

MAC0209 - Modelagem e Simulação
Relatório EP1

Artur Alvarez - 9292931
Mateus Anjos - 9298191
Nicolas Nogueira - 9277541
Victor Domiciano - 8641963

20 de Setembro de 2016

1. Introdução

O experimento realizado consistiu em simular o movimento de pessoas ao longo de um trajeto. Duas naturezas de movimento foram testadas para o experimento: o movimento retilíneo uniforme (MRU) e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

2. Método

Realização da coleta de dados para o experimento realizado no Cepeusp:

- 3 pessoas
- 3 travessias por pessoa com dois tipos de movimento: movimento uniforme (MRU) e movimento uniformemente variado (MRUV)
- 1 pessoa filmando alguns trechos do experimento
- cada travessia deve ser ao longo de 60 metros com um sensor (acelerômetro)
- 2 sensores (cronômetros) nas posições 20m, 40m e 60m.

Protocolo de aquisição de dados:

- pausa inicial para estabilizar acelerômetro
- inicia trajeto junto com os sensores iniciando os cronômetros
- pausa final até estabilizar acelerômetro.

Criação de um programa que simula para cada travessia, a trajetória da pessoa (posição, tempo) para n posições amostrais. No caso foi simulado para $n = 10$.

- tira-se a média de tempos entre os dois sensores para uma mesma travessia
- com os dados de cada travessia estima-se a velocidade média (MRU) e aceleração média (MRUV)
- plota a posição e tempo para as n posições estimadas com estimativa por resultado numérico (com a utilização do algoritmo de Euler) e por resultado analítico (com equações horárias do MRU e MRUV)
- gera as 18 imagens que comparam os resultados (uma por travessia)

3. Verificação do programa

É conhecido que os gráficos gerados para travessias do MRU seguem o comportamento de uma reta e para travessias do MRUV seguem comportamento de crescimento quadrático. Com o gráfico gerado pelo programa (Figura 1) fica claro que a simulação segue o comportamento esperado, mostrando a diferença característica entre os dois resultados explorados (Euler e resultado analítico).

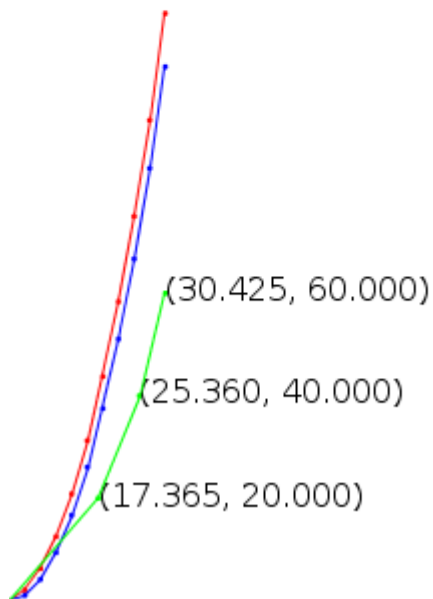


Figure 1: Gráfico gerado para uma das travessias do MRUV. Resultado pelo algoritmo de Euler em vermelho, resultado analítico em azul e dados experimentais em verde.

4. Dados

Para discutir sobre os dados do experimento vamos mostrar matriz de dados coletados (Figura 2). Com os dados do experimento, calcula-se a média entre os sensores da mesma travessia (Figura 3).

| Movimento | Pessoa | Tempo (s) até 20m | Tempo (s) até 40m | Tempo (s) até 60m |
|-----------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MU1 | Mateus | 13,16 | 26,55 | 40,68 |
| | | 13,09 | 26,53 | 40,79 |
| MU2 | | 12,40 | 26,01 | 39,56 |
| | | 12,33 | 25,95 | 39,67 |
| MU3 | | 11,53 | 23,33 | 34,48 |
| | | 11,47 | 23,39 | 34,31 |
| MUV1 | | 18,81 | 29,01 | 34,33 |
| | | 19,41 | 29,65 | 39,06 |
| MUV2 | | 17,50 | 24,93 | 28,68 |
| | | 18,37 | 25,83 | 29,69 |
| MUV3 | | 15,00 | 22,24 | 26,27 |
| | | 15,49 | 22,35 | 26,71 |
| MU1 | Victor | 13,91 | 26,99 | 39,85 |
| | | 13,75 | 26,89 | 39,65 |
| MU2 | | 13,03 | 25,79 | 38,45 |
| | | 13,29 | 25,84 | 38,69 |
| MU3 | | 13,03 | 25,63 | 37,95 |
| | | 13,34 | 25,93 | 38,05 |
| MUV1 | | 18,27 | 27,27 | 32,89 |
| | | 18,81 | 27,73 | 33,32 |
| MUV2 | | 17,16 | 25,07 | 30,23 |
| | | 17,57 | 25,65 | 30,62 |
| MUV3 | | 19,96 | 30,24 | 36,56 |
| | | 19,95 | 30,33 | 36,75 |
| MU1 | Artur | 14,84 | 28,41 | 42,63 |
| | | 14,64 | 28,27 | 42,11 |
| MU2 | | 14,70 | 28,94 | 43,02 |
| | | 14,34 | 28,83 | 42,76 |
| MU3 | | 14,23 | 28,55 | 43,43 |
| | | 14,32 | 28,41 | 43,29 |
| MUV1 | | 24,10 | 37,22 | 44,14 |
| | | 24,29 | 37,23 | 44,18 |
| MUV2 | | 22,73 | 33,94 | 39,79 |
| | | 22,61 | 33,88 | 39,81 |
| MUV3 | | 19,67 | 30,73 | 36,23 |
| | | 19,67 | 30,74 | 36,17 |

Figure 2: Tabela dos dados coletados pelos sensores (cronômetros) do experimento.

| Movimento | Media (s) 20m | Media (s) 40m | Media (s) 60m |
|-----------|---------------|---------------|---------------|
| MU1 | 13,13 | 26,54 | 40,74 |
| MU2 | 12,37 | 25,98 | 39,62 |
| MU3 | 11,50 | 23,36 | 34,40 |
| MUV1 | 19,11 | 29,33 | 36,70 |
| MUV2 | 17,94 | 25,38 | 29,19 |
| MUV3 | 15,25 | 22,30 | 26,49 |
| MU1 | 13,83 | 26,94 | 39,75 |
| MU2 | 13,16 | 25,82 | 38,57 |
| MU3 | 13,19 | 25,78 | 38,00 |
| MUV1 | 18,54 | 27,50 | 33,11 |
| MUV2 | 17,37 | 25,36 | 30,43 |
| MUV3 | 19,96 | 30,29 | 36,66 |
| MU1 | 14,74 | 28,34 | 42,37 |
| MU2 | 14,52 | 28,89 | 42,89 |
| MU3 | 14,28 | 28,48 | 43,36 |
| MUV1 | 24,20 | 37,23 | 44,16 |
| MUV2 | 22,67 | 33,91 | 39,80 |
| MUV3 | 19,67 | 30,74 | 36,20 |

Figure 3: Média dos tempos dos sensores dos dados coletados no experimento para cada travessia.

5. Análise

A partir dessas médias calculadas poderíamos calcular a variância dos sensores para cada marcação (20m, 40m, 60m) porém com apenas dois dados tomamos como decisão de projeto apenas subtrair o valor encontrado de um sensor do valor médio, para termos uma ideia da variação entre a média dos sensores e o que cada sensor marcou. Obtivemos então a tabela das diferenças (Figura 4).

| Movimento | Pessoa | Marcação 20 - media | Marcação 40 - media | Marcação 60 - media |
|-----------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| MU1 | Mateus | 0,04 | 0,01 | -0,05 |
| MU2 | | 0,04 | 0,03 | -0,05 |
| MU3 | | 0,03 | -0,03 | 0,09 |
| MUV1 | | -0,30 | -0,32 | -2,37 |
| MUV2 | | -0,44 | -0,45 | -0,51 |
| MUV3 | | -0,25 | -0,06 | -0,22 |
| MU1 | Victor | 0,08 | 0,05 | 0,10 |
| MU2 | | -0,13 | -0,02 | -0,12 |
| MU3 | | -0,15 | -0,15 | -0,05 |
| MUV1 | | -0,27 | -0,23 | -0,22 |
| MUV2 | | -0,21 | -0,29 | -0,20 |
| MUV3 | | 0,01 | -0,04 | -0,09 |
| MU1 | Artur | 0,10 | 0,07 | 0,26 |
| MU2 | | 0,18 | 0,05 | 0,13 |
| MU3 | | -0,04 | 0,07 | 0,07 |
| MUV1 | | -0,09 | -0,01 | -0,02 |
| MUV2 | | 0,06 | 0,03 | -0,01 |
| MUV3 | | 0,00 | 0,00 | 0,03 |

Figure 4: Módulo das diferenças entre o tempo de um dos sensores e a média entre eles.

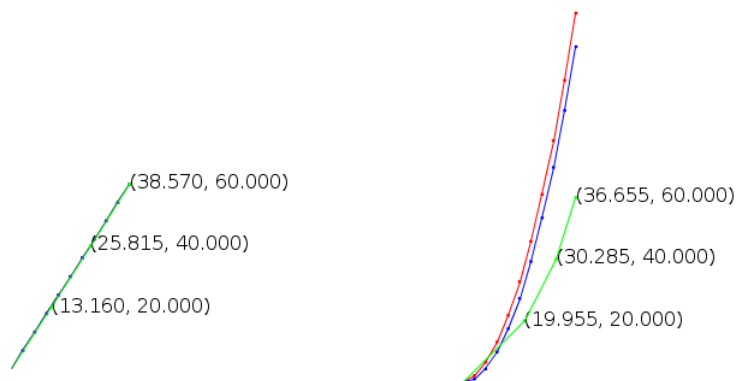


Figure 5: Imagens geradas pelo programa para uma travessia de MRU (esquerda) e de MRUV (direita). Resultados analíticos em azul, pelo algoritmo de Euler em vermelho e pontos do experimento em verde.

6. Interpretação

A partir do módulo dessas diferenças encontradas, o grupo concluiu que os erros gerados a partir dos sensores para os Movimentos Uniformes foram suficientemente pequenos para nosso experimento, portanto não acarretando em grandes problemas para a sequência do modelo. Pensamos também a respeito dos Movimentos Uniformemente Variados que apresentaram diferenças, em módulo, um pouco maiores, porém a dificuldade de capturar um objeto acelerando nos fez aceitar tais erros, uma vez que seria mais difícil a captura de tais dados.

As pequenas diferenças observadas em relação ao movimento uniforme e grandes em relação ao movimento uniformemente variado ficam claras nas imagens geradas pelo programa. No MRU os pontos amostrais quase são interpolados pelos resultados analíticos e numéricos, enquanto no MRUV fica evidente a diferença entre eles (Figura 5).

7. Crítica

O experimento realizado foi interessante para entender como estimar os dados para um caso real, ainda que com poucos dados e comparar uma simulação com o experimento observado e analisar as diferenças. O experimento exigiu que os alunos fossem criativos de modo a melhor resolver os problemas que o mundo real impõe aos passos do experimento em si.

Outra questão interessante foi comparar as diferenças entre os resultados pelo método de Euler e pela solução analítica dentro da simulação gerada.

8. Log

- Planejamento do experimento - 1 semana
- Realização do experimento - 1 dia
- Elaboração do programa - 1 semana
- Elaboração do relatório - 3 dias

9. Contribuições dos Autores

Artur Alvarez e Mateus Anjos analisaram, calcularam os dados estatísticos e os interpretaram, Victor Domiciano elaborou a plotagem dos gráficos a partir dos dados de posição e tempo, Nicolás Nogueira implementou o método de Euler e o resultado analítico para os 10 pontos propostos, montou o relatório e editou o vídeo do experimento. Todos participaram da execução do experimento e revisaram este relatório.

10. Vídeo do experimento

O vídeo do experimento está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=hEWAqWPRRBA>