

# Dispositivos não convencionais para o rastreamento do corpo humano

**Anthony F. La Marca <sup>1</sup>, José Remo F. Brega <sup>2</sup>, Juliana F. da Silva <sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Computação – Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)  
- Alto Araguaia – MT.

<sup>2</sup>Departamento de Computação – Universidade Estadual Paulista (UNESP)- Bauru - SP  
{anthonyferreiralarca, ju}@gmail.com, remo@fc.unesp.br

**Resumo.** *Devido à popularização e a necessidade de se aprender Língua de Sinais, surgem ferramentas que auxiliam neste tipo de comunicação. No Brasil, por exemplo, o governo disponibiliza profissionais de Língua de Sinais para auxiliarem as comunidades, no entanto, se pensar na hipótese de que pessoas vivem em lugares de difícil acesso, há uma dificuldade na locomoção dos profissionais a tais lugares, além de trazer gastos excessivos ao governo. Assim, uma ferramenta que simule os movimentos de tais profissionais, explorando amplamente os recursos tecnológicos (custo-benefício) para enriquecer e disponibilizar a ferramenta para as comunidades, se torna viável a fim de suprir esta lacuna. O sistema oferece recursos de edição de movimentos, sendo estes, posteriormente recuperados pela ferramenta para a visualização e representação dos sinais em um Ambiente Virtual. Os recursos utilizados disponibilizam dois dispositivos não convencionais para o rastreamento corporal, os controladores Wiimotes e a Luva P5-Glove.*

**Abstract.** *Due to the popularity and need to learn sign language, there are tools that help in this type of communication. In Brazil, for example, the government offers professional Sign Language to assist communities, however, if think the hypothesis that people live in places difficult access, there is a difficult in movement of professionals to such places, besides bringing government overspending. Thus, a tool that simulates the movements of professional, fully exploiting the technological resources (cost-benefit) to enrich and provide a tool for communities, it becomes possible order to fill this gap. The system provides resources for editing movements, and these, later, are retrieved by tool for the visualization and representation of signals in a Virtual Environment. The resources used, provide two unconventional devices for tracking body, the Wiimote controllers and P5 glove.*

## 1. Introdução

Com a crescente evolução da Realidade Virtual e com as novas bibliotecas disponíveis para a implementação e visualização de ambientes tridimensionais, é possível desenvolver aplicações de baixo custo com ferramentas livres e mecanismos de sincronização para alcançar maior interoperabilidade. A combinação desta com computadores mais rápidos e ferramentas de softwares poderosos, leva ao desenvolvimento de sistemas altamente imersivos e interativos, simulando as leis que regem o mundo real.

Assim, a Realidade Virtual sendo a técnica mais avançada de interface entre o usuário e o computador, proporcionando imersão, navegação e interação do usuário com o ambiente sintético tridimensional [Kirner e Siscoutto 2007], possibilita o desenvolvimento de um Sistema Avançado de Realidade Virtual para o ensino de Língua de Sinais, viabilizando uma alternativa computacional para a comunicação entre as comunidades que usufruem a mesma.

Com a possibilidade da utilização de recursos oferecidos pela RV, um sistema que aborde estes conceitos para melhorar e estimular o aprendizado em Língua de Sinais se torna visível e interessante, visto que há uma dificuldade na comunicação entre as comunidades que utilizam Língua de Sinais.

Dentre os recursos oferecidos pela Realidade Virtual, o rastreamento corporal se mostra bastante propulsor, visto que o sistema possibilita a edição de movimentos através de dispositivos não convencionais, permitindo o rastreamento 3D. Dentre os dispositivos estão: os controladores Wiimotes e a Luva P5-Glove, ambos encontrados com baixo custo no mercado.

Tais dispositivos simulam os movimentos das partes superiores do corpo humano, mais sucintamente, os braços e antebraços direito e esquerdo, além da mão direita juntamente com seus dedos.

Os movimentos são armazenados em um banco de dados local, onde são recuperados posteriormente por um Humano Virtual para a representação em Língua de Sinais em um Ambiente Virtual Tridimensional.

## **2. Língua de Sinais**

A comunicação é uma necessidade humana, sendo a linguagem oral e a escrita às maneiras mais comuns de comunicação. Segundo Góes (1996), a língua utilizada pelo indivíduo depende do grupo em que está inserido, sendo ouvinte, a comunicação se estabelece em termos oral-auditivos. No entanto, para deficientes auditivos a comunicação se estabelece em termos gestual-visuais, em que gestual significa o conjunto de elementos linguísticos manuais, corporais e faciais necessários para a articulação de movimentos.

Conceituando formalmente a Língua de Sinais, pode-se dizer que este tipo de linguagem se refere a estruturas linguísticas utilizadas pela comunidade de deficientes oral-auditivos, na expressão, na elaboração de pensamentos e na comunicação, sendo formadas pela associação de movimentos das partes do corpo acima do quadril e produzidas através do canal gestual-visual [Fusco 2004].

A Língua de Sinais ou a Língua Gestual refere-se basicamente ao uso de gestos e sinais em vez de sons na comunicação.

Segundo Marcato (2000) enquanto o emissor constrói uma sentença a partir de vários elementos (mão, ombro, expressão facial, etc.) o receptor utiliza a visão para entender o que foi transmitido. Desta forma, os sinais construídos baseavam-se nos limites articulares do corpo e nos limites do sistema visual humano.

A Língua de Sinais não é uma língua universal e, da mesma forma que a língua oral, é diferente em vários países devido à influência cultural, podendo até mesmo

apresentar sinais que variam entre regiões e entre comunidades de deficientes auditivos. Assim como cada país tem sua língua oficial, cada país também possui sua Língua de Sinais [Marcato 2000].

No Brasil, a Língua de Sinais, cuja sigla é LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais), foi reconhecida em 24 de abril de 2002 como meio legal de comunicação e expressão das comunidades surdas, de acordo com a lei N°. 10.436, decretada pelo Congresso Nacional e sancionada pelo então presidente da república, Fernando Henrique Cardoso [Fusco 2004].

### **3. Humanos Virtuais**

A ideia de Humanos Virtuais surgiu para representar as máquinas de uma maneira mais racional, realizando atividades que envolviam seres humanos com o mundo físico em tarefas onde havia riscos, evitando problemas de presença, segurança e limitações físicas [Modesto 2007].

Segundo Badler (1997), humanos virtuais são modelos que são usados como substitutos de “humanos reais” em testes ergonômicos baseados em computadores para projetos de veículos, trabalho de campo, ferramentas, linhas de produção, para simulação previa antes da construção, ensino de tutoriais e para representação humana em ambientes virtuais de tempo real.

Os humanos virtuais não estão relacionados somente a ideia de movimentos e expressões, mas também, a ideia de representar emoção, reação, interação e tomada de decisão bem próxima a “natural” [Bates 1992].

Na utilização de Humanos Virtuais devem-se levar em consideração os diversos domínio de utilização e os relacionamentos deste com os demais seres humanos pertencentes ao mundo real. Dentre estes domínios estão: Análise de Fatores Humanos, Diferenças entre Humanos, Geração e Compreensão de Instruções, Simulação Bio-Médica e Análise de Forma e Movimento [Bates 1992].

Em relação à modelagem, o projeto de humanos virtuais deve induzir a importantes critérios, tais como: Aparência, Funcionalidade, Tempo, Autonomia, Individualidade, Atributos Físicos e Biomecânicos, Movimentação e Inteligência [Bates 1992].

Humanos Virtuais podem ser classificados em duas categorias distintas: Avatares e Agentes Virtuais [Modesto 2007]. Badler (1997) define agente virtual como um humano virtual desenvolvido e controlado por software e avatar um humano virtual controlado por um usuário do mundo real.

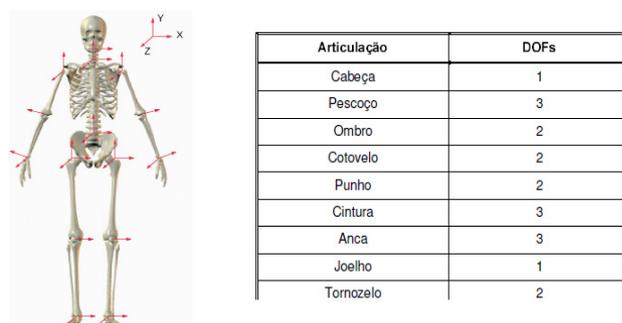
Quanto à geração de movimentos, os humanos virtuais são geralmente uma figura articulada com ligações rígidas entre as juntas (esqueleto) [Modesto 2007].

Há grande complexidade para a modelagem de um humano virtual com todas as suas articulações, visto que, algumas partes do esqueleto são complexas, tais como o ombro que é formado por um conjunto de articulações não hierárquicas (Schneider, 2008) e a do cotovelo, que envolve deslizamento de um osso sobre outro em algumas movimentações.

Para alcançar animações tão próximas quanto possível do real, as juntas e seus DOFs (*Degrees of Freedom*) devem ser desenvolvidos de maneira a manter a coerência entre os nossos movimentos e os movimentos do humanóide [Modesto 2007].

Os graus de liberdade (DOFs) determinam a flexibilidade da movimentação e/ou a observação de algo. Objetos normalmente possuem seis diferentes direções entre rotação e translação por meio das quais podem se mover no espaço.

A seguir é ilustrada a Figura 1 que representa os DOFs de cada junta de um humano virtual.



**Figura 1 – Graus de Liberdade de um Humanóide [SCHNEIDER 2008]**

#### 4. Wiimote

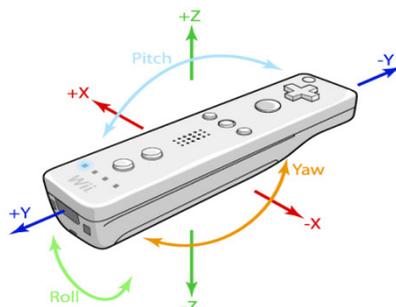
Com o lançamento do console Wii no final de 2006, a Nintendo trouxe um novo tipo de dispositivo de controle, o Wii Remote ou Wiimote. O Wiimote foi uma inovação de controladores de jogos existentes, no sentido de oferecer um novo meio de interação do usuário com mundos virtuais e uma nova interface para cada tipo de aplicação de jogo. Este controlador wireless é capaz de detectar os movimentos através de um acelerômetro e sensores ópticos na qual permite a interação e manipulação de objetos através de movimentos [Lee 2008].

O Wiimote é alimentado por meio de pilhas e seus principais componentes são um infravermelho, uma câmera, um acelerômetro, uma série de doze botões, um motor de vibração para feedback tátil, quatro LEDs azuis, um alto falante para feedback auditivo, um componente de memória flash interna e uma porta de expansão [Lee 2008].

Sensores de movimento são alcançados através do acelerômetro que pode capturar dois eixos lineares (x e y) possuindo oito bits de resolução por eixo. O sistema de coordenadas é definido pela mão direita, sendo o eixo x positivo para a esquerda e o eixo y positivo para cima [Bernardes 2009].

A câmera infravermelha situada na extremidade frontal do Wiimote tem uma resolução de 1024 x 768 pixels, uma taxa de atualização de 100Hz e um campo de 45 graus de vista. A Nintendo oferece também uma barra de infravermelho que faz com que o Wiimote possa capturar o terceiro eixo do sistema de coordenadas, o eixo z [Lee 2008].

O Wiimote é um dispositivo bluetooth, assim pode se comunicar com qualquer computador que possua o mesmo [Lee 2008]. A Figura 2 ilustra o funcionamento dos eixos do dispositivo Wimote, sendo o x, y e z chamados respectivamente de Roll, Pitch e Yaw.



**Figura 2 - Coordenadas do Wii Remote [Lee 2008]**

Apesar de o Wiimote apresentar uma grande capacidade de detecção de movimento, existem limitações que têm sido documentadas por pesquisadores e desenvolvedores. Empresas que utilizaram em seus projetos de desenvolvimento o uso deste controlador para o movimento de objeto 3D em uma cena 3D relataram que enfrentaram vários problemas, principalmente quanto à natureza das saídas do sensor. Alguns problemas foram os ruídos nos dados do acelerômetro, devido à forma da implementação do dispositivo físico, uma precisão limitada, a mudança constante do valor inicial do acelerômetro, a necessidade de derivação matemática na terceira dimensão, a câmera produzindo duas saídas dimensionais e valores de dados que precisam ser filtrados e manipulados matematicamente para posterior utilização [Bernardes 2009].

Enfim, o Wii Remote é atualmente utilizado de diversas maneiras e em diferentes áreas, devido ao seu baixo custo, qualidade de produção e flexibilidade de integração nas mais diversas plataformas de desenvolvimento [Lee 2008].

A API WiiuseJ está licenciada sob a GNU GPLv3 e LGPLv3 GNU para não uso comercial. Suporta vários controles Wii Remote, extensões como o Nunchuk e o controle clássico, mas não o Motion Plus. Ele é executado em um único segmento e é compatível com uma série de dispositivos de bluetooth, tanto para Linux quanto Windows [Laforest 2010].

Algumas características importantes da API WiiuseJ são [Laforest 2010]: obtêm eventos do acelerômetro em diferentes formas (orientação, força e aceleração); obtêm eventos da câmera infravermelha; obtêm eventos dos botões; faz o Wiimote vibrar; retorna o estado da bateria e seta as luzes de cada Wiimote;

## **5. Luva P5 – Glove**

A luva de Realidade Virtual P5-Glove é uma luva de dados de baixo custo podendo ser utilizada para jogos 3D e Ambientes Virtuais. O fabricante inicial da luva P5 era a empresa Essential Reality, que saiu do negócio meados de 2004. Como consequência é

possível encontrar marcas novas da Luva P5 para venda por cerca de \$50 dólares. Outros tipos de luvas de dados profissionais custam muito mais [DAVISON 2007].

O usuário movimenta a mão na frente de uma torre receptora contendo dois sensores infravermelhos. Eles detectam os LEDs visíveis da luva (existem no total oito) e os converte em coordenadas (x, y, z) para a posição da luva e uma orientação em termos pitch, yaw e roll.

A luva é conectada à torre via porta de conexão (PS2), que é conectada à porta Universal Serial Bus (USB) do computador. A luva também tem sensores que captam a flexibilidade (dobra) dos dedos e quatro botões na parte superior, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3 – Luva P5-Glove [DAVISON 2007]**

O software original da P5 foi melhorado por Carl Kenner, na qual oferece melhor filtragem de dados, melhor precisão, melhor acesso à informação digital e aos LEDs. Com tais avanços, foi desenvolvida e disponibilizada uma API para Java, provendo as funções da Luva P5 (outras linguagens de programação também são suportadas, incluindo Delphi, Visual Basic, C e Visual C++).

## **6. Descrição do Trabalho**

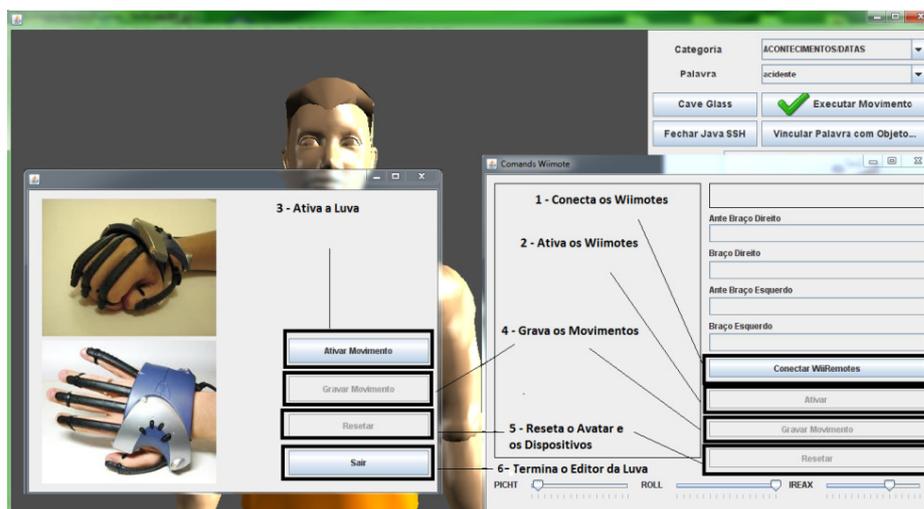
Com a finalidade de suprir os objetivos apresentados na introdução, a ferramenta propõe o desenvolvimento de uma aplicação capaz de proporcionar e estimular o aprendizado e compreensão de Língua de Sinais, visto que os sinais utilizam gestos humanos e são realizados no espaço. Desta forma, disponibilizar um complemento tecnológico para a educação especial, estimulando os envolvidos através de imagens computadorizadas, valoriza o processo de comunicação e aprendizagem.

O sistema é destinado ao domínio de LIBRAS, possibilitando a interpretação e a edição de movimentos através de dispositivos não convencionais. As principais tarefas do sistema são: interpretação, edição e gravação de movimentos em LIBRAS.

Na tarefa de edição de movimentos são utilizados dispositivos não convencionais para o rastreamento corporal. Dentre os dispositivos estão os controladores Wiimotes e a luva P5-Glove. Os controladores são anexados nos braços e antebraços direito e esquerdo para simularem os movimentos reais. A luva é anexada na mão direita e simula os movimentos da mão e dos seus referidos dedos, repassando-os ao Humano Virtual.

Após a edição dos movimentos em tempo real, a tarefa de gravação permite que os movimentos gerados sejam armazenados em um banco de dados para posterior representação em LIBRAS através do Humano Virtual.

A interface inicial do sistema é apresentada na Figura 4 e sua descrição na Tabela 1.



**Figura 4 – Interface Inicial do Sistema**

**Tabela 1 – Descrição da Interface Inicial**

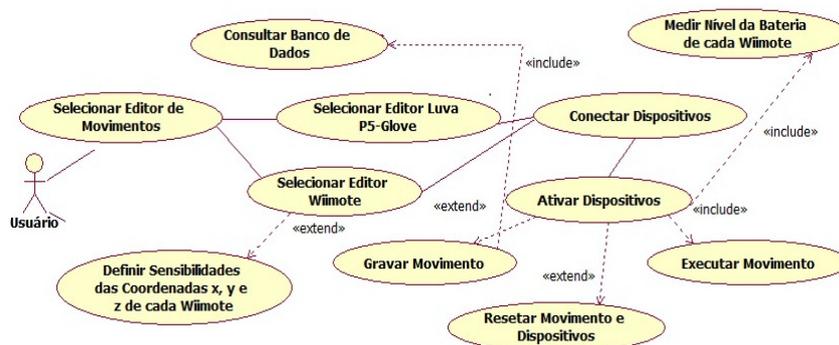
Item	Descrição
1 – Conectar os Wiimotes	Conectam até 4 Wiimotes
2 – Ativar os Wiimotes	Ativam os Wiimotes para a representação de movimentos
3 – Ativa a Luva	Ativa os movimentos da luva juntamente com os dedos
4 – Gravar os Movimentos	Ambos os módulos gravam os movimentos gerados pelos Wiimotes e pela luva
5 – Reseta o Avatar e os Dispositivos	Ambos os módulos resetam o Avatar e seu respectivo dispositivo
6 – Termina o Editor da Luva	Fecha a parte de edição da Luva

A interface Principal oferece em um momento inicial, a escolha de se utilizar o dispositivo Wiimote ou a Luva ou ambos. Desta forma fica a critério do usuário utilizar o que lhe for mais conveniente.

Ambos os dispositivos utilizam classes em comuns, oferecendo funcionalidades de execução de movimentos, gravação de movimentos e armazenamento da granulidade mínima de cada movimento gerado.

Com a especificação dos processos de execução e gravação de movimentos, é possível desenvolver classes que recebam (Listener) os dados dos dispositivos, transformando-os em valores aceitáveis através de cálculos matemáticos.

Como dito há dois dispositivos não convencionais para o rastreamento corporal. O controlador Wiimote, através de seu acelerômetro (rastreamento mecânico) e de seu infravermelho (rastreamento ótico), é capaz de capturar os movimentos da coordenada x, y e z dos membros superiores humanos, sendo x e y captado por meio do acelerômetro e o z por meio do infravermelho. A Luva de dados P5-Glove, através de sensores (rastreamento mecânico) e de LEDs presentes no dispositivo (rastreamento ótico), permite a captura dos movimentos produzidos pela mão e por seus dedos, respectivamente. A Figura 5 ilustra o Diagrama de Caso de Uso do sistema, descrevendo suas funcionalidades, ou seja, apresentando a sequência de eventos do ator que utiliza o sistema para completar o processo editor.



**Figura 5 – Diagrama de Caso de Uso**

## 7. Resultados

O módulo editor, sendo responsável pela geração de movimentos por meio de dispositivos não convencionais, foi utilizado em algumas palavras para a simulação e validação da ferramenta.

Para iniciar a geração de movimentos, inicialmente é necessário escolher a palavra a ser traduzida para LIBRAS na interface principal, logo, conecta-se e ativa-se os dispositivos não convencionais através de suas interfaces respectivas. Com a prontidão dos dispositivos, basta realizar os movimentos em Língua de Sinais da referida palavra e gravá-los no banco de dados. A Figura 6 ilustra exemplos de movimentos com a utilização dos dispositivos.



**Figura 6 – Movimentos com os Controladores Wiimotes**

Conforme apresentado na Figura 6, com a utilização de quatro controladores é possível garantir os movimentos dos membros superiores do corpo humano, sendo os braços e antebraços direito e esquerdo.

A seguir é apresentada a Figura 7, ilustrando alguns exemplos de movimentos executados através da Luva P5-Glove.



**Figura 7 - Movimentos da Luva P5-Glove**

Como observado na Figura 7, com a utilização da Luva P5-Glove é possível garantir os movimentos no eixo x de todos os dedos da mão direita, sendo esta a mais utilizada na representação de movimentos em Língua de Sinais, oferecendo um maior refinamento na representação de movimentos.

Com a possibilidade da edição de novas palavras para a representação em Língua de Sinais, através de dispositivos não convencionais, o sistema se torna bastante viável na representação de sinais.

## **8. Conclusão**

O levantamento bibliográfico realizado nos primeiros tópicos deste trabalho foi essencial para o desenvolvimento desta aplicação, visto que foram apresentadas as justificativas, estruturas físicas, linguísticas e tecnológicas que proporcionaram o desenvolvimento do sistema voltado a Língua de Sinais.

O escopo do trabalho foi utilizar técnicas que garantissem fácil acesso à ferramenta pelas comunidades interessadas, disponibilizando e integrando maneiras de interpretação e edição de movimentos em Língua de Sinais em um único ambiente.

Para garantir estes objetivos, houve a necessidade da integração de bibliotecas de desenvolvimento com recursos de Realidade Virtual, mostrando a possibilidade de uma combinação robusta por trazer interoperabilidade e benefícios, a fim de auxiliarem as comunidades envolvidas.

Na edição dos sinais são utilizados dois dispositivos não convencionais, o controlador Wiimote e a Luva P5-Glove. As tarefas de edição, realizadas através destes dispositivos, podem aumentar o nível de imersão e interação do usuário com o sistema, sendo estes, responsáveis por simular os movimentos da Língua de Sinais, ficando apenas restrito a algumas limitações físicas dos dispositivos [La Marca 2010].

Com o intuito de unificar as tarefas de interpretação e edição de movimentos em um único ambiente, apresentou-se desafios para esta implementação. Entre eles destacam-se a integração das classes, o compartilhamento de algumas funções essenciais entre as tarefas e a integração entre as aplicações, sendo supridas ao longo do processo de desenvolvimento.

Como trabalhos futuros, novas maneiras de interação poderiam ser adicionadas ao trabalho, acrescentando possíveis comparações entre as técnicas utilizadas, realçando vantagens e desvantagens, além de apresentar facilidades e dificuldades. Dentre estas técnicas, estão os rastreadores de movimentos, estes proveem interfaces intuitivas e adaptativas, como por exemplo, o novo dispositivo Kinect, da Microsoft. Tal dispositivo, foi atualizado por sua distribuidora em 2011, tornando-o um dispositivo mais preciso e eficiente, nomeado de Kinect Sports Season2.

Outro aspecto interessante seria o módulo editor salvar os movimentos em formato XML, desta forma, seria possível difundir a ferramenta via Internet, disponibilizando-a para comunidades que vivem em lugares de difícil acesso. Outros trabalhos e aspectos importantes podem ser encontrados em La Marca (2010).

## 9. Referências

- Badler N. Real-time humans. Pacific Graphics 1997.
- Bates, J., A. Loyall, W. Reilly, Integrating Reactivity, Goals and Emotions in a Broad Agent, Proceedings of the 14th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Indiana, Julio 1992.
- Bernardes, J., et al. Integrating the Wii controller with enJine: 3D interfaces extending the frontiers of a didactic game engine. Comput. Entertain. 2009
- Davison, A. Pro Java 6 3D Game Development: Java 3D, JOGL, JInput and JOAL APIs. Editora Apress. ISBN: 13: 978-1-59059-817-7. New York – EUA, 2007.
- Fusco, E. X-LIBRAS: Um Ambiente Virtual para a Língua Brasileira de Sinais. Dissertação de Mestrado. UNIVEM. Marília, 2004.
- Góes, M. C. R. Linguagem, Surdez e Educação. Editora Autores Associados. Campinas – São Paulo. 1996.
- Kirner, C.; Siscoutto, R. “Fundamentos de Realidade Virtual e aumentada”. In: Kirner, C.; Siscoutto, R. Realidade Virtual e aumentada – Conceito, Projeto e Aplicações. Porto Alegre: Editora SBC, 2007.
- Laforest M., Wiiuse. Disponível em: <http://www.wiiuse.net/>. Acesso em 30 set. de 2010
- La Marca, A. F. Sistema Gerador de Apoio a um Dicionário Temático Visual-Gestual Baseado em Realidade Virtual. Dissertação de Mestrado. UNESP - Bauru, 2010.
- Lee, JC. Hacking the Nintendo Wii remote. IEEE Pervasive Computing, 39-45. 2008.
- Marcato, S. A. et al. Um Ambiente para a Aprendizagem da Língua de Sinais. In: SBC 2000 – XX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, PUCPR – Curitiba, agosto 2000.
- Modesto, F. et al. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada, Cap. Humanos Virtuais e Avatares, Livro do Pré Simpósio Belém PA, 02 de Maio 2007.
- Schneider, A. R. A. Animação de Humanos Virtuais Aplicada para Língua Brasileira de Sinais. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre, 2008.