

J-006

## 熟練調整者の感性評価に基づく制御パラメータの調整インタフェース

A 2-D interface to tune control parameters  
of an electric power-assist system based on an expert feeling.

石見 太郎† 伊藤 英明† 齊藤 ゆみ†

Taro IWAMI Hideaki ITO Yumi SAITO

中村 健信‡ 遠藤 豪‡ 鞍谷 真一† 植野 弘‡

Takenobu NAKAMURA Go ENDO Shinichi KURATANI Hiroshi UENO

## 1. はじめに

近年、自動車の操舵をアシストするパワーステアリングは、軽量化や低燃費化を理由に、ポンプや配管が必要な油圧式から、電気信号で制御できる電動モータ式へと移り変わりつつある。電動パワーステアリング（以下、EPS:Electric Power Steering）は、油圧式と同等の操舵感が求められており、熟練調整者が操舵したときの評価に基づいて、EPSを制御するためのパラメータが調整される。調整には、操舵感を評価する技能と、評価結果に基づいて制御パラメータを調整する技能が必要とされる。EPSの評価と調整ができる熟練調整者は少ないため、経験の浅い調整者でもEPSの調整が可能となる方法が求められている。

そこで我々は、経験の浅い調整者でもEPSを良好な操舵感となるように調整できるインタフェースの開発を試みた。今回、我々が開発したインタフェースは、2年程度と比較的経験の浅い調整者を対象としている。経験の浅い調整者にとっては、熟練調整者が操舵したときの評価から、良好な操舵になるパラメータの調整方向や調整量が解りづらい。そこで、経験の浅い調整者が、良い操舵感となるパラメータの調整傾向や調整量を把握できるように、任意の2つの制御パラメータと操舵感の評価の関係を2-Dマップとして可視化した。

これにより経験の浅い調整者は、熟練調整者からパラメータの調整量や調整方向について具体的にアドバイスされなくても、2-Dマップから調整方向や調整量の気づきを得ながら、EPS調整を行うことが可能になると考えている。

本稿では、2年程度の経験を積んだ調整者が、本インタフェースを用いて自動車のEPSの調整を行った結果について述べる。

## 2. インタフェースの概要

図1に、EPSの調整用インタフェースの画面例を示す。インタフェースの左側は調整や評価の履歴が表示され、右側はEPSの制御パラメータを調整するための2-Dマップが表示される。図中の2-DマップのX,Y軸は、EPSの様々な制御パラメータが選択でき、色々な制御パラメータの組み合わせで調整を行うことができる。

2-Dマップ上の○は、熟練調整者が過去に評価した時のパラメータの組み合わせを表す点（以下、調整点）を示し、調整点がプロットされる位置は、X,Y軸で選択する制御パラメータに依存する。調整点○の中の色は評価点数を表し、青→緑→黄→赤の順で評価点数(-2,-1,0,1,2)が高くなる。また、調整点間の評価点数をAkimaの補完方法[1]を用いて内挿し、評価点数の変化を連続した色の変化として表す。

調整者は、内挿領域の色の変化から制御パラメータの調整方向や調整する量が解りやすくなると考えられる。

調整者は、2-Dマップ上をクリックする事で、EPSの制御パラメータを設定できる。また、熟練調整者が操舵感の評価点数と、操舵の印象や評価の理由を評価コメントとして入力し、図1の調整・評価履歴で、評価に対応するコメントを確認できる。

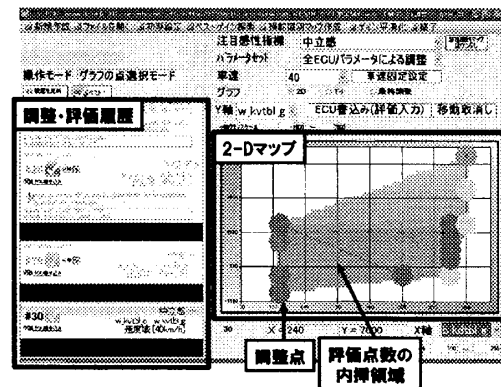


図1: インタフェースの画面例

## 3. EPSの調整実験

実験の様子を図2に示す。実験では、2年程度の経験を積んだ調整者が本インタフェースを使って、実車のEPSの調整を行った。熟練調整者は操舵感の評価を行い、調整者は評価に基づいて良好な操舵となるように制御パラメータの調整を行う。この時、2-Dマップの有効性について検証した。実験では、熟練調整者が納得する操舵感となるまで以下の1~3の項目を繰り返す。

1. 調整者: 2-DマップのX,Y軸の制御パラメータを5つの中から選択する。

†オムロン株式会社 センシング&コントロール研究所  
‡オムロン株式会社 オートモーティブエレクトロニクス  
コンポーネンツカンパニー

2. 調整者：2-D マップ上をクリックして制御パラメータをセットする。
3. 熟練調整者：操舵感の評価点数と操舵感のコメントを伝える。

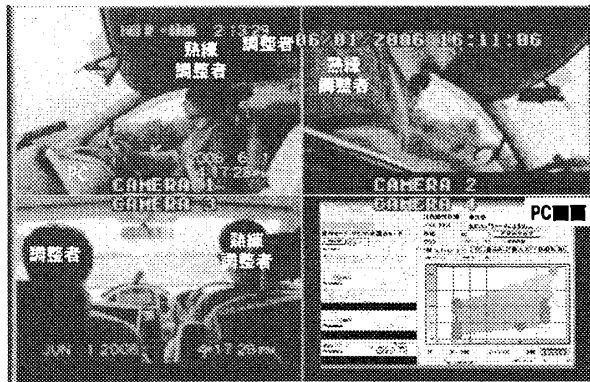


図 2: 実験の様子

#### 4. 結果

EPS の制御パラメータを調整した時の 2-D マップの様子を図 3 に示す。図中の番号は調整番号を表す。調整者は、図の (a) → (b) のように、X または Y 軸の制御パラメータを変更し、EPS の調整を行った。図 3 の実験においては、18 回の調整で、熟練調整者が納得する操舵感となる制御パラメータに調整することができた。他の実験においても、熟練調整者が納得する操舵感となる制御パラメータに調整することが確認できた。このときの調整回数は 17 回であった。

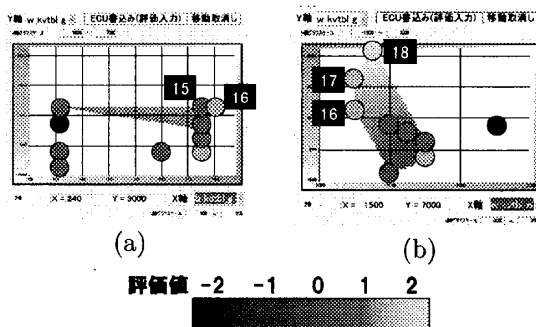


図 3: 2-D マップのスクリーンショット

次に、2-D マップの有効性を確認するために、調整者に、次に評価する点の決め方についてインタビューした。その結果、調整点の決定方法について以下の 3 点の意見を頂いた。

- 熟練調整者のコメントから調整する方向を決めていた。
- 2-D マップへ実際に設定する調整点は、それまでに打った調整点の位置や内挿領域の色の変化を参考にしながらだった。

- 評価コメントから調整方向を決めていたが、内挿領域の色の変化がヒントになったこともあった。

つまり、熟練調整者の評価コメントから大まかな調整方向を決め、実際に調整点を決定するときは、過去の調整点の位置関係や、内挿領域の色の変化から、調整点の設定位置と調整方向を決定していた。

#### 5. 考察

2-D マップを用いない EPS の調整では、経験の浅い調整者は、制御パラメータの調整量や調整方向について熟練調整者から具体的なアドバイスを必要とした。しかし、2-D マップを用いることで、調整者は、熟練調整者の具体的なアドバイスを必要とせず、操舵感の評価と評価に対するコメントから、熟練調整者が納得する制御パラメータへ調整を行うことができた。また、インタビューにより、実際に調整点を決定するときは、過去の調整点の位置関係や、内挿領域の色の変化を参考にしていることが確認できた。つまり、2 つの任意の制御パラメータと操舵感の評価を関連づけた 2-D マップから、熟練調整者の具体的な調整量や調整方向のアドバイスと同等の支援効果が得られると考えられる。

これにより経験の浅い調整者は、熟練調整者から制御パラメータの調整量や調整方向について具体的にアドバイスされなくても、2-D マップから調整方向や調整量の気づきを得て、良い操舵感となるように EPS の調整を行うことが可能となった。

#### 6. おわりに

今回、任意の 2 つの制御パラメータと操舵感の評価の関係を 2-D マップとして可視化することで、経験の浅い調整者でも良い操舵感となる制御パラメータの調整傾向や調整量を把握できるインタフェースについて提案した。本インタフェースを用いた実験から、2 年程度と比較的経験の浅い調整者は、熟練調整者の具体的な調整方向や調整量のアドバイスが無くても、良い操舵感となるように EPS の調整が行えることを確認した。このことより、2-D マップは正しい制御パラメータの調整方向と適度な調整量の気づきを調整者に与えている事がわかった。

今後、熟練調整者より経験の浅い調整者が、車を操舵したときの評価から EPS の調整までを一人で出来るサポート方法について検討する必要がある。

#### 参考文献

- [1] Akima, H., A Method of Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting for Irregularly Distributed Data Points, ACM Transactions on Mathematical Software, Vol.4, No.2, pp.148-159, 1978.