

PROTÓTIPO DE *HARDWARE* PARA MEDIÇÃO DA PROFUNDIDADE PERFURADA PELA BROCA ODONTOLÓGICA

Jean Gusmão Yoshii¹, Rafael Ferreira Serafim², Fabiano Gomes³ e Júlio César da Silva⁴

¹UNIFESO – Centro Universitário Serra dos Órgãos / Ciência da Computação, Av. Alberto Torres 111 Teresópolis - RJ, jean@deltadesign.com.br

²UNIFESO – Centro Universitário Serra dos Órgãos / Ciência da Computação, Av. Alberto Torres 111 Teresópolis - RJ, rafael.serafim@yahoo.com.br

³UNIFESO – Centro Universitário Serra dos Órgãos / Ciência da Computação, Av. Alberto Torres 111 Teresópolis - RJ, fgomes@Incc.br

⁴UNIFESO – Centro Universitário Serra dos Órgãos / Ciência da Computação e Tecgraf / PUC-Rio, Av. Marquês de São Vicente 225 Gávea Rio de Janeiro - RJ, jcesar@tecgraf.puc-rio.br

Resumo - Este artigo consiste num estudo sobre a criação de um protótipo de *hardware* (dispositivo eletro-eletrônico) que seja capaz de calcular e controlar a profundidade de uma perfuração, para que auxilie o profissional de odontologia no tratamento de casos de implantodontia (especialidade em implante osseointegrado de próteses odontológicas). Este trabalho de pesquisa apresenta o problema ao qual se deseja apresentar uma solução, um modelo para melhor compreensão de sua aplicação e as ferramentas e tecnologias que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento deste protótipo. Esta solução será baseada levando -se em consideração desempenho e a viabilidade de utilização do protótipo neste projeto.

Palavras-chave: *hardware*, odontologia, broca e implantologia.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra

Introdução

O avanço tecnológico acontece cada vez mais rápido, visando sempre automatizar os processos que se realiza manualmente, melhorando a precisão, aumentando a velocidade e aprimorando a qualidade de suas realizações. Todo este avanço se deve graças à integração entre os diversos sistemas de conhecimento e aos dispositivos e técnicas geradas como consequência desta integração.

Como várias áreas da ciências da saúde, o meio odontológico possui um alto grau de complexidade nas operações que se propõe resolver. Tal complexidade impulsiona grandes pesquisas, pois os profissionais precisam do auxílio de equipamentos para facilitar a realização de procedimentos tornando-os mais precisos.

Grande parte das atividades já se encontra com um alto índice de automação, no entanto muitas destas não estão automatizadas, sendo utilizadas técnicas manuais para o desenvolvimento do trabalho. Para solucionar este problema é necessário que haja mais pesquisas e testes, para a criação de dispositivos que facilitem o dia a dia das pessoas.

Caracterização do problema a ser resolvido

Os seres humanos possuem uma dentição que surge nos primeiros anos de vida e se renova substituindo os chamados dentes de leite pelos dentes definitivos. Ocorre que em determinadas situações, seja por acidente, má conservação ou doença, alguns indivíduos podem perder um ou mais dentes definitivos. Antigamente, nestes casos, o dente danificado era substituído por uma prótese removível ou por dentes de ouro. A tecnologia evoluiu, os implantes se tornaram mais freqüentes e o dente implantado tornou-se muito semelhante aos já existentes, imperceptível ao olho humano, melhorando a auto-estima dos pacientes.

Para implantar um dente, o profissional precisa perfurar o osso do maxilar para fixar o pino de sustentação da prótese. Esta perfuração é efetuada com o uso de um motor de baixa rotação, um contra ângulo e uma broca (Figura 1).

A broca é encaixada na ponta do contra-ângulo e resfriada durante o procedimento cirúrgico com esguichos de água destilada ou soro fisiológico. Para realizar o procedimento com perfeição, é necessário que o profissional saiba a profundidade exata a ser perfurada. Esta profundidade pode ser

medida através de um raios-X da área afetada. A perfuração precisa ser precisamente efetuada, um milímetro a mais pode atingir a estrutura de um nervo e causar uma parestesia, que em algumas situações pode ser irreversível.



Figura 1 – Contra ângulo

Para que o profissional possa medir a profundidade perfurada, a broca possui marcas coloridas ao longo de sua estrutura. O problema é que as marcas precisam ser vistas para que o profissional saiba o quanto perfurou e em grande parte das cirurgias os dejetos como sangue, água e detritos da gengiva e do osso atrapalham a visualização destas linhas. Em outros casos, o local é tão profundo ou a abertura do buco maxilar é tão pequena que impossibilita a visualização direta destas marcações.

Uma possível solução para o problema seria instalar um jato de ar que pudesse remover o líquido e os resíduos da base da perfuração para que as linhas de marcação de profundidade pudessem ser mais bem vistas. Esta alternativa não se tornou viável, pois não resolve o problema de não visualização direta da broca e um problema gerado com esta alternativa é a pouca irrigação da broca. Se a broca não for bem refrigerada o atrito pode causar uma necrose óssea.

A Figura 2 exemplifica a perfuração da mandíbula inferior. No caso demonstrado, a visualização das marcas na broca torna-se fácil devido a ausência de agentes complicadores como dentes e líquidos.



Figura 2 – Simulação de uma perfuração óssea.

Protótipo do *Hardware* para perfuração

Como solução para este problema, propõe-se a criação de um protótipo de *hardware* que, de forma automatizada consiga calcular a profundidade da perfuração e controlar a broca de

perfuração, de tal forma que quando a profundidade máxima for atingida, a broca não mais continue a perfurar.

A construção de tal dispositivo demanda um custo muito alto para obter precisão, uma vez que aparelhos odontológicos são caros assim como qualquer dispositivo de medição que possua uma precisão suficientemente alta a ponto de calcular em tempo real a distância da perfuração em um espaço pequeno de projeção. Para facilitar sua criação, utilizar-se-á um dispositivo maior de perfuração que possua características semelhantes à broca odontológica. Para que os circuitos e cálculos de distância sejam criados e configurados a um custo mais baixo, possibilitando a construção de um protótipo após testes na aplicação desejada.

Modelagem do contexto

Para que haja melhor compreensão dos requisitos técnicos, dos sistemas envolvidos no contexto em que o protótipo se aplica e de suas interações, foi utilizada a modelagem de diagrama de contexto, conforme mostra a Figura 3.

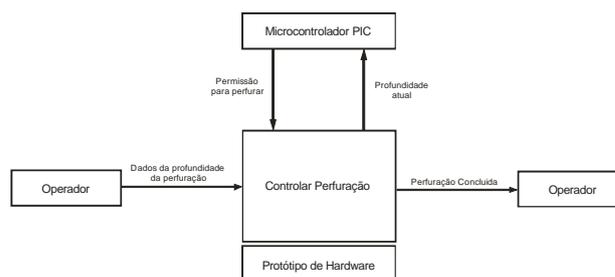


Figura 3 – Diagrama de contexto Controlar Perfuração.

Aquisição dos dados

À esquerda deste diagrama da Figura 3, tem-se o Operador, um profissional da área odontológica, o qual no início do procedimento terá de informar qual a profundidade máxima que o dispositivo poderá perfurar. Estes dados poderão ser inseridos numericamente através do próprio dispositivo, uma vez que a profundidade máxima pode ser calculada pelo profissional com o auxílio do raios-X.

Em uma fase final, estes dados poderão ser calculados por um dispositivo de extração de imagens acoplado ao protótipo, o qual obterá diretamente as imagens do dente desejado, como é o caso dos aparelhos de radiografias odontológicas móveis. Deve-se fazer o processamento da imagem para calcular a profundidade máxima e configurar o dispositivo para o início da perfuração.

O método a ser utilizado para obtenção do cálculo do máximo de perfuração deverá ser

escolhido pelo operador, no entanto, deve-se levar em consideração que uma imagem extraída por um dispositivo móvel para aquisição de imagens de raios-x odontológicas de alta definição, possuirá uma precisão maior na hora do cálculo através de seu processamento de imagens do que uma imagem de uma Radiografia digitalizada por um *scanner* comum, uma vez que a qualidade desta última poderá sofrer pequenos desgastes devido à transição de vários aparelhos até o protótipo de perfuração.

A vantagem da digitalização sobre o dispositivo de aquisição direta de raios-x é dado unicamente pelo fato do preço do equipamento ser muito mais baixo.

Exibição dos dados

Conforme o modelo, após a inserção dos dados iniciais para o sistema principal, a função Controlar Perfuração começa a ser executada com base no sistema físico protótipo de *Hardware*, que é o conjunto de todos os dispositivos que compõe este protótipo.

Durante o processo de perfuração será disponibilizado num *display* o valor da profundidade atual, para que o operador possa acompanhar o andamento da perfuração. Ao se completar o nível de perfuração adequado o mesmo *display* envia para o operador uma mensagem de perfuração concluída.

Pensou-se, ainda, numa conexão do dispositivo com um microcomputador durante a execução de todo o processo. Desta forma, ficaria muito mais fácil a visualização dos dados, uma vez que poderiam ser gerados gráficos de profundidade e alertas com barras e cores para operador, durante a execução da perfuração.

Controle das funções

Para fazer o controle das informações que serão geradas, monitorar a possibilidade de perfuração do dispositivo e controlar as funções de configuração e *display*, deve-se utilizar um microcontrolador. Um dos microcontroladores mais utilizados atualmente é o PIC fabricados pela *Microchip Technology Inc.*, devido ao fato de possuir muitas funcionalidades, ter grande quantidade de modelos, serem dispositivos capazes de aceitar a programação diretamente de um computador e por possuir um preço acessível. A maior vantagem deste microcontrolador, segundo o seu próprio fabricante, vem do fato dele poder trabalhar em seu dispositivo interno com memória *flash*, tornando-os altamente flexíveis a mudanças ou atualizações, uma vez que tal tipo de memória é próprio para gravação [5].

Para forçar uma parada quando a profundidade limite for excedida, tal protótipo pode ser

diretamente conectado a fonte de potência do aparelho, como um dispositivo que arme e desarme a entrada de energia ou até mesmo habilitando e desabilitando o giro da broca, através de um mecanismo de travamento e desconexão de engrenagens.

Captura da distância de perfuração

A grande dificuldade para a realização deste projeto se encontra nesta parte, já que todo o funcionamento do aparelho depende de uma medição precisa e com menor tempo de resposta possível, a fim de garantir realização do trabalho de forma eficiente e eficaz. Para isto, é de suma importância escolher o dispositivo certo para a medição, pois a qualidade do produto final é basicamente decidida por este dispositivo.

Deve-se levar em consideração que o ambiente em que estes dispositivos realmente terão que trabalhar é a boca, logo o equipamento deverá ser capaz de trabalhar em ambientes que tenha umidade alta, baixa luminosidade, refração e reflexão de luz variável e alta ressonância sonora. O dispositivo a ser escolhido deverá apresentar a melhor resposta a todas estas condições do ambiente.

Método de Triangulação

A triangulação é o método de medição da distância pelo cálculo dos ângulos e das arestas de um triângulo. Na aplicação da triangulação laser no contexto da implantodontia, o triângulo é gerado pela emissão, reflexão e captação de um feixe laser (Figura 4).

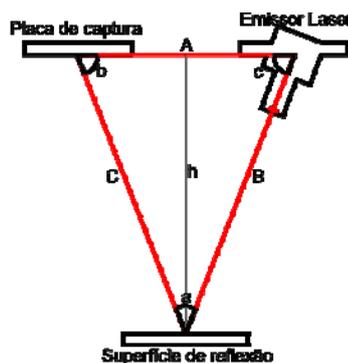


Figura 4 – Método de triangulação

O ângulo 'c' possui valor fixo, assim sendo, sabe-se 'c' e 'b' já que ambos possuem o mesmo valor. Conhecendo o ponto atingido na placa de captura, pode-se calcular a aresta 'A', e como 'B' e 'C' possuem o mesmo comprimento, pode-se descobrir 'h' usando as fórmulas 1 e 2:

$$\frac{A}{\text{sen}a} = \frac{B}{\text{sen}b} = \frac{C}{\text{sen}c} \quad (1)$$

$$C^2 = \left(\frac{A}{2}\right)^2 + h^2 \quad (2)$$

Algoritmo de controle de função

O algoritmo de controle da função principal do sistema é bem simples. Enquanto a profundidade atual for menor que a profundidade limite, o dispositivo continua a perfuração. O sistema deve funcionar da seguinte forma: o usuário entra com os dados de profundidade limite através do *display*, o *display* exibe o valor em milímetros e através de dois botões + e - o usuário pode definir a profundidade limite; pressionando o botão “entra”, os dados são armazenados. O teste para permissão da perfuração é executado através de um *while*. O *display* utilizado possuirá botões para o ajuste da profundidade “+” e “-” e um botão “entra” e outro *reset*.

Microcontrolador PIC

Os microcontroladores da família PIC são dispositivos RISC com arquitetura *Harvard* e fluxo de instruções *Pipeline*. Como são dispositivos RISC, possuem cerca de 35 instruções enquanto que os dispositivos CISC convencionais possuem cerca de 100 instruções. Seu uso é praticamente ilimitado devido à diversidade de aparelhos controlados por circuitos integrados. Os controladores PIC são versáteis possuindo de 6 a 66 pinos de entrada e saída, trabalhando em frequências de até 40mhz e possuindo ainda conversor analógico para digital e conversor digital para analógico. Tais características tornam o microcontrolador PIC um componente versátil no controle de *leds*, botões, *displays* de cristal líquido, resistências, relês, diversos sensores para pressão e temperatura e muitos outros.

Normalmente a programação para um controlador PIC é feita em *assembly*, mas existem compiladores para a linguagem de programação C fornecida pela *Hi-tech* [8] e pela CCS. A capacidade máxima de memória de programa de um controlador PIC é de 128 Kbytes para o modelo PIC18F8720 e a capacidade máxima de memória de dados é de 3840 bytes para o mesmo modelo.

Análise das Marcações da Broca

Para calcular a profundidade perfurada utiliza-se uma análise das marcações da broca, levando-se em consideração que existem brocas de diversos calibres e comprimentos. Para isso, seria necessário a captura da imagem da broca a ser utilizada em tempo real através de um dispositivo acoplado ao contra-ângulo. Esta imagem seria atualizada constantemente e um cálculo da

diferença da marcação da primeira imagem com a marcação da imagem atual forneceria a profundidade perfurada aproximadamente.

Conclusão

Após pesquisar sobre o problema existente percebeu-se que o problema é muito complexo. A medição da profundidade perfurada através da triangulação não é tão trivial, levando em consideração que não é possível prever as características da superfície a ser perfurada. Para implantação deste projeto, será necessário a criação de vários protótipos para realização de exaustivos testes até que se consiga um resultado com precisão satisfatória.

Todo protótipo de *hardware* demanda tempo e dinheiro tornando o seu desenvolvimento demorado e mais complicado do que o desenvolvimento de um *software*, visto que após montado um protótipo, geralmente, não é possível reaproveitar todos os componentes caso o resultado esperado não seja atingido. Isto faz com que seja necessário um bom planejamento antes do início do desenvolvimento físico.

Referências

- GOMES, Luiz Antônio. Implantes Osseointegrados – Técnica e Arte, 1ª edição. Editora Santos. 2002.
- Produtos médicos e científicos – Cescon. http://www.cescon.com.br/frame_linhamedica.htm. Acessado em Maio de 2007.
- Microcontroladores PIC – Eletrônica.etc. <http://www.eletronica.etc.br/igor/pic/desc/index.html>. Acessado em Junho de 2007.
- 8-bit PIC® Microcontrollers – Microchip Technology Inc. http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=74. Acessado em Junho de 2007.
- Microcontrolador PIC – Wikipédia. http://pt.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC. Acessado em Maio de 2007.
- Pseudocódigo – Wikipédia. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pseudoc%C3%B3digo>. Acessado em Junho de 2007.
- Embedded Systems – PIC Microcontroller –Thik Free, Learn Free – Wikibooks. http://en.wikibooks.org/wiki/Embedded_Systems/PIC_Microcontroller. Acessado em Junho de 2007.
- Hi-tech C compiler – Hi-Tech. <http://www.htsoft.com/products/compilers/picccompiler.php>. Acessado em Junho de 2007.
- Custom Computer Services, inc. – Compiladores – CCS. <http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers>. Acessado em Junho de 2007.