

# LUVA INTELIGENTE PARA DETECÇÃO DE MOVIMENTOS

**Marcelo Romanssini**<sup>1</sup>

**Felipe Quirino**<sup>2</sup>

**Alessandro Girardi**<sup>3</sup>

## **Resumo:**

Dispositivos capazes de reconhecer automaticamente a intenção do usuário facilitam a interação homem-máquina. A utilização de dispositivos móveis como smartphones, smartwatches e tablets, está cada vez mais difundida entre usuários. Estes dispositivos facilitam o dia a dia das pessoas, bem como são fundamentais no desenvolvimento de novas aplicações. No entanto com o avanço das tecnologias, estes dispositivos tem se tornado cada vez menores, dificultando a interação com o ser humano. Assim, o desenvolvimento de uma luva inteligente para detecção de gestos capaz de reconhecer padrões de movimento da mão e transformá-los em informações úteis tem como objetivo facilitar a interação com estes dispositivos móveis. Ou seja, através de gestos o usuário poderá transmitir a intenção de realizar determinada atividade ou comando. O sistema da luva é basicamente composto por um microcontrolador, seis sensores do tipo acelerômetros e giroscópios, duas interfaces de comunicação (I2C e RS232) e um módulo Bluetooth. Os seis sensores acelerômetros e giroscópios são alocados nas pontas dos dedos e sobre a parte posterior da mão, permitindo uma boa precisão na detecção de movimentos no espaço tridimensional. Os sensores são lidos pelo microcontrolador PAMPIUM, onde são processadas as informações de aceleração linear e angular, e enviados para o dispositivo final através do módulo Bluetooth, o que permite uma maior liberdade ao usuário, já que a luva dispensa o uso de fios para a conexão com o dispositivo final. A luva desenvolvida para a detecção de movimentos da mão é um sistema robusto, pois interpreta os movimentos através dos dados de aceleração, assim não é afetada pelas condições do ambiente, como luminosidade e tão pouco pelas características do usuário como, tamanho da mão ou cor da pele. Os seis graus de liberdade fornecidos pela luva permite uma detecção natural dos movimentos da mão, o que lhe confere um grande potencial de uso como dispositivos de entrada para detecção de movimentos da mão.

**Palavras-chave:** LUVA, ACELERÔMETROS, PAMPIUM

**Modalidade de Participação:** Iniciação Científica

## **LUA INTELIGENTE PARA DETECÇÃO DE MOVIMENTOS**

<sup>1</sup> Aluno de graduação. marcelorman03@gmail.com. Autor principal

<sup>2</sup> Aluno de Graduação. felipeantunesquirino@gmail.com. Co-autor

<sup>3</sup> Docente. alessandro.girardi@unipampa.edu.br. Orientador

Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE  
Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018

# LUVA INTELIGENTE PARA DETECÇÃO DE MOVIMENTOS

## 1 INTRODUÇÃO

A relação entre homem e máquina tem se tornado cada vez mais natural e menos complexa. Dispositivos capazes de reconhecer automaticamente a intenção do usuário facilitam a interação homem-máquina. A utilização de dispositivos móveis como smartphones, smartwatches e tablets, está cada vez mais difundida entre usuários. Estes dispositivos facilitam o dia a dia das pessoas, bem como são fundamentais no desenvolvimento de novas aplicações (LONGARETTI,2015). No entanto com o avanço das tecnologias, estes dispositivos tem se tornado cada vez menores, dificultando a interação com o ser humano.

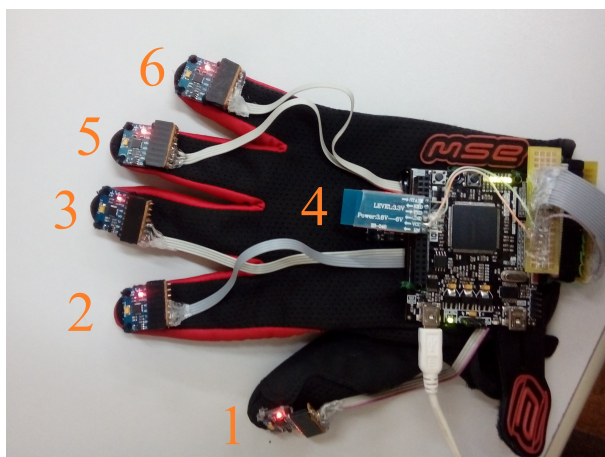
Assim, o desenvolvimento de uma luva inteligente para detecção de gestos capaz de reconhecer padrões de movimento da mão e transformá-los em informações úteis tem como objetivo facilitar a interação com estes dispositivos móveis. Ou seja, através de gestos o usuário poderá transmitir a intenção de realizar determinada atividade ou comando.

O sistema da luva é basicamente composto por um microcontrolador, seis sensores do tipo acelerômetros e giroscópios, duas interfaces de comunicação (I2C e RS232) e um módulo Bluetooth. Os seis sensores acelerômetros e giroscópios são alocados nas pontas dos dedos e sobre a parte posterior da mão, permitindo uma boa precisão na detecção de movimentos. Os sensores são lidos pelo microcontrolador, onde são processadas as informações de aceleração linear e angular, e enviados para o dispositivo final através do módulo Bluetooth, o que permite uma maior liberdade ao usuário, já que a luva dispensa o uso de fios para a conexão com o dispositivo final.

## 2 METODOLOGIA

Os gestos da mão são detectados através de seis acelerômetros e giroscópios do tipo MPU6050, os quais fornecem informações de aceleração angular e linear de cada dedo e da área dorsal da mão. Para controle da luva foi adotado o microcontrolador PAMPIUM, responsável pela configuração e leitura dos dados de cada sensor. Na figura 1 pode-se visualizar a localização de cada sensor na luva. A figura 2 mostra o esquema geral da luva.

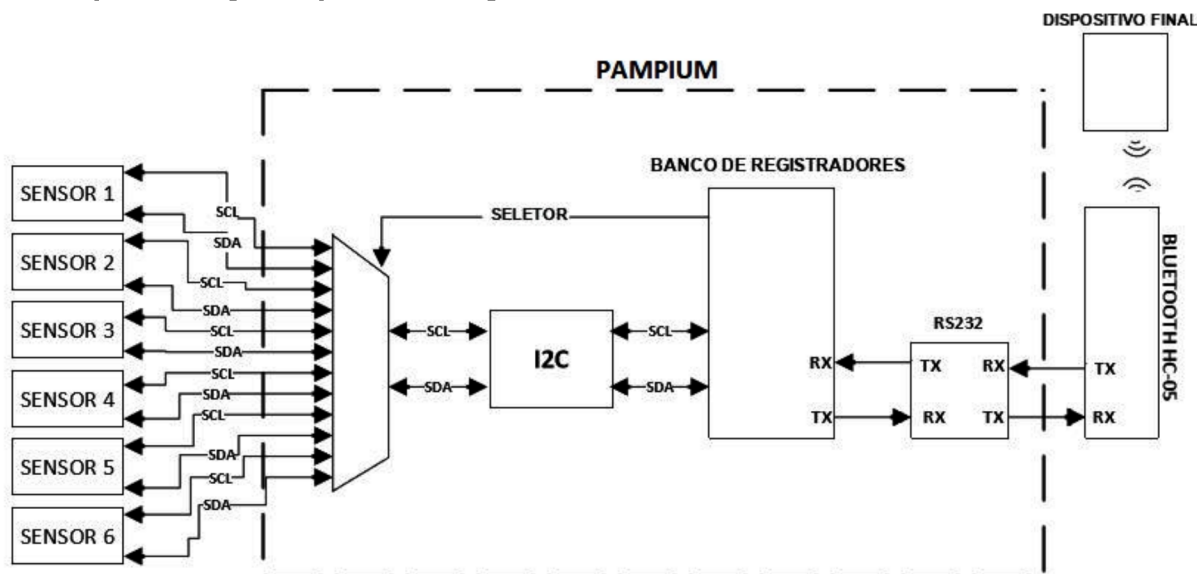
Figura 1 - Protótipo da luva para detecção de gestos com a indicação da localização dos seis sensores MPU6050.



Fonte: do autor,2018.

A comunicação entre os sensores e o PAMPIUM ocorre através do protocolo de comunicação I2C. A comunicação entre o microcontrolador PAMPIUM e a interface Bluetooth (HC05) é feita através do protocolo de comunicação RS232. Por fim, a comunicação com o dispositivo final é realizada sem fio, através do protocolo Bluetooth. As interfaces de comunicação I2C e RS-232 foram implementadas em FPGA, bem como o microcontrolador PAMPIUM. Para isso usamos uma pequena placa de desenvolvimento FPGA 101 alocada no topo da mão (ROMANSSINI, 2018).

Figura 2- Esquema geral da luva para detecção de movimentos.



Fonte: do autor, 2018.

Como seis sensores MPU 6050 são usados, é necessário usar um multiplexador/demultiplexador para a comunicação entre eles e o microcontrolador. Isso permite que a comunicação seja feita somente com um canal de comunicação I2C implementado. Como todas as operações do PAMPIUM são realizadas entre registradores, conectamos as interfaces de comunicação diretamente ao banco de registradores facilitando a implementação de protocolos de controle para envio e recebimento de dados (ROMANSSINI, 2018).

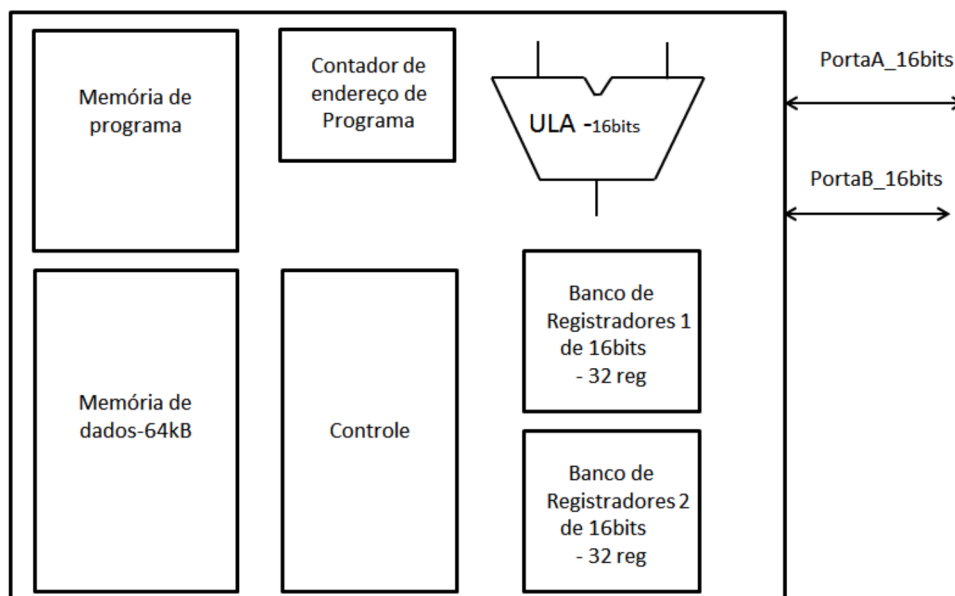
Cada MPU 6050 possui um acelerômetro de três eixos, responsável por medir a aceleração linear nos eixos x, y e z, bem como um giroscópio de três eixos que mede a aceleração angular dos eixos x, y e z, obtendo assim uma noção de espaço tridimensional. A precisão do giroscópio e acelerômetro é de 16 bits. O acelerômetro é capaz de medir aceleração nos três eixos separadamente até 16g (156,896 m/s<sup>2</sup>) e possui quatro faixas programáveis: 2g, 4g, 6g e 16g. A unidade g refere-se ao valor da aceleração gravitacional da Terra. O giroscópio é capaz de medir variações instantâneas nos três eixos separadamente com quatro faixas programáveis: 250 °/s, 500 °/s, 1000 °/s e 2000 °/s. A comunicação através do padrão I2C ocorre a uma taxa máxima de 400 kHz e opera em uma fonte de alimentação na faixa de 2,37 V a 3,46 V (INVENSENSE, 2013).

Os valores dos eixos x,y e z obtidos pelo acelerômetro e giroscópio são digitalizados através de seis conversores A/D (Analogico/ Digital) sendo três conversores para o acelerômetro e três para o giroscópio. Os valores já digitalizados são armazenados em registradores contidos no próprio MPU 6050 (INVENSENSE, 2013).

O PAMPIUM é um microcontrolador totalmente configurável desenvolvido na UNIPAMPA. Trata-se de um microcontrolador RISC 16 bits de um propósito geral descrito

em System Verilog. A descrição do circuito é livre e de código aberto (ENGROFF, 2014). Por ser configurável é possível dimensionar todos os módulos internos de acordo com as necessidades da aplicação, impedindo o desperdício de área e potência enquanto aumenta o desempenho. O PAMPIUM está disponível nas versões monociclo, multiciclo, pipeline e surperescalar. A organização interna consiste em duas memórias, sendo uma de programa e uma de dados, um banco registrador, uma unidade lógica aritmética (ULA) e uma unidade de controle. A figura 3 ilustra a organização interna básica do microcontrolador .

Figura 3- Organização interna básica do microcontrolador PAMPIUM.



Fonte : ENGROFF, 2014

Para o desenvolvimento da luva, definimos que a versão monociclo do PAMPIUM é a mais adequada, uma vez que os requisitos não são críticos. Esta versão ocupa uma pequena área e apresenta baixo consumo de energia. A síntese me FPGA permite operação em uma frequência de até 50 MHz num dispositivo Altera EP4CE6E22C8N, adequado para os requisitos da comunicação I2C e RS-232.

A interface I2C, é um protocolo de comunicação serial de dois fios. A comunicação da interface I2C é feita entre um mestre e escravo em pacotes de 8 bits, onde o mestre comanda o barramento e o escravo responde aos comandos enviados pelo mestre, sendo que cada escravo possui um endereço único. A comunicação entre mestre e escravo é realizada através dos pinos SDA (serial data), que é responsável pelo recebimento de dados, e SCL (serial clock) que é responsável pela sincronização (LONGARETTI,2015).

A interface de comunicação I2C foi implementada de maneira que o seu controle pudesse ser feito diretamente pelo banco de registradores do PAMPIUM. Para isto alocamos alguns bits em um registrado específico e conectado na interface I2C.

A interface RS-232 é um padrão para a comunicação serial de dados, que utiliza sinais de tensão negativos para nível lógico alto “1” e positivos para nível lógico baixo “0”, variando de 5V a 25V, dependendo da aplicação. Este protocolo apresenta os canais de comunicação RX e TX separados, o que torna possível o envio e recebimento de dados paralelamente. Neste protocolo, a comunicação é feita em velocidade fixa, cujo baud rate pode estar na faixa 300 a 230400 bits por segundo. Portanto, os dois dispositivos devem estar operando na

mesma velocidade de transmissão e recebimento para que a comunicação opere de maneira correta.

A interface RS232 foi implementada de maneira similar à interface I2C, na qual todos os pinos de controle foram ligados diretamente ao banco de registradores. Foram também alocados alguns bits do banco de registrador para o controle desta interface. Para a comunicação entre a interface e o módulo Bluetooth, foram usados dois pinos (RX e TX).

### 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

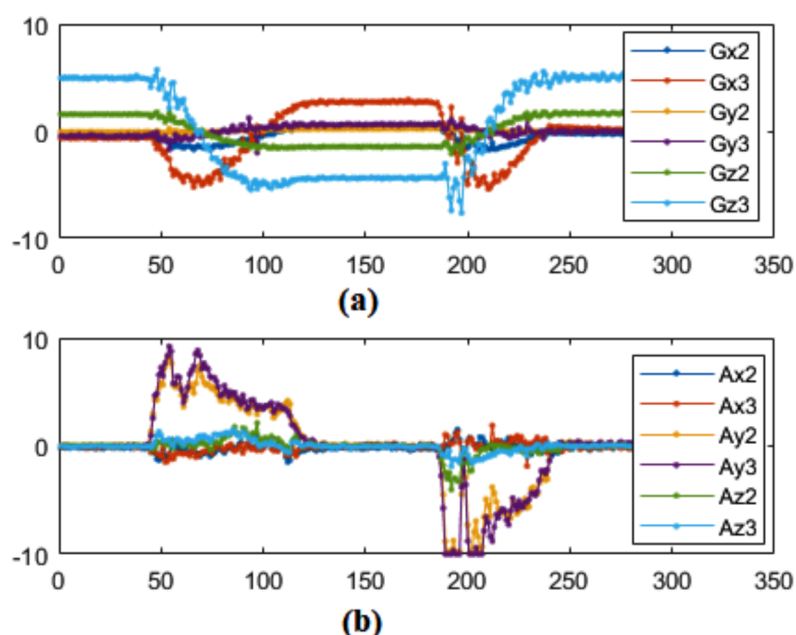
Os materiais usados para implementar o protótipo da luva são mostrados na tabela 1. O custo total é de R\$ 310,00, que podemos considerar barato, esse custo baseia-se nos preços encontrados no Mercado Livre Brasil, então esse valor total pode variar dependendo do mercado em que os componentes são adquiridos.

Tabela 1 – Lista de componentes e custo para a confecção da luva .

| <b>Materiais</b>       | <b>Quantidade</b> | <b>Valor Unitário (R\$)</b> | <b>Custo Total (R\$)</b> |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Luva                   | 1                 | 60,00                       | 60,00                    |
| MPU 6050               | 6                 | 25,00                       | 150,00                   |
| FPGA 101               | 1                 | 80,00                       | 80,00                    |
| Módulo Bluetooth HC-05 | 1                 | 20,00                       | 20,00                    |
| <b>CUSTO TOTAL</b>     |                   |                             | <b>310,00</b>            |

Fonte: do autor, 2018.

Figura 4- Dados lidos dos sensores 2 e 3. (a) Aceleração angular fornecida pelos giroscópios; (b) Aceleração linear fornecidas pelos acelerômetros



Fonte : do autor, 2018.

Para testar o sistema implementado, capturamos os dados brutos de aceleração linear e aceleração angular para o movimento de abrir e fechar a mão. A figura 4 mostra os dados lidos. Na figura 4 pode-se observar cada passo do movimento de abrir e fechar a mão através dos três eixos dos acelerômetros e giroscópios. Do protótipo validado é possível o desenvolvimento de várias aplicações que usam os gestos ou movimentos detectados pela luva, como dispositivos de entrada, controle remoto, em realidade virtual, controle de robôs e drones, simulações de cirurgia para o treinamento do estudantes de medicina, comunicação em linguagem de sinais, etc (BALDISSERA, 2018).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo descreveu o desenvolvimento do sistema de uma luva inteligente para a detecção de movimentos, baseada em acelerômetros e giroscópios. A comunicação a luva e o dispositivo final é sem fio, através do protocolo Bluetooth, o que permite ao usuário uma boa mobilidade e uma fácil conexão aos dispositivos. O projeto é totalmente configurável e inclui o PAMPIUM, um microcontrolador dedicado implementado em FPGA. O uso do PAMPIUM permitiu que as interfaces de comunicação I2C e RS-232 fossem conectados diretamente no banco de registradores, facilitando a comunicação com os sensores bem como com o módulo Bluetooth.

A luva desenvolvida para a detecção de movimentos da mão é um sistema robusto, assim não é afetada pelas condições do ambiente, como luminosidade e tão pouco pelas características do usuário como, tamanho da mão ou cor da pele. Os seis graus de liberdade fornecidos pela luva permite uma detecção natural dos movimentos da mão, o que lhe confere um grande potencial de uso como dispositivos de entrada para detecção de movimentos da mão.

#### **REFERÊNCIAS**

ENGROFF, A. M. **PAMPIUM I – Projeto e implementação de um microcontrolador de 16 bits arquitetura RISC**. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal do Pampa – Unipampa, 2014.

BALDISSERA, M. et al. Application Development for a Gesture Capture Glove Based on Accelerometers and Gyroscopes. **18Th Microelectronics Student Forum**. Bento Gonçalves, n 141, ago 2018.

INVENSENSE. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4. 1197 Borregas Ave, Sunnyvale, CA 94089 U.S.A., 2013.

LONGARETTI, D. **Implementação de uma luva microcontrolada para a captação de gestos**. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015.

ROMANSSINI, M; QUIRINO, F; GIRARDI, A. System Implementation of a Gesture Detection Glove for Human-Computer Interaction. **8th Workshop On Circuits And Systems Design**, Bento Gonçalves, n 27, p – 2, ago 2018.