



## مهندسی لجستیک مدل محور – چالش‌های تغییر حالت موضوع و مدل؛ ص ۱۳۵ – ۱۵۲

نویسندگان: میخائیل لوتژن<sup>۱</sup>، هانس جورج کروسکی<sup>۲</sup>، مارکو فرانک<sup>۳</sup>، کلاز دیتر دوبن<sup>۴</sup>،

میخائیل فریتاگ<sup>۵</sup>

مترجمان: مهری سیاه‌چشم هرزندی<sup>۶</sup> محمد احسانی<sup>۷</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۶

### چکیده

تولید و سیستم‌های آمادی بخشی از یک جهان پیچیده با منابع جهانی و فروش عمده هستند. برای اجرای یک خط تولید و سیستم‌های آمادی مؤثر، سیستم‌های فناوری اطلاعات متعددی مورد نیاز است. همچنین، ارزیابی‌های آمادی و تولیدی باید توسط سیستم‌های مختلف با اهداف مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند. برای برنامه‌ریزی، کنترل و هماهنگ‌سازی چنین تحلیل‌هایی به صورت دقیق، تکنیک‌های مدل‌سازی مفهومی مورد نیاز است، که بر شکاف میان اهداف و حوزه‌های مختلف غلبه کند همان‌گونه که به شکاف میان سطوح طراحی و اجرایی غلبه کرده است. دو روش عمده از مهندسی مدل محور (به اختصار ام دی ای) برای رویارویی با چنین مشکلاتی مناسب هستند؛ دامنه مخصوص زبان‌های مدل‌سازی (دی اس ام آل) و روش‌های تغییر مدل. این مقاله مفهوم مهندسی لجستیک مدل محور را از طریق تحلیل دامنه لجستیک و تولید شرح می‌دهد. هدف، تعیین مشخصات اصلی تغییر مدل آن‌ها و نیز ارائه جنبه‌های تغییر مدل است. یا حداقل، ملزومات مهندسی آمادی (لجستیک) مدل محور مشخص شوند و روش‌های امیدبخش در زمینه مهندسی مدل محور ارائه شود.

**واژگان کلیدی:** انتقال مدل تحلیل سیستم، مهندسی لجستیک مدل محور

1 Michael Lütjen

2 Hans-Jörg Kreowski

3 Marco Franke

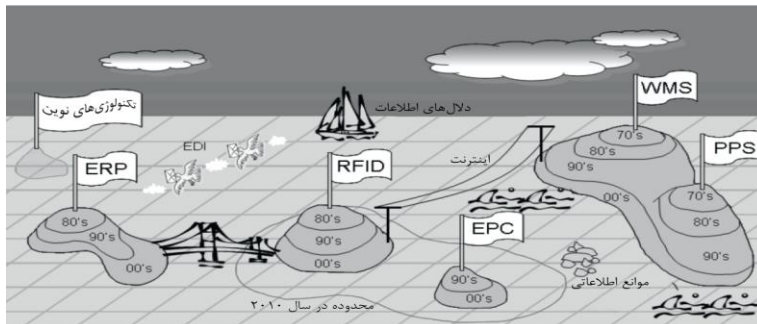
4 Klaus-Dieter Thoben

5 Michael Freitag

۶ دانشجوی دکتری جامعه‌شناسی فرهنگی

۷ کارشناس ارشد مدیریت آماد

امروزه تجارت پیچیده، پویا (فعال) و سریع با تمرکز بر شبکه‌های لجستیک و تولید است.<sup>۱</sup> منابع و فروش جهانی خواستار مدل‌های آمادی (لجستیکی) و تولید و تجارت انعطاف‌پذیر هستند که توسط یک ساختار قدرتمند فناوری اطلاعات مورد حمایت قرار گرفته‌اند. یک بازرنگری ساده بر روی ساختار فناوری اطلاعات توسط آقای هانوس به ما نشان داده شده است. (شکل شماره یک). از سال ۱۹۹۶، هدف معماران از تغییر الگوی یک سیستم جهت‌دار مرکزی و یکپارچه، تمرکززدایی، آزادسازی و مستقل سازی آن سیستم بود. به خصوص که مفهوم جدید صنعت نسخه ۴،۰ نیازمند فضایی انعطاف‌پذیر، منطبق با سیستم‌های فناوری اطلاعات است که اجازه نظارت مستمر بر تمام ارزیابی‌های مرتبط با لجستیک و تولید را همانند یک مرجع می‌دهد. پیش شرط آن در دسترس بودن تکنیک‌های نرم‌افزاری قدرتمند است که باعث برقراری پلی میان دنیای واقعی و دنیای مجازی می‌شود.



شکل ۱: زیرساخت‌های اطلاعات در لجستیک

مهندسی مدل محور (ام دی ای) یکی از شیوه‌های امیدبخش است، که به موجب آن روند توسعه نرم‌افزاری دنباله‌رو، ایده استانداردسازی و ساده‌سازی طرح بر اساس استفاده از نمودار مبتنی بر تکنیک‌های مدل‌سازی است. به علاوه، چالش اصلی دامنه تولید و لجستیک این است که یک ایده‌ای را برای عدم تطابق با استانداردسازی و شخصی‌سازی پیدا کند.<sup>۲</sup>

1 Rennemann T. Logistische Lieferantenauswahl in globalen Produktionsnetzwerken: Rahmenbedingungen, Aufbau und Praxisanwendung eines kennzahlenbasierten Entscheidungsmodells am Beispiel der Automobilindustrie. Katholische Universität Eichstätt, PhD Thesis, 2007.

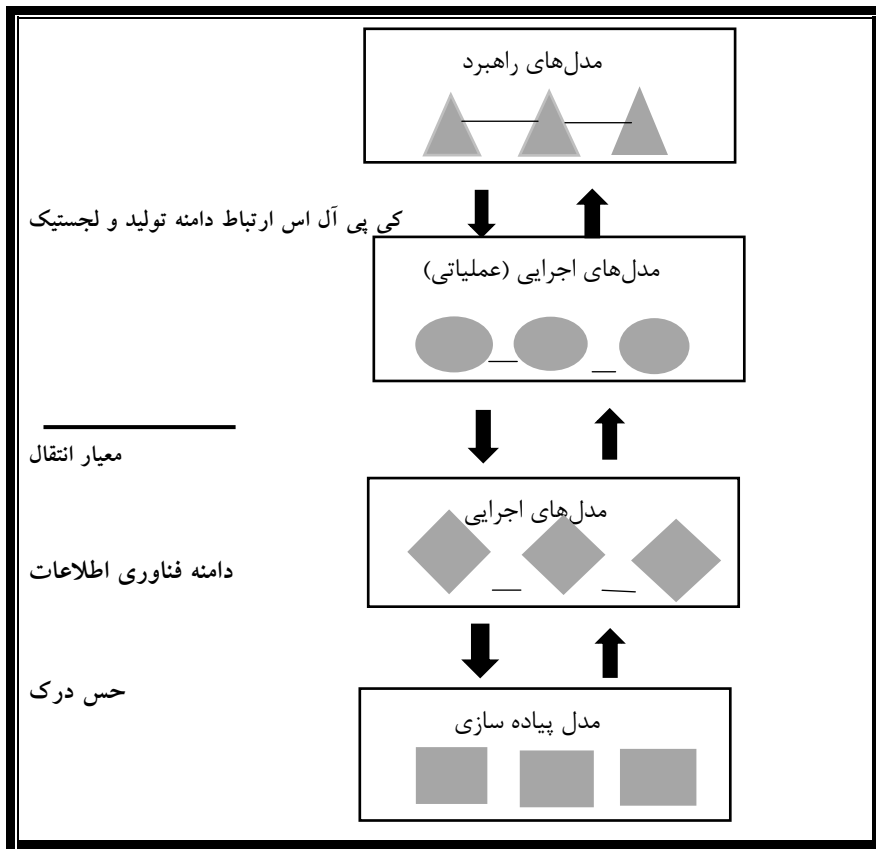
۲ تل‌هامیل ام اینترنت در دین این انترالجیستیک، آلمان، هایدلبرگ، اسپرینگر ورلاگ ۲۰۱۰

به عبارت دیگر، استانداردها برای مواجهه با رشد اطلاعات، مدل‌های پیچیده بیشتر برای اجرای دقیق طرح مورد نیاز است، اما از طرف دیگر، لجستیک و تولید برای کارکرد مؤثر، خواستار طرح‌های تحلیلی شخصی و انعطاف‌پذیر هستند.

شخصی‌گری و انعطاف‌پذیری دست ما را برای تصمیم‌گیری باز می‌گذارد. (گزینه برای تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد.) و همچنین منجر به نیازمندی به تحلیل‌های جزئی متعدد مدل‌سازی می‌شوند. اگر یک طرح تحلیل شخصی باید به‌عنوان مثال در مدیریت زنجیره تأمین در نظر گرفته شود، ضروری است که مدل‌سازی چنین تحلیل‌هایی خیلی با دقت انجام گیرد تا به‌عنوان یک سیستم رفتاری به خصوصی در نظر گرفته شود.<sup>۱</sup> با توجه به دامنه تولید و لجستیک این مقاله شرایط مهندسی لجستیک مدل محور را بیان می‌کند. (شکل شماره دو)

ایده مهندسی لجستیک مدل محور این است که مشخصات و چالش‌های مربوط به لجستیک را از طریق اجرای سطوح گوناگون مدل‌سازی نشان دهد. برای اجرا و پیاده‌سازی این طرح، روش‌ها و تکنیک‌های مؤثر که به برقراری ارتباط میان انواع مدل‌های مختلف کمک می‌کند، مورد نیاز است. با پیروی از ایده تغییر تجارت مدل محور، کمیت اطلاعات از یک سطح راهبرد به سطح پیاده‌سازی و اجرا افزایش پیدا می‌کند. به‌علاوه، هدف اصلی این است که اطلاعات مدل را از بالاترین سطح تا پایین‌ترین سطح و بالعکس ادغام کنیم. علاوه بر دیدگاه عمودی، ارتباط افقی و ادغام مدل‌ها نیز باید در نظر گرفته شود. معمولاً، هر ماهیتی با تعداد زیاد دیگری از ماهیت‌ها در تعامل هستند، به همین علت ارتباط میان مدل‌هایی با ماهیت‌های مختلف هم باید در نظر گرفته شود.

<sup>۱</sup> شیکر جی مختصات و کنترل در پراکسینترن میتالیف اینتر بروسبایستین ای سرویس - لجستیک. دانشگاه ارلانگن ۲۰۰۷



شکل شماره (۲): مهندسی لجستیک مدل محور<sup>۱</sup>

یک تکنیک اساسی برای توانایی ادغام سازی انواع مختلف مدل‌ها برقراری و ارتباط میان آن‌ها جابجایی و نقل و انتقال است. به موجب آن، نه تنها انتقال مدل مورد تحلیل قرار می‌گیرد بلکه تغییر و تحول شیء (هدف) هم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با توجه به سیستم‌های لجستیک و تولید، مقدار زیادی از نقل و انتقالات شیء هم در داخل مدل اتفاق می‌افتد که نشان داده شده است.<sup>۲</sup>

۱ ای. جی. تجارت نقل و انتقال مدل محور و شبکه معنایی، کامون ای سی ام ۲۰۰۵ بخش ۴۸ صفحات ۷۵ تا ۷۷.

۲ لوتجن ام مفهوم مدل‌سازی ادغامی و برنامه‌ریزی و شبیه‌سازی در بحث سناریوهای تولید توسعه یافته در سری تولید سی اف کی، دانشگاه برمن، تز دکترا ۲۰۱۴.

این‌ها مشکلات مدل‌سازی جدی هستند، زیرا که دگرگونی و اصلاح مدل‌سازی معنایی هنوز یک مشکل جدی هستند.<sup>۱</sup> به‌منظور انجام نظارت بر ایده‌ها و مشکلات گوناگون تغییر مدل و هدف، دامنه تولید و لجستیک به‌مانند بحث انفورماتیک موردبررسی قرار خواهد گرفت. پس‌از آن، ملزومات مهندسی لجستیک مدل محور مشخص می‌شوند. درحالی‌که بخش آخر روش‌ها و شیوه‌های امیدبخش مهندسی مدل محور را نشان می‌دهد (ام دی ای). این مقاله با یک جمع‌بندی و چشم‌انداز کوتاه در خصوص تحقیقات بیشتر به پایان خواهد رسید.

### چالش‌های تحول هدف و مدل (نمونه)

#### تغییر و تحول به معنای یک مفهوم سایبرنتیکس

سایبرنتیکس یک شیوه کنترلی و ارتباطی با توجه به یک سیستم پیچیده است، که رشته‌های متعددی را مورد تأثیر قرار داده است، همچون به‌عنوان مثال، بیولوژی، مهندسی، انفورماتیک، مدیریت، جامعه‌شناسی. در تعریف واینر سایبرنتیکس: «علم کنترل و ارتباطات، در حیوانات و نیز ماشین است.»<sup>۲</sup> هدف سایبرنتیکس توسعه زبان و تکنیک‌هایی بود که برای به دست آوردن یک درکی از کنترل و ارتباط به‌طور کلی کمک می‌کرد. واینر ایده آنتروپی (واحد اندازه‌گیری ترمودینامیک) را معرفی کرد؛ ایده‌ای که سطح سازمانی و ساختاری یک سیستم را شرح می‌دهد. او بر این فرض بود که یک سیستم توانایی ساماندهی خودش را ندارد و به‌طور طبیعی به افزایش سطح آنتروپی تمایل دارد. به‌وسیله تحلیل اطلاعات، کنترل می‌تواند یک سیستم را وادار به نگهداری ساختار و سازمانش بکند. این ایده سیستم‌های محدود (بسته) آغازگر یک نکته در یک دیدگاه جدید شد، که راه ورودی به امورات منظم متعددی که ساختارها و رفتارهای یک سیستم را توضیح می‌دهد، پیدا می‌کند. اما سایبرنتیکس هیچ‌گاه به‌خودی‌خود، تبدیل به یک امر منظم نشد. با این‌وجود، یکی از مفاهیم بنیادین در سایبرنتیکس، ایده تفاوت‌های میان اهداف و هدف معینی است که در طی زمان تغییر می‌کند.<sup>۳</sup> بنابراین سایبرنتیکس درک واضح‌تری از لغات انتقالی و تغییراتی نشان می‌دهد.

۱- شخص انجام دهنده: اموالی که مورد تغییر واقع شد

۱میتوس اچ- باربارا کی، رنسیک آ، سمنیاک ام، نمایش نگهداری کامل معنایی در حوزه نقل‌وانتقال مدل - مقایسه تکنیک‌ها، یادداشت نسخه ۲۰۱۰، صفحات ۱۸۳ تا ۱۹۸

۲واینر ان، فرمان شناسی؛ یا کنترل و ارتباط در حیوانات و ماشین‌ها، جی وایلی سال ۱۹۴۸.

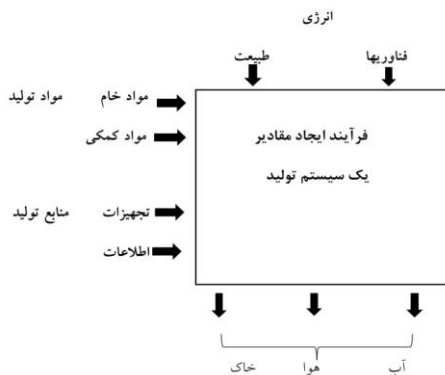
۳شبی دلیو آر، یک تعریف از فرمان شناسی، لندن، چپمن وهال، سال ۱۹۵۷.

- ۲- شخص عامل: عاملی که بر اساس عمل فرد عمل‌گرا اقدام می‌کند.
- ۳- تغییر ماهیت یا حالت دادن: مقادیر موردنظر اموال تغییر کرد.
- ۴- انتقال: واژه انتقال به واسطه دو عامل و یا دو حالت مشخص می‌شود که چه چیزی به چه چیزی تغییر یافته است.
- ۵- تغییر شکل: نوعی از انتقال است که بر اساس نوعی از عمل شخص مفعول است. شخص عامل می‌تواند بیشتر از یک مفعول عمل کند.

این تعریف جهانی کمک می‌کند تا توسعه دامنه تعریف خاص تولید، لجستیک و انفورماتیک را درک کنیم، همان‌گونه که در ذیل به آن پرداخته شده است.

### انتقال یک شیء (هدف) در حوزه تولید

در زمینه تولید واژه تغییر برای تأثیر فرایند ایجاد مقادیر بکار رفته است. این بدین معنی است که حالت هدف توسط یک سیستم تولیدی مورد تغییر قرار گرفته است. بر اساس اصول جعبه-سیاه، سیستم تولید ورودی را به خروجی تبدیل می‌کند. معمولاً، روند تغییر اهدافی را برای جابجایی یک شیء از یک حالت وجودی به یک حالت مطلوب تعیین کرده است. این بدین معنی است که مواد تولیدی به یک محصول تبدیل می‌شوند، که به سبب آن انرژی و منابع تولیدی در آنجا مورد استفاده قرار گرفته است. (شکل شماره سه) این امر منجر به تغییرات محیطی و تأثیر بر روی زمین، هوا و آب می‌شود.



شکل شماره (۳): فرآیند ایجاد مقادیر سیستم‌های تولیدی، به‌طور مقایسه‌ای

روندهای تولید مقادیر سیستم‌های تولید می‌توانند در شش نوع گوناگون فرآیندهای تولیدی طبقه‌بندی شوند که توسط دین ۸۵۸۰ آمده است (جدول شماره یک). در زمینه بحث نقل و انتقال، این امر باید در نظر داشته شود که اکثر روندهای تولیدی نه تنها در برخی موارد خواص یک شیء را تغییر می‌دهد، بلکه به‌عنوان مثال پیوستن دو شیء به یکدیگر و یا تفکیک شدن آن به دو شیء را نیز تغییر می‌دهد. برای نمونه، شکل‌دهی اولیه ایجاد یک شیء توسط مقداری از یک شیء دیگر است، که بعلاوه می‌تواند در یک مرحله‌ی دیگر انجام گیرد.

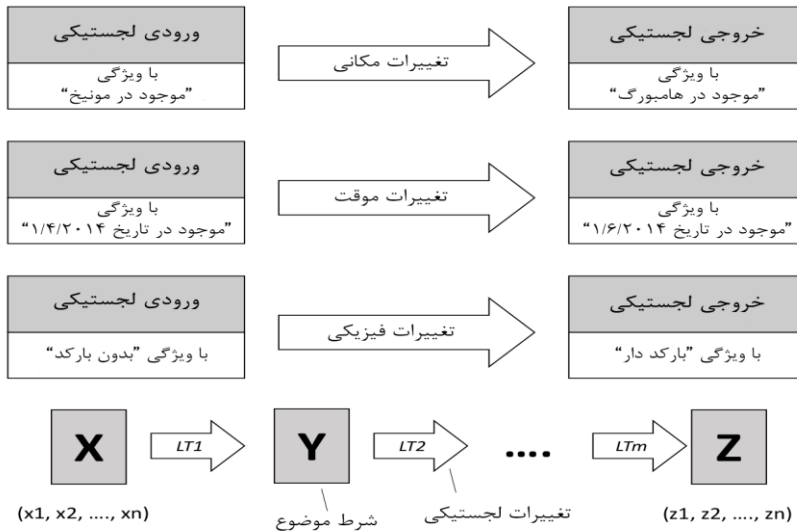
واژه انتقال در حوزه مهندسی تولید به کار نرفته است، بلکه در حوزه جامعه‌شناسی و مدیریت تجارت همراه با تولید به‌عنوان یک موضوع تحقیق به‌کاررفته است. در این حوزه‌ها انتقال به معنای تغییر سیستم تولید توسط رفتار و ساختار خودش می‌باشد که در ارتباط با یک الگوی جدید و یا فناوری است.<sup>۱</sup> به‌علاوه، واژه انتقال در معنای کوتاه شده واژه نقل و انتقال بکار رفته است.

توضیحات	تغییر شکل
شکل‌دهی اولیه، ایجاد یک شکل ابتدایی از مواد مذاب، گازی یا حالت جامد بدون شکل است.	شکل‌دهی اولیه
تولید از طریق اصلاح سه‌بعدی یا شکل‌دهی پلاستیک یک‌شکل، با ثابت نگه‌داشتن جرم و چسبندگی مصالح.	فرم دهی مصالح
به جداسازی محدوده‌ای مصالح، تقسیم گفته می‌شود.	تقسیم
تلفیق به معنی سرهم کردن تکه‌های مختلف به‌منظور ایجاد زیرمجموعه‌ها و همچنین پر کردن و اشباع بخش‌های متخلخل است.	تلفیق
روکش‌دهی یعنی اعمال لایه‌های نازک بر روی اجرا مختلف. به‌عنوان مثال گالوانیزاسیون، رنگ‌کاری و پوشش دادن در فویل.	روکش‌دهی
هدف از اصلاح ویژگی‌های مصالح، تغییر و بهبود شاخصه‌های قطعات است.	اصلاح ویژگی‌های مصالح

جدول ۱. طبقه‌بندی فرآیندهای تولید

## نقل و انتقال شیء در حوزه لجستیک

محدوده لجستیک به وسیله نقل و انتقال کالاها و محموله‌ای که می‌تواند در تمام زمینه‌های تجارت امروزه مانند خرید، تولید و توزیع قرار گیرد، مشخص می‌شود. به بیان دیگر، وظیفه لجستیک پردازش کالاها و محموله با استفاده از نقل و انتقال لجستیکی است.<sup>۱</sup> در حال حاضر سه گونه از نقل و انتقال لجستیکی وجود دارد. (شکل شماره چهار) نقل و انتقال فضایی نحوه تغییر مکان شیء را شرح می‌دهد، که به معنای جابجایی یک شیء است. نقل و انتقال موقت، گذر زمان یک شیء را تا زمانی که در دسترس قرار گیرد، شرح می‌دهد. آخرین نقل و انتقال، انتقال فیزیکی است. این نوع از انتقال خواص فیزیکی یک شیء به خصوص در بحث تولید را تغییر می‌دهد. اما در لجستیک هم برخی نقل و انتقالات فیزیکی تغییر می‌کند، برای مثال برداشتن و دسته‌بندی کردن (شیء). این نقل و انتقالات می‌تواند به عنوان نقل و انتقال لجستیکی (آلتی) توصیف شود. نقل و انتقالی که یک تصویری از لجستیک داخلی، شیء ایکس و خواص آن (ایکس ۱- ایکس ۱ و الی آخر) و لجستیک خروجی، شیء زد با خواص خودش به ما می‌دهد. (زد ۱، زد ۱ و الی آخر)



شکل ۴: انواع نقل و انتقال لجستیکی



بر اساس این سه نوع نقل و انتقال لجستیکی، پنج روند گوناگون لجستیکی تعریف می‌شوند:<sup>۱-۲</sup>

۱. روند انتقال
۲. روند محموله کشتی
۳. انتقال با کشتی
۴. تخصیص دادن
۵. تجمیع
۶. روند ذخیره‌سازی
۷. روند رسیدگی
۸. روند اطلاع‌رسانی

روند انتقال، جابجایی معمول یک شیء است، که به واسطه آن حمل با کشتی در سه زیرمجموعه دسته‌بندی می‌شود؛ نقل و انتقال با کشتی، تخصیص دادن بار (به کشتی)، تجمیع. برای مثال، نقل و انتقال با کشتی به تغییر محتوایی یک شیء از یک کامیون به کامیون دیگر می‌گویند در حالی که تخصیص دادن به معنای خالی کردن چندین جعبه از یک کانتینر است. اما تجمیع معنایی عکس این موارد دارد و به‌عنوان مثال برای بارگذاری چندین جعبه در یک کانتینر به‌کاررفته است.

فرآیند ذخیره‌سازی یک انتقال موقت است. به معنای نزدیک‌تر، روند رسیدگی به معنای تعدادی تغییر فیزیکی که با تعداد کمی تغییر فضایی همراه است، می‌باشد. در تعریف وی دی آی ۲۸۶۰ واژه رسیدگی می‌تواند در هر روندی که نیازمند جابجایی یک شیء حتی در فواصل کوتاه است نیز، قرار بگیرد. به دلیل اینکه لجستیک با داشتن هدف درست که در زمان مناسب و با کیفیت و کمیت مناسب و در جای مناسبی قرار گرفته، و فرآیندهای اطلاعاتی برای هماهنگ‌سازی موردنیاز است.

### نقل و انتقال مدل در حوزه انفورماتیک

نقل و انتقال مدل بخشی از مهندسی مدل محور است و به‌صورت نقل و انتقال مدل‌ها اعمال

1 Steven M. Handbuch Produktion: Theorie - Management - Logistik - Controlling. Stuttgart: Kohlhammer Verlag; 2007.

2 Mens T, Van Gorp P. A Taxonomy of Model Transformation. Electron Notes Theor Comput Sci 2006;152:125-42.

می‌شود. (نقل و انتقال مدل‌ها را اجرایی می‌کند) منز و ون گروپ یک طبقه‌بندی در خصوص نقل و انتقال مدل را پیشنهاد می‌کنند.<sup>۱</sup> در ذیل برخی از نظرات مهم به‌طور خلاصه مورد بازبینی قرار می‌گیرد.

کلپیه و همکاران تعریفی از نقل و انتقال مدل فراهم آوردند که بین نقل و انتقال، مفهوم نقل و انتقال، و قوانین نقل و انتقال تفاوت قائل شده است.<sup>۲</sup>

«یک نقل و انتقال، بر طبق مفهوم نقل و انتقال، تولید خودکار مدل هدف از یک مدل منبع است. یک مفهوم نقل و انتقال مجموعه‌ای از قوانین نقل و انتقال است که روی هم‌رفته این موضوع را شرح می‌دهد که چگونه یک مدل در زبان منبع می‌تواند به یک مدل در زبان هدف تبدیل شود. یک قانون نقل و انتقال توصیف این امر است که چگونه یک یا چند ساختار در زبان منبع می‌تواند به یک یا چند ساختار در زبان هدف تبدیل شود.»

بعلاوه، این نظر که مدل‌ها توسط تغییراتی ادغام یا تفکیک می‌شوند نیز وجود دارد. این بدین معناست که یک مدل تغییر، چندین مدل منبع و یک مدل هدف را دارا می‌باشند. با توجه به سطح برداشت آن‌ها می‌توانند بین تغییر مدل‌های افقی یا عمودی مورد تمیز قرار بگیرند. در بحث تغییر مدل افقی مدل منبع و مدل هدف سطح یکسانی از مفهوم دارند، درحالی‌که تغییر مدل عمودی، مدل‌های منبع و هدف آن سطوح مختلفی از مفهوم را دارا می‌باشند. یک دیدگاه دیگر در خصوص نقل و انتقال به‌واسطه تغییر مدل درونی و بیرونی به‌دست آمده است. نقل و انتقالات درونی تغییراتی هستند که بین مدل‌هایی که در زبان‌های مشترک بیان شده‌اند، قرار دارند. نقل و انتقالات بیرونی تغییراتی هستند که بین مدل‌هایی که از زبان‌های مختلف استفاده می‌کنند قرار دارند. موارد رایج در مورد تغییرات بیرونی این موارد هستند:<sup>۳</sup>

- ۱- ترکیب تغییر مشخصات از سطح بالا (به‌طور مثال مدل طراحی) به مشخصات سطح پایین (به‌طور مثال برنامه قابل اجرا) که به‌عنوان تولید کد شناخته شده است. تغییر برعکس از یک مشخصات سطح پایین به مشخصات سطح بالا به‌عنوان مهندسی معکوس شناخته می‌شود.
- ۲- مفهوم واژه مهاجرت انتقال از یک برنامه نوشته شده در یک زبان به زبان دیگر را توصیف

۱ کلپیه آ. و ارمر جی بست. دلبلیو آی ام دی. طراحی مدل محور. تمرین و تعهد. شهر یوسون، ادیسون و سلی مدل ۲۰۰۳.

۲ اشویت دی سی. معرفی طراح مهمان: مهندسی مدل محور، ۳۱- ۲۵-۳۹، ۲۰۰۶. IEEE Comput

۳ مونتريکس آل، یو وای، ورمیلینگر ام. مشکلات در ارائه معرفی حوزه خاص در مهندسی مدل محور، مدل نرم‌افزاری. انگلیس- سن فرانسیسکو آمریکا سال ۲۰۱۳.

می‌کند، اما با نگره‌داشتن همان سطح یکسان مفهومی.

موارد رایج در مورد تغییرات درونی موارد زیر هستند:<sup>۱</sup>

۱- فاکتورگیری مجدد به تغییر ساختار درونی یک نرم‌افزار به‌منظور بهبود کیفیت آن بدون تغییر کردن حرکت قابل‌مشاهده آن می‌گویند.

۲- ساده‌سازی و نرمالیزه سازی برای کاهش پیچیدگی ترکیبی استفاده‌شده است، درحالی‌که پالایش رسمی به معنای استفاده از منطق مستدل درجه‌یک و یا نظریه‌پردازی است. این مورد می‌تواند رفته‌رفته درراهی که نتایج نهایی آن دقیقاً در یک‌زبان خاص مورد‌استفاده قرار می‌گیرد پالایش شود.

### ملزومات مهندسی لجستیک مدل محور

با تحلیل ایده‌های متفاوت انتقال و نقل‌وانتقال، مشخص شد که تولید و لجستیک بر نقل‌وانتقال شیء متمرکز هستند درحالی‌که انفورماتیک بر نقل‌وانتقال مدل تمرکز دارد. باین‌حال، جنبه‌هایی وجود دارد که در مبحث مهندسی مدل محور باید در نظر گرفته شود. در حقیقت، نقل‌وانتقال شیء ساده نیست و نیازمند دانش تکنیکی، لجستیکی به‌مانند دانش اقتصادی است تعداد زیادی از مسائل مربوط به مهندسی لجستیکی مدل محور وجود دارد، که در حال حاضر مشخص یا حل‌نشده‌اند.

ما خصیصه‌های زیر را مشخص کردیم، که برای تکامل نظریه مهندسی لجستیک مدل محور مفید هستند:

- ۱- بازدید سیستم‌های مختلف
- ۲- مدل‌سازی مخصوص بخش صنعت
- ۳- مهندسی (دوباره) روند سیستم‌ها
- ۴- سطوح مجموع مقیاس‌پذیر
- ۵- قابلیت همکاری داشتن مدل‌های انتقالی لجستیک، تجارت و تولید
- ۶- مدل‌سازی مفهومی و شبیه‌سازی یکپارچه
- ۷- تولید اطلاعات محور مدل‌های مفهومی

۱دخینت آ. چالویی آ. خولادی کا. در رابطه با استفاده از نقل‌وانتقال مدل‌ها برای تعیین رفتارهای متحرک یک سیستم تولیدی.

## ۸- آمادگی برای صنعت

تولید و لجستیک بسیار مسئله فراگیری است. تعداد زیادی از سهامداران در خصوص سیستم لجستیک و تولید علایق و اهداف مختلفی دارند، بعلاوه نظرات گوناگون به منظور هماهنگ‌سازی علایق سهامداران و استفاده از دانش آن‌ها برای طراحی یک سیستم مؤثر، موردنیاز است. نه تنها جریان اطلاعات، بلکه کنترل و مواد موردنیاز است. امروزه، انرژی همانند جریان مالی و مکانیکی باید بخشی از چنین مدل‌هایی باشد. معمول‌ترین و قابل‌درک‌ترین راه استفاده از شیوه مدل‌سازی دوبعدی متمرکز است، اما در حیطه لجستیک و تولید همچنین لازم است که محیط مدل‌سازی مجازی سه‌بعدی نیز در آن ادغام شود. زیرا نه تنها تمام سهامداران در زمینه علم اطلاعات متخصص و ماهر هستند، لازم است که یک مدل را به بخش و یا صنعت، به‌جایی که به آن تعلق دارد بیاوریم. این بدین معناست که دامنه مدل‌سازی خاص، چالش اصلی تولید و لجستیک می‌باشد. زبان، همچنین نشانه‌گذاری‌ها و معناسازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند تا برای کارشناسان حوزه قابل‌درک باشند. همچنین، طبقه‌بندی خودکار اجزای مدل خاص یک حوزه به مشخص کردن دامنه‌ها و دادن یک ایده قابل انجام کمک می‌کند. همچنین مدل‌سازی راهنمای رایانه می‌تواند به واسطه این طبقه‌بندی، برای بررسی مدل‌های نمونه‌سازی سودمند باشد. روندهای ادراکی (حسی) باید به کارشناسان حوزه کمک کند تا از نظرات گوناگون به‌طور کلی استفاده کنند، چراکه وضعیت کنونی پیشرفت مدل‌سازی باید قابل‌شناسایی باشد. جنبه دیگر مهندسی لجستیک مدل محور، روند مهندسی سیستم (یا دوباره مهندسی کردن سیستم) است. که باید به شناخت تناقضات معنایی و ترکیبی کمک کند، چراکه پتانسیل بهینه‌سازی برای مثال به واسطه مقایسه با ساختار یک سیستم دیگر با عملکرد مشابه به دست می‌آید. همچنین، شاخص کلید اجرایی برای ارزشیابی و تعداد گزینه‌هایی از تولید خودکار یک سیستم که باید مورد اکتشاف قرار گیرد، موردنیاز است. زیرا مدل‌سازی سیستم‌های لجستیک و تولید بسیار پیچیده است و نیازمند سطوح تجمعی قابل‌اندازه‌گیری است، که اجازه اندازه‌گیری هم در بعد فضایی و همچنین بعد موقتی (زمانی) را می‌دهد، مثل پردازشگری. اما نه تنها پردازش و بازدید سیستم باید قابل‌اندازه‌گیری باشند، همچنین محاسبه شاخص کلید اجرایی نیز باید قابل‌اندازه‌گیری باشد.

قابل اجرا بودن مدل‌های انتقالی لجستیک، تولید و تجارت به‌شدت موردنیاز است به دلیل اینکه در حال حاضر هر بخش، ناظر اهداف خودش و اثر هم‌افزایی است که نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، زیرا هیچ‌گونه طرح یکپارچه و طرح سیستمی وجود ندارد. اتصال مدل افقی و اشتراکی

باید به غلبه بر چنین مشکلاتی کمک کند. همچنین فرصت‌های تبادل اطلاعات استاندارد برای مدل‌ها باید توسعه پیدا کند و باید امکان اتصال/ادغام روند تجارت مدل‌های جهت‌دار با مدل‌های فیزیکی به‌منظور دسترسی به جنبه‌های تکنیکی تولید و لجستیک را ممکن کند. به‌طورکلی، داشتن گزینه برنامه‌ریزی جامع و شبیه‌ساز شده، که اجازه تولید مدل‌های شبیه‌سازی‌شده توسط مدل‌های مفهومی از مدل‌های متغیر را می‌دهد، ضروری است. برای تصور بهتر، امکان تولید اجزای واقعی و ساختار برنامه‌ای از نرم‌افزار لجستیک و تولید وجود دارد. در نتیجه، کد منبع باید به وجود بیاید و همچنین ارتباطات مخابراتی و پروتکل‌ها باید امکان‌پذیر باشد.

حداقل، این روند باید قابل‌برگشت (معکوس) باشد و مدل‌های مفهومی باید خارج از فضای اطلاعات برنامه و صورت عملیات تولید شوند. یک جنبه مهم دیگر آمادگی برای صنعت ۴،۰ است. جهان تولید و لجستیک در حال تغییر است و باید امکان مدل‌سازی تولیدات، اجزا و زیرساخت‌های کوچک به‌مانند جنبه‌های گوناگون ساختارهای کنترلی خودمختار وجود داشته باشد.

### شیوه‌های امیدبخش در خصوص مهندسی مدل محور

زمینه مهندسی مدل محور دربردارنده تعداد زیادی از شیوه‌های تحقیقاتی خلاقانه است که می‌توانست در خصوص نشان دادن ملزومات چالش‌های مهندسی لجستیک مدل محور مورد استفاده قرار بگیرد. چالش اصلی غلبه بر مشکلات استانداردسازی و شخصی‌سازی با توجه به پیچیدگی آن می‌باشد. این امر نشانگر آن است که تلاش (ام دی ای) بیشتر بر آن است که به‌واسطه استفاده از زبان مدل‌سازی حوزه خاص بیشتر جنبه شخصی پیدا کند. (دی اس ام آل) اما از طرفی تلاش می‌کند که این روند را درروشی که (دی اس ام آل) توسط مدل اصلی توصیف شده است، استانداردسازی کند؛ که می‌تواند برای مدل انتقالی مورد استفاده قرار گیرد. زبان مدل‌سازی حوزه خاص (دی اس ام آل) زبان مدل‌سازی است که هدفش ارائه یک مفهوم مؤثر از یک حوزه به‌خصوص، مانند خدمات مالی، تولیدی و لجستیکی است.<sup>۱</sup>

توصیف حوزه خاص از معنانشناسی با استفاده از اهداف کلی زبان مدل‌سازی، مثل (یو ام آل) گاهی اوقات خیلی پیچیده و یا حتی غیرممکن است. کاربرد (دی اس ام آل) به معنای ساده ساز کردن بهره‌وری و نیز افزایش دقت مدل در یک‌راه خاص است. عوامل کلیدی، معنی‌شناسی و محدودیت یک حوزه به‌طور دقیق در بحث متامدل تعریف شده است که می‌تواند توسط

۱ جیاچتی جی، مارین بی، پاستور او. استفاده از یو ام آل به‌عنوان زبان مدل‌سازی حوزه خاص. یک پیشنهاد برای نسل اتوماتیک پروفایل یو ام آل. سال ۲۰۰۹ صفحات ۱۱۰ تا ۱۲۴.

کارشناسان حوزه برای بیان رفتارهای سیستم که بیشتر ادراکی است مورد استفاده قرار بگیرد. دختینت و همکاران روشی از تعریف (دی اس ام آل) را برای سیستم‌های تولیدی با استفاده از چهارچوب (جی ام ای - محیط مدل‌سازی عمومی) ارائه کرده‌اند. مدل‌سازها می‌توانند یک مدل سیستمی تولیدی ساده ایجاد کنند و این (دی اس ام آل) را به یک مدل مفهومی شناخته شده منتقل کنند (شبکه پتری، ماشین حالت وضعی و ...) تا مانند یک تأییدیه رسمی عملکرد معینی را اجرا کند. با استفاده از چنین روش‌هایی از (دی اس ام آل) نیاز به نرم‌افزار معیاری پیشرفته برای مدل‌سازی یک سناریوی ساده کاهش پیدا می‌کند و مدل‌سازی با استفاده از دامنه علامت‌ها و گرافیک‌های معروف، ساده‌تر خواهند شد. در معرفی (دی اس ام آل) بین معرفی دی اس ام آل تک‌کاره و یو ام آل پروفایل می‌توان تمایز قائل شد، همان‌طور که به عوامل (یو ام آل) از طریق یکنواخت‌سازی و ارزش‌گذاری، می‌توان معنی‌شناسی را به آن اضافه کرد.<sup>۱</sup> شیوه‌هایی هستند که تلاش می‌کنند (دی اس ام آل) را به صورت خودکار با استفاده از پروفایل (یو ام آل) طراحی کنند.<sup>۲</sup> این امر اجازه می‌دهد که کارایی چنین مدل‌هایی ارتقاء پیدا کنند. شیوه دیگر مدل‌سازی یکپارچه و یا مشترک است. والتر و همکاران یک ساختار بی‌همتا را ارائه کرده‌اند، که مجوز تمرکززدایی در مدل‌سازی تکی را می‌دهد، که مدل‌ها را بعداً باهم ترکیب می‌کند.<sup>۳</sup> اگر مدل‌ها و (دی اس ام آل) متفاوت باشد روش "والکیلو" می‌توانست مفید باشد.<sup>۴</sup> او مدل‌های مختلف (دی اس ام آل) را باهم ترکیب می‌کرد، که این کار اجازه حل مشکلات دامنه خاص در یک روش یکپارچه را می‌داد. همچنین، یک مورد اساسی مقایسه و همسان‌سازی مؤثر مدل‌ها و گیتی شناسی است. (هستی‌شناسی مدل‌ها)<sup>۵</sup>

به‌طور کلی، همسان‌سازی برمی‌گردد به عواملی که نماینده یک ایده یا محصول هستند. به‌علاوه، لین و همکاران ابزار تفکیکی برای مدل‌های حوزه خاص را گسترش دادند، که مشخص

۱ والسلیو آ. در خصوص ترکیب زبان‌های مدل‌سازی حوزه خاص. سال ۲۰۱۰ صفحات ۳۰۵ تا ۳۲۰.

۲ اسنغان ام. کوردی جی آر. بررسی شیوه‌های مقایسه مدل و نرم‌افزار. مدل. سال ۲۰۱۳ کنفرانس بین‌المللی مدل‌ها انگلیس سال ۲۰۱۳ صفحات ۲۶۵ تا ۲۷۷.

3 Walter P, Werth D. Eine Peer-to-Peer Infrastruktur zur Konstruktion kollaborativer Geschäftsprozesse Einleitung und Motivation. Proc. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, MKWI, 26.2.2008 - 28.2.2008, München: 2008, p. 267-78.

۴ والکیلو آ. در خصوص ترکیب زبان‌های مدل‌سازی حوزه خاص. سال ۲۰۱۰ صفحات ۳۰۵ تا ۳۲۰.

۵ لین وای. گری جی. جوالف اف. تفاوت ابزارها برای مدل‌های حوزه خاص. یور ای. سال ۲۰۰۷. صفحات ۳۴۹ تا ۳۶۱.

می‌کرد که کدام‌یک از دو مدل‌ها از لحاظ وضعی برابر هستند.<sup>۱</sup> اکثر روش‌ها بر روی همسان‌سازی چنین متامدل‌های متمرکز هستند، در صورتی‌که همسان‌سازی معنایی هنوز مشکل بزرگی است. کپل و همکاران شیوه‌ای را ارائه کرده‌اند که، بر اساس دانش کاربر در خصوص مفهوم زبان مدل‌سازی استوار است.<sup>۲</sup>

چنین نگاره‌هایی (نقشه‌برداری‌هایی) از مدل‌های میانی باید مجوز تعریف مکفی از نقل و انتقالات مدل یا نمونه را صرف‌نظر از ارتباطات معنایی بدهد و نیز باید نسبت به قوانین نقل‌وانتقال مخصوص بیشتر با کاربر سازگاری داشته باشد. یکی از شیوه‌های بسیار چالش‌برانگیز ایده طراحی زبان مدل‌سازی توسط نمایش است.<sup>۳</sup> به‌طور کلی، گوناگونی روش‌های نقل‌وانتقال منجر به توسعه نقل‌وانتقال مدل‌های گوناگون شده است.

۱- ابزار هدف‌های عمومی شامل ای جی جی، پروگرسو جی آر جی نت. نت "

۲- ابزار مهندسی دوباره شامل فوجیبا

۳- ابزار نقل‌وانتقال مدل به مدل شامل گریت، اتم<sup>۳</sup>، و مولا

۴- ابزار چک و تأیید کردن مدل شامل ویاترا، گروو و چک وی‌ام آل

یک تلاش خوب در جهت سیستم‌های لجستیک و تولید مهندسی مدل محور توسط کروسکی و همکاران انجام شد.<sup>۴</sup> هدف آن‌ها یک چهارچوب برای مدل‌سازی سیستم‌های لجستیک و تولید با تأکید بر نقل‌وانتقال مدل بود.

## نتیجه‌گیری

ایده مهندسی لجستیک مدل محور توسط یک‌چشم انداز سیستم‌های لجستیک قدرتمند و انعطاف‌پذیر تحت انگیزه قرار گرفت، که می‌تواند به‌صورت مجازی و به‌طور مؤثری مفهومی توسط سیستم‌های فناوری اطلاعات و نرم‌افزار منطبق با آن طراحی شود. در نتیجه، مدل‌های چنین

1 Kappel G, Langer P, Retschitzegger W. Model Transformation By example: A survey of the first wave. 2012;7260:197-215.

۲ چو اچ - گری جی - وایت جی. تک وی. چالش‌های کلیدی برای زبان مدل‌سازی ساخته‌شده توسط دمنستریشن. ابزارهای مدل سال ۲۰۱۱.

۳ امتز تی، گورب پی وان، واررو دی، کارسای جی، اعمال طبقه‌بندی نقل‌وانتقال مدل برای فناوری نقل‌وانتقال طرح. سال ۲۰۰۶ صفحه ۱۵۲.

۴ کربوسکی اچ جی، فرانک ام، هربرنیک کا، کوسکه اس، توین کی دی، ون تاس سی، به سوی یک شیوه جامع برای انتقال مدل‌های لجستیکی. برمن، آلمان. سال ۲۰۱۴

سیستمی نباید به یک شرکت یا کارخانه محدود باشد، بلکه باید قادر به غلبه بر شکاف میان حوزه‌های مختلف، تکنیک‌های مدل‌سازی و سطوح نمونه‌برداری باشد. در حال حاضر، دو روش عمده از مهندسی مدل محور (ام دی ای) برای مواجهه با چنین مشکلاتی مناسب هستند؛ زبان مدل‌سازی حوزه خاص (دی اس ام آل) و روش‌های نقل‌وانتقال مدل. زبان‌های مدل‌سازی حوزه خاص (دی اس ام آل) می‌تواند به نزدیک‌تر کردن مدل‌ها به واقعیات دنیای حقیقی کمک کند و نقل‌وانتقال مدل می‌تواند به برگرداندن چنین مدل‌هایی به سطوح نمونه‌برداری و تکنیک‌های مهندسی نرم‌افزار کمک کند. بنابراین، حوزه‌های تولید و لجستیک توسط کاربردهای نقل و انتقالی موضوع‌شان مورد تحلیل واقع شده‌اند و ضروریات مهندسی لجستیک مدل محور تعریف شده است. تا حد امکان شیوه‌های امیدبخش مهندسی مدل محور معرفی شده است، که نشان می‌دهد رویای مهندسی لجستیک مدل محور یک خیال و توهم نیست. تحقیقات بیشتر چهارچوب مهندسی مدل محور را تعیین خواهند کرد، که اجازه اعمال تکنیک‌های مدل مختلف شبیه‌سازی و مدل‌سازی را بر اساس یک طرح می‌دهد و سیستم‌های لجستیک را در راه‌های مورد مؤثر ارزیابی می‌کند.

## منابع

- Ashby WR. An Introduction to Cybernetics. London: Chapman and Hall Ltd; 1957.
- Bellgran M, Säfsten EK. Production Development: Design and Operation of Production Systems. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2010.
- Dekhinet A, Chaoui A, Khoualdi K. On the use of models transformation to specify the dynamic behavior of production system. Rev Des Sci
- Derler P, Lee E a., Vincentelli a. S. Modeling Cyber-Physical Systems. Proc IEEE 2012;100:13-28.
- eines kennzahlenbasierten Entscheidungsmodells am Beispiel der Automobilindustrie. Katholische Universität Eichstätt, PhD Thesis, 2007.
- Eng. @ ICSE 2013, 18-19 May 2013, San Francisco, CA, USA: 2013, p. 1-6.
- Giachetti G, Marín B, Pastor O. Using UML as a Domain-Specific Modeling Language: A Proposal for Automatic Generation of UML Profiles. Lect Notes Comput Sci 2009;5565:110-24.



H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter H-DH, editor. Dyn. Logist., Berlin: Springer Verlag; 2008, p. 381–90.

Hans C, Hribernik KA, Thoben KD. An approach for the integration of data within complex logistics systems. In Dynamics in Logistics. In:

Huber A, Laverentz K. Logistik. München: Vahlen Verlag; 2011.

Hubka V, Eder WE. Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design. Berlin: Springer Verlag; 1988.

Kleppe, A., Warmer, J., Bast. W. MDA Explained, The Model-Driven Architecture: Practice and Promise. Boston: Addison Wesley; 2003.

La Technol - RST 2013;4:124–32.

Lee J. Model-Driven Business Transformation and the Semantic Web. Commun ACM 2005;48:75–7.

Lütjen M. Modellierungskonzept zur integrierten Planung und Simulation von Produktionsszenarien entwickelt am Beispiel der CFKSerienfertigung.

Mathias H, Barbara K, Rensink A, Semenyak M. Showing Full Semantics Preservation in Model Transformation – A Comparison of

Mens T, Van Gorp P. A Taxonomy of Model Transformation. Electron Notes Theor Comput Sci 2006;152:125–42.

Montrieux L, Yu Y, Wermelinger M. Issues in representing domain-specific concerns in model-driven engineering. Work. Model. Softw.

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, MKWI, 26.2.2008 - 28.2.2008, München: 2008, p. 267–78.

Profiles. Lect Notes Comput Sci 2009;5565:110–24.

Rennemann T. Logistische Lieferantenauswahl in globalen Produktionsnetzwerken: Rahmenbedingungen, Aufbau und Praxisanwendung

Rhoades LJ. The Transformation of Manufacturing in the 21st Century. Bridg - Link Eng Soc 2005;35:13–20.

Schicker G. Koordination und Controlling in Praxisnetzen mithilfe einer prozessbasierten E-Service-Logistik. University of Erlangen, 2007.

Schmidt DC. Guest editor's introduction: Model-driven engineering. IEEE Comput 2006;39:25-31.

Spur G. Produktion. In: Czichos H, Hennecke M, editors. HÜTTE - Das Ingenieurwissen, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg;

Stephan M, Cordy JR. A Survey of Model Comparison Approaches and Applications. Model. 2013 - Int. Conf. Model. Eng. Softw. Dev.ments., 2013, p. 265-77.

Steven M. Handbuch Produktion: Theorie - Management - Logistik - Controlling. Stuttgart: Kohlhammer Verlag; 2007.

Techniques. Lect Notes Comput Sci Vol 2010;6396:183-98.

Ten Hompel M. Internet der Dinge in der Intralogistik. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag; 2010.

University of Bremen, PhD Thesis, 2014.

Vallecillo A. On the Combination of Domain Specific Modeling Languages. Lect Notes Comput Sci 2010;6138:305-20.

Walter P, Werth D. Eine Peer-to-Peer Infrastruktur zur Konstruktion kollaborativer Geschäftsprozesse 1 Einleitung und Motivation. Proc.

Wiener N. Cybernetics; or, Control and communication in the animal and the machine. J. Wiley; 1948.