

## Bionická ruka

*Bc. Petr Najman, Ing. Jan Koprnický, Ph.D.*

### Abstrakt

Cílem tohoto projektu bylo sestavení prototypu a ověření funkčnosti bionické ruky podle open-source projektu HACKberry. Z internetových stránek projektu byly získány podklady pro výrobu a sestavení bionické ruky: 3D CAD data pro tisk „šasi“, CAD pro DPS, ukázkový algoritmus pro SW. Všechny potřebné vytištěné části byly z katalogizovány, byl ověřen jejich stav a použití. Byl vytvořen seznam elektronických součástek, mechanických součástek a spojových materiálů pro český trh. Následovalo samotné sestavení prototypu a na něm byla následně otestována základní funkčnost bionické ruky. V závěru bylo vyhodnocení slabých míst v konstrukci a zhodnocena finanční náročnost pro výrobu tohoto typu bionické ruky.

---

### Úvod

Cílem tohoto projektu, který byl řešen v rámci semestrálního projektu v navazujícím magisterském studiu, je sestavení prototypu bionické ruky podle japonského open-source projektu HACKberry [1]. Na stránkách projektu jsou k dispozici materiály pro vytisknutí 3D součástí pro stavbu struktury ruky, obecný seznam elektronických součástek a doporučený spojovací materiál. Jedním z hlavních důvodů, proč tento projekt vznikl je vysoká cena vyráběných protetických končetin, které jsou vyráběny na míru. Tento projekt se zabývá vytvořením levné a funkční alternativy.

Bionická ruka této konstrukce je poháněna třemi servomotory. O jejich řízení se stará řídicí jednotka Arduino Micro [2] (pro Evropský trh se uvádí jako Genuino Micro). Všechno výše uvedené vybavení se nachází v dlani bionické ruky. Mechanika ruky dovoluje samostatný pohyb ukazováčkem, nastavování několika poloh pro palec a zavírání prostředníčku, prsteníčku a malíčku současně. Mechanicky bez elektroniky je vyřešeno zápěstí, které je možné otočit o 360 stupňů a také umožňuje naklopení celé dlaně do stran.

### Experiment a metody

Všechny 3D součástky pro stavbu prototypu byly vytisknuty v Laboratoři prototypových technologií a procesů Technické univerzity v Liberci. Na součástky byl použit materiál polykarbonát (PC), který patří k nejpevnějším materiálům používaným v 3D tisku. Poté co byla provedena katalogizace, byl navrhnut dotisk nebo přetisk některých částí prototypu. Dotisk byl realizován materiálem akrylonitrilbutadienstyren (ABS). Před samotnou stavbou konstrukce bionické ruky byla vytvořena fotodokumentace a byl zkompletován seznam všech elektronických částí, mechanických částí a spojových materiálů.

Samotná stavba započala až po opatření veškerého spojovacího a mechanického materiálu. Spojovací materiál zahrnoval zejména vruty, mechanický materiál zahrnoval osičky, pružiny a ložiska. Veškerý tento materiál doporučený pro stavbu bionické ruky byl však pro náš trh dost neobvyklý, proto musely být některé součástky provizorně nahrazeny.

Poté co byla dokončena stavba celého „šasi“ protetické ruky bylo započato testování elektroniky, která měla za úkol ruku rozpohybovat. Elektronické vybavení se sestává ze tří servomotorů, jednoho servomotoru HS-311 a dvou mikro-servomotorů ES08MD. Tyto motory jsou řízeny řídicí jednotkou Arduino Micro. Velký servomotor pohání mechanismus ukazováčku, který má tak největší sílu stisku. Jeden mikro servomotor realizuje pohyb palce, ten je nastavitelný do tří předem určených poloh, druhý přes táhlo zavírá zbylé tři prsty.

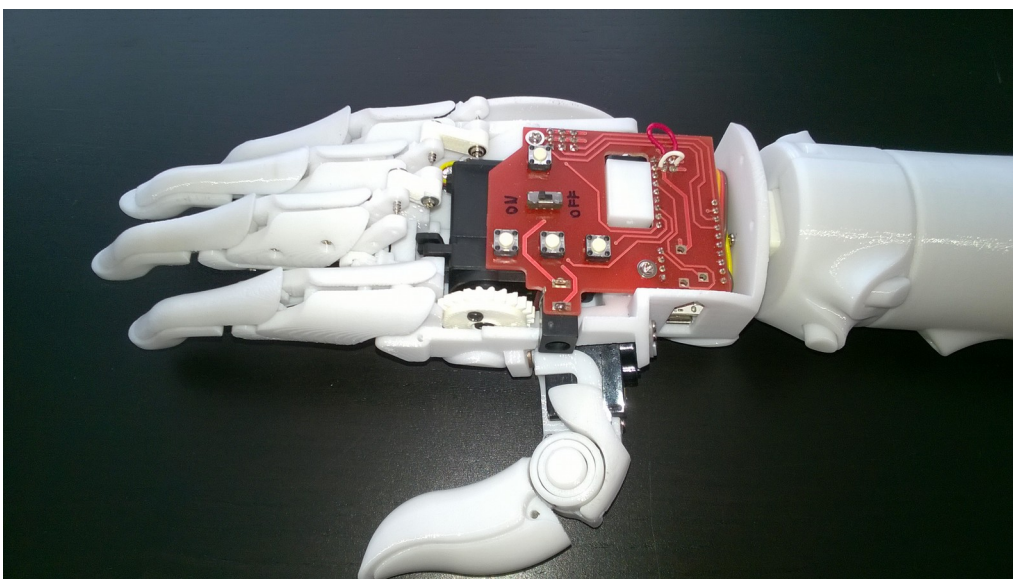
Veškerá elektronika je propojena přes ovládací panel, který propojuje řídicí jednotku s motory a celá bionická ruka je přes něj ovladatelná. Testování ruky proběhlo v laboratorních podmínkách za pomoci regulovatelného zdroje stejnosměrného napětí. Stejnosměrný zdroj byl použit místo 7,2 V

### Rozšířený Abstrakt

baterie a měniče stejnosměrného napětí, které mají celou bionickou ruku napájet. V tomto kroku ověření funkce prototypu bionické ruky nebyly zatím baterie ani měniče nakoupeny a realizovány.

### Výsledky a diskuze

Výsledkem tohoto projektu je mechanicky funkční bionická ruka, která byla v laboratorních podmínkách otestována. Pro náš trh by však bylo potřebné pozměnit konstrukci a nahradit zejména spojovací materiál za u nás lépe dostupný. Celková cena za materiál pro prototyp se pohybuje okolo 6400 Kč (cca 240 €). Komerční bionické náhrady se pohybují cenově okolo 9000 € a více (např.: bebionic [3]). Konstrukce našeho projektu se hodí pro základní využití v běžném životě, jako je přidržování věcí, uchopení menších a středních předmětů. Komerční náhrady mají mnohem větší rozsah možných úkonů, jako je ovládnání myši počítače apod.



**Obrázek 1.** Kompletní mechanismus sestaveného prototypu bionické ruky.

### Závěr

Zadání projektu se podařilo splnit. Byl postaven prototyp bionické ruky a byla ověřena jeho základní funkčnost. K projektu byl vytvořen katalog částí, seznam potřebných materiálů a elektronických součástek. Zhodnocením celkové konstrukce vzešlo několik návrhů na možné upravení nebo vylepšení. Na projektu se dá pokračovat v několika různých směrech např.: ovládnání všech prstů zvlášť, osazení různými senzory pro kontrolu síly stisku, snímání signálů z těla uživatele a různé konstrukční úpravy.

### Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu projektu panu doktorovi Janu Koprnickému za nabídnutí pracovat na této práci. Také bych chtěl poděkovat PCB-lab a Laboratoři prototypových technologií a procesů za pomoci při realizaci.

### Reference

- [1] HACKberry © 2016 exiii [online]. [cit. 2016-05-10]. <http://exiii-hackberry.com/>
- [2] Arduino Micro © Arduino [online]. [cit. 2016-05-10]. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMicro>
- [3] bebionic © 2016 steeper [online]. [cit. 2016-05-12] [http://bebionic.com/the\\_hand](http://bebionic.com/the_hand)