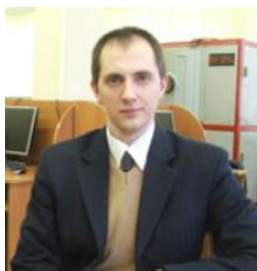


ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АНТРОПОМОРФНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ



М.В. Давыдов
Заведующий кафедрой теоретических основ электротехники БГУИР, кандидат технических наук, доцент



Н.С. Давыдова
Доцент кафедры сетей и устройств телекоммуникаций БГУИР



А.Н. Осипов
Проректор по научной работе БГУИР, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: davydov-mv@bsuir.by

Abstract. В статье предложена антропоморфная система управления промышленными роботехническими комплексами. Данная система включает 5 уровней управления и обладает рядом преимуществ по сравнению с классическими системами управления техническими объектами. Показано, что технологии big data могут применяться для обработки многочисленных информационных сигналов обратной связи, необходимых для организации управления промышленными роботехническими комплексами.

Одним из основных направлений развития технических систем в настоящее время является создание роботов и роботизированных комплексов [1-2]. Области их применения постоянно расширяются: космос [3], военное, и промышленное применение [4-8], медицина [9-10], социальная работа, системы безопасности [11], умный дом и др. При этом современные роботизированные комплексы постоянно усложняются, например, в промышленности с введением стандарта промышленного интернета вещей [12-13] есть тенденция объединения отдельных роботов в единые интеллектуальные роботизированные производственные линии. Все это приводит к существенному усложнению аппаратных и программных средств, предназначенных для управления роботом или роботизированным комплексом. Разработке аппаратных и программных моделей систем управления роботами посвящен ряд работ [14 – 18]. В работе [19] авторами предложена модель системы управления, построенная по аналогии с деятельностью центральной нервной системы человека. В данной работе рассмотрены аспекты применения технологий big data для обработки сигналов обратной связи, необходимых для организации управления промышленными роботехническими комплексами.

На основе созданной структурной схемы, используя антропоморфный принцип проектирования иерархических технических систем [20, 21], разработана многоуровневая структурная схема управления роботехническим комплексом (рисунок 1).

Данная схема включает следующие уровни управления:

1. Уровень А – Драйверы исполнительных устройств. Данный уровень обеспечивает управление конечным исполнительным устройством, например шаговым или асинхронным двигателем, сервоприводом, пневмо- или гидроприводом и т.д. Драйверы могут иметь различные информационные входы управления – аналоговый сигнал тока или напряжения, цифровой код, сложный цифровой протокол. Как правило на драйвер поступает диагностическая информация от исполнительного устройства: потребление тока, сигнал энкодера, наличие перемещения и т.д. Для обеспечения высокой точности движений драйверы могут также учитывать

пространственную информацию – сигнал с датчиков положения, акселерометров, гироскопов. Драйвер также формирует информационный сигнал, содержащий диагностическую информацию о текущем состоянии исполнительного устройства.

2. Уровень В – Контроллер формирования команд. Данный контроллер представляет собой блок управления, к которому посредством драйверов подключена группа исполнительных устройств, для которых контроллер генерирует требуемые управляющие сигналы. Кроме того в памяти данного блока уже хранятся простейшие двигательные паттерны для групп исполнительных устройств.

Входными данными для блока является 1) информация о требуемом в текущий момент времени движении (уровень С); 2) информация с датчиков положения, акселерометров, гироскопов и т.д. позволяющая осуществлять контроль выполнения сложного движения обеспечиваемого группой исполнительных устройств; 3) информация о состоянии конечных исполнительных устройств с блока диагностики состояния поступает в контроллер и учитывается при формировании управляющих воздействий.

Техническая реализация данного уровня управления возможна на базе высокопроизводительных микроконтроллеров (например STM32 ARM Cortex), либо с помощью программируемых логических контроллеров.

3. Уровень С – Подсистема анализа окружающей обстановки и формирования алгоритма решения текущей задачи. Данная система предназначена для построения алгоритма работы всех исполнительных устройств при решении текущей задачи. Входными данными для подсистемы является информация от подсистемы анализа целей (уровень D). Подсистема учитывает информацию о положении и перемещении манипуляторов, их состояние (информация с уровня В), текущее положение системы в пространстве относительно других предметов (информация с оптических и ультразвуковых датчиков, а также концевых переключателей) и формирует общий алгоритм действия и выдает информацию о требуемых в текущий момент движениях на уровень В.

4. Уровень D – Подсистема анализа целей (семантическая система). Входными данными этой системы являются общая, в некоторых случаях неформализованная задача, поступающая от оператора либо другой технической системы посредством интерфейса человек-машина либо машина-машина. Данная подсистема служит для общего анализа поставленной задачи, декомпозиции и построения общего плана действий для ее решения. При этом должны учитываться техническое состояние исполнительных систем (информация с блока диагностики состояния технических систем) а также текущее положение и состояние окружающей обстановки (информация с уровня С).

5. Уровень E – Интерфейс человек-машина/машина-машина. Данный уровень служит для преобразования команд оператора либо другой технической системы в формат «понятный» семантической системе.

Как правило реализация уровней С, D и E производится программными средствами. В простейшем случае их можно реализовать на базе одноплатных компьютеров (Raspberry Pi, Red Pitaya, ZedBoard) для более совершенных систем могут использоваться более производительные промышленные компьютеры.

Как видно из представленного описания данная система управления отличается большим количеством информационных связей и к данным поступающим в блок управления можно применить классические отличительные признаки big data: объем, скорость и разнообразии (V_{VV}: volume, velocity, variety).

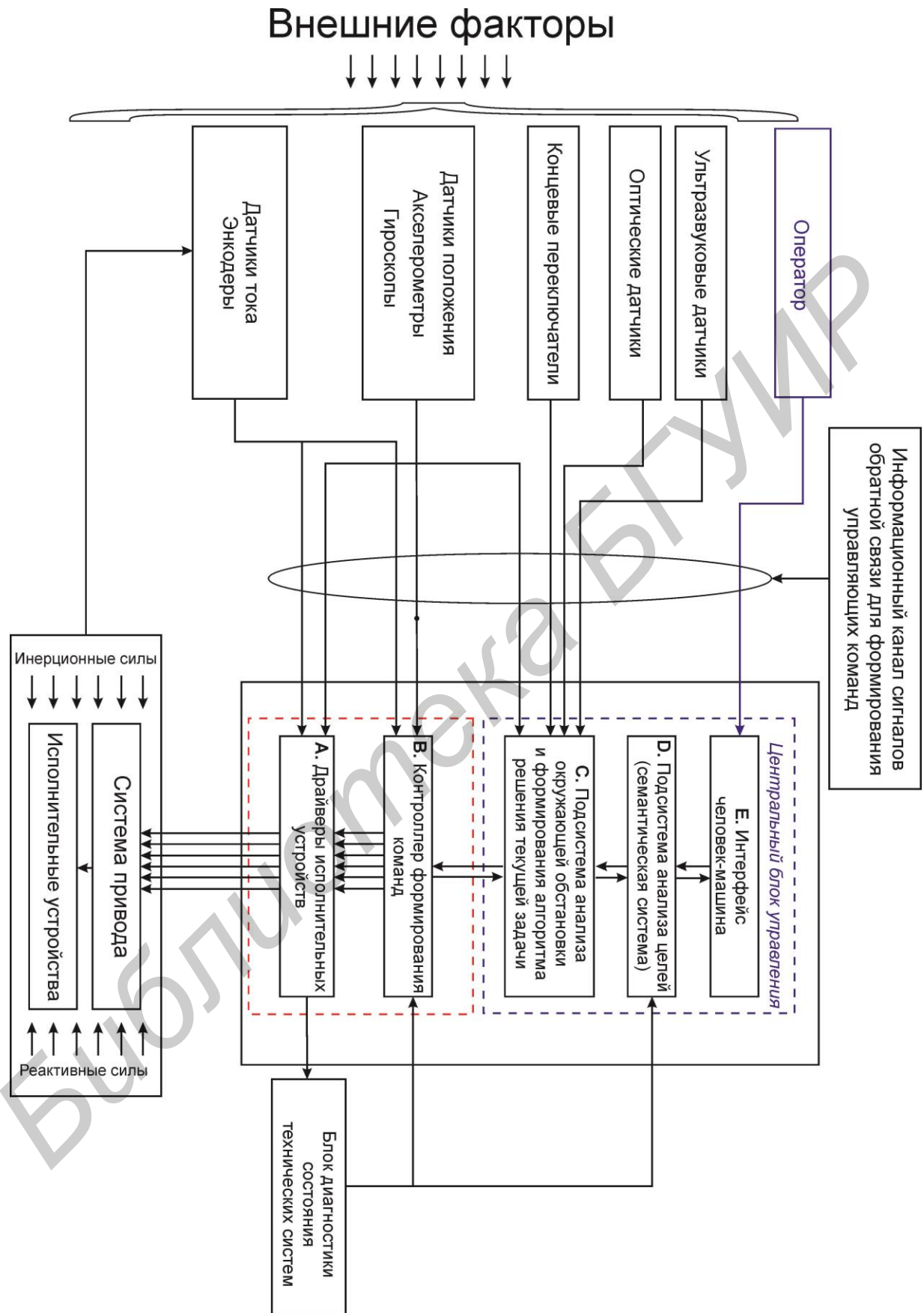


Рис. 1. Многоуровневая структурная схема управления роботехническим комплексом

Разработанные технологии для работы с big data пока не отвечают требованиям встроенных систем. Однако обращение к классической форме обработки big data [22, 23] позволяет предложить подход для кластеризации и предобработки получаемых данных (рисунок 2).

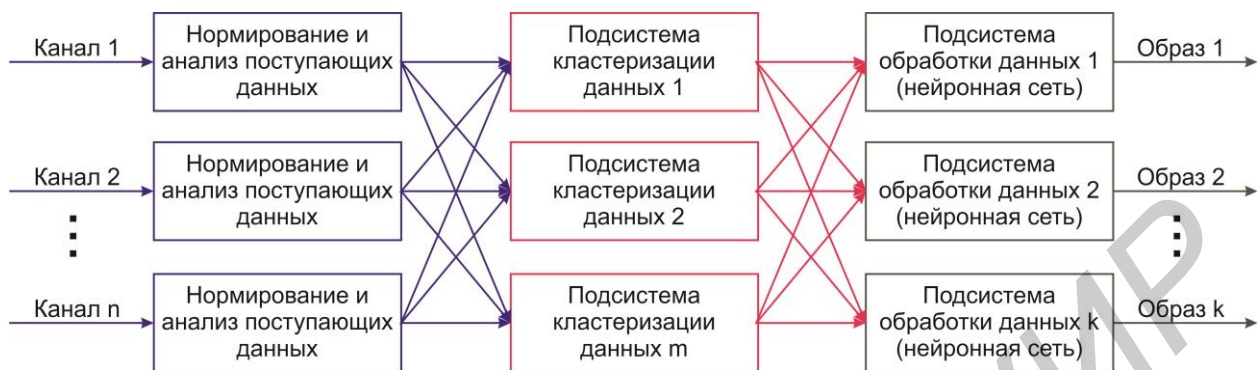


Рис. 2. Модель предобработки информационных сигналов обратной связи

Информация от датчиков должна проходить три этапа:

1. происходит нормирование и анализ информации в каждом информационном канале (1... n);
2. выполняется кластеризация данных для последующей обработки (количество кластеров определяется логической структурой получаемых данных: позиция, положение, параметр, команда и т.д. 1... m);
3. происходит обработка и передача обобщенных данных (образов) на соответствующие уровни системы управления (1...k).

Предложенная структура управления обладает рядом достоинств:

- 1 После предобработки данные в виде образов поступают на соответствующие уровни управления, что упрощает их интерпретацию. При добавлении информации соответствующей коррекции требует только система предобработки, но не сама система управления.
- 2 Уровни иерархии системы управления хорошо разграничивают функции управления. Таким образом, разработку подобной системы легко распараллелить.
- 3 В последствии, достаточно просто выполнять модернизацию системы путем модернизации каждого уровня управления по-отдельности.
- 4 Данная система управления может применяться не только для управления одним робототехническим комплексом, она может масштабироваться с целью управления группой робототехнических комплексов или целым роботизированным предприятием (при введении шестого технологического уклада).

Авторы выражают признательность доктору технических наук, профессору Голенкову Владимиру Васильевичу за оказанную помощь при обсуждении и написании настоящей статьи.

Литература

- [1]. Отчет ЦЭМИ РАН от 2015 г. «Революционные технологии: перспективные направления развития робототехники» Программа Президиума РАН «Анализ и прогноз долгосрочных тенденций научного и технологического развития: Россия и мир».
- [2]. Комков Н.И., Бондарева Н.Н. Перспективы и условия развития робототехники в России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. № 2.
- [3]. Huang P. et al. Dynamics and configuration control of the maneuvering-net space robot system //Advances in Space Research. – 2015. – Т. 55. – №. 4. – С. 1004-1014.
- [4]. Дульнев П. А. К вопросу о роботизации вооружения и военной техники сухопутных войск //Вестник академии военных наук. -- 2015 – №. 1(50),

- [5]. Рубцов И. В. Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения //Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – №. 3 (140).
- [6]. Kuss A. et al. Manufacturing knowledge for industrial robot systems: Review and synthesis of model architecture //Automation Science and Engineering (CASE), 2016 IEEE International Conference on. – IEEE, 2016. – С. 348-354.
- [7]. Kaltsoukalas K., Makris S., Chryssolouris G. On generating the motion of industrial robot manipulators //Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2015. – Т. 32. – С. 65-71.
- [8]. Li J. et al. A design pattern for industrial robot: user-customized configuration engineering //Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2015. – Т. 31. – С. 30-39.
- [9]. Kraus P., Geiger R. Robot system for medical surgeries : пат. D768219 США. – 2016.
- [10]. Joubair A. et al. Absolute accuracy analysis and improvement of a hybrid 6-DOF medical robot //Industrial Robot: An International Journal. – 2015. – Т. 42. – №. 1. – С. 44-53.
- [11]. Liu J. N. K., Wang M., Feng B. iBotGuard: an Internet-based intelligent robot security system using invariant face recognition against intruder //IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews). – 2005. – Т. 35. – №. 1. – С. 97-105.
- [12]. Atzori L., Iera A., Morabito G. The internet of things: A survey //Computer networks. – 2010. – Т. 54. – №. 15. – С. 2787-2805.
- [13]. Sadeghi A. R., Wachsmann C., Waidner M. Security and privacy challenges in industrial internet of things //Proceedings of the 52nd Annual Design Automation Conference. – ACM, 2015. – С. 54.
- [14]. Евграфов, В.В. Динамика, управление, моделирование роботов с дифференциальным приводом Текст. /В.В. Евграфов, В.Е. Павловский, В.В. Павловский // Теория и системы управления. 2007. - №5. - С. 171-176.
- [15]. Глазкова Л. В., Панченко А. В., Павловский В. Е. Динамика, моделирование и управление колёсным робобуером // Нелинейная динамика. — 2012. — Т. 8, № 4. — С. 679—687
- [16]. Павловский В.Е., Павловский В.В. Модульная микроконтроллерная система управления роботами РОБОКОН-1 // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012. № 86. 32 с.
- [17]. Прокопович Г. А. Нейросетевая модель для реализации поисковых движений мобильного робота. – 2013.
- [18]. Прокопович, Г.А. Способ управления манипулятором робота на основе гетеро-ассоциативной искусственной нейронной сети / Г.А. Прокопович // Электроника Инфо (рецензируемый раздел). – 2014. - №6 (108). – С. 36-39.
- [19]. Давыдов, М.В. Антропоморфная система управления робототехническим комплексом/ Давыдов М.В., Давыдова Н.С., Осипов А.Н.// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems : материалы междунар. науч.-техн. конф./ редкол. : В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.], ISSN 2415-7740; Вып.1 (Минск, 16-18 февраля 2017г.). – Минск : БГУИР, 2017. -- 466 с.
- [20]. Бажин С. А., Васильевский А. С., Лапшин К. В. Стратегия проектирования антропоморфных систем //Информационно-управляющие системы. – 2012. – №. 5 (60).
- [21]. Мако Д., Месарович М., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем //Мир. – 1973.
- [22]. Zikopoulos P. et al. Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data. – McGraw-Hill Osborne Media, 2011.
- [23]. Sharma A. B. et al. Modeling and analytics for cyber-physical systems in the age of big data //ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review. – 2014. – Т. 41. – №. 4. – С. 74-77.