بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی، مدلسازی و شبیه‌سازی ربات پرستار

یاسر مداحی

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی مکانیک- بیومکانیک

استاد راهنما: دکتر محرم حبیب‌نژاد کورایم

مهر ماه ۱۳۸۲

تشکر و قدردانی

بر خود وظیفه می‌دانم از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حبیب‌نژاد صمیمانه ابراز تشکر و قدردانی نمایم، چرا که انجام چنین مهمی بدون هدایت، راهنمایی‌ها و زحمات ایشان غیرممکن می‌نمود. همچنین از جناب آقای دکتر رجایی و جناب آقای دکتر تشنه‌لب که با حضور در جلسه دفاعیه و راهنمایی‌های خود بر ارزش این نوشتار افزودند، سپاسگزاری می‌نمایم. بجاست که از زحمات آقایان مهندس تورج بنی‌رستم و مهندس محمد دانشی‌کهن به دلیل یاری در مراحل مختلف این پروژه تشکر و سپاسگزاری کنم. موفقیت روزافزون تمام دوستان را از خداوند منان خواستارم.

مداحی

تقدیم به دو ستاره زندگی؛ **پدر ومادر** عزیزم

یکی درخشید تا عشق به وطن را بفهماند

دیگری تابید تا فداکاری و محبت را بیاموزد

تقدیم به **سعید و ندا** که راهنمایانم در روزهای سخت بودند

به **علی** که دلسوزیهایش مرا دلگرمی می‌داد

به **وحید** که صبوری همیشگی او مرا به آرامش فرا می‌خواند

یاسر

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- جمع‌آوری اطلاعات و مطالعه کارهای انجام شده

۱-۱- مقدمه..... ۱

۱-۲- مزایای یک ربات پرستار..... 3

۱-۳- نگاهی به کارهای انجام شده..... 4

۱-۴- مراحل انجام کار..... 12

۱-۵- تعریف پرستاری..... 13

۱-۶- تیم پرستاری..... 13

۱-۷- مسئولیت پرستاران..... 13

۱-۸- وظایف درمانی و مراقبتی پرستاران..... 15

۱-۹- بررسی لزوم انجام وظایف توسط یک ربات..... 16

۱-۹-۱- بررسی وظایفی که امکان خطای بیشتر برای پرستار وجود دارد..... 16

۱-۹-۲- بررسی وظایفی که در انجام آن امکان انتقال میکروب به پرستار یا محیط بیمارستان وجود دارد..... 17

۱-۹-۳- بررسی وظایفی که یک پرستار از انجام آن اکراه دارد..... 17

۱-۹-۴- بررسی وظایفی که انجام آن برای پرستار مشکل می باشد..... 17

۱-۹-۵- مروری بر سایر وظایف بالینی پرستار..... 18

۱-۱۰- مراحل انجام وظایف..... 19

فصل دوم- بررسی محیط‌های بیمارستانی در ارتباط با ربات پرستار

۲-۱- مقدمه..... 21

۲-۲- نحوهٔ طراحی ساختمان بیمارستان..... 21

۱-۲-۲- چیدمان تخت‌های بیماران..... 22
۳-۲- نحوه معماری اتاقهای بیمارستان..... 23
۴-۲- مکانیزمهای حرکتی یک ربات پرستار براساس ویژگیهای آن..... 24
۵-۲- ویژگیها و پارامترهای حرکتی ربات پرستار..... 24
۶-۲- مکانیزمهای حرکتی معمول در رباتهای موبایل..... 25
۷-۲- مقایسه‌بین‌مکانیزمهای‌حرکتی‌رباتهای‌متحرک‌باتوجه به پارامترهای‌حرکتی‌ربات پرستار... 29
۱-۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها براساس معیار توانایی حرکت مستقیم و بدون انحراف..... 29
۲-۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها براساس معیار توانایی دورزدن وقدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با دقت کافی..... 30
۳-۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار توانایی دور زدن و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با کمترین فضای اشغالی..... 31
۴-۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها براساس معیار در نظر گرفتن راندمان کاری با توجه به انرژی مصرفی مشخص..... 32
۵-۷-۲- مقایسه بین مکانیزم ها بر اساس هزینه مصرفی برای ساخت آنها..... 33
۸-۲- نحوهٔ هدایت و کنترل ربات (یک مثال نمونه)..... 33
۱-۸-۲- سنسور..... 36
۲-۸-۲- ثبت مسیر..... 36
۳-۸-۲- نحوه بازگشت ربات در مسیری که حرکت کرده است..... 37
۴-۸-۲- موتورها..... 37
۵-۸-۲- افزایش دقت ربات..... 38
۶-۸-۲- چگونه می‌توان از خطاها کاست؟..... 38
فصل سوم- مدلسازی و شبیه سازی ربات پرستار متحرک
۱-۳- مقدمه..... ۴۰
۲-۳- انتخاب پایه و بازوی متحرک..... ۴۱
۱-۲-۳- انتخاب بازوی مناسب..... ۴۱
۲-۲-۳- طرح پیشنهادی برای کنترل پایه..... ۴۲
۳-۳- سینماتیک مستقیم..... ۴۳
۴-۳- سینماتیک پایه متحرک..... ۴۳
۱-۴-۳- فرضیات مد لسازی سینماتیکی پایه متحرک..... ۴۴

۳-۵- سرعتهای خطی و زاویه‌ای ۴۶
۳-۶- سینماتیک معکوس ۴۷
۳-۶-۱- وجود جوابها ۴۷
۳-۶-۲- جوابهای چند گانه ۴۸
۳-۷- دینامیک ۴۹
۳-۷-۱- معادلات حرکت لاگرانژی ۵۰
۳-۷-۲- انرژی جنبشی ۵۲
۳-۷-۳- انرژی پتانسیل ۵۳
۳-۸- قابلیت‌های برنامه ۵۴
۳-۹- شبیه‌سازی حرکت ربات با استفاده از نرم‌افزارهای WorkingModel و Maple ۵۴
۳-۹-۱- چگونگی تشریح مسیر و به دست آوردن نیروهای لازم برای پیمودن مسیر مورد نظر توسط بازوی ربات ۵۴
۳-۱۰- نحوه مدل سازی در Working Model ۵۵
۳-۱۱- بررسی رفتار مدل ایجاد شده در هنگام حرکت در مسیرهای تعیین شده ۵۶
۳-۱۱-۱- حرکت در راستای محور Y ۵۷
۳-۱۱-۲- حرکت در یک مسیر دایروی با تغییر ارتفاع پنجه ۶۱
۳-۱۱-۳- حرکت در راستای خط Y=-X با تغییر ارتفاع پنجه ۶۴
۳-۱۱-۴- حرکت در راستای محور X با تغییر ارتفاع پنجه ۶۵
۳-۱۱-۵- حرکت در راستای محور Y= X با تغییر ارتفاع پنجه ۶۷
۳-۱۳-۶- حرکت بر روی مسیر دایروی با تغییر ارتفاع پنجه ۶۸

فصل چهارم- طراحی مکانیکی ربات پرستار

۴-۱- مقدمه ۷۰
۴-۲- طراحی قطعات مکانیکی ربات ۷۱
۴-۲-۱- طراحی چرخها ۷۱
۴-۲-۲- انتخاب موتورها ۷۴
۴-۲-۳- طراحی سیستم انتقال قدرت ۷۶
۴-۲-۴- طراحی گیربکس ۷۷
۴-۲-۴-۱- روابط هندسی چرخ دنده‌های حلزونی ۷۷
۴-۲-۵- طراحی شافت رابط ۸۱

٦-٢-٤- طراحی سیستم پولی و تسمه ٨٢
٧-٢-٤- انتخاب بالبیرینگ‌ها ٨۴
فصل پنجم-نحوه تعیین ماکزیمم ظرفیت بار حمل شده توسط ربات
١-٥-مقدمه..... ٨۶
٢-٥-لحاظ کردن دقت در هنگام محاسبه DLCC ٨٧
٣-٥- مروری بر کارهای انجام شده..... ٨٧
٤-٥-مدلسازی سینماتیکی و دینامیکی برای یک مسیر داده شده..... ٨٨
١-٤-٥- قیود محدود کننده حرکت..... ٨٨
٥-٥- تعیین ماکزیمم بار مجاز دینامیکی برای مسیر مطلوب..... ٩١
فصل ششم- ارائه تست‌های عملکردی ربات پرستار
١-۶- مقدمه..... ٩٥
٢-۶- انواع مکان یابی در ربات متحرک..... ٩٦
٣-۶- مقدمه ای بر ادومتری..... ٩۶
١-٣-۶- انواع خطاهای ادومتری ٩٧
٢-٣-۶- خطاهای سیستماتیک..... ٩٧
٣-٣-۶- خطاهای غیرسیستماتیک..... ٩٧
۴-۶- بررسی عوامل خطا در ربات متحرک ٩٩
٥-۶- محاسبهٔ خطاهای ادومتری..... ١٠١
١-٥-۶- تاثیر نابرابری قطر چرخ‌ها در چرخش..... ١٠١
۶-۶- تقسیم بندی خطاهای سیستماتیک..... ١٠٢
٧-۶- محاسبهٔ خطاهای ادومتری سیستماتیک..... ١٠٢
٨-۶- دسته بندی روشهای تست ربات..... ١٠٣
٩-۶- انجام تست برروی پایه متحرک..... ١٠٣
١-٩-۶- حرکت در راستای عمود بر سطح چرخ ٢..... ١٠٥
٢-٩-۶- حرکت در راستای عمود بر سطح چرخ ٣..... ١٠۶
٣-٩-۶- حرکت در راستای عمود بر سطح چرخ ١..... ١٠٧
۴-٩-۶- حرکت در چرخش حول محور مرکزی در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت.. ١٠٩
فصل هفتم-نتایج و پیشنهادات
١-٧- نتایج..... ١١٢

۲-۷- پیشنهادات ۱۱۴
پیوست شماره۱..... ×××
پیوست شماره۲..... ×××
پیوست شماره۳..... ×××
پیوست شماره۴..... ×××

فهرست

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- ربات پرستار پرفسور اشتاین از دانشگاه میشیگان آمریکا..... ٤
شکل ۲-۱- ربات پرستار Flo ٥
شکل ۳-۱- نمونه ای از ربات پرستار برای کمک رسانی به نابینایان..... ٥
شکل ٤-۱- نمونه ای از ربات دستیار جراح..... ٦
شکل ٥-۱- نحوه عملکرد ربات دستیار جراح..... ٦
شکل ٦-۱- ربات هدایت کننده افراد نابینا..... ٧
شکل ۷-۱- نحوه هدایت ربات راهنما..... ٧
شکل۹-۱- ربات متحرک با بازو..... ٧
شکل۱۰-۱- ربات متحرک Blood Hound ٨
شکل ۱۱-۱- ربات FRIEND ٩
شکل ۱۳-۱- ربات Tou ٩
شکل ١٤-١- ربات مورد استفاده در دندانپزشکی..... ١٠
شکل ١٥-١- نمونه‌ای از ربات پرستار..... ١٠
شکل ١٦-١- نمونه‌ای از ربات پرستار..... ١٠
شکل ١٧-١- ربات MARCH ١١
شکل ١٨-١- نمونه‌ای از ربات‌های جراح ١١
شکل ١٩-١- ربات موسسه صنعتی استیونس..... ١١
شکل ۱-۲- تفاوت بین چیدمان های عرضی و طولی تختهای بیمارستان..... ٢٢
شکل ۲-۲- نحوه معماری چند اتاق مختلف در بیمارستان ٢٣
شکل ٤-۲- نمونه ای از رباتها با مکانیزم (الف) ٢٥
شکل ٥- ۲-نمونه ای از رباتها با مکانیزم (الف) ٢٦
شکل ٦-۲- نمونه ای از رباتها با مکانیزم (ج) ٢٦
شکل ۷-۲- نمونه ای از رباتها با مکانیزم (ه) ٢٦
شکل ۸-۲- نمونه ای از رباتها با مکانیزم (و) ٢٧

شکل ۹-۲- نمونه ای از رباتها با مکانیزم (ز) ۲۷
شکل ۱۰-۲- نمونه‌هایی از مکانیزم همه جهته با سه چرخ..... ۲۸
شکل ۱۱-۲- نمونه‌ای از مکانیزم همه جهته با چهار چرخ..... ۲۸
شکل۱۲-۲- نمونه‌ای از مکانیزم همه جهته با شش چرخ..... ۲۸
شکل ۱۳-۲- شماتیکی از مساحت پایداری در مکانیزمها ۲۹
شکل ١٤-۲- نحوه نصب انکدر بر روی پایه ربات ۳٤
شکل ١٥-۲- سنسورها بر روی پایه ربات..... ..... ۳٤
شکل ١٦-۲- جهت های در نظر گرفته شده برای ربات ۳۷
شکل ۱-۳- نمای ساده یک مکانیزم همه جهته سه چرخ (مکانیزم متقارن) ٤۱
شکل ۲-۳- دستگاههای مختصات تعمیم یافته ٤٤
شکل ۳-۳- چرخ سوئدی..... ..... ٤٥
شکل ٤-۳- مولفه های سرعت در چرخ سوئدی..... ٤٥
شکل ٥-۳- نمایی از بازو..... . ٤٥
شکل ٦-۳- نمودارx بر حسب زمان در مدل xثابت..... ..... ٥۹
شکل ۷-۳- نمودارy بر حسب زمان در مدل xثابت..... ..... ٥۷
شکل ۸-۳- نمودارz بر حسب زمان در مدل xثابت ٥۸
شکل ۹-۳- نمودار $\dot{\phi}_2$ بر حسب زمان در مدل xثابت..... ..... ٥۸
شکل ۱۰-۳- نمودار $\dot{\phi}_3$ بر حسب زمان در مدل xثابت..... ..... ٥۸
شکل ۱۱-۳- مقایسه بین سرعت های زاویه ای سه چرخ در دو نوع شبیه سازی..... ٥۹
شکل ۱۲-۳- مقایسه بین موقعیت پنجه ربات در صفحه ٥۹
شکل ۱۳ -۳- مقایسه بین موقعیت ارتفاع پنجه(z).. ..... ٦۰
شکل ١٤ -۳- شماتیکی از حرکت ربات در راستایY ٦۰
شکل ١٥-۳- مقایسه بین موقعیت پنجه ربات در در مدل اصلاح شده صفحه x و y..... ٦۱
شکل ١٦-۳- مقایسه بین موقعیت ارتفاع پنجه مدل اصلاح شده..... ٦۱
شکل ۱۷-۳- مقایسه بین پنجه ربات در صفحه x و y در مدل حرکت دایروی..... ٦۲
شکل ۱۸-۳- مقایسه بین ارتفاع پنجه ربات در مدل حرکت دایروی..... ٦۲
شکل ۱۹-۳- شماتیکی از حرکت ربات در راستای محیطی یک دایره..... ٦۲
شکل۲۰-۳- مقایسه بین سرعت زاویه ای چرخ های ربات در مدل اصلاح شده دایروی.... ٦۳
شکل ۲۱-۳- تغییر مکان موتور شماره۱..... ..... ٦۳

شکل۲۲ -۳- تغییر مکان موتور شماره۲ .... ٦٣
شکل ۲۳-۳- تغییر مکان موتور شماره۳..... ..... ٦٣
شکل ٢٤-۳- تغییر مکان موتور شماره٤..... ..... ٦٤
شکل ۲۵-۳- تغییر مکان موتور شماره۵..... ..... ٦٤
شکل ٢٦-۳- شماتیکی از حرکت ربات در راستای خطX-=..... ..... ٦٥
شکل ۲۷-۳- مقایسه بین موقعیت پنجه ربات در مدلx-=Yبا تغییر ارتفاع پنجه..... ٦٥
شکل ۲۸-۳- مقایسه بین ارتفاع پنجه ربات در مدل y=-x با تغییر ارتفاع پنجه..... ٦٥
شکل۲۹ -۳- شماتیکی از حرکت ربات در حرکت موازی محورxبا تغییر ارتفاع پنجه..... ٦٦
شکل ۳۰-۳- مقایسه بین موقیت پنجه ربات درمدل حرکت موازی محورxبا تغییر ارتفاع..... ٦٦
شکل ۳۱-۳- مقایسه بین ارتفاع پنجه ربات در مدل حرکت موازی محور با تغییر ارتفاع..... ٦٦
شکل۳۲ -۳- مقایسه بین موقیت پنجه ربات درمدل حرکت موازی محورy=xباتغییر ارتفاع ٦٧
شکل ۳۳-۳- مقایسه بین ارتفاع پنجه ربات در مدل حرکت موازی محور با تغییر ارتفاع..... ٦٧
شکل ٣٤-۳- مقایسه بین گشتاورهای وارد بر موتور ۱ در دو فرم شبیه‌سازی..... ٦٨
شکل ۳۵-۳- مقایسه بین گشتاورهای وارد بر موتور ۲ در دو فرم شبیه‌سازی..... ٦٨
شکل ٣٦-۳- مقایسه بین گشتاورهای وارد بر موتور ۳ در دو فرم شبیه‌سازی..... ٦٨
شکل ۳۷-۳- مقایسه بین گشتاورهای وارد بر موتور ٤ در دو فرم شبیه‌سازی..... ..... ٦٩
شکل ۳۸-۳- مقایسه بین گشتاورهای وارد بر موتور ۵ در دو فرم شبیه‌سازی..... ... ٦٩
شکل ۱-٤ نمونه‌ای از یک چرخ سوئدی..... .... ٧١
شکل ۲-٤- زمانی‌که رولرهای یک طرف چرخ درگیر هستند، رولرهای سمت دیگر از زمین فاصله دارند..... ٧٢
شکل ۳-٤ نما یی از یک چرخ سوئدی طراحی شده..... ..... ٧٣
شکل ٤-٤ نمایی از یک رولر طراحی شده..... ٧٣
شکل ۵-٤ نمای کامل چرخ طراحی شده..... ٧٤
شکل ٦-٤- سیستم تسمه پولی..... ..... ٧٦
شکل ۷-٤- سیستم حلزون و چرخ حلزون..... ..... ٧٦
شکل ۸-٤- یک حلزونی و سطح گسترش یافته جانبی آن ٧٧
شکل ۹-٤- نحوه اعمال نیروها بین حلزون و چرخ حلزون..... ..... ٧٩
شکل ۱-۵- الگوریتم ارائه شده برای تعیین ماکزیمم ظرفیت حمل بار..... ٩٢
شکل ۱-٦-نحوه قرار گیری انکدرها بر روی چرخهای ربات..... ٩٨

شکل۲-٦- افزایش «خطای بیضوی» دلیل برافزایش موقعیت غیرقطعی ادومتری..... ۹۹
شکل ۳-٦-دیاگرام سکوی یک ربات..... ۱۰۰
شکل ٤-٦- تأثیر نابرابر قطر چرخ‌ها در چرخش..... ۱۰۱
شکل ٥-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری اول..... ۱۰٥
شکل ٦-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری دوم..... ۱۰٦
شکل ۷-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری اول..... ۱۰٦
شکل ۸-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری دوم..... ۱۰۷
شکل ۹-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری اول..... ۱۰۸
شکل ۱۰-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری دوم..... ۱۰۸
شکل ۱۱-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری اول..... ۱۰۹
شکل ۱۲-٦- نحوه تغییرات تغییر مکان نهایی با سرعت سری اول..... ۱۱۰
شکل ۱۳-٦- چرخهای ربات ساخته شده..... ۱۱۱
شکل ۱٤-٦- نمایی کامل از ربات ساخته شده..... ۱۱۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

بشر برای رفع نیازهای خود مجبور است دانش های مختلفی را بکار گیرد، چه بسا که استفاده از یک رشته خاص نمی تواند او را به هدف و خواسته خود برساند. به همین دلیل علوم مهندسی هم به یاری علوم پزشکی آمده است و در بسیاری از موارد بشر را به اختراعات ارزشمندی نائل می کند. علوم مهندسی سهم وسیعی در تجهیزات و ابزارآلات پزشکی در ابعاد مختلف مانند معاینات پزشکی، تشخیص بیماری و مداوا داشته است. در این زمینه رشته های مختلف مهندسی از جمله مهندسی های مکانیک، برق، مواد و شیمی درگیر مسائل مهندسی پزشکی شده اند. امروزه بیشتر تجهیزات پزشکی را باید در واقع تجهیزات مکاترونیک نامید زیرا تلفیقی از داده های مکانیکی و الکترونیکی می باشد. یکی از این تجهیزات مکاترونیکی پدیده زندگی انسان در سالهای اخیر، ربات پرستار است که این ربات ترکیبی از مدارهای پیچیده الکترونیکی و سازه‌های دقیق مکانیکی می‌باشد و توسط مایکرو کامپیوترها کنترل می شود. یکی دیگر از این تجهیزات مکاترونیکی که پیشرفت در دسترسی به تکنولوژی در آن کاملا مشهود است ربات دستیار جراح می باشد که با افزایش دقت کار، سلامت بیمار را تضمین می کند.

همانگونه که در این فصل بیان خواهد شد، با توجه به اینکه دنیای پزشکی در حال روآوری به تکنولوژی و علوم مهندسی است، لذا برای دستیابی به این تکنولوژی لازم است گامهایی موثر برداشته شود. مطالبی که در این نوشتار آورده می‌شود گامی جهت دستیابی به قسمتی از تکنولوژی ربات‌های بیمارستانی می‌باشد. این ربات که به عنوان پرستار انجام وظیفه می‌کند قادر است وسایلی مانند دارو و وسایل آزمایشگاهی را جابجا کند.

در این فصل تاریخچه ربات‌های بیمارستانی به خصوص ربات‌های پرستار مورد بررسی قرار خواهد گرفت و سپس به بیان وظایف پرستاران پرداخته می‌شود. طبیعی است که یک ربات قادر به انجام کلیه وظایف پرستاران نمی‌باشد و تنها قادر است تعدادی از آنها را انجام دهد. در این بخش پس از تقسیم‌بندی وظایف پرستاران، کارهایی که ربات قادر به انجام آن است مشخص می‌گردد.

پس از شناسایی وظایف ربات، در فصل دوم به بررسی مکانیزم‌های موجود برای پایه ربات پرداخته می‌شود. سپس با توجه به اولویت‌بندی پارامترهای اهمیت، یک مکانیزم مناسب برای پایه متحرک انتخاب می‌شود. در انتهای فصل دوم نیز نحوه کنترل ربات در قالب یک مثال آورده می‌شود.

در فصل سوم ابتدا برای ربات مورد نظر مکانیزم پایه و بازوی مناسب انتخاب می‌شود و سپس ماتریس‌های انتقال بین مختصات تعمیم یافته بدست می‌آید و معادلات سینماتیکی و دینامیکی ربات پرستار استخراج می‌گردد. پس از یافتن این معادلات در چند مسیر مختلف، معادلات سینماتیکی و دینامیکی حل می‌شود و داده‌های ورودی موتورها یافته می‌شود. این داده‌ها به مدلی که در نرم‌افزار Working Model برای شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است، داده می‌شود و نتایج حاصل با مقادیر اولیه و تئوری که در نرم‌افزار Maple محاسبه می‌شود، مقایسه می‌گردد تا صحت مدل ایجاد شده اثبات گردد. در این فصل همچنین علل خطاهای موجود مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل چهارم ابتدا نوع چرخ‌ها، ابعاد و اتصالات آن مشخص می‌گردد، سپس طراحی اجزای مکانیکی صورت می‌گیرد. در این بخش تعدادی معیار طراحی بیان می‌شود که استفاده از مکانیزم‌های ساده، قابل تعمیر، ارزان و بادقت مناسب یکی ازاهداف طراحی این ربات به شمار می‌رود.

در فصل پنجم با توجه به معادلات استخراج شده در فصل سوم و نیز مشخصه‌های طراحی مانند گشتاور و دور موتورها، نحوه تعیین مقدار بار قابل حمل در پنجه شرح داده می‌شود. در این قسمت برای مسیرهای داده شده می‌توان مقدار بار ماکزیمم را که ربات قادر است در آن مسیر حمل کند را به‌دست آورد.

از آنجائیکه کلیه ربات های ساخته شده دارای خطاهای مختلف ساختار مکانیکی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری هستند و چون در اثر مرور زمان و کارکردن در شرایط مختلف، ممکن است از دقت

ربات کاسته شود، به همین دلیل اندازه‌گیری دقت ربات، بررسی خطاهای ناشی از حرکت ربات ، دلایل بروز خطا و روش‌های کشف و از بین بردن هریک از آنها که منجر به بررسی دقیق‌تر عوامل تعیین کننده در حرکت ربات می‌گردد، امری ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور باید ساختمان ربات، عوامل مؤثر در حرکت و محیط حرکت را بررسی نمود. در فصل ششم به بررسی انواع خطاهای ربات متحرک، عوامل هرکدام از خطاها، روشهای کشف و از بین بردن خطاها پرداخته شده است و نهایتا از بین این روش های ذکر شده، راههای مناسب جهت تست ربات طراحی شده انتخاب می شوند و مورد بررسی قرار می گیرند. فصل پایانی این نوشتار یک جمع‌بندی کلی و نتیجه‌گیری از مطالب گفته شده است.

۲-۱- مزایای یک ربات پرستار

بدون شک روآوردن انسان به ساخت ماشینهای خودکار (به عنوان مثال رباتها) دلیلی است بر مزایای پر ارزش و گرانبهای این وسایل، چه بسا آنچه عقل سلیم بدان حکم می کند، این نکته است که بشر هیچ گاه انرژی، وقت و سرمایه خود را در خدمت وسایلی قرار نمی دهد که این وقت، انرژی و سرمایه ی آنها را تلف کند. یکی از این ماشینها که آغاز یک تحول در صنعت مهندسی‌پزشکی است ربات پرستار می‌باشد. این نوع ربات باوظیفه‌ای که در قبال بیماران انجام می دهد تا حد زیادی در وقت و انرژی بیماران و پرستاران صرفه جویی می کند. استفاده از این ربات در مواردی که با بیماریهای خطرناک و مسری سرو کار داریم، علاوه بر اینکه باعث صرفه‌جویی در بکارگیری تعداد پرستاران می‌شود، سلامت و صحت پرسنل بیمارستان نیز تامین می‌کند (واضح است که بکارگیری اتوماسیون و تکنولوژی هدفی جزء ایجاد رفاه بشری را به همراه ندارد). همچنین در مواردی که نیاز یه دقت زیاد است می‌توان با استفاده از یک ربات پرستار بجای شخص پرستار دقت را دادن داروهای خوراکی و غیره افزایش داد و بدین ترتیب از بروز خطرات احتمالی ناشی از بی‌دقتی در مورد بیماران تا حد زیادی کاهش داد. استفاده از رباتهای پرستار در زمانی که یک پرستار نسبت به انجام کاری اکراه دارد، انگیزه پرستار را در انجام کارهای محوله افزایش می دهد و شادابی روحی او را در حین انجام کار تامین می کند.

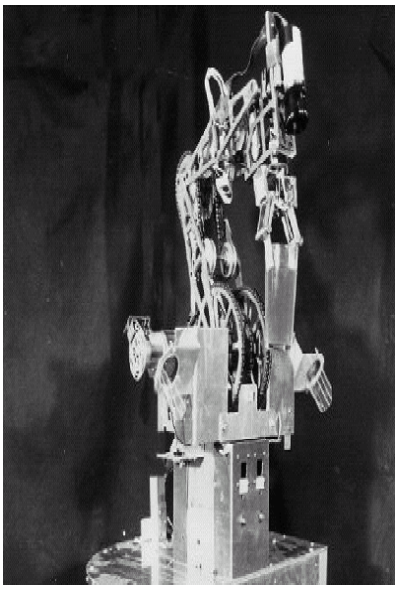
علاوه براینها رباتهای پرستار علیرغم پرستاران قادر است در شیفتهای طولانی مدت در محیط بیمارستان کار کند و در هر شبانه روز وقت بسیار کمی را جهت تعمیرات، سرویس و بازبینی استراحت می کند. یعنی اگر پرستار در هر شبانه روز فقط هشت ساعت مشغول باشد، رباتهای پرستار این شیفت کاری را تا بیست ساعت در شبانه روز افزایش می دهند (یعنی حدود ۲/۵ برابر شیفت کاری هر پرستار).

مهمترین مزیت اقتصادی و صنعتی که این گونه رباتها برای بشر به همراه دارند افزایش راندمان کاری و صرفه‌جویی زیاد در هزینه (صرفه جویی در حقوق، اضافه کاری و... پرستاران) می‌باشد بطوری که در یک تحقیق آماری که در بیمارستان دانشگاه ویرجینیا انجام شده، این مطلب نمایان می شود که شش ربات پرستار با اهداف خاص و مختلف می‌تواند بجای حدود سه پرستار انجام وظیفه کنند با توجه به اینکه استهلاک ناشی از کار کردن ربات در مقایسه با حقوق و مزایای پرستاران کم است، استفاده از این شش ربات حدود ٥٦ درصد در قیمت و هزینه صرفه‌جویی می‌کند، راندمان کاری را افزایش داده و حدود ٣٣ درصد صرفه‌جویی در وقت به وجود می‌آورد.

٣-١- نگاهی به کارهای انجام شده

یکی از خصوصیاتی که بر ارزش رباتهای پرستار می افزایند، متحرک‌بودن اینگونه از رباتها می باشد این قابلیت این امکان را به ربات می دهد که چند منظوره باشد یعنی یک ربات خاص برای چند هدف مشخص طراحی شود. وظیفه‌ای که رباتهای پرستار انجام می‌دهند یکی از پارامترهای برتری آنهاست بدین معنی که رباتی که برای یک کار ساده مانند یادآوری زمان مصرف دارو طراحی می شود به مراتب کم اهمیت‌تر از رباتی است که عملیات حمل دارو، پخش موزیک، یادآوری زمان انجام کارها و غیره را انجام می‌دهد.[٢٦]

در سال ١٩٨٦ پرفسور اشتاین از دانشگاه میشیگان آمریکا اولین ربات پرستار متحرک را ساخت. این ربات که کاملاً دستورپذیر است برای کمک به افرادی که دارای ناتوانی جسمی می باشند بکار گرفته شده است و قادر به انجام وظایف ساده ای مانند دادن لیوان آب به بیمار، روشن کردن کلیدهای الکترونیکی و تعویض نوار ویدئو می باشد (شکل١-١) .



شکل ١-١- ربات پرستار پرفسور اشتاین از دانشگاه میشیگان آمریکا [٢٦]

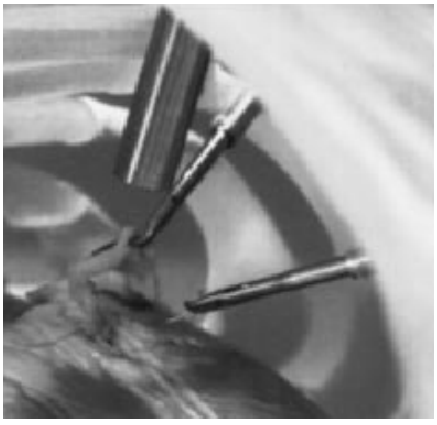
در سال ۲۰۰۰ ربات پرستاری به نام Flo در دانشگاه Carnegie Mellon آمریکا ساخته شد که وظیفه اصلی آن برطرف کردن وابستگی سالمند به پرستار است. برای اینکه این ربات در برخوردهای روزمره با افراد سالمند مشکلی ایجاد نکند، با ظاهری شبیه انسان ساخته شد به صورتی که دارای دو چشم، دو ابرو و یک لب می باشد. بر طبق گفته های گروه سازنده این ربات یکی از قابلیت‌های آن یادآوری زمان دقیق انجام کارها مانند مصرف دارو، رفتن به تختخواب و ... است. همچنین این ربات به صورت سیستم بیسیم در مواقع اضطراری با اتصال به اینترنت با پزشک فرد سالمند ارتباط برقرار می کند (شکل۲-۱).[۲ ,۱۱]

از جمله قابلیت های مهم دیگر این ربات نمایش و بیان ساعت و تقویم روز در هر زمان دلخواه، پخش موزیک و بیان موقعیت لحظه ای ربات می باشد. یک قابلیت مهم و حیرت آور این ربات که حاصل دسترنج تیم سازنده آن می باشد، قابلیت مکالمه آن با کاربر یا فرد سالمند مورد نظر می باشد. با توجه به پایگاه داده ای که در اختیار کامپیوتر قرار داده شده و در آن تعداد زیادی اصطلاح تعریف گردیده است، این ربات قادر است با کاربر خود ارتباط کلامی برقرار کند. البته این ارتباط به طور محدود می باشد و کاربر ربات باید آموزش‌های لازم برای ارتباط برقرار کردن با ربات را ببیند.

شکل ۲-۱- ربات پرستار Flo [۲]

شکل ۳-۱- نمونه ای از ربات پرستار برای کمک رسانی به نابینایان [۱۳]

شکل ٤-١- نمونه ای از ربات دستیار جراح [٥]



شکل ٥-١- نحوه عملکرد ربات دستیار جراح [٥]

همچنین سری جدید از رباتهای پرستار برای کمک به افراد نابینا در دنیا در حال طراحی و ساخت می باشد که نمونه‌ای از این ربات در دانشگاه میشیگان ساخته شده است. این ربات فرد نابینا را قادر می سازد تا از موانع خیابان عبور کرده، در مقابل چراغ راهنمایی بایستد و نیز قادر است از خطرات احتمالی برای فرد بیمار جلوگیری به عمل آورد (شکل۳-١).[١٣]

نمونه ای دیگر از این رباتها با همکاری دانشکده کامپیوتر دانشگاه Carnegie Mellon و نیز دانشکده پرستاری دانشگاه Pittsburgh آمریکا ساخته شده است. این ربات که یک ربات کمک جراح است برای کمک‌رسانی به پزشک جراح و بالابردن دقت به کار می‌رود (شکل ٤-١). شکل ٥-١ نحوه عملکرد این ربات و اعمال دقت را نشان می‌دهد.

ربات پرستار دیگری که مجددا با همکاری این دو دانشگاه ساخته شده، ربات راهنما است که افراد نابینا را راهنمایی می‌کند (شکل ٦-١). شکل ٧-١ نشان می‌دهد که چگونه این ربات به افراد در مسیریابی کمک می کند.[٥]

شکل ٦-١- ربات هدایت کننده افراد نابینا [٥]

شکل ٧-١- نحوه هدایت ربات راهنما [٥]

یک ربات متحرک که مجموعه‌ای از یک ویلچر و یک بازوی قابل کنترل است در سال١٩٩٦ توسط گروه هاپنات[٢] ساخته شده است. هدف از ساخت این وسیله کمک به افرادی است که از ناحیه دست یا پا ضعیف شده اند. این ربات سه چرخ دارای یک بازوی سه لینکی است که وزنی حدود ١٥ کیلوگرم دارد. دو چرخ محرک پایه با زاویه ١٨٠ درجه نسبت به مرکز قرار دارند و یک چرخ هرزگرد در قسمت جلو واقع است. از مشکلاتی که در ساخت این ربات وجود داشت می‌توان به بالانس نبودن آن در کلیه شرایط بازو و سرنشین اشاره کرد.[٢٠]

شکل٩-١- ربات متحرک با بازو[٢٠]

[٢].P. Hoppenot