

دکتر علی میرزایی سیسان

بازنگری بازرسی کیفیت قطعات کلید سودآوری خودروسازان

اندیشکده خودرو
AUTO THINK TANK



● مقدمه

صنعت خودروسازی جهان با بحرانی بی سابقه در حوزه گارانتی مواجه است؛ به گونه ای که تولیدکنندگان خودرو سالانه بیش از ۴۰ میلیارد دلار بابت ادعاهای گارانتی پرداخت می کنند. این هزینه ها که از یک چالش هزینه قابل مدیریت به چالشی راهبردی تبدیل شده اند، و تأثیرات متفاوتی بر تولیدکنندگان مختلف داشته و بازتاب دهنده فلسفه های متنوع تولید و بازرسی قطعات در شرکت های خودروسازی هستند. روند افزایشی هزینه های گارانتی، به ویژه در سال های اخیر، واقعیت مالی نگران کننده ای را آشکار ساخته و نشان می دهد که افزایش پیچیدگی فناوری خودروها، به ویژه خودروهای مدرن، منجر به افزایش چشمگیر هزینه های گارانتی می شود.

مطالعات شرکت مشاوره ای برلیس آلمان نیز تأیید می کند که قابلیت اطمینان بالاتر محصولات، نه تنها سودآوری شرکت های خودروساز را افزایش می دهد، بلکه موجب ارتقای ارزش برند در میان مصرف کنندگان می شود. این امر، اهمیت توجه به زنجیره تأمین، قطعات و فرهنگ کاری را در تضمین کیفیت و قابلیت اطمینان بودن محصول را دوچندان می سازد. برای موفقیت در این راه، بازنگری در فلسفه بازرسی کیفیت، ارتقا فرهنگ کاری و ابزار نولازم است. این به معنای تست بیشتر نیست، بلکه اطمینان از کیفیت محصول به صورت هوشمندانه است.

● ابعاد و پیامدهای مالی هزینه های گارانتی با داده های واقعی

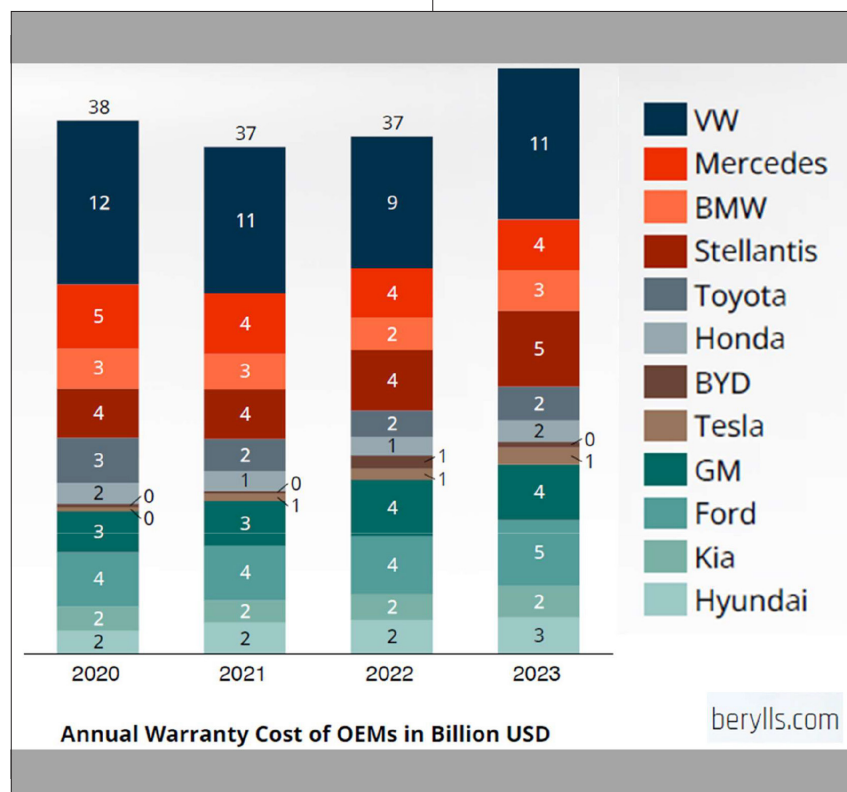
در بازه زمانی سال های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳، هزینه های گارانتی خودروسازان (OEM) از ۳۷ میلیارد دلار به ۴۲ میلیارد دلار افزایش یافته است که این امر نشان دهنده روندی صعودی طی این چهار سال است. گروه فولکس واگن همواره بیشترین هزینه های گارانتی را متحمل شده است؛ به گونه ای که این رقم به طور متوسط ۱۲ میلیارد دلار بوده است و این شرکت را در هر سال به بزرگترین پرداخت کننده این هزینه ها بدل ساخته است. استلانتیس در جایگاه بعدی قرار داشته و هزینه های آن در تمام سال ها حدود ۵ میلیارد دلار باقی مانده است، در حالی که فورد نیز با هزینه ای سرسام آور، همواره پس از این دو شرکت قرار داشته است. هزینه های گارانتی جنرال موتورز نیز در هر سال حدود ۴ میلیارد دلار بوده و تغییر قابل توجهی نداشته است. مرسدس

و بامو هر یک سالانه ۳ تا ۵ میلیارد دلار هزینه گارانتی داشته اند که نشان دهنده ثبات نسبی البته بالا در میان برندهای اروپایی ممتاز است. جالب است که هزینه گارانتی تویوتا برغم تعداد بالای فروش این شرکت نیز در هر سال ۲ میلیارد دلار بوده و هوندا و هیوندای در پایین ترین سطح جدول با یک میلیارد دلار در سال قرار داشته اند که این رقم طی چهار سال ثابت مانده است. بیشترین افزایش سالانه در مجموع هزینه های گارانتی صنعت خودرو بین سال های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ رخ داده، زمانی که این رقم از ۳۷ میلیارد دلار به ۴۲ میلیارد دلار جهش یافته است. مجموع هزینه های گارانتی تویوتا، هوندا و هیوندای تنها ۴ میلیارد دلار در سال و معادل یک دهم کل هزینه هاست. سه شرکت برتر یعنی فولکس واگن، استلانتیس و فورد، هر سال بیش از نیمی از کل هزینه های گارانتی صنعت را به خود اختصاص داده اند. اکثر برندها در هزینه های سالانه خود ثبات قابل توجهی داشته اند و تنها فولکس واگن و فورد هر یک افزایش یک میلیارد دلاری را از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۳ تجربه کرده اند. این داده ها نشان می دهد که تمام این برندهای نامدار بین الملل با هزینه های بالای گارانتی مواجه اند که سودآوری را کاهش داده و بیانگر چالش های مداوم در حوزه کیفیت یا قابلیت اطمینان محصولات در سراسر

این صنعت است. تمرکز هزینه های بالای گارانتی در میان چند خودروساز بزرگ، فشار نامتناسبی را بر این شرکت ها نسبت به سایر رقبای وارد می سازد. طی این چهار سال، هیچ یک از برندها کاهش قابل توجهی در هزینه های گارانتی نداشته اند و این امر نشان می دهد که بهبود چشمگیری در کیفیت محصولات یا مدیریت گارانتی در سطح وسیع حاصل نشده است. روند کلی، چالش فرایندهای را برای صنعت خودرو نشان می دهد؛ به گونه ای که ادعاهای گارانتی همچنان رو به افزایش بوده و فشار مالی قابل توجهی بر برندهای با سابقه و نوظهور این حوزه وارد می کند.

بر اساس داده های شرکت برلیس، هزینه های گارانتی مستقیماً حاشیه سود خودروسازان را تحت تأثیر قرار می دهد. این هزینه ها تنها به تعمیرات محدود نبوده و شامل قطعات یدکی، هزینه نیروی انسانی متخصص، جایگزینی خودرو و مدیریت فراخوان ها نیز می شود. روند افزایشی هزینه های گارانتی از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳ همزمان با پیچیده تر شدن فناوری خودروها، به ویژه خودروهای برقی، شدت یافته است. به عنوان نمونه، هزینه های گارانتی خودروهای برقی در سال اول تولید تا ۳۰ درصد بالاتر از خودروهای احتراق داخلی برآورد می شود.

اگر هزینه های گارانتی را در دسته بندی های



مختلف خودروسازان تفکیک کنیم، آمارها نشان می‌دهد که این مسئله منحصر به تولیدکنندگان خاص نیست، بلکه چالشی سیستمیک برای بسیاری از برندهاست. به عنوان مثال، شرکت BMW در سال ۲۰۲۰ بالغ بر ۲-۳ میلیارد یورو برای هزینه‌های گارانتی پرداخت کرده است، در حالی که سود عملیاتی (EBIT) این شرکت ۴.۸ میلیارد یورو بوده است. این بدان معناست که سهم بزرگی از درصد سود عملیاتی BMW صرف هزینه‌های گارانتی شده است. شرکت دایملر نیز در همان سال ۳-۴ میلیارد یورو برای گارانتی هزینه کرده در حالی که EBIT آن ۶.۶ میلیارد یورو بوده است؛ یعنی بیش از ۵۰ درصد سود عملیاتی این شرکت صرف گارانتی شده است. گروه فولکس‌واگن در سال ۲۰۲۳ پرهزینه‌ترین عملیات گارانتی را در سطح جهانی داشته است. این آمارها به وضوح نشان می‌دهد که هزینه‌های گارانتی می‌تواند ۲۵ تا ۵۰ درصد سود عملیاتی خودروسازان را از بین ببرد. حتی اگر شما خودرو ساز آلمانی باشد.

در مقابل، داده‌ها نشان می‌دهد که تولیدکنندگان ژاپنی با مدیریت مؤثر هزینه‌های گارانتی، عملکرد به مراتب بهتری دارند. برای مثال، تویوتا در پنج سال گذشته موفق شده است ادعاهای گارانتی را به طور چشمگیری کاهش دهد و قابلیت اطمینان فوق‌العاده بلندمدت محصولات خود را حفظ کند. هوندا نیز با نرخ بسیار پایین ادعاهای گارانتی و پوشش مؤثر خدمات پس از فروش، توانسته است اکثریت قریب به اتفاق خودروهای معیوب را در کوتاه‌ترین زمان ممکن تعمیر کند. این موفقیت‌ها حتی در بخش خودروهای برقی نیز ادامه یافته و تولیدکنندگان ژاپنی همچنان معیارهای برتر قابلیت اطمینان را در مقایسه با رقبای جهانی حفظ کرده‌اند.

نقش فرهنگ سازمانی و فلسفه تولید در قابلیت اطمینان: مقایسه تطبیقی با شواهد آماری تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که تفاوت در هزینه‌های گارانتی عمده‌تأ ناشی از تفاوت‌های فرهنگی و فلسفه‌های تولید است، نه صرفاً سطح دانش مهندسی. خودروسازان ژاپنی با تأکید بر کنترل کیفیت فراگیر و بهبود مستمر، موفق به کاهش چشمگیر نرخ ادعاهای گارانتی و هزینه‌های مرتبط شده‌اند. شرکت‌هایی نظیر تویوتا و هوندا، با تکمیل فرآیندهای طراحی و تولید پیش از عرضه به بازار، نرخ نقص محصولات خود را به حداقل رسانده و قابلیت اطمینان بلندمدت

را تضمین نموده‌اند. این رویکرد موجب ایجاد چرخه مثبتی شده که در آن هزینه‌های پایین گارانتی، امکان قیمت‌گذاری رقابتی و حفظ حاشیه سود را فراهم می‌آورد.

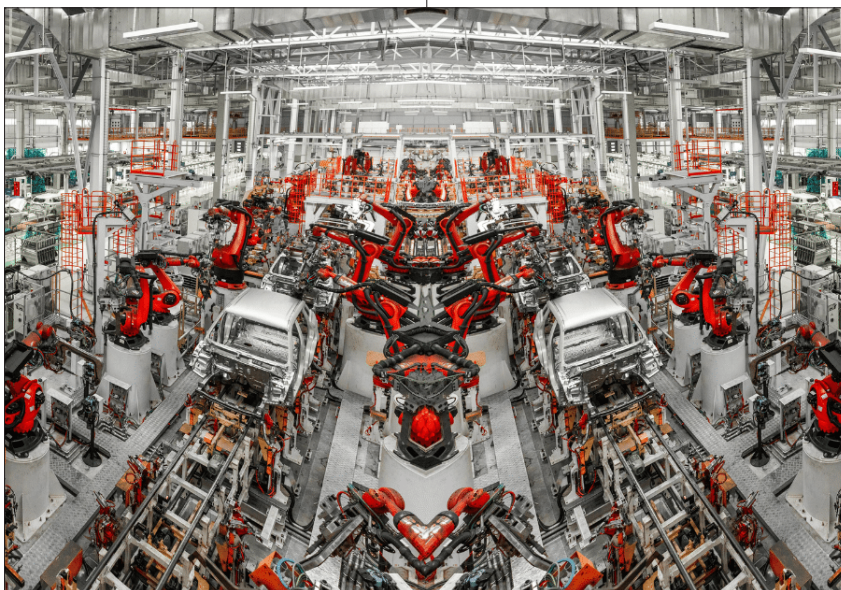
در مقابل، خودروسازان اروپایی، به ویژه برندهای آلمانی، به دلیل تمرکز بر پیچیدگی مهندسی و ارائه ویژگی‌های لوکس، با هزینه‌های بالای گارانتی مواجه‌اند. همان‌طور که اشاره شد، BMW و دایملر بخش قابل توجهی از سود عملیاتی خود را صرف هزینه‌های گارانتی می‌کنند. این پیچیدگی فنی، نقاط خرابی بالقوه را افزایش داده و هزینه‌های نگهداری و گارانتی را به ویژه در بلندمدت افزایش می‌دهد. همچنین، شرکت‌هایی مانند استلانتیس و برخی برندهای آمریکایی، به دلیل ضعف در کنترل کیفیت و اولویت دادن به تولید انبوه و مقرون به صرفه بودن، با نرخ بالای ادعاهای گارانتی و هزینه‌های مرتبط مواجه‌اند. برای مثال، استلانتیس یکی از بدترین عملکردها را از نظر نسبت هزینه‌های گارانتی به حجم تولید دارد و هزینه‌های ادعای گارانتی آن به طور قابل توجهی افزایش یافته است. فورد نیز در دسته بندی‌های هزینه گارانتی بالا قرار دارد و جنرال موتورز با وجود عملکرد بهتر نسبت به فورد، همچنان هزینه‌های بالاتری نسبت به رقبای ژاپنی دارد.

این تفاوت‌ها، سلسله‌مراتب روشنی را در قابلیت اطمینان خودروها بر اساس جغرافیای مبدأ ایجاد کرده است؛ به طوری که برندهای ژاپنی در پایین‌ترین سطح هزینه‌های گارانتی و برندهای اروپایی و آمریکایی در سطوح بالاتر قرار

دارند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که طراحی ساده و کیفیت بالای برندهای ژاپنی به طور مداوم کمترین نرخ ادعای گارانتی را به دست می‌آورند، پس از آن تولیدکنندگان کره‌ای و سپس برندهای اروپایی و آمریکایی قرار دارند.

جمع بندی

مطالعات برندهای مختلف به روشنی نشان می‌دهد که مدیریت هزینه‌های گارانتی از یک نگرانی عملیاتی به یک ضرورت راهبردی حیاتی برای خودروسازان تبدیل شده است. بحران گارانتی، تفاوت‌های بنیادی در فلسفه تولید، فرآیندهای کنترل کیفیت و رویکردهای راهبردی شرکت‌ها را آشکار ساخته است. برندهای ژاپنی با تمرکز بر ساده سازی قابلیت اطمینان و کنترل کیفیت، موفق به حفظ سودآوری و ارتقای ارزش برند شده‌اند، در حالی که برخی برندهای اروپایی و آمریکایی همچنان در تلاش برای ایجاد توازن میان نوآوری، پیچیدگی و قابلیت اطمینان هستند. این شکاف، تأثیر مستقیمی بر هزینه‌های گارانتی، سودآوری، اعتماد مصرف‌کننده و جایگاه برند در بازار جهانی رقابتی دارد. در نهایت، اتخاذ رویکردهای مبتنی بر داده و اتوماسیون در مدیریت گارانتی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد مالی خودروسازان کمک شایانی نماید. شواهد آماری از شرکت‌های نامدار مانند BMW، دایملر، فولکس‌واگن، تویوتا و هوندا به خوبی اهمیت راهبردی این موضوع را در چشم‌انداز رقابتی صنعت خودروسازی جهانی نشان می‌دهد.





باید توجه داشت که افزودن پیچیدگی به سیستم‌های کنترل کیفیت از طریق لایه‌های تکمیلی لزوماً منجر به کاهش نرخ ردی نمی‌شود؛ برعکس، چنین رویکردهایی ممکن است چالش‌های موجود را تشدید کنند. اصل بنیادین کنترل کیفیت مؤثر در پیاده‌سازی روش‌شناسی‌های ساده اما اثرگذار نهفته است. معرفی پیچیدگی مفرط در چارچوب‌های کنترل کیفیت می‌تواند پیامدهای معکوسی ایجاد کند، از جمله افزایش سردرگمی عملیاتی در میان پرسنل، بالا رفتن هزینه‌ها، طولانی شدن فواصل پردازش، افزایش آسیب‌پذیری در برابر خطای انسانی، و کاهش کارایی کلی سیستم. به جای پیگیری رویکردهای چندلایه با نقاط تأیید اضافی، سازمان‌ها باید بر توسعه اقدامات کنترل کیفیت طراحی‌شده، قابل فهم و دارای پیاده‌سازی و فرآیندهای نظارت ساده تمرکز کنند. پژوهش‌ها به طور مداوم نشان می‌دهند که سیستم‌های کنترل کیفیت ساده و استراتژیک اغلب نتایج عملکردی برتری نسبت به چارچوب‌های بیش از حد پیچیده که با نقاط بازرسی اضافی متعدد مشخص می‌شوند، ارائه می‌دهند. بنابراین، بهینه‌سازی اثربخشی کنترل کیفیت باید بر دستیابی به تعادل مناسب بین دقت و سادگی عملیاتی متمرکز باشد و اطمینان حاصل کند که مکانیسم‌های کنترل هم برای ذی‌نفعان قابل دسترس باشند و هم قادر به ارائه بهبودهای

قابل اندازه‌گیری در کیفیت محصول یا خدمات باشند.

● راهبرد پیشنهادی:

● بازنگری مفاهیم کیفیت قطعات و محصول

در چشم‌انداز پویای مهندسی امروز، رویکردهای سنتی به مهندسی کیفیت و قابلیت اطمینان بودن (Reliability) دیگر کارآمد به نظر نمی‌رسند. فرآیندهای کیفیت‌سنجی و اعتبارسنجی پراکنده که در آن آزمون‌ها به مراحل پایانی توسعه موکول می‌شوند اغلب به بازطراحی‌های پرهزینه و بروز شکستی‌های ناخواسته منجر می‌شوند. زمانی که مشکلات در مراحل پایانی کشف می‌شوند، تیم‌ها ناچارند برای رفع مسائلی که می‌توانستند بسیار زودتر شناسایی و اصلاح شوند، به سرعت وارد عمل شوند؛ امری که به تأخیر در پروژه، افزایش هزینه‌ها و افت کیفیت محصول می‌انجامد. برداشتی نادرست اما رایج آن است که قابلیت اطمینان صرفاً به معنای آزمون‌های سخت‌گیرانه است. در حقیقت، مهندسی قابلیت اطمینان یک رویکرد جامع و مبتنی بر چرخه عمر محصول است که باید در تمامی مراحل توسعه، از ایده‌پردازی اولیه تا استقرار در میدان و حتی پس از آن، جاری باشد. با این حال، اغلب داده‌های میدانی، نتایج آزمون‌ها و یافته‌های شبیه‌سازی به صورت مجزا و در گروه‌های جداگانه درون سازی باقی می‌مانند. این فقدان یکپارچگی موجب از دست رفتن

درس‌آموخته‌های ارزشمند و فرصت‌های مداخله زود هنگام می‌شود.

تحلیل علل اصلی اغلب خرابی‌ها حقیقتی آشکار می‌سازد: بسیاری از این خرابی‌ها ریشه در تصمیم‌گیری‌های مرحله اولیه طراحی دارند. این واقعیت، نیاز فوری به گذار از رویکرد واکنشی و مبتنی بر آزمون‌های دیر هنگام به رویکردی پیش‌دستانه و مبتنی بر یادگیری زود هنگام را نمایان می‌سازد. بازنگری در قابلیت اطمینان قطعات و محصول مستلزم تغییر نگرش است. موضوع صرفاً آزمون‌های بیشتر یا سخت‌تر نیست؛ بلکه هدف، یادگیری هرچه زودتر است. با افزایش همکاری بین‌بخشی، یکپارچه‌سازی داده‌ها و نهادینه‌سازی تفکر قابلیت اطمینان در سراسر چرخه عمر محصول، سازمان‌ها می‌توانند از بروز مشکلات پیشگیری کنند، هزینه‌ها را کاهش دهند و محصولاتی ارائه دهند که همواره فراتر از انتظارات ظاهر شوند. اکنون زمان آن فرا رسیده است که بازرسی کیفیت را از یک ایستگاه بازرسی دیر هنگام به یک فرآیند مستمر و پیش‌نگر تبدیل کنیم، فرآیندی که موتور محرک نوآوری، کارآمدی و موفقیت پایدار باشد

● نقش هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به طور بنیادین مهندسی کیفیت را از طریق تغییر سازمان‌ها از رویکردهای واکنشی حل مسئله به روش‌های پیش‌فعال و داده‌محور



که کیفیت را افزایش داده و ادعاهای ضمانت را در سراسر چرخه حیات محصول به طور قابل توجهی کاهش می دهند، متحول می کند. هوش مصنوعی داده های حسگر زمان واقعی را برای پیش بینی خرابی های تجهیزات قبل از وقوع تحلیل می کند و کاهش قابل توجهی در زمان خرابی غیرمنتظره را محقق می سازد، در حالی که بهره وری را افزایش داده و هزینه های نگهداری را کاهش می دهد. الگوریتم های یادگیری ماشین الگوهای ظریفی را در داده هایی ممکن است از تحلیل انسانی مغفول بماند، تشخیص می دهند و مداخلات برنامه ریزی شده را به جای تعمیرات اضطراری امکان پذیر می سازند. این سیستم ها به طور مداوم سلامت تجهیزات را از طریق حسگرهای اینترنت اشیا نظارت کرده و بینش های زمان واقعی در مورد مسائل بالقوه ارائه می دهند و به تیم های نگهداری اجازه می دهند مشکلات را در طول زمان خرابی برنامه ریزی شده رفع کنند.

سیستم های بازرسی بصری مبتنی بر هوش مصنوعی دقت بسیار بیشتری نسبت به بازرسی های دستی ارائه می دهند و به طور مداوم بدون خستگی عمل کرده تا ارزیابی کیفیت ثابتی را تضمین کنند. نظارت زمان واقعی بر خطوط تولید اقدامات اصلاحی فوری را امکان پذیر می سازد، در حالی که الگوریتم های یادگیری ماشین به طور مداوم قابلیت های تشخیص نقص را از طریق یادگیری از داده های تاریخی بهبود می بخشند و

احتمال رسیدن محصولات معیوب به مشتریان را کاهش می دهند. این فناوری تحلیل علت ریشه ای را از طریق پردازش مقادیر عظیمی از داده ها از منابع متعدد و استفاده از پردازش زبان طبیعی برای تحلیل گزارش های نگهداری و گزارش های حوادث تسریع می کند. این رویکرد خودکار زمان شناسایی مسئله را به طور قابل توجهی کاهش داده و از طریق تشخیص الگو در سیستم های متفاوت از مسائل تکراری جلوگیری می کند و به تیم ها کمک می کند بر حل مسئله استراتژیک به جای تحقیق دستی داده ها تمرکز کنند.

هوش مصنوعی علائم هشدار اولیه خرابی محصولات را از طریق تحلیل داده های میدانی به طور پیش فعال شناسایی کرده و نگهداری پیشگیرانه را قبل از تشدید مسائل به ادعاهای ضمانت امکان پذیر می سازد. این رویکرد نه تنها حجم ادعاها را کاهش می دهد بلکه رضایت مشتری را از طریق جلوگیری از خرابی محصولات افزایش می دهد. سیستم های مدیریت ضمانت مبتنی بر هوش مصنوعی ادعاها را سریع تر و دقیق تر از روش های سنتی پردازش کرده و در عین حال الگوهای تقلبی را برای حفاظت از یکپارچگی تجاری تشخیص می دهند.

این فناوری فرآیندهای طراحی برای کیفیت را از طریق تحلیل داده ها از محصولات مشابه برای پیش بینی مکانیسم های خرابی در طراحی های جدید تقویت می کند. یادگیری ماشین سناریوهای

مختلف را شبیه سازی کرده تا نقاط ضعف را در مرحله طراحی شناسایی کند و از بازطراحی های پرهزینه جلوگیری کرده و خرابی های میدانی را کاهش دهد. هوش مصنوعی همچنین فرآیندهای استقرار را از طریق پیش بینی مسائل بالقوه در نسخه های جدید قبل از رسیدن به تولید بهینه می کند. شاید مهم ترین نکته این باشد که هوش مصنوعی داده سنتی بین بخشی پنهان را از طریق یکپارچه سازی داده های میدانی، نتایج آزمون و بینش های شبیه سازی در سراسر چرخه حیات محصول به اشتراک می گذارد. این دید جامع سازمان ها را قادر می سازد از تجربیات میدانی یاد گرفته و بینش ها را برای بهبود طراحی ها و استراتژی های نگهداری آینده به کار گیرند. تحلیل های مبتنی بر هوش مصنوعی روندها و الگوها را در سراسر پرتفولیوهای کامل محصول شناسایی کرده و تصمیمات استراتژیک در مورد سرمایه گذاری های کیفیت و تخصیص منابع را امکان پذیر می سازند.

تغییر به مهندسی کیفیت نوین با هوش مصنوعی تحولی بنیادین به سوی یادگیری زودتر به جای آزمایش سخت تر را نمایندگی می کند و عملیاتی انعطاف پذیرتر و کارآمدتر ایجاد می کند که به طور مداوم سازگار شده و بهبود می یابند، در حالی که کیفیت محصول برتر و رضایت مشتری را بالاتر می برد و هزینه های ادعایی گارانتی را کاهش می دهد.



اندیشکده خودرو
AUTO THINK TANK

اندیشکده خودرو، به عنوان پیشگام‌ترین نهاد مشاوره‌ای ایران در حوزه خودرو و حمل و نقل، با ارائه مطالعات راهبردی علمی و عملی، رسالتی بزرگ در ترویج نوآوری، پایداری و شناخت عمیق روندهای جهانی بر عهده دارد. این اندیشکده با اتکا به توانمندی‌های منحصر به فرد هسته دانشی خود و همکاری گسترده با دانشگاه‌های برجسته کشور، طیف وسیعی از تحلیل‌های سیاسی، اقتصادی و صنعتی را ارائه داده و از حرکت به سوی توسعه خودروهای پایدار و تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین حمایت می‌کند. همچنین با تمرکز بر هوش مصنوعی، ارتقای منابع انسانی و تجارت بین‌الملل، از طریق تحلیل‌های بازار، آموزش تخصصی و مشاوره حرفه‌ای، نقشی کلیدی در افزایش رقابت‌پذیری صنعت ایران در عرصه جهانی ایفا می‌کند.

۰۹۱۲۳۴۸۴۲۹۳

۰۲۱-۹۱۶۹۰۹۲۶



AUTOTT.IR

