

Нейро-нечёткая система управления мобильным объектом с использованием интерфейса мозг-компьютер

М.Ф. Степанов¹, А.М. Степанов², О.М. Степанова³

¹Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Политехническая 77, Саратов, Россия, 410054

²Пенсионный Фонд Российской Федерации, Саратовский филиал, Пугачёва 11, Саратов, Россия, 410004

³ООО «Реестр-РН», Саратовский филиал, Шелковичная 37/45, Саратов, Россия, 410017

Аннотация

Гибридная система управления программно-аппаратного комплекса (ПАК) робота-ассистента антропоморфного типа для педагога (РААТ) включает интеллектуальную подсистему поддержки принятия решений для достижения целей учебного занятия с использованием оценки состояния обучаемого на основе анализа мозговой активности по результатам исследования данных электроэнцефалограмм (ЭЭГ).

Ключевые слова

Система управления, образовательная робототехника, принятие решений, интерфейс мозг-компьютер, планирование действий

1. Введение

На современном этапе бурного развития образовательная робототехника в большей степени выступает в роли демонстрационно-развлекательного инструментария. С другой стороны, по ряду причин среди обучаемых становится всё больше лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). К сожалению, большинству из них трудно обучаться в обычной общеобразовательной школе. Для них создаются коррекционно-реабилитационные обучающие центры (КРОЦ). Цель их создания – по возможности подготовить лиц с ОВЗ к самостоятельной жизни в социальном обществе. Однако высокий уровень дифференциации воспитанников КРОЦ по ограничениям здоровья создаёт много трудностей в организации учебного процесса.

В Саратовском государственном техническом университете имени Гагарина Ю.А. совместно с АО «НПО «Андроидная техника» (г. Магнитогорск) ведутся работы по созданию исследовательской лаборатории-полигона разработки программно-аппаратного комплекса робота-ассистента антропоморфного типа (ПАК РААТ) для педагога с применением контроля обучения на основе расшифровки паттернов активности головного мозга [1].

2. Методы и результаты

Объектом исследования в данной работе является ПАК РААТ. Предметом исследования являются методы и алгоритмы принятия решений ПАК РААТ. Принимаемые ПАК РААТ решения направлены на активизацию учеников для углубления вовлеченности в учебный процесс на уроке. Целью функционирования ПАК РААТ как помощника педагога является повышение эффективности образовательного процесса. ПАК РААТ призван выявить и привлечь к активной работе «трудных» учеников. Для этого в ПАК РААТ используется анализ мозговой активности посредством исследования многоканальных данных электроэнцефалограмм (ЭЭГ-данных). Исследования в этом направлении получили название «brain-computer interface» [2]. На основе оценки эмоционального состояния ученика, наблюдения за его поведением на уроке, оценки результатов выполнения учебных заданий ПАК РААТ на основе имеющейся базы знаний определяет адекватные действия по

вовлечению в учебный процесс «выпавших» из него учеников. К таким действиям относятся, например, выдача дополнительных заданий «отличникам», замена задания «двоечникам», помощь в выполнении заданий «молчунам» и т.д.

Немаловажным является и воспитательный эффект, обусловленный «компьютерным контролем мыслей» ученика. Многообразие ситуаций и множество различных методов их разрешения создают трудности с выбором (построением) конкретной процедуры действий для конкретной ситуации для конкретного ученика.

В целом образовательный процесс на уроке с участием ПАК РААТ можно представить в виде мультиагентной гибридной киберфизической системы, в которой выделяются: педагог, ученики, ПАК РААТ, техническое обеспечение учебного класса, методическое обеспечение учебных занятий, учебные и контрольные задания и т.д.

Отличительной особенностью исследуемой системы является наличие активных компонентов – учеников. Их поведение не ограничивается простой реакцией на внешние воздействия. Важным фактором является психофизическое состояние ученика. Для его оценки используются различные методы. Используется анализ эмоционального состояния по видеоизображению лица [3]. Также применяется исследование мозговой активности на основе анализа электроэнцефалограмм [1]. Полученные оценки далее могут быть использованы в процессе принятия решений ПАК РААТ в помощь педагогу для поддержки управления образовательным процессом. Одним из аспектов применения ПАК РААТ в помощь педагогу является своевременное реагирование на ситуации, потенциально опасные для здоровья учеников. Компоненты ПАК РААТ, реализующие взаимодействие с оператором составляют интерфейс мозг-компьютер / мозг-компьютер-мозг.

3. Заключение

Предложена модель образовательного процесса на уроке с участием ПАК РААТ в виде мультиагентной гибридной киберфизической системы. Подход к решению проблемы управления образовательным процессом базируется на использовании модифицированной интеллектуальной системы планирования действий и принятия решений ПАК РААТ. Практическая реализация ПАК РААТ ведется в экспериментальных лабораториях ПАО «НПО «Андроидная техника» и специальной робототехники СГТУ имени Гагарина Ю.А.

4. Благодарности

Данная работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования (грант № 075-15-2019-1341), уникальный идентификатор проекта RFMEFI57717X0282 Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

5. Литература

- [1] Stepanov, M.F. Cyber-Physical Control System of Hardware-Software Complex of Anthropomorphous Robot: Architecture and Models / M.F. Stepanov, V.Yu. Musatov, I.V.Egorov, S.V. Pchelintzeva, A.M. Stepanov // *Cyber-Physical Systems: Advances in Design & Modelling (Studies in Systems, Decision and Control)*. – Springer Nature Switzerland AG. – 2020. – Vol. 259. – P. 13-24. DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4_2.
- [2] McFarland, D.J. Brain-computer interface signal processing at the Wadsworth Center: mu and sensorimotor beta rhythms / D.J. McFarland, D.J. Krusienski, J.R. Wolpaw // *Prog Brain Res.* – 2006. – Vol. 159. – P. 411-419.
- [3] Stepanov, M.F. Hardware and Software System of an Android Assistant for Teachers: Student emotion recognition subsystem / M.F. Stepanov, A.K. Kuzmin, O.N. Dolinina // *International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. – 2019. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934324.