

ESTUDO DO ROBO CIRURGICO DA VINCI

Patrick de Sousa Pessoa¹, Renato Camargo Giacomini²

^{1,2} Departamento de Engenharia Elétrica, FEI
patricksousa34@outlook.com, renato@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho possui como objetivo o estudo do Robô cirúrgico Da Vinci, com um foco especial para o sensor de imagem e o sensor de movimento que estão contidos no aparelho. Além disso, a implementação do sensor de movimento através de um FPGA (Field Programmable Gate Array) é outra finalidade deste trabalho.

1. Introdução

O método de cirurgia minimamente invasiva foi uma revolução para toda a saúde que remete à meados do século XIX. Este método permitiu uma melhoria na qualidade de vida dos pacientes através de procedimentos que feitos através de pequenas incisões no corpo, priorizando a integridade e o pós-operatório dos pacientes. O robô Da Vinci entra como a próxima etapa desse desenvolvimento tecnológico, possibilitando a realização de cirurgias com ainda menores riscos para o indivíduo [1].

Este mecanismo funciona através do controle do aparelho pelo cirurgião, através de um dispositivo denominado consola. Ele funciona como um captador de imagens, recebidas através do endoscópio, que é posicionado numa região segura dentro do paciente. Outra função do consola é o de transmitir os movimentos dos dedos do doutor para os braços robóticos denominados Endowrists [1].

Dito isso, a motivação deste trabalho é de estudar o processo de formação de imagem recebido pelo consola do sistema Da Vinci e o estudo do sensor de movimento responsável por captar o movimento das mãos. Além disso, o aluno será responsável por realizar uma imitação do sensor de movimento, com o auxílio de um dispositivo lógico programável (FPGA).

2. Sensor de imagem

O robô Da Vinci utiliza de endoscópios para realizar a captação das imagens internas do paciente durante o procedimento cirúrgico. Existem duas câmeras no endoscópio, que correspondem a imagem que cada olho do médico deve receber. A captação de diferentes imagens por cada olho cria o efeito de imagem 3D para o cérebro humano, possibilitando uma noção de profundidade maior para o cirurgião, o que aumenta a qualidade do procedimento [1].

Com a finalidade de compreender o processo de captação e transmissão da imagem, foi estudado desde o processo de captação das cores no pixel até o circuito que integra o fotodiodo e o circuito CMOS para receber a imagem.

O pixel representa a menor parte de um mecanismo de exibição capaz de formar qualquer cor visível para o ser humano [2].

Neste sentido, são necessários vários sensores para que radiações de comprimento lambda diferentes sejam captadas, a fim de distinguir as cores recebidas com qualidade. A ideia é reproduzir qualquer cor no espectro visível a partir de cores fundamentais.

O padrão Bayer de cor atua neste aspecto, sendo um arranjo no qual o pixel é formado pelo menor conjunto que contém duas células de cor verde, uma azul e outra vermelha. A cor verde está presente em maior quantidade pois é a cor que o olho do ser humano mais percebe [2].

Desta forma, o padrão Bayer visa reproduzir as cores visíveis através de uma recombinação ponderada das cores vermelha, azul e verdes.

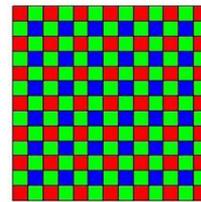


Figura 1- Padrão Bayer de disposição das cores [2].

Para cada célula, existe um dispositivo denominado fotodiodo, que consiste num diodo que altera suas características na presença de fonte luminosa.

A fim de que os fotodiodos captem somente uma coloração, são inseridos filtros produzidos com diazofluoretoquinona, o qual dependendo do processo de fabricação são capazes de permitir a passagem de radiação somente na faixa desejada, assim sendo feita a discriminação entre as cores verde, vermelho e azul [2].

Para a implementação deste dispositivo, existem duas tecnologias que mais são utilizadas no mercado, o CCD e o CMOS. O CCD utiliza a capacidade de geração de cargas pelo fotodiodo. Já no caso do CMOS, que é utilizado pelo robô Da Vinci, é aproveitado a capacidade de geração de corrente reversa do fotodiodo, em que quanto maior a intensidade luminosa incidente no fotodiodo, maior é a corrente reversa atuante. Esse fenômeno ocorre, pois, a incidência de fótons na junção PN possibilita a geração de portadores no material [3].

Além disso, o sensor CMOS de imagem pode ser elaborado de duas maneiras: Pixel passivo, onde o sinal da célula é transmitido por valores muito pequenos de corrente, ou pixel ativo, onde o sinal da célula já sai amplificado do chip.

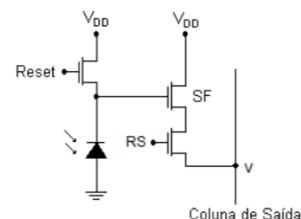


Figura 2- Sensor CMOS na configuração pixel ativo [3].

3. Sensor de movimento

O robô Da Vinci se utiliza de um dispositivo denominado “master controller”. Este aparelho possui diversas articulações, e o movimento destas é medido através de sensores denominados encoder [4].

Os encoders são sensores capazes de mensurar movimentação angular. Existem majoritariamente dois tipos: O encoder incremental e o absoluto. Sendo que o incremental é capaz de calcular o deslocamento angular somente com relação ao referencial criado no momento no qual foi acionado, e o absoluto é capaz de saber a posição exata em qualquer situação [5].

Dito isso, o posicionamento destes sensores em cada articulação do dispositivo faz com que seja possível calcular a posição de cada membro que compõe o sensor e, assim, é capaz de encontrar a posição da mão do indivíduo que está o manuseando [5].



Figura 3- Exemplo de Master Controller [4]

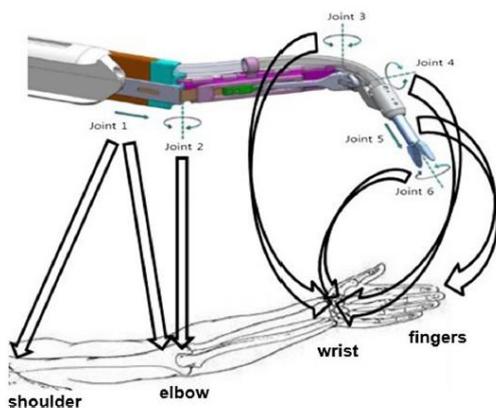


Figura 4- Braço Cirúrgico ou Slave device [4]

A posição da mão é calculada através de uma técnica denominada cinemática inversa. Este método consiste em determinar a posição de uma articulação em relação a articulação anterior. Desta forma, projeta-se a posição de todas as juntas para o referencial inicial e, assim, calcula-se a posição final do objeto desejado. No nosso caso, o objeto é a mão [6].

Com a captação da posição da mão, o robô Da Vinci utiliza esta informação para posicionar o braço cirúrgico no paciente de maneira correspondente com a desejada.

O processo matemático que interpola os dados da posição da mão para o braço cirúrgico é a matriz Jacobiana. Através desta é possível fazer com a posição final do sensor seja a mesma do braço cirúrgico, mesmo que as juntas estejam em posições diferentes [4,7].

Esta etapa é essencial, pois o sensor de movimento não é simétrico com o braço que realiza a operação. Isso se dá devido a própria estrutura de ambos, onde um é feito para captar o movimento da mão, e outro é feito para ser introduzido numa incisão de forma a causar o mínimo possível de dano ao paciente.

4. Conclusões

Desta maneira, a conclusão parcial deste projeto é de que para a reprodução do sensor de movimento será necessária a utilização de encoders para a captação de dados. Assim, para a interpretação destes dados, é importante o conhecimento do aluno sobre placas lógico-programáveis (FPGA), para transformar os dados recebidos pelos encoders em dados de posição.

Além disso, o aluno pretende elaborar as peças do sensor no programa AutoCad, para serem impressas na própria universidade. Com isso também aprofundará seus conhecimentos sobre o programa disponibilizado para os estudantes.

5. Referências

- [1] ALEXANDRE, Hugo. Cirurgia Robótica em ORL- uma abordagem ao sistema Da Vinci. 47 f. Tese (Mestrado). Departamento de Medicina, Universidade de Lisboa, 2017.
- [2] CHAVES, Cleverson. Demosaic. Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- [3] Madeira, Frederico Marion. Estudo Comparativo Entre Tecnologias CMOS, NMOS e SOI em um Circuito APS. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI, 2012.
- [4] Shim, Seongbo. Joun, Sanghyun. An all-joint-control master device for single-port laparoscopic surgery robots. Int J CARS, 2016.
- [5] Techniques for Digitizing Rotary and Linear Motion - Encoder Division, 4th printing. Dynamics Research Corp., Wilmington, MA 1992.
- [6] Cabral, Eduardo Lobo. Cinemática da Posição de Robôs Manipuladores. Capítulo 5, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, Universidade de São Paulo.
- [7] Branco, Oswaldo Rio. DIFERENCIABILIDADE - REGRA DA CADEIA - MATRIZ JACOBIANA. Departamento de Matemática. Universidade de São Paulo. 2018.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da CAPES e CNPq.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 04/19 a 03/20.

