

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ УМНЫХ СРЕД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Новицкая Ю.В., ст. преподаватель

Новосибирский государственный технический университет

e-mail: novitskaya@corp.nstu.ru

Гаврилов А.В., к.т.н., доцент

Новосибирский государственный технический университет

e-mail: gavrilov@corp.nstu.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение получили работы в области создания умных сред или умного окружения (Ambient Intelligence или Smart Environment) [1-3] для поддержания комфортной деятельности человека (в офисе или дома) или приемлемого существования для престарелых людей и людей с ограниченными возможностями (дома, в доме престарелых или в лечебном учреждении). Как вариант умного окружения (или как его часть) можно рассматривать Интернет вещей (Internet of Things) — сеть физических объектов, оснащенных оборудованием, позволяющим объектам взаимодействовать друг с другом и с окружающей средой.

С другой стороны, есть желание использовать технологии умного окружения для создания комфортных условий в процессе учебной деятельности [4]. Однако в основном эта тенденция сводится к созданию интеллектуальной среды с целью помочь студенту усваивать материал самостоятельно [5] или помочь в проведении лекционных или семинарских занятий, где центральную роль играет лектор и его подача материала [6].

В [7-8] авторами была предложена концепция умной учебной лаборатории для помощи преподавателю и студентам с целью повышения эффективности проведения лабораторных работ. В первую очередь рассматривается компьютерная учебная лаборатория, в качестве рабочих мест студентов в которой используются персональные компьютеры. Но предлагаемую архитектуру умной учебной лаборатории можно использовать и для проведения занятий со специализированными стендами.

2. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ УМНОЙ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ

Задачи, решаемые умной учебной лабораторией, можно условно разделить на две категории в зависимости от их направленности: задачи, связанные с организацией рабочего пространства, и задачи, связанные с учебным процессом.

Круг задач, связанных с организацией рабочего пространства, довольно схож с аналогичными задачами, решаемыми, например, умным домом (под умным домом понимается как жилое, так и общественное помещение) — это отслеживание параметров окружающей среды (температуры, освещенности, задымленности и т.п.), отслеживание присутствия/отсутствия человека, отслеживание состояния элементов помещения (дверей, окон, жалюзи и т.п.), состояния оборудования, установленного в лаборатории (проектора, smart-доски/экрана, компьютеров) и соответствующая реакция умного окружения на изменения, происходящие в рабочем пространстве.

Круг задач, связанных с учебным процессом, более специфичен, так как позволяет автоматизировать учебный процесс (в частности, автоматизировать проведение лабораторных работ по некоторой дисциплине) за счет применения умной среды. Это идентификация студентов, пришедших на лабораторную работу, допуск студентов к занятию, видеомониторинг деятельности студентов на их рабочих местах, определение видов деятельности студентов, определение этапов выполнения и скорости выполнения лабораторных работ, корректировка хода выполнения работ, итоговый контроль студентов по завершении работы, поддержка подсчета и учета рейтинга студентов.

3. МОНИТОРИНГ СОБЫТИЙ В УМНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Для работы умной лаборатории, в рамках реализации умного окружения, крайне важно точное распознавание человеческой деятельности (Human Activity Recognition) в пределах лаборатории для анализа происходящих в лаборатории действий наряду с определением событий прочих видов.

Основным источником «сырых», необработанных данных для распознавания человеческой деятельности могут служить видеорекамеры, установленные в лаборатории, дополнительным источником — PIR (Passive InfraRed) датчики движения. В качестве дополнительных датчиков также могут рассматриваться датчики температуры, освещенности, контактные датчики и проч.

Кроме того, в роли своеобразных датчиков могут выступать мобильные устройства, например, смартфоны или другие мобильные гаджеты студентов и преподавателя.

На рис. 1 представлена физическая структура умной лаборатории.

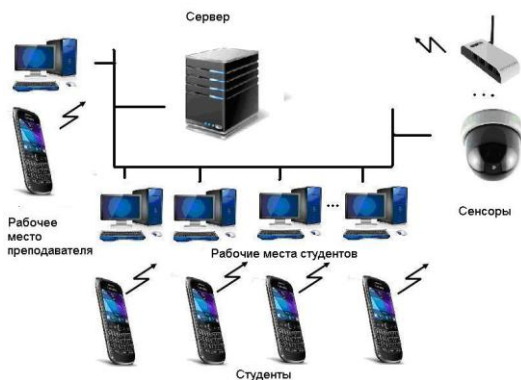


Рис. 1. Физическая структура умной лаборатории

4. ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ/ОБУЧЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УМНОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ

Основу умного окружения лаборатории составляет распределенная информационная система, структура которой представлена на рис. 2.

В информационной системе определен перечень источников событий и виды событий, которые источники могут генерировать.

Источником событий может выступать как человек, так и некоторое оборудование лаборатории. Событие, которое осталось нераспознанным, будет отнесено к типу неопределенных событий и в дальнейшем послужит исходным материалом для последующего дообучения информационной системы.

Значительная роль в информационной системе отводится модулю сбора и предварительной обработки данных.

В состав модуля входят блок датчиков, блок видеокамер и модуль коррекции ошибок.

Блок датчиков по беспроводной сети аккумулирует «сырые» данные, поступающие от различных датчиков, в том числе от смартфонов студентов и преподавателя, и выполняет предварительную обработку данных для определения типа произошедшего события. Блок

видеокамер по проводной сети получает потоковое видео с камер наблюдения и аналогично блоку датчиков обрабатывает полученное изображение для распознавания произошедших событий.

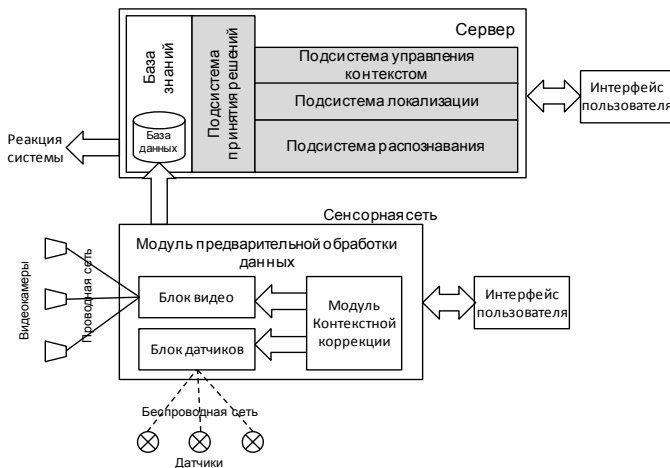


Рис. 2. Структура информационной системы

В общем случае в системе может присутствовать несколько вышеупомянутых блоков (их количество зависит от оборудования лаборатории датчиками и камерами). Блоки датчиков и видеокамер являются аппаратно-программными модулями системы.

В модуль сбора и предварительной обработки данных входит программный логический модуль контекстной коррекции, служащий для исправления неизбежных ошибок в работе модуля сбора и предварительной обработки данных из-за естественных шумов в показаниях датчиков и, как следствие, не 100% точности распознавания произошедших событий [9].

Модуль контекстной коррекции, основываясь на базе правил, вносит коррективы в результаты распознавания событий, основываясь на логическом выводе, произведенном на основе предикатных правил логического вывода, контролирурующих возможность одновременного наступления тех или иных событий. Модуль контекстной коррекции снабжен пользовательским интерфейсом для пополнения базы данных и изменения предикатных правил логического вывода.

Модуль сбора и предварительной обработки данных может работать как клиентское web-приложение, передавая результаты своей

работы на серверную сторону. Результатом работы модуля являются прикладные онтологии, формализующие произошедшие события.

На серверной стороне онтологии помещаются в базу данных для дальнейшей обработки серверными модулями информационной системы.

Серверную сторону информационной системы представляет гибридный модуль, состоящий из подсистемы распознавания, подсистемы локализации, подсистемы управления контекстом, подсистемы принятия решений и базы знаний, включающей, в том числе, серверную базу данных.

Подсистема распознавания выполняет следующие функции: распознает активность студентов и преподавателей, различает разных студентов и идентифицирует их. Она может быть реализована с использованием нейронных сетей, вероятностных моделей, а также гибридного подхода, включающего в себя принятие решений, основанное на знаниях.

Подсистема локализации предназначена для отслеживания местоположения студентов и преподавателей в лаборатории и их отсутствия в помещении.

Подсистема управления контекстом занимается сбором, сохранением и обновлением контекста, используемого в подсистеме принятия решений. Под контекстом понимается время, место, решаемая задача, состояние решения и другие важные аспекты распознаваемых ситуаций и предпринимаемых действий в процессе выполнения лабораторной работы.

Подсистема принятия решений реализует все сервисы и задачи, решаемые системой на уровне взаимодействия с пользователем через смартфоны и/или компьютеры. Она может включать в себя приложения, выполняющие такие функции как управление освещением, управление мультимедиа-проектором, обеспечение безопасности, тестирующую систему, вопросно-ответную систему по различным вопросам, связанным с выполнением лабораторной работы. Для реализации подсистемы может быть использована оболочка экспертной системы EsWin [10], позволяющая формализовать правила, соответствующие различным сценариям.

Например, для реализации сценария допуска студента к лабораторной работе условие допуска: «если студент присутствует на рабочем месте, и успешно прошел входной тест, то допустить студента к выполнению лабораторной работы и добавить результаты теста в базу данных» преобразуется в следующее формальное правило:

RULE

= (Student. Name; Иванов)

= (Name. State; Присутствует)

> (Name. TestResult; 75%)

DO

MS (Action. Message to student; Приступайте к выполнению)

MS (Action. Message to teacher; Student 'Name приступил к выполнению)

= (Name. Add; Результат_теста to DB)

ENDR

База знаний информационной системы содержит знания, позволяющие реализовывать разнообразные сценарии в зависимости от событий, происходящих в ходе проведения лабораторной работы.

База знаний учебной лаборатории должна содержать знания: 1) о порядке проведения лабораторной работы, 2) о сценариях поведения студентов и преподавателей, 3) о правилах техники безопасности, 4) о правилах допуска к лабораторной работе, 5) о правилах аттестации лабораторной работы, 6) о распознавании ситуаций из фрагментов, распознанных подсистемой распознавания. В состав базы знаний входит база данных с онтологиями событий, происходящими в лаборатории в режиме реального времени. Онтологии используются подсистемами гибридного модуля для принятия решений о действиях информационной системы.

Результатом работы информационной системы служит реакция на события в рамках сценариев, происходящих в лаборатории событий, например:

– Сценарий допуска студента к выполнению лабораторной работе. Сценарий предполагает нахождение студента на рабочем месте, для распознавания события может быть задействован контактный датчик в сиденье стула, далее студент проходит входной тест с использованием компьютера, в случае успешного ответа на вопросы теста студент получает возможность приступить к выполнению лабораторной работы. Если тест пройден с неудовлетворительными результатами, студенту будет предложено дополнительно изучить соответствующие темы и повторно пройти тест допуска. Результаты теста и результаты допуска дополняют базу знаний и сообщаются преподавателю:

– Сценарий контроля присутствия студента на рабочем месте во время выполнения лабораторной работы. В случае отсутствия в течение длительного времени на рабочем месте студент будет уведомлен о необходимости возврата к выполнению лабораторной

работы (с помощью сообщения, отправленного на мобильное устройство), преподаватель также будет уведомлен об отсутствии студента;

– Сценарий завершения выполнения лабораторной работы студентом. Студент проходит выходной тест, в процессе которого определяется, были ли достигнуты цели лабораторной работы, в случае неуспешного прохождения теста студенту будет предложено вернуться к соответствующему этапу лабораторной работы. Результаты выходного тестирования сохраняются в базе знаний и доступны преподавателю и студентам [11];

– Сценарий завершения занятия. Сценарий предполагает проверку состояния лабораторного оборудования (перечень оборудования зависит от типа лаборатории), контроль учебного оснащения лаборатории (smart-доски, проектора и т.п.), проверку элементов помещения (окон, дверей, освещения), контроль отсутствия студентов на рабочих местах;

– Сценарий распознавания нештатных ситуаций. Сценарий предполагает слежение за некоторыми параметрами, отклонения которых от нормы могут сигнализировать о потенциальной опасности, например, значительное увеличение уровня шума оборудования, появление запаха дыма и т.п., затем определение источника опасности и его отключение;

– Сценарий климатического контроля. Сценарий предполагает слежение за параметрами температуры, освещенности, влажности в лаборатории и реакцию системы на выход параметров за пределы нормы.

Выполнение любого сценария основывается на происходящих событиях и знаниях из базы знаний, в процессе функционирования учебной лаборатории база знаний может пополняться новыми знаниями как программно, так и посредством интерфейса пользователя.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение технологий умного окружения в учебном процессе (в частности, для проведения лабораторных работ) является в настоящее время новой областью приложения актуальных на сегодняшний день технологий Smart Environment.

Предлагаемая умная учебная лаборатория позволит преподавателю организовать проведение занятий с одновременно большим числом студентов без потери качества обучения. Часть вопросов, неизбежно возникающих у студентов по ходу выполнения лабораторных работ, может быть успешно решена без участия преподавателя. Основное

внимание преподавателя будет направлено на качественное выполнение студентами лабораторных работ, на приобретение студентами определенных образовательными стандартами знаний, навыков и умений.

Литература

1. P. Remagnino, G.L.Foresti, T.Ellis (Eds.). Ambient Intelligence. A Novel Paradigm. Springer, 2005.
2. Gavrilov A.V. Hybrid Intelligent Systems in Ubiquitous Computing / A.V. Gavrilov // Chapter in book “Designing Solutions-Based Ubiquitous and Pervasive Computing: New Issues and Trends” (Eds. Francisco Milton Mendes Neto, Pedro Fernandes Ribeiro Neto). – Pp. 263-281.
3. Гаврилов А.В. Искусственный Домовой / А.В. Гаврилов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2012. – № 2. – С. 77-89.
4. P. Mikulecky. Smart Environment for Smart Learning. – Proc. of 9th Int. Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics DIVAI-2012, Sturovo, Slovakia, 2012. – Pp. 213-222.
5. Azevedo R., Bouchet F, Harley J.M., Feyzi-Behnagh R., Trevors G, Duffy M., Taub M., Pacampara N, Agnew L., Griscom S., Mudrick N., Stead V. and Yang W. : MetaTutor: An Intelligent Multi-Agent Tutoring System Designed to Detect, Track, Model Foster Self-Regulated Learning. In: The Fourth Workshop on Self-Regulated Learning in Educational Technologies (SRL&ET) (2012).
6. V. Efthymiou, M. Koutraki, G. Antoniou. Real-Time Activity Recognition and Assistance in Smart Classrooms. – Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal, Special Issue 1, 2012. – Pp. 9-22.
7. Гаврилов А.В., Новицкая Ю.В., Яцевич Т.А. Умная учебная лаборатория // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск: ЦНИ «Монография», 2013. – С. 126-134.
8. A.V. Gavrilov, Y.V. Novitskaya, T.A. Yatsevich. Towards a Smart School Laboratory. – Proc. of 10th Int. Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics DIVAI-2014, Wolters Cluwer, Sturovo, Slovakia, 2014. – Pp. 65-74.
9. Tuan Anh Nguyen et al., Towards Context Consistency in a Rule-Based Activity Recognition Architecture. – Proc. of 10th International Conference on Ubiquitous Intelligence & Computing and 10th International Conference on Autonomic & Trusted Computing (UIC-ATC 2013), Vietri sul Mare, Italy, 18-20 December 2013. – Pp. 625-630.
10. Gavrilov A.V., Novickaja J.V. The Toolkit for development of Hybrid Expert Systems. – 5-th Int. Symp. “KORUS-2001”, Tomsk: TPU, 2001. – Proceedings. – Vol.1. – Pp. 73-75.
11. Романов Е.Л. Автоматизация учета рейтинга успеваемости студентов / Е.Л. Романов // Открытое и дистанционное образование. – 2014. – № 2 (54). – С. 55-62.