

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DO IPIRANGA**

**CURSO DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

CÉSAR GOMES RECHE

**CINÉTICO: Avaliador de movimentos em exercícios físicos**

SÃO PAULO

2017



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DO IPIRANGA**

**CURSO DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

CÉSAR GOMES RECHE

**CINÉTICO: Avaliador de movimentos em exercícios físicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia do Ipiranga, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Orientadora: Profa. Dra. Andréia Machion

SÃO PAULO

2017

**RESUMO**

A prática de exercícios físicos é algo comum na vida de um ser humano. Pessoas praticam exercícios por saúde, competição ou lazer. Muitos exercícios contêm movimentos que exigem uma maneira correta de serem executados, como uma forma eficaz de sua aplicação, e para isso é comum pessoas visitarem academias ou locais para treinamento, sendo instruídas por um profissional especialista. O problema ocorre quando a carga de alunos é muito grande para poucos instrutores. Para o instrutor, é muito difícil dar atenção aos problemas específicos de diversos alunos. Este problema se estende ao aluno, pois não tem a atenção necessária de seu instrutor, ficando assim mais sujeito a cometer erros. Através de um dispositivo sensor de movimentos e um software avaliador, este projeto visa diminuir tanto a carga sobre o instrutor, quanto a dependência da supervisão de um profissional da área para o aluno praticante de exercícios físicos. A metodologia adotada é indutiva, o tipo de pesquisa é documental de abordagem qualitativa. A tecnologia de apoio utilizada é o dispositivo Kinect v2.0, da Microsoft.

Palavras-chave: Kinect. Sensor de movimento. Exercícios físicos. Avaliação. Academia.

**ABSTRACT**

The practice of physical exercises is a common thing in the life of the human being. People practice exercises for Health, Competition or Entertainment. Many exercises contain movements that needs a correct method of execution, as an effective manner of their application, and that makes people to go to the gym or training places, being supervised by a specialist. The problem occurs when there are many practicers for few instructors. To the instructor, it is hard to pay attention to an individual’s problem. This problem extends to the practicer, which can’t have the necessary attention from his instructor, making it more suitable for commiting execution errors for an exercice. Through a movement sensor device and a measurer software, this project aims to decrease both the charge over the instructor and a professional’s supervision dependency for the practicer. The adopted method for this project is inductive, the research type is documentary, with a qualitative approach. The supporting technology utilized is the Microsoft’s Kinect v2.0 device.

Keywords: Kinect. Movement sensor. Physical exercicess. Measuring, Gym.

**SUMÁRIO**

[1 INTRODUÇÃO 1](#_Toc447474808)7

[1.1 Objetivos 1](#_Toc447474809)8

[1.2 Justificativa 1](#_Toc447474810)8

[1.3 Metodologia e Tecnologias 1](#_Toc447474810)8

[1.4 Organização do Trabalho 1](#_Toc447474811)9

[2 O DISPOSITIVO KINECT 20](#_Toc447474812)

[2.1 Tecnologias](#_Toc447474809) 20

[2.1.1 Depth Image 20](#_Toc447474820)

[2.1.2 Geração do Esqueleto 21](#_Toc447474821)

[2.2 Trabalhos correlatos usando kinect](#_Toc447474810) 21

[3 REQUISITOS DO SISTEMA DE SOFTWARE 23](#_Toc447474818)

[**3.1 Identificação dos requisitos** 23](#_Toc447474819)

[3.1.1 Prioridades dos requisitos 23](#_Toc447474820)

[3.1.2 Requisitos Funcionais 23](#_Toc447474821)

[3.1.3 Requisitos Não-Funcionais 24](#_Toc447474822)

[3.1.4 Regras de Negócio 26](#_Toc447474823)

[3.2 **Modelagem dos requisitos funcionais** 26](#_Toc447474824)

[3.2.1 Atores 27](#_Toc447474825)

[3.2.2 Diagrama de Caso de Uso 27](#_Toc447474826)

[3.2.3 Especificação do Caso de Uso 27](#_Toc447474827)

[4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO 28](#_Toc447474828)

[4.1 **Análise** 28](#_Toc447474829)

[4.1.1 Diagrama de Classes de Análise (Visão de Negócio) 28](#_Toc447474830)

[4.2 **Projeto** 2](#_Toc447474831)9

[4.2.1 Arquitetura do Sistema 2](#_Toc447474832)9

[4.2.2 Diagrama de Classes de Projeto por Caso de Uso 2](#_Toc447474833)9

[4.2.3 Diagrama de atividades 30](#_Toc447474834)

[4.2.4 Diagrama de estados 31](#_Toc447474835)

[4.2.5 Diagrama de Componentes 32](#_Toc447474836)

[4.2.6 Modelo de Dados 32](#_Toc447474837)

[4.2.7 Modelo Lógico da Base de Dados 32](#_Toc447474838)

[5 CONCLUSÕES 33](#_Toc447474839)

[6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 34](#_Toc447474840)

[REFERÊNCIAS 35](#_Toc447474841)

[GLOSSÁRIO 36](#_Toc447474842)

[APÊNDICE A – PLANO E EXECUÇÃO DETESTES 37](#_Toc447474843)

[APÊNDICE B – Modelo de Negócios 38](#_Toc447474846)

[APÊNDICE C – Implantação 39](#_Toc447474847)

[APÊNDICE D – Manual do Usuário 40](#_Toc447474848)

**1 INTRODUÇÃO**

Quando se fala de exercícios físicos, logo se vem à mente saúde. Não é preciso dizer que fazer exercícios físicos é importante para a saúde, mas nem sempre o praticante dá preferência à saúde na hora de praticar uma atividade física. As pessoas podem praticar exercícios por lazer, estética, recuperação de lesões... Há uma vasta, quase que de tamanho inimaginável, lista de exercícios físicos que podem ser executados por um ser humano, mas uma característica comum de todos eles é que há uma forma correta de executá-los.

Em muitas atividades físicas, a forma de execução de um exercício pode ser ignorada e só visar a eficácia do mesmo; em outras, é essencial uma movimentação tecnicamente correta, aliando postura e velocidade, para se atingir um melhor resultado.

Os praticantes, cujos exercícios exigem a execução de técnicas de forma mais precisa, normalmente treinam em locais específicos e juntos a um profissional especialista, que analisa e avalia a execução dos movimentos pelo praticante. Reunir esses dois itens nem sempre é possível, seja por falta de tempo para ir a um local de treinamento, ou concorrência da atenção do profissional com outros praticantes. Uma vez que o praticante não tem como se autoavaliar, a detecção da má execução do exercício é dificultada.

Para o profissional, pela preocupação de atender a todos os praticantes, muitas vezes a atenção necessária a algum aluno especifico não é atendida.

Tendo em vista estes pontos, este projeto visa auxiliar na resolução desses problemas basicamente de duas formas: a primeira forma é servindo como uma ferramenta de ajuda para o profissional avaliar e corrigir os movimentos que porventura necessitam de melhorias; a segunda forma é permitindo a autoavaliação do praticante na ausência de algum profissional que o auxilie. O resultado seria demonstrado na própria ferramenta, proporcionando ao usuário analisar e detectar pontos a serem melhorados.

Pode-se encontrar outros projetos e estudos similares que visam usar sensores de movimentos para ajudar pessoas a recuperarem a capacidade motora. Entretanto, estes projetos visam atingir áreas específicas como, por exemplo, a área de fisioterapia: recuperar pacientes com problemas patológicos nos ligamentos dos joelhos (MACHADO, 2013). Este trabalho se diferencia um pouco por avaliar exercícios de forma geral, em um escopo mais amplo, tentando atender diversas áreas, não fazendo distinção sobre para qual área específica é determinado exercício.

* 1. **Objetivos**

O intuito deste projeto é desenvolver um sistema computacional para avaliar movimentos executados em exercícios físicos por um usuário através de um dispositivo sensor de movimentos conectado ao computador e um software avaliador.

**1.2 Justificativa**

Exercícios físicos, embora importantes, são desgastantes. Um praticante não acostumado pode se sentir cansado em poucos minutos. Apesar disso, é interessante que a pessoa termine seu exercício com a execução correta passada pelo profissional. Do contrário, isso pode prejudicar, por exemplo, um tratamento de fisioterapia. Este problema também pode ocorrer na área de musculação.

Para a área de artes marciais, há movimentos complexos, com muitos detalhes, e de fácil esquecimento para o praticante. A presença de um professor é muito importante nesse caso, mas nem sempre há um professor disponível.

Este projeto visa desenvolver uma ferramenta que poderá cobrir grande parte dos problemas nas áreas mencionadas. Tanto o praticante quanto o profissional da área poderão utilizar a ferramenta, que funcionará como um avaliador de movimentos, e mostrará na tela qual movimento deve ser executado e a forma correta de sua execução.

**1.3 Metodologia e Tecnologias**

A metodologia adotada é indutiva, o tipo de pesquisa é documental de abordagem qualitativa.

O dispositivo sensor a ser utilizado será o Microsoft Kinect juntamente com o *Software Development Kit (SDK)* e a documentação oficiais da Microsoft. Trabalhos, livros, artigos e bibliotecas externos sobre identificação também serão analisados buscando alternativas de implementação para melhoria sobre a precisão e limitação das funcionalidades que o Kinect e o *SDK* oficial da Microsoft proporcionam.

**1.4 Organização do Trabalho**

Este trabalho é composto por seis capítulos. O primeiro capítulo visa contextualizar o projeto, identificando e proporcionando uma solução para os problemas encontrados. O segundo capítulo visa explicar conceitos indispensáveis sobre o dispositivo Kinect, sua tecnologia e técnicas utilizadas para implementação de funcionalidades para a aplicação. O terceiro capítulo visa mostrar o levantamento dos requisitos e diagramas de software, dando uma visão geral do negócio. O quarto capítulo visa mostrar a análise dos diagramas de negócio e os diagramas da visão de projeto, mostrando a arquitetura física e de software, dando uma ideia de como o sistema será implementado. O quinto capítulo visa mostrar os resultados obtidos com o projeto e possíveis adições futuras. O sexto capítulo é reservado para considerações finais.

**2 O DISPOSITIVO KINECT**

O Kinect é um dispositivo sensor de movimentos lançado oficialmente pela Microsoft em 2010. Está atualmente em sua versão 2.0, lançada oficialmente em 2013, a qual será usada neste projeto juntamente com o *Software Development Kit (SDK)* oficial. O Kinect será usado juntamente com o sistema operacional Windows, para o qual o SDK foi desenvolvido.

**2.1 Tecnologias**

O Kinect 2.0 é composto por três câmeras: *Depth Camera*, para detecção de profundidade, Câmera em cores de 1080p e Câmera de infravermelho. Conta também com quatro microfones para captura de som (MICROSOFT, 2013).

Dentre suas tecnologias, será usada neste projeto a *Depth Camera*, que possibilita a captura de uma *depth Image.* Também serão usadas informações de pontos do corpo providas pelo *SDK*, que serão utilizadas na Geração de um esqueleto que representará o corpo do usuário*.*

**2.1.1 *Depth Image***

Uma *depth image* é uma foto em tons de cinza representando a distância entre o usuário e a câmera do Kinect. O Kinect usa luz infravermelha para detectar objetos a sua frente (BORENSTEIN, 2012, p. 1).

A vantagem de uma *depth image* sobre fotos coloridas comuns é a possibilidade de calcular a profundidade do usuário na foto de forma bem mais rápida e bem menos complexa. Também facilita a remoção do fundo onde o usuário está situado. A técnica de remoção do fundo é usada para avaliar com mais precisão posições dos dedos da mão, que é provida apenas de forma simples pelo *SDK*.

**2.1.2 Geração do Esqueleto**

O *SDK* provê informações sobre pontos em um espaço representando partes do corpo (MICROSOFT, 2013). Com essas informações, é possível desenhar um esqueleto, para fazer uma representação gráfica da simulação do corpo do usuário que está interagindo com o Kinect. A lista de pontos do corpo do usuário é atualizada dinamicamente pelo *SDK*, e seu estado antigo é comparado com o novo para identificar movimentação oriunda do usuário.

**2.1.3 Limitações do Kinect**

A taxa de atualização de informações do Kinect é limitada a 30 quadros por segundo, que é a taxa de Hz utilizada pelo Kinect. Este comportamento implica na obtenção de uma *depth image* e na lista de pontos do corpo do usuário, limitando, também a velocidade de atualização da imagem do esqueleto gerado. Outra limitação do SDK, pertencente a versão v2.0 do *SDK* é a detecção dos pontos da mão do usuário, onde não é feita a detecção dos cinco dedos da mão.

**2.2 Trabalhos correlatos usando o Kinect**

Há um grande acervo de projetos que já utilizaram e comprovaram a eficácia do Kinect. Dentre eles, é possível citar alguns projetos que fazem parte de um escopo similar ao deste projeto:

* Sistema para fisioterapia (CAMPOS, 2013), onde o autor consegue demonstrar que é possível usar o Kinect para acompanhar e auxiliar na recuperação de um paciente;
* Kinect para reabilitação (KOSTRIUBA et al, 2014), onde os autores criaram um jogo para ajudar na reabilitação de movimentos físicos, inclusive recebendo resposta de mais de 90% dos usuários apoiam a ideia de realizar a fisioterapia através de jogos;
* Sistema interativo baseado em gestos para utilização de comandos no computador (ALMEIDA, 2014), onde foi criado um sistema para executar determinado comando através de gestos pré-definidos do usuário;
* Proposta de sistema baseado na plataforma Kinect para suporte a reabilitação de pacientes com patologias ligamentares nos joelhos (MACHADO, 2013), onde é feito um estudo pelo autor da possibilidade de se usar Kinect para reabilitação de pacientes com problemas no joelho. O autor consegue ao final de seu trabalho uma resposta positiva.

1. REQUISITOS DO SISTEMA DE SOFTWARE

3.1.2 Requisitos Funcionais

**[RF001] – Capturar posição do usuário**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: A aplicação terá conhecimento do usuário que estiver em frente ao sensor de movimento.

**[RF002] – Criar corpo**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Pontos do corpo (extremidades ou articulações) do usuário que estiver em frente ao sensor serão detectados.

**[RF003] – Analisar movimentação corporal**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Um movimento executado será detectado e classificado como um tipo de movimento: linear ou angular. Também serão analisados posicionamento e velocidade.

**[RF004] – Analisar ação**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Uma ação será analisada e classificada após sua execução.

**[RF005] – Avaliar acurácia da ação**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: A acurácia do usuário ao executar uma determinada ação será avaliada. De acordo com determinada taxa de porcentagem, a ação poderá ser avaliada como satisfatória ou insatisfatória.

**[RF006] – Analisar exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O exercício será avaliado de forma geral, após a avaliação de todas as ações do exercício.

**[RF007] – Avaliar acurácia do exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: A acurácia do usuário ao executar o exercício será avaliada pela aplicação. De acordo com determinada taxa de porcentagem, o exercício poderá ser avaliado como satisfatório ou insatisfatório.

**[RF008] – Informar resultado do exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Será mostrado um relatório sobre o desempenho do usuário sobre a execução do exercício.

**[RF09] – Realizar exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá executar um exercício selecionado de uma lista de exercícios associada ao seu perfil.

**[RF010] – Cancelar exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | 🞎 | Essencial | ◼ | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá cancelar a realização de um exercício que já está iniciado.

**[RF011] – Manter exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá criar, alterar, consultar o remover um exercício de uma lista de exercícios associado ao seu perfil.

**[RF012] – Gravar novo exercício**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | 🞎 | Essencial | 🞎 | Importante | ◼ | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá gravar movimentos utilizando a própria movimentação corporal para criação de um novo exercício.

**[RF013] – Manter perfil**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá criar, alterar, ou excluir seu perfil, que será usado para entrar no sistema.

**[RF014] – Efetuar login**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O usuário poderá entrar no sistema através de um nome de usuário e, opcionalmente, senha.

3.1.3 Requisitos Não-Funcionais

**Requisitos de Produto:** Conjunto de requisitos para prover conteúdo ao usuário.

**[RNF001] – Manual do usuário**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | 🞎 | Essencial | ◼ | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Deve-se prover um manual de instruções digital para usabilidade e comandos que a aplicação usa.

**[RNF002] – Linguagem de apresentação**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: A aplicação deve ter suporte às linguagens Português (do Brasil) e Inglês.

**Requisitos de Tecnologia:** Relativos à tecnologia adotada no desenvolvimento do sistema.

**[RNF003] – Usabilidade**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O sistema deve prover uma interface baseada nos seguintes critérios ergonômicos visando facilidade de aprendizagem e utilização:

* Orientação a convite: deixar claro o que o usuário pode fazer;
* Ações mínimas: Diminuir a necessidade de acessos desnecessários a outras telas;
* Legibilidade: Contraste de fundo e tamanho da fonte não deve dificultar a leitura pelo usuário;
* Coerência Interna: Padronizar tamanho de fonte, tamanho dos campos, cores entre as telas etc.

**[RNF004] – Apresentação da Interface Gráfica**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | 🞎 | Essencial | ◼ | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: Para os componentes das telas, o sistema deve manter uma coerência entre tamanho, fonte e cor para componentes que compartilhem de um mesmo grupo de funções. Para *viewports,* o sistema deve ser capaz de suportar diversas resoluções suportadas pelo monitor e a placa de vídeo, com *aspect ratios* de 4:3, 5:4, 16:9 e outros padrões adotados. A resolução mínima permitida é de 480x320.

**Requisitos de Processo:** Relativos ao processo utilizado para desenvolvimento do sistema.

**[RNF005] – Linguagem de programação**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: A linguagem a ser utilizada deverá ser C++.

**[RNF006] – Sistema Operacional**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prioridade**: | ◼ | Essencial | 🞎 | Importante | 🞎 | Desejável |

**Descrição**: O sistema operacional a ser utilizado deve ser Windows Vista, 7, 8, ou 10.

3.1.4 Regras de negócio

**[RN001] – Visibilidade de Exercício**

**Descrição:** Um usuário só poderá ver e executar os exercícios que o mesmo criou ou quando o exercício esteja marcado como público. Um exercício pode ser marcado como público na sua criação ou edição, possibilitando que qualquer usuário o veja e execute.

**[RN002] – Criação de Exercício**

**Descrição:** Um exercício, para ser criado, deve conter pelo menos uma ação.

**[RN003] – Tipos de ação**

**Descrição:** Uma ação pode ser de dois tipos: Ação de posicionamento e ação de movimentação.

**[RN004] – Avaliação de ação**

**Descrição:** Uma ação pode ser avaliada em: *Missed* (Não executada), *Bad* (ruim), *Good* (Boa) ou *Excellent* (Excelente). Uma ação é avaliada mediante a porcentagem de acurácia em relação a ação ideal:

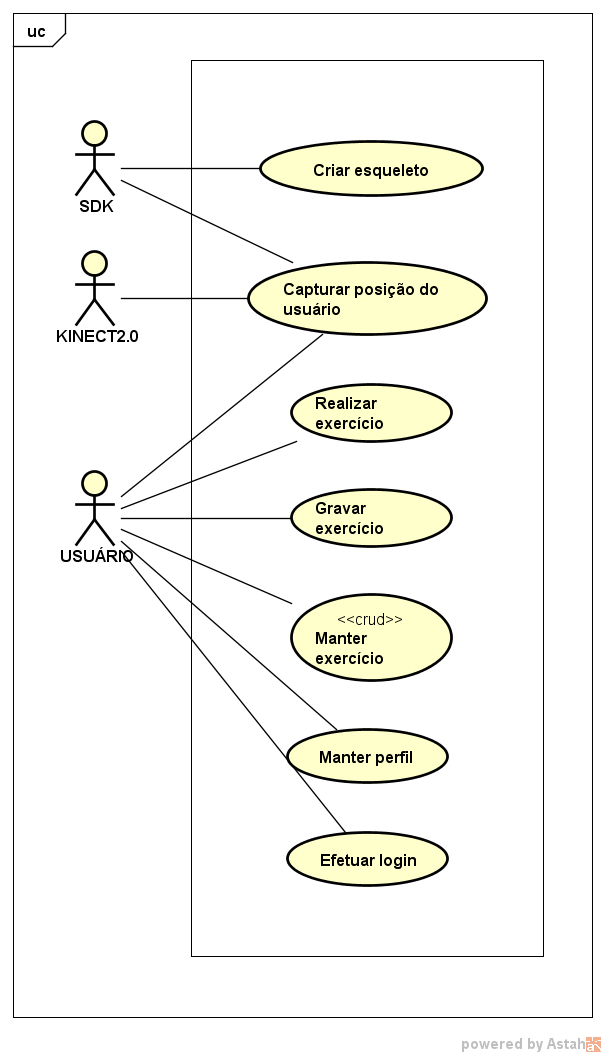
* Missed: abaixo de 50% (cinquenta por cento);
* Bad: abaixo de 80% (oitenta por cento);
* Good: abaixo de 95% (noventa e cinto por cento);
* Excellent: acima ou igual de 95% (noventa e cinco por cento).

Uma ação será considera *Accepted* (satisfatória) se for avaliada em, pelo menos, *Good*. Do contrário, a ação será considerada *Rejected* (não satisfatória).

**[RN005] – Avaliação de exercício**

**Descrição:** Um exercício será considerado *Accepted* (satisfatório) somente se todas as ações forem consideradas como *Accepted (satisfatória)*. Do contrário, o exercício será considerado *Rejected* (não satisfatório).

### 3.2.2 Especificação do Caso de Uso



### 3.2.3 Especificação do Caso de Uso

|  |  |
| --- | --- |
| **CSU001 – Capturar posição do usuário** | |
| Sumário: | Capturar posição do usuário em frente ao sensor |
| Ator Primário: | KINECT2.0 |
| Ator Secundário: | USUÁRIO, SDK |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:**   1. O usuário deve estar logado no sistema. 2. O exercício deve ter sido iniciado pelo usuário. | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O Kinect ficará “observando” mudanças de movimentação.  **2 –** O usuário se mantém em frente ao Kinect executando ações necessárias para o exercício.  **3 –** O Kinect automaticamente captura a imagem do usuário, servindo de entrada para o SDK.  **4 –** O SDK calcula a posição do usuário, de acordo com a entrada provida do Kinect.  **5 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo de exceção (4):** Corpo não identificado   1. Se o corpo não puder ter sido identificado, o sistema mantém informações anteriores sobre a posição dos pontos do corpo do usuário. 2. O caso de uso termina. | |
| **Requisitos:** RF001 | |
| **Regras de Negócio:** | |
| **Interface:** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **CSU002 – Criar corpo** | |
| Sumário: | Identificar partes do corpo do usuário |
| Ator Primário: | SDK |
| Ator Secundário: |  |
| Casos de Uso Associados: CSU001 | |
| **Pré-condição:**   1. O corpo do usuário deve ter sido identificado (CSU001). | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O SDK identifica pontos do corpo (extremidades ou pontos de articulação) do usuário com base na imagem gerada pelo Kinect.  **2 –** A aplicação gera informações sobre a mão e dedos do usuário (CSU003).  **3 –** O caso de uso termina. | |
| **Requisitos:** RF002 | |
| **Regras de Negócio:** | |
| **Interface:** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **CSU003 – Realizar exercício** | |
| Sumário: | Escolher e realizar um exercício da lista de exercícios |
| Ator Primário: | USUÁRIO |
| Ator Secundário: |  |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:**  **a.** O usuário deve estar logado no sistema. | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O usuário escolhe e inicia um exercício na lista de exercícios.  **2 –** O sistema redireciona o usuário para a tela de Realização de Exercícios.  **3 –** O usuário realiza posições e movimentos e acordo com a ação requisitada.  **4 –** O sistema avalia a ação do usuário e continua para a próxima ação.  **5 –** Após todas as ações serem executadas, o exercício termina.  **6 –** O sistema avalia o exercício de acordo com a avaliação das ações do **mesmo.**  **7 –** O resultado do exercício é mostrado ao usuário.  **8 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo alternativo (3): Cancelar exercício**   1. O usuário cancela o exercício sendo executado. 2. O caso de uso termina. | |
| **Requisitos:** RF003, RF004, RF005, RF006, RF007, RF008, RF009, RF010 | |
| **Regras de Negócio:** RN001, RN003, RN004, RN005 | |
| **Interface:** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **CSU004 – Cancelar exercício** | |
| Sumário: | Cancelar a realização de um exercício que já está iniciado. |
| Ator Primário: | USUÁRIO |
| Ator Secundário: |  |
| Casos de Uso Associados: CSU003 | |
| **Pré-condição:**   1. O usuário deve estar logado no sistema. | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O usuário seleciona a opção de “Cancelar exercício”.  **2 –** O sistema encerra a realização de exercício.  **3 –** O sistema informa o resultado do exercício até o momento.  **4 –** O caso de uso termina. | |
| **Requisitos:** RF010 | |
| **Regras de Negócio:** | |
| **Interface:** | |

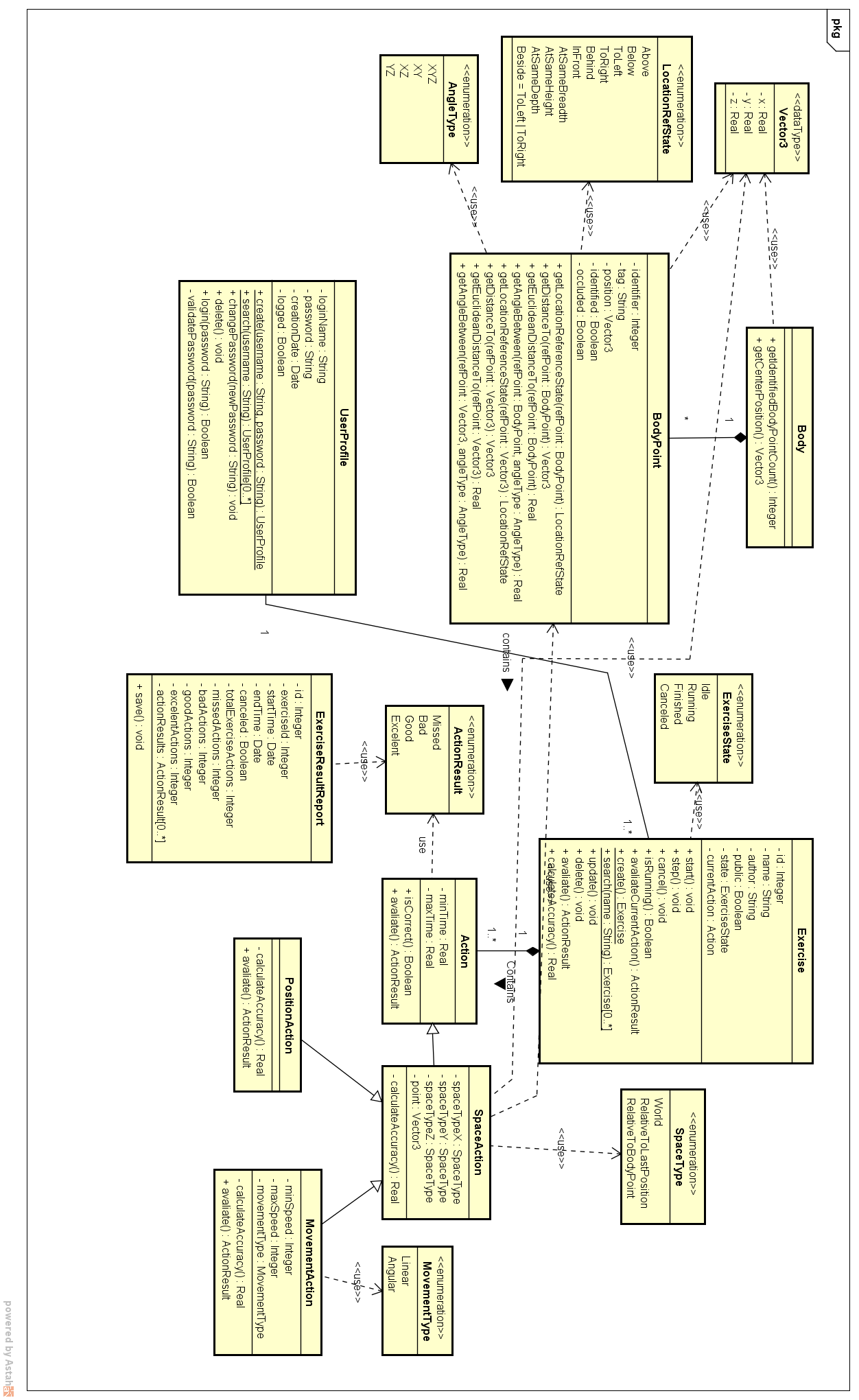
|  |  |
| --- | --- |
| **CSU005 – Manter exercício** | |
| Sumário: | Criar, atualizar, consultar e remover exercício. |
| Ator Primário: | Usuário |
| Ator Secundário: |  |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:**  O usuário deve estar logado no sistema. | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O usuário seleciona a opção para criar exercício.  **2 –** O sistema redireciona o usuário para a tela de Gerenciamento de Exercício.  **3 –** O usuário insere o nome do exercício e marca se é público.  **4 –** O usuário aciona a opção para adicionar Ações do exercício.  **5 –** O sistema disponibiliza os seguintes campos para edição:  Tipo de ação;  Tempo mínimo para execução da ação;  Tempo máximo para execução da ação;  Ponto de referência (x, y, z).  **6 –** O usuário seleciona a opção de salvar ação.  **7 –** O sistema valida os campos.  **8 –** Se preferir, o usuário pode adicionar mais ações. Nesse caso, o usuário volta ao passo 5 deste caso de uso.  **9 –** O usuário seleciona a opção de salvar exercício.  **10 –** O sistema valida os campos.  **11 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (1): Edição de exercício**  O usuário seleciona a opção de edição de exercício.  O sistema redireciona o usuário para a tela de Gerenciamento de Exercício.  O usuário pode editar quaisquer campos, inclusive o nome do exercício.  O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (1): Remoção de exercício**  O usuário seleciona a opção para remover o exercício.  Se o exercício for público e o próprio usuário não for o criador, é mostrada uma mensagem de erro ao usuário: “Somente o criador do exercício pode remover um exercício público”. Do contrário, o exercício é removido da lista de exercícios.  O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (1): Busca de exercícios**  O usuário usa o campo de filtro para busca.  O sistema atualiza a lista de exercícios somente com resultados encontrados.  O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (5a): Tipo de ação de posição**  O usuário seleciona o tipo de ação Posição.  O sistema disponibiliza os seguintes campos para edição:  Posição (x, y, z);  Tempo mínimo para segurar a poção.  O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (5a): Tipo de ação de movimento**  O usuário seleciona o tipo de ação Posição.  O sistema disponibiliza os seguintes campos para edição:  Tipo de movimento;  Velocidade mínima;  Velocidade máxima;  Posição final (x, y, z).  O caso de uso termina. | |
| **Fluxo de Exceção (9): Nome de exercício já existe**  O sistema mostra a mensagem: “Exercício com este nome já existe. Por favor, escolha outro nome.”.  O sistema redireciona o usuário ao passo 3 do Fluxo Principal. | |
| **Fluxo de Exceção (9): Nenhuma ação adicionada**  O sistema mostra a mensagem: “É necessário incluir, pelo menos, uma ação para criar um exercício.”.  O sistema redireciona o usuário ao passo 3 do Fluxo Principal. | |
| **Requisitos:** RF011 | |
| **Regras de Negócio:** RN002, RN003 | |
| **Interface:** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **CSU006 – Gravar exercício** | |
| Sumário: | Gravar exercício através de movimentação |
| Ator Primário: | USUÁRIO |
| Ator Secundário: KINECT2.0 | |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:**   1. O usuário deve estar logado no sistema | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O usuário seleciona a opção de “Gravar exercício”.  **2 –** O sistema redireciona o usuário a tela de “Realizar exercício” em um modo especial de gravação.  **3 –** O usuário executa movimento em frente ao Kinect.  **4 –** O sistema grava os movimentos realizados pelo usuário.  **5** – O usuário seleciona a opção de “Parar gravação”.  **6 –** O sistema interpreta pausas e separa os movimentos.  **7 –** O sistema cria um exercício com base nos movimentos capturados.  **8 –** O usuário informa um nome para o exercício e marca se é público.  **9 –** O sistema salva o exercício na lista de exercícios.  **10 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo de Exceção (8): Nome de exercício já existe**   1. O sistema mostra a mensagem: “Exercício com este nome já existe. Por favor, escolha outro nome.”. 2. O sistema redireciona o usuário ao passo 3 do Fluxo Principal. | |
| **Pós-condições:** | |
| **Requisitos:** RF012 | |
| **Regras de Negócio:** RN003 | |
| **Interface:** | |

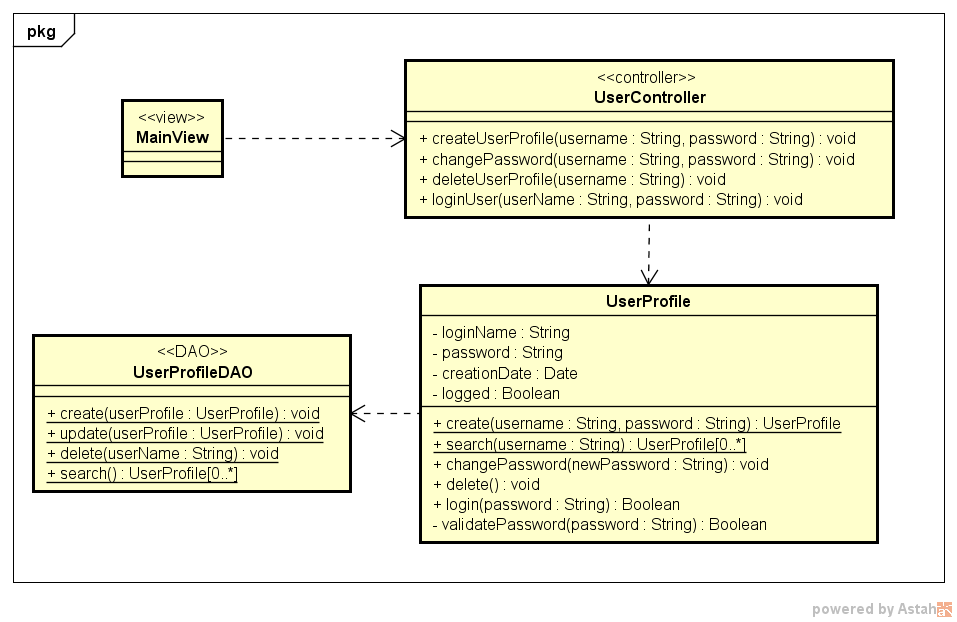
|  |  |
| --- | --- |
| **CSU007 – Manter perfil** | |
| Sumário: | Criar, alterar ou excluir perfil de usuário. |
| Ator Primário: | Usuário |
| Ator Secundário: | |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:** | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** Na tela principal, o usuário insere o nome e, opcionalmente a senha de usuário e seleciona a opção de “Criar perfil”.  **2 –** O sistema valida nome de usuário e senha.  **3 –** O perfil é criado e o caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (1): Alterar senha**   1. O usuário escolhe “Alterar senha”. 2. O usuário informa a senha atual e a nova senha. 3. O sistema compara ambas as senhas. Se estiverem iguais, a senha é alterada e o sistema retorna a mensagem “Senha alterada com sucesso” para o usuário; se estiverem diferentes, o sistema alerta o usuário com a mensagem: “Senhas não conferem.”. 4. O caso de uso termina. | |
| **Fluxo Alternativo (1): Excluir perfil**   1. O usuário escolhe a opção de “Excluir perfil”. 2. O sistema pede uma confirmação ao usuário com as opções “Sim” e “Não”. 3. Se o usuário selecionar sim, o sistema excluir o perfil do usuário e todos os exercícios relacionados a ele; se o usuário selecionar não, nada é feito. 4. O caso de uso termina. | |
| **Fluxo de Exceção (2): Usuário já existe**   1. O sistema mostra a mensagem: “Usuário já existe”. 2. O sistema redireciona o usuário para o passo 1 do Fluxo Principal. | |
| **Pós-condições:** | |
| **Requisitos:** RF013 | |
| **Regras de Negócio:** | |
| **Interface:** | |

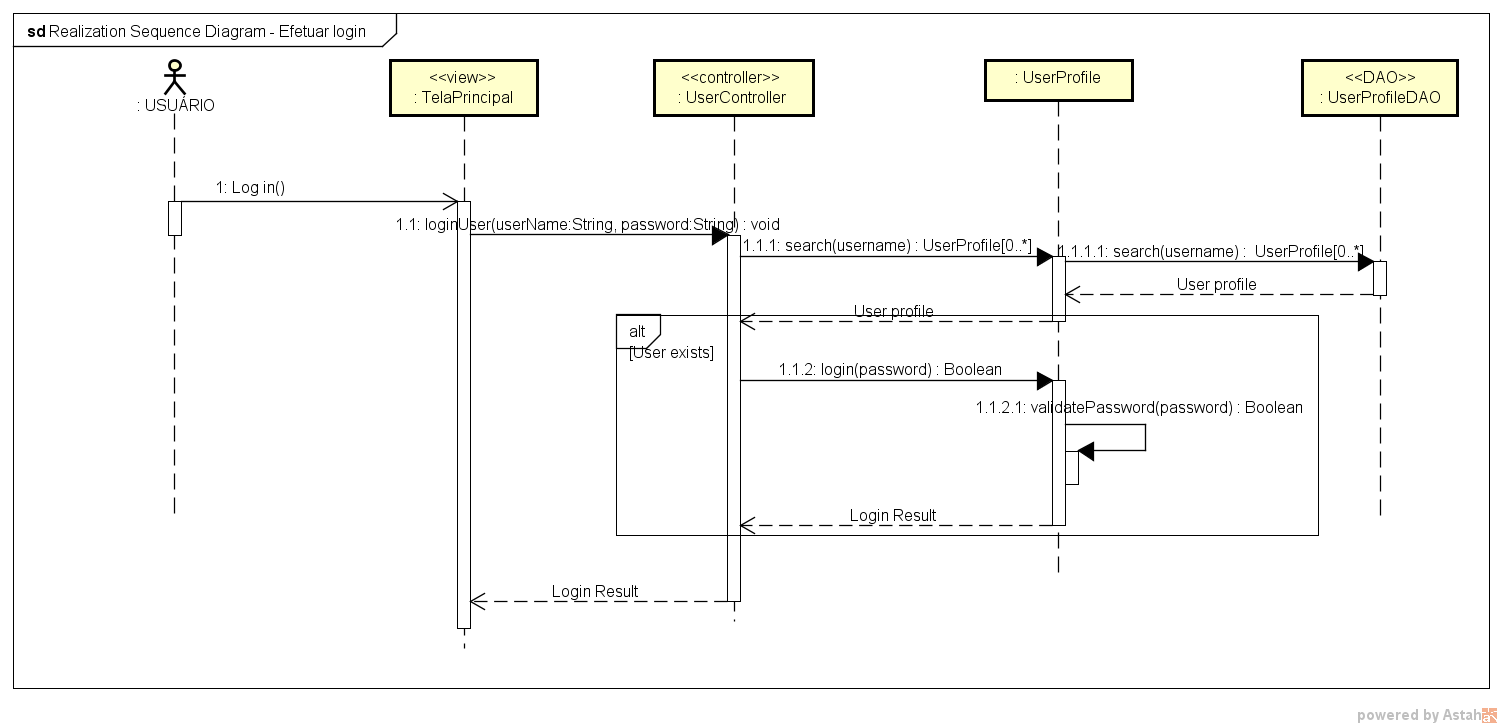
|  |  |
| --- | --- |
| **CSU008 – Efetuar login** | |
| Sumário: | Logar no sistema |
| Ator Primário: | USUÁRIO |
| Ator Secundário: | |
| Casos de Uso Associados: | |
| **Pré-condição:** | |
| **Fluxo Principal:**  **1 –** O usuário insere o nome usado na criação de perfil de usuário.  **2 –** O sistema valida o login.  **3 –** O sistema redireciona o usuário para a tela de Seleção de Exercícios.  **4 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo alternativo (1): Senha necessária**  **1 –** O usuário insere a senha.  **2 –** O sistema valida o login.  **3 –** O sistema redireciona o usuário para a tela de Seleção de Exercícios.  **4 –** O caso de uso termina. | |
| **Fluxo de Exceção (2): Senha necessária**  **1 –** O sistema alerta o usuário sobre a necessidade da senha mostrando a mensagem “Digite a senha de usuário.”.  **2 –** O sistema retorna ao passo 1 do Fluxo Principal. | |
| **Fluxo de Exceção (2): Usuário inválido**  **1 –** O sistema mostra a mensagem “Usuário inválido.” ao usuário.  **2 –** O sistema retorna ao passo 1 do Fluxo Principal. | |
| **Fluxo de Exceção (2): Usuário inválido**  **1 –** O sistema mostra a mensagem “Senha inválida.” ao usuário.  **2 –** O sistema retorna ao passo 1 do Fluxo Principal. | |
| **Pós-condições:**   1. Usuário logado no sistema. | |
| **Requisitos:** RF014 | |
| **Regras de Negócio:** | |
| **Interface:** | |

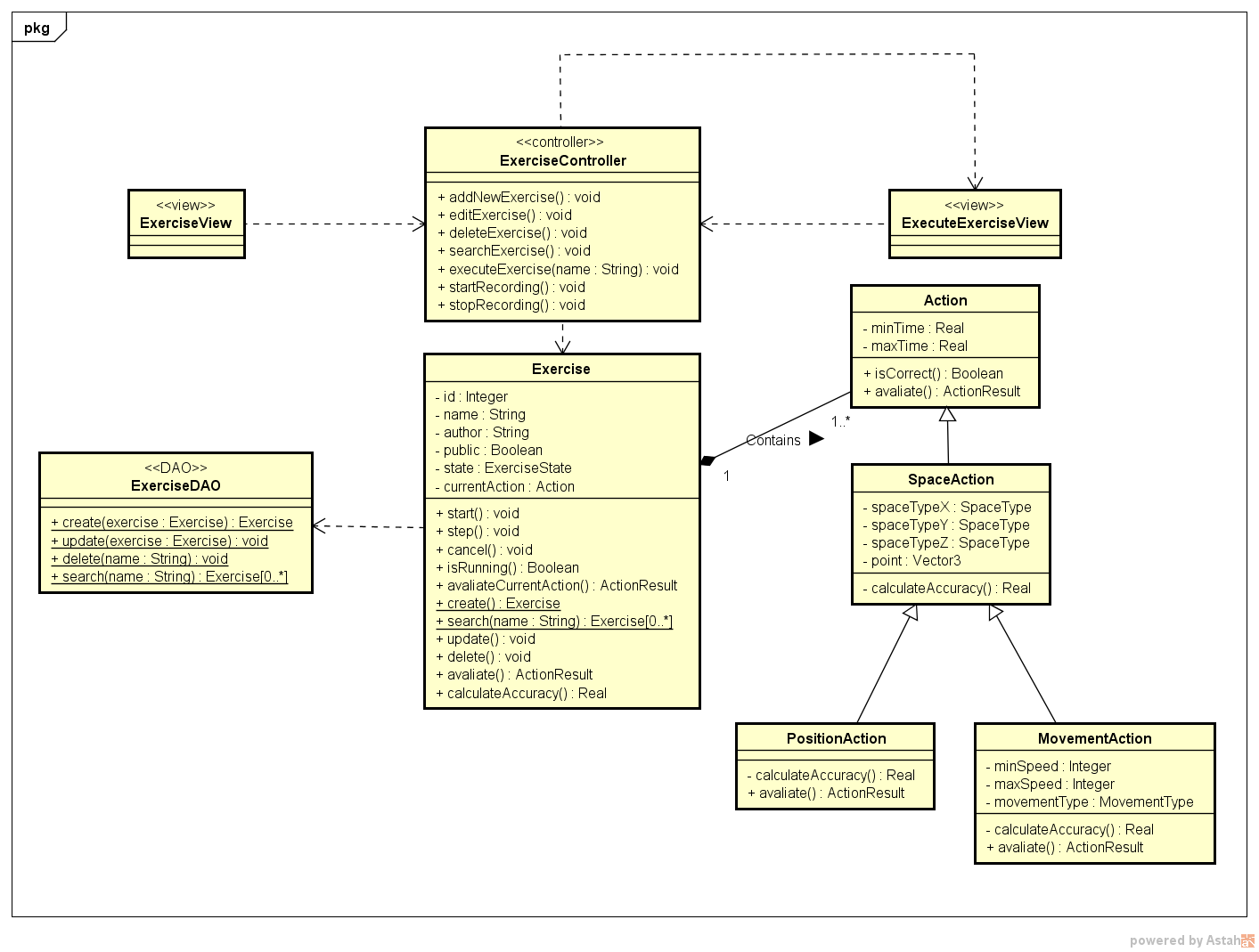
**Diagrama de Classes (Visão de negócio)**

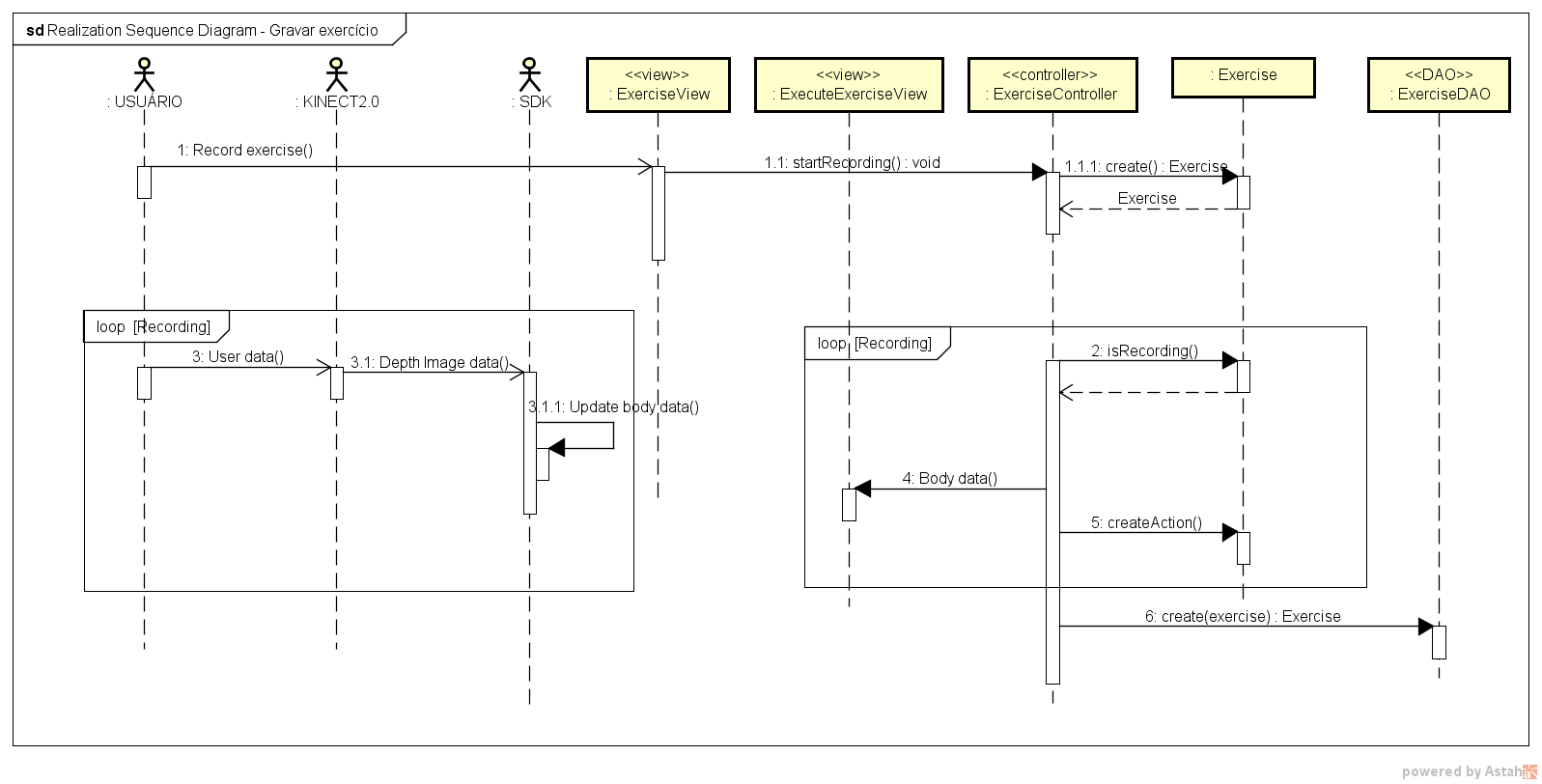


**Realização de Caso de uso CSU008 – Efetuar Login**

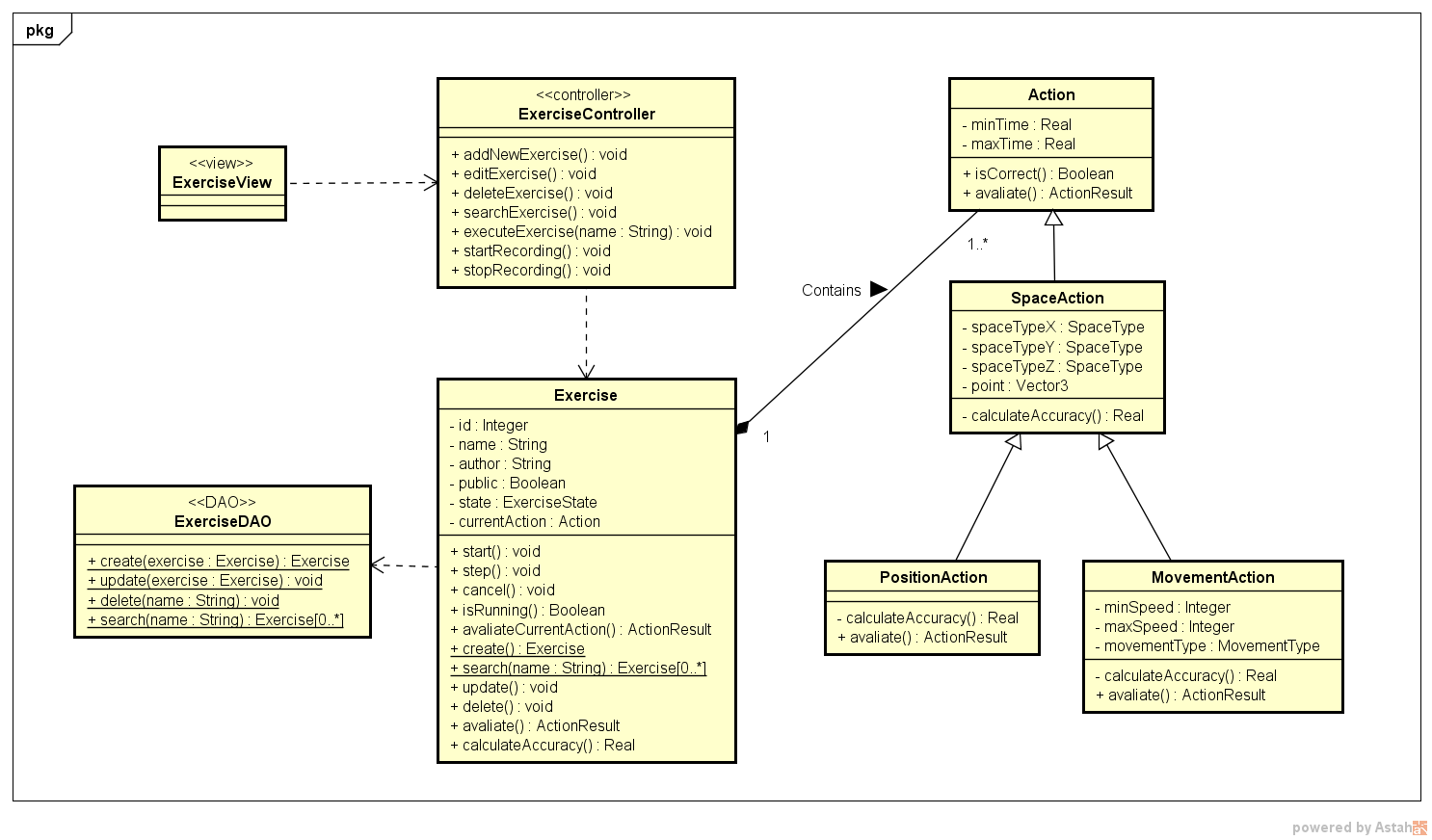


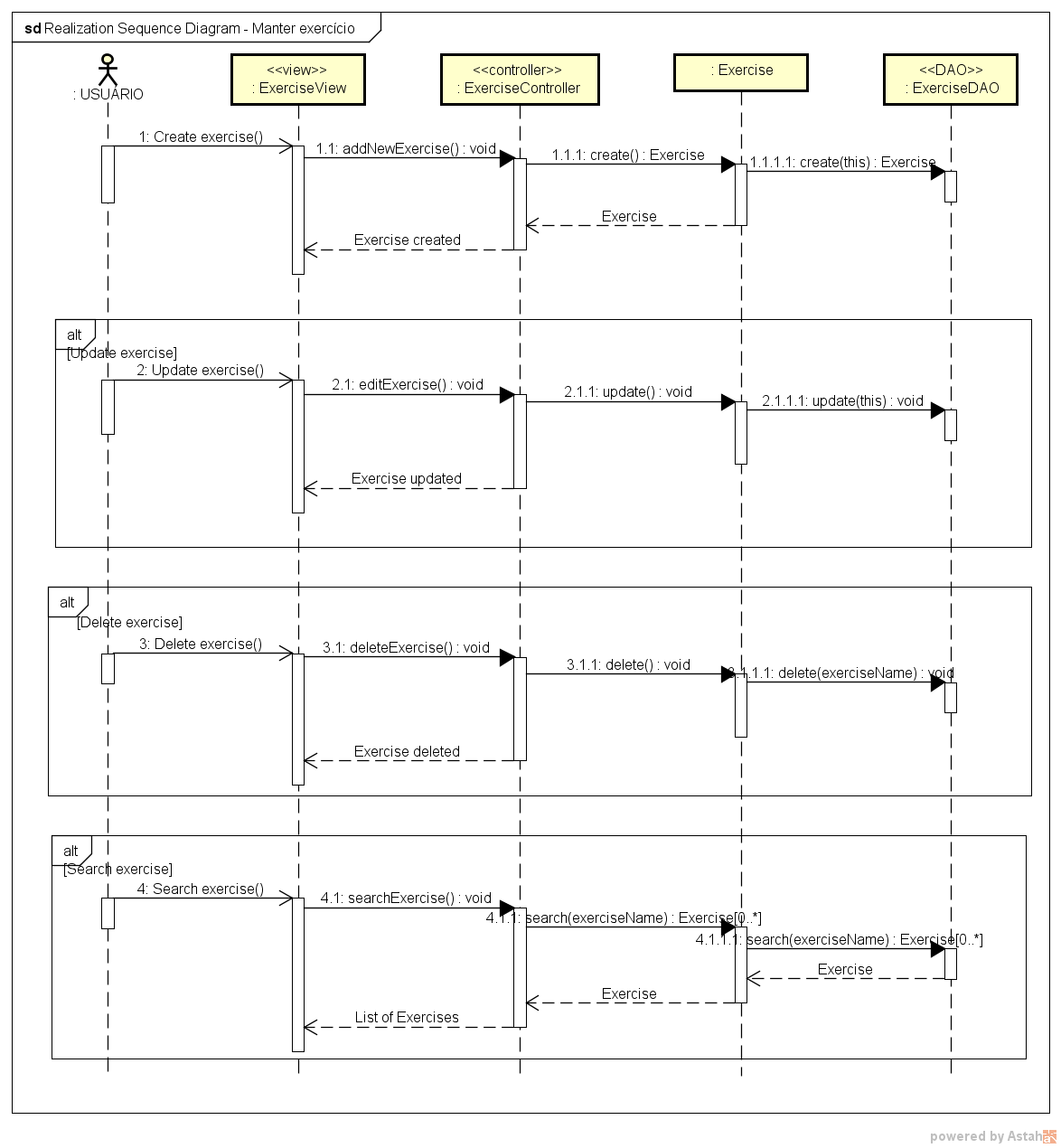
**Realização de Caso de uso CSU006 – Gravar exercício**



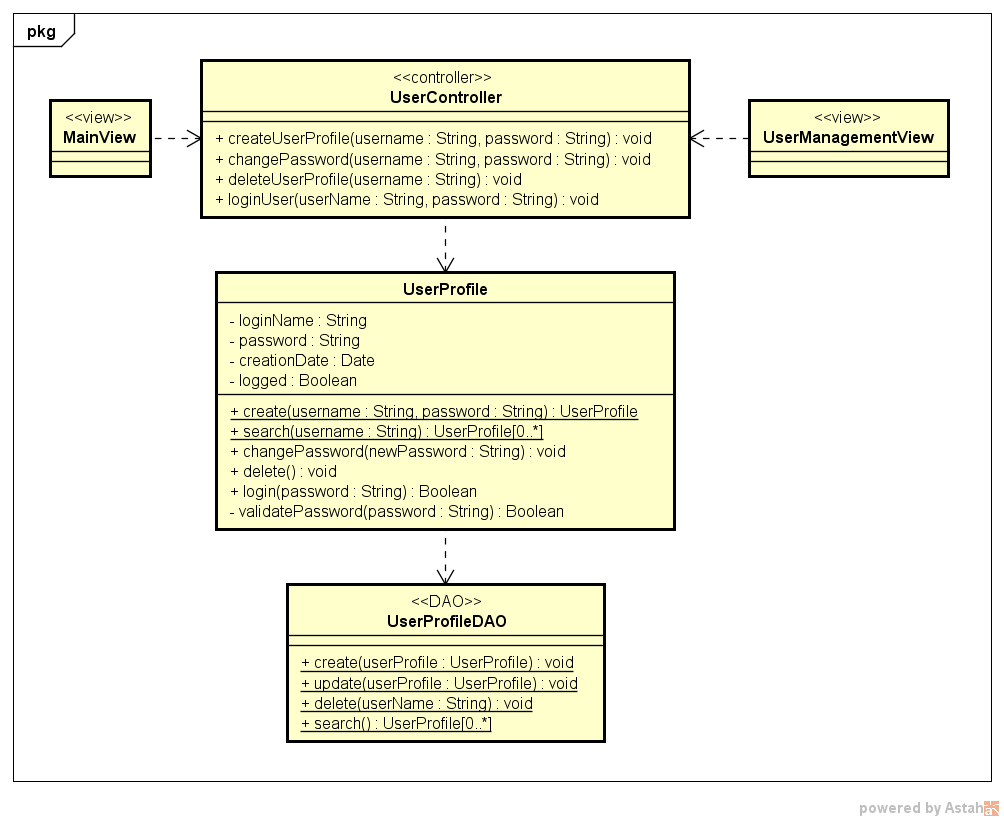


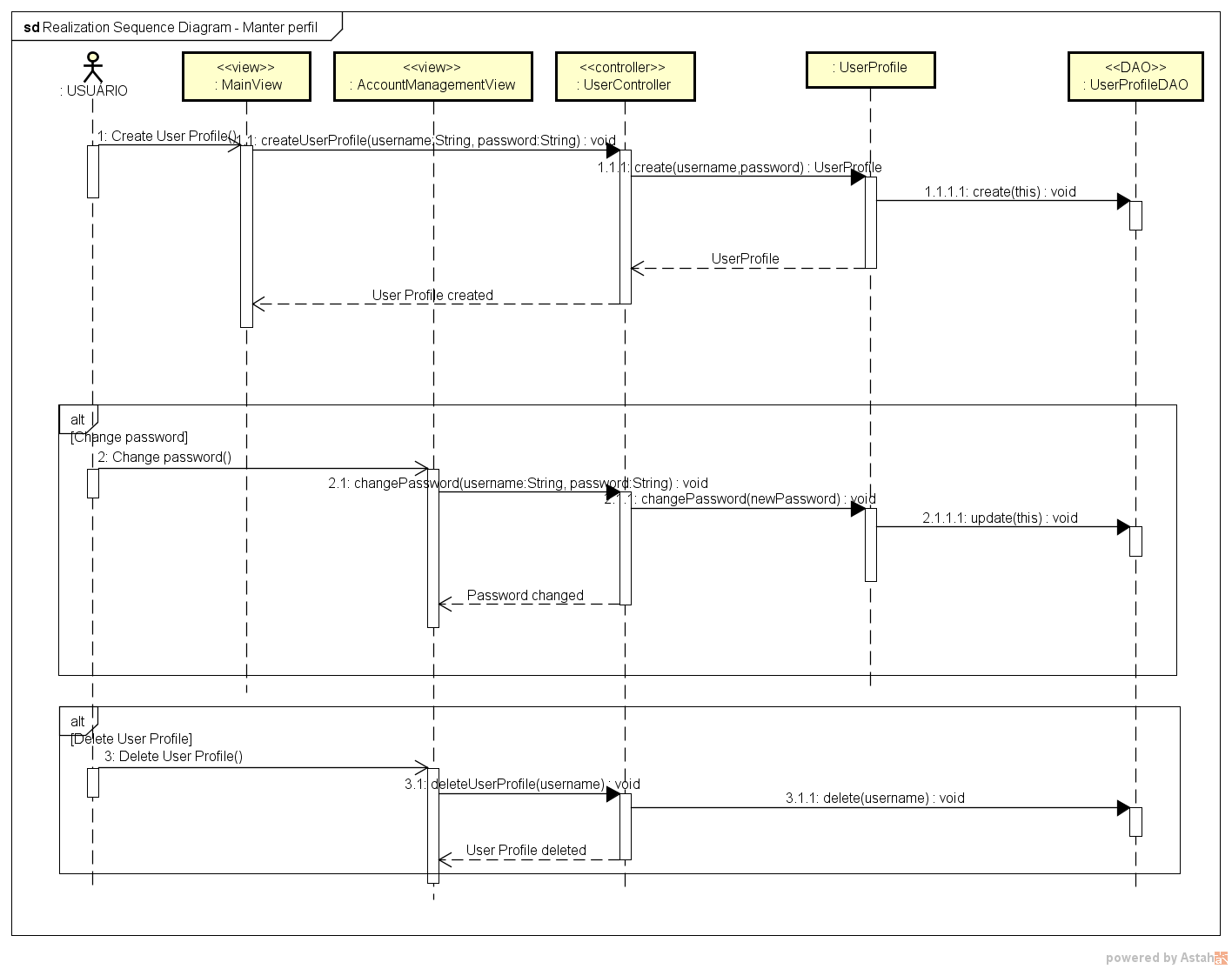
**Realização de Caso de Uso CSU005 – Manter exercício**



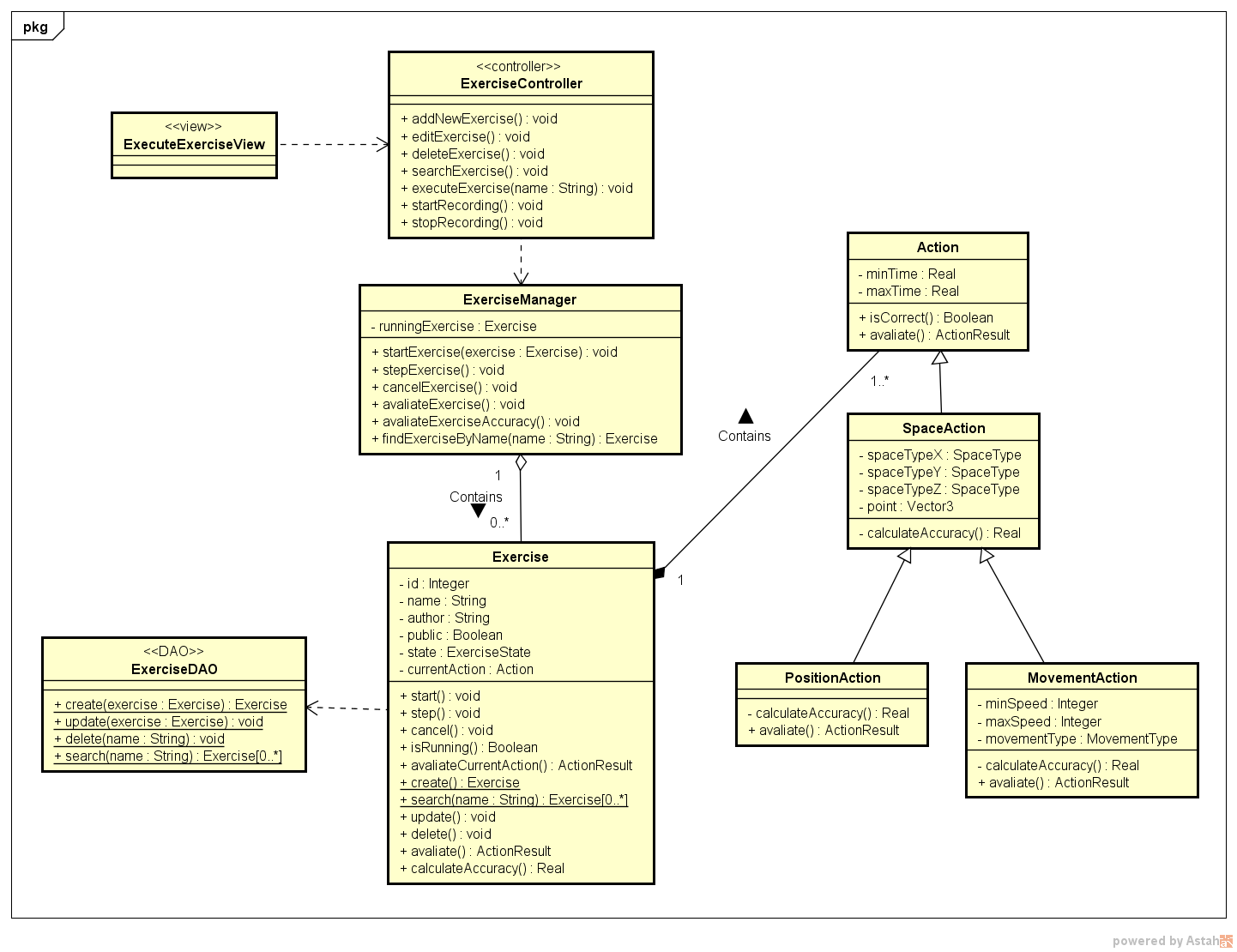


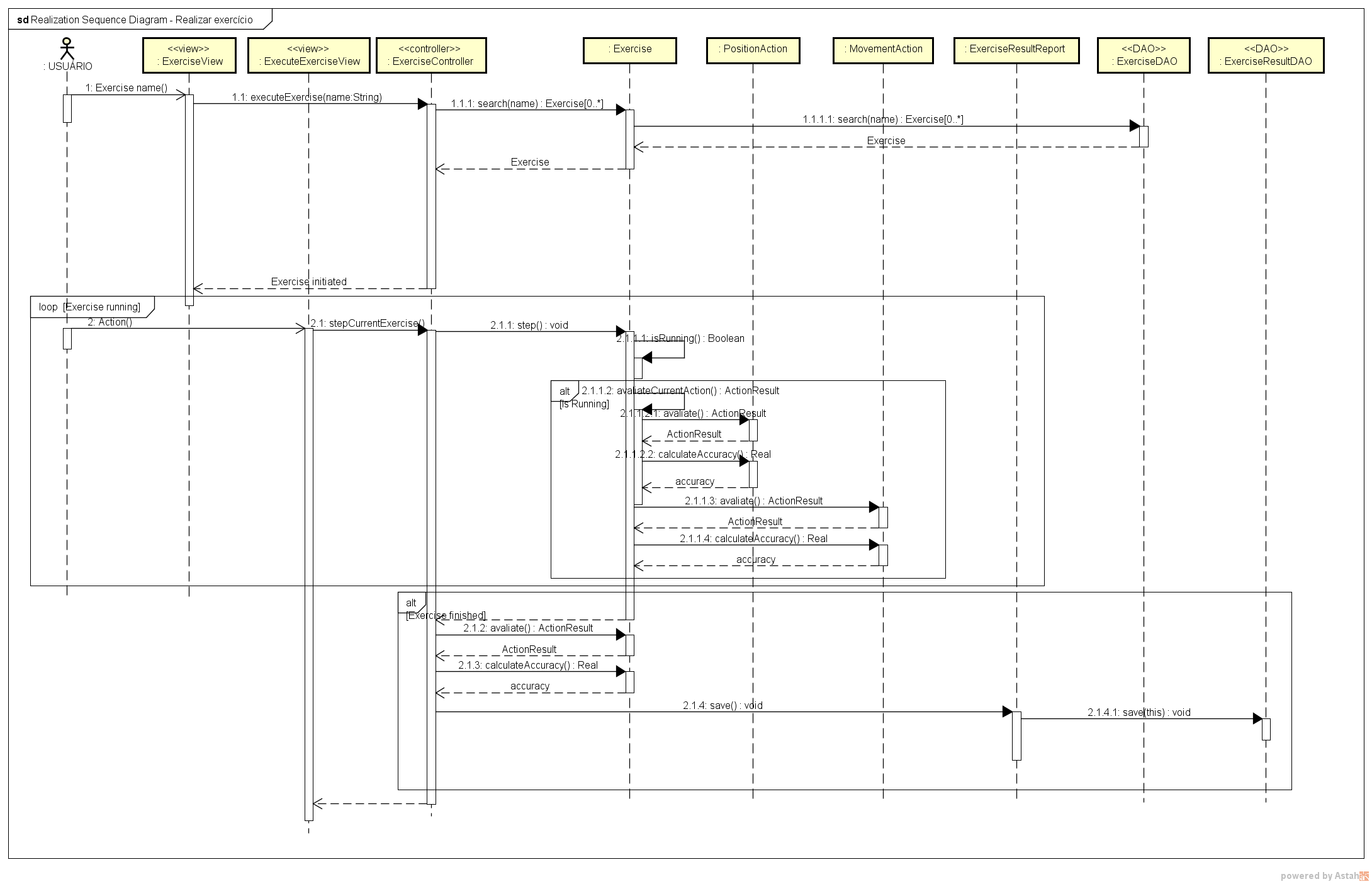
**Realização de Caso de uso CSU007 – Manter perfil**

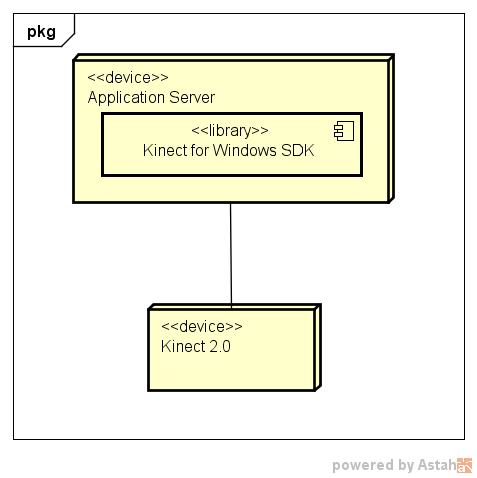




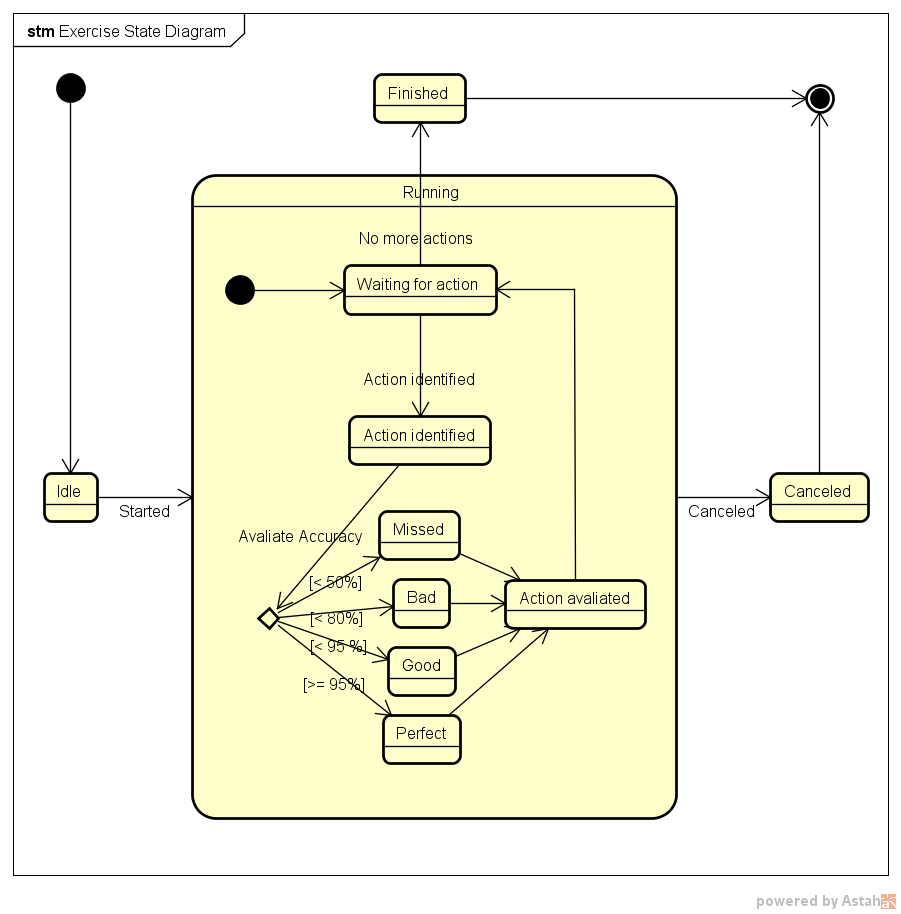
**Realização de Caso de uso CSU004 – Realizar exercício**



**Diagrama de Implantação**



**Diagrama de Estados – Exercício**



**REFERÊNCIAS**

CAMPOS, Guilherme Pires. **Sistema para ﬁsioterapia baseado na plataforma Kinect**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

KOSTRIUBA, Henrique et al. **Kinect para Reabilitação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Jogos Digitais) - Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba, São Paulo, 2014.

ALMEIDA, Filipe Barbosa de. **Sistema interativo baseado em gestos para utilização de comandos no computador**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Software) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BORENSTEIN, Greg. ***Making Things See***. Maker Media, Sebastopol, CA, 2012. p. 1 ARRUMAR NUMERO DA PAGINA.

MACHADO, Ricardo Nagel. **Proposta de sistema baseado na plataforma Kinect para suporte a reabilitação de pacientes com patologias ligamentares nos joelhos**. Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Tecnologia da Informação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2013.

MICROSOFT, ***Hardware Kinect***. 2013. Disponível em: <<https://developer.microsoft.com/pt-br/windows/kinect/hardware>>. Acesso em: 11 jun 2017.

MICROSOFT, ***Body Tracking***. 2013. Disponível em: [<](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025.aspx)https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn799273.aspx>. Acesso em: 12 jun 2017