مهندسی معکوس

در این مقاله قصد داریم تا به معرفی کامل فرایند مهندسی معکوس بپردازیم تا بتوانیم نحوه ارتباط آن را با پرینت سه بعدی درک کنیم. در صنایع مختلف این نیاز احساس می شود که بتوان از روی یک قطعه واقعی موجود به مستندات و فایل های لازم برای تولید دست پیدا کرد. خیلی اوقات این نیاز وجود دارد تا از یک اثر هنری قدیمی نمونه برداری شود و یا هندسه در یک فایل کامپیوتری ذخیره شود و یا گاهی نیاز است تا برای تعمیرات ونگهداری از آثار تاریخی ملی مربوط به زمان باستان از آنها تصویر برداری شود و قطعاتی از آنها تولید شوند. همه این مثال ها از کاربرد های مهندسی معکوس می باشند که امروزه پرینت سه بعدی و اسکن سه بعدی آن را بسیار راحت کرده اند.

مقدمه ای بر مهندسی معکوس

مهندسی حرفه ای است که به طراحی، ساخت و تولید و تعمیرات و نگهداری محصولات، سامانه ها و سازه ها می پردازد. به طور کلی، دو نوع مهندسی وجود دارد: مهندسی مستقیم (رو به جلو) (forward engineering) و مهندسی معکوس (reverse engineering).

مهندسی مستقیم، فرآیند حرکت سنتی از مفاهیم انتزاعی سطح بالا و طراحی های منطقی به اجرای فیزیکی یک سامانه است. اما در بعضی موارد ممکن است یک قطعه فیزیکی موجود باشد در حالی که هیچ جزئیات فنی مانند مستندات فنی و نقشه ها، صورت لیست مواد و اقلام (BOM) یا داده های مهندسی مثل خواص حرارتی و الکتریکی آن در دسترس باشد. فرایند تکثیر یک قطعه، زیر مجموعه یا محصول موجود، بدون کمک نقشه ها، مستندات یا مدل کامپیوتری به عنوان مهندسی معکوس شناخته می شود.

مهندسی معکوس

idesign3d.ir

مهندسی معکوس می تواند به عنوان فرآیند تجزیه و تحلیل سامانه مهندسی به موارد زیر به در نظر گرفته شود:

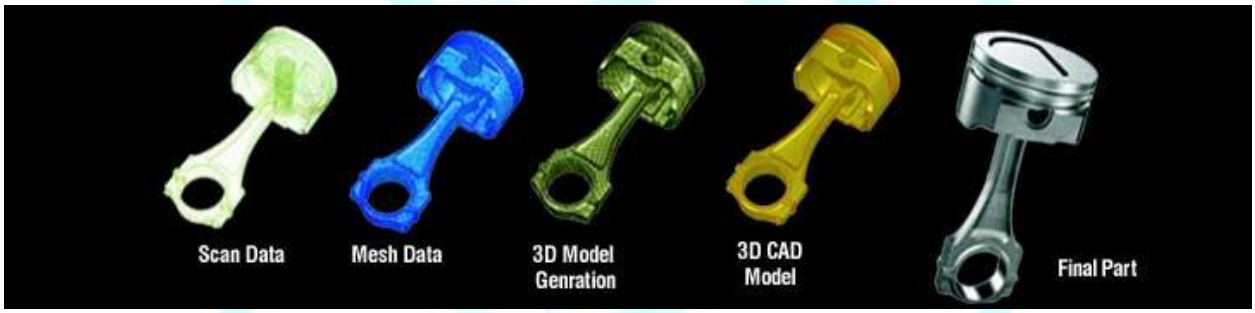
1. شناسایی اجزای سامانه و ارتباط آن ها
2. ایجاد نمایه هایی از سامانه به صورت سطح بالا
3. ایجاد نمایه ای فیزیکی از آن سامانه

مهندسی معکوس در زمینه های متنوعی مانند مهندسی نرم افزار، صنعت سرگرمی، خودروسازی، محصولات مصرفی، میکروچیپ ها، مواد شیمیایی، الکترونیک و طراحی های مکانیکی بسیار رایج است. مثلا، هنگامی که یک دستگاه جدید به بازار می آید، تولیدکنندگان رقیب، ممکن است یکی از آن دستگاه را بخرند و اجزای آن را باز کنند تا یاد بگیرند که چگونه ساخته شده و چگونه کار می کند. یک شرکت شیمیایی ممکن است از مهندسی معکوس برای دفاع از حق ثبت اختراع (Patent) خود، در محصول تولید شده توسط رقیب خود، استفاده کند. در مهندسی عمران، طراحی های پل ها و ساختمان ها از نمونه های موفق گذشته کپی برداری می شوند تا احتمال خرابی و بروز فاجعه کمتر باشد. در مهندسی نرم افزار، کُدهای خوب جدید، اغلب تغییر یافته ای از کُدهای خوب پیشین است.

در برخی موارد، طراحان احساس راحتی می کنند تا با استفاده از گِل رُس، گچ، چوب یا فوم، به ایده های خود شکل می دهند، و کار با نرم افزار های طراحی سه بعدی امروزی برایشان راحت نیست، اما برای ساختن قطعه مورد نظر به فایل CAD نیاز است. همچنین از آنجایی که محصولات وقتی به شکل اصلی می رسند بیشتر شکل

خودشان را نشان می دهند، طراحی در CAD ممکن است کاری چالش برانگیز یا غیرممکن باشد. هیچ تضمینی وجود ندارد که مدل CAD به مدل قابل قبول نزدیک باشد. مهندسی معکوس یک راه حل برای این مشکل فراهم می کند، زیرا مدل فیزیکی مرجع اطلاعات برای به دست آوردن مدل CAD است. این عنوان فرآیند قطعه- تا – فایل – CAD اشاره دارد.

یکی دیگر از دلایل استفاده از مهندسی معکوس این است که زمان فرآیند توسعه محصول را کاهش می دهد. در بازار پر رقابت جهانی، تولید کنندگان به طور مداوم به دنبال راه حل های جدید برای کوتاه شدن زمان رسیدن یک محصول جدید به بازار هستند. توسعه سریع محصول (RPD) به تکنولوژی ها و تکنیک های جدیدی می گویند که به تولید کنندگان و طراحان کمک می کند تا به نیاز کاهش زمان تولید محصول پاسخ دهند. مثلا، شرکت های قالب سازی و تزریق پلاستیک، باید زمان تولید قالب را بطور قابل توجهی کاهش دهند. با استفاده از مهندسی معکوس، یک محصول یا مدل سه بعدی می تواند به سرعت به صورت دیجیتال اسکن سه بعدی شود، دوباره مدل سازی شود و برای پرینت سه بعدی یا قالب سازی سریع آماده شود.



شکل مراحل مهندسی معکوس

دلایل استفاده از مهندسی معکوس

1. توقف تولید یک محصول از سوی تولیدکننده اصلی آن
2. وجود اسناد ناکافی از طراحی اصلی محصول
3. عدم وجود سازنده اصلی محصول زمان حاضر (در حالی که یک مشتری به محصول نیاز دارد)
4. مستندات اصلی طراحی گم شده یا در هنگام توسعه محصول تدوین نشده بودند.
5. برخی از ویژگی های بد محصول باید دوباره طراحی شوند. مثلا، لازم است تا نشان داده شود سایش بیش از حد مربوط به کدام قسمت از محصول بوده که باید بهبود یابد.
6. برای تقویت ویژگی های خوب یک محصول جهت استفاده بلندمدت از محصول
7. برای تجزیه و تحلیل ویژگی های خوب و بد محصولات رقبا
8. برای کشف راه های جدید برای بهبود عملکرد و ویژگی های محصول

9. برای به دست آوردن روش های رقابت پذیری از طریق درک و مقایسه محصولات رقیب و توسعه محصولات بهتر
10. مدل اصلی CAD در روش های جدید و امروزی تولید قابل پشتیبانی نیست.
11. تامین کننده اصلی نمی تواند یا مایل به ارائه قطعات اضافی نمی باشد.
12. تولید کنندگان تجهیزات اصلی یا مایل نیستند یا قادر به ارائه قطعات جایگزین نیستند و یا خواستار هزینه های بالایی برای قطعات تک-منبع هستند.
13. برای به روز رسانی مواد منسوخ یا فرآیندهای تولید قدیمی با تکنولوژی های فعلی و ارزان تر

مهندسی معکوس قابلیت تکثیر یک قطعه موجود را با اندازه گرفتن ابعاد، ویژگی ها و خواص اجزای فیزیکی آن امکان پذیر می سازد. قبل از تلاش برای مهندسی معکوس، یک تجزیه و تحلیل به خوبی برنامه ریزی شده چرخه عمر و تجزیه و تحلیل هزینه - فایده باید برای توجیه پروژه های مهندسی معکوس انجام شود. اگر قطعاتی که می خواهند معکوس مهندسی شوند به میزان سرمایه گذاری بالا نیاز داشته باشند و یا در تیراژ زیاد تولید شوند؛ فرآیند مهندسی معکوس برای آنها باعث صرفه جویی در هزینه ها می شود و به صرفه خواهد بود. حتی اگر مهندسی معکوس قطعه ای مقرون به صرفه نباشد ممکن است به دلیل نیاز حیاتی به آن قطعه در یک سامانه، آن قطعه را مهندسی معکوس کنیم.

فرآیند مهندسی معکوس

مهندسی معکوس قطعات مکانیکی مستلزم دستیابی به داده های سه بعدی هندسه قطعه به صورت ابر نقاط با استفاده از اسکنر سه بعدی لیزری یا سی تی اسکن (توموگرافی کامپیوتری) است. نمایش دادن هندسه قطعه به صورت مجموعه نقاطی در سطح آن، اولین قدم در رسیدن به هندسه قطعه در کامپیوتر می باشد. در مرحله بعدی یک مش سطحی خوب برای قطعه توسط نرم افزار های مهندسی معکوس (مانند GeoMagic یا Catia) به دست می آید. در مرحله بعد نیاز است تا مش سطحی قطعه توسط همان نرم افزار تمیز شود، به این معنی که سطوح قطعه صاف شوند و برخی خرابی های فایل اصلاح شود. به این مش سطحی سطوح NURBS می گویند که در مرحله بعدی به یک فایل CAD قابل تبدیل است و فایل CAD همان فایلی است که برای فرآیند تولید قابل خواندن می باشد، فرآیند هایی مانند ماشین کاری های CNC و یا پرینت سه بعدی.

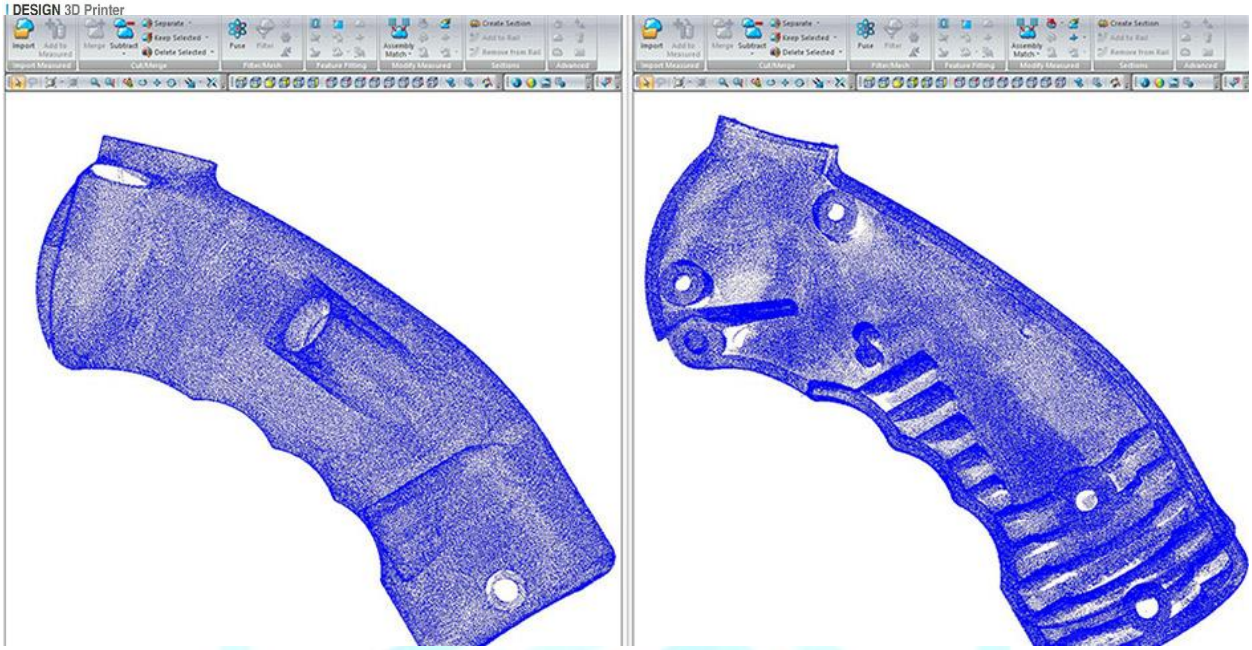
می توان گفت که مهندسی معکوس با محصول آغاز می شود و از طریق فرآیند طراحی در جهت مخالف به نتیجه ای برای تعریف محصول می رسد. در انجام این فرآیند، تا حد امکان اطلاعاتی را از طراحی که برای تولید یک محصول خاص استفاده می شود، می بایست استخراج کرد.

مطالعه موردی: مهندسی معکوس یک اهرمک (Joystick) و آماده سازی برای پرینت سه بعدی

شکل لحظه اسکن سه بعدی اهرمک

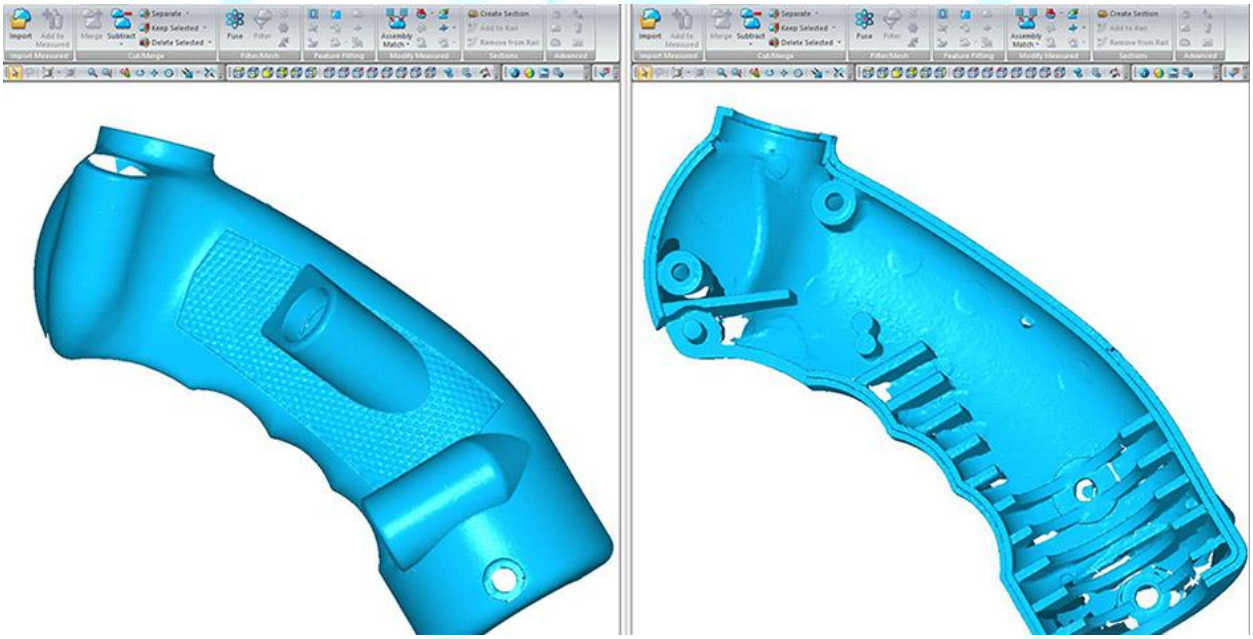
در یک مطالعه موردی مشتری نیازمند تولید قطعه ای از روی یک قطعه واقعی بود تا بتواند آن را به در یک شبیه ساز (سیمولاتور) استفاده کند. این مشتری می خواست تا نسخه دیجیتالی فایل آن قطعه را در نرم افزار CAD خود داشته باشد تا بتواند با استفاده از پرینت سه بعدی نمونه آن قطعه را بسازد. آن قطعه یک دسته اهرمک بود و همان طور که در شکل می بینید به صورت دو تکه طراحی شده بود. مشتری درخواست اسکن سه بعدی هر دو تکه را داشت که به صورت فایل دیجیتالی با فرمت STL. باشد. این فرمت، فرمتی استاندارد برای پرینت سه بعدی می باشد.

I DESIGN 3D Printer



شکل فایل ابر نقاط اسکن شده از قطعه اهرمک

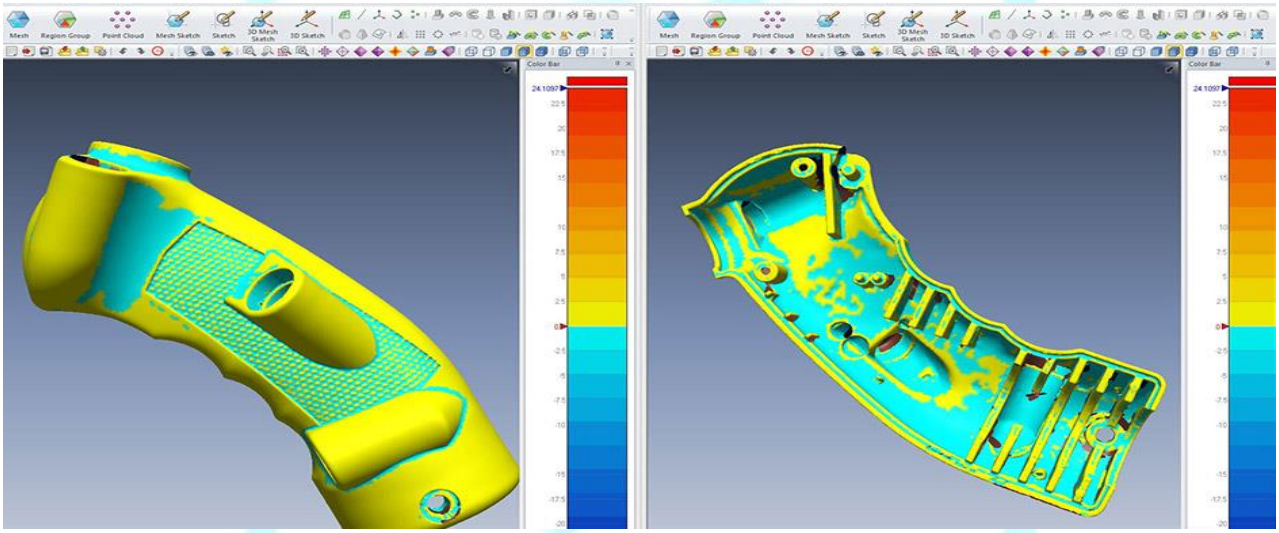
از آن جایی که مشتری دقت بالای اسکنر CMM را نمی خواست ؛اهرمک با استفاده از اسکنر متحرک بازویی اسکن شد. با استفاده از نورپردازی صحیح و قرار دادن درست اهرمک بر روی میز مخصوص اسکن می توان کامل ترین و دقیق ترین اسکن را برای اهرمک انجام داد. این اسکنر فایل ابر نقاط که مجموعه ای از نقاط سطح قطعه می باشد را به صورت فایلی با فرمت PCL. در نرم افزار خروجی می دهد.



شکل فایل اسکن شده در حالت Mesh خورده

پس از مرحله اسکن سه بعدی، داده ها به نرم افزار مهندسی معکوس جهت تبدیل فایل ابر نقاط به فایل مش سطحی که همان فایل STL می باشد فرستاده می شود. بازرسی و رفع اشکال فایل ابر نقاط نیز در این مرحله صورت می گیرد. با استفاده از این نرم افزار می توان داده ها را مرتب کرد و سپس دو اسکن داخلی و خارجی را برای ایجاد دو تکه مجزا از اهرمک هماهنگ کرد. سپس داده های مرتب شده به عنوان فایل STL. در آمده و برای مشتری ارسال شدند.

در طی این پروژه، مشکلات کمی به وجود آمد، عمدتا به علت قابلیت بالای تشخیص اسکنر. سطوح به راحتی بدون هیچ مشکلی اسکن شده بودند، حتی هنگام حرکت از سطح مات به سطح براق. یکی از زمینه هایی که انتظار می رفت مشکلی ایجاد کند، پایه ای از درز داخلی بود، زیرا لیزر در هنگام اسکن از خط دید استفاده می کند .این موضوع با مشتری در میان گذاشته شد و موافقت شد که اسکن انجام شود و سپس گزارشی داده شود. پس از انجام یک اسکن اولیه و ارسال نتیجه به مشتری، او خوشحال بود که اسکن کامل انجام شده است.



فایل نهایی اسکن شده با فرمت STL

تهیه و تنظیم مقاله از : خدمات پرینت سه بعدی آی دیزاین