

MAC0209 - Modelagem e Simulação

Relatório Exercício Programa 1

Henrique Cerquinho - 9793700
João Pedro Miguel de Moura - 7971622
Tomás Bezerra Marcondes Paim - 7157602
Vitor Kei Taira Tamada - 8516250

10/04/2017

1 Introdução

Este relatório diz respeito aos experimentos realizados pelo grupo para comparar os modelos matemáticos para os fenômenos físicos do movimento retilíneo uniforme (MRU) e do movimento uniformemente variado (MUV) com um movimento no mundo real. Os principais desafios são desenvolver um método para os experimentos que seja repetível e consistente, e implementar um algoritmo que compare os resultados matemáticos e dos experimentos realizados.

2 Método

Como sugerido pelo enunciado do EP1, três integrantes do grupo realizaram cada um 6 corridas numa pista de 30 metros, sendo 3 com velocidade constante e 3 com velocidade uniformemente variada. Para ter controle do fator humano na velocidade e diminuir as variações, a pista foi desenhada com marcações para os passos de 60 cm de distância de uma para a outra, totalizando 50 passos na pista.

Para manter a consistência do intervalo entre os passos, utilizamos um metrônomo em 120 batidas por minuto para o movimento uniforme e outro metrônomo que varia de 100 batidas até 160 batidas por minuto num intervalo de 30 segundos para o movimento uniformemente variado. Todas as ferramentas utilizadas foram instaladas nos celulares do grupo na seguinte disposição: 1 celular com metrônomo e cronômetro, 1 celular com câmera, 1 celular com o aplicativo Physics Toolbox e 1 celular com apenas o cronômetro. Foram feitas marcações extras na pista para os 10, 20 e 30 metros. Devido ao número limitado de integrantes, os limiares de marcação foram feitos com 2 integrantes,

inicialmente parados na marcação dos 10 metros e se adiantando à frente do corredor para os 20 metros assim que a marcação dos 10 é realizada, sendo o mesmo feito dos 20 aos 30 metros.

Não realizamos marcações com os cronômetros em posições variadas, pois não tínhamos percebido a necessidade a tempo de realizar os experimentos novamente.

As corridas foram feitas ativando a funcionalidade de gravação do Physics Toolbox segundos antes do começo da corrida e desativando somente segundos depois do término. Os dados foram recolhidos como planilhas no formato `.csv`. Implementamos um algoritmo para visualizar a comparação entre os dados da planilha e os modelos matemáticos. Para isso, calculamos as posições esperadas segundo o modelo matemático e plotamos um gráfico juntamente com um gráfico com os dados das planilhas.

Todos os algoritmos foram implementados em Python.

3 Verificação do Programa

O programa foi construído para ser rodado sem nenhum argumento, iterando para cada arquivo obtido nos experimentos. Portanto, não há casos especiais.

Vamos à verificação dos valores a partir de uma saída do programa com alguns prints adicionais para depuração:

```
Corredor: Kei
Velocidade MRU: 1.1792389652756272
Aceleração MUV: 0.017731728645950743
Velocidade Inicial MUV: 1.040847345610225
```

```
Tempo da Corrida MRU: 25.061
Posicao MRU em fim: 29.552907708772494
```

```
Tempo da corrida MUV: 23.351
Velocidade MUV em fim: 1.4549009412218208
Posicao MUV em fim: 29.13910912290755
```

As quatro primeiras linhas são referentes a informações sobre o corredor: seu nome, velocidade média dos experimentos de MRU e sua aceleração e velocidade inicial média dos experimentos de MUV, calculados a partir dos cronômetros. Os dois blocos seguintes indicam o tempo da corrida em segundos, e as posições em m e a velocidade em m/s .

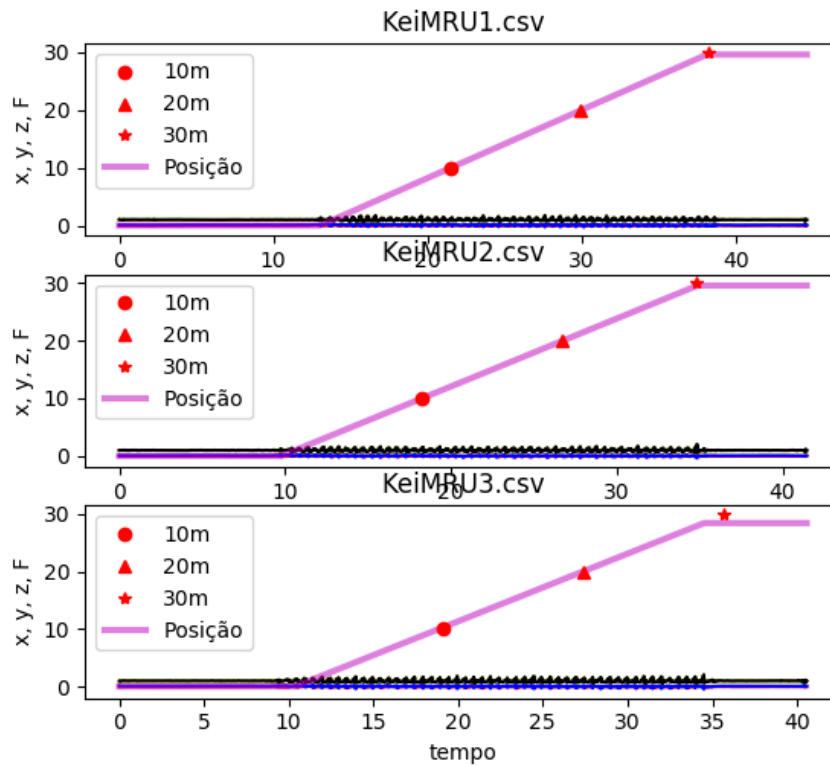
Para calcular a posição do MRU usamos a fórmula $x = x_0 + vt$, onde x é a posição final, x_0 a posição inicial (no caso 0), v a velocidade (indicada no primeiro bloco da saída) e t é o tempo medido a partir do acelerômetro.

Para a posição do MUV usamos a fórmula $x = x_0 + v_0t + at^2/2$, onde x , x_0 e t têm o mesmo significado do exemplo anterior, a e v_0 são respectivamente a aceleração e a velocidade inicial indicadas no primeiro bloco. Para a velocidade usamos a fórmula $v = v_0 + at$.

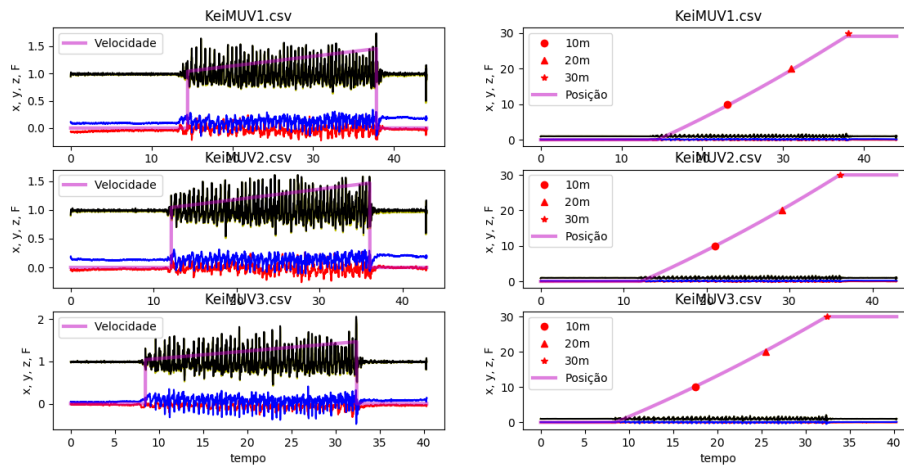
Substituindo os valores devolvidos pelo programa nas fórmulas chegamos aos mesmos resultados, provando que ele funciona conforme esperado.

4 Dados

A seguir as saídas do programa para uma corrida de MRU e uma de MUV:



Saída para as corridas de MRU de um corredor



Saída para as corridas de MUV de um corredor

A primeira figura é uma saída para as três corridas de MRU de uma pessoa. Podemos observar na parte de baixo o sinal do acelerômetro, que indica quando a corrida começou e terminou. A reta de posição mostra a posição simulada do corredor a partir da velocidade obtida dos tempos do cronômetro, e os símbolos em vermelho mostram a posição real obtida pelos cronômetros.

A segunda figura mostra os gráficos de MUV, sendo os da esquerda os gráficos de velocidade em função do tempo, e os da direita a posição em função do tempo. Nos dois casos é possível observar o sinal do acelerômetro. O gráfico de posição é análogo ao mostrado na figura anterior, enquanto o de velocidade mostra a velocidade simulada.

Além dos gráficos, o programa também imprime os erros calculados para cada corrida:

```
Erros calculados para o arquivo KeiMUV1.csv em metros:
Observação em 10 metros: 0.33927523951111027
Observação em 20 metros: 0.39895214023212944
Observação em 30 metros: 0.4980708502743276
Erro médio: 0.41209941000585576
```

O cálculo desses erros é feito a partir da diferença entre a posição real e a posição simulada nos instantes marcados pelos cronômetros.

5 Análise

De forma geral, os resultados obtidos no programa estão dentro do esperado, uma vez que vários fatores humanos resultam em erros na hora de realizar o experimento (por exemplo, imprecisão ao marcar o tempo no cronômetro e ao realizar os passos uniformemente), com o erro médio não passando muito de $0,5m$.

6 Interpretação

Analizando os resultados, concluímos que a margem de erro está razoável para tomarmos como aceitável nosso método de experimento para simular velocidades constantes e uniformemente variadas.

Notamos em nosso método que o ponto final da corrida é mais fácil de marcar com precisão, e o ponto inicial a maior fonte de inconsistências. Sentimos que um método mais consistente para iniciar a contagem do cronômetro poderia ajudar a mitigar o fator humano ainda mais, sem que seja necessário o emprego de automação.

7 Crítica

No decorrer das atividades obtivemos um maior contato com a criação de métodos de experimento consistentes e repetíveis, bem como de técnicas primárias de simulação e visualização de dados em algoritmos.

A familiaridade do grupo com os modelos matemáticos com os quais estávamos lidando também auxiliou no processo de concepção do experimento, não gerando desafios adicionais de entendimento de física.

8 Log

Quarta 29/03/2017 Concepção e execução dos experimentos e gravação do vídeo
Quarta 04/03/2017 Início da programação dos algoritmos de simulação e visualização.

Sexta 07/04/2017 Início da criação do relatório

Domingo 09/04/2017 Edição e upload dos vídeos, finalização dos algoritmos.

Segunda 10/04/2017 Finalização do relatório e entrega

9 Análise Crítica

As principais dificuldades envolveram a concepção dos meios para realizar a comparação utilizando os algoritmos, os métodos para realização dos experi-

mentos e a inexperiência com a realização de experimentos físicos, com o agravante do alto envolvimento humano nos resultados que necessitava ser mitigado. A maior fonte de fator humano advém dos cronômetros serem marcados com uma precisão arbitrária, limitada pela percepção dos marcadores tanto no momento de início da contagem do cronômetro, quanto em cada uma das marcações. Estes fatores geram discrepâncias perceptíveis entre os resultados dos dois marcadores, mas em uma escala aceitável, geralmente na casa dos centésimos de segundo.

10 Atribuições

Corredores: João, Vítor, Henrique
Cronômetros: João, Henrique, Tomás
Metrônomo: Tomás
Câmera: Vítor
Relatório: João, Tomás, Vítor
Programação: Tomás, Henrique