

# 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

## Quantitative Evaluation of Clutter of Working Desks using RGB-D Camera

磯野 正太郎 田口 亮  
名古屋工業大学 大学院工学研究科

### 1. はじめに

物理的な作業環境が従業員のパフォーマンスやウェルビーイングに影響を与えることが明らかになっており、多くの組織では作業環境の改善や維持管理に取り組んでいる。作業環境の維持管理の一つとして整理整頓がある。環境内に物品が散らかると従業員の集中力等に悪影響を与える[1]。Roster らの調査より、当人の決断の先送り等の要因によって散らかりが発生するという示唆がなされており[2]、整理整頓の維持には本人の習慣化の努力だけでなく、上司や同僚などの第三者による働きかけが重要である。

本研究では RGB-D カメラを用いて作業環境の乱雑さを定量評価し、評価値に応じて使用者に整理整頓を促すシステムの実現を目指している。システムの概要を図 1 に示す。これにより使用者の先送りの判断を矯正し、整理整頓の習慣化を促進すると考えられる。また本システムを組織のマネージャーが利用することで、職場環境の管理や整理整頓の指示を容易にすることを目的としている。本論文では距離画像、RGB 画像のそれぞれから得られた特徴量の有効性を評価する。

### 2. 提案手法

乱雑さに関する特徴量として、距離画像から算出される距離差分と RGB 画像から算出するエッジ面積を利用する。

距離差分は次の手順で算出する。まず事前にデスクを作業員にとって「最も綺麗だと感じる状態」に整理整頓してもらい、その状態の距離画像を基準として保存する。そして計測対象として再度デスクの距離画像を取得する。その後、デスク範囲において両距離画像の SAD (Sum of Absolute Difference, 差の絶対値の総和) を算出する。この特徴量は、基準の状態から新たに追加される物品の体積に応じて増加する。

エッジ面積は次の手順で算出する。まず計測対象

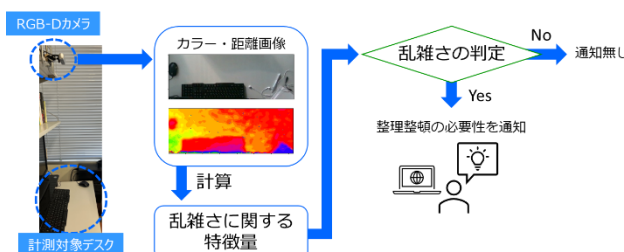


図1 提案システムの概要

のデスクの RGB 画像を取得する。次に、デスクの範囲で画像を切り取り、グレースケール画像に変換した後、Canny 法によりエッジ検出を行う。最後にエッジの面積を算出する。この特徴量は撮影画面に映る物品が多いほど増加する。

両特徴量を元に乱雑さの判定を行う。判定には、ロジスティック回帰を用いる。

### 3. 実験

#### 3.1 実験条件

はじめに、作業デスクの乱雑状況のデータを収集した。RGB-D カメラは Intel 社の RealSense D455 を用い、作業デスクの上部に取り付けた。協力者は 2 名(20 代男性、それぞれ被験者 N, L とする)で、2023 年 10 月中旬から 11 月中旬の 1 ヶ月間、協力者の作業デスクを 9 時～18 時 30 分の間で 30 分に 1 回ずつ撮影した。

次に、評価に用いるデータを選別した。撮影したデータの内、デスク範囲内に手と頭が入っているものは除外し、作業前の 9 時付近のデータと、作業中の 15 時付近のデータをそれぞれ 27 個選出した。さらに実験者が主観的に乱雑だと感じたデータを 30 個選出した。結果的に全体で 167 個のデータを選出した。

また、各データの主観的な乱雑さを評価するためのアンケートを実施した。アンケートは「写真の環境を自分の仕事の机環境と想定」して 3 つの評価項目に 5 段階評価(「1:強くそう思わない」「5:強くそう思う」)で答えるように指示した。項目は「①仕事に集中しやすい」「②美しい」「③周囲の人から話しかけてもらえそうな環境である」とした。以上の項目は Elizabeth らが定義した物理的職場環境反応尺度[3]を参考にして作成した。アンケートの回答者は 8 名(全員 20 代男性、それぞれ A～H とする)である。

#### 3.2 実験 1: 主観評価値の妥当性の検証

表 1 より、評価項目の内②の美しさが最も平均、標準偏差が大きく、有意差も認められる。よって以降は美しさのみを乱雑さの主な主観評価値として扱う。

次に表 2 に着目する。9 時は作業前、15 時は作業中なので、15 時のほうが比較的乱雑であることが期待される。被験者 L は  $P < 0.01$  で差が認められたが、被験者 N では有意な差が認められなかった。このことから、被験者 N のデータは綺麗さの変化が少なかったと言える。よって以降の検証のデータは、「(1)L データのみ」「(2)N+L データ」に限定する。最後に、表 3 より、回答者 E, F, G は他の回答者とは傾向が異なる事がわかる。そこで以降の検証は E, F, G を除いた主観評価値を用いる。

表1 被験者 N, L の主観評価の平均, 標準偏差および N, L 間の有意差検定結果

項目	N		L		検定	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	検定法	P 値
①	3.7	0.37	2.99	0.55	Welch	1.08E-17
②	3.28	0.43	2.55	0.63	Welch	3.18E-15
③	3.8	0.25	3.35	0.4	Welch	1.04E-14

表2 9時, 15時間の主観評価の平均, 標準偏差, および有意差検定結果

名前	9時		15時		検定	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	検定法	P 値
N	3.42	0.40	3.39	0.43	Student	0.81
L	2.99	0.44	2.54	0.60	Student	0.003

表3 回答者間の相関係数が0.4以下となった人数

	A	B	C	D	E	F	G	H
人数	1	2	1	2	4	6	3	1

### 3.3 実験2:線形回帰分析

距離差分またはエッジ面積を説明変数, 人の主観評価値を目的変数とした単回帰分析を行った. 表4より, 距離差分よりもエッジ面積を使用した方が回帰の性能が高いことが確認できる.

次に, 距離差分とエッジ面積を両方とも用いて重回帰分析を行う. 表5より, VIFは5付近と高い値だが, 図2, 3より, これは距離差分がよく反応する「大きな体積」の物品がデスクに入ったデータが少なかったために多くのデータがエッジ面積と同じ様に値が上下しているためだと考えられる. 次に, 自由度調整済み決定係数が0.5程度あることから, データは回帰面を軸として十分に相関していると言える. 最後に標準化回帰係数より, いずれのパターンでもエッジ面積のほうが絶対値が高い. しかし VIFでの結果考察において, depthの特徴量がよく出るデータが少ないことが示唆されているため, そのようなデータが増えれば, depthの重要性が上がり推察される.

表4 各特徴量と主観評価値の単回帰分析の決定係数

	距離差分	エッジ面積
(1)Lのみ	0.114	0.520
(2)N+L	0.225	0.540

### 3.4 実験3:ロジスティック回帰による2値分類

提案システムでは, 2つの特徴量を説明変数としたロジスティック回帰を用いて乱雑であるか否かの2値分類を行い, 乱雑であると判定された場合にアラートを出す. 全データの主観評価値が3未満を「乱雑である」, 3以上を乱雑でないとラベル付けし, ロジスティック回帰で分類した. 訓練・テストデータの分割割合は6:4とした. ここでシステムの誤判定の最低限の品質を1ヶ月に1回と設定すると, 20回の判定の内1回間違える程度となり, 必要な精度は95%と考えることができる. 表6, 7よりLのみのPrecisionは89%, Recallは85%, N+LではPrecisionは80%, Recallは74%となり, 十分な精度とは言えない. また, Recallの数値が低いので, この

表5 特徴量と主観評価値の重回帰分析結果

	VIF	自由度調整済み決定係数	標準化回帰係数 距離差分	エッジ面積
(1)Lのみ	5.08	0.54	-0.18	-0.68
(2)N+L	6.55	0.56	-0.19	-0.65

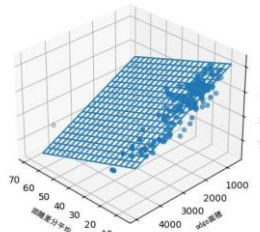


図2 N+Lにおける特徴量と評価値の散布図と重回帰面



図3 距離差分68.87と算出されたRGB画像

表6 分類予測の各統計量

	accuracy	precision	recall
(1)Lのみ	0.86	0.89	0.85
(2)N+L	0.86	0.8	0.74

表7 Lのみ(左)とN+L(右)の混合行列

	Lのみ(左)		N+L(右)	
	0	1	0	1
0	32	5	103	10
1	7	39	14	40

※行:実際, 列:予測, 0:乱雑でない, 1:乱雑である

システムは汚いものを放置することが比較的発生しやすいシステムだと推察される. よって, 提案システムを運用するためには, 今回用いた特徴量の修正と追加が必要だと考えられる.

## 4. まとめ

本稿では, 2種の乱雑さに関する特徴量を評価した. 今後は特徴量の修正と追加を行いたい.

## 参考文献

- [1] S. Bafna, et al.: “Designing Space to Support Knowledge Work”, Environment and Behavior, vol.39, Issue 6, pp.815-840 (2007).
- [2] Catherine A. Roster, Joseph R. Ferrari: “Does Work Stress Lead to Office Clutter, and How? Mediating Influences of Emotional Exhaustion and Indecision”, Environment and Behavior, vol.52, Issue 9, (2020).
- [3] E. J. Sander: “Psychological Perceptions Matter: Developing the Reactions to the Physical Work Environment Scale.”, Building and Environment, vol.148, pp.338-347, (2019).