شبیه سازی فرآیند نمونه سازی بدنه خودرو

بابک کدخدائی[1*]

۱- کارشناس طراحی – شرکت ایران خودرو – معاونت طراحی و توسعه محصول

* تهران، b.kadkhodaei@ikco.com

چکیده

شبیه سازی فرایند نمونه سازی بدنه خودرو همواره مورد توجه خودروسازان بوده است و هریک به نوعی به این قضیه نگاه کرده اند دراین روش ابرنقاط تهیه شده از قطعات بجای خود آنها توسط نرم افزاربصورت مجازی مونتاژ می شوند وآنالیز و بررسی های لازم که شامل موارد زیر می شود در زمانی بسیارکوتاهتروبا هزینه ای به مراتب کمترصورت می گیرد :

- آنالیز انطباقات ، درزها و عدم همسطحی ها.
- شبیه سازی جوشکاری ها و تهیه ورودی برای نرم افزارهای شبیه سازی تصادف .
- کمک به طراحی جوش و اتصال مناسب .
- کمک به طراحی فرآیندهای مونتاژ.

قابلیت نرم افزار مهم ترین ابزار در دستیابی سریع و مطمئن به اهداف ذکر شده میباشد در این برنامه از یک شاخه نرم افزار کتیا استفاده گردید که محدودیتهای بسیاری داشت که تنها علت انتخاب آن در دسترس بودن آن بود و مطالعات جامعی در ارتباط با نرم افزار های کاملا تخصصی و توانمند مطرح دنیا صورت گرفت که با توجه به نتایج مثبت بدست آمده ضرورت استفاده از آنها کاملا منطقی به نظر می رسد.

کلیدواژگان

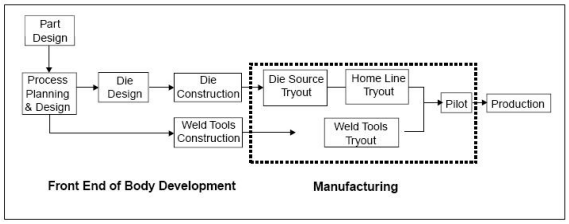
خودرو، شبیه سازی، بدنه

۱- مقدمه

بدون تردید بدنه مهمترین سیستم از مجموعه های تشکیل دهنده خودرو می باشد زیرا :

- قسمت بسیار مهم پلت فرم را شامل می شود .
- در برنامه تکامل خودرو زمانبرترین فرآیندها را نیاز دارد .
- از لحاظ هزینه گرانترین قسمت خودرو می باشد .
- بدلیل توجه خاص خریداران خودرو به خصوصیات فیزیکی آن از نظر رضایت مشتری اهمیت بسیار زیادی دارد .

در روش مرسوم فعلی خودرو ساز به دنبال راههای کم هزینه ای برای ایجاد فرآیندهای مناسب ، اعمال تغییرات لازم در طراحی و در قالب های پرس می باشد که معمولا از فرآیندی که Screw –Body (بدنه ای که قطعات آن با پیچ به هم متصل می گردد)نامیده می شود استفاده می کنند و در مراحل تکامل بعدی نیاز به اتصالات به کمک جوشکاری هم بوجود می آید .در شکل زیر مراحل تکامل بدنه خودرو آورده شده است .



شکل ۱ مراحل تکامل بدنه یک خودرو

در کل با توجه به اینکه تمام شرکت ها به دنبال کاهش زمان وهزینه فرآیند تکامل خودرو می باشند به طرف شبیه سازی این فرآیند حرکت کرده اند و سعی کرده اند آنها را بصورت مجازی انجام دهند .

در حال حاضر تمامی شرکت های بزرگ از این روش در کنار روش مرسوم قبلی استفاده می کنند که باعث کاهش هزینه و زمان طراحی و ساخت خودرو شده است بعنوان مثال شرکت فیات با استفاده از روش شبیه سازی مورد بحث Virtual Functional Build [1]در کنار روش مرسوم Functional Build [2]توانست در سال ۲۰۰۷ پس از ۱۸ ماه محصول جدیدBravo [3] خود را معرفی کند در صورتیکه این فرآیند با استفاده صرف از روش های مرسوم قبلی به حداقل به ۳۶ ماه زمان نیازمند بود .

در ادامه به تشریح روش پیشنهادی قابل اجرا در شرکتهای خودروساز داخل می پردازیم قابل ذکر است که این روش از طریق سیستم پیشنهادات ایران خودرو در آبان ماه ۱۳۸۵ مطرح گردید و ظرف مدت ۶ ماه به نتایج قابل قبولی رسید. در حال حاضر هم مراحل تکمیلی آن در دست بررسی و اجرا می باشد .

۲- شبیه سازی فرآیند بدنه سازی

در این روش ابر نقاط تهیه شده از قطعات بجای خود آنها بطور مجازی توسط نرم افزار های Assembly Modeling [4] مونتاژ می شوند . کیفیت ابر نقاط بسیار مهم می باشد که با توجه مرسوم شدن دستگاههای اندازه گیری سه بعدی اپتیکی که به نحو مناسبی اینکار را انجام میدهند و در حال حاضر هم در داخل کشور در دسترس می باشند انجام این کار بسیار آسان شده است فرمت نقاط هم نکته دیگری است که بستگی به نوع نرم افزار مورد

---

[1] روش ساخت مجازی

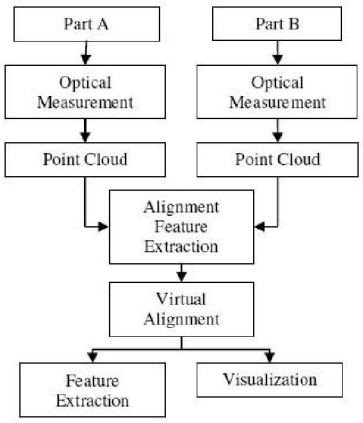
[2] روش ساخت مرسوم

[3] نام یکی از مدل های خودروی فیا ت

[4] نرم افزار مونتاژ مجازی

استفاده دارد که معمولا از فرمت ASCII[5] که بصورت تکست می باشد استفاده می شود .

در شکل بعد اصول کلی انجام این روش بطور شماتیک آورده شده است :



شکل ۲ روش کلی انجام شبیه سازی فرآیند مونتاژ بدنه

به دلیل مشکلات ایجاد شده ناشی از کار کردن با ابر نقاط نقاط را بصورت STL یا سطوح کوچک چند وجهی در می آوریم سپس آنها در موقعیت هندسی تعریف شده در می آیند که به اصطلاح بر روی آنها Alignment[6] لازم صورت می گیرد .

آوردن ابر نقاط در سیستم مختصات مورد نظر که دستگاه مختصاتی است که کلیه اجزاء خودرو از لحاظ هندسی نسبت به آن سنجیده می شوند ممکن است هنگام ایجاد ابر نقاط و برداشت اطلاعات از روی قطعات توسط دستگاه اندازه گیری انجام شود یا بعدا در نرم افزار شبیه سازی صورت پذیرد .

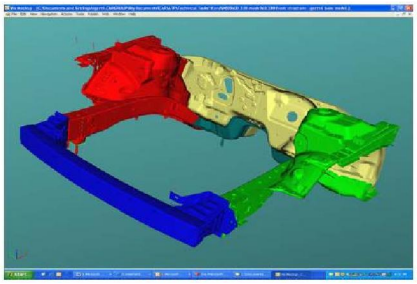
برای روشن شدن مطلب به ذکر دو مثال مطالعاتی می پردازیم :

مثال نخست محفظه موتور

محفظه موتور از پنج مجموعه تشکیل شده است :

Rail Assembly LH& RH
Dash Panel Assembly
Cross Member
Front Bumper

شکل صفحه بعد این محفظه ومجموعه های تشکیل دهنده آن را نشان می دهد



شکل ۳ نمایش محفظه موتور و اجزاء تشکیل دهنده آن

ابر نقاط قطعات تشکیل دهنده با استفاده از دستگاه اندازه گیری سه بعدی اپتیکی بدست می آید این نقاط از ابتدا در موقعیت نیستند و قرار بر این است که در نرم افزار شبیه سازی در موقعیت هندسی مورد نظر در آیند . قابل ذکر است که نقاط بصورت چند وجهی منتظم STL در آمده اند که به رنگ خاکستری در شکل بعد دیده می شود

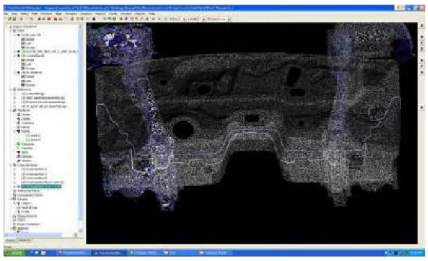
شکل ۴ مدل Rail ومناطق اندازه گیری که Align نشده اند

در تصویر بعد مدل و ابر نقاط را که Align شده اند را می توان دید :

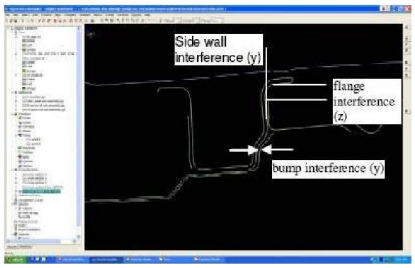
شکل ۵ مدل و ابر نقاط بعد از Align شدن در نرم افزار

در شکل های بعد مجموعه ها و آنالیز های صورت گرفته بر روی آنها را خواهید دید :

۲-۱- Align آوردن در موقعیت هندسی مورد نظر



شکل ۶ ابر نقاط Rail ها و Crossmember



شکل۷ بررسی مجموعه مجازی Cross Member و Rail LH

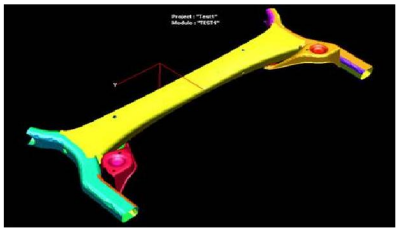
همانطور که در شکل بالا می بینید بررسی های آنالیز انطباقات ،درزها و عدم هم سطحی ها ی قطعات بصورت مجازی امکانپذیرشده است البته در زمانی بسیار کوتاه تر و صرف هزینه ای به مراتب کمتر .

مثال دیگر اکسل عقب

[5] فرمتی از نقاط که بصورت تکست می باشد

[6] آوردن در موقعیت هندسی مورد نظر

یکی دیگر از کاربردهای این روش آنالیز نقاط جوشکاری شده به خصوص در مناطق حساس و ویژه می باشد در شکل بعد اکسل عقب یک خودرو با این روش مورد ارزیابی جوشکاری و اتصال قرار گرفته است .

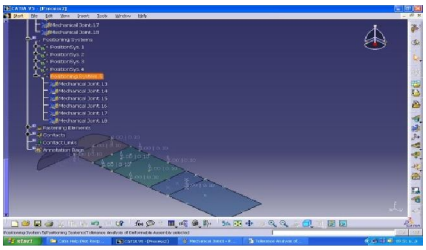


شکل ۸ شبیه سازی مونتاژ و جوشکاری اکسل عقب

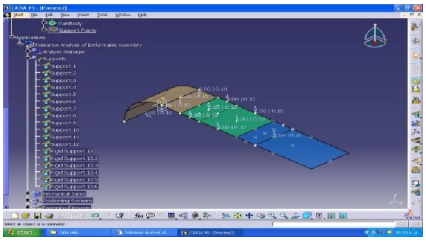
آنالیز ها و بررسی های صورت گرفته در دو مثال عنوان شده توسط نرم افزار Pam Assembly[۷] صورت گرفته نرم افزار فوق در حال حاضر از قویترین نرم افزار های شبیه سازی فرآیندهای مونتاژ می باشد که در تمامی صنایع بخصوص خودروسازی و صنایع هوا و فضا کاربرد دارد .اما با توجه به عدم دسترسی کامل به نرم افزار یاد شده در فاز اول این پروژه جهت نشان دادن قابلیت های این روش از نرم افزار

Analysis Of Deformable Assembly a (Cati)[۸] که کاملا در دسترس می باشد استفاده گردید .نرم افزار مورد بحث با مطالعه و انجام چندحالت مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و کلیه قابلیتها و نقاط ضعف آن مشخص و تعیین گردید.

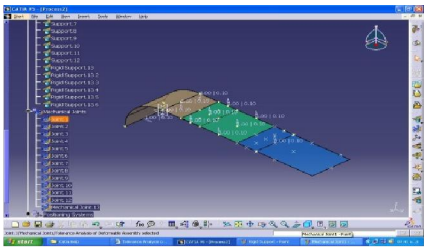
در زیر تصاویری از مراحل مختلف پروسه ها که بر روی یک قطعه فرضی صورت گرفته است آورده شده است :



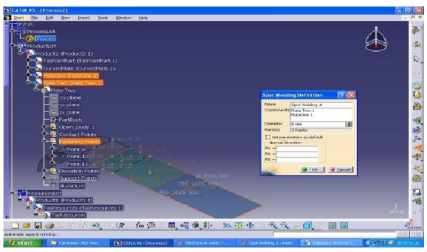
شکل ۹ نمائی از در موقعیت آوردن نقاط



شکل ۱۰ تعریف قیدهای مکانیکی



شکل ۱۱ تعریف اتصالات مکانیکی



شکل ۱۲ انجام پروسه نقطه جوش

همانطور که از تصاویر مشخص می شود کلیه فرآیند های مونتاژ شامل در موقعیت آوردن ، تعریف قیود ایجاد اتصالات مکانیکی مانند پرچکاری و یا انجام پروسه جوشکاری بر روی قطعه و همین طور امکان مقایسه و آنالیز ابر نقاط که از آن به عنوان قطعه واقعی استفاده می شود با فایل سه بعدی امکان پذیر می باشد و با این امکان می توان نوسانات و خطاهای پروسه های ساخت قطعات نمونه را بررسی نمود ضمنا این سیستم سنجش از تکرار پدیری و تجدید پذیری قابل قبولی برخوردار بوده و از آن می توان به عنوان گیج مناسبی استفاده نمود .فرمت ورودی نقاط بصورت تکست یا همان ASCII می باشد برای تهیه ابر نقاط از قطعات هم می توان از دستگاههای اندازه گیری سه بعدی اپتیکی و یا دستگاههای اندازه گیری سه بعدی با پراب های مخصوص غیر تماسی استفاده نمود. نرم افزار کتیا در زمینه شبیه سازی پروسه مونتاژ نرم افزار کاملی به حساب نمی آید هر چند که برای مصارف کنونی صنایع خودرو سازی ما می تواند انتخاب اولیه مناسبی باشد این نرم افزار نسبت به نرم افزار های مطرحی که خودروسازان بزرگ از آنها استفاده می کنند از راحتی کاربری آسانی برخوردار نبوده و کمتر حس یک عملیات مونتاژ واقعی را به کاربر القاء می کند .

۳- نتایج

استفاده از روش شبیه سازی فرآیند مونتاژ باعث کاهش بسیار چشمگیری در مراحل تکامل بدنه خودرو می گردد بطوریکه درصورت استفاده کاملا صحیح و اصولی از آن می توان زمان این پروسه را تا یک سوم کاهش داد علاوه بر آن باعث کاهش هزینه چشمگیری نیز گردید .آنچه که از نتایج این پروژه حاصل گردید نمایانگر این نکته بود که ایجاد این سیستم با توجه به امکانات موجود داخلی و کارشناسان مشغول در این صنعت بسیار ساده بوده و باهزینه بسیار محدودی امکان پذیر است .در زمینه انتخاب نرم افزار در صورتیکه ا ز نرم افزارهای مناسب و تخصصی اینکار استفاده گردد بسیاری از نیازهای نمونه سازی واحدهای تحقیقاتی خودرو سازی و یا تحلیل ها و صحه گذاری ها را می توان با دقت مناسبی انجام داد .یکی از موارد بسیار سودمند این روش تهیه مدلی مناسب برای نرم افزارهای شبیه سازی تست تصادف می باشد که مدل هائی که از این روش بدست می آیند بسیار به حالت واقعی شبیه بوده و تطابق خیلی خوبی با

[۷] نرم افزار شبیه سازی مونتاژ از شرکت ESI

[۸] ماژول شبیه سازی فرآیند مونتاژ کتیا

شرایط عملی دارند .این سیستم همینطور می تواند کمک بسیار مناسبی به واحدهای مهندسی خودرو سازان جهت سرعت بخشیدن به طراحی فرآیندهانماید .

نمونه های کاربردی زیاد قابل ذکری از استفاده شرکت های بزرگ و معتبری مانند جنرال موتورز، فورد ، کرایسلر، بی ام دبلیو ، رنو، پژو و.....از این روش وجود دارد که هریک به نوعی از مزایای این روش استفاده می کنند .که با عنایت به نکته فوق در صورت ایجاد چنین سیستمی امکان تعامل و همکاری موثرتر و گسترده تری با شرکت های خارجی امکان پذیر خواهد گردید .با طرح انجام شده در این مرکز بعنوان شروع بسیاری از نیازهای پروژه ها را می توان با سیستم کم هزینه ایجاد شده مرتفع نمود . ضمنا با صرف هزینه ای محدودو ایجاد یک سیستم کار آمدتر می توان هزینه های سنگین طراحی پلت فرم را کاهش داد و امکان سنجی طراحی آن در داخل را از لحاظ هزینه مورد ارزیابی مجدد قرار داد .برنامه زمانبندی انجام پروژه شبیه سازی فرآیند مونتاژ دارای موارد زیر بود

- امکان سنجی تهیه نرم افزار Pam Assembly
- انتخاب نرم افزار Catia
- آشنائی با قابلیت های نرم افزار
- انطباق شرایط کاری با نرم افزار
- انجام چند مورد مطالعاتی
- ایجاد سیستم فرآیند مجازی مونتاژ

۴- نتیجه گیری و جمع بندی

با توجه به مزایای این روش :

- آنالیز انطباقات ، درزها و عدم همسطحی ها.
- شبیه سازی جوشکاری ها و تهیه ورودی برای نرم افزارهای شبیه سازی تصادف .
- کمک به طراحی جوش و اتصال مناسب .
- کمک به طراحی فرآیندهای مونتاژ.

بدیهی به نظر می رسد که سیستم شبیه سازی فرآیند مونتاژ باید در تمامی شرکت های خودرو ساز داخلی ایجاد و کنار روش های متداول فعلی از این روش هم استفاده گردد .در تعاملات و مشارکت ها با شرکت های بزرگ به دنبال کسب دانش فنی جامع و کاملی در این زمینه باشیم .هر چند که در مباحث قبل مشخص گردید با کمترین هزینه ای می توان این سیستم را ایجاد کرد اما بدون شک هرگونه سرمایه گذاری در این زمینه می تواند عواید و صرفه جوئی های کلان بعدی را به دنبال آورد .

۵- مراجع

[1]- Auto/Steel Partnership "An Integrated Approach to Body Development," 2000
[2]- Richard Gerth , Sven A. Brueckner ''The Digital Body Development System,'' .
[3]- Richard Gerth., '' Imperfect Information And Functional Build ," .
[4]- Omer L Hageniers., '' Advantages of In-Line Inspection In Automotive Body Assembly ," 2001.