

日用品ドローンを用いたインタラクション手法

今泉 友弘^{1,a)} 沖 真帆^{1,b)} 塚田 浩二^{1,c)}

概要: 本研究ではドローンの活用場所を日常生活に設定し、既存の日用品を小型ドローンを用いて拡張する「日用品ドローン」を提案する。日用品ドローンでは、小型ドローンのベースステーションにスマートフォンを内蔵し、スマートフォンのカメラやセンサを用いて機体の位置推定や移動制御を行う。今回、日用品ドローンの一例として、デスクライトを想定したランプシェードローンのプロトタイプを作成した。

Interaction Techniques for Drone-based Commodities

TOMOHIRO IMAIZUMI^{1,a)} MAHO OKI^{1,b)} KOJI TSUKADA^{1,c)}

Abstract: We propose drone-based commodities, which can augment functions of daily commodities using small drones. The drone-based commodity consists of a small drone and a base station. We attached a smartphone inside the base station to control the drone using equipped sensors. The drone appearance is designed like a daily item. We developed a lamp-type prototype called “LampShaDrone”.

1. はじめに

近年、ドローンが小型化/低コスト化されてきたことで、一般のユーザー層に普及しはじめ、メディアにも広く取り上げられるようになった。形状や機能は様々であるが、メインローターを2基以上搭載したマルチコプターを指して「ドローン」と呼ばれることが多い。これらにカメラを取り付け、空中から撮影した映像の活用は広く注目を集めている。また、大手通販会社のAmazonは荷物の輸送手段としてドローンを活用することで、近距離輸送を自動化/高速化することを検討している。

このように、ドローンの価値は広く認められているが、一般社会に登場してから日が浅く、用途は限定的である。

そこで、本研究ではドローンの新しい活用事例として、日常空間におけるドローンと人間とのインタラクションに注目した。具体的には、既存の日用品をドローンを用いて拡張した「日用品ドローン」を一般家庭に配置し、様々なア

プリケーションを通して人間とのインタラクションを観察することで、新しいドローンの活用事例と人々の生活への影響を検証する。

2. 日用品ドローン

日用品ドローンは、日用品を模した超小型ドローンと、Android スマートフォンを格納したベースステーションから構成される(図1)。家庭内で日常的に使用するためには、騒音や吹き下ろし風、危険性の少ない超小型のドローンを用いることが望ましい。しかし、小型のドローンは総じてスペックや機能でミドルクラスのドローンに大きく劣る。特に、処理能力や積載重量が小さいため、カメラやセンサを用いた制御や位置推定が困難である。日用品ドローンでは、これらの欠点を補うために、スマートフォンをベースステーションに格納し、スマートフォンのカメラやセンサをドローンの移動制御や機能拡張に用いる。ドローンのフレームやベースステーションなどの外装は、レーザーカッターや3D プリンタを使用して独自に設計し、外観的にも、日用品に近い装置の製作を目指す。これらのデバイスを用いて、日常生活空間で常時動作可能なドローンのプロトタイプを製作する。

¹ 公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科

Future University Hakodate

a) b1012023@fun.ac.jp

b) oki@fun.ac.jp

c) tsuka@acm.org

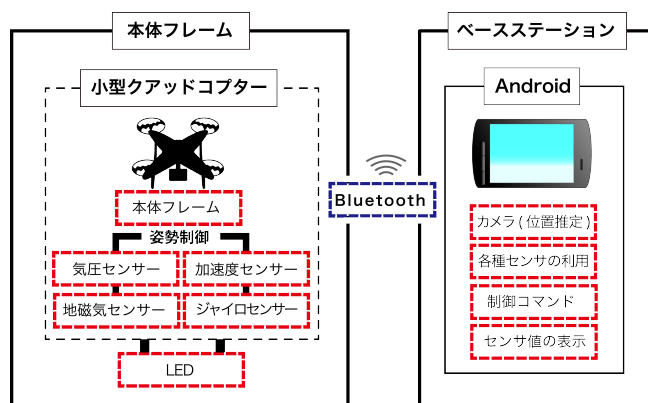


図1 日用品ドローンの基本システム構成

2.1 スマートフォンのセンサを用いたインタラクション

本項では、ベースステーションに格納したスマートフォンを用いて、小型ドローンを制御する3つのアプローチを紹介する。

2.1.1 スマートフォンのカメラを用いたドローンの位置認識

ドローンの底面部にARマーカーやLEDアレイでパターンを作り、その真下に置いたスマートフォンのカメラの映像を画像認識することにより、ドローンの位置を推定し、制御に反映することができると考える(図2)。

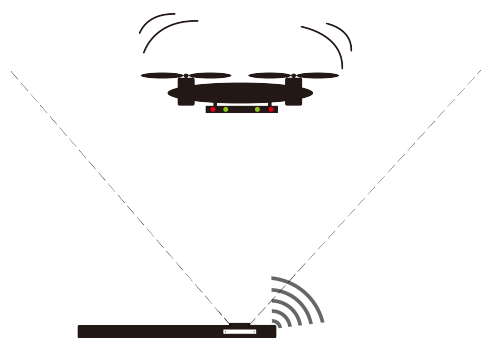


図2 カメラを用いた位置認識のイメージ図

2.1.2 スマートフォンのマイクを用いた制御

スマートフォンのマイクから検出した音を用いて、ドローンの挙動を変化させることが考えられる。例えば、手拍子を行うことで、小型ドローンの離陸や移動制御に反映できると考えられる(図3)。

2.1.3 ネットワーク経由の情報をを用いた制御

センサ以外にも、ネットワーク経由の情報をトリガーにしてドローンを制御する手法が考えられる。例えば、スタンドに仕込んだスマートフォンと、他のスマートデバイス

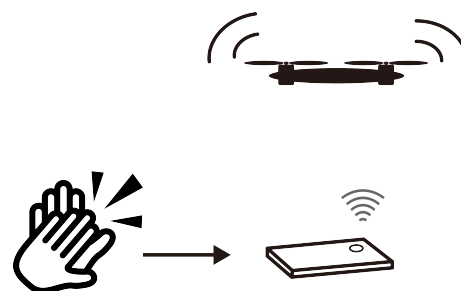


図3 マイクを用いたドローンの移動制御のイメージ図

でネットワークを構築し、ドローンの操作やセンシングの役割を分担することにより柔軟な制御ができると考えられる。

3. ランプシェードドローン

本項では、実装したドローンとスマートフォンを組み込んだ日用品の一つとして、デスクライトを想定したランプシェードドローンについて紹介する。ランプシェードドローンはシェード部分が本体から分離して飛び回ることによって、机の上などで照らす位置を変える機能を持ったデスクライトである(図4)。ランプシェードドローンは、ドローンを内蔵したシェード部分とスマートフォンを内蔵したベースステーションから構成される。ドローンはLEDリングを取り付け、ランプシェードのヘッドを模したフレームに格納する。ベースステーションにはスマートフォンを内蔵し、カメラを使った画像認識による移動制御を行う。スマートフォンには独自のアプリが稼働しており、内蔵カメラと画像処理を中心にドローンの位置推定や制御を行う。

ドローンはスマートフォンに標準で搭載されているセンサ値の変動をトリガーにしてベースステーションから飛び立ち、事前に登録したアクションを行う。たとえば、手を2回打ち鳴らすと、ベースステーションから飛び立ち事前登録してある場所へ移動して、宙に浮いた状態でLEDを点灯する。

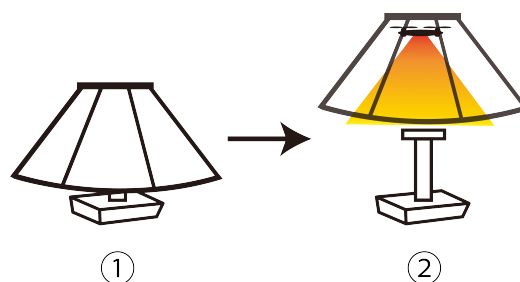


図4 ランプシェードドローンのイメージ図

3.1 実装

本項目ではランプシェードローンの実装方法について述べる。

3.2 ハードウェア

プロトタイプに使用するドローンは Bitcraze 社の「crazyflie 2.0」を選定した (図 5)。これは、ローターを含めた直径が 14cm、重量が 27g と小型軽量のボディであり、姿勢制御に利用するジャイロセンサー・加速度センサー・磁気センサー・圧力センサーを搭載したクアッドコプターである。また、汎用ポートには積載重量 (15g) の範囲で拡張ボードを装着することが可能である。通信は、BLE (Bluetooth Low Energy) をサポートしており、Android・iPhone などのデバイスと接続が可能である。また、ファームウェアやコントロールソフトのソースコードが Web に公開されているため、本研究での利用に最適であると考えた。本体の底面には Bitcraze 社の純正拡張ボードの一つである LED リング (図 5 右) を取り付け、照明として利用する。これを、3D プリンタで出力したランプシェードのヘッドカバーを模したフレーム (図 5) に格納する。フレームの強度と荷重制限はトレードオフの関係にあるため、フレームの形状を工夫することで強度を保ちつつ軽量化を図った。

ベースステーションは、3D プリンタで筐体を出力し、Android を固定する固定具を取り付けた上に、小型ドローンの足場としてレーザーカッターで切り出した透明なアクリルボードを取り付けた (図 6)。



図 5 左: Crazyflie2.0 右: LED リングを装着した下面

3.3 ソフトウェア

ドローンの操作は、Crazyflie2.0 本体と BLE で接続した Android 端末から行う。アプリケーションは、Bitcraze 社が公開しているコントロールアプリ「crazyflie-android-client」を拡張して実装する。具体的な機能としては、ベースステーションから露出したカメラから画像認識を用いた位置推定を行い、上昇・下降・空中での静止 (ホバーリング)、ピッチ (前進・後退)・ロール (左右移動)・ヨー (旋



図 6 ランプシェードローンのプロトタイプ



図 7 ベースステーションで待機状態のランプシェードローン (左) とベースステーションの構成 (右)

回) の制御に反映させる。画像認識では、位置、角度、距離の検出を行うために、AR マーカーか LED の点灯パターンを利用する。Android アプリケーションでは、動作パターンを定義するインタフェースを用意し、ユーザーが手軽に用途を切り替えられるように実装する。ベースステーションに格納した Android は、音をトリガにするか、他のスマートデバイスから操作を行うことを検討している。

4. 議論

4.1 ドローンの法規制について

2015 年 12 月に改正航空法が施行され^{*1}、屋外の特定の飛行場所/時間/用途でドローンを飛行させる多くの場合に、国土交通省への事前承認が必要となった。ただし、屋内での飛行や、総重量が 200 g 未満のドローンは規制の対象から除外されているため、本研究の試作/検証に支障はないと考える。

4.2 積載荷重の課題

本研究で使用しているドローンの積載荷重は 15g と非常に小さいため、実装過程で様々な問題が生じた。まず、厚みのあるフレームを装着した場合、本体の重量の総計によっては離陸すらままならない場合がある。また、フルパワー

^{*1} <http://249planet.com/dronecamera-satsuei-fukei>

で離陸したとしても、余力がない状態では安定飛行は困難である。これらのことを踏まえると、拡張ボードなどのオプションとフレームを装着した状態で、8割程度のパワーで離陸できるような重量が望ましい。そのため、フレームの形状の工夫、カーボン素材などの軽量で高耐久な素材の使用、装着する部品を最小限に留めるといった対策が有効であると考ええる。

4.3 非接触給電による自動給電

ドローンの根本的な問題として、バッテリーの持続時間の短さがある。本研究のドローンは日用品として使うことを前提としているため、頻繁な充電作業がユーザビリティの低下を招くことが考えられる。そこで、本研究では本体とベースステーションに非接触給電モジュールを追加し、ドローンがベースステーションに待機している間に充電することを検討している。

5. 関連研究

本研究に関連する先行研究を紹介する。Harshit AgrawalらのL' evolved[1]は、ドローンを用いて部屋の中にいる人間を支援する研究で、本体下部に照明のついたドローンと、部屋の中に設置されたセンサーを用いて、「暗いところで本を読んでいるときに頭上を照らしてくれる」「探し物がある場所を照らす」など、まるで使用人のような役割を果たしている。Matthew Louis Maurielloら[2]は赤外線カメラを取り付けたドローンを半自立的に制御し、建物の熱画像を半自動的に収集して、建物の省エネ性能の評価などに利用している。MS-06LA[3]は、2基のレーザースキャナを用いて周囲の環境を3Dで認識し、災害現場などの偵察への利用が期待されている。PD4[4]は、有線給電方式のドローンであり、長時間の飛行を可能にしたものである。また、EverCopter[5]も有線給電方式のドローンであり、1台のEverCopterは地上の電源に接続され、それに接続された2台目からのEverCopterは半永久的な飛行が可能となる。また、末端のEverCopterにバッテリーを搭載し、任意のタイミングで切り離しが可能である。これにより、半永久的なセンシングを実現している。これらは、ドローンのバッテリー持続時間の問題の根本的な解決ではないが、必ずしも遠くに飛ばす必要のない用途では有効な解決手段であると考ええる。Flying Head[6]は、人間の歩く、屈むなどの日常的な身体動作をパラメータとしてドローンの制御に取り入れることで、操作性を向上させるものである。これによって、従来の操作デバイスのような長期の訓練を必要としない操作系を構築している。Hover Ball[7]は、小型ドローンをボールに組み込むことで、飛ぶ／曲がる／止まるといった本来のボールの動きからかけ離れた動作を実現している。

これらの研究では、荷重制限や処理能力、安定性を重視

して、ミドルクラス以上のドローンが使われる場合が多いが、本研究では室内の日常生活での利用に焦点を当て、超小型ドローンを使用している。さらに、小型ドローンのベースステーションに内蔵したスマートフォンのセンサやカメラを用いて、移動制御等を行う点が特徴である。

6. おわりに

本研究では、超小型ドローンと、スマートフォンに搭載したベースステーションから構成される「日用品ドローン」を提案した。日用品ドローンは、スマートフォン内部のセンサやカメラを用いて、様々なインタラクシオンを実現する。今後は、基本的な性能の安定化と応用例の追加を行なっていく。さらに、実際に複数人のユーザーに日用品ドローンを利用してもらい、フィードバックを得ることにより、評価と改良に役立ていきたい。

参考文献

- [1] Harshit Agrawal, Sang-won Leigh, Pattie Maes: L' evolved: Autonomous and Ubiquitous Utilities as Smart Agents, UBICOMP '15, pp.487-491, (2015).
- [2] Matthew Louis Mauriello, Leyla Norooz, Jon E. Froehlich, Understanding the Role of Thermography in Energy Auditing: Current Practices and the Potential for Automated Solutions, CHI 2015, pp. 1993-2002, (2015).
- [3] 産業応用型電動マルチローターヘリコプター <https://mini-surver.com/archive/New-minisurveyor-pamphlet.pdf>, (2015/12/21 アクセス) .
- [4] PRODRONE, 「products」 <https://www.prodrone.jp/products/pd4>, (2015/11/4 アクセス).
- [5] 興野 悠太郎, 米澤 拓郎, 野崎 大幹, 小川 正幹, 伊藤 友隆, 中澤 仁, 高汐 一紀, 徳田 英幸: EverCopter: 着脱可能な有線給電式 空中センシングプラットフォーム Vol.2014-研究報告ユビキタスコンピューティングシステム, No.26, pp.1-7, (2014).
- [6] Keita Higuchi, Jun Rekimoto, A Flying Telepresence Platform to Augment Moving Sensation, Transaction of The Virtual Reality Society of Japan, Vol.19, No.3, (2014. 9).
- [7] Kei Nitta, Keita Higuchi and Jun Rekimoto, "HoverBall: Augmented Sports with a Flying Ball", 5th International Conference on Augmented Human (AH 2014), (2014).