

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

LEI – Análise e Transformação de Dados

Projeto



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

Alexandre van Velze 2019216618

João Monteiro 2019216764

Miguel Faria 2019216809

# Índice

Introdução .....	3
Exercício 1 .....	4
Exercício 2 .....	4
Exercício 3 .....	5
Exercício 4 .....	9
Bibliografia .....	10

## Introdução

Este projeto foi desenvolvido no âmbito da disciplina de Análise e Transformação de Dados. Tem como objetivo adquirir e apreender conhecimentos relacionados com a análise, modelação e tratamento de dados. Neste projeto são analisadas diversas atividades, realizadas por diversos voluntários, sendo estas dinâmicas, estáticas e de transição. Estas atividades foram monitorizadas com auxílio de um smartphone através de dois sensores, o acelerómetro e o giroscópio, contudo apenas vai ser usado para análise os dados medidos pelo acelerómetro. Este irá indicar as variações de movimento nos três eixos.

## Exercício 1

Foram analisadas as experiências 9 a 16, correspondendo aos voluntários numerados de 5 a 8, tendo cada voluntário realizado duas experiências.

Para tratar os dados, foram iniciados diversos *arrays* contendo a informação relativa ao número das experiências, utilizadores e os eixos dos respetivos sensores. Foi utilizado a funcionalidade *import data* do *Matlab* sobre os ficheiros *labels.txt* e as experiências, para armazenar a informação neles contida em *arrays* multidimensionais.

Cada experiência é guardada num *dataset*, possuindo informação relativa aos acelerómetros, atividades realizadas, e um vetor tempo com a duração da experiência.

## Exercício 2

Para representar graficamente todos os sinais, são percorridas todas as experiências e calculado o utilizador correspondente. É carregado o ficheiro da *dataset* que diz respeito à devida experiência. Tendo ao nosso dispor os valores do acelerómetro e os respetivos *labels*, resta-nos fazer o *plot* dos 3 eixos com os respetivos *labels* e cores para cada atividade.

Com estes passos concluídos, obtemos:

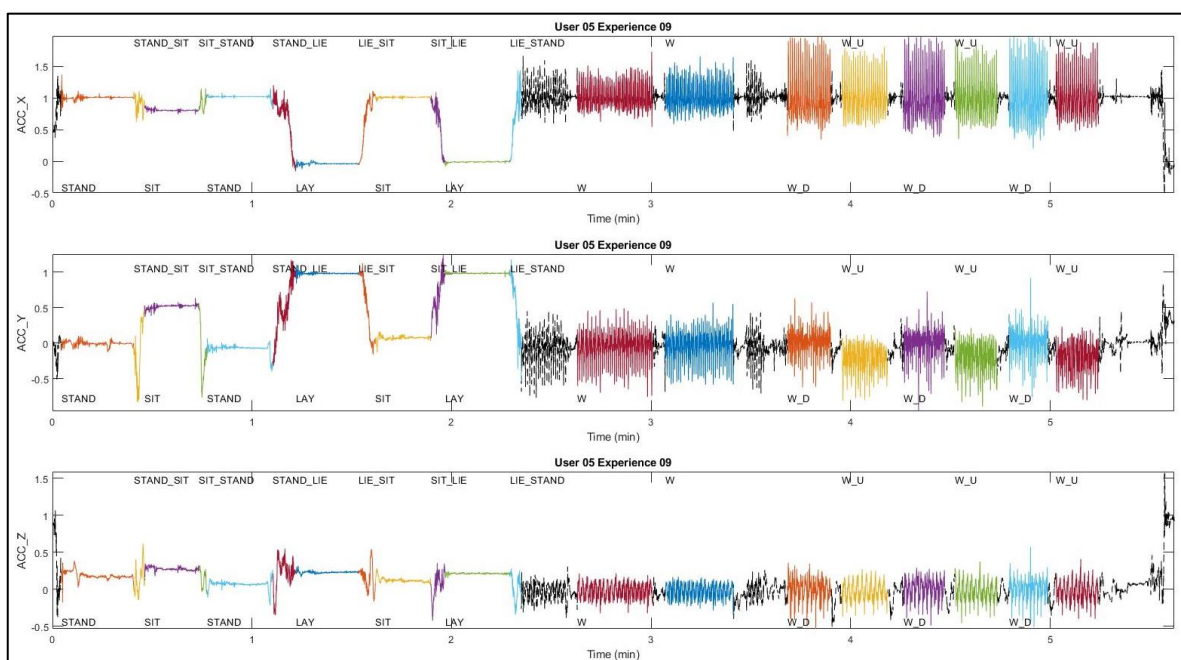


Figura 1: Representação dos eixos do acelerómetro para a experiência 5, voluntário 6 com cada atividade representada a uma cor.

## Exercício 3

Com o objetivo de analisar padrões que permitam distinguir atividades executadas pelos voluntários, não é possível analisar apenas o sinal obtido nos acelerômetros, uma vez que estes são muito vastos. Pretendemos assim isolar partes do sinal que estejam relacionadas com as respectivas atividades, utilizando uma janela deslizante ao longo do sinal de modo a analisar a atividade em questão, ignorando o resto.

Ao aplicar o DFT nestas porções do sinal, pode ocorrer um efeito denominado de *Spectral Leakage*. Este fenómeno resulta da ocorrência de um *leak* ou esvaziamento de frequências de maior magnitude para outras de menor magnitude. Para reduzir este efeito, foram aplicadas diversas janelas no cálculo do DFT. Para escolher a janela apropriada, estamos em busca de uma que possua um curto *main lobe width* e uma elevada *relative side lobe attenuation*. É necessário encontrar um equilíbrio entre estas características para uma melhor escolha.

As janelas utilizadas foram as seguintes: rectangular, hamming, blackman e gaussian.

No gráfico seguinte apresentamos os diversos resultados obtidos da aplicação destas janelas na atividade *walking upstairs* da experiência 9 do voluntário 5.

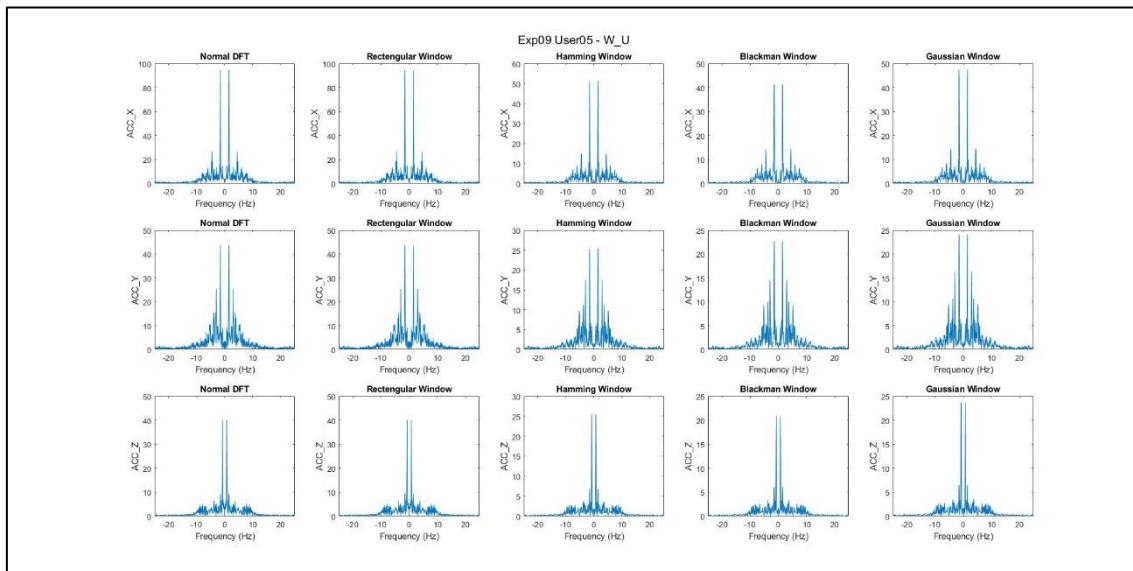


Figura 2: Representação dos três eixos da DFT com várias windows aplicadas na atividade “walking upstairs”

Na tabela seguinte podemos observar as características de Spectral Leakage, Relative Side Lobe Attenuation e Main Lobe Width (-3dB) das diversas janelas para a atividade *walking upstairs* da experiência 9 do voluntário 5, no eixo x.

	Spectral Leakage	Relative SideLobe Attenuation	MainLobe Width (-3dB)
<b>Rectangular</b>	9.33%	-3.3dB	0.0024414
<b>Hamming</b>	0.04%	-42.7dB	0.0036621
<b>Blackman</b>	0%	-58.1dB	0.0046387
<b>Gaussian</b>	0.01%	-43.3	0.0039063

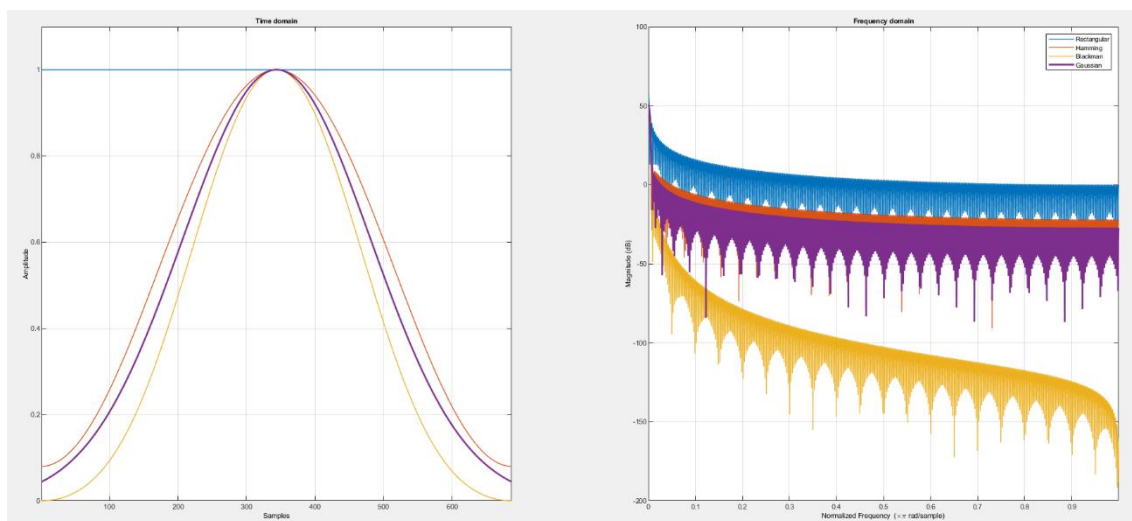


Figura 3: Representação das várias janelas para a atividade da experiência 9, voluntário 5

Deste modo, após uma análise dos dados obtidos, elegemos que a janela apropriada é a de Hamming, tendo esta sido usada no decorrer do projeto.

Com o objetivo de calcular os passos por minuto de cada atividade. Iremos observar picos relevantes na DFT do sinal. Estes irão permitir saber as frequências nesses picos, que irão corresponder ao número de passos. Por fim as médias destas frequências são multiplicadas por 60 de modo a obter o número de passos por minuto.

Na tabela seguinte observa-se a média de passos por minuto e o desvio padrão, por atividade dinâmica e experiência.

	Média ± Desvio Padrão								Média
	Exp9	Exp10	Exp11	Exp12	Exp13	Exp14	Exp15	Exp16	
<b>Walking</b>	85.0 ± 1.6	110.7 ± 12.0	96.5 ± 3.5	96.6 ± 0.3	137.1 ± 6.4	111.1 ± 0.3	120.9 ± 13.6	134.2 ± 0.2	111.5 ± 4.7
<b>Walking Upstairs</b>	79.7 ± 3.4	90.9 ± 11.5	83.9 ± 7.5	95.9 ± 4.7	88.3 ± 13.4	104.1 ± 2.2	91.2 ± 9.6	96.4 ± 7.3	91.3 ± 7.5
<b>Walking Downstairs</b>	128.1 ± 15.6	127.3 ± 10.8	118.1 ± 10.1	169.6 ± 35.6	104.5 ± 15.8	134.2 ± 18.2	103.6 ± 4.9	139.6 ± 25.7	128.1 ± 17.1

Os valores estão de acordo com o esperado, tendo sido arredondados a uma casa decimal para melhor visualização. Constata-se que o *walking upstairs* demora mais tempo, possivelmente devido ao facto de as pessoas demorem mais a realizar esta atividade do que as outras.

Para diferenciar os vários tipos de atividade, dinâmica, transição e estática, recorremos à magnitude máxima da DFT, na qual observamos que esta era recorrentemente distinta entre as três. Ao realizar a média e o desvio, da magnitude máxima de cada atividade, de todas as experiências, conclui-se que não podem existir valores que possam corresponder a duas atividades em simultâneo, excluindo possíveis outliers.

	Média ± Desvio Padrão		
	Eixo x	Eixo y	Eixo z
<b>Dynamic</b>	<b>89.6841 ± 28.7705</b>	<b>40.6805 ± 17.0103</b>	<b>35.0450 ± 17.5115</b>
<b>Transition</b>	<b>14.3112 ± 9.8770</b>	<b>15.4068 ± 8.6876</b>	<b>11.4087 ± 5.3280</b>
<b>Static</b>	<b>2.4734 ± 1.9882</b>	<b>3.7542 ± 3.1098</b>	<b>5.3104 ± 3.6567</b>

Nos gráficos seguintes estão representadas as magnitudes máximas de todas as atividades dinâmicas estáticas e de transição. É possível observar de forma clara que cada atividade se encontra agrupada em locais diferentes do gráfico, excluindo de novo alguns outliers.

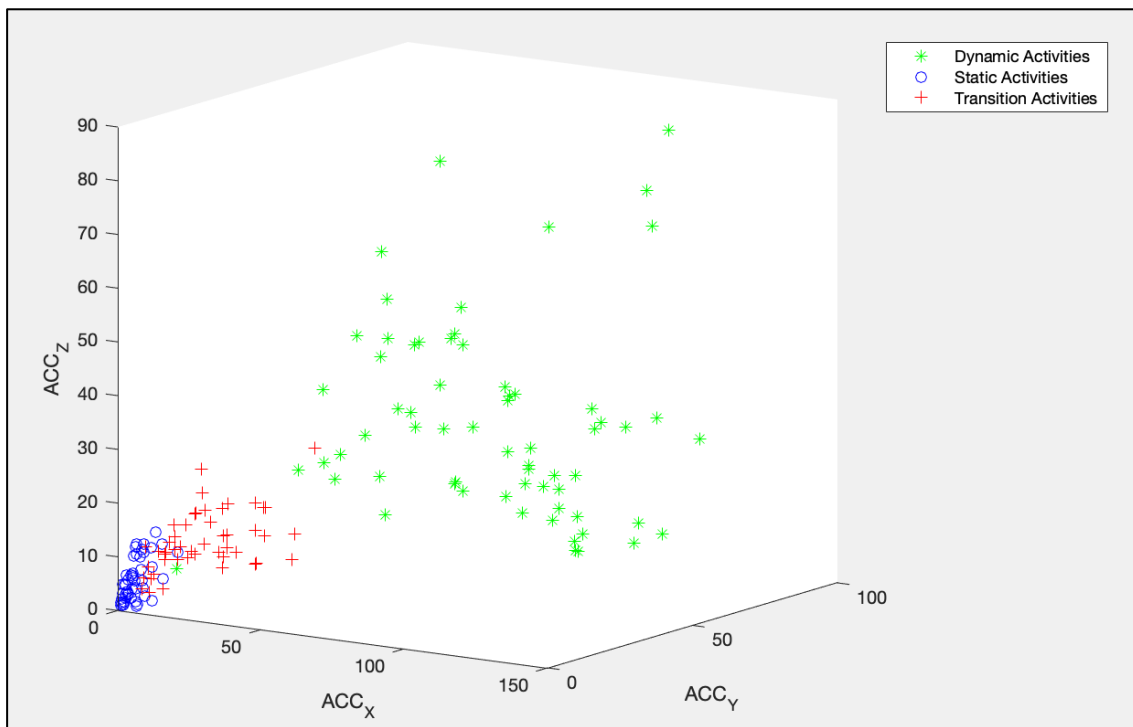


Figura 4: Representação das magnitudes máximas dos três tipos de atividades

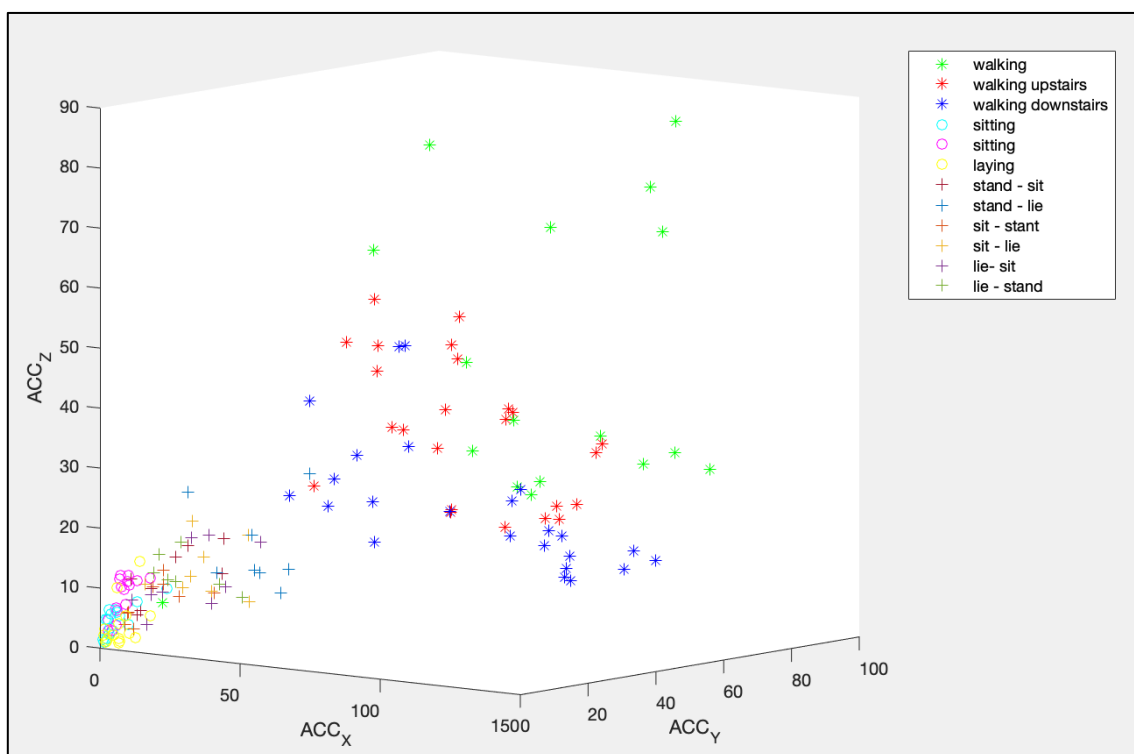


Figura 5: Representação das magnitudes máximas das atividades



## Exercício 4

Como indicado no enunciado, foi desenvolvida uma função com o propósito de calcular o STFT. Esta foi aplicada no eixo z das experiências.

No seguinte gráfico está exibido as frequências mais relevantes e o espectrograma após a aplicação do STFT a uma experiência.

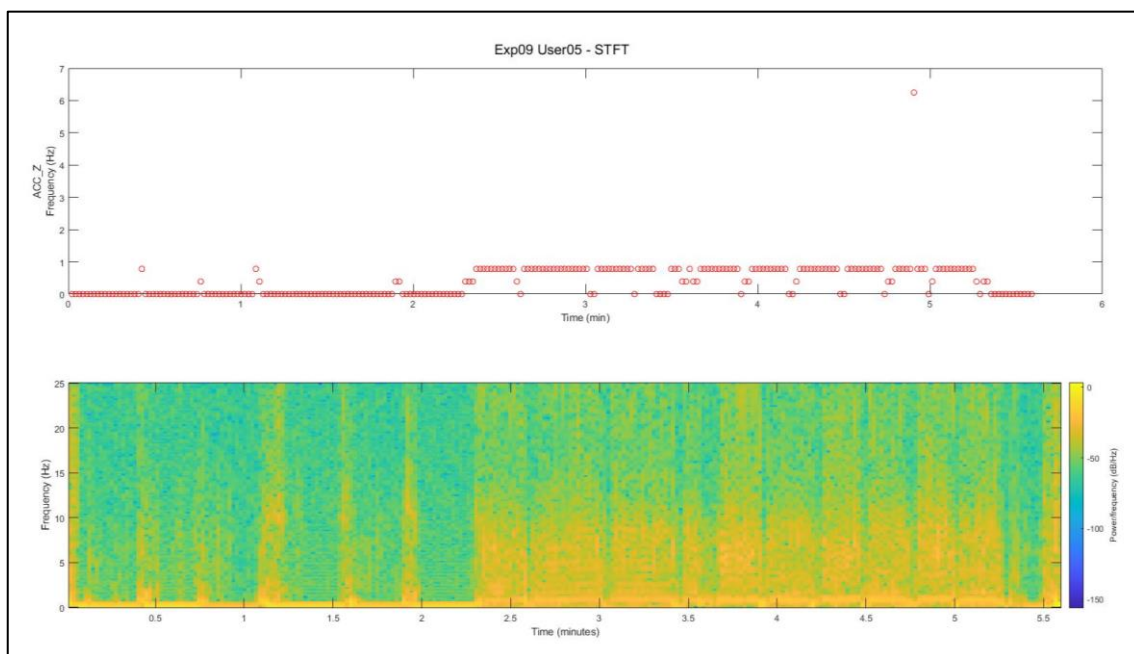


Figura 6: STFT da exp 9 user 5

É possível, analisando a assinatura espectral, identificar a ocorrência dos diversos tipos de atividade.

## Bibliografia

<https://www.mathworks.com/help/signal/ug/discrete-fourier-transform.html>

<https://www1.udel.edu/biology/rosewc/kaap686/notes/windowing.html>

Exercícios resolvidos nas aulas práticas