

# UAV 用直感操作インタフェース

## An Intuitive Operator Interface for UAV

吉田統, 妻木勇一

Osamu Yoshita and Yuichi Tsumaki

弘前大学

Hirosaki University

キーワード: 操作インタフェース (Operator interface), 能動ウィンドウ (Active window), 遠隔操作 (Teleoperation), 自律飛行ロボット (UAV)

連絡先: 〒036-8561 弘前市文京町3番地  
弘前大学大学院 理工学研究科 知能機械システム工学専攻  
吉田統, Tel & Fax: (0172)39-3686, E-mail: h07gs524@stu.hirosaki-u.ac.jp

### 1. 序論

地震や台風などの自然災害によって被害を受けた地域の視察, 嵐などで天候が悪化した山岳や海上での遭難者の捜索などの人命に関わる活動はできるだけ迅速に行なう必要がある。しかし, 二次災害の恐れもあることから通常の有人ヘリコプタや飛行機では視察, 捜索が不可能な場合がある。そのような場合に対応するため無人偵察機の開発が期待され, 様々な取り組みが行なわれている<sup>1, 2, 3)</sup>。我々も危険な地域の視察や捜索, 環境破壊などの監視を目的とした固定翼の自律飛行ロボット (以降 UAV) の開発を行っている<sup>4, 5)</sup>。一方, 柔軟な監視活動を行うためには, 飛行中においても操作者の介入が必要である。このとき, 操作者は飛行ロボットの状態を正確に認識しなければならない。特に機体の姿勢情報は機体の安全を確保するため重要な情報である。そこで, 本論文では機体の姿勢情報を高い臨場

感とともに提示し, 直感的に操作者が理解できる操作インタフェースを提案し, これを地上実験システム上に実現する。

### 2. 操作インタフェース

飛行ロボットにとって姿勢情報を見失うことは安全性の面からも大きな問題となる。例えば, Fig. 1 の左の図のように飛行機が雲の斜面と平行に飛行している場合, カメラから見た前方の様子は Fig. 1 の右の図のように画面と雲が平行に見え, 操作者が水平方向を誤認し墜落するといったことが考えられる。このように飛行ロボットから送られてくる映像だけを見てロボットを操作すると正しい姿勢を認識しにくいという問題が発生する。また火災現場や悪天候の地域などを飛行することを求められる UAV では, 突発的な事態に対応するため, 操作者が直感的に情報を理解することが重要となる。そこで機体からの映像,

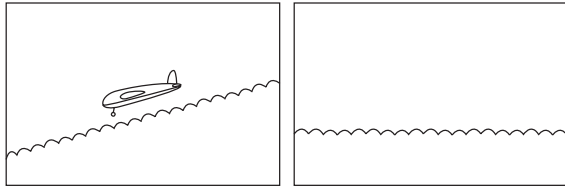


Fig. 1 An example of misconception.

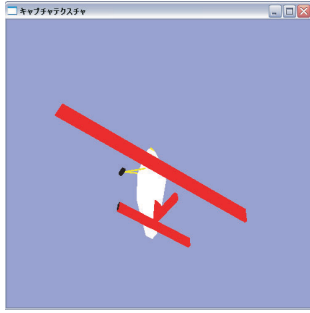


Fig. 2 Overview of a 3D model.

姿勢を直感的に理解することができる以下のインタフェースを提案する。

- グラフィックスによるリアルタイム姿勢提示
- 能動ウィンドウを利用した姿勢提示

以下に詳細を示す。

## 2.1 グラフィックスによる姿勢提示

姿勢情報が認識しにくいという問題を改善するため、実際の機体の代わりに機体の3Dモデルを表示し、その姿勢をリアルタイムで実際の機体のロール軸、ピッチ軸の姿勢を提示する3DグラフィックスをDirectXにより作成した。作成した機体の3Dモデルの概観をFig. 2に示す。3Dモデルは実際の飛行ロボット姿勢に合わせ翼の中心で回転させることにした。

## 2.2 能動ウィンドウを利用した姿勢提示

前章で述べたようなグラフィックスを利用することは一つの方法であるが、映像に集中している操作者には、より直感的なインター

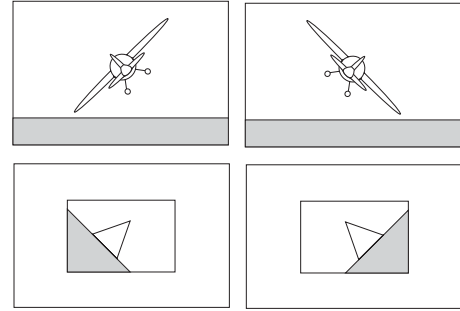


Fig. 3 Without the active window (rotation around roll axis).

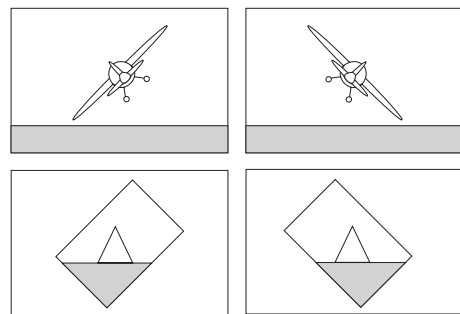


Fig. 4 With the active window (rotation around roll axis).

スが望ましい。そこで、これまで地上移動ロボットに適用されてきた能動ウィンドウと呼ぶ方法<sup>6)</sup>を飛行ロボットにも導入する。

能動ウィンドウとは、ビデオ画像が提示されているウィンドウを三次元的に傾けることで移動ロボットの姿勢を直感的に操作者に提示する方法である。

例えば、機体がロール方向に回転したとき、従来は映像はFig. 3のように表示される。これに対して能動ウィンドウはFig. 4に示すように機体の姿勢に対応した軸でウィンドウを回転することで姿勢情報を映像と共に提示する。また、機体がピッチ方向に回転したときの従来の映像はFig. 5のように表示されるが、能動ウィンドウではFig. 6のようにピッチ軸まわりにウィンドウを回転させる。ただし、ヨー方向の回転は他の軸に比べ重要ではないためにウィンドウの動きには適応させていない。

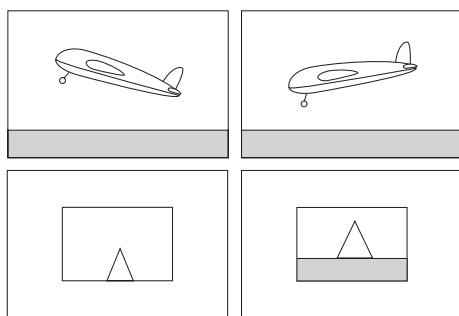


Fig. 5 Without the active window (rotation around pitch axis ).

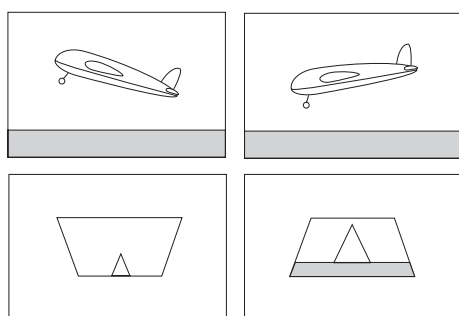


Fig. 6 With the active window (rotation around pitch axis ).

### 3. 実験

前章で述べたグラフィックスおよび能動ウィンドウによる姿勢提示を同時に動かす実験を行なった。

#### 3.1 実験システム

実験システムは Fig. 7 に示すように模型に取り付けられたカメラと3D モーションセンサから得られたデータを USB 経由で PC に取り込み、能動ウィンドウを動かす。本システムでは、DirectX を使用して能動ウィンドウを実現した。具体的には、カメラから取得した映像をテクスチャとしてオブジェクトに貼り付け、機体の姿勢情報に従いウィンドウを回転させている。

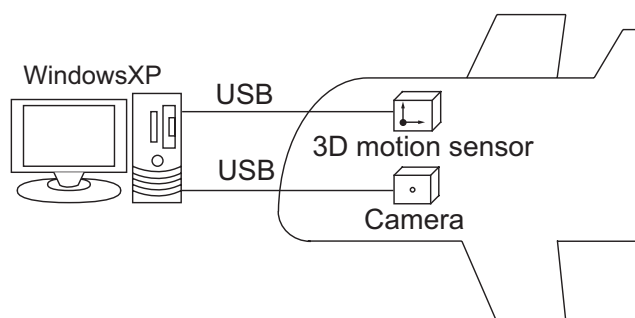


Fig. 7 Experimental set-up.

#### 3.2 実験結果

実験の様子を Fig. 8, 9 に示す。Fig. 8 は模型がロール方向に回転している場合の映像であり、Fig. 9 は模型がピッチ方向に回転したときの映像である。このように、ビデオ映像を傾けることにより、機体の姿勢を直感的に提示することが可能となる。

実験では3D モーションセンサの値が時間と共にドリフトし、実際の姿勢と能動ウィンドウの傾きがずれるという問題が発生した。機体が飛行中にこのようなことが起こった場合に墜落の危険性もあることから、センサフュージョン等により、頑強なセンサシステムが必要であると考えられる。

### 4. 結論

本論文では、グラフィックスとビデオ映像を用いることで飛行ロボットの姿勢を直感的に提示可能な操作インタフェースを提案・実装した。今後、実際の飛行機に提案するインタフェースを導入し、その効果を検証する予定である。

### 参考文献

- 1) 鈴木真二: “固定翼系空中ロボットクス”, 日本ロボット学会誌, Vol. 24, No. 8, pp. 897-900, 2006.

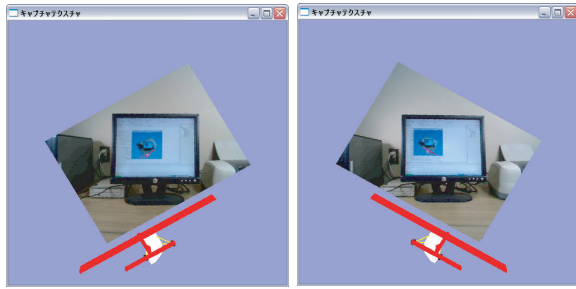


Fig. 8 The active window and 3D model (rotation around roll axis ).

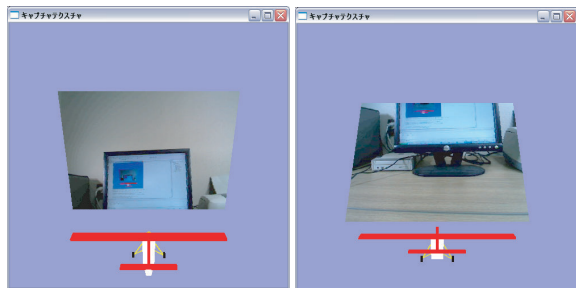


Fig. 9 The active window and 3D model (rotation around pitch axis ).

- 2) 野波健蔵: “回転翼系空中ロボティクス”, 日本ロボット学会誌, Vol. 24, No. 8, pp. 890-896, 2006.
- 3) 川端邦明, 羽田靖史, 浅間一: “軽航空機 ( L T A ) ロボティクス”, 日本ロボット学会誌, Vol. 24, No. 8, pp. 901-905, 2006.
- 4) 吉田統, 黒嶋浩太, 妻木勇一, 佐川貢一, 佐藤裕之, 稲村隆夫: “小型自律飛行ロボットの遠隔操作インタフェース”, 日本機械学会東北学生会第 37 回学生員卒業研究発表講演会, 112, 2007.
- 5) 黒嶋浩太, 吉田統, 佐川貢一, 妻木勇一, 佐藤裕之, 稲村隆夫: “小型無人自律飛行ロボットの試作”, 日本機械学会東北学生会第 37 回学生員卒業研究発表講演会, 111, 2007.
- 6) 妻木勇一, 河合聡志, Vincent Hugel, Patrick Bonnin, Pierre Blazevic: “アクティブウィンドウを用いたレスキューロボット用操作インタフェース”, 第 7 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2006, 1G1-6, 2006.