

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial -
Laboratório de Óptica e Mecânica Experimental

Relatório Interno

Breve Apresentação dos *Softwares Simi Motion* e do *Simi Twinner Pro*

Daniela Sofia S. Sousa
João Manuel R. S. Tavares

Trabalho realizado no âmbito do projecto:

**ACTIDEF - Avaliação Computacional e Tecnológica Integrada do Desempenho
e Funcionalidade de Cidadãos com Incapacidades Músculo-esqueléticas**

**Parceria CRPG / FEUP / INEGI / INEB.
Financiado pelo programa POS-Conhecimento.**



Janeiro 2006

Resumo

Este relatório tem por objectivo apresentar o estudo realizado sobre o *software* da *Simi Reality Motion Systems* tendo em conta as necessidades do *CRPG* – Centro de Reabilitação Profissional de Gaia para a análise da marcha. Assim, são apresentadas as características do *software* existente no *CRPG* e dos possíveis módulos *Simi* com interesse futuro para o mesmo Centro.

Abstract

This report presents a brief synthesis about the *Simi Reality Motion Systems*' software for clinical analysis of gait. Thus, it is made a study of some software modules that *CRPG* – Centro de Reabilitação Profissional de Gaia has now and about some others modules of *Simi* that could have future interest.

Índice

1. INTRODUÇÃO	6
2. SIMI MOTION.....	6
2.1 MÓDULOS EXISTENTES.....	7
2.1.1 <i>Modo de Operação</i>	7
2.2 MÓDULOS COM INTERESSE FUTURO	9
2.2.1 <i>Modo de Operação</i>	9
2.3 FUNCIONALIDADES BASE	11
3. SIMI TWINNER PRO.....	13
3.1 HARDWARE/SOFTWARE NECESSÁRIOS	13
3.2 MODO DE OPERAÇÃO	13
3.3 RESULTADOS DISPONIBILIZADOS	14
4. CONCLUSÃO	14
BIBLIOGRAFIA	15

1. Introdução

A *Simi Reality Motion Systems* é uma empresa especializada na oferta de *software* e de *hardware* para a análise de movimento (humano/animais/objectos) e apresenta soluções para áreas como a medicina, indústria, biomecânica, entretenimento, sociologia, psicologia, etc.

Dentro dos sistemas de análise de movimento são apresentados pela empresa os seguintes pacotes de *software*: *Simi Motion*, *Simi MoCap 3D*, *Simi MoStill*, *Simi TwinnerPro*, *Simi MotionTwin*, *Simi Matchi*, *Simi VidBack* e *Simi BioCell* [1].

Presentemente, o *software* existente no CRPG – Centro de Reabilitação Profissional de Gaia tem alguns módulos do *Simi Motion* (*Simi Motion Basic*, parte do *Data Analysis and Report*, *Capture DV*, *Data Force Basic*, *Data Force: Force Plate*) e o *Simi TwinnerPro*.

Possivelmente o CRPG terá interesse em adquirir mais módulos do *Simi Motion*, nomeadamente os módulos: *Data Force: EMG*, *EMG Wavelet Analysis*, *3D Kinematics*, *Inverse Dynamics*, *Insole Measurements*, *Capture High Speed Control* e completar as restantes funcionalidades do módulo *Data Analysis and Report*.

Seguidamente, no restante documento, são apresentadas as características do actual *software* existente no CRPG e dos módulos com futuro interesse para o mesmo centro.

2. Simi Motion

O *Simi Motion* é um *software* constituído por um conjunto de módulos, a sua selecção depende dos requisitos da aplicação em causa. Os módulos base do pacote são o *Simi Motion Basic*, o *Capture DV* e o *Data Analysis and Report*.

O primeiro módulo, o *Simi Motion Basic*, é o *software* de integração e suporte dos restantes. Por sua vez, o módulo *Capture DV* permite o tratamento da informação visual e o sincronismo entre as diferentes câmaras vídeo digitais usadas no sistema de aquisição de imagem, e o módulo *Data Analysis and Report* possibilita o tratamento dos dados recolhidos (usando-se, por exemplo, *FFTs*, filtros, etc.) e a sua visualização sob a forma de gráficos, animações 2D/3D, relatórios, etc.

Relativamente a cada módulo, é possível adquirir apenas algumas das funcionalidades disponibilizadas pelos mesmos. Por exemplo, no caso do *CRPG*, o módulo *Data Analysis and Report* possui apenas parte das suas funcionalidades; neste caso, o suficiente para tratar e representar a informação recolhida a partir da plataforma de forças.

2.1 Módulos Existentes

Para além dos módulos base já referidos, o *CRPG* possui actualmente os módulos *Data Force: Force Plate* e *Data Force Basic*.

As características dos módulos existentes estão indicadas na Tabela 1. Na referida tabela, na coluna *resumo*, é apresentada uma breve introdução a cada módulo. Por seu lado, a coluna *output* mostra a informação disponibilizada pelo sistema após recolha e tratamento das medições efectuadas pelos sensores usados (câmaras e plataforma de forças), informação esta a ser usada pelos profissionais de reabilitação do movimento. Já a coluna *software/hardware extra*, refere-se ao *software/hardware* necessário ao suporte dos diferentes módulos e tem por objectivo principal salientar a compatibilidade dos sistemas *Simi* com sistemas de outros fabricantes. Por último, a coluna *preço* contém o custo do respectivo módulo com todas as funcionalidades incluídas (módulo completo).

2.1.1 Modo de Operação

Para a captura e posterior análise dos dados obtidos a partir das plataformas de forças, *EMGs* (dispositivos de electromiografia), dispositivos medidores de pressões, etc., é necessário fornecer ao *software* as propriedades dos dispositivos de entrada (sensor em causa, duração da medição, etc.), e iniciar o respectivo processo de medição [1, 2]. As medições obtidas são guardadas no sistema da *Simi* e tratadas de forma a serem visualizadas e analisadas através de gráficos, imagens vídeo editadas, etc.

No que diz respeito à captura e posterior análise 3D de imagens vídeo é preciso [1, 2]: especificar os pontos a seguir, ajustar as propriedades das diferentes câmaras a usar no processo de aquisição de imagem, calibrar as mesmas, gravar o movimento envolvido,

seguir os pontos especificados ao longo dos vários quadros da sequência de imagens obtida, calcular as coordenadas 3D e, por fim, apresentar os resultados.

O primeiro passo, para a captura e posterior análise 3D de imagens vídeo, consiste em definir os pontos que posteriormente se vão querer seguir (como por exemplo, em zonas do pescoço, da anca, etc.) e as respectivas conexões entre os mesmos. Ou seja, criam-se variáveis para guardar, na memória do computador, as coordenadas dos pontos a seguir.

No passo seguinte, configura-se o *Simi Motion* quanto às opções de captura das imagens: tamanho a reservar para a sequência de imagens, número de quadros por segundo, etc.

No terceiro passo, captam-se uma ou mais imagens para calibrar o sistema de aquisição de imagem. A operação de calibração é efectuada usando um objecto conhecido, como, por exemplo, um cubo para calibrações 3D. Seguidamente, o utilizador tem de assinalar os diferentes pontos de calibração a usar na imagem adquirida, indicar as respectivas coordenadas 3D e as correspondências entre os diversos pontos. É necessário repetir este procedimento para todas as câmaras do sistema de aquisição de imagem. Note-se que, a origem do sistema de referência para as diferentes câmaras tem de coincidir com a origem do referencial da plataforma de força, caso esta seja usada na análise a efectuar. O *Simi Motion* apresenta algoritmos para verificar a efectividade deste passo.

Note-se que para uma maior precisão das medições obtidas o movimento deve ser efectuado dentro da área (ou volume) calibrada(o). Assim, quanto mais espaço ocupar o objecto de calibração nas diferentes imagens usadas para calibrar o sistema tanto melhor. Caso haja mais do que duas câmaras, a sua disposição no laboratório deve ser de maneira a que pelo menos duas câmaras captem simultaneamente o mesmo ponto. Por exemplo, para duas câmaras, é necessário um ângulo de 60° a 120° entre as mesmas.

Seguidamente, após o processo de calibração, grava-se o movimento pretendido. No quinto passo, seguem-se manualmente ou automaticamente os pontos especificados ao longo dos vários quadros da sequência de imagens adquirida. Em ambos os procedimentos, antes de o sistema iniciar o processo de seguimento, é necessário, por parte do utilizador, indicar na primeira imagem todos os pontos a considerar, e indicar ao sistema a primeira imagem do movimento a usar para sincronizar as diferentes câmaras usadas na aquisição do movimento.

No seguimento manual é necessário identificar nos vários quadros da sequência de imagens os diferentes pontos a seguir. Já para o seguimento automático é necessário configurar alguns parâmetros do algoritmo de seguimento: tempos de procura, tamanho das marcas, número máximo de tentativas falhadas, etc.; depois o *software* encarrega-se

de seguir de forma automática os diferentes pontos. No caso de haver um ponto que não seja localizado automaticamente, o processo pára e o respectivo ponto tem de ser identificado manualmente pelo utilizador.

O seguimento automático só é possível através do uso de marcas exteriores ao objecto a seguir. A *Simi* aconselha a verificar a correcta identificação dos diversos pontos após o processamento automático de seguimento em cada quadro.

Depois do processamento do conjunto de sequências de imagens obtidas por todas as câmaras do sistema de aquisição e da identificação dos pontos especificados na primeira etapa, é possível ao sistema apresentar as coordenadas 3D do movimento. Assim, o utilizador terá de seleccionar os dados a usar e o *software* determina as coordenadas 3D pretendidas. Por fim, pode-se analisar, sob a forma de gráficos, etc., os resultados obtidos, como: posições, ângulos, velocidades, etc.

Note-se que para a obtenção das coordenadas 3D apenas são precisas duas câmaras; no entanto, com o aumento do número de câmaras usadas na aquisição do movimento envolvido diminuem-se os problemas associados ao seguimento dos pontos em estudo como, por exemplo, de oclusão.

Como actualmente o *CRPG* não possui os módulos *2D Kinematics* ou *3D Kinematics* não é possível calcular as coordenadas 2D/3D dos pontos especificados ao sistema. Assim, o sistema actual do *CRPG* (Tabela 1), com a informação obtida a partir das câmaras de imagem, apenas permite ver as sequências de imagens obtidas pelas mesmas, editadas ou não, com as informações obtidas através da plataforma de forças, como as forças envolvidas, os centros de pressões, etc.

2.2 Módulos com Interesse Futuro

Na Tabela 2 são apresentados os módulos identificados como tendo interesse futuro para o *CRPG*: *Data Force: EMG*, *EMG Wavelet Analysis*, *3D Kinematics*, *Inverse Dynamics*, *Insole Measurements*, *Capture High Speed Control*.

2.2.1 Modo de Operação

O procedimento para o cálculo das coordenadas 3D já foi descrito no ponto 2.1.1. deste

MODULOS	RESUMO	OUTPUT	SOFTWARE/HARDWARE EXTRA	PREÇO
<i>Simi Motion Basic</i>	Plataforma de suporte dos restantes módulos.	—	Microsoft Windows 2000 ou Windows XP; Intel Pentium IV/PC; Microsoft DirectX 8.1 ou superior; 256 MB RAM; Espaço em disco para dados vídeo; Interfaces Firewire (IEEE 1394) ¹ .	2900€ ² 8900€
<i>Capture DV</i>	Aquisição de imagem e sincronismo entre câmaras.	PAL (768x576 pixels, 25 Hz); NTSC (640x480 pixels, 30 Hz) ³ .	Câmaras vídeo digitais PAL ou NTSC (da SIMI ou outras) ⁴ ou câmaras de vídeo analógicas ⁵ .	1800€ ⁶ 3600€
<i>Data Analysis and Report (existente no CRPG)</i>	Geração de relatórios, apresentação da análise efectuada, ferramentas de tratamento e manipulação dos dados.	Algoritmos de tratamento e análise das medições; Gráficos, relatórios e sequências de imagens (vídeo) ⁷ .	—	2900€
<i>Data Force Basic</i>	Aquisição de dados analógicos e digitais de plataforma de forças, EMGs, goniómetros, etc.	—	Plataformas de força (Kistler, AMTI, Bertec, etc.), EMGs, goniómetros, etc; Conversor A/D (Data Translation, National Instruments, etc.).	— ⁸
<i>Data Force; Force Plate</i>	Aquisição e análise dos dados da plataforma de forças.	Força de reacção, centros de pressão, momentos.	Plataformas de força (Kistler, AMTI, Bertec, etc.); Conversor A/D (Data Translation, National Instruments, etc.).	2900€

Tabela 1. Módulos do *Simi Motion* incluídos no Sistema de Análise da Marcha actualmente existente no CRPG [1, 2].

¹ A dimensão máxima dos cabos Firewire está limitada a 4,5 m, no entanto, é possível colocar até 16 cabos em linha (~72 m).

² 2900€ é o preço do *Simi Motion Basic* capaz de suportar o *Simi Motion 2D*, 8900€ é o preço do *Simi Motion Basic* necessário ao suporte do *Simi Motion 3D*.

³ Em ambos os formatos (PAL e NTSC) gravam-se num primeiro instante de tempo as linhas pares da imagem e num segundo instante de tempo as linhas ímpares, o *software* da *Simi* permite aumentar a frequência (50 Hz e 60 Hz) destas câmaras interpolando para os respectivos instantes de tempo as linhas que faltam (no primeiro caso as ímpares, no segundo caso as pares).

⁴ Para a análise 2D é apenas necessário uma câmara, para 3D no mínimo duas.

⁵ Para as câmaras vídeo analógicas não é possível a captura síncrona das imagens vídeo.

⁶ 1800€ é o preço do módulo *Capture DV* capaz de suportar 4 câmaras vídeo, 3600€ é o preço do módulo *Capture DV* capaz de suportar 6 câmaras vídeo.

⁷ No caso do módulo *Data Analysis and Report* estar completo é possível apresentar a informação segundo quatro formatos: diagramas de linha 2D e 3D (trajetória temporal de pontos/linhas (*stick diagrams*)), imagens temporais sobrepostas dos objectos em análise (*shadow diagrams*)), gráficos (grandezas medidas no tempo, frequência), modelos esqueletizados 3D e imagens vídeo (editadas com vectores de força, etc., imagens simultâneas das múltiplas câmaras, etc.). Nos algoritmos de tratamento e análise é permitido [2], o cálculo de ângulos e distâncias, FFT, derivadas, integrais, normalizações, médias, mínimos, máximos, operações aritméticas entre sinais, interpolações, filtros, desvios padrão, centro de massa, etc.

⁸ O preço deste módulo encontra-se repartido pelos preços indicados para os módulos que suporta (*Data Force: Force Plate, Data Force: EMG, Insole Measurements*).

relatório, assim como o procedimento para a medição de sinais analógicos obtidos por *EMG* ou a partir de dispositivos para medição de pressões. A seguir explica-se o procedimento relativo ao módulo *Inverse Dynamics*.

Para o cálculo da dinâmica inversa, isto é, para o cálculo de forças e binários internos, é necessário colocar marcas no sujeito em análise, de acordo com um determinado protocolo definido pela *Simi* [2]. As marcas devem ser colocadas de forma a permitirem a posterior identificação da orientação e posição de cada segmento do corpo a partir das sequências de imagens adquiridas. Para apoiar os cálculos da dinâmica inversa obtidos é aconselhado o uso de pelo menos uma plataforma de forças.

Após a especificação dos pontos a seguir, do ajuste das propriedades e calibração das diferentes câmaras usadas na aquisição do movimento, é preciso recolher dois tipos de dados: sequências de imagens com o sujeito estático - captura estática - e sequências de imagens com o sujeito em movimento - captura dinâmica.

Para a primeira, captura estática, devem ser usadas 11 marcas em cada perna, no caso se querer analisar o corpo inteiro devem ser usadas, no total, 45 marcas. Também é necessário colocar 4 marcas na plataforma de forças, caso esta seja usada.

Já para a captura dinâmica, apenas se deixam ficar as marcas necessárias a esta etapa: 8 marcas por perna e retiram-se as marcas colocadas na plataforma de forças. Na sequência dinâmica é possível recorrer ao seguimento automático das marcas.

Depois passa-se para a etapa de obtenção das coordenadas 3D das marcas usadas. Para finalmente usar-se a funcionalidade da dinâmica inversa é preciso fornecer ao sistema a altura, peso, género do indivíduo, etc. Por fim, analisam-se os dados cinéticos obtidos pelo sistema, Tabela 2.

2.3 Funcionalidades Base

O *Simi Motion* [1, 2] permite guardar as características do espaço de trabalho existente num determinado momento, como o tamanho de janelas, as propriedades dos dados, etc., assim como fórmulas e cálculos efectuados, para posterior reutilização. Os diagramas e as imagens obtidas podem ser gravados sob os formatos *BMP*, *JPG* e *PNG*. Pode-se ainda criar relatórios pré-definidos, imprimir-los ou gravá-los como ficheiro *HTML*.

Também é possível importar dados de outros fabricantes (*TekScan*, *Novel*, *Medilogic*,

MÓDULOS	RESUMO	OUTPUT	SOFTWARE/HARDWARE EXTRA	PREÇO
<i>Data Force: EMG</i>	Permite a visualização e a análise da actividade muscular.	Tensões, frequências dos sinais.	<i>EMG</i> (<i>Simi</i> ou outros).	2900€
<i>EMG Wavelet Analysis</i>	Permite a visualização e a análise da actividade muscular.	Análise de <i>wavelet</i> .	<i>EMG</i> (<i>Simi</i> ou outros).	2900€
<i>3D Kinematics</i>	Recebe e trata informação visual de movimentos 3D (com/sem marcas).	Posições, distâncias, ângulos (em coordenadas globais); Velocidades, acelerações lineares e angulares; Centro de gravidade global e parciais.	Duas ou mais câmaras (equipamento <i>Simi</i> ou outro).	2900€
<i>Inverse Dynamics</i> ⁹	Ferramenta para obter forças internas.	Velocidades, aceleração ¹⁰ e posições angulares (coordenadas anatómicas, ou seja, locais ¹⁰ e coordenadas globais); Centro das articulações; Momentos, forças e binários internos/externos ¹¹ ; Centro de gravidade global e parciais.	Recomendado o uso de uma ou mais plataformas de força.	5900€
<i>Insole Measurements</i>	Visualização e análise de pressões.	Centro de pressão, distribuição das pressões.	Sistemas de Aquisição de Pressões (<i>TekScan</i> , <i>Novel</i> , <i>Medilogic</i> , <i>Paromed</i> e outros).	2000€
<i>Capture High Speed Control</i>	Aquisição de imagem com câmaras de alta velocidade.	100 quadros por segundo e uma resolução de 656x492 pixels, a resolução no tempo pode aumentar reduzindo o tamanho da imagem: mais de 200 Hz para 400x300 ou mais de 300 Hz para 400x200.	—	3000€ ¹² 6000€

Tabela 2. Módulos extra (não existentes actualmente no CRPG) do *Simi Motion* [1, 2].⁹ O módulo *Inverse Dynamics* inclui o módulo *Inverse Kinematics*.¹⁰ É definido um sistema de coordenadas locais para cada segmento articulado com origem na posição da marca.¹¹ As forças externas são as forças de reacção do solo aplicadas na perna esquerda e direita. As forças internas são as forças que actuam entre dois segmentos articulados.¹² 3000€ é preço do módulo *Capture High Speed Control* para 2 câmaras vídeo de alta velocidade, 6000€ é preço do módulo *Capture High Speed Control* para 4 câmaras vídeo de alta velocidade.

Paromed, etc.) nos seus formatos originais ou em ficheiros de texto. Todos os dados podem ser exportados para outras aplicações: *Excel*, *AutoCAD*, *Character Studio*, *LightWave*, *Maya*, *SPSS*, *Origin*, *MatLab*, etc.

O *Simi Motion* permite a sincronização entre informação adquirida pelos diferentes sensores usados como câmaras de vídeo, *EMG*, plataformas de forças, etc. O *software* suporta ainda conversores analógicos/digitais de *Data-Translation*, *National-Instruments* e *Adlink*. Estes conversores A/D podem ser ligados ao computador de diferentes maneiras: *PCI*, *USB*, *FireWire (IEEE- 1394)*.

3. Simi Twinner Pro

O *Simi Twinner Pro* permite captar e extrair informação a partir de sequências de imagem (vídeos) de uma maneira fácil e rápida. Assim, através da edição, da sobreposição, e da visualização simultânea das imagens adquiridas, permite o cálculo expedito de ângulos, distâncias, análise de posturas, etc.

3.1 Hardware/Software Necessários

Uma ou mais câmaras vídeo digitais ou analógicas, computador com *hardware* extra para ligação das câmaras do sistema de aquisição de imagem (*FAST AV Master* para câmaras analógicas e *IEEE1394* para câmaras digitais) e, por fim, o *software* da *Simi* [3].

3.2 Modo de Operação

Em primeiro lugar, é necessário adquirir e gravar o movimento pretendido. De seguida, calibra-se o sistema para o plano próximo do plano do movimento. Note-se que, o vídeo usado para calibração das câmaras pode conter também o movimento a analisar [3].

Para calibrar, selecciona-se um segmento de recta na imagem, indica-se o respectivo comprimento e especifica-se o tipo de câmara usado, *DV-NTSC* ou *DV-PAL*. Por fim, o sistema encontra-se preparado para efectuar as medições pretendidas [3].

A seguir, qualquer medição pretendida, como ângulos, distâncias, etc., é determinada assinalando na imagem os pontos respectivos. Por exemplo, para medir uma distância assinala-se a posição inicial e a final e o *Simi Twinner Pro* calcula a distância envolvida [3].

3.3 Resultados Disponibilizados

O sistema permite [3] o cálculo de ângulos, distâncias e velocidades médias. Para facilitar a análise da postura de um dado indivíduo é permitida a visualização sobreposta de grelhas sobre a imagem adquirida.

O programa pode também mostrar duas sequências de vídeo simultaneamente, sobrepor imagens, alterar a velocidade de apresentação do vídeo, etc., facilitando assim a comparação entre dois movimentos em estudo.

É ainda possível a geração de relatórios com a sequência de uma selecção de imagens, com sequências de imagens sobrepostas, com as medições efectuadas, com os tempos correspondentes a cada quadro, etc.

O *Simi Twinner Pro* possui todas as funcionalidades base do *Simi Motion*.

4. Conclusão

Futuramente, o *CRPG* pretende analisar os dados cinemáticos e cinéticos do movimento de sujeitos com incapacidades músculo-esqueléticas, que serão apoiados pela informação recolhida da actividade muscular e da distribuição de pressões durante o movimento de marcha. Assim sendo, os módulos identificados como tendo maior interesse futuro para o *CRPG* são: *EMG*, *3D Kinematics*, *Inverse Dynamics*, *Insole Measurements* e ainda completar as restantes funcionalidades do módulo *Data Analysis and Report* já existente.

O módulo *Capture High Speed Control* não será necessário porque basta usar câmaras *DV* para a análise clínica da marcha. Com uma câmara digital *PAL*, com resolução de 768x576 *pixels* e taxa de aquisição de 50 Hz, para a captura do movimento ao longo de 3 m, e tendo em conta que a velocidade de uma pessoa com limitação nos membros inferiores não ultrapassará os 2 m/s, entre cada captura ter-se-á um deslocamento de

cerca de 3,6 cm, considerando um tempo de captura de 0,002 s [2] cada *pixel* representa assim 3,9 mm. Crê-se que os respectivos erros não são significativos nos cálculos da biomecânica da marcha. Em [6] reafirma-se que a captura de dados para a análise clínica do movimento pode ser efectuada com câmaras *DV*.

A análise *wavelet* [5] é uma ferramenta poderosa para representar o sinal medido em electromiografia (*EMG*) numa combinação linear de funções, permitindo a separação dos sinais relativos a cada músculo. No entanto, esta análise poderá ser feita em *Matlab* com *software* disponível em domínio público [7], não sendo assim uma prioridade adquirir o módulo *EMG Wavelet Analysis*.

Bibliografia

- [1] Simi Reality Motion Systems GmbH, www.simi.com, acedido em Fevereiro 2006.
- [2] Simi Reality Motion Systems GmbH, *Simi Motion Manual*, 2006.
- [3] Simi Reality Motion Systems GmbH, *Simi Twinner Pro Manual*, 2006.
- [4] High-speed and DV video, www.highspeed-video.com/, acedido em Fevereiro 2006.
- [5] D. Moshou , I. Hostens, G. Papajoannou, H. Ramon, ***Wavelets and Self-Organising Maps in Electromyogram (EMG) Analysis***, Laboratory of Kinesiology, Katholieke Universiteit Leuven, 2000.
- [6] Ariel Dynamics, www.arielnet.com, acedido em Fevereiro 2006.
- [7] Biomch-L Home, Wavelet analysis of EMG - Summary, <http://isb.ri.ccf.org/biomch-l/archives/biomchl2002-02/00001.html>, acedido em Fevereiro 2006.