

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE DISTÚRBIOS DO MOVIMENTO

Núcleo de Inovação e Avaliação Tecnológica em Saúde

INFORMAÇÕES GERAIS

O sistema, **NetMD: Sistema de Monitoramento de Distúrbios do Movimento**, foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa espanhol **CAR-CSIC** com a finalidade de analisar e monitorar, de modo remoto e contínuo, os distúrbios do movimento por meio de sinais inerciais.

DESCRIÇÃO GERAL

O sistema baseia-se na atuação conjunta de um aparelho celular *android* com dispositivos *smartwatches* (modelo *Smartwatch3*, *SWR50*, da *Sony*), sendo a comunicação estabelecida via *Bluetooth*.

Por meio deste sistema, é possível a aquisição dos sinais provenientes dos giroscópios e acelerômetros internos dos *smartwatches* com uma frequência de amostragem de 50 Hz (ou seja, com uma resolução temporal de 20 ms), é possível ainda a transferência dos dados para o aparelho celular e o armazenamento internamente destes em um arquivo de texto (.txt) compactado.

NOTA: Os processos de aquisição, gravação e transferência dos dados são controlados pelo aplicativo para android, NetMD, desenvolvido pelo grupo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo espanhol **CAR-CSIS** pela colaboração e parceria.



POLITÉCNICA



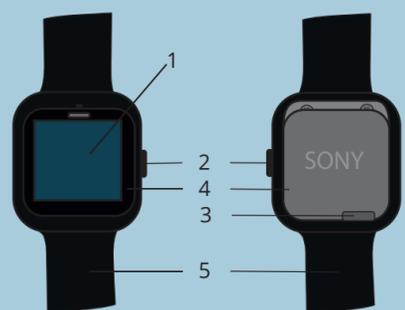
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

DESCRIÇÃO DO SMARTWATCH

VISÃO GERAL

Os *smartwatches*, modelo *SmartWatch 3 (SWR50)* da **SONY**, permitem a aquisição dos dados tridimensionais provenientes dos acelerômetros e dos giroscópios, incorporados aos dispositivos, durante a realização de movimentos ou a manutenção do controle postural de membros.

Vista anterior Vista posterior



1. Tela de toque
2. Tecla liga/desliga
3. Porta *Micro USB*
4. Unidade principal
5. Pulseira

NOTA: Ao desacoplar a unidade principal da pulseira, há a possibilidade de se posicionar o dispositivo em outras regiões do corpo por meio de acessórios de fixação (como, por exemplo, luvas, manguitos, tornozeleiras, caneleiras, joelheiras, coxais, cintos, faixas, toucas, entre outros acessórios de fixação que possam ser necessários para a região anatômica de interesse).

CARREGAR A BATERIA

É necessário que se tenha um nível de bateria suficiente para o tempo de aquisição e transferência adequada dos sinais.

1. Conecte a extremidade do cabo *USB* à porta *Micro USB* presente na parte posterior do *SmartWatch 3*;

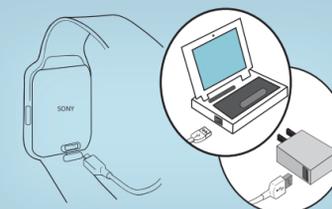
▶ veja *VISÃO GERAL - DESCRIÇÃO DO SMARTWATCH*

2. Conecte a outra extremidade do cabo à entrada *USB* de um carregador ou de um computador;

3. Certifique-se de que o carregador está conectado a uma fonte de alimentação ativa e estável (isto é, em boa condição elétrica) ou que o computador está carregado suficientemente;

▶ o tempo de recarga da bateria é de, aproximadamente, 1 (uma) hora

4. Desconecte o dispositivo quando estiver completamente carregado.



NOTA: O dispositivo apresenta uma bateria de 420 mAh, sendo que o tempo de duração variará dependendo das funções habilitadas e dos aplicativos utilizados no dispositivo. Portanto, deve-se habilitar somente as funções e o aplicativo necessário para a coleta de dados.

STATUS DO DISPOSITIVO

Os ícones, exibidos na tela inicial, fornecem informações sobre o *status* do dispositivo.

- Smartwatch* desconectado do aparelho *android*
- Modo *Cinema* ativo, no qual as notificações não são exibidas
- Modo *Silencioso* ativo
- Modo, no qual apenas interrupções prioritárias são permitidas
- Bateria carregando
- Modo *Avião* ativo, no qual as funções *Bluetooth* e *Wi-Fi* do *smartwatch* são desabilitadas e o dispositivo encontra-se desconectado do aparelho *android*

LIGAR E DESLIGAR

- LIGANDO O DISPOSITIVO

1. Mantenha a tecla liga/desliga pressionada até que o dispositivo vibre.

▶ o dispositivo iniciará normalmente se estiver carregado

- DESLIGANDO O DISPOSITIVO

1. Na tela inicial do dispositivo, deslize o dedo sobre a tela de toque da direita para a esquerda ou pressione a tecla liga/desliga;
2. Na tela de aplicações, selecione a opção *Configurações (Ajustes)*;
3. Em *Configurações (Ajustes)*, localize a opção *Desligar (Apagar)* e confirme a opção pressionando o símbolo

CUIDADOS NECESSÁRIOS

CONTROLE DE MOVIMENTOS

O *SmartWatch 3* permite a navegação e o controle do dispositivo através de movimentos simples quando a opção **Gestos do pulso** (*Gestos de muñeca*) está ativa. Porém, impactos ou a movimentação excessiva do dispositivo, nesse modo de operação, podem resultar em comandos indesejados e na ativação de outras funções durante a realização do protocolo experimental e a aquisição dos sinais inerciais. Dessa forma, esta função deve permanecer desabilitada.

- DESABILITAR GESTOS DO PULSO

1. Na tela inicial do dispositivo, deslize o dedo sobre a tela de toque da direita para a esquerda ou pressione a tecla liga/desliga;
2. Na tela de aplicações, selecione a opção *Configurações (Ajustes)*;
3. Em *Configurações (Ajustes)*, localize a opção *Gestos do pulso (Gestos de muñeca)* e certifique-se de que a função está desabilitada (NO).

CONEXÃO WI-FI

O *SmartWatch 3* oferece conexão *Wi-Fi*. Porém, para minimizar o consumo de energia e garantir a transferência adequada de dados, esta opção deve permanecer desabilitada durante a realização do protocolo experimental e a aquisição dos sinais inerciais.

- DESABILITAR CONEXÃO WI-FI

1. Na tela inicial do dispositivo, deslize o dedo sobre a tela de toque da direita para a esquerda ou pressione a tecla liga/desliga;
2. Na tela de aplicações, selecione a opção *Configurações (Ajustes)*;
3. Em *Configurações (Ajustes)*, localize a opção *Configurações de Wi-Fi (Ajustes de Wi-Fi)* e certifique-se de que a função está desabilitada;

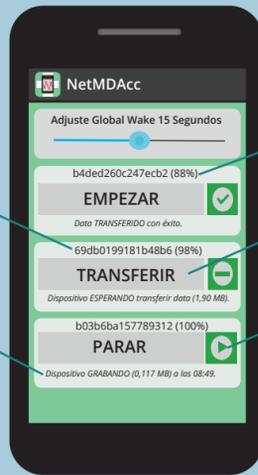


DESCRIÇÃO DO APLICATIVO NetMD

VISÃO GERAL

O aplicativo para *android*, **NetMD**, permite o controle dos processos de aquisição, gravação e transferência dos dados tridimensionais provenientes do giroscópio e do acelerômetro integrados ao *smartwatch*.

INTERFACE



1. Nível de bateria do dispositivo *smartwatch*
2. Identificação do dispositivo *smartwatch*
3. Comando para a execução de funções
4. *Status* do sistema
5. Informações e avisos sobre as funções executadas

COMANDOS

EMPEZAR: iniciar a aquisição dos sinais inerciais;
PARAR: finalizar a aquisição dos sinais inerciais;
TRANSFERIR: transferir o arquivo da coleta para o armazenamento interno do aparelho celular.

STATUS DO SISTEMA

Os ícones, exibidos na interface do aplicativo, fornecem informações sobre o status do sistema.

- LISTO: nenhuma falha detectada e sistema pronto para a aquisição dos sinais.
- GRABANDO: gravando os sinais inerciais.
- PARADO: aguardando comando para transferência dos dados.
- INTERRUMPIDO: interrupção da gravação dos dados.
- TRANSFIRIENDO FICHERO: transferindo o arquivo para o armazenamento interno do aparelho celular.
- TRANSFERENCIA FALLADA: falha na transferência do arquivo.
- DATOS TRANSFERIDOS: dados transferidos com sucesso.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

PAREAMENTO VIA BLUETOOTH

A comunicação entre o *smartwatch* e o aparelho celular (*android*) é estabelecida via *bluetooth*, ou seja, por meio de uma conexão de rede direta entre os dois dispositivos em curta distância.

1. Arraste para baixo a **barra de status** no topo da tela do aparelho celular;
2. Ative o *Bluetooth*, pressionando o ícone
3. Certifique-se de que os dispositivos *smartwatches* estão sincronizados com o aparelho celular.

DISPOSITIVO SMARTWATCH NÃO SINCRONIZADO

1. Na tela principal do dispositivo *smartwatch*, deslize o dedo sobre a tela de toque da direita para a esquerda ou pressione a tecla liga/desliga;
2. Na tela de aplicações, selecione a opção **Configurações (Ajustes)**;
 ► os dispositivos visíveis serão listados
4. Selecione o dispositivo que deseja parear e confirme, aceitando a senha gerada automaticamente em ambos os dispositivos.

NOTA: O aplicativo NetMD possibilita que sejam pareados até cinco dispositivos (SmartWatch 3) ao aparelho celular para aquisição, gravação e transferência simultânea de dados.

FUNCIONAMENTO



Uma vez estabelecido o pareamento via *Bluetooth* entre o aparelho celular e o dispositivo *smartwatch*, o tempo de aquisição dos sinais inerciais poderá ser controlado pelos comandos **EMPEZAR** (início da aquisição) e **PARAR** (fim da aquisição) na interface do aplicativo.

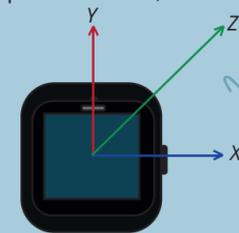
Os dados registrados, durante o intervalo de tempo definido, poderão ser transferidos para o aparelho celular e armazenados internamente na forma de um arquivo de texto (.txt) compactado quando selecionado o comando **TRANSFERIR**.

Assim, conectando o aparelho celular a um computador por meio de um cabo *USB*, será possível acessar o arquivo salvo para, posteriormente, visualizar e processar os dados coletados.

COLETA DE DADOS

AQUISIÇÃO DOS SINAIS

1. Estabeleça a conexão via *Bluetooth* dos *smartwatches* com o aparelho celular;
 ► veja PAREAMENTO VIA BLUETOOTH
2. No aparelho celular, abra o aplicativo *NetMD*;
 ► na interface, aparecerão os dispositivos pareados e disponíveis para a coleta (veja VISÃO GERAL - DESCRIÇÃO DO APLICATIVO NetMD)
3. Posicione os *smartwatches* nas regiões anatômicas de interesse para a análise;



atente-se ao sistema de eixos dos sensores internos do *smartwatch* para o posicionamento e a realização dos movimentos

4. Selecione o comando **EMPEZAR**, na interface do aplicativo, para iniciar a aquisição dos sinais inerciais;
5. Quando o indivíduo participante do protocolo experimental terminar de executar a tarefa estabelecida, selecione o comando **PARAR**, na interface do aplicativo, para finalizar a aquisição dos sinais.

TRANSFERÊNCIA DOS DADOS

6. Selecione o comando **TRANSFERIR**, na interface do aplicativo, para transferir os dados do *smartwatch* para o aparelho celular;

NOTA: No aparelho celular, será armazenado um arquivo de texto (.txt) compactado (.zip) e nomeado com a identificação do dispositivo, a data e a hora correspondentes a coleta realizada.

ACESSO AOS ARQUIVOS

7. Reinicie o aparelho celular;
8. Conecte o aparelho celular a um computador, utilizando o cabo *USB*;
9. Transfira o(s) arquivo(s) desejado(s) para uma pasta no computador;
10. Descompacte os arquivos transferidos para o computador, nomeando-os de acordo com os indivíduos participantes, as tarefas realizadas e o *smartwatch* utilizado.

NOTA: Para acessar o último arquivo transferido para o armazenamento interno, é necessário reiniciar o aparelho celular para que o arquivo conste na pasta referente ao aplicativo (NetMD).

VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

A visualização dos dados corresponde a uma das etapas fundamentais na análise e no processamento de qualquer sinal biomédico, uma vez que tal permite uma melhor compreensão do fenômeno analisado, evidencia o comportamento e possíveis tendências presentes no sinal, bem como norteia as análises estatísticas.

ABRINDO OS DADOS NO R

1. No *script* do *R*, especifique o diretório de trabalho onde está salvo o arquivo .txt desejado

```
setwd(C:/Users/Documents/UFU/NIATS/CHEATSHEET/)
```

2. Utilize a função *read.table*, informando o nome do arquivo e o tipo de separador como argumentos da função

```
df <- read.table("b4ded260c247ecb2.txt", sep = ",")
```

- uma variável do tipo *data.frame* será gerada, contendo 10 colunas

3. Selecione as colunas referentes ao tempo e aos sinais triaxiais do acelerômetro e giroscópio

```
df <- df[,c(1,5:10)]
```

4. Renomeie as colunas, levando em consideração os eixos dos sensores internos dos *smartwatches*

```
names(df) <- c("tempo", "A.X", "A.Y", "A.Z", "G.X", "G.Y", "G.Z")
```

VISUALIZANDO OS DADOS NO R

5. Instale o *package* **dygraphs**, caso não o tenha instalado

```
install.packages("dygraphs")
```

6. Carregue o *package* **dygraphs**

```
library(dygraphs)
```

7. Visualize os sinais referentes ao acelerômetro

```
dygraph(data.frame(tempo = df$tempo, A.X = df$A.X, A.Y = df$A.Y, A.Z = df$A.Z), x = "tempo (ms)", y = "aceleracao linear (m/s^2)", main = "Sinais do Acelerômetro")%>%dyRangeSelector()
```

8. Visualize os sinais referentes ao giroscópio

```
dygraph(data.frame(tempo = df$tempo, G.X = df$G.X, G.Y = df$G.Y, G.Z = df$G.Z), x = "tempo (ms)", y = "velocidade angular (rad/s)", main = "Sinais do Giroscópio")%>%dyRangeSelector()
```

Para mais detalhes, consulte o arquivo *html* VISUALIZAÇÃO DOS DADOS COM O R.

