

ドローンを用いたオフィスルームの使用可能状態監視システムの検討

Examination of an office room availability monitoring system using drone cameras

片山 洋平[†] 藤本 まなと[‡] 諏訪 博彦^{†‡} 伍 洋[§] 安本 慶一[†]
 Yohei katayama Manato Fujimoto Hirohiko Suwa Yang Wu Keiichi Yasumoto

1. はじめに

会議室のレイアウトには、スクール形式やコの字形式、コの字形式などがあり、会議の目的や内容に応じた配置を取ることは重要である。例として、スクール形式では多くの人数を収容でき、セミナーや講演会に適している。また、コの字形式では参加者がお互いの顔を見合うことができ、活発な議論を進めることができる。これらの理由から、会議室ごとに固定のレイアウトを定めるのではなく、動的にレイアウト変更を行うことが一般的になってきている。

ここで、ユーザや管理者は会議前に部屋が利用可能か、レイアウトが希望の状態かを確認し把握する必要がある。現在は、会議前に会議室を訪問し目視で確認するか、または、タイムスケジュールに登録された情報を確認している。しかし、目視での確認は会議室が使用中である場合に実施できない。また、スケジュール上では登録のレイアウトから変更されることが考えられる。解決策として、会議室にカメラを設置することが考えられるが、会議の秘密保持の点で問題がある。また、定点カメラは物体の配置によりカメラから隠れる(オクルージョン)こともある。よって、適当なタイミングかつ広い視点から部屋の状態を確認するシステムが必要である。

本稿では、オフィス内での室内状態の見回りにドローン搭載カメラからの画像を用いる手法について検討する。小型ドローンが屋内を巡回することで目視による確認を必要とせず、部屋の状態を認識できる。本システムでは、ドローンが部屋の空き状況を認識し、部屋が空いている際には机・椅子のレイアウトや、ホワイトボードが消されているかなどの状態を機械学習を用いて認識する。これを実現することで、現在増えているシェアオフィスなどの無人オフィス管理システムの実現に貢献する。

2. 関連研究

室内でのドローン搭載カメラを用いたオブジェクト認識に関する研究を示す。安岡らの研究[1]では、ImageNetにより事前学習された畳み込みニューラルネットワーク(CNN)であるVGG16[2]を用いて室内でのオブジェク

ト認識を行なっている。入力には、ドローンのホバリング中に撮影された画像を用いており、家電等の家庭内でのオブジェクトを認識している。

Leeらの研究[3]では、ドローンカメラでリアルタイムなオブジェクト認識を行っている。動画像をクラウド上でFaster R-CNN[4]により解析することで、ドローン上での計算資源を用いて解析した際と比較して、より高速に多くのオブジェクトを認識することに成功している。

Alabachiらの研究[5]では、ドローン視点の動画像からのリアルタイムオブジェクト認識のフレームワークであるDUNetを提案している。これにより従来のオブジェクト認識手法より高精度での認識を可能としている。しかし、対象とするオブジェクトの種類が10種類と他のアーキテクチャと比較した際に少ないため、汎用性はそれほど高くないと考えられる。また、学習用、検証用のデータセットの収集のため同著者らが提案した、ドローンの半自律型ユーザインタフェース(SUI)[6]を用いている。

ドローンによるオフィス内巡回システムを提供しているT-FRIEND[7]では、飛行ルート、飛行時間をユーザがあらかじめ設定することで、ドローンがオフィス内を自律飛行で巡回し、社員の残業の抑制やセキュリティの強化を図っている。

上記の[1]から[6]は、ドローン画像のオブジェクト認識の精度向上を目的とした研究である。また、[7]はオフィス内の見回りを行うシステムであるが、会議室内の状態を検出することを目的としていない。

3. 提案手法

本研究では、小型ドローンがオフィス内を巡回することにより、会議室のレイアウトやホワイトボードの状況、備品の有無などを検出し、ユーザに通知するシステムを提案する。ユーザは、オフィスの管理者、または外出時にオフィスの状態の情報を求めている人物を想定する。ドローンは定期時間と会議の終了時間に部屋を巡回することで、部屋の状態を随時更新する。オフィスのレイアウトの検出、物品検出には機械学習を用いる。

3.1 小型ドローンの仕様

提案手法では、図1に示されるDJI製TelloEDUなどの小型ドローンを用いることを想定している。本ドロー

[†] 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

[‡] 理化学研究所, RIKEN

[§] 京都大学, Kyoto University

ンは、PC とリアルタイムに通信を行い、制御を行うことができる。またカメラを搭載しているため動画のリアルタイム通信も可能である。以下に仕様を記す。

- 重量：87g (Propellers and Battery Included)
- サイズ：98 × 92.5 × 41 mm
- カメラ：5MP (2592x1936)
- ビデオ：HD720P30

3.2 飛行ルートおよび巡回時間の設定

小型ドローンは会議の終了時間と定期時間に巡回を開始する。飛行ルートは、あらかじめ管理者が巡回するルートを設定する。

3.3 空き部屋の判定

会議室の利用者は、使用後に入り口の扉を開放すると仮定する。ここで、会議は延長する可能性があることを考慮し、入り口の扉が閉じている場合は会議が延長しているとして管理者に通知する。ドアの検出にはオープンデータセットである MCIndoor20000[8] を用いて学習を行う。

3.4 室内での利用状態認識

本研究では、スクール型、コの字、ロの字、アイランド型の4種類のレイアウトを認識する。机のレイアウトは背景差分法を用いて、机や椅子が置かれていない部屋の映像との比較により抽出する。管理者が多くの部屋をテキスト情報で把握できるよう、機械学習を用いてクラス識別を行う。また、ホワイトボードが消されているか、机の上にモノが散乱していないかについても差分を取ることで検出する。

3.5 室内の備品検出

各室内において、備品の数を把握するため、オブジェクト検出を利用する。本研究では、オフィスを対象とするため、机、椅子、ホワイトボード、プロジェクター、ホワイトボード用イレーザー、ホワイトボード用ペンの6種類のインスタンスを検出する。机や椅子については、折り畳みが可能なものとして、展開される数は会議ごとに変動するものとする。

4. 予備実験

4.1 実験概要と目的

予備実験として図2のロの字型に机を配置した会議室のレイアウトと、備品の検出を行なった。ドローンで撮影した映像が比較対象の映像の構図に正確にキャリブレーションされているものと仮定し、今回の実験では、定点のカメラを用いて撮影を行なった。

レイアウトの検出には、背景差分法を用いて机と椅子の抽出を行なった。背景差分法では、図2の画像から、



図1: 実験に用いる小型ドローン



図2: 想定されるドローンからの撮影画像

机と椅子が配置されていない背景画像を用いて画素ごとに差分を取る。ノイズ除去のためにガウシアンフィルタを適用し、マスク処理のため2値化を行なった。

また、室内オブジェクトの検出には、オブジェクト検出において高い精度をあげている YOLOv3 [9] を用いた。YOLOv3 は75層の畳み込み層を持ち、Bounding Box による複数のオブジェクト検出を可能とする。ここでは事前学習用に、机と椅子を含む80種類のカテゴリを持つ COCO[10] データセットを用いた。

4.2 実験結果

図3に背景差分法によるレイアウトの抽出結果を、図4に YOLOv3 によるオブジェクトの検出結果を示す。机のレイアウト領域について検出がされていることが確認できる。しかし、背景差分法を現実のアプリケーションとして利用する際には、部屋ごとの輝度の違いや、キャリブレーションの精度の問題についても考慮する必要がある。オブジェクト検出については、ホワイトボードやプロジェクターのようなオフィスの用具のクラスが学習データセットに含まれていないため検出に至っていない。また、椅子の検出について、成功しているものと失敗しているものにわかれている。これはドローン視点からの特殊な角度からの撮影画像であるため、学習用のデータ



図 3: 背景差分法により抽出されるレイアウト

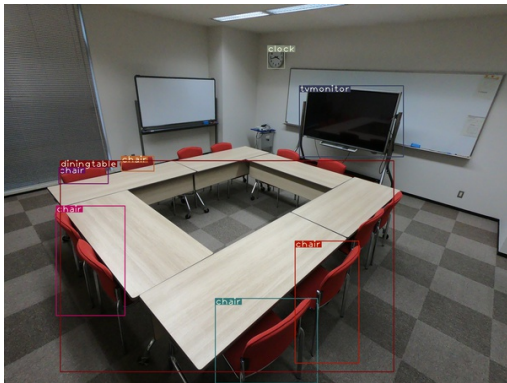


図 4: YOLOv3 によるオブジェクトの認識結果

セットに同様の角度からの画像が含まれていないためであると考察する。今後、学習用データセットを拡張する際に考慮する必要がある。

5. まとめと展望

本稿では、小型ドローンを用いたオフィスでの屋内見回りシステムを提案した。また、その予備実験として、会議室内でのレイアウトと備品の検出を行なった。この結果から、ドローン視点画像の学習データを増やすことが今後の検出精度の向上に繋がると考えられる。課題として、広い会議室を対象とした際にドローンのカメラ内に全てのオブジェクトが映らない場合がある。この場合オブジェクトをカウントするアルゴリズムについても検討する必要がある。今後の展望として、近年増加しているシェアオフィスに適用することができると考える。本システムによりオフィスの管理者は常駐する必要がなくなり、かつ使用状況の認識も可能となる。よって利便性の向上に貢献できると考える。

参考文献

[1] 安岡里都, 菌頭元春, 飯山将晃. ドローン搭載カメラ画像を用いた物体認識. *ELCAS Journal*, No. 3, pp. 85–87, 2018.

- [2] S. Liu and W. Deng. Very deep convolutional neural network based image classification using small training sample size. In *2015 3rd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR)*, pp. 730–734, 2015.
- [3] J. Lee, J. Wang, D. Crandall, S. abanovi, and G. Fox. Real-time, cloud-based object detection for unmanned aerial vehicles. In *2017 First IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)*, pp. 36–43, 2017.
- [4] Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun. Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. In C. Cortes, N. D. Lawrence, D. D. Lee, M. Sugiyama, and R. Garnett, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 28*, pp. 91–99. Curran Associates, Inc., 2015.
- [5] Saif Alabachi, Sukthankar Gita, and Sukthankar Rahul. Customizing object detectors for indoor robots. In *International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2019.
- [6] Saif Alabachi, Gita Sukthankar, and Sukthankar Rahul. Intelligently assisting human-guided quadcopter photography. In *The Thirty-First International Flairs Conference*, 2018.
- [7] 大成株式会社. T-friends. Available:<https://taisei-bm.co.jp/beyond/t-frend/> (accessed 2019-07-20).
- [8] Fereshteh S Bashiri, Eric LaRose, Peggy Peissig, and Ahmad P Tafti. Mcindoor20000: A fully-labeled image dataset to advance indoor objects detection. *Data in brief*, Vol. 17, pp. 71–75, 2018.
- [9] Joseph Redmon and Ali Farhadi. Yolov3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*, 2018.
- [10] Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, James Hays, Pietro Perona, Deva Ramanan, Piotr Dollár, and C Lawrence Zitnick. Microsoft coco: Common objects in context. In *European conference on computer vision*, pp. 740–755. Springer, 2014.