УДК 004.92:
004.94:65-05

А.Э. Бураева

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ –ДОРОГА – ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

Рассмотрена возможность использования компьютерного моделирования разнообразных фрагментов сложной системы «водитель-автомобиль – дорога – окружающая среда» (ВАДС). Для визуализации результатов компьютерных экспериментов был применен подход задания геометрии объекта сцены и определение текстурных координат, а затем использование соответствующей текстуры для придания реалистичного вида. Для создания геометрии объектов сцены были использованы два подхода: использование графических редакторов и использование графических библиотек. В качестве языка программирования был выбран объектно-ориентированный язык программирования Java, среда разработки NetBeans, графическая библиотека OpenGL. Для практической реализации системы была использована интерактивная часть взаимодействия пользователя-наблюдателя с системой. Данная интерактивная часть представляет собой игровой движок. Манипулятором интерактивной части служит клавиатура компьютера, благодаря которой происходит все перемещения наблюдателя, поворота курсового угла. Приведены примеры реализации подхода.
Ключевые слова: моделирование, система поддержки принятия решений, транспортные потоки, визуализация, система «водитель-автомобиль – дорога – окружающая среда», 3D-анимация, игровой движок.

Введение

В работе рассматривается возможность использования компьютерного моделирования разнообразных фрагментов сложной системы «водитель-автомобиль – дорога – окружающая среда» (ВАДС). Актуальность данного подхода заключается в том, что исследования реальных фрагментов ВАДС на основе натурных наблюдений и экспериментов, требует либо

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 3. С. 368–374.
© 2017. А.Э. Бураева.

слишком больших затрат времени и денежных средств, либо невозможно вообще. Для принятия оперативных решений по оценке функционирования систем ВАДС, прогностических оценок по внедрению тех или иных мероприятий в существующей системе ВАДС можно воспользоваться семействами компьютерных моделей системы ВАДС, которая последнее время получили широкое распространение как у нас в стране, так и за рубежом. В нашей стране данный подход в течение многих лет разрабатывался под руководством В.М. Еремина, полученные результаты оформлены в качестве официальных документов для внедрения в практику [1, 2, 3, 4]. Суть предлагаемого подхода заключается в проведении многочисленных компьютерных экспериментов (сотни тысяч и миллионы) для оценки функционирования исследуемых фрагментов системы ВАДС с различных точек зрения (безопасность движения, пропускная способность и уровни загрузки, экономичность, экология и т.д.).

Получаемые в результате компьютерных экспериментов огромные массивы данных требуется организовать в удобном формате для лиц, принимающих решение (ЛПР) в данной области, такого рода информация должна включать в себя кроме традиционных форм в виде таблиц, графиков, монограмм, также реализация функционирования исследуемых объектов в виде 3D-анимация с различных точек зрения при этом ЛПР должна быть предоставлена возможность исследовать 3D-анимационных фильмы с учетом широкого диапазона разнообразных влияющих факторов.

Целью работы является исследование возможности применения компьютерного моделирования фрагментов системы ВАДС как основного элемента в соответствующих системах поддержки принятия решений (СППР).

Задачей исследования является построение ряда примеров организации результатов компьютерных экспериментов с системой ВАДС для 3D-анимации.

Концепции моделей обработки результатов компьютерного моделирования системы ВАДС

Модели обработки результатов компьютерного моделирования системы ВАДС должны включать в себя, прежде всего 3D-анимацию результатов компьютерных экспериментов, поэтому в данной работе именно об этом будет идти речь. Разработка того или иного программного обеспечения предполагает разработку концепций. В данном случае разработка концеп-

ции создания системы моделей 3D-анимации включает в себя решение следующих задач:

• Выбор подхода визуализации результатов компьютерных экспериментов. Выделяют два основных подхода задания геометрии объекта сцены: использование сторонних графических редакторов и программная визуализация с использованием графических библиотек.

• Выбор языка программирования и среды разработки для программной визуализации результатов компьютерных экспериментов.

• Разработка интерактивной части системы, использования манипуляторов ввода для ее управления.

• Разработка алгоритмов анализа и обработки входных данных транспортных потоков (характеристики, подробно описывающие все элементы исследуемого фрагмента ВАДС: автотранспортных средства, автомобильная дорогая, схема организации движения, антураж, видимость, пешеходы и т.д.).

• Реалистичная визуализация результатов компьютерных экспериментов на основе заданных входных данных.

Практическая реализации концепции моделей обработки результатов компьютерного моделирования системы ВАДС

Для визуализации результатов компьютерных экспериментов был применен подход задания геометрии объекта сцены и определение текстурных координат, а затем использование соответствующей текстуры для придания реалистичного вида. Для создания геометрии объектов сцены использованы два подхода: использование графических редакторов и использование графических библиотек. Принцип выбора подхода прост. Если объект визуализации имеет сложную геометрическую форму, количество граней для построения более шести, то применяются графические редакторы, такие, как Blender и 3dsmax, в противном случае применяется подход программной визуализации с использованием графических библиотек. Для нанесения текстуры были использованы три основных метода нанесения текстур: использование метода плиточного нанесения текстуры, использование UV развертки, использование текстурного атласа. Метод плиточного нанесения текстуры используется преимущественно для тех объектов, где текстура имеет множество повторений на всей плоскости объекта. Задание UV координат с помощью развертки реализовано с помощью конвертации UV координат из графических редакторов. Идея текстурного атла-

са заключается в том, что на одной текстуре находится текстура более чем для одного геометрического объекта. Использование текстурного атласа было реализовано преимущественно для дорожных знаков.

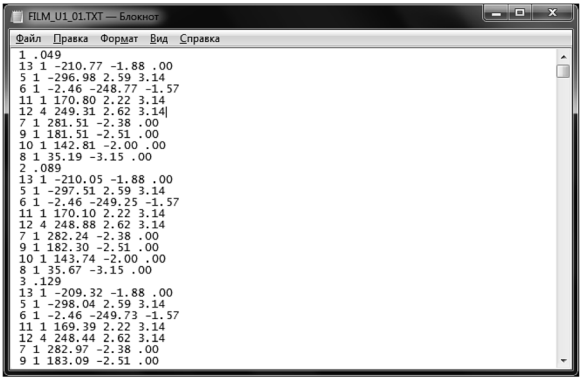
В качестве языка программирования был выбран объектно-ориентированный язык программирования Java, среда разработки NetBeans, графическая библиотека OpenGL. Язык программирования Java выбран как современный, динамично развивающий язык объектно-ориентированного программирования (ООП), реализующего все принципы ООП.

Для практической реализации системы была использована интерактивная часть взаимодействия пользователя-наблюдателя с системой. Данная интерактивная часть представляет собой игровой движок. Манипулятором интерактивной части служит клавиатура компьютера, благодаря которой происходит все перемещения наблюдателя, поворота курсового угла. Клавиши, использованные для перемещения наблюдателя, представлены в таблице.

Характеристики, подробно описывающие все элементы исследуемого фрагмента ВАДС такие, как автотранспортные средства, автомобильная дорога, схема организации движения, антураж, видимость, пешеходы, были подробно описаны в техническом задании проекта разработки системы. Для заданных

Клавиши игрового движка

№ п/п	Наименование клавиши	Код клавиши	Действие пользование
1	A	65	Перемещение вверх вдоль оси *z*
2	Z	90	Перемещение вдоль вниз оси *z*
3	↑	38	Перемещение вперед
4	↓	40	Перемещение назад
5	→	39	Поворот курсового угла вправо
6	←	37	Поворот курсового угла влево
7	Pageup	33	Подъем взора наблюдателя
8	PageDown	34	Опускание взора наблюдателя
9	W	87	Положение камеры на ул. Новоселки
10	E	69	Положение камеры на ул. Новоселки-Слободка
11	S	83	Положение камеры на ул. Хлебозаводская
12	Q	81	Положение камеры на ул. Колхозная



FILM_U1_01.TXT — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
1 .049
13 1 -210.77 -1.88 .00
5 1 -296.98 2.59 3.14
6 1 -2.46 -248.77 -1.57
11 1 170.80 2.22 3.14
12 4 249.31 2.62 3.14
7 1 281.51 -2.38 .00
9 1 181.51 -2.51 .00
10 1 142.81 -2.00 .00
8 1 35.19 -3.15 .00
2 .089
13 1 -210.05 -1.88 .00
5 1 -297.51 2.59 3.14
6 1 -2.46 -249.25 -1.57
11 1 170.10 2.22 3.14
12 4 248.88 2.62 3.14
7 1 282.24 -2.38 .00
9 1 182.30 -2.51 .00
10 1 143.74 -2.00 .00
8 1 35.67 -3.15 .00
3 .129
13 1 -209.32 -1.88 .00
5 1 -298.04 2.59 3.14
6 1 -2.46 -249.73 -1.57
11 1 169.39 2.22 3.14
12 4 248.44 2.62 3.14
7 1 282.97 -2.38 .00
9 1 183.09 -2.51 .00
```

Рис. 1. Результат компьютерного эксперимента, представленный в текстовом виде

значений интенсивности и состава потоков на основании моделей В.М. Ерёмина были получены массивы информации о расположении на исследуемом фрагменте каждого автомобиля с шагом 0,04 с (1 телекадр) в течение заданного периода времени. Результаты представлены в формате *txt, которые имеют следующие составляющие номер кадра, время, порядковый номер автомобиля, тип автомобиля, координаты *x, y*, угол поворота. Пример представлен на рис. 1.

В ходе работы системы происходит реалистичная визуализация результатов компьютерных экспериментов на основе заданных входных данных, описанных выше. В качестве исходных сценариев движения транспортных потоков были выбраны кон-

Рис. 2. Движение по ул. Хлебозаводская

Рис. 3. Движение по ул. Колхозная

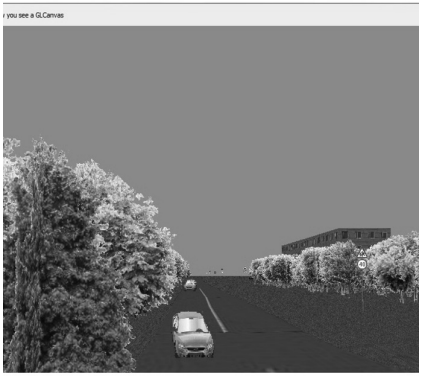


Рис. 4. Движение по ул. Новоселки-Слободка

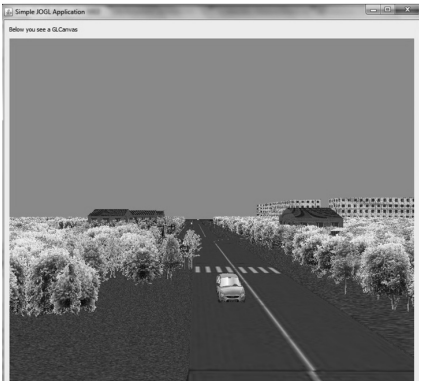


Рис. 5. Движение по ул. Новоселки

кретные фрагменты реальных систем ВАДС пересечение улиц Хлебозаводская, Новоселки, Новоселки-Слободка, Колхозная г. Ивантеевка Московской области. На рис. 2–5 представлены примеры визуализаций выбранных фрагментов ВАДС.

Выводы

1. Полученные результаты по визуализации основных компонентов системы ВАДС показали (автомобили, пешеходы, дороги, схемы движения, антураж и т.д.) достаточность предлагаемого подхода для решения основной задачи.

2. Примененный подход к 3D-анимации представляется перспективным для решения такого рода задач, но требует дальнейшего развития в направлении обеспечении более высокого быстродействия анимации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадалян А. М.*, *Еремин В. М.* Компьютерное моделирование конфликтных ситуаций для оценки уровня безопасности движения на двухполосных автомобильных дорогах. – М.: ИКФ «Каталог», 2007. – 240 с.

2. *Ерёмин В. М.* Концептуальная модель функционирования системы ВАДС как основа компьютерной имитации // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 1(2). – С. 90–93.

3. *Ерёмин В. М.* Формальное описание моделей функционирования системы ВАДС // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 2(3). – С. 93–97.

4. *Еремин В. М.*, *Бадалян А. М.* Методика оценки влияния дорожных условий на аварийность на автомобильных дорогах федерального значения для планирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. – М.: Росавтодор, 2013. – 58 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Бураева Арюна Эрастовна – аспирант,
e-mail: aryunaburaeva@gmail.com,
Московский государственный машиностроительный университет.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 3, pp. 368–374.

UDC 004.92:
004.94:65-05

A.E. Buraeva

SIMULATION AS A METHOD OF DECISION SUPPORT SYSTEM «DRIVER –AUTOMOBILE – ROAD – ENVIRONMENT»

The research is about the use of computer modeling of various fragments of the complex system «driver-car – road – environment» (DCRE). The relevance of this approach lies in the fact that the study of real fragments DCRE based on field of observations and experiments, requires a very large investment of time and money, or even impossible. For operational decision-making to assess the functioning of DCRE systems, predictive assessments for the implementation of various measures in the existing system DCRE families can use computer models DCRE system, which recently became popular in our country and abroad.

In order to visualize the results of computer experiments, there were applied an approach of the job scene geometry object definition and texture coordinates, and then use the appropriate texture to give a more realistic look. To create the geometry of objects in the scene have been used two approaches: the use of graphic editors and the use of graphic libraries.

As a programming language was chosen object-oriented Java programming language, the NetBeans IDE, OpenGL graphics library.

For the practical implementation of the system was used interactive part of the user interaction with the observer system. This interactive part is a game engine. Pointing device is an interactive part of the computer keyboard, which makes all the movements of the observer, turning azimuth. There are some examples of implementation of the approach.

Key words: simulation, decision support system, traffic flow, visualization system «driver car – road – environment», 3D-animation, game engine.

AUTHOR

Buraeva A.E., Graduate Student, e-mail: aryunaburaeva@gmail.com,
Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI),
107023, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Badalyan A. M., Eremin V. M. *Komp'yuternoe modelirovanie konfliktnykh situatsiy dlya otsenki urovnya bezopasnosti dvizheniya na dvukhpolosnykh avtomobil'nykh dorogakh* (Computer simulation of conflicts with a view to evaluating safety of dual highway traffic), Moscow, IKF «Katalog», 2007, 240 p.

2. Eremin V. M. *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2014, no 1(2), pp. 90–93.

3. Eremin V. M. *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2014, no 2(3), pp. 93–97.

4. Eremin V. M., Badalyan A. M. *Metodika otsenki vliyaniya dorozhnykh usloviy na avariynost' na avtomobil'nykh dorogakh federal'nogo znacheniya dlya planirovaniya meropriyatiy po povysheniyu bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* (Procedure to estimate influence of road conditions on accident rate on federal highways for planning traffic safety enhancement), Moscow, Rosavtodor, 2013, 58 p.