

Применение акустического шума в качестве датчика событий

П.С.ХЛЕБУТИН¹

¹ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН,
г. Москва, Россия

Аннотация. Статья содержит описание способа использования акустического шума для выявления нетипичных событий в системах «Умный дом».

Ключевые слова: умный дом, акустический шум, нетипичный шум.

DOI: 10.14357/20790279190208

Введение

Термином «Умный дом» (Smart House) определяют программно-аппаратный комплекс автоматизации инженерных подсистем [1]. Целями создания программно-аппаратного комплекса «Умный дом» (далее, Система) являются [2]: обеспечение охраны и безопасности; оптимизация водо-энергоресурсов; обеспечение комфорта человека.

Охрана и безопасность обеспечиваются путем применения датчиков, устройств и алгоритмов, контролирующих охраняемый контур помещения (жилая квартира, дом, офис) с целью предотвращения проникновения или возникновения опасностей: пожарной, газовой, сейсмической и т.д. Оптимизация водо-энергоресурсов обеспечивается путем применения датчиков, устройств и алгоритмов, контролирующих расход ресурсов и выполняющих функции оптимального их распределения в зависимости от ситуации. Комфорт человека обеспечивается путем применения датчиков, устройств и алгоритмов, которые предвосхищают или упрощают жизнедеятельность человека [3].

Под «датчиком» мы понимаем устройство объективного контроля, передающее свои данные на сервер обработки данных. Одни и те же датчики могут быть использованы для решения разных задач. Так, например, датчик движения может быть использован как для охраны помещения, так и для включения или выключения света. Интерпретация данных датчика зависит от режима работы Системы, который соответствует определенному виду жизнедеятельности человека. Например, дневной/вечерний/ночной режим работы, режим наличия/отсутствия людей, будние/праздничные дни.

Особый интерес в работе Системы «Умный дом» представляют собой случаи, когда в охраняемом/контролируемом объекте происходит событие, которое с одной стороны является допустимым с точки зрения текущего режима работы Системы, а с другой стороны не является характерным для него, то есть показания датчиков значительно отклоняются от обычных показателей для исследуемого контура.

В настоящей работе нас интересуют прежде всего события, которые сопровождаются акустическим шумом (шаги человека, звук воды, работа бытовой техники и т.д.). Если величина и характер акустического шума в происходящем событии значительно отклоняется от среднестатистического его проявления, то можно говорить о нетипичном шуме. Так, например, работа электродвигателя сопровождается шумом. Сам по себе шум является нормальным явлением, но изменение в характере шума говорит об изменениях в режиме работы электродвигателя [4].

Предлагается использовать показатели акустического шума для определения нетипичных событий.

Описание решения

События с нетипичным шумом могут быть определены путем анализа данных акустического шума по следующим направлениям:

- определение места источника шума;
- определение несоответствия акустического шума текущему режиму работы;
- определение источника шума по его характерным акустическим признакам.

Определение места источника может быть реализовано путем анализа прохождения звуковых волн через несколько пространственно-распределенных звуковых датчиков. Эта задача может быть решена с помощью алгоритма пространственного позиционирования акустических сигналов [5].

Для анализа акустического шума необходимо реализовать акустическую модель контролируемой зоны. Акустическая модель должна содержать:

- описание зоны местоположения источника шума;
- признаковое описание источника шума;
- описание изменения местоположения и признакового описания шума.

Описание зоны местоположения источника шума может быть основано на вероятности его возникновения в заданной точке пространства. Для решения этой задачи может быть использован алгоритм быстро обучаемых и самообучаемых нейронных сетей [6].

Признаковое описание источника шума должно быть связано с зоной местоположения источника звука. В качестве его основы может быть взято признаковое описание акустических шумов на основе статистической близости функций обобщенного среднего [7].

Описание изменения местоположения и признакового описания источника шума должно связывать различные зоны местоположения источника шума, показывать вероятность перехода состояния шума из одного местоположения/состояния в другое.

Для выявления нетипичных событий необходимо сравнивать текущие значения производимого шума с построенной в Системе акустической моделью шума, типичного для выбранного режима. В таком сравнении предлагается оценить следующие моменты:

- насколько соответствует появление/отсутствие шума в определенном месте контролируемой зоны типичному состоянию Системы в заданном режиме;
- насколько соответствует признаковое описание шума в определенном месте контролируемой зоны типичному шуму при заданном режиме работы Системы;
- какому режиму работы Системы соответствует текущий акустический шум.

Признаковое описание типичных шумов может быть собрано непосредственно в процессе обучения Системы. В целях сокращения периода такого обучения предлагается создать и использовать библиотеку признаков типичных и нетипичных шумов, соответствующих определенному виду жизнедеятельности человека или объекта (механизма).

Заключение

Акустический шум в качестве определения нетипичных событий может найти применение в различных сферах хозяйственной деятельности.

В решении задач охраны и безопасности анализ акустического шума может быть применен:

- для выявления и контроля событий с нетипичным шумом;
- для автоматизации переключения режимов охраны и безопасности в зависимости от акустической составляющей объекта;
- для контролирования объектов, недоступных для видеосъемки.

В решении задач оптимизации водо-энергоресурсов анализ акустического шума может быть применен:

- для реагирования на утечку воды с участием человеческого фактора;
- для контроля работы приборов с шумовыми параметрами (холодильник, кондиционер и т.п.);

В решении задач повышения комфорта жизнедеятельности людей анализ акустического шума может быть применен:

- для определения текущего местоположения человека (животного) и предсказание намерений его поведения;
- для своевременного оповещения заинтересованных лиц при возникновении нештатных ситуаций.

Таким образом, фиксация и анализ акустического шума с помощью программно-аппаратных комплексов «Умный дом» позволит значительно расширить область применения таких систем в будущем.

Литература

1. Байгозин Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «Умный дом» // Известия ТПУ. 2008. №5.
2. Герасимова А.И. Проектирование системы «Умный Дом» // Проблемы Науки. 2015. №2 (32).
3. Алимбиев И.А. Развитие техники и программно-обеспечения систем жизнеобеспечения в жилых помещениях: актуализация исследования // Наука, техника и образование. 2014. №2 (2).
4. Куделин Н.В. Определение состояний электродвигателя и анализ акустических шумов // Auditorium. 2018. №3 (19).
5. Таранов Д.Д. Алгоритм пространственного позиционирования акустических сигналов // ИВД. 2013. №3 (26).
6. Аверин П.И. Кластерный анализ данных акустической эмиссии с помощью самоорганизую-

щихся карт Кохонена // Современные материалы, техника и технологии. 2015. №1 (1).

7. *Тобоев В.А., Толстов М.С.* Признаковое описание акустических шумов на основе статистической близости функций обобщенного среднего (ФОС) // Вестник ЧГУ. 2010. №3.

Хлебунин Петр Сергеевич. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН. Ведущий программист. Количество печатных работ: 5. Область научных интересов: вычислительная математика, информационные технологии.
E-mail: khlebutin@mail.ru

Using acoustic noise as an event sensor

P.S.KhlebutinI

I Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The article contains a description of the method of using acoustic noise to detect atypical events in the systems of “Smart Home”.

Keywords: *smart home, acoustic noise, atypical noise.*

DOI: 10.14357/20790279190208

References

1. *Baygozin D.V., Pervukhin D.N., Zakharova G.B.* Development of the principles of intelligent control of engineering equipment in the “Smart Home” system // News of TPU. 2008. №5. Gerasimova A.I.
2. *Gerasimova A.I.* Designing the “Smart Home” system // Problems of Science. 2015. №2 (32).
3. *Alimpiev I.A.* Development of equipment and software for life support systems for residential premises: an update of research // Science, equipment and education. 2014. № 2 (2).
4. *Kudelin N.V.* Determining the state of an electric motor and analyzing acoustic noise // Auditorium. 2018. No. 3 (19).
5. *Taranov D.D.* Algorithm of spatial positioning of acoustic signals // IED. 2013. № 3 (26).
6. *Averin P.I.* Cluster analysis of acoustic emission data using Kohonen self-organizing maps // Modern materials, equipment and technologies. 2015. №1 (1).
7. *Toboev V.A., Tolstov M.S.* The description of the characteristics of acoustic noise on the basis of statistical affinity of functions the generalized average (FGA) // Bulletin of ChGU. 2010. №3.

Khlebutin Peter Sergeevich. Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, 9, 60-let Oktyabrya prospect, Moscow, 117312, Russia, e-mail: khlebutin@mail.ru