

УДК 004.5, 681.5

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА И РОБОТА В ЭРГАТИЧЕСКОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Р.Р. Галин

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65
E-mail: grr@ipu.ru

Ключевые слова: задачи управления, система управления, взаимодействие человека и робота, коллаборативная робототехника.

Аннотация: В данном материале рассматривается вопрос взаимодействия человека и робота в рамках эргатической робототехнической системы. Описана функциональная схема взаимодействия человека и робота в робототехнической системе, представлена классификация взаимодействия человека и робота с точки зрения проектирования работы в человеко-машинной системе, которые применимы и сегодня при отработке сценариев уровне человек-робот.

1. Введение

Развитие робототехники и эффективность ее применения влияют на повышение производительности труда и улучшает качество продукции, способствует модернизации технологических процессов. По мере роста функциональных возможностей роботов многократно возросло количество их возможных применений в различных сферах деятельности человека, тем не менее на сегодняшний день множество рабочих процессов по-прежнему остаются невозможны в использовании при полной автоматизации. Таким образом, возникает потребность в совместной работе человека и робота при выполнении поставленных задач. Участие человека в производственном процессе совместно с коллаборативным роботом создает сложную систему управления – назовем ее эргатической робототехнической системой управления коллаборативным роботом. Задача данной эргатической системы заключается в коллаборации процесса взаимодействия человека и робота, где элементы системы – интеллектуальные агенты. Необходимо учитывать организацию взаимодействия и согласовывать возможности рассматриваемых интеллектуальных агентов при решении поставленных производственных задач.

Производственный процесс совместной и безопасной работы человека и робота принято называть коллаборативным взаимодействием, а приспособленный для этого класс роботов – коллаборативными роботами [1]. Понятие «коллаборативный робот» претерпело ряд изменений за счет развития новых технологий в области робототехники. Изначально, термин «коллаборативный робот» был применим к промышленным манипуляторам, впервые использовался в рамках исследовательского проекта компании General Motors и означал «робота, который работает с человеком рука об руку» [2].

Современное понимание коллаборативного робота связано с принятыми требованиями международных стандартов, а в частности удовлетворение техническим спецификациям «ISO/TS 15066:2016», разработанным Международной организацией по

стандартизации [3]. Согласно данной спецификации «коллаборативным роботом» является робот, предназначенный для прямого взаимодействия с человеком в рамках определенного совместного пространства при условии соблюдения мер безопасности [4,5].

Итак, эргатическая система управления коллаборативным роботом – это система, в которой часть операций выполняются роботом, а часть человеком. Возникает вопрос о разумной степени автоматизации действий робота и о целесообразности разделения функций между человеком и роботом. Проблема сотрудничества человека и робота в едином рабочем пространстве ставит задачу по определению функций, которые должны быть переданы роботу в силу его функциональной эффективности, а какие должны остаться у человека в силу его уникальных способностей к восприятию окружающей среды и принятию решений в экстренных ситуациях.

2. Функциональное описание эргатической робототехнической системы

Управление коллаборативным роботом осуществляется его устройством управления с сенсорными и исполнительными системами [6]. В коллаборативной робототехнике человек принимает непосредственное участие, выполняя производственные задачи совместно с роботом. В данной концепции совместной работы эргатическая робототехническая система может быть расширена понятием человек-оператор и робот до уровня человек-робот. Помимо человека-оператора в полуавтоматической системе управления человек является интеллектуальным агентом наравне с коллаборативным роботом с целью автоматизации и оптимизации процесса.

В качестве рассматриваемого робота приведен пример с манипулятором, чьи характеристики отвечают нормам безопасности при взаимодействии с человеком (коллаборативный робот).

Рассмотрим основные компоненты функциональной схемы эргатической системы управления коллаборативным роботом на рис. 1.

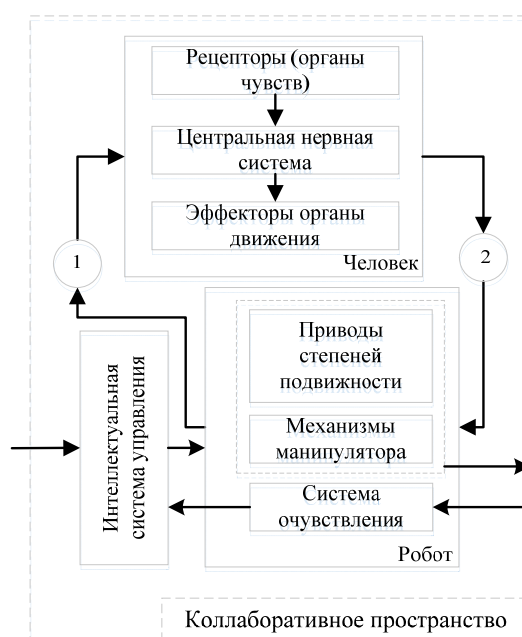


Рис. 1. Функциональная схема эргатической робототехнической системы.

К основным элементам коллаборативного робота относятся из: исполнительная система для целенаправленного воздействия на окружающую среду, сенсорной системы для обеспечения робота информацией о состоянии окружающей среды и результатах воздействия на нее манипуляционной системы. Интеллектуальная управляющая система служит для выработки принципов управления манипуляционной системы и отработки сценариев взаимодействия человека с роботом.

Функционирование человека при взаимодействии осуществляется на основе сравнения поступающих сигналов с некоторыми эталонными (функция центральной нервной системы), хранимыми в памяти, с последующим принятием решения, учитывая опыт работы и навыки. Эффективность взаимодействия на уровне человек-робот обеспечивается за счет оптимального и согласованного распределения функций на участках: 1 и 2. Получение эффективности зависит от решения задачи инженерной психологии и эргономики.

3. Классификация взаимодействия человека и робота в эргатической робототехнической системе

Вопрос классификации взаимодействия между человеком и роботом возник еще с момента необходимости создания эффективной человеко-машинной системы. Работа в общем пространстве эргатической робототехнической системы заключается в сочетании возможностей робота и человека в стремлении снизить человеческие трудозатраты при выполнении общих задач.

Концептуально взаимодействие человека и робота в эргатической робототехнической системе можно классифицировать на следующие составные элементы: время работы, рабочее пространство, цели взаимодействия и контакт [7], представленные на рис. 2.

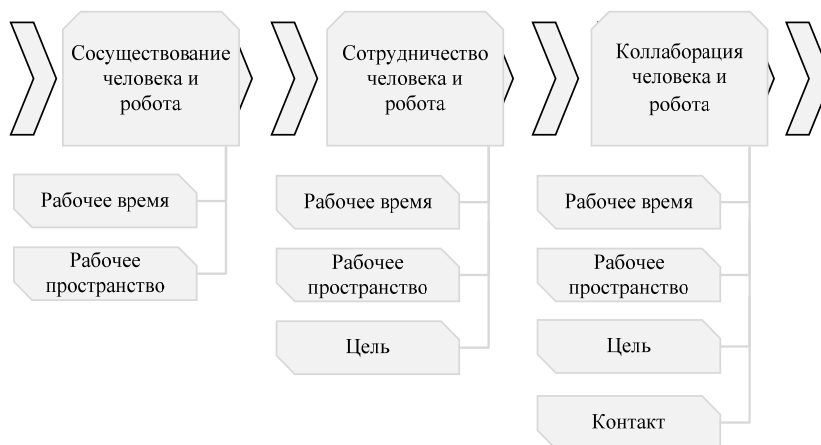


Рис. 2. Классификация взаимодействия человека и робота.

В представленной концепции рабочее время определяется как время, в течении которого человек и робот взаимодействуют в рабочем пространстве. Каждая сущность имеет поставленную цель, которая достигается совместно или может быть раздельной. Если существует общее время в одном рабочем пространстве, то данное взаимодействие представляет собой сосуществование человека и робота. При условии единой цели взаимодействия, сущности могут иметь различные задачи, что характеризует их со-

трудничество, а если происходит прямой контакт (например, тактильный или слуховой), то взаимодействие может быть обозначено как коллаборация человека и робота.

При проектировании работы в эргатической робототехнической системе, можно рассматривать критерии человеко-машинной системы, которые применимы и сегодня [8]:

- на первом месте при проектировании системы стоит обеспечение безопасности;
- робот должен приспосабливаться к человеку, а не наоборот. Если систему функционирует недостаточно хорошо, то следует вести доработку робота, а не искать замену человеку-ассистенту;
- необходимо сводить к минимуму разного рода исключения, создавая условия, при которых каждый человек-ассистент в рабочем пространстве мог бы использовать робота;
- процесс сотрудничества человека и робота должен быть построен так, чтобы интеллектуальная и социальная деятельности возлагались на робота, а легкую физическую и канцелярскую на человека;
- создавая наилучшие условия для взаимодействия человека и робота, необходимо уделять внимание взаимодействию агентов системы для эффективности труда и снижения количества ошибок;
- роботы предназначены для повышения производительности труда человека.

Важно отметить, что рассматривая разницу коллаборативного робота от промышленного, следует уделять особое внимание оценке риска нанесения ущерба человеку при его использовании в общем пространстве, а не самому роботу. Так как в стандарте, регламентирующем «коллаборативную робототехнику» редко речь идет о роботе, в первую очередь говорится о коллаборативном приложении (кабели, комплектующие, манипулятор с захватом и т.д.), что является всем тем, что находится в общем рабочем пространстве человека и робота.

4. Заключение

Создание условий для совместной работы человека и робота обеспечат эффективность и производительность технологических процессов за счет разделения и автоматизации операций. В дальнейшем предстоит решать сложные задачи по обработке информации при взаимодействии человека и робота, изучению характеристик человека-агента в робототехнической системе человек-робот, а также исследовать эффективные решения по распределению функций между человеком и роботами, обладающими разной степенью автономности.

Использование коллаборативных роботов ежегодно растет [9], что несомненно приведет к повсеместному применению роботов в жизнедеятельности человека и может стать «The next big think» в науке и технике. Задача безопасного процесса совместной работы в коллаборативном пространстве будет изменена в сторону эффективной коллаборации человека и робота.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00331.

Список литературы

1. Pervez A., Ryu J. Safe physical human robot interaction—past, present and future // Journal of Mechanical Science and Technology. 2008. Vol. 22. P. 469-483.

2. Robot or cobot: The five key differences. Hannover Messe, 18 October 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hannovermesse.de/en/news/robot-or-cobot-the-five-key-differences.xhtml?emsrsrc=socialmedia&refID=hm/17/b/twitter/intensive/regel/cobots/en>. (Дата обращения 15.12.2018).
3. ISO/TC 299 Robotics – “ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices – Collaborative robots”, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/62996.html>. (Дата обращения 15.01.2019).
4. Lazarte M. Robots and humans can work together with new ISO guidance. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/news/2016/03/Ref2057.html>. (Дата обращения 15.12.2018).
5. Галин Р.Р. Виртуальный полигон для эффективного взаимодействия роботов в многоагентной робототехнической системе // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2018. № 6 часть II. С. 112-118.
6. Юревич Е.И. Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург. 2017. 284 с.
7. Schmidler J., Knott V., Hölzel C., Bengler K. Human Centered Assistance Applications for the working environment of the future // Occupational Ergonomics. 2015. Vol. 12, No. 3. P. 83-95.
8. Konz S. Work design: industrial ergonomics / Third Edition. Scottsdale, Arizona: Publishing Horizons, Inc., 1990.
9. Roboteconomics — “The facts about Co-Bot Robot sales”, Barclays Equity Research — “The rise of cobots: Sizing the market”, 2016. Available at: <https://roboonomics.com/2016/01/11/the-facts-aboutco-bot-robot-sales>. (Дата обращения 18.01.2019).