

1. 自分が行っている研究分野または所属する研究室の研究分野における設計問題を考え、多目的最適化問題として定式化せよ。

高速走行中の自動車のサイドミラー周りで起こる渦によるウィンドウ部の振動・騒音問題を解決するようなミラーの設計最適化

- i. 目的関数(最大化または最小化)

サイドミラーの空気抵抗(最小化)

高速走行時の車内の騒音(最小化)

製造コスト(最小化)

- ii. 制約条件関数(不等号または符号)

CFD 解析結果の曲げ剛性 $>$ 安全率を考慮した走行に支障のない曲げ剛性

ミラー部が平面となる

ミラー部の縦幅 \geq 基準値

ミラー部の横幅 \geq 基準値

それぞれの設計変数のポイントの座標 (x, y, z) は現形状の $\pm 1\text{cm}$, $0 \leq w \leq 1$

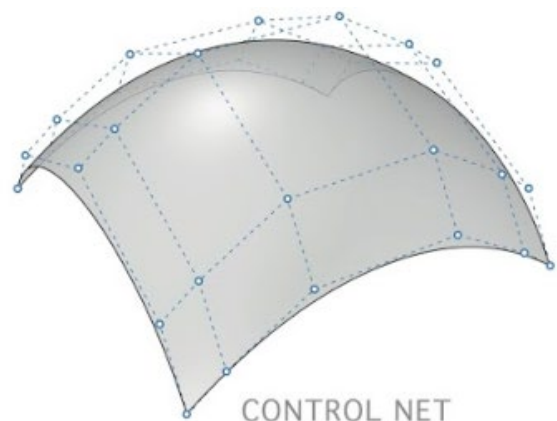
- iii. 設計変数

ミラーの裏側の面を NURBS 曲面で表現する。現形状のサイドミラーを近似したコントロールネットを作成し、重みを含む各ポイントの座標 (x, y, z, w) を設計変数とする。同様にミラーと車体の間の支柱も NURBS 曲面で円柱型のコントロールネットを作成し、 (x, y, z, w) を設計変数とする。

- iv. 設計条件

折り畳み時に車体と干渉しない

車体の特定の範囲内と接続している



2. 上記の問題を解いたら、どのような最適化が得られるかをなるべく具体的に推測せよ。

まず、抗力は流れ方向の投影面積に依存するため、ミラー部の縦幅と横幅が基準値に近い値まで小さくなると考えられる。また、乱流などによる損失も空気抵抗に影響する。乱流が発生しにくいように、サイドミラーの裏側は丸みを帯びた形状になることが予想される。車内の騒音はミラーで生じる渦の大きさや形状、周期などに影響される。乱流が発生しにくくなることで車内の騒音も減ると考えられるため、目的関数のサイドミラーの空気抵抗と高速走行時の車内の騒音はトレードオフのない関係であると予測される。一方で、複雑な曲率変化を持つような構造は加工が難しく、製造コストが高くなる。そのため、パレート解の例としては、単純な曲率で構成される製造コストの低い小さなミラー形状、複雑な曲率で構成され空気抵抗と騒音レベルが低い小さなミラー形状などが考えられる。

3. この授業の感想を述べよ

i. 多目的設計最適化について理解できたか？

実装段階では多目的進化アルゴリズムの原理などの別の問題が生じるが、多目的設計最適化の基本的なフローは理解できた。制約条件などの設定を間違えると、使用する用途で役に立たないものが結果として出力される場合があるため、注意が必要である。

ii. 面白いと感じたこと

複数の目的関数について最適化を行う多目的最適化の解は一つではなく、パレート解として現れることが興味深かった。実際の問題では多くの目的関数を最適化するが、すべてを満足するパレート解を得ることは難しく、目的関数に重みや優先度を設定する必要が出てくると考えられるが、その条件等はどのように設定するのか気になった。

iii. わかりにくかった点

大変恐縮ではございますが、講義中に練習問題のグループディスカッションを行う場合には、直前に説明した内容であっても、用語についての説明資料等を共有した方が、会議が円滑に進み理解しやすいかと思いました。

iv. その他
なし