

# 自律型 AR.Drone による空撮写真シェアリングシステム

安達拓也<sup>1,a)</sup> 池田祐馬<sup>1</sup> 宮林佑介<sup>1</sup> 村上大和<sup>1</sup> 濱川礼<sup>1</sup>

**概要:** 本論文では, AR.Drone による撮影を自動化しリアルタイムで SNS に投稿することで, 手間をかけずに写真を共有するシステムについて述べる. 近年, SNS などの普及に伴いイベントなどで楽しんでいる様子を写真で投稿し大人数で共有することが増加している. しかし, 仲間内で開催するイベントでは参加している誰かがカメラで撮影をしなければならない問題が発生する. そこで, 高画質カメラが標準搭載されており, 安定した飛行が可能である AR.Drone を用いたシステムを開発することで, この問題を解決した. 本システムは, 自律飛行部, 障害物検知部, 動体検知部, 動画処理部から成る. AR.Drone の自律飛行は前進, 旋回, 障害物検知, を繰り返すことで実現した. 撮影タイミングは, HOG(Histogram of Oriented Gradient) 特徴量を用いた検出器による人検知, Haar-like 特徴量を用いた検出器による顔検知, オプティカルフローによる動体検知を組み合わせて決定した. SNS への自動投稿は ifttt を用いた. 本システムにより, 撮影者を必要としない自動撮影が可能になり, 手間をかけずにイベントの様子を SNS に投稿, 共有することができる. 評価は本研究室でバーベキューを行い, その様子を撮影した, 12 人全員から写真の撮影・投稿の手間が省けるといった結果を得た.

## 1. 背景・目的

近年, カメラを持ち運ばなくても携帯端末で写真を撮影することができ, 写真撮影をする機会が増加している. さらに, SNS の利用率もここ数年で上昇しており, 2014 年には全世界で約 18.2 億人, 日本国内だけでも約 6,023 万人が利用している調査結果も報告されている [1][2]. 今日では, SNS に写真投稿をして共有している人も多く見られる.

写真を撮影する場合, 撮影者が必要となる. メンバー内で写真撮影の担当者がある場合は, その担当者に写真撮影を一任すればよい. その撮影者はイベント中, 常に写真に気を配らなければならなくなり, SNS への投稿も手間である. また, 少人数でのチームスポーツなどメンバー全員がイベントに参加する場合は撮影者が確保できない場合もある. そこで写真を自動撮影・自動共有するシステムを開発した.

撮影方法としては, 定点撮影が一番簡単な撮影方法であるが, 定点撮影ではアングルが一箇所に固定される. そこで, 飛翔型撮影プラットフォームである AR.Drone[3] を自律飛行させ使用することで, フットサルやバーベキュー等の屋外イベントの邪魔をせず, かつアングルが一箇所に固定されない撮影方法を実現した.

本システムの目的は, AR.Drone を自律飛行させ, 先述し

たようなイベントの際に, 撮影者がいない場合でも全体の様子を様々なアングルから写真を自動撮影し, 撮影した写真を共有する手段として SNS への自動投稿を行い, 写真の撮影・投稿の手間を省くことである.

## 2. 関連研究

### 2.1 自動撮影

自動撮影は様々な研究やシステムで使われている. 空撮の方法としては短間隔で撮影し続ける研究が一般的であるが [4][5], 本システムではイベントの様子を撮影することが目的であるため, 「動体検知した時」, 「人検知した時」, 「顔検知した時」のこの三つを撮影するためのタイミングとしている.

また, 空撮でない自動撮影としては, 例えば動物の生態を研究するため, 木の枝に取り付けた自動撮影装置が動物の赤外線を検知すると撮影を行うシステムを用い, ヤクシマザルの木の実の採食頻度を測定する研究がある [6].

また, 富士フイルム株式会社の, 人感センサ等を用い, 定点カメラでアトラクションの様子を撮影するシステムがある [7].

これらのシステムでは定点カメラを使用しているが, 本システムはイベントの「全体の様子」の写真を自動撮影するため, 一定のアングルに固定されることは目的に沿わない.

<sup>1</sup> 中京大学情報理工学部情報システム工学科

<sup>a)</sup> h112002@st.chukyo-u.ac.jp

## 2.2 自律飛行

ドローンを自律飛行させる研究として, AR.Drone を自律飛行させ臨場感のある映像を撮影することを目的とする研究がある [8]. AR.Drone に積載したカメラが取得した画像から人物を認識し, その人物との相対位置を固定することで自律飛行を実現している.

また, 自律飛行を実現するための現在位置を割り出す方法としてスマートフォンを用いる研究がある [9]. この研究はドローンの底部にスマートフォンを取り付け, 地面に向けたカメラから移動状況を計算し現在位置を算出するものである.

[8] は「一人」を追尾して動画を撮影する. 本システムではイベントの際に人物, 場所等の「全体の様子」を撮影するため, イベントの参加者を公平に撮影する事ができるランダムな自律飛行を採用した.

また, 本システムでは, 高度測定のため AR.Drone 底部の超音波センサを使用しているため, [9] のように底部にスマートフォンを取り付けることができない. そこで GPS を利用し位置情報を算出することにした.

## 3. 本システムのポイント

本システムの目的は, AR.Drone を自律飛行させ, 撮影者がいない場合でも全体の様子を様々なアングルから写真を自動撮影し, 撮影した写真を共有する手段として SNS への自動投稿を行い, 写真の撮影・投稿の手間を省くことである. この目的を実現するには自律飛行の方法, 撮影タイミング, 共有の方法を定義する必要がある. そこで, 「自律飛行」, 「撮影タイミング」, 「共有」を本システムのポイントとして取り上げる.

### 3.1 自律飛行

本稿では「自律飛行」を, 前進・旋回・障害物検知を繰り返す, 設定された飛行範囲内を障害物を回避しつつランダムに飛行することと定義した.

自律飛行の開始条件は安全面を考慮して, 一般男性の平均身長約 171cm[10] に 50cm を追加した 221cm 以上の高度に達したときとした.

自律飛行を開始した後は前進と旋回を 2~5 秒間繰り返すことによって, 飛行範囲内を様々なアングルから撮影できるようにした.

また, 動体検知をするため飛行中にホバリングを行う. 飛行する移動距離を伸ばすため予備実験の結果, ホバリングを行う時間と前進旋回を行う時間の割合は 2:3 と定めた. これ以上ホバリングを行う時間を増やした場合, 移動距離が少なくなり撮影範囲をカバーできなくなる. 前進・旋回を行う時間をこれ以上増やした場合はホバリングを行う回数が減ってしまい, 動体検知による撮影回数が少なくなってしまうことで, 様々なアングルからの撮影が困難になる.

### 3.2 撮影タイミング

本システムで採用した撮影タイミングは「動体検知した時」, 「人検知した時」, 「顔検知した時」である. 動体検知はスポーツなどのイベントの際, 何かのアクションが起きたタイミングで撮影するために採用したが, 大きな動作が少ないバーベキューなどのイベントでも人を撮影できるようにした. 動体検知は AR.Drone の飛行中に行う. PC の計算処理を軽減させるために飛行中に行う画像処理は動体検知のみに限定し, 着陸後に飛行中撮影した動画を用いて, 人検知・顔検知を行いどちらかが検知した場合, そのフレームの画像を抽出し保存する.

#### 3.2.1 動体検知した時

スポーツなどのイベント時において, 何かのアクションが起きたタイミングで写真を撮影するため採用した.

動体の検知には, 移動ベクトルであるオプティカルフローを用いる. 飛行することによって取得できる動画像には若干の揺れが生じる. これによって誤検知が発生したため, 揺れが生じても正確な動体検知を行えるだけの移動ベクトルの大きさをしきい値として事前実験によって求め, このしきい値を超えた移動ベクトルを検知した場合のフレームを画像として保存する.

#### 3.2.2 人検知した時

今回のシステムでは景色を撮影するのではなく, イベントを行っている様子を撮影することが目的であるため採用した. 人を検知するタイミングは, OpenCV に実装されている, HOG(Histogram of Oriented Gradients) によって人検知をしたときである. HOG は人物周辺の勾配方向ヒストグラムを計算することで人検知を行うもので, 広く利用されている. これによって人を撮影することができるため採用した.

#### 3.2.3 顔検知した時

人検知だけでは人の表情を撮影することができない場合がある. そのため, Haar-like 特徴量を用いた検出器によって顔検知をしたタイミングで撮影を行う. Haar-like 特徴量を用いた顔検知については学習済み分類器のデータが OpneCV に実装されている. これを用いることで正面を向いた顔を検知することができ, 人物の表情を撮影することができる.

### 3.3 共有

本システムでは共有の手段として SNS を用いる. SNS を用いる理由は, 写真の共有が容易で気軽に閲覧することができるからである.

また, 今回は Facebook[12] を利用した. Facebook を選択した理由は, 多くの写真をイベントごとに分けて見ることのできるアルバム機能があること. そして, 実名登録が前提のサービスであるため, 仲間内での共有に適していると

考えたためである。

#### 4. システム概要

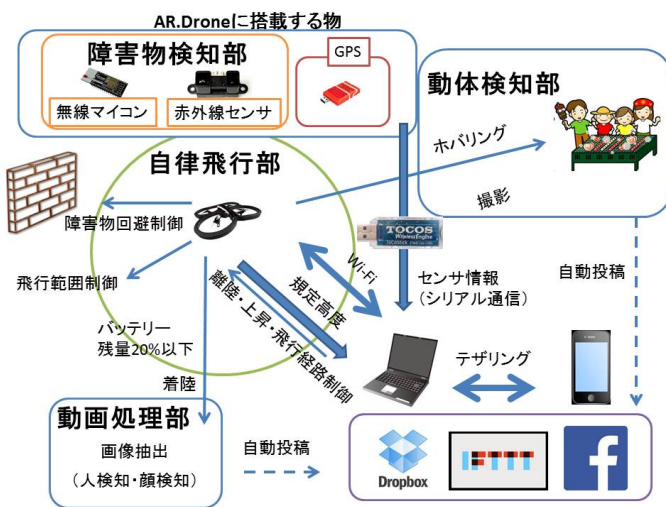


図 1 システム構成

図 1 で示す。まず AR.Drone を PC と Wi-Fi で接続することにより制御する。AR.Drone には障害物検知部に必要な無線マイコン、赤外線センサ、自律飛行部の飛行範囲制御に必要な GPS を取得するためのフライトレコーダーを搭載する。センサ情報は無線マイコンを通じて PC に送信される。PC がセンサ情報から適切な制御コマンドを選択し AR.Drone に送信することによって、自律飛行部の飛行範囲制御、障害物回避制御、飛行経路制御を実現している。規定時間経過後、動体検知部による写真撮影を行い SNS に自動投稿を行う。また、AR.Drone のバッテリー残量が 20% 以下になると着陸し動画処理部に移行する。その後、人検知・顔検知を用いて画像を抽出し SNS に投稿する。尚 PC はスマートフォンによるテザリングを行いインターネットに接続する。

システムの処理の流れを図 2 に示す。AR.Drone は、離陸コマンドを受け取ると上昇を開始し、規定高度に達すると自律飛行を開始する。

規定時間経過後、自律飛行部から動体検知部へ移行し動体検知を開始する。動体検知した場合そのフレームを画像として保存するか、規定時間経過後、再び自律飛行部に移行する。これを繰り返し、着陸コマンドを受け取るか、バッテリー残量が 20% を下回った場合に着陸する。着陸後は、動画処理部に移行し、飛行中撮影していた動画から人検知と顔検知による画像処理を実行する。

自律飛行部では Wi-Fi の通信範囲内でのみ飛行させるための飛行範囲制御、障害物を回避するための障害物回避制御、飛行する経路を選択する飛行経路制御のこれら 3 つの制御を行い自律飛行を実現している。

撮影タイミングについては自律飛行中の AR.Drone を一定時間経過ごとにホバリングに移行させ、動体検知したタイミングに撮影する。しかし、これだけでは動いていない人を撮影できない問題が発生する。これを解決するために人検知の処理を組み込む必要がある。PC の計算処理を軽減させるために飛行中に行う画像処理は動体検知のみに限定し、着陸後に動画処理部に移行し、飛行中撮影した動画を用いて、人検知・顔検知を行い画像を抽出し保存する。

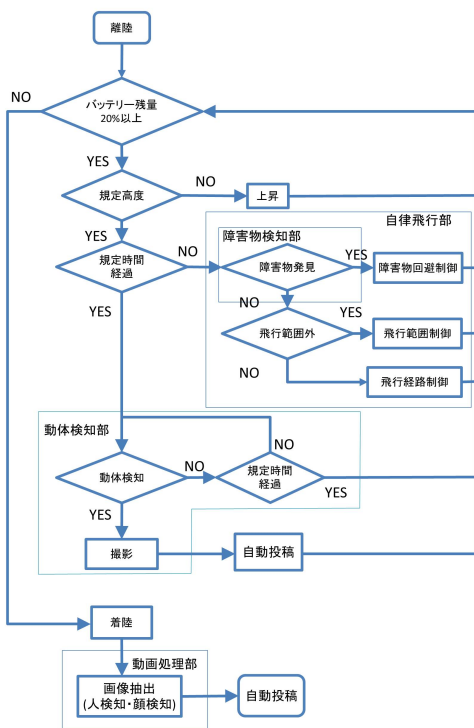


図 2 処理の流れ図

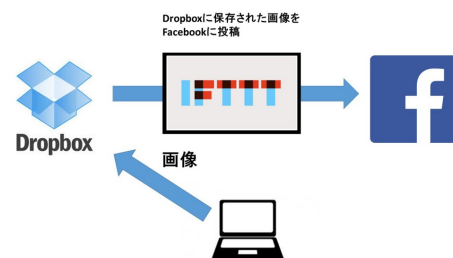


図 3 自動投稿方法

本システムは、AR.Drone を利用し、写真を自動撮影・自動共有するシステムである。本システムのシステム構成を

撮影した画像は ifttt[13] を利用し Facebook に投稿する。ifttt は複数のウェブサービスを連携させることができるサービスである。本システムで、撮影した画像はオンラインストレージである Dropbox に保存する。Dropbox に新たに画像が保存されたことを ifttt が検知するとその画像は自動で Facebook にも投稿される。この際、Dropbox がオンラインストレージなのでインターネット接続が必要になるが、Wi-Fi 接続は AR.Drone で既に使用しているので、スマートフォンの USB 接続によるテザリング機能を利用しインターネット接続を実現した。

#### 4.1 障害物検知部

障害物検知部では、AR.Drone を安全に自律飛行させるために、飛行中、距離計測制御、無線通信制御を常に行う。

距離計測制御では、赤外線センサを用いて AR.Drone が自律飛行をする際に、障害物に衝突しないよう障害物との距離を計測する。赤外線センサは GP2Y0A02YK[15] を使用した。事前の実験により、AR.Drone が障害物を検知して安全に停止するために必要な距離は 150cm であった。これを下回った距離を計測した場合を障害物発見と定義した。

無線通信制御では無線マイコンと USB ドングルを使用しシリアル通信により、先述の距離計測制御で得られた情報を PC に送信する。無線マイコンは TWE-Lite DIP[16] を使用し、USB ドングルは ToCoStick[17] を使用した。

#### 4.2 自律飛行部

自律飛行部は主に障害物回避制御、飛行範囲制御、飛行経路制御の 3 つの制御をしている。

障害物回避制御では、障害物検知部によって障害物を検出した場合に、その場で反時計回りに障害物を検出していない状態になるまで旋回する。

次に飛行範囲制御では、GPS が取得した AR.Drone が離陸した位置から現在飛行している位置までの距離と方角の情報、地磁気センサが取得した AR.Drone の向いている方角の情報、図 4 のこれら 3 つの情報によって、範囲外への突出を予測した場合、指定した飛行範囲内へ戻るよう設定した。

飛行範囲を限定する理由は 2 つある、1 つ目は AR.Drone は Wi-Fi で通信しており Wi-Fi の通信範囲である半径 50m から出ると制御できなくなるためである。2 つ目は AR.Drone がイベント会場外へ出てしまうのを防ぐためである。

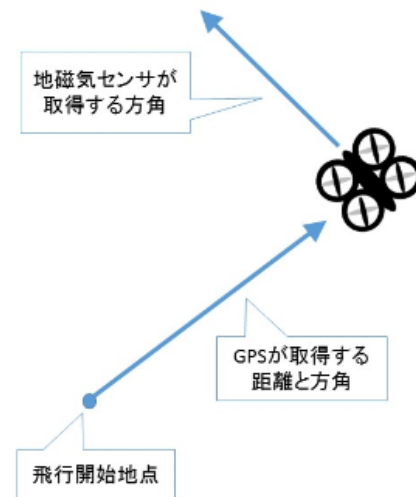


図 4 取得する情報

最後に飛行経路制御によって AR.Drone を時間ごとに区切って前進と旋回を切り替える事によって自律飛行を実現している。

#### 4.3 動体検知部

動体検知部では、AR.Drone をホバリングに移行させ、取得している動画から動体を検知したタイミングで撮影をする。

移動ベクトルであるオプティカルフローを用い、動体を検知した場合のフレームを画像として保存する。

#### 4.4 動画処理部

動画処理部では AR.Drone が着陸し飛行終了した後、飛行中に撮影されていた動画から画像処理を行い、HOG による人検知と、Haar-like 特徴量を用いた検出器による顔検知をしたフレームを画像として保存する。

### 5. 構成要素

使用機器：AR.Drone, GPS フライトレコーダー, PC, スマートフォン

使用サービス：Facebook, ifttt, Dropbox

使用ライブラリ：CV.Drone (= OpenCV + AR.Drone)

使用デバイス：ToCoStick, GP2Y0A02YK, TWE-Lite DIP

### 6. 評価

本システムを評価するため、本研究室でバーベキューを行いその様子を本システムを使用し自動撮影した。同時に比較のため、参加した学生 12 名自身にもイベントの様子の写真を撮影し、帰宅後 Facebook に投稿してもらった。



図 5 本システムによって Facebook に自動投稿された画像



図 6 バーベキューでの撮影の平面図 (豊田スタジアム近辺、矢作川畔)

図 5 は本システムにより Facebook のアルバムに投稿された写真である。図 6 は評価を行ったバーベキュー会場の平面図、及び評価時の AR.Drone の飛行範囲を示したものである。

このバーベキューに参加した学生 12 名にはアンケートを実施し、

- 自分で写真を撮影するのは手間だと思うか
- 自分が撮影した写真を投稿するのは手間だったか
- 本システムにより写真の撮影・投稿の手間が省けると感じたか
- 本システムを用いて撮影した写真は満足できる質 (人物が写っている確率、斬新な写真, 思い出を共有できる写真等)・量があったか

の 4 項目を回答してもらった。

自分で写真を撮影するのは手間だったかという質問については 7 名が手間だと思うと回答し、全体の約 58% だった。

自分が撮影した写真を投稿するのは手間だったかという質問については 12 名全員が手間だったと回答した。

本システムにより写真の撮影・投稿の手間が省けると感じたかという質問については、12 名全員が手間が省けると感じたという回答した。

本システムを用いて撮影した写真は満足できる質 (人物が写っている確率、斬新な写真, 思い出を共有できる写真等)・量があったかという質問については、11 人が満足できる質・量があったと回答し、約 92% だった。

これらの回答から、本システムの目的であった写真の撮影・投稿の手間を省くことができたと言える。

□はい □いいえ

本システムを用いて撮影した写真は満足できる質(人が写っている確率、斬新な写真、思い出を共有できる写真等)・量がありましたか



自分で写真を撮影するのは手間だと思いましたか



図 7 評価結果



図 8 本システムで撮影した画像 (1)



図 9 本システムで撮影した画像 (2)



図 10 イベントの参加者が撮影した画像 (1)



図 11 イベントの参加者が撮影した画像 (2)

図 8, 9 は評価時に本システムにより撮影された画像, 図 10, 11 は評価時にイベントの参加者が撮影した画像である.

## 7. 今後の展望



図 12 本システムによって撮影された, 人物が写っていない写真

バーベキューで本システムによる自動撮影を行った結果, 撮影された写真 256 枚中, 人物が写っていない図 12 のような写真は 7 枚あった. これは, 人検知・顔検知の精度が低く誤検知が発生したためであると考えられる. 対策として, 本システムに最適な学習データを構築し, より精度の高いアルゴリズムの導入を検討している. また, 評価者から被写体との距離が遠い写真が多いという意見が多くあった. 本システムでは撮影タイミングを検知した時, 被写体との距離を考えずに撮影をしてしまうためと考えられる. これを解決するために, 撮影方法として, 被写体との距離が遠かった場合のズーム機能や, 撮影された写真をトリミングし拡大する機能の搭載方法を模索している.

本システムの目的は, AR.Drone を自律飛行させ, 撮影者がいない場合でも全体の様子を様々なアングルから写真を自動撮影し, 撮影した写真を共有する手段として SNS への自動投稿を行い, 写真の撮影・投稿の手間を省くことである. 本システムを用いることにより写真の撮影・投稿の手間を解決することができた. 今後はスマートフォン向けのアプリにすることで PC を使用する手間をも軽減させることを検討している.

## 8. 参考文献

### 参考文献

- [1] eMarketer,  
<http://www.emarketer.com/Article/India-Leads-Worldwide-Social-Networking-Growth/1010396#ZLLF0JIMiomxKfrH.99>
- [2] ICT 総研,  
<http://www.ictr.co.jp/report/20140821000067.html>
- [3] AR.Drone,  
<http://ardrone2.parrot.com/>
- [4] 小花和宏之, 早川裕式, ゴメス クリストファー, UAV 空撮と SfM を用いたアクセス困難地の 3D モデリング, Transactions, Japanese Geomorphological Union 35- 3, p, 283 - 294 (2014)
- [5] 地理地殻活動研究センター 飛田幹男, 神谷泉, 岩橋純子, 中埜貴元, 地理空間情報部 高桑紀之, 無人航空機による西之島空中写真の撮影とその分析, 国土地理院時報 2014 No.125
- [6] 大谷達也, "自動撮影装置による採食頻度の測定—アコウ果実とヤクシマザル—, Ecological Research" 掲載論文要約 Vol. 16 No. 1 (2001)
- [7] アトラクション自動撮影システム (ライドフォトシステム),  
<http://fujifilm.jp/business/photo/photofinishing/amusement/system001.html>
- [8] 樋口啓太, 石黒祥生, 暦本純一, "Flying Eyes: 飛翔型撮影プラットフォームによる自律撮影の提案", WISS2012
- [9] Michael Leichtfried, Christoph Kaltenriner, Annette Mossel, Hannes Kaufmann, "Autonomous Flight using a Smartphone as On-Board Processing Unit in GPS-Denied Environments", Interactive Media Systems Group Vienna University of Technology Favoritenstr. 9-11/188/2, 1040 Vienna, Austria
- [10] paroday,  
<http://paro2day.blog122.fc2.com/blog-entry-9.html>
- [11] OpenCV,  
<http://opencv.jp/>
- [12] Facebook,  
<https://www.facebook.com/>
- [13] ifttt,  
<https://ifttt.com/>
- [14] Dropbox,  
<https://www.dropbox.com/ja/>
- [15] 赤外線センサ: GP2Y0A02YK,  
<http://akizukidenshi.com/download/ds/sharp/GP2Y0A02YK.pdf>
- [16] 無線マイコン: TWE-Lite DIP,  
<http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-Lite-DIP/>
- [17] USB ドングル: ToCoStick,  
<http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-Lite-USB/>
- [18] puku0x, CV Drone (= OpenCV + AR.Drone),  
<https://github.com/puku0x/cvdrone>