世界の幸せをカタチにする。
Creating Peace & Happiness for the World
Musashino University
武蔵野大学 学術機関リポジトリ
Musashino University Academic Institutional Repository

無人化建築を目指したカメラ画像データの活用法に関する研究

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2020-07-22
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 金, 政秀
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1286

無人化建築を目指したカメラ画像データの活用法に関する研究

Study on utilization of camera data for the automated architecture.

金　政秀[*1]
KIM Jeongsoo[*1]

無人化　　AI カメラ　　集中/非集中

1. はじめに

1.1. 研究の背景と目的　厚生労働省 [1)]によると 2018 年度の有効求人倍率は、1.61%と 2009 年から右肩上がりで上昇している。総務省 [2)]によると 2018 年度の完全失業率が年平均で、2.4%と 8 年連続で低下している。　AI(人工知能)はディープラーニングの登場から今日まで、著しい発展を遂げ、近年では画像認識の技術が日常生活に無くてはならない存在となりつつある。このような背景の中、無人化施設が近年増加し人工知能による最適化される場面が増加している。本研究では、研修施設における無人化建築を目指し、カメラと AI アルゴリズムを用いて、画像データの活用法を見つけることを研究目的とする。

1.2.「無人化建築」の定義

本研究では、AI カメラを用いる事で、「維持管理」と「知的生産性」を同時に向上させることを、無人化建築と定義する（図 1 参照）。

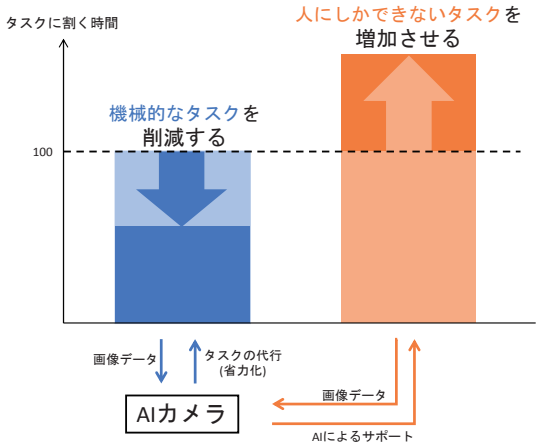

図 1.　無人化建築の定義

1.3 研究の流れ

カメラに人工知能を搭載し、建物維持管理者側には管理業務の省力化、建物利用者には知的生産性の向上を望める活用法を検討し、AI カメラと定点カメラからの映像によってそれを実現する。

2. AI カメラによる画像データ活用法の概要

2.1. 建物維持管理側 (照明不点検知 AI)

竹倉ら [3)]によると、ビルメンテナンスの主な業務であるクレーム対応の情報をデータベース化したところ、発生原因は照明不点が電気設備の 3 割を占め、年間を通して 4,778 回の交換作業を行っていて、作業時間にして約 612 時間である。AI カメラを用いる事によって照明不点を感知できれば、クレーム件数が減り作業がスムーズに行える。また目視巡回を削減することも可能である。

実装した照明不点検知 AI カメラは、畳み込み層 2 層の CNN（畳み込みニューラルネットワーク）という機械学習法を用いる。大学内のある教室に設置されていた照明を撮影し、AI の学習・精度検証を行った。図 2 にその概要を示す

2.2 建物利用者側での活用（集中度推定システムと環境操作による聴講者の知的生産性の向上）

本研究では、島田ら [4)]が講義聴講者の上半身を検出し、聴講者の集中度を推定している論文を参考に、集中度を推定し、環境操作により研修施設における建物利用者の知的生産性の向上を図る。

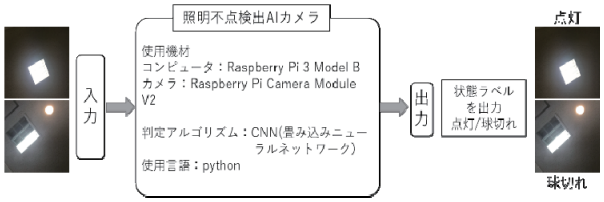

図 2.　照明不点検知 AI の概要

1)集中度推定システムの概要　このシステムは、定点カメラの映像から、聴講者を検出する検出部と聴講者の状態を推定する推定部を経て結果が出力される構造となっている。状態推定部は、入力層、3 層の畳み込み層、出力層で構成される CNN という機械学習方で学習したモデルを用いる。入力データは、撮影した講義動画から 30 秒ごとにフレームサンプリングを行い、得られた静止画から検

*1 工学部建築デザイン学科 准教授 博士(工学)

出器によって聴講者領域をトリミングし、CNN に入力する。推定した結果「集中・非集中」を出力する。図 3 にその概要を示す。

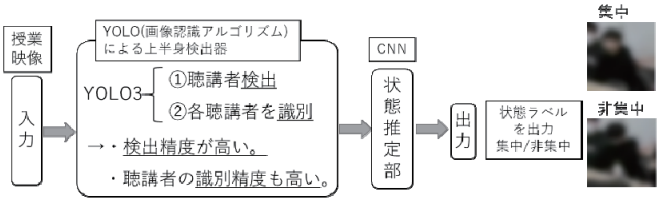

図 3. 状態推定システムの概要

島田らによる状態推定システムでは、Kruppa ら[5]による上半身検出器を用いていた。本研究では、この分類器の精度が悪いことや、聴講者候補領域を統合処理における閾値の設定が大変困難であることから、Kruppa らの上半身検出器を用いるのではなく、検出と識別を CNN のレイヤーとして同時に処理を行う物体検出アルゴリズムの 1 つである YOLO3 を用いて聴講者を検出する。入力から推定までの処理を以下の図 3 に表す。

2)聴講者への実証　この推定システムによって、実際の聴講者の集中度を推定するとともに、環境操作によって聴講者の集中度が変化する研究事例から、照度変化による研修施設利用者の集中度の変化を検証した。また、聴講者の中から 13 名に環境変化の 20 前後の自身の画像をみて、集中しているかどうかをアンケート調査した。検証実験の概要を図 4、表 1 にあらわす。

表 1. 実証実験概要

実験場所	武蔵野キャンパス9号館会議室
実験日時	2019/11/22　16:20～17:50
聴講者数	70名
室温	暖房22℃設定
環境操作	照度：約100～約400［lx］
測定項目	室温/湿度/照度/CO2濃度/騒音
撮影	教壇側から撮影

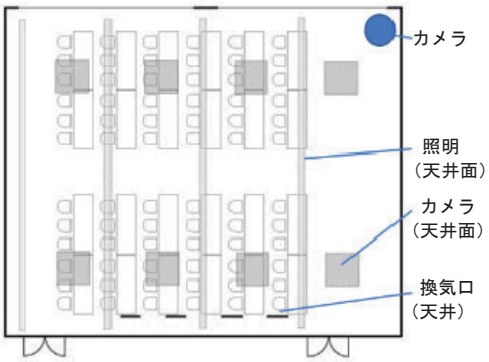

図 4. 実験教室図面[No-scale]

3. 分析結果

3.1. 照明不点検知 AI の学習結果

照明の画像データ 929 枚を入力し、学習させた。学習データは、訓練用データとテスト用データに別れ、学習サイクル毎にテスト用データを用いて精度評価を行う。このプログラムでは、訓練用データとテスト用データを 6:1 の割合で分け、学習サイクルは 10 回とした。

学習の結果、訓練用データでの正解率は 99%、テスト用データでも 99%の精度となった。しかし、このモデルは、学習に用いた照明の画像以外の認識精度が悪く、過学習を引き起こしていた。精度向上には、様々な種類の照明を学習データとして用いる必要がある。

3.2. 集中度推定 AI の学習結果

1)アンケート調査　AI は人の行動判断の機械化が得意である。このことから、実際の講師の方々に生徒の集中の有無を目視で判断出来るかどうか、その特徴はどこにあると感じるかなどをアンケート調査した。その結果、全回答数 25 件中 25 件(100%)が目視で集中の有無を判断できると回答した。またそれはどこを見て判断しているか。という問いには、23%が姿勢と最も多く、次にうなずきなどの動作があげられた。よって集中度は聴講者の上半身の画像から推定する。

2)プログラムの学習結果　状態推定部の学習には、聴講者の上半身画像 1,580 枚が学習データとして入力した。学習データはデータオギュメンテーションというデータ拡張方法によってデータ数を拡張した。このプログラムでは、訓練用データとテスト用データを 7:3 の割合で学習データを分類し、学習サイクルは 10 回とした。

学習の結果、訓練用データでの正解率は 90%、テスト用データでの正解率が 68%であった。この結果から、学習時に入力していない未知の聴講者画像に対して約 70%の精度で集中度を正しく推定できる精度となった。訓練用データでの正解率よりも低下していることから、精度を向上させるには、学習データに偏りがあるか、データ数が不足していると考えられる。

図 5. YOLO による検出結果

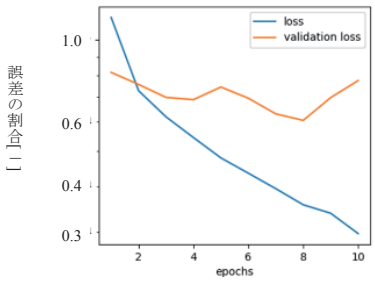

図 6. 正解値との誤差

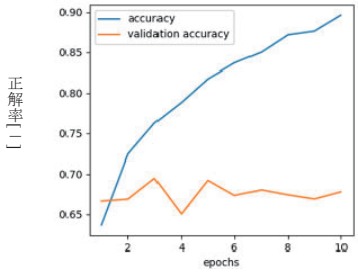

図 7. AI による推定の正解率

3) 環境操作による聴講者の知的生産性の向上　環境操作は、授業開始から 40 分後に照度を約 100 lxから約 380lx に設定した。室内環境の変化を教室中央にて室温・湿度・照度・騒音を計測した。測定結果の平均値を表 2 に表す。環境変化と集中度について 13 名にアンケートを行った結果、照度を変化させた前後 5 分間の集中している人数の割合が 54%から 62%に 8%上昇した。また、その後の環境変化から 10 分間、集中している人数の割合が 60%を超える結果となった。この結果から、照度を上昇させると集中度は上昇し、その後約 10 分間その集中度が持続するということが言える。

表 2. 計測結果（平均）

CO2濃度	2,398	ppm
空気温度	21.4	℃
相対湿度	55%	%
騒音	68.5	dB

アンケートに回答した 13 人の聴講者の画像を推定システムによって状態推定をした結果、正解率は、平均約 57%であった。AI による推定結果とアンケート結果による集中度の推移を図 8 と表 3 に、アンケート結果と AI による予測の正解率を表 4 に表す

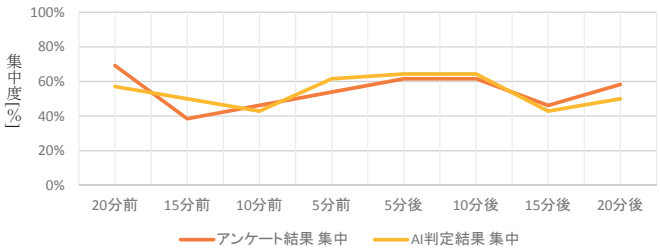

図 8. 環境変化前後の集中度の推移

表 3. 環境変化前後の集中している人数の推移

		変化前				変化後			
		20分前	15分前	10分前	5分前	5分後	10分後	15分後	20分後
アンケート結果	集中	9	5	6	7	8	8	6	7
	非集中	4	8	7	6	5	5	7	5
AIによる判定	集中	8	7	6	8	9	9	6	7
	非集中	6	7	8	5	5	5	8	7

表 4. アンケート結果と AI による予測の一致率(正解率)

	変化前				変化後				平均
	20分前	15分前	10分前	5分前	5分後	10分後	15分後	20分後	
正解率	62%	54%	38%	54%	62%	69%	62%	54%	57%

4. まとめ

本研究では、無人化建築を実例などから、維持管理を省力化、利用者の生産性を向上させるとした。カメラ画像の活用法として、照明不点検知、集中度の推定を行う AI を実装した。照明不点検知では、過学習が目立ち、学習データの多様性とリアルタイム認識に関して課題が得られた。集中度推定システムでは、照度変化と集中度の変化に相関関係がみられた。アンケート結果との集中度の一致率は 58%となり、今後は学習データを増やし、正解率を向上させることを目指す。

【謝辞】

本研究を進めるにあたりシステムエンジニアの山際康貴氏に多大なる助言を頂き心より感謝致します。また、学部 4 年の田沼将太朗君に寄るところが極めて大きい。謝意を示します。

【参考文献】

1)厚生労働省：「一般職業紹介状況（平成 30 年 12 月分及び平成 30 年分）について」(2019 年 2 月)

2)総務省：『労働力調査（基本集計）平成 30 年（2018 年）平均結果の要約・概要・統計表等』

3)竹倉雅夫・瀧口信男：「IT 活用によるビルメンテナンスの高度化　その 1 (クレーム管理システム)日本建築学会大会学術講演梗概集(2014 年 9 月)

4) 島田大樹、彌冨仁「畳み込みニューラルネットワークを使った授業中の聴講者の状態推定システムの構築と特徴量獲得に関する検討」日本知能情報ファジィ学会誌 Vol.29,No.1pp517-526(2017)

5)H.Kruppa, M.C.Santana, and B.Schiele,: “Fast and robust face finding via local context,” IEEE International Workshop on Visual Surveillance and Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (VS-PETS), pp.157-164,2003