

INFLUÊNCIA DA MAGNIFICAÇÃO NA ESCOLHA DE SENSORES DE IMAGEM

Adriele Nunes Rocha dos Santos¹; Valmara Silveira Ponte²; Valéria Loureiro da Silva³

¹Graduanda em Engenharia Elétrica; Iniciação Tecnológica – FAPESB; adriele.nunes@fbter.org.br

²Mestre em mecatrônica; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; valmara.ponte@fieb.org.br

³Doutora em Física; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; valeria.dasilva@fieb.org.br

RESUMO

O campo de visão, resolução e a magnificação são três importantes especificações de sistema de imagens e estão diretamente correlacionados com as escolhas de componentes críticos do sistema, a lente de magnificação (ou sua ausência) e o sensor de imagem. Uma simulação elaborada via Microsoft Office Excel apresenta um guia de discussão, relacionando esses parâmetros através do princípio da óptica geométrica e do critério de Nyquist. A análise construída utilizando alguns sensores de imagem comerciais como exemplo, pode-se verificar que quanto maior a magnificação melhor será a resolução de um sistema, ao mesmo tempo em que menor será seu campo de visão.

PALAVRAS-CHAVE: Imageamento, Resolução, Campo de Visão e Magnificação.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de imagem são importantes para um grande número de aplicações: inspeção, registro de imagens, espectroscopia, etc. Podem variar significativamente desde microscópios para visualização de objetos microscópicos até telescópios para visualização de planetas, estrelas e até galáxias. O que distingue essencialmente esses sistemas é a magnificação, ou seja, a razão entre o tamanho da imagem sendo gerada e o objeto sendo visualizado.^{1,2}

Um Sistema de Imagem é composto principalmente por uma fonte para a iluminação do objeto sendo imageado, um sensor de imagem e objetiva ou lente, por vezes o sensor e a objetiva podem estar acoplados compondo um único equipamento, a câmera. Além desses elementos há diversos outros componentes ópticos que poderão ser inseridos a depender da necessidade e técnica utilizada, tais como prismas, lentes, polarizadores, espelhos, etc. O sensor irá captar a luz refletida pelo objeto e transmitida pelas lentes da objetiva e transformará em imagem. Os sensores de imagem mais populares atualmente são sensores do tipo CMOS onde uma matriz de fotodiodos é usada para digitalizar a imagem. A qualidade da imagem é normalmente avaliada por targets, dispositivos com padrões conhecidos que permitem avaliar e quantificar o desempenho de um sistema de imagem.^{1,2}

A escolha do sensor e objetiva a serem utilizados dependem dos requisitos do sistema de imagem, assim como do que existe comercialmente em termos de características dos componentes. A escolha desses elementos pode ser difícil para aqueles que não tem conhecimento específicos na área de óptica e comumente, pode ocorrer a utilização de sistemas não otimizados para a aplicação desejada. Um erro comum, por exemplo, é utilizar um sensor com grande número de pixels sem atenção para seu tamanho. Dessa forma, este trabalho se propõe a apresentar, um guia para uso geral, que permita facilitar a escolha dos sensores. Para tanto, a resolução e campo de visão de um sistema de imagem será analisada em função da magnificação desejada para diferentes aplicações, utilizando a ferramenta Excel.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi feito um estudo teórico da óptica, entendendo conceitos relacionados a sistemas de imagens e suas características. As principais características de um sistema de imagem, como vemos na figura 1, são: campo de visão (Field of view), distância de trabalho (Working distance) e tamanho do sensor (Sensor size), além destas, há a distância focal (focal length) que consiste na distância entre o ponto focal do conjunto de lentes que forma a objetiva, e o sensor.¹⁻³

O sensor é composto por um certo número de pixels e a dimensão do lado horizontal do sensor, será dado pelo produto entre o número de pixel que se encontram na horizontal e a dimensão horizontal do pixel. O mesmo cálculo pode ser feito com relação a direção vertical. A dimensão de um par de pixels define a resolução da imagem e, portanto, não necessariamente é a mesma no sentido horizontal e vertical. Ver equações 1 e 2 que se encontram na figura 1. Note que para sistemas com magnificação maior que 1, a resolução é expressa em termos de pares de linha por mm, correspondendo ao inverso da resolução em microns apresentada aqui.

O plano da Imagem se encontra no sensor e o plano do objeto na área coberta pelo campo de visão. Objeto e imagem se relacionam pela grandeza chamada magnificação, a qual irá depender da configuração do sistema, lentes e sensores escolhido e distância entre estes (distância focal), e é definida como a razão entre dimensão do sensor e dimensão do campo de visão. Portanto a partir da magnificação também podemos definir dimensão do pixel do objeto e a resolução do objeto. Ver equações 3 e 4 que se encontram na figura 1. Da equação 3 é possível chegar na 5.

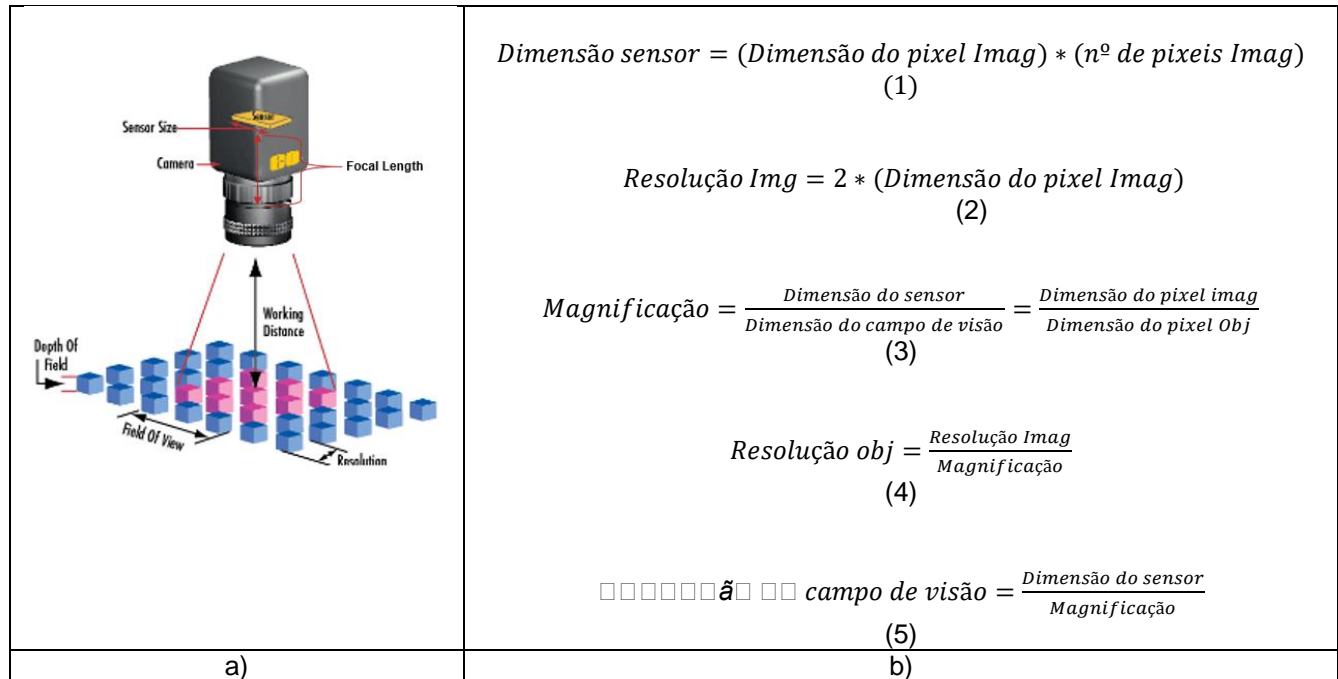


Figura 1: a) Imagem ilustrativa de um sistema de imagem simples contendo as principais características que o compõem, b) Equações que relacionam as variáveis que compõem um sistema de imagem
 Fonte: <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/imaging/6-fundamental-parameters-of-an-imaging-system>

Neste trabalho, usando uma planilha de excel, foi feita uma análise da resolução e campo de visão em função da magnificação. Os valores escolhidos de magnificação foram: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 60, cobrindo sistemas de imagem macroscópicos (objeto maior que imagem, $M < 1$) e microscópicos (imagem maior que objeto, $M > 1$). Para esta análise escolhemos os 3 sensores descritos na tabela 1, e o lado dos sensores com maior dimensão.

A diferença entre sensor 1 e 2 está no seu formato e consequentemente número de pixels e dimensão do sensor. Já a diferença entre os sensores 2 e 3 se restringe apenas ao tamanho do pixel. Assim podemos ver a influência de cada característica separadamente. Os dados desses sensores foram retirados do catálogo da Edmund Optics.⁴

Tabela 1: Dados dos sensores utilizados para cálculos deste trabalho.⁴

	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
Modelo do sensor ⁴	EO-18112	EO-13122	EO-5310
Formato do sensor	1 / 2.3"	1/2"	1"
Maior dimensão do sensor (um)	6100	6100	12440
Número de pixels	4912	1280	2592
Tamanho do pixel (um)	1,25	4,8	4,8

A partir dos dados dos sensores e das equações 4 e 5 foi possível gerar gráficos de Resolução x Magnificação e Campo de Visão x Magnificação, para cada um dos sensores e cada uma das magnificações escolhidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos de resolução e campo de visão em função da magnificação são apresentados na Figuras 2.

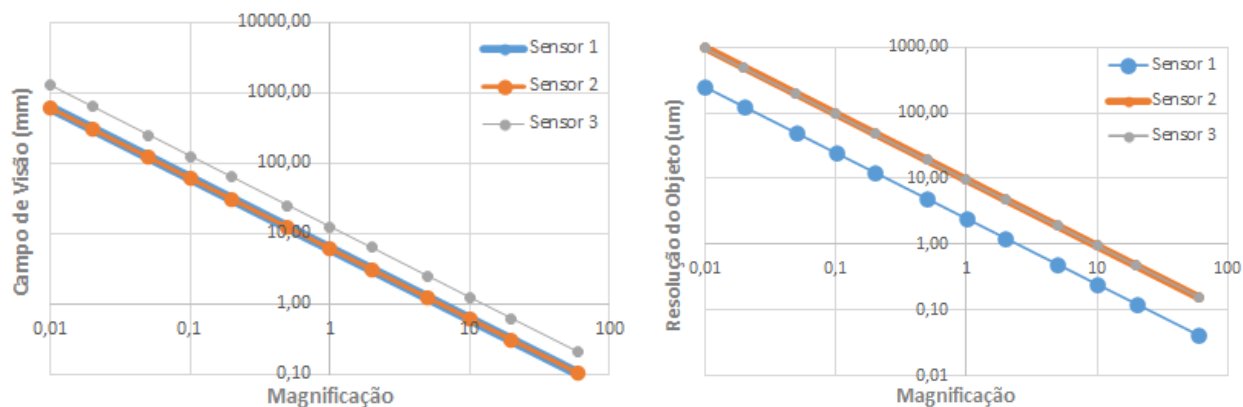


Figura 2: À esquerda gráfico do campo de visão em função da magnificação, à direita gráfico da resolução do sensor em função da magnificação. Fonte: Própria

No gráfico da esquerda pode-se ver através da comparação dos sensores que o campo de visão depende apenas da área do sensor e a magnificação, como indicado na eq. 5. Já a resolução depende apenas do tamanho do pixel e da Magnificação (eq. 4). Assim, no projeto do sistema, se definirmos a magnificação à partir do FOV desejado, podemos então definir o tamanho de pixel necessário à partir da magnificação definida. Assim, em microscópios, onde $Magnificação > 1$, o campo de visão é pequeno (< 1 mm) e a resolução pode chegar a resoluções menores que 1 μm (eq. 3). Note que a resolução calculada é a resolução do sensor e não do sistema óptico como um todo, não tendo levado em conta degradações que possam ser causadas pela lente, nem seu limite de difração. Assim valores de resolução menores que o limite de difração ($< 0,2 \mu m$ são irrealis). Esse cálculo simplificado é apenas um guia para o valor máximo de pixel que seria necessário para o sistema.

Para sistemas com magnificações < 1 , pode-se obter campos de visão grandes, mas a resolução também fica limitada a valores maiores. Por exemplo, para se obter um campo de visão de 1m, o sistema poderá distinguir detalhes de ~ 0.2 -1mm, de acordo com as equações apresentadas na seção anterior.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que após a escolha da magnificação do sistema, deve-se escolher o tamanho do sensor em função do FOV calculado, e seu tamanho do pixel em função da resolução do objeto calculada. Com esses fatores definidos fica mais fácil escolher o sensor de imagem. Os próximos passo nesse trabalho será a validação numa bancada com estudo do impacto das característica das lentes.

5. AGRADECIMENTOS

A bolsista agradece à Fapesb pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

¹SMITH, W.J., **Modern optical engineering**, 3rd ed., McGraw- Hill, 2000.

²HORNBERG, Alexander (ed.). **Handbook of Machine and Computer Vision: The Guide for Developers and Users**. John Wiley & Sons, 2017. Acesso em: 25 de Março de 2020.

³**FUNDAMENTAL PARAMETERS OF NA IMAGING SYSTEM**. EdmundsOptics, 2019.

Disponível em: <https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/imaging/6-fundamental-parameters-of-an-imaging-system/>. Acesso em: 25 de Março de 2020.

⁴**Imaging Cameras**. Disponível em: <https://www.edmundoptics.com/c/cameras/1012/>. Acesso em: 25 de Março de 2020.