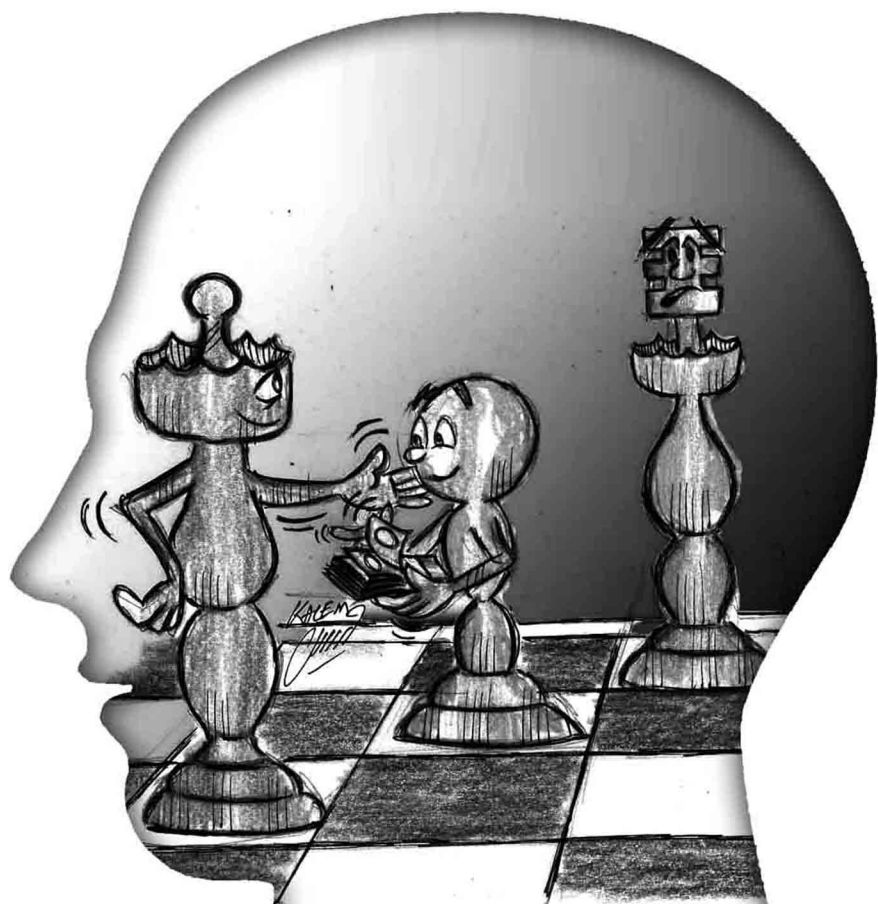


لبر سغل کو حید



نوشتہ: حسین مجدفر

این کتاب تقدیم می شود به:

آقای دکتر علی مقداری،

استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف
که نخستین دریچه های رباتیک صنعتی را بر من گشود.

فهرست مطالب

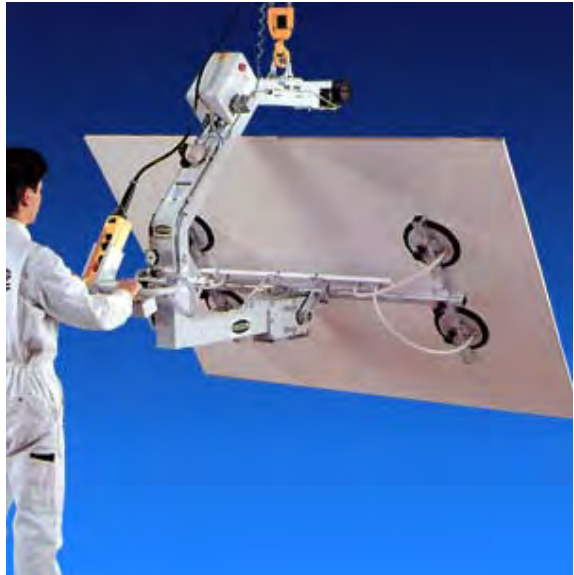
۱. پدیده جهانی شدن / ص ۴
۲. اشتغالزایی و نقش رباتها / ص ۴
۳. نمونه‌هایی از کاربردهای صنعتی ربات / ص ۱۰
۴. ملاحظات عملی در به کارگیری ربات / ص ۱۱
۵. مزایای به کارگیری ربات / ص ۱۲
۶. روش انتخاب رباتهای صنعتی / ص ۱۳
۷. طراحی یعنی حل دو معادله با پنج مجهول / ص ۱۴
۸. کاربرد همزمان رباتها و کارگران / ص ۱۸
۹. رباتهای خدماتی، تعامل ماشین با انسان / ص ۲۰
۱۰. مدل کسب و کار در یک شرکت رباتیک / ص ۲۲
۱۱. مدل همکاری با متخصصان رباتیک / ص ۲۷
۱۲. تفاوت تخصص رباتیک با توهم رباتیک / ص ۳۰

پدیده جهانی شدن

با جدی شدن بحث ورود ایران به سازمان تجارت جهانی (WTO) و نیاز به تولید قطعاتی ارزان تر همراه با کیفیت و تیراژ تولید بالاتر، افزایش میزان اتوماسیون در خطوط تولید بیش از گذشته جلوه می‌نماید. در این راستا، شرکت‌هایی که استفاده از فناوری روز دنیا را لازمه بقا در بازار رقابتی موجود می‌بینند، بهره‌گیری از ربات را در صدر برنامه‌های خود قرار داده‌اند.

اشتغالزایی و نقش رباتها

وقتی تیراژ تولید یک محصول بالا می‌رود به تبع آن، نیاز به «خدمات جانبی» مربوط به آن محصول نیز افزایش می‌یابد که در نتیجه تعداد افراد بیشتری در این صنایع، شاغل می‌شوند. برای روشن تر شدن موضوع، صنعت خودرو را که در استفاده

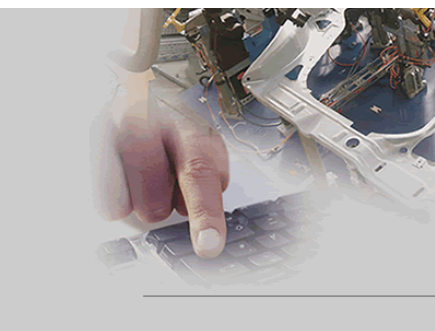


از رباتهای صنعتی در جهان پیشتاز است مورد واکاوی قرار می‌دهیم.

با ارتقاء سطح اتوماسیون در تولید قطعات بدنه خودرو در کارگاه پرس، کارگاه جوشکاری این قطعات به یکدیگر، خط نقاشی بدنه و خط تولید نصب تزئینات داخلی خودرو، استفاده از رباتهای صنعتی و بازوهای مکانیکی

(Manipulators) افزایش می‌یابد و از این رو تعدادی از ایستگاههایی که قبلاً کارگران به صورت دستی عملیات خود را بر روی خودرو انجام می‌دادند، در یک یا چند ایستگاه رباتیک، تجمع می‌شوند. این صرفه‌جویی در زمان تولید محصول،

علاوه بر افزایش کیفیت تولید با یکنواخت شدن محصولات تولیدی نیز همراه است. افزایش کیفیت به دلیل دقت بسیار بالای تجهیزات خودکار است و یکنواخت بودن تولید، همان دلیلی است که به خاطر آن می‌گویند در شرکت تویوتا از هر یک میلیون قطعه لازم



است فقط یکی را آزمایش کنند تا از مشخصات استاندارد خارج نباشد.

بدین ترتیب با انتقال تولید از دست کارگران به رباتها، کارشناسانی با سطح تحصیلات بالاتر در فرایند طراحی خط تولید، شاغل می‌شوند. این موضوع با توجه با افزایش انفجارگونه فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در سالهای اخیر در کشور ما یک مزیت محسوب می‌شود. نکته جالب آن است که همان کارگرانی که از فرایند مستقیم تولید خودرو حذف شده بودند، اکنون در زیرمجموعه‌های «خدماتی» خودرو مانند صنعت بیمه، تودوزی و صندلی‌سازی، نصب دزدگیر و سامانه‌های پخش صوتی، تعمیرگاهها، امدادخودروها، پارکبانها و ... شاغل می‌شوند و به دلیل چند برابر شدن تیراژ تولید، تعدادی نیروی انسانی دیگر نیز برای پاسخگویی به این نیازهای جانبی ناشی از توسعه صنعت خودروسازی مشغول به کار می‌شوند.



اما در بعد طراحی مهندسی خطوط تولید رباتیک، تقسیم کل کارهایی که می‌باید روی محصول انجام شود در ایستگاههای رباتیک و این که اصلاً چند ایستگاه کاری باید در نظر گرفت تا هزینه سرمایه‌گذاری خرید تجهیزات با توجه به تعداد آنها (-) و سهولتی که در جریان تولید ایجاد می‌کنند (+) عملکرد بهینه‌ای داشته باشد، مدتها وقت «مهندسان فرایند» را می‌گیرد. تیم طراحی فرایند معمولاً شامل مهندسان صنایع، برق و مکانیک است (البته بسته به سلیقه مدیر پروژه، نفوذ برخی آقایان یا

استدعای مدیرعامل فامیل دوست، در برخی از این تیمها تعدادی مهندس کشاورزی گرایش جنگلها و مراتع هم استخدام می‌شوند!

یکی از وظایف طراحان ابزار سر ربات، آن است که ابزاری را طراحی یا انتخاب نمایند که با توانایی ربات برای حمل آن سازگار باشد. آنچه یک طراح ابزار ربات لازم است بداند، یک درک کلی از حرکت‌های مکانیزم مکانیکی ربات است تا با الهام از آنها بتواند ابزاری را طراحی کند که ربات به هنگام حرکت دادن آن کمترین احتمال برخورد با سازه خود ربات یا سایر تجهیزات موجود در سلول را داشته باشد. ظرافت کار این طراحان را وقتی می‌توان بیشتر دریافت که بدانید هر ربات صنعتی (که معمولاً از نوع مفصلی با شش درجه آزادی است) در برخی از حالت‌های قرارگیری مفاصل و لینک‌هایش نسبت به هم نقطه کور دارد. این نقاط که در «رباتیک صنعتی» به نام نقاط **آلفا** معروفند، نقطه قفل‌شدگی مکانیزم رباتند که می‌باید از این نقاط، تا حد امکان، دوری نمود.

توجه داشته باشید که یک سلول رباتیک، علاوه بر خود ربات (رباتها) شامل چندین دستگاه دیگر هم هست که

همه این تجهیزات باید همزمان با هم در یک ایستگاه کاری، عملکرد هماهنگی داشته باشند تا یکی از فرایندهای تولید بر روی قطعه یا کالا صورت پذیرد و



به ایستگاه بعدی برود. یک نوع دیگر از «طراحی» که به آن «یکپارچه سازی» می گویند شامل انتخاب درست و بهینه تجهیزات یک خط تولید هماهنگ و یا در مقیاسی کوچکتر، یک سلول یا ایستگاه کاری است. خریداری یا ساخت تک تک این تجهیزات ماهها به طول می انجامد؛ اگرچه تعدادی سازنده به صورت موازی با هم بخشهای مختلف ادوات خط را تولید می کنند، فرایند ساخت دستگاههای با دقت بالا مثل گریپرها (چنگکها)، جیگ و فیکسچرها (نگهدارنده های قطعات) و ... زمان زیادی را از مهندسان طراح ابزار می گیرد.

نمونه‌هایی از کاربردهای صنعتی ربات

با توجه به گسترش فراوان کاربرد ربات در صنایع خودرو، قطعه‌سازی، الکترونیک، غذایی، بیمارستانی، دفاعی و ... نمونه‌های بسیاری می‌توان آورد که در این جا تنها به ذکر برخی از آنها می‌پردازیم:



جوشکاری نقطه‌ای (Spot Welding)، جوشکاری با قوس الکتریکی (Arc Welding)، بارگذاری / باربرداری (Loading/Unloading)،

جابه‌جایی مواد (Material Handling)، چسب‌زنی (Glazing)، عملیات سطحی (Surface Treatment)، نقاشی افشاندنی (Painting Spray)، آب‌بند زنی (Sealing)، برشکاری (Cutting)، فرزکاری (Milling)، سنگ‌زنی (Grinding)، ملازمت با ماشین‌آلات (Machine Tending)، سرهم‌بندی یا مونتاژ (Assembly)، بسته‌بندی (Packing) و جای‌دهی بسته‌ها (Palletizing).

ملاحظات عملی در به کارگیری ربات

۱- کاهش اشتغال مستقیم: مشاغل همچون

متصدیان رایانه، برنامه‌نویسان ربات، تحلیلگران سیستم و تعمیرکاران ربات، تعداد مشاغل را حتی افزایش نیز داده‌اند؛ ولی از آنجا که به کارگیری ربات، نیازمند آموزش است و آموزش نیز فرایندی زمانگیر است، استفاده از ربات فقط در درازمدت، اشتغال ایجاد می‌کند.



۲- کمبود آشنایی اولیه با ربات: برای رفع این

مشکل، بخش آموزش در صنایع باید فعال شود و

این کار هم نیازمند یاری سازمانهایی است که برای تحقق این امر، متخصصان لازم را تربیت نموده‌اند. شاید از دیدگاه یک راه حل عملی‌تر بتوان به کمک برخی شرکتهای ارائه‌دهنده خدمات پشتیبانی فنی و نیز مراکز تحقیقاتی کشور به عنوان متولی امر آموزش نیروی انسانی در مورد سامانه‌های پیشرفته صنعتی همچون ربات، چشم داشت.

مزایای به کارگیری ربات

مزایای فراوان این ساخته دست بشر، موجب رونق روزافزون استفاده از این فناوری در صنایع گوناگون جهان شده است. برخی از این مزایا در زیر، برشمرده شده‌اند:

- افزایش تولید محصول
- بهبود کیفیت محصول
- گوناگون‌سازی محصول
- کمینه کردن ضایعات تولید

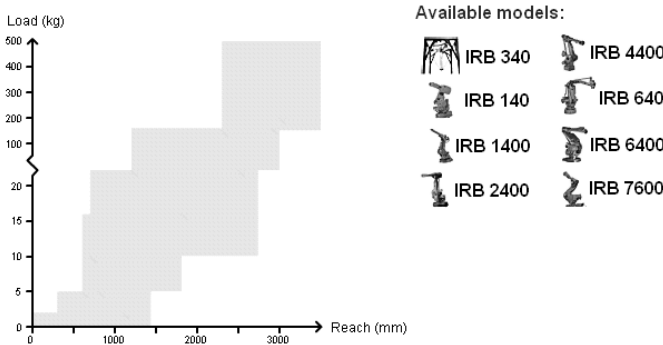
- کاهش هزینه تولید
- بهبود سلامت و ایمنی محیط کار
- قابلیت کار در محیطهای خطرناک

روش انتخاب رباتهای صنعتی

به هنگام انتخاب یک ربات باید دقت زیادی به کار برد تا خواص آن ربات با نیازمندی‌های فعالیتهایی که باید صورت پذیرند، همخوانی داشته باشد. به طور کلی بسته به محل استفاده از رباتها در محیطهای صنعتی، ملاحظات متفاوتی را باید در نظر گرفت.

نوع کاربرد، ابعاد بدنه ربات، قابلیت‌های کنترل‌کننده، اندازه تکرارپذیری، قابلیت‌های سازوکار حرکتی، سرعت، شتاب، دقت، ظرفیت بار، هندسه فضای کاری و قیمت مناسب، از جمله مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در انتخاب و سفارش یک ربات صنعتی است. این فرایند برای هر یک از عوامل نامبرده، از روی جداولی صورت می‌پذیرد که به صورت تجربی به دست آمده‌اند. در این‌گونه جداول معمولاً «بیشترین بار مجاز» برای «محدوده دسترسی»

مدلهای مختلفی از رباتهای یک تولیدکننده، برای هر مدل به صورت یک «منطقه مجاز» نشان داده می‌شود.



طراحی، یعنی حل دو معادله با n مجهول

فرق یک «طراح» با یک مهندس که طراح نیست در این است که مهندس مدام می‌گوید این را بده و آن را بده. خب این که دیگر طراحی نیست! این که شما بدون اطلاعات کافی بتوانید شروع کنید، یک توانایی است که یک «طراح» دارد و کسی که نمی‌تواند کار را با چند داده اولیه شروع کند، توانایی طراحی ندارد. همین توانایی است که کسانی را قادر می‌کند سامانه‌هایی را که قبلاً

وجود نداشته‌اند برای نخستین بار طراحی کنند و بسازند. یکی از بزرگترین ایرادات نظام آموزشی ما این است که بیشتر تأکیدش بر تحلیل است. مثلاً به شما یک مدار می‌دهند و می‌گویند بهره‌اش را حساب کنید. مشکل این است که دانشگاه‌های ما توانایی «طراحی» را در دانشجویان، کمتر پرورش می‌دهند.

با توجه به زیاد بودن عوامل تعیین‌کننده باید با ساده-سازی فرایند انتخاب، آن را از جایی شروع کرد؛ بنابراین در انتخاب یک ربات صنعتی نیز مهم‌ترین خصوصیات را که شامل «بیشترین بار مجاز» و «محدوده دسترسی» است به عنوان قیده‌های اولیه برمی‌گزینیم. بیشترین بار مجاز شامل قطعه یا باری که قرار است جابه‌جا شود به علاوه ابزار گیرنده آن بار (گریپر) است. در کاربردهایی که ابزار بسته شده به مچ ربات فرایندی را بر روی قطعات انجام می‌دهد (مانند جوشکاری، رنگ پاشی، نگه داشتن یک ابزار ساینده یا برنده و ...) بیشترین بار مجاز همان وزن ابزار ربات است. با این توضیحات، روشن است که هر چه مرکز گرانث مجموعه ابزار و بار از

انتهای میچ ربات دورتر باشد (در حالتی که ربات بار را بلند کرده است) می‌باید رباتی را با توانایی بلند کردن بار بیشتر برگزید. بنابراین یکی از وظایف طراحان ابزار سر ربات، آن است که ابزاری را طراحی یا انتخاب نمایند که با توانایی ربات برای حمل آن سازگار باشد یعنی ربات در محدوده مجاز نمودار «بار- دسترسی» قرار داشته باشد. موضوع، هنگامی برایتان جالب‌تر می‌شود که بدانید قبل از طراحی ابزار رباتهای یک خط تولید، ابتدا رباتها با تخمین میزان بار و البته با توجه به فضای دسترسی آنها گزیده و سفارش داده می‌شوند و طراح ابزار مجبور است خود را با رباتهای از پیش گزیده تطبیق دهد. علت این امر دو موضوع است:

۱. یکی این که هر سازنده‌ای رباتهایش را در چند «کلاس» کاری محدود تولید می‌نماید. برای نمونه اگر رباتهای کلاس سوم برای باری معادل ۱۳۰ کیلوگرم مناسبند، رباتهای کلاس بعدی برای بار ۱۷۰ کیلوپی طراحی شده‌اند و بین این دو کلاس، هیچ مدلی از ربات ارائه نمی‌شود. (هر کلاس

معمولاً شامل چندین «مدل» است که اگر در مدلی طول بازو (بوم ربات) بلندتر باشد و در نتیجه، طول دسترسی بیشتری داشته باشد، از ظرفیت باربرداری آن کاسته می‌شود.

RX SERIES ARMS							
Type							
							
RX60	RX60 L	RX90	RX90 L	RX130	RX130 L	RX170 / RX170 HP	RX170 L
Number of degrees of freedom							
6	6	6	6	6	6	6	6
Nominal load capacity							
2,5 kg	1,5 kg	6 kg	3,5 kg	12 kg	6 kg	30 / 60 kg	20 kg
Maximum load capacity							
10 kg	5 kg	12 kg	9 kg	25 kg	15 kg	60 / 65 kg	40 kg
Reach at wrist							
665 mm	865 mm	985 mm	1185 mm	1360 mm	1660 mm	1835 mm	2135 mm
Repeatability							
± 0.02 mm	± 0.033 mm	± 0.02 mm	± 0.025 mm	± 0.03 mm	± 0.035 mm	± 0.04 mm	± 0.05 mm

۲. دیگر آن که از مرحله سفارش‌گذاری رباتها به کارخانه سازنده ربات تا هنگام تحویل آنها در کشور مقصد و بعد از آن، ترخیص رباتها از گمرک مدت زمان زیادی (از ماهها تا سالها) مورد نیاز

است. به همین دلیل است که وقتی یک پروژه تعریف می‌شود باید برخی از مراحل را موازی هم انجام داد تا در مدت زمان اجرای پروژه صرفه‌جویی نمود؛ چرا که اگر مدت اجرای پروژه اتوماسیون طولانی شود چه بسا نیاز بازار به تولید آن کالا برطرف شود!

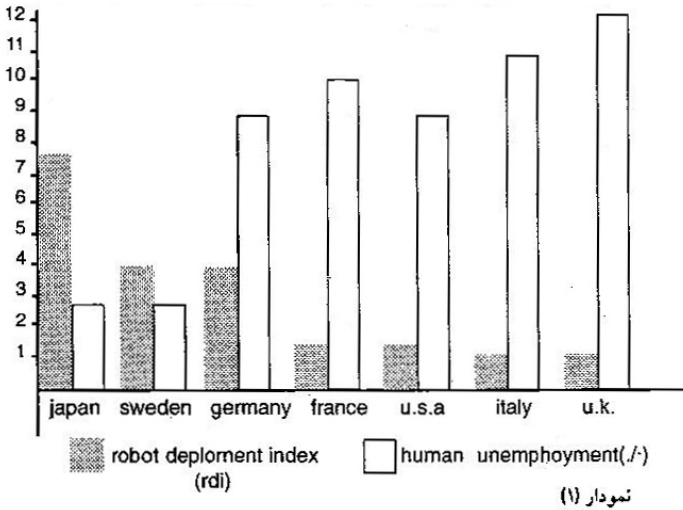
کاربرد همزمان رباتها و کارگران

جدول (۱) و نمودار (۱) به خوبی، عدم مقابله ربات و کارگر را نشان می‌دهند. سطر پنجم جدول (۱) از تقسیم تعداد رباتهای صنعتی (سطر چهارم) بر تعداد جمعیت صنعتی کشورها (سطر دوم) به دست آمده است و سطر ششم (RDI) حاصلضرب سطر پنجم در عدد ۱۰ و یک شاخص مناسب از «میزان به کارگیری و پیشرفت در رباتیک» برای کشورهاست. بدین معنی که هر چه این عدد بزرگتر باشد، میزان به کارگیری و پیشرفت در رباتیک در آن کشور بیشتر است.

در نمودار (۱) مقدار (RDI) به دست آمده از جدول (۱) با درصد بیکاری کشورها (سطر سوم جدول ۱) مقایسه شده است. نتایج این نمودار، بسیار جالب است. چرا که بیشترین مقدار RDI با کمترین درصد بیکاری همراه است (در ژاپن) و کمترین مقدار RDI با بیشترین درصد بیکاری (در انگلستان). این نمودار، عدم تقابل بهره‌گیری از نیروی انسانی و ربات را به خوبی نشان می‌دهد.

سوئد	فرانسه	بریتانیا	ایتالیا	آلمان	ژاپن	آمریکا	
۸	۵۵	۵۰	۵۷	۶۱	۱۲۰	۲۳۷	تعداد تضمینی جمعیت (میلیون نفر)
۱۰	۴۸	۵۴	۵۷	۷۸	۱۲۳	۱۹۲	استخدام شده در بخش تولید (میلیون نفر)
۲۷	۱۰۳	۱۱۵	۱۱۰	۹۰	۲۸	۶۹	درصد بیکاری
۳۶	۷۵	۳۷	۵۵	۱۲۴	۹۰۰	۲۷۰	تعداد روپات های صنعتی (ضرب در هزار)
۰.۳	۰.۱۶	۰.۰۷	۰.۱	۰.۱۰	۰.۷۳	۰.۱۴	درصد جایگزینی روپات ها به عنوان نیروی کار تولید
۴۰	۱۶	۰.۷	۱۰	۱۶	۷۳	۱۴	شاخص گسترش به کارگیری روپات

جدول (۱)



رباتهای خدماتی، تعامل ماشین با انسان

در حال حاضر بیشترین تلاشها بر آن است که رباتها وارد زندگی روزمره آدمی نیز بشوند. هدف نهایی آن است که رباتها در انجام فعالیتهای روزانه به مردم کمک کنند. این برنامه به ویژه بر مواردی تمرکز دارد که افراد، نیازمند کمک و دستiاری دیگرانند؛ مثل نوباوگان، معلولان و از کار افتادگان. بنابراین دانش و فنی تعقیب می‌شود که به توانا ساختن رباتها به منظور ایفای نقش در محیطهایی چون بیمارستانها، مدارس، مهدهای کودک، خانه‌های

سالمندان، مراکز مراقبت از معلولان و حتی خانه‌ها می‌پردازد. بخش اعظم تحقیقات بر طراحی رباتهای یاری‌رسان تحت کنترلی متمرکز شده است که در عین حال قادر به واکنش نشان دادن به شرایط محیط کاری خود باشند؛ یعنی سامانه‌هایی که بتوانند به صورت خودکار و با شعور، از طریق کنش متقابل اجتماعی و بدون تماس فیزیکیِ کاربرشان برای دستور دادن به آن عمل کنند و کارهایی مانند فرابینی رفتار فرد-فرد حاضران از طریق دوربین، کمک رساندن در موارد لازم، آماده‌سازی وسایل مورد نیاز این افراد، تعلیم و تربیت از طریق گوشزد کردن خوبی یا بدی عمل انجام شده (تشویق یا نکوهش) و آموزش اجرای درست کارها را بر عهده گیرند. برای توانمند ساختن رباتها بر ایفای چنین نقشهای اجتماعی یاری‌رسانی، می‌باید به چالشهای تحقیقاتی پرداخت که مشتمل بر تعامل طبیعی انسان-ربات و تضمین یاری هدفمند و مفید باشد.

رباتهای یاریگر به منظور رسیدن به اهداف خود می‌باید توانایی مواجهه با اقدامات متناقضی را که در یک تعامل

مؤثر با کاربر رخ می‌دهد داشته باشند. باید دید چگونه می‌توان واکنش فیزیکی رباتها را تضمین نمود تا به عنوان ابزاری توانمند و یگانه برای تحقق اهداف یاری‌رسانی پیچیده و مرکب به کار آیند. با الهام از علوم اجتماعی و روانشناسی و بهره‌گیری از علوم اعصاب و روان و نیز همکاری مؤثر با مراکز تربیتی و مراقبتی می‌توان این امر را در راستای دنیای واقعی هدایت کرد.

مدل کسب‌وکار در یک شرکت رباتیک

پیش از هر سخنی گفتن این نکته ضروری است که بر خلاف تصور بخش اعظم مخاطبان، در ایران کسی ربات نمی‌سازد و منظور از یک شرکت رباتیک، گروهی از نیروهای آموزش‌دیده است که ربات را از خارج کشور وارد می‌کنند و خدمات فنی نصب و راه‌اندازی و طراحی اجزای جانبی یک سلول رباتیک و ابزار انتهایی ربات را همراه با طراحی فرایند تولید در چنین سلولی ارائه می‌دهند. قبلاً یک بار تجربه مهندسی معکوس و ساخت رباتهای صنعتی در کشور انجام پذیرفته است که با توجه

به نبود صرفه اقتصادی در رقابت با بزرگان این صنعت، تولید ربات در داخل کشور، مزیت قیمتی ندارد. جالب است بدانید که صنعت رباتیک از معدود صنایع دنیاست که هنوز به دست ملت غیور چین کپی‌کاری نشده است. این موضوع به دلیل نیاز بالای تجهیزات دقیق و گران‌قیمتی همچون رباتهای صنعتی به رعایت الزامات سختگیرانه در خلال فرایند ساخت و وجود فناوری بسیار پیشرفته بوده است. به طوری که برای نمونه، لقی بین دندانه‌های چرخنده‌های جعبه‌دنده ربات تا تقریب خوبی برابر با صفر است.

در اینجا لازم است توجه کنیم که برای پیروزی یک مدل کسب‌وکار که با استانداردهای امروز ایران مطابقت داشته باشد لازم است تا ۲ رویکرد را مورد نظر قرار دهیم:

- **مشاوره رایگان:** کسی در ایران بابت این که شما برای بهبود تولید در کاخانه‌اش طرح بدهید حاضر نیست پولی بپردازد! طرز فکر بیشتر صاحبان صنایع، آن است که فقط در برابر کالا می‌توان هزینه کرد و

استفاده از دانش شما که برای به‌دست آوردنش عمری خاک صنعت را خورده‌اید، باید رایگان باشد! برای تطبیق دادن خودتان با این طرز فکر رایج، شما نخست مشاوره‌های خود را به کارفرما به همین صورت مجانی که باب میل اوست ارائه می‌دهید. البته فقط کلیات را مطرح می‌کنید و جزئیات فنی کار و این‌که چگونه انجامش بدهید را برای خودتان نگه می‌دارید. سپس در هنگام عقد قرارداد اجرای پروژه، رقم حق مشاوره خود را یا به رقم خرید تجهیزات می‌افزایید یا به رقم دستمزد شما برای نصب و راه‌اندازی آن تجهیزات و یا به هر دو! بدین ترتیب کسی که پیش خودش فکر می‌کرده شما چقدر آدم ساده‌ای هستید که دانشتان را به سادگی در اختیارش قرار داده‌اید و او چه آسان توانسته است جوانی ساده‌دل و درس‌خوان و عمدتاً عینکی را رنگ نماید، نه تنها تا دینار آخر، حق و حقوق شما را با رضایت و بدون آن‌که خودش بداند پرداخت خواهد

کرد بلکه در برخی موارد تنبیهی لازم‌الاجرا، بدون آن‌که بداند تا دو برابرش را هم پرداخت کرده است.

- **بیمه مسئولیت:** مانند روش بالا را باید برای مجبور کردن کارفرما برای خرید یک فقره بیمه مسئولیت مهندسی به کار برد. یعنی طبق همان طرز فکر سودجویانه که فقط باید بابت کالاهای فیزیکی پول پرداخت کرد، بیشتر کارفرماها هنوز فرهنگ خرید بیمه را به‌دست نیاورده‌اند و تا اتفاق ناگواری برای کارگرس نیفتد به فکر چاره نمی‌افتند. از آنجا که رابطه‌های صنعتی نیز موجوداتی قوی و پرزور و البته زبان‌نفهم هستند، داشتن بیمه مسئولیت برای هر سلول رباتیک اقدامی ضروری است. چون ممکن است سیگنال خطا مثلاً در نتیجه منابع ایجاد خطا مثل وجود یک نوفه (نویز) یا میدان مغناطیسی در اطراف یکی از کابل‌های فرمان به ربات ارسال شود و به صورتی ناخواسته حرکتی پیش‌بینی نشده از ربات سر بزند که مرگبار باشد. برای رسیدن به این هدف

نیز شما باید هزینه خرید یک فقره بیمه مسئولیت مهندسی را به رقم قرارداد خودتان اضافه نمایید ولی به کارفرما بگویید که این «هدیه» شرکت شما به اوست! آشکار است که صاحبان روحیه بهره‌کشی از مردم بدون آن که پولش را بدهند یا احمق فرض کردن تحصیلکرده‌ها چقدر از دریافت هدیه‌ای که از جیب خودشان به آنها داده شده است ولی خبر ندارند، خوشحال خواهند شد. این عملکرد با اخلاق حرفه‌ای نیز در تضاد نیست چراکه شما این اقدام را برای تأمین مخارج درمان کارگری که دچار حادثه شده است یا تأمین هزینه زندگی خانواده او در صورتی که دچار مرگ در محل سلول رباتیک شود، انجام داده‌اید که اتفاقاً به نفع کارفرما هم هست و وظیفه ما به عنوان کسی که صاحب خرد است ایجاب می‌کند تا منافع کارگر و کارفرما را همزمان در نظر داشته باشیم. اخلاق مهندسی به ما می‌گوید که مانند این حرکت را باید با لحاظ کردن تعداد کافی حسگر تشخیص ورود کارگر یا بخشی از بدن

او به داخل محوطه کاری ربات در هنگام طراحی فنی سلول رباتیک در نظر بگیریم؛ حالا هر قدر هم که هزینه اجرای پروژه را برای کارفرما بالا ببرد.

مدل همکاری با متخصصان رباتیک

تا اینجا معلوم شد که بهره‌گیری از رباتها سبب انتقال «مشاغل مستقیم» از بدنه کارگری به بدنه کارشناسی صنعت می‌شود و به‌جای آن در نتیجه افزایش تیراژ تولید، تعداد بیشتری کارگر برای انجام سایر زیرمجموعه‌های تولید که در نتیجه این افزایش تیراژ ضرورت یافته است باید استخدام شوند. ولی از طرفی دستمزد یک کارشناس، بالاتر از دستمزد یک کارگر فنی است و اگر این کارشناس، متخصص دستگاهی با فناوری پیشرفته همچون ربات باشد، این رقم باز هم افزایش می‌یابد. به طوری که دستمزد یک مهندس رباتیک برجسته تا ساعتی ۵۰ هزار تومان هم می‌رسد. اگر چنین کارشناسی را برای حضور دائمی در شرکت استخدام کنید باید بابت ۱۹۲ ساعت کار در ماه به او مبلغی معادل ۹/۶ میلیون

تومان دستمزد بپردازید! اگرچه دستمزد کسی که به صورت تمام وقت به کار گرفته می شود بسیار کمتر از یک متخصص پاره وقت است ولی بازهم برای راضی نگه داشتن صاحب چنین سطحی از توانمندی مهندسی، باید چند برابر یک مهندس عادی حقوق پرداخت کرد. بنابراین به منظور صرفه جویی در هزینه ها و از طرفی بهره مندی از تخصص این دسته از مهندسان، راه حل در استفاده پاره وقت از آنهاست. به این ترتیب که شما باید تعدادی از این افراد را با سطوح مهارتی مختلف و در نتیجه انتظارات مالی متفاوت در آستین داشته باشید. این افراد هر کدام در شرکتهایی مشغول به کار هستند ولی هر وقت که به حضورشان بسته به نوع تخصص آنها نیاز پیدا شد، از یک یا چند نفر از آنها دعوت به همکاری می شود تا در اوقات فراغت خود، تعطیلی های آخر هفته و یا در صورت ضرورت پروژه، با گرفتن مرخصی از شرکت متبوع خود در انجام پروژه با شما همکاری نمایند. به دلیل خاص بودن این مدل همکاری، کارشناس نامبرده تمام تلاش خود را برای اجرای «سریع و بهره ور» کار

محواله به او به کار خواهد گرفت بدون این که لازم باشد شما او را هل بدهید چراکه در غیر این صورت می‌داند در پروژه بعدی، دعوت به کار نخواهد شد. به این ترتیب ضمن احساس امنیت این افراد از دریافت دستمزد دائم خود از شرکتهایشان، یک درآمد جانبی قابل ملاحظه نیز از طرف شرکت شما برایشان تأمین می‌شود که بالاترین درجه رضایتمندی را از همکاری در پروژه‌های شما در ذهن ایشان در پی دارد. در این سبک همکاری، شما نه نیازی دارید با کارمند تمام‌وقت خود به دلیل گرفتن پی‌درپی مرخصی، هر روز جنگ اعصاب داشته باشید و نه نگران این باشید که دیروز در منزل با همسرش شکراب کرده و امروز بهره‌وری او در محل کار برابر با صفر کلون است در حالی که دستمزد نجومی از شما دریافت می‌نماید! اگر از این واقعیت اطلاع داشته باشید که افراد باهوش معمولاً کارمندان منظمی نیستند و به دلیل حساس‌تر بودنشان، مشکلات عاطفی بیشتری را در زندگی، تجربه می‌کنند احتمال دارد که شما نیز به جمع طرفداران راه‌اندازی این مدل کسب‌وکار بپیوندید.

تفاوت تخصصی رباتیک با توهم رباتیک

چنانچه در بالا ذکر شد دستمزد متخصصان رباتیک، رقم بالایی است. این دستمزدها فقط در «صنعت» قابل پرداخت است که به لحاظ توان مالی، شرایط استخدام چنین افرادی را دارد. در اینجا دادن این تذکر نیز واجب است که این متخصصان رباتیک، مهارت خود را در عمل و طی سالها کار اجرایی به دست آورده‌اند و برخی از آنها حتی تحصیلات دانشگاهی چشمگیری نیز ندارند! اطلاع از این واقعیت می‌تواند به قضاوت ما درباره لزوم یا عدم لزوم فراگیر شدن قارچ‌گونه مسابقات رباتیک در سطح کشورمان کمک نماید. به طوری که در حال حاضر در برخی دبستانها تعداد چهار-پنج تیم رباتیک وجود دارد که موضوع کار عمده آنها رباتهای چهارچرخه یا شبیه‌سازی رباتیک است که با نسخه مورد نیاز صنعت که رباتهایی با پایه ثابتند به کلی فرق دارد. در اینجا به نظر می‌رسد که شایسته است تا گرفتاری در توهم «نام ربات» و جوگیر شدن از «پرستیژ توخالی» با برنامه‌ریزی درست آموزشی در کشور جایگزین گردد.



حسین مجد فر

مهندسی مکانیک جامدات، دانشگاه صنعتی شریف

مهر ۱۳۷۴ - شهریور ۱۳۷۸

۰۹۱۳۱۴۴۹۱۷۷

majdfar@gmail.com

زمینه فعالیت تخصصی:

مشاوره، طراحی سلول، تدوین سناریوی تولید، آموزش، اجرا، نصب و راه اندازی سلولهای رباتیک صنعتی

کتابهای دیگر از همین نگارنده :

- سی کارآفرین (۱)
- سی کارآفرین (۲)
- سی کارآفرین (۳)
- سی کارآفرین (۴)
- دانشگاه کارآفرین (۱)
- دانشگاه کارآفرین (۲)
- راه روشن
- دانشگاه ارزش آفرین (۱)
- آشیانه سیمرغ
- دانشگاه زندگی
- آوای ققنوس
- کتاب اتوماسیون (۱)
- کتاب اتوماسیون (۲)
- کتاب اتوماسیون (۳)
- کتاب اتوماسیون (۴)
- لذت مهندسی
- آب استخودوس
- گنج پنهان
- کمپوت هلو
- مغز گردو
- لواشک آلو
- سیب ترشو
- آنچه نو مهندسان نمی دانند
- راه اندازی کسب و کار امروزی
- دانشگاه ماندگار
- شکست تجاری
- راه دشوار پیروزی
- دنیای وارونه
- درسهای مهندسی از حیوانات
- بازاریابی در خرطوم فیل
- رد پای یک ملت
- شترمرغ گاو پلنگ

آنان که به شادمانی می‌بخشند همچون شکوفه که (نبور، شیره جانش را)
می‌مکد بر این باورند که کام دادن، نیاز ناگزیر زندگی است و خود بیش از
آن که کامشان را می‌ستانند به شیدایی می‌رسند.

(جبران خلیل جبران)

