

ایمنی روبات های صنعتی

مؤلفین:

امین میرزاخانی

ملیحه آوزمانی



نشر فن آوران



نشر فن آوران

ایمینی روبات های صنعتی

مؤلفین: امین میرزاخانی
ملیحه آورزمانی

نوبت چاپ: اول: ۱۳۹۱
چاپ و صحافی: مرتب
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۸۳-۶۸-۱
قیمت: ۵۵۰۰ تومان

انتشارات فن آوران: تهران، خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، پاساژ فروزنده، شماره ۱۱۸

تلفکس: ۶۶۹۵۳۹۸ تلفن: ۶۶۹۷۵۱۸۲

www.fanavaran-pub.com

Email: fanavaran2008ir@yahoo.com

سرشناسه	: میرزاخانی، امین، ۱۳۶۳-
عنوان و نام پدیدآور	: ایمینی روبات های صنعتی / نویسنده امین میرزاخانی، ملیحه آورزمانی.
مشخصات نشر	: تهران: فن آوران، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۳۶ص: مصور، نمودار.
شابک:	: 978-964-2983-68-1
موضوع	: روبات های صنعتی
شناسه افزوده	: آورزمانی، ملیحه، ۱۳۶۱-
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ الف ۸۵-آ ۲۱۱-TJ
رده بندی دیویی	: ۶۲۹/۸۹۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۶۸۴۰۶۷

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل اول (ربات های صنعتی)

۱	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- تاریخچه ربات ها
۵	۳-۱- تاریخچه پیدایش رباتیک
۱۳	۴-۱- قانون رباتیک آسیموف
۱۳	۵-۱- ربات ها
۱۴	۱-۵-۱- مزایای استفاده از ربات ها
۱۵	۲-۵-۱- معایب استفاده از ربات ها
۱۵	۶-۱- انواع ربات ها از نظر انجام وظیفه
۱۸	۷-۱- طبقه بندی اتحادیه ربات های ژاپنی
۱۸	۱-۷-۱- ربات های مقلد
۱۸	۲-۷-۱- ربات های کنترل عددی
۱۹	۳-۷-۱- ربات های هوشمند
۲۰	۴-۷-۱- ربات های کنترل شده توسط دست
۲۰	۵-۷-۱- ربات های انجام دهنده کارهای متوالی بدون تغییر
۲۱	۶-۷-۱- ربات های انجام دهنده کارهای متوالی متغیر
۲۱	۸-۱- اجزای تشکیل دهنده ربات ها
۲۲	۱-۸-۱- قسمت یا واحد مکانیکی ربات
۲۲	۲-۸-۱- منبع قدرت یا نیروی ربات

۲۲	 ۱-۲-۸-۱- منبع قدرت پنوماتیکی
۲۲	 ۱-۲-۸-۲- منبع قدرت هیدرولیکی
۲۳	 ۱-۲-۸-۳- منبع قدرت الکتریکی
۲۳	 ۱-۲-۸-۳- سیستم های کنترل ربات
۲۳	 ۱-۹- شرایط و ویژگی های ضروری جهت سیستم های کنترل
۲۴	 ۱-۱۰- ده علت اصلی جهت سرمایه گذاری و بکارگیری ربات ها
۲۴	 ۱-۱۰-۱- کاهش هزینه های اجرایی
۲۴	 ۱-۱۰-۲- بهبود کیفیت و ثبات محصول
۲۴	 ۱-۱۰-۳- بهبود کیفیت کاری کارگران
۲۵	 ۱-۱۰-۴- افزایش نرخ تولید محصولات
۲۵	 ۱-۱۰-۵- افزایش انعطاف پذیری تولید محصول
۲۵	 ۱-۱۰-۶- کاهش ضایعات تولید و افزایش راندمان
۲۶	 ۱-۱۰-۷- مطابقت و بهبود سلامت و ایمنی محل کار بر اساس اصول ایمنی
۲۶	 ۱-۱۰-۸- کاهش نیاز به کارگر و دشواری های استخدام آن
۲۶	 ۱-۱۰-۹- کاهش هزینه های سرمایه گذاری
۲۷	 ۱-۱۰-۱۰- صرفه جویی در فضا در مناطق صنعتی

فصل دوم (خطرات ربات ها)

۲۹	 ۲-۱- خطرات ربات ها
۳۱	 ۲-۲- مطالعه حوادث گذشته
۳۱	 ۲-۳- برخی از حقایق، اطلاعات و مثال های مرتبط و مورد کاربرد در ایمنی ربات ها
۳۲	 ۲-۴- علل اصلی آسیب کارکنان در محیط کار رباتیکی
۳۳	 ۲-۵- طبقه بندی حوادث رباتیک
۳۴	 ۲-۵-۱- بازو یا ابزار کنترل رباتیک (ضربه یا برخورد با ربات)
۳۵	 ۲-۵-۲- مکان فرد در شرایط خطر (اسیر شدن یا به دام افتادن به وسیله ربات)
۳۵	 ۲-۵-۳- نقص در لوازم جانبی، قطعات مکانیکی ربات (حوادث مکانیکی)
۳۶	 ۲-۵-۴- منابع قدرت و سایر حوادث
۳۶	 ۲-۶- منابع ایجاد خطر در کاربرد یک ربات

۳۶	۱-۶-۲ - خطاهای انسانی
۳۷	۲-۶-۲ - خطاهای کنترلی
۳۷	۳-۶-۲ - دسترسی های غیر مجاز یا ورود بدون اجازه به محدوده ربات
۳۷	۴-۶-۲ - شکست مکانیکی
۳۷	۵-۶-۲ - منابع محیطی
۳۸	۶-۶-۲ - سیستم های انتقال قدرت
۳۸	۷-۶-۲ - نصب و راه اندازی نادرست
۳۸	۷-۲ - طبقه بندی کلی خطرات ربات ها
۳۸	۱-۷-۲ - خطرات مربوط به نقاط عمل
۳۹	۲-۷-۲ - خطرات مربوط به پرسنل
۳۹	۳-۷-۲ - خطرات مربوط به اجزای انتقال قدرت
۳۹	۴-۷-۲ - خطرات مربوط به عدم رسیدن به محل در نظر گرفته شده
۳۹	۵-۷-۲ - خطرات مربوط به از دست دادن قدرت یا تغییر در آن
۴۰	۶-۷-۲ - خطرات مربوط به نقص در اجزا
۴۰	۷-۷-۲ - خطرات مربوط به منابع انرژی
۴۰	۸-۷-۲ - خطرات مربوط به انرژی ذخیره شده
	۹-۷-۲ - خطرات مربوط به تداخل الکترومغناطیسی، تداخل فرکانس رادیویی و
۴۰	تخلیه الکترواستاتیکی

فصل سوم (اصول ایمنی و حفاظتی)

۴۳	۱-۳ - وضعیت ایمنی ربات ها
۴۳	۲-۳ - خطاهای اپراتور ربات
۴۶	۳-۳ - کنترل و حفاظت از پرسنل
۴۶	۴-۳ - حفاظت از دستگاه ها
۴۷	۵-۳ - انواع تمهیدات حفاظتی
۴۷	۱-۵-۳ - حفاظ ثابت
۴۸	۲-۵-۳ - حفاظ اینترلاک
۴۹	۳-۵-۳ - حفاظ خود تنظیم

۵۰	 ۳-۵-۴- حفاظت قابل تنظیم
۵۱	 ۳-۵-۵- دستگاه های عقب کشنده
۵۲	 ۳-۵-۶- دستگاه های مهار کننده
۵۳	 ۳-۵-۷- کابل های ایمنی
۵۴	 ۳-۵-۸- کنترل دو دستی
۵۵	 ۳-۵-۹- دریچه ایمنی
۵۶	 ۳-۵-۱۰- میکرو سویچ ها
۵۷	 ۳-۵-۱۱- تجهیزات هشدار دهنده
۵۷	 ۳-۵-۱۲- نظارت مستمر بر عملیات
۵۷	 ۳-۵-۱۳- تدابیر حفاظتی برای اپراتور
۵۸	 ۳-۵-۱۴- تدابیر حفاظتی برای پرسنل تعمیر و نگهداری
۵۸	 ۳-۵-۱۵- تدابیر حفاظتی در عملیات تعمیر و نگهداری
۵۸	 ۳-۵-۱۶- آموزش ایمنی
۵۹	 ۳-۵-۱۷- الزامات عمومی
۵۹	 ۳-۶- اصول حفاظت از سیستم های ربات
۶۰	 ۳-۶-۱- فعالیت هایی که نیاز به حفاظ دارند
۶۰	 ۳-۷-۱- رهنمود هایی جهت انجام بررسی ها
۶۰	 ۳-۷-۱- تولید و بازسازی ربات ها
۶۱	 ۳-۷-۲- بازسازی با طرح ایمن
۶۱	 ۳-۷-۳- نصب و راه اندازی
۶۱	 ۳-۸-۱- ایمنی در طراحی، نصب و راه اندازی
۶۳	 ۳-۸-۱- نیروهای پنوماتیک و هیدرولیک
۶۳	 ۳-۸-۲- سیستم کنترل ربات
۶۴	 ۳-۸-۳- طراحی گیره ها یا چنگک های ربات
۶۴	 ۳-۹-۱- ایمنی در مرحله طراحی
۶۴	 ۳-۹-۱- طرح بندی و چیدمان نصب
۶۵	 ۳-۹-۲- طراحی به منظور سهولت در تعمیر و نگهداری و عیب یابی
۶۶	 ۳-۹-۳- طراحی کنترل ها
۶۶	 ۲-۹-۳-۱- تعداد کنترل ها

۶۷	 ۲-۳-۹-۳- کنترل های چند وظیفه ای
۶۷	 ۳-۳-۹-۳- عملکرد کنترل ها
۶۷	 ۴-۳-۹-۳- طرح ریزی و چیدمان کنترل ها
۶۸	 ۴-۹-۳- طراحی آویزها(جنبه های ارگونومیک)
۶۸	 ۴-۹-۳- ابعاد آویز
۶۸	 ۲-۴-۹-۳- اتصال کابل ها
۶۸	 ۵-۹-۳- موقعیت اپراتور
۶۹	 ۶-۹-۳- تدارک اطلاعات
۶۹	 ۱۰-۳- نحوه نصب، عملیاتی کردن و تست ایمن ربات ها
۷۰	 ۱-۱۰-۳- نصب ربات
۷۰	 ۲-۱۰-۳- عملیاتی کردن ربات
۷۱	 ۳-۱۰-۳- تست ربات
۷۲	 ۱-۳-۱۰-۳- تغییر و تحول سوابق اجرای کلیه تست ها
۷۲	 ۲-۳-۱۰-۳- تحویل اسناد
۷۲	 ۱۱-۳- ایمنی در هنگام استفاده از ربات
۷۳	 ۱-۱۱-۳- عملیات نرمال تولید
۷۳	 ۱-۱-۱۱-۳- راه های قابل قبول برای دسترسی به ربات در صورت نیاز ...
۷۳	 ۲-۱-۱۱-۳- ایمنی در ماشین آلات و تجهیزات مرتبط با ربات
۷۴	 ۱۲-۳- ایمنی در زمان برنامه نویسی
۷۵	 ۱-۱۲-۳- موارد مورد نیاز جهت ایمنی سیستم ربات
۷۶	 ۲-۱۲-۳- راه های مختلف برنامه ریزی ربات
۷۶	 ۱-۲-۱۲-۳- برنامه ریزی دستی
۷۷	 ۲-۲-۱۲-۳- برنامه ریزی هدایت مستقیم
۷۷	 ۳-۲-۱۲-۳- برنامه ریزی مسیر حرکت ربات
۷۷	 ۴-۲-۱۲-۳- برنامه ریزی ربات خارج از تولید
۷۸	 ۱۳-۳- ایمنی در حین تعمیر و نگهداری
۷۸	 ۱-۱۳-۳- موارد ایمنی در هنگام فعالیت تعمیر و نگهداری
۸۱	 ۱۴-۳- ایمنی در هنگام اصلاح
۸۲	 ۱-۱۴-۳- مستندات

۸۲	 آموزش ۱۵-۳
۸۳	 روش های حفاظتی ۱۶-۳
۸۴	 ۱-۱۶-۳ - زرده یا حصار محوطه ربات
۸۵	 ۲-۱۶-۳ - دستگاه های اینترلاک
۸۵	 ۱-۲-۱۶-۳ - دستگاه های حفاظتی با عملکرد اینترلاک
۸۵	 ۲-۲-۱۶-۳ - دستگاه های کلید - اینترلاک
۸۶	 ۳-۱۶-۳ - قفل برقی
۸۶	 ۴-۱۶-۳ - سیستم های ایمنی حساس به الکتریسیته
۸۷	 ۵-۱۶-۳ - دستگاه های نوری شامل پرده نوری و پرتوهای نوری
۸۹	 ۶-۱۶-۳ - دستگاه های اسکن لیزر
۸۹	 ۷-۱۶-۳ - دستگاه های ایمنی مقاومتی
۹۰	 ۸-۱۶-۳ - تشک ها و کفی های حساس به فشار
۹۱	 ۹-۱۶-۳ - تجهیزات کنترل دو دستی
۹۱	 ۱۰-۱۶-۳ - دستگاه های حساس به حرکت
۹۲	 ۱۱-۱۶-۳ - متوقف کننده های مثبت
۹۲	 ۱۲-۱۶-۳ - ترمزها
۹۲	 ۱۳-۱۶-۳ - محرک های توقف اضطراری
۹۳	 ۱۴-۱۶-۳ - دستگاه های فعال کننده
۹۴	 ۱۵-۱۶-۳ - تغییر کنترل های وضعیتی
۹۴	 ۱۶-۱۶-۳ - سرعت پائین
۹۵	 ۱۷-۱۶-۳ - سنسورهای سرعت و جریان
۹۵	 ۱۸-۱۶-۳ - مناطق تعریف شده
۹۶	 ۱۹-۱۶-۳ - سیستم های کاری ایمن
۹۷	 ۲۰-۱۶-۳ - ارتباط با کنترلر ربات
۹۷	 ۱۷-۳ - یکپارچگی و جامعیت ایمنی ارزیابی کلی طرح حفاظتی بصورت سیستماتیک
۹۷	 ۱۸-۳ - ارزیابی کلی طرح حفاظتی بصورت سیستماتیک
۹۸	 ۱۹-۳ - استانداردها و قوانین
	 ۲۰-۳ - طراح، تولید کننده، فروشنده، پیمانکار نصب و کاربر ربات باید موارد ذیل را مد
۹۹	 نظر قرار دهند

فصل چهارم (ارزیابی ریسک خطرات)

۱۰۱	۱-۴- شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک
۱۰۲	۲-۴- پنج گام توصیه شده به منظور ارزیابی ریسک
۱۰۲	۳-۴- شناسایی خطرات
۱۰۳	۱-۲-۴- اجزای یک فرایند شناسایی خطر
۱۰۴	۴-۴- برآورد ریسک
۱۰۴	۵-۴- ارزیابی ریسک و کاهش آن
۱۰۵	۶-۴- روش های تجزیه و تحلیل ایمنی ربات
۱۰۶	۱-۶-۴- حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)
۱۰۶	۱-۶-۴-۱- مراحل انجام فرایند FMEA
۱۰۷	۲-۶-۴- تجزیه و تحلیل خطر و قابلیت عملکرد (HAZOP)
۱۰۷	۲-۶-۴-۱- مراحل انجام فرایند HAZOP
۱۰۸	۲-۶-۴-۲- مزایای HAZOP
۱۰۹	۲-۶-۴-۳- معایب HAZOP
۱۰۹	۲-۶-۴-۴- مراحل اجرا
۱۱۱	۲-۶-۴-۵- شرح وظایف اعضای یک تیم پیشنهادی
۱۱۳	۳-۶-۴- تکنیک بررسی عملیات (TOR)
۱۱۳	۳-۶-۴-۱- مراحل انجام فرایند TOR
۱۱۴	۴-۶-۴- تجزیه و تحلیل بررسی ایمنی هسته ای (NSCCA)
۱۱۵	۵-۶-۴- تجزیه و تحلیل درخت احتمال (PTA)
۱۱۶	۶-۶-۴- تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA)
۱۱۶	۶-۶-۴-۱- مزایای روش FTA
۱۱۷	۶-۶-۴-۲- معایب روش FTA
۱۱۷	۶-۶-۴-۳- مراحل مورد نیاز جهت تکمیل درخت خطا
۱۲۰	۷-۶-۴- تجزیه و تحلیل مارکوف (MA)

پیشگفتار

به نام خداوند جان و خرد گزین برتر اندیشه بر نگذرد

نیاز به تأمین و افزایش سرعت، دقت، بهره‌وری همراه با دستیابی به سطوح بالاتری از ایمنی در جوامع امروزی امری ضروری و غیرقابل اجتناب است. در طی سالیان متمادی انسان تلاش‌های فراوانی برای نیل به اهداف ذکر شده داشته و به دستاوردهای زیادی در این زمینه نیز نایل شده است که ربات‌ها از جمله این دستاوردها می‌باشند. ربات وسیله‌ای برای انجام سریع و دقیق کارها بوده که نیاز به استراحت ندارد و این همان خواسته همیشگی بشر می‌باشد. از آنجایی که طبیعت انسان و تکرولوژی و تعامل این دو همیشه به عنوان منبع اجتناب‌ناپذیر خطرات در صنعت محسوب می‌گردد لذا شناخت و ارزیابی خطرات جدید مربوط به ربات‌ها و تحت کنترل درآوردن آن‌ها به منظور دستیابی به سطوح مناسبی از ایمنی و بهره‌وری امری ضروری است. با توجه به ناشناخته بودن برخی خطرات، نحوه ارزیابی ریسک و کنترل آن‌ها در ربات‌های صنعتی، در این مجموعه سعی شده است تا خواننده بتواند پس از مطالعه بخش‌های مختلف کتاب ابتدا اطلاعاتی راجع به ربات‌ها، نحوه پیدایش و شکل‌گیری ربات‌های امروزی بدست آورده و سپس با شناسایی خطرات و ریسک‌های مربوط به آن‌ها آشنا شود و در پایان از شرایط ایمنی و کنترل‌های

موجود جهت حذف و یا به حداقل رساندن ریسک های مربوطه آگاهی پیدا نماید. با توجه به گستردگی علم رباتیک و تنوع ربات های صنعتی، در این کتاب تنها بخش کوچکی از شرایط موجود مورد بررسی قرار گرفته است. لذا از شما خواننده محترم خواهشمندیم جهت بهبود و تکمیل این مجموعه در طی ویرایش های آتی، نظرات و پیشنهادات سازنده خود را با مدیریت سایت www.IRAN-HSE.com در میان بگذارید. در پایان امیدواریم که این مجموعه بتواند کمبود منابع علمی موجود در زمینه ربات های صنعتی را تا حدی مرتفع ساخته و نقطه آغازی برای مطالعه و تحقیق بیشتر در این زمینه باشد.

مهندس امین میرزاخانی، مهندس ملیحه آورزمانی

دی ماه ۱۳۹۰