

SUMMARY

This thesis successfully achieved its objectives by designing, fabricating, and testing a functional robot arm prototype suitable for educational applications. The robot arm design mimics the functionality and structure of industrial articulated robots, offering a familiar and practical learning tool.

Current manufacturing methods, existing solutions, and readily available electronic components were analyzed to develop a conceptual design for the robot arm. Following the creation and analysis of an initial CAD model, generative design techniques were employed to optimize the structure. This resulted in a significant mass reduction (40-50%) in key components, leading to improved efficiency, while simultaneously achieving a 20% increase in the robot's payload capacity.

The robot arm was entirely 3D printed using natural-colored PLA filament. A C++ program was created to facilitate control and testing of the robot arm's functionality. Furthermore, the design prioritizes ease of maintenance, allowing for assembly and disassembly using just a single screwdriver.

The initial prototype demonstrates a highly positive outcome. The robot arm functions as intended, with all components operating effectively. However, there are areas for improvement before full implementation in an educational setting. These include:

- Integrating fixtures designed for the microcontroller and servo motor driver will improve organization and stability within the electronics compartment.
- Implementing a supportive link connecting Link 3 to Link 1 in parallel with Link 2 has the potential to significantly reduce vibrations during operation.
- The development of an end-effector for the robot arm will increase its adaptability and functionality within various educational exercises.
- Upgrading power connectors will enhance overall safety standards within the educational environment.
- Refining the existing C++ code to ensure better immunity against unexpected user input to guarantee the safety of both the robot and the user.

KOKKUVÕTE

See lõputöö saavutas edukalt oma eesmärgid, kavandades, valmistades ja katsetades funktsionaalsed robotkäe prototüüpi, mis sobib haridusrakendusteks. Roboti käe disain jälgendab tööstuslike liigendrobotite funktsionaalsust ja struktuuri, pakkudes tuttavat ja praktilist õppevahendit.

Analüüsi praeguseid tootmismeetodeid, olemasolevaid lahendusi ja kergesti kättesaadavaid elektroonilisi komponente, et töötada välja robotkäe kontseptuaalne disain. Pärast esialgse CAD-mudeli loomist ja analüüsi kasutati struktuuri optimeerimiseks generatiivseid disainimeetodeid. Selle tulemuseks oli põhikomponentide massi oluline vähenemine (40–50%), mis viis tõhususe paranemiseni, saavutades samal ajal 20% tõusu roboti kandevõimes.

Robotkäsi prinditi täielikult 3D-na, kasutades naturaalselt värvi PLA filament. Robotikäe funktsionaalsuse kontrolli ja testimise hõlbustamiseks loodi C++ programm. Lisaks seab konstruktsioon esikohale hoolduse lihtsuse, võimaldades monteerida ja lahti võtta vaid ühe kruvikeerajaga.

Esialgne prototüüp näitab väga positiivset tulemust. Robotkäsi töötab ettenähtud viisil ja kõik komponendid töötavad tõhusalt. Siiski on valdkondi, mida tuleks parandada enne täielikku rakendamist hariduskeskkonnas. Need sisaldavad:

- Mikrokontrolleri ja servomootori draiveri jaoks mõeldud kinnituste integreerimine parandab elektroonikakambri organiseeritust ja stabiilsust.
- Toetava lingi rakendamine, mis ühendab lüli 3 lingiga 1 paralleelselt lingiga 2, võib oluliselt vähendada vibratsiooni töö ajal.
- Robotkäe lõpp-efektori väljatöötamine suurendab selle kohanemisvõimet ja funktsionaalsust erinevate õppeharjutuste raames.
- Toitepistikute uuendamine tõstab üldisi ohutusstandardeid hariduskeskkonnas.
- Olemasoleva C++ koodi viimistlemine, et tagada parem immuunsus kasutaja ootamatu sisestuse vastu, et tagada nii roboti kui ka kasutaja ohutus.