دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

دینامیک و کنترل جابجایی جسم توسط یک ربات تک‌چرخ کروی با بازو

استاد راهنما:

دکتر سید علی‌اکبر موسویان

نگارنده:

پویا عسگری

تابستان ۱۳۹۱

تاییدیه هیئت داوران جلسه دفاع از پایان نامه

هیات داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان **دینامیک و کنترل جابجایی جسم توسط یک ربات تک‌چرخ کروی با بازو** توسط آقای **پویا عسگری**، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی مورد تایید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنما: دکتر سید علی اکبر موسویان امضا:

۲-استاد ممتحن داخلی: دکتر سید حسین ساداتی امضا:

۳-استاد ممتحن خارجی: دکتر مهدی علیاری امضا:

۴-نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر سید حسین ساداتی امضا:

تاییدیه صحت و اصالت نتایج

اینجانب پویا عسگری به شماره دانشجویی ۸۹۰۱۹۱۴ دانشجوی رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تایید می‌نمایم که کلیه نتایج این پایان نامه حاصل کار اینجانب و بدون دخل و تصرف است و موارد نسخه برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی و ...) با اینجانب رفتار خواهد شد. در ضمن، مسئولیت هر گونه پاسخ گویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذیصلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسندگان آن می‌باشد. بهره برداری از این پایان نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌گردد، بلامانع است:

- بهره برداری از این پایان نامه برای همگان و با ذکر منبع، بلامانع است.
- بهره برداری از این پایان نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما و با ذکر منبع، بلامانع است.
- بهره برداری از این پایان نامه تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد راهنما:

امضا و تاریخ:

قدردانی

نخست سپاس بر آفریننده بی‌همتا که توان آموختن و پژوهش را بر من ارزانی داشت. هم او که به هنگام سختی‌ها، نومیدی‌ها را از من دور کرد تا از ناکامی‌ها پلی به سوی کامیابی‌ها بسازم. بر خود لازم می‌دانم قبل از هر چیز از زحمات دلسوزانه و مساعدت‌های جناب آقای دکتر سید علی اکبر موسویان و حمایت‌های بی دریغ ایشان تشکر و قدردانی نمایم. بی شک اگر راهنمایی‌های ارزنده ایشان نمی‌بود، این پروژه به فرجام نمی‌رسید. همچنین وظیفه خود می‌دانم از همراهی دکتر پیام زرافشان و مهندس مجید خدیو در تمامی مراحل این پایان نامه تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

ربات‌های چرخ‌دار ربات‌هایی هستند که با استفاده از حرکت چرخ‌هایشان، که توسط موتور تحریک می‌شود، بر روی زمین حرکت می‌کنند. این ربات‌ها دارای طراحی ساده‌تری نسبت به ربات‌های انسان‌نما می‌باشند و استفاده از چرخ امکان حرکت ساده‌تری را روی سطوح مسطح و نه خیلی ناهموار برای آن‌ها فراهم می‌کند. ربات تک‌چرخ کروی از جمله ربات‌های چرخ‌دار می‌باشد که بدلیل قاعده‌ی کوچک و دارا بودن چرخ کروی، دارای قابلیت حرکتی مطلوب‌تر و مانورپذیری بالا بدون نیاز به فضای وسیع حرکتی می‌باشد. یکی از معایب این ربات نداشتن بازو جهت برداشتن و حمل جسم می‌باشد. همچنین، وجود مفاصل غیرفعال بر روی بدنه این ربات، حرکت همراه با لرزش را ناشی می‌شود که در این پایان‌نامه سعی شده است تا بر این مشکلات غلبه گردد.

در این پژوهش پس از بیان مقدمه‌ای از ربات‌های چرخ‌دار و مفاهیم و تعاریف اولیه، به طراحی یک ربات تک‌چرخ کروی پرداخته می‌شود. این طراحی به نحوی صورت می‌پذیرد که ملاحظات ساخت این ربات را نیز دربر بگیرد. مقایسه دو طرح مختلف و افزودن پایدارساز برای حفظ پایداری ازجمله فعالیت‌های مهم در این قسمت بوده است. از آنجاییکه، ربات تک‌چرخ کروی توانایی برداشتن و حمل جسم را ندارد، پس با افزودن یک بازوی سه درجه به این ربات، سه مفصل اول ربات پوما، چنین قابلیتی برای سیستم فراهم می‌گردد. ارائه‌ی یک مدل دینامیکی صحه گذاری شده به منظور بدست آوردن نحوه ارتباط و تاثیر درجات آزادی سیستم بر یکدیگر و بهره‌گیری در کنترل سیستم، یکی از هدف‌های اصلی دیگر این پایان‌نامه می‌باشد.

حفظ پایداری ربات‌های پایه متحرک در حین انجام یک عملیات مشخص، بسیار مهم می‌باشد. از سویی وجود مفاصل غیر فعال در این سیستم، حرکت مجری نهایی در حین حفظ پایداری را بسیار دشوار می‌سازد که با افزودن پایدارساز به‌عنوان راه‌کاری برای پایداری، این مشکل برطرف گشته است. این پایدارساز یک پاندول دو درجه آزادی می‌باشد که با بازو بصورت موازی قرار گرفته است تا جابجایی آن تاثیری روی مجری نهایی نداشته باشد و بازو بتواند آزادانه وظیفه خود را ایفا کند. در نهایت شبیه سازی‌های کنترلی انجام شده در انتهای این تحقیق، بررسی صحت نتایج بدست آمده را نشان می‌دهد.

فهرست

فهرست شکل ها ..... ک

فهرست جدول ها ..... ن

فهرست علائم ..... س

فصل ۱ مقدمه **۱**

۱-۱ تاریخچه ربات ۱

۱-۲ تعریف ربات ۲

۱-۲-۱ ساختار عمومی یک ربات ۲

۱-۳ سیر تکاملی ربات ها ۳

۱-۴ ربات های چرخ دار ۵

۱-۴-۱ انواع چرخ های ربات ۶

۱-۴-۲ انواع ربات های چرخ دار ۶

۱-۵ سیستم های با کمبود عملگر ۷

۱-۵-۱ جفت شدگی دینامیکی ۸

۱-۵-۲ مدل سازی بازوهای مکانیکی با کمبود عملگر ۸

۱-۵-۳ طراحی مسیر سیستم با کمبود عملگر ۸

۱-۵-۴ کنترل بازوهای مکانیکی با کمبود عملگر ۹

۱-۶ ربات تک چرخ کروی ۹

۱-۶-۱ اجزای ربات تک چرخ کروی ۱۰

۱-۶-۲ مکانیزم حرکتی ۱۱

۱-۷ معادلات دینامیکی ۱۳

۱-۷-۱ روش تحلیلی لاگرانژ برای بدست آوردن معادلات دینامیکی ۱۳

۱-۷-۲ مدل سازی ربات تک چرخ کروی ۱۵

۱-۸ کنترل ۱۵
۱-۸-۱ کنترل ربات تک چرخ کروی ۱۶
الف) کنترل کلاسیک ۱۷
ب) کنترلر مد لغزشی ۱۷
ج) کنترل فازی ۱۷
د) کنترل ترکیبی ۱۷
۱-۹ طراحی مسیر ربات کروی ۱۸
فصل ۲ طراحی ربات تک چرخ کروی ۱۹
۲-۱ مقدمه ۱۹
۲-۲ اصول طراحی ۲۰
۲-۳ معرفی ربات ۲۱
۲-۴ طراحی سیستم ۲۱
۲-۴-۱ موتور ۲۱
۲-۴-۲چرخ کروی ۲۳
۲-۴-۳ بدنه و پایه ها ۲۳
۲-۵ طرح ابتدایی ۲۴
۲-۶ طرح نهایی ۲۵
۲-۷ پایدار ساز ۲۶
۲-۷-۱ موتور پاندول پایدارساز ۲۷
فصل ۳ مدل سازی دینامیکی ربات ۲۹
۳-۱ مقدمه ۲۹
۳-۲ معرفی ربات ۲۹
۳-۳ سینماتیک ربات ۳۰

۳-۳-۱ مدل سازی سیستم ۳۰
۳-۳-۲ انتخاب دستگاه های واسطه ۳۱
۳-۴ دینامیک ربات ۳۴
۳-۴-۱ روش تحلیلی لاگرانژ ۳۵
الف) استخراج معادلات حرکت سیستم از روش لاگرانژ ۳۹
ب) نمایش گشتاور مفاصل ۴۲
۳-۴-۲ روش تحلیلی کین : ۴۲
الف) استخراج معادلات حرکت سیستم از روش کین ۴۸
ب) نمایش گشتاور مفاصل ۴۹
۳-۵ صحه گذاری معادلات دینامیک ۴۹
فصل ۴ طراحی سیستم کنترلی ۵۱
۴-۱ مقدمه ۵۱
۴-۲ کنترل ربات تک چرخ کروی ۵۲
۴-۲-۱ طراحی کنترلر PID با در نظر گرفتن اثر کوپلینگ ۵۳
۴-۲-۲ طراحی کنترلر فیدبک مربع خطی بهینه بدون در نظر گرفتن اثر کوپلینگ: ۵۳
الف) حفظ پایداری ۵۴
ب) تعقیب مسیر توسط چرخ کروی ۵۴
۴-۳ طراحی مسیر ۵۶
۴-۳-۱ تعیین موقعیت با استفاده از چرخ کروی و مفصل دوم بازو ۵۸
۴-۳-۲ تعیین موقعیت ابتدا با حرکت چرخ کروی و سپس با حرکت بازو ۶۰
۴-۴ پایدارساز ۶۳
۴-۵ کنترلر مدل مبنا ۶۴
۴-۶ کنترل سیستم در فضای مفصلی ۶۵
۴-۷ کنترل سیستم در فضای کاری ۶۷

۴-۸ شبیه سازی و نتایج ۶۸
۴-۸-۱ کنترل PID ۶۸
۴-۸-۲ کنترل فیدبک مربعی خطی بهینه ۷۱
۴-۸-۳ حرکت توسط چرخ کروی و مفصل دوم بازو ۷۴
الف) بدون انحراف پارامترها ۷۴
ب) با انحراف پارامترها ۷۶
۴-۸-۴ حرکت ابتدا توسط چرخ کروی و سپس توسط بازو ۷۷
الف) بدون انحراف پارامترها ۷۷
ب) با انحراف پارامترها ۸۰
۴-۸-۵ کنترل در فضای کاری ۸۰
الف) بدون انحراف پارامترها ۸۰
ب) با انحراف پارامترها ۸۳

فصل ۵ نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۵

۵-۱ نتیجه گیری ۸۵

۵-۲ پیشنهادات ۸۸

۵-۳ دستاوردهای پژوهش ۸۸

منابع و مراجع ۸۹

پیوست الف ۹۴

الف-۱ مدل سازی سیستم ۹۴
الف-۱-۱ معادلات حرکت با نظر گرفتن اثر کوپلینگ ۹۴
الف-۱-۲ معادلات حرکت بدون در نظر گرفتن کوپلینگ ۹۵

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱ انواع چرخ ها ۶
شکل ۱-۲ نمونه‌ای از سیستم‌های با کمبود عملگر ۷
شکل۱-۳ نمونه‌های از ربات تک‌چرخ کروی ۱۱
شکل ۱-۴ اجزای تشکیل دهنده ربات کروی ۱۲
شکل ۱-۵ مکانیزم رانش آمریکا (چپ) و ژاپن (راست) ۱۲
شکل۱-۶ مدل پیشنهادی وو ۱۳
شکل ۱-۷ مختصات عمومی پیشنهادی ۱۶
شکل ۱-۸ کنترلر فیدبک مربعی خطی. ۱۷
شکل ۱-۹ انتخاب مسیر با کنترلر ترکیبی ۱۸
شکل ۱-۱۰ نتایج شبیه سازی مسیر بدنه و توپ. ۱۸
شکل ۲-۱ نمونه های ربات تک چرخ کروی. الف- آمریکا ب- ژاپن ج-سوئیس د- استرالیا ۲۲
شکل ۲-۲ :موتورEMG 49. ۲۳
شکل ۲-۳ طرح اولیه سیستم رانش ۲۵
شکل ۲-۴ سیستم رانش نهایی ۲۵
شکل ۲-۵ ربات طراحی شده. ۲۶
شکل ۲-۶ بازوی پایدارساز ۲۷
شکل ۲-۷ موتور AX-12 ۲۷
شکل۲-۸ مدل با پایدارساز. ۲۸
شکل ۳-۱ ربات تک چرخ کروی بازودار ۳۰
شکل ۳-۲ دستگاه اینرسی و درجات آزادی ۳۱
شکل ۳-۳ گشتاور مفصل اول ۴۲
شکل ۳-۴ گشتاور مفصل دوم ۴۴
شکل ۳-۵ گشتاور مفصل اول بازو ۴۴
شکل ۳-۶ گشتاور مفصل دوم بازو ۴۴
شکل ۳-۷ گشتاور مفصل سوم بازو ۴۵
شکل ۳-۸ نمایش یک جای گشتاور از روش لاگرانژ ۴۵
شکل ۳-۹ گشتاور مفاصل بدست آمده از روش کین ۴۹
شکل ۳-۱۰ خطای اختلاف روش‌های کین و لاگرانژ ۵۰
شکل ۴-۱ مسیر حرکتی چرخ کروی ۵۵

شکل ۴-۲ ۵ ثانیه اول حرکت در مسیر مربعی ۵۷
شکل ۴-۳ مسیردرجه پنجم در فضای کاری ۵۹
شکل ۴-۴ مسیر حرکت چرخ و مفصل دوم بازو ۶۰
شکل ۴-۵ مسیر درجه پنجم در فضای کاری در ۳ ثانیه انتهایی ۶۲
شکل ۴-۶ مسیر حرکت مفاصل بازو ۶۳
شکل ۴-۷ سیستم با آونگ پایدار ساز ۶۴
شکل ۴-۸ گشتاور موتور با بدنه ۴ کیلوگرمی ۶۹
شکل۴-۹ حرکت مفصل بدنه ۴ کیلوگرمی (φ) ۷۰
شکل ۴-۱۰ گشتاور موتور انتخاب شده ۷۰
شکل ۴-۱۱ حرکت مفصل بدنه با موتور انتخابی ۷۰
شکل ۴-۱۲ حرکت مفاصل چرخ کروی (θ_1 و θ_2) ۷۱
شکل ۴-۱۳ حرکت مفاصل بدنه (θ_3 و θ_4) ۷۱
شکل ۴-۱۴ گشتاور موتورها ۷۲
شکل ۴-۱۵ مسیر حرکت مطلوب و تعقیب شده چرخ ۷۳
شکل ۴-۱۶ مسیر حرکتی مفاصل بدنه ۷۳
شکل ۴-۱۷ گشتاور موتورها ۷۳
شکل ۴-۱۸ حرکت شماتیک ربات تک چرخ کروی ۷۴
شکل ۴-۱۹ خطای مفاصل حین حرکت مجری نهایی روی مسیر اول ۷۵
شکل ۴-۲۰ گشتاور موتورها حین حرکت مجری نهایی روی مسیر اول ۷۵
شکل ۴-۲۱ موقعیت حرکتی پایدارساز حین حرکت روی مسیر اول ۷۵
شکل ۴-۲۲ حرکت شماتیک حین حرکت روی مسیر اول ۷۶
شکل ۴-۲۳ خطای مفاصل حین حرکت مجری نهایی روی مسیر اول با انحراف پارامترها ۷۷
شکل ۴-۲۴ موقعیت مطلوب و تعقیب شده مجری نهایی روی مسیر اول با انحراف پارامترها ۷۷
شکل ۴-۲۵ خطای مفاصل حین حرکت روی مسیر دوم ۷۸
شکل ۴-۲۶ گشتاور مفاصل حین حرکت روی مسیر دوم ۷۸
شکل ۴-۲۷ موقعیت حرکتی پایدارساز حین حرکت روی مسیر دوم ۷۹
شکل ۴-۲۸ مسیر تعقیب شده مجری نهایی حین حرکت روی مسیر دوم ۷۹
شکل ۴-۲۹ حرکت شماتیک حین حرکت روی مسیر دوم ۷۹
شکل ۴-۳۰ خطای مفاصل حین حرکت مجری نهایی روی مسیر دوم با انحراف پارامترها ۸۰
شکل ۴-۳۱ موقعیت مطلوب و تعقیب شده مجری نهایی روی مسیر دوم با انحراف پارامترها ۸۱
شکل ۴-۳۲ حرکت متغییرهای مفصلی حین حرکت در فضای کاری ۸۱

شکل ۴-۳۳ گشتاور مفاصل در حین حرکت در فضای کاری ۸۱
شکل ۴-۳۴ خطای مجری نهایی در حین حرکت در فضای کاری ۸۲
شکل ۴-۳۵ موقعیت مفاصل بدنه در حین حرکت در فضای کاری ۸۲
شکل ۴-۳۶ موقعیت حرکتی پایدار ساز در حین حرکت در فضای کاری ۸۲
شکل ۴-۳۷ شماتیک حرکتی در حین حرکت در فضای کاری ۸۳
شکل ۴-۳۸ خطای مجری نهایی در حین حرکت در فضای کاری با انحراف پارامترها ۸۳
شکل ۴-۳۹ موقعیت مطلوب و تعقیب شده مجری نهایی در فضای کاری با انحراف پارامترها ۸۴
شکل ۴-۴۰ موقعیت تعقیب شده بدنه حین حرکت در فضای کاری با انحراف پارامترها ۸۴
شکل الف-۱ مدل سیستم دو درجه آزادی ۹۵
شکل الف-۲ سیستم چهار درجه ربات تک‌چرخ کروی ۹۶

فهرست جدول ها

جدول ۲-۱ مشخصات انواع ربات‌های تک چرخ کروی ساخته شده ۲۲
جدول ۳-۱ پارامترهای سیستم ۳۲
جدول ۳-۲ پارامترهای دنویت-هارتنبرگ ۳۳
جدول ۳-۳ مقادیر پارامترها ۴۳
جدول ۴-۱ پارامترهای طراحی شده ربات تک چرخ کروی ۶۹
جدول الف-۱ پارامترهای سیستم ۹۵
جدول الف-۲ پارامترهای دنویت-هارتنبرگ ۹۶

فهرست علائم

بردار مختصات تعمیم یافته کل سیستم و نرخ‌های زمانی آن	$q, \dot{q}, \ddot{q}$
ماتریس اینرسی جرمی	$M(q)$
بردار وابسته به ترم‌های شامل سرعت و شتاب کوریولیس در مدل دینامیکی	$V(q)$
بردار شامل ترم‌های گرانش در مدل دینامیکی	$G(q)$
ماتریس ژاکوبین	$J(q)$
ماتریس تبدیل پارامترهای دنویت-هارتنبرگ	${}_{i}^{i-1}T$
ماتریس ممان اینرسی جرمی	I
جرم	m
شتاب گرانش	g
گشتاور مفاصل	τ
سرعت زاویه‌ای	ω
سرعت خطی	v
مومنتم دورانی	H
لاگرانژین	L
ضرایب لاگرانژ	λ
انرژی جنبشی	T
آهنگ تغییرات درجات آزادی نسبت به زمان	u_k
شعاع	r
طول لینک	l
آهنگ تغییرات سرعت به مختصات تعمیم یافته مرتبه سرعت	V^k
نیروهای غیر پتانسیل	Q_{knp}
تابع گیبس	S
موقعیت اولیه مکانی در طراحی مسیر	θ_0
موقعیت نهایی مکانی در طراحی مسیر	θ_g
زمان کل حرکت	t_f
موقعیت مجری نهایی	x, y, z
مفاصل چرخ کروی	θ_1, θ_2
مفاصل بدنه	θ_3, θ_4
مفاصل بازو	$\theta_5, \theta_6, \theta_7$
مفاصل پایدارساز	θ_8, θ_9
درجات آزادی سیستم بدون پایدارساز	q_o

درجات آزادی پایدارساز	q_p

فصل ۱ مقدمه

در این بخش قصد داریم تاریخچه ای از کارهای مهم انجام شده در زمینه دینامیک و کنترل ربات تک چرخ کروی را مورد مطالعه قرار دهیم . ابتدا تاریخچه‌ای از پیشرفت در زمینه رباتیک و طبقه بندی کلی رباتها ارائه می‌کنیم . سپس به معرفی انواع رباتهای چرخ‌دار می پردازیم. همچنین، در زمینه مفاهیم سیستم‌های با کمبود عملگر و فعالیتهای انجام شده در این زمینه توضیحاتی ارائه می‌کنیم. در این پروژه قصد برمطالعه روی دینامیک و کنترل یک ربات تک چرخ کروی با کمبود عملگر با بازو (به منظور حمل جسم) خواهیم داشت به همین دلیل در بخش بعدی به بیان جزئیاتی از این ربات اعم از اجزای مختلف آن، مکانیزم حرکتی، دینامیک، کنترل و کارهای انجام گرفته روی آن پرداخته شده است.

۱-۱ تاریخچه ربات

کلمه ربات[1] بعد از به صحنه درآمدن یک نمایش در سال ۱۹۲۰ میلادی در فرانسه متداول و مشهور گردید. در این نمایش که اثر«کارل کپک[2]» بود، موجودات مصنوعی شبیه انسان، وابستگی شدیدی‌نسبت به اربابان خویش از خود نشان می‌دادند. این موجودات مصنوعی‌شبیه انسان در آن نمایش، ربات نام داشتند، [۱]. یکی

[1] Robot
[2] Kepekcc

از اولین ربات ها، ربات مافیا[3] ساخته ی جورج دوول[4] و جو انگلبرگر[5] در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی بودند. انگلبرگر اولین شرکت رباتیک را با نام روبوبند[6] بنیان نهاد و خود وی نیز امروزه پدر علم رباتیک لقب گرفت [۲].

در سال ۱۹۴۰ ایزاک آسیموف، نویسنده روسی داستان‌های علمی تخیلی، کتابی در مورد تکامل علم رباتیک نوشت. وی در این کتاب برای از بین بردن ترس انسان از ربات و داشتن یک هم‌زیستی مسالمت‌آمیز سه قانون برای ربات‌ها بیان کرد که عبارتند از:

یک ربات نباید به انسان صدمه بزند یا با سستی خود اجازه دهد که به انسان آسیب برسد.

یک ربات باید تمام دستورات انسان را رعایت کند، مگر دستوراتی که با قانون اول در تعارض باشد.

یک ربات باید از وجود خود محافظت کند، مگر با قوانین اول و دوم در تعارض باشد.

۱-۲ تعریف ربات

همیشه بین صاحب نظران و فعالان رباتیک در دانشگاه ها بحث در مورد تعریف ربات وجود داشته است، گاهی اوقات بر اساس تولید ربات، در شرکتی، تعریفی صنعتی و بر اساس تولید آن شرکت ارائه می شود و در مواردی نسبت به تکنولوژی ربات توصیفی بیان شده است. در این جا چند تعریف معتبر ذکر شده است:

بیشتر مردم تصورشان از ربات، ماشینی است که اعمالی هوشمند شبیه به انسان انجام می دهد. فرهنگ و بستر یک ربات را به این گونه تعریف می کنند: "یک دستگاه یا وسیله خود کاری که قادر به انجام اعمالی است که معمولا به انسان‌ها نسبت داده می شود و یا مجهز به قابلیتی است که شبیه هوش بشری است."

موسسه صنعتی آمریکا که شرکتی با سابقه در صنعت رباتیک و تولید بازوهای ربات های صنعتی است، این گونه ربات را تعریف می کند: "یک ربات، یک جابجا کننده چند وظیفه ای برنامه پذیر است که برای حرکت دادن مواد ، قطعات ،ابزار ها یا وسایل خاص، با استفاده از حرکات برنامه ریزی شده قابل تغییر برای تحقق فرامین مختلف، طراحی شده است. هر ربات از بخش‌های زیر تشکیل شده است :

۱-۲-۱ ساختار عمومی یک ربات

یک ربات به طور معمول حداقل شامل ۵ بخش متفاوت ولی مرتبط می باشد، [۳]:

سیستم مکانیکی مفصل شده [7] این سیستم متشکل از بازوها، مچ‌ها، اتصالات و عوامل نهایی مکانیکی بوده که در یک مجموعه به هم پیوسته و مرتبط جمع شده‌اند.

[3] Hidden Mafia
[4] Devol
[5] Engelberger
[6] RoboBand
[7] Articulated Mechanical system

تحریک کننده ها [8] این بخش توان لازم را تحت یک سری شرایط کنترل شده و دقیق، برای سیستم مکانیکی مفصل شده فراهم می‌کند.

ابزارها و سیستم های انتقال [9] این مجموعه تحریک کننده ها را به سیستم مکانیکی اتصال می‌دهد. بدین طریق توان فراهم شده توسط تحریک‌کننده‌ها به بخش مکانیکی منتقل شده و به‌گونه‌ای مجزا امکان حرکت را برای هر مفصل فراهم می‌آورد. تسمه‌های دنده‌دار و چرخ‌دنده‌ها از این نوع هستند.

حسگر ها[10] سنسورها قطعاتی هستند متشکل از ابزارهای لامسه‌ای الکتریکی یا نوری که در کنار سایر عناصر الکترونیکی ایفای نقش می‌کنند. وظیفه این المان‌ها کسب اطلاعاتی از موقعیت مفاصل ربات و شرایط محیطی مانند نور و گرما و هدف‌های موجود در محیط می‌باشد.

مغز ربات [11] این بخش به‌عنوان محلی برای دستور گرفتن و تصمیم‌گیری ربات می‌باشد. به‌عبارت دیگر، وظیفه پردازش اطلاعات دریافتی از سنسورها بر عهده این بخش است که این وظیفه توسط برنامه‌های موجود در حافظه کامپیوتر به انجام می‌رسد. بخش نرم‌افزار هم مربوط به این قسمت است.

۱-۳ سیر تکاملی ربات ها

ربات‌ها در طی سالیان دراز دست خوش تغییرات بسیار شده اند . با پیشرفت علم و تکنولوژی، ربات‌های پیشرفته‌تر با قابلیت‌های بالاتر ساخته شدند. در اواسط قرن بیستم اولین ارتباط بین هوش انسانی و ماشین-ها که آغاز دوره پژوهش‌های برجسته‌ای در زمینه هوش مصنوعی بود به‌وجود آمد. در طراحی این ماشین‌ها از توسعه فن آوری‌های مختلف در زمینه‌های مکانیک، کنترل، کامپیوتر و الکترونیک استفاده گردید. بطور معمول، طرح‌های جدید انگیزه انجام پژوهش‌ها و اکتشافات جدید را برمی‌انگیزاند که به نوبه خود به افزایش راه حل‌ها و در نتیجه به مفاهیم تازه منجر می‌شود. این سیکل در طول زمان باعث تولید دانش رباتیک یا فن‌آوری ربات گردیده است.

با طلوع هزاره جدید، دانش رباتیک دستخوش تحولات عمده‌ای در ابعاد مختلف گردید. این تحولات مرهون بلوغ این رشته و پیشرفت علوم وابسته به آن می‌باشد. اکنون علم رباتیک با عبور از تمرکز بر کاربردهای صنعتی به سرعت در حال گسترش به حوزه چالش‌های دنیای انسانی با عنوان رباتیک انسان محور[12] می-باشد. در نتیجه انتظار می‌رود نسل جدید ربات‌ها زیستگاه امن و مشترکی با انسان در محیط خانه، محل کار، محیط‌های اجتماعی، ارائه خدمات، تفریح و سرگرمی، آموزش ، مراقبت‌های بهداشتی، ساخت و تولید و همیاری داشته باشند .

[8] Actuators
[9] Transmission system
[10] Sensors
[11] CPU
[12]-Human-centered and life-like robotics

سیر تکاملی ربات‌ها را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد، [۱] :

۱۸۰۱: ژاکار[۱۳] دستگاهی برای بافندگی ساخت که برنامه پذیر بود.

۱۸۰۵: میلادرت [۱۴]،عروسکی مکانیکی ساخت که می توانست نقاشی کند.

۱۹۴۶: جی سی دول[۱۵] ، مخترع امریکایی وسیله ای برای کنترل ساخت که می توانست علائم الکتریکی را به طور مغناطیسی ثبت کند و آنها را دوباره برای کار یک ماشین مکانیکی باز سازی نماید.

۱۹۵۱: ساخت تله اپراتور (بازوی مکانیکی با کنترل از راه دور) برای کار با مواد پرتوزا (رادیو اکتیو)

۱۹۵۲: اولین نمونه ماشین کنترل عددی پس از چند سال کار در MIT به نمایش در آمد . بخشی از زبان برنامه ریزی آن APT[۱۶] بعدها تکامل یافت و در سال ۱۹۶۱ منتشر شد.

۱۹۵۴: کن داورد ، مخترع بریتانیایی تقاضای ثبت اختراع ربات را مطرح کرد.

۱۹۵۹: شرکت پلانت نخستین ربات تجاری را عرضه کرد . این ربات با بادامک و کلید حدی کنترل می شد.

۱۹۶۰: نخستین ربات یونی میت[۱۷] بر پایه « انتقال برنامه ریزی شده کالا » عرضه شد . این ربات دارای محرک هیدرولیکی بود و در آن از اصول کنترل عددی برای مهار بازوی مکانیکی استفاده شده بود.

۱۹۶۱: در کارخانه فورد ، ربات یونی میت برای راهبری ماشین ریخته گری تحت فشار نصب شد.

۱۹۶۶: یک شرکت نروژی رباتی برای رنگ پاشی نصب کرد.

۱۹۶۸: ربات سیاری به نام شیکی[۱۸] در موسسه پژوهشی استانفورد ساخته شد . این ربات دارای حساسه‌های گوناگون از جمله دوربین حساسه های لمس کننده بود و می توانست به اطراف حرکت کند.

۱۹۷۱: « دست استانفورد[۱۹] » یک دست برقی ربات بود ، در دانشگاه استانفورد ساخته شد.

۱۹۷۳: زبان برنامه ریزی ربات کامپیوتری به نام ویو[۲۰] و به دنبال آن زبان ال[۲۱] در موسسه پژوهشی استانفورد عرضه شد . بعدها این دو زبان به زبان تجاری وال[۲۲] تبدیل شدند.

۱۹۷۴: شرکت آ.ث .آ رباتی کاملاً برقی به نام IRb6 عرضه داشت.

۱۹۷۵: ربات « زیگما[۲۳] » در عملیات مونتاژ به کار گرفته شد ؛ این یکی از نخستین کاربردهای ربات در خط مونتاژ بود.

---

[13] Zhakar
[14] Myladrt
[15] Dol
[16] Automatically Programmed Tooling
[17] Unimate
[18] Shaky
[19] Stanford Hand
[20] Wave
[21] AL
[22] VAL