بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده برق و کامپیوتر

گروه مکاترونیک، کنترل و قدرت

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک

طراحی مسیر سریع ربات متحرک

نگارنده: محمد هادی مبینی

استاد راهنما:

دکتر ساسان آزادی

آبان ماه ۱۳۹۰

تقدیم به شور زندگی‌ام، مادرم

تقدیم به شعور زندگی‌ام، پدرم

تقدیر و تشکر

میدانم در آنچه بدان دست یافته‌ام کوچک‌ترین سهمی نداشته‌ام، زمانی که الطـاف و عنایـات خداونـد متعال و بندگان صالحش از خاطرم می‌گذرد ،در قبال الطاف آن یگانه گیتی و بهترین نعمت‌هایش پدر و مادر که تمام وجودم از آن اوست حتی زبان هم برای سپاس ناتوان است، اما تشـکر، کوچـک‌تـرین واژه برای پاسخ به زحمات و لطف‌های بی‌شائبه دوستانی است که شور دانش را در سر و شور عشـق را در قلب آدمی می‌آفرینند. نهایت امتنان را تقدیم به آنانی دارم که در تمام مراحـل زنـدگی دسـتگیرم بوده‌اند. علم را آموخته‌ام تا انسان گونه بکار گیرم و خلیفه‌ای باشم شایسته، برای دم مسیحایی حضرت حق در کائنات. قلبم را سرشار از دوست داشتن داشته‌ام و با خود عهد نمودم تا قلبم را جز به راه حق، نفرسایم.

بر خود لازم می‌دانم از کلیه همکلاسی‌هایم در دروه کارشناسی ارشد، که بیش از یک همکلاسی برایم بوده‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم. مهندسان علی اکبر نجف زاده، میکائـل آغاجریان،رضـا حفظ‌الرضایی، صادق مهدی زاده، امیر میرجلیلی، محمد رضوی و سید رضا ابراهیمی‌پور را که همـواره برایم فراتر از ***دوست*** بوده‌اند، سپاس می‌گویم. تشکر ویژه خـود را بـه مهنـدس مجتبـی مـرادی کـه برادرانه در کنارم بودند تقدیم می‌دارم و از استاد ارجمند جناب آقای دکتر آزادی که صبورانه در ایـن مسیر همچون پدری مهربان مرا یاری نمودند کمال سپاس را دارم.

چکیده

ربات‌ها به خاطر قابلیت بالایشان در سرعت و دقت، و همچنین به خاطر به صرفه بودن آنها در کارهای تکراری، به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از اواسط دهه ۶۰ قرن بیستم میلادی، با ورود کامپیوترهای دیجیتال به عرصه علم و زمانی که علم کنترل به صورت علمی مستقل مطرح گردید ، بیشتر علوم بشری به سمت رباتیک همگرا شدند. طراحی مسیر یکی از مهم‌ترین موضوعات در رباتیک است که به عنوان کنترل سطح بالا برای حرکت روبات در نظر گرفته می‌شود. روش‌های مختلفی برای حل مسایل طراحی مسیر پیشنهاد شده‌اند. اما این روش‌ها در عمل کارایی بالایی از خود نشان ندادند، که علت آن حجم بالای محاسبات بود و برای حل این مشکل راهکارهای متعددی مورد استفاده قرار گرفت اما موثرترین آنها استفاده بیشتر از داده‌های تصادفی بود. در این میان روش درخت کاوشگر تصادفی سریع(RRT)، بهترین روش برای یافتن مسیر هندسی و روش منحنی بیزیر (Bezier) بهترین روش برای طراحی مسیر سینماتیکی و اعمال قیود ناهولونومیک هستند. در این پایان نامه علاوه بر ترکیب این دو روش برای طراحی مسیر در محیط ایستا، که سرعت بسیار بیشتری نسبت به روش‌های موجود دارد، روشی برای طراحی مسیر در محیط دینامیک نیز ارائه شده است که با تقریب خوبی موانع متحرک را رد می کند. در نهایت مسیر طراحی شده بهینه می‌گردد. شبیه سازی‌ها در دو محیط برنامه نویسی متلب (MATLAB) و دلفی (DELPHI) پیاده شده است.

فهرست

۱ مقدمه و تاریخچه تحقیق‘		**۳**
۱.۱	**مقدمه**	**۳**
۱.۲	**هدف پایان نامه**	**۷**
۱.۳	**انواع روبات**	**۸**
۱.٤	**مساله کنترل و طراحی مسیر**	**۱۰**
۱.۴.۱	رابطه بین طراحی و کنترل مسیر	۱۰
۱.۴.۲	تقسیم‌بندی مساله طراحی مسیر	۱۱
۱.۵	**پارامترهای طراحی مسیر**	**۱۲**
۱.٦	**تاریخچه طراحی مسیر**	**۱۳**
۲ سیر تاریخی طراحی مسیر هندسی		**۲٤**
۲.۱	**فضای کاری**	**۲٤**
۲.۲	**فضای آرایشی**	**۲۵**
۲.۲.۱	مثال های ساده ای از فضاهای آرایشی	۲٦

۲.۳ معرفی اجزاء طراحی مسیر ۲۸

۲.٤ مساله طراحی مسیر هندسی ۲۹

۲.۵ مروری جامع بر طراحی مسیر هندسی ۳۰

۲.۵.۱ روش نقشه مسیر ۳۲

۲.۵.۲ سلول بندی ۳٤

۲.۵.۳ میدان پتانسیل ۳۷

۲.۵.۴ روش‌های ابتکاری ۳۹

۳ سیر تاریخی طراحی مسیر سینماتیکی ٤۲

۳.۱ طراحی مسیر بر اساس مدل سازی ٤۲

۳.۲ مدلسازی سینماتیکی مسئله ٤۳

۳.۳ انجام طراحی مسیر سینماتیکی ٤٤

۳.۳.۱ طراحی مسیر سینماتیکی با اعمال قیود ٤۵

۴ روش پیشنهادی ۵۳

٤.۱ درخت کاوشگر تصادفی سریع RRT ۵۳

۴.۱.۱ الگوریتم جست‌وجو ۵٤

۴.۱.۲ روش پیدا کردن نزدیکترین نقطه ۵۵

۴.۱.۳ استفاده از درختان برای برنامه ریزی ۵۷

٤.٢	**روش بیزیر**	**٦٠**
۴.۲.۱	طراحی مسیر در محیط دینامیک	٦٢
٤.٣	**کنترلر**	**٦٦**
٤.٤	**مکانیزم عملکرد روش پیشنهادی**	**٦٨**
٥ شبیه سازی و نتایج		**٧٤**
٥.١	**شبیه سازی در محیط ایستا**	**٧٤**
٥.٢	**شبیه سازی در محیط دینامیک**	**٧٨**
٥.٣	**نتایج پژوهشی**	**٨٥**
٦ نتیجه گیری		**٨٧**
٦.١	**پیشنهاد برای کارهای آینده**	**٨٨**
٧	**پیوست**	**٨٩**
٨	**مراجع**	**٩٠**
٨.١	**واژه نامه**	**١٠٠**

فهرست شکل‌ها

شکل ۱ ـ ۱ بازوی ماهر رباتیکی (دارای دو بازو با ۱۷ درجه آزادی)(۵) ٤

شکل ۱ ـ ۲ طرح کنترل دو درجه آزادی(۲۱) ۱۰

شکل۱ ـ ۳ طبقه بندی روش‌های طراحی مسیر(۷۳) ۱۱

شکل ۱ ـ ٤ روش‌های کلی برای طراحی مسیر ۱۲

شکل ۱ ـ ۵ روشهای کلی برای طراحی مسیر(۷۳) ۱٤

شکل ۱ ـ ٦ اولین ربات متحرک ربات SHAKEY(۳۷) ۱۵

شکل ۱ ـ ۷ کاهش ربات به یک نقطه ۱٦

شکل ۱ ـ ۸ تقسیم بندی روشهای طراحی مسیر هندسی(۷۳) ۲۱

شکل ۲ ـ ۱ فضای آرایشی یک ربات صلب مثلثی شکل ۲٦

شکل ۲ ـ ۲ ربات دو لینکی ۲۷

شکل ۲ ـ ۳ فضای آرایشی ربات دو لینکی زاویه ای ۲۷

شکل ۲ ـ ٤ گراف قابل دید ۳۳

شکل ۲ ـ ۵ دیاگرام ورونی(٤۸) ۳٤

شکل۲ ـ ٦ سلول بندی دقیق(٤۸) ۳۵

شکل ۲ ـ ۷ فضای آزاد در روش سلول بندی ۳٦

شکل ۲ ۸ روش سلول بندی تقریبی(٤٨) ٣٦

شکل ۲ ۹ مدلسازی با استفاده از مفهوم میدان پتانسیل(٧٣) ٣٨

شکل ۲ ۱۰ روش میدان پتانسیل و پتانسیل های جاذب و دافع(٣٠) ٣٩

شکل ۳ ۱ چرخ های استاندارد (سوئدی، یونیورسال، کستر،آفست،زاویهدار و ثابت) ٤٣

شکل ۳ ۲ مدل روبات شبه ماشین ٤٤

شکل ۳ ۳ نمونه مسیر مناسب طراحی شده ٤٧

شکل ۳ ٤ پلت فرمهای معمول برای روبات متحرک، چرخ دیفرانسیلی(چپ)، شبه ماشین(راست) ٤٨

شکل ۳ ٥ روبات شبه ماشین ٤٨

شکل ۳ ٦ روبات دو چرخ ٤٩

شکل ٤ ۱ الگوریتم پایه برای ساخت RDTS در زمانی که هیچ مانعی وجود ندارد (٤٩) ٥٣

شکل ٤ ۲ (الف) یک پیکر بندی در S. (ب) اتصال A(I) به نزدیکترین نقطه در S (٤٩) ٥٤

شکل٤ ۳ دسترسیRRT به بخش های ناشناخته در اوایل تکرار. (٤٩) ٥٤

شکل ٤ ٤ رشد لبه تا مرز مانع.(٤٩) ٥٤

شکل ٤ ٥ ایجاد راس های میانی برای چک کردن عدم برخورد (٤٩) ٥٦

شکل ٤ ٦ تک درخت کاوشگر ٥٨

شکل٤ ۷ درخت کاوشگر دو طرفه ٥٨

شکل ٤ ۸ نمونه یک منحنی بیزیر صفحه ای و فضایی و نقاط کنترل آنها ٦١

شکل ٤ ٩ مسیر طراحی شده توسط روش بیزیر ٦١

شکل ٤ ١٠ مانع سرعتی و تقریب آن با استفاده از یک بیضی ٦٣

شکل ٤ ١١ نمونه یک مانع دینامیکی تقریب زده شده با بیضی ٦٤

شکل ٤ ١٢ الگوریتم ارائه شده برای طراحی مسیر بلادرنگ ٦٥

شکل ٤ ١٣ عملکرد کنترل حلقه بسته پیگیری مسیر ٦٧

شکل ٤ ١٤ نمونه‌ای ازمسیر نامطلوب روش‌های پیشین، مسیر جدید در خلاف امتداد مسیر قبلی ٦٩

شکل٤ ١٥ فلوچارت روش پیشنهادی ٧٠

شکل٤ ١٦ نمونه ای از منحنی و نحوه احتمال پذیرش نقاط تصادفی توزیع شده بر اساس FITNESS ٧١

شکل٤ ١٧ نحوه توزیع نقاط در اطراف منحنی بر اساس تابع احتمال ٧٢

شکل ٥ ١ طراحی مسیر در محیط استاتیک با روش پیشنهادی(سمت چپ) و روشRRT (سمت راست) ٧٤

شکل ٥ ٢ طراحی مسیر در محیط مارگونه ٧٦

شکل ٥ ٣ طراحی مسیر در محیط ایستا برای تکه‌های مسیر ٧٧

شکل ٥ ٤ طراحی مسیر در محیط دینامیک ٨٠

شکل ٥ ٥ طراحی مسیر در محیط با دو مانع دینامیک ٨٣

لیست علائم و اختصارات

فضای آرایشی	$C-space$
فضای موانع	C-obstacle (C_{obs})
فضای برخورد	$C_{contact}$
موقعیت یا آرایش (مکان و جهت)	Configuration
فضای آزاد	C_{free}
موقعیت ربات	$A(q)$
فضای دو بعدی	$W = R^2$
موقعیت یک شیء	O
موقعیت اولیه ربات	$q_0 \in C_{free}$
موقعیت هدف	$q_G \in C_{free}$

فصل اول

مقدمه و تاریخچه تحقیق

۱ مقدمه و تاریخچه تحقیق

۱.۱ مقدمه

رباتیک علم اتوماتیک کردن حرکت و انجام عمل بوده و امروزه در گستره وسیعی از زندگی بشر، به خصوص در انجام کارهای تکراری که نیاز به دقت و سرعت بالا دارند و یا به قدرت بالا نیازمند هستند وارد شده است، به گونه‌ای که اغلب دانشمندان جهان، آینده‌ای بدون رباتیک را نمی‌توانند متصور شوند و پیشرفت‌های علمی، صنعتی و نظامی را در گرو پیشرفت علم رباتیک می دانند(۱). مفهوم رباتیک و استفاده از ربات‌ها بیشتر از طریق کتاب‌ها و فیلم‌های علمیِ تخیلی به ذهن بشر که همواره به‌دنبال به‌خدمت گرفتن تمامی ابزارآلات برای سهولت بخشیدن به زندگی خود بود، راه یافت. اما توسعه صنعت و به‌وجود آمدن مسائل مادی و رفاهی، در کنار انگیزه‌های متفاوت علمی، صنعتی و نظامی سبب ایجاد پیشرفت‌های چشم‌گیری در این تخیل انسانی گردید. به‌طوری که امروزه ربات‌ها در انجام بسیاری از کارهای سخت و دشوار و تکراری که باید بدون خستگی و با دقت و سرعت بالا انجام شود جایگزین انسان‌ها شده‌اند و زندگی امروزی بشر را هرگز نمی‌توان عاری از رباتیک تصور نمود. قابلیت برنامه‌ریزی، کار در محیط‌های خطرناک، داشتن قابلیت حرکت و مهارت بیشتر نسبت به ماشین‌های ابزار، کنترل از راه دور و هوشمندی، مزیت‌های بسیار مهمی است که باعث افزایش کاربرد ربات‌ها در صنایع مختلف گردیده است. از سوی دیگر ساخت تولیدات با کیفیت و ظرافت بالاتر و تلورانس‌های پایین و هم‌چنین کاهش زمان تولید، موجب می‌گردد تا ربات‌ها با دقت و سرعت بیشتری حرکت و پیشرفت کنند.

کارل کپک[1] ،نمایش‌نامه‌نویس اهل چکسلواکی در سال ۱۹۲۰ برای نخستین بار کلمه ربات را در نمایش طنز خود خلق کرد و برای نام گذاری ماشین‌هایی که شبیه انسان هستند اما بدون خستگی کار می‌کنند، مورد استفاده قرار داد(۲).

کلمه ربات می‌تواند مفاهیم مختلفی را بسته به متن مورد نظر در ذهن خواننده، ایجاد نماید. در صنعت کلمه ربات اغلب، به معنی بازوی مکانیکی ماهر[2] یا بازوی رباتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک نمونه از ربات صنعتی در (شکل ۱ ۱) نمایش داده شده است. هر چند اجزا مختلف روبات می‌توانند به شکل‌های مختلفی چون لغزش ویا دوران در کنار هم حرکت کنند اما اغلب بازوهای رباتیکی، مفصلی بوده و تقریبا شبیه به بازوی انسان هستند. این اعضا می‌توانند مطابق با برخی از ویژگی‌های استخوان‌بندی انسان مانند قفسه سینه، بازو و ساعد نامگذاری شوند، در حالی که مفصل‌ها نیز مطابق با شانه، آرنج و مچ نام‌گذاری می شوند(۳). در انتهای بازوی رباتیکی یک پنجه[3] وجود دارد، که همچنین ابزار، گیره یا دست نیز نامیده می شود(۴). تمامی عملیاتی که در صنعت توسط روبات‌ها انجام می‌شود توسط پنجه انجام می‌گیرد. بنابر این شاید بتوان گفت که نگرش به اجزاء ربات، نگرشی بر اندام انسانی باشد(۵).

شکل ۱ ۱ بازوی ماهر رباتیکی (دارای دو بازو با ۱۷ درجه آزادی)(۵)

[1] Karel Capek

[2] Manipulator

[3] End-Effector

اگر بخواهیم تعریف جامعی از ربات ارائه کنیم، شاید بتوان گفت که: ربات، یک وسیله مکانیکی کنترل‌پذیر توسط نرم‌افزار است که از حسگرها و دوربین‌ها جهت هدایت یک پنجه در طول مسیر برنامه‌ریزی شده در یک محیط کاری، استفاده می‌نماید(۲).

تحرک به طراحی حرکت خودکار و هوش مصنوعی نیازمند است. انجام وظایفی همچون جوشکاری نقطه‌ای، رنگ پاشی ، جابجایی مواد و مونتاژ قطعات به صورت خودکار نیاز به طراحی مسیر دارند (۶). در محدوده‌ای وسیع‌تر طراحی مسیر حرکت در جاگذاری بردهای مدار چاپی، بازرسی و تعمیر در محیط‌های هسته‌ای، زیردریایی و حتی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد(۷). در ابتدا طراحی مسیر توسط انسان صورت می‌گرفته، اما با ورود رابط‌های هیدرولیک ، الکتریک و بعدها پنیوماتیک ، روبات‌های اولیه توسط چند شرکت مانند جنرال میلز یا جنرال الکتریک در سال ۱۹۴۹ ساخته شدند(۸). با ورود کامپیوتر و توسعه ماشین‌ابزارهای محاسبات عددی (CNC)، اولین روبات قابل برنامه ریزی توسط جورج دوول[۱] در سال ۱۹۵۴ ساخته شد. در سال ۱۹۷۹ روبات SCARA در ژاپن و سپس در ایالات متحده معرفی گردید.از این پس تلاش برای طراحی مسیر و خودکار سازی روبات بیشتر شد. طراحی مسیر در روباتیک، اجرای حرکت روبات از مبداء به مقصد بدون برخورد به مانع می‌باشد(۹) . بدین ترتیب آنچه سبب رشد سریع علم رباتیک گردید، پیوند آن با هوش مصنوعی جهت خودکار سازی ربات بود. تعریف هوشمندی نیز همواره محل اختلاف دانشمندان بوده است، اما شاید تعریف زیر را بتوان تعریفی با بیشترین اتفاق نظر دانست(۴) :

هوشمندی[۲] عبارتی است که عموما برای حیوانات و انسانها وبه تازگی برای ماشین‌ها نیز بکار رفته است(۱۰). اما هوشمندی چیست؟

هوشمندی، قابلیت بسیار جامع ذهنی شامل: توانایی استدلال کردن، برنامه‌ریزی، حل نمودن مسایل، تفکر مستقل، اندیشیدن در ایده‌ای پیچیده، یادگیری سریع و یادگیری از تجربیات، می‌باشد(۱۱) .

---

[۱] George Devol

[۲] Intelligence

زمانی که صحبت از ماشین هوشمندبه میان می‌آید، اولین چیزی که به ذهن‌انسان می‌رسد، ربات‌ها هستند. در حقیقت، ربات‌ها برای این که در اجرای بسیاری از وظیفه‌های تکراری و پرزحمت مانند عملیات‌های برداشتن و گذاشتن[1] در کارخانه‌های ساخت و تولید، جایگزین انسان‌ها شوند ساخته شده‌اند. بهرحال، ربات ها بر پایه یک رفتار برنامه‌ریزی شده عمل می‌نمایند و نباید در یک محیط کاملا کنترل شده به عنوان ماشین‌های هوشمند در نظر گرفته شوند. در نتیجه ربات‌ها باید به هوشمندی مجهز شوند تا بتوانند در محیط‌های نامشخص، بیشتر مورد استفاده قرار گیرند.بنابر این منظور از هوشمندی این است که ماشین قادر باشد به صورت خودکار به محیط خود عکس‌العمل نشان دهد. عکس‌العمل به محیط شامل دو عمل فراگیری از محیط و تطبیق با تغییرات آن می‌باشد. این مهم‌ترین وجه تمایز بین ماشین‌های عادی و ماشین‌های هوشمند می‌باشد(۱۲). با گسترش علم رباتیک و وارد شدن ربات در عرصه‌های مختلف، محدودیت روبات‌های صنعتی بیش از پیش برای انسان نمایان گردید. ثابت بودن پایه‌ی روبات‌های صنعتی مانع انجام کار در ناحیه ای خارج از فضای کاری روبات می‌شود، این محدودیت دانشمندان را بر آن داشت که به فکر ساخت روبات‌های متحرک، که هم ابعاد کوچک‌تر و هم کارایی بالاتری داشته باشند انداخت. به‌این ترتیب روبات‌های متحرک پا به عرصه وجود گذاشته و مراحل تکامل را در کنار روبات‌های صنعتی طی می‌نمایند. مساله هوشمندی و حرکت در محیط‌های ناشناخته برای روبات‌های متحرک از اهمیت خاصی برخوردار است.

تعدادی از تکنیک‌های هوشمندی ماشینی برای معرفی آموزش در ماشین‌ها، به عنوان مثال، آموزش تقلیدی(۱۳) و آموزش تقویتی (۱۴)توسعه داده شده‌اند. برای آموزش ربات، محققان یک روش چند آموزشی که امکان استفاده بیشتری نسبت به تکنیک‌های آموزشی منفرد را داراست پیشنهاد نموده‌اند (۱۵). به علاوه، زمینه‌های مختلف تحقیق در رباتیک که شامل کنترل و ردگیری مسیر حرکت ربات (۱۶)، و طراحی

[1] Pick-and-Place Operations

و ادراک ربات است (۱۷)، به خوبی استفاده از تکنیک‌های محاسباتی نرم[۱] برای سیستم‌های رباتیکی هوشمند، هدایت شدند(۱۸).

یکی از مهم‌ترین زمینه‌ها برای خودکار سازی، توانایی تصمیم‌گیری و حرکت خودکار ربات از بین موانع مختلف، بدون برخورد با آنها می‌باشد. یکی از این توانایی‌ها در ربات، توانایی تشخیص بهترین مسیر برای حرکت بسمت هدف می باشد، که طراحی مسیر[۲] نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، طراحی مسیر را می‌توان یک عامل راهنمای ربات از مبداء به موقعیت مقصد تا زمانی که از برخورد با تمامی موانع جلوگیری نماید، در نظر گرفت(۱۹). در مرحله بعد تلاش می‌گردد که روبات در راستای مسیر طراحی شده با کم‌ترین خطا حرکت نماید.

مساله پایه در طراحی مسیر، مساله حرکت دهنده پیانو[۳] است(۲۰). این مساله نحوه حرکت یک پیانو از یک اتاق به اتاقی دیگر در یک خانه، را بدون برخورد با هرگونه جسمی بررسی می‌نماید. با توجه به کاربردهای متنوع طراحی مسیر در زمینه‌های نظامی، پزشکی، انیمیشن و بازی‌های کامپیوتری، چیدمان ماشین‌آلات در کارخانه، نمونه سازی مجازی، رباتیک و بسیاری زمینه‌های دیگر، بررسی طراحی مسیر در طبقه بندی‌های متفاوتی دنبال گردید و با توجه به این طبقه بندی‌های متفاوت، راه‌حل‌های مختلفی نیز برای این‌گونه مسایل ارائه شده است.

۱.۲ هدف پایان نامه

یکی از اهداف این پایان‌نامه، بررسی جامع طراحی مسیر و انواع روش‌های آن می‌باشد. در این زمینه تلاش شده است تا سیر تاریخی طراحی مسیر به صورت کامل بررسی شده و انواع روش‌های طراحی مسیر هندسی ارائه شده شرح داده شود و با توجه به اهمیت طراحی مسیر در محیط‌هایی با موانع متحرک، روش‌هایی که برای طراحی مسیر بلادرنگ مورد استفاده قرار گرفته اند بیان گردد. هرچند دشواری بسیار زیاد سبب

---

[۱] Soft Computing

[۲] Path Planning

[۳] Piano Mover's Problem

کاهش سرعت پیشرفت این موضوع بسیار مهم شده است. در این زمینه، سرعت طراحی مسیر برای متخصصان بسیار حائز اهمیت است و هم‌چنین بلادرنگ بودن طراحی مسیر برای محیط ناشناخته با موانع متحرک بسیار مورد توجه است. هرچند این دو موضوع بسیار نزدیک و وابسطه به یک‌دیگر هستند اما دو زمینه کاری متفاوت را ایجاد کرده‌اند. در ادامه در این پژوهش با الگو برداری از نحوه حرکت انسان در محیط های شلوغ با وجود موانع متحرک، الگوریتمی سریع برای طراحی مسیر و گذر از موانع متحرک ارائه گردیده است. سپس سعی شده تا با استفاده از الگوریتم ارائه شده، طراحی مسیر به صورت بلادرنگ برای روبات متحرک صورت گیرد و در نهایت روبات همانند انسان برای گذر از موانع اقدام نماید.

در ادامه، سیر تاریخی طراحی حرکت و طراحی مسیر به صورت کامل گردآوری شده و شرح داده می‌شود. در این فصل انواع تقسیم بندی‌های طراحی مسیر و انواع روش‌های طراحی مسیر هندسی توضیح داده می‌شود. در فصل دوم روش درخت رشد کننده سریع تصادفی[1] ، مفاهیم پایه مربوط به طراحی مسیر، علائم بکار رفته و هم‌چنین منحنی بیزیر[2]به تفصیل بیان می‌گردد. سپس مدل‌سازی انواع ربات‌ها و پیاده‌سازی الگوریتم، با توجه به روش حل آن تبیین می‌گردد. در فصل سوم نیز الگوریتم پیشنهادی برای مسایل متفاوت دوبعدی شبیه‌سازی شده و نتایج آن ارائه می‌گردد.

۱.۳ انواع روبات

بسته به نوع کاربرد روبات‌ها برای انجام کار در محیط‌های صعب‌العبور یا مکان‌هایی که برای انسان خطرناک هستند و یا مکان‌هایی که انسان قادر به حفظ کیفیت خود نیست می‌توان ربات‌ها را به دسته‌های مختلفی تقسیم نمود که عبارتند از:

۱. بازوی رباتیکی ماهر (Manipulator): از لحاظ تحلیل حرکت، دینامیک حرکت این نوع ربات کاملا بر دینامیک حرکتی انسان منطبق است و دارای یک پایه ثابت است و در محیط‌های محدود اطراف پایه

[1] Rapidly exploring Random Tree(RRT)

[2] Bezier Curve

خود فعالیت می‌نماید. البته فضای قابل دسترسی برای این نوع ربات بسته به طول اعضاء ، مفاصل و نحوه ارتباط‌شان است.

۲. ربات متحرک (Mobile Robot): مشخصه مهم این دسته از ربات‌ها، توانایی حرکت این نوع از ربات‌هاست که خود به سه دسته مختلف تقسیم می‌شوند:

۲.۱.ربات‌های متحرک چرخ‌دار (Wheeled Mobile Robot): مانند "AGV ها" که در کارخانجات صنعتی بیشتر برای جابجایی اجسام بکار می‌روند.

۲.۲. ربات‌های راه‌رونده (Walking robot): این نوع از ربات‌ها دارای قدرت مانور بالایی بوده و قادرند در محیط‌های با پیچیدگی بالا حرکت نمایند. مهمترین ایراد این دسته از ربات‌ها عدم پایداری معادلات‌شان است.

۲.۳.روبات‌های خزنده (Sliding robot): این نوع از روبات‌ها دارای قدرت مانور بالایی هستند اما کنترل این نوع از روبات‌ها دشوار است. این نوع از روبات از نیروی اصطکاک برای جابجایی استفاده می‌نماید

۳. میکرو ربات (Micro Robot): این دسته از ربات‌ها اندازه‌های بسیار کوچکی داشته و اغلب برای مصارف پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعضی از میکرو ربات‌ها مانند توربین عمل نموده و انرژی خود را از خون می‌گیرند.

ربات متحرک را می‌توان وسیله‌ای نامید که می‌تواند حس کند و در یک محیط در مقابل محرک‌های گوناگون عکس‌العمل نشان داده و بتواند بدون دخالت عامل بیرونی (انسان) و یا دخالت محدود، در محیط فیزیکی حرکت نماید.

.