

Desenvolvimento de uma Aplicação para a Visualização de Sessões de Hidrocinesioterapia

Elizabeth S. Carvalho
DSI, UM
Campus de Azurém, Guimarães
ecarvalho@dsi.uminho.pt

Adérito F. Marcos
DSI, UM
Campus de Azurém, Guimarães
marcos@dsi.uminho.pt

Sumário

A hidrocinesioterapia ou fisioterapia aquática constitui um conjunto de técnicas terapêuticas fundamentadas no movimento humano dentro da água. De forma a maximizar a eficiência da execução, monitorização e avaliação dessas sessões terapêuticas é necessário recorrer a um fato aquático específico, que o paciente veste, provido de sensores electrónicos que permitem registar e monitorar os movimentos natatórios durante a sessão de tratamento. Nesse ponto surge a necessidade do desenvolvimento de uma aplicação computacional que seja capaz não só de armazenar toda a informação recolhida através dos sensores, mas principalmente implementar uma forma conveniente de monitorização gráfica com base na sua visualização clara, intuitiva e concisa, seja em tempo real ou a posteriori, que funcione como auxiliar de diagnóstico e acompanhamento para o terapeuta. Este artigo apresenta uma aplicação em desenvolvimento para a visualização mencionada.

Palavras-chave

Visualização científica, visualização da informação, hidrocinesioterapia.

1. INTRODUÇÃO

A hidrocinesioterapia é a fisioterapia na água [Fiorelli02], ou a prática de exercícios terapêuticos em piscinas, associada ou não a manipulações, hidromassagem e massoterapia, configurada em programas de tratamento específicos para cada paciente. Muitas são as condições patológicas ou sequelas beneficiadas pelo tratamento hidroterapêutico ou hidrocinesioterapêutico: reumáticas, ortopédicas e traumatológicas, neurológicas, respiratórias, cardíacas, endócrinas e psíquicas.

De forma a tirar o máximo partido dessas sessões de hidrocinesioterapia torna-se necessário recorrer a um fato especial com o objectivo de auxiliar a respectiva monitorização e execução. Para este efeito, ele além de ser um fato aquático desenhado para permitir o controle do movimento corporal do paciente, inclui sensores para monitorar alguns parâmetros básicos fisiológicos e motores, como a frequência respiratória e cardíaca, além de movimentos das articulações dos ombros e ancas e flexão da coluna vertebral.

Portanto, é fundamental e necessário o desenvolvimento e implementação de uma aplicação computacional que dê o devido suporte a informação obtida durante a utilização deste fato especial numa sessão de hidrocinesioterapia.

2. OBJECTIVOS

Entre os muitos objectivos existentes numa aplicação desta natureza, podem-se destacar os seguintes como sendo principais:

- Validar a aplicação de metáforas visuais típicas da área de visualização de informação, nesta área do conhecimento.
- Monitorar parâmetros de frequência respiratória, batimento cardíaco, flexão de coluna, movimento de ancas e ombros de pacientes.
- Avaliar esses parâmetros, comparando inclusive com resultados anteriores (avaliação histórica).
- Promover e facilitar o diagnóstico com base nas avaliações.
- Visualizar resultados e avaliações, facilitando a compreensão de resultados.
- Melhorar o acompanhamento do estado clínico do paciente em resposta as sessões de hidrocinesioterapia.
- Minorar possíveis riscos.
- Promover uma interface agradável e fácil para o Terapeuta.
- Processar em tempo real a informação oriunda de vários fatos em simultâneo.
- Gerir o repositório de gravações das sessões.

3. MODELO CONCEPTUAL

O modelo foi concebido e está a ser desenvolvido segundo uma filosofia orientada a objectos. A figura 1 mostra o diagrama de caso de estudo que ilustra o cenário preten-

dido como solução em alto nível para o problema existente. Como pode ser visto, os seguintes actores estão sempre presentes numa sessão de hidrocinestoterapia: Terapeuta, Paciente, Sensores e Aplicação. Dentro do âmbito deste trabalho, será dado apenas enfoque ao actor Aplicação.

Segue-se uma breve descrição das funcionalidades, modelo visual e arquitectura pretendidas.

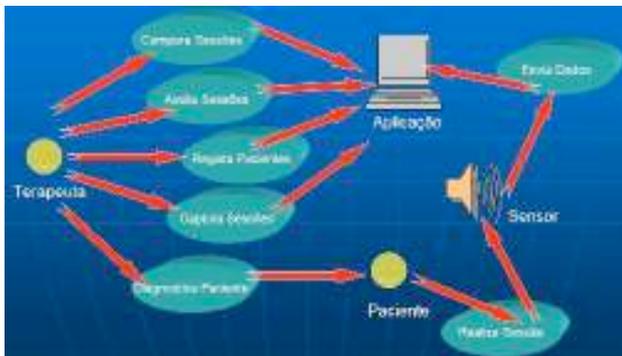


Figura 1: Diagrama do caso de estudo do problema

3.1. Funcionalidades

A partir do fato será possível obter registos de valores relativos a frequência cardíaca e respiratória, a flexão da coluna e rotação das articulações das ancas e ombros do paciente durante a execução da sessão. Toda essa informação será utilizada pela maior parte das funcionalidades a serem disponibilizadas.

Por outro lado, existem dois aspectos de grande importância para os Terapeutas em termos de análise das sessões de hidrocinestoterapia: a avaliação e monitorização em tempo real da sessão e o acompanhamento da evolução da performance do paciente ao longo do tempo, a posteriori.

A análise, em ambos os casos, apresenta características muito semelhantes, divergindo apenas em termos temporais – a sessão é dinâmica e se baseia apenas nos valores momentaneamente recebidos, enquanto que em termos de histórico, os valores são oriundos de sessões ocorridas em datas diferentes. Numa fase inicial, serão utilizados os valores máximos, mínimos, médios, além das variações e distribuição ao longo do tempo dos valores obtidos pelos sensores numa frequência de 75 Hz, como base para a execução das análises.

A monitorização se caracteriza pela avaliação cíclica dos principais sinais fisiológicos (frequências cardíaca e respiratória) e de movimento das articulações, que indicam se o paciente pode estar a entrar em alguma situação de risco durante a sessão. Caso isso ocorra, deve ser acionado algum sinal de alarme sonoro e visual.

Outro pormenor é a importância da fiabilidade dos registos que são tratados pela aplicação. Apesar de ser feita a filtragem do sinal na entrada (electronicamente), eliminando possíveis ruídos, está também prevista a execução de uma filtragem suplementar dos valores recebidos com base no desvio auferido em relação a média obtida a cada

5 minutos (período de tempo configurável pelo utilizador). Desta forma é garantida uma eliminação satisfatória de possíveis erros. Um outro pormenor é o volume de registos recebidos. É necessário executar alguma redução através do agrupamento dos dados em intervalos de tempo variáveis (granularidade indicada pelo utilizador).

Para além das funcionalidades que permitem a análise da sessão actual e da evolução histórica, a aplicação ainda deverá proporcionar algumas funcionalidades típicas de gestão de base de dados, já que será necessária a existência de uma para gerir a informação pertinente aos registos de pacientes e terapeutas, bem como das respectivas sessões gravadas.

Por último, é importante que o Terapeuta possa facilmente configurar a aplicação de forma que os métodos de análise possam ser devidamente ajustados conforme os objectivos da avaliação, e os aspectos de interacção e visualização estejam de acordo com as preferências e/ou necessidades. Para isso a aplicação deverá permitir uma fácil parametrização e ser passível de fornecer um certo grau de adaptabilidade em termos visuais e funcionais, consoante o caso.

Portanto, as principais funcionalidades a serem incorporadas pela aplicação são:

- Gestão de registos de pacientes e gravações de sessões.
- Análise dinâmica em tempo real de sessões.
- Monitorização do estado físico do paciente durante a sessão.
- Análise da evolução histórica.
- Gravação das sessões.
- Visualização gráfica de resultados e análises.

A figura 2 ilustra as fases que caracterizam o tratamento da informação recebida pela aplicação.



Figura 2: Fases do tratamento da informação

3.1 Visualização

A questão da visualização é um factor relevante para o sucesso desta aplicação. O volume de dados enviado pelos sensores durante uma sessão de hidrocinestoterapia (duração média de meia hora) é impossível de ser efectivamente apreendido sem a utilização de técnicas de visualização expressivas e compreensivas. Embora muitas sejam as técnicas de visualização existentes, cada uma

permite analisar os dados com metáforas visuais diferentes [Plaisant04]. Porém, ao aplicar-se uma determinada técnica de visualização [Taylor00], diversos factores devem ser considerados. A classificação dos dados e das tarefas, a característica cognitiva do potencial utilizador ou o tipo de ênfase visual desejada ao resultado final (conteúdo *versus* quantidade), são alguns exemplos desses factores.

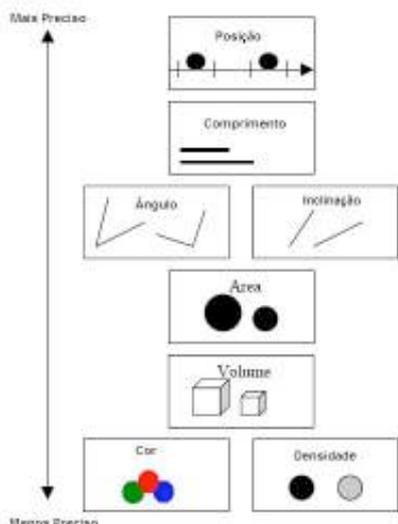


Figura 3: Codificação gráfica segundo Cleveland e McGill's [Cailleteau99]

Um detalhe de importância é a relação entre a precisão dos dados e o volume. A figura 3 mostra a relação proposta por Cleveland e McGill's para a codificação gráfica e a precisão da informação obtida na visualização. Por exemplo no caso da monitorização, é importante que o terapeuta tenha uma clara noção das variações fisiológicas ocorridas (frequência cardíaca e respiratória) no

paciente, porém só é necessário uma maior precisão na visualização (o valor auferido em si) quando ocorre uma situação anormal. Portanto, em termos gerais as visualizações desta aplicação devem ter um ponto de equilíbrio em termos do grau de detalhe, já que o volume de informação é grande, além de permitir uma granularidade de detalhe variável, conforme a solicitação e necessidade do terapeuta.

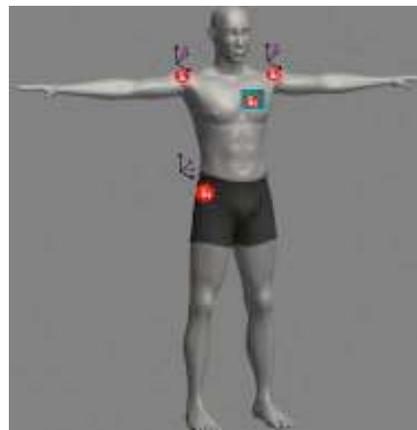


Figura 4: Monitorização da sessão

Por outro lado, há situações em que é interessante visualizar graficamente mais de uma informação em simultâneo. Por exemplo, a análise das rotações das articulações deve ser vista não só em termos de valores máximos, mínimos e médios registados, mas também permitir uma visão vectorial do movimento.

Uma característica de interesse na visualização [Rhyne03] desta aplicação é a conjugação entre técnicas de visualização de informação e científica. Existem funcionalidades cujos resultados pertencem ao domínio da primeira e outras que pertencem ao segundo.

Tarefa	Dados	
Monitorização da sessão	<ul style="list-style-type: none"> - Volumétrica - Símbolos - Pseudo cor - Vector - Gráfico histograma, linha e scatter plot com projecção geométrica - Som - Treemap e scatter plot (2D) 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo 3D do corpo humano (figura 4) - Localização dos sensores no fato - Frequência cardíaca e respiratória - Rotação das articulações - Frequência cardíaca e respiratória, rotação de articulações (projecções para histogramas e gráfico de linhas). - Frequência cardíaca e respiratória (alarme) - Distribuição de valores máximos, mínimos e médios de frequências e rotações - Variações entre valores máximos e mínimos de frequências
Análise da sessão	<ul style="list-style-type: none"> - Gráfico histograma e linha (2D e 3D) - Volumétrica e pseudo cor - Campo de vector 2D 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo 3D do corpo com as articulações coloridas segundo as variações máximas e mínimas de rotação - Distribuição das rotações das articulações
Análise do histórico	<ul style="list-style-type: none"> - Gráfico de área empilhado 3D - Gráfico circular 3D - Gráfico de área 3D + Todas as técnicas propostas para a análise de sessão 	<ul style="list-style-type: none"> - Variações entre valores máximos e mínimos de frequências - Distribuição de rotações - Tendência futura de valores de frequências e rotações

Tabela 1: Mapeamento proposto de tarefas, técnicas e dados

Por exemplo, a geração de gráficos de linha, barras ou *treemap* [Chintalapani04] são técnicas tipicamente pertencentes a visualização da informação. Entretanto, em termos de monitorização das tensões nas articulações do paciente, a utilização de técnicas como a volumétrica e vectores são bons exemplos de técnicas pertencentes ao âmbito da visualização científica.

Com base nas considerações referidas acima e nas necessidades apontadas por uma aplicação desta natureza, a tabela 1 ilustra o mapeamento proposto entre as tarefas, as técnicas visuais e os dados.

3.2 Software e Hardware

Para a implementação da aplicação [VTK06] a nível gráfico será utilizado o VTK 5.0 (*Visualization Toolkit*) da Kitware Inc. (a figura 5 ilustra a arquitectura proposta). Ela é uma ferramenta de código aberto gratuita para a computação gráfica tridimensional, o processamento de imagem e a visualização, consistindo numa biblioteca de classes em C++ e várias camadas de interpretadores incluindo Tcl/Tk, Java e Python. O VTK suporta uma grande variedade de algoritmos de visualização incluindo escalar, vector, tensor, textura, métodos volumétricos, além de métodos avançados de técnicas de modelação. O desenho e implementação desta biblioteca são orientados a objectos.

A nível de interface com o utilizador será [KWWidgets06] utilizado o KWWidgets. Ela é também uma ferramenta de código aberto gratuita para o desenvolvimento de interfaces gráficas, passível de instalação em muitas plataformas, incluindo Windows, Mac e vários tipos de Unix/Linux. Ela foi implementada em C++ e inclui todos os *widgets* padrão normalmente disponíveis – botões, caixas de diálogo, combo-boxes, listas, etc., além de avançadas *widgets* compostas – histogramas, editor de cor, barras de ferramentas, escala progressiva, etc.



Figura 5: Arquitectura da aplicação

Para a implementação da base de dados será utilizado o Access da Microsoft, como linguagem de desenvolvimento o C++, e sistema operativo Windows.

A nível de hardware será adoptado um PC com as seguintes características mínimas de referência: 400 GBytes de disco rígido, processador Intel de 3.4 GHz, placa gráfica GeForce de 256 MBytes.

4. CONCLUSÕES

Em função do elevado volume de informação recebida em tempo real através dos sensores, é fundamental que a aplicação atenda às exigências de processamento com funcionalidades que sejam capazes de gerar visualizações expressivas e eficientes dos resultados obtidos. Aliás, em função desse grande volume, faz-se necessária a combinação de técnicas que permitam uma boa apreensão dos dados bem como atendam de forma conveniente as necessidades cognitivas dos terapeutas e do domínio da área da saúde.

Por último, em função de ser uma aplicação orientada a área da saúde, é de suma importância a fiabilidade e recidivão de resultados e análises tanto a nível visual como funcional, pois só assim estarão garantidas as condições de sucesso de uma aplicação desta natureza e introduzida uma real mais valia.

5. REFERÊNCIAS

- [Cailleteau99] Laurent Cailleteau, Interfaces for Visualizing Multi-Valued Attributes: Design and Implementation Using Starfield Displays, *HCIL Technical Report n° 99-20*, Setembro-1999.
- [Chintalapani04] Gouthami Chintalapani et al. Extending the Utility of Treemaps with Flexible Hierarchy. *Proceedings 8th International Conference on Information Visualization*, 2004, pgs. 335-344.
- [Fiorelli02] Alexandre Fiorelli e Eduardo Arca., Hidrocioterapia: princípios e técnicas terapêuticas, *Coleções Plural*, EDUSC, 2002, Brasil.
- [KWWidgets06] KWWidgets, Kitware Inc., <http://www.kwwidgets.org>.
- [Plaisant04] Catherine Plaisant. The Challenge of Information Visualization Evaluation. *Proceedings of Advanced Visual Interfaces 2004*, Maio-2004. pgs. 109-116.
- [Rhyne03] Theresa Rhyne. Information and Scientific Visualization: Separate but Equal or Happy Together at Last. *IEEE Visualization 2003*, Outubro-2003, pgs. 611-614.
- [Taylor00] Russel M. Taylor II, "New Visualization Techniques", *ACM SIGGRAPH*, vol. 34, n° 1, Fevereiro/2000.
- [VTK06] VTK. Visualization Toolkit, Kitware Inc., <http://www.vtk.org>.