



## РАЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛИ НА РОБОТИЗИРАНА ДЕТСКА РЪКА ЗА ЖЕСТОВЕ

Една от целите в проекта е разработването на роботизирана ръка за изпълняване на жестове. Първоначалната идея е да се разработи механична ръка (аналог на човешката), включваща длан с пет пръста, която да може да изпълнява голям брой от най-често ползваните жестове. Прототипа е необходимо да е конструиран така, че да подпомага социалната терапия на деца с проблеми в развитието.

### 1. Изисквания и проблеми при създаването на хуманоидна ръка за жестове

След обстойно проучване на литературни източници за конструкции и приложения на роботизирана хуманоидна ръка предназначена за изпълняване на жестове, резултатите могат да се обобщят:

#### *Проблеми, свързани с механичната конструкция.*

Един от основните проблеми при проектирането на хуманоидна длан с пръсти е големия брой степени на свобода (24), концентрирани в малък обем (500 кубични сантиметра) и изискване за малка маса (до около 500 грама). Развитието на технологиите в задвижващите механизми през последните години позволява изграждането на миниатюрни компоненти, но все още не е възможно разполагането на такъв голям брой адекватни механизми в ограничения обем на ръката. Освен това не е лесно и синхронното управление на голямото количество електродвигатели. Очевидно е необходимо да се направи разумен компромис с броя на задвижващите устройства. Необходимо е адекватна елементна база, преди всичко от материали, двигателни устройства, средства за предаване на движение на разстояние и комплексни сензори за възприятие на различните функционални дейности на ръката. Търсят се енергийни източници с малки размери, дълготрайност и лесно възстановяване.

Съществува голямо разнообразие на действията, които човек извършва чрез ръката, което е сложно да се реализира от механична конструкция.

#### *Проблеми, свързани с управлението на ръката.*

Голяма част от жестовете са свързани със сложни координирани движения на пръстите. В някои случаи е необходимо да се опишат траектории с пръстите или комплицирано управление по скорост. Необходимо е ползването на прецизни серводвигатели и специализирани алгоритми за управлението им.

#### *Проблеми, свързани с надеждността на елементите.*

Конструкцията са сложни и изградени от голям брой елементи, с цел да могат да се постигнат желаните пространствени движения, което е предпоставка за понижаване на

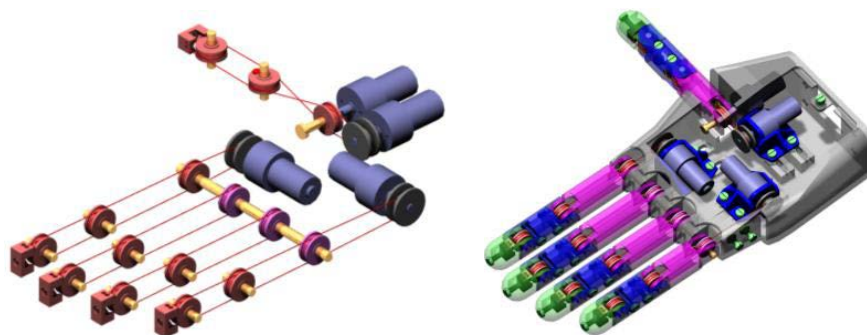
надеждността. За предаване на движенията на по-голямо разстояние често се ползват нишки и еластични елементи, които имат склонност да променят качествата си с течение на времето.

*Безопасно ползване и подходящ дизайн за лесно възприемане.*

Предназначението на модела обуславя необходимостта от безопасно боравене с него. Очевидно освен изискванията свързани с функционалните възможности на ръката за възпроизвеждане на голям брой жестове, е важно и естетическото възприемане на модела. Добре е пръстите да са леко разтворени, за да се виждат ясно от по-голямо разстояние.

## 2. 3D моделиране на роботизираната ръка.

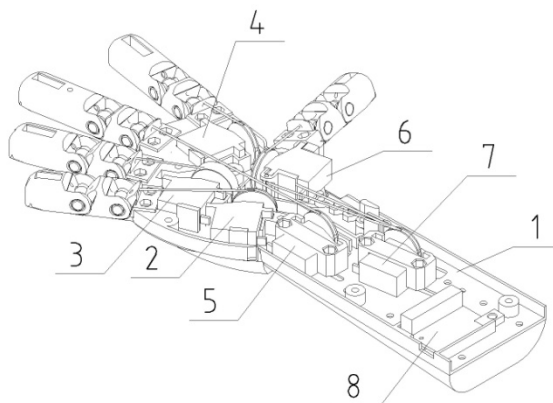
Разработва се модел на ръка, включваща дланта с пръстите. Създадени са 3D CAD модели на различни варианти за пръстите. Дискутират се механизми за предаване на движението от сервомоторите до пръстите. Първият предложен 3D модел предвижда задвижването да се осъществява с помощта на 4 двигателя за пръстите на ръката (Фиг.1).



Фиг.1. 3D модел на вариант 1 от разработваната ръка.

Този вариант има предимството на сравнително проста конструкция и малка маса. За съжаление малкия брой независимо управляеми движения могат да реализират много малко жестове. Друг недостатък е, че 4 от пръстите са разположени върху една ос, което е неестествено за хуманоидните ръце. Конструкцията на пръстите е съставена от много елементи и сложна система от нишки и макари.

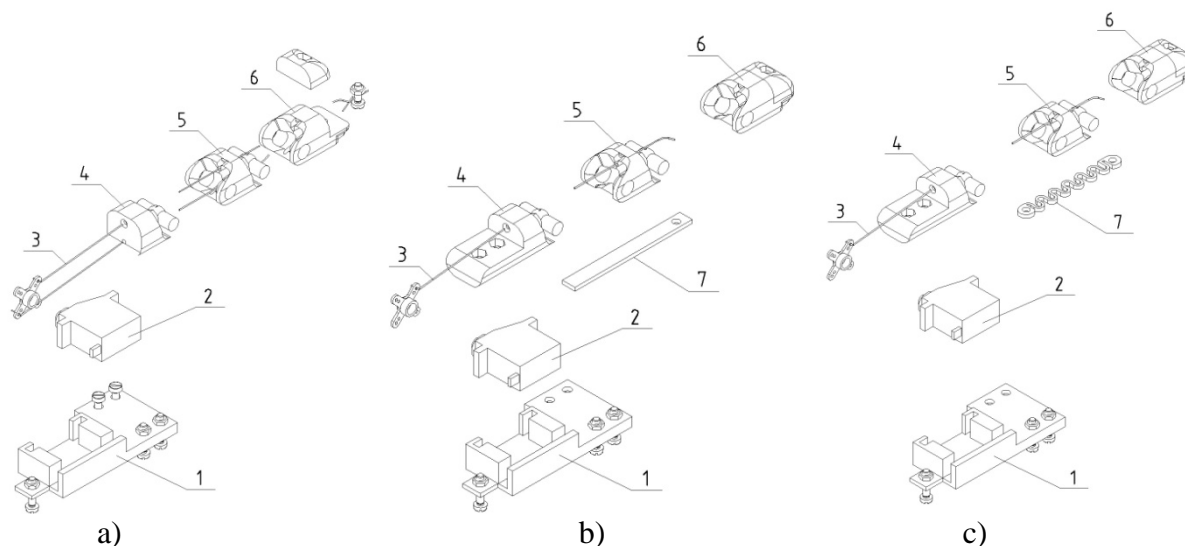
Поради тези причини се насочваме към разработване на вариант 2, при който всеки пръст да може да се задвижва от независим сервоуправляем двигател и се търси просто конструктивно решение Фиг.2.



Фиг.2. 3D модел на вариант 2, при който има независимо задвижване на всичките пет пръста

Върху основата 1 на ръката се разполагат сервомоторите (2-7), които имат вградени редуктори (MIRCO SERVO, Model No. HD-1581HB, Reduction ratio 1/522). Двигателите 2-5 задвижват посредством система от нишки и еластични елементи по един пръст от ръката, а двигатели 6 и 7 задвижват палеца. Модула за управление 8 е разположен в основата 1. Така предложената система има по-добри функционални качества и може да реализира множество жестове.

Реализирането на тази идея не е проста задача. За целта ползваме различни нови материали и технологии. Основния проблем е свързан с разположението на миниатюрната система от задвижващи компоненти, които да реализират надеждно задвижване и прецизно управление в един изключително малък обем. За целта експериментираме с различни концепции за задвижване на пръстите. Всички нестандартни елементи се отпечатват с помощта на 3D принтер. За отпечатване на еластичните елементи се ползва специализиран материал Filaflex (<https://www.youtube.com/watch?v=Vmb9iwFpaOs>). Реализирани са няколко варианта на пръсти и се извършиха експерименти за адекватността на конструкциите (Фиг.3). Част от звената на пръста се отпечатват направо сглобени, което улеснява монтажните дейности и опростява реализацията на конструкцията. Върху стенда (основа) 1 се монтира сервомотор, който задвижва пръст. Двигателя 2 задвижва посредством нишка 3 звената 5 и 6 на пръстите. При вариант а) задвижването в едната посока, както и връщането на пръста, става с помощта на две нишки (поз.3). При втория вариант б) връщането в изходна позиция на пръста се осъществява с помощта на еластична пластина 7 отпечатана с Filaflex, а при вариант с) този елемент е модифициран в пружина 7, която може да се деформира в пространството.



Фиг.3. Различни варианти за задвижване на пръстите на роботизираната ръка

Най добри резултати се получават при ползване на вариант с). В първия случай -а) е много трудно да се осъществи постоянно и еднакво опъване в двата клона на нишката, което от своя страна довежда до нежелан свободен ход при смяна на посоките на движение. Във втория случай се оказва, че Filaflex няма достатъчна еластичност за правилното функциониране на пръста. След отпечатване на определена форма от Filaflex с помощта на 3D принтер този материал се стреми да запази тази форма независимо от прилаганите му деформации. Това качество на материала използваме успешно в последния вариант за пръст на роботизираната ръка.