

INTRODUÇÃO

No ano de 2021 foi desenvolvido o projeto Sistema robótico para Fisioterapia Infantil com Atividades Lúdicas, que consistia em um protótipo de um braço robótico feito para auxiliar no processo de fisioterapia de crianças com paralisia cerebral. De acordo com análises do projeto desenvolvido, são necessárias diferentes implementações para que o mesmo possa ser aperfeiçoado, consequentemente, garantir que ele opere com confiabilidade e robustez, e possa ser aplicado em um ambiente de reabilitação adjunto às crianças (SILVA *et al.*, 2021). Pois, como descreve a primeira lei da robótica proposta por Asimov, é de suma importância que projetos que trabalham junto aos seres humanos não possam oferecer riscos aos mesmos (ASIMOV, 1950).

Com base nos argumentos apresentados, busca-se desenvolver um novo controle baseado em princípios inerciais para que o projeto disponha de mais segurança, controlabilidade, e que possibilite sua aplicação auxiliando na reabilitação infantil. Dito isso, foi desenvolvido um sistema que torna possível reproduzir os movimentos da mão, do antebraço e do braço do paciente de forma independente e os replica em tempo real no braço robótico. A expectativa é que o braço robótico possa ser avaliado por um profissional da área de fisioterapia e assim possa ser inserido em um ambiente de ludicidade, onde o paciente controle-o a fim de se atingir objetivos propostos por esse profissional, visto que na opinião de engenharia o braço já está apto para utilização.

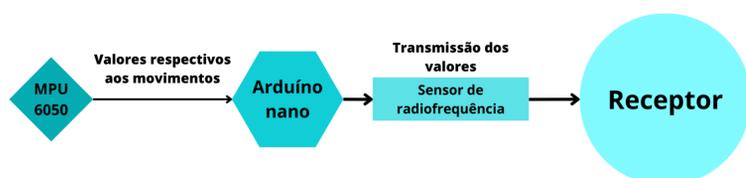
MÉTODOS

A metodologia utilizada é a de engenharia, pois todo o projeto embasa-se em um aperfeiçoamento para aplicação de forma experimental. Os métodos utilizados compreendem a linguagem de programação C/C++ para desenvolver a lógica de funcionamento do novo controle e tudo é feito através de microcontroladores Arduino, sensores inerciais, servomotores, módulos de radiofrequência, além de uma fonte de 400W e baterias de lítio de 4V para energização dos circuitos receptores e transmissores respectivamente. A coleta e o envio das informações da posição do braço humano são realizados por meio de três circuitos transmissores acoplados em cada elo do braço do indivíduo. Os dados são enviados para o braço robótico, via dois circuitos receptores e, com isso, os servos motores efetuam o movimento com base nas coordenadas recebidas.

DESENVOLVIMENTO

O braço robótico realiza movimentos de acordo com as coordenadas obtidas por meio dos sensores inerciais, esses dados são manipulados pelo microcontrolador e posteriormente enviados ao circuito receptor através do módulo de radiofrequência. Todo esse processo acontece nos três circuitos transmissores acoplados em cada elo do braço do indivíduo e o funcionamento deles está representado no fluxograma da Figura 1.

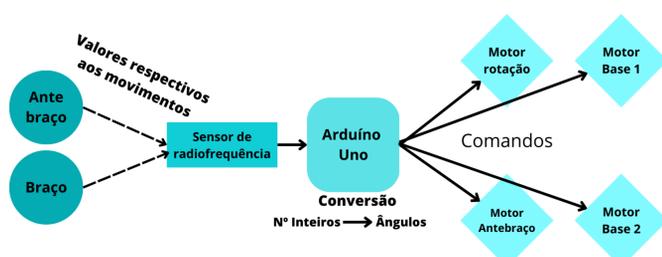
FIGURA 1 – Fluxograma do funcionamento dos circuitos transmissores.



Fonte: Autor, 2022

Os dados são enviados e recebidos para o braço robótico, via radiofrequência e, com isso, os servos motores efetuam os movimentos com base nas coordenadas recebidas, como pode ser visto na Figura 2 e Figura 3.

FIGURA 2 – Fluxograma do funcionamento do circuito receptor dedicado ao antebraço e braço.



Fonte: Autor, 2022

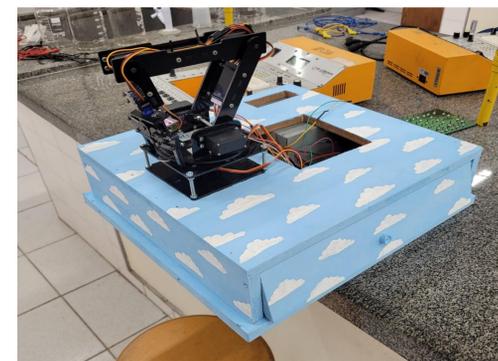
FIGURA 3 – Fluxograma do funcionamento do circuito receptor dedicado à mão.



Fonte: Autor, 2022

o hardware que compõem o circuito receptor. Estes podem ser observados Devida a complexidade de movimentos presentes no braço humano, foi optado por um braço robótico com seis graus de liberdade para que se fizesse possível replicar os movimentados captados de forma mais fiel possível e foi montado uma estrutura de madeira no formato de um paralelepípedo para armazenar na Figura 4.

FIGURA 4 – Braço de acrílico com 6 graus de liberdade.



Fonte: Autor, 2022

RESULTADOS

Após a realização de testes de comunicação entre transmissores e os receptores, a aplicação do controle independente de cada elo do braço robótico e por fim, a junção de todo o sistema, isto é, funcionamento simultâneo dos 3 transmissores e controle independente dos elos em tempo real, constatou-se o estabelecimento de uma comunicação estável em alguns momentos, pois o nRF24L01, por se tratar de um módulo que opera em 2,4GHz, apresenta interferências externas de aparelhos e tecnologias que funcionam na mesma faixa de frequência, trazendo ruídos ao sinal. Esse problema será revertido com a aplicação de um filtro no processo de comunicação contribuindo na fluidez dos movimentos em ambientes não controlados, mas encontra-se em fase de teste. Porém, quando a comunicação não sofria essas interferências externas, observou-se que o protótipo reproduziu de forma fluida os movimentos feitos pelo usuário, assim, apresentando o funcionamento do novo controle como o esperado.

CONCLUSÃO

Com base nos argumentos apresentados, conclui-se que o projeto apresenta resultados positivos, uma vez que houve sucesso no funcionamento do novo controle idealizado e este proporcionou maior estabilidade na movimentação em relação ao antigo controle que o empregava. Verificou-se maior estabilidade com o funcionamento do braço robótico, não apresentando instabilidade em seu uso, as quais eram frequentes sem o controle aqui proposto. As melhorias aplicadas também proporcionaram maior fluidez durante sua movimentação, além da melhora na precisão dos movimentos, por agora funcionar em um sistema de tempo real, onde assim que o operador realiza o movimento o braço robótico reproduz.

Portanto, a estabilidade e fluidez de movimentos desenvolvidos tornam o controle do braço robótico apto e confiável para a utilização na fisioterapia infantil. Contudo, para aplicação do braço robótico desenvolvido na fisioterapia infantil é necessário, antes de tudo, a avaliação do referido por um profissional da área.

REFERENCIAS

ASIMOV, Isaac. Eu, Robô. [S.l.]: Gnome Press, 1950.

SILVA, ELIAS. Et al. Braço robótico teleoperado aplicado para a reabilitação infantil através do lúdico. Repositório institucional do conhecimento – RIC-CPS, 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/8230>. Acesso em: 11/07/2022.