بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

درخواست تأمین اعتبار و پرداخت هزینه پروژه کارشناسي ساخت توسط

تاریخ :

معاونت پژوهشي
فرم پروژه کارشناسي ساخت 2

1- مشخصات دانشجو

نام و نام خانوادگی: فرناز اسلام‌جمال — شماره دانشجوئی:9533002

رشته تحصیلی: مهندسی‌پزشکی (بیومکانیک) — دانشکده : مهندسی پزشکی

2-مشخصات استاد راهنما

نام و نام خانوادگی: جناب آقای‌دکترسروش صادقی‌نژاد — سمت، مرتبه علمی و محل خدمت: استادیار، دانشکده‌ی مهندسی‌پزشکی

3- عنوان پروژه : بررسی طراحی اسکلت بیرونی (exoskeleton) با هدف توانبخشی اندام فوقانی

4- تاریخ تصویب پروژه : — تاریخ شروع : — تاریخ دفاع پروژه :

5- شرح پروژه :

الف) خلاصه پروژه

اسکلت بیرونی در واقع یک قاب خارجی است که برای حمایت از بدن یا برای کمک به فرد برای غلبه بر آسیب یا افزایش ظرفیت های بیولوژیکی استفاده میشود. این قاب با استفاده از سیستمی از موتورهای الکتریکی، حرکت، قدرت و استقامت بیشتری به اندام ها می‌دهد[1]. آنها در زمینه های گسترده ای کاربرد دارند به عنوان مثال تقویت قدرت در یک محیط صنعتی، جبران نقص عصبی عضلانی یا توان بخشی پس از سکته و حمایت از افراد ناتوان در فعالیت های روزمره ی زندگی خود[2]. اولین کاربرد ربات های اسکلت بیرونی افزایش ظرفیت حمل بار توسط سربازان و همچنین کمک به راه رفتن در مصافت های طولانی بود. سپس محققان از این تکنولوژی در ضمینه پزشکی به منظور بهبود توانایی های فیزیکی افراد از طریق تکنیک های توانبخشی استفاده کردند[1]. طبق تحقیقات انجام شده آسیب هایی از قبیل جراحت های وارده به قسمت مرکزی یا جانبی سیستم عصبی منجر به از کار افتادگی اندام فوقانی می شود؛ مانند تصادف وسایل نقلیه، سقوط از ارتفاع، حوادث ورزشی، حوادث حین کار، آسیب های ناشی از اصابت گلوله، سکته مغزی و دیگر علل. با ادامه افزایش سن جمعیت و افزایش امید به زندگی انتظار میرود تعداد سالمندان در جمعیت در چند دهه آینده افزایش یابد، در نتیجه میتوان انتظار داشت موارد سکته نیز افزایش یابد [3]. سکته مغزی عامل اصلی ناتوانی در بزرگسالان است و میتواند منجر به ازکارافتادگی اندام فوقانی و ناتوانی در حرکت ارادی یک عضله یا گروهی از عضلات شود. بر اساس داده های انجمن ملی سکته مغزی ایالات متحده حدود 80 درصد از نجات یافتگان سکته مغزی دچار همی پلژی میشوند که باعث ضعف یا ناتوانی در حرکت یک طرف بدن میشود[4]. سکته مغزی به دلیل قطع جریان خون به مغز و در نتیجه اسیب به سلول های مغزی ایجاد میشود[3]. بهبود حرکتی پس از سکته ی مغزی و در نتیجه بازیابی عملکرد با فیزیوتراپی و ورزش به لطف تغییرات در سازماندهی مجدد قشر براساس نوروپلاستیسیتی باقیمانده ارتقا می یابد. چهار عامل مداخله ی زود هنگام، آموزش وظیفه محور، میزان و زمان بندی تمرین و میزان مشارکت به عنوان عوامل تعیین کننده بهبود حرکتی در نظر گرفته می‌شود[5]. تحقیقات نشان داده‌اند اگر درمان بلافاصله پس از سکته ی مغزی انجام شود موثرتر است اما این همیشه در دسترس نیست و بهبودی بیماران می‌تواند تا سال ها بعد از سکته ی مغزی ادامه پیدا کند علاوه بر این درمان فشرده و تمرینات مبتنی بر وظیفه به طور قابل توجه ای به بهبود حرکتی کمک می‌کند. با توجه به این که جمعیت بیماران سکته ی مغزی رو به رشد است می‌توان انتظار داشت که ارائه درمان توان بخشی کافی برای بیماران با توجه به ماهیت کار فشرده ی آن دشوار و دشوار تر شود. ربات های اسکلت بیرونی این پتانسیل را دارند که این تقاضای فزاینده را که درمان دستی مرسوم در تلاش برای مقابله با آن است برآورده کنند. این ربات ها برای پوشیدن توسط بیمار طراحی شده اند و ساختار سینماتیکی مشابهی با اندام

انسان دارند. در مقایسه با درمان دستی، اسکلت های بیرونی این پتانسیل را دارند که توانبخشی فشرده را به طور مداوم برای مدت طولانی تری و صرف نظر از مهارت ها و سطح خستگی درمانگر ارائه دهند[3]. اسکلت های بیرونی ممکن است قادر به درمان بیمار بدون حضور درمانگر باشند، که امکان درمان مکرر و کاهش بالقوه هزینه ها را فراهم می کند. علاوه بر این، این امکان برای یک اسکلت بیرونی وجود دارد که داده های کمی را برای ارزیابی وضعیت بیمار به دقت اندازه گیری کند. استفاده از بازی‌های مجازی طراحی‌شده ویژه با اسکلت بیرونی می‌تواند تجربه درمانی سرگرم‌کننده‌تری را فراهم کند و بیمار را تشویق کند تا تلاش خود را برای انجام تمرینات انجام دهد[6]. ربات توان بخشی رباتی است که مستقیما به انسان خدمت می‌کند و دارای چشم‌انداز کاربردی گسترده ای در درمان توان بخشی با نیازهای حرفه ای بالاست بنابراین مطالعه و توسعه ربات های توان بخشی از اهمیت بالایی برخوردار است[7].

با در نظر داشتن این مقدمات در این مطالعه به بررسی طراحی اگزواسکلتون های اندام فوقانی خواهیم پرداخت. هدف این پروژه آشنایی با کاربردهای مختلف اگزواسکلتون های اندام فوقانی در حوزه‌ی توان بخشی است. به عبارت دیگر در این پژوهش به بررسی طراحی اگزواسکلتون در توان بخشی به خصوص توان بخشی اندام فوقانی پرداخته و قصد داریم میزان اثرگذاری آن را در این زمینه نشان دهیم. هم چنین در ادامه میزان کارایی و تاثیر آن ها بر فاکتورهایی مانند مدت زمان و اثربخشی درمان بررسی خواهد شد. در این پروژه به بررسی فناوری های مختلف اسکلت بیرونی و نقش آنها در حوزه توانبخشی و بررسی نقش توسعه تعامل موثر انسان و ربات و سازگاری سینماتیکی می پردازیم و همچنین از لحاظ مقرون به صرفه بودن، اندازه، وزن، سرعت و کارایی مقایسه می کنیم.

منابع

1– Gahlaut, Amit, and S. Kumar Parashar. "A State of Art Review on Kinematics and Control Aspects of Exoskeletons." *International Journal of Engineering Technology Management and Applied Sciences* 5, no. 3.

2-Gull, Muhammad Ahsan, Shaoping Bai, and Thomas Bak. "A review on design of upper limb exoskeletons." *Robotics* 9, no. 1 (2020): 16.

3- Lo, Ho Shing, and Sheng Quan Xie. "Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects." Medical engineering & physics 34, no. 3 (2012): 261-268.

4-حسن ظهور، سیده مرضیه آقامیری، طراحی ربات پوشیدنی کمک حرکتی برای دست، دوره2، شماره1، 1398

5-Colombo, Roberto, and Vittorio Sanguineti, eds. "Rehabilitation robotics: Technology and application." (2018).

6-Laver, Kate, Stacey George, Julie Ratcliffe, and Maria Crotty. "Virtual reality stroke rehabilitation–hype or hope?." *Australian occupational therapy journal* 58, no. 3 (2011): 215-219.

7-Li, Zhiqiang, Hanxing Xie, Weilin Li, and Zheng Yao. "Proceeding of human exoskeleton technology and discussions on future research." *Chinese Journal of Mechanical Engineering* 27, no. 3 (2014): 437-447.

ب) وسایل و تجهیزات مورد نیاز :

ما در این پژوهش از اسناد، مقالات، اینترنت، کتاب ها و رساله های مرتبط برای پیشبرد موضوع از آنها بهره مند می‌شویم.

6-کل اعتبار درخواستی به همراه شرح موارد هزینه :

∴

7- ضرورت ساخت دستگاه

الف) اهمیت علمی، صنعتی پروژه

ب) هزینه برای تولید محصول و مقایسه با انواع مشابه ، ارزش اقتصادی

ج) صنایع و مراکز متقاضی نتیجه پروژه

8 - نظریه استاد راهنما :

امضاء :

8 – نظریه مدیر گروه :

امضاء :

8 - نظریه داور پروژه :

امضاء :

این پروژه در دانشکده مطرح شد و پرداخت هزینه ساخت آن از محل بودجه پژوهشی دانشکده تا سقف **500000 ریال** بلامانع است .

رئیس دانشکده **تاریخ :**

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

درخواست تأمین اعتبار و پرداخت هزینه پروژه کارشناسي ساخت توسط

تاریخ :

معاونت پژوهشي
فرم پروژه کارشناسي ساخت 2

معاونت محترم پژوهشی دانشگاه

با اهداء سلام ،

احتراما"، به پیوست فرم مشخصات پروژه کارشناسی خانم/ آقای بشماره دانشجویی دانشجوی این دانشکده که جنبه ساخت دارد ارسال میگردد . مستدعی است دستور فرمائید نسبت به پرداخت هزینه های مربوط به این پروژه اقدام لازم معمول فرمائید ./

ریاست /معاون پژوهشی دانشکده

توضیحات :

*در مورد درخواست علی الحساب و تسویه حساب قطعی از فرم درخواست علی الحساب / هزینه قطعی پروژه تحصیلات تکمیلی و سایر فرمهای مربوط (بدون فاکتور و لیست هزینه ها) استفاده شود .

پیوست

اسکلت بیرونی

اسکلت بیرونی انسان نوعی سیستم الکترومکانیکی است که می تواند به انسان قدرت بیشتری بدهد تا در برابر خستگی مقاومت کند یا وزن بیشتری بگیرد، سریعتر بدود یا بالاتر بپرد. این امکانات به عنوان یک زره سبک وزن طراحی شده است که توسط انسان پوشیده می شود و سیستم قدرت آن هر زمان که هر ماهیچه ای برای انجام کارهای سخت بیش از حد معمول نیاز به کمک داشته باشد، فوراً انرژی تولید می کند. به طور قابل تصور، دستیابی به اسکلت بیرونی به طور فعال در زندگی، به ویژه برای افراد ناتوان یا مجروح، نقش خواهد داشت، و ممکن است به ابزارهای ورزشی یا تفریحی با ارزش تجاری بزرگ تبدیل شود. یک اسکلت بیرونی شامل یک قاب است که در اطراف بدن کاربر یا بخشی از بدن کاربر می چرخد. این قاب گاهی از مواد سخت مانند فلز و گاهی از مواد نرم مانند انواع پارچه های خاص ساخته می شود. برخی از اسکلت های بیرونی دارای حسگرهایی هستند که حرکات کاربران را کنترل کرده و به آنها پاسخ می دهند.اسکلت بیرونی برای حمایت از وزن بدن، کمک به بلند کردن، کمک به حفظ بارها یا تثبیت بدن کاربر استفاده می شود. بسیاری از سیستم های اسکلت بیرونی به بازوها، بالا و پایین بدن کمک می کنند. وزن به زمین منتقل می شود[1].

در کاربرد توانبخشی از اسکلت بیرونی برای بازیابی حرکات بدنی بیماران کم توان جسمی استفاده می شود. این ناتوانی‌های جسمی می‌تواند ناشی از آسیب‌های ورزشی، آسیب نخاعی یا عوارض ناشی از تصادف عروق مغزی (سکته) باشد. اسکلت بیرونی توانبخشی به بیماران کمک می کند تا با سرعت بیشتری بهبود یابند[2].

اگزواسکلتون به طور کلی متفاوت از ربات دو پا است و مطالعات نسبی بر اساس فناوری های ربات به طور قابل توجهی غیر صحیح و نادرست هستند. دوما، مطالعات بیومکانیکی تنها برای مسیر یابی حرکت بدن انسان استفاده می شوند و اثرات متقابل بین ماشین و انسان به ندرت مطالعه می شود. سوما، شیوه های توسعه سنتی که بر کنترل بازخوردی تاکید دارند از ساخت سیستم های قابل حمل نقص مادرزادی دارند. توجه تحقیقات باید به بعد انسانی سیستم کوپلینگ معطوف شود و توانایی انسان برای یادگیری و سازش، نقش معنی داری در الگوریتم های کنترل ایفا می کند. بعد از خلاصه ای از مسائل و مشکلات اصلی، کار های آینده بحث می شوند. استدلال بر این است که چون یک مرز متفاوت را نمی توان در چنین سیستم کوپلینگ قوی اگزواسکلتون انسانی ترسیم کرده، هر چه سیستم کنترل پیچیده تر باشد، کاربر به سختی می تواند از آن استفاده کند. پیشنهاد بر این است که اگزواسکلتون باید به صورت یک ابزار پوشیدنی ساده در نظر گرفت شود و کم ارزش تر شدن سطح اتوماتیک و خودکار آن می تواند تغییری به سمت تحقیقات گسترده تر و چشم انداز های روشن تر باشد. این کار به خودی خود آسان نیست زیرا نیازمند پشتیبانی های تئوریکی از طرف رشته هایی نظیر بیومکانیک، ارگونومیک و بیونیک می باشد[1].

تاریخچه

در اواخر دهه 1960، تحقیقات جنرال الکتریک یک نمونه اولیه تقویت کننده بدنه مبتنی بر سیستم ارباب برده، به نام "هاردیمن" را توسعه داد و آزمایش کرد. این یک سیستم هیدرولیکی بزرگ بود (با وزن بیش از 5900 نیوتن)، و تنها قادر به بالا بردن یک بازو بود. این سیستم در زمان خاتمه ناقص باقی ماند. چندین تحقیق توسط پروفسور ووکبراتوویچ در صربستان در حدود دهه 1970 انجام شد، و کارهای مشابهی در MIT از حدود دهه 1980 انجام شد. با این حال، مطالعات کمی در طول 20 سال آینده به دلیل نارسایی های اساسی فن آوری، به ویژه در سخت افزار کنترل انجام شد.در پایان قرن بیستم، با پیشرفت سریع در علوم کامپیوتر و همچنین فناوری‌های کنترل و درایو، دارپا معتقد بود که پایه‌های تکنولوژیکی برای شروع مجدد پروژه اسکلت بیرونی کافی است. آنها یک پروژه 7 ساله را با سرمایه گذاری کل 50 میلیون دلار راه اندازی کردند و انتظار داشتند که ظرف یک دهه آینده وارد خدمت شود. از آن زمان، تحقیقات اسکلت بیرونی شاهد احیای بزرگی بوده است.علاوه بر ارتش ایالات متحده، بسیاری از کالج ها و موسسات دیگر در ژاپن، روسیه، بریتانیا، آلمان، کره و سنگاپور نیز پروژه های خود را آغاز کردند. صدها نتیجه هیجان انگیز در طول چند سال اول قرن بیست و یکم منتشر شد که باعث ایجاد یک خوش بینی عمومی مبنی بر اینکه «مرد آهنی» به زودی در حال راه رفتن در خیابان ها دیده خواهد شد.با این حال، توسعه اسکلت بیرونی باتلاق شد و دستاوردهای کمی در طول سال های بعد گزارش شد. چندین بررسی در سال‌های 2008 و 2009

آخرین پیشرفت‌ها را معرفی کردند، و مسیرهای پیشرفت‌های آینده را با لحنی خوش‌بینانه مورد بحث قرار دادند. با این حال، مشکلات تکنولوژیکی بسیار بیشتر از حد انتظار بود و بسیاری از مشکلات مهندسی که قبلاً غیرضروری در نظر گرفته می شدند، چالش های بزرگی بودند[1].

توانبخشی بالاتنه

ظرفیت حرکت یک فرد برای انجام فعالیت های اساسی زندگی روزمره ضروری است. اختلالات حرکتی به طور قابل توجهی کیفیت زندگی بیمار را کاهش می دهد. اختلالات اندام فوقانی به طور خاص استقلال افراد مبتلا را محدود می کند. خوشبختانه، رویکردهای مختلفی برای بازگرداندن عملکرد قسمت بالایی وجود دارد.ارتز، تحریک الکتریکی عملکردی، و فیزیوتراپی. نتیجه مثبت توانبخشی فیزیکی، در مورد اختلالات مبتنی بر عصبی، به شدت به موارد زیر بستگی دارد: شروع، مدت زمان، شدت و جهت گیری وظیفه تمرین، و همچنین وضعیت سلامت، توجه و تلاش بیمار. تکرار شدید فعالیت های حرکتی هماهنگ، بار مهمی را برای درمانگرانی که به بیماران کمک می کنند، تشکیل می دهد. علاوه بر این و به دلایل اقتصادی، مدت زمان توانبخشی اولیه کوتاه و کوتاهتر می شود. این مشکلات احتمالاً در آینده تشدید خواهند شد، زیرا امید به زندگی همچنان در حال افزایش است که همراه با شیوع ناتوانی‌های حرکتی متوسط و شدید در جمعیت سالمند و در نتیجه افزایش نیاز آنها به کمک فیزیکی است[3].

انتظار می رود کمبود موجود درمانگر و مراقبی که به افراد ناتوان جسمی در منزل کمک می کنند افزایش یابد و در آینده نزدیک به مشکل جدی تبدیل شود. جمعیت بیماران نیازمند توانبخشی فیزیکی اندام فوقانی نیز به طور مداوم در حال افزایش است. همانطور که در نتایج مطالعات تحقیقاتی اخیر ذکر شده است، دستگاه های رباتیک پتانسیل رفع این مشکل را دارند. با این حال، در دسترس بودن این دستگاه ها در محیط های بالینی محدود است و فضای زیادی برای بهبود باقی می گذارد. هدف از این مقاله، مستندسازی مروری بر دستگاه‌های رباتیک برای توانبخشی اندام فوقانی از جمله دستگاه‌هایی که در مرحله توسعه هستند، به منظور ارائه یک مرجع جامع در مورد راه‌حل‌های موجود و تسهیل توسعه دستگاه‌های جدید و بهبود یافته است. به طور خاص موضوعات زیر مورد بحث قرار می گیرند: زمینه کاربرد، گروه هدف، نوع کمک، طراحی مکانیکی، استراتژی کنترل و ارزیابی بالینی. این مقاله همچنین شامل مقایسه ای جامع و جدول بندی شده از راه حل های فنی پیاده سازی شده در سیستم های مختلف است[3].

چالش ها

سیستم اسکلت بیرونی روباتیک، به ویژه سیستم اسکلت بیرونی مورد استفاده برای کمک قدرت، یک نوع کاملاً جدید از سیستم هوشمند ماشین انسان است که به طور کامل هوش انسان و قدرت ماشین را ترکیب می کند. پیشرفت این فناوری نقطه عطفی در تلاش محققان برای تعبیه اطلاعات در ربات ها است زیرا ربات اسکلت بیرونی یک سیستم اطلاعاتی انسان و ماشین است. با پیشرفت هایی که درفناوری جدید در بسیاری از زمینه‌ها از جمله مهندسی مکانیک، مهندسی الکترونیک، مهندسی زیست پزشکی و هوش مصنوعی، فناوری اسکلت بیرونی روباتیک در سال‌های اخیر توسعه سریعی یافته است. چالش‌های اسکلت بیرونی روباتیک اندام فوقانی شناسایی شدند. هنگام ایجاد اسکلت بیرونی برای شانه، مچ و شست انسان باید تلاش‌های ویژه‌ای صورت گیرد، زیرا حرکات شانه، مچ و شست انسان از نظر بیومکانیکی پیچیده هستند. ربات های اسکلت بیرونی اندام فوقانی را می توان بر اساس بخش اعمال شده اندام فوقانی، درجه ازادی، محرک های مورد استفاده در سیستم، روش های انتقال نیرو، هدف سیستم رباتیک و/یا روش های کنترل طبقه بندی کرد[4]

منابع

1 .Li, Zhiqiang, Hanxing Xie, Weilin Li, and Zheng Yao. "Proceeding of human exoskeleton technology and discussions on future research." Chinese Journal of Mechanical Engineering 27, no. 3 (2014): 437-447.

2. Kumar, Vikash, Yogesh V. Hote, and Shivam Jain. "Review of exoskeleton: history, design and control." In 2019 3rd International Conference on Recent Developments in Control, Automation & Power Engineering (RDCAPE), pp. 677-682. IEEE, 2019.

3. Maciejasz, Paweł, Jörg Eschweiler, Kurt Gerlach-Hahn, Arne Jansen-Troy, and Steffen Leonhardt. "A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation." Journal of neuroengineering and rehabilitation 11, no. 1 (2014): 1-29.

4. Gopura, R. A. R. C., Kazuo Kiguchi, and D. S. V. Bandara. "A brief review on upper extremity robotic exoskeleton systems." In *2011 6th international Conference on Industrial and Information Systems*, pp. 346-351. IEEE, 2011.