

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ E-MANUFACTURING

Ю. И. Толуев, К. Рихтер (Магдебург)

Аннотация

В докладе рассматривается возникновение концепции e-Manufacturing в промышленности Германии и влияние этой концепции на развитие средств интеграции компьютерных моделей физических объектов и производственных процессов. Сообщается о деятельности института IFF в Магдебурге, связанной с построением как имитационных, так и графических VR-моделей в рамках концепции e-Manufacturing.

1. Возникновение концепции e-Manufacturing

В конце 90-х годов практически все автомобилестроительные концерны Германии пришли к выводу о том, что возникли условия для реализации качественно нового уровня автоматизации процессов на всех этапах жизненного цикла изделия: начиная с эскизного проектирования и заканчивая утилизацией отслужившей свой срок техники. Эти условия были обеспечены, с одной стороны, уровнем развития базовых информационных технологий, а с другой – большим положительным опытом применения этих технологий на самих предприятиях. Для производства, существующего в условиях «тотальной информатизации», было предложено несколько различных названий, из которых наиболее прочные позиции завоевал термин *Digitale Fabrik* (цифровая фабрика). Иногда в публикациях употребляются термины *Virtuelle Produktion*, *Virtuelle Fabrik* и *e-Factory*. Прямым переводом термина *Digitale Fabrik* на английский язык является *Digital Factory*, но более часто сущность *Digitale Fabrik* сегодня выражают с помощью «интернационального» термина *e-Manufacturing*.

Основным содержанием идеи *e-Manufacturing* является непрерывное (если переводить буквально используемую при этом немецкую терминологию, то – сплошное) применение цифровых моделей в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем. При этом в виде цифровых моделей отображаются не только сами изделия (например, в виде двумерных или трёхмерных CAD-чертежей), но и все средства производства, а также производственные и логистические процессы. Специальные способы хранения всех относящихся к сфере *e-Manufacturing* данных и средства управления этими данными создают условия для информационной интеграции всех видов деятельности, которые связаны с подготовкой и реализацией процесса производства. Сами люди, участвующие в этой деятельности, получают возможность наблюдать статические объекты или динамические процессы, как правило, в виде трёхмерных изображений, создаваемых с помощью методов VR (виртуальной реальности). Ставится цель, достичь с помощью *e-Manufacturing* такого уровня моделирования объектов и процессов, при котором реальный процесс производства будет начинаться только тогда, когда абсолютно все его элементы будут изучены и оптимизированы с помощью моделей. Для специалистов на производстве главным должен стать принцип: «Буду делать только то, что я уже наблюдал на экране компьютера».

Конечно, никто не ожидает очень быстрого перехода огромных по своим масштабам производств на стопроцентный режим *e-Manufacturing*. Однако многие крупные концерны заявили очень решительно, что пойдут по данному пути «до конца». Наиболее «амбициозно» ведёт себя *DaimlerChrysler* [1]. Официально объявлено, что, начиная с 2005 года, ни одна промышленная установка не будет приниматься в эксплуатацию, если она не будет проверена с помощью соответствующей цифровой модели, которая эту установку будет потом постоянно сопровождать. Очень тесно сотрудничает

с DaimlerChrysler на данном поприще Mercedes-Benz Pkw [1]. Концерн Opel поместил в интернете большую публикацию [2], в которой он рассказывает об успешной реализации концепции e-Manufacturing при строительстве нового завода в городе Рюссельсхайм. В прессе можно найти материалы об активности в направлении e-Manufacturing, которую проявляют также BMW и Audi. В качестве зарубежного «передовика» чаще всего упоминается Toyota. Из «неавтомобильных» концернов следует отметить в первую очередь Airbus, который внедряет концепцию e-Manufacturing на сборке нового аэробуса A380 на заводе в Гамбурге. Очень интересные дискуссии возникают в связи с тем фактом, что на автомобильную промышленность Германии работают около 1000 предприятий-поставщиков, перед которыми ставится задача обеспечения «модельной совместимости» их изделий.

2. Модели и программные продукты для реализации концепции e-Manufacturing

Из вышесказанного следует, что для реализации концепции e-Manufacturing необходимо иметь всего три группы программных продуктов:

- средства для «интеллектуального» хранения разнообразных текстовых и графических данных, первоначально представленных в самых различных форматах;
- средства для компьютерного моделирования объектов и процессов;
- средства для визуализации результатов моделирования методами VR.

Иногда всю суть концепции e-Manufacturing с точки зрения моделирования описывают формулой «Simulation + Virtual Reality». С точки зрения производителя при внедрении e-Manufacturing должна обеспечиваться интеграция процессов управления потоками данных между такими, уже ставшими для него обычными, системами, как CAD (Computer Aided Design), CAE (Computer Aided Engineering) и PDM (Product Data Management). Нейтральное выражение «компьютерное моделирование» применено в данном тексте потому, что с термином Simulation в таких комплексных системах надо обращаться очень осторожно, то есть надо стараться точно понять, о каком «имитационном моделировании» идёт речь в каждом случае. На предприятии, внедрившем концепцию e-Manufacturing, можно встретить очень разные виды моделей, как, например:

- модели сборочных конвейеров;
- модели систем транспортировки грузов по территории предприятия с помощью мобильных средств (погрузчиков, трейлеров и т. п.);
- модели стационарных напольных и подвесных систем транспортировки грузов (конвейеров различной конструкции);
- модели складских процессов (приём грузов, перемещение грузов в зоны хранения и обратно, отбор, комплектация, упаковка и отправка грузов);
- модели технологических операций, выполняемых роботами (кинематические и временные модели);
- модели технологических операций, выполняемых рабочими (кинематические, временные и эргономические модели);
- кинематические модели процессов перемещения крупных объектов (например, фюзеляжа самолёта, корпуса судна и т. п.);
- модели типа Digital Mock-up (анализ взаимного пространственного расположения компонентов узла или готового изделия);
- модели физического изменения изделий при выполнении технологических операций (например, при прессовке деталей кузова из жести);

- модели типа Crashtest (например, для изучения последствий удара изделия о препятствие).

Лишь первые четыре типа моделей относятся к классу «логистических», и они могут создаваться с помощью любых коммерческих симуляторов для процессов с дискретными событиями. Список наиболее часто применяемых языков моделирования и симуляторов этого класса выглядит так: GPSS, Simula, Arena, AutoMod, eM-Plant, Extend, ProModel, QUEST, SIMFACTORY II.5, Taylor ED и WITNESS. Сутью моделируемых процессов в таких моделях является перемещение во времени и в пространстве, как правило, большого количества объектов, образующих в совокупности некие «потoki». Такие модели поэтому и в пределах e-Manufacturing часто называют Material Flow Models (Materialfluss-Modelle). Все остальные типы моделей требуют для своей реализации применения других – иногда очень специальных – средств моделирования. В список не вошли модели внешней логистики предприятия (цепей поставок и т. п.), так как они несколько выходят по своей «философии» за рамки концепции e-Manufacturing. Такие модели, однако, также весьма распространены, и для их построения могут применяться отмеченные выше симуляторы. Следует заметить, что программное обеспечение e-Manufacturing должно поддерживать не только решение традиционных задач моделирования, но и такие операции, как проектирование производственных площадей (layout planning), оценивание времени выполнения технологических операций (time management) и др. VR-модели могут создаваться как в среде самих пакетов моделирования, так и с помощью таких универсальных средств, как язык VRML, который, фактически, стал стандартным средством представления трёхмерных графических моделей в промышленных приложениях.

Только две фирмы на европейском рынке программных продуктов заявили, что готовы предложить полные наборы взаимно совместимых продуктов для поддержки внедрения концепции e-Manufacturing. Таковыми являются фирмы Tecnomatix и DELMIA (см. рис. 1 и 2). Ядром каждой системы является специальный банк данных, в котором представлены три базовые структуры данных производственного назначения, называемые «Product, Process and Resources» (сокращенно – PPR). У Tecnomatix этот банк данных называется eManufacturing Server (eMS), а у DELMIA – PPR Hub. В качестве инструмента для решения задач моделирования материальных потоков Tecnomatix предлагает симулятор eM-Plant, а DELMIA – симулятор QUEST. С другими программными продуктами можно ознакомиться, посетив страницы этих фирм в интернете.

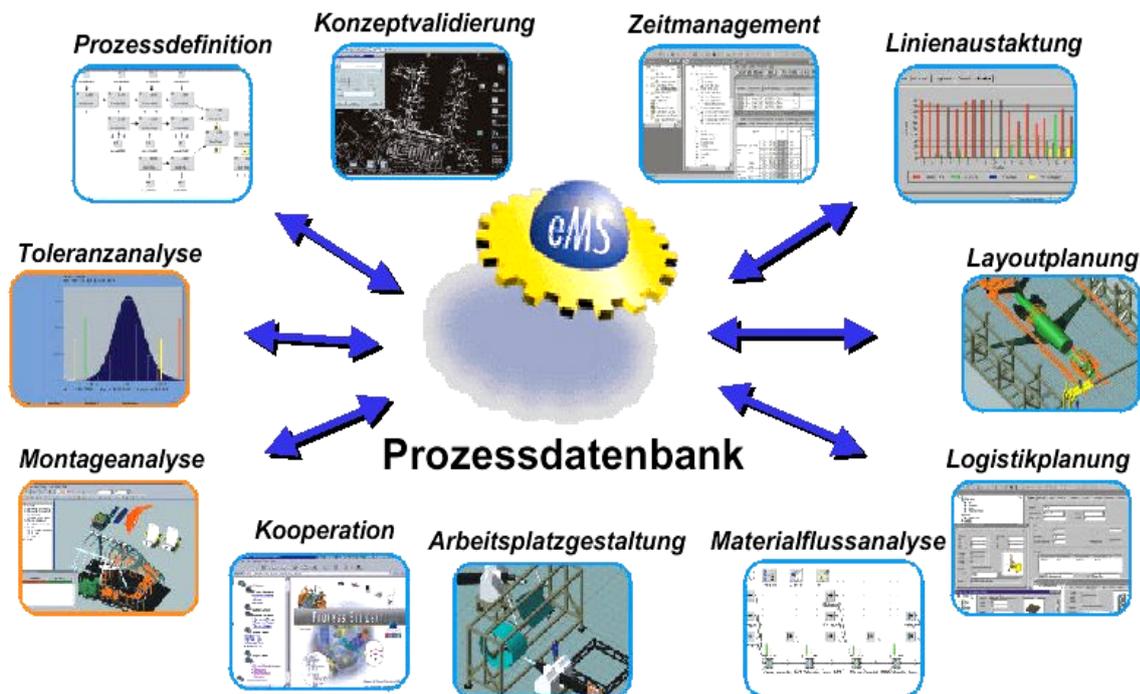


Рис. 1. Программные средства поддержки концепции e-Manufacturing фирмы Tecnomatix (источник: www.tecnomatix.com)

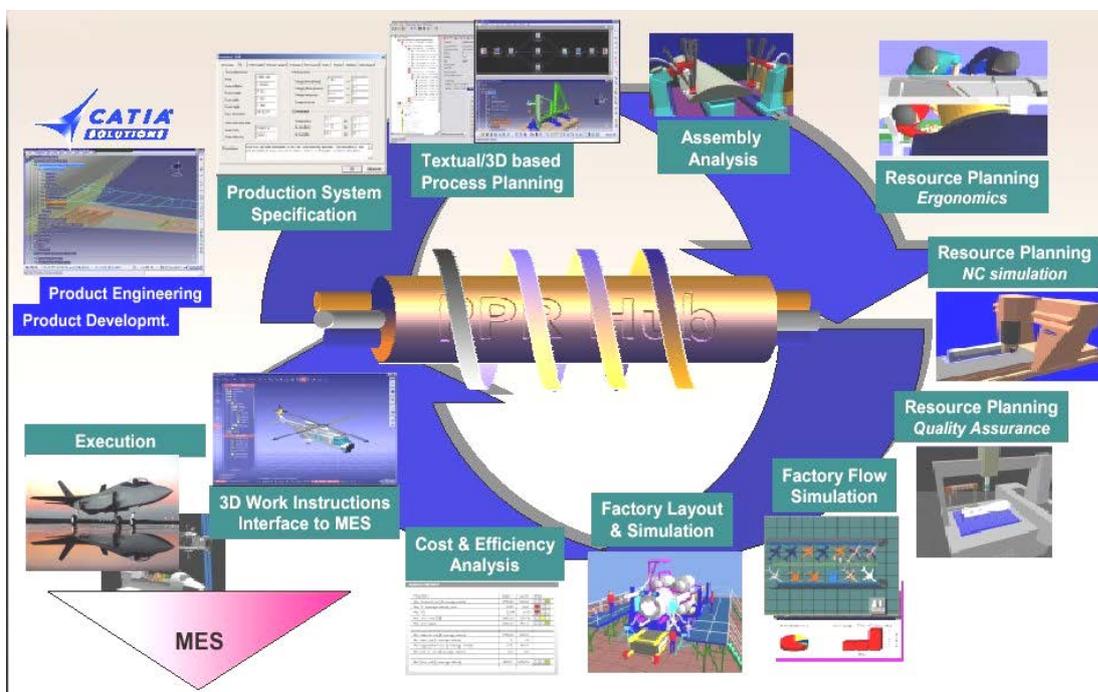


Рис. 2. Программные средства поддержки концепции e-Manufacturing фирмы DELMIA (источник: www.delmia.com)

3. Имитационное моделирование и создание VR-моделей в институте IFF

В Институте организации и автоматизации промышленного производства им. Фраунгофера IFF (руководитель института – профессор, хабил. доктор инженерных наук Михаэл Шенк) интенсивно проводятся работы по использованию симулятора eM-Plant для поддержки различных проектов для промышленности. В течение последних двух лет были разработаны следующие модели:

- универсальный пакет для моделирования цепей поставки, обеспечивающих работу сборочных конвейеров;
- логистический центр VW: участок приёма комплектующих узлов;
- логистический центр VW: участок обработки пустой тары;
- транспортировка стальных рулонов на заводе по производству холодного проката ЕКО;
- высотный автоматизированный склад с двумя роботами-штебелёрами;
- участок комплектации с линейным распределителем грузов;
- установка для комплектации с конвейерным распределителем грузов;
- сложная конвейерная система с линейным порталным роботом для укладки грузов на поддоны;
- установка для наполнения тигелей порошком с простой конвейерной системой и линейным порталным роботом для укладки грузов на поддоны;
- конвейерная система для высокоскоростной транспортировки мешков с цементом.

В институте накоплен очень большой опыт разработки как VRML-моделей для отображения производственных процессов (в том числе, и на базе данных имитационного моделирования), так и специальных VR-моделей, полностью погружающих пользователя в виртуальное пространство, что даёт ему возможность эффективно проводить работы по проектированию и испытанию машин и оборудования. Аналогичные VR-модели применяются для обучения и тренировок человека-оператора, который должен подготовить себя к выполнению сложной или незнакомой операции [3].

Достижения института в области построения и использования виртуальных моделей являются столь значительными, что принято решение о строительстве в Магдебурге специального учреждения: Virtual Development and Training Centre (VDTC). В этом центре предприятиям и организациям будет предлагаться широкий спектр услуг, связанных как с освоением самой техники и технологии создания и использования VR-моделей, так и с проведением конкретных мероприятий по обучению персонала, обеспечивающего эксплуатацию сложных технических объектов или выполняющего на этих объектах ремонтные и профилактические работы. Центр VDTC будет в значительной степени ориентирован на подготовку кадров в рамках сотрудничества с зарубежными партнёрами.

4. Ссылки

- [1] http://www.delmia.de/images/Sonderdruck_dt_u_engl.pdf (на нем. и англ. языке)
- [2] <http://www.schwab-kolb.com/opel0020.htm> (на нем. языке)
- [3] <http://www.iff.fhg.de/eng/vdt/index.html> (на нем. и англ. языке)