

4 Tecnologias

A ideia da construção de *Digital Human Models* não caminha em separado das diversas tecnologias que englobam tal construção. Porém, para um melhor entendimento, serão descritas a seguir as principais tecnologias que compõem o panorama construtivo dos DHM, com suas especificidades e aplicações.

4.1 *Motion capture*

A captura de movimentos ou *motion capture* já foi citada anteriormente nesta dissertação e será tratada a seguir de forma mais intensa, sendo assim interessante uma explanação mais ampla sobre as diferentes possibilidades e limitações em se tratando de transferir informações de movimentos reais para o ambiente virtual.

A primeira coisa que se precisa definir é a lógica que rege os sistemas de captura, e essa pode ser descrita em linhas gerais por:

Movimento real > Sensores > Conexão com o computador > Computador > Dados relativos ao movimento

Há alguns fatores que são importantes na avaliação, por exemplo, dos resultados esperados, da viabilidade para cada situação, entre outros. Fatores como área necessária para utilização, tempo de configuração e preparação do modelo para captura, a compatibilidade com *softwares* comerciais que façam uso desses movimentos, restrições, conforto do modelo, entre outros, podem ser decisivos na escolha de um sistema de captura que venha a atender os requisitos, as expectativas ou até as restrições.

Diante da lógica descrita, e citados alguns fatores operacionais, há, também, uma divisão entre as diversas tecnologias de se capturar movimentos que as separa pelo tipo de processo utilizado, e podem assim facilitar um melhor

entendimento posterior de vantagens e desvantagens. Tal divisão se dá da seguinte forma:

- Processo acústico;
- Processo eletromagnético;
- Processo mecânico;
- Processo ótico.

A seguir, uma descrição um pouco mais detalhada de algumas características de cada processo, baseadas na divisão por tecnologias utilizadas. Também poderiam ser feitos outros agrupamentos, por outras características relevantes aos sistemas.

Processo acústico

Definidos pela utilização de emissores sonoros, esses posicionados nas articulações ou nos segmentos do ator (Fig. 25). Receptores são colocados no local da captura de forma que possam receber sequencialmente os ruídos produzidos pelos emissores e, baseado na localização desses receptores e no tempo levado para o ruído ser captado, calcular assim a posição dos emissores no espaço através da triangulação das distâncias em relação aos receptores.

As principais dificuldades encontradas na utilização de processos acústicos são a dificuldade de isolamento acústico em ambientes de campo, obrigando assim a utilização desse tipo de captura em ambientes neutros e controlados, além do fato de haver uma limitação quanto ao número de emissores que podem ser utilizados simultaneamente. Não raro também, reflexões ou ruídos inesperados atrapalham, distorcem ou inutilizam a captura. Os cabos utilizados por esse tipo de processo também pode ser um problema, visto que pode interferir na movimentação do ator durante a captura, inclusive gerando ruídos.

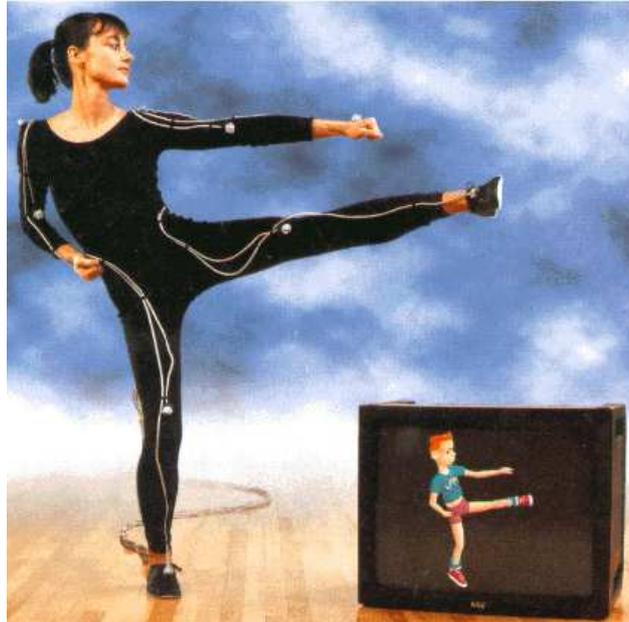


Figura 25 – Exemplo de *motion capture* por processo acústico – Ultratrak Pro
Fonte: <http://www.answers.com/topic/motion-capture> (18/02/2012)

Processo eletromagnético

Definidos pela utilização de sensores eletromagnéticos posicionados nas articulações ou nos segmentos do ator (Fig. 26). Esses medem sua posição e orientação e enviam tal sinal para antenas receptoras conectadas ao computador. Esse tipo de sistema tem como grande vantagem a velocidade de informação transmitida e seu processamento, possível em tempo real. Não apresenta, também, problemas de oclusão, permitindo assim sua utilização em capturas in loco.

Apesar de suas vantagens, principalmente pelo processamento rápido das informações e do baixo custo inerente a esse fato, visto que não demanda grande poder de processamento, os sistemas magnéticos também possuem suas limitações, como sensibilidade a objetos metálicos presentes na cena ou próximos ao local da captura. Até mesmo a estrutura do prédio ou automóveis próximos podem causar perturbações durante o processo. Outra desvantagem é a taxa de transferência das informações, que não ultrapassa 120FPS, o que inviabiliza a captura de movimentos muito complexos e/ou rápidos, sendo assim mais indicado para capturas de movimentos mais simples.



Figura 26 – Captura de movimento através de sistema magnético
Fonte: Acervo próprio

Processo mecânico

É o processo que conta com a tecnologia menos avançada dos quatro citados, porém devido à sua alta taxa de amostragem⁴¹ (para tempo real) pode oferecer vantagens atrativas. A partir da utilização de potenciômetros posicionados nas articulações (Fig. 27) ou nos segmentos do ator a ser capturado, fornece informações de posição e orientação por medidas absolutas. Sendo assim, não apresenta problemas de influência como campos magnéticos ou reflexões. Esse tipo de sistema conta com um tempo de calibragem muito pequeno, o que também é um diferencial positivo em relação aos outros.

⁴¹ Taxa de amostragem é definida pelo volume de dados enviados por segundo para o sistema o qual irá receber e organizar de forma lógicas esses dados para que possam ser utilizados nos softwares específicos.



Figura 27 – Exemplo de *motion capture* por processo mecânico – Gypsy

Fonte: <http://www.metamotion.com/gypsy/gypsy-motion-capture-system-mocap.htm> (18/02/2012)

Processo ótico

Composto de trajes especiais que possuem marcadores ou refletores (emissores LED) posicionados nas articulações ou nos segmentos (Fig. 28). Câmeras especiais para o tipo de marcador usado são posicionadas de forma que possam captar a imagem do ator capturado e fazer o *tracking* durante a movimentação. Cada câmera envia informações para o *software* específico que gera dados bidimensionais 2D para cada ponto marcado, que combinado com os dados de outra câmera para o mesmo ponto pode formar a informação de movimento 3D. Tal tecnologia permite altas taxas de amostragem, possibilitando movimentos rápidos e capturas precisas.

Os sistemas óticos são os mais caros dentre os quatro citados e tal custo se dá por conta de toda a tecnologia necessária, como emissores, câmeras especiais e computadores com alto poder de processamento, esses dois últimos imprescindíveis para que se alcance as altas taxas de amostragem, conforme descrito acima.

Uma vantagem desse tipo de sistema é a liberdade do ator durante a captura, já que não há cabos ou ligações necessárias. Porém, também exige um ambiente neutro e calibrado, onde as câmeras ficam posicionadas em locais específicos e devidamente calculados e qualquer oclusão ou mudança no posicionamento acarreta erros no resultado final. A iluminação global do ambiente também deve ser muito bem calibrada para evitar interferência no *tracking* dos refletores.

A grande desvantagem de processos óticos é a ocorrência de problemas com oclusão, conforme citados acima. Eles são comuns quando se trata de capturas de movimentos menores, como das mãos e pés, e podem ser resolvidos com a utilização de um número maior de câmeras, o que por sua vez, acarreta no aumento do custo do sistema ótico desejado. Cabe ressaltar também que quanto maior o número de câmeras, maior a necessidade de processamento necessária, logo, maior custo com computadores também.

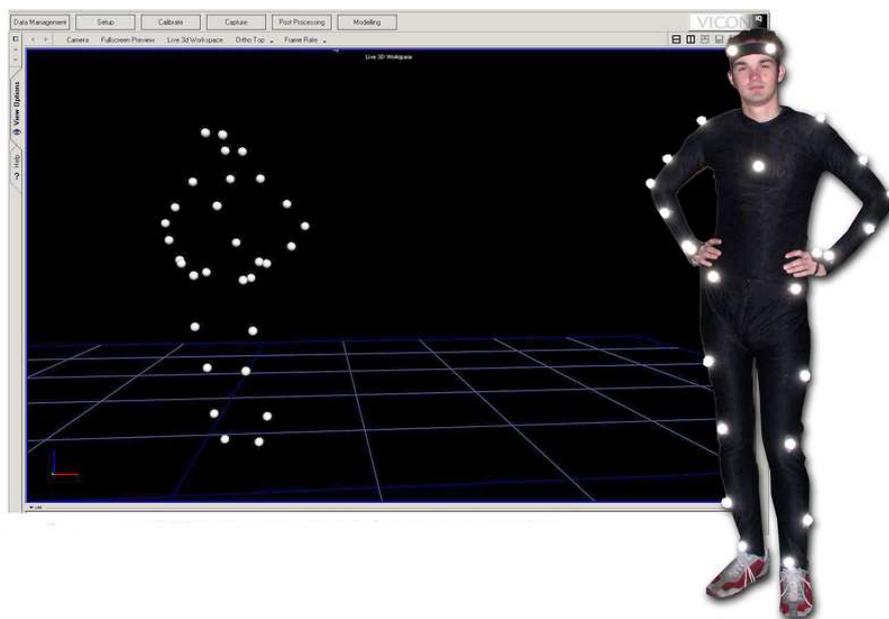


Figura 28 – Exemplo de *motion capture* por processo ótico – Vicon
 Fonte: <http://www-personal.umich.edu/~hamms/portfolio/motioncapture/index.html> (18/02/2012)

4.2 Digitalização tridimensional

Digitalização tridimensional é o procedimento no qual se captura dados de objetos em três dimensões e, através da leitura e interpretação desses dados em softwares específicos, permite a obtenção com grande nível de detalhes de superfícies, curvaturas e até texturas. O procedimento também é muito conhecido como escaneamento 3D e pode ser usado entre diversas funções, como base para engenharia reversa⁴², análise de superfícies, entre outras.

⁴² Em linhas gerais, engenharia reversa trata de analisar partes ou uma solução já adotada por algum artefato, na busca de conceber novas ideias ou soluções, sem que se configure cópia.

Antes que os procedimentos de obtenção dos dados tridimensionais passassem a ser conhecidos como escaneamento 3D, o sistema mais utilizado era o braço digitalizador (Fig. 29). Um braço articulado que, através da marcação de pontos no corpo da peça a ser digitalizada, transfere as coordenadas dos pontos para um software específico no qual esses pontos irão ser transformados em uma superfície digital.



Figura 29 – Exemplo de braço digitalizador

Fonte: <http://www.apisensor.com.br/braco-medicao-Axxis7-laser-scanner.html> (18/02/2012)

Segundo Silva (2011)⁴³, nas últimas duas décadas, os sistemas de digitalização 3D foram continuamente melhorados, no que diz respeito a métodos, técnicas e softwares. Tais sistemas, inicialmente desenvolvidos para outros setores industriais, vêm sendo aplicadas para medições de partes humanas.

Por permitir um conhecimento da forma humana de forma mais fidedigna e ágil do que os processos de antropometria tradicional, muito tem sido estudado na área de antropometria 3D, na tentativa de desenvolver sistemas que possam decupar a enorme quantidade de dados relativos ao corpo humano que a digitalização oferece, aqueles que são mais importantes para o conhecimento do corpo humano e não abranger todos os dados, pois o trabalho necessário para entendê-los e transformá-los em informação aplicável seria enorme.

⁴³ Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência – **SILVA, F.P. (2011)**

Os processos de escaneamento 3D ganharam grande impulso visto o potencial de agilizar ou transformar a maneira de se projetar. Apesar de ainda serem sistemas muito dispendiosos no mercado nacional, já há diversos scanners 3D de diferentes tecnologias espalhados pelo Brasil.

Abaixo é apresentada uma descrição de alguns sistemas de digitalização 3D utilizados para capturar o corpo humano, que é a área de maior interesse visto o tema abordado na dissertação.

Sistema a laser

De forma simplificada, o funcionamento dos sistemas a laser se dá pela emissão de raios laser que após atingirem o corpo são captados por receptores. Esses sistemas funcionam normalmente com três, quatro ou mais emissores. A partir do tempo decorrido entre a emissão e a recepção do feixe de laser, o software pode, a partir de triangulação, dar a posição no espaço dos pontos. A técnica se chama triangulação devido ao posicionamento formado entre o emissor, o objeto (corpo humano) e o receptor, que forma um triângulo, como pode ser visto na figura 30.

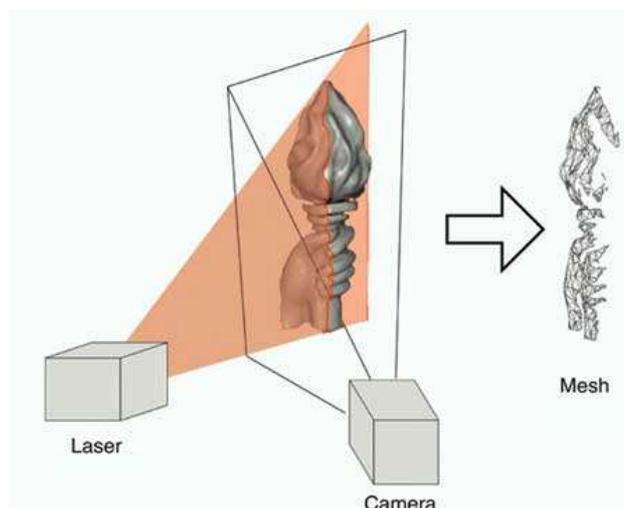


Figura 30 - Esquema exemplificando a técnica de triangulação e formação de *mesh*⁴⁴ utilizada nos scanners 3D a laser

Fonte: <http://archive.arstechnica.com/reviews/2q00/digitalm/michelangelo-1.html> Disponível em: 03/10/2012

Esse tipo de sistema tende a ter um custo elevado, por contar com equipamentos como motores e unidades óticas que precisam ser muito precisas

⁴⁴ *Mesh* pode ser definido como o conjunto de vértices, arestas e faces que forma um objeto em computação tridimensional, faces essas normalmente em forma de triângulos ou quadrados.

para que não interfiram na captura. Outro ponto delicado em se tratando de digitalização a laser é o tempo necessário para tal procedimento, que pode apresentar problemas devido à movimentação da pessoa capturada no processo, o que não ocorre quando utilizado para objetos.

Sistema de luz estruturada (luz branca)

O sistema de luz estruturada, ou luz branca, também se baseia em triangulação. Porém, através da projeção de uma sequência de imagens como listras ou padrões geométricos, e sua captura por sensores óticos, a deformação sofrida por essas projeções na superfície na qual as imagens são projetadas é interpretada por *softwares* específicos (Fig. 31). De menor precisão do que o sistema a laser, ocasionalmente, para que haja um aumento na fidelidade da captura, projeções são utilizadas em diferentes posições e com mais de um projetor, de forma sequencial, para que uma projeção não venha a interferir na outra.

A utilização de mais de um projetor aumenta o tempo de captura, que mesmo assim não é elevado como o dos sistemas a laser, portanto, dificilmente apresentando problemas com movimentação. Na figura a seguir, de número 32 é possível ver um comparativo das duas técnicas de escaneamento sendo utilizadas em uma mesma peça.

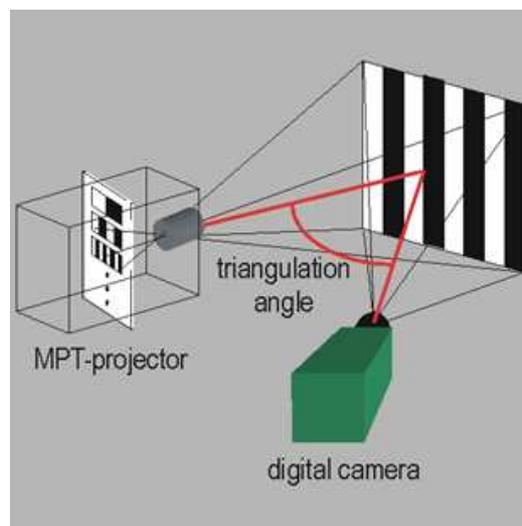


Figura 31 - Esquema exemplificando a técnica de triangulação utilizada nos scanners 3D de luz estruturada

Fonte: <http://www.qualitydigest.com/inside/cmssc-article/robotic-scanning-using-white-light-scanner.html> Disponível em: 03/10/2012

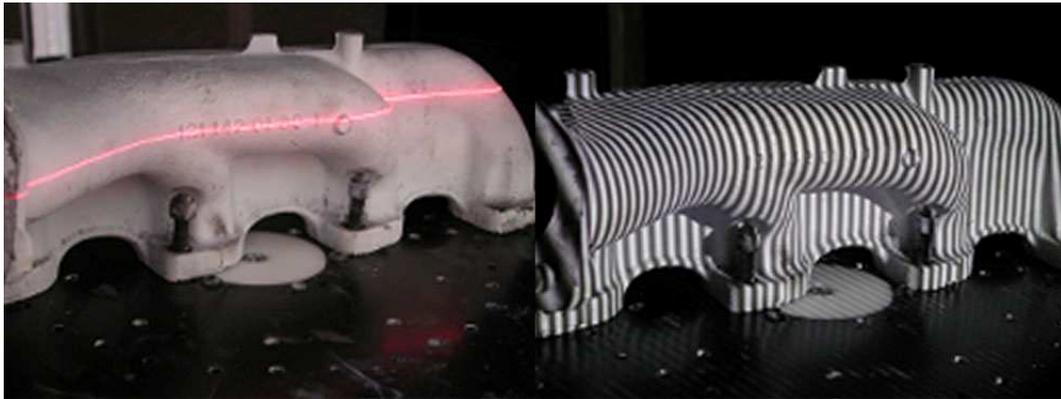


Figura 32 - Comparativo entre scaneamento a laser e por luz estruturada de uma mesma peça
Fonte: <http://www.globalinspectionsolutions.com/about.html> Disponível em: 03/10/2012

Sistema de infravermelho (Kinect)

As tecnologias de digitalização 3D sempre se caracterizaram por possuírem um custo de aquisição elevado, o que as tornava de acesso mais difícil e mais específico para alguns tipos de projetos. Porém, com a implementação do *Kinect*⁴⁵, dispositivo que é um periférico do console de games XBOX, da Microsoft, diversos estudiosos passaram a estudar sua utilização para digitalizar objetos, ambientes e a forma humana.

Dotado de um projetor infravermelho e uma câmera que consegue através de um chip específico e *softwares* rastrear os movimentos humanos, principal objetivo do periférico. Porém, com alguns *softwares* e *drivers* desenvolvidos por pesquisadores não ligados à Microsoft, foi possível utilizar o sistema de profundidade de campo da câmera integrado ao sistema de infravermelho, tornando-o assim um sistema de escaneamento 3D de baixo custo, compacto e simples de ser usado. No entanto com baixa resolução devido à distância necessária do sistema até a pessoa capturada, para que se consiga enquadrá-la por inteiro. Para solucionar o problema com a resolução reduzida, há pesquisadores que investem na utilização de múltiplos Kinects para que essa distância de captura possa ser reduzida e, conseqüentemente, sua resolução aumentada (vide Fig. 33).

⁴⁵ Fonte: <http://www.xbox.com/pt-BR/Kinect/Home-new?xr=shellnav> (11/02/2013)

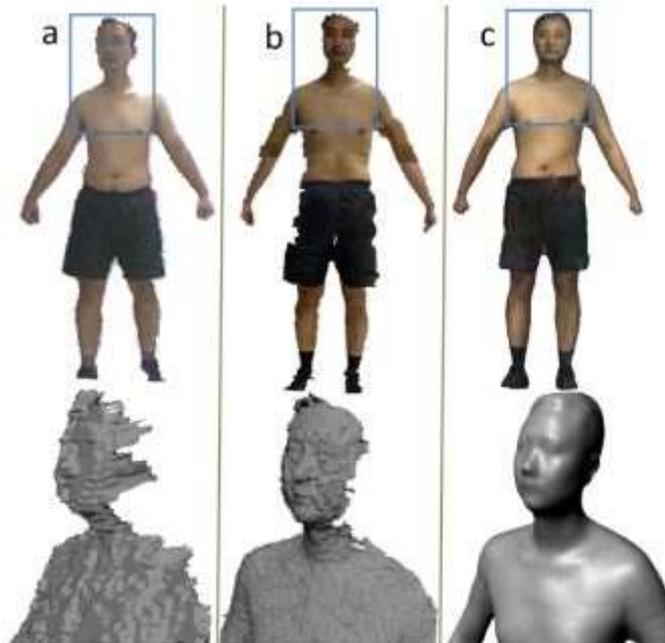


Figura 33 - Comparativo entre scaneamento com diferente número de Kinects

Fonte: <http://www.math.zju.edu.cn/ligangliu/cagd/projects/kinects-capturinghumans/paper/paper-vr2012.pdf> em: 03/10/2012

Na figura acima, os pesquisadores da Universidade de Zhejiang, na China, apresentam um comparativo entre a captura utilizando Kinect (a), três Kinects dispostos em alturas diferentes (b) e o modelo reconstruído através de um algoritmo desenvolvido por eles (c). Para fins da discussão a respeito de resolução proposta, cabe analisar somente as duas primeiras seções da imagem, onde fica nítido o aumento de qualidade da captura com a implementação de múltiplos Kinects.

No que tange a digitalização de formas humanas, as tecnologias apresentadas acima são largamente as mais utilizadas, porém há algumas outras que podem ser citadas, mas que não possuem uma relevância tamanha que necessite de uma descrição tão detalhada.

Dentre essas outras tecnologias, podemos citar a fotogrametria, que também se baseia em imagens para a construção de modelos digitais, imagens essas adquiridas por câmeras digitais que fotografam o objeto em questão. Também existe a captura de silhuetas, que parte do contraste por imagem da silhueta humana com o fundo, mas que apresenta problemas de oclusão quando as partes do corpo se sobrepõem, entre outras tecnologias menos utilizadas, que

não apresentam praticidade ou viabilidade para serem implantadas na captura da forma humana.