



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

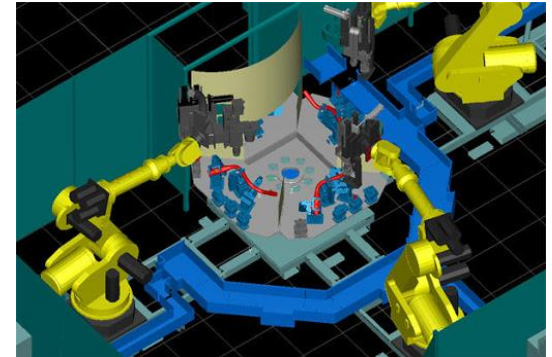
Программное обеспечение промышленных роботов

Громов Владислав Сергеевич, к.т.н., доцент ФСУиР,
Университет ИТМО

1. Формулировка задач и требований к роботизации

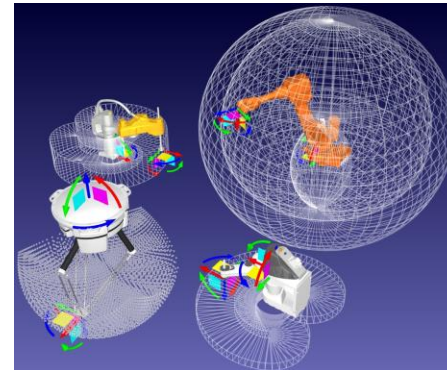
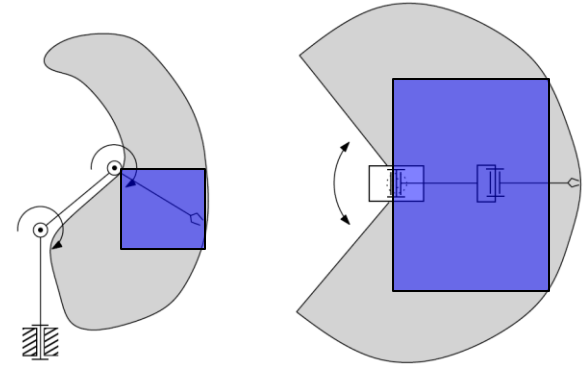
Формализация тех. процесса

1. Определение объектов манипулирования
2. Определение подвижных и неподвижных объектов
3. Определение типов операций
4. Определение требуемых инструментов
5. Определение параметров операций
6. Определение предельных значений требований



Основные характеристики роботов

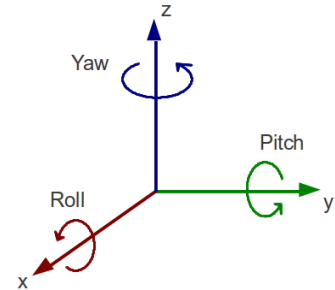
- ✓ Число степеней свободы
(до семи)
- ✓ Повторяемость
(до ± 0.02 мм)
- ✓ Грузоподъемность
(до 1.5 т)
- ✓ Рабочее пространство
(до 2 м)
- ✓ Максимальная линейная скорость
(до 20 м/с)



Выбор количества степеней свободы

Определяется необходимым количеством контролируемых координат. Некоторые примеры:

- ✓ Сборка на плоскости, сортировка, контактный контроль:
4, 5 степеней свободы
- ✓ Пространственная сборка, сварка, покраска, упаковка:
6 степеней свободы
- ✓ Операции в труднодоступных местах:
7 степеней свободы



Выбор типа робота из-за параметров



Kawasaki RS003N

Грузоподъёмность: 3 кг

Степеней свободы: 6

Макс. линейная скорость: 6 м/с



Kawasaki YF003N

Грузоподъёмность: 3 кг

Степеней свободы: 3

Макс. линейная скорость: **10** м/с

Выбор комплектации пром. контроллера

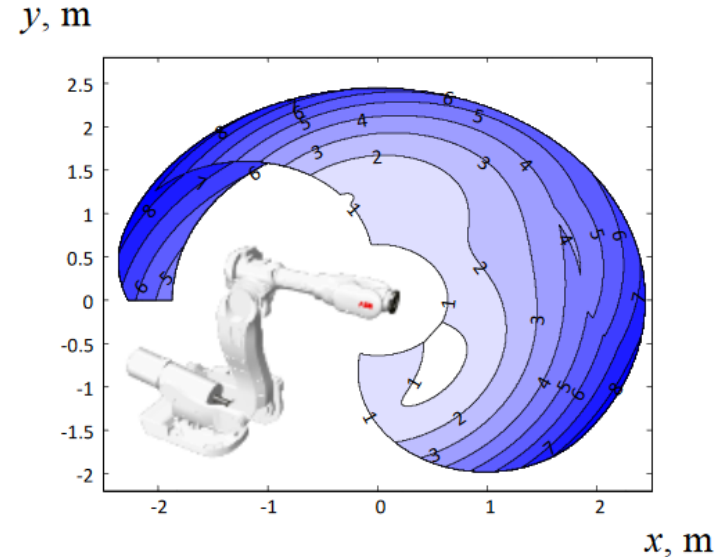
- ✓ Определение количества взаимодействующих с роботом устройств (захватные устройства, инструмент, станки, мобильные роботы);
- ✓ Определение интерфейсов взаимодействия (дискретные и аналоговые порты, синхронные и асинхронные шины передачи данных);
- ✓ Подбор плат расширения исходя из требований и задач.



Ошибка: использование робота на пределе

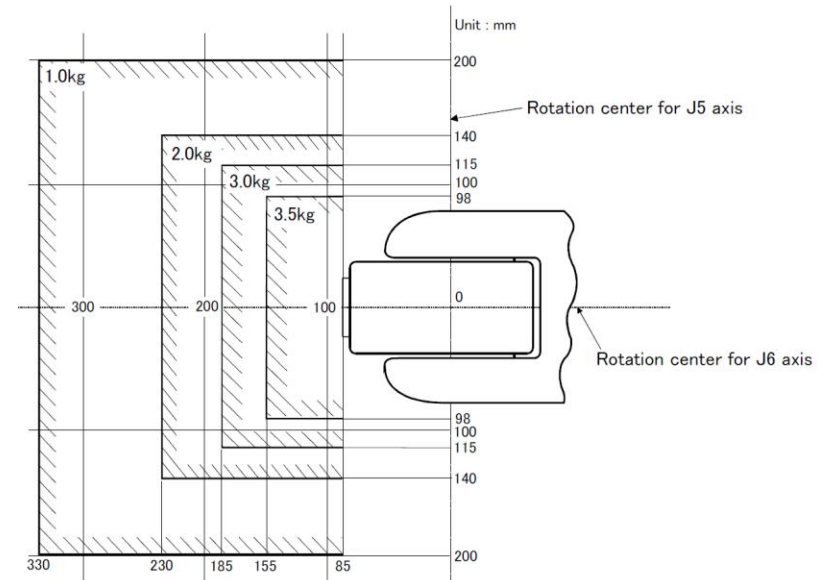
Не рекомендуется достигать предельных значений параметров на протяжении долгого времени:

- ✓ Границы рабочей зоны;
- ✓ Максимальной грузоподъемности;
- ✓ Максимальных значений скоростей и ускорений;
- ✓ Превышения рекомендуемого срока обслуживания.



Ошибка: неверный расчет грузоподъемности

- ✓ Не учитываются массы объекты, планируемых к производству
- ✓ Не учитывается масса захватного устройства
- ✓ Не учитывается масса переходных фланцев и датчиков
- ✓ Не учитывается карта распределения нагрузки



Ошибка: повторяемость робота

- ✓ Повторяемость — это ошибка (относительно первого движения) при последующих движениях к той же точке из того же направления и при тех же условиях.
- ✓ Указывается без влияния внешних вибраций.
- ✓ Долгосрочная повторяемость снижается и зависит от ряда факторов.



2. Влияние решений по роботизации на производственные процессы

Описание процессов

1. Возникает необходимость формального описания технологического процесса, составления ключевых параметров операций. Определяется экономическая целесообразность роботизации процесса, присваивается приоритет. Характеристики процесса должны быть задокументированы, объединены с описанием других подобных процессов для проведения возможных операций в будущем.



Модернизация инфраструктуры

2. Возникает необходимость создания/модернизации цифровой инфраструктуры предприятия, объединения нескольких технологических операций в единое информационное пространство. Кроме того, на площадках производства устанавливается дополнительное оборудование, необходимое для функционирования робототехнического комплекса.



Соблюдение мер техники безопасности

3. Требуется подготовка помещения для обеспечения безопасности рабочих вблизи работающих промышленных роботов, такие как защитные ограждения, датчики присутствия, кнопки аварийного останова, средства оптического и звукового оповещения.



Принятие мер цифровой безопасности

4. Автоматизация, цифровизация и роботизация предприятия влекут за собой необходимость введения жестких правил обеспечения информационной безопасности. При несоблюдении правил информационной безопасности возможно вторжение извне в цифровую сеть предприятия с последующим нанесением урона срокам выполнения процессов, оборудованию и здоровью людей.



Повышение квалификации сотрудников

5. По мере цифровизации и роботизации производства повышаются требования к сотрудникам (рабочим). Необходимо приобретение знаний, умений, навыков для обслуживания и взаимодействия с робототехническими комплексами. Без профессионального развития персонала невозможна дальнейшая автоматизация предприятия.



3. Стратегический горизонт развития рынка робототехники

Прогноз развития пром. робототехники

- ✓ Использование принципов цифрового двойника - цифрового представления продуктов и производственной системы в течение их жизненных циклов.
- ✓ Интеграция облачной инфраструктуры в производственные процессы для распределения задач и контроля за их выполнением между различными площадками крупных компаний.
- ✓ Развитие систем обработки данных, создание новых адаптивных алгоритмов и систем машинного обучения для поддержания технологических процессов в неподготовленных средах.
- ✓ Разработка цифровых систем управления предприятий, интегрирующих все поставленные задачи, доступные средства и возможности.

Прогноз развития мобильной робототехники

- ✓ Решение задач управления мобильными роботами в непроверенных средах.
- ✓ Повышение спроса на мобильную логистику со стороны интернет-магазинов.
- ✓ Появление принципов индустрии 4.0 в складировании и логистике с применением мобильных роботов.
- ✓ Расширение областей применения мобильных роботов в сельскохозяйственных задачах и при решении проблем экологического мониторинга.



Особенности дальнейшего развития

- ✓ Перенос роботизированного производства в азиатский сектор, ближе к сырьевым поставщикам.
- ✓ Снижение роста использования новых роботов в областях с наибольшим их количеством (автомобильная промышленность, электроника), повторное использование старых роботов в новых задачах, использование одного робота для нескольких операций.
- ✓ Актуализация вопросов цифровой безопасности по мере усложнения программного обеспечения роботов.



4. Риски и барьеры при внедрении роботов

Технологические барьеры

- ✓ Необходимость пересмотра всего процесса производства. Внедрение робота на одном участке производства неизбежно приводит к необходимости пересмотра всего производственного процесса.
- ✓ Нетехнологичность продукции. Предприятия, работающие уже много десятилетий и применяющие ручной труд, выпускают продукцию, конструктивные особенности которой не позволяют полностью автоматизировать процесс ее производства.

Финансовые барьеры

- ✓ Инвестиции на этапе внедрения. Роботизация производств требует значительных инвестиций с самого первого этапа закупки и установки робота.
- ✓ Недостаток “дешевых длинных денег”. Производственным компаниям сложно найти доступный кредит на новое оборудование.

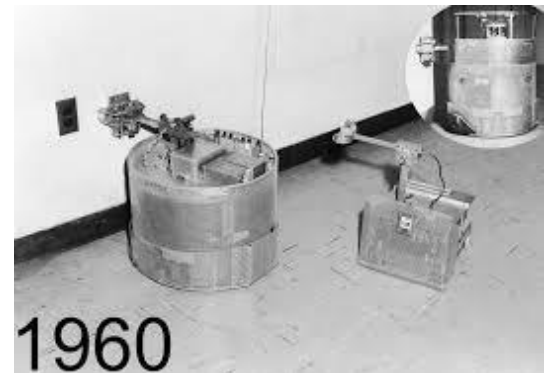
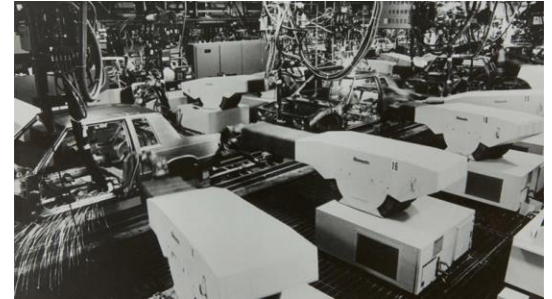
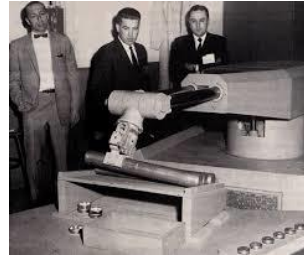
Социальные барьеры

- ✓ Сопротивление персонала. Некоторым людям сложно воспринимать присутствие роботов.
- ✓ Страх сокращения рабочих мест. В ряде стран возникают целые движения, выступающие против роботизации производств и сокращения рабочих мест.
- ✓ Дешевая рабочая сила. В некоторых регионах, труд людей по-прежнему стоит очень дешево.
- ✓ Кадровый голод. Дефицит высококвалифицированных специалистов на рынке труда.

5. Примеры эффективного и неэффективного применения промышленных роботов

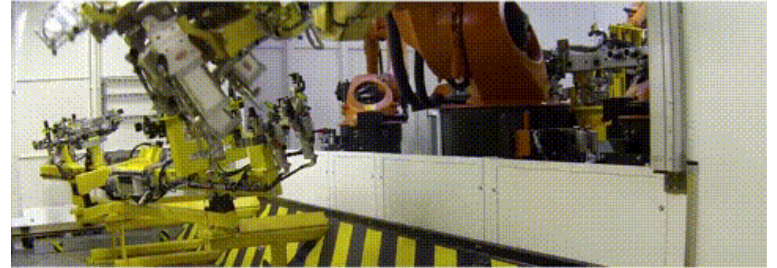
Сборочные операции

Автоматизация позиционирования деталей, соединения узлов, размещаются элементы.



Сварочные и покрасочные операции

Роботизированные процессы данной категории отличаются высокой точностью позиционирования, а также повторяемостью операций.



Автоматический контроль качества

AOI (automated optical inspection) – системы оптического контроля качества выпускаемой продукции. Получили широкое распространение в производстве печатных плат. Готовая продукция в автоматическом режиме сверяется с цифровым образцом.



Автоматизация складов

Перемещение большого ассортимента грузов на большие расстояния с чрезвычайной вариативностью возможных комбинаций конечной сборки заказа.



Работа с тяжелыми материалами

Челябинский трубопрокатный завод.
Производство бесшовных труб
различных видов. На предприятии
используются роботы-манипуляторы
для сварки труб и дальнейшего
перемещения.



Работа с вредными материалами

Завод «Полимех» занимается переработкой пластика, производит пластиковые гранулы.

Роботизированное производство включает очистку, измельчение, переплавку сырья, производство гранул экструзией.



КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Заккрытие фабрик adidas в Европе



ADIDAS DEPLOYS SPEEDFACTORY TECHNOLOGY AT ASIAN SUPPLIERS BY END OF 2019

Herzogenaurach Mon, 11 November 19

- adidas expands range of products with short lead time
- Process innovations in the supply chain will be tested and driven forward at the company's site in Scheinfeld
- Production at the Ansbach and Atlanta Speedfactories will be discontinued
- adidas continues partnership with DECHSLER in 4D printing and other areas

Starting at the end of this year, adidas will use its Speedfactory technologies to produce athletic footwear at two of its suppliers in Asia. The company expects this to result in better utilization of existing production capacity and more flexibility in product design. adidas consumers will benefit as the combination of existing technical possibilities of the suppliers, and new production methods developed in Ansbach and Atlanta, will allow for more variations of Speedfactory footwear models in the future. These will continue to be characterized by a particularly short production time, allowing the company to continue to respond quickly to consumer needs. Production at the two Speedfactories in Ansbach, Germany, and Atlanta, USA, however, will be discontinued by April 2020 at the latest. In the future, adidas will concentrate its resources and capacities even more on modernizing its other suppliers and using 4D technology in footwear production.

Согласно сообщению на сайте компании:

- ✓ Разработанные технологии переносятся на заводы Азии
- ✓ Полностью автоматизировано производство некоторых серий
- ✓ Добиться полной автоматизации остальных серий ещё не удалось
- ✓ Осталась экспериментальная лаборатория в Германии
- ✓ Продолжается поиск новых технологий внутри компании

6. ROI от роботизации

Шаги роботизации процесса

1. Выбор процесса (расстановка приоритетов)
2. Оценка процесса (подходит ли для роботизации)
3. Описание процесса (документирование целей, особенностей)
4. Определение параметров проекта (все необходимые величины)
5. Разработка проекта (создание аппаратных и программных средств)
6. Тестирование проекта (испытания вне общего производства на реальных образцах)
7. Запуск в производство с усиленным контролем (наблюдение в общем производстве, выявление недостатков)

Описание

Разработка

Модель описания по времени/стоимости

На основе примеров роботизации подобных процессов, можно подсчитать примерное количество часов, которое получится сэкономить. Используя информацию о сотрудниках (включая прямые и косвенные расходы), процессы которых будут автоматизированы, подсчитать среднечасовую экономию. При расчете стоимости робототехнического решения учитывать затраты на закупку оборудования, разработку, задержки в производстве, последующее обслуживание.

Модель описания по повышению качества

Определить процессы, страдающие от несоответствия качества. Процессам присваивается относительный индекс, зависящий от ошибок и отказов (много, средне, мало), данный параметр используется, чтобы задать дополнительный вес (с помощью индекса от 1.1 до 1.3) при распределении приоритетов по процессам. Позволяет добиться косвенной выгоды от роботизации. По мере перехода от процессов с наивысшим индексом к малым, устанавливается минимальный порог для роботизации.

Модель разработки силами интеграторов

Интеграторы зачастую предлагают комплексные услуги по разработке робототехнических решений, включая анализ параметров процессов, подбор робота согласно параметрам, разработку аппаратных и программных средств, тестирование и запуск в производство, а также последующую поддержку системы и внесение коррективов. При использовании услуг сторонних компаний возможно задержки на этапах гарантийного и послегарантийного обслуживания.

Модель разработки силами своей команды

Если принимается решение о роботизации внутренними силами, первоначальная стоимость внедрения может оказаться выше и возможны временные задержки на период командообразования. По мере набора опыта внутренней командой возможно получение экономического эффекта, в том числе от сокращения временных задержек при описании характеристик проекта и введения в эксплуатацию. Кроме того, снижает затраты на модификацию уже существующих роботизированных процессов. Требуется затратить на повышение квалификации сотрудников либо поиск новых.



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Спасибо за внимание