کنفرانس بین المللی مدیریت و مهندسی صنایع
۱۹ اسفند ۱۳۹۳
10 March 2015
International conference
ON MANAGEMENT AND INDUSTRIAL ENGINEERING
مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما

# مروری بر روشهای مدیریت داده‌های ورودی درمدلهای شبیه سازی و تشریح روش ساختاریافته برای سیستم های گسسته

**سرور فرخی [۱*]، حسن شاه محمد[۲]، فاطمه شکرریز[۳]**

۱*- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال

sorourfarokhi@gmail.com

۲-دکتری مهندسی صنایع ، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۳- کارشناس ارشد ، مهندسی صنایع گرایش سیستمهای اقتصادی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای پژوهشکده راکتور

**shekarriz@gmail.com**

Archive of SID

**چکیده**

یکی از مراحل بسیار مهم در شروع پروژه های شبیه سازی سیستمهای گسسته، تجزیه و تحلیل داده های ورودی است. تشخیص مناسب توزیع برای داده های ورودی عامل بسیار مهمی از لحاظ وقت و صرف منابع کاری محسوب می شود. چرا که فرضهای نادرست در ورودی ها موجب انحراف و ناکارآمدی در خروجی های مساله شبیه سازی شده می گردد. از آن جا که درک روابط و ساختار حاکم بر داده ها واطلاعات، می تواند دانشی ارزشمند ارایه نماید؛ نیازمند استفاده از مکانیسمی هستیم تا به بهترین وجه داده ها در شبیه سازی به کار گرفته شود لذا پیش از هر تحلیلی بایستی از صحت و تناسب داده ها و اطلاعات موجود اطمینان داشت. این موضوع حیاتی سبب شده تا آماده سازی داده و اطلاعات پیش از به کارگیری واقعی آن ها پایه و اساس تحلیل قابل اعتنایی باشد. از این رو سنگ بنای عملیات شبیه سازی خوب، به کارگیری و دسترسی به داده های اولیه خوب و مناسب است؛ اما تا کنون رهنمود مفصلی برای چگونگی اجرای روند تهیه و تجزیه و تحلیل داده ها با روش ساختاریافته‌ای وجود ندارد. مقاله حاضر روش ساختاریافته ای را ارائه می کند که شامل شرح ۱۳ فعالیت و ارتباطات درونی آنهاست.

**واژگان کلیدی :**

شبیه سازی سیستم های گسسته، داده های ورودی، اهمیت آماده سازی داده ها، الزامات صحت داده ها

## ۱- مقدمه

"شبیه‌سازی سیستم های گسسته (DES) " نشان داده است که ابزار قدرتمندی برای پشتیبانی تصمیم در توسعه تولید میباشد.(ویلیامز، ۱۹۹۶).علیرغم اینکه این ابزار امکاناتی را برای دقت در تحلیل دینامیک در زمینه بهبود تولید یا کسب اطمینان از پیاده‌سازی مناسب محصولات یا تجهیزات تولیدی جدید، در اختیار قرار میدهد، صنعت این ابزار را به طور کامل به کار نگرفته است. (اریکسون، ۲۰۰۵).

یکی از نقطه‌ضعف‌های DES طولانی بودن مدت زمان لازم جهت انجام مطالعات شبیه سازی میباشد. (یوهانسون، یانسون، و کیناندر ۲۰۰۳). زمانبر بودن مطالعات، بالاخص زمانی مشهود است که DES در مراحل طراحی مفهومی جهت معرفی محصول جدید یا پیاده‌سازی تجهیزات تولیدی جدید به کار گرفته می‌شود. در این نوع پروژه ها، اغلب ضروری است که به منظور کاهش زمان تولید پروژه سریعا به تحلیل‌ها واکنش داده شود.

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که مرحله داده‌های ورودی به طور میانگین ۳۱٪ زمان کل پروژه را به خود اختصاص می‌دهد (اسکوگ و یوهانسون ۲۰۰۷)، و تریبولا (۱۹۹۴) نیز با گزارش نتایج مشابهی چنین عنوان کرده است که مرحله داده‌های ورودی ۱۰ تا ۴۰ درصد زمان پروژه را صرف خود می‌کند. تمرکز بسیاری از کارها بر ایجاد اتوماسیون فرایند گردآوری داده‌های ورودی بوده است. به عنوان نمونه، راندل و بولمسیو (۲۰۰۱) روشی را برای کاستن از زمان تولید پروژه نشان داده‌اند که از شبیه‌سازی کارخانه تحت هدایت پایگاه داده‌ها استفاده می‌کند. رابرتسون و پررا (۲۰۰۲) شرح داده‌اند که چگونه "سیستم کسب و کار شرکتی" می‌تواند به مثابه یک منبع داده‌های شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گیرد، و به این ترتیب، برای افزایش سرعت گردآوری داده‌های ورودی سودمند باشد. از سوی دیگر، ایجاد اتوماسیون کامل تمام فرایند مدیریت داده‌های ورودی مستلزم آن است که منابع اصلی داده‌ها به نحو مناسبی تهیه شده باشند. با این حال، در بسیاری از موارد، این منابع برخی از داده‌های ضروری برای شبیه‌سازی را حذف می‌کنند،



www.SID.ir

بالاخص داده‌هایی که برای سنجش پویایی سیستم مورد بررسی به آنها نیاز هست (رابرتسون و پررا ۲۰۰۲؛ هو، وو، و تای ۲۰۰۴). مضافاً اینکه، شرکتهای کوچک و متوسط به صورت مستمر نیز داده‌های تولید را جمع آوری نمی‌کنند .

از این رو، برای پشتیبانی از فرایندهای مرسوم‌تر کاری، در کل روند مراحل داده‌های ورودی، به روش‌های ساختاریافته‌ای نیز نیاز هست. (پررا و لیاناگ ۲۰۰۰، لتونن و سپالا ۱۹۹۷) به علاوه، نمونه‌های موفق این نوع از روش‌ها را فقط با مطالعه راهنماهای پرشمار راجع به ساختاردهی تمامی پروژه های شبیه‌سازی، می‌توان یافت (بنکس و همکاران ۲۰۰۴؛ لا ۲۰۰۷؛ پید ۱۹۹۵).

هدف مقاله حاضر این است که روشی ساختاریافته برای فعالیت‌های مرحله داده‌های ورودی(شناسایی، گردآوری، تحلیل و ذخیره‌سازی) در کوتاهترین زمان برای رسیدن به درست ترین اطلاعات ارائه دهد. پایشی در میان چندین پروژه شبیه‌سازی تکمیل شده انجام گرفت تا الزامات طراحی برای روش مذکور شناسایی گردد. در روش ارائه شده، مهمترین گامهای فرایند داده‌های ورودی در پروژه‌های DES به اجمال مطرح شده است.

## ۲- مدیریت داده‌های ورودی

در این مقاله، مدیریت داده‌های ورودی به عنوان فرایند کاملی برای کسب اطمینان از کیفیت واجرای شبیه‌سازی و بازنمایی تمامی پارامترهای مربوط به داده‌های ورودی مدل‌های شبیه سازی، تعریف می‌گردد. این روند مراحل ذیل را شامل میشود:

- ✓ شناسایی پارامترهای ورودی مربوطه
- ✓ گردآوری همه اطلاعات لازم برای بازنمایی پارامترها به عنوان ورودی مناسب شبیه‌سازی
- ✓ تبدیل داده‌های خام به بازنمایی‌ای با کیفیت مطمئن
- ✓ مستندسازی داده‌ها برای ارجاع و باز-استفاده آتی

تمرکز ما بر مدیریت داده‌های لازم برای تحقق مدل است. به علاوه، رویکرد اتخاذ شده در این مقاله اصولا با نیت داده‌های کمی بوده است و از این رو، از پیش چنین فرض شده است که روابط منطقی میان موجودیت‌های مدل، در مدل مفهومی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

به جهت تحقق مدل و معتبرسازی آن، داده ها را در سه دسته زمینه‌ای طبقه بندی مینمایند (پید ۲۰۰۳)، لکن علاوه برآن رابینسون و باتیا (۱۹۹۵) داده‌ها را برحسب دسترس‌پذیری و قابلیت گردآوری‌شان به سه دسته دیگر به شرح ذیل تقسیم می‌کنند:

دسته اول: داده های موجود

دسته دوم: داده هایی که موجود نیست اما قابل گردآوری میباشد.

دسته سوم: داده هایی که موجود نیست و غیرقابل گردآوری می باشد.

ارجاع به این طبقه‌بندی به هنگام مدنظر قرار دادن روش‌های داده‌های ورودی بسیار سودمند است، چرا که این سه دسته از داده ها ، در حین گردآوری، مستلزم رویکردهایی هستند که با یکدیگر تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند .

- داده های دسته اول: داده هایی است که از پیش موجود است مانند "نظام‌های کسب و کار شرکتی" یا داده‌هایی که قبلا برای مطالعه دیگری اخذ و بررسی شده‌اند. این نوع از داده‌ها به راحتی قابل حصول بوده و در این موارد تحلیل و معتبرسازی داده‌ها انجام میگردد .
- داده‌های دسته دوم: مستلزم کوشش بیشتر است چون لازم است که حین مطالعه شبیه‌سازی گردآوری شوند .
- داده های دسته سوم: نه از قبل آماده است و نه قابل گردآوری است، و این اغلب به خاطر روندها یا تجهیزات جدید مورد بررسی میباشد.

تخمین داده‌های دسته سوم مستلزم یک راهبرد به درستی طراحی شده و موشکافانه است، تا به این ترتیب کیفیت مدل حفظ گردد.

تمرکز ادبیات موجود درخصوص مدیریت داده‌های ورودی، عمدتا بر چگونگی بازنمایی مجموعه‌های مبسوطی از داده‌های خام در مدل‌های شبیه‌سازی است (رابینسون ۲۰۰۴، پررا و لیاناگ ۲۰۰۰). از این رو، اطلاعات فراوانی راجع به چگونگی گزینش یک توزیع آماری یا تجربی مناسب در اختیار میباشد. نتیجتا، رهنمودها و اطلاعات راجع به مجموعه‌های گوناگون توزیع، "تخمین‌های بیشینه درستنمایی"[۱] (MLE) و آزمون‌های نیکویی برازش[۲] به خوبی توصیف شده اند.

## ۳- گردآوری اطلاعات تحقیق

روش پیشنهادی مبتنی بر بررسی پروژه های شبیه سازی شده و استفاده از نتایج مصاحبه های شبه-ساختاریافته (دنس‌کومبه ۱۹۹۸) است که طی آنها کاربران شبیه‌سازی، تجربیاتی را که از پروژه‌های DES انجام گرفته در حد فاصل ۷ سال کسب کرده اند و در اختیار گذاشته اند، می باشد. حین بررسی پروژه های شبیه سازی شده، فرایندهای کاری اعمال شده بر هریک از پروژه ها به دقت مورد بررسی قرار گرفتند. دیگر آنکه، به چندین مساله روندهای داده‌های ورودی پروژه‌ها پرداخته شده است. همچنین پاسخگویان، تاملات خود راجع به مسائلی که در ارتباط با مدیریت داده‌های ورودی با

[۱] Maximum Likelihood Estimation

[۲] goodness-of-fit



Archive of SID
www.SID.ir

آنها مواجه شده اند را به اشتراک گذاشتند. همچنین اگر پاسخگوها درخصوص گامهای مهم برای کاراتر ساختن مدیریت داده‌های ورودی در پروژه‌های آتی DES پیشنهاداتی داشتند ، این پیشنهادات در مصاحبه‌ها پوشش داده شدند. از اعضای درگیر در هر یک از پروژههای مورد بررسی برآورد ارزش یک روش از پیش تعریف شده برای مدیریت داده‌های ورودی خواسته شده است. در پاسخ به پرسش مشخص "آیا فکر می‌کنید که مرحله مدیریت داده‌های ورودی در پروژه شما در صورت اعمال یک روش ساختاریافته ، سریعتر انجام می‌شد؟"با سنجش ۱ تا ۷ ( ۱ به این معنا است که پاسخگو کاملا مخالف است و ۷ به این معنا است که وی کاملا موافق است.) میانگین برابر با ۵,۷۳ بوده است. دلایل مشخص در جدول ۲ ارائه شده‌اند و نشان از ان دارند که در یک شیوه ساختاریافته‌تر کار با داده‌های ورودی، توان بالقوه نویدبخش‌تری وجود دارد. دلایل مذکور در یک ترتیب نزولی چیده شده‌اند و در راس آنها، پرتکرارترین دلایل جای دارند. هیچ توضیحی برای مخالفت‌ها داده نشد (فقط یکی از پاسخ‌ها زیر ۴ بود).

فواید عمده موردانتظار از نظر مصاحبه شوندگان درخصوص افزایش سرعت و کیفیت مدیریت داده‌های ورودی با انتخاب اجرای یک روش ساختاریافته به شرح ذیل می باشد:

- افزایش آگاهی و تمرکز بر شناسایی پارامترهای صحیح، پیش از آغاز به گردآوری داده ها
- گسترش تعریف ساختار کار
- تاکید بر فعالیتهای نامشهود اما مهم، نظیر معتبرسازی جداگانه داده‌های ورودی
- افزایش تمرکز بر شناسایی منابع داده ای صحیح و کسب اطمینان از اینکه همه داده ها یافت خواهند شد

به علاوه، مصاحبه‌های انجام شده چندین نکته جالب توجه را درخصوص مسائل مرتبط با داده‌های ورودی پیش آورد که احتمالا با استفاده از یک روش ساختاریافته می‌شود از آنها اجتناب کرد. این مسائل در جدول ۱ به صورت خلاصه ارائه شده‌اند

**جدول ۱: مشکلات پیش رو درصورت عدم وجود روش ساختاریافته‌ای برای جمع آوری داده‌ها**

| مساله پیش آمده | علت ریشه ای |
|---|---|
| تعداد زیاد شاخص های اندازه‌گیری ها با توجه به سطح جزییات مدل | مشکل اصلی این مساله پیش آمده اسن است که هر چیزی از آغاز اندازه گیری شده بدون اینکه صحت و دقت لازم آن مشخص گردد. |
| انجام چند دور اضافی گردآوری داده ها در اواخر کار | هیچ تحلیل دقیقی برای بررسی این موضوع که همه داده ها یافت خواهند شد یا خیر انجام نگرفته است. |
| چندین بار جمع آوری داده های خام با شکست منجر گردید | روش‌های گردآوری به درستی انتخاب نشده اند و از پیش به وضوح تعریف نگردیده اند. |
| تکرارهای فراوان در گردآوری داده ها | ناکارا بدون روند معتبرسازی.<br>عدم وجود معتبرسازی جداگانه برای داده ها. |

## ۴- روش پیشنهادی

روش پیشنهادی انتخاب شده از بین روشهای موجود از فعالیت‌های مشخصی به شرح ذیل تبعیت می‌کند. روش پیشنهادی برای مدیریت داده‌های ورودی، به خوبی با کارهای بنکس و همکاران (۲۰۰۴)، لا (۲۰۰۷)، پگدن، شنون و سادوفسکی (۱۹۹۵) مطابقت دارد. همه آنها حاوی روش‌هایی برای انجام پروژه‌های DES هستند. در این روش‌ها، بخش مدیریت داده‌های ورودی، نماینده کسر کوچکتری از یک پروژه کامل است. این کسر کوچکتر را در ادامه با تفصیل بیشتری شرح داده شده است:

### ۴-۱- شناسایی و تعریف پارامترهای مربوطه

اولین گام به هنگام آماده‌سازی داده‌های ورودی برای مدل‌های شبیه‌سازی این است که پارامترهایی که حضورشان در مدل ضروری است شناسایی شوند. شاید این کار ساده‌ای به نظر آید، اما به خاطر مسائلی چون پیچیدگی زیاد سیستم و گزینش تراز مناسبی از جزییات برحسب تعریف و مقاصد مساله نمی بایست کوششی که برای این کار لازم است را کم اهمیت درنظرگرفت (پررا و لیاناگ ۲۰۰۰). تجسس دقیق سیستم ، مثلا با نشست‌های تمرینی یا نشست‌های پیش از مشاهده، و مصاحبه‌های مفصل با متخصصین روند داده ها، از اهمیت بالایی برخوردار است. ارجح آن است که شناسایی داده‌ها در ارتباط تنگاتنگ با ایجاد یک مدل مفهومی انجام گیرد (رابینسون و باتیا ۱۹۹۵).

به علاوه، مدل‌ها و روش‌هایی برای پشتیبانی از روند شناسایی وجود دارد که به گزینش تراز مناسبی از جزییات (لتونن و سپالا ۱۹۹۷) و تصمیم گیری در این خصوص که کدام پارامترها اغلب برای مدل کردن موجودیت‌ها یا روندهای مشخص لازمند، یاری می‌رسانند. "داده‌های هسته‌ای شبیه‌سازی ساخت و تولید (CMSD) "یکی از این قبیل مدل‌ها و روش‌ها است که توسط "سازمان استانداردهای تفسیرپذیری شبیه‌سازی " (SISO) پیش برده می‌شود (لی و همکاران ۲۰۰۷). نهایتاً اینکه، این فعالیت صرفا شامل شناسایی پارامترهای ذیربط نیست. لازم است که همه پارامترها برحسب چگونگی اندازه‌گیری‌شان و بازنمایی‌شان در مدل تعریف گردند. در بسیاری از این نمونه های مورد مطالعه، نبود تعریف پارامتر، سردرگمی را در روند



Archive of SID
www.SID.ir

مدیریت داده‌های ورودی سبب شده است. برای اجتناب از این مساله لازم است که متخصصین در کار دخیل شده و توضیح دهند که شرکت به طور معمول چگونه پارامترهای متفاوت را تعریف و اندازه‌گیری می‌کند .

### ۴-۲- مشخص کردن الزامات صحت داده ها

اغلب بهتر است برای بالاتر بردن کیفیت داده ها تا آنجا که ممکن است داده‌های خام گردآوری شود تا بازنمایی‌های مناسبی برای پارامترهای شبیه‌سازی تولید شود. اما برای حفظ کارایی شایسته است که برای بررسی صحت هر پارامتر تمایز قائل شد. می توان به موجودیت‌های سیستم که به میزان قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مدل تاثیر نمی‌گذارند کمتر و به موجودیت‌های خطیر بیشتر توجه نمود. از این رو، گلوگاه‌های احتمالی و بخش‌های محدود سیستم نیازمند صحت و همچنین اعتبار بالایی برای داده‌ها هستند.

حین مدیریت داده‌های ورودی، پیش از تهیه مدل،این بار نیز، شناخت حاصل از سیستم، تنها منبع ممکن برای تعیین میزان اهمیت داده ها برای عملکرد مدل است. به عنوان مثال، اگر یک زنجیره متوالی تولید دارای یک منبع باشد که زمان پردازش آن در قیاس با سایر منابع بالادستی و پایین‌دستی به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر باشد، داشتن اطلاعات صحیح راجع به آن اهمیت بیشتری دارد چرا که احتمالا همین منبع است که بسامد برونداد را کنترل می‌کند. البته بعدا و در ادامه پروژه این امکان هست که برای تحلیل حساسیت داده‌های ورودی آزمایشی خلق نمود، آزمایشی که وارسی می کند تا معلوم شود که آیا داده‌های گردآوری شده برای اعتبار مدل کفایت می‌کنند یا خیر. این مکمل بسیار پرقوتی برای تصمیمات اولیه درخصوص الزامات صحت است. توصیه می‌شود که تحلیل حساسیت برای تمامی موارد مرزی انجام شود.

عامل دیگری که بر کوشش‌ها و تعداد نمونه‌های آماری لازم برای یک پارامتر مشخص تاثیر می‌گذارد تغییرپذیری روند است، که آن را هم می‌توان با استفاده از شناخت حاصل از روند ، پیش بینی کرد. انتظار می‌رود که خصوصیات روند رفتار ثابتی را از خود نشان دهند. از سوی دیگر، عواملی که تغییرپذیری بالایی دارند نیازمند نمونه‌های بیشتری هستند تا بتوان ازشان بازنمایی خوبی ارائه کرد. به عنوان نمونه یکی از متداول‌ترین انواع داده‌های ورودی داده‌های ازکارافتادگی است. داده‌های توصیف‌کننده "زمان تعمیر"[۳] و "زمان خرابی"[۴] اغلب بسیار متغیرند و اگر هیچ داده پیشینه‌ای طی یک دوره زمانی طولانی گردآوری نشده باشد، با توجهات کوتاه‌مدت نمی‌توان آنهارا تشخیص داد. پریکا و همکاران (۲۰۰۸) برای TTF و TTR هردو مثالی را درخصوص صحت و تخمین ارائه کرده‌اند. آنها همچنین توصیه کرده‌اند که برای تخمین توابع احتمالاتی TTR وTTF دستکم ۲۳۰ نمونه باید گردآوری شودالبته اگر امکان‌پذیر باشد.

### ۴-۳- شناسایی داده‌های موجود

به منظور صرفه‌جویی در زمان حین مدیریت داده‌های ورودی، مهم است که از همه داده‌هایی که پیش از این گردآوری شده‌اند ، یعنی داده‌های دسته اول، استفاده شود. جنبه‌های مربوط به شبیه‌سازی اغلب درحین فرایند تعیین مشخصات سیستم‌های گردآوری داده ها و پایگاه‌های داده‌ها نادیده گرفته می‌شوند. از این رو شرکت‌ها به غلط باور دارند و مدعی‌اند که همه داده‌های لازم برای شبیه‌سازی را در اختیار دارند. پس بسیار مهم است که همه منابع داده‌های موجود بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که داده‌های لازم را می توان استخراج کرد و اینکه به نحو مناسبی اندازه‌گیری می‌شوند. بسیاری از پروژه‌های مورد مطالعه تحقیق حاضر این مساله را تجربه کرده بودند. یادگیری و درک ساختار همه منابع در بسیاری اوقات کاری بس زمان-بر است (اسکوگ و یوهانسون ۲۰۰۷).

سهم قابل ملاحظه‌ای از داده‌های موجود برخاسته از سیستم‌های گردآوری خودکار یا دستی است که از آنها برای پیگیری برخی جنبه‌های سیستم استفاده می‌شود. به عنوان مثال، سیستم پرداختن به سفارشات، سیستمهای نگهداشت، سیستم‌های جذب نیروی انسانی و سایر پایگاه‌های داده ای. از دیگر منابع متداول داده‌ها، نظام‌هایی هستند که مورد استفاده سایر کارکردهای شرکت میباشند از قبیل سیستم های "برنامه‌ریزی منبع شرکتی"[۵] "برنامه‌ریزی مواد خام"[۶] و " اجرای ساخت و تولید"[۷]. دادهها را می توان در مطالب حاصل از تحلیل‌های قبلی نیز یافت، به عنوان نمونه مطالعات انجام گرفته درخصوص بسامدها و تناوب‌ها، تولید ناب، پروژه‌های مرتبط با کیفیت یا سایر روندهای طراحی سیستم.

ماحصل این فعالیت فهرستی از منابع برای پارامترهایی است که در دسته اول جای می‌گیرند. به علاوه، اگر برخی منابع رایانه‌ای می شوند، لازم است که دستورالعمل‌هایی هم درخصوص چگونگی استخراج هر پارامتر در آنها گنجانده شود.

---

۳- Time To Repair (TTR)

٤ - Time To Failure (TTF)

٥ - Enterprise Resource Planning (ERP)

٦ - Material Planning Systems (MPS)

٧ - Manufacturing Execution Systems (MES)



Archive of SID
www.SID.ir

**۴-۴- انتخاب روش‌هایی برای کسب داده‌های ناموجود**

اگر چنانکه در اغلب مطالعات شبیه‌سازی می‌بینیم، برخی از دادهها یا هیچکدامشان از پیش موجود نیستند، لازم است که یا کسب گردند و یا تخمین زده شوند. در این فعالیت، روش‌های اکتساب و تخمین برای داده های این دو دسته ، تعریف شده و انتخاب می‌شوند. انتخاب‌ها مبنایی برای ارزیابی و تصمیم برای فعالیت بعد خواهند بود.(زمانی که تمامی داده ها یافت شده و می‌توان گردآوری داده ها را آغاز کرد) . گردآوری داده ها برای یک مدل DES می تواند به طرق گوناگون انجام گیرد. متداول ترین و احتمالا آسانترین راه این است که از یک کرنومتر استفاده کرده و در امتداد خط تولید، پارامترها را برای تک‌تک گام‌های روند جمع آوری داده ها اندازه‌گیری کرد. در هر گام روند، و برای هر محصول متفاوت، اندازه‌گیری ها برای تمامی پارامترهای شناسایی شده در فعالیت ۴-۱ انجام می‌گیرد. این روش کم و بیش آشفته است اما اجرایش سریع است. به هنگام در نظر گرفتن مکان و زمان آغاز و انتهای یک روند لازم است دقت شود. از این رو، مهم است که تعاریف پارامترها، که آنها هم در فعالیت ۴-۱ وضع شده اند، درنظرگرفته شود. اگر بیش از یک نفر به گردآوری داده ها میپردازند، بایستی اطمینان حاصل شودکه همگی از یک روش اندازه‌گیری استفاده میکنند. سایر مثال‌های روش‌های گردآوری دستی عبارتند از مطالعات بسامد[۸]، تحلیل ویدیویی.

در صورتی که قرار است پروژه نتایج دقیق‌تری ارائه کند، یا اگر همه موجودیت‌های داخل مدل هنوز در واقعیت وجود ندارند، ارجح آن است که مطالعات زمانی در ترازی جزئی تر انجام گیرد. البته به این ترتیب زمان بیشتری باید صرف مرحله داده‌های ورودی پروژه شود. مطالعات اندازه گیری روش‌ها-زمان[۹]، تحلیل فعالیت و روش توالی-مبنا[۱۰] (یوهانسون و کیناندر ۲۰۰۴) و طراحی برای مونتاژ[۱۱] (بوت‌روید و دوورست ۱۹۸۹) می توانند برای عملیات‌های دستی یا خودکار، حین اصلاح سیستمهای مونتاژ کنونی یا طراحی یک سیستم مونتاژ جدید ، مورد استفاده قرار گیرند. برای سایر سیستمها، توصیه می‌شود که از ابزارهای روند-مدارتر شبیه‌سازی یا تقلید[۱۲] استفاده شود تا داده‌های ورودی با کیفیت خوب برای مدل‌های DES خلق گردد. زمانهای چرخه را به عنوان نمونه می توان از ابزارهایی برای برنامه‌نویسی آفلاین روبات‌ها، تقلیدPLC ، یا تولید کد برای ماشین های NC استخراج کرد.

البته در خیلی از اوقات و زمانی که سیستم هنوز وجود ندارد (داده‌های دسته سوم)، هیچ اطلاعاتی اصلا وجود ندارد و برای مقادیر پارامترها باید به تخمین‌ها اتکا کرد. رابینسون (۲۰۰۴) سه گزینه برای پشتیبانی از این گمانه‌زنی[۱۳] ارائه میدهند: بحث با متخصصین امر از قبیل فروشندگان ماشین‌الات یا مهندسین تولید خود شرکت، مرور داده‌های پیشینه‌ای از سیستمهای مشابه در همان سازمان یا سازمانی دیگر، و نهایتا، برای برخی روندها، داده‌های استانداردی موجود است که پیش از این اندازه گیری شده و در کتابخانه‌های روند ذخیره شده‌اند.یک موقعیت دشوار دیگر برای گردآوری داده ها زمانی است که انسانها دخیل باشند. انسانها در همه موارد منطقی عمل نمی‌کنند و بسیار بیش از سایر اجزای سیستم پیش‌بینی‌ناپذیرند .

**۴-۵- بررسی یافتن یا عدم مشاهده تمامی داده‌های مشخص شده**

ضروری است که بررسی شده و معلوم گردد که آیا با نظر به خروجی فعالیتهای پیشین، به طور مثال، داده‌های موجود، روش‌های ممکن گردآوری و تعداد نمونه‌های لازم، امکان یافتن همه پارامترها وجود دارد یا خیر. از این رو، این را نمی‌توان یک تصمیم بله یا خیر دانست؛ می بایست کافی بودن نقاط داده ای، صحت داده ها و کیفیت داده ها مدنظر قرار گیرد. اگر در این گام اشتباهی صورت گیرد، این خطر وجود دارد که بعدها به کار آسیب رساند به عنوان مثال در فعالیت ۴-۱۰ ، چرا که کمتر از کفایت بودن نقاط داده‌ای در این گام باعث خواهد شد که تخمین بدی از تابع احتمال انجام گیرد.

اگر یافتن همه داده ها ممکن باشد، می توان با حداقل ریسک تکرارهایی که ضروری نیستند را در آینده، که در نتیجه مشکلات در روند گردآوری داده ها هستند، کار را ادامه داد. از سوی دیگر، اگر معلوم گردد که یافتن برخی پارامترها ناممکن است، الزامات صحت یا ذیربط بودن پارامتر باید مجددا مورد ارزیابی قرار گیرد.

---

[۸] -frequency studies

[۹] - MTM (Methods-Time Measurement ۱۹۷۳)

[۱۰] - SAM (Sequence-based Activity and Method analysis)

[۱۱] - DFA (Design for Assembly)

[۱۲] - emulation

[۱۳] - guess-work



Archive of SID
www.SID.ir

**۴-۶- ایجاد برگه داده ها**

به منظور حفظ انسجام در روند گردآوری داده ها، لازم است که یک برگه داده ها تهیه گردد. تمامی داده‌های خام، و نیز تمامی داده‌های تحلیل شده، باید در یک جا نگهداری شوند که اغلب اوقات یک صفحه‌گسترده یا، در پروژه های بزرگ، یک پایگاه داده است. بسیاری از تیم‌های پروژه تلاش می کنند تا با ذخیره سازی داده‌های خام در صفحه‌گسترده‌های موقت و ذخیره‌سازی داده‌های تحلیل‌شده به صورت مجزا و در یک واسط[۱۴] صفحه‌گسترده شبیه‌سازی، در وقت صرفه‌جویی کنند. اغلب، این رویکرد به خاطر نبود ساختار و از دست رفتن داده ها اثر معکوس می‌گذارد، چرا که این خطر وجود دارد که اطلاعات ذخیره شده در ارتباط با اطلاعات دیگری جایگزین شوند (اطلاعات دیگری بر روی آنها نوشته شود.)

استفاده از ساختارهای از پیش تعریف شده داده ها نظیر CMSD (لی و همکاران ۲۰۰۷) راهی موثر برای طراحی برگه‌داده‌های مناسب است. ساختار داده ای CMSM مبتنی بر یک طرح "زبان وحدت‌یافته مدل‌سازی"[۱۵] است که از آن، یک سند موردی[۱۶] "زبان نشانه گذار توسعه یافته"[۱۷] (XML) می‌توان ایجاد کرد تا بدین ترتیب برای یک مدل یا یک سیستم داده‌های مشخصی را ذخیره نمود.

**۴-۷- گردآوری داده‌های موجود**

در این فعالیت، تمامی داده‌های دسته اول از منابع داده‌های موجود، که در گام ۴-۳ شناسایی شده‌اند، گردآوری یا استخراج می شوند. داده را می توان به صورت خام یافت ویا ممکن است از پیش تحلیل شده و در مدلهای شبیه‌سازی آماده استفاده باشند.

داده‌های از پیش تحلیل شده وارد گام معتبرسازی داده ها، یعنی گام ۴-۱۱ میشوند. بر اساس تعداد نمونه‌ها برای همه پارامترها، که تصمیم‌گیری درخصوص آن برحسب الزامات صحت در گام ۴-۲ انجام می‌گیرد، تعداد کافی از نقاط داده ای از منابع، که اغلب پایگاه داده ای هستند، استخراج می شود. پس از آن، برای استخراج نمونه‌ها به شکلی مناسب، اغلب به محاسبات اضافه بر این نیاز است. به علاوه، اکثریت موارد نیازمند نوعی روند غربالگری[۱۸] هستند. نتیجه نهایی این فعالیت، مجموعه‌ای از نقاط داده‌ای خام است که آماده تحلیل هستند تا به این ترتیب در گام ۴-۹ یک توزیع آماری یا تجربی فراهم گردد. برای داده‌های از پیش تحلیل‌شده، اغلب نیازی به آماده‌سازی بیشتر نیست و به همان صورت می توان آنها را در برگه داده ها گزارش کرد.

**۴-۸- گردآوری داده‌های ناموجود**

این فعالیت، اندازه‌گیری‌های داده‌های تولیدی که پیش از این موجود نبوده‌اند، و نیز تخمین عملکرد برای تجهیزات آتی را شامل می‌شود. از این رو، داده ها از نوع دسته دوم یا سوم (رابینسون و باتیا ۱۹۹۵) به دسته اول تغییر می‌کنند. ورودیهای این فعالیت عبارتند از اینکه کدام پارامترها می بایست اندازه‌گیری شوند (برگرفته از فعالیت ۴-۱)، چند نمونه برای پارامترهای دسته دوم گردآوری شود (برگرفته از فعالیت ۴-۲) و اینکه از کدام روش‌های جمع آوری استفاده گردد. (برگرفته از فعالیت ۴-۴).

برای داده‌های دسته دوم، این فعالیت ممکن است واقعا زمانبر باشد چون گردآوری داده ها اغلب به صورت دستی انجام می‌گیرد. اغلب ترجیح داده می‌شود که تعداد نمونه ها بیش از ۲۰۰ باشد (پریکا و همکاران ۲۰۰۸). از سوی دیگر، گردآوری داده‌های دسته سوم ، اگر که مفروضات مبتنی بر اطلاعات حاصل از روند اجرایی متخصصین باشد، مدت زمان کمتری را دربرمیگیرد. با این حال، اگر مفروضات مبتنی بر داده‌های گذشته حاصل از روندهای مشابه باشد، گردآوری داده‌های دسته سوم هم می تواند زمان‌بر باشد.

ماحصل این فعالیت – سازگار با فعالیت ۴-۷ مجموعه ای از داده‌های خام است که حاضر برای تحلیل و آماده شبیه‌سازی در گام ۴،۹ هستند. برای داده‌های دسته سوم ، نتایج اغلب بر روی فرمی که مناسب شبیه‌سازی است ارائه می‌شود و نهایتا در یک برگه داده‌ای گزارش می‌شود.

**۴-۹- آماده نمودن بازنمایی آماری یا تجربی**

چنانچه در فعالیت های ۴-۷ و ۴-۸ ذکر شد گردآوری عملی داده‌ها ، یا به داده‌های از پیش تحلیل شده یا به مجموعه هایی از داده‌های خام منجر میشوند. برای داده‌های ثابت، بخش تحلیلی کار اغلب چندان پرزحمت نیست اما داده‌هایی که توصیف کننده تغییرپذیری هستند کوشش بیشتری می

---

۱۴ - interface

۱۵ - Unified Modeling Language (UML)

۱۶ - instance document

۱۷ - eXtensible Markup Language (XML)

۱۸ - filtering



Archive of SID
www.SID.ir

طلبند. تغییرپذیری باید بازنمایی شود، عموما با استفاده از یکی از این چهار گزینه (رابینسون ۲۰۰۴): ردها، توزیع های تجربی، خودراه‌اندازی[۱۹] ، یا توزیع های آماری. البته هریک از این چهار گزینه نقطه قوتها و نقطه ضعفهایی دارند، و قبل از انتخاب لازم است که ارزیابی شوند.

دیگر اینکه، بازنمایی آماری ، در صورتی که ممکن باشد، شیوه بسیار محبوبی برای توصیف تغییرپذیری است و از این رو، تحقیقات بسیاری وجود دارد که این رویکرد را اتخاذ کرده اند. ابزارهای متعددی در پشتیبانی از روند مدل کردن ورودی وجود دارد Expert Fit ،و Stat Fit دو نمونه از این ابزارها هستند و بسیاری از بسته های نرم‌افزاری تجاری برای شبیه‌سازی نیز قابلیت مدل کردن ورودی را دارند. در صورت عدم دسترسی به این ابزارها متخصصین مجبور میباشند که کار را به شیوه سخت تر انجام دهند. لمیس (۲۰۰۴) توصیف خوبی از مدل کردن "دستی" ورودی ارائه می کند که شامل گامهای زیر است:

-ارزیابی استقلال نمونه

-انتخاب یک یا چند مجموعه توزیع برای ارزیابی

-تخمین پارامترها با، مثلا، MLE

-ارزیابی کفایت مدل با استفاده از آزمون نیکویی برازش

-متصور ساختن کفایت مدل با استفاده از نمودارهای P-P یا Q-Q

نتیجه این فعالیت این است که برگه داده ها با بازنمایی‌های داده ها که در مدل شبیه سازی آماده استفاده‌اند ، تکمیل می شود.

### ۴-۱۰- سنجش کافی بودن بازنمایی

تصمیم‌گیری در این خصوص کافی بودن بازنمایی‌های حاصل از فعالیت ۴-۹ همواره آسان نیست. در بهترین حالت، یک توزیع آماری منتخب را می توان با یک آزمون goodness-of-fit ، و اغلب در سطح $\alpha$=۰.۰۵ ، توجیه ریاضیاتی کرد (پریکا و همکاران ۲۰۰۸). اما، بالاخص وقتی تعداد نمونه ها زیاد است، آزمونها بسیار محافظه‌کارانه‌اند و تقریبا غیرممکن است که هریک از بازنمایی‌ها در این آزمون موفق شوند. از این رو، بسیار مهم است که مهندس شبیه سازی بر اساس الزامات صحت مشخص شده برای هر پارامتر درخصوص سطح لازم معناداری تصمیم بگیرد. به همین دلیل، ممکن است در برخی موقعیت ها ترجیح با مقایسه گرافیکی بازنمایی و داده‌های اصلی و اولیه باشد. در ادامه و طی پروژه شبیه‌سازی، می توان بر روی بازنمایی‌هایی که تناظر ضعیفتری با داده‌های جهان-واقعی دارند یک تحلیل حساسیت نیز انجام داد. دراین شیوه، پارامترهای خطیر شناسایی شده و ممکن است که برای این عامل‌ها به بررسی‌های بیشتری درخصوص صحت داده ها نیاز باشد.

اگر بازنمایی‌ها، براساس الزامات صحت، کافی نباشند، به گردآوری داده‌های بیشتر و تحلیل بیشتر نیاز است. دیگر راه حل‌ها عبارتند از تغییر بازنمایی تغییرپذیری (نگاه کنید به فعالیت ۴-۹) یا ، در بدترین حالت، بررسی مجدد الزامات صحت برای یک پارامتر مشخص و ، نتیجتا، برای کل مدل شبیه‌سازی.

### ۴-۱۱- معتبرسازی بازنمایی‌های داده ها

معتبرسازی داده ها فعالیت مهمی است به منظور اطمینان از اینکه تمامی داده‌های خام به درستی اندازه گیری و غربال شده اند، و اینکه محاسبات و تحلیلها در حین روند آماده سازی به درستی اجرا گردیده اند. سارگنت (۲۰۰۵) این فعالیت را بسیار دشوار دانسته و گفته است که " برای کسب اطمینان از صحیح بودن داده ها کار چندانی نمی‌توان کرد". یک دلیل این است که داده ها به خودی خود اغلب بخشی از فرایند معتبرسازی‌اند. لیکن کسب اطمینان از اعتبار ظاهری[۲۰] و پیروی از فرایندهای خوب در کل روند گردآوری داده ها، شروع مناسبی میباشد.

اعتبار ظاهری را می توان با همکاری با متخصصین روند در طی کل مرحله مدیریت داده‌های ورودی و همچنین یک وارسی نهایی در نزدیکی انتهای کار، مثلا استفاده از مصاحبه‌های ساختاریافته بیشتر، تحقق بخشید. به علاوه، در کنار اعتبار ظاهری ، روشهای دیگری نیز برای معتبرسازی داده ها پیش از استفاده از آنها در مدل شبیه‌سازی وجود دارد. سارگنت (۲۰۰۵) همچنین از "مقایسه با سایر روشها" به عنوان تکنیکی برای معتبرسازی کل مدل شبیه‌سازی یاد می کند. این تکنیک را می توان در معتبرسازی داده ها از طریق مقایسه آنها با نتایج معلوم یا داده‌های سایر مدل‌های معتبرسازی‌شده گذشته، به کار بست.

از انجا که مدل همواره بازنمایی ساده‌ای از سیستم واقعی خواهد بود، بسیار مهم است که درک شود چه داده‌هایی برای عملکرد مدل اهمیت اساسی دارند. زیرا چنانکه در فعالیت ۴-۲ دیده شد، معتبرسازی های تمام و کمال بر روی پارامترهای بسیار مهم در قیاس با پارامترهایی با اهمیت کمتر، واجب‌تر است. برای اینکه نهایتا اطمینان حاصل گردد که هیچ اشتباهی در روند تمایز میان پارامترهای اساسی و غیر-اساسی صورت نگرفته است، می توان پس از ساخت مدل یک تحلیل حساسیت را انجام داد.

---

[۱۹] - bootstrapping

[۲۰] - face validity



Archive of SID
www.SID.ir

لازم به ذکر است که معتبرسازی داده ها یک زمان دیگر نیز در حین ساخت مدل انجام می‌گیرد، چون با فرض اینکه از یک روش پروژه نظیر آنهایی که لا (۲۰۰۷) و بنکس و همکاران (۲۰۰۴) توصیف کرده‌اند پیروی شود داده ها بخشی از معتبرسازی مدل در ادامه خواهند بود. با این همه، باز هم یک معتبرسازی خوب داده ها شیوه‌ای بسیار کارا برای کاهش دادن نیاز به تکرارهای اضافی بعدی در گردآوری داده ها است، چرا که اشتباه‌های احتمالی در زودترین زمان ممکن تشخیص داده می‌شوند .

### ۴-۱۲- بررسی انجام یا عدم انجام معتبرسازی

اگر معتبرسازی داده ها برای همه پارامترها طی فعالیت ۴-۱۱ موفقیت‌آمیز باشد، بازنمایی‌ها آماده میباشند که در مدل شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گیرند. نظر به دشواری‌های همراه با معتبرسازی های داده ها که پیش از این ذکر شد، تیم پروژه می بایست به خاطر داشته باشند که داده ها هنوز می توانند مساله‌ساز بوده و بعدا باعث ناموفق شدن معتبرسازی مدل در طی پروژه شوند. با این حال، معتبرسازی داده ها آغاز خوبی است که از بسیاری تکرارهای غیرضروری آتی در گردآوری داده ها جلوگیری می‌کند.

از سوی دیگر، اگر یک معتبرسازی داده به خاطر یک یا چند پارامتر به شکست بیانجامد، لازم خواهد شد که قدمی به عقب برداشته و علت مساله شناسایی شود. در خیلی اوقات مساله برخاسته از سوءمحاسبات در فعالیت تحلیل و آماده‌سازی (۴-۹) است اما گاه نیز گردآوری یا استخراج بیشتر داده‌های خام اجتناب‌ناپذیر است. در موارد نادر، شاید لازم شود که همه راه را برگشته و روش‌های گردآوری منتخب مجددا ارزیابی گردد.

### ۴-۱۳- اتمام مستندسازی نهایی

مستندسازی روندی مستمر در سراسر مرحله مدیریت داده‌های ورودی است، و از همان فعالیت اول و هنگام شناسایی و تعریف پارامترها آغاز می‌شود. بخش اعظم اطلاعاتی که بایستی مستند سازی شوند باید از پیش در برگه داده ها موجود باشند، از جمله پارامترهای گزیده، داده‌های خام، و نهایتا بازنمایی‌های منتخب برای شبیه‌سازی. اما اغلب چیزهایی هم هستند که برای ارجاع و بازاستفاده آتی اهمیت دارند و در برگه داده ها موجود نیستند. به عنوان مثال، منابع داده ها، روش های گردآوری، نتایج معتبرسازی، و تمامی مفروضات انجام شده حین روند داده‌های ورودی که همگی برای حفظ اعتبار داده‌ها در آینده بسیار ضروری‌اند. نتیجه نهایی این فعالیت یک گزارش داده و برگه تکمیل شده داده ها است. هردو اینها در مستندسازی نهایی کل پروژه شبیه‌سازی گنجانده می شوند.

### نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر این است که از بین روشهای ارائه شده در خصوص مدیریت داده های ورودی شبیه سازی، روشی ساختار یافته برای تمامی روند مدیریت داده‌های ورودی مدل‌های شبیه‌سازی(ازجمله شناسایی، گردآوری، و آماده سازی) در پروژه های DES انتخاب وارائه گردد. این روش شامل ۱۳ فعالیت و ارتباطات درونی آنها است. طی مروری بر چند پروژه شبیه‌سازی انجام شده در صنعت، نبود یک نحوه عملیاتی واضح و روشن برای کار با داده‌های ورودی شناسایی گردیده است. به علاوه، نتایج نشان می دهند که یک شیوه ساختاریافته‌تر برای کار، توان بالقوه قابل ملاحظه‌ای برای افزایش سرعت و کیفیت در مرحله داده‌های ورودی پروژه های DES دارد.البته لازم است تاکید شود که پیش از این نیز کارهایی در توضیح روش‌های مفصل برای گردآوری و تحلیل داده‌های شبیه‌سازی وجود داشته است. به عنوان نمونه، لمیس (۲۰۰۴) و لا (۲۰۰۷) روند مدل‌کردن ورودی را عمدتا از نقطه‌نظری آماری وصف می‌کنند. به علاوه، پررا و لیاناگ (۲۰۰۰) روشی را برای شناسایی سریع پارامترهای ورودی ارائه می نمایند. لکن تمرکز تحقیق حاضر بر پیوند دادن همه فعالیتهای تحت مدیریت داده‌های ورودی به انتخاب شیوه‌ای کارا بوده است. برخی از پروژه هایی که در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند در شرکتهایی اجرا شده اند که تجربه محدودی از DES دارند. به علاوه، بسیاری از اعضای پروژه به صورت روزانه و به عنوان تنها وظیفه شغلی‌شان بر روی شبیه‌سازی کار نمی‌کنند. فرض بر این بوده است که بکارگیری روش در چنین اوضاع و احوالی بیشترین فایده را در بر دارد چرا که سازمانهای باتجربه‌تر و مهندسین مجرب‌تر شبیه‌سازی به صورت مستمر و تکرارشونده،فرایندهای کاری موثر را کشف و مستند می کنند. با این حال همیشه این خطر وجود دارد که مسیر کهنه‌ای پیش گرفته شده و از این رو روش پیشنهادی برای این قبیل سازمانها نیز می تواند ارزشمند واقع شود.

پس از این تحقیق، در مرحله بعد بایستی تحقیقی صورت گیرددر این زمینه که روش پیشنهادی را معتبرسازی کرده و تاثیر آن بر کیفیت داده ها و سرعت در مدیریت داده‌های ورودی را ارزیابی نمود.



Archive of SID
www.SID.ir

**منابع**


۱- Hatami, S. ۱۹۹۰. Data requirements for analysis of manufacturing systems using computer simulation. In Proceedings of the ۱۹۹۰ Winter Simulation Conference, ed. O. Balci, R. P. Sadowski, and R. E. Nance, ۶۳۲–۶۳۵. New Orleans, Louisiana.

۲- C-F., W-H. Wu, and Y-M. Tai. ۲۰۰۴. Strategies for the adaptation of ERP systems. Industrial Management & Data Systems ۱۰۴:۲۳۴-۲۵۱.Gherardi, S., Nicolini, D., Odella, F., ۱۹۹۸a. Toward a social understanding of how people learn in organizations: the notion of situated curriculum. Manage. Learning ۲۹, ۲۷۳–۲۹۷.

۳- Hollocks, B. W. ۲۰۰۱. Discrete-event simulation: an inquiry into user practice. Simulation Practice and Theory ۸:۴۵۱-۴۷۱.

۴- Johansson, B., J. Johnsson, and A. Kinnander. ۲۰۰۳. Information structure to support discrete event simulation in manufacturing systems. In Proceedings of the ۲۰۰۳ Winter Simulation Conference, ed. S. Chick, P. J.Sánchez, D. Ferrin and D. J. Morrice, ۱۲۹۰–۱۲۹۵. New Orleans, Louisiana.

۵- Leemis, L. ۲۰۰۴. Building credible input models. In Proceedings of the ۲۰۰۴ Winter Simulation Conference, ed. R. G. Ingalls, M. D. Rossetti, J. S. Smith, and B. A. Peters, ۲۹–۴۰. Washington, D.C

۶- Lehtonen, J-M., and U. Seppälä. ۱۹۹۷. A methodology for data gathering and analysis in a logistics simulation project. Integrated Manufacturing Systems ۸:۳۵۱-۳۵۸.

۷- Perera, T., and K. Liyanage. ۲۰۰۰. Methodology for rapid identification of input data in the simulation of manufacturing systems. Simulation Practice and Theory ۷:۶۴۵-۶۵۶.

۸- Randell, L. G., and G. S. Bolmsjö. ۲۰۰۱. Database driven factory simulation: a proof-of-concept demonstrator. In Proceedings of the ۲۰۰۱ Winter Simulation Conference, ed. B. A. Peters, J. S. Smith, D. J. Medeiros, and M. W. Rohrer, ۹۷۷-۹۸۳. Arlington, Virginia.

۹- Robertson, N., and T. Perera. ۲۰۰۲. Automated data collection for simulation?. Simulation Practice and Theory ۹:۳۴۹-۳۶۴.

۱۰- Robinson, S., and V. Bhatia. ۱۹۹۵. Secrets of successful simulation projects. In Proceedings of the ۱۹۹۵ Winter Simulation Conference, ed. C. Alexopoulos, K. Kang, W. R. Lilegdon, and D. Goldsman, ۶۱–۶۷. Arlington, Virginia.

۱۱- Sargent, R. G. ۲۰۰۵. Verification and validation of simulation models. In Proceedings of the ۲۰۰۵ Winter Simulation Conference, ed. M. E. Kuhl, N. M. Steiger, F. B. Armstrong, and J. A. Joines, ۱۳۰–۱۴۳. Orlando,Florida

۱۲- Trybula, W. ۱۹۹۴. Building simulation models without data. In ۱۹۹۴ IEEE International Conferance on Systems, Man, and Cybernetics. Humans, Information and Technology, ۱:۲۰۹-۲۱۴. IEEE

۱۳- Williams, E. J. ۱۹۹۶. Making Simulation a Corporate Norm. In Proceedings of the ۱۹۹۶ Summer Computer Simulation Conference, ed. V. W. Ingalls, J. Cynamon, and A. V. Saylor, ۶۲۷–۶۳۲. New Orleans, Louisiana.


Archive of SID



www.SID.ir