

ラジオコントロールカーの視線制御に関する検討

A study of an eye-gaze interface system for radio control car

正尺 宏樹[†] 新納 慎吾[†] 緒方 公一[†]
Hiroki Shojaku Shingo Niino Kohichi Ogata

1. はじめに

本稿は、視線入力インタフェースを応用したラジオコントロールカー（以下ラジコン）の視線制御について取り扱ったものである。視線によるインタフェースは、その非接触の特性を活かして、種々のアプリケーションの創出が期待される。著者らの所属する学科では、福祉車両 STAVi[1]の操舵に関する研究を進めており、視線インタフェースの応用展開の初期段階として、ラジコンの視線制御機構の作成を行った[2]。予備的な実験では、初めての利用でも、前進後退や停止などの基本的な動きをうまく制御できるユーザが存在しその可能性が示唆された。本稿では視線制御の可能性についてさらに検討を行った。

2. 視線入力インタフェースシステムとラジコンの視線制御機器開発

本研究室で開発している視線入力インタフェースシステムでは、ゴーグル一体型の眼球撮影用小型カメラから得られる目画像に画像処理を行うことで虹彩の中心を検出し、システム利用者の視線の推定を行う[3]。図1に視線入力インタフェースシステムによるラジコンの視線制御風景の例を示す。通常の視線入力インタフェース使用時と同じように前方に置かれたディスプレイを眺め視線により指示を出す。図の右側の床面にある箱状のものがラジコンである。開発に使用した機器やシステム構成については文献[2]で示しているがその主要部について以下に示す。

ラジコンへの送信機となるプロポーションシステムは、図2に示すように、通常は指で操作するそれぞれの制御スティック部にサーボで上下動するパーツを取り付け、サーボモータに加えられる信号の値に応じて上下動をコントロールする方式としている。

パソコンのディスプレイ上における指示の方式としては、今回はメニューの選択方式とした。図3に操作メニュー



図1 視線制御風景

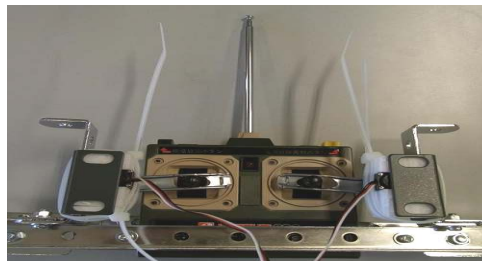


図2 プロポーションシステム



図3 ディスプレイ上の制御インタフェース

の例を示す。Forward, Back, Left, Right, Stopの5つのメニューを用意し、これらが選ばれると、その項目に対応してサーボモータの動きが制御され、ラジコンの動きを制御することができる。なお、視線入力インタフェースでは、生理的瞬きと意図的瞬きを区別してマウスクリックを実現する機構を有しているので、操作者はこの機構を利用してメニューを選択することができる。

制御インタフェースを注視した状態ではラジコンの動きを確認しながらの操作は不可能である。そこで、ラジコンの動きをWebカメラで撮影し、その映像の上上半透明化したディスプレイ上の制御インタフェースを重ねることでこの問題を解決している。

3. 実験

本実験では、視線によりどの程度ラジコンの制御が可能であるかを調査した。

表1と図4に被験者に課した課題とラジコン操縦のコースの概要を示す。課題は、視線によりメニューを選択する課題 TASK1 から、所定のコースを外れないように視線でラジコンを操縦する課題 TASK4 までの4項目から構成され、TASK1 から順番に難易度が高くなっていくように設定されている。TASK3 および TASK4 は、図4のコースを使用している。TASK2~4 については操作を開始してから課題が完了するまでの経過時間を計測した。TASK1 については被験者のための練習を兼ねているため経過時間は計測しなかった。被験者には、TASK1 から順に課題に取り組んでもらい、課題を成功した被験者のみが次の課題へと進む方式とした。

[†] 熊本大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Kumamoto University

表 1 課題の内容

TASK1	Forward, Back, Left, Right, Stop の5つのメニューを出された指示の通りに選択する.
TASK2	スタート地点からゴールまでコースを無視して自由に操縦する.
TASK3	用意したコースから外れないように右左折を1度ずつ行う.
TASK4	スタート地点からゴールまでコースから外れないように操縦する.

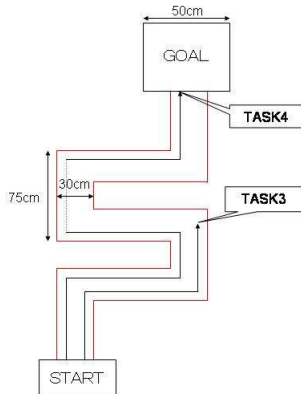


図 4 TASK3, TASK4 で使用したコース

開発している視線入力インタフェースシステムでは、マウスポインタが視線の動きに追従しないと感じた場合に、視線方向とマウスポインタの位置のずれを補正する機能を有しており、被験者は意図的な瞬きで補正を行うことが可能となっている。被験者は適宜補正を行ってもよいものとした。

課題の失敗の基準は、経過時間が 300 秒を超えた場合か、視線入力インタフェースの補正を行った場合でも被験者の意図した制御が行えないと実験者が判断した場合とした。ただし、TASK1 については経過時間を計測しないため、後者の場合のみを失敗の基準とした。

4. 考察

表 2 および表 3 に実験結果を示す。TASK1 では全員が、TASK2 では被験者 4 を除いて全員が視線操作に成功した。これにより、ラジコンの前進、後進、回転、停止などの単純操作や、ルートを限定せずに目的地まで到達するといった課題の達成は可能だといえる。

また、TASK2 の経過時間より、操作技術に関して個人差が出ていることがわかる。また、TASK3 と TASK4 では被験者 6 人中 2 人が成功した。成功者が減少したのは、TASK1, 2 に比べて、コースに沿ってラジコンを走行させることが課せられているため、より正確な操作が必要となり操作が難しくなったためであると考えられる。しかし、この課題に対して成功した被験者が 2 人存在することから、開発したシステムを用いて視線によりラジコンを指定されたルート上で走行させることは可能であるといえる。また、初心者である被験者 2 に比べ、経験者である被験者 6

表 2 TASK1 の結果

被験者番号	1	2	3	4	5	6
成功/失敗	成功	成功	成功	成功	成功	成功
補正回数	0	1	1	2	1	0

表 3 TASK2~TASK4 の結果

TASK2			
	成功/失敗	経過時間[s]	補正回数
被験者 1	成功	115	0
被験者 2	成功	127	3
被験者 3	成功	61	1
被験者 4	失敗	—	—
被験者 5	成功	110	2
被験者 6	成功	37	0
TASK3			
被験者 1	失敗	—	—
被験者 2	失敗	—	—
被験者 3	成功	230	3
被験者 5	失敗	—	—
被験者 6	成功	57	2
TASK4			
被験者 3	成功	61	0
被験者 6	成功	52	0

の方が、短い時間で課題を完了させていることから、訓練によってシステム操作の技術の向上が期待できると考えられる。

5. 結論

本稿では、視線入力インタフェースを応用したラジコンの視線制御を目的としてシステムを開発し、その可能性を評価する実験を行った。実験では、被験者全員が、視線によるメニュー選択に基づく前進や右折などの基本操作が可能であった。課題の難易度が上がるとそれを成功させる被験者は少なくなるが、システム利用経験が長い被験者は、マウスポインタ制御の正確性が高く、ラジコン操作の正確性も高くなることが確認できた。今後、より効果的な操作方法を検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は熊本大学平成 23 年度工学部革新研究加速化のための研究助成および科学研究費補助金((C)24560523)の援助によることを記し謝意を表す。

参考文献

- [1] <http://f-cite.com/>
- [2] 正尺 他, 第 26 回熊本県産学官技術交流会, Vol. CD-ROM(443. pdf), 2012
- [3] 米沢 他, 電気学会論文誌(C), vol. 130-C, pp. 442-449, 2010.