

Ю.В. Новицкая, старший преподаватель, novitskaya@corp.nstu.ru
А.В. Гаврилов, к.т.н., доцент, gavrilov@corp.nstu.ru
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УМНОЙ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация: В статье предлагается архитектура и основные принципы работы системы мониторинга событий для умной учебной лаборатории. Умная учебная лаборатория, предложенная авторами ранее, основана на технологиях умного окружения и мультиагентных системах, и предназначена для повышения комфорта, эффективности и безопасности проведения учебных занятий.

Ключевые слова: умное окружение, система мониторинга событий, сенсорная сеть, мультиагентные системы, коррекция ошибок

EVENT MONITORING SYSTEM OF SMART SCHOOL LABORATORY

Y.V. Novitskaya, senior lecturer, novitskaya@corp.nstu.ru
A.V. Gavrilov, Ph.D., docent, gavrilov@corp.nstu.ru
Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Abstract: Architecture and basic principles of monitoring system for smart school laboratory are proposed in this paper. Smart school laboratory offered by authors earlier is based on smart environment technologies and multi-agent systems employed to improve comfort, effectiveness and safety during conducting of lessons.

Key words: Smart Environment, Event Monitoring System, Sensor Networks, Multi-Agent Systems, Fault correction

В настоящее время все более широкое распространение получают проникающие (повсеместные вычисления), позволяющие создавать комфортную среду обитания человека за счет использования умного окружения — систем, состоящих не только из управляющего центра, но и устройств, выполняющих вычисления, вынесенных за пределы основного вычислительного центра, например, планшетов, смартфонов, «умных вещей» и проч.

Такого рода системы успешно применяются в умных домах для повышения комфорта их обитателей, для улучшения качества жизни людей с ограниченными возможностями, в больницах, учебных заведениях и т.п. [1, 2].

В статье рассматривается умная учебная лаборатория, архитектура которой включает систему мониторинга событий. Система мониторинга событий является промежуточным звеном между низкоуровневой сетью датчиков и гибридной интеллектуальной системой умной учебной лаборатории. Система мониторинга событий предназначена не только для отслеживания событий, происходящих в лаборатории, путем использования низкоуровневой сети датчиков, но и уточнения показаний сети датчиков. Система мониторинга событий предоставляет возможность дальнейшего принятия решений для помощи или корректировки проведения лабораторной работы.

Умная учебная лаборатория нацелена на решение следующих задач:

- помочь преподавателю проводить лабораторные занятия с достаточно большой группой студентов;
- информировать персонально каждого студента о деталях проводимой работы, консультировать каждого студента по мере необходимости;
- наблюдать за текущим состоянием лабораторной работы в целом в отношении каждого студента, оценивать результаты работы студентов;
- помочь студенту составить требуемую последовательность шагов для выполнения лабораторной работы, выполнить правильную последовательность действий в работе, предупредить и избежать опасных ситуаций при работе с оборудованием;
- сохранить статистику выполняемой лабораторной работы для оценивания преподавателем и для дальнейшего анализа.

В [3, 4] авторами предложено использование технологий окружающего искусственного интеллекта и мультиагентной технологии для разработки умной учебной лаборатории для проведения лабораторных работ в университетах и колледжах.

Этот подход к разработке систем обучения с компьютерной помощью достаточно нов. Все существующие или разрабатываемые в настоящее время обучающие системы ориентированы на поддержание процесса обучения.

В противоположность традиционным подходам поддержания процесса обучения [5] предлагаемая система может повысить комфорт и безопасность работы в лаборатории как для студентов, так и для преподавателя (помочь в сопровождении или организации, но не в обучении) и может быть интегрирована с системами, осуществляющими концепцию повсеместных вычислений (при этом не исключается поддержка учебного процесса).

Система мониторинга в качестве источника данных для мониторинга может использовать датчики различных видов, в том числе это могут быть датчики, как установленные в помещении и отслеживающие параметры окружающей среды (температуру, освещенность), присутствие людей, так и датчики, закрепляемые в предметах, которыми пользуются люди, и одежде людей [6, 7].

Архитектура промежуточного программного обеспечения умной учебной лаборатории, состоящая из нескольких подсистем, включая систему мониторинга событий, показана на рис. 1.

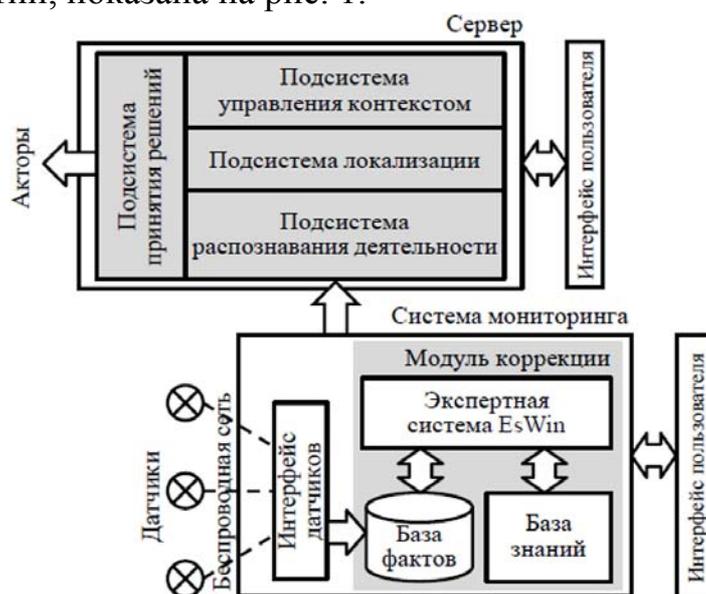


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения умной учебной лаборатории

Подсистема принятия решений, направленная на управление умными объектами (компьютеры, переключатели (света, отопления, питания и т.д.) медиа-проектор, смартфоны и т.д.), состоит из базы знаний для принятия решений в соответствии с возможными сценариями и контекстом, описывающим текущую ситуацию.

Подсистема управления контекстом использует распознанную информацию для добавления и изменения контекста, в котором подсистема принятия решений, подсистемы локализации и распознавания решают свои задачи.

Подсистема локализации нацелена на распознавание, сохранение и отслеживание положения студентов и преподавателя, приход и уход студентов и преподавателя в/из лаборатории.

Подсистема распознавания деятельности нацелена на распознавание изображений (объектов, ситуаций, деятельности и т.д.), полученных от различных датчиков. Данные для распознавания и принятия решения предварительно обрабатываются соответствующей системой мониторинга событий для коррекции ошибок в показаниях датчиков.

Система мониторинга событий состоит из базы данных с показаниями датчиков и модуля коррекции. В базе данных хранятся необработанные данные, полученные от датчиков. Модуль коррекции выполняет коррекцию ошибок перед передачей данных датчиков для дальнейшей обработки. Данные от датчиков поступают в базу данных от беспроводной сети датчиков.

Модуль коррекции состоит из экспертной оболочки ESWIN и баз знаний и фактов.

Экспертная оболочка EsWin — программная оболочка для работы с продукционными правилами. Оболочка предназначена для решения задач обратного логического вывода на основе баз знаний [8, 9].

База знаний состоит из фреймов-классов и продукционных правил. Фреймы представляют структуру для описания некоторой сущности (события, объекта и т.п.), состоящую из слотов — характеристик этой сущности, их возможных значений, вопросов, комментариев и т.п. Значениями слотов могут быть строки, числа, лингвистические переменные, дата или время. В процессе интерпретации базы знаний фреймы-классы могут генерировать фреймы-экземпляры, предназначенные для хранения данных.

Продукционные правила используются для описания отношений между сущностями предметной области. Вывод выполняется на основе отношений, определенных в правилах вывода. В условиях и заключениях правил представлены ссылки на фреймы и их слоты.

События, происходящие в учебной лаборатории, на текущем этапе разработки моделируемые программно (в дальнейшем планируется использование различных датчиков: инфракрасных датчиков движения, контактных датчиков, web-камер, датчиков температуры и освещенности и т.п.), асинхронно генерируются клиентскими скриптами с временными интервалами, задаваемыми датчиком случайных чисел. Для каждого источника события работает собственный скрипт, моделирующий работу некоторого датчика.

Для записи и последующего хранения данных, полученных от моделей датчиков, создана база данных (БД), работающая под управлением сервера баз данных MySQL. Для каждой модели датчика сформирована собственная таблица с перечнем возможных состояний (формулировки перечня, при необходимости, редактируются через web-интерфейс).

Скрипт, моделирующий возникновение события, использует события из перечня собственного источника. Информация о произошедших событиях записывается в хронологическом порядке в таблицы, соответствующие каждому отдельному источнику событий.

Для коррекции искажений и шумов в показаниях датчиков используется предварительная обработка полученных данных с помощью продукционных правил и обратного логического вывода, поддерживаемых экспертной оболочкой EsWin.

Так, например, сообщение контактного датчика о присутствии студента на рабочем месте, датчика включения монитора о включении монитора и сообщение датчика движения об отсутствии движения является примером противоречивых показаний.

Для выполнения логического вывода на основе продукционных правил было принято решение об использовании SWI Prolog [10]. SWI Prolog — это свободно распространяемая в некоммерческих целях реализация языка логического программирования Prolog и среда разработки, которая предоставляет

широкий набор возможностей, в том числе программный интерфейс доступа к базам данных ODBC.

Пример базы знаний в формате экспертной оболочки EsWin для коррекции показаний датчиков:

Frame = Цель

Коррекция:

EndF

Frame = Датчик

движения: (вкл; выкл; коррекция невозможна; коррекция не требуется)

...

контактный: (вкл; выкл; коррекция невозможна;

коррекция не требуется)

включения монитора: (вкл; выкл; коррекция невозможна; коррекция не требуется)

EndF

Frame = Тест

Состояние: (пройден; не пройден)

EndF

Frame = Характеристики

Напряжение: (есть; нет)

EndF

...

Rule 2

= (Характеристики.Напряжение; нет)

Do

= (Тест.Состояние; не пройден) 100

EndR

Rule 3

= (Тест.Состояние; не пройден)

Do

= (Коррекция; Невозможна) 100

EndR

...

Rule 4

= (Датчик.включения монитора; вкл)

= (Тест.Состояние; пройден)

= (Датчик.контактный; вкл)

= (Датчик.движения; выкл)

Do

= (Коррекция; Датчик.движения; вкл)

EndR

Был разработан программный модуль, выполняющий преобразование базы знаний из формата экспертной оболочки EsWin к формату предложений языка SWI-Prolog.

Продукционные правила преобразуются к следующему формату:

...

% Правило 2

```
state(slot('тест.состояние'),value('не_пройден')) :-
state(slot('характеристики.напряжение'),value('нет')).
```

% Правило 3

```
goal(slot('коррекция'),value('невозможна')) :-
state(slot('тест.состояние'),value('не_пройден')).
```

% Правило 4

```
goal(slot('коррекция'),value(slot('датчик.включения_компьютера'),value('вкл'))):-
state(slot('датчик.включения_монитора'),value('вкл')),
state(slot('тест.состояние'),value('пройден')),
state(slot('датчик.контактный'),value('вкл')),
state(slot('датчик.движения'),value('выкл')).
```

...

В процессе логического вывода используются данные, полученные от моделей датчиков и хранящиеся в БД (база фактов). Получение данных выполняется путем формирования соответствующих SQL-запросов.

На основе данных, полученных в результате вывода, выполняется коррекция возможных ошибок в показаниях датчиков на основе правил-продукций в системе обратного логического вывода, показания датчиков после выполненной коррекции заменяют исправленные данные в БД, хранящей информацию о произошедших событиях.

Предложенная умная учебная лаборатория с системой мониторинга событий обеспечит улучшение организации проведения работы преподавателя и студентов; увеличит безопасность использования сложного и небезопасного оборудования; предоставит преподавателю возможность проводить занятия в 2–3 классах одновременно, используя смартфон для общения со студентами в режиме реального времени.

В настоящее время выполняется экспериментальная разработка и реализация как модуля коррекции, так и предложенной архитектуры в целом.

Список литературы

1. Weber W., Rabaey J. and Arts E.A., eds. Ambient Intelligence. Springer-Verlag, 2005. – 374 p.
2. Гаврилов А. В. Искусственный Домовой / А. В. Гаврилов // Искусственный интеллект и принятие решений. - 2012. - № 2. - С. 77-89.
3. Gavrilov A. V. Towards a smart school laboratory / A. V. Gavrilov, Y. V. Novitskaya, T. A. Yatsevich // DIVAI 2014. 10 International scientific conference on distance learning in applied informatics : conf. proc. – Prague : Wolters Kluwer, 2014. – pp. 65-74.
4. Ю. В. Новицкая, А. В. Гаврилов. О применении технологий «умных сред» к автоматизации проведения лабораторных работ // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте : 8-я междунар. науч.-практ. конф. : сб. науч. тр. (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2 т. – Москва : Физматлит, 2015. – Т.1. С. 410–417.
5. Mikulecky P. Smart Environment for Smart Learning / P. Mikulecky // DIVAI 2012. 9 International scientific conference on distance learning in applied informatics : conf. proc. – Prague : Wolters Kluwer, 2012. – pp. 213-222.
6. Pandian P.S., Mohanavelu K., Safeer K.P., Kotresh T.M., Shakunthala D.T., Padaki V.C. Smart Vest: Wearable multi-parameter remote physiological monitoring system // Medical & Engineering Physics. – 2008. – V. 30, Iss. 4, pp. 466-477.
7. Leea Young-Dong, Chungb Wan-Young. Wireless sensor network based wearable smart shirt for ubiquitous health and activity monitoring // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2008. – V. 140, Iss. 2, pp. 390-395.
8. Gavrilov A. V., Chistykov N. A. An architecture of the toolkit for development of hybrid expert systems / A. V. Gavrilov, N. A. Chistykov // ACIT-2005. The Second IASTED Int. Multi-Conference, Automation, Control and Applications : conf. proc. – Novosibirsk, 2005. – pp. 116-120.

9. Gavrilov A. V., Novickaja J. V. The Toolkit for development of Hybrid Expert Systems. / A. V. Gavrilov, J. V. Novickaja // KORUS-2001. The 5th Korean-Russian Symp.: symp. proc. – Tomsk : TPU, 2001. – Vol. 1, pp. 73-75.

10. SWI Prolog [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.swi-prolog.org>, свободный.