

**Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По информатике (учащихся 11-го класса)
2013 год**

Секция•• Информатика
Лицей• №••••• информационных• технологий••• Москва
••••• Ломоносовский• просп•••••
Телефон• факс••••• Е•••••
Моделирование• акустических• волн• методом• Больцмана
Дуканов• Сергей
Класс•••••
Почтовый• индекс••••• Адрес•• г• Москва•• ул• Новолесная• д••• А•• кв•••
тел•••••
Пригожин• Аркадий•
Класс•••••
Почтовый• индекс••••• Адрес•• г• Москва•• Коштоянца•••••
Тел•••••
Научный• руководитель•• Завриев• Николай• Константинович•• преподаватель• лицея• №••••• • информационных• технологий•
Научный• консультант•• Сенин• Дмитрий• Сергеевич•• аспирант• кафедры• компьютерных• методов• физики• физического• факультета• МГУ• им•• Ломоносова

Тема компьютерного моделирования физических процессов актуальна на протяжении последних десятилетий. Цель проекта - создание программы, моделирующей распространение акустических волн в двумерном пространстве при помощи Решеточного Метода Больцмана (Lattice Boltzmann Method — LBM).

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- создать удобный и несложный пользовательский интерфейс;
- реализовать распараллеливание вычислений на многоядерных процессорах;
- провести исследования по установлению соответствия между моделью и реальностью;
- определить прикладную значимость программы в моделировании акустики помещений и в моделировании распространения волн в пористых средах;

LBM — это класс методов для моделирования динамики газов и жидкостей. Эти методы имеют относительно несложную реализацию, обладают гибкостью (подходят для моделирования широкого класса задач) и допускают возможность эффективного распараллеливания вычислений. В методах LBM моделируемая область (в нашем случае - двумерная) рассматривается как конечное число групп частиц (ансамблей частиц); на каждом шаге программы рассматривается перенос вещества между этими группами, столкновения частиц и иные процессы.

Результаты проекта могут быть использованы для изучения звукопроводности материалов малых масштабов, имеющих пористую структуру, а также для моделирования прохождения волн лабиринтной структуры. Функциональные возможности и интерфейс программной модели рассчитаны на специалистов в области акустики и аудиотехники.

Результаты выполнения проекта:

- реализован пользовательский интерфейс программы, позволяющий пользователю взаимодействовать с моделью акустического поля, размещать объекты, изменять параметры, получать сведения о конфигурации поля и о происходящих изменениях;
- предложена визуализация результатов моделирования в двух режимах: точечном, позволяющем увидеть историю изменения давления в выбранной точке, и линейном, отображающем значения давления для точек, расположенных на заданном пользователем срезе;

- реализован основной функционал метода LBM;
- реализовано аппаратное ускорение численного метода, дающее увеличение скорости приблизительно в четыре раза;
- проведены эксперименты по моделированию основных физических законов, связанных с распространением акустических волн (интерференция, дифракция, затухание волн, эффект Допплера), давшие положительный результат в сопоставлении с теоретическими данными;
- проведены эксперименты по применимости разработанной программной модели в области моделирования прохождения звука (представленного в виде звукового файла) в пространстве с препятствиями;

Направления дальнейших разработок:

- ускорение параллельных вычислений (определенно понятно, что не задействован полностью потенциал параллельных вычислений с использованием CUDA);
- расширение функциональности графического интерфейса пользователя;
- реализация моделирования явлений резонанса в твердых телах, исследование влияния среды на распространение волн и т.д.

Список использованных информационных источников:

1. E. M. Vigen, "The lattice Boltzmann method with applications in acoustics", Master's thesis, Norwegian University of Science and Technology (2009).
2. Куперштох А.Л. "Учет действия объемных сил в решеточных уравнениях Больцмана" Вестник НГУ, серия "Математика, механика, информатика", том 4, 2004
3. Бикулов Д.А., Сенин Д.С., Демин Д.С., Дмитриев А.В., Грачев Н.Е. Реализация метода решеточных уравнений Больцмана для расчетов на GPU-кластере // Вычислительные методы и программирование. 2012. 13, № 1.
4. Боресков А.В., Харламов А.А. "Основы работы с технологией CUDA", ДМК Пресс, 2010.
5. Д. Шрайнер, М. Ву, Дж. Нейдер, Дж. Нейдер, Т. Девис, «OpenGL. Руководство по программированию», Питер, 2006.
6. Бьярн Страуструп, «Язык программирования C++», Бинум, 2011.
7. <http://www.cgm.computergraphics.ru/issues/issue16/cuda>
8. http://ccfit.nsu.ru/arom/data/PP_ICaG/05_CUDA.pdf
9. <http://ru.wikipedia.org>
10. <http://www.opengl.org.ru>
11. <http://complex.elte.hu/~csabai/szamszim/lecture7/topic6-lec8.pdf>
12. http://www.vgtc.org/PDF/slides/2008/visweek/tutorial8_zhao.pdf

Робототехническая система автоматического моделирования пространства

Литвинов Василий, Киселевский Лев

БОУ ДОД города Омска «Городской Дворец детского (юношеского) творчества»,

Тема

Робототехническая система автоматического моделирования пространства.

Актуальность

На сегодняшний день существуют программно-механические комплексы, позволяющие построить трехмерную модель местности, собранную из одиночных снимков, полученных с Kinect – игрового контроллера, совмещающего в себе инфракрасный дальномер, позволяющий определять расстояния до точек пространства, VGA-камеру для получения цветového представления мира, акселерометр для определения углов Эйлера. Но в большинстве из них необходимо непосредственное участие человека – он должен определенным образом перемещаться в пространстве вместе с датчиком. Человеческий фактор при таком способе построения карт вносит дополнительные ошибки – из-за неполного охвата окружающего мира датчиком в карте будут необследованные области, о структуре которых ничего неизвестно. Те комплексы, которые имеют автономную мобильную базу, слишком дороги.

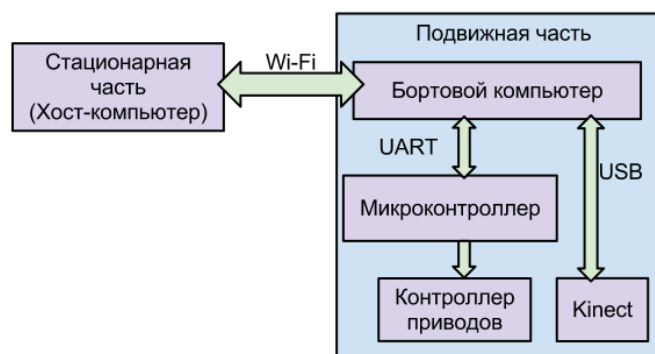
Среди проанализированных комплексов, позволяющих моделировать пространство, не был найден такой, в котором обход осуществлялся бы автоматически и совмещались бы дешевизна, надежность, модульная архитектура, широкий спектр применения.

Цель

Автоматизировать обход местности и создать ее трехмерную модель.

Задачи

1. Проектирование структуры и функций системы
2. Разработка и создание аппаратно-механической базы
3. Разработка алгоритма обхода пространства
4. Разработка алгоритмов и реализация программного интерфейса для управления роботом
5. Разработка алгоритмов и ПО для моделирования пространства



Методы решения задач

Функциональная схема системы:

Алгоритмы обхода и моделирования пространства

С помощью буфера глубины выделяется часть поверхности, по которой машина способна перемещаться. Затем эта часть делится на мелкие области, изначально помеченные как не посещенные. Потом выбирается ближайшая не посещенная область, и робот перемещается туда. Этот процесс повторяется, пока не поступит команда на принудительное завершение движения или пока не останется ни одной не посещенной области. Моделирование происходит на стороне хост-компьютера (командного центра). Оно представляет собой итеративный процесс совмещения полученного кадра с общей сценой.

Структура аппаратной и механической части

Для получения информации об окружающем пространстве был выбран лидар-сенсор Kinect производства Microsoft. Борт компьютер представляет собой видеоизмененный ноутбук Samsung под управлением ОС Linux. Он выполняет роль связующего звена между хост-

компьютером и исполнительной системой низкого уровня. В качестве основы для ходовой части была использована масштабная радиоуправляемая модель Savage Flux HP 1/8 фирмы HPI. Для установки оборудования была изготовлена алюминиевая палуба, узлы крепления и силовые элементы для повышения прочности всей конструкции. В качестве силовой установки используется заводской бесколлекторный электродвигатель Flux Torq 2200Kv с электронным регулятором хода. Для увеличения времени работы были добавлены дополнительные аккумуляторы. Управление регулятором хода осуществляется с помощью микроконтроллера AVR ATmega16, установленным в плату Pinboard II.

Программное устройство робота

Программный интерфейс для управления роботом был разделен на три части:

- Программное обеспечение «низкого» уровня – ОС реального времени RTOS, прошитая в микроконтроллер AVR ATmega16. Он используется для приема команд управления с бортового компьютера и для последующего их преобразования в сигналы, управляющие контроллерами двигателя и рулевой сервомашинки. Преобразование осуществляется при помощи двух линий ШИМ;
- Программное обеспечение для бортового компьютера отвечает за первичную обработку информации с сенсора, прокладку маршрута, обмен информацией с хост-компьютером (командным центром) и системой низкого уровня;
- Программное обеспечение командного центра представляет комплекс программ, обеспечивающих связь с роботом по TCP/IP по беспроводному каналу (на прием идут кадры с буфером глубины, данные с сенсора и показания датчиков, на передачу - команды управления), обработку данных с сенсора, построение 3D карты.

Анализ полученных результатов

Разработана и реализована робототехническая система автоматического моделирования пространства. Новизна системы – возможность применения автоматического обхода местности без участия человека в разных областях жизнедеятельности. Сферы применения данного робота могут быть самыми разнообразными: платформа для тестирования новых алгоритмов машинного зрения, применение в картографировании и видеорегирировании (при установке дополнительной камеры Full HD) любых объектов, поиск и захват (при установке дополнительного манипулятора) опасных предметов на неизвестной территории, патрулирование охраняемых объектов, автономная разведка и т. д.

Список литературы

1. Т.Кормен, Ч.Лейзерсон, Р.Ривест, К.Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: Вильямс, 2012
2. MAXimal [Электронный ресурс] : сайт, посвященный алгоритмам – Режим доступа <http://e-maxx.ru>
3. А. Конушин. Введение в компьютерное зрение, доп. главы компьютерного зрения [Электронный ресурс] : записи спецкурса МГУ имени М. В. Ломоносова – Режим доступа <http://http://www.graphicon.ru/ru/courses>
4. libfreenect API Reference [Электронный ресурс] : документация libfreenect – Режим доступа <http://openkinect.org/wiki/Documentation>
5. PCL documentation [Электронный ресурс] : документация Point Cloud Library – Режим доступа <http://pointclouds.org/documentation/>
6. Easyelectronics [Электронный ресурс] : портал, посвященный программированию микроконтроллеров и плате Pinboard II – Режим доступа <http://easyelectronics.ru/>