは、そのモノ自体の状態や周辺の状態によってスコアが変動すると考えられるものが該当する。具体的には、ステップ1では冷蔵庫を開くシーンがあり、冷蔵庫内の雑多なモノがオンラインで共有されるシーンが存在する。一方で、その他のステップでは冷蔵庫を開いておらず、庫内の映像は共有されない。その結果、冷蔵庫のスコアはステップ1では絶対値も順位も低く、ステップ2と3ではスコアが高い。シンクも同様に、ステップ3以外では比較的綺麗な状態であるが、ステップ3では使用済みの調理器具や容器で溢れていることから、スコアが減少している。

ステップにおいて必須なモノは、調理中に利用している調理器具や、完成した食事等が該当する。これらのオブジェクトは他のステップでは現れておらずステップ固有のものであり、行動に必要なものが多いことから比較的高い。

以上の知見は、コンテキストとオブジェクトの関係を示唆するものであり、プライバシーレベル推定モデルの構築に活用できる。

5.2 プライバシー保護要求と個人特性の関係

本節では、個人特性とオブジェクトごとのプライバシー

保護要求を紐付けて検討する。はじめに、合計5つのBIG5の各指標に関して、その個人特性スコアが+0.5シグマ以上の回答者と-0.5シグマ以下の回答者を抽出し、各個人特性スコアが高い群と低い群を作成した。なお、各群は平均して85名程度が属しており、ほとんどが80~90名の範囲に収まっていた。ここで、個人特性スコアが高い群と低い群に対して、各オブジェクトのプライバシー保護要求スコアを比較し、有意な差があるかどうかを検証する。本検証では、比較対象がサンプルサイズが異なる点、データの正規性が無い点等を考慮して、マン・ホイットニーのU検定を利用した。表3に、オブジェクトごとのU検定の結果を示す。表では、各オブジェクト・各個人特性においてp値が0.05以下の場合のみのオブジェクト名・数値を記載している。また表中の符号は、個人特性とオブジェクトのスコアが正の関係か負の関係を示している。具体的には、ステップ1の「シンク」は外向性の大小で保護要求スコアに有意な関係が存在しているが、マイナス符号が表示されているため、外向性が高いほど「シンク」を隠したがる傾向にあるといえる。

表より、外向性が高い人物は、ステップ1では1オブジェクト、ステップ2では4オブジェクト、ステップ3では4オブジェクトを映したくないと考えることが読み取れる。これは、外向性が高い人物は一般にコミュニケーションを重視する傾向にあるため、映しても映さなくても良いと考えるオブジェクトや綺麗でないオブジェクトは、自身の体裁やイメージを保つために映したくないと感じることから、このような結果が得られたのではないかと考えられる。

協調性に関して、有意に差が出ている半分以上のオブジェクトがステップ特有オブジェクトであるが、これらはステップの説明に欠かせないオブジェクトであり、今回のユースケースの一例である料理教室を実施する上で重要なオブジェクトであるといえる。すなわち、協調性が高い人物は、料理教室のコンテキストに沿って利用されるオブジェクトについては、他者が期待するであろう高い共有レベルを設定しているのではないかと考えられる。

神経症傾向が高い人物は、全てのステップにおいて自身の顔や体・手元を映したくないと考える傾向があり、p値も低いことから、その度合も強いことが読み取れる。さらに、マイナスの符号が現れるオブジェクト数も11個と最も多い。このことから、神経質な人物は自身の外見を必要以上に気にしてしまう傾向にあり、その他の人物よりもプライバシー保護要求が高いのではないかと考えられる。

6. まとめと今後の展望

本研究では、将来的に普及するであろう空間共有システムの利用時における、利用者のプライバシー保護要求に関する検討を行った。具体的には、料理教室のシチュエー

表 3 オブジェクトごとの U 検定の結果

		開放性	誠実性	外向性	協調性	神経症傾向
ステップ1	あなたの体	-	-	-	-	-, 0.0242*
	あなたの顔	-	-	-	-	-, 0.0018**
	シンク	-	-	-, 0.0341*	-	-
	電子レンジ	-	-	-	+, 0.0254*	-
ステップ2	あなたの体	-	-	-	-	-, 0.0240*
	あなたの手元	-	-	-	-	-, 0.0098**
	あなたの顔	-	-	-	-	-, 0.0095**
	ふた	-	-	-, 0.0109*	-	-
	まな板	-	-	-, 0.0159*	-	-
	コンセント	-	+, 0.0194*	-	-	-
	ハンドソープ	-	-	-, 0.0439*	-	-
	リモコン	-	-	-	-	-, 0.0234*
	包丁	-	-	-	+, 0.0219*	-
	料理	-	-	-	+, 0.0163*	-
輪ゴム	-	-	-, 0.0371*	-	-	
ステップ3	あなたの体	-	-	-	-	-, 0.0408*
	あなたの手元	-	-	-	-	-, 0.0036**
	あなたの顔	-	-	-	-	-, 0.0027**
	カメラ	-	-	-, 0.0371*	-	-
	テーブル	-	-	-, 0.0288*	-	-
	ハサミ	-	-	-, 0.0276*	-	-
	ハンドソープ	-	-	-, 0.0159*	-	+, 0.0247*
	リモコン	-	-	-	-	-, 0.0484*
	冷蔵庫	-	-	-	+, 0.0226*	-
	完成した食事	-	-	-	+, 0.0397*	-
食器棚	-	-	-	-	-, 0.0261*	

* : p value < .05, ** : p value < .01

ションにおいて3つのシーンを定義し、そのイメージ映像を制作した。さらに、各シーンにおいて、クラウドソーシングを通じて300名のクラウドワーカーに対して、イメージ映像中のオブジェクトを隠したいと思うかどうかをアンケートで回答して頂いた。分析の結果、性格に関係なく一般的に隠したいと思われるオブジェクトの存在や、シーンごとにその意識が変化するオブジェクトが存在することが明らかとなった。さらに、個人特性であるBIG5スコアとプライバシー保護要求スコアを紐付けて分析した結果、外向性や協調性、神経症傾向の大小に応じた保護要求スコアの変化が明らかとなった。

将来的には、これらの知見を定量化・ルール化し、空間共有システムのプライバシーレベル推定モデルを構築する際の初期モデルとすることで、広く受け入れられる空間プライバシーフィルタリングシステムの構築を目指す。

謝辞 本研究の成果はNICT 課題222「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」の支援によるものです。

参考文献

- [1] 天野辰哉, 水本旭洋, 山口弘純, 松田裕貴, 藤本まなと, 諏訪博彦, 安本慶一, 中村優吾, 田上敦士. 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の設計開発. 第29回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 (DPSWS '21), pp. 129–138, 2021.
- [2] Leysia Palen and Paul Dourish. Unpacking "privacy" for a networked world. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 129–136, 2003.
- [3] Yaxing Yao, Justin Reed Basdeo, Oriana Rosata McDonough, and Yang Wang. Privacy perceptions and designs of bystanders in smart homes. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Vol. 3, No. CSCW, pp. 1–24, 2019.
- [4] M Vijay Venkatesh, Jian Zhao, Larry Proffitt, and S Cheung Sen-ching. Audio-visual privacy protection for video conference. In *2009 IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pp. 1574–1575. IEEE, 2009.
- [5] Junjue Wang, Brandon Amos, Anupam Das, Padmanabhan Pillai, Norman Sadeh, and Mahadev Satyanarayanan. A scalable and privacy-aware iot service for live video analytics. In *Proceedings of the 8th ACM on Multimedia Systems Conference*, pp. 38–49, 2017.
- [6] Julian Steil, Marion Koelle, Wilko Heuten, Susanne Boll, and Andreas Bulling. Privaceye: privacy-preserving

- head-mounted eye tracking using egocentric scene image and eye movement features. In *Proceedings of the 11th ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, pp. 1–10, 2019.
- [7] Anna Cinzia Squicciarini, Mohamed Shehab, and Federica Paci. Collective privacy management in social networks. In *Proceedings of the 18th international conference on World wide web*, pp. 521–530, 2009.
- [8] Yifang Li, Nishant Vishwamitra, Hongxin Hu, Bart P Knijnenburg, and Kelly Caine. Effectiveness and users' experience of face blurring as a privacy protection for sharing photos via online social networks. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 61, pp. 803–807. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2017.
- [9] Robert R McCrae and Paul T Costa. Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 52, No. 1, p. 81, 1987.
- [10] Danny Azucar, Davide Marengo, and Michele Settanni. Predicting the big 5 personality traits from digital footprints on social media: A meta-analysis. *Personality and individual differences*, Vol. 124, pp. 150–159, 2018.
- [11] Byron D Hughes, Jennifer A Perone, Claire B Cummins, Christian Sommerhalder, Douglas S Tyler, Kanika A Bowen-Jallow, and Ravi S Radhakrishnan. Personality testing may identify applicants who will become successful in general surgery residency. *Journal of Surgical Research*, Vol. 233, pp. 240–248, 2019.
- [12] Wu Youyou, Michal Kosinski, and David Stillwell. Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 112, No. 4, pp. 1036–1040, 2015.
- [13] Honghao Wei, Fuzheng Zhang, Nicholas Jing Yuan, Chuan Cao, Hao Fu, Xing Xie, Yong Rui, and Wei-Ying Ma. Beyond the words: Predicting user personality from heterogeneous information. In *Proceedings of the tenth ACM international conference on web search and data mining*, pp. 305–314, 2017.
- [14] 並川努, 谷伊織, 脇田貴文, 熊谷龍一, 中根愛, 野口裕之. Big five 尺度短縮版の開発と信頼性と妥当性の検討. *心理学研究*, Vol. 83, No. 2, pp. 91–99, 2012.