

└─Introdução

└─Introdução

- IHC (Interação Humano Computador);
- Luvas Eletrônicas.



Fonte: BCI (2012)



Fonte: VirtualGloves (2013)



Fonte: Computer Graphics Research (2005)

1. Este trabalho tem como base a utilização de uma luva como forma de IHC
2. IHC - Área de estudo focada no desenvolvimento de tecnologias para uso em interfaces entre usuários e computadores. Teclados, Mouses, Touchscreen, Controles.
3. Luvas eletrônicas (Data Gloves) são dispositivos que utilizam sensores de movimento, como acelerômetros, giroscópios ou sensores de flexibilidade, para reconhecimento ou reprodução de gestos da mão humana

└ Introdução

└ Problemas tratados

- Custo;
- Complexidade dos movimentos;
- Melhoria do protótipo de Roversi (2016).



Fonte: Roversi (2016)



Fonte: Yi-Liang (2010)

1. Luvas existentes são caras, podendo custar de US\$250,00 até US\$12.995,00.
2. Redução de custos com componentes acessíveis.
3. Possibilitar realização de movimentos mais complexos permite uso em mais cenários diferentes, como tradução de linguagem de sinais ou VR
4. este trabalho é uma continuação do trabalho de Roversi.
5. O protótipo original só capta flexão e extensão dos dedos e do pulso.
6. Incluir mais movimentos.

└─ Introdução

└─ Objetivos e Justificativas

- **Objetivos**
 - Movimentos de adução e abdução dos dedos;
 - Movimentos de desvio radial e ulnar do pulso;
 - Redução de ruídos dos sensores.
- **Justificativas**
 - Controle de braços robóticos;
 - Captura de movimentos para animações;
 - Reconhecimento de gestos;
 - Realidade virtual.

1. Abdução - Abrir; Adução - Fechar
2. Desvio Radial - Na direção do polegar; Ulnar - Na direção do dedo mínimo
3. O protótipo de Roversi possuía muitos ruídos
4. Linguagem de sinais

└ Revisão de Literatura

└ Sensores

- Sensor de Flexão
- IMU (Unidade de Medição Inercial)
 - ▶ Acelerômetro
 - ▶ Giroscópio
 - ▶ Magnetômetro



Fonte: Spatch (2016)



Fonte: Wilkins (2016)

1. Pesquisa dos sensores mais utilizados em luvas eletrônicas
2. Serão detalhados nos próximos slides

└ Revisão de Literatura

└ Sensor de Flexão

- Detecta dobras
- Baseado em tinta resistiva

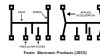


1. Quando dobrado aumenta resistência
2. Partículas condutivas se afastam, dificultando a passagem de corrente

└ Revisão de Literatura

└ Acelerômetro

- Detecta aceleração exercida sobre o dispositivo;
- Ideal para detecção de movimentos de translação;
- Leituras ruidosas.

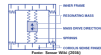


1. Possui uma massa móvel, suspensa por molas, que se desloca com o movimento gerando um sinal elétrico
2. Em descanso sobre uma superfície plana, mede aceleração de 9.8 m/s^2 sobre o eixo vertical
3. Em queda livre, mede 0 m/s^2

└ Revisão de Literatura

└ Giroscópio

- Detecta velocidade angular;
- Ideal para detecção de movimentos de rotação;
- Leituras pouco ruidosas;
- Suscetível a acúmulo de erros ao longo do tempo (*drift*).

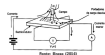


1. Velocidade angular é a taxa de variação do ângulo de rotação em torno de um eixo.
2. Possui uma massa que oscila verticalmente
3. quando rotacionado, a força de Coriolis age sobre a massa, fazendo-a movimentar horizontalmente
4. A força de Coriolis é uma força que surge num sistema referencial em rotação e que tende a alterar a trajetória dos corpos em movimento.

└ Revisão de Literatura

└ Magnetômetro

- Detecta o campo magnético ao redor do dispositivo;
- Utiliza o efeito de Hall como princípio de funcionamento;
- Sofre influência de campos magnéticos externos.



1. o efeito de Hall se refere ao desvio da trajetória normal das cargas fluindo em um semicondutor, quando este é submetido à ação de um campo magnético. Este desvio causa uma diferença de potencial que pode ser medida perpendicularmente ao sentido do movimento da corrente

└ Revisão de Literatura

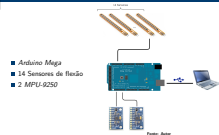
└ Trabalhos Relacionados



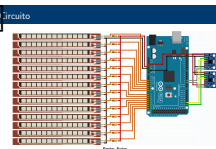
1. Serão apresentados alguns trabalhos relacionados com o tema de captura de movimentos da mão.

└─ Metodologia

└─ Hardware



1. Arduino Mega foi escolhido devido ao número de portas analógicas (16)
2. Sensor de flexão foi escolhido pela facilidade de uso e disponibilidade
3. MPU-9250 foi escolhida por ter acelerômetro giroscópio e magnetômetro, sendo possível a fusão dos sensores
4. MPU-6050 possui apenas acelerômetro e giroscópio



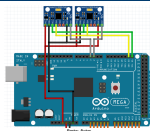
└─ Metodologia

└─ Circuito

1. Sensores de flexão nos pinos analógicos
2. Resistores de 10K fazendo divisor de tensão
3. Conexão das IMUs nos pinos SCL e SDA do protocolo I2C
4. Pino AD0 das IMUs conectado em 3.3V ou GND, para definição do endereço I2C

└─ Metodologia

└─ Circuito

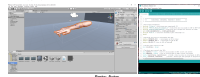


1. Sensores de flexão nos pinos analógicos
2. Resistores de 10K fazendo divisor de tensão
3. Conexão das IMUs nos pinos SCL e SDA do protocolo I2C
4. Pino AD0 das IMUs conectado em 3.3V ou GND, para definição do endereço I2C

└─ Metodologia

└─ Software

■ Unity 3D
■ Arduino IDE



1. Unity foi usada para modelagem e visualização dos movimentos e recepção dos dados
2. Arduino IDE foi usada para implementação dos códigos do Arduino

└ Metodologia

└ Disposição dos sensores



1. Sensores de flexão posicionados sobre as articulações
2. sensores de abdução posicionados entre os dedos
3. detecção das articulações IFD e IFP com um sensor
4. posicionamento das IMUs para captar movimentos do pulso

└ Metodologia

└ Casos de Teste

■ Desvio Padrão:

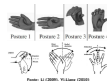
$$\delta_S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Si} - \bar{X}_S)^2}{n-1}}$$

■ Amplitude:

$$R_S = \max(X_{Si}) - \min(X_{Si})$$

■ Desvio Médio Absoluto:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_c|}{n}$$



1. Desvio Padrão e Amplitude para analisar os resultados dos filtros
2. X_s - conjunto de amostras do sensor S , n - número de amostras
3. DMA para analisar a precisão dos movimentos
4. V_r - valor real, V_c - valor calculado
5. DMA calculado com os ângulos real e após conversão pelo Arduino

└ Desenvolvimento

└ Luva

- Luva de neoprene
- Permite boa fixação dos sensores
- Tecido não desloca durante os movimentos



Fonte: Autor

1. Utilizada em esportes aquáticos e é bem resistente

└─ Desenvolvimento

└─ Circuito

- Shield de prototipagem
- Conectores de barra para facilitar testes



1. Conectores facilitam retirada dos sensores
2. Testes foram realizados com o circuito de Roversi e com o novo circuito

└─ Desenvolvimento

└─ Luva finalizada

- Luva de lycra auxilia na fixação e dobra dos sensores



Fonte: Autor

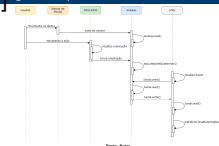
1. Fixação do Arduino no braço não foi ideal

└─ Desenvolvimento

└─ Códigos

- Arduino
 - ▶ Aquisição dos dados
 - ▶ Conversões para ângulos
 - ▶ Envio pela porta serial
- Unity
 - ▶ Recebimento dos dados
 - ▶ Movimentação dos elementos

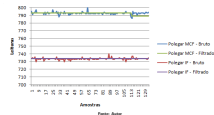
1. Biblioteca ResponsiveAnalogRead usada para filtro dos sensores de flexão
2. Filtro média móvel exponencial que dá mais peso às leituras mais recentes
3. IMU protocolo I2C
4. DMP usado para fusão das leituras do acelerômetro, giroscópio e magnetômetro
5. Comunicação unity via porta serial USB



1. Unity requisita dados do Arduino a cada atualização de frame
2. Aquisição dos dados de orientação das IMUs no formato de quatérnios, devido a leituras errôneas com formato de ângulos de Euler
3. Quatérnios são representações de orientação no espaço utilizando 4 coordenadas complexas

Resultados

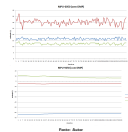
Filtro dos sensores de flexão



1. Leituras das articulações MCF e IF do polegar na posição plana

└ Resultados

└ Leituras das IMUs



1. Leituras das IMus sobre superfície plana

Resultados

Análise Estatística

Posições	Este Trabalho			Bueno (2005)		
	DP	Amplitude	DMA	DP	Amplitude	DMA
1 (Sem filtro)	0,142	2,296	5,929	0,112	7,268	2,180
2 (Filtro MCF e IF de polígrafo)	0,069	0,103	7,898	2,204	35,598	16,037
3 (Filtro MCF dos dedos)	0,508	4,187	9,838	2,308	19,687	17,483
4 (Filtro WF dos dedos)	0,201	0,687	9,291	2,351	30,086	18,549
5 (Filtro de pulso)	0,428	2,580	5,814	6,808	6,838	17,569
6 (Filtro de pulso)	0,035	2,080	4,808	6,802	6,588	5,086
7 (Desvio Unist)	0,388	1,333	7,771	—	—	—
8 (Desvio Radial)	0,111	0,547	7,838	—	—	—
9 (Abdução dos dedos)	0,228	1,189	1,888	—	—	—
Méda	0,362	1,781	6,412	2,308	11,187	13,549

Fonte: Bueno

1. dados obtidos mantendo cada posição por 10 segundos, repetindo 3 vezes
2. Desvio Padrão e Amplitude mais baixos demonstra os benefícios da aplicação do filtro
3. DMA mais baixo indica maior precisão dos movimentos

└─ Conclusões e Trabalhos Futuros

└─ Conclusões

- Colocação e remoção da luva foi difícil devido ao material utilizado;
- Movimentos pequenos dos dedos não foram captados;
- Movimentos de adução e abdução do dedo médio não foram captados;
- Foram captados os movimentos de desvio radial e ulnar do pulso;
- A redução de ruídos dos sensores foi satisfatória.

1. Problemas encontrados incluem cabo USB atrapalhando movimentos conexões falhando, etc...