

Виртуальный испытательный полигон для роботизированных охранных комплексов

И.О. Михайлов¹, И.С. Стародубцев^{1,2}, В.С. Провков¹
igormich88@gmail.com|starodubtsevIS@robolab.tk|provkovv@mail.ru

¹Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия;

²Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

В докладе будет представлена концепция Виртуального Испытательного Полигона (ВИП). Описаны задачи, которые необходимо решить, а также перечислены преимущества ВИП. Будут приведены реальные задачи, для которых ВИП разрабатывается.

Ключевые слова: робототехника, виртуальная реальность, испытательный полигон, визуализация, компьютерное моделирование, техническое зрение.

Virtual test area for robotic security complex

I.O. Mikhailov¹, I.S. Starodubtsev^{1,2}, V.S. Provkov¹
igormich88@gmail.com|starodubtsevIS@robolab.tk|provkovv@mail.ru

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia;

²Krasovskii Institute of Mathematics and Mechanics UB RAS, Yekaterinburg, Russia

The report will be presented to the concept of Virtual Test Area (VTA). Describes the tasks to be resolved and the benefits of the VTA. Will be given real tasks for which VTA is being developed.

Keywords: robotic, VR, testing area, visualisation, computer modeling, computer vision.

1. Введение

Испытание и тестирование нового оборудования – это весьма трудоемкий процесс, отнимающий много времени. Тестирование программного обеспечения для автономных робототехнических комплексов (РТК), с дополнительным оборудованием, добавляет дополнительные расходы на развитие и разработку алгоритмов управления, технического зрения, взаимодействия с окружающей средой.

Эти расходы могут быть значительно сокращены за счет ускорения и упрощения технологического процесса, используя контролируемую окружающую среду виртуального испытательного полигона для разработки методов и алгоритмов. Использование контролируемой параметрической среды позволяет разработать различные сценарии взаимодействия РТК на различных уровнях (робот – человек, робот – робот, группа – группа).

Моделирование различных датчиков позволяет выбрать конфигурацию, которая подходит для особых условий использования, а также дает возможность разработать алгоритмы без необходимости приобретения дорогостоящего оборудования.

Виртуальный испытательный полигон включает в себя следующие субъекты:

1. Виртуальные камеры (включая установленные на мобильных платформах).
2. Система датчиков (инфракрасные, ультразвуковые, микроволновые, датчики пересечения луча);
3. Модель испытательного полигона.
4. Программное обеспечение, имитирующие людей, как законопослушных, так и нарушителей.
5. Программное обеспечение, соответствующее роботу и роботизированной системе;
6. Система сценариев для обучения и испытания РТК.

2. Методы

2.1 Модульный подход

При разработке виртуального испытательного полигона, модульный подход выбирается для достижения наибольшей универсальности, благодаря возможности выбрать необходимые модули, предназначенные для достижения конкретных целей. Динамическая загрузка и обновление модулей позволяет изменить режим визуализации (помехи, освещенность, погодные условия) и поведение модели без перезагрузки всей системы. Также стоит отметить инструмент «Debug pause», позволяющий остановить виртуальный испытательный полигон с возможностью просмотра и редактирования свойств каждого из модулей, а затем продолжить работу.

2.2 Распределенные вычисления

Распределенная визуализация с синхронизацией между несколькими вычислительными узлами (Рис.1). Присутствует возможность визуализировать изображение на большое количество виртуальных камер в режиме реального времени. В этом случае, один из вычислительных узлов выполняет физические расчеты и контролирует модули, затем сведения о состоянии полигона переносятся на другие вычислительные узлы, которые отображают изображения, полученные с камер, и значения, полученные с датчиков. Потенциально, физические расчеты и логика также могут быть распределены между несколькими узлами.

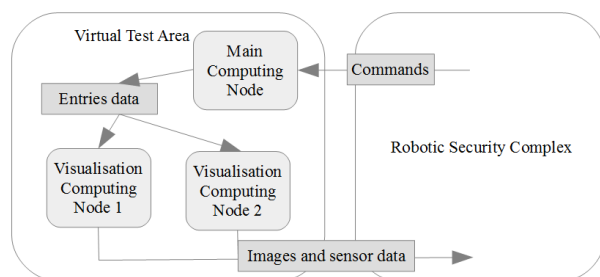


Рис. 1. Организация виртуального испытательного полигона и общения с РТК.

3. Результаты

3.1 Система визуализации

Процесс визуализации реализуется благодаря данным с каждой из виртуальной камеры, включая и реально подключенную. Отрисованное изображение сохраняется в памяти, а затем, по необходимости, передаются в систему распознавания. Различные параметры визуализации позволяют имитировать не только течение времени. В то же время когда освещенность снижается (что возможно сделать командой управления), камеру можно переключить в ночной режим. Присутствует поддержка устройств kinest-визуализации, основаны на глубине буфера. Также возможно имитировать помехи и потери сигнала с камер.

3.2 Система датчиков

Использование специальных материалов позволяет интерполировать данные для объемных и температурных датчиков. Следует отметить, что в большинстве случаев изображения с низким разрешением вполне достаточно для приемлемого уровня интерполяции. При работе с датчиками, как и при работе с камерами, возможно добавить шум и ложные срабатывания.

Расчет данных для инфракрасных датчиков осуществляется с помощью специальных материалов, яркость которого соответствует интенсивности теплового излучения поверхности. Сначала, полигон визуализируется с этими материалами, в тот момент, пока видимая область соответствует данным, полученным с датчиков. Затем, полученное изображение преобразуется согласно типу датчика. В случае простого инфракрасного датчика (Рис.2), изображение делится на две зоны и разница в сумме яркости (соответствует интенсивности теплового излучения) является результатом.

Для ультразвуковых и микроволновых датчиков, используются специальные материалы, яркость которых зависит от скорости объекта и прозрачности, которая обратно пропорциональна коэффициенту отражения объекта для волн данной частоты. Таким образом, эффект Доплера для датчика интерполируется.

Датчик пересечения луча реализуется путем создания виртуальной модели лучей в физический движок и обнаружение столкновения объектов с ними.



Рис. 2. Различные режимы рендеринга (1) – нормальная, (2) – инфракрасный свет.

3.3 Система датчиков

Существует два типа модулей в системе: манекен, имитирующий поведение человека и робот, управляемый с помощью РТК. Поведение манекенов может быть установлено как единый сценарий, или более комплексная индивидуальная модель поведения. В этом случае можно двигаться как вдоль указанной траектории так и существует возможность произвести расчет перемещения с учетом физической модели. Однако, во втором случае, описание некоторых действий ботов (например, перелезание через забор) является более сложным. Кроме того, неестественное поведение, например столкновение со статическими элементами, в испытательном полигоне, необходимо избегать.

Роботы, управляемые роботизированными комплексами, могут использовать камеры и вариативные датчики для обратной связи, при этом для удобства реализации их поведение находится на достаточно высоком уровне («Двигаться вперед со скоростью 1 метр в секунду», «повернуть на 45 градусов» и т.д.). При необходимости, возможно неточное выполнение команд либо непосредственным вводом ошибки, либо благодаря неоднородности поверхности, по которой робот перемещается (трение, перекося, неровности). Также в виртуальном испытательном полигоне присутствует упрощенная модель робота, движущегося по рельсам. Для них физическая модель не используется. Важно отметить, что робототехника – это возможность целиком возложить выполнение задачи на робототехнический комплекс.

4. Выводы

В текущей реализации воплощено большинство требований для специализированных виртуальных полигонов. Система позволяет тестировать программное обеспечение РТК без необходимости покупки или разработки аппаратных средств. Кроме того, виртуальный испытательный полигон позволяет анализировать различные сценарии в короткие сроки и оценивать эффективность РТК.

4.1 Сравнение

В сравнении с другими системами виртуальных полигонов, можно выделить следующие особенности:

1. Кросс-платформенное решение без перекомпиляции с помощью Java.
2. Распределенная визуализация на несколько камер.
3. Различные режимы визуализации и эмуляции датчиков.

4.2 Перспективы

Виртуальный испытательный полигон, рассмотренный выше, реализует готовый набор, но он может быть улучшен путем реализации следующих функций:

1. Коммуникация между роботами методом point-to-point.
2. Базовый ИИ «для чайников» чтобы избежать столкновений.
3. Виртуальные адаптеры для эмуляции конкретной камеры или конкретного датчика модели.

5. Литература

- [1] A. B. Degtyarev, Yu. V. Logvinenko and Yu. I. Nechaev, “Conception of design of multiagent systems for complex self-organization model of virtual testbed functioning”, in *Information-measuring and Control Systems*, Vol. 7, No. 2. (Publishing house "Radio engineering", Moscow, 2016), pp. 50–53.
- [2] L. A. Finalgin and D. M. Loginov, “Universal Virtual Polygon for Robotics”, in *Virtual Modelling, Prototyping and Industrial Design – III International Scientific and Practical Conference Proceedings*. (Tambovsk State Technical University, Tambov, 2016), pp. 393–396.
- [3] M. V. Mikhaylyuk and M. A. Torgashev, “Virtual Imitation and Training Polygon for Robotics”, in *International Conference Resilience2014 of the International Center for Nuclear Safety of the Institute of Physical and Technical Informatics*. (Autonomous Non-profit Organization “Institute of Physical and Technical Informatics”, Protvino, 2015), pp. 34–40.
- [4] Y. H. Tseng, S. C. Kang, Y. S. Su, C. H. Lee and J. R. Chang. “Strategies for Autonomous Robot to Inspect Pavement Distresses”, in *IEEE/RSJ 2010 International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS 2010 – Conference Proceedings*. (Taipei, 2010), pp. 1199–1201.
- [5] E. V. Umnikov, “Virtual robotic test area from robot kinematics modeling systems to a virtualized environment managed simulate robots changing environment and natural processes”, in *News of The Institute of Engineering Physics*, Vol. 4, No. 42. (Interregional public institution "Institute of Engineering Physics", Serpukhov, 2016), pp. 50–53.