تحول دیجیتال در بخش‌های صنعتی

تحلیل عمیق بازار انقلاب چهارم صنعتی

گزارش ۸– بخش دوم

معاونت بررسی‌های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

تهیه و تنظیم: محمد عبده ابطحی

مسئول میز انقلاب چهارم صنعتی

معاونت بررسی‌های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

شهریور ۱۴۰۳

از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادها و نظرات اصلاحی خود را به واحد مربوطه منعکس نمایید:

Economic_Research@Tccim.ir

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

فهرست مطالب

پیش‌گفتار ۴
۱- توسعه پرینت سه بعدی و فناوری‌های تولید افزایشی ۶
۱-۱- استفاده از فلز به عنوان پایه بزرگترین حوزه رشد در چاپ سه بعدی است ۶
۱-۲- فناوری EBM از پرتو الکترونی به جای لیزر برای فلزات پرینت سه بعدی استفاده می‌کند ۷
۱-۳- بیشتر تکنیک‌ها از پلاستیک به عنوان ماده پایه استفاده می‌کنند ۷
۱-۴- ساخت اشیای چند لایه عمدتاً برای نمونه‌سازی استفاده می‌شود ۹
۱-۵ شرکت‌های پیشرو در حوزه پرینت سه بعدی و تولید افزایشی ۱۰
۲- رباتیک و هوش مصنوعی ۱۳
۲-۱- همکاری بین انسان و ربات، کارایی را تا ۸۵ درصد افزایش می‌دهد ۱۳
۲-۲- ربات‌های خودآموز باعث استقلال بیشتر می‌شوند ۱۴
۲-۳- شرکت‌های پیشرو در حوزه کاربرد هوش مصنوعی ۱۸
۳- اینترنت اشیا ۲۱
۳-۱- اینترنت اشیا فناوری‌هایی را که قبلاً از هم جدا شده‌اند را به هم متصل می‌کند ۲۱
۳-۲- دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیاء جهانی تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۷۵ میلیارد خواهد رسید ۲۲
۳-۳- شرکت‌های پیشرو اینترنت اشیا ۲۴
۴- منابع ۲۶

پیش‌گفتار

آنچه امروزه «**تحول دیجیتال**» نامیده می‌شود، تفکر، روندها و بکارگیری فناوری‌های «**انقلاب چهارم صنعتی**» است. تحول دیجیتال یک پارادایم شیفت یا تغییر مدل ذهنی است که بیشتر بر تحول استوار است تا فناوری، زیرا فناوری به‌هرحال همیشه کم‌وبیش در دسترس است، اما تحول در مدل ذهنی است که منجر به متفاوت بودن می‌شود. بنابراین تحول دیجیتال در صنعت، یک تغییر مدل ذهنی شامل سه رکن اساسی است: نخست بازتعریف مدل و فرایندهای کسب‌وکار، دوم تغییر نگاه به ذی‌نفعان و شناسایی دقیق آن‌ها و نیازهایشان و سوم بکارگیری مناسب و به‌اندازه فناوری‌های نوپدید (ابطحی, ۱۴۰۲).

مطابق برآورد IDC ارزش اقتصادی بازار تحول دیجیتال در سال ۲۰۲۲پیش از ۱.۶ تریلیون دلار بوده است که با نرخ رشد مرکب سالانه ۱۶.۴٪ تا سال ۲۰۲۶ به بیش از ۳.۴ تریلیون دلار افزایش خواهد یافت (Statista, 2023) که این بزرگترین نرخ رشد در حوزه فناوری و یکی از بزرگترین‌ها در کل رشته‌های کسب و کار می‌باشد. این موضوع هم نشان می‌دهد که دنیا با چه سرعتی به استقبال انقلاب چهارم صنعتی می‌رود و هم زنگ خطر را برای کشورها و اقتصادهایی چون ایران به صدا درمی‌اورد که هنوز تحول دیجیتال اقتصاد خود را آنگونه که باید و شاید است شروع نکرده‌اند. غفلت از این موضوع می‌توان تهدیدکننده بود و نبود اقتصاد کشور در آینده نزدیک باشد. روندهایی وجود دارد که به آینده شکل می‌دهند. روندهای مهم آینده، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات و دیجیتالی شدن اقتصاد هستند. رقابتی که امروز بین کشورها برای سرمایه‌گذاری و جذب متخصص در این زمینه‌ها وجود دارد در واقع رقابت برای داشتن دست برتر در آینده است. در آخرین جلسه مجمع جهانی اقتصاد نزدیک به ۸۰ درصد مباحث میزگردها و کارگاه های داوس ۲۰۲۴ حول محور فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی بوده است. داوس ۲۰۲۴، را **مثلث هوش مصنوعی، رقابت و فرصت‌های سرمایه‌گذاری** قلمداد نموده‌اند. (سریع‌القلم, ۱۴۰۲).

از این رو معاونت بررسی‌های اقتصادی اتاق تهران تصمیم گرفته است با راه‌اندازی «**میز مجازی اقتصاد دیجیتال**»، اهم روندهای دنیا در حوزه اقتصاد و تحول دیجیتال را رصد نماید و مجموعه‌ای از سیاست‌ها و اقدامات پیشنهادی را در یک سطح برای تحول دیجیتال کل صنعت کشور و در سطح دیگر برای مجموعه‌ای از زنجیره‌های ارزش منتخب[۱] ارائه نماید.

مجموعه گزارشات مورد بررسی موارد زیر را مورد هدف قرار خواهند داد:

۱- تحلیل کلیات اقتصاد دیجیتال (ابعاد اقتصادی، حکمرانی، تنظیم‌گری، استانداردها، نوآوری، کار آینده، آینده کار و...)
۲- بررسی تحول دیجیتال در صنعت به صورت اعم و در زنجیره‌های ارزش منتخب و در حوزه فناوری‌های پیشرو دیجیتال

[۱] در مأموریت‌های اتاق بازرگانی تهران بر توسعه تجارت بین‌المللی و خدمات کسب و کار در ۷ زنجیره ارزش شامل نساجی و پوشاک، انرژی، خدمات فنی – مهندسی، غذایی، شیمیایی و پلاستیکی،صنایع خلاق و ماشین‌آلات و تجهیزات تأکید شده است.

۳- معرفی و تبیین مدل‌های جدید کسب و کار
٤- ارزیابی روند توسعه انقلاب چهارم در کشورهای پیشرو و کشورهای منطقه
٥- پایش روندهای نوظهور در حوزه فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی
٦- گزارشات سیاستی در ارتباط با ابعاد مختلف انقلاب چهارم صنعتی و تحول دیجیتال
۷- معرفی تجارب موفق بین‌المللی در رسته‌های منتخب
۸- معرفی تجارب بین‌المللی در تهیه نقشه راه تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب
۹- معرفی نهادها و شبکه‌های بین‌المللی تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب و الگوسازی از ساختار و فعالیت آن‌ها
۱۰- معرفی مدل‌های ارزیابی آمادگی استقرار فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی در رسته‌های منتخب

در این گزارش و در ادامه گزارش قبلی بر پایه مجموعه‌ای از گزارش‌های جدید بین‌المللی تلاش شده است، مجموعه‌ای از آخرین آمار و اطلاعات حوزه انقلاب چهارم صنعتی، در حوزه **فناوری‌های پرینت سه بعدی وتولید افزایشی، رباتیک و هوش مصنوعی و اینترنت اشیا** دسته‌بندی، تحلیل و ارایه گردد.

۱- توسعه پرینت سه بعدی و فناوری‌های تولید افزایشی

۱-۱- استفاده از فلز به عنوان پایه بزرگترین حوزه رشد در چاپ سه بعدی است

یکی‌از ملزومات اولیه برای واقعیت بخشیدن به Industry ۴.۰، تکنیک‌های پیشرفته‌ای است که می‌تواند محصولات صنعتی را سریع تر و دقیق تر در مقایسه با فرآیندهای تولید سنتی تولید کند. پرینت سه بعدی یکی‌از این تکنیک‌هاست که با تبدیل مدل دیجیتالی یک شی به یک آیتم فیزیکی سه بعدی، با افزودن لایه به‌لایه مواد قابل چاپ بر روی طرح دیجیتال آن، کار می‌کند. به ایجاد الگوهای هندسی پیچیده که با روش‌های ساخت سنتی امکان پذیر نیست، طراحی و ساخت اجزای سبک‌تر و کنترل خواص مختلف مواد مانندچگالی و سفتی کمک می‌کند. این فناوری همچنین به سرعت محبوبیت پیدا کرده است، زیرا شامل ساخت نمونه اولیه کمتر، قالب‌های کمتر و پردازش پس از آن کمتر است.

صنعت هوافضا و دفاعی[1] یکی از صنایعی است که با شرکت فرانسوی Thales Group که در سال 2017 یک مرکزتخصصی جهانی در تولید مواد افزودنی را در مراکش راه اندازی کرده است، استفاده در مقیاس بزرگ ازچاپ سه بعدی را تجربه می‌کند. بوئینگ اولین آنتن ماهواره فلزی چاپ سه بعدی خود را برای شرکت اسرائیلی Spacecom در سال ۲۰۱۹ تولید کرده است. ایرباس از این فناوری برای تولید براکت پرینت سه بعدی تیتانیومی بر روی‌یک هواپیمای تجاری سری A350 XWB در سال 2017 استفاده کرد و از آن زمان برنامه‌های خود را برای‌توسعه پهپادهای چاپ سه بعدی اعلام کرده است.

فناوری‌های تولید افزودنی‌های فلزی در حال حاضر بزرگترین حوزه رشد برای تولید افزودنی هستند و عبارتند از:

ذوب لیزری انتخابی (SLM[2]): در این فرآیند لیزر برای ذوب لایه‌های متوالی پودر فلزی، تا زمانی که کاملا ذوب شود، استفاده‌می شود. پس از ذوب شدن کامل پودر، دستگاه لایه های اضافی پودر را بالای لایه ذوب شده اضافه می کند تا زمانی‌که شکل نهایی محصول ایجاد شود. صنایع هوافضا و تجهیزات پزشکی شاهد استفاده حداکثری از این فناوری بوده اند، زیرا ساخت در این صنایع شامل قطعات پیچیده ای است که با استفاده از این فرآیند می توان آن‌ها را ساده کرد. این فناوری در سال 1995 توسط موسسه تحقیقاتی آلمانی Fraunhofer Institute ITL کشف شد.

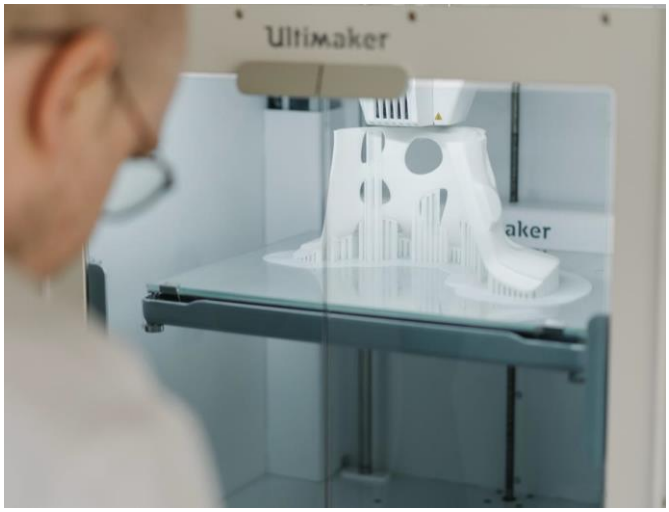
پخت مستقیم فلزات با لیزر(DMLS[3]): این تکنیک که به طور مشترک توسط Rapid Product Innovations (RPI) و EOS GmbH توسعه یافته است، شبیه به SLM است، با تفاوت اصلی در درجه ذوب‌شدن ذرات. در DMLS ذرات به طور کامل ذوب نمی شوند. همچنین، در این، قطعات پرینتر سه بعدی‌از پودر آلومینیوم یا تیتانیوم بسیار ریز ساخته شده است.

[1] aerospace and defense industry
[2] Selective laser melting (SLM)
[3] Direct Metal Laser Sintering (DMLS)

۲-۱- فناوری EBM از پرتو الکترونی به جای لیزر برای فلزات پرینت سه بعدی استفاده می‌کند

رسوب‌فلز لیزری (LMD[1]): LMD به عنوان رسوب انرژی هدایت شده (DED) شناخته می‌شود. در این روش، یک پرتو لیزر جسم فلزی را ذوب می‌کند و نوعی حوضچه ایجاد می کند که پودر در آن تغذیه می‌شود. سپس پودر ذوب می شود و رسوب تشکیل می دهد و هندسه مورد نیاز لایه به لایه به دست می‌آید. در این، لیزر و نازلی که پودر از آن تحویل می شود، با استفاده از یک سیستم دروازه‌ای یا بازوی‌رباتیک کنترل می‌شود. این فناوری به سرعت در صنایعی مانند هوافضا، ابزارآلات، حمل و نقل ونفت و گاز مورد توجه قرار گرفته است.

ذوب‌پرتو الکترونی (EBM[2]): در اصل توسط شرکت سوئدی Arcam ثبت و توسعه یافته است، EBM باسایر تکنیک‌ها تفاوت دارد زیرا از پرتو الکترونی به عنوان منبع انرژی به جای لیزر برای فلز چاپ سه بعدی استفاده می‌کند. پرتو به طور کامل پودر فلز را لایه به لایه در خلاء بالا ذوب می‌کند در حالی که ویژگی‌های اصلی ماده را حفظ می‌کند. این تکنیک می‌تواند قطعات فلزی را با تراکم 100 درصد تولید کند و بنابراین برای صنایع دارای قطعات پیچیده مانند هوافضا و ایمپلنت‌های پزشکی نیز مفید است.



۱-۳- بیشتر تکنیک‌ها از پلاستیک به عنوان ماده پایه استفاده می‌کنند

سایرتکنیک‌های چاپ سه بعدی عبارتند از:

- استریولیتوگرافی(SLA[3]): SLA اولین فناوری پرینت سه بعدی است که تا کنون استفاده شده است. رزین مایع را با استفاده از پرتو فرابنفش سخت می‌کند و در نتیجه هر لایه متوالی را به هم متصل می‌کند. علیرغم قدمت آن، این فناوری عمدتاً به دلیل چند مزیت از جمله وضوح جزئیات، کیفیت سطح و تلرانس‌های کم هنوز به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد مورد استفاده برای این کار رزین‌های اپوکسی حساس به UV و مواد تقویت شده سرامیکی (NanoTool، BlueStone، CeraMax) هستند .با توجه به وضوح

[1] Laser metal disposition (LMD)
[2] Electron beam melting (EBM)
[3] Stereolithography (SLA)

بالای جزئیات، این تکنیک به طور گسترده برای آزمایش‌های جفت، تأیید ابعاد، مطالعات ارگونومیک و آزمایش‌های آیرودینامیک تونل باد استفاده می‌شود.

- ساخت‌فیلامنت ذوب شده (FFF[1]): در این فرآیند، مواد ترموپلاستیک ذوب شده مانند پلاستیک، موم یا فلزاز یک نازل پاشیده می‌شود تا لایه های زیادی ایجاد شود که هر یک به دیگری متصل می‌شوند. پیوند عمدتاً با حرارت یا چسبندگی انجام می‌شود. محبوب‌ترین فلزات مورد استفاده در اینجا نایلون، پلی اتیلن با چگالی بالا، پلی کاپرولاکتون، پلی کربنات و فلزات با نقطه ذوب پایین هستند. FFF روش ارجح برای‌نمونه سازی سریع قطعات با تلورانس استاندارد به دلیل مقرون به صرفه بودن و زمان چرخش کم است.
- پخت لیزری انتخابی (SLS[2]): SLS از لیزر برای سخت کردن و مقاوم سازی و چسباندن دانه‌های کوچک پلاستیک، سرامیک،شیشه یا فلز به لایه‌هایی در ساختار سه بعدی استفاده می‌کند. پودر از بسیاری از نازل‌ها به سطح چاپ پرتاب می‌شود و سپس از لیزر برای پخت یا ذوب پودر، لایه به لایه استفاده می‌شود. این تکنیک توسط کارل دکارد، دانشجوی آن زمان در دانشگاه تگزاس و استاد مهندسی مکانیک، جو بیمن، ابداع‌شد. اشیاء چاپ شده با SLS با مواد پودری، معمولاً پلاستیک، مانند نایلون می‌باشند. یکی از مزایای‌اصلی این تکنیک این است که بر خلاف بسیاری از فناوری‌های چاپ سه بعدی دیگر، SLS پس از چاپ یک شی به ابزار زیادی نیاز ندارد. همچنین نیازی به استفاده از پشتیبانی اضافی برای نگه داشتن یک شی در حین چاپ ندارد، همانطور که در مورد تکنیک‌هایی مانند استریولیتوگرافی وجود دارد.
- ذوب‌پرتو الکترونی (EBM): EBM فرآیندی با انرژی بالا و دمای بالا شبیه به SLS است، اما از یک پرتو الکترونی به عنوان منبع انرژی خود استفاده می‌کند. یک رشته تنگستن در تفنگ پرتو الکترونی فوق گرم می‌شود تا ابری از الکترون‌ها ایجاد شود که تقریباً به نصف سرعت نور شتاب می‌گیرند. یک میدان مغناطیسی پرتو را به قطر مورد نظر متمرکز می‌کند، در حالی که میدان مغناطیسی دوم پرتو الکترون‌ها را به نقطه مورد نظر در بستر چاپ هدایت می‌کند.

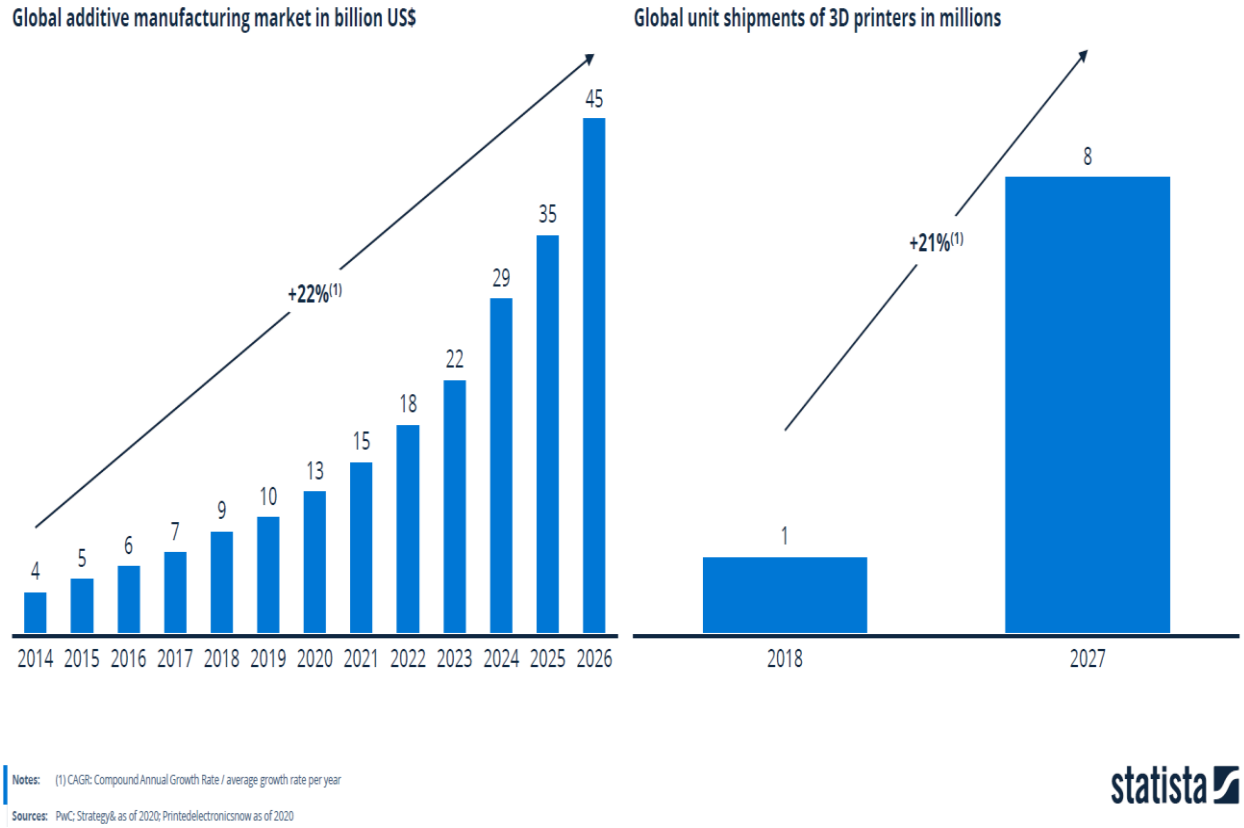
[1] Fused filament fabrication (FFF)
[2] Selective laser sintering (SLS)

۱-٤- ساخت اشیای چند لایه عمدتاً برای نمونه‌سازی استفاده می‌شود

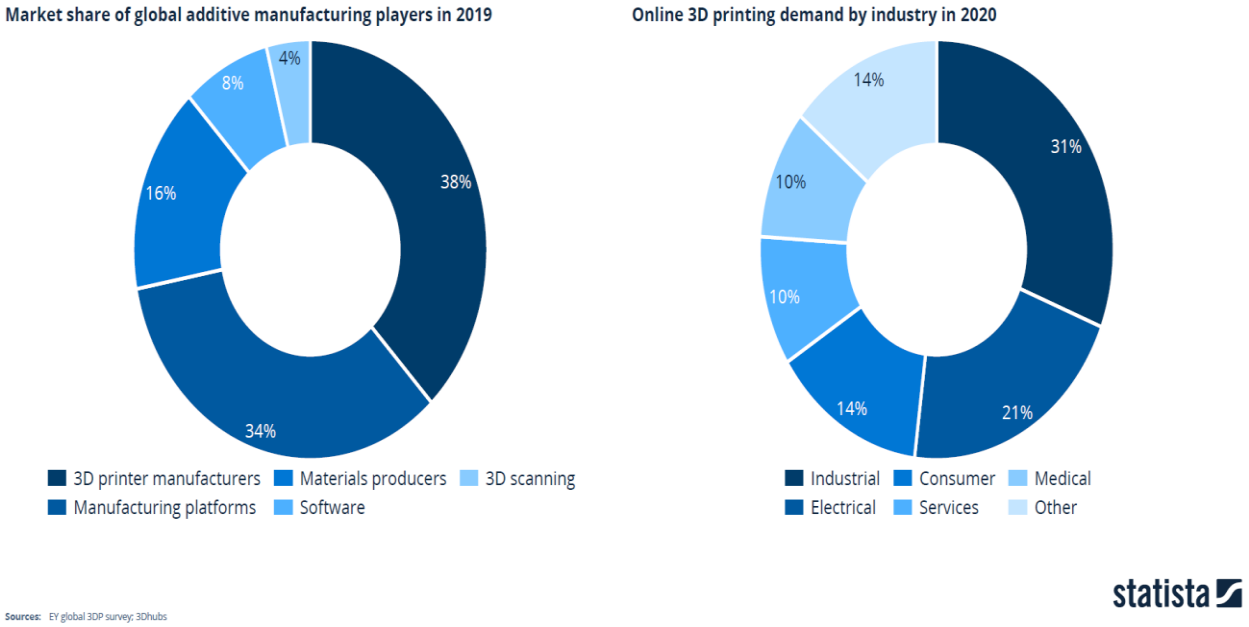
این‌فناوری برای ذوب مجدد و پالایش فلزات و آلیاژها تحت خلاء بالا در قالب‌های مسی با آب خنک شده ایده‌آل است. در حال حاضر عمدتاً برای تولید فلزات نسوز و واکنش پذیر (تیتانیوم، زیرکونیوم، تانتالیم،نیوبیم، مولیبدن، تنگستن، وانادیم، هافنیوم) و آلیاژهای آنها استفاده می‌شود.

• تولید اشیای چند لایه (LOM): LOM که توسط Cubic Technologies (شرکت Helisys سابق) معرفی شده‌است، یک روش سریع و نسبتاً ارزان‌تر برای چاپ سه بعدی اشیاء در مواد مختلف مانند فلزات، پلاستیک یا کاغذ است. ورق‌ها در لایه‌های متوالی به هم چسبانده می‌شوند و طبق مدل سه بعدی به شکل‌های صحیح بریده می‌شوند. این تکنیک عمدتاً برای نمونه سازی استفاده می‌شود و نه برای تولید.

درآمد تولید افزایشی از ۴۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۶ فراتر خواهد رفت



تقاضای آنلاین تولید سه بعدی توسط برنامه‌های صنعتی هدایت می‌شود



۵-۱- شرکت‌های پیشرو در حوزه پرینت سه بعدی و تولید افزایشی

❖ جنرال‌الکتریک (GE[1])

جنرال‌الکتریک بیش از 3 میلیارد دلار در فناوری‌های چاپ سه بعدی سرمایه‌گذاری کرده است و از آن در بسیاری از مشاغل خود از جمله موتورهای جت، دستگاه‌های پزشکی و قطعات لوازم خانگی استفاده می کند. نمونه ای از کاربرد آن موتور جت GEnx این شرکت است که با استفاده از تکنیک پیشرفته‌ای به نام ذوب مستقیم لیزر فلزات ساخته شده است. این شرکت همچنین یک واحد تجاری جدید به نام GE Additive راه اندازی کرده و اکثریت سهام شرکت‌های چاپ سه بعدیArcam، Concept Laser و Cobod International را به دست آورده است. علاوه بر این، استفاده از پرینت سه بعدی برای ساخت قطعات جدید موتور توربین‌گاز در سال 2021 منجر به صرفه‌جویی در هزینه تولید حدود 35٪ شد.

[1] General Electric Company

❖ لاکهید مارتین[1]

این‌شرکت برای اتوبوس‌های ماهواره‌ای A۲۱۰۰ خود از چندین قطعه ساخته شده با استفاده از فناوری های چاپ سه بعدی استفاده کرده است. علاوه بر این، از این‌فناوری برای ساخت یک واحد رابط از راه دور برای ماهواره -۶AEHF با فرکانس فوق‌العاده پیشرفته نیروی هوایی خود استفاده کرده است که در مارس ۲۰۲۰ پرتاب شد. این فرآیند منجر به کاهش زمان ساخت از شش ماه به ۴۵ روز و کاهش زمان مونتاژ از ۱۲ ساعت به ۳ ساعت شد. لاکهید علاوه بر استفاده از پرینت سه‌بعدی در ماهواره‌ها، قصد دارد از این فناوری برای ساخت قطعات موشک استفاده کند و به همین منظور، با شرکت سازنده موشک Space Relativity برای تولیدپرتابه‌هایی با چاپ سه بعدی برای ماموریت آزمایشی N/ASA قرارداد بسته است.

❖ فورد[2]

فورد از دهه 1980 از پرینت سه بعدی استفاده می‌کند و در حال حاضر پرینترهای سه بعدی صنعتی مانند چاپگر سه بعدی Stratasys Infinite Build را برای توسعه اجزای مختلف تولید دیجیتال جدید از جمله گرمایش، تهویه و سرمایش فورد فوکوس و قطعات سرویس و براکت ترمز دستی برقی فوردموستانگ GT500 به کار می‌برد. همچنین در حال بررسی کاربردهای بالقوه برای خودروهای تولیدی آینده، از جمله محصولات فورد پرفورمنس، و همچنین قطعات سفارشی خودرو است. این شرکت اخیراً یک سیستم خودکار از چاپگرهای سه بعدی برای براکت‌های خط ترمز خودروی اسپرت موستانگ شلبی GT500 خود توسعه داده است. این اولین محصولی است که بدون نیاز به دخالت انسان تولید شده است.

❖ بوئینگ

۷۸۷Dreamliner این شرکت اولین هواپیمای تجاری است که با استفاده از قطعات ساخته شده با فناوری چاپ سه بعدی پرواز می‌کند که منجر به صرفه‌جویی در حدود ۲ میلیون دلار – ۳ میلیون دلار در هر هواپیما می‌شود. بوئینگ همچنین با Oxford Performance Materials برای توسعه ۶۰۰ قطعه پرینت سه بعدی برای تاکسی‌های فضایی Starliner خود قرارداد بسته است. که بخشی از برنامه فضایی سرنشین‌دار ایالات متحده است. علاوه

[1] **Lockheed Martin**
[2] **Ford**

بر این، در سال ۲۰۱۹، بوئینگ اولین آنتن ماهواره فلزی پرینت سه بعدی را برای شرکت اسرائیلی Spacecom ساخت که از آن در ماهواره AMOS۱۷ استفاده کرد. امروزه بیش از ۷۰۰۰۰ قطعه تولید پرینت سه بعدی برای برنامه های تجاری و دفاعی بوئینگ تولید می‌شود.

❖ هرشی[1]

پرینت‌سه بعدی در صنعت تولید شکلات نیز نفوذ کرده است. در سال ۲۰۱۹، Hershey با D۳Systems، ارائه‌دهنده چاپگرهای سه بعدی، برای ساخت یک چاپگرسه بعدی برای شکلات و سایر محصولات خوراکی شریک شد. چاپگر سه بعدی CocoJet این شرکت می‌تواند هر طرح شکلاتی را که مصرف‌کننده می‌خواهد بسازد، زیرا روی الگوهای منبع باز کار می‌کند.

❖ نایک

نایک با استفاده از چاپ سه بعدی و تف جوشی لیزری انتخابی (SLS)، زمان ساخت نمونه‌های اولیه را از چند ماه به چند ساعت کاهش داد. مدل‌هایی که از این فناوری استفاده شده است عبارتند از یک سنبله مسیر سفارشی برای دونده سرعت آلیسون فلیکس، بخار لیزری تالون و بخار بیش از حد چابکی. علاوه بر کفش، از آن برای ساخت یک هود خنک کننده نیز استفاده شده است که به فرآیند خنک سازی ورزشکار و کیف فوتبال Rebento کمک می‌کند. در می ۲۰۱۶، نایک با شرکت فناوری اطلاعات HP شریک شد تا قابلیت‌های چاپ سه بعدی موجود خود را افزایش دهد.

❖ اکسون‌موبیل[2]

ExxonMobil از چاپ سه بعدی برای توسعه فناوری cMIST[3] اختصاصی خود استفاده می کند که به حذف ناخالصی‌هایی مانند H2O، CO2 و H2S در طول تولید گاز طبیعی کمک می کند و در نتیجه حمل و نقل ایمن و کارآمد آن را از طریق کل زیرساخت تامین تضمین می کند. این شرکت همچنین مجوز این فناوری را برای استفاده در صنعت به بخش Chemtech Sulzer داده است.

[1] Hershey’s
[2] Exxon Mobil
[3] Compact Mass transfer and Inline Separation Technology

علاوه بر این، با شرکت Milk Lab برای تولید موتور هوشمند SmART، یک موتور پرینت سه بعدی که با چرخاندن کلید وارد عمل می‌شود، همکاری کرده و به نیروی‌های فروش شرکت امکان می‌دهد Mobil1، روغن موتور پرچم‌دار خود، را به نمایش بگذارد.

❖ مدترونیک[1]

این شرکت پلتفرم چاپ سه بعدی خود را به نام فناوری TiONIC در سال ۲۰۱۸ راه اندازی کرد تا طرح های پیچیده تر و فناوری‌های سطحی یکپارچه برای ایمپلنت های ستون فقرات ایجاد کند. این موضوع به ایجاد سیستم ستون فقرات با عنوان ARTiC-L، منجر شد که یک ایمپلنت ستون فقرات تیتانیوم پیچیده با ساختار لانه زنبوری می‌باشد و ادغام استخوانی ایمپلنت‌ها کمک کرده است. این شرکت همچنین به دنبال ترکیب پرینت سه بعدی و پزشکی احیا کننده برای ایجاد بافت های مصنوعی زیستی و متعاقباً اندام های قابل کاشت است..

۲- رباتیک و هوش مصنوعی

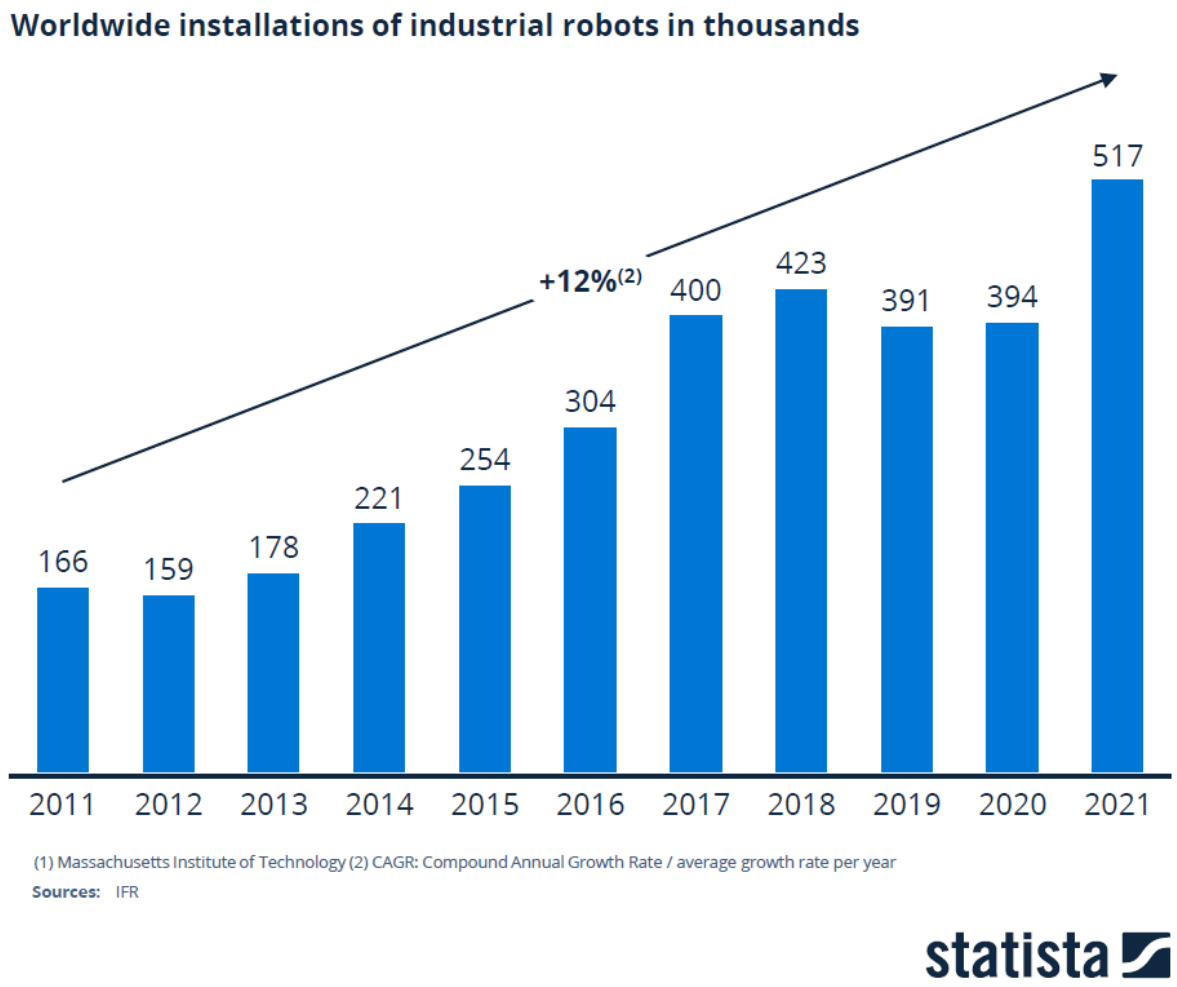
۲-۱- همکاری بین انسان و ربات، کارایی را تا ۸۵ درصد افزایش می‌دهد

استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک در تولید را می‌توان در سال ۱۹۵۴ ردیابی کرد، زمانی که جورج دیول طرحی را برای یک بازوی مکانیکی قابل برنامه‌ریزی به ثبت رساند. این توسعه در سال ۱۹۶۱ توسط کارآفرین آمریکایی جوزف انگلبرگر تجاری شد که Unimate را ایجاد کرد، یک ماشین ناجور که در خط مونتاژ جنرال موتور در نیوجرسی استفاده می‌شد.

از آن زمان، هوش مصنوعی به شدت پیشرفت کرده است و اکنون در هسته اصلی صنعت ۴.۰ و کارخانه هوشمند قرار دارد. در واقع، طبق یک مطالعه در سال ۲۰۱۶ توسط (MIT)، تیم‌های ساخته شده از انسان و ربات که به طور مؤثر با هم همکاری می‌کنند، می‌توانند ۸۵ درصد بیشتر از تیم‌هایی که از انسان یا ربات به تنهایی ساخته شده‌اند، بهره‌وری داشته باشند. این امر در طول همه‌گیری کووید-۱۹ اهمیت بیشتری پیدا کرد، چراکه نیاز به ایجاد زنجیره‌های تامین انعطاف‌پذیرتر و مشارکت انسان‌های بیشتری در فرآیند تولید را برجسته کرد.

جالب توجه است، پیشرفت‌ها در شبکه‌های عصبی و به طور خاص یادگیری عمیق، ربات‌ها را قادر می‌سازد تا بدون دخالت انسان، یاد بگیرند و با موقعیت‌های جدید سازگار شوند. هوش مصنوعی اکنون بسیاری از عناصر فرآیند تولید را خودکار کرده

[1] **Medtronic**



است، از جمله برخی از مواردی که نیاز به قابلیت‌های شناختی انسان دارند. بر اساس نبوغ انسان، یادگیری و سازگاری، که توسط ماشین‌ها قابل تکرار نیستند، انتظار می‌رود که همکاری انسان و ربات آینده تولید باشد.

۲-۲- ربات‌های خودآموز باعث استقلال بیشتر می‌شوند

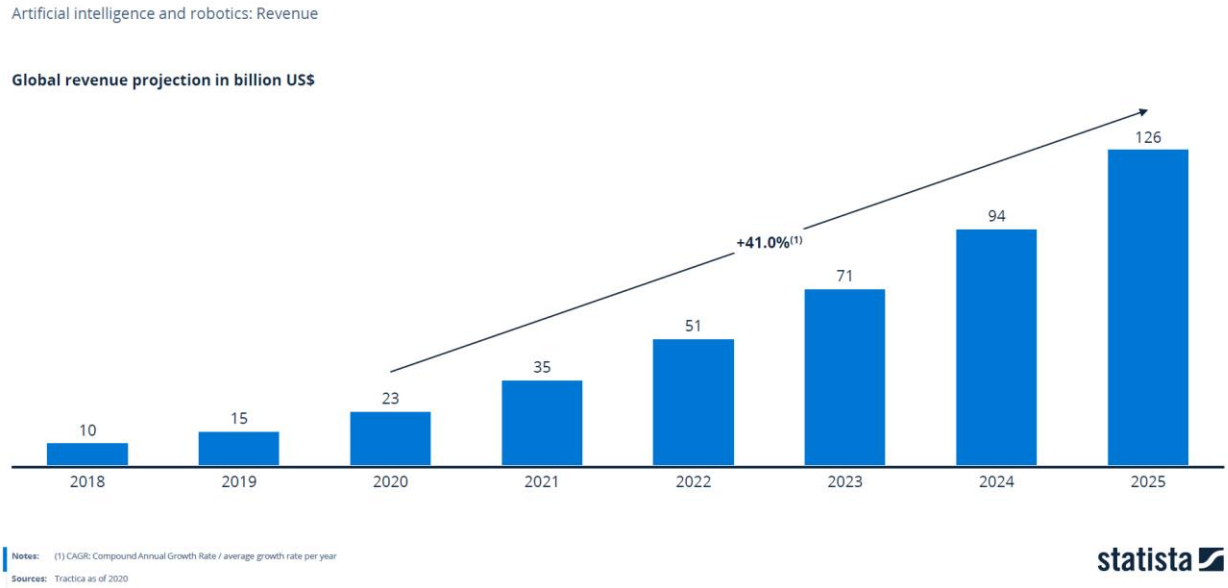
توانایی خودآموزی روبات‌ها و توسعه شاخه‌های هوش مصنوعی مانند پردازش زبان طبیعی (NLP)، یادگیری عمیق و بینایی رایانه‌ای، در حال حاضر نقش مهمی را در کارخانه‌های هوشمند در حال توسعه توسط بسیاری از OEM ها در سراسر صنایع، ایفا می‌کند. برخی از موارد استفاده عبارتند از:

- ساخت خودمختار: شناخت تجهیزات و قطعات و تعیین نحوه استفاده از هر یک از آنها بدون هیچ‌گونه دخالت‌انسانی.
- مدیریت‌خطا: استفاده از تشخیص الگو برای شکل دادن به بهترین شیوه‌ها برای مدیریت خطا. به عنوان‌مثال، یک برنامه هوش مصنوعی نقصی را در کارخانه ساخت تجهیزات هواپیما تشخیص می دهدو آن داده ها را به یک رایانه ابری وارد می کند. این منجر به بیرون کشیدن قطعات معیوب می شود ودر نتیجه منجر به صرفه جویی زیادی در فراخوان و تعمیر می شود.
- پایگاه‌داده یادگیری: ایجاد یک پایگاه داده از تمام فرآیندهای تولید معیوب و استفاده از یادگیری برای بهینه‌سازی وظایف آینده.
- فناوری های‌مکالمه: استفاده از NLP برای ایجاد فناوری های مکالمه، به ویژه برای خودروهای کاملاً مستقل‌مفید است.
- حفاری‌و بست: استقرار ربات در قالب ماشین های حفاری و بست خودکار در هوافضا و دفاعی.
- آب‌بندی: ربات ها به طور فزاینده ای برای کاربردهای آب بندی در صنایع مختلف استفاده می شوند که‌کار کردن در آن محیط برای هر انسانی دشوار است.

نکته جالب این است که ربات‌ها دیگر تنها برای شرکت‌های بزرگ مزایایی ارائه نمی‌کنند، بلکه برای کسب‌وکارهای کوچک‌تر نیز استفاده می‌شوند. یک مثال خوب از این روند، Skyline است، تولیدکننده پنجره‌های سفارشی، که از روبات‌ها برای خودکارسازی کارهایی مانند ایجاد سوراخ در فلز و نصب پنجره‌های آن استفاده می‌کند. این تنها نمونه‌ای از نمونه‌های بسیاری است که روبات‌های ارزان‌قیمت به‌طور فزاینده‌ای در دسترس شرکت‌های کوچک‌تر قرار می‌گیرند و در نتیجه به افراد اجازه می‌دهند تا در صنایعی که نیاز به نیروی کار زیاد دارند، کسب‌وکار خود را راه‌اندازی کنند.

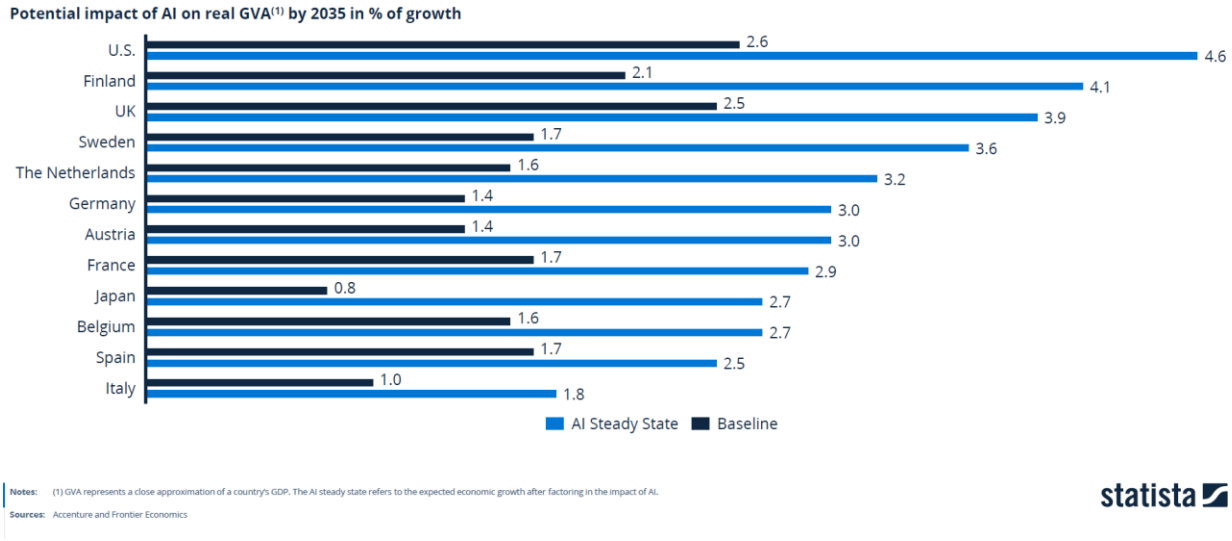
براساس برآوردهای فدراسیون بین‌المللی رباتیک، موجودی عملیاتی ربات‌های صنعتی در سراسر صنایع درسال 2022 از مرز چهار میلیون عدد عبور کرد. این افزایش مورد انتظار منجر به ایجاد ترس و هیاهوی رسانه‌ای در مورد از دست دادن شغل بالقوه انسان‌ها شده است. با این حال، اتوماسیون نه تنها منجر به بهبود قابل توجه تولید ناخالص داخلی یک کشور می شود، بلکه باعث ایجادمشاغل ماهرتر با دستمزد بالاتر می گردد

انتظار می‌رود درآمدهای هوش مصنوعی در طی سال‌های 2020-2025 با CAGR 41 درصد رشد کند.



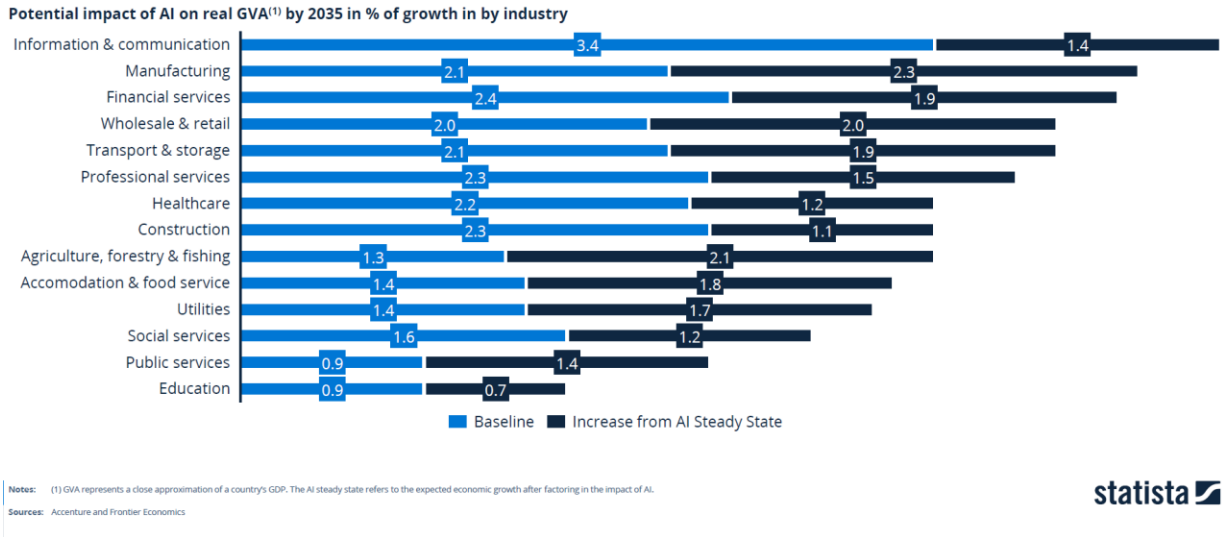
ایالات متحده شاهد بیشترین تأثیر هوش مصنوعی بر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است

Artificial intelligence and robotics: Impact on real GVA (1/2)



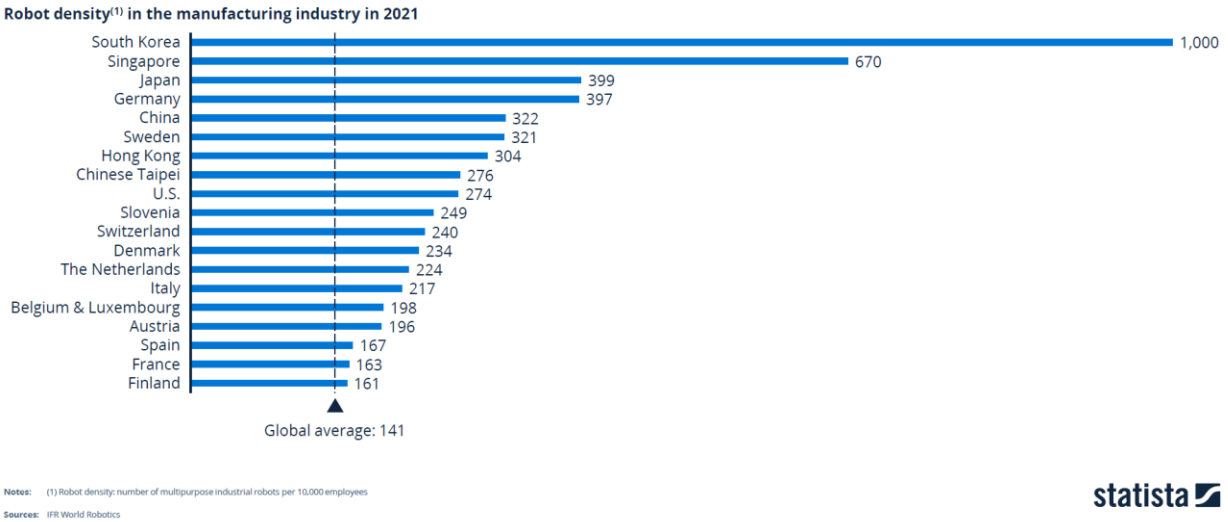
انتظار می‌رود هوش مصنوعی تأثیر زیادی بر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی داشته باشد

Artificial intelligence and robotics: Impact on real GVA (2/2)



کره جنوبی دارای بالاترین تراکم ربات در تولید است

Artificial intelligence and robotics: Robot density



۱-۲- شرکت‌های پیشرو در حوزه کاربرد هوش مصنوعی

❖ شرکت سلامت برگ

Berg Health که یک شرکت داروسازی زیستی است از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌های بیولوژیکی بیمار استفاده می‌کند تا مشخص کند چرا برخی از افراد از بیماری‌ها جان سالم به در می‌برند در حالی که برخی دیگر نه. سپس این بینش‌ها را برای اصلاح درمان‌ها، داروهای موجود و توسعه درمان‌های جدید به کار می‌گیرد. در سپتامبر ۲۰۱۹، این شرکت بر اساس داده‌های جدید خود مبتنی بر فناوری بیولوژی پرسشی مبتنی بر هوش مصنوعی بیزی برای شناسایی تومورها ارائه کرد.

در ماه مه ۲۰۲۱، این شرکت تأییدیه سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) را برای انجام فاز دوم آزمایش بالینی برای عاملی که در درمان سرطان‌های مغز استفاده می‌شود، دریافت کرد.

❖ بی ام و[1]

[1] BMW

برای‌اجرای کارآمد و موثر هوش مصنوعی در سراسر زنجیره ارزش، BMW ابتکاری به نام پروژه هوش مصنوعی معرفی کرده است. یک حوزه اصلی تمرکز، تشخیص‌خودکار تصویر است، فناوری که تصاویر اجزای سازنده را در زمان واقعی تجزیه و تحلیل می‌کند و آن‌ها را در عرض میلی ثانیه با صدها تصویر دیگر در همان‌سری مقایسه می‌کند. این امر به BMW کمک می‌کند تا انحراف از استاندارد را در زمان واقعی شناسایی کند. علاوه بر این، در ژوئیه ۲۰۲۲، مارکو گورگمایر، مدیر عامل، تحول داده و هوش مصنوعی این شرکت، گفت که تیم او توانسته است بیش از ۸۰۰ مورد استفاده مرتبط با هوش مصنوعی را ارائه دهدکه ارزشی بالغ بر ۱ میلیارد دلار داشته است. این موارد استفاده در سراسر R&D، تدارکات، فروش، کیفیت و شبکه تامین کننده را شامل می‌شود.

❖ تسلا[1]

تسلا قصد دارد بسیاری از فرآیندهای تولید خودروی خود را در کارخانه‌های مختلف در سراسر ایالات متحده به‌طور کامل خودکار کند در ژوئن ۲۰۱۸، این شرکت اعلام‌کرد که 95 درصد از تولید مدل 3 خودکار است. علاوه بر این، در ماه می ۲۰۲۰ ، به منظور افزایش ظرفیت، از نصب ربات‌های تولیدی بیشتری در کارخانه Fremont خود خبر داد. از نظر عملکرد خودرو، این شرکت قصد دارد یک سیستم راننده کاملاً خودکار بر اساس بینایی کامپیوتری، یادگیری ماشینی و ویدئویی بسازد. آخرین ابتکار هوش مصنوعی تسلا، ابررایانه Dojo است که انتظار می رود برای سرعت بخشیدن‌به توسعه خودروهای کاملاً خودمختار استفاده شود. در واقع، این شرکت ادعا می کند که چهار کابینت از سیستم های Dojo می توانند کار برچسب گذاری خودکار معادل GPU 4000 را در 72 رک روی هم انجام دهند.

❖ فاکسکان[2]

شرکت سازنده قراردادهای الکترونیک چندملیتی تایوانی قصد دارد تا سال ۲۰۲۸ حدود ۸۰ درصد نیروی انسانی خود را با روبات‌ها جایگزین کند. در طول سال‌ها، این شرکت سرمایه‌گذاری قابل توجهی در اتوماسیون در سراسر تاسیسات خود کرده و شامل سرمایه گذاری ۴ میلیارد دلاری در رباتیک و فناوری جدید اتوماسیون است. در سال ۲۰۲۱، یک پلت فرم جدید بینایی ماشینی مجهز به هوش مصنوعی به نام گلوریا توسط بخش اینترنت صنعتی فاکسکان راه اندازی شد. این سیستم توسط

[1] Tesla
[2] Foxconn

راه‌کاری با عنوان Qualcomm ۱۰۰ AI Cloud ارائه می‌شود که با پشتیبانی از ۲۴ دوربین با کیفیت بالا برای برنامه‌های تجزیه و تحلیل ویدیویی، دخالت انسان را کاهش می‌دهد.

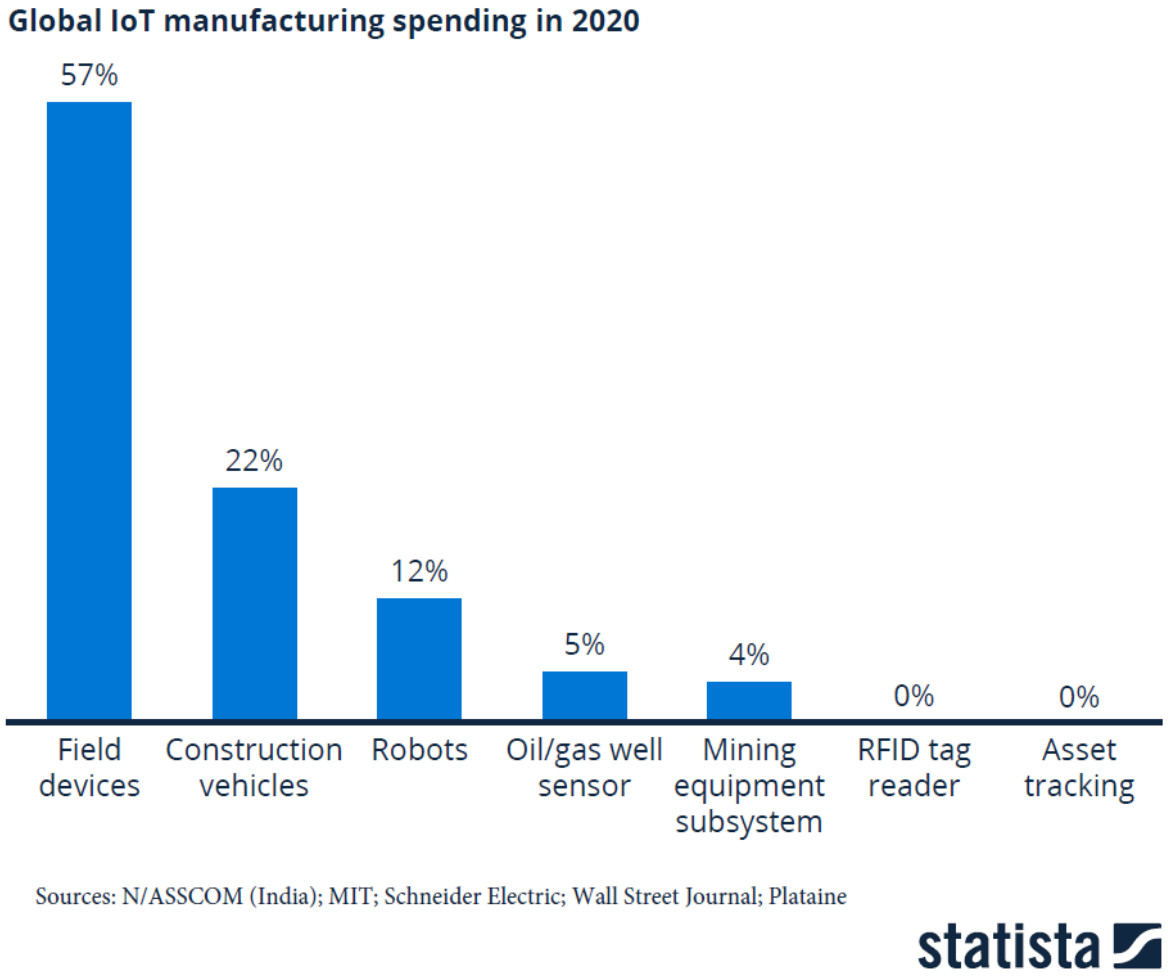
۳- اینترنت اشیا

۳-۱- اینترنت اشیا فناوری‌هایی را که قبلاً از هم جدا شده‌اند را به هم متصل می‌کند

زمانی که کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ اصطلاح اینترنت اشیا (IoT) را ابداع کرد، دوران جدیدی را در فناوری محاسباتی آغاز کرد. رایانه‌ها دیگر نیازی به برنامه‌ریزی برای هر مورد استفاده ندارند، بلکه می‌توانند به سادگی اطلاعاتی را که توسط دستگاه‌های متصل به یکدیگر از طریق اینترنت داده می‌شود، تغذیه کنند. استفاده از این فناوری در صنعت تولید شتاب گرفت و بدین ترتیب زمینه را برای انقلاب صنعتی بعدی موسوم به اینترنت صنعتی اشیا (IIoT) فراهم کرد.

آخرین پیشرفت‌ها در دستگاه‌های متصل از طریق حسگرهای هوشمند که منجر به تبادل بلادرنگ داده‌ها می‌شود، احتمالاً مهم‌ترین چرخ دنده دیجیتالی‌سازی تولید است. این عمدتا به این دلیل است که استفاده از این حسگرها برای اتصال دستگاه‌های مختلف در سراسر زنجیره ارزش است که مسئول همگرایی فناوری‌های تولید مستقل قبلی است.

بر اساس یک نظرسنجی در سال ۲۰۲۰ از پاسخ دهندگان عمدتاً آمریکای شمالی که توسط Plataine، ارائه‌دهنده راه حل‌های بهینه سازی مبتنی بر IIoT و AI انجام شد، پذیرش اینترنت اشیا در صنعت تولید نسبت به سال ۲۰۱۸ سه برابر شده است. علاوه بر این، ۶۶ درصد از پاسخ‌دهندگان نیز اظهار داشتند که IIoT را به یکی از فناوری‌های کلیدی برای آینده موفقیت و سودآوری شرکت خود باشند.



۳-۲- دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیاء جهانی تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۷۵ میلیارد خواهد رسید

اگرچه‌اینترنت اشیا اغلب به‌عنوان یک فناوری جدید ارائه می‌شود، سنسورها بیش از ۱۵ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرند. تنها کاهش اخیر قیمت آن‌ها ، افزایش قدرت محاسباتی، پیشرفت در اتصال داده‌ها در فضای ابری و ارتباطات ماشین به ماشین است که استفاده از آنها را در کارخانه‌های هوشمند تحریک‌کرده است. حسگرهای نصب شده بر روی تجهیزات، اطلاعات دقیق و به موقعی را در مورد عملکرد هردستگاه ارائه می‌دهند، بنابراین مدیران را قادر می‌سازند تا معیارهایی مانند دما و ارتعاش را ردیابی کنند. بر اساس گزارش مجمع جهانی اقتصاد (WEF)، سرمایه‌گذاری اینترنت اشیا در تولید از ۳۵ میلیارد دلار آمریکا در سال ۲۰۱۶ به ۷۱ میلیارد دلار تا پایان سال ۲۰۲۰ رسیده است.

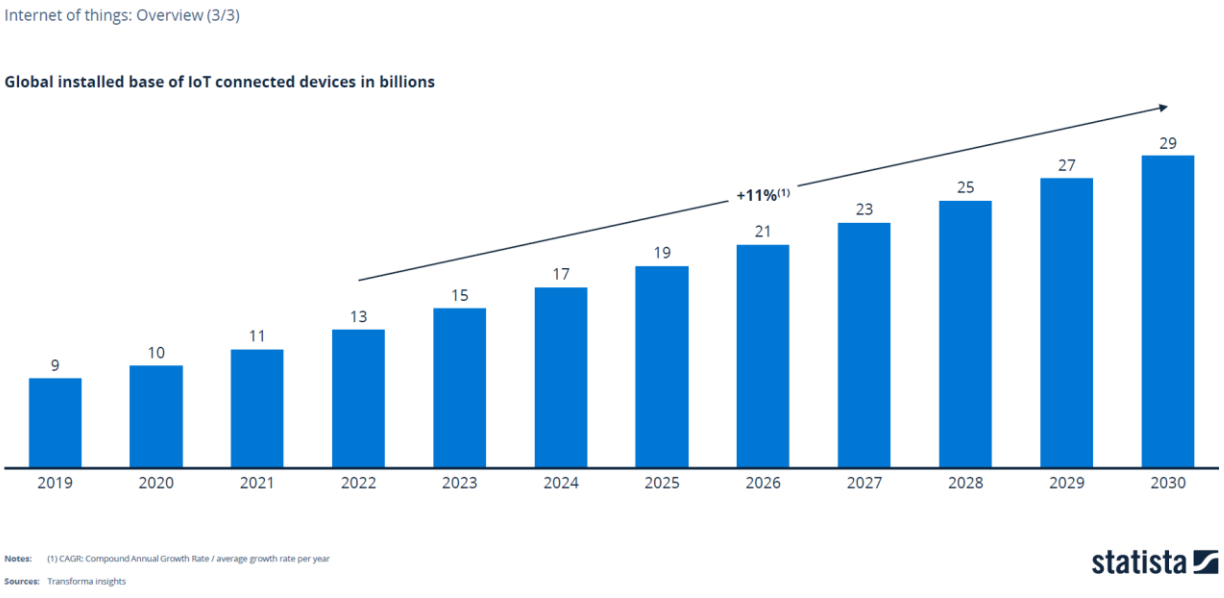
در سناریوی تولید امروزی، سیستم‌های اینترنت اشیا سه کاربرد کلیدی دارند.

کنترل‌هوشمند سازمانی: اینترنت اشیا به ماشین‌های متصل هوشمند و اجزای تولید متصل به یک سیستم محاسباتی مرکزی متصل می‌شود که منجر به تولید کارآمد و هزینه‌های کمتر می‌شود. با این حال از آنجایی که این فرآیند نیازمند بازنگری اساسی در سیستم‌های فناوری اطلاعات و عملیات است، انتظار می‌رود پیاده‌سازی در مقیاس بزرگ آن تنها در میان مدت تا بلندمدت انجام شود.

مدیریت‌عملکرد دارایی: حسگرهای بی سیم، اتصال ابری و تجزیه و تحلیل داده ها منجر به جریان کارآمدتراطلاعات در زمان واقعی در مورد عملکرد ماشین های متصل می شود و منجر به پیش بینی دقیق‌خرابی ماشین ها می شود و در نتیجه به تعمیر و نگهداری پیش بینی کمک می کند.

اپراتورهای‌تقویت شده: حتی اگر گمانه زنی در این خصوص وجود دارد که انسان‌ها در کارخانه هوشمند بیکار می‌شوند، انتظار می‌رود کارمندان آینده از فناوری‌های IoT استفاده کنند تا به جای‌آن نقش‌های تخصصی را بر عهده بگیرند و در نتیجه کارخانه‌های تولیدی را کاربر محورتر و کمتر ماشین‌محور کنند.

دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیاء جهانی تا سال ۲۰۳۰ به ۳۰ میلیارد دستگاه می‌رسد



۳-۳- شرکت‌های پیشرو اینترنت اشیا

❖ ABB

شرکت‌برق و رباتیک ABB با پذیرش مفهوم تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده، یک پلتفرم هوشمند (Ability ABB) دارد که از حسگرهای متصل برای نظارت بر نیازهای تعمیر و نگهداری ربات‌های خود استفاده می‌کند و آن‌ها را قبل از توقف کار تعمیر می‌کند. علاوه بر این، ربات دو بازوی آن YuMi (مخفف You and Me) برای‌کار در کنار انسان‌ها طراحی شده و دارای بازخورد کنترل نیرو حساس و نرم‌افزار انعطاف‌پذیر است که اجازه برنامه‌نویسی از طریق آموزش را به جای کدنویسی می‌دهد.

❖ ایرباس[1]

ایرباس‌یک ابتکار تولید دیجیتال به نام "کارخانه آینده" را برای رسیدگی به خسارات احتمالی ناشی از اشتباهات واحد در فرآیند مونتاژ راه‌اندازی کرد. این شرکت سه خانواده ابزار هوشمند را توسعه داده است که می‌توانند در مراحل مختلف مانند اندازه‌گیری و ثبت داده ها با کیفیت مورد استفاده قرار گیرند.همچنین به کارگران خود فناوری پوشیدنی مانند عینک هوشمند داده است که در برخی موارد باعث بهبود 500 درصدی در تولید شده است. علاوه بر این، در سپتامبر2019، ایرباس همچنین آزمایش‌های درون‌پروازی فناوری‌های کابین متصل به اینترنت اشیاء را در هواپیمای A350-900 خود با اتصال حسگرهایی بر روی‌قطعاتی مانند صندلی‌ها و سطل‌های بالای سر برای تجربه‌ای قابل ردیابی‌تر آغاز کرد.

❖ اپل

این‌شرکت یکی از بزرگترین کاربران سنسورهای حرکت، حسگرهای نور و حسگرهای اثر انگشت در صنعت تولید گوشی های هوشمند بوده است. در واقع، طبق گزارش‌شرکت تحقیقاتی IHS، این شرکت در سال ۲۰۱۰ جایگزین سامسونگ به عنوان بزرگترین مصرف کننده حسگرها در دستگاه های تلفن همراه شد و از آن زمان‌تاکنون جایگاه پیشرو در بازار خود را حفظ کرده است. اپل در سال ۲۰۱۵ با STMicroelectronics همکاری کرد تا یک آزمایشگاه مشترک برای توسعه

[1] Airbus

سنسورهای‌دوربین در گرنوبل افتتاح کند. در مارس ۲۰۱۷، اپل تایید کرد که یک سنسور دوربین سه بعدی در آیفون ۸ استفاده خواهد شد که فناوری تشخیص چهره‌را در این گوشی فعال می کند.

❖ شورون[1]

شرکت انرژی مستقر در کالیفرنیا با مایکروسافت برای راه‌اندازی یک راه حل تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده برای میادین نفتی و پالایشگاه‌های خود شریک شده‌است. این شرکت قصد دارد تا سال ۲۰۲۴ هزاران تجهیزات مجهز به حسگر را با کمک خدمات اینترنت اشیا مایکروسافت بسازد تا پیش‌بینی کند چه زمانی‌تجهیزات نیاز به سرویس دارند.

❖ GE

این‌شرکت برای مدت طولانی از سنسورها بر روی ماشین‌های خود استفاده می‌کند. با این حال، تا به حال آنها به اینترنت متصل نبودند و بنابراین فقط در انجام نظارت‌بر عملکرد عملیاتی در زمان واقعی، مانند نمایش فشار خواندن بر روی یک دستگاه، مفید بودند. در سال ۲۰۱۲، این شرکت شروع به ایجاد یک پلتفرم مبتنی‌بر ابر به نام Predix کرد که می‌توانست از تجزیه و تحلیل داده‌ها برای برنامه‌ریزی بررسی‌های تعمیر و نگهداری و کاهش زمان خرابی استفاده کند. در فوریه۲۰۱۶، جنرال الکتریک سرمایه‌گذاری ۱ میلیارد دلاری را برای نصب حسگرها بر روی توربین‌های گاز، موتورهای جت و سایر ماشین‌ها، اتصال آن‌ها به ابر و استفاده از داده‌های حاصل برای ارزیابی سلامت کلی ماشین‌ها و پیش‌بینی خرابی‌ها قبل از وقوع حادثه، اعلام کرد.

❖ تسلا

دراکتبر ۲۰۱۶، تسلا اعلام کرد که تمام خودروهای بعدی آن به سخت‌افزاری با توانایی کامل خودران مجهز خواهند شد. این شامل سنسورهای اولتراسوند است‌که برد مدل ۳ را که به زودی منتشر می‌شود تا ۵۰۰ متر افزایش می‌دهد، هشت دوربین فراگیر برای دید ۳۶۰ درجه، ۱۲ حسگر اولتراسونیک به روز شده برای‌اضافه کردن موارد اضافی به دوربین‌ها و رادارهای رو به جلو که به عنوان یک سنسور کنترل اولیه در کنار سیستم بینایی تسلا عمل می‌کند.

[1] Chevron

٤- منابع

Dutta , S., & Lanvin, B. (2023). *Network Readiness Index 2023, Trust in a Network Society:crisis of the digital age?* https://download.networkreadinessindex.org/reports/nri_2023.pdf: Portulans Institute.

Parrott, A., & Warshaw, L. (2017, May 12). *Industry 4.0 and the digital twin Manufacturing meets its match*. Retrieved from Deloitte Insights : https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html

Senn-Kalbatista, L., & Mehta, D. (2023). *Industry 4.0: in-depth market analysis, Market Insights report.* Statista.

Statista. (2023, 12 05). *Digital transformation: Statistics report on digital transformation worldwide*. Retrieved from https://www.statista.com/study/74997/dossier-digital-transformation/

ابطحی, م) ۱۴۰۲. (*سند رسته تولید نرم‌افزارها، پلتفرم‌های فناوری‌های پیشرو و ماشین‌های هوشمند، طرح تدوین نقشه راهبردی صنعتی و ارتقای تولید داخل*. تهران: موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

سریع‌القلم, م) ۱۴۰۲, ۱۱ ۰۷. (*گزارش داوس ۲۰۲۴*. Retrieved from https://sariolghalam.com/۲۰۲۴/۰۱/۲۷/٪DA٪AF٪D٨٪B۲٪D٨٪A۷٪D٨٪B۱٪D٨٪B۴-٪D٨٪AF٪D٨٪A۷٪D۹٪٨٨٪D٨٪B۳-٪DB٪B۲٪DB٪B۰٪DB٪B۲٪DB٪B۴/