

В. К. ШМИДТ, Г. Б. ГАЛИКЕЕВ, Ф. Ф. ГОРБАЦЕВИЧ, А. С. КУДРЯВЦЕВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ СО СПУТНИКА

Рассматривается система трехмерного отображения и наблюдения геопространственной обстановки, включающей земную поверхность, орбитальные спутники и динамические объекты на поверхности Земли. Представлен подход к проектированию подобной системы, а также описаны ее части, такие как орбитальные объекты и поверхность Земли. Перечислены возможные варианты применения системы.

Ключевые слова: система отображения и наблюдения, компьютерная графика, поверхность Земли, спутник.

Космическая съемка и зондирование поверхности Земли являются главным источником информации для воспроизведения геопространственной обстановки при решении задачи наблюдения.

Геопространство — географическая оболочка Земли со статическими и динамическими объектами, подлежащими изучению, отображению, моделированию в пределах ограниченной территории, периода времени, объектового состава (перечня и степени подробности его свойств), указанных потребителем геоинформации. Структурность геопространства проявляется в наличии и расположении его объектов, в том числе явлений и процессов, происходящих в геопространстве в каждый конкретный момент времени.

Геоинформационное обеспечение основывается на базовом понятии геоинформации — одной из разновидностей пространственной информации, востребованной и потребляемой обществом. Геопространственная информация — это исходный материал в цифровой компьютерно-воспринимаемой форме для моделирования в интересах конкретного потребителя, использующего геоинформационные системы.

За последнее десятилетие сформировалось несколько направлений оптико-электронных исследований Земли из космоса. Камеры наблюдения имеют несколько спектральных каналов, способных предоставить высококачественную информацию с различным пространственным и спектральным разрешением. Также информацию получают от радиометров, измеряющих тепловой поток, идущий от поверхности Земли, статических и динамических объектов.

Новые горизонты открывает применение радиолокационных методов дистанционного зондирования земной поверхности: для радиоволн атмосферный облачный слой совершенно прозрачен и на результаты съемки не влияет.

Орбитальные станции, оборудованные всеми современными средствами наблюдения, способны решать практически все задачи. Но все же основной поток данных наблюдений сейчас поступает от специализированных автоматических искусственных спутников Земли. Эти материалы используются для определения пространственного положения исследуемого объекта практически в режиме реального времени.

Благодаря многообразию вариантов оптико-электронных исследований Земли повышается разрешающая способность средств наблюдения. Это, в свою очередь, позволяет работать с локальными областями земной поверхности, но и создает проблемы для моделирования и визуализации локальных областей на поверхности Земли при наблюдении со спутников в геопространственной сцене.

Существенными оказываются вопросы наблюдения за зонами видимости камер спутников и их траекториями. Решением этих проблем становится проектирование и создание системы отображения и наблюдения (СОН) геопространственной сцены.

Подход к проектированию. При работе с искусственными орбитальными спутниками часто отсутствует визуальная демонстрация положения спутника, многие модельные расчеты осложнены необходимостью пересчета положения спутника из его численных координат в положение на карте, недостаточностью иллюстративного материала.

Для решения этих задач в лаборатории моделирования и визуализации была разработана система трехмерной визуализации земной поверхности, спутников, наземных объектов [1].

Термин ГеоСОН состоит из двух частей: „геопространство“ — Земля и окружающие объекты, и СОН — система, с помощью которой пользователь взаимодействует с моделью геопространства (объектами, точками наблюдения) и имеет возможность „управлять“ модельным временем. Самым известным примером ГеоСОН является программа Google Earth.

Программные системы отображения и наблюдения используют модельное представление реальных объектов, графическую систему визуализации. Информативность изображений, полученных с помощью СОН, доминирует над реалистичностью. С помощью СОН возможны управление точками наблюдения и управление временем (т.е. существует возможность выбора временного интервала и скорости воспроизведения изображения). Таким образом, эти системы заключают в себе динамическую интерактивную модель рассматриваемых объектов.

Отображение поверхности. С помощью системы ГеоСОН возможно отображение поверхности Земли; источниками данных для изображения являются результаты спутниковой съемки и аэрофотосъемки. Для воссоздания рельефа местности (горы, холмы, впадины), используются уточненные данные по высоте, появляющиеся при приближении камеры к поверхности (рис. 1). Уточнения дополняют геоид, т.е. модель Земли.

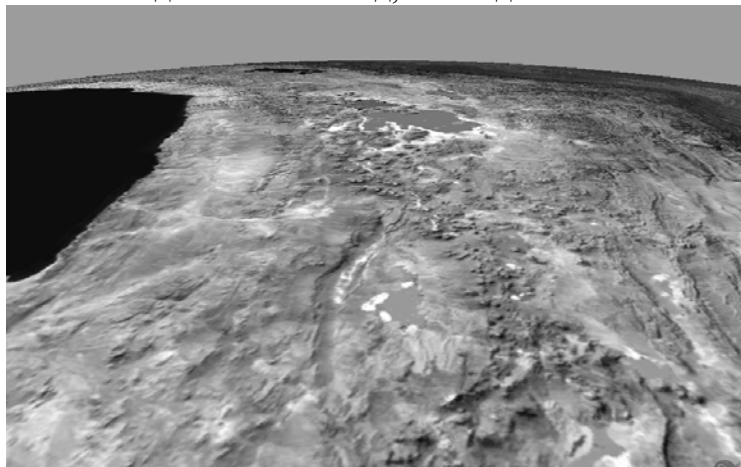


Рис. 1

Поскольку информация о текстуре и высоте занимает значительный объем, система подгружает данные из сети Интернет по мере рассмотрения тех или иных участков земной поверхности (архивы этих данных находятся в свободном доступе; возможно также использование локального архива).

В ГеоСОН используется либо реальное время (текущее), либо заданное — для воссоздания прошедших событий.

Для заданного ограниченного участка Земли возможно определить период времени, в течение которого данный участок будет находиться вне видимости спутников.

Система может использовать два режима: трехмерный и картографической проекции, при этом функциональность картографического режима (УТМ-проекция) идентична функциональности трехмерного [3]. Возможно отображение координатной сетки с указанием широты и долготы.

На рис. 2 представлено отображение Земли в режиме картографической проекции, при этом видны спутники и зоны видимости некоторых спутников (в виде полупрозрачных кругов).

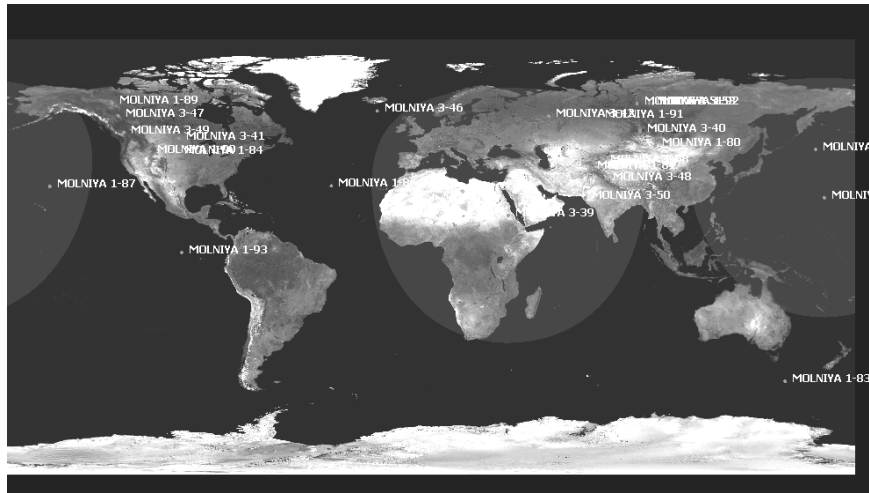


Рис. 2

В системе можно отобразить три вида объектов: динамические „наземные“ (самолеты, корабли), орбитальные (спутники) и космические (Солнце и Луна). Функциональность системы позволяет добавлять новые динамические „наземные“ и орбитальные объекты, производить оперативное слежение за такими объектами.

Источниками данных для динамических наземных объектов являются текстовые GPS-последовательности. Также создан редактор траекторий объектов для задания маршрута их модельных представлений.

Орбитальные объекты. Спутники в системе разделены в соответствии с назначением, например, спутники связи, погодные и частные спутники. Возможно показывать и скрывать как отдельные спутники, так и их группы. Существует возможность вводить в систему новые спутники, задавая параметры их движения.

Для отдельно выбранного спутника отображаются его параметры: угловые координаты, высота, число дней до свода, масса рабочего тела и прочие.

В системе есть возможность отображения траектории спутника, а также зоны видимости и обзора для спутника, последние представляются полупрозрачными конусами [2]. Таким образом, на задаваемые дату и время можно видеть ту область на Земле, которая попадает в поле зрения спутника. Возможно рассматривать покрытие отдельного спутника в динамике (в течение интервала времени), а также сконцентрировать внимание на отдельной области, отслеживая ее покрытие спутниками в течение суток или иного периода. Для двух заданных спутников определяется взаимная видимость, время начала и окончания видимости.

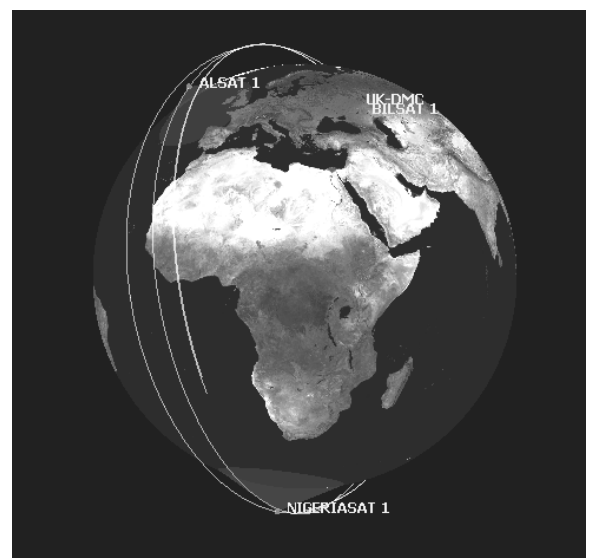


Рис. 3

Отображение спутников в системе показано на рис. 3; при этом движение спутников может быть заметным, если выбрана бóльшая скорость воспроизведения (если масштаб времени — реальный, то движение практически не заметно). Белыми линиями отображаются траектории, полупрозрачными конусами — зоны видимости спутников.

Возможные области применения системы. С помощью системы ГеоСОН можно решать следующие задачи:

— аэрокосмические (отображение орбитальной обстановки в центре управления полетами, отображение окружающей обстановки для членов экипажа МКС, проведение тренировочных занятий в учебных центрах);

— частные (задачи метеорологии, логистики, связи, безопасности, геологии и географии);

— оборонные (планирование и проведение операций, удаленное управление орбитальными объектами).

Планируются адаптация системы для работы с локальным участком земной поверхности размером 100×100 км и введение спутников с эллиптическими орбитами с целью подбора параметров их орбиты для круглосуточного наблюдения за выбранным участком. Предполагается, что система будет использоваться как для моделирования полета спутников на подготовительной стадии, так и для отслеживания и проецирования получаемых изображений со спутников в режиме реального времени.

Техническая реализация системы выполнена на языке C#, с использованием Managed DirectX в качестве графического слоя. Данный вариант реализации позволил воспользоваться существующими библиотеками отображения земной поверхности и задействовать удобные программные интерфейсы и базовые классы управляемого DirectX, распределенные по пакетам.

Также был создан прототип системы ГеоСОН на декларативном языке X3D с использованием языка Java. При относительно небольших временных затратах на реализацию прототипа на декларативном языке был получен работоспособный вариант системы для демонстрации основных возможностей.

Созданная программная система демонстрирует возможности технологий компьютерного моделирования и трехмерной графики применительно к предметной области околоземного и наземного пространства (геопространства). Отображение искусственных спутников Земли средствами созданной системы способно значительно улучшить восприятие информации.

Возможна интеграция системы с иными программными комплексами для решения различных предметных задач: подбора параметра запуска спутников, расчета времени нахождения на солнце и в тени для корректировки внутренних систем спутника, моделирования процесса спутниковой съемки и отображения результатов такой съемки в модели, слежения за положением спутника в реальном времени и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич Ф. Ф., Шмидт В. К. Модель системы отображения и наблюдения в околоземном пространстве // Мат. 58-й науч.-технич. конф. профессорско-преподавательского состава ЛЭТИ. СПб: СПбГЭТУ, 2005.
2. Кудинов А. В. Проектирование и разработка модуля орбитальных объектов в геопространственной системе отображения и наблюдения. СПб: СПбГЭТУ, 2005.
3. Власов С. В., Шмидт В. К. Проектирование и разработка модуля картографических проекций в геопространственной системе отображения и наблюдения. СПб: СПбГЭТУ, 2005.

Сведения об авторах

Владимир Константинович Шмидт

— канд. техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет „ЛЭТИ“, кафедра вычислительной техники; E-mail: vks@peterlink.ru

Геннадий Борисович Галикеев

— канд. техн. наук; Центральный научно-исследовательский институт „Комета“, Научно-проектный центр оптоэлектронных комплексов наблюдения, Санкт-Петербург; E-mail: Lab3@eoss.ru

Феликс Феликсович Горбачевич

— аспирант; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет „ЛЭТИ“, кафедра вычислительной техники; E-mail: gorbachevich@gmail.com

Алексей Сергеевич Кудрявцев

— аспирант; Центральный научно-исследовательский институт „Комета“, Научно-проектный центр оптоэлектронных комплексов наблюдения, Санкт-Петербург; E-mail: alexey_s_k@mail.ru

Рекомендована кафедрой
вычислительной техники

Поступила в редакцию
29.05.08 г.