



UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

1

Uma Abordagem para Reconhecimento de Emoção por Expressão Facial baseada em Redes Neurais de Convolução

Qualificação de Mestrado
Manaus, 30 de Julho de 2018

Anderson Cruz

PPGI - Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Email: aac@icomp.ufam.edu.br



Agenda

1 Introdução

2 Abordagem Proposta

3 Experimento

4 Resultados Parciais

5 Conclusão

6 Agradecimentos

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

2



Contexto

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

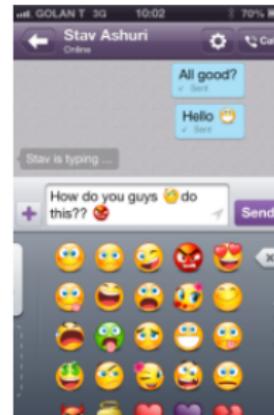
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

3





Contexto

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

4

Surpresa



Tristeza



Desgosto



Raiva



Felicidade



Medo





Contexto

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

5





Contexto

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

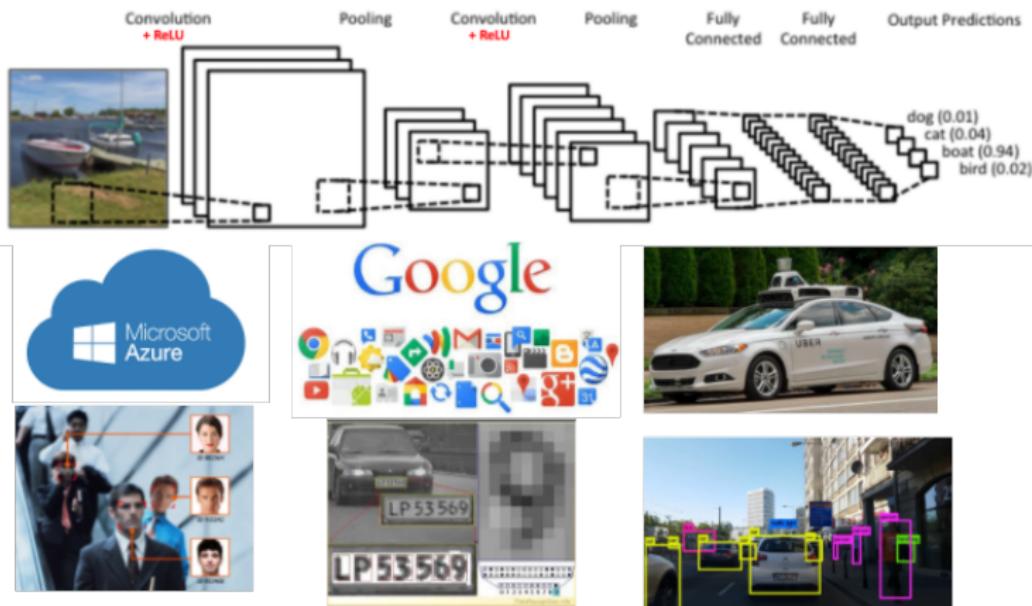
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

6





Motivação

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

7





Problema

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

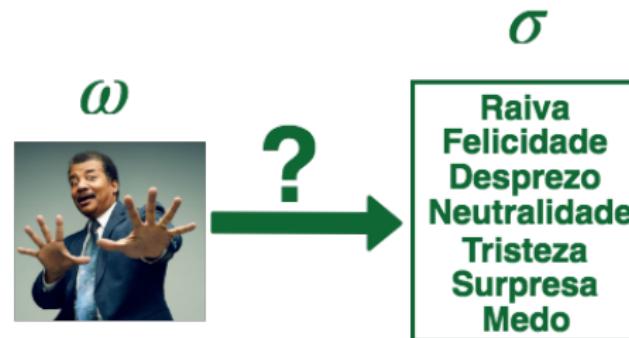
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

8





Problema

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

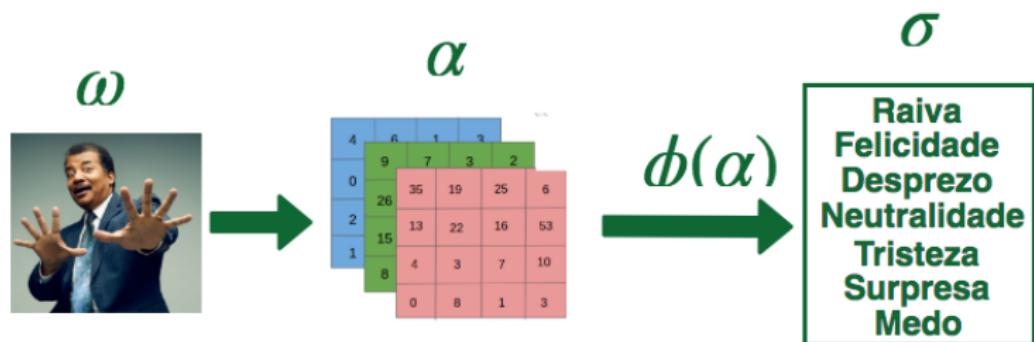
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

9





Problema

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

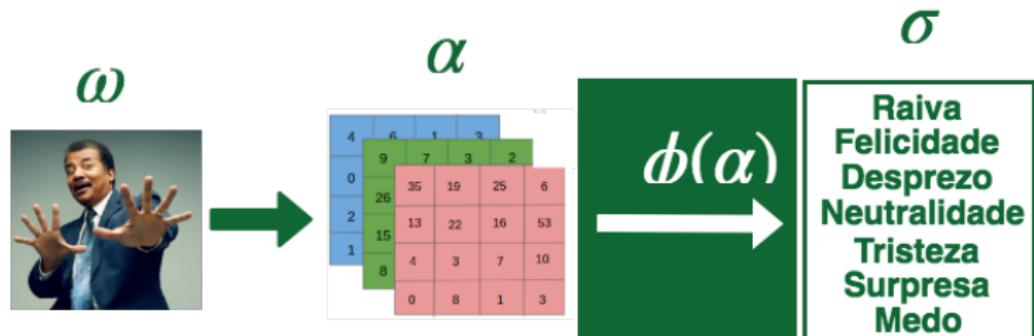
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

10





Problema

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

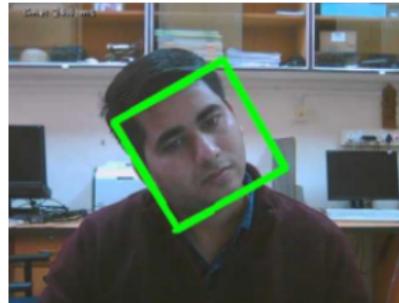
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

11





Problema

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

12

Como aprimorar os métodos de reconhecimento de emoções por meio da expressão facial a fim de permitir a classificação independente das características do ambiente e de indivíduos para o alcance de maior generalização?



Problema

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

12

Como aprimorar os métodos de reconhecimento de emoções por meio da expressão facial a fim de permitir a classificação independente das características do ambiente e de indivíduos para o alcance de maior generalização?



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

13

Objetivos

Objetivo Geral:

- Propor um método para reconhecer emoção humana por expressão facial para classificar emoções básicas em múltiplas faces de uma imagem e comparar a eficácia em cenários de uso real;

Objetivos Específicos:

- Propor técnicas de eliminação de ruídos e detecção com recorte das diversas faces de uma imagem;
- Classificar cada face detectada separadamente estimando a probabilidade para cada emoção básica;
- Avaliar experimentalmente a solução proposta visando a comparação da eficácia.



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

13

Objetivos

Objetivo Geral:

- Propor um método para reconhecer emoção humana por expressão facial para classificar emoções básicas em múltiplas faces de uma imagem e comparar a eficácia em cenários de uso real;

Objetivos Específicos:

- Propor técnicas de eliminação de ruídos e detecção com recorte das diversas faces de uma imagem;
- Classificar cada face detectada separadamente estimando a probabilidade para cada emoção básica;
- Avaliar experimentalmente a solução proposta visando a comparação da eficácia.



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

13

Objetivos

Objetivo Geral:

- Propor um método para reconhecer emoção humana por expressão facial para classificar emoções básicas em múltiplas faces de uma imagem e comparar a eficácia em cenários de uso real;

Objetivos Específicos:

- Propor técnicas de eliminação de ruídos e detecção com recorte das diversas faces de uma imagem;
- Classificar cada face detectada separadamente estimando a probabilidade para cada emoção básica;
- Avaliar experimentalmente a solução proposta visando a comparação da eficácia.



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

13

Objetivos

Objetivo Geral:

- Propor um método para reconhecer emoção humana por expressão facial para classificar emoções básicas em múltiplas faces de uma imagem e comparar a eficácia em cenários de uso real;

Objetivos Específicos:

- Propor técnicas de eliminação de ruídos e detecção com recorte das diversas faces de uma imagem;
- Classificar cada face detectada separadamente estimando a probabilidade para cada emoção básica;
- Avaliar experimentalmente a solução proposta visando a comparação da eficácia.



UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

13

Objetivos

Objetivo Geral:

- Propor um método para reconhecer emoção humana por expressão facial para classificar emoções básicas em múltiplas faces de uma imagem e comparar a eficácia em cenários de uso real;

Objetivos Específicos:

- Propor técnicas de eliminação de ruídos e detecção com recorte das diversas faces de uma imagem;
- Classificar cada face detectada separadamente estimando a probabilidade para cada emoção básica;
- Avaliar experimentalmente a solução proposta visando a comparação da eficácia.



Abordagem Proposta - Monitoramento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

14





Abordagem Proposta - Monitoramento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

15





Abordagem Proposta - Monitoramento



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

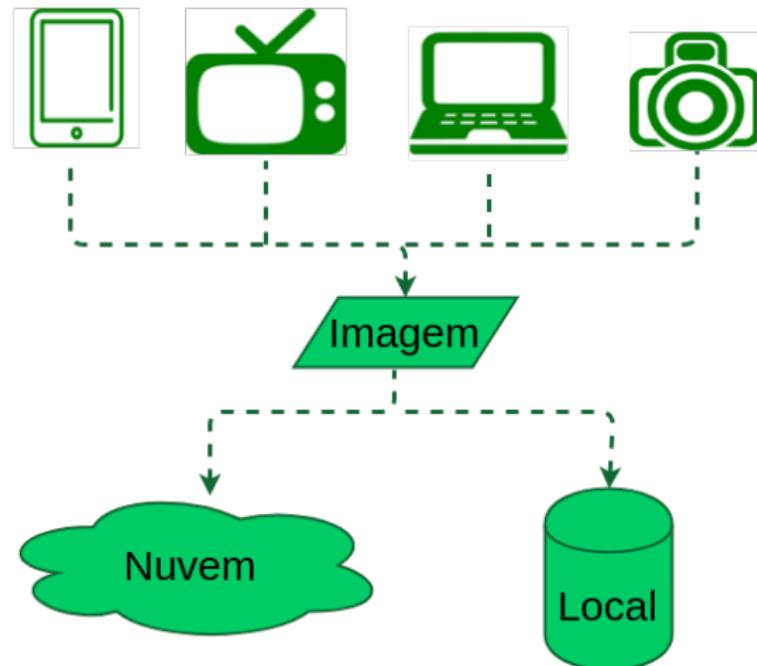
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

16





Abordagem Proposta - Detecção de Face e Recorte

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

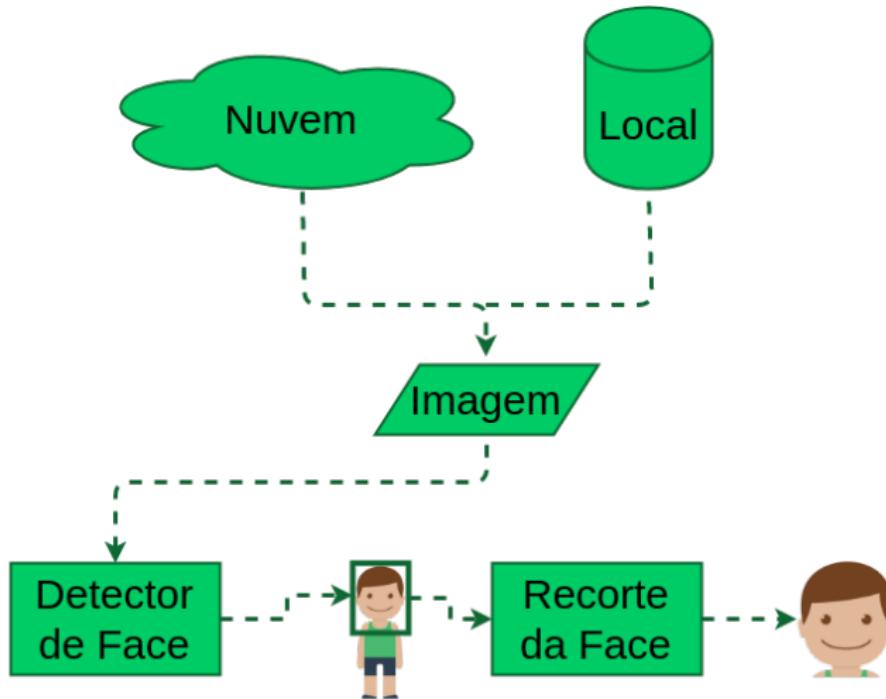
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

17





Abordagem Proposta - Pré-Processamento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

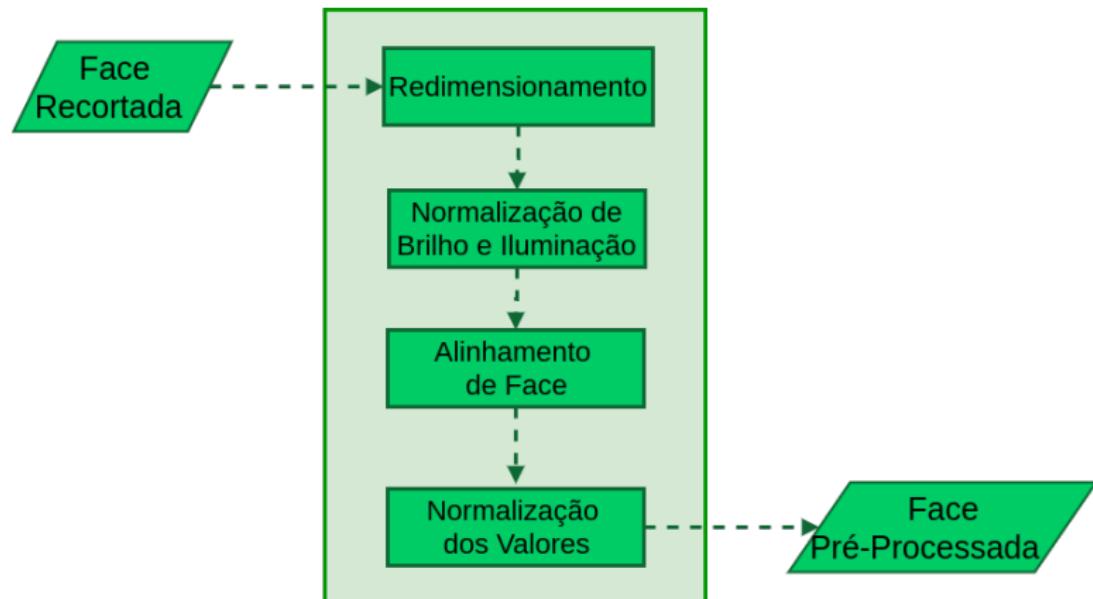
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

18





Abordagem Proposta - Pré-Processamento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

19

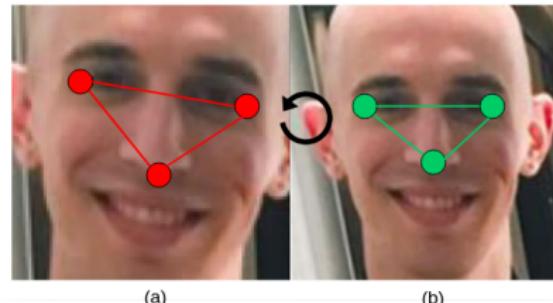


Figura: Alinhamento de Face



Abordagem Proposta - Rede Neural de Convolução

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

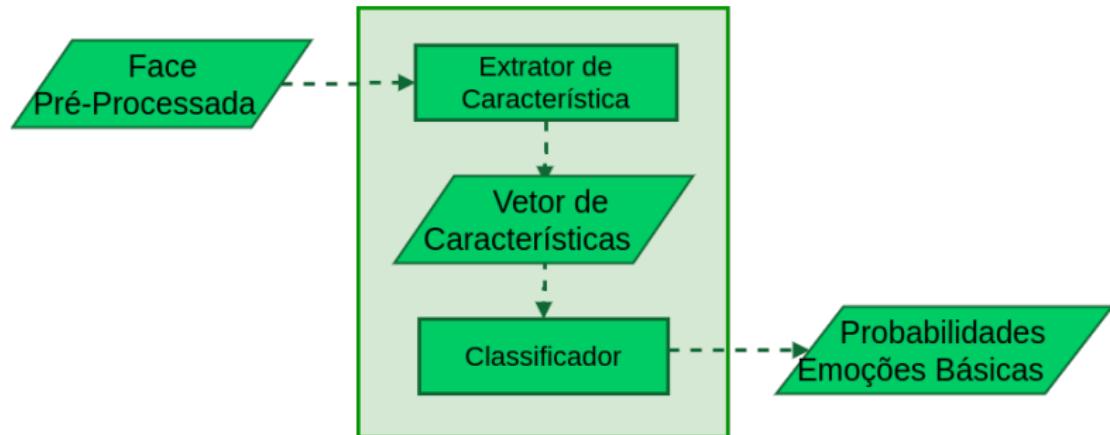
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

20





Abordagem Proposta - Rede Neural de Convolução - Treinamento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

21

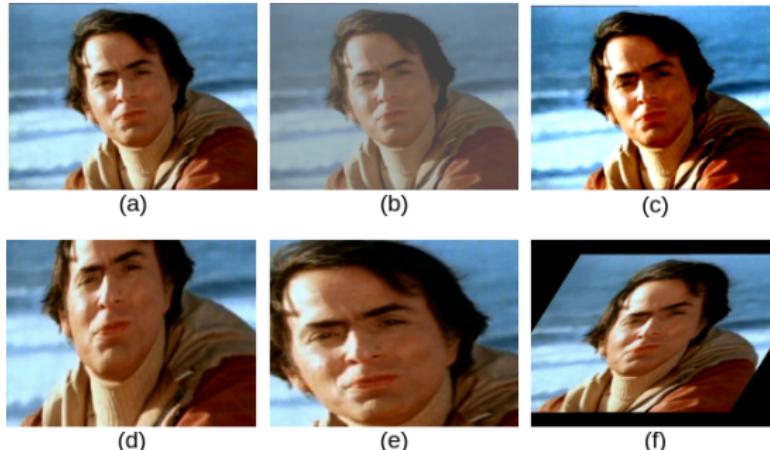


Figura: Aumentação de Dados



Abordagem Proposta - Soluções

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

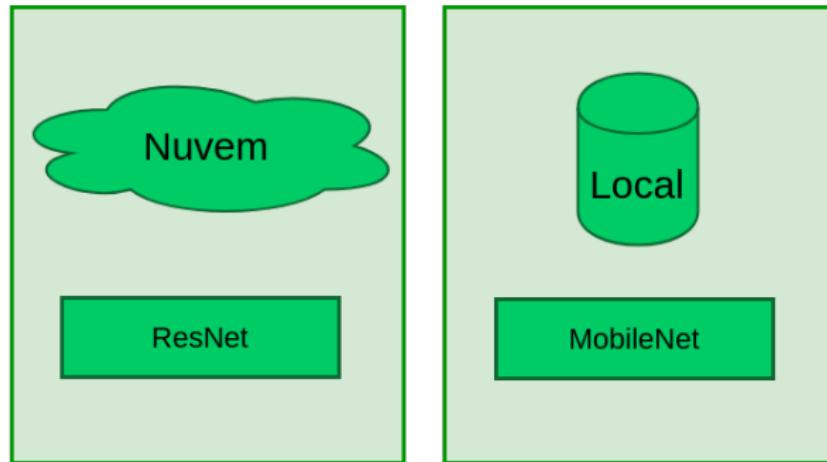
Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

22





Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

23

Objetivos

- Realizar um estudo comparativo entre as arquiteturas AlexNet, Inception-V3 e ResNet;
- Avaliar os modelos usando as métricas de precisão, revocação, f1-score e a acurácia;
- Analisar os resultados de uma base de dados oriunda da natureza e outra do laboratório.



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

23

Objetivos

- Realizar um estudo comparativo entre as arquiteturas AlexNet, Inception-V3 e ResNet;
- Avaliar os modelos usando as métricas de precisão, revocação, f1-score e a acurácia;
- Analisar os resultados de uma base de dados oriunda da natureza e outra do laboratório.



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

23

Objetivos

- Realizar um estudo comparativo entre as arquiteturas AlexNet, Inception-V3 e ResNet;
- Avaliar os modelos usando as métricas de precisão, revocação, f1-score e a acurácia;
- Analisar os resultados de uma base de dados oriunda da natureza e outra do laboratório.



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

23

Objetivos

- Realizar um estudo comparativo entre as arquiteturas AlexNet, Inception-V3 e ResNet;
- Avaliar os modelos usando as métricas de precisão, revocação, f1-score e a acurácia;
- Analisar os resultados de uma base de dados oriunda da natureza e outra do laboratório.



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

24

Materiais

- *Framework Tensorflow e TFLearn;*
- *OpenCV 3.0;*
- *GPU NVIDIA GEFORCE 930, Intel Core-i7 e 16 GB de RAM DDR4.*



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

24

Materiais

- *Framework Tensorflow e TFLearn;*
- *OpenCV 3.0;*
- *GPU NVIDIA GEFORCE 930, Intel Core-i7 e 16 GB de RAM DDR4.*



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

24

Materiais

- *Framework Tensorflow e TFLearn;*
- *OpenCV 3.0;*
- *GPU NVIDIA GEFORCE 930, Intel Core-i7 e 16 GB de RAM DDR4.*



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

24

Materiais

- *Framework Tensorflow e TFLearn;*
- *OpenCV 3.0;*
- *GPU NVIDIA GEFORCE 930, Intel Core-i7 e 16 GB de RAM DDR4.*



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

25

Tabela: As bases de dados foram concatenadas e divididas em três bases: treino, teste e validação. Na seguinte porcentagem: 50% para treino e 25% para teste e 25% validação.

Base de Dados	B. de Treino	B. de Teste	B. de Validação	Total de Imagens
RAFD	2408	1206	1205	4819
CIFE-TRAIN	4086	2042	2042	8170
CIFE-TEST	1759	879	878	3516
CK	1509	754	755	3018
KDEF	1466	735	733	2934
JAFFE	105	53	55	213
NOVAEMOTIONS	16840	8418	8417	33675
FER	11782	5892	5891	23565
Total de Imagens	39955	19979	19976	79910



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

26

Tabela: Distribuição das classes (emoções) nas bases de treino, teste e validação. As classes também foram divididas em: 50% para treino e 25% para teste e 25% validação.

Classe	B. de Treino	B. de Teste	B. de Validação	Total de Imagens
Raiva	3299	1650	1650	6599
Desgosto	2453	1226	1226	4905
Medo	2821	1411	1410	5642
Felicidade	13943	6971	6971	27885
Tristeza	4349	2175	2174	8698
Surpresa	6311	3156	3155	12622
Neutralidade	6779	3390	3390	13559
Total de Imagens	39955	19979	19976	79910



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

27

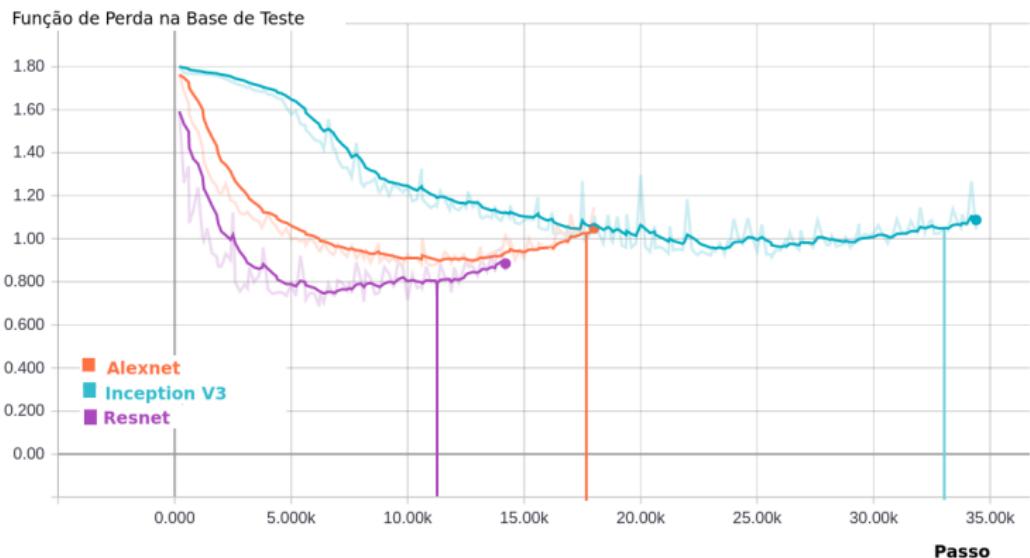


Figura: Função de perda na base de Teste



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

28

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	
	Raiva	0.54	0.51	0.52	0.701
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	0.757
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
	Surpresa	0.82	0.86	0.84	
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

29

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

29

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

29

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;



Resultados Parciais

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

30

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	0.701
	Raiva	0.54	0.51	0.52	
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	0.757
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
Anderson Cruz	Surpresa	0.82	0.86	0.84	30
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

31

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

31

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

32

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	
	Raiva	0.54	0.51	0.52	
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
Anderson Cruz 32	Surpresa	0.82	0.86	0.84	
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	
					0.757



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

33

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;
- A segunda melhor emoção foi a surpresa com f1-score em 84%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

33

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;
- A segunda melhor emoção foi a surpresa com f1-score em 84%;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

34

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	0.701
	Raiva	0.54	0.51	0.52	
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	0.757
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
	Surpresa	0.82	0.86	0.84	
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	



Resultados Parciais

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;
- A segunda melhor emoção foi a surpresa com f1-score em 84%;
- São duas das três emoções com maiores índices de amostragem.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

35



Resultados Parciais

Discussão

- A experimentação na base de validação geral assemelha-se a uma medição do cenário real;
- A ResNet obteve os melhores resultados alcançando 75.7% em acurácia, enquanto a Alexnet 71.2% e a Inception-V3 70.1%;
- A emoção com melhor desempenho foi a felicidade com f1-score em 90%;
- A segunda melhor emoção foi a surpresa com f1-score em 84%;
- São duas das três emoções com maiores índices de amostragem.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

35



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

36

Tabela: Distribuição das classes (emoções) nas bases de treino, teste e validação. As classes também foram divididas em: 50% para treino e 25% para teste e 25% validação.

	Classe	B. de Treino	B. de Teste	B. de Validação	Total de Imagens
Conclusão	Raiva	3299	1650	1650	6599
Referências	Desgosto	2453	1226	1226	4905
Agradecimentos	Medo	2821	1411	1410	5642
Anderson Cruz	Felicidade	13943	6971	6971	27885
36	Tristeza	4349	2175	2174	8698
	Surpresa	6311	3156	3155	12622
	Neutralidade	6779	3390	3390	13559
	Total de Imagens	39955	19979	19976	79910



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

37

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

37

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;



Resultados Parciais

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

38

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	
	Raiva	0.54	0.51	0.52	0.701
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	0.757
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
	Surpresa	0.82	0.86	0.84	
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

39

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;
- Coincidemente duas das três emoções com menores índices de amostragem;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

39

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;
- Coincidemente duas das três emoções com menores índices de amostragem;



Experimento

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

40

Tabela: Distribuição das classes (emoções) nas bases de treino, teste e validação. As classes também foram divididas em: 50% para treino e 25% para teste e 25% validação.

Classe	B. de Treino	B. de Teste	B. de Validação	Total de Imagens
Raiva	3299	1650	1650	6599
Desgosto	2453	1226	1226	4905
Medo	2821	1411	1410	5642
Felicidade	13943	6971	6971	27885
Tristeza	4349	2175	2174	8698
Surpresa	6311	3156	3155	12622
Neutralidade	6779	3390	3390	13559
Total de Imagens	39955	19979	19976	79910



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

41

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;
- Coincidemente duas das três emoções com menores índices de amostragem;
- Entretanto, realmente são expressões faciais complicadas. Não havendo um padrão bem definido envolvendo vários músculos faciais;
- Um sistema com requisito de alta precisão nessas duas emoções necessita de outras fontes de dados.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

41

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;
- Coincidentemente duas das três emoções com menores índices de amostragem;
- Entretanto, realmente são expressões faciais complicadas. Não havendo um padrão bem definido envolvendo vários músculos faciais;
- Um sistema com requisito de alta precisão nessas duas emoções necessita de outras fontes de dados.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

41

Discussão

- Em contrapartida, os piores índices de desempenho foram as emoções medo e raiva;
- Coincidemente duas das três emoções com menores índices de amostragem;
- Entretanto, realmente são expressões faciais complicadas. Não havendo um padrão bem definido envolvendo vários músculos faciais;
- Um sistema com requisito de alta precisão nessas duas emoções necessita de outras fontes de dados.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

42

Discussão

- A neutralidade foi uma das três emoções que mais teve amostragem. No entanto, alcançou somente 68% de f1-score;



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

42

Discussão

- A neutralidade foi uma das três emoções que mais teve amostragem. No entanto, alcançou somente 68% de f1-score;



Resultados Parciais

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação geral.

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

43

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.51	0.60	0.55	0.712
	Desgosto	0.62	0.64	0.63	
	Medo	0.47	0.41	0.44	
	Felicidade	0.84	0.89	0.86	
	Tristeza	0.64	0.50	0.56	
	Surpresa	0.84	0.77	0.80	
	Neutralidade	0.62	0.64	0.63	
Inception-V3	Média/Total	0.71	0.71	0.71	
	Raiva	0.54	0.51	0.52	
	Desgosto	0.56	0.57	0.56	
	Medo	0.47	0.42	0.44	
	Felicidade	0.88	0.88	0.88	
	Tristeza	0.47	0.53	0.50	
	Surpresa	0.85	0.79	0.82	
ResNet-34	Neutralidade	0.59	0.62	0.61	
	Média/Total	0.70	0.70	0.70	
	Raiva	0.69	0.57	0.62	
	Desgosto	0.79	0.66	0.72	
	Medo	0.45	0.50	0.47	
	Felicidade	0.90	0.89	0.90	
	Tristeza	0.60	0.65	0.63	
	Surpresa	0.82	0.86	0.84	
	Neutralidade	0.67	0.68	0.68	
	Média/Total	0.76	0.76	0.76	



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

44

Discussão

- A neutralidade foi uma das três emoções que mais teve amostragem. No entanto, alcançou somente 68% de f1-score;
- A rede neural aprendeu que a neutralidade consiste em nenhum movimento muscular facial;
- Portanto, um leve movimento facial a rede tende a classificar em uma das emoções que não seja neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

44

Discussão

- A neutralidade foi uma das três emoções que mais teve amostragem. No entanto, alcançou somente 68% de f1-score;
- A rede neural aprendeu que a neutralidade consiste em nenhum movimento muscular facial;
- Portanto, um leve movimento facial a rede tende a classificar em uma das emoções que não seja neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

44

Discussão

- A neutralidade foi uma das três emoções que mais teve amostragem. No entanto, alcançou somente 68% de f1-score;
- A rede neural aprendeu que a neutralidade consiste em nenhum movimento muscular facial;
- Portanto, um leve movimento facial a rede tende a classificar em uma das emoções que não seja neutralidade.



Resultados Parciais

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação CK

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.91	1	0.95	0.96
	Desgosto	0.98	0.97	0.98	
	Medo	0.89	0.96	0.92	
	Felicidade	0.99	0.99	0.99	
	Tristeza	0.98	0.84	0.91	
	Surpresa	1	0.94	0.97	
	Neutralidade	0	0	0	
Inception-V3	Média/Total	0.97	0.96	0.96	0.954
	Raiva	0.93	0.94	0.93	
	Desgosto	0.96	0.94	0.95	
	Medo	0.89	0.96	0.92	
	Felicidade	0.99	0.98	0.99	
	Tristeza	0.91	0.97	0.94	
	Surpresa	1	0.94	0.97	
ResNet-34	Neutralidade	0	0	0	0.969
	Média/Total	0.96	0.95	0.96	
	Raiva	0.97	0.96	0.97	
	Desgosto	1	0.92	0.96	
	Medo	0.91	0.99	0.95	
	Felicidade	0.98	0.99	0.99	
	Tristeza	0.94	0.96	0.95	
ResNet-34	Surpresa	0.98	0.99	0.99	0.969
	Neutralidade	0	0	0	
	Média/Total	0.97	0.97	0.97	



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

46

Discussão

- A base CK é de origem laboratorial;
- A ResNet alcançou 96.9% de acurácia, enquanto a Alexnet 96% e a Inception 95.4%;
- Os trabalhos de Chen et al. [2017], Yu et al. [2016] e Huang and Lu [2016] obtiveram 99.1%, 98.7% e 97.3%, respectivamente, embora não está claro se é na base de teste ou validação;
 - Não possui amostra da emoção neutralidade;
 - Não houve confusão com a emoção neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

46

Discussão

- A base CK é de origem laboratorial;
- A ResNet alcançou 96.9% de acurácia, enquanto a Alexnet 96% e a Inception 95.4%;
- Os trabalhos de Chen et al. [2017], Yu et al. [2016] e Huang and Lu [2016] obtiveram 99.1%, 98.7% e 97.3%, respectivamente, embora não está claro se é na base de teste ou validação;
 - Não possui amostra da emoção neutralidade;
 - Não houve confusão com a emoção neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

46

Discussão

- A base CK é de origem laboratorial;
- A ResNet alcançou 96.9% de acurácia, enquanto a Alexnet 96% e a Inception 95.4%;
- Os trabalhos de Chen et al. [2017], Yu et al. [2016] e Huang and Lu [2016] obtiveram 99.1%, 98.7% e 97.3%, respectivamente, embora não está claro se é na base de teste ou validação;
 - Não possui amostra da emoção neutralidade;
 - Não houve confusão com a emoção neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

46

Discussão

- A base CK é de origem laboratorial;
- A ResNet alcançou 96.9% de acurácia, enquanto a Alexnet 96% e a Inception 95.4%;
- Os trabalhos de Chen et al. [2017], Yu et al. [2016] e Huang and Lu [2016] obtiveram 99.1%, 98.7% e 97.3%, respectivamente, embora não está claro se é na base de teste ou validação;
- Não possui amostra da emoção neutralidade;
- Não houve confusão com a emoção neutralidade.



Resultados Parciais

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

46

Discussão

- A base CK é de origem laboratorial;
- A ResNet alcançou 96.9% de acurácia, enquanto a Alexnet 96% e a Inception 95.4%;
- Os trabalhos de Chen et al. [2017], Yu et al. [2016] e Huang and Lu [2016] obtiveram 99.1%, 98.7% e 97.3%, respectivamente, embora não está claro se é na base de teste ou validação;
- Não possui amostra da emoção neutralidade;
- Não houve confusão com a emoção neutralidade.



Resultados Parciais

Tabela: Resultados experimentais das redes neurais de convolução avaliando a base de validação FER

Arquitetura	Emoção	Precisão	Revocação	F1-score	Acurácia
Alexnet	Raiva	0.39	0.5	0.44	0.543
	Desgosto	0.45	0.17	0.25	
	Medo	0.37	0.33	0.35	
	Felicidade	0.74	0.79	0.76	
	Tristeza	0.4	0.29	0.34	
	Surpresa	0.72	0.64	0.67	
	Neutralidade	0.49	0.52	0.51	
Inception-V3	Média/Total	0.54	0.54	0.54	
	Raiva	0.43	0.4	0.41	
	Desgosto	0.13	0.25	0.17	
	Medo	0.39	0.36	0.37	
	Felicidade	0.81	0.77	0.79	
	Tristeza	0.29	0.38	0.32	
	Surpresa	0.72	0.64	0.68	
ResNet-34	Neutralidade	0.49	0.46	0.47	0.604
	Média/Total	0.55	0.53	0.54	
	Raiva	0.61	0.42	0.5	
	Desgosto	0.69	0.28	0.39	
	Medo	0.35	0.47	0.4	
	Felicidade	0.87	0.81	0.84	
	Tristeza	0.41	0.42	0.41	
	Surpresa	0.71	0.76	0.73	
	Neutralidade	0.56	0.61	0.58	
	Média/Total	0.62	0.6	0.61	



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

48

Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
- Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
- O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
- A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
- As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
 - Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
 - O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
 - A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
 - As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

48

Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
- Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
- O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
- A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
- As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



UFAM

Introdução

Abordagem
Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

48

Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
- Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
- O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
- A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
- As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
- Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
- O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
- A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
- As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



Resultados Parciais

Discussão

- A base FER é de origem natural;
- Analisando a acurácia a ResNet-34 alcançou 60.4%, enquanto a Alexnet 54.3% e a Inception-V3 52.9%;
- O trabalho de Huang and Lu [2016] alcançou 76.9%, Kim et al. [2016] conseguiu 73.73% e Liu et al. [2016] atingiu 65%, todos estes trabalhos utilizaram a base FER para treino e teste;
- A base FER é uma base difícil para ser aprendida e classificada;
- As faces não tem um padrão de iluminação, variação do fundo do ambiente, distância fixa com câmera, faces com fortes movimentações e emoções com grau de intensidades diferentes.



UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

49

Conclusão

Considerações

- A ResNet foi a melhor arquitetura;
- Imagens oriundas da natureza não influenciam negativamente para classificação em laboratório;
- Um método treinado com as imagens laboratoriais não consegue reconhecer emoções no contexto da natureza;
- Os resultados devem melhorar com a implementação das técnicas como normalização do brilho e contraste, alinhamento da face e aumento de dados.



Conclusão

Considerações

- A ResNet foi a melhor arquitetura;
- Imagens oriundas da natureza não influenciam negativamente para classificação em laboratório;
- Um método treinado com as imagens laboratoriais não consegue reconhecer emoções no contexto da natureza;
- Os resultados devem melhorar com a implementação das técnicas como normalização do brilho e contraste, alinhamento da face e aumento de dados.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

49



UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

49

Conclusão

Considerações

- A ResNet foi a melhor arquitetura;
- Imagens oriundas da natureza não influenciam negativamente para classificação em laboratório;
- Um método treinado com as imagens laboratoriais não consegue reconhecer emoções no contexto da natureza;
- Os resultados devem melhorar com a implementação das técnicas como normalização do brilho e contraste, alinhamento da face e aumento de dados.



Conclusão

Considerações

- A ResNet foi a melhor arquitetura;
- Imagens oriundas da natureza não influenciam negativamente para classificação em laboratório;
- Um método treinado com as imagens laboratoriais não consegue reconhecer emoções no contexto da natureza;
- Os resultados devem melhorar com a implementação das técnicas como normalização do brilho e contraste, alinhamento da face e aumento de dados.

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

49



Conclusão

Considerações

- A ResNet foi a melhor arquitetura;
- Imagens oriundas da natureza não influenciam negativamente para classificação em laboratório;
- Um método treinado com as imagens laboratoriais não consegue reconhecer emoções no contexto da natureza;
- Os resultados devem melhorar com a implementação das técnicas como normalização do brilho e contraste, alinhamento da face e aumento de dados.

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados
Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

49



Cronograma e Trabalhos futuros

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

50

Tabela: Cronograma de Atividades

Atividades	2018					2019		
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Desenvolver e avaliar o componente pré-processamento	x							
Analisar sequência de imagens		x						
Avaliar experimentalmente outros classificadores			x					
Implementar e avaliar a MobileNet				x				
Avaliar em cenários de uso reais					x	x		
Escrita da dissertação				x	x	x	x	x



Referências

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

51

- Chen, X., Yang, X., Wang, M., and Zou, J. (2017). Convolution neural network for automatic facial expression recognition. In *Applied System Innovation (ICASI), 2017 International Conference on*, pages 814–817. IEEE.
- Huang, Y. and Lu, H. (2016). Deep learning driven hypergraph representation for image-based emotion recognition. In *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction*, pages 243–247. ACM.
- Kim, B.-K., Dong, S.-Y., Roh, J., Kim, G., and Lee, S.-Y. (2016). Fusing aligned and non-aligned face information for automatic affect recognition in the wild: A deep learning approach. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, pages 48–57.
- Liu, K., Zhang, M., and Pan, Z. (2016). Facial expression recognition with cnn ensemble. In *Cyberworlds (CW), 2016 International Conference on*, pages 163–166. IEEE.
- Yu, X., Yang, J., Luo, L., Li, W., Brandt, J., and Metaxas, D. (2016). Customized expression recognition for performance-driven cutout character animation. In *Applications of Computer Vision (WACV), 2016 IEEE Winter Conference on*, pages 1–9. IEEE.



Agradecimentos

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

- Ao orientador: prof. Barreto;
- À banca: prof. Elaine e prof. Daniel;
- À minha companheira: Giselle;
- Amigos do grupo de pesquisa;
- À plateia;

Anderson Cruz

52



Agradecimentos

UFAM

Introdução

Abordagem

Proposta

Experimento

Resultados

Parciais

Conclusão

Referências

Agradecimentos

Anderson Cruz

53

Obrigado pela sua atenção!

Anderson Cruz

aac@icomp.ufam.edu.br