

НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ» С ЭЛЕМЕНТАМИ ГЕЙМИФИКАЦИИ

Сахарова Л.В., д.ф.-м.н., доцент, Ростовский государственный
экономический университет (РИНХ), e-mail: L_Sakharova@mail.ru

Тищенко Е.Н., д.э.н., доцент, Ростовский государственный
экономический университет (РИНХ)

Овсянников В.А., гр. ПМИ-421, Ростовский государственный
экономический университет (РИНХ), e-mail: viktordee41@gmail.com

Аннотация: Рассмотрена методология управления подключенными термостатами (CTs –connectedthermostats),предназначенными для экономии энергии в ОВиК–системах домохозяйств (Отопление, вентиляция и кондиционирование – Heating, Ventilation, &AirConditioning (HVAC)). Методология основана на применении системы нечетко-логических выводов и элементов геймификации для подстройки системы управления под пользователя. Методология включает в себя три шага. На первом шаге формируется база знаний, осуществляется сбор информации на основе анкетирования, обзора литературы и баз данных. База включает в себя информацию о потребителях энергии, их поведении и проблемах использования, а также связанными с ними эффектами в энергетических приложениях. Второй шаг – фаза нечеткой логики:на этом этапе системное решение типа нечеткой логики используется для определения того, какие элементы геймификации и управления более всего подходят рассматриваемому типу пользователей и должны отображаться в пользовательском интерфейсе. На этом этапе предлагается индивидуальный интерфейс для типичного и нетипичного пользователя.На третьем шаге осуществляется контроль пользователя:если он продолжает вести себя без изменений, то необходимо изменить выходные значения нечеткой логики.

Ключевые слова: подключенные термостаты, экономия электроэнергии, геймификация, управление на основе нечеткой логики.

FUZZY-MULTIPLE CONTROL OF THE "SMART HOUSE" SYSTEM WITH GAMIFICATION ELEMENTS

Sakharova L.V.

Abstract: A methodology for controlling connected thermostats (CTs) designed to save energy in HVAC systems (Heating, Ventilation and Air Conditioning) is considered. The methodology is based on the use of a system of fuzzy inferences and elements of gamification to customize the control system for the user. The methodology includes three steps. At the first step, a knowledge base is formed, information is collected on the basis of a questionnaire, literature review and databases. The base includes information on energy consumers, their behavior and use problems, and their associated effects in energy applications. The second step is the fuzzy logic phase: in this phase, a fuzzy logic type system decision is used to determine which gamification and control elements are most appropriate for the type of user in question and should be displayed in the user interface. At this stage, a personalized interface is proposed for the typical and atypical user. At the third step, the user is monitored: if he continues to behave unchanged, then the output values of the fuzzy logic must be changed.

Keywords: connected thermostats, energy saving, gamification, fuzzy logic control.

В 2018 году в рамках пересмотренной Директивы по энергоэффективности зданий, Европейская комиссия ввела “индикатор интеллектуальной готовности” как средство сделать энергоэффективность зданий более понятной и полезной для пользователей, владельцев и арендаторов зданий [1]. К концу 2016 года домохозяйства по всему миру использовали четыре тысячи миллионов подключенных устройств, в том числе интеллектуальных счетчиков, энергетических устройств и подключенных термостатов CTs [2]. Основной целью системы управления ОВиК является поддержание температуры и качества воздуха в комфортном диапазоне при минимальном потреблении энергии [3]. В работе [4] CTs определяется как электрическое устройство, связывающее умные дома с умными сетями. CTs предназначены для автоматического изучения расписания жильцов и включения или выключения отопления и охлаждения от имени пользователей [3]. Конструкция CTs позволяет потреблять мало энергии, повышать потребительский комфорт и информировать пользователей об энергетическом состоянии термостатов через интерфейсы мобильных устройств. Однако CTs не были полностью

приняты потребителями, поскольку их интерфейс не соответствовал ожиданиям потребителей [5].

Для экономии энергии в работе [6] предлагается система геймификации и серьезных игр, адаптированная системой нечеткой логики для мотивации подключенных потребителей термостата. Геймификация – это использование игровых элементов в неигровых контекстах для улучшения пользовательского опыта и вовлечения пользователей [7]. Геймификация в энергетических системах появилась как инструмент повышения эффективности использования энергии путем стимулирования вовлеченности клиентов и изменения их поведения, связанного с энергией, путем ориентации на широкий набор мотивов, которые могут иметь клиенты, включая экономические, экологические и социальные стимулы [8]. В работе [4] авторы предлагают вознаграждение для потребителей, посылая стимулы для изменения потребительского поведения. Для системы геймификации предложены пять механизмов [9].

Для подстройки системы управления ST предложена методология, включающая в себя три шага. На первом шаге формируется база знаний, осуществляется сбор информации на основе анкетирования, обзора литературы и баз данных. База включает в себя информацию о потребителях энергии, их поведении и проблемах использования, а также связанными с ними эффектами в энергетических приложениях. Классификация пользователей осуществляется на основе теста Бартла. Группы пользователей (игроков), в соответствии с предложенной им терминологией: накопители, киллеры, исследователи и социальщики. Второй шаг – фаза нечеткой логики: на этом этапе системное решение типа нечеткой логики используется для определения того, какие элементы геймификации и управления более всего подходят рассматриваемому типу пользователей и должны отображаться в пользовательском интерфейсе. Предлагается индивидуальный интерфейс для типичного и нетипичного пользователя. На третьем шаге осуществляется контроль пользователя: если он продолжает вести себя без изменений, то необходимо изменить выходные значения нечеткой логики.

Пример. Тип пользователя: сторонник защиты окружающей среды, не знающий, как правильно использовать ST. Вознаграждение пользователей может происходить через очки и достижение уровней. Пользователи могут следить за своим прогрессом через панель мониторинга, таблицу лидеров, индикатор выполнения, окно сообщений и уведомления о своей работе и панель мониторинга. Необходим интерфейс, в котором система осуществляет контакт с пользователями через адаптированные, интерактивные подсказки, информации, данных, сообщений, которые могут дать пользователю четкое представление о том, как их действия влияют на количество энергии они тратят и как они могут улучшить взаимодействие. Проблема удобства использования: помощь и документация, гибкость и минимализм дизайна, соответствие между системой и реальным миром. Проблема поведения: Пользователь не понимает функций STs; считает, что система чрезмерно сложна. Предложенное решение проблемы: установка продукта, настройка интерфейса и изучение интерфейса.

Данная схема может быть использована для настройки геймификации и серьезной игровой стратегии для каждого потребителя, чтобы системы нечеткой логики могли быть адаптированы в соответствии с требованиями каждого потребителя. Хотя эта структура предназначена для реализации в CTS, она может быть переведена на их энергетические устройства в умных домах.

Библиографический список

1. IEA, 2018. Energy Efficiency 2018, Market Report Series. InternationalEnergyAgency.
2. IEA, 2017. Energy Efficiency 2017, Market Report Series. InternationalEnergyAgency.
3. Soltanaghaei, E., Whitehouse, K., 2018. Practical occupancy detection for programmable and smart thermostats. Appl. Energy 220, 842e855. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.11.024>
4. Ponce, P., Peffer, T., Molina, A., 2018a. Usability perceptions and beliefs about smart thermostats by chi-square test, signal detection theory, and fuzzy detection theory in regions of Mexico. Front. Energy 13, 522e538. <https://doi.org/10.1007/s11708-018-0562-2>.

5. Ponce, P., Peffer, T., Molina, A., 2017. Framework for communicating with consumers using an expectation interface in smart thermostats. *EnergyBuild*. 145, 44e56. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.065>.
6. Pedro Ponce, Alan Meier, Juana Isabel Mendez, Therese Peffer, Arturo Molina, Omar Mata. 2020. *Journal of Cleaner Production* 262 (2020) 121167.
7. Johnson, D., Horton, E., Mulcahy, R., Foth, M., 2017. Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption: a systematic review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 73, 249e264. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.134>
8. AlSkaif, T., Lampropoulos, I., van den Broek, M., van Sark, W., 2018. Gamification based framework for engagement of residential customers in energy applications. *Energy Res. Soc. Sci.* 44, 187e195. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.04.043>.
9. Lucassen, G., Jansen, S., 2014. Gamification in consumer marketing - future or fallacy? *Procedia Soc. Behav. Sci.* 148, 194e202. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.034> .
10. Крамаров С.О., Храмов В.В. Системно-инженерный подход к исследованиям сложных многомерных систем на основе мягких моделей // *Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию*. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 222-228. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36739538>.
11. Храмов В.В., Гвоздев Д.С. *Интеллектуальные информационные системы: интеллектуальный анализ данных: учебное пособие*. – Ростов-на-Дону, 2012 – 98 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32762296>.
12. Akperov I.G., Khramov V.V., Viktor L., Mityasova O.Yu. Fuzzy methods and algorithms in data mining and formation of digital plan-schemes in earth remote sensing // *Procedia Computer Science*. – 2017. – С. 120-125. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.218