



**Data Science
Academy**

www.datascienceacademy.com.br

Introdução à Inteligência Artificial

**Projeção Ortográfica Representada em
Escala**

Efeitos de perspectiva nem sempre são pronunciados. Por exemplo, as manchas em um leopardo distante podem parecer pequenas porque o leopardo está longe, mas dois pontos que estão próximos uns dos outros terão aproximadamente o mesmo tamanho. Isso ocorre porque a diferença em distância até os pontos é pequena em comparação à distância até eles, e assim podemos simplificar o modelo de projeção. O modelo apropriado é projeção ortográfica em escala. A ideia é a seguinte: se a profundidade Z de pontos sobre o objeto varia dentro de algum intervalo de $Z_0 \pm \Delta Z$, com $\Delta Z \ll Z_0$, o fator escalar de perspectiva f/Z pode ser aproximado por uma constante $s = f/Z_0$. As equações para a projeção de as coordenadas da cena (X, Y, Z) para o plano da imagem tornam-se $x = sX$ e $y = sY$.

A projeção ortográfica em escala é uma aproximação que é válida apenas para as partes da cena com pouca variação de profundidade interna. Por exemplo, a projeção ortográfica em escala pode ser um bom modelo para as características da parte frontal de um prédio distante.

Luz e Sombras

O brilho de um pixel na imagem é uma função do brilho do trecho da superfície na cena que se estende até o pixel. Vamos supor um modelo linear (as câmeras atuais não têm linearidades de claro e escuro nas extremidades, mas são lineares ao meio). O brilho da imagem dá uma forte, embora ambígua, sugestão da forma de um objeto e, conseqüentemente, sua identidade. As pessoas geralmente são capazes de distinguir as três principais causas de variação de brilho e, por engenharia reversa, das propriedades do objeto. A primeira causa é a intensidade geral da luz. Mesmo que um objeto branco na sombra possa ser menos brilhante do que um objeto preto na luz solar direta, o olho pode distinguir o brilho relativamente bem e perceber o objeto branco como branco. Segundo, pontos diferentes na cena podem mais ou menos refletir a luz. Normalmente, o resultado é que as pessoas percebem esses pontos como claros ou escuros e, assim, veem a textura ou as marcas sobre o objeto. Em terceiro lugar, trechos da superfície de frente para a luz são mais brilhantes do que trechos na superfície com inclinação para longe da luz, um efeito conhecido como sombreamento. Normalmente, as pessoas podem dizer que esse sombreamento vem da geometria do objeto, mas às vezes a obtenção do sombreamento e as marcações se misturam. Por exemplo, uma faixa de maquiagem escura em um osso da face, muitas vezes, parece um efeito de sombreamento, fazendo o rosto parecer mais magro.

A maioria das superfícies reflete a luz por um processo de reflexão difusa. A reflexão difusa dispersa a luz uniformemente entre as direções que deixam uma superfície, de modo que o brilho de uma superfície difusa não depende da direção de visualização. A maioria dos tecidos, tintas, superfícies de madeira ásperas, vegetação e pedra bruta é difusa. Os espelhos não são difusos porque o que você vê depende da direção em que olha para o espelho. O comportamento de um espelho perfeito é conhecido como reflexão especular. Algumas superfícies — tais como metal escovado, plástico ou chão úmido — mostram pequenos trechos onde ocorreu reflexão especular, chamados **especularidades**. Eles são fáceis de identificar

porque são pequenos e brilhantes (como na figura abaixo). Para quase todos os fins, é suficiente modelar todas as superfícies como sendo difusas com especularidades.

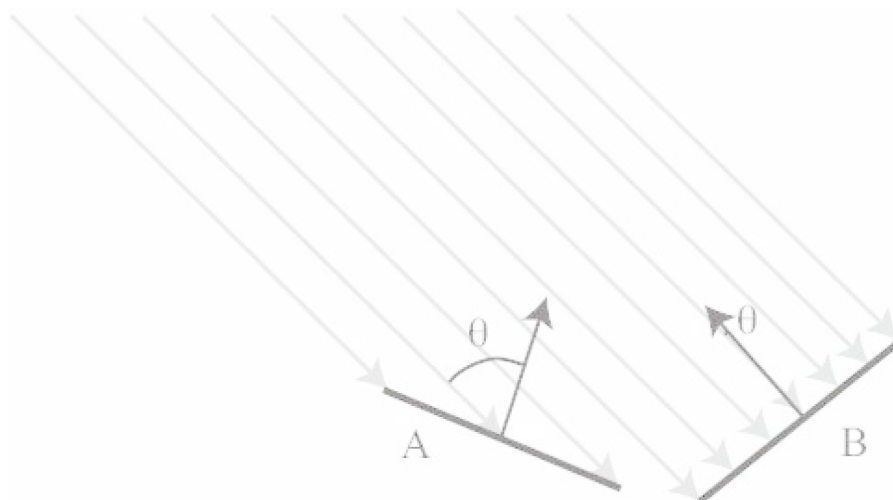


Há especularidades na colher de metal e no leite. A superfície difusa brilhante é brilhante porque está de frente para a direção da luz. A superfície difusa escura é escura porque é tangente à direção da iluminação. As sombras aparecem em pontos da superfície que não podem ver a fonte de luz.

A principal fonte de iluminação exterior é o Sol, cujos raios viajam em paralelo uns com os outros. Modelamos esse comportamento como uma fonte de ponto de luz distante. Esse é o modelo mais importante de iluminação, e é bastante eficaz para cenas internas, assim como para cenas externas. O montante de luz recolhida por um trecho da superfície nesse modelo depende do ângulo entre a direção da iluminação e a normal à superfície. Um trecho de superfície difusa iluminado por uma fonte de luz de ponto distante vai refletir alguma fração da luz que recolheu; essa fração é chamada de albedo difuso. O papel branco e a neve têm albedo elevado, cerca de 0,90, ao passo que veludo preto liso e carvão têm albedo baixo, cerca de 0,05 (o que significa que 95% da luz que entra é absorvida dentro das fibras de veludo ou dos poros de carvão). A lei dos cossenos de Lambert estabelece que o brilho de um trecho difuso é dado por:

$$I = \rho I_0 \cos \theta,$$

onde p é o albedo difuso, I_0 é a intensidade da fonte de luz e θ é o ângulo entre a direção da fonte de luz e a normal da superfície (veja a figura abaixo). A lei de Lambert prevê que os pixels da imagem brilhante vêm de trechos da superfície que confrontam a luz diretamente, e pixels escuros vêm dos trechos que veem a luz apenas tangencialmente, para que o sombreamento sobre uma superfície forneça alguma informação de forma. Se a superfície não for alcançada pela fonte de luz, estará na sombra. As sombras são muito raramente um preto uniforme porque a superfície sombreada recebe alguma luz de outras fontes. Ao ar livre, a fonte mais importante é o céu, que é bastante brilhante. Dentro, a luz refletida de outras superfícies ilumina trechos sombreados. Essas inter-reflexões podem ter efeito significativo sobre o brilho de outras superfícies também. Esses efeitos são, por vezes, modelados pela adição de um termo de iluminação do ambiente constante com a intensidade prevista.



Dois trechos da superfície são iluminados por uma fonte pontual distante, cujos raios são mostrados como setas cinza. O trecho A é inclinado para longe da fonte (θ está perto de 90°) e recolhe menos energia porque corta menos raios de luz por unidade de área de superfície. O trecho B, em frente da fonte (θ está perto de 0°) recolhe mais energia.

Cor

A fruta é uma sedução que uma árvore oferece aos animais para transportar suas sementes ao redor. As árvores evoluíram para ter frutas que ficam vermelhas ou amarela quando maduras, e os animais evoluíram para detectar essas mudanças de cores. A luz que chega ao olho tem diferentes quantidades de energia em comprimentos de onda diferentes; isso pode ser representado por uma função de densidade de energia espectral. Os olhos humanos respondem à luz na região de comprimento de onda de 380-750 nm, com três diferentes tipos de células receptoras da cor, que têm pico de receptividade em 420 nm (azul), 540 nm (verde) e 570 nm (vermelho). O olho humano pode capturar apenas uma pequena



fração da função de densidade de energia espectral total, mas é o suficiente para informar quando a fruta está madura.

O princípio da tricromacia afirma que, para qualquer densidade de energia espectral, não importa o quão complicado, é possível construir outra densidade de energia espectral constituída por uma mistura de apenas três cores — geralmente vermelho, verde e azul — de tal forma que um ser humano não possa dizer a diferença entre os dois. Isso significa que os nossos televisores e monitores de computador podem conviver com apenas os três elementos de cor, vermelho/verde/azul (ou R/G/B). **Isso também torna mais fáceis nossos algoritmos de visão computacional.** Cada superfície pode ser modelada com três albedos diferentes para R/G/B. Da mesma forma, cada fonte de luz pode ser modelada com três intensidades diferentes R/G/B. Em seguida, aplicamos a lei dos cossenos de Lambert para cada uma para obter três valores de pixel R/G/B. Esse modelo prevê, corretamente, que a mesma superfície vai produzir diferentes trechos de imagem colorida com luzes de cores diferentes. De fato, os observadores humanos são muito bons em ignorar os efeitos de luz com cores diferentes e são capazes de estimar a cor da superfície sob a luz branca, efeito conhecido como constância de cores. Atualmente estão disponíveis algoritmos de constância de cores bastante precisos.

Referências:

Livro: Inteligência Artificial

Autor: Peter Norvig