

Posture Recognition

Relatório do Trabalho de Final de Curso

Realizado sob a orientação de:

Professor Doutor Sérgio Guerreiro

Licenciatura Informática de Gestão

2013/2014

Outubro 2014

Discente: Maria João Silva, N° 21107257

Agradecimentos

A presente página é, inequivocamente, uma das que se tornou mais complicado escrever, visto ser baseada numa retrospectiva dos últimos três anos, que se revelaram duros, com lutas constantes para conseguir ultrapassar e superar os constantes desafios decorrentes de cada cadeira, porém que se revelaram muito proveitosos, culminando agora numa enorme realização e evolução pessoais.

Em primeiro lugar pretendo agradecer veementemente ao Professor Doutor Sérgio Guerreiro, Orientador do presente trabalho. O Professor foi o elemento essencial para o desenvolvimento e consequente concretização da aplicação “Posture Recognition”, quer pelo facto de ter sido um dos Docentes que leccionou mais cadeiras de programação (ensinando desde os fundamentos aos processos mais complexos que a referida área tem) como também pela exímia Orientação, pautada pela constante disponibilidade para ajudar e pelas indicações fulcrais.

É também fundamental agradecer aos restantes Docentes que me acompanharam ao longo desta caminhada e, considerando que não me é possível agradecer a todos individualmente, vou enumerar os que mais me marcam, não apenas a nível profissional, como também a nível pessoal. Agradeço por este motivo ao Professor Pedro Malta, ao Professor Rui Ribeiro, à Professora Sílvia Machado, à Professora Alexandra Campos, ao Professor Nuno Garcia e ao Professor Luís Mata.

Índice

Agradecimentos.....	2
Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Enquadramento Teórico.....	7
Método.....	10
Resultados.....	14
Conclusões e Trabalho Futuro.....	18
Bibliografia.....	19
Anexo de Manual de utilizador da aplicação.....	20
Glossário.....	23

Resumo

O objectivo do presente projecto centra-se no desenvolvimento de uma aplicação que monitorize a postura de um utilizador e que, desse modo, o influencie a adoptar hábitos mais saudáveis.

Nesse sentido, a aplicação desenvolvida permite, para além de mostrar em tempo real a postura do utilizador, a análise do seu histórico de postura.

A presente aplicação foi desenvolvida em Android, no IDE Eclipse e recorre ao acelerómetro e ao sensor de gravidade do *smartphone* em que for instalada e executada.

Abstract

The main goal of the current project is the development of an application which monitors an user's posture and, consequently, influence him to adopt healthier lifestyle habits.

Accordingly, the present application allows, in addition to display the user's position in real time, the analysis of the history of his posture.

This application was developed for Android in Eclipse IDE and uses the accelerometer and gravity sensor which are installed and run in a smartphone.

Introdução

A candidatura ao presente tema de TFC foi realizada após análise à totalidade de temas propostos presentes no documento “Listagem com oferta de temas de TFC”. Da referida análise destacou-se o tema cujo nome era “Controlo de locomoção em dispositivos móveis”, que consistia no desenho, implementação e testes de uma aplicação móvel. O interesse deveu-se ao facto de no primeiro Semestre do corrente ano lectivo (2013/2014), na cadeira Sistemas Móveis Empresarias ter sido desenvolvida uma app (simples) em Android, que resultou num enorme interesse em regressar a desenvolver aplicações móveis. Foi optado por se voltar a desenvolver para o referido ambiente visto ser o que se encontra mais disseminado e, por esse mesmo motivo, a aplicação ter possibilidades de ser utilizada por um maior número de pessoas.

A tecnologia móvel é, incontornavelmente, uma das tendências que mais se destacam actualmente. O facto dos utilizadores terem na “palma da mão” grande parte da informação à qual tradicionalmente apenas tinham acesso recorrendo ao PC tem vindo a revelar-se uma enorme revolução tecnológica. O mercado das aplicações é, por este motivo, um mercado com imensas potencialidades.

Estes factores aliados à crescente preocupação com a saúde por parte da sociedade constituem um mote extremamente interessante para iniciar uma exploração mais profunda desta tecnologia, com o intuito de um desenvolvimento mais eficaz da presente aplicação.

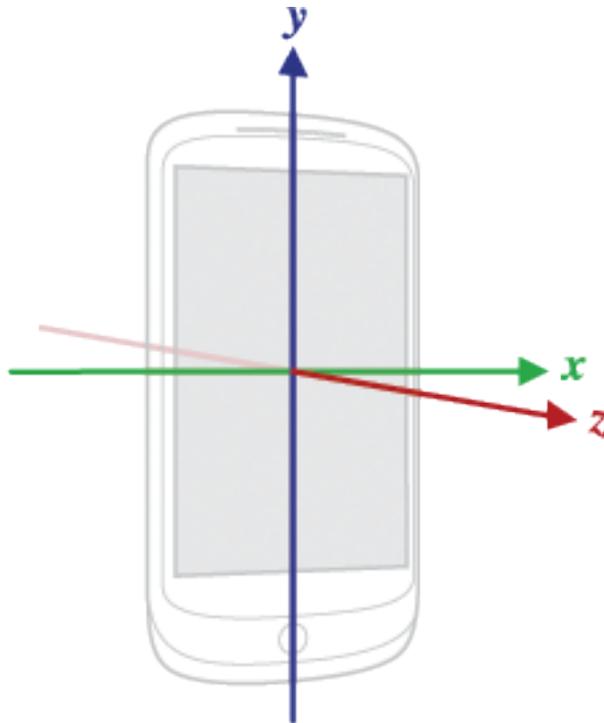
Uma das preocupações centrais no desenvolvimento desta aplicação foi que a mesma “user-friendly” de modo a que possa ser utilizada por qualquer pessoa, independentemente do seu grau de familiaridade com este tipo de tecnologia.

Enquadramento Teórico

A aplicação desenvolvida assenta no uso do sensor de gravidade e do acelerómetro da plataforma Android.

Sensor de Gravidade

O sensor de gravidade fornece um vector tri-dimensional que indica a direcção e a magnitude da aceleração. Desta forma, quando o dispositivo é segurado na vertical, toda a aceleração é medida no eixo dos Y. À medida que vamos rodando o dispositivo em algum dos seus eixos, os valores começam a decrescer do eixo do Y para começarem a aumentar nos restantes. A seguinte imagem mostra os três sentidos dos eixos num smartphone.



O seguinte código demonstra como obter instâncias do sensor de gravidade:

```
private SensorManager mSensorManager;  
private Sensor mSensor;  
...  
mSensorManager = (SensorManager) getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE);  
mSensor = mSensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_GRAVITY);
```

fonte: http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_motion.html#sensors-motion-accel

Acelerómetro

Um sensor de aceleração mede a aceleração aplicada ao dispositivo, incluindo a força da gravidade. O código seguinte demonstra como obter instâncias do sensor de aceleração:

```
private SensorManager mSensorManager;
private Sensor mSensor;
...
mSensorManager = (SensorManager) getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE);
mSensor = mSensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_ACCELEROMETER);
```

fonte: http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_motion.html#sensors-motion-accel

Conceptualmente, um sensor de aceleração determina a aceleração que é aplicada a um dispositivo (A_d) através da medição de forças que são aplicadas ao próprio sensor (F_s), utilizando a seguinte relação:

$$A_d = - \sum F_s / mass$$

Porém, a força da gravidade está constantemente a influenciar a medição da aceleração, de acordo com a seguinte relação:

$$A_d = -g - \sum F / mass$$

Devido a este facto, quando o dispositivo está pousado numa superfície plana (como por exemplo uma mesa) e não está a ser sujeito a qualquer movimento, o acelerómetro regista a magnitude $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (aceleração resultante da força da gravidade que actua sobre qualquer corpo à superfície da Terra). De forma semelhante, quando o dispositivo se encontra em queda livre a força que actua sobre si são, igualmente, os 9.81 m/s^2 em direcção ao solo porém, o seu acelerómetro lê uma magnitude de $g = 0 \text{ m/s}^2$. Deste modo, para medir a verdadeira aceleração do dispositivo, a força da gravidade deve ser removida dos dados do acelerómetro.

Os acelerómetros utilizam o sistemas standard de três eixos (x, y e z). Na prática isto significa que as seguintes condições se aplicam quando o dispositivo se encontra sobre uma superfície plana na posição horizontal (deitado):

- Se o dispositivo for empurrado para do lado esquerdo (movendo-se assim para a direita), o valor da aceleração do eixo dos x é positivo
- Se o dispositivo for empurrado na parte inferior (afastando-se do utilizador), o valor da aceleração do eixo dos y é positivo

- Se o dispositivo for atirado ao ar com uma aceleração $A \text{ m/s}^2$, o valor da aceleração de z é igual a $A + 9,81$, o que corresponde à aceleração do dispositivo ($+A \text{ m/s}^2$) menos a força da gravidade (-9.81 m/s^2).
- Caso o dispositivo se encontre parado tem o valor da aceleração é $9,81$, o que corresponde à aceleração do dispositivo (0 m/s^2 menos a força da gravidade, que é -9.81 m/s^2).

Método

A classificação da postura é feita com base nos valores de aceleração em cada um dos eixos (x, y e z), tal como descrito mais abaixo.

Estrutura do Projecto

Relativamente à componente JAVA do projecto, esta está organizada em três *packages*, tal como ilustrado na Figura 1. O *package* “activities” contém o código fonte de cada uma das actividades implementadas:

- Credits.java – mostra um simples ecrã com a identificação do autor do trabalho;
- Main.java – implementa o menu principal da aplicação, que permite aceder às restantes actividades;
- Monitor.java – implementa a actividade que monitoriza em tempo real e regista os dados de postura do utilizador;
- Settings.java – permite ao utilizador configurar determinados parâmetros da aplicação, ficando estas preferências guardadas localmente no dispositivo.
- Statistics.java- implementa a visualização do histórico de estatísticas, quando este exista, permitindo diferentes visualizações através de gráficos intuitivos.

O *package* “data” contém as classes de dados que forma definidas para modelar os dados usados na aplicação, nomeadamente:

- Gravity.java – mantém informação sobre uma leitura do sensor de gravidade, incluindo os seus valores nos diferentes eixos e a sua precisão;
- GravityData.java – mantém uma fila de objectos do tipo Gravity com um numero máximo de elementos: quando este número é ultrapassado, os mais antigos são removidos para dar lugar aos mais recentes;
- PlotData.java – classe que estende a GraphViewData para permitir fazer o plot gráfico dos dados, usando a biblioteca GraphView;
- SettingsData.java – define diversas constantes usadas para registar nas preferências os respectivos valores;
- StatisticsData.java – modela os dados estatísticos de postura, contendo a inclinação da postura frontal e lateral, a qualidade desta informação (precisão) e a data em que os dados foram capturados.

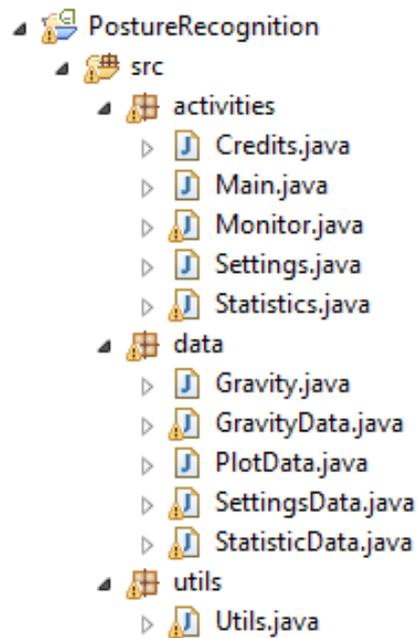


Fig. 1: organização da component JAVA.

Relativamente aos layouts, 5 diferentes foram definidos para implementar os menus que correspondem às actividades acima enumeradas.

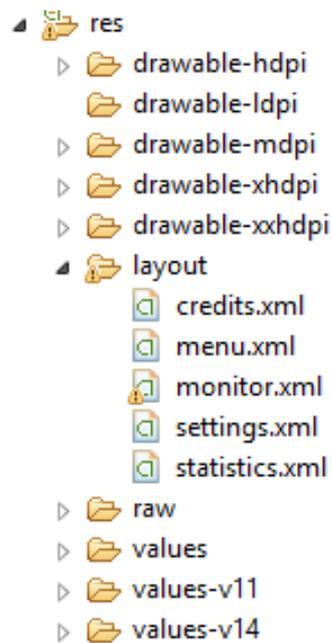


Fig. 2: Diferentes layouts android criados

Trabalho Preliminar

Antes da implementação concreta do trabalho proposto era necessário perceber a forma como um indivíduo geralmente caminha. Nesse sentido, começou por se desenvolver uma primeira componente da aplicação, que neste momento continua integrada na aplicação principal, que permite atingir este objectivo.

Este componente permite a gravação dos dados relativos à postura quando o utilizador está em diferentes posturas. Para isso, o utilizador caminha sequencialmente e durante um período pré-estabelecido de tempo, da seguinte forma:

1. Caminhar normalmente;
2. Caminhar com inclinação para trás;
3. Caminhar com inclinação para a frente;
4. Caminhar com inclinação para a esquerda;
5. Caminhar com inclinação para a direita;
6. Correr normalmente;
7. Correr com inclinação para trás;
8. Correr com inclinação para a frente;
9. Correr com inclinação para a esquerda;
10. Correr com inclinação para a direita;

Esta lista é conhecida do utilizador, que é notificado por um aviso sonoro para passar à postura seguinte. No final deste processo obtém-se então conhecimento de quais os valores que são lidos pelo sensor para cada diferente postura. Isto permite uma visualização gráfica dos dados que nos indicam que leituras estão associadas a diferentes posturas.

É possível detectar posturas incorrectas apenas tomando em consideração os valores de aceleração nos eixos X e Z. Observam-se os seguintes factos, que deram origem às regras implementadas no trabalho para a detecção de posturas:

- Quando tanto o valor de X como de Z estão próximos do 0, a postura é a correcta, i.e., vertical;
- Quando o valor de X se aproxima do 0:
 - Quando o valor de Z é negativo, o utilizador está a caminhar com as costas inclinadas para trás;
 - Quando o valor de Z é positivo, o utilizador está a caminhar com as costas inclinadas para a frente;
- Quando o valor de Z está próximo do 0:
 - Quando o valor de X é positivo, o utilizador caminha com uma inclinação para a esquerda;

- Quando o valor de X é negativo, o utilizador caminha inclinado para a direita.

Importa ainda salientar que estas tarefas foram levadas a cabo com o *smartphone* “colado” com fita-cola às costas do utilizador, mantendo o ecrã para fora, i.e., com a traseira do dispositivo encostada às costas do utilizador, entre as omoplatas. Nesse sentido, e para que os resultados sejam satisfatórios, a aplicação deve ser utilizada de forma similar.

Resultados

Diferentes funcionalidades foram implementadas no decorrer deste projecto. As principais são descritas nesta secção.

Menu Principal

Foi implementado um menu (Figura 4) que é o ponto de entrada da aplicação e permite aceder às suas principais funcionalidades, descritas em mais detalhe de seguida.

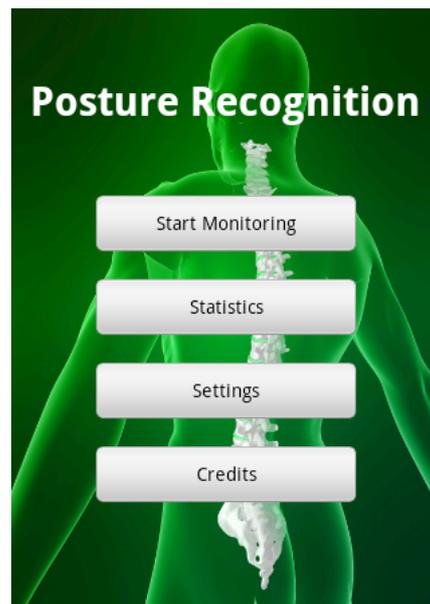


Fig. 3: Menu Principal da aplicação

Monitorização em tempo-real

Esta funcionalidade tem como principal objectivo o de dar a conhecer ao utilizador, em tempo real, a sua postura. Optou-se pelo desenvolvimento de um interface simples e intuitivo, que não sobrecarregasse o utilizador com informação desnecessária (Figura 5). Nesse sentido, o interface mostra um corpo humano de duas perspectivas diferentes, lateral e frontal. As imagens usadas foram “partidas” horizontalmente em duas metades, sendo que a metade inferior permanece estática e a metade superior inclina-se de forma proporcional ao ângulo registado pela aplicação, até a um máximo de 45° para cada lado.

Para implementar o mecanismo de rotação usou-se a classe Matrix das bibliotecas Android (<http://developer.android.com/reference/android/graphics/Matrix.html>) que, entre outras funcionalidades, permite facilmente fazer uma rotação sobre um eixo estabelecido.

Usam-se ainda duas TextViews para mostrar textualmente a inclinação. Assim, de forma simples, consegue-se mostrar ao utilizador a sua postura

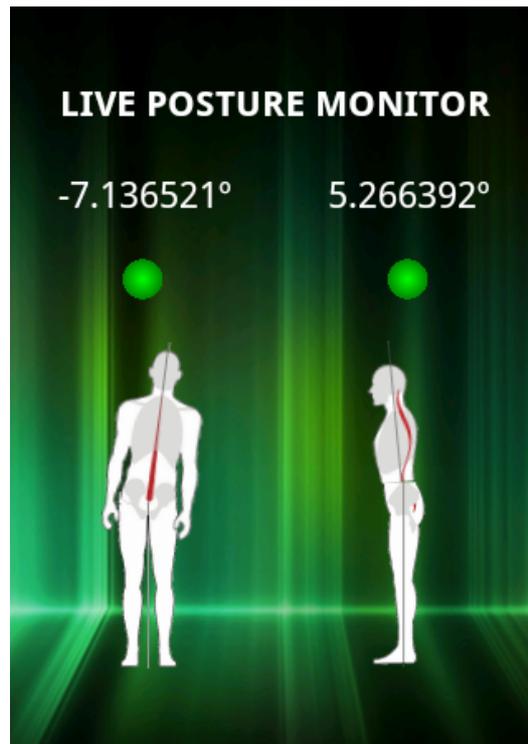


Fig. 4: Monitorização em tempo real

Geração de Estatísticas

A geração de estatísticas acerca da postura do utilizador é outra das componentes importantes deste projecto, especialmente porque é a que mais facilmente levará o utilizador a alterar comportamentos ao longo do tempo de forma a melhorar a qualidade da sua postura. Nesse sentido, implementaram-se diferentes mecanismos para a visualização da informação. Por um lado, o utilizador pode escolher ver os dados organizados por dia ou por mês. No primeiro caso, permite seleccionar um dia em concreto e ver como a postura evolui ao longo desse dia. No segundo, e após seleccionar um mês, o utilizador vê a média diária ao longo desse mês, permitindo uma vista mais abrangente. Evidentemente, ao utilizador apenas é dado a escolher dias ou meses para os quais haja dados guardados.

O utilizador pode ainda escolher ver os dados na sua forma original (i.e. em graus) ou em termos de qualidade da postura. A qualidade da postura é medida de 0 a 100, em que 0 indica uma postura muito incorrecta e 100 a postura ideal. Esta segunda forma facilita a interpretação intuitiva dos dados. Esta situação é ilustrada pela Figura 6, que mostra duas formas possíveis de visualizar os mesmos dados referente a um dia específico.

Para a implementação dos gráficos usou-se a biblioteca GraphView (<http://android-graphview.org/>), que pode ser usada de forma livre e permite funcionalidades interessantes que vão muito para além do simples plot dos dados, tais como o fazer zoom ou deslocar o gráfico horizontalmente e verticalmente.

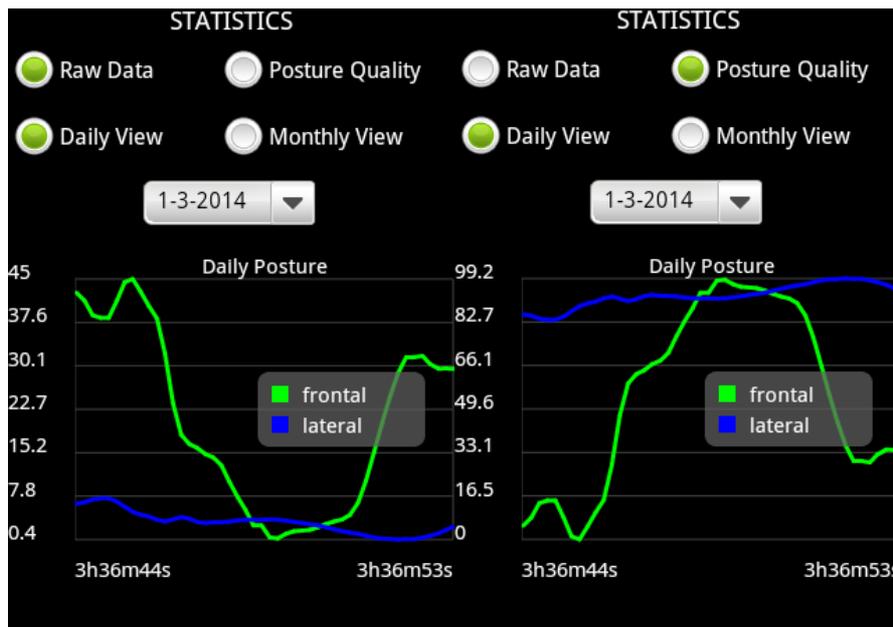


Fig. 5. Dois exemplos de ecrãs para mostrar estatísticas de postura

Preferências

Ao utilizador é ainda dado um certo nível de personalização da aplicação, através de um mecanismo de preferências (Figura 7). O utilizador pode configurar o “delay”, que pode ser visto como a sensibilidade da aplicação. Um delay muito pequeno fará com que a aplicação fique muito sensível, i.e., a inclinação mostrada vai variar muito rapidamente. Isto pode não ser desejável pois uma variação na inclinação pode acontecer pontualmente, sem necessariamente significar uma postura incorrecta. Aumentando este valor fará a detecção da postura mais lenta. Em termos práticos, o que isto faz é aumentar o tamanho do vector onde se guardam os dados de postura em tempo real, permitindo guardar mais dados logo atrasando a variação do valor médio que é calculado em tempo real.

O “trigger time”, por outro lado, é responsável pelo tempo necessário para uma notificação ao utilizador. Quando este tempo é pequeno, a aplicação notificará o utilizador quase imediatamente da sua postura incorrecta. Quando este tempo é aumentado, o utilizador demorará mais tempo a ser notificado.

As notificações dependem ainda de outros dois aspectos também eles personalizáveis: se o utilizador pretende que a aplicação toque sons e se pretende que vibre. Estas preferências são depois usadas na hora de notificar o utilizador. A vibração é usada apenas num aviso de “gravidade” média, enquanto que se a postura for muito má, é usado também um aviso sonoro.

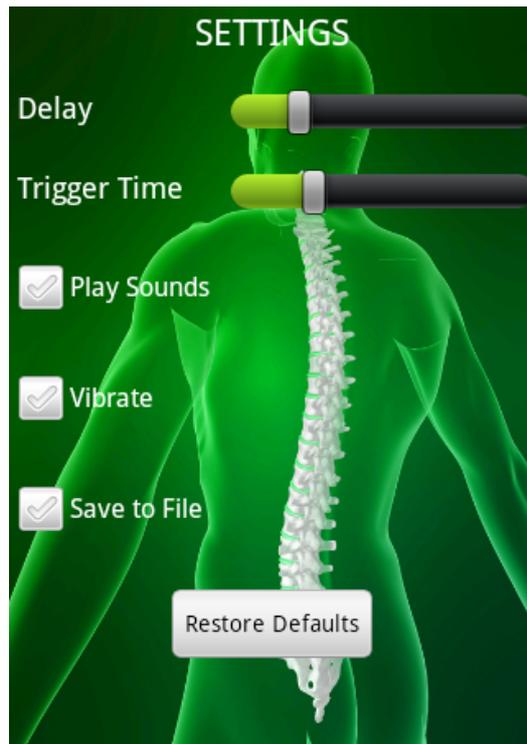


Fig. 6: Ecrã de preferências

Conclusões e trabalho futuro

Tendo-se concluído o desenvolvimento do presente projecto, o resultado é, inequivocamente, positivo por diversos motivos, destacando-se os factos de ter sido implementado um conjunto de funcionalidades que permitem atingir os objectivos propostos e a evolução pessoal decorrente do seu desenvolvimento.

As componentes mais complexas deste trabalho foram, como esperado, a classificação da postura e o desenvolvimento da monitorização com recurso aos sensores. Foi ainda implementado um conjunto de outras funcionalidades, já descritas, com o principal objectivo de melhorar o valor da aplicação desenvolvida, tornando-a mais *user-friendly* e útil.

É possível a presente aplicação ser melhorada principalmente no que diz respeito ao design, pois tendo sido desenvolvida por alguém única e exclusivamente da área de informática não ficou, certamente, com um design tão interessante quanto seria se tivesse sido desenvolvida em conjunto por profissionais de ambas as áreas.

Bibliografia

<http://developer.android.com/index.html>

<http://stackoverflow.com>

<http://www.portalandroid.org/comunidade/>

Queirós, Ricardo, Android™ – Introdução ao Desenvolvimento de Aplicações,
Lisboa: FCA, 2013

Queirós, Ricardo, “Desenvolvimento de Aplicações Profissionais em Android”,
Lisboa: FCA

Anexo de Manual de utilizador da aplicação

Quando o utilizador inicia a aplicação é-lhe apresentado o menu principal, no qual pode optar por uma de quatro opções (“Start Monitoring”, “Statistics”, “Settings” e “Credits”).

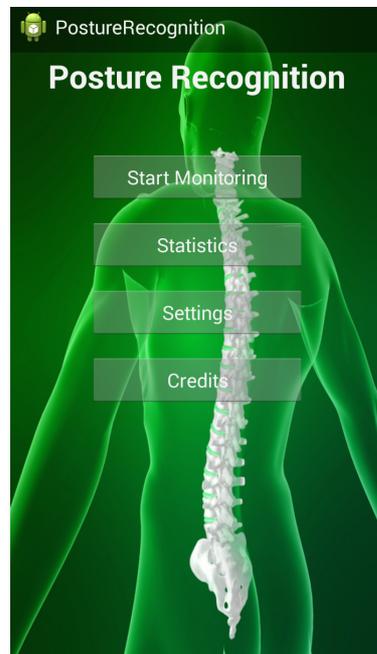


Fig. 7: Menu principal da Aplicação

Se pretender aceder a estatísticas que se encontrem gravadas, devem seleccionar a opção “Statistics”.

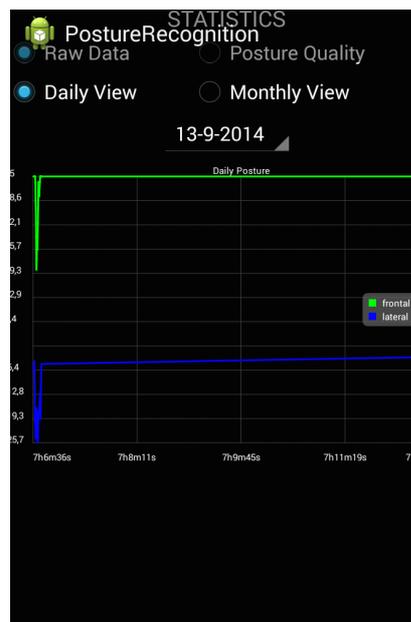


Fig. 8: Ecrã de estatísticas

Se o pretendido for personalizar a monitorização ou a utilização da aplicação deve seleccionar-se a opção “Settings”.

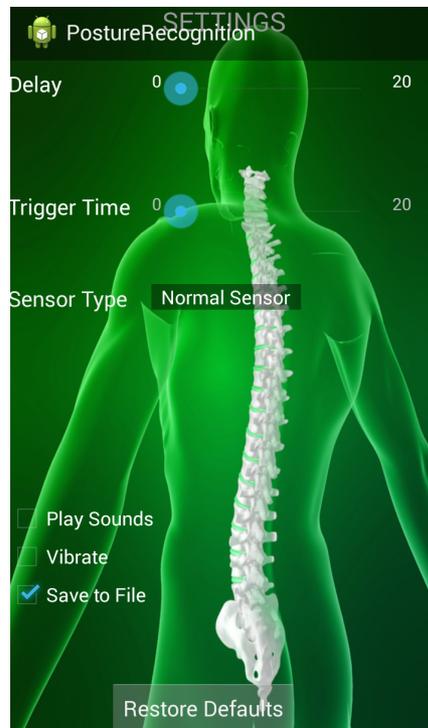


Fig. 9: Ecrã de preferências

Nesta opção são apresentadas diversas opções, que serão seguidamente explicadas. A primeira é “Delay”. Nesta opção é possível seleccionar-se a “sensibilidade” da monitorização. Quanto maior for o valor da opção “Delay” mais lenta será a alteração do movimento da monitorização. Na opção “Trigger Time” pode nivelar-se, de acordo com o pretendido, o tempo que decorre entre o início da adopção de uma má posição até ao primeiro alerta sonoro, vibratório ou ambos (se essas opções estiverem seleccionadas). Em “Sensor Type” o utilizador pode escolher, de entre três sensores, o que pretende utilizar, de acordo com sua actividade (se não for alterado, é “Normal” por defeito). Seguem-se três opções que apenas serão utilizadas se forem seleccionadas. As duas primeiras, “Play Sounds” e “Vibrate” constituem possibilidades de alerta para o caso de adopção de uma postura incorrecta. Podem ser seleccionadas individual ou simultaneamente. Segue-se a opção “Save to File”, que está relacionada com as estatísticas. Caso o utilizador pretenda consultar a variação da sua postura ao longo do tempo deverá seleccionar esta opção. Por fim, a opção “Restore Defaults” que, tal como o nome indica, repõe as opções que foram definidas como defeito.

Caso o pretendido pelo utilizador seja saber quem são os autores da aplicação, deve seleccionar a opção “Credits”.

Por fim, caso o utilizador queira seleccionar a actividade central desta aplicação deverá optar pela “Start Monitoring”.

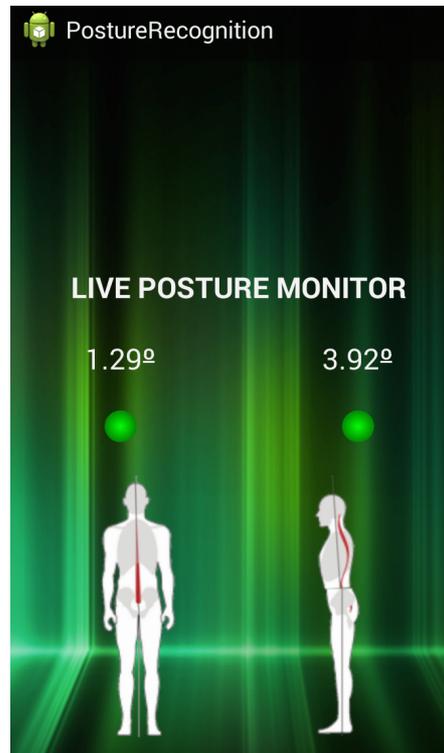


Fig. 10: Ecrã de monitorização em tempo real

Glossário

Acelerómetro – Dispositivo utilizado para medir a aceleração própria

Android - Sistema Operativo baseado no núcleo do Linux; destinado a dispositivos móveis.

App – É um programa desenvolvido para smartphones e tablets e outros dispositivos móveis.

Eclipse – É um IDE geralmente utilizado para desenvolvimento em Java, porém pode também ser utilizado para desenvolver outras linguagens de programação e para Android.

IDE – Sigla para *Integrated Development Environment*, Ambiente Integrado de Desenvolvimento em português. É um programa composto por ferramentas de apoio ao desenvolvimento de *software*.

Java – Linguagem de programação orientada a objectos.

Linux – Sistema Operativo

Smartphone – Termo para definir um telemóvel com funcionalidades avançadas, sendo as apps as mais conhecidas, correndo estas sobre o Sistema Operativo do referido telemóvel.

PC – Sigla para *Personal Computer*, Computador Pessoal em português

Tablet – Semelhante a um Smartphone, porém com menos funcionalidades e, geralmente, com um ecrã de dimensões superiores.