



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی مکانیک

پروپوزال پروژه درس رباتیک

عنوان

تحلیل ربات شش درجه آزادی UR10

نگارش

صادق مهدوی ۹۸۲۶۰۳۰

مهدی رحمانی ۹۷۲۶۰۳۱

استاد درس

دکتر حامد غفاری راد

تدریس‌یار درس

مهندس سیدعلی میرحقیگوی

بهار ۱۴۰۲



تقدیر و تشکر

بدینوسیله مراتب قدردانی و تشکر خود را خدمت،

استاد محترم درس، جناب آقای دکتر غفاری راد بابت آموزش عالی مباحث مربوط به درس رباتیک،
و همچنین جناب آقای مهندس میرحقگوی بابت کمک‌های بی‌دریغ و راهنمایی‌هایشان برای یادگیری
هرچه بهتر نکات درس،

ابراز و از تمامی زحمات ایشان تشکر می‌نمایم.

| عنوان | فهرست مطالب | صفحه |
|---------------------------|-------------|------|
| ۱- معرفی ربات | | ۴ |
| ۲- کاربرد ربات | | ۵ |
| ۳- درجات آزادی مورد بررسی | | ۶ |
| 4- مشخصات ربات | | ۷ |
| ۱-۴- ابعاد لینک‌ها | | ۷ |
| ۴-۲- فضای کاری | | ۸ |
| ۵- منابع و مراجع | | ۹ |
| ۶- ضمیمه (کاتالوگ ربات) | | ۱۰ |

| عنوان | فهرست اشکال | صفحه |
|--|-------------|------|
| شکل ۱- نمایی از ربات UR10 | ۵ | |
| شکل ۲- نمای انفجاری ربات و نمایش متغیرهای مفصلی بر روی آن | ۶ | |
| شکل ۳- ابعاد لینک‌ها و آفست‌های موجود بین آن‌ها در ربات UR10 | ۷ | |
| شکل ۴- فضای کاری ربات UR10 | ۸ | |

۱- معرفی ربات

امروزه در صنایع مختلف، کاربرد بازوهای رباتیک رو به گسترش است. از بازوهای رباتیک، جهت مونتاژ، دمونتاژ، جابجایی قطعات، جوشکاری و ... استفاده می شود. استفاده از ربات ها کاهش خطاهای انسانی، افزایش دقت ساخت، کاهش هزینه و افزایش سرعت را در پی دارد.

شرکت یونیورسال ربات، یک شرکت دانمارکی است که در سال ۲۰۰۵ و با ساخت بازوهای رباتیک همکار صنعتی^۱ کوچک و انعطاف پذیر تاسیس شد. در سال ۲۰۰۸ اولین کوبات های UR5 این شرکت در بازارهای دانمارک و آلمان در دسترس بودند. در سال ۲۰۱۲ دومین کوبات، UR10، توسعه داده شد. در سپتامبر ۲۰۱۹، این شرکت UR16e را راه اندازی کرد که برای کارهای پر بار، مانند جابجایی مواد سنگین، مراقبت از ماشین های سنگین، بسته بندی و پالت سازی مناسب است. کوباتهای UR هم در مشاغل کوچک تا متوسط و هم در شرکت های بزرگ و در صنایعی مانند خودروسازی، الکترونیک، فلز و ماشین کاری، داروسازی و... استفاده می شوند.

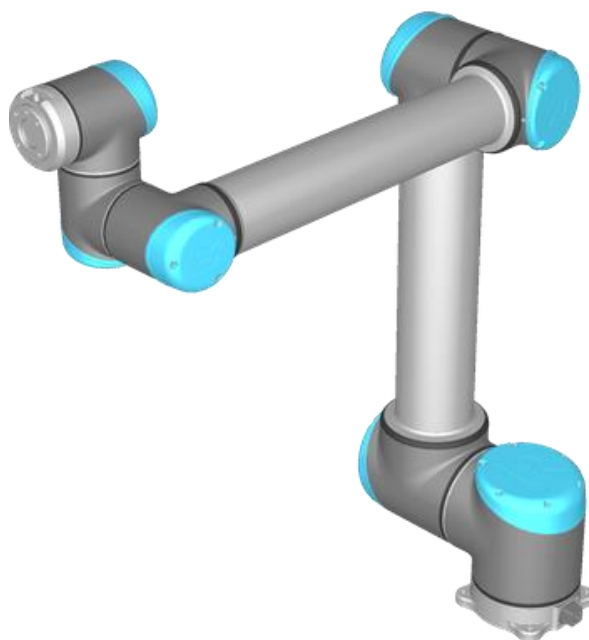
یونیورسال ربات UR10 یک بازوی رباتیک همه کاره است که به طور گسترده در کاربردهای مختلف صنعتی و تحقیقاتی استفاده می شود. بازوی ربات طوری طراحی شده است که برنامه ریزی آسان، انعطاف پذیر و ایمن برای کار در کنار اپراتورهای انسانی باشد. این ربات، یک بازوی رباتیک شش محوره است که قادر است محموله هایی تا وزن ۱۰ کیلوگرم را جابجا کند. دارای برد ۱۳۰۰ میلی متر و دقت تکرارپذیر ۰,۱ میلی متر است. بازوی ربات مجهز به یک سیستم دید سه بعدی و یک حسگر نیرو/گشتاور است که آن را قادر می سازد تا وظایف مختلفی مانند جابجایی، مراقبت از ماشین، مونتاژ و کنترل کیفیت را انجام دهد. در این پروپوزال، ما یک نمای کلی از ربات UR10، کاربردهای آن، درجات آزادی، بعد لینک ها و فضای کاری ارائه خواهیم داد.

^۱ Cobot

۲- کاربرد ربات

ربات UR10 در صنایع مختلفی از جمله خودروسازی، هوافضا، الکترونیک و داروسازی استفاده می شود. همچنین به طور گسترده در تحقیقات و آموزش استفاده می شود. برخی از کاربردهای خاص ربات UR10 عبارتند از:

- **مراقبت از ماشین:** ربات UR10 می تواند برای بارگیری و تخلیه ماشین ها استفاده شود و نیاز اپراتورهای انسانی به انجام این وظایف تکراری و بالقوه خطرناک را کاهش دهد.
- **مونتاژ:** بازوی ربات می تواند پارت ها و قطعات را با دقت بالا مونتاژ کند و خطاها را کاهش دهد و بهره وری را افزایش دهد.
- **کنترل کیفیت:** ربات UR10 می تواند پارت ها و قطعات را از نظر نقص بررسی کند و اطمینان حاصل کند که فقط محصولات با کیفیت بالا برای مشتریان ارسال می شود.
- **تحقیق:** ربات UR10 در کاربردهای تحقیقاتی مختلفی از جمله تعامل انسان و ربات، دستکاری رباتیک و بینایی کامپیوتری استفاده می شود.



شکل ۱- نمایی از ربات UR10

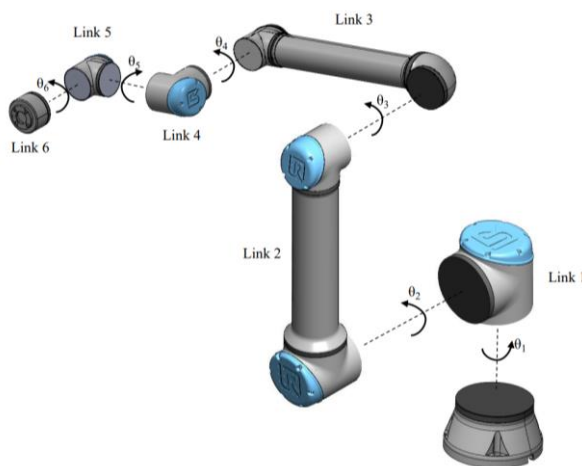
۳- درجات آزادی مورد بررسی

درجات آزادی (DOF) یک ربات درواقع تعداد جهت‌ها و محورهایی است که میتواند به طور مستقل در آن‌ها حرکت داشته باشد. بازوی رباتیک مورد نظر دارای ۶ مفصل روولوت که هر کدام یک درجه آزادی به ربات ما می دهند. در نتیجه UR10 یک ربات ۶ محوره میباشد و ۶ درجه آزادی دارد. محدوده کاری تمامی مفصل ۳۶۰ درجه می باشد و ظرفیت باربرداری آن ۱۰ کیلوگرم است.

هریک از مفصل‌های این ربات یک درجه آزادی دارد و به این معنی که اجازه میدهد که فقط در یک جهت حرکت انتقالی داشته باشد یا حول یک محور دوران داشته باشد. شش مفصل این ربات به صورت سری کنار هم قرار گرفته‌اند و حرکت در هریک از این جوینت‌ها در مکان end effector تاثیر دارد. همچنین Configuration آن به گونه‌ای است که به ربات اجازه میدهد که end effector خود را در محدوده گسترده‌ای از مکان‌ها و چرخش‌های مختلف حرکت دهد.

شش درجه آزادی این ربات به شرح زیر میباشد:

- ۱- چرخش حول Base: اجازه میدهد که ربات در یک مسیر دایره‌ای حول base بچرخد. (θ_1)
- ۲- چرخش حول Shoulder: اجازه میدهد که ربات بازویش را بالا و پایین ببرد. (θ_2)
- ۳- چرخش حول Elbow: درواقع اجازه میدهد که ربات بازویش را خم کند. (θ_3)
- ۴- چرخش حول محور pitch از Wrist: این به ربات اجازه می دهد تا مچ دست خود را به سمت بالا و پایین خم کند. (θ_4)
- ۵- چرخش حول محور roll از Wrist: این به ربات اجازه می دهد تا مچ دست خود را از یک طرف به سمت دیگر بچرخاند. (θ_5)
- ۶- چرخش حول محور yaw از Wrist: این به ربات اجازه می دهد تا مچ دست خود را حول محور خود بچرخاند. (θ_6)

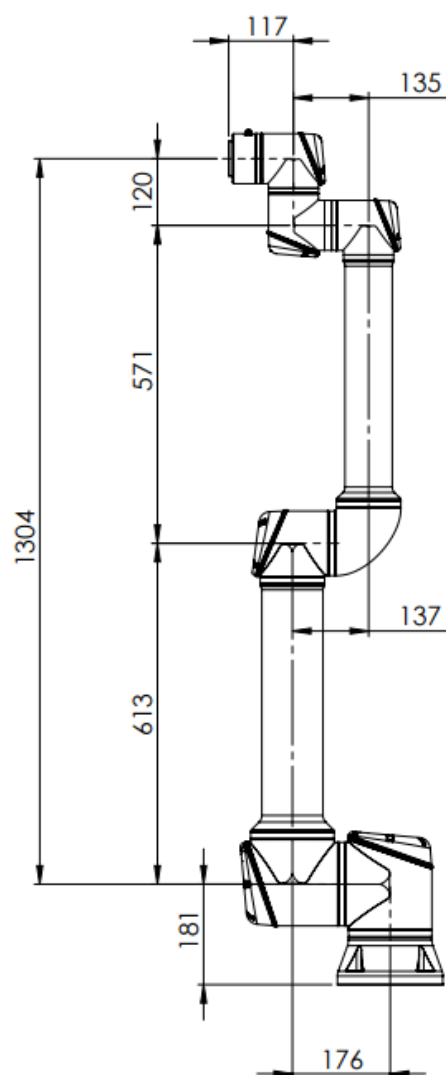


شکل ۲- نمای انفجاری ربات و نمایش متغیرهای مفصلی بر روی آن

۴- مشخصات ربات

۴-۱- ابعاد لینک‌ها

ابعاد باتوجه به کاتالوگ‌ها موجود در شکل زیر به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. بر اساس این شکل به راحتی می‌توان Offset و سایر موارد لازم در جدول دنویت-هارتنبرگ که در کلاس تا حدی تدریس شده است را پیدا کرد.

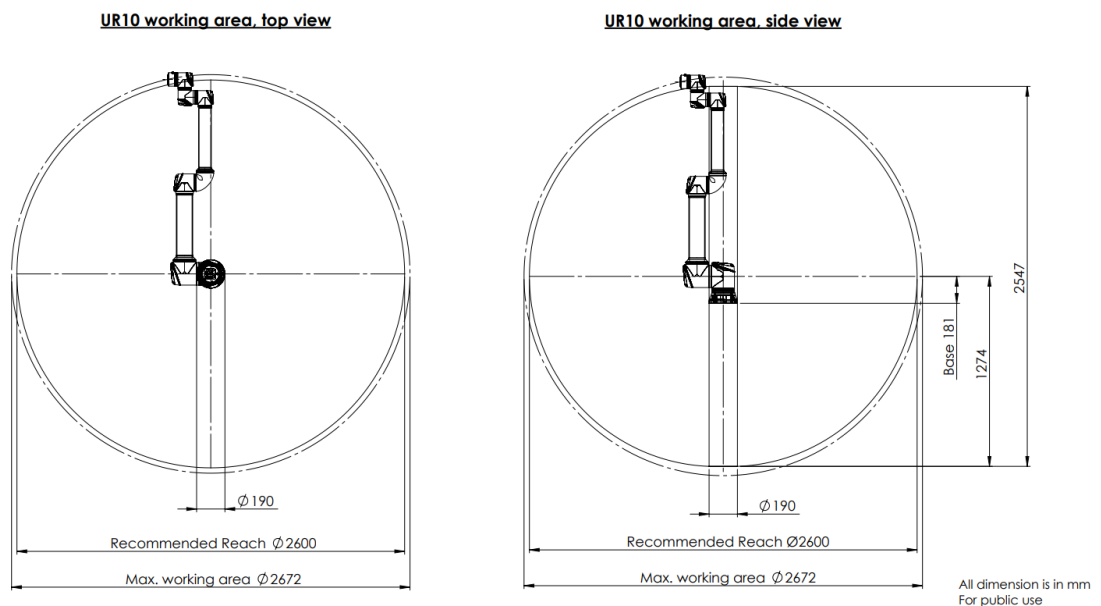


All dimension is in mm
For public use

شکل ۳- ابعاد لینک‌ها و آفست‌های موجود بین آن‌ها در ربات UR10

۲-۴ فضای کاری

محدوده کاری تمامی مفاصل این ربات، ۳۶۰ درجه می باشد و ربات UR10 دارای فضای کاری کروی با قطر تقریبی ۲۶۰۰ میلی متر است. این بدان معنی است که بازوی ربات می تواند به هر نقطه ای در این حجم کروی برسد و به آن امکان می دهد طیف گسترده ای از وظایف را انجام دهد. می توانید فضای کاری آن را به صورت بهتر و کاملتری در شکل زیر مشاهده کنید.



شکل ۴- فضای کاری ربات UR10

۵- منابع و مراجع

- [1] John J. Craig, "Introduction to Robotics: Mechanics and Control"
- [2] Mark W. Spong, Seth Hutchinson, M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control"
- [3] Qiang Liu, Daoguo Yang, Weidong Hao, Yao Wei, "Research on Kinematic Modeling and Analysis Methods of UR Robot".
- [4] <https://ieeexplore.ieee.org/document/8740681>
- [5] https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fs3-eu-west-1.amazonaws.com%2Fur-support-site%2F41472%2F1000700.PDF&psig=AOvVaw08Hq3ibK5y_GzqLvZe6v1-&ust=1679395284725000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwj8mquMqer9AhWx2rsIHTtuAMEQr4kDegUIARC_AQ
- [6] https://www.pishrobot.com/wp-content/uploads/2017/04/ur10_details.pdf

۶- ضمیمه (کاتالوگ ربات)



UNIVERSAL ROBOTS

Technical details

UR10

Performance

| | |
|-------------------------|---|
| Repeatability | ±0.1 mm / ±0.0039 in (4 mils) |
| Temperature range | 0-50° |
| Power consumption | Min 90W, Typical 250W, Max 500W |
| Collaboration operation | 15 advanced adjustable safety functions. TüV NORD Approved Safety Function Tested in accordance with: EN ISO 13849:2008 PL d |

Specification

| | |
|--------------------|---|
| Payload | 10 kg / 22 lbs |
| Reach | 1300 mm / 51.2 in |
| Degrees of freedom | 6 rotating joints |
| Programming | Polyscope graphical user interface on 12 inch touchscreen with mounting |

Movement

| Axis movement robot arm | Working range | Maximum speed |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Base | ± 360° | ± 120°/Sec. |
| Shoulder | ± 360° | ± 120°/Sec. |
| Elbow | ± 360° | ± 180°/Sec. |
| Wrist 1 | ± 360° | ± 180°/Sec. |
| Wrist 2 | ± 360° | ± 180°/Sec. |
| Wrist 3 | ± 360° | ± 180°/Sec. |
| Typical tool | | 1 m/Sec. / 39.4 in/Sec. |

Features

| | |
|--------------------------|--|
| IP classification | IP54 |
| ISO Class Cleanroom | 5 |
| Noise | Comparatively noiseless |
| Robot mounting | Any |
| I/O ports | Digital in 2 Digital out 2 Analog in 2 Analog out 0 |
| I/O power supply in tool | 12 V/24 V 600 mA in tool |

Physical

| | |
|------------------------|------------------------|
| Footprint | Ø 190mm |
| Materials | Aluminium, PP plastics |
| Tool connector type | M8 |
| Cable length robot arm | 6 m / 236 in |
| Weight with cable | 28,9 kg / 63.7 lbs |

* The robot can work in a temperature range of 0-50°C. At high continuous joint speed, ambient temperature is reduced.

CONTROL BOX

Features

| | |
|---------------------|--|
| IP classification | IP20 |
| ISO Class Cleanroom | 6 |
| Noise | <65dB(A) |
| I/O ports | Digital in 16 Digital out 16 Analog in 2 Analog out 2 |
| I/O power supply | 24V 2A |
| Communication | TCP/IP 100Mbit, Modbus TCP, Profinet, EthernetIP |
| Power source | 100-240 VAC, 50-60 Hz |

Physical

| | |
|--------------------------|--|
| Control box size (WxHxD) | 475mm x 423mm x 268mm / 18.7 x 16.7 x 10.6 in |
| Weight | 17 kg / 37.5 lbs |
| Materials | Steel |

TEACH PENDANT

Features

| | |
|-------------------|------------------|
| IP classification | IP20 |
| Materials | Aluminium, PP |
| Weight | 1,5 kg / 3.3 lbs |
| Cable length | 4,5 m / 177 in |

