

Таким образом, структура кластерного анализа позволяет нам выявить характерное заболевание в многомерном пространстве признаков, представленных показателями общего и биохимического анализов крови. Поэтому указанная технология анализа, которая разработана как программное обеспечение для биосенсорной системы экспресс-анализа крови, может эффективно применяться для различных задач быстрого и точного диагностирования заболеваний. Точно также как и оптимизированные нейросетевые методы прогнозирования, «обучение без учителя» позволяет на начальном этапе обработки достичь хорошей эффективности распознавания.

При прогнозировании различных заболеваний количество информативных признаков играет важную роль в оптимальном диагностировании, поэтому разработанная программа будет в дальнейшем улучшаться в направлении привлечения для анализа заболеваний других биологических компонентов человека, как например слюна, моча, а также результатов исследований мозговых потоков информации, что позволит упростить методику проведения диагностики и одновременно раскрыть нейронную природу возникновения различных патологий в организме

УДК

Чижарев В.А., Чижарева Ю.А.

## РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ И МЕТОДОВ ИХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Белорусский Национальный Технический Университет  
Минск, Республика Беларусь*

За короткий период развития роботов произошли большие изменения в элементной базе, структуре, функциях и характере их использования. Это привело к делению роботов на поколения.

Роботы первого поколения (программные роботы) имеют жесткую программу действий и характеризуются наличием элементарной обратной связи с окружающей средой, что вызывает определенные ограничения в их применении.

Роботы второго поколения (очувствленные роботы) обладают координацией движений с восприятием. Они пригодны для малоквалифицированного труда при изготовлении изделий. Программа движений робота требует для своей реализации управляющей ЭВМ.

Неотъемлемая часть роботов второго поколения — алгоритмическое и программное обеспечение, предназначенное для обработки сенсорной информации и выработки управляющих воздействий. Роботы третьего поколения относятся к роботам с искусственным интеллектом. Они создают условия для полной замены человека в области квалифицированного труда, обладают способностью к обучению и адаптации в процессе решения производственных задач.

Появление роботов различных поколений не означает, что они последовательно приходят на смену друг другу. В процессе развития совершенствуются функциональные возможности и технические характеристики роботов различных поколений.

Наиболее востребованные в сегодняшних условиях являются роботы первого и второго поколения с автономным или автоматическим управлением. Они обычно подразделяют на производственные и научно-исследовательские роботы, которые после создания и наладки в принципе могут функционировать без участия человека.

Блок-схема производственного робота (ПР) представляет собой сложную конструкцию (рис.1), включающую ряд систем: механическую, приводов управления, связи с оператором, информационную, а также операционное устройство.

Созданные модели ПР представляют собой по существу многокоординатные манипуляторы с программным управлением, программируемые по первому циклу. Их системы управления помимо основных функций по управлению движением рабочих органов манипулятора обеспечивают выдачу сигналов на обслуживаемое оборудование, прием сигналов от простейших датчиков внешней информации, работающих по принципу Да—Нет, и использование этих сигналов в целях выбора той или иной подпрограммы работы из числа заданных оператором. Наличие внешнего контура управления существенно расширило области применения созданных ПР, так как позволило использовать их по отношению к автоматизированному процессу не только в качестве универсальных манипулирующих, но также и в качестве управляющих

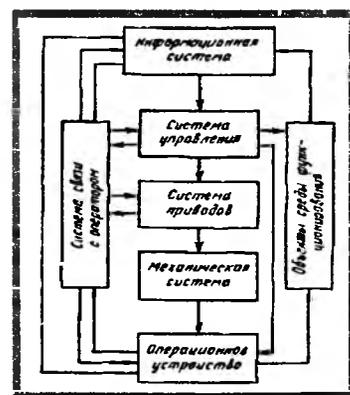


Рис. 1- Блок-схема промышленного робота.

устройств. Наличие датчиков и соответствующих электронных схем внешней информации придало этим ПР принципиально новую способность адаптации к изменяющимся условиям работы.

В настоящее время наиболее разработан типаж ПР первого поколения. Так, например, в станкостроительной и инструментальной промышленности по структуре типаж этих ПР подразделяют на следующие группы и подгруппы: универсальные ПР, обслуживающие различное технологическое оборудование и выполняющие различные основные технологические операции; целевые ПР подъемно-транспортной группы (многоцелевые), обслуживающие различное технологическое оборудование, выполняющие транспортно-складские и специальные работы; целевые ПР производственной группы (многоцелевые) для выполнения различных технологических операций сварки, очистки и подготовки деталей, окраски и нанесения покрытий, разборки, контроля, измерения, отбраковки, разметки и сборки.



Рис.2 – офлайн метод интерактивного программирования

В ходе эволюции роботов первого поколения наибольшее распространение получил 6-координатный робот, конструкция которого позволяет приспособлять его под широчайший спектр операций. По сути меняется только операционное устройство и управляющая программа.

Программирование ПР, а именно, создание программы-алгоритма для управления им представляет наибольшую сложность во всем производственном процессе с участием роботов. Программирование ПР намного сложнее чем программирование станков с ЧПУ, т.к. помимо траектории движения инструмента необходимо так же запрограммировать его положение в пространстве.

Используемыми методами программирования роботов являются :

- 1) Play-back - метод обучения. Первый цикл рабочий непосредственно руководит инструментом;
- 2) Teach-in – метод основанный на задании оператором способа движения инструмента посредством джойстика;
- 3) Off-line – метод интерактивного программирования.

Два первых метода классифицируют как один метод - *онлайн*, третий же *офлайн*, как не требующий присутствия оператора. С развитием вычислительной техники и повышением требований к технологическим процессам *офлайн* метод стал наиболее дешёвым и перспективным методом. На данный момент он стал доминирующим методом в развитых странах.

*Офлайн* МЕТОД, а точнее программирование и симуляция движений ПР компьютерными средствами, находится на переднем крае исследований в области робототехники.

Хотя на рынке и представлены автоматизированные инструменты для графического моделирования траекторий манипуляторов, тем не менее, программирование роботов в режиме *офлайн* на десятилетие отстает от других процессов автоматизации производства, таких как программирование станков с ЧПУ. Сейчас в мире функционирует более 500 000 промышленных роботов, и это число ежегодно увеличивается на 30 000. При этом с использованием графических средств программируется менее 1% роботов. Для сравнения с помощью *CAD/CAM* создаются УП более чем для 70% станков с ЧПУ.

Программированием роботов в режиме *офлайн* (*Robot off-line programming – OLP*) называют метод, объединяющий средства компьютерной симуляции и графики (рис. 2) для разработки желаемых траекторий без физического доступа к манипулятору или его окружению.

В *OLP* могут входить вычисления конфигураций манипулятора и соответствующих коррекций его движений. Эти движения могут демонстрироваться с помощью компьютерной графики, а фактическое программирование может выполняться на удаленном компьютере.

В отличие от *онлайн*-программирования методом обучения, применение языка программирования и другого программного обеспечения позволяет обрабатывать команды для промышленных роботов на компьютере. С помощью имеющихся *OLP*-языков могут быть легко описаны сложные траектории и последовательности движений, например, аналитические *3D*-траектории. Язык программирования необходим для того, чтобы дать команду переместить манипулятор в определенное положение. Такой язык дает роботу возможность выполнять поставленные с периферийными устройствами (датчики, конвейеры), а также принимать решения. Язык определяет пределы способностей и гибкости робота.

Отметим следующие из наиболее очевидных преимуществ программирования промышленных роботов в режиме *офлайн*:

- робот освобождается для производительной работы;
- обеспечивается более быстрое программирование более сложных траекторий;
- траектории точнее соответствуют форме детали;
- программы для роботов генерируются автоматически;
- появляется возможность генерировать такие траектории, которым невозможно обучить робота, используя онлайн-методы.

Несмотря на то, что у метода офлайн-программирования имеется масса преимуществ, количество доступных в настоящее время *OLP*-решений весьма невелико. Большинство из них стоит очень дорого и при этом проработано сравнительно плохо.

Чаще всего *OLP* системы разрабатываются как дополнительные модули (*add-on*) к популярным *CAD/CAM*-системам. *OLP* модуль математически преобразует траектории, созданные в *CAD/CAM*-системах, в управляющие коды робота.

Современные *OLP*-системы обладают следующими компонентами:

- *CAD*-среда: Для управления роботом можно использовать *3D*-модель детали, созданную в *CAD*-системе, либо полученную методом обратного инжиниринга.
- Графический интерфейс: Программирование траектории осуществляется графически путем выбора на экране компьютера геометрии (линий, дуг, граней и *3D*-элементов). Когда геометрия выбрана, пользователь задает параметры в диалоговых окнах, которые проводят его через весь процесс ввода необходимой информации. Программное обеспечение автоматически генерирует траекторию для робота, основанную на вышеупомянутых данных. Такой высокий уровень автоматизации особенно необходим при обилии конструктивных элементов в обрабатываемом изделии.
- Интеграция *CAD* и *CAM*: Для достижения более высокого уровня автоматизации программирования роботизированных процессов создаются специальные прикладные модули. Они автоматизируют программирование таких процессов, как покраска изделия при помощи распылителя, трехмерная механическая обработка, дуговая сварка, обрезка. Такие модули значительно повышают производительность программирования и предлагают высокий уровень функциональности, необходимый для специфических нужд.
- Средства анализа и верификации: Для анализа сгенерированных траекторий, для их оптимизации с целью повышения производительности и для проверки целостности (в особых точках) создаются специальные модули. Реализуется и алгоритм итерационной самокоррекции траекторий.
- Постпроцессоры: Постпроцессор – это модуль, который преобразовывает траектории в команды на специальном *OLP*-языке. Каждый производитель промышленных роботов разрабатывает для них свой язык программирования; некоторые языки являются более развитыми, чем другие.

Постпроцессирование – это завершающая стадия программирования робота, которая позволит ему понимать и обрабатывать созданные средствами *OLP* траектории.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность: Учеб. для вузов по спец. “Робототехнические системы и комплексы” – М.: Высш. шк., 1999. – 224 с., ил. 2. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 1998. 527 с., ил. 3. Интернет-сайт <http://www.camelot.dk>