

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**Gustavo Teles Bonifácio**

**Jefferson Dias**

**REDES NEURAIS ARTIFICIAS APLICADOS AO PROCESSAMENTO DE IMAGEM**

**Barretos – SP**

**Janeiro – 2021**

Presidente da República Federativa do Brasil

**JAIR MESSIAS BOLSONARO**

Ministro do Estado da Educação

**Abraham Weintraub**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – IFSP**

Reitor

**Juliana de Carvalho Pimenta**

Diretor Geral do Campus Barretos

**???**

Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

**Mauro**

Coordenador do Programa de Trabalho do Conclusão de Curso

**Jones**

Corpo Docente Efetivo

**Alvaro**

**Tiago**

**Jones**

**Mauro**

**Xyko**

**Processamento de imagens digitais**

***Digital image processing***

Gustavo Teles Bonifácio

Jefferson Dias

Orientador: Jones Mendonça de Souza

**RESUMO(DESATUALIZADO):**

Esse trabalho é uma pesquisa de fatos e indiscrições sobre o processamento de imagens digitais, que atualmente se interpola em ambientes inimagináveis: de aparelhos smartphones, celulares e televisores, até computadores de elevada potência habitual para jogos eletrônicos, edições de vídeos, concepção do CGI (Computer-generated Images, do português Imagens Geradas do Computador), e longas-metragens com elementos e entes fictícios. E para isso, foi desenvolvido diferentes procedimentos tanto no avanço de tecnológico: placas frame buffers (atualmente, chamamos de placa de vídeo). Quanto métodos de algoritmos computacionais: que facilita a renderização de imagens usando tampouco espaço na memória de vídeo no desempenho da placa frame buffers, quanto no depósito onde ficam guardados essas imagens e/ou vídeos.

**Palavras-chave:** Algoritmo computacional, CGI, Frame Buffers, Imagens, Vídeos.

**ABSTRACT:**

This work is a survey of facts and indiscretions about the processing of digital images, which currently interpolates in unimaginable environments: from smartphones, cell phones and televisions, to high-power computers customary for electronic games, video editing, CGI design (Computer Generated Images), and feature films with fictional elements and entities. And for that, different procedures were developed both in technological advancement: frame buffers (currently called a video card). As for methods of computational algorithms: it facilitates the rendering of images using neither space in the video memory in the performance of the frame buffers board, nor in the deposit where these images and / or videos are kept.

**Keywords:** Computational algorithm, CGI, Frame Buffers, Images, Videos.

**Sumário**

[**1.** **Introdução** 5](#_Toc58899099)

[**2.** **Inteligência da máquina e Aprendizado da máquina** 5](#_Toc58899100)

[**2.1.** **Aprendizado** 5](#_Toc58899103)

[**2.2.** **Inteligência** 7](#_Toc58899104)

[**3.** **Inteligência Artificial** 7](#_Toc58899105)

[**3.1.** **Máquinas que se comportam como seres humanos** 8](#_Toc58899106)

[**3.2.** **Máquinas que pensam como seres humano** 8](#_Toc58899107)

[**3.3.** **Máquinas pensando de forma racional** 9](#_Toc58899108)

[**3.4.** **Máquinas que se comportam racionalmente** 9](#_Toc58899109)

[**4.** **Introdução ao Processamento de Imagem** 9](#_Toc58899110)

[**4.1.** **Um sistema de processamento de imagens e seus componentes** 10](#_Toc58899111)

[**4.2.** **Aquisição das Imagens** 10](#_Toc58899112)

[**4.3.** **Armazenagem** 11](#_Toc58899113)

[**4.4.** **Processamento** 12](#_Toc58899114)

1. **Introdução**

Este trabalho tem por objetivo, apresentar uma introdução aos principais conceitos sobre o uso de sistema de inteligência artificial baseado em Redes Neurais Artificias, aprendizado profunda de máquinas (Deep Learning) e Redes Neurais Convolucionais (CNN). Destacando-se a sua aplicação em problemas ligados ao reconhecimento de máquinas de objetos em uma imagem. As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são utensílios de Inteligência Artificial que possuem a aptidão de se adaptar e de aprender a realizar uma certa tarefa, ou procedimento, a partir de um conjunto de modelos dados. A aplicação das RNAs unido a tarefas de processamento de imagens torna-se bastante atrativa dadas as características deste tipo de ferramentas. Neste trabalho, poderemos analisar alguns exemplos de redes neurais e suas propriedades, sendo então demonstradas algumas das principais aplicações destas redes neurais junto ao Processamento de Imagens em tarefas como: Classificação de padrões: controle de qualidade, classificação e aglomeração de cenas/imagens com propriedades similares; Tratamento de imagens: filtros inteligentes frequentes na melhoria da qualidade visual das imagens; Visão artificial: tarefas de alto nível, como o reconhecimento de objetos presentes em um ambiente etc. Por fim, vamos analisar as principais vantagens do uso das RNAs neste tipo de aplicações, bem como as futuras tendências nesta área de pesquisas.

1. **Inteligência da máquina e Aprendizado da máquina**

Para descrever Inteligência Artificial e Aprendizado Artificial, precisamos antes definir o que é “inteligência” e o que entendemos por “aprendizado”. Embora de termos alguma noção básica do se constituem estas duas palavras, inteligência é ligado a astúcia e aprendizado a prática, mas ainda assim, temos uma ampla dificuldade de determinar em termos práticos e de forma bastante precisa.



## **Aprendizado**

O aprendizado natural é um conceito difícil de ser acentuado, contudo também de ampla importância para que possamos partir para a construção de sistemas inteligentes dotados da capacidade de aprendizado. Sugerimos ao leitor que faça aqui o uso de sua inteligência natural a fim de definir o que você entende por aprendizado natural e quais são as propriedades que estão associadas a este conceito. Tentaremos determinar nisto, resumidamente, o que entendemos por aprendizado. Aprendizado é a aptidão de se adaptar, de modificar e aperfeiçoar sua conduta e suas respostas, constituindo, portanto, uma das características mais importantes dos indivíduos ditos inteligentes, humanos ou não. Segundo (Osorio, João, & Bittencourt, 2000) aptidão de aprender está unida absolutamente nos seguintes itens: Adaptação, Correção, Otimização, Interação e Representação. Onde cada um desses itens, constituem: Adaptação é a modificação de comportamento de forma a evoluir (melhorar segundo algum critério). Um sistema, biológico ou artificial, que não seja capaz de evoluir ou de modificar seu procedimento perante novas circunstâncias que lhe são propostas é um sistema sem inteligência; Correção dos erros cometidos no passado, de modo a não os repetir no futuro. O sistema necessita alterar o comportamento caso a conduta atual não satisfaça a algum tipo de exigência; Otimização: melhoria da performance do sistema como um todo. O aprendizado pode insinuar em uma mudança do comportamento que busque: a economia de energia gasta para realizar uma tarefa, a redução do tempo gasto numa tarefa etc. Quando falamos em otimização, devemos lembrar que podemos ter quesitos contraditórios e opostos, onde teremos que maximizar ou minimizar custos de acordo com algum tipo de critério; Interação com o meio, pois é através deste contato com o mundo que nos cerca que podemos trocar experiências e/ou realizar experiência, de forma a adquirir novos conhecimentos; Representação do conhecimento adquirido. O sistema deve ser capaz de armazenar uma massa muito grande de conhecimentos, e isto requer uma forma de representar estes conhecimentos que permita ao sistema explorá-los de maneira conveniente. Como nossos recursos são limitados, devemos ter uma maneira de guardar conhecimentos e regras gerais, pois guardar tudo seria muito difícil (exige muita memória, dificulta o uso pela lentidão da consulta aos conhecimentos). O aprendizado é um tema bastante interessante e amplo. Um atributo básico das redes neurais é justamente esta possibilidade de se adaptar e de aprender.

## **Inteligência**

A ideia de implementar sistemas inteligentes parte da hipótese que iremos reproduzir a inteligência humana em uma máquina, e alocá-la a nosso serviço através de implementações que automatizem este tipo de processo e comportamento. O termo Artificial Intelligence ou Inteligência Artificial, (A.I. – I.A, em português) foi usado pela primeira vez em 1956 por McCarthy, que é uma tentativa de formalizar a criação de um “cérebro eletrônico” (termo muito usado na ficção científica e mesmo na época inicial do desenvolvimento dos computadores). Segundo (Osorio, João, & Bittencourt, 2000), podemos citar alguns termos, para nos ajudar a definir o que é um ser inteligente. As definições são habitualmente recursivas, ou seja, um ser inteligente é aquele que possui inteligência, e a inteligência é a característica dos seres inteligentes; as definições possuem contradições, onde aparece que a inteligência distingue o homem do animal, pois só o homem é capaz de aprender, conhecer, compreender. Isto não é muito conciso, pois os animais também podem aprender (a reconhecer o dono), conhecer (o caminho de volta para casa) e compreender (um comando de seu mestre). E podemos mesmo dizer que estas tarefas realizadas por animais são tipicamente tarefas consideradas na atualidade como “tarefas inteligentes” que os computadores ainda não realizam com um desempenho satisfatório. Uma pessoa com limitações (analfabeta, deficiente mental e/ou físico, com QI reduzido) poderá ser qualificada, pelos critérios acima, como inteligente? E, no entanto, ela é um ser inteligente com capacidades superiores as de um computador, ou você acha que, por exemplo, um computador conseguiria ir até uma farmácia comprar um remédio? (isto inclui tarefas de: planificação de trajetória, reconhecimento do caminho, tratamento de imprevistos etc.). Aqui iremos usar a definição de inteligência, que é baseada no seguinte ditado: “Errar é humano, mas repetir o erro é burrice”. Logo o conceito de inteligência (por oposição à burrice, e devido ao fato desta ser uma propriedade humana), indica que o ser humano, ou não, inteligente deve ser capaz de: adaptar-se, aprender, evoluir, corrigir seus erros. E assim estamos passando da questão “o que é um ser inteligente” para a questão seguinte “o que é aprendizado”.

# **Inteligência Artificial**

De acordo com Stuart Russell e Peter Norvig (Russel & Norvig, 2020) a Inteligência artificial possui 4 categorias: Máquinas que pensam como humanos; Máquinas pensam racionalmente; Máquinas que se comportam como seres humanos; Máquinas que se comportam racionalmente.

## **Máquinas que se comportam como seres humanos**

Alan Turing em 1950 propôs um teste para fornecer uma definição operacional satisfatória de inteligência. Um interrogador deve propor algumas perguntas por escrito e receber as respostas de suas perguntas de forma escrita e identificar se as respostas vêm de uma pessoa ou um computador, a interação física direta de uma pessoa é desnecessária para a inteligência, porém o teste de Turing total inclui um sinal de vídeo, para que o interrogador possa testar as habilidades de percepção do indivíduo, deve-se se oferecer também a opção de o interrogador repassar objetos físicos para a o indivíduo. Para ser aprovado o computador precisará de alguns requisitos: Processamento de linguagem natural em que o permite a comunicação de forma natural; Representação de conhecimento para armazenar o que sabe ou ouve; Raciocínio automatizado para utilização das informações armazenadas com o objetivo de responder as perguntas e tirar novas conclusões e assim armazena-las novamente; Aprendizado de máquina para a adaptação em todas circunstâncias detectar padrões; Visão computacional para perceber objetos; Robótica para movimentos. Estas seis funcionalidades definem uma grande parte da Inteligência Artificial, apesar disso os pesquisadores de IA dedicam poucos esforços para a aprovação no teste de Turing, acreditando que seja mais importante estudar os princípios básicos da inteligência do que reproduzir um exemplar (Russel & Norvig, 2020).

## **Máquinas que pensam como seres humano**

Para determinarmos que uma máquina pensa como um ser humano primeiro devemos identificar como um ser humano pensa, existem três maneiras de fazer isso: introspecção que é capturar nossos pensamentos na medida em que eles se desenvolvem, também podemos identificar através de experimentos psicológicos observando pessoas em ação, e através de imagens reais do cérebro identificando todo seu comportamento. Se os comportamentos da máquina coincidirem com o comportamento humano usando um desses três métodos teremos a evidência de que alguns dos mecanismos do programa estão funcionando como seres humanos.

## **Máquinas pensando de forma racional**

O filósofo Aristóteles ao tentar codificar o “pensamento correto” em que é um processo de raciocínio irrefutáveis. Seus silogismos oferecem padrões para argumento que sempre resultam em conclusões corretas ao receberem as premissas corretas, de citação de (Russel & Norvig, 2020) “Sócrates é um homem; todos os homens são mortais; então, Sócrates é mortal”. Esse estudo deu início ao um campo chamado lógica. Os lógicos do século XIX desenvolveram uma notação precisa para declarações sobre todos os tipos de coisas no mundo e sobre as relações entre elas (compare isso com a notação aritmética básica, que fornece apenas declarações a respeito de números). Por volta de 1965, existiam programas que, em princípio, podiam resolver qualquer problema solucionável descrito em notação lógica (contudo, se não houver solução, o programa poderá entrar num laço infinito). A chamada tradição lógica dentro da inteligência artificial espera desenvolver tais programas para criar sistemas inteligentes. Segundo (Russel & Norvig, 2020), há uma diferença entre resolver um problema “em princípios” e resolvê-lo na prática. Para a Inteligência Artificial problemas com apenas algumas centenas de fatos podem fazer com que os computadores esgotem seus recursos computacionais pois a complexidade se torta grande, ao menos que se tenha uma orientação de ondem o computador deve começar seus raciocínios.

## **Máquinas que se comportam racionalmente**

Todo e qualquer programa realiza algo, mas quando se trata de um agente computacional espera-se que ele opere de forma autônoma, que se adapte ao seu ambiente e a mudanças e seja capaz de criar e seguir metas de modo que alcance o melhor resultado.

# **Introdução ao Processamento de Imagem**

O processamento digital de imagens tem crescido e provocado muito interesse por permitir viabilizar amplo número de aplicações em duas classes bem distintas: a primeira é o aperfeiçoamento da interpretação humana a alicerce das imagens; e a segunda é a análise automatizada quase espontânea por computador de informações extraídas de uma cena. O processamento digital de imagens é gigante em termos de uso aplicável, e além, decorre estar crescendo ainda mais. Na Medicina, a utilização de imagens no diagnóstico médico tornou-se rotineiro e as melhorias em processamento de imagens digitais vêm permitindo tanto o incremento de novos aparelhamentos quanto a maior facilidade de interpretação de imagens produzidas por aparelhamentos mais antigos. Em Biologia, a aptidão de processar automaticamente imagens adquiridas de microscópios, por exemplo computando o número de células presentes na imagem, facilita sobremaneira a execução de tarefas laboratoriais com alto grau de precisão e repetibilidade. O processamento e a interpretação automatizada de imagens captadas por satélites amparam os trabalhos nos campos de Geogr., Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Meteor., entre outras áreas. Métodos de restauração de imagens amparam arqueólogos a recuperar fotografias ofuscadas de itens raros extintos. O uso de inteligências dotadas de visão artificial em empreitadas tais como controle de qualidade em linhas de produção majora a cada ano, num panorama de crescente automatização industrial. Outras extensões tão distintas como Astronomia, Segurança, Publicidade e Direito vem sendo favorecidas com as melhorias nas áreas de processamento digital de imagens e visão por computador.

## **Um sistema de processamento de imagens e seus componentes**

Um conjunto de aparelhos de processamento de imagens de uso comum são indicados na figura 1. Os aparelhos descritos abaixo, conseguem simular desde aparelhamentos de baixo custo até terminais de alto custo utilizadas em aplicações que envolvem intenso uso de imagens. Ele abrange as principais operações que se pode efetuar sobre uma imagem, a saber: aquisição, armazenamento, processamento e exibição. Todas estas operações são descritas a seguir.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aquisição das Imagens** | **Processamento das Imagens** | **Saída** | **Armazenagem** |
| Câmeras | Computador | Monitores de Vídeo | Discos ópticos |
|  |  | Impressoras | Discos Magnéticos |

Figura 1 - Elementos de um sistema de processamento de imagens.

## **Aquisição das Imagens**

A aquisição tem como cargo modificar uma fotografia em uma representação numérica correspondente para o processamento digital imediata. Há dois elementos principais. O elementar é um dispositivo físico sensível a uma faixa de energia no espectro eletromagnético (como ultravioleta, espectro visível ou raios infravermelhos), que produz na saída um sinal elétrico proporcional ao nível de energia detectado. O secundário é o digitalizador, como já dito transforma o sinal elétrico analógico em arquivo digital, isto é, que pode ser representada através de bits 0s e 1s.

## **Armazenagem**

A armazenagem de imagens é um dos conceitos mais complexas no sistema de processamento de imagens, em razão pela colossal coletânea de bytes necessários. No desígnio de armazenagem, pode ser decomposto em três categorias: primeiro, armazenamento de breve duração de uma imagem, conhecido como buffer ou cache, enquanto ela é aproveitada nas diversas fases do processamento. Segundo armazenamento de imagens, para recuperação futura quando isto for preciso. Em adjacências do espaço de armazenamento requerido é normalmente especificado em bytes (8 bits) e seus múltiplos: KB (kilobyte … 1000 bytes), MB (megabyte … 1 milhão de bytes), GB (gigabyte … 1 bilhão de bytes) e TB (terabyte … 1 trilhão de bytes). Para o armazenamento de curta duração, a escolha mais simples é usar parte da memória RAM do computador. Outra opção consiste no uso de placas especializadas, chamadas frame buffers, hoje em dia chamamos de placas de vídeo, que registram uma ou mais imagens completas e podem ser acessadas a uma alta velocidade, caracteristicamente 60 imagens completas por segundo. O uso de frame buffers permite até que operações de zoom (ampliação ou redução para fins de visualização), scroll (rolagem na vertical) e pan (rolagem na horizontal) sejam executadas de forma breve. Placas frame buffers disponíveis no mercado atualmente oferecem capacidade de armazenamento na faixa de alguns gigabytes de memória. Outra opção de armazenamento normalmente requer o uso de discos magnéticos de no mínimo algumas centenas de MB e recentemente passou a utilizar também discos magneto-ópticos, por vezes agrupados em jukeboxes óptica contendo de 30 a 100 discos. Nesse momento, o tempo de acesso de uma imagem, é tão importante quanto o armazenamento (em bytes). Através de cálculos simples (nº de pixels na resolução horizontal x nº de pixels na resolução vertical x nº de bits necessários para a escala de cinza / 8), dessa forma há como estimar a quantidade de bytes necessários para o armazenamento de uma imagem monocromática. Esta estimativa, entretanto, pondera uma imagem simulada como uma matriz, cujos elementos são os valores de tons de cinza dos respectivos pixels. No entanto, informações adicionais (dimensão da imagem e número de cores ou tons de cinza) são indispensáveis. Este tipo informação é habituado estarem em um cabeçalho (header ou metadados) do arquivo. Entretanto, não existe formato de armazenamento de imagens padronizados. Alguns dos formatos mais comuns são o BMP, PNG e JPEG. O arquivamento de imagens é caracterizado por quantidades colossais de bytes contendo imagens cuja recuperação é esporádica. Nesta categoria, as fitas magnéticas estão dando lugar aos discos ópticos WORM (Write-Once-Read-Many), com capacidade que pode chegar a mais de 10 Gigabytes por disco, e que também podem ser agrupados em jukeboxes óptica, com capacidade total de armazenamento superior a 1 Terabyte.

## **Processamento**

As imagens digitais normalmente são processadas utilizando algoritmos. Nosso, com exceção das outras etapas de captura (aquisição) e saída (exibição), anteriormente já explicadas como cada um funciona, a maioria das funções de processamento de imagens pode ser implementadas sob aplicações (softwares) e aparelhos eletrônicos (hardware). O uso de hardware mais robusto para processamento de imagens somente será necessário se o computador principal apresentar limitações, como exemplo: velocidade de transferência de dados através do barramento. Nesse quesito, a tendência atual do mercado de hardware para o processamento de imagens digitais é a comercialização de placas de vídeo, que para a utilização, é necessário verificar a compatibilidade do barramento da arquitetura do computador utilizado, entre milhares outros requisitos para a instalação da mesma, como por exemplo: eficiência energética por parte da fonte, compatibilidade do processador para não haver limitação da placa de vídeo e etc. Sobre o funcionamento destas placas, é importante indagar que o software de controles fornecido pelo fornecedor destas placas, que determinará o uso da placa de vídeo para as situações específicas. Por esse motivo há vantagens imediatas: redução de custo, modularidade, reutilização de componentes de software em outra aplicação rodando sobre o mesmo hardware e independência do fornecedor. Entretanto, sistemas dedicados continuam sendo produzidos e comercializados para atender a tarefas específicas, tais como processamento de imagens transmitidas por satélites.