原著論文

熟練ライダーの運転知識に基づく 知的二輪車運転支援システム†

井上 源太*・安信 誠二*

二輪車は多入力多出力(MIMO)制御対象であり、初心者にとって運転は難しい。それに対し、熟練ライダーは経験に基づく適切な運転知識を持ち、上手く運転することができている。本研究の目的は、熟練ライダーの運転知識に基づく知的運転支援を行うことにより、初心者でも熟練ライダーと同等の上手い運転ができるようにすることである。知的多入力多出力制御(iMIMOC)方式を応用した知的二輪車運転支援システム(i2DSS: intelligent 2-wheeled vehicle Driving Support System)を用いて、二輪車運転支援を行う。

熟練ライダーの運転を目標設定と目標追従の2つに機能的に分離し、その中の目標設定の知識を組み込むi2DSSを用いて、適切な目標値をユーザに与える運転支援を行った。初心者を想定した仮想ライダーによるシミュレーション実験により、i2DSSによる運転支援が初心者向けの二輪車運転支援として有効であることを確認した。また、この運転支援を受けた初心者が、周囲の状況に対応しながら、速度を調整し二輪車を傾けるという熟練ライダーと同等の上手い走行を行えることを確認した。

キーワード：知的二輪車運転支援、知的多入力多出力制御(iMIMOC)、熟練ライダーの運転知識、目標設定知識

1 序論

二輪車は、手軽な交通手段、環境負荷の少ないエコな乗り物として、世界中で多くの人に利用される一方、交通事故が問題となっている。二輪車の交通事故は、単独事故が多く[1]、事故の一因として、初心者ライダーによる運転操作の未熟さがあげられる。二輪車は多入力多出力(MIMO: Multiple-Input Multiple-Output)制御対象であり、車体を傾かせて旋回する等、四輪車の運転に比べ考慮すべき自由度が多いため、初心者にとって運転は難しい。それに対し、熟練ライダーは経験に基づく適切な運転知識を持ち、上手く運転することができている。

本研究の目的は、熟練ライダーの運転知識に基づく知的運転支援を行うことにより、初心者でも熟練ライダーと同等の上手い運転ができるようにすることである。もし、初心者でも熟練ライダーのような運転が行えれば、交通事故の減少につながり、同時に二輪車を巧みに操る楽しさを得ることもできる。

我々は、熟練オペレータのMIMO対象に関する知識を組む込む知的多入力多出力制御(iMIMOC: intel-

ligent MIMO control)を提案し、制御が難しいMIMO対象である二輪車に適用して、その有効性を確認している[2][3]。また、このiMIMOC方式は人間の操作する運転支援に応用できることを確認した[4]。

本稿ではiMIMOC方式を応用した知的二輪車運転支援システム(i2DSS: intelligent 2-wheeled vehicle Driving Support System)を用いて、熟練ライダーの運転知識に基づく二輪車運転支援を行う。初心者ライダーを想定した仮想ライダーを用いたシミュレーション実験により、i2DSSの運転支援の効果を評価する。以下、第2章で熟練オペレータのMIMO制御知識とiMIMOC方式について、第3章でMIMO対象である二輪車について述べる。第4章にて、熟練ライダーの二輪車運転知識とその知識を組み込んで支援を行うi2DSSについて述べる。そして、第5章にて、シミュレーション実験でi2DSSの運転支援の効果を評価する。

2. 知的多入力多出力制御

2.1 熟練オペレータのMIMO制御知識

通常、単一入力の制御対象に比べ、MIMO対象を制御することは難しい。これは、MIMO対象の複数の入力間に、相互関係が存在するからである。この相互関係は、ある一つの入力を変化させた場合、他の入力に影響を及ぼすといった関係であり、従来制御の手法において、適切な入力を見つけるのは困難である。一方、相互関係を取り除き、入力と出力の間に完全な

† An Intelligent Two-wheeled Vehicle Driving Support System Based on Operation Knowledge of Skilled Rider
Genta INOUE and Seiji YASUNOBU

* 筑波大学大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and information Engineering, University of Tsukuba

1 対 1 の対応をつけ、複数個の互いに独立した制御系を設計する非干渉化という手法が提案されている[5][6]。ただし、この非干渉化を実現するためには、強い制限を満足しなければならない、入出力の数が多く、複雑な動特性を持つ制御対象を扱う場合、非干渉化の適用は難しくなる。

それに対し、熟練オペレータは入力間の相互関係を考慮したMIMO制御対象に関する知識(MIMO制御知識)を持ち、その知識を基に上手く制御している。熟練オペレータは、多入力系を扱う際、それぞれの入力について、どの制御量(状態変数)に主に影響を与えるか経験的に理解しており、単独入力における適切な操作方法を定めることができる。また、複数の変数を同時に動かすと制御が複雑になるので、まずMIMO制御対象の一部分を取り出し、その入力方法について考察・決定をする。そして、その決定した入力を用いて、残りの入力方法を検討し、最終的な操作方法を導出する。

2.2 知的多入力多出力制御システム

熟練オペレータのMIMO制御知識を組み込むiMIMOc方式を図1に示す。iMIMOcの制御方式は、MIMO対象を扱うように予見ファジィ制御[7]を拡張したものである。

iMIMOcで用いられる予見ファジィ制御では、熟練オペレータのMIMO制御知識に従い、まず各入力について単独入力における適切な制御方法を定め、知的制御や単純なフィードバック制御など、シンプルなルールで記述できる入力(図1では、*InputB*, *InputC*)を先に決定し、制御対象のモデルに組み込む。次に、残りの入力(*InputA*)を操作候補として複数用意し、先に決定した入力が組み込まれたモデルを用い、各操作候補における将来状態を予見し、ファジィ多目的評価することにより、最適な制御指令を算出する。

図1 Configuration of iMIMOc system

3. 二輪車

3.1 ライダー二輪車制御対象

本研究で扱うライダー二輪車対象を図2に示す。ライダー二輪車対象の運動方程式は、Sharp[8]のモデルと同様にラグランジェ方程式から導出したものを用いる。これは、二輪車の運動を表現するのに最低限必要な横運動、ヨー運動、ロール運動、操舵軸の回転運動を表現しており、それに前後運動を加えた5自由度のモデル[9]を扱う。車両のパラメータは参考文献[10]を基にし、オートバイを想定している。

・横方向の自由度に対する方程式

$$(M_f + M_r + m_R)(\ddot{y} + \dot{x}\dot{\theta}) + (M_f k - m_R l_R)\ddot{\theta} + (M_f j + M_r h + m_R h_R)\ddot{\delta} + M_f e\ddot{\omega} - Y_f - Y_r = 0 \quad (1)$$

・ヨー軸まわりの自由度に対する方程式

$$(M_f k - m_R l_R)(\ddot{y} + \dot{x}\dot{\theta}) + (M_f e k + I_{fz} \cos \varepsilon)\ddot{\omega} + (M_f k^2 + I_{rz} + I_{fx} \sin^2 \varepsilon + I_{fz} \cos^2 \varepsilon + I_{Rz} + l_R^2 m_R)\ddot{\theta} + \{M_f j k - l_R h_R m_R + (I_{fz} - I_{fx}) \sin \varepsilon \cos \varepsilon - C_{rxz}\}\ddot{\delta} - \frac{i_{ry}}{R_f} \sin \varepsilon \dot{x}\dot{\omega} - \left(\frac{i_{fy}}{R_f} + \frac{i_{ry} + i\lambda}{R_r}\right) \dot{x}\dot{\delta} - l_1 Y_f + l_2 Y_r - T_{zf} - T_{zr} = 0 \quad (2)$$

・ロール軸まわりの自由度に対する方程式

$$(M_f j + M_r h + m_R h_R)(\ddot{y} + \dot{x}\dot{\theta}) + (M_f e j + I_{fz} \sin \varepsilon)\ddot{\omega} + (t Z_f - M_f e g)\omega + (m_R h_R^2 + i_{Rx} + M_f j^2 + M_r h^2 + I_{rx} + I_{fx} \cos^2 \varepsilon + I_{fz} \sin^2 \varepsilon)\ddot{\delta} + (M_f j k - h_R l_R m_R - C_{rxz} + (I_{fz} - I_{fx}) \sin \varepsilon \cos \varepsilon)\ddot{\theta} - (M_f j + M_r h + m_R h_R)g\delta + \frac{i_{ry}}{R_f} \cos \varepsilon \dot{x}\dot{\omega} - \left(\frac{i_{fy}}{R_f} + \frac{i_{ry} + i\lambda}{R_r}\right) \dot{x}\dot{\theta} - T_{xf} - T_{xr} = W S \quad (3)$$

図2 Coordinates and symbols of rider - two-wheeled vehicle

・ステアリング軸まわりの自由度に対する方程式

$$\begin{aligned} & M_f e(\ddot{y} + \dot{x}\dot{\theta}) + (I_{fz} + M_f e^2)\ddot{\omega} + C_\omega \dot{\omega} + \sin \varepsilon \\ & + (tZ_f - M_f e g) \sin \varepsilon \omega + (M_f e \dot{g} + I_{fz} \sin \varepsilon) \ddot{\delta} \\ & + (tZ_f - M_f e g) \delta - \frac{i_{fy}}{R_f} \cos \varepsilon \dot{x} \dot{\delta} + \frac{i_{fy}}{R_f} \sin \varepsilon \dot{x} \dot{\theta} \\ & + (M_f e k + I_{fz} \cos \varepsilon) \ddot{\theta} + tY_f - T_{zf} \cos \varepsilon - T_{xf} \sin \varepsilon \\ & = ST \end{aligned} \quad (4)$$

・前後方向の自由度に対する方程式

$$(M_f + M_r + mR)\ddot{x} = F_A \quad (5)$$

・タイヤ力

$$Y_{f,r} = -C_{Ysf,r} \alpha_{f,r} + C_{Ycf,r} \delta_{f,r} \quad (6)$$

$$T_{zf,r} = C_{Zsf,r} \alpha_{f,r} + C_{Zcf,r} \delta_{f,r} \quad (7)$$

$$T_{xf,r} = C_{Xsf,r} \alpha_{f,r} - C_{Xcf,r} \delta_{f,r} \quad (8)$$

$$\alpha_f = \frac{\dot{y} + l_1 \dot{\theta} - t\dot{\omega}}{\dot{x}} - \cos \varepsilon \omega \quad (9)$$

$$\alpha_r = \frac{\dot{y} + l_2 \dot{\theta}}{\dot{x}} \quad (10)$$

$$\delta_f = \delta + \sin \varepsilon \omega \quad (11)$$

$$\delta_r = \delta \quad (12)$$

まとめると、状態変数が、位置 (x, y) 、方向角 θ 、ロール角 δ 、操舵角 ω 、ライダーが二輪車に加える力は、体重移動入力 WS 、ステアリングトルク ST 、ドライブトルク F_A であり、このライダー-二輪車対象は、3 入力のMIMO制御対象となる。

3.2 二輪車の自己操舵機能

二輪車は、ある速度以上で走行していると倒れない。この理由は、二輪車のステアリング系に、二輪車が倒れようとする方向に自然にハンドルが切れる自己操舵機能(セルフステアリング) [11] [12] が備わっているからである。

4. 知的運転支援システム

4.1 熟練ライダーの二輪車運転知識

先の研究 [2] [3] において、二輪車の自動運転制御で行った熟練ライダーの運転知識は、運転支援の観点から再検討した結果、次のように記述できることがわかった。熟練ライダーは自車両の車両特性を考慮しながら、「今の状況なら腕の力を抜いてハンドルを支えて、現在の速度でこの程度車体を傾けたら、カーブを上手く曲がるができるだろう。」といった予測をし、その予測結果に基づき、目標値を定め、それらの目標値

図3 熟練ライダーの運転方法

を追従するように複数の入力を上手く操作している。

すなわち、熟練ライダーの運転は、図3に示すように、目標設定と目標追従の2つに機能的に分離できる。まず熟練ライダーは、目標設定の知識を持つ目標設定部で、二輪車の状態と周囲の情報から、状況に応じた適切な目標値(目標ロール角、目標速度、目標操舵角)を定める。そして、目標追従の知識を持つ目標追従部で、設定された目標値を上手く追従できるように適切な操作(体重移動入力、ドライブトルク、ステアリングトルク)を行うといった運転をしている。熟練ライダーはこのようなカスケード制御的な意思決定をし、二輪車を上手く運転している。

熟練ライダーの目標設定における知識は以下のようにまとめることができる。

- 将来状態を予測し、車体を適切に傾斜(目標ロール角設定)
- 現在の自車両の状況に応じて加減速を決定(目標速度設定)
- 自己操舵機能を活かすため、腕の力を抜きハンドルを支持(目標操舵角設定)

熟練ライダーは、目標設定の知識に従い、現在の状況から一意に決定される目標速度と目標操舵角を先に設定し、自車両の将来の状態を予測し、i. 進む先に定めた目印に対して、できるだけ早く正確に到達、ii. 安全性を保つために障害物を回避、iii. 自車両の安定性を考慮し、急激な状態変化を回避、といった評価を行い、適切な目標ロール角を定めている。

4.2 知的二輪車運転支援システム

初心者ライダーは、訓練により、目標追従のための適切な操作方法を比較的容易に習得できるが、状況に応じた適切な目標値設定の能力を身に付けるのは困難である。

そこで、熟練ライダーの目標設定知識を組み込む知的二輪車運転支援システム(i2DSS)を用いて、初心者ライダー向けの二輪車運転支援を行う。i2DSSは、図4に

図4 Configuration of i2DSS

示すように、熟練ライダーの目標設定知識を組み込む目標設定部と運転支援インタフェースから構成される。目標設定部にて、適切な目標値を算出し、運転支援インタフェースでその目標値情報を支援情報に変換して、初心者ライダーであるユーザーに提示する。ユーザーはその支援情報に従い目標追従操作に専念することで、熟練ライダーと同等の運転を行うことができる。

以下、目標設定部と運転支援インタフェースについて述べる。

4.2.1 iMIMOC方式の応用による目標値設定

目標設定部にて、支援情報に用いる目標値指令(目標ロール角、目標速度、目標操舵角)を算出する。算出方法として、iMIMOC方式を用いる。目標速度 v_{ref} と目標操舵角 ω_{ref} をそれぞれ目標設定知識に従い先に設定し、二輪車のモデルに固定する。次に「車体をそのまま保つ」、「車体を右に傾ける」、「車体を左に傾ける」といった目標ロール角 δ_{ref} に関するいくつかの目標候補を用意する。それらの目標候補に対して、先に設定した目標値が組み込まれたモデルを使い、図5に示すように、現在の状態から車両の将来状態を予測する。各目標候補に対しての予測結果を、車両が進む先に設置した目印との偏差(距離、角度)、壁との距離(前方向、右方向、左方向)、ロール角の変化をファジィ多目的評価することで評価値を求める。最も評価の高い目標候補を目標ロール角として決定し、目標速

度、目標操舵角と共に、運転支援インタフェースに送る。iMIMOC方式の応用による目標指令決定の過程を図6に示す。

以下に、i2DSSの目標設定部で用いた目標設定に関する制御ルールを示す。

- ・ IF (U=目標速度は状態評価ファジィ制御則 (SEFC則)に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を現在の角度に保つ→Target is Good, Obstacles is Good, Roll Angle is Good) THEN U=目標速度はSEFC則に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を現在の角度に保つ。
- ・ IF (U=目標速度はSEFC則に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を右に傾ける→Target is Very Good, Obstacles is Very Good, Roll Angle is Good) THEN U=目標速度はSEFC則に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を右に傾ける。
- ・ IF (U=目標速度はSEFC則に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を左に傾ける→Target is Very Good, Obstacles is Very Good, Roll Angle is Good) THEN U=目標速度はSEFC則に従い、腕の力を抜きハンドルを支え、車体を左に傾ける。

目標設定部の目標値決定過程の中で、先に設定する目標速度は、状態評価ファジィ制御[7]方式で求める。熟練ライダーの速度制御に関する経験則から、適切な目標速度を算出する。状態評価ファジィ制御方式による目標速度の決定課程を図7に示す。

状態評価ファジィ制御方式で用いた熟練ライダーの目標速度決定に関する経験則を以下に示す。

- ・ IF 車体が直立状態近傍 and 前方の壁との距離が近い THEN 目標速度を下げる。
- ・ IF 車体が直立状態近傍 and 前方の壁との距離が

図5 Reference candidates with prediction

図 6 Process of iMIMOC method for decision on reference instructions

図 8 Ideal driving supporting method by instructor

図 7 Process of state evaluation fuzzy for reference velocity

十分に遠い THEN 目標速度を上げる。

また、目標操舵角は、熟練ライダーの「腕の力を抜き、ハンドルを支える」という目標設定知識から、現在の操舵角 ω_{now} を保つように設定する。すなわち、 $\omega_{ref} = \omega_{now}$ とする。

4.2.2 運転支援インタフェース

目標設定部で算出された目標値を、支援情報としてユーザに提示するため、スピーカとパイプモータの2種類の運転支援インタフェースを用意する。目標速度指令と目標ロール角指令を、それぞれスピーカによる音声支援情報とパイプモータによる力覚支援情報によって提示する。また、目標操舵角については、「腕の力を抜きハンドルを支える」という操作方法をユーザに予め伝えておく。

これより、この運転支援インタフェースによる支援は、図8に示すように、初心者ライダーであるユーザが二輪車を運転する際、熟練ライダーである指導員が同乗

して、「速度を下げて」「速度を上げて」といった口頭による加減速指示と、ユーザの上体に直接力を加えて、どの程度二輪車を傾ければ良いかというロール角指示を与える理想的な運転支援方法を実現できる。

5. シミュレーション実験

i2DSSの運転支援の効果を確かめるために、実際のコースを想定したシミュレーション実験を行う。

5.1 初心者を想定した仮想ライダー

シミュレーション実験のコースとして、半径14[m]のカーブをもつ、道幅7[m]のコースを用意する。車両の初速は50[km/h]で、実際に運転者がするように車両が進む先に、目印を設置し、最後の目印であるゴール地点に到達した時点で走行終了とする。

i2DSSの効果を評価するため、初心者ライダーの目標追従操作を模擬する仮想ライダーをユーザとし、シミュレーション実験を行う。i2DSSからの支援情報として、目標値(δ_{ref} , v_{ref} , ω_{ref})を仮想ライダーに与える。また、目標ロール角追従の能力に差がある VR_1 と VR_2 の2種類の仮想ライダーを用意する。

仮想ライダーの体重移動入力WSは目標ロール角と現在のロール角の偏差に対し遅れのあるPID制御として、式(13)とし、 VR_1 は $T_d=0.01$ 、 VR_2 は $T_d=0.1$ とする。

$$WS = (K_1 + \frac{K_2}{s} + K_3 s)(\delta_{ref} - \delta) \frac{1}{T_d s + 1} \quad (13)$$

ドライブトルク F_A は目標速度と現在速度の偏差に対し遅れのある比例制御として、式(14)とする。

$$F_A = K_v(v_{ref} - v) \frac{1}{T_v s + 1} \quad (14)$$

また、ステアリングトルク ST は、実際のライダーの腕に備わっているステアリングダンパの機能[13]を模擬し、式(15)とする。

$$ST = K_o \dot{\omega}_{ref} + K_d \dot{\delta} \quad (15)$$

5.2 実験結果

仮想ライダーによる二輪車支援走行の結果を示す。図9に走行軌跡を示し、そのときの二輪車の速度と姿勢角の傾きについて、図10に VR_1 の結果、図11に VR_2 の結果を示す。スタート地点からゴール地点までの走行時間は、それぞれ5.4[sec]と5.6[sec]だった。また、 VR_1 の A_1 地点と B_1 地点の通過時間はそれぞれ2.0[sec]と4.0[sec]で、 VR_2 の C_2 地点の通過時間は4.7[sec]であった。

図9 Vehicle trajectory by virtual rider with i2DSS

図10 Velocity and roll angle by VR_1 with i2DSS

図11 Velocity and roll angle by VR_2 with i2DSS

5.3 考察

VR_1 による走行において、図9に示すように、壁に衝突せずに、全般的にコースの中央付近を走行できている。また、図10より、二輪車は初速50[km/h]でスタート地点を発進し、カーブに進入する前に十分に減速をし、カーブの入り口付近(A_1 地点)から約37[km/h]の一定速度で車体を30[deg]程度傾かせながらコーナーを旋回している。そして、カーブの出口付近(B_1 地点)から徐々に加速を始め、ゴール地点に到着した。これは、i2DSSが熟練ライダーの目標設定知識を組み込み、適切な目標値を算出して、仮想ライダーがその目標値を上手く追従して走行しているからである。

VR_2 は、体重移動入力の遅れが VR_1 に比べて大きく、図11に示すように、 VR_1 と目標値が異なっている。i2DSSは4.7[sec]時点(C_2 地点)で、壁への衝突を避けるために、上がっていた目標速度を一度下げ、その後再び上げるといった指示をし、二輪車をゴール地点に導いている。このように、ユーザが持つ目標追従操作の能力に差があっても、状況に応じた運転支援を行える。

これより、i2DSSによる目標値支援を受けた仮想ライダーの走行結果は良好である。

このシミュレーション実験にて、熟練ライダーの目標設定知識を組み込むi2DSSが、初心者向けの運転支援として有効であることを確認した。

6. 結論

本論文では、熟練オペレータのMIMO制御知識を用いるiMIMOc方式を応用したi2DSSを用いて、熟練ライダーの目標設定知識に基づく二輪車運転支援を行った。仮想ライダーを用いたシミュレーション実験より、次のことを確認した。

熟練ライダーの運転を目標設定と目標追従の2つに機能的に分離し、その中の目標設定の知識を組み込む

i2DSSを用いて、初心者想定した2種類の仮想ライダーによる走行実験を行った。その結果、i2DSSの状況に応じた適切な目標値を与える支援により、仮想ライダーは熟練ライダーがするように、周囲の状況に対応しながら、速度を調整し二輪車を傾けることによって二輪車を上手く走行させることができる。

これより、i2DSSによる運転支援が初心者向けの二輪車運転支援として有効であることを確認した。また、この運転支援を受けた初心者が、熟練ライダーと同等の上手い運転を行えることを確認した。

また、運転支援インタフェースを実装したシステムについては、現在検討を進めており機会をあらためて報告する。

参 考 文 献

- [1] (財)交通事故総合分析センター：イタルダ・インフォメーション No.52 (2004)
- [2] 井上源太, 安信誠二：二輪車への知的多入力多出力制御方式の提案, 第28回ファジィワークショップ, 65/68 (2007)
- [3] G.Inoue and S.Yasunobu : An Intelligent MIMO Control for Two-Wheeled Vehicle, FUZZ-IEEE 2007, CD-ROM proceedings, 745/750 (2007)
- [4] G.Inoue and S.Yasunobu : An Intelligent MIMO control and Its Application to Two-wheeled Vehicle for Driving Support, The 7-th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2804/2809 (2008)
- [5] P.L.Falb and W.A.Wolovich : Decoupling in the Design and Synthesis of Multivariable Control Systems, IEEE Trans. on Automatic Control, AC-12, 651/659 (1967)
- [6] E.G. Gilbert : The Decoupling of Multivariable Systems by State Feedback, SIAM J. on Control, 7, 50/64 (1969)
- [7] 安信誠二：ファジィ工学, 昭晃堂 (1991)
- [8] R.S.Sharp : The Stability and Control of Motorcycles, Journal of Mechanical Engineering Science, Vol.13, No.5, 316/329 (1971)
- [9] 川崎修平, 原田正範, 吉本堅一：車速制御を含む二輪ライダーの体重移動による操向制御, 自動車技術会論文集, Vol.37, No.5, 45/50 (2006)
- [10] T.Katayama, A.Aoki and T.Nishimi : Control Behaviour of Motorcycle Riders, Vehicle System Dynamics, Vol.17, No.4, 211/229 (1988)
- [11] 和歌山利宏：ライディングの科学, グランプリ出版 (1990)
- [12] 根本健：ライテク成功BOOK, 樫出版 (2006)
- [13] 景山一郎, 向後明彦：二輪車のハンドル系における人間の要素, 日本機械学会論文集, Vol.50, No.458, 2037/2045 (1984)

(2008年6月15日 受付)
(2008年12月12日 採録)

[問い合わせ先]

〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1
筑波大学大学院 システム情報工学研究科
井上 源太
TEL : 029-853-5019 6186(内線)
FAX : 029-853-6417
E-mail : inoue_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp

著者紹介

いのうえ げんた
井上 源太 [非会員]

2007年筑波大学第三学群工学システム学類卒業。現在、同大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻博士前期課程に在学中。知的制御を用いた二輪車の運転支援やトレーニングに関する研究に従事。計測自動制御学会、自動車技術会、各学生会員。

やすのぶ せいじ
安信 誠二 [正会員]

1973年神戸大学工学部計測工学科卒業。1975年神戸大学大学院修士課程修了。同年(株)日立製作所システム開発研究所入社。1988年(株)日立製作所システム開発研究所主任研究員。1992年筑波大学構造工学系助教授。1998年筑波大学構造工学系教授。2004年筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻教授。現在に至る。平成4年度科学技術庁長官賞受賞。予見ファジィ制御列車自動運転システム(仙台地下鉄)等を開発。知的制御、ファジィ制御、ファジィ情報処理に関する研究に従事。計測自動制御学会、電気学会、IEEEなどの会員。(工学博士)

An Intelligent Two - wheeled Vehicle Driving Support System Based on Operation Knowledge of Skilled Rider

by

Genta INOUE and Seiji YASUNOBU

Abstract :

It is difficult for a beginner rider to operate a two - wheeled vehicle which is a MIMO controlled object ; on the other hand, a skilled rider can operate it skillfully using his/her driving knowledge. The purpose of this study is that the beginner comes to be able to operate a two-wheeled vehicle like the skilled rider with intelligent driving support based on operation knowledge of the expert. Driving support is performed by an i2DSS (intelligent 2 - wheeled vehicle Driving Support System) on which an iMIMOC (intelligent MIMO control) method is applied.

The operation method of the skilled rider is functionally separated into a reference setting and a reference tracking. Driving support : the i2DSS embedded knowledge of the reference setting, gave a user an appropriate reference value. The result of simulation experiment on virtual riders assumed to be a novice confirmed that operation support by the i2DSS was effective for the beginner. Moreover, it was verified that the beginner rider who received this driving support was able to maneuver it such as the expert.

Keywords : intelligent two-wheeled vehicle driving support, intelligent MIMO control (iMIMOC) , operation knowledge of skilled rider, reference setting knowledge

Contact Address : **Genta INOUE**

Graduate School of Systems and information Engineering, University of Tsukuba
1-1-1, Tennoudai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8573, JAPAN
TEL : 029-853-5019 (6186)
FAX : 029-853-6417
E-mail : inoue_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp