研究進捗報告書

ミーティング日： 2020 年 12 月 10 日　　学年 D2　　氏名 吉田　皓太郎

注意：ミーティング時には、必ず本報告書を作成し、一部を教員に提出すると共に、一部を自分用に持参して下さい。本報告書の提出がない場合、ミーティングは実施しません。また、項目１）から項目３）について未記入の箇所がある場合にも、ミーティングは実施しません。なお、本報告書は手書きでも構いません。

テーマの概要

- 機械学習を用いたカップ形状の設計支援
- 着後形状予測のためのカップの変形解析

テーマの目的

1. 定性的な機能要求を満たせるようなカップ形状を設計できる
2. 布の物性とカップのパターンがどのような結びつきを持っているかを調べることができる.

今週のミーティング事項について

目次

ミーティング事項の具体的な内容について

1　研究進捗について

1.1　何が起きているのか

シンプルに言うと，データへのオーバーフィッティングが起こっていることが分かった．$y = f(x) = \sin x$ を例に示します．区間 $[0, \pi]$ を 100 分割し，それに応じた $f(x)$ の値を学習させてみる．この時，パラメータの値は@@@となった．これを用いてグラム行列のランクを計算すると 12 となり，ランク落ちが発生していた．事後学習の予測式は，$\mu = \boldsymbol{k}(s)\boldsymbol{K}^{-1}\boldsymbol{y}$ で予測されていることから，計算は二通りの手法が考えられる．一つは逆行列を直接数値計算する手法，もう一つは，$\boldsymbol{Ka} = \boldsymbol{y}$ を，$\boldsymbol{a}$ について解くことによって得る手法がある．

左に示すのは，直接計算する場合，右に示すのは線型方程式を解く場合である．2 つには大きく差が出ているが，この差は数値計算解法の差にある．すなわち，このような場合は陽に逆行列を求めるのではなく，線型方程式を解くことによって得ることを考える．

1.2　尤度関数の最大化について

尤度関数が $\boldsymbol{y}$ に対して最大化するとき，この問題はシンプルな二次形式：$-\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{K}^{-1}\boldsymbol{y}$ の最大化する問題となる．

ある二次形式 $\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{A}\boldsymbol{y}$ の値は，$\boldsymbol{A}$ が半正定値行列であるならば，その最大値，最小値は最大・最小固有値と一致すると知られている．また，$\boldsymbol{A}^{-1}$ の固有値は，$\boldsymbol{A}$ の固有値の逆数をとることが知られている．すなわち，尤度関数の最大化は，$\boldsymbol{K}$ の固有値 $\lambda_{K,i}$ を用いて，$\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{K}^{-1} - \frac{1}{\lambda_{K,\max}}$ という制約条件に帰結できる．この，制約条件を計算する際には，$\boldsymbol{K}\boldsymbol{a} = \boldsymbol{y}$ を解き，$\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{a}$ を計算することで，逆行列を陽に計算せずに済む.

1.3　取り組んだこと

最初は，$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{K}\boldsymbol{a}$ と表した上で，固有値の線形和で $\boldsymbol{a}$ で表されることから，この重みを最適パラメータと考え，最適化問題へ落とし込むことを考えた．しかしながら，$\omega_\eta < \kappa$ の不等式制約があり，これを破られると計算が破綻してしまうという問題が発生しておりました．ラグランジュ乗数法における不等式制約や，バリア関数による不等式制約表現を考えましたが，なかなかうまくいきませんでした．したがって，直接 $\boldsymbol{y}$ を設計しようと試みております．すなわち，$\omega_\eta = \kappa\frac{2}{\pi}\tan^{-1}\sum_i a_i e_i$ と Ritz 法を応用して表したりすることで，不等式制約を必ず満たすようにする.

1.4　母線長の最適化

どのように母線を最適化するか:ポテンシャルエネルギー？問題を二つに分割することで，目的関数のみの最適化問題を２つ解けばよいというシンプルな問題になる．など,

2　荒井先生コメント

以下の件、厳密な意味での 1 はすぐには思いつきませんが 2 については多くの軍事応用が必死にやられています。例えば、戦車の装甲、特に砲頭部は、相手の砲弾が当たっても食い込んでくること無くはじく (それた方向に反射させる) ように形状設計されています。まさに幾何数学の塊のような研究が昔からなされてきました。この軍事応用の世界的に有名な数理研究所がオランダにあります。

今、私のパソコンは昔のもので検索能力に欠けるので情報を入手できませんが一昔前にいくつか公開された研究があった気がします。弾が当たって弾かれる動画もあったような。

後、新幹線の新型車両の空気抵抗とかは、日立が公開していたと思います。レーシングカーの空気抵抗についてはホンダやトヨタがあるかと思います。君の研究に近いところではスイムスーツの流体抵抗もあるかと。これは素材も絡むか。

今、リラックスしすぎていて中々頭が働いていないのですぐに思いつかないのをお許しください。とりあえず。

3　To Do List

- 論文流れについて考え始める
- プログラムデバッグ続き

４）メモ欄（ミーティング中に記載）

５）次回のミーティングまでの課題（ノルマ）（ミーティング終了時に記載）※学生、教員共に記載