

Uma Arquitectura Experimental para Composição de Animações

José Braz
Dep. de Sistemas e. Informática,
EST Setúbal / IPS
Av. Rovisco Pais, 1000 Lisboa
jose.braz@estsetubal.ips.pt

Tiago Ribeiro
IST / UTL
Av. Rovisco Pais, 1000 Lisboa
tiagrib@gmail.com

João Madeiras Pereira
INESC-ID / IST/UTL
Av. Rovisco Pais, 1000 Lisboa
jap@inesc.pt

Donovan Tissot Clément Tremblier
ISTIA – Univ. Angers
62 Avenue Notre-Dame du Lac, 49000 Angers
{Donovan.tissot,Clement.tremblier}@etu.univ-tours.fr

Resumo

O presente artigo descreve o trabalho realizado até ao momento no âmbito da implementação de uma arquitectura experimental destinada a armazenar numa base de dados compatível com o standard ISO H-Anim as sequências de movimentos capturados e disponíveis em regime de livre utilização e, com base nelas, produzir e armazenar novas animações através da composição das existentes.

Mais do que pretender divulgar o trabalho realizado, querem os autores com esta submissão colocar a discussão num fórum público as soluções propostas e em fase de implementação.

Palavras Chave

Animação, Humanóides, Composição de Animações, H-Anim 200X

1. INTRODUÇÃO

Actualmente são vários os ambientes sintéticos a envolverem animações de humanos virtuais, desde os efeitos especiais da indústria cinematográfica em que a interactividade está completamente ausente, e de que são exemplos o filme “Matrix” dos irmãos Wachowski ou o mais recente “Bewolf 3D” que constitui o actual estado da arte neste campo, passando pelo mundo das comunidades virtuais, com a interactividade de um “Second Life” e o seu ainda concomitante fraco realismo, até aos jogos para consolas em que o “Grand Theft Auto IV” com uma temática de violência gratuita parece estabelecer um novo padrão de realismo e interactividade.

Mas o interesse pela animação ou simulação do movimento humano transcende largamente o âmbito da indústria de entretenimento encontrando intensos desenvolvimentos em campos aplicativos tão diversos como sejam a robótica, a simulação comportamental, a educação, a biomecânica ou a biomedicina

De acordo com o estudo das metodologias de animação da marcha de humanóides proposto por [Multon99], após as iniciais vagas de métodos procedimentais (1982-1990) e de métodos baseados na dinâmica aplicável ao corpo humano (1990-1996) que marcaram os primórdios da animação computacional de humanóides, a animação através da edição interactiva de movimentos, sejam eles originalmente capturados ou sintetizados, tem-se imposto

desde meados da década de 90 do século passado como a forma mais produtiva para obter animações realistas de humanóides.

1.1 Conceitos e Enquadramento

Antes de comparar diferentes metodologias de edição de movimentos baseadas em restrições, [Gleicher01] começa por discutir e propor uma definição do conceito de edição de movimentos como sendo “o acto de modificar o movimento de um objecto”, a qual, numa leitura restritiva, não engloba o importante campo da composição de movimentos que [Multon99], sem nunca definir explicitamente o conceito de edição de movimentos, inclui como sub-área do mesmo. Tendo em consideração os objectivos do presente trabalho e sendo nosso entendimento que aqueles se enquadram no conceito genérico da edição de movimentos, vimo-nos na necessidade de propor uma definição, talvez mais abrangente, do conceito de edição de movimentos como sendo a criação de novos movimentos através da reutilização de movimentos existentes. É aliás esta definição que parece transparecer quando [Gleicher99] afirma que “uma alternativa aos anteriormente descritos três métodos [especificação manual, simulação e captura] passa por evitar criar novos movimentos [de raiz] mas antes reutilizar movimento já existentes. Na prática, tal abordagem exige duas componentes: uma biblioteca de movimentos e uma metodologia para adaptar esses movimentos a novas necessidades”.

Enquadradas nesta nossa definição podemos identificar quatro áreas de investigação em que se têm verificado importantes resultados ao longo da última década, são elas:

1. a composição de animações ao longo do tempo, denominada *Motion Blending* por [Multon99] em que se pretende sequencializar duas animações produzindo a transição entre elas e de que servem de exemplo os trabalhos de [Rose96], [Wiley97], [Tanco00], [Gleicher03], [Okwechime08],
2. a composição de animações no espaço em que se pretende reutilizar partes da figura articulada de uma animação, como sejam um braço ou as duas pernas, para substituir as mesmas articulações noutra animação e de que são exemplos os trabalhos de [Ikemoto04] e [Majkowska06],
3. a adaptação das animações existentes, seja a novos ambientes, trajectórias ou a fenómenos externos ao humanóide animado, denominada *Motion Transformation* por [Popovic99], seja a adaptação a novos estilos de movimento, denominada *Style Translation* por [Hsu05]. Sendo a sub-área da edição de movimentos com mais trabalhos publicados e contando já com o estudo comparativo de [Gleicher01] continua a incorporar novas propostas de soluções de que [Zordan05] é um exemplo,
4. a transposição do movimento de uma figura articulada para outra figura articulada, residam as diferenças nas diferentes dimensões das articulações [Choi99], na estrutura das próprias articulações [Hsieh05] ou na geometria controlada pelo esqueleto [Lyard08].

1.2 Objectivos

Com a presente arquitectura pretende-se continuar o trabalho iniciado com o ANICOMDA: ANimation COMposition from a Motion capture Database [Braz09] no âmbito do projecto de Estudos Artísticos “TeDance – Perspectives on Technologically Expanded Dance” [Tércio09], propondo uma solução integradora para a composição de sequências de animação no espaço, ao longo do tempo e provenientes de diferentes actores (pontos 1, 2 e 4 da anterior lista)

Neste contexto, propomo-nos oferecer um ambiente interactivo para composição de animações a partir de uma base de dados de Motion Capture (MOCAP) compatível com o standard H-Anim que integre não só os actuais repositórios de ficheiros de movimentos capturados ou sintetizados já disponíveis em regime de livre utilização mas também as sequências de movimento capturadas no âmbito do projecto de investigação TeDance.

No contexto da discussão de uma arquitectura experimental que tenha como principal objectivo segmentar o problema da composição de animações previamente armazenadas (Figura 1) em blocos funcionais que permitam testar, independentemente uns dos outros, os diferentes algoritmos e metodologias já existentes, pretende-se também descrever o trabalho já realizado (a carregado na figura 1) no sentido de:

1. produzir e reutilizar animações de humanóides baseadas em sistemas de captura de movimentos,

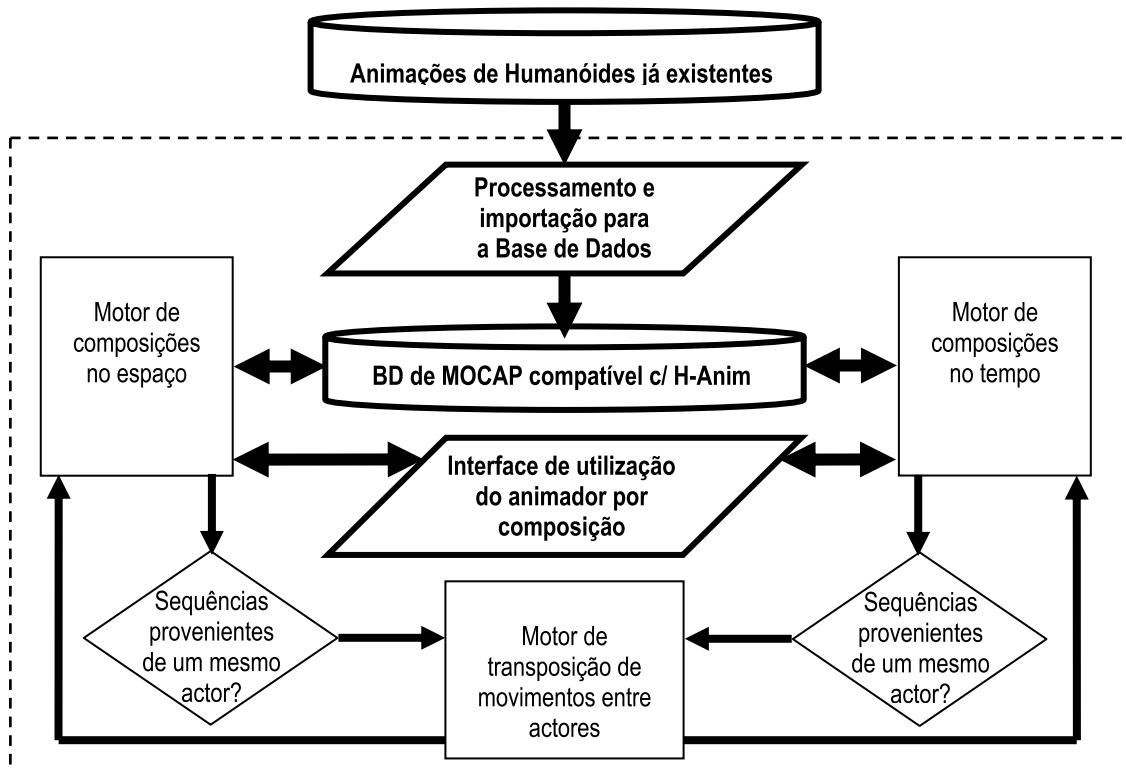


Figura 1: Arquitectura experimental para composição de animações

2. converter sequências de animação de humanóides do formato C3D para uma base de dados compatível com o standard H-anim,
3. produzir uma interface de utilização que permita a conversão referida em 2,
4. produzir uma interface de utilização que permita a composição das animações armazenadas,
5. produzir um humanóide passível de animar com as sequências de movimento referidas em 4.

2. ARQUITECTURA PROPOSTA

A arquitectura proposta parte do requisito imposto pelo projecto de investigação TeDance de armazenar num repositório standard não só as sequências de captura de movimento produzidas pelo próprio projecto mas principalmente as já disponíveis na WEB em regime de livre utilização e pode ser descrita através de um diagrama de fluxo com sete grandes blocos (Figura 1)

1. O conjunto de sequências de mocap disponível na web em regime de livre utilização
2. Um módulo que permita processar e importar as sequências de animação já existentes para a base de dados,
3. A base de dados de sequências de movimentos,
4. Uma interface gráfica para visualização e edição das animações
5. Um produtor de transições para composições no tempo.
6. Um produtor de composições para composições no espaço.
7. Um motor de transposição de movimentos entre actores a que os produtores de transições (5 e 6) terão que recorrer sempre que diferentes sequências de movimento sejam provenientes de diferentes actores. Muito provavelmente este motor de transposição poderá também ser usado pelo módulo de importação de dados (2) a fim de tornar esse processo completamente automático.

2.1 Base de Dados compatível com o H-Anim

Apesar da existência de numerosos formatos de ficheiro para armazenamento de dados sobre captura de movimentos, dos quais se pode encontrar uma breve descrição na wikipedia¹, e do facto de grande parte dos repositórios de sequências de movimentos capturados disponibilizarem a informação nos formatos mais comuns, como sejam o C3D² e o ASF/AMC³, só existe uma especificação ISO para animação de humanóides, motivo para nós mais do que suficiente para nos

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_motion_and_gesture_file_formats

(acedido em 15 de Junho de 2009)

² <http://www.c3d.org/>

(acedido em 15 de Junho de 2009)

³ <http://www.cs.wisc.edu/graphics/Courses/cs-838-1999/Jeff/ASF-AMC.html>

(acedido em 15 de Junho 2009)

socorrermos da norma H-Anim 200X como plataforma homogeneizadora para armazenamento de animações.

E se é verdade que, por um lado, a norma H-Anim 1.1 foi desenvolvida em grande parte para suportar os ambientes de realidade virtual desenvolvidos em VRML⁴, linguagem entretanto caída em desuso pelas suas limitações, por outro lado [Weekley07] apresenta já alguns desenvolvimentos no sentido de expandir essa norma por forma a permitir uma maior flexibilidade na especificação de animações.

A base de dados de movimentos capturados foi desenvolvida em MS Access e o seu modelo relacional é apresentado na Figura 2. A opção por um sistema de gestão de bases de dados relacional tem pontos fortes e fracos que devem ser referidos. As vantagens prendem-se com as ferramentas de suporte ao desenvolvimento e com a possibilidade de procurar e aceder a subconjuntos de juntas de uma sequência de Mocap com instruções em SQL; as principais desvantagens são as relacionadas com a elevada quantidade de dados normalmente produzidos pelos sistemas de Mocap [Arikan06] que nos limita à utilização de sequências com apenas poucas dezenas de segundos, por forma a manter a base de dados utilizável com tempos de reposta aceitáveis.

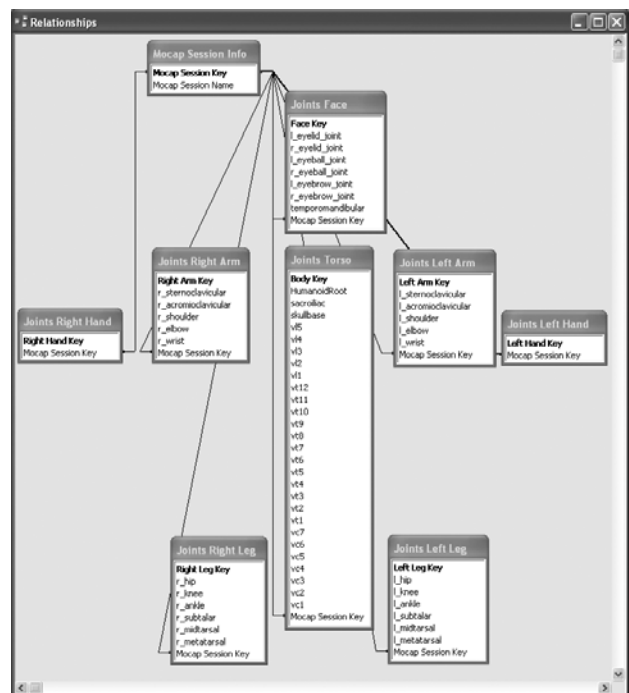


Figura 2: Modelo Relacional da Base de Dados compatível com a norma H-Anim

2.2 Animações já existentes

Existem já diversos repositórios de sequências de movimentos capturados, tanto comerciais como *open source*, tal como o MOTEK StockMoves^{TM5}, a CMU

⁴ <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/>

(acedido em 15 de Junho de 2009)

⁵ <http://www.e-motek.com/entertainment/stockmoves/index.html>

Graphics Lab Motion Capture Database⁶, ou o repositório do Advanced Computing Center for Arts and Design⁷ apenas para referir alguns exemplos.

Furniss (1999), citando o “White Paper on Motion Capture” de Scott Dyer, afirma que a captura de movimento "envolve a medição da posição e orientação de um objecto num espaço físico, seguida pelo armazenamento dessa informação numa forma acessível por um computador [...]”. Sempre de acordo com esta definição clássica, uma descrição exhaustiva dos métodos e técnicas usados pode ser encontrada em [Moeslund01, 06].

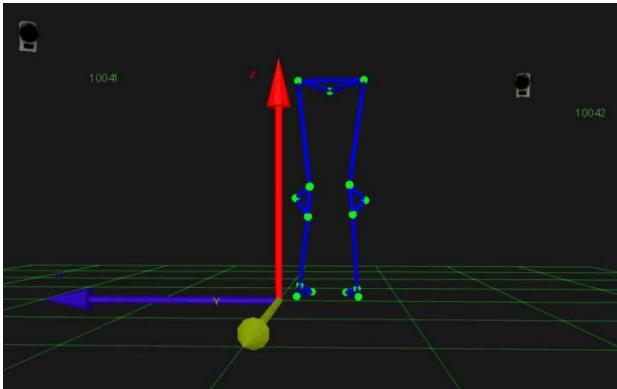


Figura 3: Juntas articulares obtidas a partir das marcas usadas nas sessões de captura de movimento

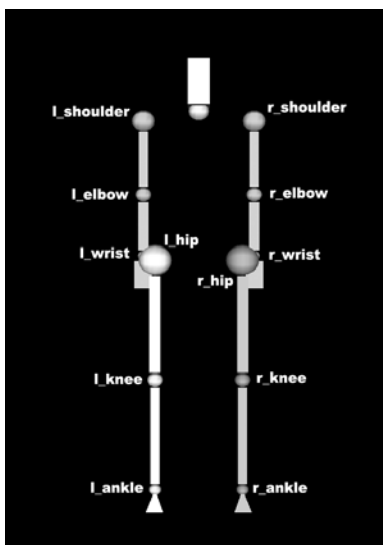


Figura 4: Subconjunto dos nós especificados pela norma H-Anim 1.1

Para o presente trabalho, os procedimentos de captura de imagem foram executados no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Motricidade Humana usando o sistema da Qualisys com seis câmaras e marcas

(acedido em 15 de Junho de 2009)

⁶ <http://mocap.cs.cmu.edu/>

(acedido em 15 de Junho de 2009)

⁷ http://accad.osu.edu/research/mocap/mocap_data.htm

(acedido em 28 de Junho de 2009)

tridimensionais por forma a obter a orientação das articulações do esqueleto para a reconstrução tridimensional (Figura 3).

2.3 Importação para a BD

No seu actual estado o módulo de importação de dados sobre movimentos capturados permite:

1. Abrir ficheiros em formato C3D recorrendo ao SDK C3DServer.
2. Apresentar uma listagem das marcas armazenadas no ficheiro C3D (Figura 5).
3. Executar manualmente a correspondência entre as marcas armazenadas no ficheiro e os nós da especificação H-Anim.
4. Armazenar na base de dados a animação convertida para a especificação H-Anim.
5. Visualizar a animação do ficheiro C3D (Figura 6)
6. Visualizar a animação armazenada na base de dados (Figura 7)

2.4 Interface para Composição

2.4.1 Visualização

No seu actual estado o módulo de visualização de animações finais (Figura 7) permite:

1. Carregar qualquer objecto suportado (esqueletos e poses de esqueleto) através do botão “Load Objects” da barra de ferramentas. Se for um esqueleto (*.hanimstruct) apresentará a janela de leitura do esqueleto (Figura 8). Se for uma pose de esqueleto (*.hanimpose) uma caixa de diálogo permite especificar o esqueleto ao qual aplicar a pose.
2. Ver quais os objectos existentes na cena premindo o botão "Object List", seleccioná-los e removê-los da cena.
3. Navegar na cena através de panning movendo o rato com o botão esquerdo premido ou fazendo zoom-in/zoom-out premindo o botão central do rato. Para rodar a cena recorre-se ao botão direito do rato.

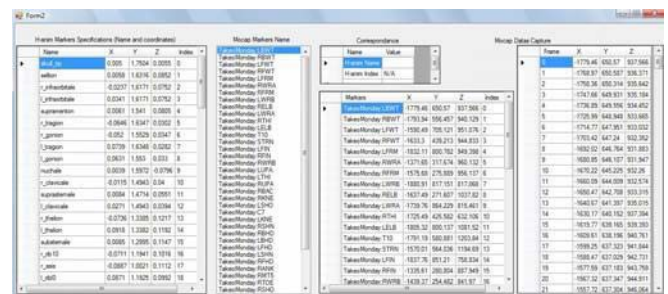


Figura 5: Listagem das marcas armazenadas no ficheiro C3D (metade direita) e dos nós da especificação H-Anim (metade esquerda) através das quais é feita a correspondência para posterior conversão e armazenamento na base de dados.

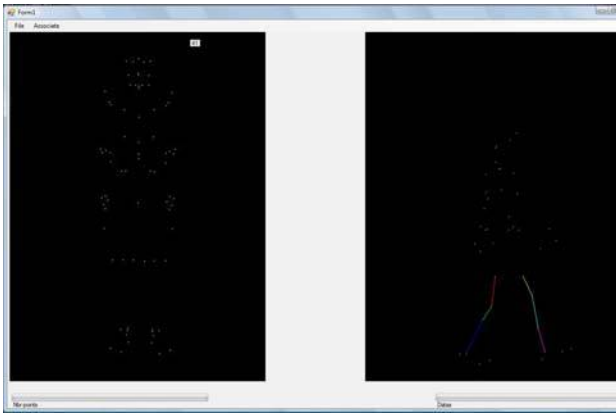


Figura 6: Apresentação da animação original proveniente do ficheiro C3D (metade esquerda) e da animação convertida e armazenada na base de dados.

2.5 Humanóide compatível com o H-Anim

Antecipando possíveis expansões da especificação H-Anim resultantes das adaptações em curso à especificação X3D no âmbito do consórcio web3d, assim como a possibilidade de visualizar animações baseadas noutras estruturas de esqueletos, o módulo de visualização e composição permite carregar a estrutura do esqueleto independentemente da estrutura da base de dados em que estão armazenadas as animações. Com esse objectivo são suportados dois tipos de ficheiros de texto associados com os dados especificação H-Anim:

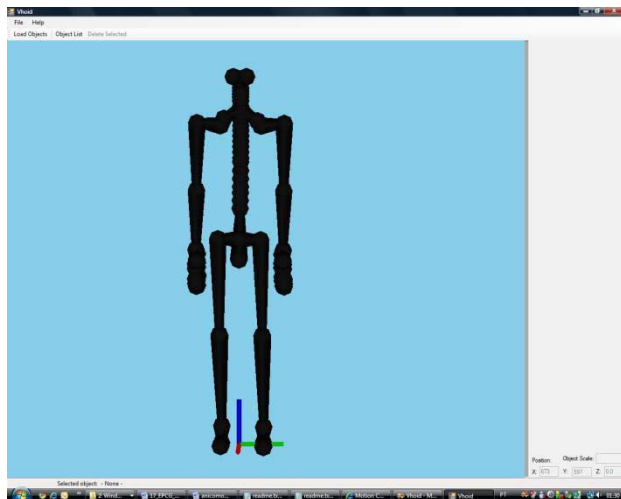


Figura 7: Janela de Visualização de Animações

1 – Um ficheiro com a estrutura do esqueleto (extensão “.hanimstruct”) que define a hierarquia do esqueleto em termos das juntas e segmentos para os quais existem as posições tridimensionais resultantes da captura de movimentos. A informação constante neste ficheiro é uma cópia da especificação disponibilizada pelo Humanoid Animation Working Group⁸ e em anexo é

⁸ <http://www.h-anim.org/>

(Acedido em 28 de Junho de 2009)

descrito o seu formato e apresentado um exemplo que inclui todos os nós da especificação H-Anim 200X.

2 – Um ficheiro que define a pose do esqueleto previamente carregado (extensão “.hanimpose”) e cuja informação é uma cópia integral das tabelas de posições e translações das juntas definidas pelo Humanoid Animation Working Group no Anexo A da especificação H-Anim⁹

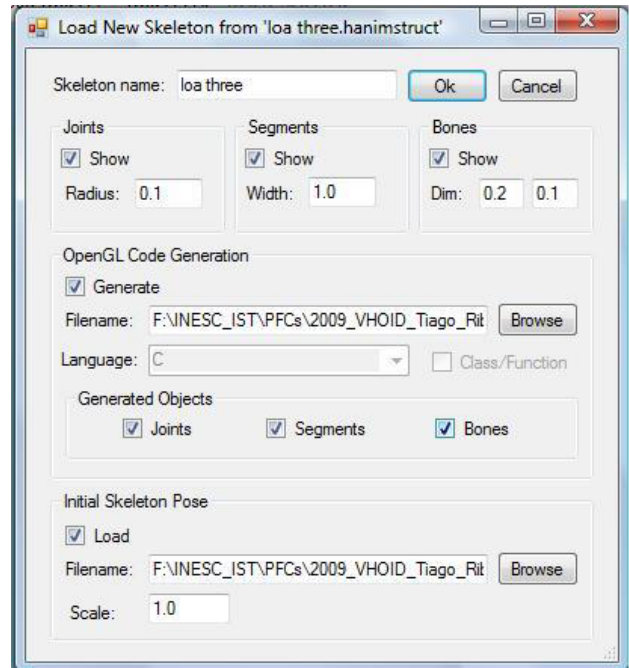


Figura 8: Janela de leitura de esqueletos e respectivas poses.

3. CONCLUSÕES E TRABALHO EM CURSO

Estando já numa fase avançada, a implementação dos fundamentos da arquitectura proposta, nomeadamente do módulo de importação de dados, da base de dados e da interface de visualização e composição é já possível concluir que todas as sequências de animação até ao momento convertidas do formato de ficheiro C3D para a base de dados não perderam qualidade com a conversão. É no entanto essencial realçar que em todos os casos se registava uma completa correspondência entre as marcas usadas e os nós da especificação H-Anim.

Também é possível concluir que o processo manual de correspondência entre as marcas e os nós, apesar de ser executado uma única vez para cada ficheiro, é moroso e entediante podendo ser no nosso entendimento automatizado através da aplicação de metodologias de transposição de animações entre esqueletos.

⁹ http://h-anim.org/Specifications/H-Anim200x/ISO_IEC_FCD_19774/BodyDimensionsAndLOAs.html#SuggestedBodyDimensionsAndLOAs

(Acedido em 28 de Junho de 2009)

4. BILIOGRAFIA

- [Arikan06] Arikan, Okan. 2006. Compression of Motion Capture Databases. *ACM Transactions on Graphics* 25(3) 890—897. ACM Digital Library
- [Braz09] Braz, J., Tércio, D., Matos, M. Neves, D. Pereira, J. Veloso, A.. ANICOMDA: Animation Composition from a Motion Capture Databse. In “Perspectives on Technologically Expanded Dance” ISBN:987-972-735-160-2, FMH, Janeiro 2009, 89-99.
- [Choi99] Kwang-Jin Choi; Hyeong-Seok Ko, "On-line motion retargetting," *Computer Graphics and Applications*, 1999. Proceedings. Seventh Pacific Conference on, vol., no., pp.32-42, 1999.
- [Tércio09] Tércio, D. (Ed.). “Perspectives on Technologically Expanded Dance” ISBN:987-972-735-160-2, Faculdade de Motricidade Humana. Janeiro 2009.
- [Furniss99] Furniss, M. ‘Motion Capture’. MIT communications forum. Disponível em <http://web.mit.edu/comm-forum/papers/furniss.html> (acedido em 15 de Junho 2009)
- [Gleicher99] Gleicher, M. 1999. Animation from observation: Motion capture and motion editing. *SIGGRAPH Comput. Graph.* 33, 4 (Nov. 1999), 51-54.
- [Gleicher01] Gleicher, M. 2001. Comparing constraint-based motion editing methods. *Graph. Models* 63, 2 (Mar. 2001), 107-134.
- [Hsieh05] Ming-Kai Hsieh; Bing-Yu Chen; Ming Ouhyoung, "Motion retargeting and transition in different articulated figures," *Computer Aided Design and Computer Graphics*, 2005. Ninth International Conference on, vol., no., pp. 6 pp.-, 7-10 Dec. 2005
- [Hsu 05] Hsu, E., Pulli, K., and Popović, J. 2005. Style translation for human motion. In *ACM SIGGRAPH 2005 Papers* (Los Angeles, California, July 31 - August 04, 2005). J. Marks, Ed. SIGGRAPH '05. ACM, New York, NY, 1082-1089.
- [Ikemoto04] Ikemoto, L. and Forsyth, D. A. 2004. Enriching a motion collection by transplanting limbs. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation* (Grenoble, France, August 27 - 29, 2004). Symposium on Computer Animation. Eurographics Association, Aire-la-Ville, Switzerland, 99-108.
- [Lyard08] Lyard, E. and Magnenat-Thalmann, N. 2008. Motion adaptation based on character shape. *Comput. Animat. Virtual Worlds* 19, 3-4 (Sep. 2008), 189-198.
- [Majkowska06] A. Majkowska, V. B. Zordan and P. Faloutsos, “Automatic Splicing for Hand and Body Animations” *Eurographics/ ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation* (2006)
- [Multon99] Franck Multon, Laure France, Marie-Paule Cani-Gascuel, Gilles Debunne. 1999. Computer Animation of Human Walking: a Survey. *Journal of Visualization and Computer Animation*, 10 (1) 39-54, John Wiley & Sons, Ltd.
- [Okwechime08] Okwechime, D. and Bowden, R. 2008. A Generative Model for Motion Synthesis and Blending Using Probability Density Estimation. In *Proceedings of the 5th international Conference on Articulated Motion and Deformable Objects* (Port d'Andratx, Mallorca, Spain, July 09 - 11, 2008). F. J. Perales and R. B. Fisher, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5098. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 218-227.
- [Rose96] Rose, C., Guenter, B., Bodenheimer, B., and Cohen, M. F. 1996. Efficient generation of motion transitions using spacetime constraints. In *Proceedings of the 23rd Annual Conference on Computer Graphics and interactive Techniques SIGGRAPH '96*. ACM, New York, NY, 147-154.
- [Sulejmanpašić 05] Sulejmanpašić, A. and Popović, J. 2005. Adaptation of performed ballistic motion. *ACM Trans. Graph.* 24, 1 (Jan. 2005), 165-179. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1037957.1037966>
- [Tanco00] Tanco, L. M. and Hilton, A. 2000. Realistic synthesis of novel human movements from a database of motion capture examples. In *Proceedings of the Workshop on Human Motion (Humo'00)* (December 07 - 08, 2000). HUMO. IEEE Computer Society, Washington, DC, 137.
- [Weekley07] Jeffrey D. Weekley and Curtis L. Blais and Don Brutzman, “Composing behaviors and swapping bodies with motion capture data in X3D”, in *Web3D '07: Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology; 2007; ISBN 978-1-59593-652-3; 195—200; ACM; New York, USA*
- [Wiley97] Wiley D. J., Hahn J. K.: Interpolation synthesis of articulated figure motion. *IEEE Computer Graphics & Applications* 17, 6 (Nov.-Dec. 1997), 39–45.
- [Zordan 05] Victor Brian Zordan, Anna Majkowska, Bill Chiu, Matthew Fast, Dynamic response for motion capture animation, *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, v.24 n.3, July 2005