

# 操舵トルクを考慮した知的自動車駐車システム

Intelligent car parking system in consideration of steering torque

○的場 早紀 安信 誠二

○ Saki Matoba Seiji Yasunobu

筑波大学 理工学群 工学システム学類

University of Tsukuba, School of Science and Engineering, College of Engineering Systems

**Abstract:** In this paper, we proposed an intelligent car parking system in consideration of steering torque. The conventional system's support is flat regardless of the driver's ability. When the support information is provided with sound or screen, if people cannot understand or get the information correctly, the support might be ineffective. The proposed system is based on the method of human assistance. The proposed system evaluate driver's operation, and export a suitable torque to the wheel.

## 1 はじめに

自動車の駐車は運転をする上で必要不可欠だが、苦手とする人が多い。理由としては、自車両と周囲の状態を把握しにくいことや、ハンドル操作と自動車の挙動の関係を把握できていないことなどが挙げられる。この解決策として、自動駐車システムや、映像やセンサーを用いた情報提供によって駐車支援を行うシステムが研究、実用化されてきている [1][2]。

これらのシステムは、どんな運転手に対しても一律な支援を行っている。しかし、運転技量は人によって異なるため、その人の運転技量に応じた支援が課題である。

また、これまでの支援の多くは、映像や音での支援である。しかし、運転手がそれらの情報を正しく利用できなければ支援の効果は薄く、見落とせば支援自体が受けられない。

そこで本研究では、直感的に理解できる、見落とされにくい形での運転手の技量に応じた駐車支援を行うシステムの実現を目的とし、その実現手法の提案を行う。

## 2 人間による駐車支援

本研究では目的達成のために、人間による運転支援の方法に注目した。それは、教習所などで行われることのある、支援者が横からハンドルに手をかけながら運転を支援する方法である。支援者は運転の熟練者で、駐車に関する知識を予め持っているとする。

### 2.1 人間の駐車支援時の考え方

支援者は、運転手の運転操作を時々刻々評価しながら、それに応じた適度な力をハンドルに与えている。

具体的には、まず支援者は、周囲の状況や現在状態から、時々刻々「良い操舵角」を決める。そして、「良い操舵角」と現在の操舵角から「適切な操舵量」を求める。その上で、運転手の操舵意図をハンドルから受ける力から推測し、「良い操舵量」と比較することで評価を行う。そして、その評価が高ければハンドルにあまり力をかけず、逆に評価が低ければハンドルにかける力を強くしている。以降、このハンドルにかける力を、支援トルクと呼ぶ。

### 2.2 運転手の操舵意図の推測

通常ハンドルには、車両からの力と運転手からの力がかかっている。車両からの力とは、一般にハンドルを回すときの重さと呼ばれるものである。これらの力の合計によってハンドルが動き、操舵が行われる。

運転手は、ハンドルから受ける力（この場合は車両がハンドルにかける力）に対して、ハンドルに加える力を調節して操舵を行っている。ここに支援トルクが加わると、ハンドルにかかる力は3種類になる。しかし運転手にとって、ハンドルにかかる力は、ハンドルから受ける力とハンドルにかける力の2種類のままである。そのため、運転手が、望む操舵角を実現する方法に変化はない。よって、ハンドルにかかっている力の合計（以降、合計トルク）から運転手の操舵意図を推測することができる。

支援者は、合計トルクの回転方向、強さと現在の操舵角から、運転手が意図する操舵量を推測している。現在から一定時間後までの操舵量を大きくしたい場合には合計トルクも大きく、また小さくしたい場合には合計トルクは小さい。

## 3 システム構成

第2章で述べた人間による駐車支援の方法や考え方を組み込み、知的自動車駐車システムを構築する。構築したシステムを Fig.1 に示す。最適な駐車経路の求め方について、自動駐車システムについての先行研究 [3] を参考にした。

### 3.1 知的自動車駐車システム

知的自動車駐車システムは、目標設定部、状況監視部、支援情報提供部、支援決定部で構成される。

### 3.2 駐車支援の流れ

システムによる駐車支援は以下の流れで行われている。

1. 駐車完了の状態が最終目標として入力される
2. 目標設定部にて、走行特性や駐車戦略を考慮して通過目標を設定

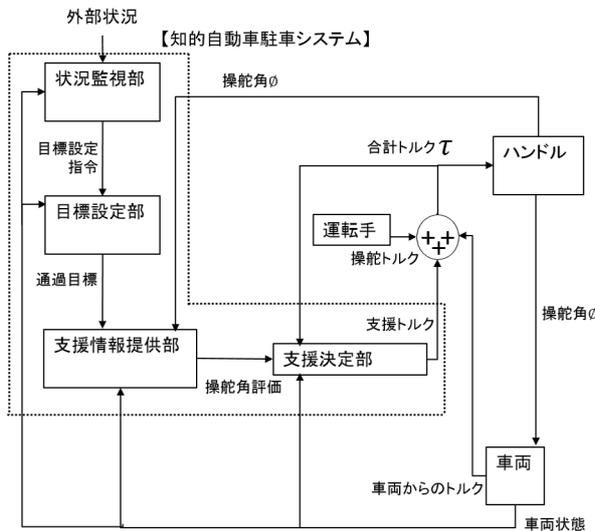


Fig. 1: システム構成

3. 支援情報提供部にて、車両の現在状態から、いくつかの操舵角候補と現在の操舵角について将来状態を予測。予測した現在状態を、通過目標との差や障害物との距離についてファジィ評価し、各操舵角について評価値を算出。その集合(操舵角評価, Fig.2)を支援決定部へ出力
4. 支援決定部にて、操舵角評価から適切なハンドル操舵量を決定。合計トルクから運転手の意図する操舵量を推定。運転手の操舵を評価して支援トルクを決定、ハンドルへ出力
5. 3,4を繰り返す。状況監視部にて通過目標への到達と障害物への接触について監視
6. 通過目標への到達、走行予定距離を超えても通過目標へ到達できていない、障害物との接触が予想される場合には目標設定部へ新たな通過目標を設定するよう指示
7. 2へ戻り、2~8を最終目標に到達するまで繰り返す

### 3.3 支援決定部

支援決定部は、操舵角評価から適切な操舵量を決定。また、合計トルクから運転手の操舵意図を推定する。そして、それらをもとに運転手の操舵を評価して支援トルクを決定、ハンドルへ出力している。

支援トルクについては、検討中の状態評価ファジィ制御 [4] を用いた方法で決定する。

#### 3.3.1 状態評価ファジィ制御

人間は、曖昧な感覚を用いて制御量を決めている。例として、操舵角量は、“ハンドルを何度分回す”という正確な数値ではなく、“ハンドルをまっすぐにした状態を基準に”右に少し、“左にやや大きく”のように主観的で曖昧な表現がされている。そのような人間の支援知識をシステムに組み込むために、曖昧な感覚をメンバーシップ関数 [5] で表し、状態評価ファジィ制御を用いる。

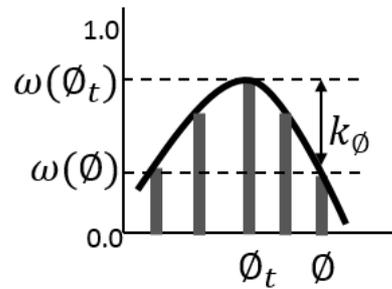


Fig. 2: 操舵角評価

「適切な操舵量」と操舵意図を入力として、「支援トルク」を推論する。この際使われるファジィルールは、“適切な操舵量が左にやや大きく、操舵意図が右に小さければ、左にやや強く支援トルクをかける”といった人間の考え方を模したものである。操舵意図は、2.2章で述べたように、合計トルク  $\tau$  から求める。

#### 3.3.2 「適切な操舵量」の決定

「適切な操舵量」は、操舵角評価から求める。評価の最も高い操舵角候補を理想的な操舵角 ( $\Phi_t$ ) とし、そのメンバーシップ値を  $\omega(\Phi_t)$  とする。また、現在の操舵角を  $\Phi$  とし、そのメンバーシップ値を  $\omega(\Phi)$  とする。「適切な操舵量」は、以下の式で計算する。

$$k_{\Phi}(\Phi_t - \Phi)$$

ただし  $k_{\Phi} = \omega(\Phi_t) - \omega(\Phi)$

## 4 おわりに

本論文では、運転手の運転操作を評価し、それに応じた支援トルクをハンドルに出力することで駐車支援を行うシステムを提案した。

今後の予定としては、支援トルクの決定方法を決めた後にシミュレーションを行う。まずは簡単な環境で、運転技術の異なる仮定の運転手を用いて、運転技量に対して支援量が変化することを確認する。その後、駐車環境でのシミュレーションを行い、システムの有効性を検証する。

## 参考文献

- [1] 里中久志, 岩田洋一, 岩切英之, 岩崎克彦, 遠藤知彦, 田中優, 「自動操舵後退駐車支援システム」, 計測と制御, Vol.45, No.3, p227-230, 2006.
- [2] 清水宏昭, 柳川博彦, 「鳥瞰表示による駐車支援システム」, デンソーテクニカルレビュー, Vol.11, No.1, 2006.
- [3] 武藤裕美, 安信誠二, 「福祉車両の走行支援情報提供システムの提案」, 17thFSS, Chiba, Sept.5-7, 2001.
- [4] 安信誠二, 「ファジィ工学」, 昭晃堂, 1991.
- [5] L. A. Zadeh, Fuzzy sets, Information and Control, vol. 8, pp.338-353, 1965.