

SAMに基づく散らかり度の時系列的な定量評価と 生体センサデータ総合管理システムの検討

○服部峻（滋賀県立大学） 左官萌美（SAMOE） 高原まどか（龍谷大学）

A Comprehensive Management System between Biosensor Information and SAM-based Degree of Hoarding Clutter in Anywhere to be Time-Sequentially Monitored with Only One Ordinary Camera

*S. Hattori (The University of Shiga Prefecture), M. Sakan (SAMOE),
and M. Takahara (Ryukoku University)

Abstract— This paper conducts a study for developing a novel SAM-HOA (SAM-based degree of HOarding clutter in Anywhere) to be time-sequentially monitored with only one camera, and some experiments to validate the proposed metric. In addition, this paper also conducts a study for developing a comprehensive management system for a user with/out her/his family member(s) and pet animal(s) between her/his biosensor information and each degree of hoarding clutter for her/his personal room and/or shared room as her/his domestic behaviors. In the future, the proposed system would reveal new findings about relationships between SAM-HOA and biosensor information (e.g., quality of sleep, daytime activity), its subjects (e.g., family members, pet animals) or contexts (e.g., day of week, events).

Key Words: Hoarding Clutter, Order-Disorder, Image Segmentation, Biosensor Informatics, Smart Homes, Secure Spaces, Boundary and Relationality Perspective Systemics, Decluttering, Domestic Bringing-up

1 はじめに

居住空間の散らかりを片付けるのが苦手な者は大人にも数多くおり、特に独居の高齢者による、いわゆる「ごみ屋敷^{1, 2)}」など、社会問題化している³⁾。子供たちの自宅学習や大人たちの在宅勤務におけるパフォーマンス（集中力など）から、ウェルビーイングにも広範に悪影響を及ぼし得る^{4, 5, 6)}。肉体的・精神的に疲労していくと、片付けるのが億劫になり、居住空間の散らかりがさらに増していき、負のスパイラルへと陥りかねない。

また、居住空間は、個室の他、個人で全てを専有できる場合だけでなく、居間や台所など、家族や仲間と共有する必要がある場合もある。後者の場合、「散らかり」も共有されることになるため、家事でモメない部屋づくり、チームとして部屋の維持・管理を行っていくことが重要である^{7, 8, 9)}。特に子育て家庭は、専業・共働きを問わず、時間や気持ちに余裕が無く生活している場合も多い。小さな子供を育児していると、また、複数の子供がいると猶更である。自分自身の子供であっても、他者による共有空間の散らかしは、パパやママの小さなイライラの蓄積などへと繋がっていつてしまうかもしれない。

これらの問題に対して、家事代行サービスや、自動お掃除ロボットなどのテクノロジーによる助力も解決方法の一つである。片付けにおける先延ばし行動を軽減させるため妨害通知を用いてきっかけを作り、片付けの習慣化を促すシステム¹⁰⁾など、様々な知的システムも提案されている^{11, 12)}。

本研究では、どんな空間でも1台のRGBカメラで時系列的に定量評価できる散らかり度と、ウェアラブルな生体センサなどの生体データ群との、総合管理システムを構築し、あるユーザに対して、散らかり度と、そのユーザのQoS (Quality of Sleep) や日中のアクティビティといった多種多様な生体センサデータとの間の

関係に関する新たな知見を明らかにすることを目指している。そのユーザ自身の散らかりの原因だけでなく、家族や仲間、ペットと共有する空間における「犯人」が突き止められる可能性もある。スマートだけでなく、よりセキュアな（安心安全な）居住空間へと、Secure Smart Homesの実現へと近付くと考える¹³⁾。

そのため、まず本稿では、SAM (Segment Anything Model)¹⁴⁾を活用し、どんな空間（部屋）でも1台のRGBカメラで時系列的に監視できる、SAMに基づく散らかり度SAM-HOA (SAM-based degree of HOarding clutter in Anywhere)の定量評価手法を検討し、評価実験で検証する。SAMとは、入力画像に対して何でも（どんなオブジェクトでも）セグメンテーションしてくれる、プロンプタブルなモデルであり、任意のプロンプト入力からオブジェクトを特定し、有効なセグメンテーションマスクも生成できる。加えて本稿では、あるユーザが専有する個室だけでなく、そのユーザの家族や仲間、ペットと共有する居間や台所ごとのSAM-HOA群、及び、ウェアラブルな生体センサなどの多種多様な生体データとの総合管理システムの構築に向けた検討を行う。適時適切、個々人に合った介入も目指す。

2 関連研究

アメリカでは居住空間の散らかり度合いを把握し、それにより客観的・体系的なスクリーニングを行って心理的・福祉的な支援へと繋げるための評価尺度として、「CIR (Clutter Image Rating)^{21, 22, 23)}」が整備されており、臨床と研究で汎用されている。また日本でも、CIR日本語版²⁴⁾が検討されている。CIRは、居住空間の内、台所、寝室、居間の3種類の部屋について、それぞれ散らかり度合いの異なる9つの写真（1=least clutteredから、9=most clutteredまで）があり、自宅の現状に最も近い写真を選んでもらうものであり、平均得点として定量評価される。平均得点が4.0以上で

あると、臨床的に注意が必要とされる。また、「散らかり」「入手」「捨てられない」という3つの下位尺度によって構成されるSI-R (Saving Inventory-Revised) との関連も調査されており、これらの中ではSI-Rの散らかり下位尺度と、より強い相関が認められている。

二瓶ら^{25, 26)}らは、3D スキャナを用いて居住空間を3次元点群データ化し、点群データを2値化した上で各高さにおける水平投影図を作成し、散らかり度合いを定量評価する手法を提案している。空間面積に占めるモノの占有面積の割合である「モノの量 (AoG; Amount of Goods)」と、エッジ検出とHough変換による総エッジ長に占める壁面とのなす角の小さい直線の長さに基づく「モノの整理整頓度合い (Dis/Order; Order-Disorder)」という2軸により評価する。また、これらの評価尺度と要介護度との間に関連があることや、ストレスとの関係については個人差が存在することなども調査されている。さらに、莫ら^{27, 28)}は、LiDAR センサを用いて散らかり度合いを定量評価したり、自己管理ツールの開発も行ったりしている。

磯野ら²⁹⁾は、RGB-D カメラを用いて作業デスク環境の乱雑さを定量評価し、その値に応じて整理整頓を促すシステムを提案している。乱雑さに関する特徴量として、RGB 画像から算出するCanny エッジ面積と、整理整頓されたデフォルトの距離 (Depth; 深度) 画像とのSAD (Sum of Absolute Difference) に基づき算出される距離差分とを使用している。ロジスティック回帰によって、これら2つの特徴量を統合し、乱雑さの判定を行っている。同様に、藤友¹⁰⁾は、Azure Kinect DK を用いて、整理整頓されたデフォルトの深度画像との差分により、評価基準の閾値によって机上の状態判定を「散らかっている」「散らかっていないが片付けが必要」「綺麗」の3段階で行っている。その判定結果に応じて、片付けの先延ばし行動を軽減させるための照明や音による妨害通知を発し、きっかけを強く作り、片付けの習慣化を促すシステムも提案している。

本研究で提案する、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA は、これらの既存研究と比べて以下のような優位性を有する。

- CIR は、ユーザ自身にアンケート調査に回答してもらう必要があり、主観的な評価である。一方で、SAM-HOA は、客観的な評価であり、かつ、定期的、あるいは、時間点過程 (Time Point Process)^{30, 31, 32)}としても定量評価でき、時系列データを得ることができる。
- 二瓶ら^{25, 26, 27, 28)}のAoGやDis/Orderなどの客観的な定量評価には、3D スキャナやLiDAR センサが必要であり、磯野ら²⁹⁾の手法でも、RGB-D カメラが必要である。一方で、SAM-HOA は、Web カメラなど、一般的なRGB カメラ1台をモニタリングしたい空間 (部屋) 毎に設置するだけで良く、あるユーザが専有する個室 (寝室) に1台、そのユーザの家族と共有する居間や台所に1台ずつなど、低コストで柔軟な設計を行い易い。また、磯野らや藤友の手法のように、整理整頓されたデフォルトの画像を差分算出のために設定する必要もなく、時系列的なデータとしてトラッキングする。

- 莫らの手法のように、散らかり度合いを自己管理できるツールや、藤友の手法のように、散らかり度合いに応じて妨害通知といった何らかの刺激で介入 (intervention) できるシステムは存在するが、生体センサデータとも総合的に管理し、それらの時系列的な変化に応じて何らかの刺激で介入できるシステムの検討は見当たらない。

3 SAM-HOA と生体センサデータ総合管理システム SAM-HOACS の検討

本章では、あるユーザに対して、そのユーザが専有する個室だけでなく、家族や仲間、ペットと共有する居間や台所など、どんな空間でも1台のRGB カメラで時系列的に定量評価できる散らかり度として、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA (SAM-based degree of HOarding clutter in Anywhere) と、そのユーザのQoS (Quality of Sleep) や日中のアクティビティといったウェアラブルな生体センサなどの多種多様な生体データ群との、総合管理システムの構築に向けた検討を行う。Fig. 1 のように、以下のような機能が必要である。

1. 散らかり度 SAM-HOA の時系列的なモニタリング
2. ウォッチ型やリング型など、ウェアラブルな生体センサによる時系列的なモニタリング
3. ある閾値を超えるなどの条件を満たした散らかり度 SAM-HOA の原因 (「犯人など」) の推定
4. 時系列データ間の相関分析による原因の推定
5. アラート通知やビリビリ刺激³³⁾など、散らかり度だけでなく、その原因にも応じた介入

例えば、散らかり度 SAM-HOA の値がある閾値を超えるなどの条件を満たした場合、その時刻の直近のカメラ画像に対して、SAM や YOLO11³⁴⁾ などに基づき一般物体検出し、サブジェクト (「犯人」) 候補をピックアップする。さらに、事前に登録されたラベル付き画像群を用いて特定物体検出 (分類) を行い、条件を満たした散らかり度のサブジェクトを推定する。一方で、時系列的な生体センサデータとの相関も調査する。その上で、原因 (「犯人」など) を推定し、その推定結果と散らかり度に応じた介入を実施する。特定の家族が原因の場合、その特定の家族だけにアラート通知を発信した方が良いかもしれない。その際、そのユーザの生体センサデータやコンテキスト (曜日やイベントなど) との相関があれば、それにも触れ、必ずしも個人 (IDentity) という属性だけを原因とはしないようにする³⁵⁾。ペットが原因あるいはサブジェクト無しの場合、その居住空間のチームである家族全員にアラート通知を発信する。ユーザ個々人のデバイスを介した個別的なインタラクションだけでなく、AI スピーカーなどを介した共有的なインタラクションも考えられる³⁶⁾。

加えて、その散らかりを改善し、片付けを習慣化するためのパーソナライズされたアドバイスも添えたり、散らかりの原因として介入を実施する際のコンテキスト、タイミングや場所、周辺にいる家族やオブジェクト群などにも注意する必要がある。介入時の生体センサデータの変化なども鑑みること、片付けの自主的なやる気を引き出す、より効果的な介入へと繋げていく。

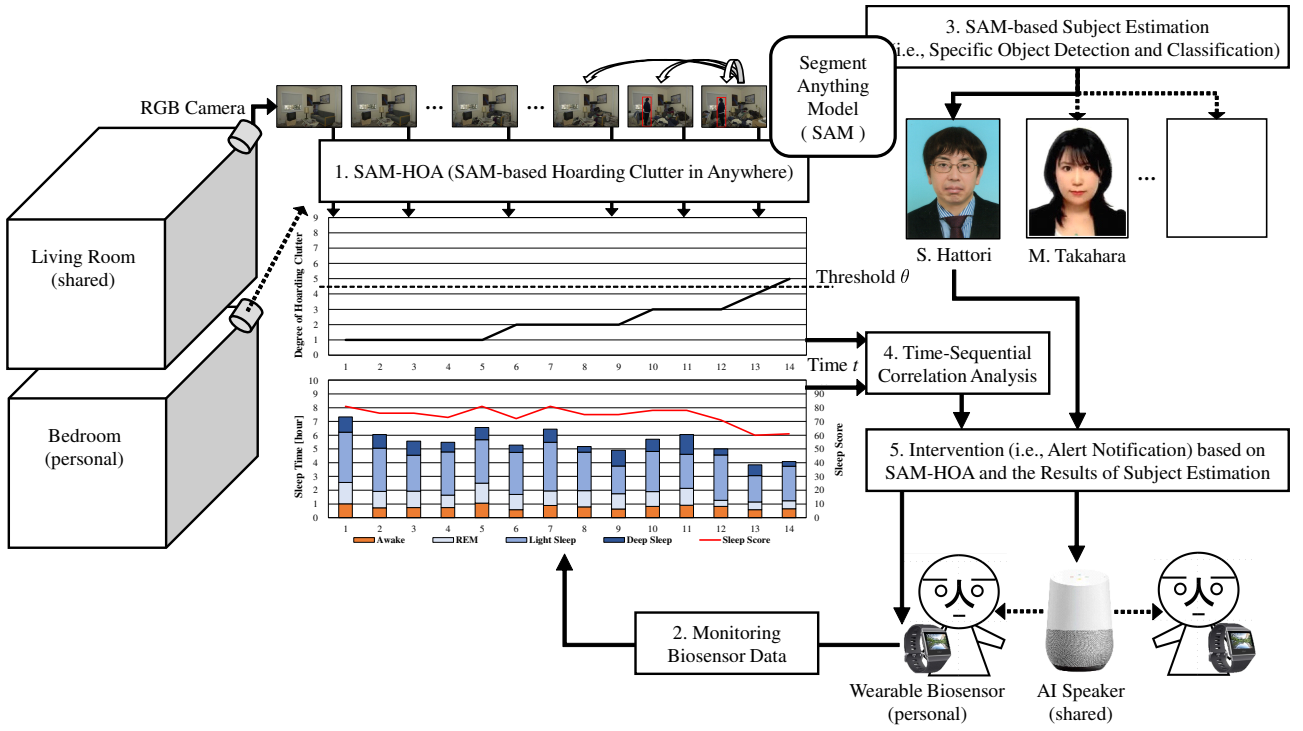


Fig. 1: An overview of the proposed SAM-HOACS, that is a Comprehensive management System for a user with her/his family member(s) between her/his biosensor information and each SAM-HOA (SAM-based degree of HOArding clutter) for her/his personal bedroom and shared living room as her/his domestic behaviors.

4 SAMに基づく散らかり度 SAM-HOA

本章では, Meta AI Research が研究開発した SAM (Segment Anything Model) ^{14, 15, 16, 17, 18, 19} を活用し, どんな空間 (部屋) でも 1 台の RGB カメラで時系列的にモニターできる, SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA (SAM-based degree of HOArding clutter in Anywhere) の定量評価手法を提案する. SAM とは, 入力画像に対して何でも (どんなオブジェクトでも) セグメンテーションしてくれる, プロンプタブルなモデルであり, 任意のプロンプト入力からオブジェクトを特定し, 有効なセグメンテーションマスクも生成できる.

既存研究も鑑みるに, SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA は, RGB カメラを通して, 実世界 3D 空間を 2D に圧縮したモニター空間において, Fig. 2 のように, 以下に依る定義を検討する.

- どのくらいモノ (オブジェクト) で溢れているか: 入力画像を SAM に基づいてセグメンテーションした結果におけるセグメントの数によって
- それらがどのくらい整理整頓されているか: 元の入力画像に対してではなく, SAM に基づくセグメンテーション結果に対する Canny エッジや, その Hough 変換による集約によって

但し, 本稿では前者のみ実装し, 評価実験で検証する.

加えて, 空間ピラミッド ³⁷⁾ を採用し, セグメンテーション結果の画像全体, 画像を縦方向に 3 分割, 画像を 4 分割 (縦方向に 2 分割, 及び, 横方向に 2 分割) をハイブリッドすることも検討する. 全く同一の実世界 3D 空間に対する RGB カメラ画像であっても, その切り取り方で散らかり具合の印象は変化してしまうが, それを出来る限り抑制する為である.

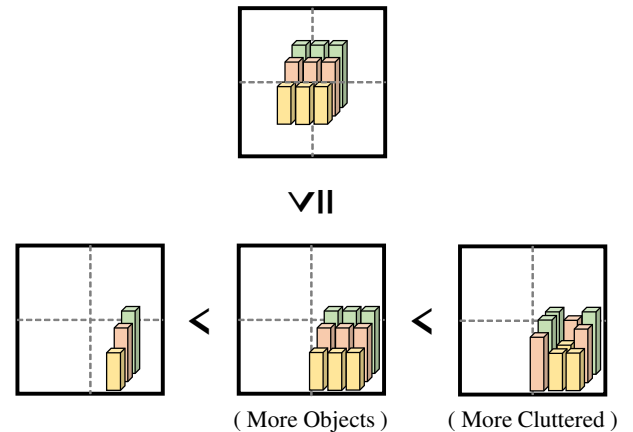


Fig. 2: Being more cluttered with more objects causes to increase SAM-based degree of HOArding clutter.

$$\begin{aligned} \text{SAM-HOA}(img) &:= (1 - \alpha - \beta) \cdot \#\text{Seg}(img.1) \\ &\quad + 3\alpha \cdot \text{avg}_{i \in [2,4]} \{\#\text{Seg}(img.i)\} \\ &\quad + 4\beta \cdot \text{avg}_{i \in [5,8]} \{\#\text{Seg}(img.i)\} \end{aligned}$$

但し, 関数 $\#\text{Seg}(img.i)$ は, モニター画像 img を入力とし, SAM に基づくセグメンテーション結果の内, 空間ピラミッド i に相当する領域に存在するセグメント数である. また, $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ は線形結合パラメータ (重み) であり, $0 \leq \alpha + \beta \leq 1$ も満たす. モニター画像全体である空間ピラミッド $i = 1$ のセグメント数の重みは $1 - \alpha - \beta$, 画像を縦方向に 3 分割した空間ピラミッド $i \in [2, 4]$ のセグメント数の平均の重みは α , 画像を縦・横方向 2 分割ずつした空間ピラミッド $i \in [5, 8]$ のセグメント数の平均の重みは β となる. 次章の評価実験においてパラメータ最適化を図る.

5 評価実験

本章では、SAM (Segment Anything Model) ^{?)} を活用し、どんな空間 (部屋) でも 1 台の RGB カメラで時系列的に監視できる、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA (SAM-based degree of HOarding clutter in Anywhere) の定量評価手法を評価実験で検証する。

5.1 データセット

- CIR-27: 居住空間の内、台所、寝室、居間の 3 種類の部屋について、それぞれ散らかり度合いの異なる 9 つの写真 (1=least cluttered から、9=most cluttered まで) を、CIR (Clutter Image Rating) ²¹⁾ から引用した 27 (= 9 · 3) 枚の画像群であり、真上ではなく横から撮影されたものである。
- AoG-2: 二瓶ら ^{25, 26)} の AoG や Dis/Order といった客観的な定量評価との比較のために文献から引用した 2 枚の画像群であり、模擬居室 (約 6 畳) を真上から撮影したものである。また、AoG や Dis/Order の値も文献から引用する。

これらの 29 枚の画像に対して、5 段階評価 (0=全く散らかっていないから、4=非常に散らかっているまで) によるアンケート調査 (予定所要時間は 3 分) を実施した。滋賀県立大学の学生、男性 27 名、女性 3 名から回答が得られ、メタデータの回答時間も参考にチェックした所、著しくノイジーな回答は見当たらなかった。尚、Microsoft Forms の選択肢による必須質問で作成し、29 枚の画像に対する質問群をランダムにシャッフルして被験者に呈示した。

5.2 検証方法

データセットの各画像に対して、提案手法の散らかり度 SAM-HOA に加えて、参考情報として、Canny エッジや、LMM (Large Multimodal Model) の 1 種である ChatGPT を用いた散らかり度も算出し、CIR の 9 段階評価や、本稿のアンケート調査による 5 段階評価 HSR (Human Subjects' Rating) との間の、ピアソンの相関係数やスピアマンの順位相関係数 ³⁸⁾、及び、その無相関検定 ^{39, 40)} で検証する。また、散らかり度 SAM-HOA の多種多様なパラメータを変化させ、最適化も図る。

5.3 検証結果

まず、データセット CIR-27 を用いて、モニター画像全体の空間ピラミッド $i = 1$ だけにに基づく散らかり度 SAM-HOA ($\alpha = \beta = 0$) と、CIR の 9 段階評価との散布図を描くと Fig. 3 となり、ピアソンの相関係数は 0.624 (p 値は $5.016 \cdot 10^{-4}$)、スピアマンの順位相関係数は 0.587 (p 値は $1.296 \cdot 10^{-3}$) となり、相関が認められた。一方、HSR の 5 段階評価との散布図を描くと Fig. 4 となり、ピアソンの相関係数は 0.756 (p 値は $5.209 \cdot 10^{-6}$)、スピアマンの順位相関係数は 0.615 (p 値は $6.426 \cdot 10^{-4}$) となり、相関が認められた。しかしながら、CIR でも HSR でも、Rating が高い範囲では、散らかり度 SAM-HOA はむしろ下がってしまっている。これは、散らかり度 SAM-HOA は、横からなど撮影した一方向からの 2D 情報しか活用できず、深度情報が無く、モノの重なりに弱いためである。それでも、CIR のカットオフ値の 4 を閾値とした 2 値分類には十分であると考えられる。加えて、単一のデータとしては

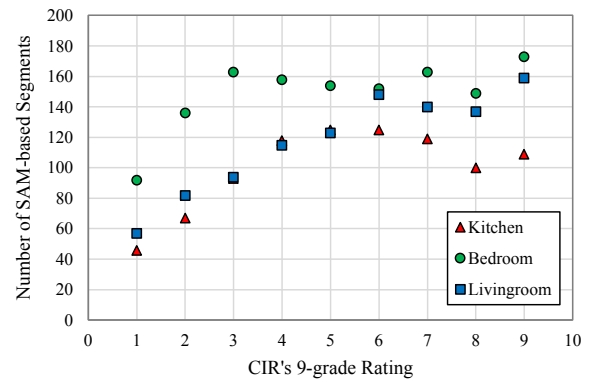


Fig. 3: Scatter plot between CIR's 9-grade rating and the simplest SAM-HOA ($\alpha = \beta = 0$).

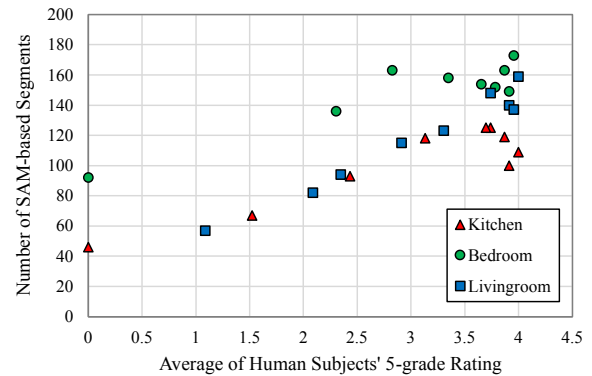


Fig. 4: Scatter plot between HSR's 5-grade rating and the simplest SAM-HOA ($\alpha = \beta = 0$).

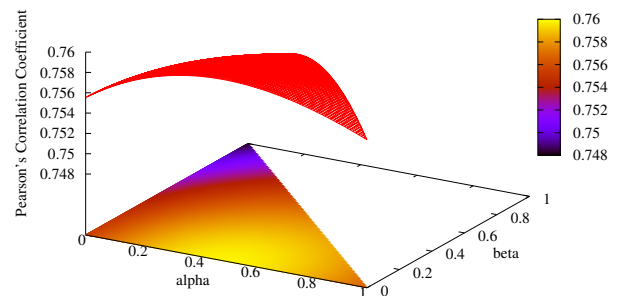


Fig. 5: Effects of parameters α and β on Pearson's Correlation Coefficient between HSR and SAM-HOA.

なく、時系列的なデータとしてトラッキングすることで、多値分類 (推定) も可能と考える。

次に、散らかり度 SAM-HOA のパラメータ α, β の最適化を図る。Fig. 5 は、HSR の 5 段階評価と散らかり度 SAM-HOA とのピアソンの相関係数に対する、パラメータ α, β の影響を調べている。 $\alpha = 0.4916$, $\beta = 0.000$ で最良値 0.760 を取っている。画像全体を 0.5084 と最も重視しており、次いで、モニター画像を縦方向に 3 分割する空間ピラミッドを 0.49 と重視している。これは、散らかり度 SAM-HOA は、横からなど撮影した一方向からの 2D 情報しか活用できない中、画像を縦方向に 3 分割する空間ピラミッドから、モノが積み重なった「高さ」の情報も得ているものと考えられる。一方

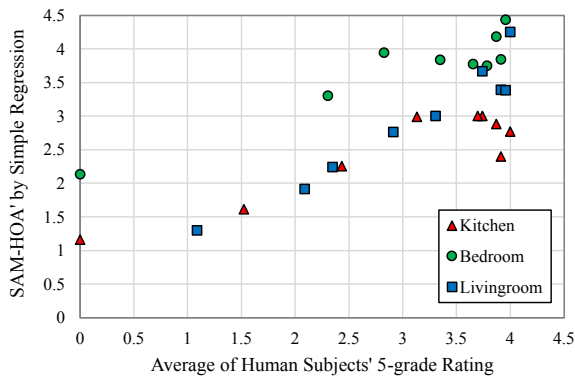


Fig. 6: Scatter plot between HSR's 5-grade rating and the improved SAM-HOA' ($\alpha = 0.4916$, $\beta = 0.0000$) by simple regression.

で、画像を縦・横方向 2 分割ずつした空間ピラミッドは 0.000 と無視されており、ハイブリッドすることの効果表れていない

最後に、パラメータ最適化の結果に基づき、単回帰直線によって散らかり度 SAM-HOA の式を修正すると以下の通りになり、Fig. 4 が Fig. 6 のようになる。

$$\text{SAM-HOA}'(\text{img}) := 0.0242 \cdot \text{SAM-HOA}(\text{img}) - 0.3422$$

入力画像としていくつかの具体例を挙げ、比較する。データセット CIR-27 の居間 1 及び居間 4 の入力画像に対しては、Fig. 7 や Fig. 8 のようになる。一方で、データセット AoG-2 を用いると、Fig. 9 や Fig. 10 のようになる。データセット AoG-2 は、模擬居室（約 6 畳）を真上から撮影したものであり、横から撮影したデータセット CIR-27 で最適化した散らかり度 SAM-HOA' ではあまり上手く定量評価できていない。

6 まとめと今後の研究課題

本稿では、どんな空間でも 1 台の RGB カメラによるモニター画像を入力として時系列的に定量評価できる、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA を提案した。加えて、ウェアラブルな生体センサなどの生体データ群との総合管理システム SAM-HOACS の構築に向けて検討も行った。評価実験の結果、散らかり度合いに関する被験者 30 名の 5 段階評価と SAM-HOA とのピアソンの相関係数は、0.756 から 0.760 へとパラメータ最適化によって改善し、強い相関が認められた。

今後の研究課題システムとしては、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA と生体センサデータ総合管理システム SAM-HOACS を構築し、多種多様な属性の被験者を集めて、評価実験を行う予定である。その際、どのくらいモノ（オブジェクト）で溢れているかだけでなく、モノの種類、必要不可欠か否か、足の踏み場が残っているか否かや、それらがどのくらい整理整頓されているかなども、SAM に基づく散らかり度 SAM-HOA として実装する。加えて、親子やカップルなど、ペアの被験者群の生体センサデータ（QoS (Quality of Sleep) や日中のアクティビティだけでなく、QoPS (Quality of Paired Sleeping)³⁶⁾ など）と、それらが共有する居住空間における SAM-HOA とのデータ総合管理環境



Fig. 7: SAM-HOA', HSR, and CIR for the input image "Livingroom 1" of the dataset CIR-27.



Fig. 8: SAM-HOA', HSR, and CIR for the input image "Livingroom 4" of the dataset CIR-27.

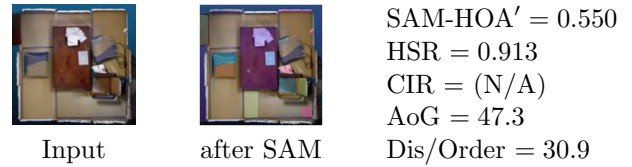


Fig. 9: SAM-HOA', AoG, and Dis/Order for the input image (a) of the dataset AoG-2.



Fig. 10: SAM-HOA', AoG, and Dis/Order for the input image (b) of the dataset AoG-2.

をデザインし、ある単一のユーザに対してのみでなく、ある複数のユーザ群に対して包括的に、散らかり度との間の関係に関する新たな知見を明らかにすることを目指す。最後に、これら多種多様な個人情報のプライバシーに配慮するセキュリティ技術も必要である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP24K06287 の助成を受けたものである。また、滋賀県立大学工学研究科電子システム工学専攻「マルチメディア情報処理論」（2024 年度）の履修学生にも、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 岸 恵美子: いわゆる「ごみ屋敷」の実態とその背景に潜むもの, 廃棄物資源循環学会誌, Vol.28, No.3, pp.194–199 (2017)
- 2) 井藤 佳恵: 1. 高齢者の精神疾患といわゆる「ごみ屋敷」, 日本老年医学会雑誌, Vol.60, No.3, pp.232–236 (2023)
- 3) 上山 明花, 橋本 創一, 山中 小枝子, 李 受真: 「片付けられない」と「捨てられない」の差異について, 東京学芸大学教育実践研究支援センター紀要, Vol.15, pp.15–22 (2019)
- 4) John Peponis, Sonit Bafna, Ritu Bajaj, Joyce Bromberg, Christine Congdon, Mahbub Rashid, Susan Warmels, Yan Zhang, and Craig Zimring: Designing Space to Support Knowledge Work, *Environment and Behavior*, Vol.39, Issue .6, pp.815–840 (2007)
- 5) Ricardo Mateo, Jose Roberto Hernández, Carmen Jaca, Szabolcs Blazsek: Effects of Tidy/Messy Work Environment on Human Accuracy, *Management Decision*, Vol.51, Issue 9, pp.1861–1877 (2013)

- 6) Cory-Ann Smarr, Shelby K. Long, Akanksha Prakash, Tracy L. Mitzner, and Wendy A. Rogers: Understanding Younger and Older Adults' Needs for Home Organization Support, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol.58, Issue 1, pp.150–154 (2014)
- 7) 三木智有: 家事でモめない部屋づくり, ディスカヴァー・トゥエンティワン (2020)
- 8) 米田まりな: 集中できないのは、部屋のせい。 , PHP 研究所 (2020)
- 9) 米田まりな: あの人にイライラするのは、部屋のせい。 , PHP 研究所 (2022)
- 10) 藤友 彩歌: 片付けにおける先延ばし行動を軽減させるための妨害通知を用いたきっかけ作りシステム, 北陸先端大学院大学 修士論文 (2023)
- 11) 伊藤 麻里, 矢入 健久: 部屋の片付けのための情報支援システムの提案, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集, 3E4-3 (2014)
- 12) 石崎 美弓, 清原 良三, 寺島 美昭: 物片付け支援システムのための片付け判定アルゴリズムの提案と評価, 情報処理学会 研究報告「高齢社会デザイン」, Vol.2021-AD-21, No.8, pp.1–6 (2021)
- 13) Shun Hattori, and Katsumi Tanaka: Towards Building Secure Smart Spaces for Information Security in the Physical World, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)*, Vol.11, No.8, pp.1023–1029 (2007).
- 14) Alexander Kirillov, Eric Mintun, Nikhila Ravi, Hanzi Mao, Chloe Rolland, Laura Gustafson, Tete Xiao, Spencer Whitehead, Alexander C. Berg, Wan-Yen Lo, Piotr Dollár, Ross Girshick: Segment Anything, arXiv:2304.02643 (2023)
- 15) Meta AI: Segment Anything, <https://segment-anything.com/> (last accessed on 3rd February 2025)
- 16) Ultralytics: SAM (Segment Anything Model) - Ultralytics YOLO Docs: <https://docs.ultralytics.com/ja/models/sam/> (last accessed on 28th January 2025)
- 17) Nikhila Ravi, Valentin Gabeur, Yuan-Ting Hu, Ronghang Hu, Chaitanya Ryali, Tengyu Ma, Haitham Khedr, Roman Rädle, Chloe Rolland, Laura Gustafson, Eric Mintun, Junting Pan, Kalyan Vasudev Alwala, Nicolas Carion, Chao-Yuan Wu, Ross Girshick, Piotr Dollár, Christoph Feichtenhofer: SAM 2: Segment Anything in Images and Videos, arXiv:2408.00714 (2024)
- 18) Meta: Segment Anything Model 2, <https://ai.meta.com/sam2/> (last accessed on 3rd February 2025)
- 19) facebookresearch:segment-anything, <https://github.com/facebookresearch/segment-anything> (last accessed on 3rd February 2025)
- 20) Randy O. Frost, Gail Steketee, Jessica Grisham: Measurement of Compulsive Hoarding: Saving Inventory-Revised, *Elsevier Behaviour Research and Therapy*, Vol.42, Issue 10, pp.1163–1182 (2004)
- 21) Randy O. Frost, Gail Steketee, David F. Tolin, and Stefanie Renaud: Development and Validation of the Clutter Image Rating, *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, Vol.30, pp.193–203 (2008)
- 22) Hoarding Disorders UK: Clutter Image Ratings, <https://hoardingdisordersuk.org/clutter-image-ratings/> (last accessed on 27th January 2025)
- 23) CGA Toolkit Plus: Clutter Image Rating scale (CIR), <https://www.cgakit.com/ho-1-cir-scale> (last accessed on 29th January 2025)
- 24) 堀内 聡, 川乗 賀也, 菅野 道生, 土屋 垣内: Clutter Image Rating (CIR) 日本語版の信頼性と妥当性に関する予備的検討, 日本認知・行動療法学会第 45 回大会, 一般演題ポスター P1-58, pp.261–262 (2019)
- 25) 二瓶 美里, 千島 大樹, 吉田 拓海, 鎌田 実: 部屋の散らかり度合いの定量評価からわかること, モバイル学会'18 研究論文集, pp.57–58 (2018)
- 26) 千島 大樹, 二瓶 美里, 鎌田 実: 居住空間の散らかり度合いとストレスの関係についての研究, 日本人間工学会第 59 回大会, Vol.54, 2G5-3 (2018)
- 27) 莫 欣燿, 吉田 拓海, 二瓶 美里: 散らかり度合いを定量化する住環境評価手法を用いた Hoarding Disorder 自己管理ツールの提案, LIFE'22, 3P1-D6, pp.147–149 (2022).
- 28) 莫 欣燿, 矢口 喜一, 小野 敬済, 二瓶 美里: LiDAR センサを用いた散らかり度合いを定量化する住環境評価手法の開発: 生活活動を阻害するモノの体積測定, 第 24 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 (SICE-SI'23), 2B3-05 (2023)
- 29) 磯野 正太郎, 田口 亮: RGB-D カメラを用いた作業デスクの整理整頓状況の定量評価, 情報処理学会第 86 回全国大会, 2T-04 (2024)
- 30) P. Fishman, and D. Snyder: The Statistical Analysis of Space-Time Point Processes, *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol.22, Issue 3, pp.257–274 (1976)
- 31) Efi Foufoula-Georgiou, Dennis P. Lettenmaier: Continuous-Time Versus Discrete-Time Point Process Models for Rainfall Occurrence Series, *Water Resources Research*, Vol.22, Issue4, pp.531–542 (1986)
- 32) Peter Diggle, and Edith Gabriel: Spatio-Temporal Point Processes, *Handbook of Spatial Statistics*, Alan E. Gelfand, Peter J. Diggle, Monsterrat Fuentes, and Peter Guttorp (Eds.), pp.449–462, CRC Press (2010)
- 33) ビリビリグッズオフィシャルサイト:【公式】ビリビリグッズの安全性・危険性について, <https://xn--qdkazeb.com/?mode=f1> (last accessed on 29th January 2025)
- 34) Ultralytics: YOLO11 NEW - Ultralytics YOLO Docs, <https://docs.ultralytics.com/ja/models/yolo11/> (last accessed on 29th January 2025)
- 35) 香山リカ: 悪いのは私じゃない症候群, ベストセラーズ (2009)
- 36) Madoka Takahara, Ivan Tanev, Katsunori Shimohara, Satoko Yoshida, and Shun Hattori: Towards Support Systems for Better Sleep Adapted to Not Single but Paired Users: A User Study in Home Nursing Care on Effects of Daughter AI's Speaking to Husband and Wife as HCI before/after Sleeping on Quality of Sleep, *Trends in Telemedicine and E-health* (2025).
- 37) 川崎 洋, 柳井 啓司, 佐川 立昌, 森山 剛, 古川 亮: レクチャー マルチメディア, pp.91–92, 数理工学社 (2022)
- 38) Charles Spearman: The Proof and Measurement of Association between Two Things, *The American Journal of Psychology*, Vol.15, No.1, pp.72–101 (1904)
- 39) Egon S. Pearson: The Test of Significance for the Correlation Coefficient, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.26, Issue 174, pp.128–134 (1931)
- 40) Egon S. Pearson: The Test of Significance for the Correlation Coefficient: Some Further Results, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.27, Issue 180, pp.424–426 (1932)
- 41) M. Ozan Tezcan, Janusz Konrad, and Jordana Muroff: Automatic Assessment of Hoarding Clutter from Images Using Convolutional Neural Networks, *Proceedings of the 2018 IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation (SSIAI'18)*, pp.1–4 (2018)