

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

SIGNUMBOT: Um Robô Humanóide para Tradução Bidirecional entre Libras e Português

São Bernardo do Campo

2024

SIGNUMBOT: Um Robô Humanóide para Tradução Bidirecional entre Libras e Português

Trabalho de Interface Humano-Robô (IHR) apresentado ao Centro Universitário FEI, como parte dos requisitos necessários para aprovação na disciplina de Interface Humano-Robô do curso de Engenharia de Robôs, orientado pelo Fagner Pimentel.

São Bernardo do Campo

2024

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	PÚBLICO ALVO	5
3	CONTEXTO	8
4	CONCORRÊNCIA	10
5	INTERAÇÕES VERBAIS	11
6	INTERAÇÕES NÃO-VERBAIS	13
7	INTERAÇÕES ESPACIAIS	15
8	DESIGN	16
9	SIMULAÇÃO	23

RESUMO

Um robô tradutor de Libras (Língua Brasileira de Sinais) é um dispositivo que utiliza tecnologias de reconhecimento de gestos e processamento de linguagem natural para traduzir a Libras em texto ou fala, e vice-versa. Esse robô tem componentes como sensores de movimento, algoritmos de visão computacional, um banco de dados linguístico e uma interface de usuário. Ele oferece funcionalidades de tradução em tempo real, aprendizado contínuo, personalização e ferramentas de feedback. Os benefícios incluem inclusão social, acessibilidade e uso educacional. Os desafios envolvem garantir precisão, velocidade de processamento e interpretação correta do contexto linguístico. Esse robô representa um avanço na tecnologia assistiva, promovendo a comunicação entre surdos e ouvintes.

Palavras-chave: Interação Humano-Robô; Robô de serviço; Modelagem; Simulação

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais diversificado e inclusivo, a comunicação eficaz é essencial para a integração de pessoas com diferentes habilidades e necessidades. No contexto da surdez e da comunicação entre surdos e ouvintes, há uma necessidade crescente de soluções tecnológicas que facilitem a comunicação e promovam a inclusão social. Nesse cenário, surge a demanda por um robô humanoide capaz de traduzir a Língua Brasileira de Sinais (Libras) para a língua portuguesa falada e vice-versa, preenchendo uma lacuna crucial na comunicação entre surdos e ouvintes.

A proposta do robô é um humanoide inovador, com membros superiores humanoide e uma base móvel adaptada para locomoção e estabilidade. Equipado com câmeras e sensores avançados, além de algoritmos de reconhecimento de sinais e processamento de linguagem natural, o robô vai conseguir interpretar os sinais da Língua Brasileira de Sinais e traduzi-los em linguagem oral, garantindo uma comunicação fluida e eficaz entre surdos e ouvintes. Da mesma forma, ele pode captar a fala em português e traduzi-la para sinais gestuais em Libras, promovendo uma interação bidirecional e inclusiva. Podendo ser usado em qualquer estabelecimento, como lojas, mercados, escolas.

O objetivo do robô é facilitar a comunicação e promover a inclusão entre surdos e ouvintes, fornecendo uma solução tecnológica inovadora e acessível.

2 PÚBLICO ALVO

O público-alvo para o robô humanoide de tradução de Libras para a língua portuguesa e vice-versa são pessoas surdas e com deficiência auditiva que dependem da Língua Brasileira de Sinais para se comunicar, além de indivíduos ouvintes que desejam interagir de forma inclusiva com esse grupo. Esses usuários interagem com o robô em uma variedade de locais, como escolas, supermercados, hospitais e eventos públicos, sempre que surge a necessidade de comunicação entre surdos e ouvintes.

Durante essas interações, os usuários podem experimentar uma mistura de influências sociais e emocionais, incluindo um sentimento de inclusão e pertencimento ao serem capazes de se comunicar efetivamente, além de uma redução da ansiedade e frustração associada à comunicação difícil. A interação acontece em diferentes momentos, desencadeada pelas necessidades imediatas de comunicação dos usuários e pela disponibilidade do robô.

Os usuários esperam que o robô seja capaz de traduzir de forma precisa entre Libras e português falado, ser acessível e fácil de usar, adaptar-se a diferentes contextos de comunicação e facilitar a interação bidirecional entre surdos e ouvintes. Um robô humanoide com uma aparência amigável, expressiva e acolhedora é mais provável de agradar ao público-alvo, satisfazendo assim o desejo de comunicação eficaz e inclusiva, o acesso a informações e serviços sem barreiras, o reconhecimento de suas necessidades específicas de comunicação e a busca por uma tecnologia que promova a qualidade de vida e a inclusão social.

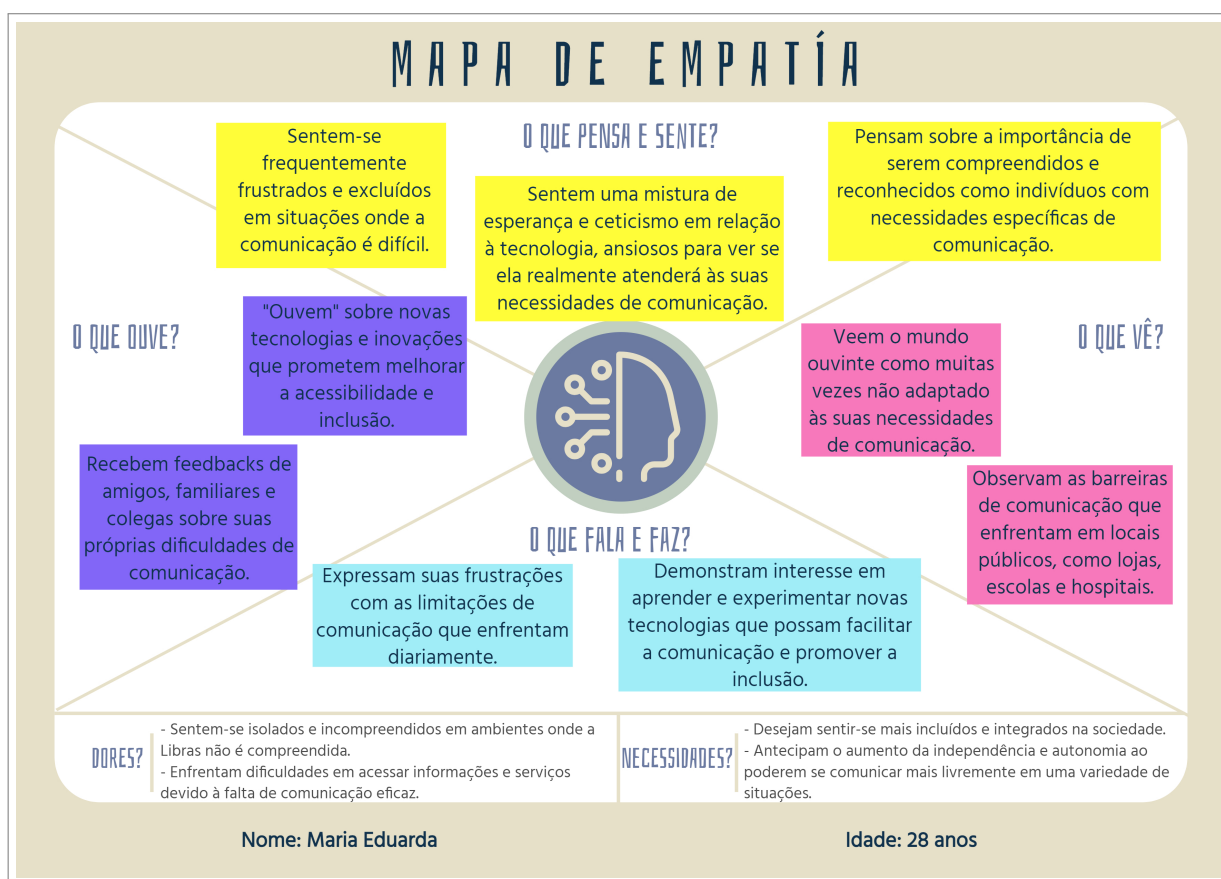
No contexto do desenvolvimento do robô humanoide para tradução entre Libras e a língua portuguesa, é essencial compreender profundamente o perfil dos usuários e suas necessidades específicas. O público-alvo principal são pessoas surdas e com deficiência auditiva que dependem da Língua Brasileira de Sinais como meio primário de comunicação. Este grupo é bastante diversificado em termos de idade, nível educacional e familiaridade com tecnologia, mas todos compartilham a necessidade crítica de uma comunicação eficaz em uma variedade de ambientes sociais.

Maria Eduarda, 28 anos, nossa persona primária, exemplifica esse público. Como uma professora surda de Libras, ela não só utiliza a língua de sinais em sua vida diária, mas também busca constantemente maneiras de promover a inclusão na comunidade surda. Ela vê o robô humanoide como uma ferramenta valiosa para facilitar a comunicação não apenas em sua sala de aula, mas também com seus colegas ouvintes, alunos e pais de alunos.

Já Carlos, 45 anos, nossa persona secundária, representa um público ouvinte que reconhece a importância da inclusão e acessibilidade. Como gerente de supermercado, ele percebe a necessidade de melhorar o atendimento ao cliente para incluir pessoas surdas. Ele vê o robô humanoide como uma oportunidade de garantir que todos os clientes, independentemente de sua habilidade auditiva, se sintam bem-vindos e compreendidos em seu estabelecimento.

Além dessas personas, outras como João, um estudante universitário surdo, e Maria, mãe ouvinte de um aluno surdo, destacam a variedade de situações e necessidades em que o robô humanoide pode ser útil.

Figura 1 – Mapa da Empatia



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao analisar o mapa de empatia, figura 1, fica claro que os usuários enfrentam desafios emocionais e sociais significativos devido à dificuldade de comunicação em ambientes onde a Libras não é compreendida. Eles anseiam por uma solução que não apenas facilite a comunicação, mas também promova a inclusão social e a acessibilidade em uma variedade de situações.

Assim, o robô humanoide ideal para esse público seria aquele que oferece uma tradução precisa entre Libras e a língua falada, ao mesmo tempo, em que é acessível, amigável e confiável. Ele deve ser capaz de adaptar-se a diferentes contextos de comunicação e proporcionar uma

experiência de interação bidirecional que seja fluida e natural. Ao satisfazer essas expectativas e desejos, o robô humanoide não só melhora a qualidade de vida dos usuários, mas também promove uma sociedade mais inclusiva e acessível para todos.

3 CONTEXTO

Premissa: Em um mundo futurístico onde a inclusão é primordial, um robô humanoide de tradução de Libras para a língua portuguesa e vice-versa, chamado SignumBot, é desenvolvido para facilitar a comunicação entre pessoas surdas e ouvintes em diversos contextos, como escolas, bibliotecas e lojas.

História: A história começa em uma escola inclusiva onde Maria Eduarda leciona. Ela se depara com desafios de comunicação entre seus alunos surdos e os colegas ouvintes. Ao ouvir falar sobre um novo robô humanoide capaz de traduzir Libras para linguagem oral e vice-versa, Maria Eduarda vê uma oportunidade de melhorar significativamente a interação em sua escola.

Maria Eduarda decide introduzir o robô em sua sala de aula. Durante uma aula, ela usa o robô para traduzir suas instruções para os alunos ouvintes e vice-versa. Os alunos ficam fascinados com a nova tecnologia e percebem como ela pode facilitar a comunicação entre eles e seus colegas surdos.

À medida que o robô é integrado à rotina escolar, Maria Eduarda observa uma melhoria significativa na interação entre seus alunos. Os alunos surdos se sentem mais incluídos e os colegas ouvintes estão mais conscientes da necessidade de comunicação acessível. A presença do robô cria um ambiente escolar mais inclusivo e colaborativo.

A jornada de Maria Eduarda com o robô culmina em um evento escolar onde alunos surdos e ouvintes se reúnem para uma apresentação. Com a ajuda do robô, todos os alunos conseguem se expressar e se entender, promovendo uma verdadeira inclusão e celebração da diversidade na escola.

Sentidos: O robô humanoide de Maria Eduarda explora os sentidos visual, auditivo e tátil. Com uma interface intuitiva e expressões faciais realistas, o robô facilita a comunicação não verbal. A tradução de Libras para linguagem oral permite uma comunicação bidirecional, enquanto o toque físico cria uma experiência tátil e interativa para os alunos.

Ambiente e contexto: O ambiente é a escola inclusiva de Maria Eduarda, onde a interação entre alunos surdos e ouvintes é fundamental. O contexto envolve situações de comunicação diárias, como aulas, reuniões e eventos escolares, onde a inclusão é prioridade.

Atores: Os atores incluem Maria Eduarda, seus alunos surdos e ouvintes, e o robô humanoide. Cada ator desempenha um papel crucial na promoção da inclusão e comunicação acessível na escola.

Objetivos: O objetivo principal é facilitar a comunicação e promover a inclusão na escola inclusiva de Maria Eduarda. O robô humanoide busca agregar valor ao usuário, ajudando Maria Eduarda a superar desafios de comunicação e criar um ambiente escolar mais inclusivo e colaborativo para seus alunos surdos e ouvintes.

4 CONCORRÊNCIA

Após uma pesquisa, foram encontrados algumas iniciativas notáveis nesse campo de robôs existentes capazes de traduzir a língua de sinais. O primeiro é o Project Aslan, desenvolvido pela Universidade de Antuérpia, que criou uma mão robótica capaz de traduzir texto em gestos de soletração de dedos. Em seguida, temos o Humanoide para a Língua de Sinais de Bangladesh (BdSL), criado por uma equipe da Universidade de Daca, que pode imitar 16 alfabetos BdSL na língua de sinais. Por fim, o Braço Robótico de Tradução de Língua de Sinais, produzido com impressão 3D, que pode ser ensinado a reproduzir gestos para letras e números da língua de sinais usando uma luva especial.

No entanto, esses robôs podem apresentar alguns problemas potenciais para os humanos. Por exemplo, a inexatidão na tradução pode ocorrer, especialmente ao lidar com construções linguísticas complexas. Uma maneira de evitar isso é incorporar mecanismos de atenção múltipla. Além disso, as diferenças de modalidade entre a língua falada e a língua de sinais podem representar desafios, já que a fala utiliza o aparelho vocal para produção e audição para recepção, enquanto a língua de sinais é visual. Para reduzir esses problemas, é necessário projetar robôs capazes de lidar com ambas as modalidades.

Existem também plataformas similares que atendem ao mesmo mercado e oferecem funcionalidades semelhantes. Um exemplo é o SLAIT, uma plataforma de tradução de língua de sinais em tempo real que transcreve do ASL para texto em tempo real. Outro é o GnoSys, um aplicativo de smartphone alimentado por IA que traduz a língua de sinais em texto e fala em tempo real, proporcionando uma abordagem de baixo custo e eficaz para pessoas surdas e mudas. Além disso, a solução com inteligência artificial da Lenovo utiliza visão computacional e um motor AI original para interpretar Libras em tempo real, demonstrando o crescimento e diversidade das soluções disponíveis para atender às necessidades desse mercado em constante evolução.

5 INTERAÇÕES VERBAIS

A ideia principal é que esse robô facilite na comunicação entre os surdos e ouvintes em ambientes que as pessoas surdas não tenham intérpretes disponíveis ou para aquelas pessoas que não querem depender de ter alguém acompanhando eles o tempo todo. Um exemplo onde a pessoa surda pode ter o auxílio é no ambiente escolar. Abaixo encontrasse possíveis conversas a serem traduzidas pelo robô em um ambiente de faculdade.

Diálogo 1:

Aluno 1: *sinaliza* "Olá, como você está?"

Robô Tradutor: "Ele perguntou como você está."

Aluno 2: "Estou bem, obrigado. E você?"

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno 1* "Ele disse que está bem e perguntou como você está."

Aluno 1: *sinaliza* "Estou bem também. Você conseguiu resolver o problema de termodinâmica que o professor passou?"

Robô Tradutor: "Ele perguntou se você conseguiu resolver o problema de termodinâmica que o professor passou."

Aluno 2: "Sim, foi um pouco complicado, mas consegui resolver. Você quer que eu te mostre como fiz?"

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno 1* "Ele disse que conseguiu resolver o problema, embora tenha sido um pouco complicado. Ele quer saber se você gostaria que ele mostrasse como fez."

Aluno 1: *sinaliza* "Sim, por favor. Estou com dificuldades nesse problema."

Robô Tradutor: "Ele disse que está com dificuldades no problema e gostaria da sua ajuda."

Aluno 2: "Claro, vamos para a biblioteca e eu te mostro como resolvi."

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno 1* "Ele sugeriu que vocês vão para a biblioteca para que ele possa mostrar como resolveu o problema."

Diálogo 2:

Aluno: *sinaliza* "Bom dia, professor. Eu tenho uma dúvida sobre a equação de Bernoulli que estudamos na última aula."

Robô Tradutor: "Bom dia. Ele disse que tem uma dúvida sobre a equação de Bernoulli que foi estudada na última aula."

Professor: "Bom dia! Claro, ficarei feliz em ajudar. Qual é a sua dúvida?"

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno* "Ele disse bom dia e que ficará feliz em ajudar. Ele quer saber qual é a sua dúvida."

Aluno: *sinaliza* "Eu não entendi como aplicar a equação em um problema de fluido em movimento."

Robô Tradutor: "Ele disse que não entendeu como aplicar a equação em um problema de fluido em movimento."

Professor: "Entendi. A equação de Bernoulli pode ser um pouco complicada de aplicar inicialmente. Vamos revisar juntos, passo a passo."

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno* "Ele entendeu a sua dúvida. Ele disse que a equação de Bernoulli pode ser um pouco complicada de aplicar inicialmente, mas que vocês vão revisar juntos, passo a passo."

Eles continuam a discussão, com o Professor explicando passo a passo como aplicar a equação de Bernoulli em um problema de fluido em movimento. O Aluno faz perguntas ao longo do caminho para esclarecer qualquer confusão. No final, o Aluno agradece ao Professor pela ajuda.

Aluno: *sinaliza* "Obrigado, professor. Agora entendi melhor."

Robô Tradutor: "Ele agradeceu e disse que agora entendeu melhor."

Professor: "De nada! Fico feliz que você entendeu. Se tiver mais alguma dúvida, é só me falar."

Robô Tradutor: *sinaliza para o Aluno* "Ele disse de nada e fica feliz que você entendeu. Ele disse que se você tiver mais alguma dúvida, é só falar."

6 INTERAÇÕES NÃO-VERBAIS

As interações não verbais são igualmente importantes para a comunicação eficiente e a inclusão no ambiente acadêmico. Para o robô tradutor de Libras, é essencial reconhecer e traduzir não apenas os gestos e sinais específicos da língua de sinais, mas também os elementos não verbais que complementam e enriquecem a comunicação. Abaixo estão exemplos de interações não verbais em um ambiente de faculdade entre alunos e entre alunos e professores.

Exemplo 1: Expressões Faciais e Gestos de Concordância

Aluno 1: sinaliza com uma expressão de dúvida "Você pode me ajudar com a lição de casa?" Robô Tradutor: "Ele está com dúvida e perguntou se você pode ajudá-lo com a lição de casa." Aluno 2: balança a cabeça afirmativamente e sorri "Claro, posso ajudar você." Robô Tradutor: sinaliza para o Aluno 1 "Ele concordou e disse que pode ajudar você."

Exemplo 2: Gestos de Aprovação e Compreensão

Professor: sinaliza "Vocês entenderam o conteúdo da aula de hoje?" Robô Tradutor: "Ele perguntou se vocês entenderam o conteúdo da aula de hoje." Alunos: fazem um gesto de polegar para cima e assentem com a cabeça Robô Tradutor: "Eles fizeram gestos de aprovação, indicando que entenderam o conteúdo."

Exemplo 3: Gestos de Chamamento e Atenção

Aluno: levanta a mão e acena para chamar a atenção do professor Robô Tradutor: "Ele está chamando sua atenção, professor." Professor: olha para o aluno e acena de volta Robô Tradutor: sinaliza para o Aluno "O professor está te dando atenção."

Exemplo 4: Postura Corporal e Proximidade

Aluno 1: sinaliza "Posso me sentar aqui?" Robô Tradutor: "Ele perguntou se pode se sentar aqui." Aluno 2: se afasta ligeiramente, fazendo espaço e acenando positivamente Robô Tradutor: sinaliza para o Aluno 1 "Ele fez espaço para você se sentar e acenou positivamente."

Exemplo 5: Sinais de Frustração ou Desentendimento

Aluno: sinaliza com expressão de frustração "Não estou entendendo esta parte do material." Robô Tradutor: "Ele está frustrado e disse que não está entendendo esta parte do material." Professor: assente compreensivamente e coloca a mão no ombro do aluno, indicando suporte Robô Tradutor: sinaliza para o Aluno "O professor está mostrando suporte e compreensão."

Importância das Interações Não Verbais

As interações não verbais, como expressões faciais, gestos de concordância ou discordância, posturas corporais e a proximidade, desempenham um papel crucial na comunicação eficaz. O robô tradutor de Libras precisa ser capaz de capturar e traduzir esses elementos para fornecer uma interpretação mais precisa e completa da comunicação entre os indivíduos. Essa capacidade aumenta a empatia e a conexão entre os interlocutores, promovendo um ambiente mais inclusivo e compreensivo.

Implementar a tradução de interações não verbais no robô tradutor de Libras requer tecnologia avançada de reconhecimento de expressões faciais e posturas, além de algoritmos que possam interpretar o contexto dessas interações. Com essa funcionalidade, o robô tradutor pode oferecer uma experiência de comunicação mais rica e natural, beneficiando tanto os alunos quanto os professores no ambiente acadêmico.

7 INTERAÇÕES ESPACIAIS

Um robô que traduz Libras (Língua Brasileira de Sinais) para Português e vice-versa terá várias interações espaciais importantes. Aqui estão algumas delas:

1. **Posicionamento do Robô:** O robô deve ser posicionado de forma que possa ver claramente os sinais sendo feitos pelo usuário. Isso pode envolver uma câmera ou sensores que podem detectar movimentos em um determinado espaço.
2. **Interpretação Espacial dos Sinais:** A interpretação dos sinais de Libras envolve a compreensão do espaço onde os sinais são feitos. Por exemplo, o posicionamento das mãos em relação ao corpo pode alterar o significado de um sinal.
3. **Interatividade com o Usuário:** O robô também precisará interagir com o usuário em um espaço compartilhado. Isso pode envolver se mover para ficar na linha de visão do usuário, ou ajustar sua altura, ou posição para se comunicar de forma mais eficaz.
4. **Navegação no Ambiente:** Dependendo do design do robô, ele pode precisar navegar pelo ambiente, evitando obstáculos e se posicionando de forma ideal para a comunicação.

Essas interações espaciais são cruciais para a eficácia de um robô tradutor de Libras para português e vice-versa. Ele precisa não apenas entender e interpretar corretamente os sinais, mas também se comunicar de volta de uma maneira que seja fácil para o usuário entender. Isso envolve uma compreensão sofisticada do espaço e do movimento.

8 DESIGN

O design ideal e inicialmente pensado para esse robô era a forma de humanoide, especialmente mãos com articulações suficientes para replicar os sinais de Libras. Além da necessidade de expressões faciais, podendo envolver um “rosto” com partes móveis, ou usar uma tela para exibir expressões faciais. Ambos tornaram a comunicação mais natural e fácil de entender. A mobilidade dele seria por meio de rodas para que pudesse se movimentar facilmente pelo ambiente. Teria câmeras e sensores adequados para detectar e interpretar os sinais de Libras feitos pelo usuário. Além da síntese de voz para traduzir para o Português e reconhecimento de voz para entender a fala do Português e traduzi-la para Libras.

Contudo, o design final desse robô, devido a complexibilidade, foi o mostrado pela figura 2, um robô inspirado no R2D2 com uma tela para projetar animações de Libras é uma ideia interessante e inovadora. Primeiro, embora o R2D2 seja um design icônico, ele não tem a forma humanoide que pode ser útil para a comunicação em Libras. No entanto, isso pode ser contornado com o uso da tela para projetar as animações de Libras. A tela no peito do robô pode ser usada para projetar uma animação que reproduz os sinais de Libras. Isso permitiria ao robô comunicar-se efetivamente sem a necessidade de mãos articuladas. A tela deve ser grande e clara o suficiente para que os sinais sejam facilmente vistos e compreendidos.

Figura 2 – Design do Robô Tradutor de Libras

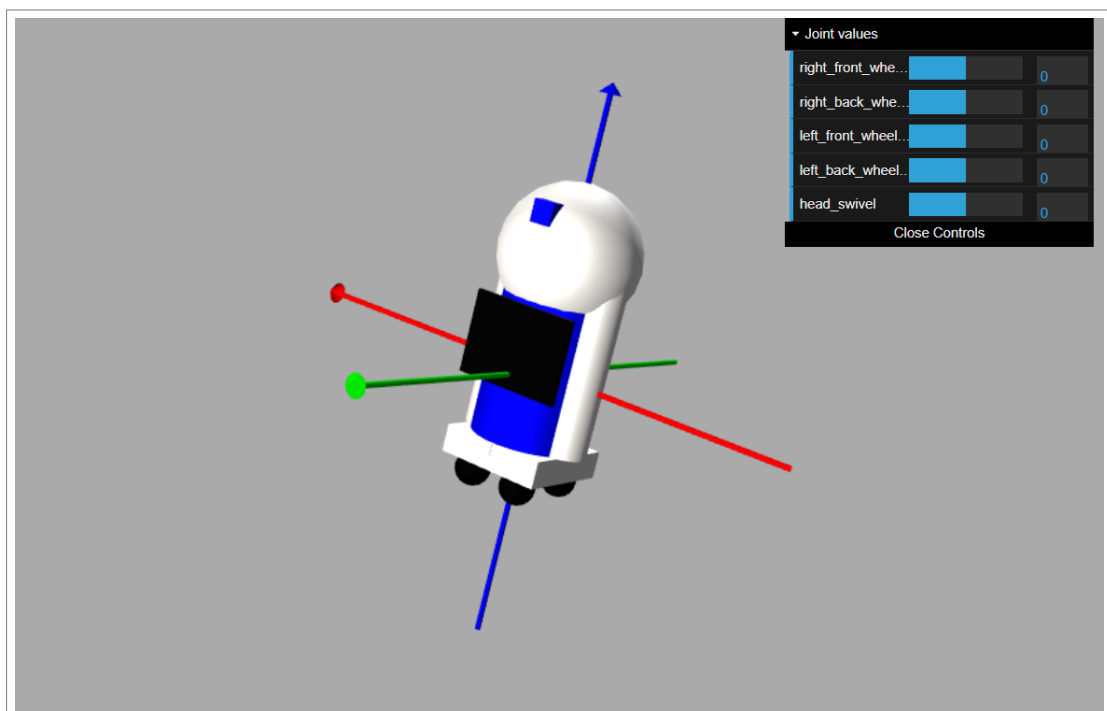


Foto: Tirado pelas autoras (2024).

Além disso, o robô ainda precisaria de alguma forma de interagir com o usuário para receber os sinais de Libras. Isso poderia ser feito através de uma câmera ou sensores que podem detectar os sinais feitos pelo usuário. Assim como no design humanoide, o robô R2D2 precisaria de síntese de voz para “falar” em Português e reconhecimento de voz para entender o que o usuário está dizendo em Português.

O design do R2D2 é conhecido por sua mobilidade, o que seria útil para o robô se mover pelo ambiente conforme necessário. O design do R2D2 é amigável e reconhecível, o que pode tornar o robô mais convidativo e menos intimidante para os usuários.

Em suma, embora existam desafios em usar um design inspirado no R2D2 para um robô tradutor de Libras para Português, também há muitas possibilidades interessantes. Com a tecnologia certa e um design cuidadoso, poderia ser uma solução eficaz e atraente para a comunicação em Libras.

```

1 <?xml version="1.0"?><robot name="flexible">
2   <link name="base_link">
3     <visual>
4       <geometry>
5         <cylinder length="0.6" radius="0.2"/>
6       </geometry>
7       <material name="blue">
8         <color rgba="0 0 .8 1"/>
9       </material>
10    </visual>
11  </link>
12
13  <link name="right_leg">
14    <visual>
15      <geometry>
16        <cylinder length="0.7" radius="0.1"/>
17      </geometry>
18      <material name="white">
19        <color rgba="1 1 1 1"/>
20      </material>
21    </visual>

```

```
22 </link>
23
24 <joint name="base_to_right_leg" type="fixed">
25   <parent link="base_link"/>
26   <child link="right_leg"/>
27   <origin xyz="0.15 0 0.1"/>
28 </joint>
29
30 <link name="right_base">
31   <visual>
32     <geometry>
33       <box size=".4 0.4 .1"/>
34     </geometry>
35     <material name="white"/>
36   </visual>
37 </link>
38
39 <joint name="right_base_joint" type="fixed">
40   <parent link="base_link"/>
41   <child link="right_base"/>
42   <origin xyz="0 0 -0.3"/>
43 </joint>
44
45 <link name="right_front_wheel">
46   <visual>
47     <geometry>
48       <sphere radius="0.065"/>
49     </geometry>
50     <material name="black">
51       <color rgba="0 0 0 1"/>
52     </material>
53   </visual>
54 </link>
55
```

```

56 <joint name="right_front_wheel_joint" type="continuous">
57   <axis xyz="0 0 1"/>
58   <parent link="right_base"/>
59   <child link="right_front_wheel"/>
60   <origin rpy="0 1.57075 0" xyz="0.1 0.133333333333 -0.085"/>
61   <limit effort="100" velocity="100"/>
62   <dynamics damping="0.0" friction="0.0"/>
63 </joint>
64
65 <link name="right_back_wheel">
66   <visual>
67     <geometry>
68       <sphere radius="0.065"/>
69     </geometry>
70     <material name="black"/>
71   </visual>
72 </link>
73
74 <joint name="right_back_wheel_joint" type="continuous">
75   <axis xyz="0 0 1"/>
76   <parent link="right_base"/>
77   <child link="right_back_wheel"/>
78   <origin rpy="0 1.57075 0" xyz="0.1 -0.133333333333 -0.085"/>
79   <limit effort="100" velocity="100"/>
80   <dynamics damping="0.0" friction="0.0"/>
81 </joint>
82
83 <link name="left_leg">
84   <visual>
85     <geometry>
86       <cylinder length="0.7" radius="0.1"/>
87     </geometry>
88     <material name="white"/>
89   </visual>

```

```

90   </link>
91
92   <joint name="base_to_left_leg" type="fixed">
93     <parent link="base_link"/>
94     <child link="left_leg"/>
95     <origin xyz="-0.15 0 0.1"/>
96   </joint>
97
98   <link name="left_front_wheel">
99     <visual>
100       <geometry>
101         <sphere radius="0.065"/>
102       </geometry>
103       <material name="black"/>
104     </visual>
105   </link>
106
107   <joint name="left_front_wheel_joint" type="continuous">
108     <axis xyz="0 0 1"/>
109     <parent link="right_base"/>
110     <child link="left_front_wheel"/>
111     <origin rpy="0 1.57075 0" xyz="-0.1 0.13333333333333 -0.085"/>
112     <limit effort="100" velocity="100"/>
113     <dynamics damping="0.0" friction="0.0"/>
114   </joint>
115
116   <link name="left_back_wheel">
117     <visual>
118       <geometry>
119         <sphere radius="0.065"/>
120       </geometry>
121       <material name="black"/>
122     </visual>
123   </link>

```

```

124
125 <joint name="left_back_wheel_joint" type="continuous">
126   <axis xyz="0 0 1"/>
127   <parent link="right_base"/>
128   <child link="left_back_wheel"/>
129   <origin rpy="0 1.57075 0" xyz="-0.1 -0.133333333333 -0.085"/>
130   <limit effort="100" velocity="100"/>
131   <dynamics damping="0.0" friction="0.0"/>
132 </joint>
133
134 <link name="head">
135   <visual>
136     <geometry>
137       <sphere radius="0.26"/>
138     </geometry>
139     <material name="white"/>
140   </visual>
141 </link>
142
143 <joint name="head_swivel" type="continuous">
144   <parent link="base_link"/>
145   <child link="head"/>
146   <axis xyz="0 0 1"/>
147   <origin xyz="0 0 0.43"/>
148 </joint>
149
150 <link name="box">
151   <visual>
152     <geometry>
153       <box size=".08 .08 .08"/>
154     </geometry>
155     <material name="blue"/>
156   </visual>
157 </link>

```

```
158
159 <joint name="tobox" type="fixed">
160   <parent link="head"/>
161   <child link="box"/>
162   <origin xyz="0 0.2 0.1414"/>
163 </joint>
164
165 <link name="tela">
166   <visual>
167     <geometry>
168       <box size=".4 .02 .3"/>
169     </geometry>
170     <material name="black"/>
171   </visual>
172 </link>
173
174 <joint name="totela" type="fixed">
175   <parent link="base_link"/>
176   <child link="tela"/>
177   <origin xyz="0 0.2 0.1"/>
178 </joint>
179
180 </robot>
```

9 SIMULAÇÃO