



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Graduação em Ciência da Computação

**Estudo do uso de uma DSL para definição
de movimentos usando o iKapp**

Jonathas Benvenuto Dantas

Trabalho de Graduação

Recife
30 de abril de 2013

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Jonathas Benvenuto Dantas

**Estudo do uso de uma DSL para definição de movimentos
usando o iKapp**

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: *André Luis de Medeiros Santos*
Co-orientadora: *Nancy de Lyra Lino*

Recife
30 de abril de 2013

Ao criador de todo universo. A Ele todo louvor e honra.

Agradecimentos

Pareceu que nunca ia chegar esse tão sonhado dia. E, como toda conquista, não a construímos sozinhos.

Àquele que me deu forças e um novo dia para ser construído a cada manhã, é dEle meu agradecimento principal, meu Deus.

A minha família também teve [e tem] um papel fundamental em todo o processo de construção. Serei eternamente grato aos meus pais, Joaquim e Francisca, pela sua dedicação empregada a mim em todos esses anos de existência e, principalmente, nesta data tão especial. Seu apoio e força foram meus alicerces nesse projeto de vida.

Aos meus amados irmãos, Sara e Samuel, e cunhado, Itamar, também contribuíram fundamentalmente para esse momento.

À minha amada Ana Elizabeth, seu ombro amigo e sua disposição em me ouvir ajudaram como nunca.

Aos meus amigos da 3ª Vara Cível do Cabo que, sem eles (principalmente minha chefe Conchita), não haveria esse dia.

Ao mestre André Santos, sua orientação e dedicação foram fundamentais ao sucesso de todo processo.

À minha co-orientadora Nancy de Lyra, sua paciência em me ajudar e sua disponibilidade foram primordiais.

O temor do Senhor é o princípio da sabedoria.
—PROVÉRBIOS 9:10A (Bíblia Sagrada)

Resumo

Um dos objetivos deste estudo é o desenvolvimento de uma linguagem de domínio específico (DSL) para definição de gestos na área da fisioterapia. Como estudo de caso, será usado o ikapp. Ela permitirá ao fisioterapeuta a utilização de uma linguagem muito mais próxima do contexto de fisioterapia. Também fazem parte dos objetivos, observar e estudar os impactos que a adoção da DSL traz ao projeto em termos de facilidade e usabilidade.

Palavras-chave: DSL, linguagem de domínio específico, interface natural do usuário, kinect, ikapp

Abstract

One purpose of this study is the development of a domain specific language (DSL) to define gestures in physiotherapy. As a case study, will be used ikapp. It will allow the physiotherapist to use a language much closer to the context of physiotherapy. Also part of the aims, observing and studying the impacts of the adoption of DSL provides to the project in terms of ease and usability.

Keywords: DSL, domain specific language, natural user interface, kinect, ikapp

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Organização	2
2	Fundamentos	3
2.1	Interface Natural	3
2.1.1	<i>Kinect</i>	4
2.1.1.1	Especificação	4
2.2	NUI e Reabilitação Motora	6
2.2.1	Project SuperPop	6
2.2.2	Laboratório de Marcha	7
2.2.3	Rutgers Ankle	8
3	Ikapp	10
3.1	Módulos	10
3.1.1	Rastreamento do Corpo	10
3.1.2	Análise Biomecânica	11
3.1.3	Jogo	11
3.1.4	Relatórios	12
3.2	Configuração e Definição do Protocolo de Tratamento	12
4	Construção da DSL	15
4.1	<i>Domain Specific Language</i>	15
4.1.1	DSLs Gráficas	16
4.1.2	DSL e Interface Natural	16
4.2	Modelagem	18
4.3	Requisitos	18
4.4	Especificação da PML	20
4.4.1	Interface	20
4.4.1.1	Menu	20
4.4.1.2	Propriedades do Treino	21
4.4.1.3	Articulações e Planos	21
4.4.2	XML	22

5	Estudo de Caso	24
5.1	Metodologia	24
5.1.1	Amostra	24
5.1.1.1	Critérios de Elegibilidade	24
5.1.2	Estudo Piloto	24
5.1.3	Procedimentos para o Experimento	25
5.1.3.1	Interação com a definição do protocolo de tratamento	25
5.1.4	Instrumentos de Avaliação	26
5.1.4.1	Questionário Socioeconômico	26
5.1.4.2	Questionário de Interface	26
5.1.4.3	<i>Think Aloud Protocol</i> (TAP)	26
5.1.4.4	Tempo de cada rodada	26
5.1.5	Análise dos Dados	26
5.2	Resultados	27
5.2.1	Caracterização da Amostra	27
5.2.2	Interação com as interfaces	28
5.3	Discussão	30
6	Conclusão	32
6.1	Trabalhos Futuros	32
A	Questionário	33
B	Questionário Pós-Jogo	35
C	Experimento	38

Lista de Figuras

2.1	WIMP - janelas, ícones, menus e ponteiros	3
2.2	Sensores de Movimento	4
2.3	Sensor <i>Kinect</i>	5
2.4	SuperPop	6
2.5	Laboratorio de Marcha - Paciente em tratamento	7
2.6	Laboratorio de Marcha - Gráficos para Análise	8
2.7	Rutgers Ankle - Arquitetura e Dispositivo	8
2.8	Jogos para Rutgers Ankle	9
3.1	Planos e Articulações	11
3.2	Interface do Ikapp: argolas (A), nuvens (C) e caixas de combustível (D). Ele deve tentar sempre passar entre as argolas (B) em diferentes altitudes. [1]	12
4.1	Tipos de DSL	16
4.2	Definição usando a GDL dos gestos de "arrastar" e "duplo toque"	17
4.3	Definição de uma cobrança de pênalti usando a KGL	17
4.4	Protótipo da interface da PML	19
4.5	Exemplo de um XML da linguagem PML	19
4.6	Interface Inicial da PML	20
4.7	Planos e Articulações	21
5.1	Critérios de praticidade	28
5.2	Critérios de layout	29
5.3	Tempo para definição do protocolo em cada interface	30

Lista de Tabelas

3.1	Parâmetros de Configuração do Ikapp	13
4.1	Requisitos para a PML	18
4.2	Vetores existentes na PML	23
5.1	Caracterização da amostra	27

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1 Contexto

O uso de programas com as tecnologias de realidade virtual, realidade aumentada e jogos com propósitos médicos e/ou fisioterápicos não é algo tão novo assim. Com o advento de dispositivos que fazem uso de interface natural, o leque de possibilidades para estas aplicações aumentou bastante.

Desde o lançamento do Kinect pela Microsoft, em parceria com a Prime Sense, surgiram inúmeras aplicações e estudos na área de tratamento e/ou treinamento fisioterápico [10] [9] [17], inclusive com o desenvolvimento de jogos para esse fim [20].

Nesse contexto, o grupo de pesquisas Voxar Labs, coordenado pela professora Verônica Teichrieb, desenvolve um projeto envolvendo técnicas de realidade virtual e aumentada com o uso de interface natural, o iKapp, para reabilitação fisioterápica. Este projeto permite que o processo de reabilitação se torne mais agradável e natural com o uso de um jogo iterativo.

Atualmente, para que o profissional de fisioterapia programe os movimentos que serão realizados pelo paciente, é usado um arquivo texto onde são definidas algumas variáveis, tais como:

- inclinação do dispositivo;
- tempo de gravação do movimento;
- tolerância em graus;
- segmentos do corpo que descreverão os movimentos.

Esse trabalho de programação pode ser bem mais natural do que uma simples definição de números e textos em um ".txt", se tornando bem mais próximo do domínio do profissional de fisioterapia.

1.2 Objetivos

É justamente no contexto descrito anteriormente que o trabalho em questão é aplicado. O uso de uma DSL (*Domain Specific Language*, Linguagem de Domínio Específico) traz a necessária aproximação da linguagem ao domínio ao qual ela se destina. Segundo Fowler[12], defini-se uma DSL como uma linguagem de programação de expressividade limitada focada em um domínio particular. Podemos destacar algumas vantagens desta abordagem:

- aumento da qualidade, produtividade e capacidade de reuso;
- permite validação no domínio.

Portanto, um dos objetivos é a definição de uma DSL de gestos no campo da fisioterapia usando como estudo de caso o iKapp. Isso permitirá que o fisioterapeuta utilize uma linguagem visual, bem mais próxima do contexto de fisioterapia, diferentemente de uma escrita em um arquivo texto.

Também fazem parte dos objetivos observar e estudar os impactos que a adoção da DSL trás ao projeto em termos de facilidade, usabilidade, etc em comparação com os estudos já realizados no cenário atual do iKapp.

1.3 Organização

O trabalho procura seguir uma linha que começa apenas com uma revisão da literatura se aprofundando mais no domínio da fisioterapia e finalizando com a solução. Em mais detalhes podemos destacar os seguintes aspectos em cada capítulo:

- no capítulo 2 são abordados os fundamentos básicos para se compreender a solução proposta, que são: as interfaces naturais em um contexto histórico e, logo em seguida, elas aplicadas ao domínio da reabilitação motora focando em produtos existentes no mercado mundial;
- no capítulo 3 será visto todos os detalhes referentes ao ikapp: seus módulos e como funciona configuração e descrição do protocolo de tratamento;
- o capítulo 4 já traz o processo de construção da linguagem de domínio específico. Inicialmente é visto alguns conceitos básicos de DSLs antes de demonstrar o processo de modelagem e implementação;
- o capítulo 5 se preocupa com o estudo de caso, buscando analisar a experimentação feita e discutir as melhorias proporcionadas pela adoção da ferramenta proposta;
- o último capítulo procura resumir os resultados obtidos, bem como fornecer, a futuros pesquisadores, um norte de como evoluir a DSL gráfica e em quais pontos.

CAPÍTULO 2

Fundamentos

2.1 Interface Natural

Enquanto o poder computacional aumentava de forma aproximadamente contínua, as interfaces entre humanos e máquinas evoluíram de forma não-contínua. Um ponto de vista amplamente aceito é que elas passaram por fases. Resumidamente, foram as fases de digitar comandos (CLI) seguida da fase das interfaces gráficas para usuário (GUI) [5].

A maioria dos computadores com os quais as pessoas interagem são baseadas na metáfora do desktop, se resumindo a 4 elementos, mais conhecido como WIMP: janelas, ícones, menus e cursores (ponteiros) (Figura 2.1).



Figura 2.1: WIMP - janelas, ícones, menus e ponteiros

<http://control-tech-sama.blogspot.com.br/>

Hoje uma outra tendência de evolução na área de computação, assim como as GUIs foram tão revolucionárias nos anos 80 e se tornaram populares, são as interfaces naturais do usuário (NUI). NUIs prometem reduzir, ainda mais, as barreiras da computação, bem como aumentar o poder do usuário, fazendo com que a computação adentre em outros domínios [5], como o da fisioterapia.

Uma das aplicações das interfaces naturais são os dispositivos *multi-touch*. Essa tecnologia pode ser usada para proporcionar esse tipo de interação natural porém, a maioria das aplicações em *smartphones* e *tablets*, que possuem esse tipo de interface, usam as tradicionais GUIs.

Wigdor [5] explicita esse aspecto quando lista que uma das características principais para uma NUI é evitar cair na armadilha de copiar paradigmas de interfaces já existentes.

Os sensores de movimentos também são dispositivos de interface natural usados, principalmente, na indústria de jogos. Os principais consoles de *video-games* utilizam esse recurso. O primeiro deles, lançado no ano de 2006, foi o *Wii Remote*¹ (Figura 2.2a). Era composto de um controle que o usuário segurava em uma das mãos contendo um sensor de movimento e alguns botões. Em 2007 a Sony lançou o seu: *PS Eye*. Em 2010 ela complementou com o *PS Move*² (Figura 2.2b), o qual assemelhava-se muito ao apresentado pela Nintendo.

Apesar de revolucionar a abordagem tradicional dos *joysticks* que, até então, eram usados, ainda possuíam botões, tornando os movimentos não tão naturais quanto se desejava. O último dispositivo lançado em 2010 pela *Microsoft* foi o sensor *Kinect*³ (Figura 2.2c). Ele foi além, pois dispensava o uso de qualquer controle físico.

Na seção a seguir o mesmo será detalhado, juntamente com o seu kit de desenvolvimento (SDK).



Figura 2.2: Sensores de Movimento

Jobert Sá

2.1.1 *Kinect*

Como um dos dispositivos de interface natural de baixo custo mais importante já lançado, o *Kinect*, será abordado nesta seção explicitando algumas das suas especificações e características mais importantes. A *Microsoft* o anunciou em 2009 sob o nome de Project Natal sendo foi posteriormente lançado na América do Norte em novembro de 2010.

2.1.1.1 Especificação

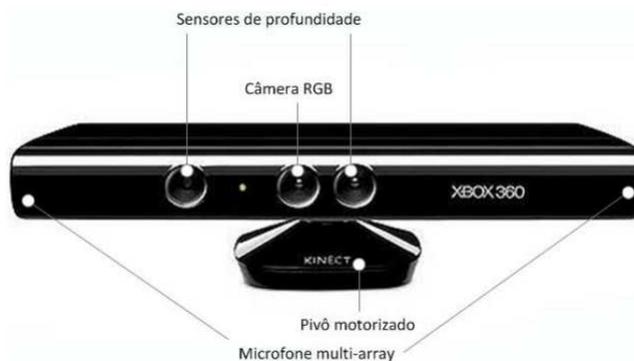
O *Kinect* contém basicamente 4 componentes principais (Figura 2.3):

¹<http://www.nintendo.com/wii/what-is-wii>

²<http://br.playstation.com/ps3/playstation-move/>

³<http://www.xbox.com/pt-BR/Kinect/Home-new?xr=shellnav>

- **sensores de profundidade 3D** - fazem uso de um projetor de luz infra-vermelha juntamente com um sensor CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*), que possibilitam a detecção da profundidade mesmo em condições de pouca luminosidade;
- **câmera RGB** - usada para detecção da face e reconhecimento de outras características, fazendo uso de três cores: vermelho, verde e azul, que se combinam e produzem uma grande quantidade de cores. Esse tipo de sistema é usado principalmente em sistemas elétricos. Ainda pode ser usada para tirar fotos e registrar em vídeo;
- **microfone multi-array** - um conjunto de 4 microfones alinhados, capazes de localizar a fonte que está emitindo som bem como reduzir os ruídos que por ventura existam;
- **pivô motorizado** - permite que o usuário incline o sensor, no plano sagital, para melhor focalização dos que o estão utilizando.

Figura 2.3: Sensor *Kinect*

Jobert Sá

Além do que foi falado, a câmera possui resolução de 640 x 480 *pixels* a uma taxa de 30 *frames* por segundo.

Em fevereiro de 2012, a *Microsoft* anunciou o *kinect* para *Windows* (anteriormente só existia para *Xbox 360*⁴). Essa nova versão introduziu as seguintes características:

- redução da necessidade de ficar relativamente longe para uma detecção apropriada: passou para 30 centímetros, quando antes era entre 1,6 e 2 metros;
- SDK própria e otimizada para *Windows 7* e *8*, com a adição de novos gestos possíveis e do *Kinect Fusion*, o qual é uma ferramenta para reconstrução tridimensional de pessoas e objetos em tempo real.

⁴<http://www.xbox.com/pt-BR/>

2.2 NUI e Reabilitação Motora

Um dos grandes desafios da reabilitação motora é tornar o processo mais atraente ao paciente, evitando o desânimo e o fracasso da terapia [2]. É nesse cenário que se propõe a união de sistemas de Realidade Virtual e/ou Aumentada (RV/RA) com aplicações da área de saúde. De acordo com Chang [2], a incorporação de estratégias que incluam o uso de tecnologia, como por exemplo, RV/RA, tem sido um dos principais assuntos em discussão nas áreas médicas.

Bruin [6] explica que, apesar de aplicações de realidade virtual serem usadas em pesquisas e aplicativos de entretenimento desde os anos 80, somente a partir do final dos anos 90 foi que elas começaram a ser estudadas e desenvolvidas como uma ferramenta em potencial para aumentar e encorajar a participação de pacientes na reabilitação.

Esse contexto não é diferente nos principais canais de discussão de jogos e de interfaces naturais [20]. É consenso que os aplicativos devem ser capazes de gerar dados confiáveis sobre o movimento executado, garantir que o movimento realizado seja relevante no que se refere à condição do paciente e, mais importante, deve respeitar os limites dos mesmos.

Diante disso, a necessidade de liberdade de movimentação traz consigo o uso de interfaces naturais como um fator importante ao aprimoramento do processo de reabilitação o qual detecta a intenção do paciente e interpreta seus movimentos [4].

Veremos a seguir alguns aplicativos que fazem uso de interface natural e outros que se enquadram também na proposta de reabilitação motora.

2.2.1 Project SuperPop

A proposta por trás do *Project SuperPop* é bem parecida com a do *Ikapp*. Trata-se de um jogo que utiliza a tecnologia do *Kinect* (Figura 2.4a), focando em crianças com deficiências motoras. O projeto foi desenvolvido pela *Human-Automation Systems Lab* do Instituto de Tecnologia da Geórgia [11].



(a) Uso do Aplicativo



(b) Interface do Jogo

Figura 2.4: SuperPop

<http://www.engadget.com/2012/12/14/superpop-project-ga-tech-kinect/>

O jogo tem uma interface simples (Figura 2.4b), facilitando o entendimento da criança no momento do tratamento. Ela deve evitar os círculos vermelhos, devendo apenas tocar os

círculos verdes. O fisioterapeuta pode customizar, para cada paciente, como o aplicativo irá se comportar.

É uma ideia bem semelhante à proposta do Ikapp, contudo esta dá maior flexibilidade ao profissional de prescrever treinos para o paciente, permitindo a esse analisar compensação postural, dentre outros aspectos.

2.2.2 Laboratório de Marcha

É um sistema de medição de tecnologia avançada para diagnóstico e tratamento de doenças do sistema locomotor e neuromuscular, tratando também das paralisias cerebrais [7]. Ele permite observar e analisar, através de gráficos (Figuras 2.5 2.6) e vídeos, as modificações que as patologias causam no caminhar do paciente. Foi desenvolvido pelo Instituto de Ortopedia Infantil da Universidade dos Andes, na Colômbia.



Figura 2.5: Laboratório de Marcha - Paciente em tratamento

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/primer-laboratorio-de-marcha-llega-al-ecuador-354614.html>

Para que se possa estudar o caminhar das pessoas e diagnosticar e tratar certas patologias, é necessária uma análise profunda, que envolve:

- exames clínico, ortopédico e neurológico;
- registro de movimento;
- cinemática da articulação;
- 3D cinética;
- eletromiografia dinâmica;
- interpretação e análise.

O Laboratório de Marcha utiliza o *software* APAS (*Ariel Performance Analysis System*) da empresa Ariel Dynamics Inc. A versão mais básica custa mais de 7 mil dólares [14], necessitando ainda de toda aparelhagem de câmeras, plataformas para estudos de forças entre outros aparelhos.

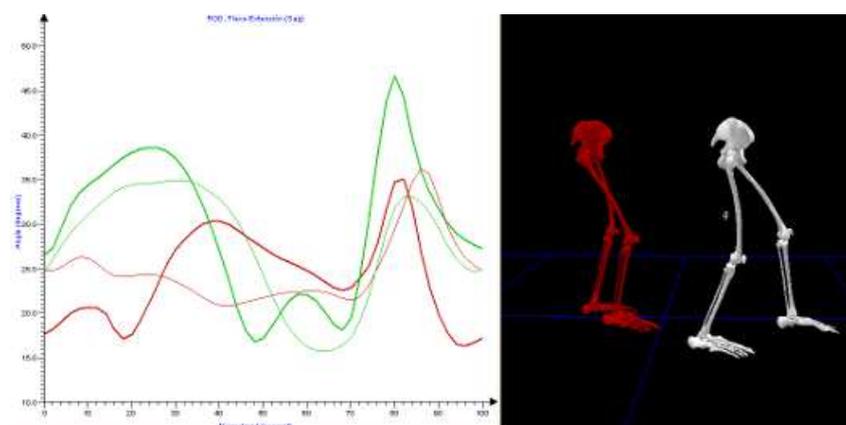


Figura 2.6: Laboratório de Marcha - Gráficos para Análise

<http://www.ortopedicoinfantil.org/hospital/servicios-auxiliares-de-diagnostico/laboratorio-de-marcha.html>

Nota-se que o sistema em questão demanda muito esforço financeiro para completa aquisição dos equipamentos e programas computacionais necessários. O Ikapp tem proposta de ser um sistema barato e com resultados satisfatórios ao que se propõe.

2.2.3 Rutgers Ankle

A solução proposta pela Universidade do Estado de Nova Jersey consiste em um sistema projetado para crianças com deficiências cerebrais que possui um dispositivo acoplado no tornozelo/pé do paciente [18]. O equipamento é uma plataforma *Stewart* que é um tipo de robô paralelo composto de 6 macacos hidráulicos [13] (Figura 2.7).

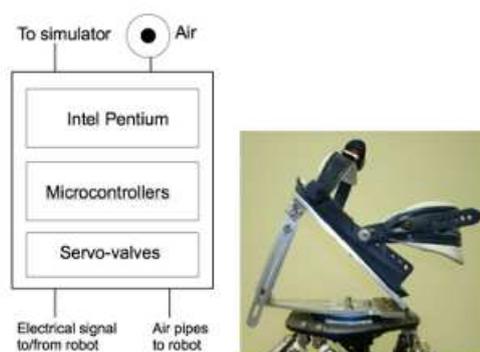
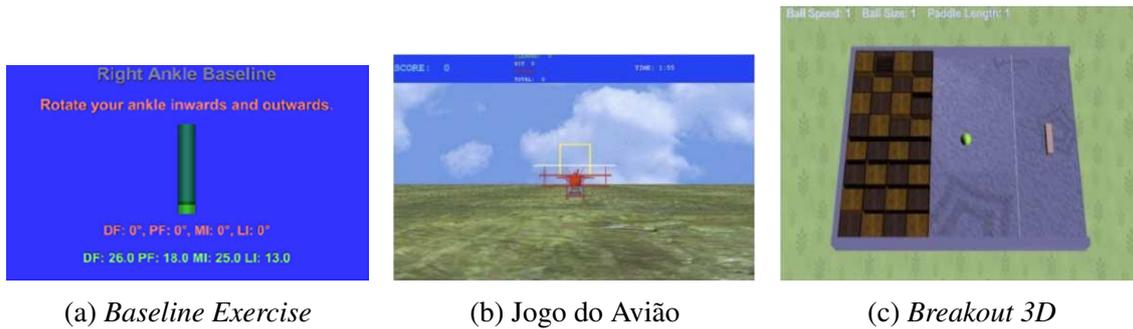


Figura 2.7: Rutgers Ankle - Arquitetura e Dispositivo

<http://ti.rutgers.edu/RutgersAnkle.php>

O paciente coloca o pé sobre a plataforma e ele é submetido a vários exercícios com jogos. Existem basicamente 3 tipos de jogos, cada um com seu objetivo:

- *baseline*: o paciente é incentivado a mover seu tornozelo para dentro, para fora e os resultados são sempre comparados com os de sessões anteriores. Eles são sempre encorajados

(a) *Baseline Exercise*

(b) Jogo do Avião

(c) *Breakout 3D*

Figura 2.8: Jogos para Rutgers Ankle

<http://ti.rutgers.edu/RutgersAnkle.php>

a superar seus limites (Figura 2.8a);

- jogo do avião: nesse jogo ele é um piloto de avião, em um ambiente virtual, que deve passar por dentro de várias áreas em amarelo, acumulando pontos a cada passagem correta. Os parâmetros como velocidade, turbulência e visibilidade podem ser definidos *a priori* pelo fisioterapeuta (Figura 2.8b);
- *breakout 3D*: o objetivo do paciente é controlar a paleta na parte de baixo para não deixar a bola cair e permitir que ela quebre os blocos em cima (Figura 2.8c).

Percebe-se que é uma forma de iteração bem interessante, porém focada mais em crianças com deficiências no cérebro. Exige, também, uma aparelhagem mais complexa e mais cara.

CAPÍTULO 3

Ikapp

O Ikapp, desenvolvido pelo Centro de Informática da UFPE em parceria com o Departamento de Fisioterapia da UFPE, foi proposto como um sistema de suporte à reabilitação, de baixo custo e que usa todos os elementos anteriormente descritos na seção 2.2, trazendo ainda:

- entretenimento;
- suporte fisioterápico incluindo definição de tratamento pelo fisioterapeuta;
- detecção de movimentos incorretos e prejudiciais ao paciente;
- geração de relatórios.

Segundo Gama [3], durante o desenvolvimento, o sistema foi continuamente validado junto a uma equipe de fisioterapeutas de um grupo multidisciplinar. Concorrentemente, foi aplicado a um conjunto de pacientes, o que permitiu uma abordagem de desenvolvimento mais direcionada às necessidades práticas e reais.

Nas próximas seções serão detalhados os módulos do Ikapp, sua interface e como é feita sua configuração pelo fisioterapeuta.

3.1 Módulos

O Ikapp está dividido em basicamente 4 módulos: rastreamento do corpo, análise biomecânica, jogo e relatório. A distribuição dessa forma ajuda na manutenção e entendimento do sistema, podendo uma alteração ser feita em um módulo específico sem a necessidade de grandes alterações nos demais.

3.1.1 Rastreamento do Corpo

Normalmente um processo de reabilitação é destinado a vários tipos de limitações dos pacientes explorando diferentes movimentos [3]. Para que houvesse suporte a estas questões, bem como também com o objetivo de proporcionar maior liberdade à pessoa que está em tratamento, foi adotado o sensor *Kinect* a fim de extrair os dados do corpo (Figura 2.3). Ele é capaz de, juntamente com o SDK, capturar os pontos das articulações do corpo e passá-los para o módulo de análise biomecânica.

3.1.2 Análise Biomecânica

O objetivo deste módulo é verificar se o movimento, que está sendo executado pelo paciente, está de acordo com a prescrição do terapeuta. Como visto anteriormente, os movimentos biomecânicos são aqueles descritos segundo o plano e o eixo. Cada um desses está associado a um ângulo, chamado amplitude do movimento [3].

É de extrema importância que o movimento descrito e capturado em um ambiente virtual seja igualmente eficaz às formas de tratamento tradicionais. Para isso, uma análise biomecânica é feita com o propósito de classificar os movimentos de acordo com o uso terapêutico dos mesmos.

A representação do corpo é usada segundo a extração feita pelo sensor *kinect* (Figura 3.1a). Segundo Gama [3], para proporcionar maior mobilidade ao paciente em relação ao sensor, coordenadas tridimensionais foram centralizadas em relação ao corpo. Com isso, o reconhecimento do movimento funcionará mesmo se a pessoa estiver de lado ou de frente ao sensor. Os vetores, compostos pela sucessão de duas articulações, são usados para calcular o vetor normal e definir os planos frontal, horizontal e sagital (Figura 3.1b).

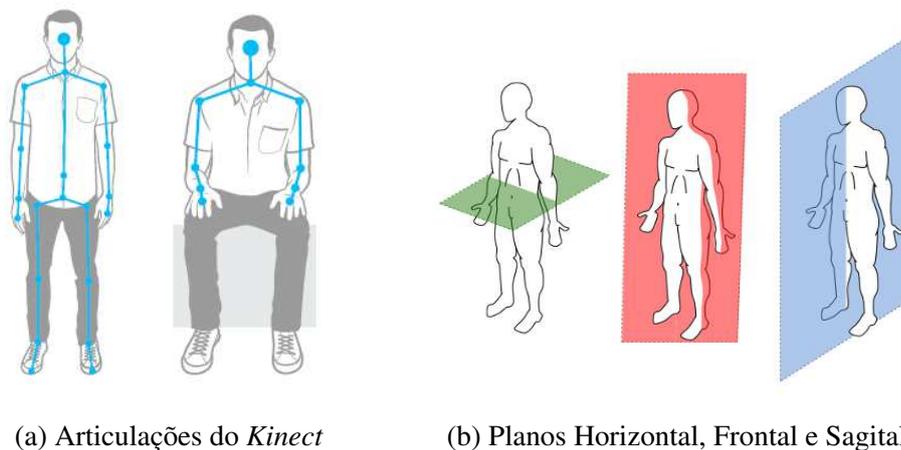


Figura 3.1: Planos e Articulações

O vetor normal é usado para determinar em qual plano o movimento está sendo executado, calculando-se o ângulo entre ele e o vetor do movimento. Esta medida radial deve ser 90 graus, tendo uma tolerância aceitável. Após esta etapa de cálculo do ângulo e determinação do plano, vem a classificação do movimento biomecânico. Neste módulo também é verificada a postura do paciente. Muitas vezes ele não consegue executar um determinado gesto corretamente e, para tanto, se usa de outros músculos e articulações para compensar a falta de capacidade para realizar o movimento pretendido. Esta compensação postural, se não verificada e corrigida, pode causar dores e incômodo [3].

3.1.3 Jogo

O objetivo do jogo é controlar um avião, para cima e para baixo, passando entre argolas para chegar o mais longe possível (Figura 3.2) no tempo determinado. É escolhido um movimento

biomecânico que será sincronizado com a descida e a subida do avião, obedecendo a amplitude de movimento prescrita pelo terapeuta. Segundo Maíra [1], a distribuição dos elementos gráficos (argolas, nuvens e caixas de combustível) ao longo do cenário tem por objetivo induzir ao paciente a realização de contrações isométricas (mesma posição do membro) e isotônicas (movimento do membro).

No jogo ainda é possível observar alertas das compensações que estão sendo feitas de modo a desencorajá-las e corrigir a execução do movimento.

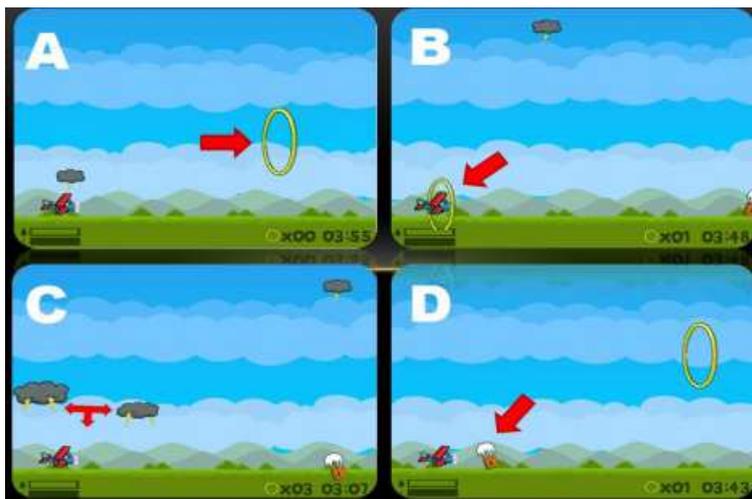


Figura 3.2: Interface do Ikapp: argolas (A), nuvens (C) e caixas de combustível (D). Ele deve tentar sempre passar entre as argolas (B) em diferentes altitudes. [1]

3.1.4 Relatórios

O módulo de relatório é constantemente alimentado pelos dados do jogo. Ao final ele contém alguns dos seguintes dados:

- máximo ângulo;
- porcentagem do tempo no qual movimentos incorretos foram realizados;
- se o movimento foi executado com compensação postural.

Com estes dados o profissional pode de forma bem intuitiva e acessível analisar e corrigir o tratamento, se houver necessidade.

3.2 Configuração e Definição do Protocolo de Tratamento

De acordo com Débora [8], para a configuração é dedicada uma ferramenta através da qual o fisioterapeuta pode alterar parâmetros do jogo e definir um protocolo de tratamento específico para cada paciente, atentando para as funcionalidades e limitações de cada usuário.

Atualmente, é usado um arquivo texto (.txt) para o profissional alterar as variáveis relevantes ao *software*, bem como especificar os seguimentos (membros superiores do corpo) que descreverão o movimento biomecânico. Para o Ikapp há duas técnicas empregadas para a definição dos movimentos: por planos e por *checkpoints*. A primeira é o foco do presente estudo. A segunda consiste na própria aplicação gravar um gesto executado pelo paciente e salvar os vetores (*checkpoints*) em um arquivo.

Na tabela a seguir serão listados os parâmetros presentes na configuração do Ikapp para a técnica de reconhecimento por planos.

Parâmetro	Descrição
Inclinação do dispositivo	Inclinação do sensor <i>kinect</i>
Tempo total (minutos)	Tempo total de duração do jogo
Nome do arquivo	Nome do arquivo caso a técnica seja de <i>checkpoint</i> (não tem relevância para o estudo)
Nome do diretório	Diretório onde será salvo o relatório da aplicação
Tolerância postural (graus)	Tolerância descrita no tópico 3.1.2. Permite ao paciente ter uma margem de erro quanto à postura sem que o movimento seja considerado incorreto
Ângulo mínimo (graus)	Ângulo mínimo de flexão do cotovelo. Caso não se aplique, colocar 0 (zero)
Quantidade de movimentos terapêuticos	Número de movimentos tidos como meta para a terapia
Tolerância dos planos (graus)	Quão distante do plano a articulação pode estar, ainda assim a considerando no referido plano
Lista das metas	Lista, obedecendo o número de metas, das duplas (vetor, plano). Para a primeira meta, são definidos os ângulos máximo e mínimo que mapearão ao topo e ao piso da tela que o avião do jogo se moverá

Tabela 3.1: Parâmetros de Configuração do Ikapp

A parte mais importante dos parâmetros é, sem dúvida, as metas definidas. É necessário lembrar que os planos são: sagital, frontal e horizontal (Figura 3.1b). Para os vetores (membros do corpo) podemos listar: cabeça-pescoco, pescoco-ombro-direito, pescoco-ombro-esquerdo, ombro-cotovelo-direito, ombro-cotovelo-esquerdo, cotovelo-punho-direito, cotovelo-punho-Esquerdo punho-mao-direito e punho-mao-esquerdo. Com a dupla vetor/plano, é possível especificar o movimento que precisa ser repetido pelo usuário.

A definição da solução proposta pelo estudo é aplicada justamente na etapa de configuração de toda aplicação. Na seção a seguir, será definido um modelo para tomar como base no

momento da implementação da *Domain Specific Language*.

Construção da DSL

Neste capítulo serão vistos alguns conceitos de Linguagens de Domínio Específico (*Domain Specific Languages*), a sua aplicação conjunta às interfaces naturais e por fim será demonstrado como foi a modelagem, os requisitos e a implementação da PML (*Physiotherapy Movement Language* - Linguagem de Movimentos de Fisioterapia), linguagem proposta nesse estudo.

4.1 *Domain Specific Language*

A essência por trás de uma DSL se refere a sua aplicação em um problema particular e específico, em contraste às linguagens de propósito geral cujo leque de aplicações não se resume a uma ou duas questões, mas a todo tipo delas (por exemplo java, c++, ruby etc). Esse conceito já é bastante utilizado dentro da computação, um exemplo disto são as linguagens SQL, VHDL, HTML, etc.

Fowler [12] define como uma linguagem computacional de programação de expressividade limitada focada em um domínio particular. Ele ainda classifica uma DSL em três categorias principais: externas, internas e *language workbenches*.

- uma DSL externa é separada da linguagem principal da aplicação com a qual trabalha. Normalmente ela possui uma sintaxe própria. Como exemplos pode-se citar SQL, Awk, etc;
- uma DSL interna é um modo particular de se usar uma linguagem de propósito geral. Um código em uma linguagem de domínio específico interna também é válido para a linguagem geral na qual ela foi escrita, usando apenas um subconjunto das capacidades desta. Um exemplo é Rails ¹, visto como um coleção de DSLs de Ruby ²;
- um *language workbench* é uma IDE (*Integrated Development Environment* - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) especializada em definir e construir DSLs. *DSL Tools* para *Visual Studio* da *Microsoft* é um exemplo.

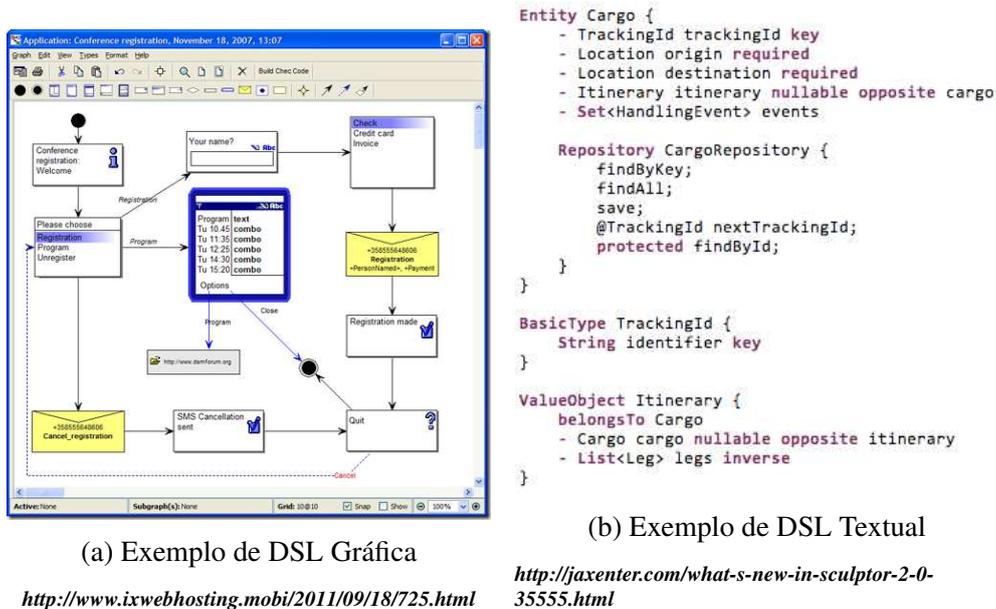
Após conceituar, precisa-se entender o motivo pelo qual foi escolhida uma *domain specific language* para resolver o problema apresentado neste estudo. Pode-se destacar como fatores decisivos para a adoção de uma linguagem de domínio específico: aumento da produtividade do desenvolvimento, melhora da comunicação com especialistas do domínio e alternativa aos modelos computacionais tradicionais [12].

¹<http://rubyonrails.org/>

²<http://www.ruby-lang.org/pt/>

4.1.1 DSLs Gráficas

Podemos ainda dividir as linguagens de domínio específico em gráficas e textuais. Como o próprio nome já diz, as textuais fazem uso de códigos, escritos em algum editor de texto, que especificam os elementos da DSL. Em contraste, as gráficas possuem uma interface com figuras e janelas utilizando cliques do mouse que, dependendo do domínio, faz mais sentido para o especialista, facilitando o seu uso (Figura 4.1).



(a) Exemplo de DSL Gráfica

(b) Exemplo de DSL Textual

<http://www.ixwebhosting.mobi/2011/09/18/725.html>

<http://jaxenter.com/what-s-new-in-sculptor-2-0-35555.html>

Figura 4.1: Tipos de DSL

Para este estudo, será implementada uma DSL gráfica.

4.1.2 DSL e Interface Natural

Não é novidade a construção de *domain specific languages* com aplicação em interfaces naturais. Khandkar [15] propôs, no domínio de interface multi-toques, a GDL (*Gesture Definition Language*) para reconhecimentos de múltiplos gestos em dispositivos *touch*.

Ela é uma DSL declarativa onde é possível definir novos gestos abstraindo toda problemática da implementação em baixo nível para o desenvolvedor sem comprometer a flexibilidade da definição dos mesmos. A GDL, atualmente, é parte do *GestureToolkit*³ - um conjunto de ferramentas que tem como objetivo simplificar a complexidade do desenvolvimento e teste de aplicações multi-toque.

Este *Toolkit* tem suporte para WPF (*Windows Presentation Foundation*)⁴ e Silverlight⁵. Na figura 4.2 vê-se um exemplo da definição de dois gestos usando a *Gesture Definition Language*.

³<http://gesturetoolkit.codeplex.com/>

⁴<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130.aspx>

⁵<http://www.microsoft.com/silverlight/>

<pre> name: Drag validate Touch state: TouchMove Touch limit: 1..3 On same object return Position, Position changed </pre>	
<pre> name: DoubleTap validate Touch state: TouchUp Touch limit: 1 Touch step: 2 touches within 1 sec Touch area: Rect 50x50 including last 1 touch within 1 sec return Position </pre>	

Figura 4.2: Definição usando a GDL dos gestos de "arrastar" e "duplo toque"

<http://gesturetoolkit.codeplex.com/>

No âmbito de interface natural, Sá [19] definiu a KGL (*Kinect Gesture Language*). Ele focou seu trabalho em jogos esportivos para *kinect*, definindo um conjunto de movimentos comuns a estes jogos, como chute, pulo, corrida, arremesso, etc.

A DSL foi desenvolvida com uso do *Visualization and Modeling SDK* (VMSDK), um *work-bench* da Microsoft que utiliza o Visual Studio⁶ como plataforma de desenvolvimento. Na figura a seguir vê-se a definição de uma cobrança de pênalti usando a DSL.

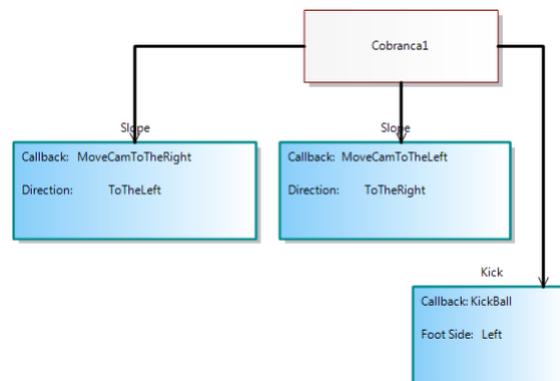


Figura 4.3: Definição de uma cobrança de pênalti usando a KGL

Jobert Sá

Note que, uma vez reconhecido o gesto, é necessária a definição da função de *callback* que realizará alguma ação na aplicação.

⁶<http://www.microsoft.com/visualstudio/ptb/office-dev-tools-for-visual-studio>

Requisito	Descrição
[R001] Interface amigável	toda a interface projetada e prototipada (Figura 4.4) precisa levar em conta o domínio do fisioterapeuta, sendo simples, limpa e de fácil compreensão
[R002] Possibilidade de generalização	a DSL precisa exportar o treinamento não apenas para a linguagem do ikapp, mas como um XML ⁷ que pode ser lido por qualquer outra aplicação
[R003] Usar todos os vetores do ikapp	atualmente o ikapp tem suporte apenas aos membros superiores, sendo todos eles cobertos e configuráveis pela DSL
[R004] Visualização dos membros	visualização em um modelo representativo do corpo humano, os vetores selecionados para o tratamento
[R005] Exportação para o ikapp	exportar todo treinamento para o ikapp

Tabela 4.1: Requisitos para a PML

4.2 Modelagem

Após conhecer o domínio e a problemática envolvida, iremos seguir os passos para definição da DSL gráfica PML (*Physiotherapy Movement Language*). Van Deursen [21] sugere as seguintes etapas, em resumo:

1. **Análise** - identificar o domínio do problema agregando todo conhecimento relevante. Definir uma DSL que descreve de forma concisa as aplicações no domínio. Um pré-requisito importante para o desenvolvimento de uma *domain specific language* é um conhecimento maduro do domínio [21];
2. **Implementação** - construção de um *framework* que implemente as noções semânticas. Projetar e implementar um compilador que traduz os programas na DSL gráfica para uma sequência de comandos;
3. **Uso** - Escrever programas na DSL e gerar código.

4.3 Requisitos

O objetivo principal do presente estudo é a construção de uma DSL gráfica de modo que ela auxilie um profissional da área de fisioterapia a descrever um treinamento/tratamento para um determinado paciente, que utilizará o aplicativo ikapp para executá-lo.

Considerando tudo que foi exposto no capítulo anterior no que diz respeito ao ikapp, levando em conta todas as vantagens que o uso de uma linguagem de domínio específico traz, vê-se que são perfeitamente aplicáveis as técnicas dessa abordagem.

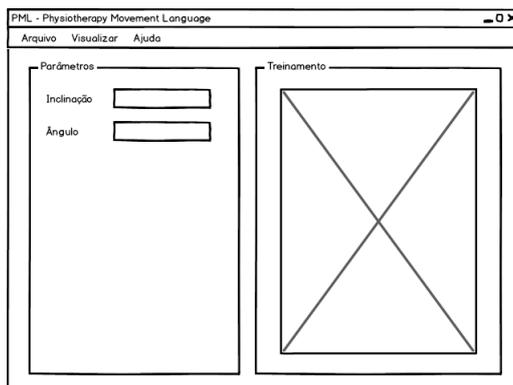


Figura 4.4: Protótipo da interface da PML

O autor

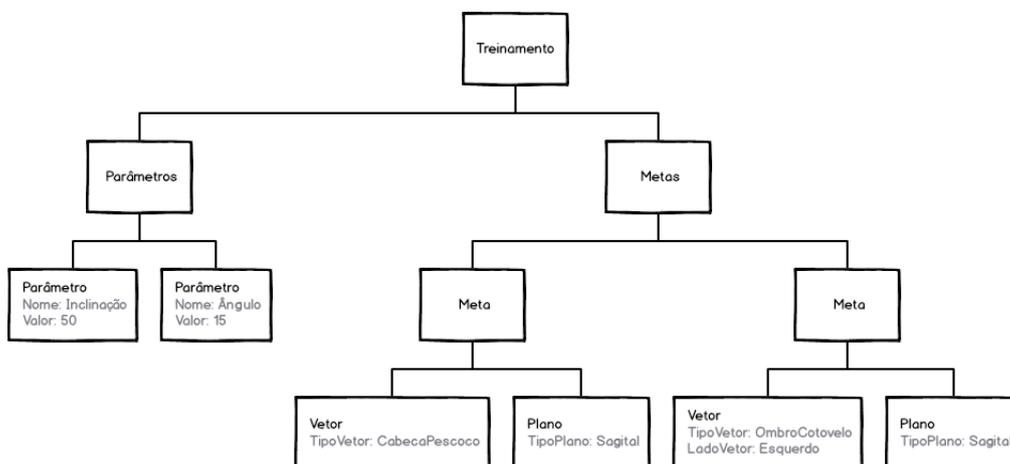


Figura 4.5: Exemplo de um XML da linguagem PML

O autor

Dessa forma, foram definidos os requisitos listados na tabela 4.1, para atender essa demanda.

Precisa-se, também, determinar como será a estrutura do XML que será exportado (Figura 4.5). Dessa forma, existem 2 grupos: configuração e metas. O primeiro define variáveis relevantes à configuração do sistema, muitas vezes específicas de cada um. O segundo grupo contém as metas, segundo vetores e planos, que serão realizadas pelo paciente e analisadas por relatório próprio do ikapp.

Uma das restrições, pelo menos nesta versão inicial da DSL, é o uso tão somente da técnica de reconhecimento por planos (usando metas). No capítulo final do estudo será abordada a direção para cobertura da técnica de *checkpoints*, também utilizada pelo ikapp.

4.4 Especificação da PML

Agora podemos abordar, na prática, a criação da PML, linguagem de movimentos de fisioterapia. Esta seção foi dividida de modo a facilitar o entendimento.

4.4.1 Interface

Para a implementação da DSL gráfica foi usada a tecnologia *Windows Presentation Foundation*⁸ (WPF). Consiste de um subsistema gráfico da plataforma .NET Framework⁹, que faz uso de uma linguagem de marcação (similar ao XML), conhecida como XAML, para desenvolvimento de interfaces para usuários mais ricas. Com o uso do WPF, foi possível a separação completa da GUI das regras de negócio envolvidas.

Com base no protótipo (Figura 4.4), foi criada uma interface desktop que contém todos os elementos para o [R001].



Figura 4.6: Interface Inicial da PML

O autor

4.4.1.1 Menu

Na figura 4.6 vemos que existem 3 item de menu: arquivo, exibir e ajuda.

- **Menu Arquivo** - é possível, por meio da DSL: criar um novo treinamento, abrir um treinamento já especificado pela DSL, salvar um treinamento que está sendo editado e exportar um treinamento para a aplicação do ikapp. Todos estes submenus atendem aos requisitos [R002] e [R005], salvar e exportar, respectivamente;

⁸<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130.aspx>

⁹<http://www.microsoft.com/net>

- **Menu Exibir** - a DSL permite que o usuário visualize, com o objetivo de orientação, os vetores e os planos que podem ser definidos para o tratamento [R001];
- **Menu Ajuda** - contém apenas referências ao autor e ao estudo realizado.

O submenu "Abrir" permite a seleção de um arquivo do tipo *.xml* para importação de um treinamento definido em algum outro momento pelo fisioterapeuta. Vale ressaltar que o XML necessita obedecer ao padrão definido na figura 4.5, observando inclusive os nomes dos campos, como será especificado mais abaixo em seção própria.

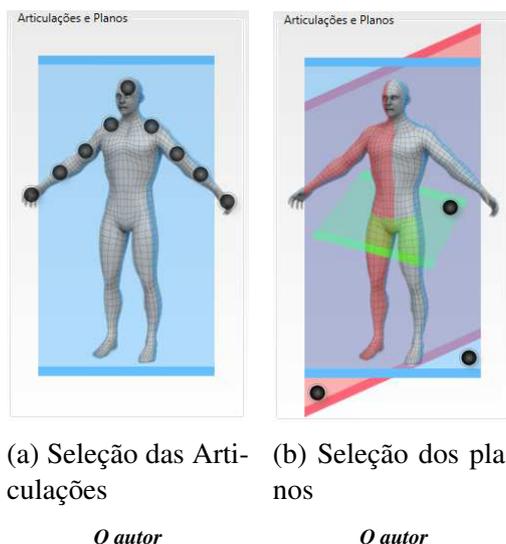


Figura 4.7: Planos e Articulações

4.4.1.2 Propriedades do Treino

Um outro componente da interface da DSL é o agrupamento "Propriedades do Treino". Nessa área é possível definir os parâmetros que são necessários à aplicação em específico. Neste caso, os que estão definidos a princípio, fazem sentido apenas ao domínio do ikapp. É o caso do diretório para o relatório, tempo de duração do jogo, ângulo máximo, ângulo mínimo, inclinação do dispositivo (nem sempre é usado o *Kinect*).

Importante lembrar que este estudo é focado no *software* de reabilitação ikapp, contudo foi tomado todo cuidado para que, na implementação da DSL, fosse observada a necessidade de generalização para aplicação em outros domínios.

4.4.1.3 Articulações e Planos

É neste local onde ficam as definições mais importantes da descrição do treinamento pelo fisioterapeuta. Cada articulação disponível contém um seletor (Figura 4.7a) o qual pode ser marcado, selecionando o referido vetor, incluindo-o no treino definido. Após a marcação, será necessário selecionar, dentre os planos sagital, frontal e horizontal, o que melhor representará o movimento que se pretende definir (Figura 4.7b).

É possível associar um plano para cada articulação selecionada. O ikapp tem suporte apenas para as articulações superiores, portanto a PML suporta os vetores descritos na tabela 4.2.

Foi escolhido um corpo humano para aproximar a definição do treinamento ao domínio de fisioterapia. No menu "Exibir" é possível ainda observar o desenho das articulações ligando os pontos de seleção, como forma de auxílio. Para esta versão inicial, o modelo é em duas dimensões. Como uma proposta de melhoramento, pode-se incluir um modelo em três dimensões, dando maior realismo.

4.4.2 XML

Nos requisitos foi definida a estrutura que a PML vai implementar no arquivo de marcação. Ele é gerado a partir dos dados inseridos na DSL gráfica.

Vetor	Descrição	Marcador
Cabeça-Pescoço	representa o vetor que liga o ponto da cabeça ao ponto que se localiza no pescoço. Na DSL está definido como "Cabeça"	
Pescoço-Ombro Lado Direito	representa o vetor que liga o ponto do pescoço ao ponto no ombro do lado direito. Na DSL está especificado como "Ombro Direito"	
Pescoço-Ombro Lado Esquerdo	representa o vetor que liga o ponto do pescoço ao ponto no ombro do lado esquerdo. Na DSL está especificado como "Ombro Esquerdo"	
Ombro-Cotovelo Lado Direito	representa o vetor que liga o ombro direito ao ponto no cotovelo do lado direito. Na DSL está especificado como "Braço Direito"	
Ombro-Cotovelo Lado Esquerdo	representa o vetor que liga o ombro esquerdo ao ponto no cotovelo do lado esquerdo. Na DSL está especificado como "Braço Esquerdo"	
Cotovelo-Punho Lado Direito	representa o vetor que liga o cotovelo direito ao ponto no punho do lado direito. Na DSL está especificado como "Ante-Braço Direito"	
Cotovelo-Punho Lado Esquerdo	representa o vetor que liga o cotovelo esquerdo ao ponto no punho do lado esquerdo. Na DSL está especificado como "Ante-Braço Esquerdo"	
Punho-Mão Lado Direito	representa o vetor que liga o punho direito ao ponto na mão do lado direito. Na DSL está especificado como "Mão Direita"	
Punho-Mão Lado Esquerdo	representa o vetor que liga o punho esquerdo ao ponto na mão do lado esquerdo. Na DSL está especificado como "Mão Esquerda"	

Tabela 4.2: Vetores existentes na PML

CAPÍTULO 5

Estudo de Caso

Após definir toda a construção da DSL proposta, vamos aplicá-la em um *software* para tratamento fisioterápico: o Ikapp.

5.1 Metodologia

A seguir veremos quais os critérios de seleção da amostra, como foi rodado o estudo piloto do experimento, quais procedimentos foram adotados, os instrumentos de avaliação empregados, bem como a metodologia que foi usada para a análise dos dados coletados.

5.1.1 Amostra

Para a amostra foi selecionado o máximo de estudantes e/ou profissionais da área de fisioterapia que aceitassem fazer o experimento proposto no tempo disponível. Ela foi composta de 3 (três) profissionais da área e 1 estudante.

5.1.1.1 Critérios de Elegibilidade

Foram incluídos no experimento somente indivíduos saudáveis, de ambos os sexos da área de fisioterapia, restringindo-se somente aqueles que tinham algum conhecimento da disciplina de Avaliação e, preferencialmente, já tiveram algum contato com o sensor de movimento *kinect*.

Quanto aos critérios de exclusão determinou-se: não incluir aqueles que já tiveram contato com a ferramenta ikapp, nem mesmo no momento de desenvolvimento, bem como pessoas com alguma patologia crônica e/ou congênita.

5.1.2 Estudo Piloto

O principal objetivo de um estudo piloto é, antecipadamente, alertar sobre onde o experimento principal pode falhar [22]. Van Teijlingen ainda lista algumas razões para usar esse tipo de estudo:

- desenvolvimento e teste adequado de instrumentos de pesquisas;
- verificar viabilidade de um estudo;
- identificar problemas de logística que podem ocorrer usando os métodos propostos;
- coletar dados preliminares;

- determinar quais recursos são necessários para o experimento planejado;
- entre outros.

No caso deste estudo, antes que o experimento fosse, de fato, rodado com a amostra escolhida, foi realizado um estudo com um fisioterapeuta voluntário, observando todos os critérios definidos na seção anterior. Após a conclusão do estudo piloto, foram identificados os seguintes aspectos que necessitaram de melhoria na metodologia:

1. informar ao voluntário que a avaliação era da ferramenta e não dele mesmo;
2. deixar claro que os parâmetros que já estão preenchidos são apenas de exemplo e podem ser alterados livremente;
3. fazer uma lista de tarefas mais clara evitando que o fisioterapeuta tente aplicar conhecimento da área, complicando a análise isolada da interface;
4. não filmar o processo de experimentação, mas anotar todos os passos;
5. exibir um vídeo da ikapp sendo usado, facilitando a compreensão do que é a ferramenta.

O item 2 foi necessário pois o voluntário se confundiu com os parâmetros previamente colocados no arquivo texto, cujo objetivo era apenas orientá-lo a respeito do lugar correto de inserção dos mesmos. Antes do piloto não havia uma lista de tarefas clara das variáveis a serem inseridas, por isso, no item 3, foi adotado uma lista de tarefas (Apêndice C) a fim de focar a análise na facilidade da interface e não da capacidade do usuário em determinar as variáveis corretas.

5.1.3 Procedimentos para o Experimento

O estudo foi composto do piloto seguido da escolha das amostras. Estas foram submetidas a um breve questionário (ver item 5.1.4.1) e, em seguida, a duas rodadas de testes: a primeira apresentava a interface de configuração por meio do arquivo texto, na segunda rodada o voluntário interagiu com o layout gráfico. Após, elas eram novamente questionadas sobre a experiência (ver item 5.1.4.2) com as interfaces. Ao final, a configuração gerada era carregada no aplicativo ikapp e os testes dos movimentos descritos eram realizados.

5.1.3.1 Interação com a definição do protocolo de tratamento

Como a amostra foi composta de 4 voluntários, foi montado dois grupos: o primeiro realizava a primeira rodada utilizando o arquivo texto para definição do protocolo de tratamento e a segunda com a DSL gráfica; já o grupo 2 invertia a ordem, tendo o contato inicialmente com o layout gráfico em seguida a definição textual.

Esta forma de interação buscou eliminar quaisquer questionamentos sobre a ordem com que as interfaces eram apresentadas aos voluntários.

5.1.4 Instrumentos de Avaliação

5.1.4.1 Questionário Socioeconômico

Para caracterizar melhor a amostra, foi solicitado o preenchimento de um questionário resumido (Apêndice A) que coletou dados socioeconômicos. Ele foi elaborado especialmente para o estudo sendo, em parte, baseado no adotado por Oliveira [8]. Em resumo, há perguntas como número de computadores em casa, nível de escolaridade, afinidade com o sensor *kinect* e experiência com descrição de algum tipo de protocolo de tratamento.

5.1.4.2 Questionário de Interface

A interface foi analisada com base em questionário próprio. Oliveira [8] propôs um questionário no qual se baseou o adotado pelo experimento (Apêndice B). Ele contém dois grupos de perguntas:

- **praticidade** - analisa a facilidade, rapidez e a linguagem da forma de definição do tratamento;
- **layout** - busca verificar critérios como confusão, poluição e chance de erro das técnicas de configuração.

Ele foi apresentado sempre ao final de toda experimentação.

5.1.4.3 *Think Aloud Protocol* (TAP)

De acordo com van Someren [16], o protocolo TAP consiste em pedir às pessoas que pensem alto enquanto resolvem algum problema bem como analisar os resultados obtidos. Este método tem aplicações em pesquisas de processos cognitivos educacionais e psicológicos como também na análise de interfaces de sistemas computacionais.

Para se extrair as informações, foram utilizados dois observadores que analisavam e anotavam todas as falas dos voluntários.

5.1.4.4 Tempo de cada rodada

Para cada rodada de interação com as interfaces, foi cronometrado o tempo para realizar a tarefa do experimento (Apêndice C). Ele fará parte da análise dos resultados obtidos.

5.1.5 Análise dos Dados

A análise dos dados do primeiro questionário será estatística descritiva. Para os parâmetros quantitativos, medidas de dispersão foram utilizadas (média e desvio padrão). Já para os qualitativos adotou-se a frequência. Nas anotações obtidas do protocolo TAP, o chefe do experimento verificou e definiu quais delas eram mais relevantes, sendo mostradas na seção de resultados.

Por último, será necessária a análise dos questionários apresentados logo após o fim da definição dos protocolos de tratamento. Ele possui apenas dados categóricos que serão confrontados com o tempo de realização de cada etapa do experimento.

5.2 Resultados

5.2.1 Caracterização da Amostra

Os dados da tabela a seguir representam o que foi obtido com o questionário, caracterizando a amostra no aspecto socioeconômico e duas variáveis de conhecimento do domínio.

	Quantização
Sexo n(%)	
<i>Masculino</i>	0 (0)
<i>Feminino</i>	4 (100)
Idade, em anos (média +- DP)	27,67 +- 4,5
Ocupação n(%)	
<i>Profissional da área</i>	3 (75)
<i>Estudante</i>	1 (25)
<i>Outro</i>	0 (0)
Grau de escolaridade n(%)	
<i>Médio Completo</i>	0 (0)
<i>Superior Incompleto</i>	1 (25)
<i>Superior Completo</i>	3 (75)
Número de computadores em casa n(%)	
<i>Nenhum</i>	0 (0)
<i>Entre 1 e 3</i>	4 (100)
<i>Mais de 3</i>	0 (0)
Conhecimento sobre o <i>kinect</i> n(%)	
<i>Já usou</i>	1 (25)
<i>Já ouviu falar, mas nunca usou</i>	2 (50)
<i>Nunca ouviu falar</i>	1 (25)
Já descreveu algum protocolo de tratamento n(%)	
<i>Sim</i>	2 (50)
<i>Não</i>	2 (50)
<i>Não, mas já ajudei a descrever</i>	0 (0)
<i>Não sei do que se trata</i>	0 (0)

Tabela 5.1: Caracterização da amostra

As duas últimas questões se referiram a aspectos que poderão ser usados para confrontar com dados observados no questionário de análise de interface.

5.2.2 Interação com as interfaces

Os resultados computados se referem a todos os instrumentos de avaliação, excluindo-se o primeiro questionário. Em relação aos critérios de praticidades, têm-se os seguintes resultados (Figura 5.1):

- todos os voluntários, no aspecto facilidade, consideraram a DSL gráfica superior;
- apenas 25% acharam o layout textual mais rápido, contradição que será discutida na próxima seção;
- 75% deles consideram a linguagem da gráfica melhor;

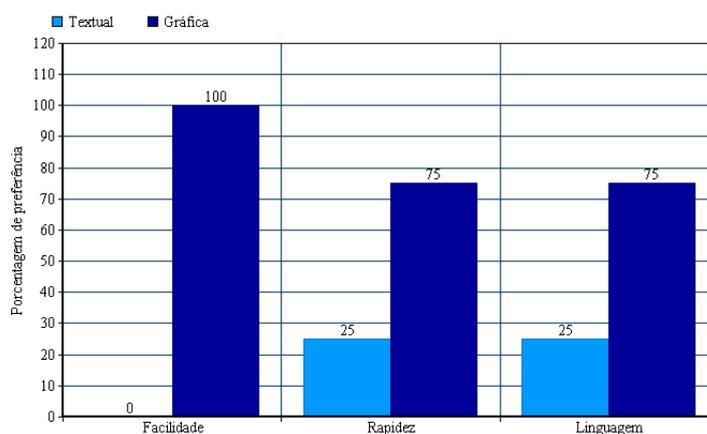


Figura 5.1: Critérios de praticidade

O autor

O outro grupo se refere aos critérios de layout. Observou-se os seguintes resultados (Figura 5.2):

- igualdade no quesito confusão, será debatido na próxima sessão;
- quanto às duas outras variáveis, a DSL saiu em vantagem sendo considerada menos poluída e com menor chance de erro;

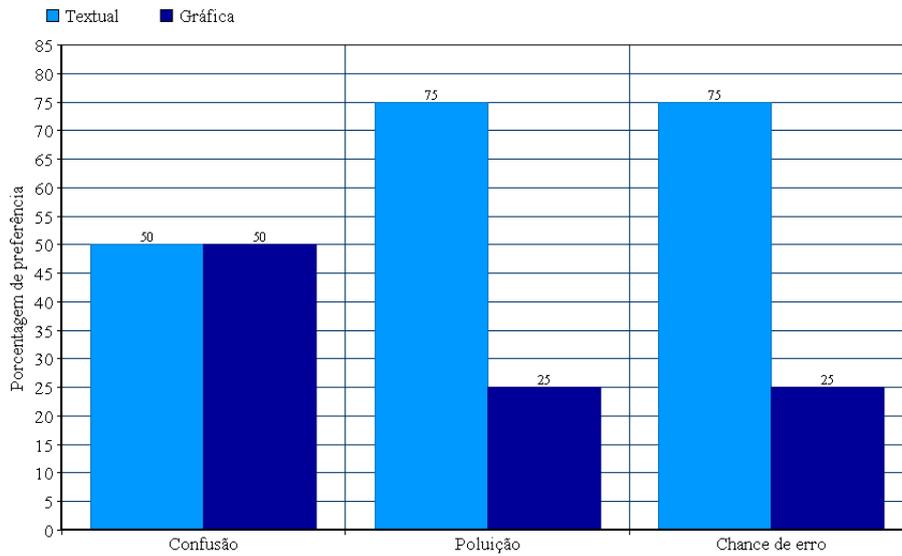


Figura 5.2: Critérios de layout

O autor

Durante o processo de experimentação os observadores cronometraram o tempo (em minutos) que os voluntários desenvolviam a tarefa passada. Os resultados obtidos demonstram, claramente, a inferioridade do tempo necessário para concluir todos os passos do experimento usando a linguagem de domínio específico (Figura 5.3). Em certas vezes a diferença de tempo chegou a mais de 10 mim.

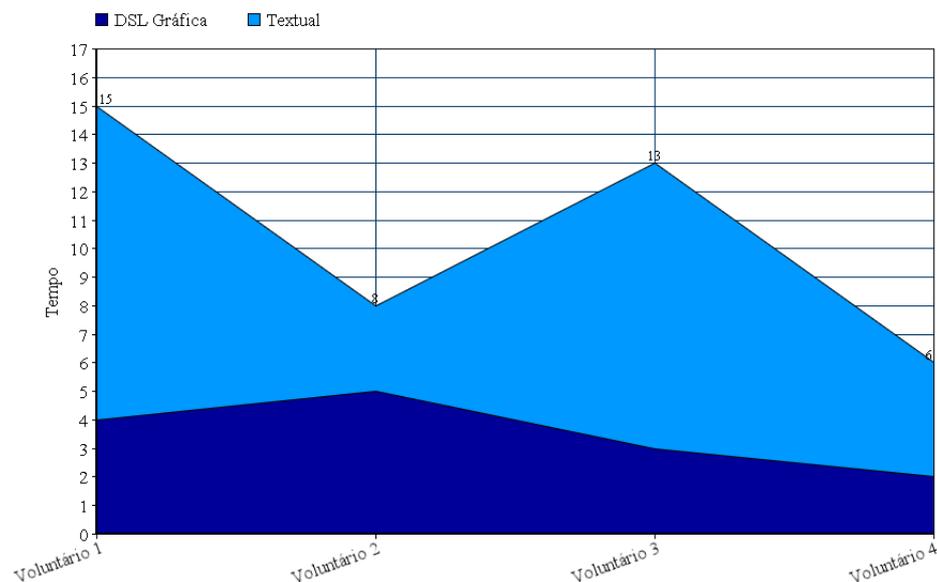


Figura 5.3: Tempo para definição do protocolo em cada interface

O autor

5.3 Discussão

Todos os dados obtidos com o experimento evidenciaram que a adoção de uma linguagem de domínio específico traz inúmeros benefícios à área em questão. A busca por uma interface mais amigável, fugindo de arquivos textos, trouxe muitos benefícios. Contudo, algumas observações registradas pelos condutores da pesquisa, apontam também para uma necessidade de melhoramento em alguns pontos da DSL.

Isso ficou um pouco mais claro pelos resultados do quesito confusão nos critérios de layout. Os pontos são os que se seguem:

- os ícones usados para marcação dos vetores e planos causaram confusão, pois eles davam a entender que eram do tipo "arrastar" e não "selecionar";
- quase todos os voluntários esqueceram de definir as metas do treinamento. Um alerta antes de salvar ou, pelo menos, um *redesign* da interface seja necessário para suprir essa falta;

Um outro ponto interessante é que, apesar de 25% todos fisioterapeutas/estudantes que foram testados acharem o método textual mais rápido, a medição do tempo para execução das tarefas mostrou que 100% dos voluntários realizaram a tarefa com a DSL mais rapidamente.

Outro detalhe a se observar é que as pessoas 2 e 4 foram as que tiveram a menor diferença quanto ao tempo em minutos de cada interface. Foi justamente com elas que a ordem de

apresentação das tarefas foi invertida, primeiro com a linguagem gráfica e depois textual. As outras duas fizeram usando o arquivo de texto primeiro seguida da DSL.

Quanto aos instrumentos de avaliação, houve falta de uma maior classificação dos critérios, não apenas bom ou ruim. Isso será proposto para futuros trabalhos.

Conclusão

Este estudo não se resume tão somente à definição de uma linguagem para o ikapp. Todo o processo de definição da DSL, juntamente com a preocupação em definir um arquivo de marcação (XML) mais genérico, teve como objetivo permitir o uso de todos os termos definidos em outros casos.

Os resultados observados somente comprovam os benefícios da definição de uma linguagem que seja direcionada ao domínio ao qual ela está inserida. Observou-se melhoras significativas em facilidade e usabilidade. O aumento da produtividade também foi um ponto que pôde-se concluir, em face da redução do tempo de configuração e definição do protocolo de tratamento.

Como em todo estudo, houveram algumas falhas na metodologia empregada. Porém, mesmo com elas, foi possível enxergar as contribuições desta adoção.

6.1 Trabalhos Futuros

O estudo foi conduzido em um curto espaço de tempo para todas as atividades. Por esse motivo, para que haja uma maior amplitude dos resultados, é necessário que ele seja refeito, adotando-se as melhorias levantadas para a PML. Para os questionários, é necessária a mudança nas possibilidades de resposta, incluindo um valor entre um e cinco, por exemplo.

Seria interessante também que os futuros trabalhos implementassem um modelo em três dimensões, possibilitando uma melhor visualização dos vetores e planos disponíveis para seleção. A redução de campos digitáveis e o aumento de campos selecionáveis pode diminuir, consideravelmente, a confusão identificada pela análise dos resultados.

APÊNDICE A

Questionário

O presente questionário tem o objetivo de classificar a amostra na pesquisa. Responda com atenção as perguntas. Obrigado pela disponibilidade em ajudar.

1) Qual seu sexo?

Masculino

Feminino

2) Qual sua idade?

_____ anos

3) Qual sua ocupação?

Profissional da área

Estudante

Outro

4) Qual seu grau de escolaridade?

Médio Completo

Superior Incompleto

Superior Completo

5) Quantos computadores possui em casa?

- Nenhum
- Entre 1 e 3
- Mais de 3

6) Qual seu nível de conhecimento sobre sensores de movimentos, em especial o *Kinect*?

- Já usei
- Já ouvi falar, mas nunca usei
- Nunca ouvi falar

7) Você já descreveu algum protocolo de tratamento?

- Sim
- Não
- Não, mas já ajudei a descrever
- Não sei do que se trata

Questionário Pós-Jogo

Responda com atenção as perguntas a seguir. Tente lembrar dos momentos em que você definia o protocolo de tratamento e da impressão passada por cada um dos tipos de definição, texto ou visual.

- 1) Classifique a satisfação com a definição do protocolo de tratamento por meio do **arquivo texto** nos seguintes critérios:

Praticidade

a. Facilidade

Bom

Ruim

b. Rapidez

Boa

Ruim

c. Linguagem

Boa

Ruim

Layout

d. Confusão

Alta

Baixa

e. Poluição

 Alta Baixa

f. Chance de erro

 Alta Baixa

Observações:

2) Classifique a satisfação com a definição do protocolo de tratamento por meio da **interface gráfica** nos seguintes critérios:

Praticidade

a. Facilidade

 Bom Ruim

b. Rapidez

 Boa Ruim

c. Linguagem

 Boa Ruim**Layout**

d. Confusão

 Alta Baixa

e. Poluição

Alta

Baixa

f. Chance de erro

Alta

Baixa

Observações:

APÊNDICE C

Experimento

Informações iniciais

- A medida que for fazendo as atividades procure **pensar alto** no que está fazendo, mesmo nas coisas simples;
- Observador(es) estara(m) anotando todos os seus “pensamentos” para análise posterior

Suponha que um paciente está com EPICONAILITE MEDIAL do COTOVELO DIREITO, configure os seguintes parâmetros do jogo:

- Inclinação do dispositivo: 15
- Tempo Total: 3
- Nome do arquivo: Não mexer
- Diretório: c:\Users\Jonathas\Documents
- Tolerância Postural: 10
- Flexão do Cotovelo: 0
- Quantidade de metas: 1
- Tolerância nos planos: 15
- Lista de metas:
 - cotovelo-punho-D
 - horizontal
 - 90 (ângulo máximo)
 - 0 (ângulo mínimo)

Os que estão no arquivo são apenas exemplos.

Referências Bibliográficas

- [1] Maíra Izzadora Souza Carneiro. Desenvolvimento e aplicabilidade de um sistema computacional de suporte a reabilitação motora em pacientes pós-acidente vascular encefálico. Trabalho de Conclusão de Curso, 2012. Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de Fisioterapia.
- [2] Yao-Jen Chang et al. A kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6):2566–2570, 2011.
- [3] Alana da Gama et al. Ikapp - a rehabilitation support system using kinect. *XIV Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada*, 2012.
- [4] Alana da Gama et al. Poster: Improving motor rehabilitation process through a natural interaction based system using kinect sensor. *Proceedings of IEEE Symposium on 3D User Interfaces*, pages 145–146, 2012.
- [5] Dennis Wixon Daniel Wigdor. *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Morgan Kaufmann; 1 edition (April 27, 2011), 2011.
- [6] E.D. de Bruin et al. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 43(4):229–234, August 2010.
- [7] Universidad de Los Andes. Instituto de Ortopedia Infantil. Laboratorio de marcha. Disponível em: <<http://laboratorio-marcha.uniandes.edu.co/>>. Acesso em março de 2013.
- [8] Déborah Marques de Oliveira. Análise da aplicabilidade do dispositivo tecnológico ikapp em indivíduos saudáveis. Trabalho de Conclusão de Curso, 2012. Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de Fisioterapia.
- [9] Jean Vitor de Paulo et al. Utilização do dispositivo kinect como meio para a aquisição de dados antropométricos. *XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica*, page 3, 2012.
- [10] Claudia Patricia Ochoa Diaz et al. Balance measurement system based on the center of mass computation using kinect. *XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica*, page 5, 2012.
- [11] Billy Steele Engadget. Disponível em: <<http://www.engadget.com/2012/12/14/superpop-project-ga-tech-kinect/>>. Acesso em março de 2013.

- [12] Martin Fowler. *Domain-Specific Language*. Westford: Addison-wesley Professional, 2011.
- [13] Wikipedia The free encyclopedia. Stewart platform. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Stewart_platform>. Acesso em março de 2013.
- [14] Ariel Dynamics Inc. Disponível em: <<http://www.arielnet.com/company/about>>. Acesso em março de 2013.
- [15] Shahedul Huq Khandkar. A domain specific language to define gestures for multi-touch applications. *The 10th Workshop on Domain-Specific Modeling*, page 6, 2010.
- [16] Jacobijn A.C. Sandberg Maarten W. van Someren, Yvonne F. Barnard. *The Think Aloud Method - A practical guide to modelling cognitive processes*. Academic Press, London, 1994.
- [17] E. G. X. Moura et al. Desenvolvimento de um sistema de captura movimentos de baixo custo destinado a projetos de equipamentos de auxílio a locomoção. *XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica*, page 4, 2012.
- [18] The State University of New Jersey. Disponível em: <<http://ti.rutgers.edu/RutgersAnkle.php>>. Acesso em março de 2013.
- [19] Jobert Gomes Prado Sá. Construindo uma dsl para reconhecimento de gestos utilizando kinect. Trabalho de Conclusão de Curso, 2011. Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Informática.
- [20] Luiz José Schirmer Silva et al. Sistema de reabilitação fisioterapêutica baseado em jogos com interfaces naturais. *XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, page 4, 2012.
- [21] Arie van Deursen, Paul Klint, and Joost Visser. Domain-specific languages: an annotated bibliography. *SIGPLAN Not.*, 35(6):26–36, June 2000.
- [22] Edwin van Teijlingen and Vanora Hundley. The importance of pilot studies. *Social Research Update*, (35):1–4, 2001.