

VISÃO COMPUTACIONAL:

A MANIFESTAÇÃO MAIS PODEROSA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL QUE ESTÁ CONSTRUINDO O FUTURO

Palestrante: **Omar Vidal Pino**

INTRODUÇÃO

Introdução

Visão Computacional

O que é Visão Computacional?

A **Visão Computacional (Computer Vision - CV)** é uma área da Inteligência Artificial que tenta modelar (ou replicar) o sistema de visão humano usando um computador.

A CV pode ser definida como a disciplina que visa interpretar, extrair e representar a informação contida em imagens.

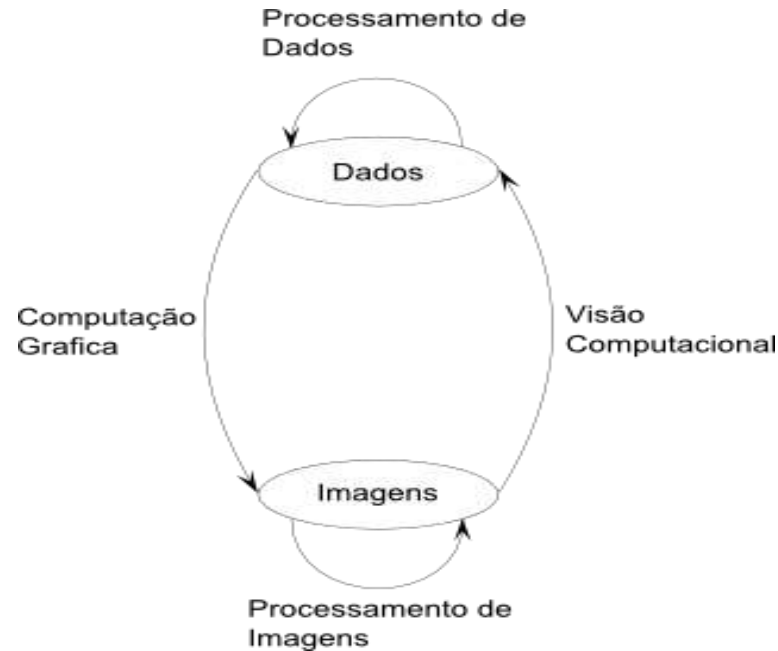
1. O que é CV?
2. Diferenças com IP e CG
3. Porque estudar CV?
4. Usos

Introdução

Visão Computacional

Diferenças entre Visão Computacional, Processamento de Imagens e Computação Gráfica

1. O que é CV?
2. Diferenças com IP e CG
3. Porque estudar CV?
4. Usos



Introdução

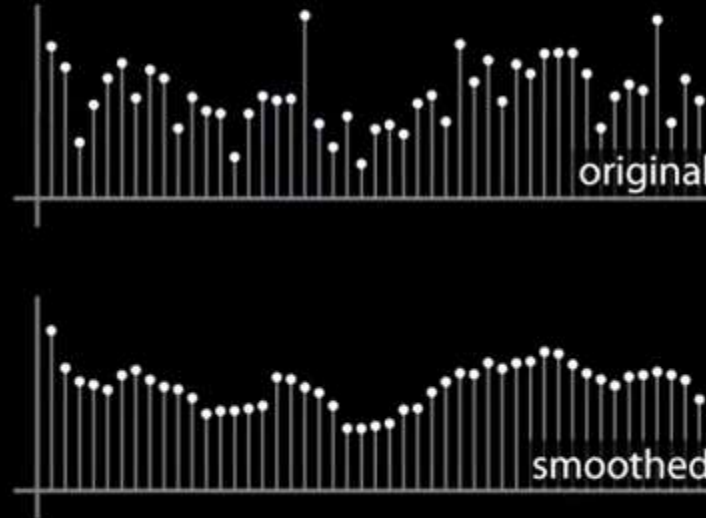
Visão Computacional

Por que estudar CV?

1. O que é CV?
2. Diferenças com IP e CG
3. **Por que estudar CV?**
4. Usos

First attempt at a solution – 1D

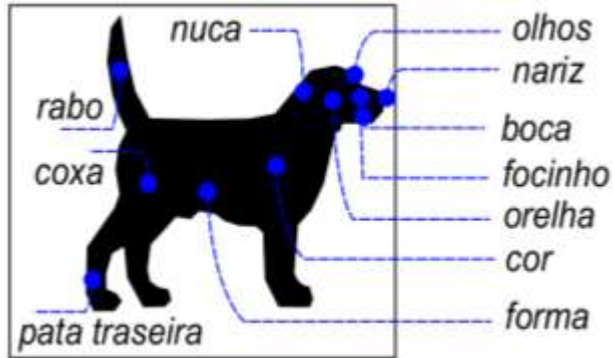
Replace each pixel with an average of all the values in its neighborhood – a *moving average*:



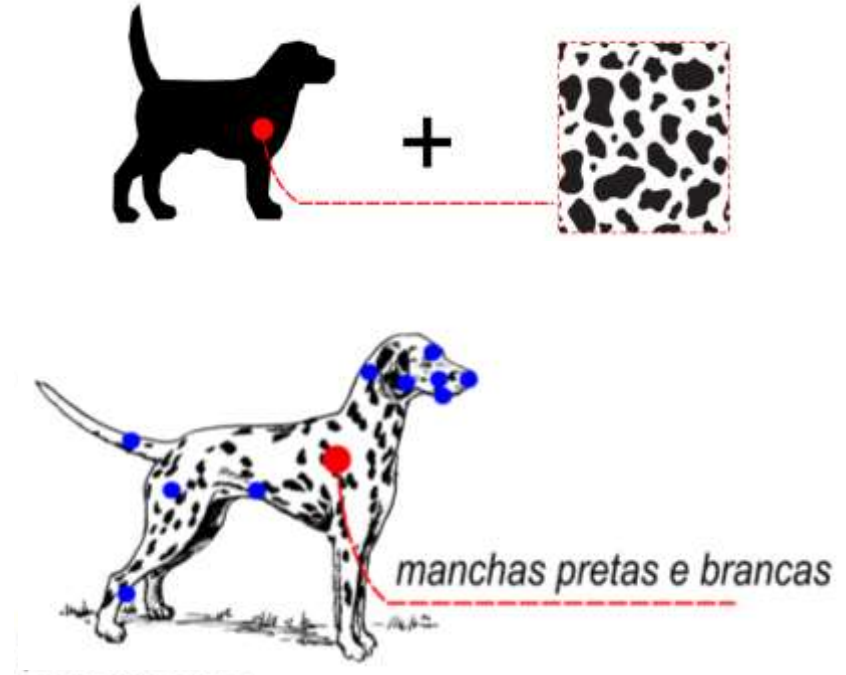
Source: S. Marschner

Introdução

Memória humana



Generalização



Discriminação

Introdução

Extração e representação de características

- **Características artesanais**
 - SIFT [Lowe, 2004]
 - SURF [Bay et al., 2006]
 - DAYSY [Tola et al., 2008]
- **Aprendizado de máquina**
 - Análise Discriminativo Linear [Strecha et al., 2012]
 - Algoritmo Genético [Perez & Olague, 2013]
 - Otimização Convexa [Simonyan et al., 2014]
- **Redes Neurais Convolucionais**
 - LIFT [Yi et al., 2016]
 - DeepBit [Lin et al., 2016]
 - DBD-MQ [Duan et al., 2017]
 - FCSS [Kim et al., 2017]

Introdução

Objetivo Geral

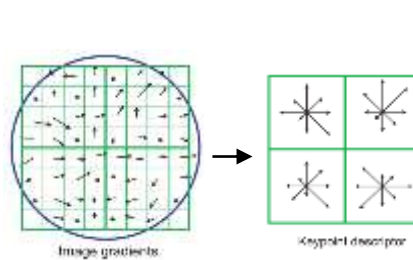
Modelar um descritor semântico global fundamentado na Teoria dos Protótipos que inclua o protótipo da categoria na descrição semântica do objeto.

TRABALHOS RELACIONADOS

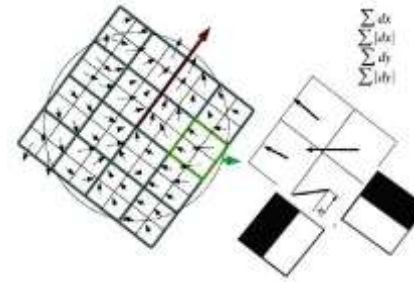
Trabalhos relacionados

Descrição de características

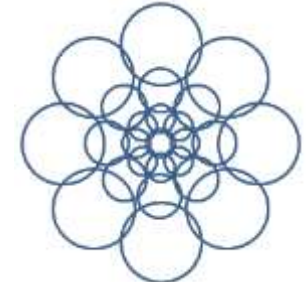
1. Características artesanais
2. Aprendizado de máquina
3. Descritores Convolucionais
4. Descritores Semânticos



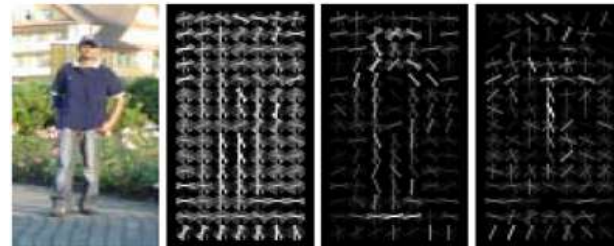
SIFT [Lowe, 2004]



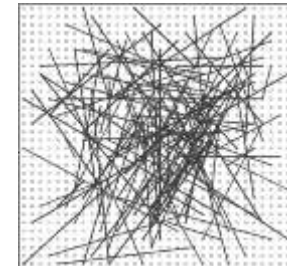
SURF [Bay et al., 2006]



DAYS [Tola et al., 2008]



HOG [Dalal & Triggs, 2005]

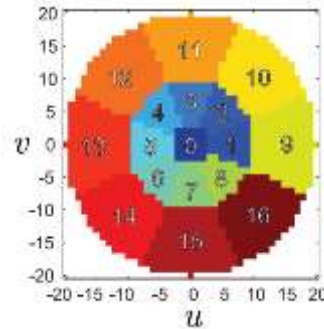


BRIEF [Calonder et al., 2010]

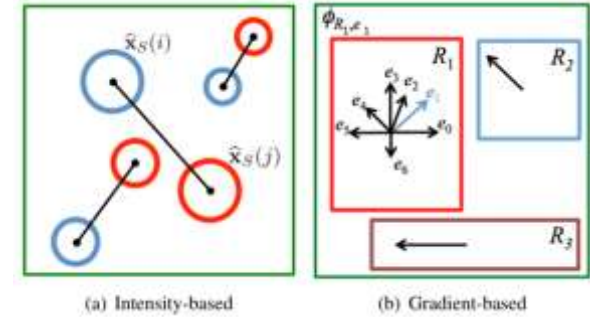
Trabalhos relacionados

Descrição de características

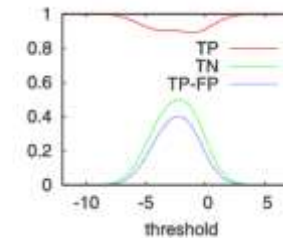
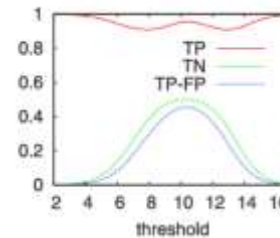
1. Características artesanais
2. **Aprendizado de máquina**
3. Descritores Convolucionais
4. Descritores Semânticos



Hashing [Ambai & Yoshida, 2011]



Boosting (Trzcinski et al., 2013)

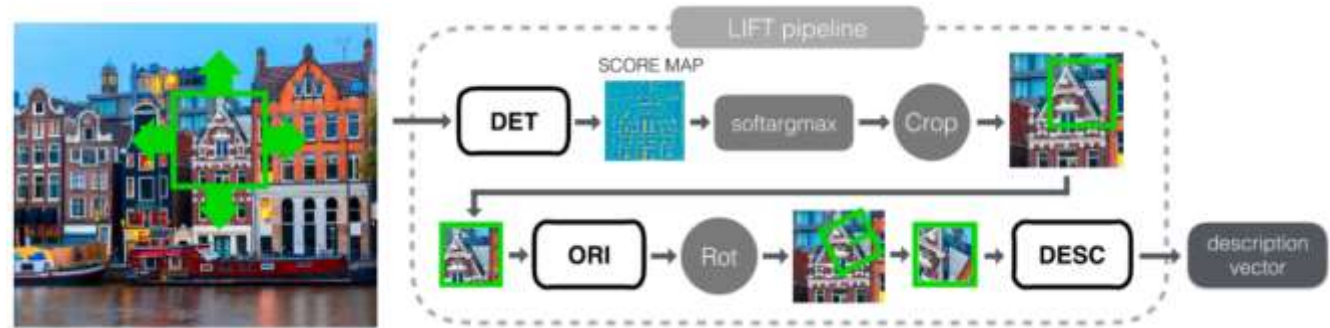


LDA [Strecha et al., 2012]

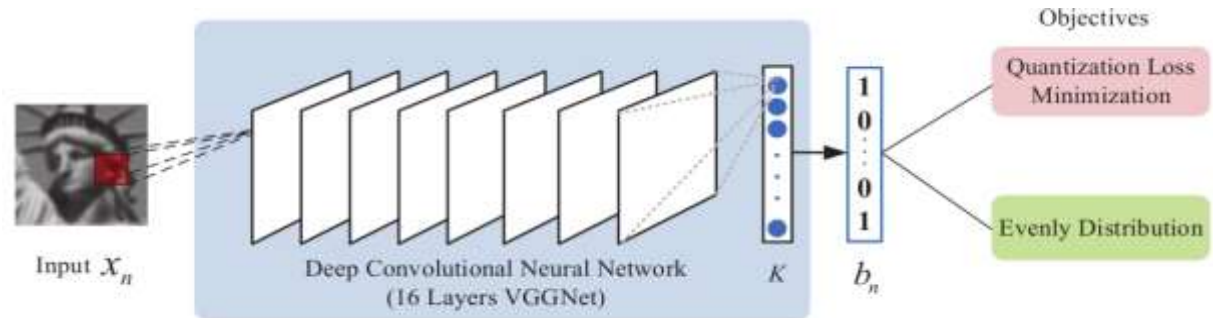
Trabalhos relacionados

Descrição de características

1. Características artesanais
2. Aprendizado de máquina
3. **Descritores Convolucionais**
4. Descritores Semânticos



LIFT [Yi et al., 2016]

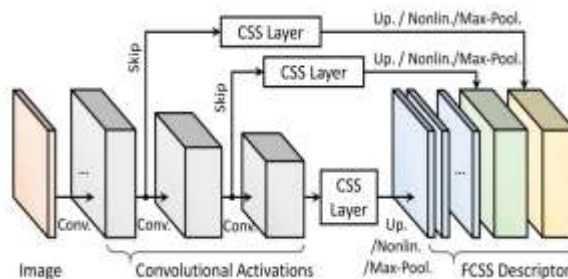


DeepBit [Lin et al., 2016]

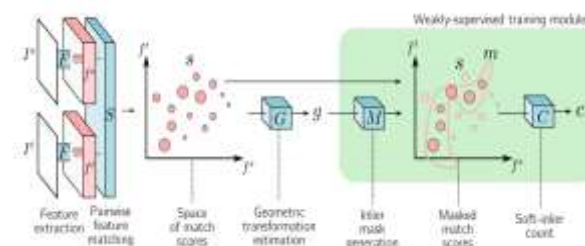
Trabalhos relacionados

Descrição de características

1. Características artesanais
2. Aprendizado de máquina
3. Descritores Convolucionais
4. **Descritores Semânticos**



FCSS [Kim et al., 2017]



Weakly-supervised semantic alignment [Rocco et al., 2018]

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Fundamentos Teóricos

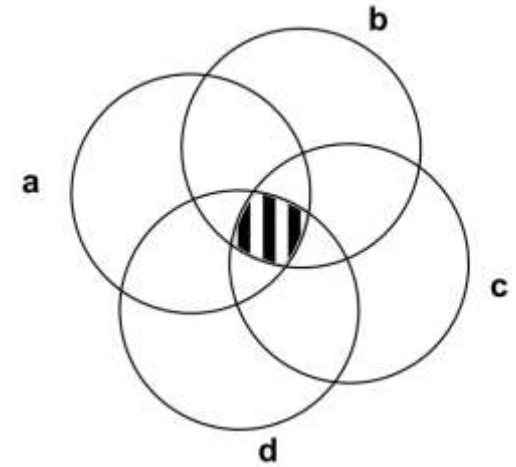
Teoria dos Protótipos

1. Primórdios
2. O protótipo e a estrutura interna da categoria
3. Semelhança familiar
4. Efeitos prototípicos
5. Definições

✓ O protótipo e a estrutura interna da categoria

	a	b	c	d
elemento 1 (prototípico)	+	+	+	+
elemento 2	+	+	+	-
elemento 3	+	+	-	+
elemento 4	+	-	-/+	+

- importância relativa da característica
- A saliência está relacionada ao número e tipo de características



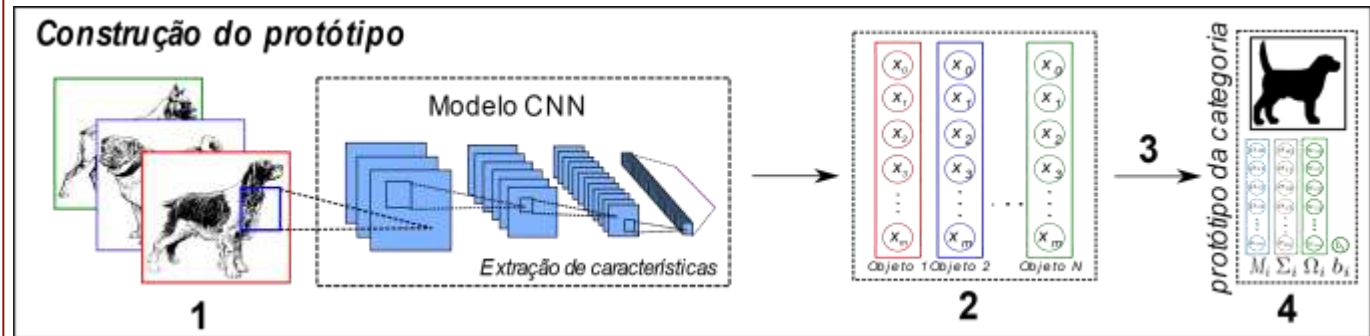
[Rosch, 1988; Geeraerts, 2010]

METODOLOGIA

Metodologia

Visão Geral

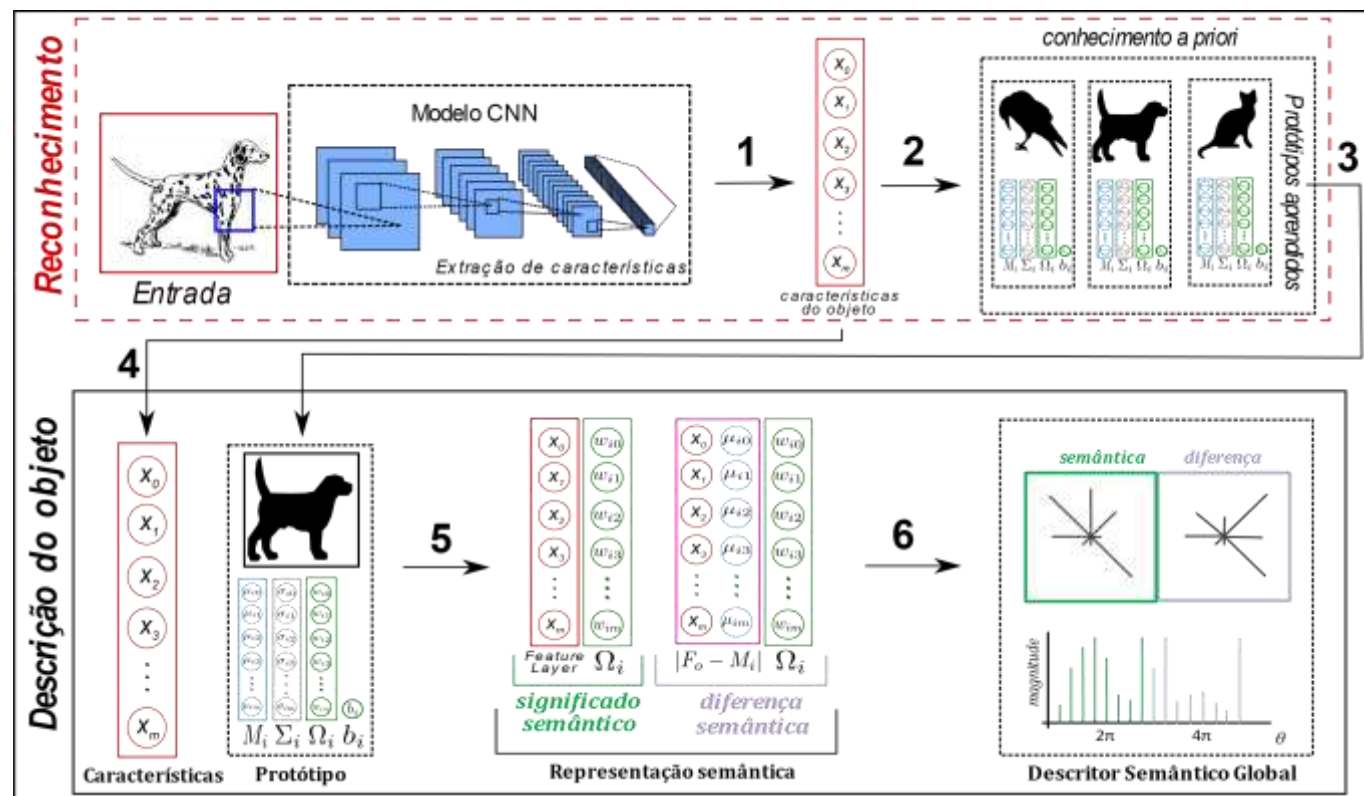
1. Construção do Protótipo Semântico
2. Categorização baseada em Protótipos
3. Descrição semântica baseada em Protótipos



Metodologia

Visão Geral

1. Construção do Protótipo Semântico
2. Categorização baseada em Protótipos
3. Descrição semântica baseada em Protótipos

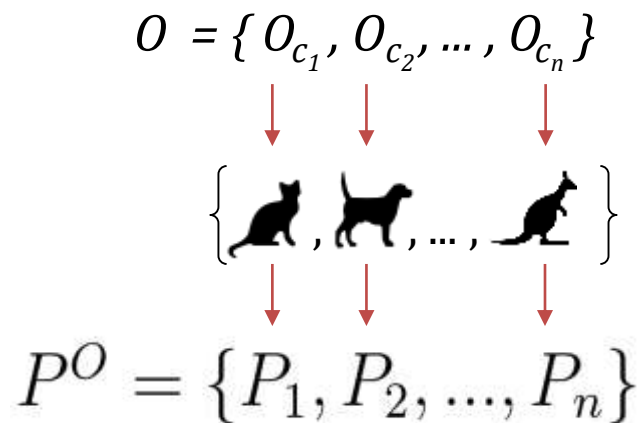


O MODELO MATEMÁTICO DO PROTÓTIPO

O Modelo Matemático do Protótipo

Definições

1. Protótipo semântico
2. Protótipo abstrato
3. **Conjunto de protótipos semânticos**
4. Protótipo semântico convolucional
5. Valor semântico do objeto
6. Valor semântico da categoria
7. Distância prototípica
8. Distância entre objetos
9. Espaço métrico das características
10. Fronteira prototípica



Notação

$$O = \{o \text{ universo de objetos}\}$$

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$$

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$$

$$O_{c_i} = \{o \in O : categoria(o) = c_i\} \quad \forall c_i \in C, \forall i = 1, \dots, n$$

O Modelo Matemático do Protótipo

Definições

1. Protótipo semântico
2. Protótipo abstrato
3. Conjunto de protótipos semânticos
4. Protótipo semântico convolucional
5. **Valor semântico do objeto**
6. Valor semântico da categoria
7. Distância prototípica
8. Distância entre objetos
9. Espaço métrico das características
10. Fronteira prototípica

$$o \in O_{c_i} \quad F_o = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$$

✓ significado semântico do objeto

$$\hat{z}_o = \sum^m \omega_{ij} f_j + b_i$$

Notação

$$\forall j = 1, \dots, m; \forall i = 1, \dots, n.$$

$$O_{c_i} = \{o \in O : categoria(o) = c_i\}$$

$$\omega_{ij} \in \Omega_i, f_j \in F$$

$$\Omega_i, b_i \in P_i = (M_i, \Sigma_i, \Omega_i, b_i)$$

O Modelo Matemático do Protótipo

Definições

1. Protótipo semântico
2. Protótipo abstrato
3. Conjunto de protótipos semânticos
4. Protótipo semântico convolucional
5. Valor semântico do objeto
6. **Valor semântico da categoria**
7. Distância prototípica
8. Distância entre objetos
9. Espaço métrico das características
10. Fronteira prototípica

- ✓ significado semântico do centro abstrato da i -ésima categoria
- ✓ valor resumo do protótipo semântico i -ésima da categoria

$$\hat{z}_i = \sum^m \omega_{ij} \mu_{ij} + b_i$$

Notação

$$\forall j = 1, \dots, m; \forall i = 1, \dots, n.$$

$$\omega_{ij} \in \Omega_i, \mu_{ij} \in M_i = [\mu_{i1}, \mu_{i2}, \dots, \mu_{im}]$$

$$\Omega_i, b_i \in P_i = (M_i, \Sigma_i, \Omega_i, b_i)$$

O Modelo Matemático do Protótipo

Definições

1. Protótipo semântico
2. Protótipo abstrato
3. Conjunto de protótipos semânticos
4. Protótipo semântico convolucional
5. Valor semântico do objeto
6. Valor semântico da categoria
7. Distância prototípica
8. Distância entre objetos
9. **Espaço métrico das características**
10. Fronteira prototípica

$$\delta : F_{c_i} \times F_{c_i} \rightarrow \mathbb{R}^+$$

- $\delta(o_1, o_2) \geq 0$ (*não-negatividade*)
- $\delta(o_1, o_2) = 0 \Leftrightarrow o_1 = o_2$ (*identidade de indiscernível*)
- $\delta(o_1, o_2) = \delta(o_2, o_1)$ (*simetria*)
- $\delta(o_1, o_3) \leq \delta(o_1, o_2) + \delta(o_2, o_3)$ (*desigualdade triangular*)

(F_{c_i}, δ) constitui um *espaço métrico*

Notação

$$o_1, o_2, o_3 \in O_{c_i} \quad \forall i = 1, \dots, n$$

O Modelo Matemático do Protótipo

Experimentos e Análises dos Resultados

1. Bancos de Dados e Modelos
2. Construção dos protótipos
3. Comportamento Prototípico
4. Organização prototípica da categoria
5. Análises da distância semântica
6. Conclusões

Banco de Dados

Modelos

MNIST [Lecun et al., 1998]



Simples - MNIST

ILSVRC 2014 [Russakovsky et al., 2015]



VGG16 [Simonyan & Zisserman, 2014]

DESCRITOR SEMÂNTICO GLOBAL

Descritor Semântico Global

Experimentos e Análises dos Resultados

1. Bancos de Dados e Modelos
2. Assinaturas do descritor
 - Comprimento das assinaturas
 - Estrutura interna
 - Taxonomias das assinaturas
 - Interpretação semântica
3. Organização Prototípica
4. Avaliação do desempenho
5. Conclusões

Banco de Dados

Modelos

MNIST [Lecun et al., 1998]



Simples - MNIST

ILSVRC 2014 [Russakovsky et al., 2015]



VGG16 [Simonyan & Zisserman, 2014]

Descritor Semântico Global

Experimentos e Análises dos Resultados

1. Bancos de Dados e Modelos
2. Assinaturas do descritor
 - Comprimento das assinaturas
 - Estrutura interna
 - Taxonomias das assinaturas
 - Interpretação semântica
3. Organização Prototípica
4. Avaliação do desempenho
5. Conclusões

- o Descritor Semântico Global proposto (GSDP) constrói assinaturas discriminativas que podem ser agrupadas em famílias de distribuições construídas a partir dos protótipos da categoria.
- o Descritor GSDP constrói representações interpretáveis da informação visual dos objetos, que preservam a informação semântica usada pelos modelos CNN de classificação e a pontuação da tipicidade do objeto.
- o desempenho da codificação do descritor semântico GSDP supera significativamente o desempenho de outros descritores globais quanto às métricas de agrupamento.

PRÓXIMOS PASSOS

Próximos passos

- Recuperação do protótipo semântico da categoria
 - Construção de uma camada de classificação baseada em protótipos
 - Avaliação da camada em vários modelos CNN de classificação
- Descritor Semântico Global
 - Experimentação com outros modelos CNN de classificação (ResNet)
 - Experimentação com outros comprimentos de assinatura
 - Avaliação do desempenho em tarefas práticas

Deadlines

- Construção de artigo para periódico (Dez/2018)
- Construção de artigo para periódico (Fev/2019)

Próximos passos

Cronograma de Atividades

Atividades	Data
• Construção da camada de classificação baseada em protótipos	Set. - Out./2018
• Avaliação da camada de classificação baseada em protótipos	Out. - Dez./2018
• Ajustes do artigo WACV2019 (<i>camera ready</i>)	Nov. /2018
• Implementação de GSDP usando o modelo de classificação ResNet	Nov. /2018
• Implementação da GSDP para outros comprimentos de assinatura	Nov. /2018
• Construção do Artigo para Revista	Dez. /2018
• Implementação das sugestões da banca	Constantemente
• Experimentação, Otimização e Melhorias	Constantemente
• Escrita da Tese	Constantemente
• Defesa da Tese	Fev. - Março/2019

Muchas Gracias.

Omar Vidal Pino
ovidalp@dcc.ufmg.br

Orientador: Mario Fernando Montenegro Campos
Coorientador: Erickson Rangel do Nascimento

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Brasil
Departamento de Ciência da Computação

Agradecimentos:



Perguntas ?

Omar Vidal Pino
ovidalp@dcc.ufmg.br

VISÃO COMPUTACIONAL: A MANIFESTAÇÃO MAIS PODEROSA DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL QUE ESTÁ CONSTRUINDO O FUTURO

Universidade Estado de Amazonas(UEA) – Brasil
XIII Semana de Informática

Camada de Similaridade Prototípica

Resultados Preliminares

• Banco de Dados

- ✓ MNIST dataset [Lecun et al., 1998]
- ✓ CIFAR-10 [Krizhevsky & Hinton, 2009]
- ✓ CIFAR-100 [Krizhevsky & Hinton, 2009]
- ✓ LSVRC 2014 [Russakovsky et al., 2015]

• Modelos

- ✓ simples-MNIST [Lecun et al., 1998]
- ✓ simples-CIFAR10
- ✓ simples-CIFAR100
- ✓ VGG-CIFAR10 [Liu & Deng, 2015]
- ✓ VGG-CIFAR100 [Liu & Deng, 2015]
- ✓ VGG16 [Simonyan & Zisserman, 2014]

• Distância Semântica

- ✓ Distância Prototípica:

$$\delta(o, P_i) = \sum_{j=1}^m |\omega_{ij}| |f_j - \mu_{ij}|$$

- ✓ Distância Prototípica Penalizada (*Baseada da Desigualdade de Chebyshev*):

$$\delta_p(o, P_i) = \sum_{j=1}^m \text{unitary_penalty}_j(o, P_i)$$

$$\text{unitary_penalty}_j(o, P_i) = \begin{cases} |\omega_{ij}| u_j, & \text{if } u_j > 0 \\ 0, & \text{if } u_j \leq 0. \end{cases} \quad u_j = (|f_j - \mu_{ij}| - \kappa \sigma_{ij}) \times \phi$$