音声及び筆跡を用いた無人航空機の操作システム

松塲　匠[*1]　吉田　周生[*1]　川合　康央[*1]

Operating System of Unmanned Aerial Vehicle using Voice and Handwriting

Takumi Matsuba[*1], Shusei Yoshida[*1] and Yasuo Kawai[*1]

Abstract - In recent years, accidents related to UAV and inconvenience are increasing. We thought that the cause was caused not only by the pilot's technology but also by the UAV operating system. Therefore, in this research, we designed and implemented a new operation system of UAV. We have developed an operation system using speech recognition while considering a system using a controller which is an existing operation system. We also implemented a system using an acceleration sensor and a system using handwriting, and compared the above four operation systems. We have developed a system with intention to operate operation safely.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle, Operating, Recognition, Voice, Handwriting

1.　研究背景と目的

航空撮影や建築物･自然環境においての 3D スキャン，警備, 救急医療, 貨物輸送など様々な産業分野において，無人航空機であるドローンに注目が集まっている．また産業分野だけではなく，個人的な映像撮影や，無人航空機を用いたドローンレースなどが行われ日々盛り上がりを見せている．[1,2] このような趣味やレジャーなどの利用が増えるとともに，無人航空機本体の価格が一般の人でも手が届くほど低価格化が進んできた．こうした無人航空機の利用が増加するに伴い，航空撮影中の文化財への接触，破損や墜落などの迷惑行為も増加している．無人航空機の迷惑行為は人への危険を伴うことが多く，報道機関でもたびたび取り上げられている．そのため，無人航空機が社会的な問題となりつつある．また上記のような迷惑行為の原因として多くの場合で，無人航空機の操縦車の訓練不足や誤動作があげられている．そのため日本においては対策として，法整備が進み，また無人航空機の操縦に関する講習や免許の配布が行われている．[3] しかし我々は上記のような問題は操縦者の技術不足だけではなく，無人航空機の操作システムにも問題があるのではないかと考えた．そのため本稿では無人航空機の新たな操作システムの提案と実装を行う．

本研究をはじめるにあたって，まず無人航空機における既存の操作システムの調査を行った．現在最も一般的に利用されている操作システムは，ゲームなどでも用いられ一般ユーザーにもなじみがあるコントローラや，スマートフォンの画面にそれらのボタン等を配置した物である．コントローラを用いたシステムは主にボタンを用いたものとアナログスティックを用いたものに大別され，様々なものの操作として利用されている．この二種類の操作性を評価した結果，単純な四方向の指定しかできないボタンによる操作より，柔軟な方向指定が可能なアナログスティックを用いたコントローラによる操作のほうが優れていることがわかった．[図 1]この事実より，アナログスティックを用いたシステムを基準とし様々な操作システムの開発を行った．

本研究では, 無人航空機の新たな操作システムの提案, 実装を行い，それらのシステムが操作方法として優れているのかを評価する．そこで我々はデバイスへの入力方法の調査を行い，様々な場面で活用されている音声認識に注目した．近年，スマートフォンの普及に伴い音声認識も一般化してきている．またスマートスピーカーなども市場に出始め，Google Home や Amazon Echo などが発売されている．このような製品では音声をコマンドとして認識し操作を行う．このような背景から本稿では，音声認識を用いた操作システムの開発を行った．このシステムでは，離陸や着陸，右，左などのコマンドを発声することにより無人航空機の制御を行った．開発後，評価を行ったところコマンド入力では，コマンドを最後まで発声しないと無人航空機へ命令が到達しないため，遅延が発生し安全性の面での課題が残った．このことにより音声認識を用いた新たな操作方法を提案することとした．

また，本研究を行うにあたりコントローラの操作と音声認識を用いた操作の二種のみの比較を行うだけでは，操作の評価に偏りが発生すると考えた．そこで上述の二つのシステムに加え，筆跡を用いたシステムと加速度センサを用いたシステムを開発し，四つのシステムの比較を行うことにより，より直観的かつ安全な操作が可能なシステムの開発を目指した．

*1: 文教大学情報学部情報システム学科
*1: Department of Information Systems, Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

図 1　コントローラのイメージ

Fig.1 Image of Controller

2.　開発

2.1　基礎システムの設計と安全対策

本研究では，開発や評価の容易性から Android 端末での操作を行うこととした．　また Parrot 社の Mambo ならびに，同社が提供する開発用 SDK を用いて，無人航空機への接続を行う基盤部の開発を行った．[4,5]

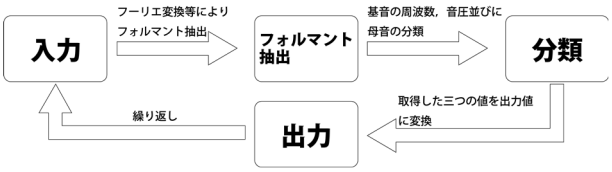
またコントローラを用いたシステムにおいて無人航空機の速度の調整も行い，より安全にかつ実際に使用するのに適した速度を設定した．さらにシステムの改良を行うごとに評価を実施しより安全に動作するシステムの開発を行った．

2.2　音声認識を用いたシステム

音声認識の調査の結果から，コマンド入力による無人航空機の操作は可能ではあるが，その特性上から安全性の面で課題が残ることが分かった．この操作のメリットは声だけで操作ができるため非常に直感的である点である．さらに，コントローラを用いた操作システムとは違い，手を使わずに操作ができる点も有効な点である．そこで音声認識を用いたままで操作を安全に行える新たなシステムを設計した．

まずコマンド入力でのシステムにあった問題点を解決することとした．コマンド入力での問題点として，コマンドを最後まで発声しなければ操作ができないため，とっさの場面で操作が不安定になり安全に操作ができない点があげられる．そこで我々は声を出したら出力命令を無人航空機に送り，発声をやめた段階で出力命令の送信をとりやめるという設計をした．このシステムのおかげで安全性の面での課題をクリアすることができた．しかし，このシステムでは無人航空機の上昇のみしか取り扱えない．そこで音圧の大小により上昇か下降かの選択をできるようにした．加えて，音声の周波数により左右の操作をし，さらに発声している声の母音をもとめ，前後の操作に割り当てた．[図 2,3]このことにより無人航空機の操作に必要な三軸方向への出力が可能となり，自由な操作を実現することに成功した．

しかしながら，このシステムを評価したところ，三軸の操作の出力を一度に行っているため，無人航空機の制御が難しく意図しない動作をしてしまうため，操作の安全性の面で課題が残る結果となった．そこでこのシステムに更なる改良を施すこととした．詳しく検証したところ，声の発声により出力命令の送信状態を決定しているところに，音圧データによる操作を加えたため，動作が不安定になっていることが分かった．そのため出力方向



を母音で指定し，その後周波数の大小によりプラス方向かマイナス方向かの指定を行うシステムとした．このシステムの評価をおこなったところ，改良前のシステムと比べ，直観性と安全性の面において優れているという結論に至った．そこで本研究ではこのシステムをもとに評価を重ねよりよいシステムの設計に取り組んだ．

図 2 音声認識のシステム遷移図

Fig.2 System Transition Diagram of Speech Recognition

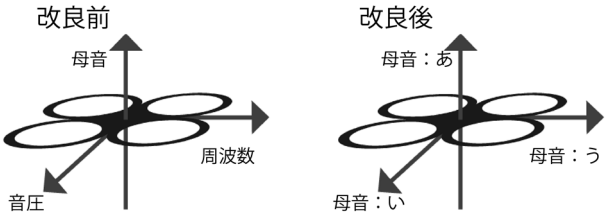


図 3 音声の割り当て

Fig3. Audio Assignment

2.3　加速度センサを用いたシステム

上記のシステムの評価するため，音声認識の操作システムの開発後，加速度センサを用いたシステムの設計に取り組んだ．本研究では操作に Android 端末を用いている．そのため加速度センサの利用は容易である．本システムでは端末の傾きによって無人航空機への命令を送信する．端末が平行になったときの出力を 0 とし，X 軸，Y 軸それぞれの傾きを検出し，その方向への出力を与えた．さらに無人航空機の上下への動作はボタンによる操作で行うこととした．[図 4]

このシステムの開発後, 実証実験を行った. その結果, 傾いた方向へ出力を与える操作系統はわかりやすく，直感的であることがわかった．しかし，ほんのちょっとの傾きで動作を始めてしまう結果，安全な操作が不可能だということが判明した. そこで一定の誤差範囲をもうけ, 誤動作を軽減することとした．さらに，どのような傾き

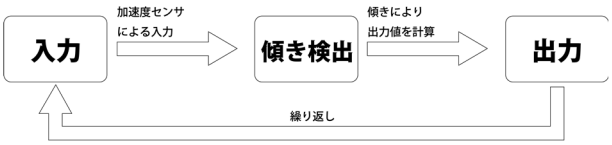


図 4 加速度センサのシステム遷移図

Fig4. System Transition Diagram of Acceleration Sensor

の場合でも一定の出力しか与えないのは非常にわかりづらいという事実が判明した．この改善として，傾きの強さを三段階に分けることとし，出力の大きさに変化を持たせた．このとき端末の形状と人間の手の構造より，前より後ろ，左手の場合左より右，右手の場合右より左のほうが傾けやすい傾向があったため出力数値の調整を行った．加えて上下運動を端末上のボタンによって操作していたが，画面を注視しなければいけない関係から安全性の面で問題があった．そのため端末の側面に配置されている音量ボタンにより操作を行うこととした．

2.4　筆跡を用いたシステム

音声認識と加速度センサを用いたシステムのほかに，さらなる評価対象として，筆跡を用いた操作システムの開発を行った．本システムでは，端末上に描画した線を飛行経路として検出後，無人航空機に線に合わせた出力命令をだすという形とした．線を描画する際一定時間ごとに座標を検出後，二次元配列に格納し，出力命令に変換後，送信する形とした．[図 5]計算方法としては，それぞれ取得した X 軸 Y 軸の座標データを逆三角関数により θ ラジアンにし，取得したラジアンを角度に変換する．その角度により出力方向を確定した．[図 6]

開発したシステムを評価した際，出力ベクトルを変化させるとき，元の出力方向への加速の影響により意図した方向へ曲がり切らない問題が発生した．そこで加速を計算することにより，方向転換時に転換前の方向の逆方向に一定時間の出力を与えることにより，正しい方向に転換し飛行させる方法をとった．その結果スムーズな動作が実現し，改善前と比べて安全に飛行を行えるようになった．

また，初期段階において線を描画した瞬間にすぐ出力命令に変換し，無人航空機の動作を行っていた．しかし，この場合誤操作により意図しない線を描画してしまった際にも，無人航空機が動作を開始し安全な飛行が不可能となってしまっていた．そこで，端末上に線を描画後正しい線だった時のみチェックを行い，飛行命令に変換する方法をとった．その結果誤動作が激減しより安全なシステムにすることができた．

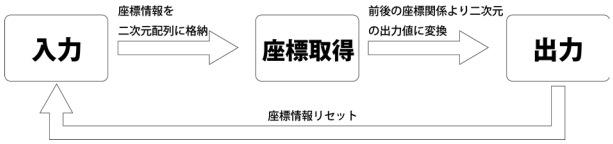


図 6 筆跡のシステム遷移図

Fig5. System Transition Diagram of Handwriting

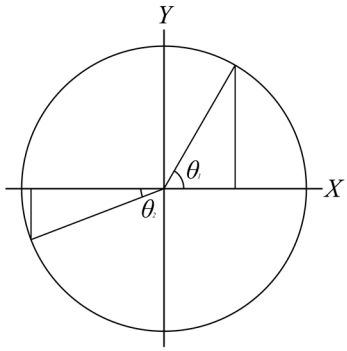


図 5 計算方法のイメージ

Fig6. Image of Calculation Method

3.　考察

本研究では，評価の結果から採用しなかったものも含め，合計で７つのシステムの開発を行った．この７つのシステムの中で最も直感的かつ安全に操作が行えたシステムは，加速度センサを用いたシステムであるという結果が得られた．今回開発を行った二つのシステムに関してはいくつかの問題点があげられる．

音声認識を用いたシステムに関しては，一定の周波数内での操作は比較的うまく行うことができた．しかし，周波数が高くなったり低くなったりした場合において，母音の分類の制度が落ち，正しい操作が行えなくなってしまった．今後としては，周波数が変化した際の母音の分類の精度を高める必要があると考えられる．一方で音声によっての操作であるため，手が扱えない状況での操作が可能であるという利点が考えられる．

また，筆跡を用いたシステムでは，前述にもあった無人航空機の加速の影響で進行方向の転換時に改良後もうまく動作ができなかった．さらに線を描画する際に，縮尺を考慮しなかったため，長い線を描画した際に壁などに衝突してしまう問題があった．そのため，無人航空機からのフィードバック情報の活用や縮尺を考慮することにより，直感的な動作をさせる必要性があることが判明した．

4.　まとめ

本稿では，無人航空機における新たな操作システムの提案と実装を行い，開発したシステムが無人航空機の操作方法として優れているのかを，既存の操作システムも含めて評価を行った．その結果最も直感的かつ安全に動作し，無人航空機の操作に適しているという結論がでたのが，加速度センサを用いたシステムである．

ただし開発したシステムの中で，加速度センサを用いたシステムと筆跡を用いたシステムでは，上下の動作がボタンを用いたものを扱っている．そのため上下動作に

関する適した操作系統を設計し，さらなる発展が必要である．

参考文献

[1] 浜中，塩見：ドローン飛行網の最適設計手法，第 78 回全国大会講演論文集, Vol.1, pp.279-280, 2016.

[2] 前田, 田村: ドローンを使用した無人航空機捕獲システム, 第 78 回全国大会講演論文集, Vol.1, pp.295-296, 2016.

[3] 国土交通省：無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール，http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html,（参照 2018-07-16）.

[4] Parrot : Parrot BEBOP DRONE for Developers, http://developer.parrot.com/docs/SDK3/?java#general-information,（参照 2018-04716）.

[5] djavan-bertrand, Hugo, Jerome Bouvard, Yves-Marie Morgan, Parrot for Developers, https://github.com/Parrot-Developers/,（参照 2018-07-16）..