

Kézprotézis szerkezetének tervezési szempontjai – Aspects of development of a prosthetic hand

LŐRINCZI Ottó Botond¹⁾, Dr. ARADI Petra egyetemi docens²⁾,

¹⁾ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék
1111 Budapest, Bertalan L. utca 4-6. e-mail: lorinczi@mogi.bme.hu, tel: +36-1-463-2145, www.mogi.bme.hu

²⁾ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék
1111 Budapest, Bertalan L. utca 4-6. e-mail: petra@mogi.bme.hu, tel: +36-1-463-2166, www.mogi.bme.hu

Abstract

The simultaneous achievement of different goals during the development of a prosthetic hand would mean the fulfillment of mutually exclusive factors (eg: simple controllability - implementation of complex motion; low production costs - use of special biocompatible materials); thus emphasizing certain aspects, the designer is forced to achieve a trade-off among solutions. In the following, the aspects of development will be described in relation to a prosthetic hand complying with most of the criteria, paying special attention on the complexity of feasible motion and on the simplicity of structure.

Összefoglaló

Kézprotézis tervezésekor a különböző célok együttes elérése sok esetben egymást kizáró tényezők teljesülését jelentené (pl. egyszerű irányíthatóság – összetett mozgások megvalósítása; alacsony gyártási költség – biokompatibilis és különleges anyagok használata), így bizonyos szempontokat előtérbe helyezve a tervező kompromisszumos megoldásokra kényszerül. A következőkben a lehető legtöbb szempontból megfelelő kézprotézis tervezési vonatkozásai ismertetem, különös tekintettel a megvalósítható mozgások összetettségére és az egyszerű felépítésre.

Kulcsszavak

Kézprotézis, konstrukció, biomechatronika, CAD, mozgáselemzés

1. BEVEZETÉS

A jelenleg hozzáférhető csúcstechnológiájú kézprotézisek alkalmazásával kapcsolatban több akadály merül fel. Az egyik a rendkívül magas ár, amely nem szorul bővebb magyarázatra, egy másik pedig a szerkezet irányításának bonyolultsága, amely a szerkezet irányítását teszi olyan komplex feladattá, amelyet a felhasználók nem képesek elsajátítani.

Az irányítás szinte kizárólag myoelektromos jelek alapján történhet, amely több nehézséget rejt; a jelek mérésére a testen rögzített elektródák szolgálnak, ezek száma 70 – 200 között változik. Komoly kényelmi aggályokat vet fel ilyen nagyszámú elektróda elhelyezése, de az alapvető probléma az, hogy a protézis mozgatásához teljesen más izomcsoportok használata szükséges (a myoelektromos jelek előállításának érdekében), mint a valódi végtag esetén használt izmok.

Ez az adaptációs feladat az amputáció traumája után, vagy idősebb páciensek esetében rendkívül nehezen, sok esetben pedig egyáltalán nem kivitelezhető. Ennek eredményeképpen a kevesek számára elérhető csúcstechnológiás művégtagok nyújtotta lehetőségek csak egy még szűkebb réteg számára érhetők el.

A jelenlegi konstrukciók alkalmazási nehézségei miatt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen egy új, alacsony gyártási költségű, egyszerűen irányítható, ugyanakkor összetett mozgások megvalósítására képes szerkezet tervezése kezdődött meg.

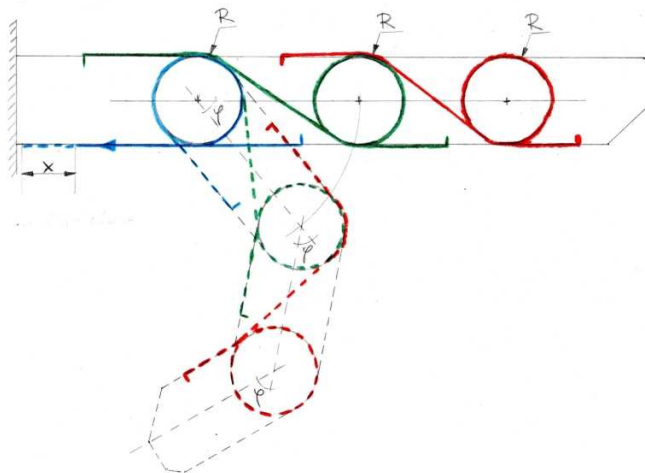
2. A MEGOLDÁS LEHETŐSÉGEI

A fejlesztés során kiemelt szempontok tehát: a szerkezet a lehető legösszetettebb mozgásokra legyen képes, továbbá felépítése a lehető legegyszerűbb legyen. Mivel ezek egymást kizáró szempontok, kizárólag kompromisszumos megoldás létezik.

A tervezett szerkezet öt ujjal rendelkezik, amelyek mindegyike külön behajlítható, a hüvelykujj-oppozíció megvalósítható, valamint az ujjak szétnyitása és összezárása is kivitelezhető, ez azonban az összes ujj esetében egyszerre következnek be. Az erő kifejtésre nem használt irányokban (pl. ujjak kiegyenesítése) passzív visszatérítés alkalmazható, ami tovább egyszerűsíti a felépítést. Így az öt ujj mozgatásához kevesebb, mint 10 aktuátor szükséges, ellentétben a jelenlegi – legösszetettebb mozgások megvalósítására képes szerkezettel, amely ujjanként akár öt aktuátorral rendelkezhet.

Az így kialakult konstrukció képes megvalósítani a mindennapokban leggyakrabban alkalmazott mozdulatokat, egyszerre biztosítva az egyszerű felépítést és irányíthatóságot, egyúttal szem előtt tartva a célt, hogy használóját a lehető legnagyobb mértékben segítse tevékenységeiben.

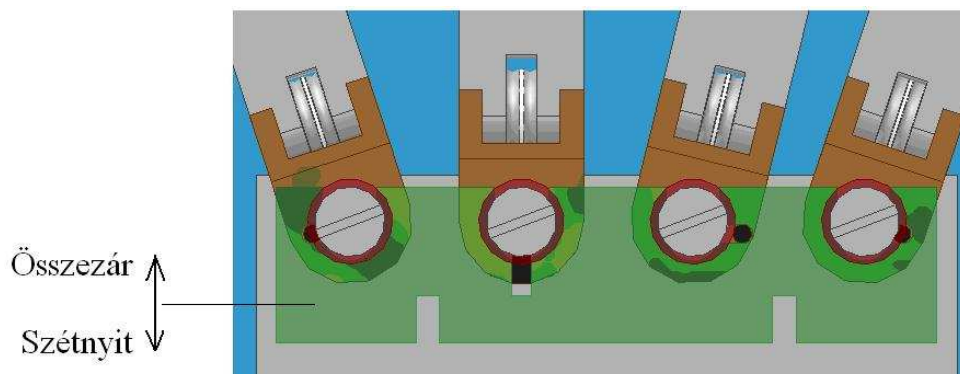
A fejlesztés alatt álló eszköz vonóelemes mozgatás segítségével működik, a felépítés bevált módszer felxibilis megfogó szerkezetek esetén[1], jól használható megoldás kézprotézisekben is. Az 1. ábrán látható a szerkezet egy ujjának kialakítása.



1. ábra

A szerkezet egy ujjának működési elve[2]

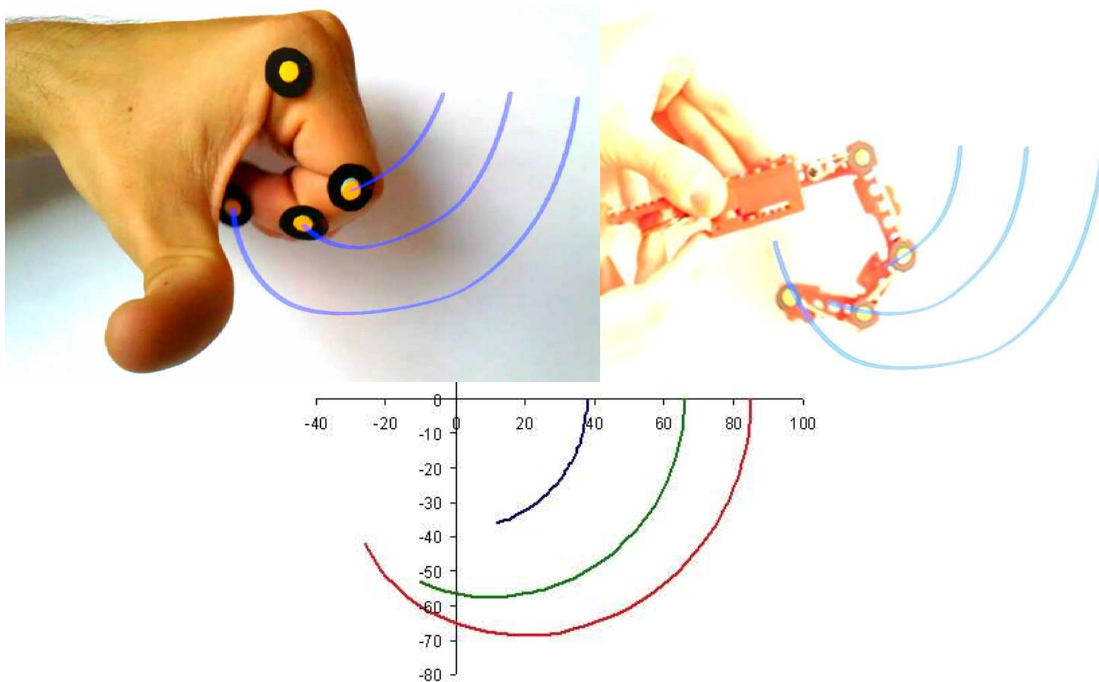
A fenti felépítés lehetővé teszi, hogy a szerkezet minden ízülete azonos szögben térjen ki, így ujjanként egy aktuátorral megoldható a behajlítás. Az ujjak szétnyitása a 2. ábrán jelölt alkatrész mozgatásával egyszerre nyithatók szét vagy zárhatók össze az ujjak; az összezárás folyamata ebben az esetben is passzív visszatérítéssel történhet.



2. ábra

Az ujjal szétnyitásának és összezárásának módja

Annak biztosítása érdekében, hogy a mozgás megfeleljen a valódi ujjak behajlításakor tapasztalhatónak, a flexio folyamata videofelvételek segítségével került elemzésre mind a valódi ujj, mind pedig egy kísérleti eszköz esetében [2]. Amint a 3. ábrán látható, az eredmények alapján a szerkezet mozgása az elvártaknak megfelelő.



3. ábra
A mozgáselemzés eredményei

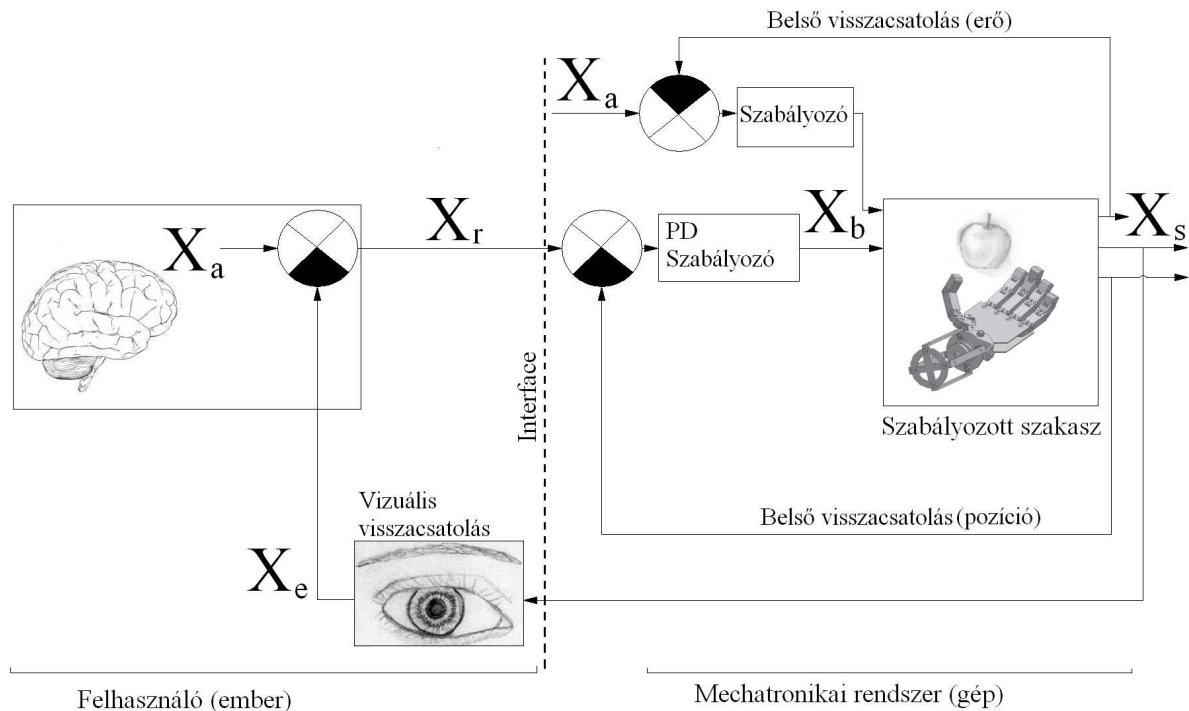
3. AKTUÁLIS FEJLESZTÉSEK

A hátralevő két legnagyobb feladat az eszköz elkészítése, valamint az irányítási rendszer kialakítása. A gyártás nem ütközik nehézségekbe, az irányítási rendszer megalkotása azonban mind elméleti, mind gyakorlati szempontból kihívásokat rejt.

A működés alapjául pozíciószabályozás szolgál, amely erővisszacsatolással egészül ki, ezzel lehetővé téve a teljes körű irányítást. Az erővisszacsatolás alkalmazása azért szükséges, mert a többhurkos, egyrészt a felhasználó felé történő vizuális, valamint belső visszacsatolásokkal rendelkező pozíciószabályozás nem elegendő a finomabb mozdulatok megfelelő végrehajtásához[2].

A kitűzött cél az, hogy az erővisszacsatolás lehetősége is rendelkezésre álljon mind a berendezés gépi oldala szempontjából, de még inkább közvetlenül a felhasználó felé. Ez mindmáig az egyik legnagyobb kihívás a felső végtag-protézisek területén. A 4. ábrán látható az irányítási rendszer tervezett kialakítási módja; az ábra jelmagyarázata:

- x_a : alapjel
- x_r : hibajel (rendelkező jel)
- x_b : beavatkozó jel
- x_s : mért jel (szabályozott jellemző)
- x_e : ellenőrző jel



4. ábra
Egy ujjhoz tartozó irányítási rendszer [2]

4. KONKLÚZIÓ

Összefoglalásként elmondható, hogy a szerteágazó feladatkör ellenére a tervek minden vonatkozásban folyamatos fejlődést mutatnak. A közelmúltban kivitelezett konstrukciós tervezés eredményeképpen létrejött modell, valamint annak ellenőrzése, továbbfejlesztése révén a teljes kísérleti eszköz gyártása hamarosan megkezdődhet.

A szerkezet működtetéséhez szükséges irányítási rendszer kidolgozása jelenleg folyik, az erővisszacsatolás tanulmányozása jól használható eredményeket fog hozni, a pozíciószabályozás kiegészítésével megfelelően működő rendszer hozható létre.

Köszönetnyilvánítás

"Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0009 program támogatja."

Irodalmi hivatkozások

[1] Ichiro Kato, Mechanical Hands Illustrated. Survey Japan, 1987

[2] Ottó Botond Lőrinczi, Development of a polymer-gel actuator and analysis of applicability for medical purposes, MSc Thesis, 2011