

УДК 004.942

СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОЧУВСТВЛЕНИЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Горянина К.И., Катин О.И., Донской Д.Ю.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: gorianina.k@yandex.ru*

Одним из основных элементов автоматизации промышленных предприятий является использование роботизированных комплексов, состоящих из механических манипуляторов и систем управления ими. Успешность внедрения таких систем в производство напрямую зависит от решения сложных технических задач в таких областях, как техническое зрение, сенсорные и навигационные системы, а также системы управления ими. Сенсорные системы позволяют превратить роботов в адаптивных, способных реагировать на изменения внешней среды и принимать простейшие решения. Прорыв и развитие МЭМС технологий позволяет внедрять миниатюрные датчики в системы управления и сбора информации роботов-манипуляторов. По выявляемым свойствам и параметрам сенсорные системы роботов разделяют на следующие группы: 1) системы, дающие общую картину окружающей среды; 2) системы, определяющие различные физико-химические свойства внешней среды и ее конкретных объектов; 3) системы, определяющие координаты местоположения робота и параметры его движения, включая координаты относительно объектов внешней среды. Наличие такой системы подразумевает адаптивное управление роботом-манипулятором. Современные роботы функционируют на основе принципов обратной связи, подчиненного управления и иерархичности системы управления роботом. Современный робот оснащен обратной связью по положению, силе захвата, скорости и ускорению. Управление роботом осуществляется как человеком, так и управляющей программой с помощью микроконтроллера.

Ключевые слова: робот, манипулятор, сенсорная система, датчики, информационно-измерительная система, система управления

SENSORY SYSTEMS TACTILE SENSING ADAPTIVE CONTROL OF A ROBOT MANIPULATOR GENERAL PURPOSE

Goryanina K.I., Katin O.I., Donskoy D.Y.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: gorianina.k@yandex.ru

One of the main elements of automation of industrial enterprises is the use of robotic systems consisting of mechanical manipulators and control systems. The success of the implementation of such systems in production depends on the solution of complex technical problems in areas such as technical vision, sensor and navigation systems, as well as control systems. Sensor systems allow robots to become adaptive, able to respond to changes in the environment and make simple decisions. Breakthrough and development of MEMS technologies allows introducing miniature sensors into control systems and data acquisition of robotic manipulators. According to the detected properties and parameters of the sensor systems of robots are divided into the following groups: 1) systems that give an overall picture of the environment; 2) systems that determine various physical and chemical properties of the environment and its specific objects; 3) systems that determine the coordinates of the robot location and parameters of its movement, including the coordinates. The presence of such a system implies adaptive control robot manipulator. Modern robots operate on the basis of the principles of feedback, subordinate control and hierarchy of the robot control system. The modern robot is equipped with position feedback, gripping force, speed and acceleration. The robot is controlled both by a human and by a control program using a microcontroller.

Keywords: MEMS, accelerometer, magnetometer, calibration, accuracy, response ellipsoid, identification of parameters

Одной из наиболее сложных проблем, которая стоит перед специалистами автоматизации и роботизации, является создание физических эквивалентов человеческих органов чувств. Сенсорные системы позволяют превратить роботов в адаптивных, способных реагировать на изменения внешней среды и принимать простейшие решения [1 – 3].

Необходимость использования оперативной информации появляется, когда робот имеет дело с неориентированными в пространстве предметами различных размеров и форм, с хрупкими изделиями, ко-

торые нельзя сильно сжимать, но и нельзя ронять, с деталями на движущемся транспортере, когда мобильный робот встречает неожиданное препятствие [4]. Для того чтобы получать информацию об окружающей среде, робот наделяется датчиками или сенсорами.

Основную часть информационно-измерительных систем роботов составляют сенсорные системы, способные формировать и выдавать информацию о состоянии объектов, окружающей среды и о самом роботе. На рис. 1 приведена обобщенная схема информационно-измерительных систем [5].

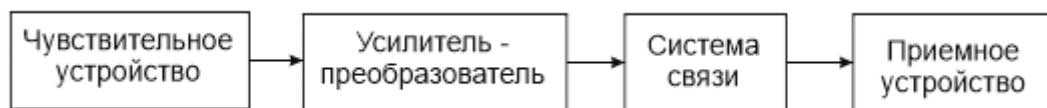


Рис. 1. Функциональная схема информационно-измерительной системы

Чувствительное устройство (датчик) реагирует на изменение измеряемой величины (температура, давление, сила тока и др.) и преобразует ее в другую величину, удобную для дальнейшего использования.

Усилитель-преобразователь осуществляет усиление первичного сигнала, выдаваемого чувствительным устройством, и преобразование его в наиболее удобную форму для дальнейшего использования. Последним возможным этапом преобразования исходного сигнала является его измерение, т. е. количественная оценка его величины путем сравнения с некоторым эталоном и выражения этой величины в единицах, определяемых этим эталоном.

Это общая для всех информационно-измерительных систем часть унифицирована и стандартизирована. Она состоит из двух блоков: электронного ядра системы (крейта) и интерфейсов, связующих его с датчиками, которых в общем случае может быть несколько.

Следующее звено – система связи присутствует только в информационно-измерительных системах, в которых требуется передавать информацию на такие большие расстояния и в таких условиях, когда для этого требуется специальная система такой передачи с преобразованием исходной информации в вид, необходимый для ее осуществления. Используются все существующие каналы связи – телефонные, радио, оптоволоконные, спутниковые и др.

Любая система может включать несколько чувствительных устройств, следовательно, все последующие звенья – многоканальные, а выявляемая величина – вектор. Общим случаем таких многоканальных систем являются распределенные системы, в которых датчики пространственно разнесены, в том числе, возможно, и по разным объектам. Передача информации осуществляется в них по стандартным протоколам.

В то же время необходима еще одна классификация, которая отражает связь

между параметрами внешней среды, измеряемыми информационной системой, и характером технологических операций, для автоматизации которых они предназначены [5]. Поэтому информационные системы роботов-манипуляторов разделяют так же по функциональному назначению. Условно они разделены на две группы (рис. 2): системы очувствления, которые собирают и обрабатывают информацию о состоянии выполняемой или контролируемой операции, и системы, обрабатывающие информацию о самом манипуляторе, о состоянии его узлов и подсистем. Обе группы систем являются универсальными и в ряде случаев могут быть использованы для получения информации, сбор которой обычно осуществляется датчиками другой группы информационных систем.

Компоненты информационной системы (на рис. 1), кроме датчиков, широко распространены и находят свое применение в различных видах техники. Поэтому далее будут рассмотрены датчики, применимые для создания роботов-манипуляторов с очувствлением.

Основным характеризующим признаком датчиком является выявляемая величина. В современных технических системах применяются датчики величин: механические (перемещение, скорость, ускорение, усилие), электрические (напряжение, сила тока, частота, фаза, мощность), тепловые, оптические, акустические, магнитные и др. [6, 7].

По выявляемым свойствам и параметрам сенсорные системы роботов можно разделить на следующие группы (рис. 3): 1) системы, дающие общую картину окружающей среды с последующим выделением ее отдельных объектов; 2) системы, определяющие различные физико-химические свойства внешней среды и ее конкретных объектов; 3) системы, определяющие координаты местоположения робота и параметры его движения, включая координаты относительно объектов внешней среды.

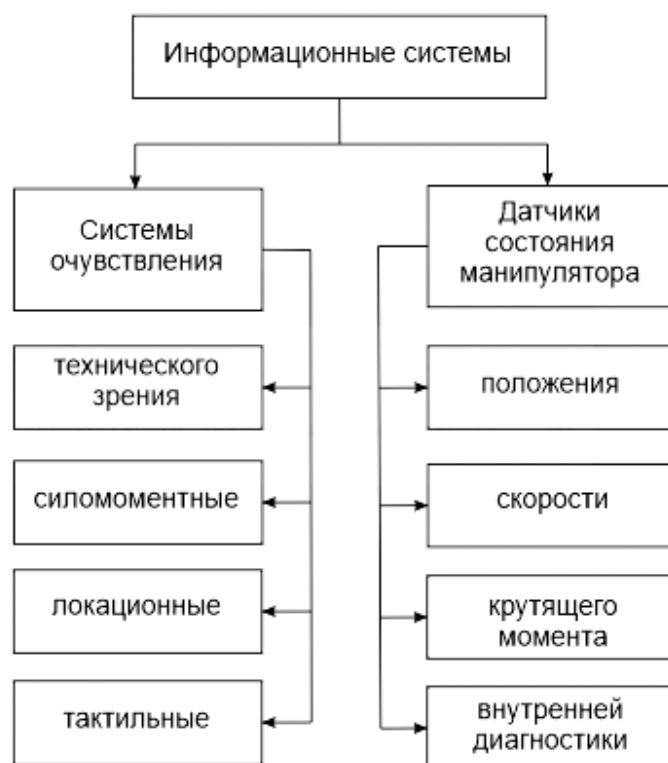


Рис. 2. Классификация по функциональному признаку информационных систем роботов-манипуляторов

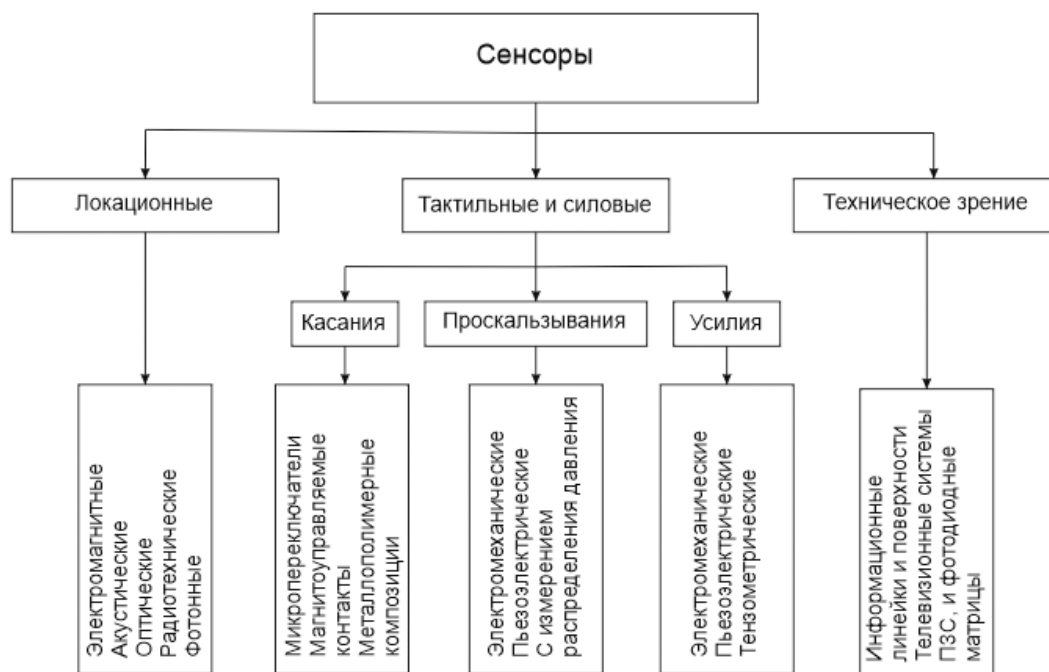


Рис. 3. Классификация сенсоров по принципу действия

Управление робототехническими системами осуществляется несколькими способами [7 – 9]:

1) Программное управление. Самый простой тип управления, не требует включения сенсорной системы, подходит для выполнения одинаковой последовательности действий. Управление происходит при помощи ПК или ПЛК.

2) Адаптивное управление. Данный тип управления подразумевает наличие сенсорной системы с обратной связью. В таком случае сигналы, передаваемые датчиками, анализируются и на основе результатов анализа вырабатываются решения о дальнейших действиях робота.

3) Управление, основанное на методах искусственного интеллекта.

4) Управление человеком (например, дистанционное управление).

Современные роботы функционируют на основе принципов обратной связи, подчиненного управления и иерархичности системы управления роботом. Современный робот оснащен обратной связью по положению, силе захвата, скорости и ускорению.

Управление по типу обратной связи характеризуется зависимостью от требуемого результата, т.е. все важные параметры ПО закладываются строго в зависимости от того или иного требуемого результата, а выходной сигнал находится в прямой зависимости от того, какой результат требуется достичь.

В заключении стоит отметить, что современная система по управлению роботами

отличается сложностью и большим количеством уровней, а осуществляется все как раз посредством системы управления. Именно она дает возможность согласовать манипуляции робота с готовностью того или иного элемента, углом его захвата, а также скоростью перемещения к станкам.

Список литературы

1. Мой робот: роботы, робототехника, микроконтроллеры [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://myrobot.ru>.
2. Технический форум по робототехнике [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://roboforum.ru>
3. National Robotics Engineering Center [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.nrec.ri.cmu.edu/nrec/index.html>.
4. Goryanina K.I. Review of robotic manipulators and identification of the main problems / Ksenia I. Goryanina, Aleksandr D. Lukyanov, Oleg I. Katin // MATEC Web Conf. – Vol. 226. – 2018. – Pp. 02015.
5. Юревич Е.И. Сенсорные системы в робототехнике: учеб. пособие / Е.И. Юревич. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 100 с.
6. Goryanina K.I. Sensors of the sensor system of the general-purpose adaptive robot manipulator / K.I. Goryanina, A.D. Lukyanov, O.I. Katin, M.A. Vernezi // Modern informatization problems in economics and safety (MIP-2019'ES): Proceedings of the XXIV-th International Open Science Conference. – 2019. – Pp. 59 – 63.
7. Попов Е.П. Основы робототехники / Е.П. Попов, Г.В. Письменный. – М.: Высшая школа, 1990. – 224 с.
8. Системы осязания и адаптивные промышленные роботы / В.Б. Брагин, Ю.Г. Волков, Я.Д. Жаботинский и др.; под общ. ред. Е.П. Попова, В.В. Ключева. – Москва: Машиностроение, 1985. – 256 с.
9. Управляющие системы промышленных роботов / под ред. И.М. Макарова и В.А. Чиганова. – М.: Машиностроение, 2008. – 288 с.