



Guilherme Carvalho Cunha

**Reconhecimento de emoções através de
imagens em tempo real com o uso de ASM e
SVM**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática
do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Prof. Bruno Feijó

Rio de Janeiro
Abril de 2013



Guilherme Carvalho Cunha

**Reconhecimento de emoções através de
imagens em tempo real com o uso de ASM e
SVM**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela comissão examinadora abaixo assinada.

Prof. Bruno Feijó

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Raul Queiroz Feitosa

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Monica Maria Ferreira da Costa

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 05 de Abril de 2013

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Guilherme Carvalho Cunha

Graduou-se em Ciência da Computação na PUC Minas (Belo Horizonte, Brasil). Sempre interessado na área de Jogos Digitais, durante o mestrado ingressou no VisionLab PUC-Rio onde desenvolveu a dissertação e outros estudos relacionados ao tema.

Ficha Catalográfica

Guilherme, Carvalho Cunha

Reconhecimento de emoções através de imagens em tempo real com o uso de ASM e SVM / Guilherme Carvalho Cunha; orientador: Bruno Feijó. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2013.

v., 59 f: il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Reconhecimento de Emoções. 3. Active Shape Model. 4. Support Vector Machines. 5. Visão Computacional. 6. Aprendizado de Máquina. I. Feijó, Bruno. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

À minha família e aos amigos que, de um jeito ou de outro, me auxiliaram nessa etapa.

Ao VisionLab pela oportunidade a mim dada e à CAPES e PUC-Rio pelos auxílios concedidos.

Resumo

Guilherme, Carvalho Cunha; Feijó, Bruno. **Reconhecimento de emoções através de imagens em tempo real com o uso de ASM e SVM**. Rio de Janeiro, 2013. 59p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As expressões faciais transmitem muita informação sobre um indivíduo, tornando a capacidade de interpretá-las uma tarefa muito importante, com aplicações em diversas áreas, tais como Interação Homem Máquina, Jogos Digitais, *storytelling* interativo e TV/Cinema digital. Esta dissertação discute o processo de reconhecimento de emoções em tempo real usando ASM (Active Shape Model) e SVM (Support Vector Machine) e apresenta uma comparação entre duas formas comumente utilizadas na etapa de extração de atributos: faces neutra e média. Como não existe tal comparação na literatura, os resultados apresentados são valiosos para o desenvolvimento de aplicações envolvendo expressões de emoção em tempo real. O presente trabalho considera seis tipos de emoções: felicidade, tristeza, raiva, medo, surpresa e desgosto.

Palavras-chave

Reconhecimento de Emoções ; Active Shape Model ; Support Vector Machines ; Visão Computacional ; Aprendizado de Máquina.

Abstract

Guilherme, Carvalho Cunha; Feijó, Bruno (Advisor). **Real time emotion recognition based on images using ASM and SVM.**

Rio de Janeiro, 2013. 59p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The facial expressions provide a high amount of information about a person, making the ability to interpret them a high valued task that can be used in several fields of Informatics such as Human Machine Interface, Digital Games, interactive storytelling and digital TV/Cinema. This dissertation discusses the process of recognizing emotions in real time using ASM (Active Shape Model) and SVM (Support Vector Machine) and presents a comparison between two commonly used ways when extracting the attributes: neutral face and average. As such comparison can not be found in the literature, the results presented are valuable to the development of applications that deal with emotion expression in real time. The current study considers six types of emotions: happiness, sadness, anger, fear, surprise and disgust.

Keywords

Active Shape Model ; Support Vector Machines ; Computer Vision ; Emotion Recognition ; Machine Learning

Sumário

1	Introdução	11
2	Trabalhos Relacionados	14
2.1	Aspectos Gerais das Emoções	14
2.2	Reconhecimento Automático de Emoções	15
3	Modelos Flexíveis	19
3.1	Active Contour Model	19
3.2	Active Shape Model	20
4	Aprendizado de Máquina	27
4.1	Support Vector Machines	28
4.2	Kernel Trick	29
5	Metodologia	31
5.1	O Treinamento do Modelo ASM	32
5.2	O Treinamento do Modelo SVM	33
5.3	Aplicação de Reconhecimento de Emoções	38
6	Resultados	41
6.1	Testes de Extração de Atributos Faciais	41
6.2	Banco de Dados para Classificação de Emoções	42
6.3	Testes de Classificação de Emoções	43
6.4	Aplicação para Reconhecimento de Emoções	48
7	Conclusão e Trabalhos Futuros	52
	Referências Bibliográficas	55

Lista de figuras

2.1	Espaço bidimensional de emoções, eixos representam prazer e excitação. Figura de (36).	15
3.1	Uma mão com algumas formas de variação. Foto de (10)	21
3.2	A deformação de um SSM para reconhecimento de mãos em 3 autovalores, $-3\sqrt{a_{Modo}}$ na mão da esquerda, 0 no meio e $+3\sqrt{a_{Modo}}$ na mão da direita. Foto de (10)	23
3.3	Demonstração dos pixels analisados para definição do comportamento de luminância dos pontos de referência. Foto de (30)	24
3.4	Um exemplo da execução do algoritmo ASM, desde a forma inicial até a sua décima oitava iteração. Foto de (10)	26
4.1	Um separador linear que divide dois grupos da melhor maneira possível	29
4.2	Em 4.2(a) um exemplo de um grupo de dados não linearmente separável por um hiperplano. Em 4.2 um mapeamento não linear que separa os dois grupos de dados. Figuras de (31).	30
5.1	À esquerda a foto de um rosto, no centro, os pontos de referência encontrados para a foto e, à direita a classificação de emoção dessa imagem	32
5.2	Resultado da execução de dois ASM diferentes, o padrão do STASM treinado com MUCT 5.2(a) e o treinado com CK+ 5.2(b)	34
5.3	Diferença entre não alinhar as formas 5.3(a) e com o alinhamento feito 5.3(b)	35
5.4	E_i e E_f para a abordagem de face neutra como base de comparação. Imagens do banco de imagens RaFD (24).	36
5.5	E_i e E_f para a abordagem de face média como base de comparação. Imagem à direita vinda do banco de imagens RaFD (24).	36
5.6	Um exemplo de deslocamento dos pontos faciais entre dois estados	37
5.7	Um exemplo de ampliação de emoção, na qual a forma verde representa o normal e a vermelha, a ampliada	40
6.1	Gráfico que exhibe a diferença de acurácia dos dois modelos SVM em comparação com o tamanho do banco de dados usado.	47
6.2	<i>Screenshot</i> do programa, mostrando uma janela com a face de referência 6.2(a) e a imagem para classificação 6.2(b) e a predição no canto superior esquerdo, feliz, no caso.	49
6.3	Um gráfico de barras exhibe a probabilidade das emoções no dado momento.	50
6.4	Exemplos de erros possíveis devido a pouco controle do ambiente e indivíduo	51

Lista de tabelas

2.1	Resultados alcançados por algumas pesquisas no tema de reconhecimento automático de emoções	18
6.1	Valores de erro médio por forma, ponto e a variância encontrada para o ASM treinado com o banco de imagens CK+ testados em corte de 90% e 10% e também em <i>2-fold</i>	42
6.2	Resultados encontrados para o SVM com o uso da face neutra como estado inicial de referência, onde PV é positivos verdadeiros e FP falsos positivos	44
6.3	Matriz de confusão para o SVM com o uso da face neutra como estado inicial de referência	44
6.4	Resultados encontrados para o SVM com o uso da forma média como estado inicial de referência sem classe neutra, onde PV é positivos verdadeiros e FP falsos positivos	45
6.5	Matriz de confusão para o SVM com o uso da face média como estado inicial desconsiderando a emoção neutra.	45
6.6	Resumo das vantagens e desvantagens das abordagens para estado inicial	46
6.7	Resultados encontrados para o SVM com o uso da forma média como estado inicial de referência, onde PV é positivos verdadeiros e FP falsos positivos	47
6.8	Matriz de confusão para o SVM com o uso da forma média do ASM como estado inicial de referência	47

"He who desires, but acts not, breeds pestilence."

William Blake, *The Marriage Between Heaven and Hell*.