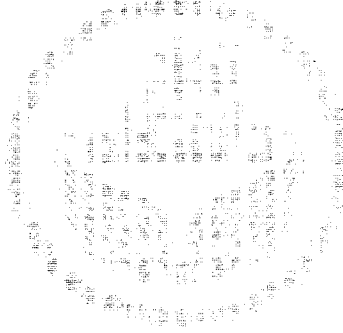
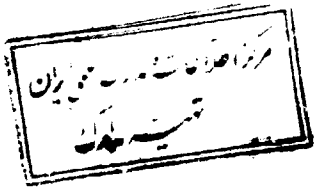


بنام خداوند بخشنده مهربان

۲۷۳.۵

۱۶ ۱۶۰۲ ۱۳۷۸



دانشگاه تهران

عنوان :

شبیه‌سازی و بهینه‌سازی یک سیستم پیچیده و بزرگ ریخته‌گری

تهیه کننده : کاوه اسکری راد

استاد راهنما : دکتر محمد علی آزاده

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

مهندسی صنایع

دانشکده فنی

گروه مهندسی صنایع

تابستان ۷۸

4521

۲۷۳۰۵

فرم ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی



گروه مهندسی : صنایع

در چارچوب ارزیابی مرحله تحقیقاتی مقطع کارشناسی ارشد دانشجویان دانشکده فنی دانشگاه تهران

آقای خانم : کاوه عسکری راد به شماره دانشجویی : ۸۱۰۹۷۶۰۰۴ در رشته مهندسی : صنایع

گرایش : مهندسی صنایع پایان نامه خود به ارزش : ۶ واحد را که در نیمسال اول سال تحصیلی : ۷۷-۷۸

اخذ و ثبت نام نموده بود، تحت عنوان : شبیه سازی و بهینه سازی یک سیستم پیچیده و بزرگ ریزخته گری

به سرپرستی (استاد راهنما) : دکتر محمد علی آزاده استاد مشاور : دکتر کامران رضایی استاد ناظر : دکتر رسول حجی

در تاریخ : ۷۸/۷/۲۶ در مقابل هیات داوران به شرح ذیل با (موفقیت / عدم موفقیت / اصلاحاتی) دفاع نمود.

اسامی هیات داوران (حداقل سه نفر)

امضاء

۱- دکتر محمد علی آزاده

۲- دکتر کامران رضایی

۳- دکتر رسول حجی (استاد مدعو)

۴-

۵-

به عدد	به حرف
۱۹/۵	نوزده و پنج

نمره نهایی هیات داوران :

ملاحظات :

تذکر : نیازی به درج نمره جداگانه هریک از داوران نبوده و فقط نمره مورد توافق هیات داوران (متوسط) اعلام میشود.

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

با سلام ، نظر به اعلام نمره نهایی فوق الذکر از جانب هیات داوران خواهشمند است نسبت به انجام امور فراغت از تحصیل دانشجوی یاد شده برابر ضوابط و مقررات اقدام مقتضی مبذول فرمائید.

نام و نام خانوادگی مدیر گروه : دکتر محمد علی آزاده امضاء و تاریخ :

۷۸/۷/۲۶

توجه مهم : کلبه نوشته ها به استثناء نمره هیات داوران و مطالب بند ملاحظات قبل از دفاع باید با ماشین تایپ گردد.

در صورت لزوم تایپ مطالب این برگ در دفتر تحصیلات تکمیلی امکان پذیر خواهد بود.

تذکر : این فرم به دفتر تحصیلات تکمیلی ارسال و تصویر آن در گروه مربوط نگهداری می شود.

به پرومردگار یکتا که بیش از آنچه در حد تصور است، یارمیر نمود.
به همسرفدا آکرم، که در این راه بهت بین دوست و مشاوسر من بود،
به پدر و مادر مهر نافر که شوق آموختن سرا به من امزانی نمودند،
و به پدر و مادر همسر که راه را بر من سهل و آسان نمودند،
از همه شما که توانم را دی چندان نمودید، سپاسگزارم.

Abstract

Department: Faculty Engineering_ Industrial Engineering Level : Master of Science

Field : Industrial Engineering

Date : 18.OCT.99

Simulation & Optimization a Large Complex Casting System

Supervisor: M. A. Azadeh

By : K. Askari Rad

The objective of this thesis is to develop a simulation model of large casting system to understand system's performance and introduce a set of optimizing alternatives. To achieve the above objectives, a simulation model using Visual SLAM and Awesim simulation language was developed. To develop the simulation model, several plant visits were made in order to fully comprehend the processes and operations of the system being studied. Then schematic diagrams and process flowchart were constructed. Data related to process times, inspection and maintenance were collected and analyzed. The simulation model were built, verified and validated against the actual production system. The structures of simulation model and its results were also analyzed and approved by the production and technical managers. Finally, various scenarios using design of experiments were studied, and a set of optimum scenarios was obtained. The simulation model and its findings are in the stage of implementation in Steel Corporation.

keywords : 1- Discrete Event Simulation System 2- Casting 3- Statistical Optimization

چکیده:

دانشکده: فنی - گروه مهندسی صنایع
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
رشته: مهندسی صنایع - مهندسی صنایع
تاریخ دفاع از پروژه: مهر ۷۸

شبیه‌سازی و بهینه‌سازی یک سیستم پیچیده و بزرگ ریخته‌گری

استاد راهنما: دکتر محمد علی آزاده

نام دانشجو: کاوه عسکری راد

هدف از انجام این پروژه ایجاد یک مدل شبیه‌سازی در یک سیستم پیچیده و بزرگ ریخته‌گری، به منظور شناخت عملکرد سیستم و ارائه مجموعه‌ای از آلترناتیوهای بهینه می‌باشد. به‌منظور نائل آمدن به اهداف فوق، یک مدل شبیه‌سازی به زبان *Visual SLAM* در محیط نرم‌افزاری *Awesim* که از پیشرفته‌ترین نرم‌افزارهای حال حاضر دنیای شبیه‌سازی می‌باشد، ارائه شده است. در ابتدای فرآیند ایجاد مدل، پس از بازدیدهای مکرر از خط تولید، منطق حاکم بر فرآیند تولید و همچنین اطلاعات زمانی مورد نیاز جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل آماری و مهندسی قرار گرفت. پس از آن بر مبنای اطلاعات بدست آمده، مدل شبیه‌سازی ایجاد گردید و پس از تصدیق، اعتبار آن در بیان سیستم واقعی مورد تأیید قرار گرفت. ساختار مدل شبیه‌سازی و نتایج آن نیز توسط مدیران تولید و فنی تجزیه تحلیل و مورد تأیید قرار گرفت. در نهایت سناریوهای مختلف طراحی آزمایشات مورد مطالعه قرار گرفت و مجموعه‌ای از سناریوهای بهینه آماری بکارگرفته شده است. شایان ذکر است که مدل شبیه‌سازی و نتایج حاصل از آن، در حال حاضر، در شرکت فولاد در حال اجرا می‌باشد.

کلمات کلیدی: (۱) شبیه‌سازی پیشامد گسسته سیستم (۲) ریخته‌گری (۳) بهینه‌سازی آماری

خداوند متعال را بخاطر مهیا نمودن شرایط انجام این مطالعه سپاسگذارم ، امید است با تمامی نقصانها ، رضای آن سرچشمه وجود را فراهم کرده باشد.

از استاد ارجمند ، دکتر محمدعلی آزاده که با بردباری خویش در به ثمر رسیدن این تحقیق کمک نمودند، و همچنین از اساتید محترم دکتر کامران رضایی و دکتر رسول حجی و دکتر محلولجی که با ارائه نظرات خویش در اصلاح آن مرا راهنمایی کردند ، قدردانی می نمایم .

همچنین از آقایان محترم ، مهندس پیشوا (مدیر تحقیقات و تکنولوژی) ، مهندس ضیاء (مدیر تولید بخش فولادسازی و ریخته گری) ، مهندس پایافر (مدیر مهندسی صنایع) ، مهندس صفایی (سرپرست کارگاه فولادسازی) ، مهندس طاهری (سرپرست شیفت کارگاه) در شرکت ذوب آهن اصفهان ، که در انجام این پروژه مطالعاتی هیچگونه همکاری را دریغ نفرمودند ، و همچنین از کلیه کارکنان دفتر مهندسی صنایع بخصوص مهندس خادمی که بنحوی در طی این تحقیق کمک نمودند ، نهایت تشکر و قدردانی را دارم .

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۲	۱_ تعریف مسأله
۲	۱_۱_ منشاء مسأله
۲	۱_۲_ راه حل‌های مختلف حل مسأله
۳	۱_۲_۱_ توجیه روش شبیه‌سازی
۳	۱_۲_۱_۱_ مزایای شبیه‌سازی
۴	۱_۲_۱_۲_ معایب شبیه‌سازی
۵	۱_۳_ مطالعه ادبیات
۶	۱_۴_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۲
۷	۲_ معرفی بنیادهای مدل‌سازی
۸	۲_ مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی
۸	۲_۱_ سیستم
۹	۲_۱_۱_ موجودیت‌های دائمی (Permanent Entity)
۹	۲_۱_۲_ موجودیت‌های موقتی (Temporary Entity)
۹	۲_۱_۳_ مشخصات موجودیت‌ها (Attributes)
۹	۲_۲_ مدل
۱۰	۲_۲_۱_ انواع مدلها
۱۱	۲_۳_ شبیه‌سازی کامپیوتری
۱۳	۲_۴_ رده‌بندی مدل‌های شبیه‌سازی
۱۴	۲_۴_۱_ مدل‌های شبیه‌سازی گسسته
۱۵	۲_۴_۲_ مدل‌های شبیه‌سازی پیوسته
۱۶	۲_۴_۳_ مدل‌های شبیه‌سازی ترکیبی

صفحه	عنوان
۱۶	.....۲_۵_ دیدگاه‌های متداول جهت ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی
۲۱	.....۲_۶_ انتخاب دیدگاه مناسب جهت ایجاد مدل شبیه‌سازی
۲۳	.....۲_۷_ (Visual SLAM and Awesim) یک چارچوب مدل‌سازی منحصر به فرد
۲۴	.....۲_۸_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۳
۲۶	.....۳_ مراحل ایجاد یک مدل شبیه‌سازی به کمک زبان Visual SLAM و نرم‌افزار Awesim
۲۷	.....۳_۱_ ارزشیابی هزینه سرمایه پیشنهادی در صنایع فولاد
۲۹	.....۳_۲_ تشریح مراحل لازم برای تکمیل یک آزمایش شبیه‌سازی
۲۹	.....۳_۲_۱_ مرحله اول
۲۹	.....۳_۲_۱_۱_ فرمولبندی مسئله
۳۰	.....۳_۲_۱_۲_ مشخص نمودن مدل
۳۰	.....۳_۲_۲_ مرحله دوم
۳۰	.....۳_۲_۲_۱_ ساخت مدل
۳۰	.....۳_۲_۲_۱_۱_ ایجاد مدل شبیه‌سازی
۳۱	.....۳_۲_۲_۱_۲_ جمع‌آوری و آنالیز داده‌ها
۳۳	.....۳_۲_۲_۲_ شبیه‌سازی مدل
۳۳	.....۳_۲_۲_۲_۱_ اجرای مدل
۳۴	.....۳_۲_۲_۲_۲_ تصدیق مدل
۳۴	.....۳_۲_۲_۲_۳_ تعیین اعتبار مدل
۳۴	.....۳_۲_۲_۲_۴_ تعیین شرایط اولیه آزمایش برای رسیدن به حالت پایدار
۳۵	.....۳_۳_۳_ مرحله سوم
۳۵	.....۳_۲_۳_۱_ بکارگیری مدل
۳۶	.....۳_۲_۳_۱_۱_ برنامه ریزی استراتژیک و تاکتیکی
۳۶	.....۳_۲_۳_۱_۲_ آزمایش و آنالیز حساسیت

صفحه	عنوان
۳۷	.....۳_۲_۳_۲_ ایجاد اطلاعات پشتیبان تصمیم‌گیری
۳۷	.....۳_۳_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۴
۳۸	.....۴_ فرمول‌بندی مسئله و مشخص نمودن مدل
۳۹	.....۴_۱_ معرفی کارخانه ذوب آهن اصفهان
۴۰	.....۴_۲_ بخش ریخته‌گری
۴۵	.....۴_۳_ خلاصه فرآیند بخش ریخته‌گری
۵۰	.....۴_۴_ مدل‌های نظری و مفهومی
۵۰	.....۴_۴_۱_ نمودارهای شمای کلی فرآیند و تشریح ایستگاه‌های کاری
۵۰	.....۴_۴_۲_ نمودار گردش فرآیند
۵۱	.....۴_۴_۳_ نمودار منطقی
۵۹	.....۴_۵_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۵
۶۰	.....۵_ ایجاد، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات
۶۱	.....۵_۱_ تجزیه و تحلیل اطلاعات زمانی مدل شبیه‌سازی
۷۳	.....۵_۲_ تعریف فرآیند بخش ریخته‌گری به صورت یک مسئله مدل‌سازی
۷۶	.....۵_۳_ شرح شبکه‌های مدل شبیه‌سازی بخش ریخته‌گری
۱۰۱	.....۵_۴_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۶
۱۰۲	.....۶_ اجراء تصدیق و تعیین اعتبار مدل
۱۰۳	.....۶_۱_ تعیین اعتبار مدل
۱۱۵	.....۶_۲_ جمع‌بندی و ورود به فصل ۷
۱۱۶	.....۷_ بکارگیری مدل شبیه‌سازی
۱۱۷	.....۷_۱_ برنامه ریزی استراتژیک و تاکتیکی
۱۱۷	.....۷_۱_۱_ طراحی آزمایش
۱۱۸	.....۷_۲_ آزمایش و تحلیل حساسیت

صفحه	عنوان
۱۳۳	..... ۳_۷_ ارزیابی اقتصادی نقطه بهینه
۱۳۵	..... ۸_ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نهایی
۱۳۶	..... ۹_ ادامه راه
۱۳۷	..... ۱۰_ منابع و مراجع
۱۳۹	..... ۱۱_ پیوست مطالب
۱۳۹	..... ۱_۱۱_ شبکه‌های مدل شبیه‌سازی بخش ریخته‌گری

پیشگفتار

دنیای صنعتی امروز، عرصه رقابت مدیران و صاحبان صنایع در ارائه راه کارهای بهینه جهت استفاده مؤثر از منابع و کم کردن از هزینه‌ها و به طور خلاصه افزایش بهره‌وری در تولید محصولات، خدمات و در نهایت سیستم‌های تولیدی می‌باشد.

نگرش سیستمی در حل مسائل عامل توافق شده مدیران صنایع جهت دستیابی به اهداف بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری می‌باشد، لذا آن دسته از مدیرانی که به ابزارهای نیرومندتری جهت تجزیه و تحلیل سیستمها مجهزند، در این مقوله گامی فراتر از دیگران برداشته‌اند.

در فرآیند توسعه جوامع بشری، همواره سیستم‌های پیچیده‌تری به وجود می‌آیند و به همان نسبت مدیریت، نظارت و کنترل آنها مشکل‌تر می‌گردد. به دلیل تأثیرات متقابلی که قسمتهای مختلف یک سیستم بر روی هم دارند، علم "تحلیل سیستم‌ها" به کمک مدیران و مهندسان، به منظور مطالعه و بررسی نتایج حاصل از این اثرات به وجود آمده است.

یکی از کارآمدترین و پیشرفته‌ترین ابزارهای عصر نوین صنعتی، جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌ها، شبیه‌سازی کامپیوتری می‌باشد.

متأسفانه استفاده از ابزار نیرومند شبیه‌سازی کامپیوتری برای تحلیل سیستم، درکشورایران، رایج نیست. امید است، این پایان نامه با بکارگیری شبیه‌سازی برای تصمیم‌گیری در مورد چگونگی توسعه سیستم ریخته‌گری در شرکت سهامی ذوب آهن که یکی از بخشهای مهم اقتصادی در عرصه صنایع فولاد کشور و خاورمیانه می‌باشد، بستر مناسبی جهت استفاده در سطح وسیع از شبیه‌سازی کامپیوتری در صنایع کشور عزیزمان ایران، ایجاد شود.

در پایان نامه ابتدا در فصل ۱ به تعریف مسئله، راه حل‌های مسئله و مطالعه ادبیات می‌پردازیم. پس از آن در فصل ۲، تعاریفی از شبیه‌سازی، انواع شبیه‌سازی و روشهای انجام یک آزمایش شبیه‌سازی عنوان می‌شود. پس از آن در فصل ۳ پس از بررسی شیوه‌های بکار گرفته شده در پروژه‌هایی که در این زمینه انجام شده است، شیوه مورد نظر برای انجام این پروژه انتخاب می‌شود و دور نمایی از قدم‌های مختلفی که جهت انجام این پروژه باید برداشته شود، ترسیم می‌گردد. پس از آن مطابق با قدم‌های تعریف شده در انتهای فصل ۳، در هر فصل ابتدا شرحی بر روشهای تئوری مورد استفاده ارائه و نتایج حاصل از اجرای آن مرحله در

پروژه بیان می‌شود. در پایان ضمن ارائه یک نتیجه‌گیری کلی از انجام این تحقیق، بعضی از مشکلات و نیز پیشنهادهای جهت ادامه راه عنوان می‌گردد.

۱- تعریف مسئله

بالانس تجهیزات تولید، شناسایی گلوگاهها و طراحی مدلی پارامتری برای بهینه‌سازی سیستم تولید ریخته‌گری ذوب آهن اصفهان.

۱-۱- منشاء مسئله

اولین بار در حدود ۴۰ سال پیش به دلیل افت حرارتی فولاد مذاب، پاتیل ۱۳۰ تنی، کل آن تبدیل به ضایعات شد و هزینه‌ای حدود ۸۰۰۰۰ هزار دلار به همراه داشت و چون قابل بازیافت از طریق فرآیند نبود، بنابراین مرحله به مرحله فولادی که تحت عملیات متالورژیکی و حرارتی قرار می‌گیرد باید از نظر دما تحت کنترل باشد و تأخیر مهمترین معیار در این سیستم می‌باشد. بدین منظور رفتار سیستم باید شناسایی شود.

۱-۲- راه‌حل‌های مختلف حل مسئله

ابزارهایی مثل، شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی پویا، برنامه‌ریزی عدد صحیح و تئوری صف برای تحلیل این گونه سیستم‌ها وجود دارد. ولی تمام روشهای فوق به جز شبیه‌سازی:

۱- با در نظر گرفتن بعضی فرضیات سعی در ساده‌سازی زیاد سیستم می‌کنند.

۲- قادر نیستند بسیاری از روابط پیچیده و عوامل تصادفی سیستم واقعی را در نظر بگیرند. بنابراین دقت تحلیل سیستم پایین می‌آید.

۳- مدل سازی به روشهای فوق خیلی مشکل است.

۱-۲-۱- توجیه روش شبیه‌سازی

۱-۲-۱-۱- مزایای شبیه‌سازی

- ۱- توانایی در نظر گرفتن تمام اثرات متقابلی که قسمت‌های مختلف سیستم روی هم می‌گذارند، را دارد.
- ۲- به سادگی مدل‌های شبیه‌سازی قابل درک هستند و برای ارائه به مدیریت مناسب می‌باشند.
- ۳- مدل طراحی شده به وسیله شبیه‌سازی از سایر روشها به سیستم واقعی نزدیک‌تر است.
- ۴- روابط پیچیده و عوامل تصادفی را می‌تواند در نظر بگیرد.
- ۵- مدل سازی به این روش مدت زمان کمتری می‌برد.
- ۶- قابلیت ساختن تصاویر متحرک (ANIMATION) را دارد.
- ۷- در صورت تغییر در سیستم واقعی، چه از نظر ورودی و چه از نظر مدت فرآیند و سایر پارامترها حتی منطق مدل، می‌توان به راحتی مدل شبیه‌سازی را با سیستم واقعی تطبیق داد.
(انعطاف‌پذیری زیاد)
- ۸- قادر است برای معیارهای مختلف سیستم هزینه متغیر در نظر بگیرد.
- ۹- در روش شبیه‌سازی می‌توان در هر رویداد، سیستم را متوقف کرد و نتایج را مشاهده نمود.
- ۱۰- در شبیه‌سازی می‌توان انواع خروجی‌ها را بسته به کاربرد آنها مشاهده نمود.
- ۱۱- شبیه‌سازی در حکم یک بوته آزمایش است که به کمک طراحی و تجزیه و تحلیل آزمایش و روش ریاضی تیزترین شیب (Steepest Ascent)، قادر است به جواب بهینه محلی (تقریبی) برسد.

۱-۲-۱-۲_ معایب شبیه‌سازی

۱_ بکارگیری شبیه‌سازی مستلزم استفاده از کامپیوتر است و بدون استفاده از کامپیوتر، عملی نیست.

۲_ به دلیل نیاز به کامپیوتر با سرعت‌های بالا، ممکن است هزینه تحلیل بالا رود.

۳_ کسانی که روش شبیه‌سازی را انتخاب می‌کنند باید کاملاً با این روش آشنا باشند.

در مقام دفاع از شبیه‌سازی باید گفت ، اشمید و تیلور و همین‌طور ادکنیز و پوچ [1977] اشاره کردند که ، با در دسترس قرار گرفتن زبانهای مخصوص شبیه‌سازی و کامپیوترهایی با قدرت روزافزون که به ازای هر واحد پول، عملیات بیشتری انجام می‌دهند، دو ایراد نخست اصلاح شده است. [۵ و ۱۶]