

**Título do trabalho a ser apresentado à
CPG para a dissertação/tese**

Rodrigo Augusto Dias Faria

TEXTO APRESENTADO
AO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PARA
O EXAME DE QUALIFICAÇÃO
DO
MESTRADO EM CIÊNCIAS

Programa: Ciência da Computação
Orientador: Prof. Dr. Roberto Hirata Junior

São Paulo, novembro de 2016

Resumo

SOBRENOME, A. B. C. **Título do trabalho em português**. 2010. 120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

[illegible]

Palavras-chave: palavra-chave1, palavra-chave2, palavra-chave3.

Abstract

SOBRENOME, A. B. C. **Título do trabalho em inglês**. 2010. 120 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

[illegible]

Keywords: keyword1, keyword2, keyword3.

Sumário

Lista de Abreviaturas	ix
Lista de Símbolos	xi
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Considerações Preliminares	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Contribuições	2
1.4 Organização do Trabalho	2
2 Fundamentação Teórica	3
2.1 Modelos de Cores	3
2.1.1 Modelo de Munsell	3
2.1.2 Modelo CIE	4
2.1.3 Modelo RGB	6
2.1.4 Modelo CMY	6
2.1.5 Modelo de cores da família YUV	7
2.1.6 Modelo de cores da família HSI	8
2.2 Teoria Fuzzy	9
2.2.1 Conjuntos Fuzzy	9
2.2.2 Variáveis linguísticas	10
2.2.3 Lógica Fuzzy	10
2.2.4 Sistemas baseados em regras Fuzzy	10
3 Conclusões	11
3.1 Considerações Finais	11
3.2 Sugestões para Pesquisas Futuras	11
3.3 Cronograma Proposto	11
A Sequências	13
Referências Bibliográficas	15

Lista de Abreviaturas

CIE	Comissão Internacional de Iluminação (<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>)
CMY	Ciano, Magenta e Amarelo (<i>Cyan, Magenta and Yellow</i>)
HSI	Matiz, Saturação e Intensidade (<i>Hue, Saturation, Intensity</i>)
HSL	Matiz, Saturação e Luminosidade (<i>Hue, Saturation, Lightness</i>)
HSV	Matiz, Saturação e Luminância (<i>Hue, Saturation, Value</i>)
NTSC	Comitê Nacional do Sistema de Televisão (<i>National Television System Committee</i>)
PAL	Linha de Fase Alternada (<i>Phase Alternation Line</i>)
RGB	Vermelho, Verde e Azul (<i>Red, Green and Blue</i>)
SECAM	Cor Sequencial Com Memória (<i>Séquentiel Couleur à Mémoire</i>)
UCS	Escala Uniforme de Cromaticidade (<i>Uniform Chromaticity Scale</i>)
YIQ	Luminância, Matiz e Saturação (<i>Luma, Hue and Saturation</i>)
YUV	Luminância e Crominância (<i>Luma and Chrominance</i>)

Lista de Símbolos

ω	Frequência angular
ψ	Função de análise <i>wavelet</i>
Ψ	Transformada de Fourier de ψ

Lista de Figuras

2.1	Modelo de cores de Munsell.	4
2.2	Diagrama de cromaticidade CIE 1931.	5
2.3	Cubo unitário representando as cores do modelo RGB.	6
2.4	Representação gráfica do modelo HSI.	8

Lista de Tabelas

- 3.1 Cronograma proposto para execução do trabalho. 11
- A.1 Exemplo de tabela. 14

1.3 Contribuições

As principais contribuições deste trabalho são as seguintes:

- Item 1. Texto texto.
- Item 2. Texto texto.

1.4 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, apresentamos os conceitos ... Finalmente, no Capítulo 3 discutimos algumas conclusões obtidas neste trabalho. Analisamos as vantagens e desvantagens do método proposto ...

As sequências testadas no trabalho estão disponíveis no Apêndice A.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Fazer uma breve introdução aqui.

2.1 Modelos de Cores

O uso de imagens coloridas em visão computacional ou no processamento de imagens pode ser motivado por dois fatores principais. O primeiro diz respeito a característica poderosa da cor de funcionar como um descritor que, frequentemente, simplifica a identificação e extração de um objeto em uma cena. O segundo está relacionado com a capacidade dos seres humanos de discernir milhares de tonalidades e intensidades, se comparado com apenas algumas dúzias de níveis de cinza (Gonzalez e Woods, 2002).

A percepção visual da cor pelo olho humano não deve variar conforme a distribuição espectral da luz natural incidente sobre um objeto. Em outras palavras, a aparência de cor dos objetos permanece estável sob condições de iluminação diferentes. Esse fenômeno é conhecido como constância de cor (Gevers *et al.*, 2012).

Como exemplo, o gramado de um estádio de futebol permanece verde durante todo o dia, inclusive ao entardecer quando, de um ponto de vista físico, a luz solar tem um aspecto mais avermelhado.

A percepção humana das cores se dá pela ativação de células nervosas que enviam mensagens ao cérebro sobre brilho (*brightness*), matiz (*hue*) e saturação (*saturation*) que, geralmente, são as características usadas para distinguir uma cor de outra (Gonzalez e Woods, 2002).

O brilho dá a noção de intensidade cromática. Matiz representa a cor dominante percebida por um observador. Já a saturação refere-se à pureza relativa ou quantidade de luz branca aplicada ao matiz. Combinados, matiz e saturação são conhecidos como cromaticidade e, portanto, uma cor deve ser caracterizada por seu brilho e cromaticidade (Gonzalez e Woods, 2002).

As cores podem ser especificadas por modelos matemáticos em tuplas de números em um sistema de coordenadas e um subespaço dentro desse sistema onde cada cor é representada por um único ponto. Tais modelos são conhecidos como modelo de cores (Gonzalez e Woods, 2002).

Esses modelos podem ser classificados como de dois tipos: os modelos aditivos em que as intensidades das cores primárias são adicionadas para produzir outras cores e subtrativos, onde as cores são geradas subtraindo-se o comprimento da onda dominante da luz branca.

As seções seguintes descrevem brevemente alguns dos principais modelos de cores, bem como seus variantes e principais áreas de aplicação.

2.1.1 Modelo de Munsell

O Professor Albert H. Munsell foi pioneiro na tentativa de organizar a percepção de cor em um espaço de cores. Mais do que isso, Munsell conseguiu aliar a arte e a ciência das cores em uma única teoria (Plataniotis e Venetsanopoulos).

O princípio da igualdade de espaçamento entre os componentes do modelo é a ideia principal do modelo de cores de Munsell (Plataniotis e Venetsanopoulos). Esses componentes são matiz (*hue*), luminosidade (*value*) e saturação (*chroma*).

O modelo é representado por uma forma cilíndrica e pode ser visto na figura 2.1. O matiz está disposto no eixo circular que consiste de cinco cores de base e cinco secundárias, a saturação no eixo radial e a luminosidade no eixo vertical em uma escala variando de 0 a 10.

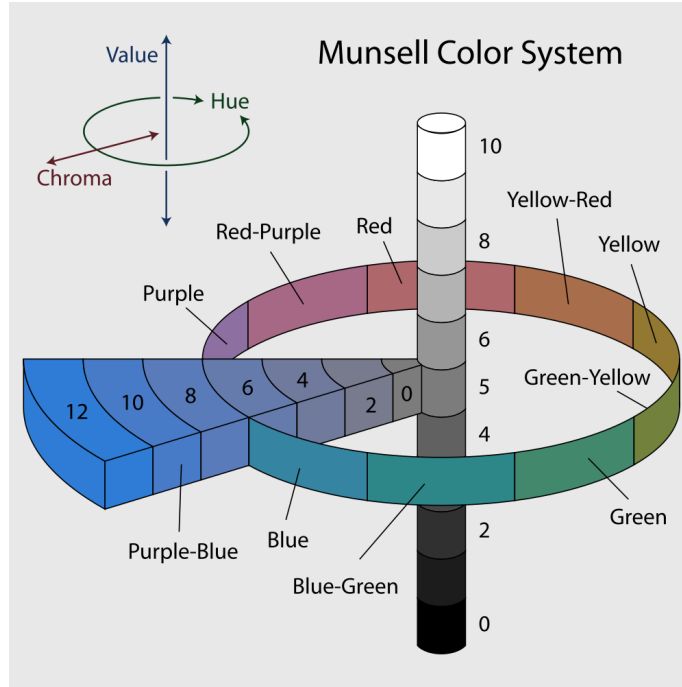


Figura 2.1: Modelo de cores de Munsell.

2.1.2 Modelo CIE

Em 1931, o CIE estabeleceu o primeiro modelo matemático de especificação numérica da cor, cujo objetivo era analisar a relação entre os aspectos físicos das cores no espectro eletromagnético e sua percepção pelo sistema visual humano para determinar como uma pessoa comum percebe a cor. Uma revisão desta especificação foi publicada em 1964 (Gonzalez e Woods, 2002).

O experimento que originou o padrão consistia em detectar as cores percebidas por um observador a partir de uma mistura de três cores primárias X, Y e Z chamadas de valores tristímulus. Estas coordenadas deram origem ao espaço de cores **CIE XYZ** que engloba todas as cores que podem ser percebidas por um ser humano comum e, por esta razão, é considerado uma representação independente de dispositivo (Plataniotis e Venetsanopoulos).

O sistema proposto pelo CIE XYZ para descrição de uma cor é baseado em um componente de luminância Y e outros dois componentes adicionais X e Z que dão a informação de cromaticidade. Esse sistema é formado por cores imaginárias que podem ser expressas como combinações das medidas normalizadas abaixo:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (2.1)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (2.2)$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} \quad (2.3)$$

com $x + y + z = 1$.

As combinações de valores negativos e outros problemas relacionados à seleção de um conjunto de primárias reais são eliminados. As coordenadas de cromaticidade x e y permitem representar todas as cores num plano bidimensional, conhecido como diagrama de cromaticidade, que pode ser visto na figura 2.2.

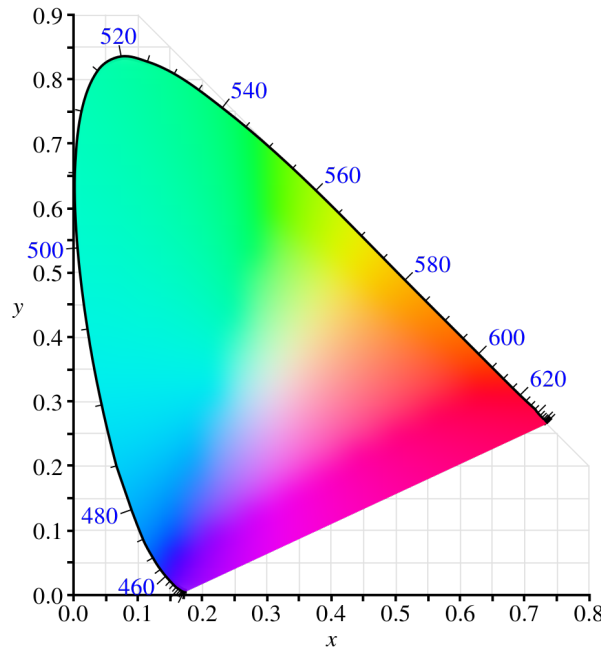


Figura 2.2: Diagrama de cromaticidade CIE 1931.

Os pontos que representam as cores puras no espectro eletromagnético são rotulados de acordo com os seus comprimentos de onda e estão localizados ao longo da curva que vai da extremidade direita do eixo x correspondente à cor vermelha até a extremidade esquerda do mesmo eixo correspondente à cor violeta, formando um polígono parecido com uma ferradura. Os pontos internos correspondem a todas as combinações possíveis de cores visíveis. As coordenadas $(x = 1/3, y = 1/3)$ correspondem à localização da luz branca, também conhecida como ponto branco, e servem de referência no processo de captura de imagem, codificação ou reprodução.

O CIE também derivou e padronizou outros dois modelos de cores a partir da especificação do CIE XYZ e, da mesma maneira, são independente de dispositivo. Ambos são perceptualmente uniformes, ou seja, distâncias perceptuais iguais separam todas as cores (Vezhnevets *et al.*, 2003). Como exemplo, a escala de cinzas do espaço deve permitir uma transição suave entre o preto e o branco.

O primeiro deles foi concebido para reduzir o problema de não uniformidade perceptual. Alguns diagramas de Escala Uniforme de Cromaticidade (UCS) foram propostos com base em equações matemáticas para transformar os valores XYZ ou as coordenadas x, y em um novo conjunto de valores (u, v) , o que deu origem ao diagrama de cromaticidade 1960 CIE uv (Gevers *et al.*, 2012).

Ainda com resultados insatisfatórios, o CIE fez uma nova mudança multiplicando o componente v por um fator 1,5. Além disso, a escala de luminosidade dada pelo componente Y foi substituída por $L^* = [0, 100]$ para melhor representar as diferenças na luminosidade que são equivalentes. Esta revisão originou o modelo de cores **CIE 1976 $L^*u^*v^*$** , comumente conhecido pela sigla CIELUV (Gevers *et al.*, 2012).

Em 1976 o CIE adotou um novo modelo de cores, baseado no modelo L, a, b , proposto por Richard Hunter em 1948, que melhor representava o espaçamento uniforme das cores. Denominado **1976 CIE $L^*a^*b^*$** e conhecido pela sigla CIELAB, é um espaço baseado em cores oponentes ¹ no

¹Teoria iniciada por volta do ano de 1500 quando Leonardo da Vinci concluiu que as cores são produzidas pela mistura de amarelo e azul, verde e vermelho, e branco e preto. Em 1950 houve a confirmação desta teoria quando sinais de cores oponentes foram detectados na conexão óptica entre a retina e o cérebro (Gevers *et al.*, 2012).

qual os estímulos de cor da retina são convertidos para distinções entre claro e escuro, vermelho e verde, e azul e amarelo, representados pelos eixos L^* , a^* , e b^* , respectivamente (Gevers *et al.*, 2012).

2.1.3 Modelo RGB

O modelo RGB, acrônimo do inglês *Red, Green, Blue*, é um modelo de cores aditivo no qual as três cores primárias vermelho, verde e azul são somadas para produzir as demais (Gonzalez e Woods, 2002).

Esse sistema foi baseado na teoria tricromática de Thomas Young e Hermann Helmholtz em meados do século 19 e pode ser representado graficamente através do cubo unitário definido sobre os eixos R, G e B, como ilustrado na figura 2.3 (Plataniotis e Venetsanopoulos).

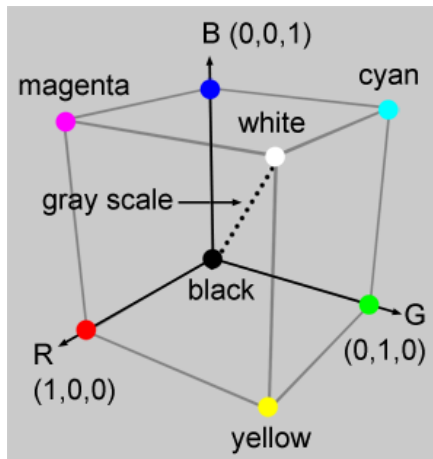


Figura 2.3: Cubo unitário representando as cores do modelo RGB.

A origem, dada pelo vértice $(0, 0, 0)$, representa a cor preta. Já o vértice $(1, 1, 1)$, oposto à origem, representa a cor branca. Os vértices destacados sobre os eixos representam as cores primárias e os demais são o complemento de cada uma delas. Cada ponto no interior do cubo corresponde a uma cor que pode ser representada pela tripla (r, g, b) , onde $r, g, b \in [0, 1]$. Os tons de cinza são representados ao longo da diagonal principal do cubo, sendo que cada ponto ao longo dessa diagonal é formado por contribuições iguais de cada primária.

Vale ressaltar que existem duas formas de representar o espaço RGB: linear e não linear. O sistema supra citado mostra o modelo não linear, cuja sigla é $R'G'B'$, e é o mais utilizado por dispositivos e aplicações pela sua similaridade com o sistema visual humano. Na literatura, esse sistema é frequentemente citado com a sigla RGB, o que torna a nomenclatura dúbia, uma vez que o modelo linear também é denominado RGB e, portanto, a conversão entre os espaços de cores deve ser feita com certa cautela. Também é importante citar que os valores RGB lineares são raramente utilizados para representar uma imagem já que são, perceptualmente, altamente não uniformes (Plataniotis e Venetsanopoulos).

2.1.4 Modelo CMY

O modelo CMY é baseado nas cores primárias complementares Ciano, Magenta e Amarelo e, diferentemente do RGB, é um modelo de cores subtrativo no qual as cores são geradas subtraindo-se o comprimento da onda dominante da luz branca e, por isso, a cor resultante corresponde à luz que é refletida (Gonzalez e Woods, 2002).

Uma maneira de obter o sistema CMY é:

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B \\ R \\ R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G \\ B \\ G \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

ou ainda, efetuando uma mudança de coordenadas subtraindo-se as cores primárias R, G e B da cor branca $W = (1, 1, 1)$ (Gonzalez e Woods, 2002):

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Assim como o RGB, o CMY é dependente de dispositivo. O modelo é amplamente utilizado em equipamentos que depositam pigmentos coloridos sobre papel, tais como impressoras ou fotocopiadoras coloridas.

A sobreposição das cores primárias CMY em iguais quantidades para gerar a cor preta tipicamente cria uma tonalidade próxima ao marrom ou verde escuro. Para evitar esse efeito indesejado, normalmente adiciona-se o componente de cor preta no sistema, representado pela letra K , obtendo-se um novo modelo conhecido como **CMYK** (Gonzalez e Woods, 2002).

2.1.5 Modelo de cores da família YUV

O termo YUV refere-se a uma família de espaços de cores dos quais a informação de luminância, representada pelo componente Y, é codificada separadamente da cromaticidade, dada pelos componentes U e V. Os componentes U e V são representações dos sinais da diferença do azul subtraído da luminância (B-Y) e vermelho subtraído da luminância (R-Y). É utilizado para representar as cores em sistemas de transmissão analógica de televisão nos padrões Linha de Fase Alternada (PAL) e Cor Sequencial Com Memória (SECAM) (Pedrini e Schwartz, 2008).

A transformação do espaço RGB para YUV é dada por:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

onde $0 \leq R, G, B \leq 1$.

Análogo ao YUV, o modelo **YIQ** foi adotado em 1950 pelo Comitê Nacional do Sistema de Televisão (NTSC), um padrão americano para transmissão de sinal de televisão a cores. Nesse modelo, o componente Y corresponde à luminância e os componentes I (matiz) e Q (saturação) codificam a informação de cromaticidade (Pedrini e Schwartz, 2008).

A transformação do espaço RGB para YIQ é dada por:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & -0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

onde $0 \leq R, G, B \leq 1$.

Um outro modelo de cores da família YUV é o **YCbCr**, definido matematicamente por uma transformação de coordenadas em relação a algum espaço RGB (Pedrini e Schwartz, 2008).

O modelo YCbCr é largamente utilizado em vídeos digitais. Nesse modelo, o componente Y representa a luminância, o componente Cb dá a medida da diferença entre a cor azul e um valor de referência, análogo ao componente Cr que é a medida da diferença entre a cor vermelha e um valor de referência (Pedrini e Schwartz, 2008).

A conversão do espaço RGB para YCbCr é dada por:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.5 \\ 0.5 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

2.1.6 Modelo de cores da família HSI

Modelos baseados no Matiz, Saturação e Intensidade (HSI) são mais adequados para aplicações de processamento de imagens, do ponto de vista do usuário, pela correlação com a percepção humana da cor (Plataniotis e Venetsanopoulos).

Nesse modelo, assim como no YIQ, a intensidade dada pelo componente I é decomposta da informação de crominância, representada pelo matiz (H) e saturação (S) (Plataniotis e Venetsanopoulos). A combinação desses componentes resulta em uma estrutura piramidal que pode ser vista na figura 2.4.

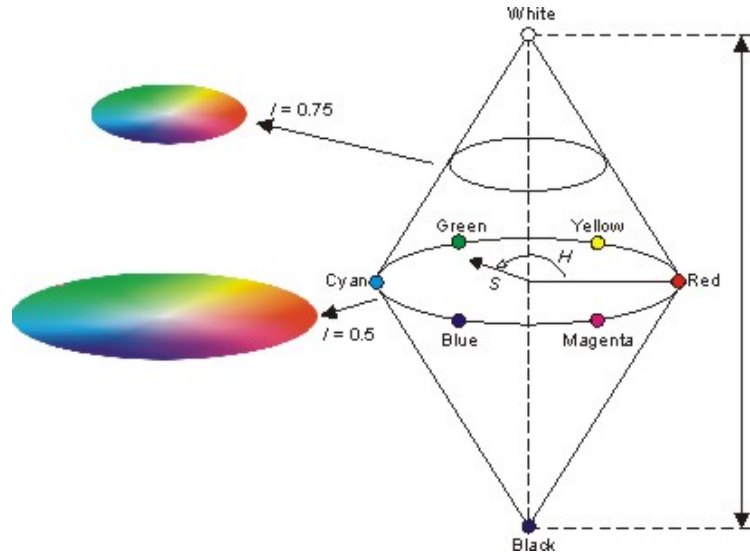


Figura 2.4: Representação gráfica do modelo HSI.

O matiz descreve a cor em si, sob a forma de um ângulo θ , onde $\theta \in [0, 360]$. O vermelho está situado a 0 grau, amarelo a 60, verde a 120 e assim sucessivamente. O componente de saturação, que varia entre 0 e 1, indica o quanto a cor está poluída com a cor branca. A escala de intensidade é entre $[0, 1]$, onde 0 significa preto e 1, branco.

Outro modelo desta família é formado pelos componentes Matiz, Saturação e Luminância (HSV) e sua representação gráfica tridimensional é uma pirâmide hexagonal derivada do cubo RGB (Pedrini e Schwartz, 2008).

Os vários matizes estão representados na parte superior da pirâmide, a saturação é medida ao longo do eixo horizontal e a luminância é medida ao longo do eixo vertical, que passa pelo centro da pirâmide. O matiz, que corresponde às arestas ao redor do eixo vertical, varia de 0 (vermelho) a 360 graus e o ângulo entre os vértices é de 60 graus. A saturação varia de 0 a 1 e é representada como sendo a razão entre a pureza de um determinado matiz e a sua pureza máxima, ou seja, quando $S = 1$. A luminância varia de 0, no pico da pirâmide representando a cor preta, a 1 na base, onde as intensidades das cores são máximas (Pedrini e Schwartz, 2008).

Da mesma forma que o HSV, o modelo Matiz, Saturação e Luminosidade (HSL) é uma representação tridimensional e é formado por dois cones de altura 1, cujas bases são coincidentes (Pedrini e Schwartz, 2008).

O matiz é determinado pelos pontos no círculo das bases comuns aos cones. A saturação varia de 0 a 1, conforme a distância ao eixo do cone. A luminosidade está ao longo do eixo vertical comum aos dois cones e varia na escala $[0, 1]$, onde 0 significa preto e 1, branco (Pedrini e Schwartz, 2008).

Todos os modelos de cores dessa família têm a propriedade de se pensar em cores mais claras, obtidas pelo aumento do brilho ou luminosidade, e mais escuras, pela diminuição dos mesmos valores. As cores intermediárias são produzidas pela diminuição da saturação (Pedrini e Schwartz, 2008).

2.2 Teoria Fuzzy

Em muitos problemas, não há dificuldade em determinar se um dado elemento é ou não parte de um grupo. Essa ideia vem da teoria clássica de conjuntos e é embasada no conceito fundamental de conjunto (Chen e Pham, 2000). Pode-se, por exemplo, afirmar que o número 7 pertence ao conjunto dos números naturais e, da mesma maneira, que o número -7 não pertence a esse mesmo conjunto. Este é um caso clássico em que a aplicação da lógica booleana é bem sucedida. Em outras palavras, quando questionado se o número 7 pertence ao conjunto dos naturais tem-se, apenas, duas respostas possíveis: sim ou não.

Entretanto, há inúmeros indivíduos ou observações na natureza que nem sempre podem ser classificados de tal forma, pelo fato de que a relação de pertinência não é bem definida. Como exemplo, o conjunto das pessoas altas, os números reais aproximadamente zero ou o grupo de alunos mais inteligentes da escola. Ocorre que, nesses casos, a aplicação da lógica booleana para classificar elementos como parte de um grupo ou não é imprecisa. Em outras palavras, se tomado $x = 1,70m$ como o limiar que separa as pessoas altas das baixas, fica evidente que a utilização da lógica booleana não resulta em interpretações realísticas, pois uma pessoa com $1,69m$ é, portanto, baixa ou, pode-se dizer ainda, que não pertence ao grupo das pessoas altas. Ora, apenas 1 centímetro separa tal pessoa de um grupo ou de outro. Analogamente, uma pessoa com $1,71m$ está muito próxima de pertencer ao grupo das pessoas baixas.

Claramente, a resposta a ser obtida quando da análise de possibilidades desse tipo é fortemente dependente do contexto, pois há um alto grau de incerteza inerente aos elementos e conjuntos sendo considerados.

O conceito de incerteza mudou gradativamente na ciência e na matemática. Na ciência, esta mudança foi manifestada por uma transição gradual da visão tradicional, que insiste que a incerteza é indesejável e, por esta razão, ela deve ser evitada por todos os meios possíveis, para uma visão alternativa, que é tolerante à incerteza. De acordo com a visão tradicional, a ciência deve esforçar-se de certeza em todas as suas manifestações, ou seja, com precisão, especificidade, nitidez, consistência e, por conseguinte, a incerteza é considerada como não científica. De acordo com a visão alternativa, a dúvida é considerada essencial para a ciência; não é só uma praga inevitável, mas tem, de fato, uma grande utilidade (Klir e Yuan, 1995).

E com base na ideia moderna de que a incerteza é algo útil na ciência é que Zadeh convergiu para um de seus mais importantes trabalhos: a teoria de conjuntos *fuzzy*, cuja abordagem sobre conjuntos dá-se sob a ótica de que os limites entre eles não são precisos e, portanto, é possível estabelecer funções que forneçam um certo **grau de pertinência** de um elemento a um dado conjunto (Zadeh, 1965).

A capacidade de conjuntos *fuzzy* expressarem transições graduais de pertinência e não pertinência tem uma grande utilidade. Ela fornece não só uma representação significativa e poderosa da medida de incerteza, mas também uma forma de expressar conceitos vagos em linguagem natural (Klir e Yuan, 1995). Voltando ao exemplo do conjunto de pessoas altas, em vez de descrever a altura de uma pessoa com exatidão em metros ou centímetros, pode-se apenas dizer que ela é alta, baixa ou mediana. Cada um desses conjuntos pode ser um conjunto *fuzzy*, onde um valor 1 é atribuído a um membro que está totalmente incluído em um deles, ou 0 caso contrário. Valores intermediários nessa escala indicam que o elemento está parcialmente em um dos conjuntos.

A seção 2.2.1 explicita algumas das definições formais e conceitos básicos da teoria dos conjuntos *fuzzy* proposta por Zadeh.

2.2.1 Conjuntos Fuzzy

A teoria de conjuntos clássicos está baseada em uma função, geralmente conhecida como função característica, dada por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (2.9)$$

Apêndice A

Sequências

[illegible]

<i>Limiar</i>	MGWT			AMI			<i>Spectrum</i> de Fourier			Características espectrais		
	<i>Sn</i>	<i>Sp</i>	<i>AC</i>	<i>Sn</i>	<i>Sp</i>	<i>AC</i>	<i>Sn</i>	<i>Sp</i>	<i>AC</i>	<i>Sn</i>	<i>Sp</i>	<i>AC</i>
1	1.00	0.16	0.08	1.00	0.16	0.08	1.00	0.16	0.08	1.00	0.16	0.08
2	1.00	0.16	0.09	1.00	0.16	0.09	1.00	0.16	0.09	1.00	0.16	0.09
2	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10
4	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10	1.00	0.16	0.10
5	1.00	0.16	0.11	1.00	0.16	0.11	1.00	0.16	0.11	1.00	0.16	0.11
6	1.00	0.16	0.12	1.00	0.16	0.12	1.00	0.16	0.12	1.00	0.16	0.12
7	1.00	0.17	0.12	1.00	0.17	0.12	1.00	0.17	0.12	1.00	0.17	0.13
8	1.00	0.17	0.13	1.00	0.17	0.13	1.00	0.17	0.13	1.00	0.17	0.13
9	1.00	0.17	0.14	1.00	0.17	0.14	1.00	0.17	0.14	1.00	0.17	0.14
10	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15
11	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15	1.00	0.17	0.15
12	1.00	0.18	0.16	1.00	0.18	0.16	1.00	0.18	0.16	1.00	0.18	0.16
13	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17
14	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17	1.00	0.18	0.17
15	1.00	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18
16	1.00	0.18	0.19	1.00	0.18	0.19	1.00	0.18	0.19	1.00	0.18	0.19
17	1.00	0.19	0.19	1.00	0.19	0.19	1.00	0.19	0.19	1.00	0.19	0.19
17	1.00	0.19	0.20	1.00	0.19	0.20	1.00	0.19	0.20	1.00	0.19	0.20
19	1.00	0.19	0.21	1.00	0.19	0.21	1.00	0.19	0.21	1.00	0.19	0.21
20	1.00	0.19	0.22	1.00	0.19	0.22	1.00	0.19	0.22	1.00	0.19	0.22

Tabela A.1: *Exemplo de tabela.*

Referências Bibliográficas

- Alon(2009)** Uri Alon. How To Choose a Good Scientific Problem. *Molecular Cell*, 35(6):726–728. doi: 10.1016/j.molcel.2009.09.013. Citado na pág. [11](#)
- Chen e Pham(2000)** Guanrong Chen e Trung Tat Pham. *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. CRC Press. ISBN 0849316588. Citado na pág. [9](#)
- Eco(2009)** Umberto Eco. *Como se Faz uma Tese*. Perspectiva, 22^o edição. Tradução Gilson Cesar Cardoso de Souza. Citado na pág. [1](#)
- Gevers et al.(2012)** Theo Gevers, Arjan Gijsenij, Joost van de Weijer e Jan-Mark Geusebroek. *Color in Computer Vision: Fundamentals and Applications*. Wiley. Citado na pág. [3](#), [5](#), [6](#)
- Gonzalez e Woods(2002)** Rafael C. Gonzalez e Richard E. Woods. *Digital Image Processing*. Prentice Hall, segunda edição. Citado na pág. [3](#), [4](#), [6](#), [7](#)
- Higham(1998)** Nicholas J. Higham. *Handbook of Writing for the Mathematical Sciences*. SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics, segunda edição. Citado na pág. [1](#)
- Klir e Yuan(1995)** George J. Klir e Bo Yuan. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall. Citado na pág. [9](#), [10](#)
- Knuth et al.(1996)** Donald E. Knuth, Tracy Larrabee e Paul M. Roberts. *Mathematical Writing*. The Mathematical Association of America. Citado na pág. [1](#)
- Pedrini e Schwartz(2008)** Hélio Pedrini e William Robson Schwartz. *Análise de imagens digitais: princípios, algoritmos e aplicações*. Thomson Learning, São Paulo. Citado na pág. [7](#), [8](#)
- Plataniotis e Venetsanopoulos()** Konstantinos N. Plataniotis e Anastasios N. Venetsanopoulos. *Color Image Processing and Applications*. Springer, primeira edição. Citado na pág. [3](#), [4](#), [6](#), [8](#)
- Tufte(2001)** Edward Tufte. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Pr, 2nd edição. Citado na pág. [1](#)
- Vezhnevets et al.(2003)** Vladimir Vezhnevets, Vassili Sazonov e Alla Andreeva. A survey on pixel-based skin color detection techniques. Em *In Proc. GRAPHICON-2003*, páginas 85–92. Citado na pág. [5](#)
- Wazlawick(2009)** Raul S. Wazlawick. *Metodologia de Pesquisa em Ciencia da Computação*. Campus, primeira edição. Citado na pág. [1](#)
- Zadeh(1965)** Lotfi A. Zadeh. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3):338–353. Citado na pág. [9](#), [10](#)
- Zobel(2004)** Justin Zobel. *Writing for Computer Science: The art of effective communication*. Springer, segunda edição. Citado na pág. [1](#)

Índice Remissivo

cores

- modelo CIE, 4
- modelo CMY, 6
- modelo de Munsell, 3
- modelo RGB, 6
- modelos da família HSI, 7
- modelos da família YUV, 7
- modelos de, 3

Fuzzy

- conjuntos, 9
- lógica, 10
- sistemas baseados em regras, 10
- teoria, 8

proposto

- cronograma, 11