

# § 3 МЕТОДЫ, ЯЗЫКИ И МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Урванов Г. А., Даньшин В. В., Дюмин А. А., Чепин Е. В. —

## СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЧЕЛОВЕКОМ, КАК АГЕНТОМ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**Аннотация:** В статье рассматривается система управления робототехническим комплексом, в которой человек выступает в роли исполнителя. При этом человек-исполнитель и робот-исполнитель являются равноправными агентами гетерогенного комплекса. При этом предполагается, что агенты гетерогенного комплекса независимо от характеристик имеют общую цель, и способны корректировать свои действия в ходе выполнения поставленной задачи. Описывается структура взаимодействия внутри гетерогенного комплекса. Приводится информация о реализованной системе взаимодействия с человеком как агентом мобильного робототехнического комплекса. Описывается структура человеко-машинного взаимодействия внутри гетерогенного робототехнического комплекса. При этом гетерогенный комплекс рассматривается как многоагентная система. Новизна подхода, описываемая авторами в статье, заключается в рассмотрении человека как равноправного агента многоагентной системы наравне с интеллектуальными роботами. Прототип системы взаимодействия с человеком, как с агентом робототехнического комплекса, был разработан и протестирован средствами факультетской лаборатории робототехники НИЯУ МИФИ. В настоящее время ведутся работы по повышению качества взаимодействия и унификации системы взаимодействия. **Ключевые слова:** системы управления, робототехника, многоагентные системы, человеко-машинное взаимодействие, голосовые сообщения, гетерогенные системы, мобильные роботы, интеллектуальные системы, робототехнические комплексы, распознавание речи

Необходимость непосредственного управления автоматическими устройствами необходима в условиях низкой интеллектуальности автоматических систем. Для высокоинтеллектуальных робототехнических систем [1,2,3] и задач, для решения которых применяются подобные системы, имеется ряд характерных особенностей, влияющих на целесообразность использования прямого операторского управления. Характерные

особенности высокоинтеллектуальных робототехнических систем подробнее рассматриваются в [4].

Зачастую в задачах управления необходимо наличие большого объема информации. [4,5]. В процессе исполнения поставленной задачи члены группы должны обладать необходимой им информацией в полной мере. Высокоинтеллектуальная система подразумевает достаточное количество начальных данных для выполнения поставленной задачи, а в случае нехватки данных - способность ее восполнить. В случае если рассматривается робот как член группы, (групповое взаимодействие роботов рассматривается в [2,3]) проблема невозможности использования имеющейся информации не актуальна: в настоящее время технологии позволяют снабдить любое робототехническое устройство объемом памяти, позволяющей хранить всю необходимую ему информацию в базах данных. Из-за того, что память людей-операторов в общем случае устроена принципиально иным образом, обеспечить единовременное наличие в памяти оператора всей необходимой информации не представляется возможным. Так же, операции чтения и интерпретации информации оператором производится значительно медленнее, чем робототехническим средством. Кроме того, оператор подвержен стрессам и иным физиологическим процессам, которые могут не позволить ему корректно интерпретировать имеющуюся в распоряжении информацию. Таким образом, в общем случае высокоинтеллектуальное робототехническое средство обладает большим объемом полезной информации и большим потенциалом корректной интерпретации и последующего использования информации.

Для решения большинства задач необходима обратная связь, то есть реакция системы на окружение и его изменение. Для корректной реакции на происходящие изменения окружающей среды необходимо своевременная и верная интерпретация полученных данных. О действиях и реакциях мобильных робототехнических систем сказано в [6]. Как и в случае с необходимостью интерпретации имеющейся в базах данных информации, в большинстве случаев высокоинтеллектуальный робот способен воспринять и интерпретировать поступающую информацию быстрее, чем человек-оператор, следовательно, быстрее отреагировать на произошедшее изменение. Если же поставленная задача не подразумевает необходимости принятия решения в сжатые сроки, то оставшееся время можно потратить на более глубокий анализ наблюдаемых изменений. Так же на время и качество принятия решения относительно изменения параметров окружения могут оказывать влияние стрессы и другие физиологические процессы человека-оператора. Таким образом, если высокоинтеллектуальная система может провести соответствующий анализ окружения и его изменений, то, в общем случае, она может справиться с этой задачей лучше, чем человек.

Современные робототехнические средства обладают множеством различных датчиков и сенсоров. Кроме того, зачастую для робототехнического комплекса интерпретация полученных с помощью датчиков данных является более простой задачей, чем для человека. Человек не может сам по себе обладать такими устройствами как дальномер или

сенсор, показывающий уровень радиоактивного заражения. При использовании специализированных технических средств, оператор с недостаточным уровнем подготовки может испытывать сложности при работе с группой гетерогенных датчиков, особенно если используемые устройства необходимы только в рамках конкретной задачи. К примеру, при работе в специфических погодных условиях, когда метеорологические условия могут сказаться на работе системы или возможности достижения поставленных целей. Высокоинтеллектуальное робототехническое устройство может обрабатывать данные со всех установленных и корректно настроенных сенсоров одновременно, что дает ему функциональное преимущество над человеком-оператором.

В задачах управления высокоинтеллектуальными системами оператор часто не располагает вышеуказанными преимуществами информации, скорости реакции и набора функциональных возможностей. Как следствие, логично предположить, что не каждой высокоинтеллектуальной системе необходимо непосредственное операторское управление. Более того, в некоторых ситуациях непосредственное операторское управление человеком способно не только снизить эффективность работы робототехнического комплекса, но и привести к невозможности выполнения поставленной задачи. Некоторые ограничения, накладываемые непосредственным управлением, в частности, при использовании нейрокомпьютерных интерфейсов [5] приводятся в [7]. Логичным решением является использование высокоинтеллектуальных робототехнических систем для решения задачи управления, либо неявного управления.

Однако, в сложных системах высока вероятность случайной или преднамеренной неисправности либо ошибки. Ввиду того, что на данный момент практически любая высокоинтеллектуальная система не обладает достаточно качественными системами автоматического управления для того, чтобы быть способной самостоятельно справиться с любой возникающей ситуацией, не предусмотренной в рамках поставленной задачи, возникает необходимость в наличии человека-пользователя, способного скорректировать выполнение поставленной задачи в процессе работы системы. Взаимодействие с человеком в такой робототехнической системе логично осуществлять как с агентом робототехнического комплекса. При таком решении вместо оператора либо вместе с ним используется система автоматического управления робототехническим комплексом, и система взаимодействия с человеком как с агентом робототехнического комплекса. Под взаимодействием с человеком как с агентом подразумевается такой сценарий взаимодействия, при котором полученная от человека информация и переданная человеку информация мало отличается либо не отличается от информации, передаваемой между роботами-агентами группы. Фактически, при такой реализации человеко-машинного взаимодействия робот видит в работающем с ним человеке такого же агента комплекса, как и он сам, но с иным набором интерфейсов и датчиков. Специфика подобного взаимодействия заключается в том, что передаваемая между агентами комплекса информация не всегда имеет командный характер, либо не имеет его вовсе. Принципиальная схема

взаимодействия представлена на Рис.1.

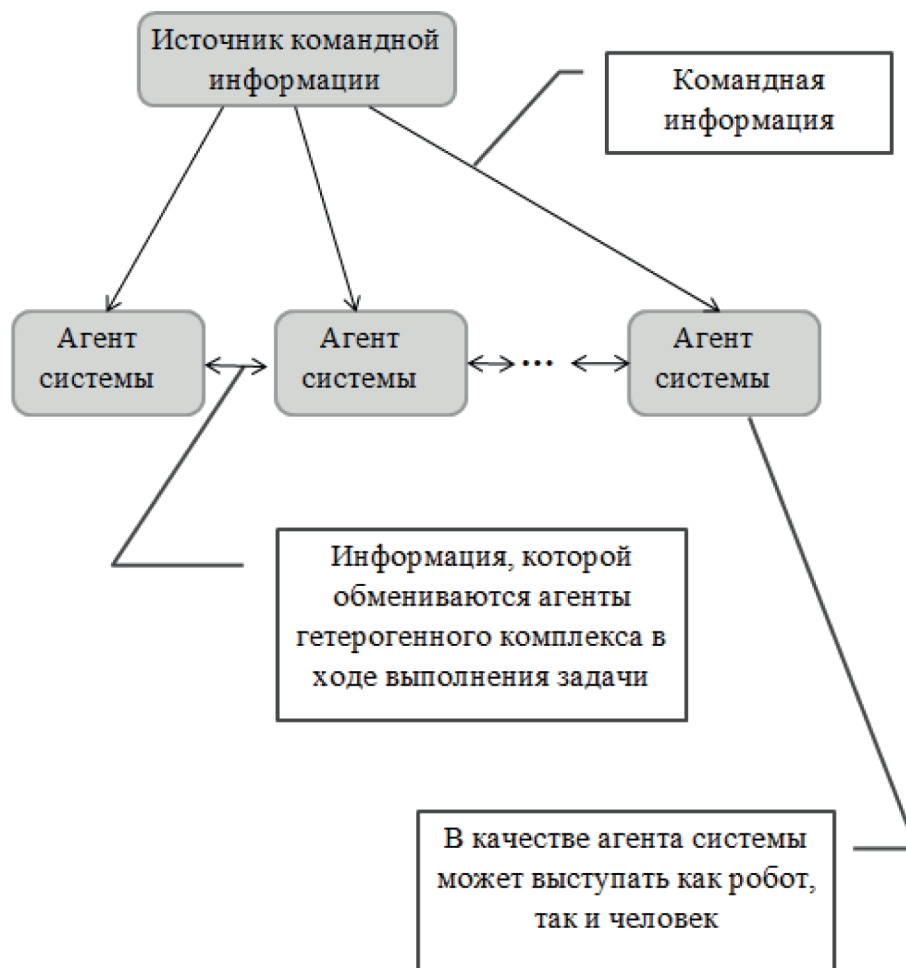


Рис.1. Принципиальная схема взаимодействия внутри гетерогенного комплекса

Взаимодействие должно осуществляться максимально понятным для человека способом. В качестве такого способа целесообразно использовать систему голосового взаимодействия. Системы голосового управления требуют наличия микрофона, динамиков и специализированного программного обеспечения, позволяющего как выделить из аудиопотока отдельные фразы и распознать их, так и преобразовать передаваемую роботом информацию для агентов комплекса в понятную для человека форму.

Для реализации подобного взаимодействия было разработано архитектурное решение программной системы, обеспечивающей возможность описанного взаимодействия для роботов-членов гетерогенного комплекса. Программная система была составлена из трех подсистем: подсистемы передачи информации человеку, подсистемы интерпретации полученной от человека информации и подсистемы принятия решений о взаимодействии

с человеком. Схема программной системы представлена на Рис.2.



Рис.2. Схема программной системы, обеспечивающей возможность гетерогенного взаимодействия

Подсистема принятия решений о взаимодействии с человеком необходима для выявления необходимости связаться с агентом-человеком. На данный момент подсистема является расширением программного обеспечения робота, позволяющим в случае необходимости передавать сообщения подсистеме передачи данных и принимать сообщения от системы интерпретации данных. Необходимость передачи сообщения агенту-человеку определяется с помощью срабатывания переключателей-триггеров в том случае, когда робот сталкивается с задачей, для выполнения которой требуется агент-человек, либо в случае завершения исполняемой операции.

Подсистема интерпретации полученной от человека информации необходима для формирования понятных для робота сообщений из информации, полученной от человека. В настоящее время подсистема интерпретации, разработанная авторами, при отсутствии внешних помех в работе не имеет ошибок первого рода, то есть вероятность успешного распознавания голосовой команды равна 100%.

Подсистема передачи информации человеку необходима для перевода сообщений от интеллектуальных систем робота в понятный для человека формат, а так же передачи их человеку-агенту. Сообщения, передаваемые человеку-агенту, представляют собой команды, произносимые на английском языке. При этом используются технологии машинного синтеза речи, что позволяет использовать произвольный текст в качестве

передаваемого человеку сообщения.

Прототип системы взаимодействия с человеком, как с агентом робототехнического комплекса, был разработан и протестирован средствами факультетской лаборатории робототехники НИЯУ МИФИ. В настоящее время ведутся работы по повышению качества взаимодействия и унификации системы взаимодействия.

### **Библиография :**

1. Alomari M.H., Samaha A., AlKamha K. "Automated Classification of L/R Hand Movement EEG Signals using Advanced Feature Extraction and Machine Learning". International Journal of Advanced Computer Science and Applications (ijacsa), 2013 vol.2; pp:207-212.
2. Samek W., Binder A., Müller K.R. "Multiple Kernel Learning for Brain-Computer Interfacing". Proceedings of 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 vol.1; pp:48-51
3. Rajyalakshmi M., Kameswara Rao T., Prasad T.V. "Exploration of Recent Advances in the Field of Brain Computer Interfaces". International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, 2012 vol.1; pp:17-22
4. Dyumin A.A. "Architecture of reconfigurable software for mobile robotic systems". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2009 vol.2; pp:122-124.
5. Bereznyak I.S., Chepin E.V., Dyumin A.A. "Scripting software for mobile robotic systems". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2009 vol.2; pp:74-77.
6. Chepin E.V., Shapovalov N.K., Sorokoumov P.S. "Ideology and management software architecture for mobile robots". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2012 vol.1; pp:21-23.
7. Chepin E.V., Dyumin A.A., Sorokoumov P.S., Urvanov G.A. "A prototype of the brain-computer interface for mobile robot". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2013 vol.2; pp:202-206.
8. Денисенко В.А., Ксалов А.М., Гошокова Ф.М. Методика разбора агглютинативных языков для естественно-языкового интерфейса в мультиагентных системах и системах основанных на знаниях // Программные системы и вычислительные методы. - 2013. - 3. - С. 225 - 229. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.3.9141.

### **References:**

1. Alomari M.H., Samaha A., AlKamha K. "Automated Classification of L/R Hand Movement EEG Signals using Advanced Feature Extraction and Machine Learning". International Journal of Advanced Computer Science and Applications (ijacsa), 2013 vol.2; pp:207-212.
2. Samek W., Binder A., Müller K.R. "Multiple Kernel Learning for Brain-Computer Interfacing". Proceedings of 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 vol.1; pp:48-51
3. Rajyalakshmi M., Kameswara Rao T., Prasad T.V. "Exploration of Recent Advances in the Field of Brain Computer Interfaces". International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, 2012 vol.1; pp:17-22
4. Dyumin A.A. "Architecture of reconfigurable software for mobile robotic systems". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2009 vol.2; pp:122-124.



5. Bereznyak I.S., Chepin E.V., Dyumin A.A. "Scripting software for mobile robotic systems". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2009 vol.2; pp:74-77.
6. Chepin E.V., Shapovalov N.K., Sorokoumov P.S. "Ideology and management software architecture for mobile robots". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2012 vol.1; pp:21-23.
7. Chepin E.V., Dyumin A.A., Sorokoumov P.S., Urvanov G.A. "A prototype of the brain-computer interface for mobile robot". Workshop on computer science and informational technologies CSIT'2013 vol.2; pp:202-206.
8. Denisenko V.A., Ksalov A.M., Goshokova F.M. Metodika razbora agglyutinativnykh yazykov dlya estestvenno-yazykovogo interfeisa v mul'tiagentnykh sistemakh i sistemakh osnovannykh na znaniyakh // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody. - 2013. - 3. - С. 225 - 229. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.3.9141.