

مهندسی معکوس

از دیدگاه صنعتی

مترجم:

دکتر حمیده رضوی

دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی معکوس از دیدگاه صنعتی / [ویراستاران وینش راجا، کایران جود فرناندز]؛ مترجم حمیده رضوی.
مشخصات نشر	: مشهد: دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۴ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۵۰-۴۸-۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Reverse engineering: an industrial perspective, 2008
یادداشت	: این کتاب قبلاً تحت عنوان "اصول مهندسی معکوس" با ترجمه اکبر شیرخورشیدیان توسط انتشارات کاروان حله و طراح در سال ۱۳۸۸ منتشر شده است.
یادداشت	: واژه نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان مترجم	: اصول مهندسی معکوس.
موضوع	: مهندسی معکوس
شناسه افزوده	: راجا، وینش، ویراستار، Raja, Vinesh
شناسه افزوده	: فرناندز، کایران جود، ویراستار، Fernandes, Kiran J. (Kiran Jude)
شناسه افزوده	: رضوی، حمیده، ۱۳۵۲ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه امام رضا (ع)
رده بندی کنگره	: ۶۰۰/۵ الف ۱۶۸/۵ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۰.۰۰۱ ۲۸۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۰۱۲۶



نام کتاب: مهندسی معکوس از دیدگاه صنعتی

ترجمه: دکتر حمیده رضوی

ناشر: دانشگاه امام رضا (ع) - مشهد، صندوق پستی ۵۵۳-۹۱۷۳۵

تیراژ: ۷۵۰

قطع: وزیری

تاریخ انتشار: چاپ اول ۱۳۹۵

صفحات: ۳۲۴ صفحه

حروف چینی و صفحه‌آرایی: مرکز انتشارات کتب و نشریات علمی دانشگاه بین المللی امام (ع)

طراح جلد: اسفندیار محرابی

امور فنی چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۵۰-۴۸-۸

قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان

حق چاپ محفوظ است

مرکز انتشارات کتب و نشریات علمی دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)

مرکز توزیع و پخش انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)

مشهد، بلوار شهید منتظری، دانشکده معماری دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، صندوق پستی ۹۱۷۳۵-۵۵۳

تلفن: ۲۲۵۵، ۲۳۵۳ داخلی (۳۸۰۴۱-۰۵۱)

ایمیل: Publications@imamreza.ac.ir

فهرست

۱۱	مقدمه نویسنده
۱۳	مقدمه مترجم
۱۵	فصل اول: آشنایی با مهندسی معکوس
۱۵	چکیده
۱۵	۱-۱ مقدمه
۱۶	۲-۱ مهندسی معکوس چیست؟
۱۸	۳-۱ چرا مهندسی معکوس را به کار می‌بریم؟
۱۹	۴-۱ فرآیند عمومی مهندسی معکوس
۲۰	۵-۱ مرحله ۱- اسکن کردن
۲۱	۱-۵-۱ اسکنرهای تماسی
۲۱	۲-۵-۱ اسکنرهای غیر تماسی
۲۳	۶-۱ مرحله ۲- پردازش نقاط
۲۴	۷-۱ مرحله ۳- ایجاد مدل هندسی کاربردی
۲۷	فصل دوم: متدولوژی و تکنیک‌های مهندسی معکوس
۲۷	چکیده
۲۸	۱-۲ مهندسی معکوس به کمک کامپیوتر
۲۸	۱-۱-۲ چه چیزی مهندسی معکوس نیست؟
۲۹	۲-۱-۲ مهندسی مستقیم به کمک کامپیوتر
۲۹	۳-۱-۲ مهندسی معکوس به کمک کامپیوتر چیست؟
۳۲	۲-۲ بینایی ماشین و مهندسی معکوس
۳۳	۱-۲-۲ دستگاه‌های اندازه‌گیری مختصات
۳۵	۲-۲-۲ نورپردازی فعال سه‌بعدی

۳۹	۳-۲-۲ مزایا و معایب
۴۲	۳-۲ تصویرسازی با نور منظم
۴۲	۱-۳-۲ طبقه‌بندی منبع نور
۴۶	۲-۳-۲ تصویرسازی به روش صفحه‌ای
۴۹	۴-۲ مراحل اسکن
۴۹	۱-۴-۲ جمع‌آوری داده
۵۲	۲-۴-۲ بازسازی مش
۵۴	۳-۴-۲ برازش سطح
۵۵	۵-۲ نتایج
۵۷	فصل سوم: سگ‌افزار نرم‌افزار مهندسی معکوس
۵۷	۱-۳ مقدمه
۵۸	۲-۳ سخت‌افزار مهندسی معکوس
۵۸	۱-۲-۳ روش‌های تماسی
۶۲	۲-۲-۳ روش‌های غیر تماسی
۷۴	۳-۲-۳ روش تخریبی
۸۲	۳-۳ نرم‌افزارهای مهندسی معکوس
۸۲	۱-۳-۳ طبقه‌بندی نرم‌افزارهای مهندسی معکوس
۸۲	۲-۳-۳ مراحل مهندسی معکوس
۹۲	۳-۳-۳ عملیات اصلی مهندسی معکوس
۱۰۳	۴-۳ نتایج
۱۰۵	فصل چهارم: انتخاب یک سیستم مهندسی معکوس
۱۰۵	چکیده
۱۰۶	۱-۴ مقدمه
۱۰۹	۲-۴ فرآیند انتخاب سیستم
۱۰۹	۱-۲-۴ تشکیل تیم
۱۱۱	۲-۲-۴ شناسایی فرصت‌های تجاری و نیازهای فنی
۱۱۲	۳-۲-۴ جمع‌آوری اطلاعات فروشندگان و سیستم‌ها
۱۱۲	۴-۲-۴ گزینش فروشندگان
۱۱۴	۵-۲-۴ ملاقات با فروشندگان انتخاب شده

۱۱۴	۶-۲-۴ ارزیابی تفصیلی فروشندگان.....
۱۱۶	۷-۲-۴ آزمایش عملی.....
۱۱۶	۸-۲-۴ ارزیابی تجاری فروشنده منتخب.....
۱۱۷	۳-۴ پیچیدگی های بیشتر.....
۱۱۸	۴-۴ دستگاه های تعیین مشخصات نقاط.....
۱۱۸	۱-۴-۴ دستگاه های تماسی - کاوشگر های دستی یا ثابت.....
۱۱۸	۲-۴-۴ کاوشگر لمسی.....
۱۲۰	۳-۴-۴ کاوشگر آنالوگ پیوسته.....
۱۲۰	۴-۴-۴ روش های دیگر برای انتخاب کاوشگر.....
۱۲۱	۵-۴-۴ دستگاه های غیر تماسی.....
۱۲۲	۵-۴ روش های مثلث بندی.....
۱۲۳	۶-۴ زمان رفت و برگشت یا سیستم ماصله ای.....
۱۲۳	۷-۴ سیستم های تصویر سازی با زمان مضم و بعدی.....
۱۲۴	۸-۴ نکات مهم در روش های نوری.....
۱۲۵	۹-۴ سیستم های ردیابی.....
۱۲۶	۱۰-۴ سیستم های اندازه گیری داخلی.....
۱۲۶	۱-۱۰-۴ پرتونگاری اشعه X.....
۱۲۷	۱۱-۴ سیستم های تخریبی.....
۱۲۷	۱۲-۴ نکاتی پیرامون دقت اندازه گیری.....
۱۲۹	۱۳-۴ موقعیت دهی کاوشگر.....
۱۳۰	۱۴-۴ پس پردازش داده های جمع آوری شده.....
۱۳۳	۱۵-۴ مدیریت داده ها.....
۱۳۶	۱۶-۴ ایجاد سطوح و منحنی.....
۱۳۸	۱۷-۴ کاربرد در بازرسی.....
۱۴۰	۱۸-۴ رویکردهای تولیدی.....
۱۴۰	۱۹-۴ نتیجه گیری.....
۱۴۱	۲۰-۴ پیوست.....
۱۴۱	۱-۲۰-۴ مشخصات برخی از فروشندگان اسکنرها.....
۱۴۲	۲-۲۰-۴ مشخصات شرکت های ارائه دهنده نرم افزاری مهندسی معکوس.....

۱۴۳	فصل پنجم: مقدمه‌ای بر نمونه‌سازی سریع
۱۴۳	چکیده
۱۴۵	۱-۵ فرآیند اصلی
۱۴۷	۲-۵ روش‌ها و مواد متداول
۱۴۸	۱-۲-۵ استریولیتوگرافی
۱۵۰	۲-۲-۵ تف‌جوشی انتخابی لیزری
۱۵۲	۳-۲-۵ مدل‌سازی رسوبی
۱۵۴	۴-۲-۵ چاپ سه‌بعدی
۱۵۶	۵-۲-۵ تولید قطعات لایه‌ای
۱۵۷	۶-۲-۵ ساخت چندنازله
۱۵۹	۷-۲-۵ فرم‌دهی یکپارچه
۱۶۰	۳-۵ کاربردها
۱۶۰	۱-۳-۵ نمونه‌سازی سریع
۱۶۲	۲-۳-۵ ابزارسازی سریع
۱۶۴	۳-۳-۵ تولید سریع
۱۶۶	۴-۵ دور نمای آینده
۱۷۱	فصل ششم: ارتباط بین مهندسی معکوس و روش‌های نمونه‌سازی سریع
۱۷۱	چکیده
۱۷۳	۱-۶ مقدمه
۱۷۳	۱-۱-۶ مدل‌سازی ابر داده در مهندسی معکوس
۱۷۵	۲-۱-۶ پردازش داده‌ها برای نمونه‌سازی سریع
۱۷۶	۳-۱-۶ یکپارچه‌سازی مهندسی معکوس و نمونه‌سازی سریع برای تولید مدل لایه‌ای
۱۷۸	۲-۶ رویکرد برش تطبیقی برای مدل‌سازی ابر داده‌ها
۱۸۰	۳-۶ ساخت منحنی چندضلعی صفحه‌ای برای یک لایه
۱۸۱	۱-۳-۶ ضریب همبستگی
۱۸۳	۲-۳-۶ تعیین نقطه اولیه
۱۸۴	۳-۳-۶ ساخت قطعه خط اولیه
۱۸۶	۴-۳-۶ ساخت قطعه خطهای باقیمانده
۱۸۸	۴-۶ تعیین ضخامت لایه تطبیقی
۱۹۱	۵-۶ چند مثال کاربردی

۶-۶	نتایج.....	۱۹۷
فصل هفتم: مهندسی معکوس در صنایع خودروسازی.....		
۱-۷	مقدمه.....	۱۹۹
۲-۷	فرآیند اجرای مهندسی معکوس در طراحی بدنه خودرو.....	۲۰۰
۳-۷	پوسته موتور مجازی نسکار جنرال موتور.....	۲۰۲
۴-۷	سرعت فراری محدود به مسابقه نیست.....	۲۰۷
۵-۷	کیفیت برتر با مهندسی معکوس.....	۲۱۱
۶-۷	پیشینی همگرایان: نیای فیزیکی و دیای دیجیتالی.....	۲۱۵
فصل هشتم: مهندسی معکوس در صنایع هوا فضا.....		
۱-۸	مقدمه.....	۲۱۹
۲-۸	مهندسی معکوس در هوا فضا: یک بیان رو به رشد.....	۲۲۲
۳-۸	کاهش هزینه‌های قالب‌سازی.....	۲۲۶
۴-۸	دیجیتالی کردن یکی از فضاییماهای ناسا.....	۲۲۹
۵-۸	بازرسی در نصف زمان.....	۲۳۶
۶-۸	پرش بلند بعدی.....	۲۴۱
فصل نهم: مهندسی معکوس در صنعت لوازم پزشکی.....		
۱-۹	مقدمه.....	۲۴۳
۲-۹	ارتودنسی بدون سیم و بست.....	۲۴۴
۳-۹	بهبود فرآیند اسکن.....	۲۴۷
۴-۹	فرآیند شش مرحله‌ای.....	۲۴۹
۵-۹	دستاوردها.....	۲۵۰
۶-۹	دندانسازی دیجیتالی محقق می‌شود.....	۲۵۱
۷-۹	وسایل کمک شنوایی در عصر دیجیتال.....	۲۵۵
۸-۹	تعویض زانو با روش‌های مهندسی معکوس.....	۲۶۰
۹-۹	رقابت برای ساخت یک قلب مصنوعی کامل.....	۲۶۳
۱۰-۹	حرکت به سمت انبوه‌سازی سفارشی.....	۲۶۵
فصل دهم: جنبه‌های قانونی مهندسی معکوس.....		
۱-۱۰	مقدمه.....	۲۶۹

۲۷۱	۲-۱۰ قانون حق تألیف
۲۷۳	۳-۱۰ مهندسی معکوس
۲۷۴	۴-۱۰ پرونده‌های قانونی اخیر
۲۷۵	۴-۱۰-۱ مورد حقوقی شرکت سگا و شرکت اکولید
۲۷۹	۴-۱۰-۲ شرکت بازی‌های آتاری و شرکت نین تندو آمریکا
۲۸۱	۵-۱۰ دفاع قانونی بر مبنای استفاده منصفانه
۲۸۱	۵-۱۰-۱ تاریخچه تغییرات در قانون
۲۸۲	۵-۱۰-۲ در مورد مهندسی معکوس صحیح چه می‌دانیم؟
۲۸۵	۶-۱۰ نتیجه‌گیری
۲۸۷	فصل یازدهم: مواضع اساسی از مهندسی معکوس
۲۸۷	۱-۱۱ تاریخچه
۲۸۹	۲-۱۱ مدل تحقیق
۲۹۴	۳-۱۱ متدولوژی تحقیق
۲۹۵	۴-۱۱ رویکرد تجزیه و تحلیل عوامل
۲۹۵	۴-۱۱-۱ مرحله تعیین عوامل
۲۹۵	۴-۱۱-۲ جمع‌آوری داده‌ها
۲۹۷	۵-۱۱ یافته‌ها
۲۹۹	۶-۱۱ نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای تحقیقات آینده
۳۰۱	پیوست
۳۰۱	پیوست الف- اسامی نویسندگان فصل‌ها
۳۰۲	پیوست ب- واژه‌نامه
۳۱۲	پیوست ج- تصاویر رنگی

مقدمه نویسنده

به شما برای خواندن این کتاب تبریک می گویم! کتابی که در دست دارید شاید اولین کتابی است که در زمینه مهندسی معکوس از دیدگاه صنعتی به نگارش در آمده است. انگیزه نوشتن چنین کتابی از نیازهای صنعتی نشأت گرفته است.

خوب است که طرهای از یکی از باز دیدهای خود از یک شرکت صنعتی را برای شما بازگو کنم. در حالی که مشی دفتر من در حال فتوکی مدارک برای جلسه بعدی بود، مدیر تولید عنوان کرد "آیا جالب نیست که من تمام همین کار را با قطعات فیزیکی انجام دهم؟ این کار می تواند برای من و همکارانم در زمان زیادی صرفه جویی کند." ما از او پرسیدیم: "آیا شما در مورد مهندسی معکوس چیزی شنیده اید؟" او با تعجب گفت: "مهندسی معکوس! آیا آن منحصر به برنامه نویسی کامپیوتر نیست؟" ما جواب دادیم: "خیر، مهندسی معکوس به تهیه یک مدل کامپیوتری از یک شی واقعی، استخراج اطلاعات طراحی و مهندسی مجدد مدل های موجود اطلاق می شود." در اینجا ما شاهد بارقه ای از امید در چشمان او بودیم.

چنین وضعیتی در حوزه های تولیدی زیاد اتفاق می افتد. همزمان با جهانی شدن و تجارت آزاد، شرکتهای تولیدی در رقابت سختی با کالاها و خدمات تولید شده در اقتصادهای با درآمدهای پرداختی پایین درگیر می شوند. کشورهای غربی که نمی توانند در این رقابت برنده باشند، به افزایش نوآوری و محصولات ایده آل در می می آورند. همچنین برای بقا در چنین فضای رقابتی، راهبردهای تولید ناب و چابک را در پیش می گیرند. هدف از تولید ناب کاهش ضایعات و کنترل کمیتهای قابل اندازه گیری است. از سوی دیگر، چابکی دربرگیرنده مواردی است که نمی توانند اندازه گیری شوند.

برای تولید ناب و چابک، رویکردهای سنتی کاربرد ندارد، زیرا اغلب به مشکلات موجودی، سربار و عدم کارایی می انجامد. شرکت ها باید انباشته های کوچک را به صورت سفارشی تولید کنند تا بتوانند نیازهای مشتریان جهانی خود را برآورده سازند. شتاب سریع به سمت تولید محصولات نهایی در حداقل زمان طراحی و تولید، برای بسیاری از شرکت ها مشکلات موجودی،

سربار و ناکارآمدی را به دنبال دارد. بنابراین رویکردهای سنتی تولید انبوه بدون داشتن نگرش جامع، تغییر یافته است. تولید انبوه برای محصولاتی که مشتریان، تقاضای دسته‌های محدودی از محصولات کاملاً سفارشی دارند، پاسخگو نیست. رویکردهای جایگزین مانند نمونه سازی سریع و مهندسی معکوس به حل چنین مشکلاتی کمک می‌کند.

نمونه سازی سریع، تکنولوژی جدیدی برای ساخت مدل‌های فیزیکی و نمونه‌ها بر اساس نقشه‌های سه بعدی است. برخلاف دستگاه‌های فرزکاری که با براده برداری کار می‌کنند، در نمونه سازی سریع مایعات، پودرها و ورق‌های مواد به هم اتصال یافته و قطعات پیچیده را می‌سازند. دستگاه‌های نمونه سازی، لایه‌های پلاستیک، چوب، سرامیک و فلز را به صورت مقاطع با ضخامت کم روی هم قرار داده و فرم نهایی را تشکیل می‌دهند.

مهندسی معکوس، رهنمای مختلفی را برای تولید مجدد قطعات فیزیکی از نقشه‌ها، مدارک و داده‌های کامپیوتری به کار می‌گیرد. به طور کلی، مهندسی معکوس شامل همه فعالیت‌هایی است که برای تولید دستی یا با کارات قطعه لازم است.

این کتاب برای افرادی مفید است که علاقمند به مهندسی معکوس از دیدگاه صنعتی آن باشند. مقالات علمی زیادی موضوعات مرتبط به مهندسی معکوس را بحث نموده‌اند، اما تجربه ما و نظرات صنعتگران نشان می‌دهد که این مباحث هنوز فاصله زیادی تا کاربردهای عملی دارد. به همین دلیل، این کتاب تألیف شد تا برای متخصصان صنعتی که وقت کافی برای جستجو در میان منابع و مقالات علمی ندارند، راهگشا باشد. فرض ما این است که خوانندگان با مبانی طراحی و تولید به کمک کامپیوتر آشنا هستند و با مطالعه این کتاب به سرعت می‌توانند مفاهیم مهندسی معکوس را به کار بندند. مثال‌های متعددی از صنایع هوافضا، خودرو، پزشکی و تجهیزات پزشکی در کتاب گنجانده شده تا خواننده، اصول اولیه و تکنیک‌های مهندسی معکوس را بهتر درک نماید. شاید، غیر معمول‌ترین ویژگی این کتاب، آن است که با مثال‌های واقعی از صنعت آغاز شده است. این رویکرد در کلاس‌های درسی برای دانشجویان به خوبی نتیجه داده و ما انتظار داریم که در باره این کتاب نیز موثر باشد. بسیاری از مثال‌ها در فصول آخر کتاب به نحوه اجرای روش‌های مهندسی معکوس بستگی دارد و لذا ضروری است که خواننده حتماً فصول اول کتاب را قبلاً مطالعه کرده باشد.

تدریس مهندسی معکوس به مدیران صنعتی و مهندسين در طی سال‌های متوالی به ما نشان می‌دهد که مهندسی معکوس به تدریج به جایگاه شایسته خود نزدیک می‌شود.

مقدمه مترجم

اگر چه اصطلاح مهندسی معکوس به طور فراگیری در میان دانشوران و صنعتگران کاربرد دارد، رویکرد علمی و منظمی برای آن تعریف نشده است. به همین دلیل، روشهای سنتی همچنان برای کسب اطلاعات مربوط به جنس و خواص مواد سازنده، فرایندهای تولیدی و عملکرد محصولات نسبی در بین کاربران متداول است. علاوه بر این، در رویکرد سنتی، مهندسی مستقیم را از مراحلی که محصول می‌رسد، اصالت داشته و مهندسی معکوس را اغلب به عنوان کپی برداری بدون رعایت حق مولف تلقی می‌نمایند. در این کتاب، کوشش شده است تا نگرش فوق در مورد مهندسی معکوس نقد شده و فرایند علمی جایگزین برای آن به خوبی تشریح گردد. این فرایند شامل اکتشافات، پردازش نقاط، صفحات و احجام و در پایان نمونه سازی قطعات می‌باشد. همچنین کاربردهای متنوع مهندس معکوس در قطعات صنعتی، نرم افزارها و لوازم و تجهیزات پزشکی و دندانپزشکی بیان گردیده و گستردگی آن را به خوبی روشن می‌کند.

ساختار کتاب به گونه ای است که در کلیه شاخه های علوم و مهندسی کاربرد داشته و برای عموم کارشناسان صنعتی و دانشگاهی مفید می‌باشد. مترجم به دلیل سابقه کار در صنایع و تدریس دانشگاهی نیاز به چنین منبع علمی در زمینه مهندسی معکوس را به خوبی دریافته و ترجمه این کتاب را گامی هر چند کوتاه در این مسیر می‌داند. امید است کتاب پیش رو برای کلیه خوانندگان حاوی اطلاعات جدید و ارزنده بوده و برگردان آن به زبان فارسی مفاهیم علمی و دقیق آن را به درستی منتقل نماید.

در پایان لازم است تا از همه همکاران دانشگاهی و صنعتی و همچنین دانشجویان عزیزی که در حین ترجمه این کتاب همکاری داشته‌اند، به ویژه از خانم مهندس شهرزاد محسنیان هروی که کمکهای شایانی در جمع آوری و تنظیم فصول کتاب نموده‌اند، تشکر نمایم.

همچنین از آقای جواد میزبان که ویراستاری ادبی کتاب را به انجام رسانیده‌اند و آقایان دکتر محمد رضا مه پیکر و دکتر بهنام معتکف که در تهیه کتاب و ویراستاری فنی آن همراهی نموده‌اند، سپاسگزارم.

در پایان، ترجمه این کتاب را به همه آنان که در اعتلای علمی و صنعتی این مرز و بوم می‌کوشند، تقدیم می‌نمایم.

حمیده رضوی

۱۳۹۴

www.ketab.ir