

信号処理における 機械学習的クラスタリング手法の開発

情報工学基盤講座 麻生到

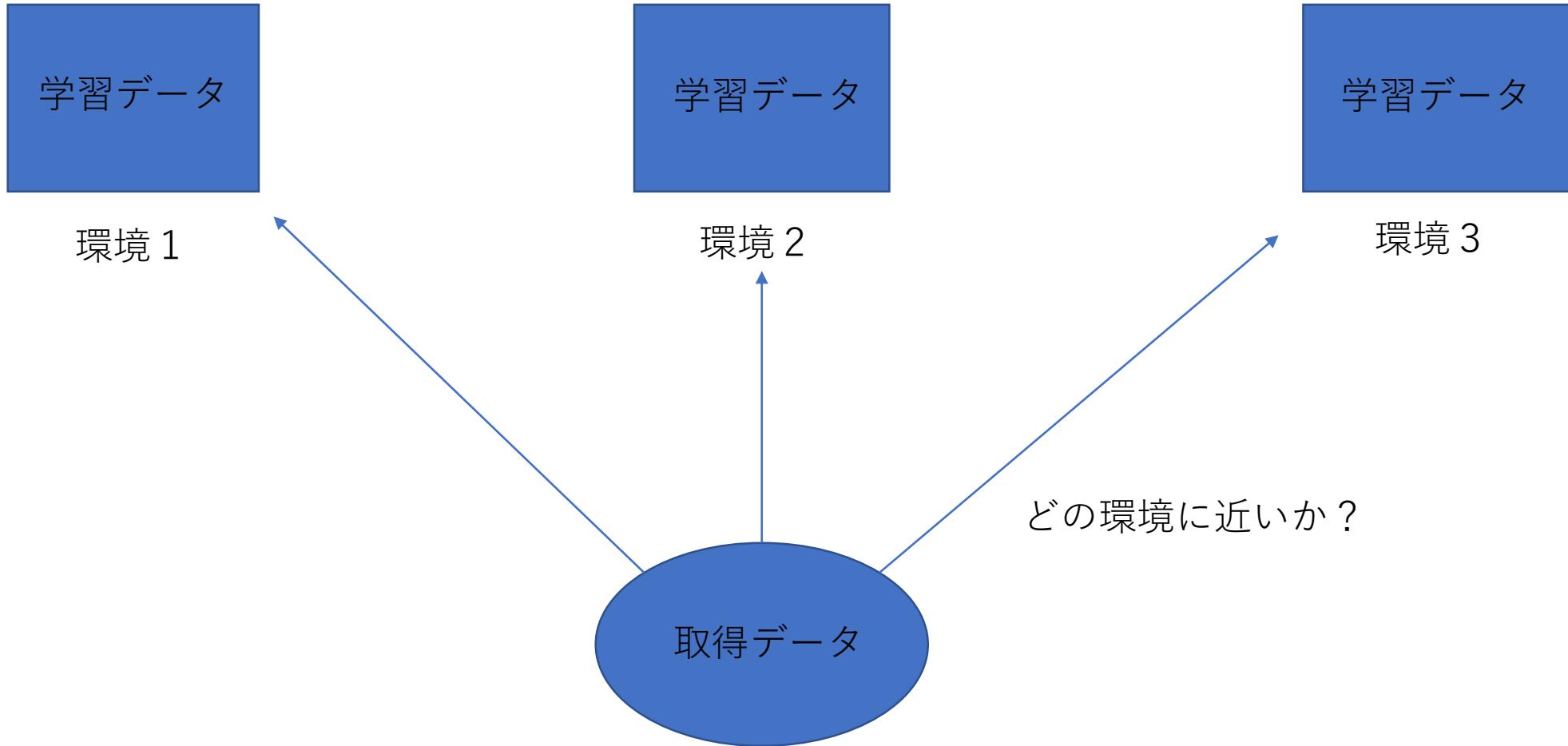
はじめに

センサや計測器から取得できる信号は、環境の変化の影響で常に同じような信号が取得できるとは限らない



環境の変化に対応できる処理が必要となる

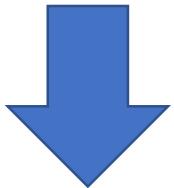
適用手法



テストデータだったら、どの環境の学習データを使うか？

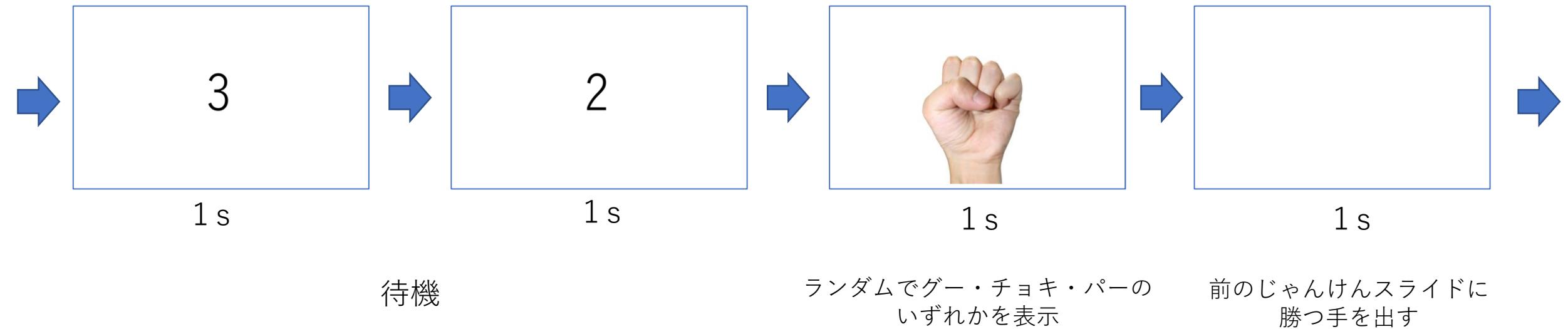
本研究の目的

環境の変化に対応できる信号処理システムの作成

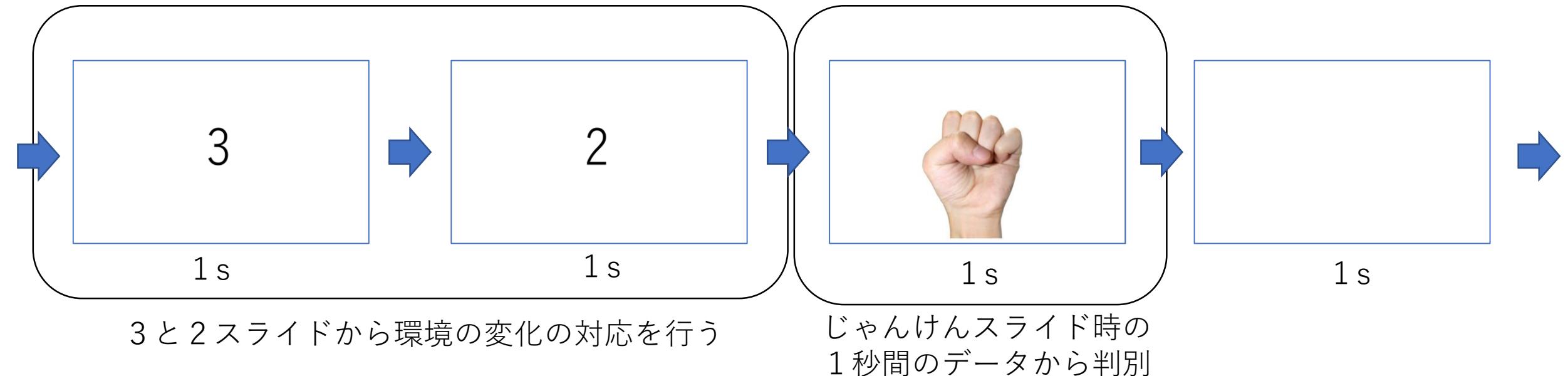


脳波データを用いてじゃんけんで使用者に勝つシステムの作成

じゃんけんシステムの流れ



スライド別の処理



クラスタリング

ベイズ理論を用いる

$$\text{事後分布} = \text{尤度関数} + \text{事前分布}$$

- ・尤度関数

あるパラメータが与えられた時に、データがどのような分布をしているか

- ・事前分布

どんなパラメータが与えられやすいか (パラメータの散らばり具合)

データの事後分布のパラメータがどのような値になるかを推定



事後分布を使うことで、未知のデータが予測可能

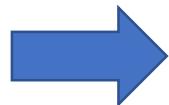
パラメータを推定することが目的

本研究では、高次元ベクトルが従う確率分布を学習

目的：脳波データから3クラス分類を行いたい（グー・チョキ・パー）

前処理

脳波データを3-50Hzのパワースペクトルに周波数解析



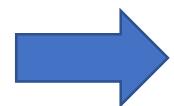
分類に用いるデータはパワースペクトル

取得したパワースペクトルはガウス分布に従うと仮定

ガウス分布のパラメータ
・平均ベクトル
・分散共分散行列

つまり、3クラスそれぞれのガウス分布のパラメータを求め、確率分布を推定する

生体データの長時間の測定は、測定者への負担がかかる



膨大なデータの取得は現実的ではない

少数データでも分析が可能な手法が必要である

本研究では、t分布を用いることにより少数データでも精度の高い分析を目指す

環境の判別

ベイズ推論を用いて環境データから類似環境を求める



テストデータが学習データのどの環境に近いか

近い環境の学習データを用いることで分類精度が環境変動がない場合の精度と変わらないことが示すことができたら、環境変動への対処ができていることを示せる

評価実験

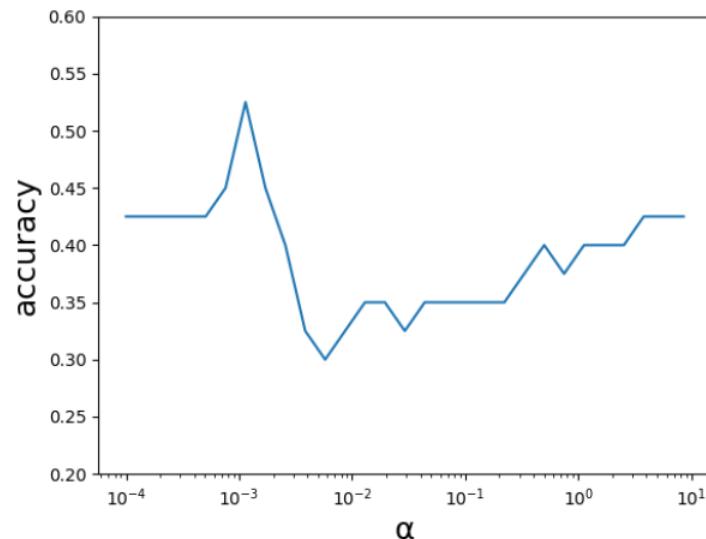
環境変動なし

1日分の環境変動なしの訓練データ60セットとテストデータ40セットを用いて分類を行った

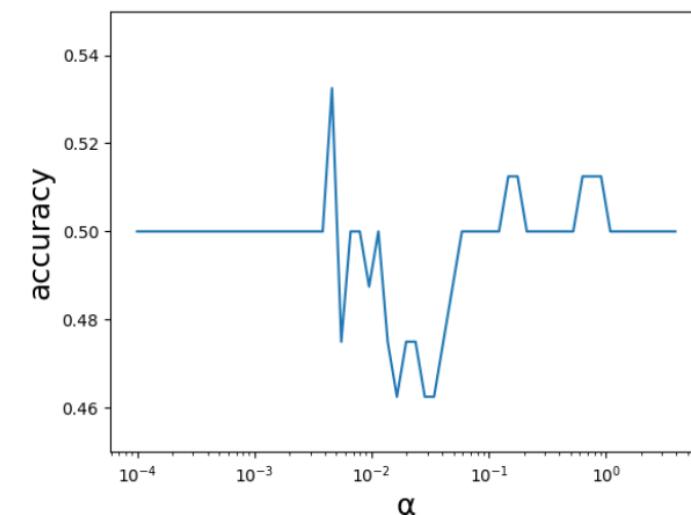
3クラス分類（グー・チョキ・パー）と4クラス分類（グー・チョキ・パー・動作なし）

パラメータ α の値と精度の関係を以下のグラフに示す

3 クラス分類



4 クラス分類



環境変動なし

環境の影響を考えない場合の4日間の学習データとテストデータの分類精度

3クラス分類

	Day1	Day2	Day3	Day4
α	0.000794	0.000114	0.000154	0.000384
train(accuracy)	0.81	0.51	0.66	0.55
test(accuracy)	0.38	0.53	0.43	0.41

4クラス分類

	Day1	Day2	Day3	Day4
α	0.0195	0.0046	0.0017	0.0011
train(accuracy)	0.55	0.75	0.52	0.52
test(accuracy)	0.52	0.53	0.55	0.5

学習データとテストデータとの精度の差があまり大きくない日が多い

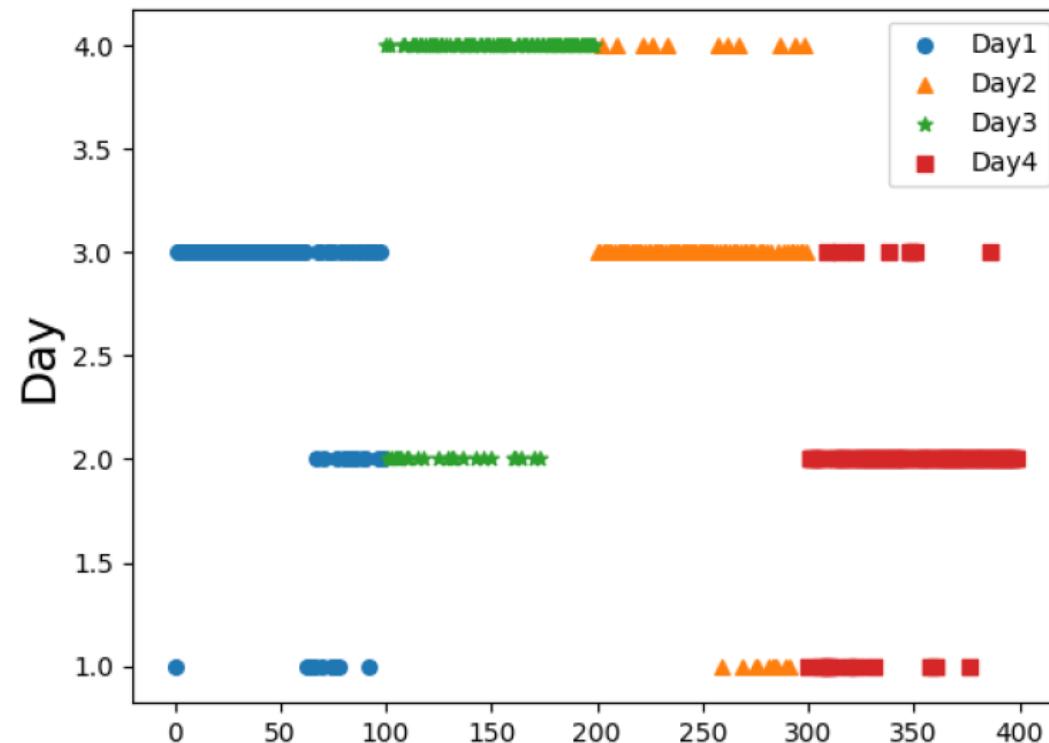


過学習をしていないことが示唆される

環境変動あり

ベイズ推論を用いた環境の選定

環境データ 100セット



Day1 → Day3、 Day 2 → Day 3、 Day 3 → Day 4、 Day 4 → Day 2 が近似環境

環境変動あり

環境変動を考慮していない場合と比較

3クラス分類

	Day1	Day2	Day3	Day4
test(No response to environmental change)	0.30	0.22	0.32	0.33
test(Responding to environmental change)	0.35	0.37	0.43	0.4

* $p < 0.05$

4 クラス分類

	Day1	Day2	Day3	Day4
test(No response to environmental change)	0.4	0.41	0.49	0.41
test(Responding to environmental change)	0.46	0.48	0.51	0.49

* $p < 0.05$

2元配置による分析の結果、分散比が 5 %以下となった（5 %水準）



環境変動を考慮した場合の有効性を示せた

まとめ

本研究では、ベイズ推論に基づいた環境変動に対応可能な手法を提案した
提案手法を脳波データから行動の分類に適応し、
評価実験により以下の 2 点で提案手法の有効性を示せた

- ・類似環境の選択による環境変動への対応
- ・少数データでの分析