

Универсальные интеллектуальные модули управления для многофункциональных автоматизированных систем «Индустрия 4.0»

Л.Ю. Забелин,
доц. каф. САПР, к.т.н., доцент, zabelinlu@gmail.com,
Ю.М. Шырап,
ст.преп. каф. САПР, yuriyshyrap@gmail.com,
СибГУТИ, г.Новосибирск

В докладе предлагается обзор в области построения CAD на базе промышленной концепции «Индустрия 4.0».

The report offers an overview in the field of building CAD based on the industrial concept "Industry 4.0".

Введение

В России действует системная программа развития экономики нового технологического поколения на базе промышленной концепции «Индустрия 4.0». Основой этой концепции являются кибер-физические системы (CPS), представляющие собой высокоэффективные технологические процессы, которые объединяют реальный и виртуальный миры для формирования единого сетевого пространства, где «умные объекты» взаимодействуют между собой.

Выделяют четыре технологических укладов с последующим резким скачком производительности и ростом экономики (промышленные / индустриальные революции) [1]. Первая промышленная революция (конец XVIII – начало XIX вв.) обусловлена переходом от аграрной экономики к промышленному производству за счет изобретения паровой энергии, механических устройств, развития металлургии. Вторая промышленная революция (вторая половина XIX в. – начало XX в.) – изобретение электрической энергии, последовавшее поточное производство и разделение труда. Третья промышленная революция (с 1970 г.) - применение в производстве электронных и информационных систем, обеспечивших интенсивную автоматизацию и роботизацию производственных процессов. Четвертая промышленная революция (термин введен в 2011 г., в рамках немецкой инициативы - Индустрии 4.0). Пятая промышленная революция предполагает перенос роботизации в средний и малый бизнес, где робот-роботом будет взаимодействовать с человеком для персонализации и индивидуализации производимой продукции (табл.1.).

Таблица 1

Технологические уклады промышленности

Промышленный переворот	Период	Инновации / прорывы	Результат
Первая промышленная революция	конец XVIII в. - начало XIX в.	Водяные и паровые двигатели, ткацкие станки, механические устройства, транспорт, металлургия	Механизация производства благодаря воде и пару. Переход от аграрной экономики к промышленному производству, развитие транспорта
Вторая промышленная революция	вторая половина XIX в. - начало XX в.	Электрическая энергия, высококачественная сталь, нефтяная и химическая промышленность, телефон, телеграф	Массовое производство, использование электричества, разделение труда. Поточное производство, электрификация, железные дороги, поточное производство, разделение труда
Третья промышленная революция	конец XX в. (1970 г. и далее)	Цифровизация, развитие электроники, применение в производстве инфокоммуникационных технологий (ИКТ) и ПО	Автоматизации производства и робототехника, внедрение IT-систем и электроники.
Четвертая промышленная революция	термин введен в 2011 в рамках государственной Hi-Tech Стратегии Германии (один из десяти проектов - Industrie 4.0)	Глобальные промышленные сети, Интернет Вещей, переход на возобновляемые источники энергии, переход от металлургии к композитным материалам, 3D принтеры, вертикальные фермы, синтез пищи, самоуправляемый транспорт, нейросети, геномная модификация, биотехнологии, искус-	Киберфизические производственные системы. Распределенное производство, распределенная энергетика, сетевой коллективный доступ и потребление, замена посредников на распределенные сети, прямой доступ производителя к потребителю, экономика совместного использования (car sharing,

		ственный интеллект	например)
Пятая промышленная революция	После 2025 года.	Сотрудничество между человеком и машиной, человеческий интеллект будет работать в гармонии с когнитивными вычислениями. Поставив людей в промышленное производство с помощью совместных роботов, для обеспечения дополнительных задач в производстве, что приведет к массовой настройке и персонализации для клиентов.	Робот-роботов совместно с человеком для обеспечения высокого спроса потребителей на индивидуальность продуктов, что означает определенную «практическую» персонализацию и индивидуальную настройку производимой продукции.

1. Принципы промышленной концепции «Индустрия 4.0» и основы кибер-физических систем (CPS)

Кибер-физические системы соединяют физические процессы производства с программно электронными системами (так называемые встроенные системы) для непрерывного управления в режиме реального времени. Сейчас киберфизические процессы применяются в промышленном производстве, в строительстве, на транспорте, в системах энергосбережения, в системах «умные» города, здания и т.д. При этом необходимо выполнять управление и синхронизацию огромного числа разнообразных электронных устройств с целью достижения оптимальности функционирования. Возникают требования к системе связи (беспроводные сенсорные сети, проводные сети и смешанные системы передачи данных), которая должна быть двухсторонней для передачи сигналов воздействия на физические объекты. В узлах этой сети могут находиться универсальные интеллектуальные модули управления с возможностью самообучения и самоорганизации. Таким образом, кибер-физическую систему, необходимо рассматривать как неравновесную динамическую систему на дискретных интеллектуальных модулях.

Промышленная концепция «Индустрия 4.0» — это глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, основанная на интеграции в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов состоящая из 6 подсистем) [2]:

1. PLM (Product Lifecycle Management) – "управление жизненным циклом изделия".

Организационно-техническая система управления жизненным циклом изделий, основанная на принципе дуализма объект-операция/физическое-информационное.

2. Big Data – Большие Данные.

3. SMART Factory – Умное производство.

В основе концепции Smart Factory – бесшовное соединение отдельных этапов (операций) производственного процесса, от стадии проектирования изделий и планирования использования производственных ресурсов к исполнительным механизмам в полевых условиях. В обозримом будущем, концепция Smart Factory существенно изменится с развитием адаптивных когнитивных систем. Применение в производстве систем на основе искусственного интеллекта настолько изменит производство, как вид деятельности человека, что новые технологии организации производства на основе адаптивных когнитивных систем, можно будет по праву считать пятой промышленной революцией.

Главная роль человека в "Индустрии 4.0" заключается в разработке алгоритмов и обучении машин методом программирования. Индустрия 5.0 будет базироваться на самообучении машин, копировании действий человека или других роботов и автоматической оптимизации алгоритмов производства. Фундаментом "Smart Factory" является концепция "Digital Manufacturing". Digital Manufacturing – это организационно-техническая система адекватного моделирования производства основанная на продвинутых симуляторах на базе CAD. На сегодняшний день существует несколько систем виртуализации производства, такие как: DELMIA Digital Manufacturing (Dassault Systèmes); Tecnomatix (Siemens PLM Software); Factory Design Suite (Autodesk); Visual Components и др.

4. Cyber-physical systems – Киберфизические системы. Киберфизическая система – это организационно-техническая концепция управления информационными потоками, интеграция вычислительных ресурсов в физические процессы производства. В такой системе датчики, контроллеры и информационные системы объединены в единую сеть на протяжении всего жизненного цикла изделия. Кибер-физическая сеть может быть, как в рамках одного предприятия, так и в рамках динамической бизнес-модели, в составе которой несколько предприятий. Операции на протяжении всего жизненного цикла взаимодействуют друг с другом с помощью стандартных интернет-протоколов для управления, планирования, самонастройки и адаптации к изменениям.

5. Internet of Things (IoT) – Интернет вещей. Интернет вещей – это простое определение грандиозной концепции. IoT - концепция вычислительной сети физических предметов (вещей), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека.

6. Interoperability – Интероперабельность (функциональная совместимость). Industry 4.0 – это совокупность технологий: PLM, Big Data, Smart Factory, Cyber-physical systems, Internet of Things, Interoperability, позволяющих создать эффективную бизнес-модель предприятия. Высокая эффективность достигается главным образом за счёт рационального управления систем автоматизации физических операций производства и сопутствующих процессов, интегрированных в единое информационное пространство.

Индустрия 5.0 будет базироваться на самообучении машин, копировании действий человека или других роботов и автоматической оптимизации алгоритмов производства [3]. Учёные: Yiannis Aloimonos, Cornelia Fermüller, Yezhou Yang, Yi Li уже разработали фундаментальные технологии, которые позволят осуществить пятую промышленную революцию. Робот уже не будет нуждаться в помощи, он выучит все необходимые действия, просматривая видео на YouTube, слушая аудио и читая книги.

Уже сейчас для автоматизации производства вместо многомесячных исследований, расчётов, проектирования достаточно взять лазерный сканер и видеокамеру. Отсканировать внутреннее пространство производственных помещений, получая массив точек, который превращаете в 3D модель, и снять все действия рабочих на обычную видеокамеру для дальнейшего обучения роботов. Полученные результаты вы загружаете в базу данных симулятора, который сам выстраивает модель производства в формате 4D, рассчитывая и оптимизируя производственные операции, обеспечивая их эффективное взаимодействие. Такая робототехническая система, способная самообучаться, самоорганизовываться и саморазвиваться. В частности, такие роботы способны усвоить сложные хватательные движения и манипуляции, необходимые для производственных процессов, просматривая видео технологических процессов производства радиоэлектронной продукции. Роботы смогут “думать” и обучаться, определяя наилучшее сочетание наблюдаемых движений, что позволит им эффективно выполнить промышленные задачи. Это достигается за счет объединения технологий из следующих технологий:

- Искусственный интеллект, сетевая архитектура, которая может самоорганизовываться и самообучаться для принятия оптимальных решений.
- Неравновесные динамические системы с когнитивной составляющей.
- Компьютерное зрение, нейронные сети, которые могут распознавать и точно идентифицировать предметы и движения.
- Технологии распознавание и синтеза речи человека.

Главная задача – разработать решение логического распознавания и структурирования этапов действий при сборе информации из видео. Роботы должны быть в состоянии распознать каждый отдельный шаг, назначить его правила, построить алгоритм определенного поведения, а затем объединить все действия в нужном порядке. В конечном итоге, учёные планируют создать технологию, которая позволит роботам понимать людей и взаимодействовать. Для этого нужны инструменты, позволяющие роботам понимать действия человека и отслеживать их. Роботы должны, как и люди понимать все компоненты действий человека и то, какие когнитивные процессы за ними стоят. Технология, разработанная Aloimonos и Fermüller – это создание "словаря" действий самим роботом. Как только робот выучит словарь действий, он формирует алгоритм, связывающий действия таким образом, чтобы достичь заданной цели. По сути, это именно то, что отличает работу учёных от предыдущих усилий по созданию аналогичных робототехнических систем. Если копировать цели, то это позволяет роботам самим решать, как лучше комбинировать различные действия, а не воспроизводить заданную последовательность действий. Работа также опирается на специализированное программное обеспечение известной архитектуры глубокого изучения нейронных сетей. Похожие варианты нейронные сети, отвечающие за распознавание голоса имеют смартфоны и программное обеспечение для распознавания голоса Google, Facebook и других сайтов. Технология является перспективной для создания гибких производственных систем. Современные роботы антропоморфного типа универсальны и имеют высокую степень надёжности. Возможность самообучения роботов с автоматической оптимизацией действий, открывает возможность в детерминированном объёме производственной зоны изменять вид производимого изделия без существенных изменений производственной линии и дополнительных капиталовложений. Стремительное развитие технологий автоматизации производства в настоящий момент обеспечивает переход от индустриализации к постиндустриализации.

2. CAD неравновесная динамическая система на основе синергетических принципов

Кибер-физические системы соединяют физические процессы производства с программно электронными системами (так называемые встроенные системы) для непрерывного управления в режиме реального времени. Сейчас кибер-физические процессы применяются в промышленном производстве, в строительстве, на транспорте, в системах энергосбережения, в системах «умные» города, здания и т.д. При этом необходимо выполнять управление и синхронизацию огромного числа разнообразных электронных устройств с целью достижения оптимальности функционирования. Возникают требования к системе связи (беспроводные сенсорные сети, проводные сети и смешанные системы передачи данных), которая должна быть двухсторонней для передачи сигналов воздействия на физические объекты.

В узлах этой сети могут находиться универсальные интеллектуальные модули управления с возможностью самообучения и самоорганизации. Таким образом, кибер-физическую систему, необходимо рассматривать как неравновесную динамическую систему на дискретных интеллектуальных модулях.

На современном этапе развития промышленной концепции «Индустрия 4.0» индустриальное пространство и CAD позиционируются как самоорганизующиеся и саморазвивающиеся системы, а конструирование индустриальных систем рассматривается с точки зрения LEGO систем.

Мы предлагаем добавить интеллектуальный модуль для качественного перехода от концепции «Индустрия 4.0» к новому уровню производства, где будет мультимедийное пространство.

Литература

1. Четвёртая промышленная революция. Популярно о главном технологическом тренде XXI века. [www.tadviser.ru/index.php/Статья: Четвёртая_промышленная_революция_%28Industry_Индустрия_4.0.](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Четвёртая_промышленная_революция_%28Industry_Индустрия_4.0. (дата обращения: 05.10.2018).) (дата обращения: 05.10.2018).
2. Технологии и системы в металлообрабатывающей промышленности. 6 составляющих Industry 4.0. URL: <http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html.ru> (дата обращения 10.09.2018).
3. Технологии и системы в металлообрабатывающей промышленности. Модернизация производства в стиле Индустрия 5.0. URL: <http://www.plm.pw/2015/12/Industry-5-0.html.ru> (дата обращения: 05.10.2018).