

Mestrado Integrado em Telecomunicações e Informática

Laboratórios de Telecomunicações e Informática 2

2015/2016

Descrição do Projeto

Título: Sistema para Aquisição e Monitorização de Atividade Física

Objetivos

- Desenvolvimento de um dispositivo sensor *wearable* para aquisição de dados de um acelerómetro de 3 eixos, através da aplicação de conhecimentos adquiridos nas UCs de Eletrónica e Microcontroladores.
- Processamento do sinal recolhido dos acelerómetros tendo como propósito a análise e reconhecimento de diferentes tipos de atividade física.
- Familiarização com configurações de rede IP, protocolos de encaminhamento dinâmico e serviços básicos de atribuição automática de endereços. Configuração de serviços DHCP e DNS.
- Planeamento e implementação de bases de dados com interface através dum servidor na rede.
- Programação de aplicações em redes Internet seguindo o paradigma de cliente/servidor. Introdução de mecanismos de autenticação (fraca e forte).

Observações

- O trabalho deverá ser realizado ao longo dum semestre com 15 semanas de aulas (divididas em fases) e com uma dedicação mínima de 12 horas efetivas de trabalho por aluno por semana.
- O trabalho deverá ser realizado por grupos de três alunos, sendo que o número de alunos envolvidos será tido em conta na avaliação.

Avaliação

- Haverá avaliações parciais, baseadas na entrega de relatório parcial e em DEMO(s) do trabalho prático desenvolvido.
- A avaliação final será baseada na entrega dum relatório final, realização duma apresentação e DEMO do sistema final.
- Haverá um componente de 10% da avaliação a atribuir pelos docentes em função da assiduidade, pontualidade e empenho demonstrados pelos alunos durante as aulas.

Requisitos

Bibliografia referida pelos docentes e recursos publicamente disponíveis na Web.

Descrição

Este projeto visa o desenvolvimento de um sistema que possibilite a aquisição de dados de dispositivos sensores colocados no corpo dos utilizadores, o processamento de dados recolhidos destes sensores, com o objetivo de obter, em tempo real e de forma automática, informação contextual útil sobre as atividades realizadas pelos utilizadores, a transferência desta informação através de uma infraestrutura de rede, bem como o armazenamento e acesso a esta informação através uma base de dados e um cliente/servidor Web.

Neste sentido, o desenvolvimento do sistema proposto neste projeto engloba os seguintes componentes:

- A. Dispositivo sensor baseado em acelerómetro
- B. Processamento do sinal do acelerómetro
- C. Rede local e serviços básicos
- D. Base de dados para armazenamento de dados sobre atividade física
- E. Cliente e servidor Web para armazenamento, tratamento, consulta e visualização de dados (também históricos) sobre atividade física

Dispositivo sensor baseados em acelerómetro

Os utilizadores do sistema a desenvolver neste projeto irão utilizar dispositivos *wearable* contendo acelerómetros, com o objetivo de monitorizar e extrair informação relevante relativa à sua atividade física.

A fase 3 do projeto, que está associada ao desenvolvimento deste dispositivo sensor, tem como objetivo a aquisição de dados de um acelerómetro de 3 eixos (x, y e z), o envio dos dados recolhidos para um PC e a calibração do acelerómetro.

O dispositivo sensor a desenvolver deve ser composto por uma placa contendo um acelerómetro e uma placa contendo um microcontrolador. A placa do microcontrolador deve recolher os valores em bruto dos 3 eixos do acelerómetro continuamente e em tempo real, utilizando para isso a interface de comunicação disponibilizada pela placa do acelerómetro (e.g., ADC, SPI, I2C ou UART).

Para a placa do acelerómetro, recomenda-se a aquisição de um módulo contendo o circuito integrado MPU-6050, que integra um acelerómetro de 3 eixos e um giroscópio de 3 eixos. Para a placa do microcontrolador, recomenda-se a aquisição de um módulo Arduino.

Os valores em bruto dos 3 eixos do acelerómetro, recolhidos pelo microcontrolador, devem ser enviados para um PC, através de um cabo USB, usando comunicação série (UART), para serem processados.

Nesta fase, o processamento dos dados consiste na calibração dos sensores. Após a calibração de cada eixo (x, y e z) do acelerómetro, o valor máximo lido de cada eixo deve ser +1 e o valor mínimo deve ser -1.

Todos os sinais recolhidos do utilizador devem ser propriamente identificados antes do envio para o servidor Web. Por exemplo, cada sinal deve ser associado a um identificador do utilizador do qual foi recolhido e deve conter *timestamps* que permitam identificar o instante de tempo em que cada amostra foi recolhida.

Para além das funcionalidades básicas desejadas para esta fase, descritas acima, o grupo pode, opcionalmente, implementar outras funcionalidades extras, como por exemplo:

1. Aquisição de dados e calibração giroscópio do circuito integrado MPU-6050.
2. Substituição da ligação por cabo USB, entre dispositivo sensor e o PC, por uma ligação sem fios, com recurso a um módulo de comunicação baseado, por exemplo, em Bluetooth ou BLE.

3. Em alternativa, os dados podem ser armazenados na memória do microcontrolador e transferidos após a ligação por cabo ao PC ser estabelecida.

Processamento do sinal do acelerómetro

A componente de processamento do sinal do acelerómetro será desenvolvida no âmbito da fase 5 do projeto. Nesta fase deseja-se extrair informação contextual útil relativa à atividade física do utilizador com base na análise dos dados recolhidos dos 3 eixos do acelerómetro ao longo do tempo.

Sendo assim, listam-se aqui algumas das funcionalidades mínimas propostas nesta fase, que podem ser acrescidas outras funcionalidades extras por iniciativa do grupo:

- Reconhecimento da atividade que o utilizador está a realizar a cada momento (ADL - Activities of Daily Living). Neste caso, propõe-se a diferenciação entre dois estados do utilizador: parado ou a caminhar, ao longo do tempo.
- Detecção e contagem de passos.
- Detecção de quedas.
- Monitorização do nível de atividade/energia do utilizador ao longo do tempo.

Opcionalmente, o grupo poderá efetuar também o processamento dos dados do giroscópio, em conjunto com os dados recolhidos do acelerómetro.

O processamento dos sinais pode ser feito utilizando uma linguagem de programação genérica ou recorrendo a uma plataforma específica como o MATLAB.

Especificação da Infra-estrutura de Rede

Pretende-se estabelecer uma arquitectura de rede de área local (LAN) que irá constituir a infra-estrutura de rede IP responsável pela interligação para o transporte do fluxo de dados entre o Servidor de Arquivo de Sinais e um conjunto de clientes localizados algures sobre a rede local ou Internet. A arquitectura de rede a implementar deverá ser baseada em switches e routers disponíveis nas bibliotecas do Emulador de Redes CORE (Common Open Research Emulator¹).

Faz parte do projeto a definição da arquitectura de rede e a respectiva implementação, usando a arquitectura emulada (via CORE) interligada, através de um *hub* ou comutador

¹ Informação adicional e software disponível via <http://www.nrl.navy.mil/itd/ncs/products/core>

Ethernet, a um dos routers disponível no laboratório. A arquitetura emulada deve suportar um mínimo de 5 redes de acesso - Net1, Net2, Net3, Net4 e Net5, geograficamente distribuídas - podendo existir um máximo de 100 hosts em 3 das redes de acesso [Net3, Net4, Net5] e um máximo de 30 hosts nas redes de acesso Net1 e Net2 (parte dos endereços sobranes devem ser usados nas redes de interligação); duas dessas localizações geográficas devem emular uma separação física de cerca de 6.000 Km (equivalente a uma ligação via cabo submarino entre o Porto e New York). O projeto deverá incluir o planeamento de endereçamento IP para todas as redes e equipamentos (base IP atribuída a cada grupo: **192.168.128+2x<#Grupo>.0/23**), as configurações para o encaminhamento dinâmico, usando o protocolo OSPF, entre as redes envolvidas e também deverá desenvolver configurações que dotem as redes de acesso com serviços DHCP. Para além disso e para tratar as diversas máquinas pelo nome, deverá ser configurado e mantido um serviço de DNS na infra-estrutura.

A infra-estrutura de rede definida por cada grupo no CORE deverá ligar-se ao exterior através do router físico MIETI-R-EXT, existente no Lap3. A ligação ao router físico MIETI-R-EXT pode realizar-se via interface **Ethernet** (que tem o endereço IPv4 **192.168.231.201/24**) ou via interface **WiFi (192.168.1.129/25)**, podendo o endereçamento IP terminal destas ligações ser estabelecido via DHCP.

A rede que garante conectividade aos servidores de Base de Dados e ao serviço de monitorização de sinais vitais permite o acesso, através de um router sem fios, dos equipamentos que concentram os dados provenientes dos vários sensores de movimento, dos diferentes grupos, com servidores onde é feito o processamento destes sinais para a deteção de diversos tipos de movimento e também o armazenamento na Base de Dados (BD). O acesso à informação mantida na BD é conseguido através dum servidor Web a partir de clientes em qualquer ponto da topologia a partir da LAN ou da Internet.

Especificação da Base de Dados

Os dados dos utilizadores (identificação, informação de autenticação, etc.), bem como os metadados dos ficheiros armazenados no arquivo serão mantidos em base de dados SQL.

Existem duas classes de utilizadores: os utilizadores e os administradores de sistema. Para cada utilizador deve manter-se a respectiva identificação e um histórico de sinais do

acelerómetro com a meta-informação associada (p.ex. características do sensor, data aquisição de dados). Os administradores devem proceder ao Registo de utilizadores na BD e todas as operações de administração associadas.

Como exemplo de metadados a manter por cada utilizador sugere-se os seguintes campos:

- Nome;
- Tipo de perfil (pré-determinado);
- Tamanho;
- (X) Assinatura digital;
- (X) Hash do conteúdo calculado com MD5 ou semelhante;
- Data da criação / última alteração;
- etc.

e também metainformação associada ao conteúdo:

- "Identificação do sensor";
- "Formato";
- "Tamanho (bytes)";
- "Data e hora de aquisição do sinal";
- etc.

Os campos relacionados com segurança estão assinalados com (X) uma vez que são opcionais.

Requisitos de Segurança

Uma vez que os alunos não tiveram até à data nenhuma cadeira relacionada com segurança (constam do curriculum do MIETI Criptografia e Segurança em Redes) apresentam-se aqui os requisitos de segurança cuja concretização e implementação no sistema são opcionais. Claro que se o grupo resolver conceber e concretizar alguma destas funcionalidades será bonificado com créditos extra.

Além da autenticação (que pode ser forte ou fraca) dos utilizadores, o sistema deverá garantir que:

1. Os dados que são submetidos ao arquivo, podem ou não ser assinados pelo respectivo utilizador, mas devem ser sempre cifrados;
2. Um utilizador autenticado poderá aceder aos seus dados e/ou respectivas chaves de encriptação;
3. Toda a informação armazenada deve estar convenientemente cifrada (a cópia de um qualquer ficheiro, ou de toda a Base de Dados associada, não deverá permitir o acesso à informação cifrada).

Cliente e Servidor Web

A informação mantida na base de dados será acedida via HTTP, através dum servidor Web. Desta forma, a informação poderá ser acedida pelos clientes através de qualquer browser Web.

Existem duas abordagens para esta implementação.

O processamento pode ser feito completamente do lado do servidor, usando uma arquitetura Web mais convencional, limitando-se o cliente a apresentar as páginas HTML devolvidas pelo servidor.

Uma outra abordagem é o serviço de acesso à informação ser feito com base em Web Services. Neste caso, o processamento da informação é partilhado entre o servidor e o cliente Web.

Fases do Projecto

A calendarização dos Entregáveis encontra-se em anexo.

Fase 1 – Especificação do Projecto
Entregáveis: Relatório “Relat-Fase1”

- Planeamento do projecto e Diagrama de Gantt;
- Desenvolver uma arquitectura para todo o sistema a desenvolver;

- Identificar as tecnologias envolvidas e os recursos necessários;
- Identificar as competências a desenvolver.

Fase 2 – Infra-Estrutura de Rede

Entregáveis: Demonstração “Demo F2” e Relatório “Relat-Fase2”

Fase 3 – Hardware e Software do Dispositivo Sensor

Entregáveis: Relatório “Relat-Fase3” e Demonstração “Demo F3”

Fase 4 – Concepção e Desenvolvimento da Base de Dados e Aplicação Cliente/Servidor Web

Entregáveis: Demonstração “Demo P4.1” e Relatório “Relat-Fase4”

Fase 5 – Aplicação para Tratamento de Dados dos Sensores

Entregáveis: Demonstração “Demo F5”

Fase 6 – Integração e Teste de Componentes

Entregáveis: Demonstração “Demo Final”, Relatório “Relat-FINAL” e “APRESENTAÇÃO FINAL”

- Testes finais de operação dos módulos desenvolvidos e da interoperação dos componentes.

Calendarização

| 2º semestre | 2ª Feira | 3ª Feira | 4ª Feira | 5ª Feira | 6ª Feira | Sábado |
|---------------|-----------------------------|----------|----------|--------------------|----------|-------------|
| 08/02 a 13/02 | | | | | | |
| 15/02 a 20/02 | | | | | | |
| 22/02 a 27/02 | | | | | | Relat-Fase1 |
| 29/02 a 05/03 | | | | | | |
| 07/03 a 12/03 | | | | | | |
| 14/03 a 19/03 | | | | Demo F2 | | Relat-Fase2 |
| 21/03 a 26/03 | | | | | | |
| 28/03 a 02/04 | | | | | | |
| 04/04 a 09/04 | | | | | | |
| 11/04 a 16/04 | | | | | | Relat-Fase3 |
| 18/04 a 23/04 | | Demo F3 | | | | |
| 25/04 a 30/04 | | | | | | |
| 02/05 a 07/05 | | | | | | |
| 09/05 a 14/05 | Semana de Trabalho Autónomo | | | | | |
| 16/05 a 21/05 | | | | | | |
| 23/05 a 28/05 | | Demo F5 | | | | |
| 30/05 a 04/06 | | | | Demo P4.1 | | |
| 06/06 a 11/06 | | | | | | Relat-Fase4 |
| 13/06 a 18/06 | | | | Demo Final | | |
| 20/06 a 25/06 | | | | APRESENTAÇÃO FINAL | | Relat-FINAL |

| | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|
| 27/06 a 02/07 | | | | | | |
| 04/07 a 09/07 | | | | | | |