

PROJETO 2: Reconhecimento de Comandos de Voz

Prof. Dr. Guilherme de Alencar Barreto

10/Maio/2023

Departamento de Engenharia de Teleinformática (DETI)

Disciplina: TI0097 - Introdução ao Reconhecimento de Padrões

Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza-CE

Objetivo - Desenvolver as habilidades de síntese de classificadores de padrões estudados na disciplina em problemas de processamento e reconhecimento de comandos de voz. Linguagem de programação adotada: Octave/Matlab. Material fornecido: kit de projeto com arquivos de voz (em formato .WAV), código para processamento dos sinais de voz e geração do banco de amostras de treinamento e teste, biblioteca com implementações do classificador quadrático gaussiano e 4 variantes estudadas em sala de aula, além do classificador linear de mínimos quadrados.

1 Sequência de Atividades

- **Atividade 1:** Abrir e executar o arquivo `audio_preprocessing.m` sem aplicação do PCA. Ou seja, comentar as linhas 74-78.
- **Atividade 2:** Abrir e executar o arquivo `compara_todos.m` usando $P_{train} = 80$; ou seja, 80% dos vetores de atributos serão usados para treinar os classificadores. Faça também $N_r = 100$ (número de repetições independentes de treino/teste). Executar o código e preencher a tabela de estatísticas de desempenho abaixo. A figura de mérito é a taxa de acerto do classificador, determinando-se suas estatísticas descritivas ao final das 100 rodadas independentes, tais como valor médio, desvio padrão, valores mínimo/máximo e mediana.

Classificador	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão	Tempo de execução
Quadrático						
Variante 1						
Variante 2						
Variante 3						
Variante 4						
LinearMQ						
MaxCorr						
DMC						
1-NN						

Tabela 1: Tabela de resultados sem a aplicação de PCA.

OBS-1: Os classificadores MaxCorr, DMC e 1-NN não estão implementados na toolbox fornecida, devendo o aluno viabilizar de alguma forma sua implementação, podendo ser usado o código Octave/Matlab disponibilizado no SIGAA.

OBS-2: Antes de preencher a tabela acima, testes os classificadores MaxCorr, DMC e 1-NN, para diferentes tipos de normalização dos atributos (sem normalização, com normalização z-score e normalização por mudança de escala $[0,+1]$ ou $[-1,+1]$). Inclua na tabela apenas o resultado da versão que deu melhor resultado para as várias normalizações testadas.

Questão 1 : O que se pode concluir sobre os desempenhos dos classificadores avaliados?

Questão 2 : Qual deles teve o melhor desempenho em relação à taxa de acerto? E em relação ao tempo?

Questão 3 : Houve problemas de inversão das matrizes de covariância? Se sim, para quais classificadores? Este problema foi contornado por alguma das variantes avaliadas? Se sim, descreva sucintamente o mecanismo usado para resolvê-lo.

- **Atividade 3:** Executar o arquivo `audio_preprocessing.m` com aplicação do PCA. Ou seja, descomentar as linhas 74-78. Faça $q = 13$ na linha 75. Note que para este valor de q , a aplicação de PCA não conduz a uma redução da dimensionalidade dos vetores de atributos, mas sim promove apenas a diagonalização da matriz de covariância dos dados transformados. Em outras palavras, os atributos para o novo conjunto de dados \mathbf{Z} são descorrelacionados entre si.
- **Ação 4:** Executar novamente a **Ação 2**, preenchendo a tabela de desempenho abaixo.

Classificador	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão	Tempo de execução
Quadrático						
Variante 1						
Variante 2						
Variante 3						
Variante 4						
LinearMQ						
MaxCorr						
DMC						
1-NN						

Tabela 2: Tabela de resultados com a aplicação de PCA sem redução de dimensionalidade.

Questão 4 - (i) O que se pode concluir sobre os desempenhos dos classificadores avaliados? Houve alguma mudança (melhora ou piora) nos desempenhos dos classificadores avaliados em relação à tabela anterior? **(ii)** Note que, com a aplicação de PCA aos dados originais, a matriz de covariância dos dados transformados é diagonal. Isso faz com que o classificador quadrático e a Variante 4 sejam *teoricamente* equivalentes. Estes classificadores tiveram de fato desempenho equivalente nos experimentos relacionados?

- **Atividade 5:** Com base na figura gerada durante a execução da atividade anterior, que mostra a variância explicada acumulada em função do número de componentes considerado, escolher um valor para q que preserve pelo menos 98% da informação (i.e., variância) dos dados originais. O valor de q adequado pode ser escolhido visualizando o conteúdo do vetor VEq , como sendo aquela componente cujo valor é maior que 98%. Executar o arquivo `audio_preprocessing.m` com aplicação do PCA para o valor de q escolhido. Note

que para estes valor de q , a aplicação de PCA conduz a uma redução da dimensionalidade dos vetores de atributos, além de promover a desconexão dos atributos dos dados transformados.

Questão 5 - Qual foi a dimensão de redução q escolhida, de modo a preservar 98% da informação do conjunto de dados original?

- **Atividade 6:** Com base no valor escolhido para q na **Atividade 5** e no conjunto de dados gerados correspondente, preencha a tabela de desempenho abaixo.

Classificador	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão	Tempo de execução
Quadrático						
Variante 1						
Variante 2						
Variante 3						
Variante 4						
LinearMQ						
MaxCorr						
DMC						
1-NN						

Tabela 3: Tabela de resultados com a aplicação de PCA com redução de dimensionalidade.

Questão 6 - O que se pode concluir sobre os desempenhos dos classificadores avaliados com a realização da redução de dimensionalidade via PCA? Houve alguma mudança (melhora ou piora) nos desempenhos dos classificadores avaliados em relação à tabela anterior? Quais classificadores pioraram/melhoraram de desempenho com a redução de dimensionalidade via PCA?

- **Atividade 7** - Repita a **Atividade 6**, porém aplicando a transformação de BOX-COX ao conjunto de dados original antes de aplicar PCA.

Questão 7 - Houve alguma mudança (melhora ou piora) nos desempenhos dos classificadores avaliados em relação aos resultados da **Atividade 6**? Quais classificadores pioraram/melhoraram de desempenho com a aplicação da transformação BOX-COX juntamente com PCA?

BOA SORTE!!