

Д.П. ПОПОВ

**Распознавание изображений
положения тела человека для
улучшения эффективности
системы «Умный дом»**

УДК 004.942

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В работе отражена потребность в автоматическом распознавании изображений положения тела человека для улучшения эффективности системы «Умного Дома». Приведена основная функциональность требуемой системы. Рассмотрены алгоритмы аналоги, выявлены их достоинства и недостатки. Произведен системный анализ.

Введение

Общепризнанно, что современное общество формирует свои вкусы под мощным влиянием цифровых технологий. Технологический прогресс подорвал концептуальные принципы, связанные со всеми жизненными аспектами, преобразовал общественное сознание и вкусы, происходящие процессы отразились и на организации жизненного пространства. Формальные правила и представления о комфортном быте, формировавшиеся в течение многих веков, претерпели значительные изменения. Эти изменения в то же время не вновь появившиеся, а постепенно сформировавшиеся, начиная с начала промышленной революции. Технология будущего, связанная с организацией жизненного пространства называется «Умный дом» [1].

Система «Умный дом» (англ. digital home) представляет собой роботизированную инженерную систему, способную при помощи датчиков управлять функционалом системы. В самом простом варианте реализуется управление инженерными коммуникациями:

системой отопления, вентиляции и кондиционирования для обеспечения требуемых параметров микроклимата, электрообеспечения, управление освещением, системой охраны. Одним из наиболее перспективных направлений развития систем «Умного дома» является внедрение системы технического зрения. Данная технология имеет огромный потенциал по развитию взаимодействия всевозможных систем с человеком. Одной из перспективных направлений для автоматизации систем «Умного дома», является распознавание поз человека с помощью систем технического зрения.

Согласно определениям Лабунской[2] и Ушакова[3], «позирование» является статическим положением человеческого тела, элементарной единицей пространственного поведения человека, характеризующейся определенным положением корпуса, головы и конечностей по отношению друг к другу. Следовательно, определяя пространственные характеристики корпуса и конечностей тела, можно взаимодействовать с системами «Умного дома», а так же заключить выводы о его потребностях и даже о психическом состоянии личности. Таким образом, позирование несет большую информационную нагрузку. Извлечение данной информации в автоматическом режиме и её объективное описание в виде, доступном для автоматизации систем «Умного дома» является актуальной научной темой. Для решения данной задачи необходимо создание автоматизированной системы регистрации и описания позирования человека, для распознавания известных поз и реакции на них необходимых систем.

Функциональность системы

Рассмотрим основные случаи применения системы для управления «Умного дома».

Вынужденные позы

В современном мире существует огромное количество опасностей для жизнедеятельности человека. Так как среднестатистический городской житель весьма продолжительное время проводит в своем жилище, то система своевременного обнаружения его критического состояния, является важным аспектом Умного дома. Таким примером вынужденных поз может

являться инсульт - потеря сознания, отсутствие движения одной из сторон части тела, нестандартность движения. Разнообразные травмы - человек держится за ту часть тела, которая получила травму. Все эти данные можно использовать для того, чтобы вызвать врача или отправить сообщение родственникам.

Позы предшествующие или постшествующие определенным действиям

Каждый день человек совершает огромное количество действий применительно к разным аспектам его деятельности в простом быту. В некоторых их случаях существуют определенные позы, которые отображают его вид деятельности. Данная информация как нельзя лучше подходит для автоматизации процессов в доме, облегчая жизнь человека. Когда он ложиться спать, то принимает лежачую позу. Эти данные могут использоваться для выключения света, регуляции термостата, микроклимата или любых других действий.

Жесты для управления умного дома

Жесты являются последовательностью поз, с помощью их определения система может расширить свою функциональность, запрограммировав конкретный жест для конкретного действия.

Алгоритмы аналоги

На рынке отечественных и зарубежных предложений появляются технологий способные частично решить данную задачу.

Viziware

Данная система является коммерческой разработкой отечественной фирмы СКЗ. Технология позволяет распознавать человеческие жесты, отслеживает объекты, оценивая их положение и скорость в режиме реального времени. Две видеокамеры работают аналогично глазам человека, вычисляя расстояния до объектов[2].

Достоинства:

1. Регулируемая рабочая дистанция - от 20 см до 10 м
2. Неограниченное количество устройств в одной комнате и низкое энергопотребление
3. Работоспособность на движущихся объектах: система фильтрует собственное движение и постоянно калибрует камеры

4. Распознавание объектов без использования маркеров

Недостатки:

1. Не распознает позы человека;
2. Данная технология является коммерческой разработкой.

WiSee

Команда разработчиков создала прототип системы, которая использует сигнал Wi-Fi для идентификации жеста человека. Данная технология позволяет осуществлять такие действия как выключения света в соседней комнате, или изменения громкости проигрывателя. Все, что нужно от пользователя, сделать определенный жест, понятный WiSee. Для распознавания жеста отслеживается изменение уровня сигнала беспроводной сети роутера, ноутбука, смартфона и прочих подключенных к Wi-Fi сети устройств. Система основана на доплеровском смещении. Небольшие изменения сигнала беспроводной сети, вызываемые движением человека, улавливаются, анализируются, и переводятся в понятные для управляемых устройств сигналы. Прототип показал эффективность в 94% проверок. Т.е. 94% жестов разработчиков, заложенные в систему, были распознаны правильно. Тестирование проводилось в квартире с двумя комнатами.

Достоинства:

1. Простота внедрения и установки;
2. Эффективно распознает жесты;
3. Зона локализации зависит от мощности устройств и легко масштабируется.

Недостатки:

1. Не распознает позы человека;
2. Слабо применима к многоквартирным домам;
3. Чувствительна к другим Wi-Fi устройствам не использующие данную систему.

SensFloor

Немецкое изобретение, относящееся к разряду умный дом, призвано помочь пожилым людям для обеспечении безопасности, ведь именно они, а также те, кто в своё время пережил травму того или иного рода, часто подвергаются риску

упасть и получить перелом. Данная технология состоит из большого количество сенсоров встроенных в пол жилища.

Достоинства:

1. Высокая точность распознавания падения человека;
2. Относительная простота реализации.

Недостатки:

1. Почти не распознает позы человека, кроме одной;
2. Не распознает жесты;
3. Сложна в установке.

Все эти технологии имеют свои достоинства и недостатки, но не решают в полной мере поставленную задачу. Поэтому требуется создать собственную.

Определение требований к системе автоматического распознавания позиций человека

Исходя из поставленной задачи формируются следующие требования:

- Система должна быть максимально стабильна и работать без сбоев.
- Система должна быть легко масштабируема.
- Система должна быть полностью безопасна.
- Система должна быть цельна и самодостаточна.
- Система должна иметь возможность обучения.

Для работы в «реальном времени» разработка должна быть максимально производительна, время обработки одного кадра не должно занимать более 100 - 200 мс[3].

При распознавании человека и его поз, для высокой производительности одним из главных факторов является наличие качественного сенсора. Сенсор регистрируемой системы должен уметь моделировать скелет человека, получать координаты опорных элементов скелета, обладать бесконтактностью. Исходя из составленных требований можно нарисовать примерную схему работы системы рисунок 1[4].

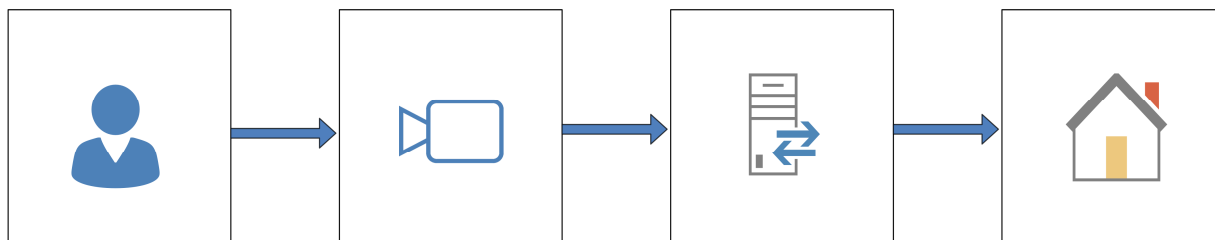


Рис. 1. Схема работы системы распознавания поз человека.

Для достижения поставленной цели была разработана собственная система. В качестве агента регистрации позирования человека был выбран оптический 3D сенсор Kinect, так как он полностью отвечает требованиям к сенсору описанные ранее[5,6]. Оптическая система сенсора состоит из инфракрасного сенсора, позволяющего определять глубину (расстояние от сенсора до объекта) каждого пиксела изображения (рисунок 2), параллельно получаемого двумерной камерой.



Рис. 2.Примеры результатов работы сенсора Kinect; Карта глубины и модель скелета человека.

Специальное программное обеспечение (СПО) сенсора Kinect с помощью дерева решений определяет принадлежность пикселя фигуре человека. С помощью алгоритма, обученного на 500 тыс. силуэтах, учитывающего телосложение, одежду, причёску и пр., каждый пиксел на изображении связывается с соответствующей областью реального тела. После того, как пиксельный силуэт сформирован, определяется расположение суставов и формируется 3D-скелет. Каждый элемент скелета обладает трехмерной координатой, а также вероятностью правильного распознавания. Таким образом, задача агента регистрации позирования определить

координаты 20 элементов и передать эти данные для последующей обработки. Регистрируемые с помощью сенсора 20 элементов соответствуют центру головы, основанию шеи, плечевым, локтевым суставам, кистям рук, кончикам больших пальцев, области пупка, основанию таза, тазобедренным и коленным суставам, лодыжкам, основанию пальцев ног. Следует заметить также, что инструментальная погрешность сенсора составляет 0,0000001 м. С такой точностью инфракрасный датчик позволяет определить глубину пикселя. При верном определении положения элементов скелета этой точности достаточно для описания позирования[7].

Использование технологии Kinect позволяет заострить наше внимание на обнаружение искомым нами поз и жестов человека, и реакции на них умного дома.

Заключение

В данной статье рассмотрены основные требования предъявляемые к системе обнаружения поз человека для улучшения эффективности систем «Умного Дома». Была сформирована основная функциональность, которой должны обладать такие системы для полноценной автоматизации всех возможностей «Умного Дома». Рассмотрены перспективные системы аналоги, описаны их достоинства и недостатки. Исходя из этих данных было выявлено, что эти технологии не позволяют реализовать в полной мере поставленных задач. Поэтому была предложена разработка собственной системы. Составлены необходимые требования разрабатываемой системы, выбраны основные технологии, которые позволят сконцентрироваться на анализе поз и их сопоставления с необходимыми позами для реакции различных систем. Полученные методы и алгоритмы планируется использовать в системах «Умного дома».

Литература

1. Князев Б.А. Исследование и разработка мультиагентного аппаратно-программного комплекса распознавания позы человека .: ФГБОУ ВПО, 2013. с 523-538.
2. Система Viziware, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.comvisionsys.ru/product/viziware/>, Дата доступа:25.11.2014.

3. P. Turaga, R. Chellapa, V. S. Subrahmanian, and O. Udrea. Machine recognition of human activities: A survey. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 18(11):1473–1488, 2008.
4. J. K. Aggarwal and M. S. Ryoo. Human activity analysis: A review. In *ACM Computing Surveys*, 2011.
5. V. Kellokumpu, M. Pietikainen, and J. Heikkila. Human activity recognition using sequences of postures. In *Proc IAPR Conf. Machine Vision Applications*, pages 570-573, 2005.
6. J. Goles, Inside the race to hack the Kinect, *New Scientist*, vol. 208, no. 2789, p.22, December 2010.
7. Microsoft Corporation, “Kinect for Xbox 360-Xbox.com”, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.xbox.com/en-GB/kinect/>, Дата доступа: 24.11.2014.
8. Канунова Е.Е. Методы и алгоритмы реставрации изображений архивных тестовых документов [Текст] / Е. Е. Канунова, А. А. Орлов, С. С. Сыдыков. // Мир, Москва, 2006. С. 135.
9. Орлов А.А. Алгоритмы обработки снимков промышленных изделий [Текст] / Орлов А.А., Антонов Л.В. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 97.
10. Орлов А.А. Комплексный анализ систем мониторинга оборудования на производственных предприятиях [Текст] / Орлов А.А., Астафьев А.В., Провоторов А.В. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 11. С. 131-135.
12. Орлов А.А. Компьютерный рентгенографический анализ качества сварных соединений и выделение линейчатых объектов на них [Текст] // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 6. С. 3-6.
13. Орлов А.А. Реализация системы обработки изображений линейчатых объектов [Текст] // Программные продукты и системы. 2007. № 4. С. 61.
14. Орлов А.А. Системный анализ методов маркировки промышленных изделий [Текст] / Орлов А.А., Провоторов А.В., Астафьев А.В. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 15. С. 136-140.
15. Орлов А.А. Технология сравнения и идентификации растровых изображений линий [Текст] / Орлов А.А., Ермаков А.А. // Программные продукты и системы. 2007. № 1. С. 68.
16. Орлов А.А. Технология сравнения и идентификации растровых изображений линий [Текст] / Орлов А.А., Ермаков А.А. // Программные продукты и системы. 2008. № 1. С. 68-70.
17. Орлов А.А. Цифровая обработка текста на изображениях рукописей как линейчатых объектов [Текст] / Орлов А.А., Канунова Е.Е. // Информационные технологии. 2008. № 1. С. 57-62.
18. Садыков С.С. Методика обработки линейчатых образов на дефектоскопических снимках [Текст] / Садыков С.С., Орлов А.А., Ермаков А.А. // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2009. Т. 52. № 2. С. 11-16.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

Д.Т.Н. ОРЛОВ А.А.