

ИНФОРМАЦИОННАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ СЦЕН СВР

В.Г. Ли

Таганрогский технологический институт
Южного федерального университета

Работа посвящена проблеме оценки производительности визуализаторов графических систем при условии обеспечения достаточной статической и динамической реалистичности виртуальных сцен.

Информационное состояние визуализатора любой графической системы определяется, в первую очередь тремя параметрами (рис. 1):

- объемом информации статической модели макета – ось А;
- динамикой поведения (движения) всех подвижных объектов макета – ось В;
- динамикой поведения (движения) наблюдателя – ось С.

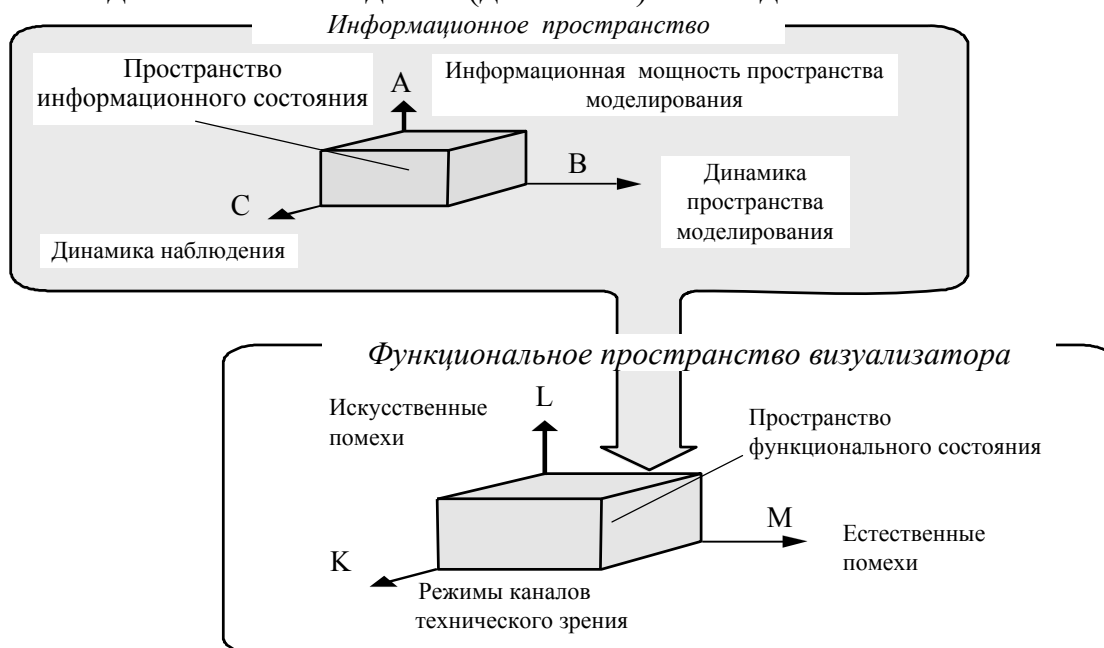


Рис. 1

По вертикальной оси А отображается количество геометрической информации, содержащейся в статическом макете пространства моделирования.

Объем информации, обрабатываемой визуализатором, зависит

также и от динамических характеристик объектов и наблюдателя. Причем эта зависимость будет возрастать пропорционально повышению скорости и сложности движений наблюдаемых объектов.

Значение функции A – суммарное количество геометрической информации всех элементов пространства моделирования. Информационное состояние визуализатора может быть представлено значением функции вида

$$I = f_1\{A, B, C\},$$

причем, произведение $A \times B \times C$ можно использовать как количественную характеристику – интегрированную информационную мощность пространства моделирования.

Функциональное пространство визуализатора с точки зрения задач визуализации определяется, в основном, тремя характеристиками:

- объемом и сложностью моделируемых искусственных помех и эффектов: текстуры поверхностей, трансформации объектов, специальные эффекты искусственного освещения, вносимые средствами технического зрения и пр. – L ;
- объемом и сложностью моделируемых естественных помех и эффектов: имитация погодных условий, результаты естественного освещения и пр. – ось M ;
- видом наблюдения, режимами работы оптической системы средства технического зрения: разрешающая способность, фокусное расстояние, кратность масштабирования и т.д. – ось K .

По аналогии с информационной оценкой функциональная мощность визуализатора может быть оценена функционалом вида

$$\Omega = f_2\{K, L, M\}.$$

Процесс моделирования можно представить как процесс "погружения" пространства I в пространство Ω , что находит отражение в стратегии избранной схемы прохождения геометрической информации и формирования кадров синтезированных изображений.

Изложенная схема формального представления информационного и функционального пространств визуализатора позволяет, с одной стороны, количественно оценить его производительность, а с другой стороны – отразить его конкретное состояние, с точки зрения полноты загрузки его вычислительных и графических ресурсов, а именно в виде функционала

$$V = f_4\{I, \Omega\}.$$

Количественно функционал V оценивается произведением $I \times \Omega$.

Необходимо отметить, что с точки зрения организации вычислительных процессов визуализатора и его компиляторов, функционалы $I \times \Omega$ практически независимы.

При работе с пространством моделирования, а также с компилятором сценариев, используется одна глобальная мировая система 3-мерных координат и локальные системы координат объектов и наблюдателя. Кроме двух перечисленных систем координат, в соответствие со схемой прохождения геометрической информации используются также:

- локальная 3-мерная система зоны обзора;
- локальная 2-мерная система сцены;
- единая 2-мерная локальная система координат экрана и регенерирующих его кадров.

На всех этапах работы визуализатора фиксируется внутреннее время визуализатора, измеряемое в секундах. Быстродействие визуализатора оценивается величиной – N кадров/секунду (целое число).

Систематизация видов движений объектов СВР

Объекты, модели которых подлежат визуализации, должны быть реалистичными. В понятие реалистичности изображений входит и реалистичность траекторий их движений и форм движений. Как известно, объект 3-мерного пространства обладает в общем случае шестью степенями свободы, а именно:

- перемещение с различными линейными составляющими по трем координатным осям;
- вращение вокруг тех же трех координатных осей с различными составляющими углов: курсовой угол, угол тангажа, угол крена.

В общем случае движение представляет собой совокупность трансляций и вращений, такое полное движение будем называть составным сложным движением. Такая систематизация наиболее алгоритмична с точки зрения матричной вычислительной реализации каждого из видов движения, а также с позиций распараллеливания вычислительного процесса.

Для формализации характера движений объектов целесообразно ввести специальную классификацию динамики их поведения, что позволит осуществлять оценочную информационную градацию по осям движений.

Введем условное информационное понятие количества движения объекта. Для оценки этого количества каждому виду

движения присваивается числовой код, структура которого имеет вид (рассмотрим на примере оси В схемы информационного пространства):

$$B = \langle B1, B2, B3 \rangle,$$

где: B1 – признак пространства и условий движения, который может принимать значения:

1 – движение осуществляется по горизонтально расположенной плоскости, то есть объект обладает только тремя степенями свободы;

2 – движение осуществляется в воздушном пространстве, то есть объект обладает шестью степенями свободы. Причем все характеристики положения объекта в пространстве однозначно зависят только от вида заданной ему траектории движения;

4 – движение осуществляется по сложной поверхности. В этом случае объект также имеет шесть степеней свободы, но динамически изменяющиеся составляющие его положения в пространстве зависят не только от заданной траектории, но и от геометрических характеристик поверхности, по которой осуществляется движение.

B2 – признак линейной составляющей движения, который может принимать значения:

0 – отсутствие движения;

1 – движение вдоль одной из координатных осей глобальной системы координат с постоянной скоростью;

2 – движение с составляющими по двум или трем координатным осям с постоянной скоростью;

3 – произвольное прямолинейное движение со сменой направлений с постоянной скоростью;

4 – произвольное прямолинейное движение со сменой направлений с переменной скоростью. Изменение скорости происходит посредством положительного или отрицательного ускорения;

5 – сложное движение, содержащее не менее двух элементов данной классификации, например - движение 4 сочетается с периодами движения с постоянной скоростью без смены направления движения;

7 – составное движение, завершающееся особой формой обработки изображения объекта, а именно - "останов" и полное исчезновение объекта;

8 – завершающееся частичным исчезновением объекта;

9 – завершающееся трансформацией объекта.

B3 – признак вращательной составляющей движения объекта, может принимать значения:

0 – отсутствие вращения;

1 – вращение вокруг одной локальной оси с постоянной угловой скоростью (в рассматриваемых условиях имеется в виду вращение по курсовому углу, то есть вокруг оси z);

2 – вращение вокруг двух или трех локальных осей с постоянной угловой скоростью;

3 – сложное вращение, то есть вращение вокруг произвольного количества осей, но с переменной угловой скоростью. Перемена скорости осуществляется с помощью положительного или отрицательного ускорения;

далее, – аналогично классификации признака В2.

Таким образом составное сложное движение описывается сочетанием ненулевых значений признаков В2 и В3.

Количество движения оценивается величиной $V=V1 \times (V2+V3)$. Тогда по оси В схемы информационного пространства можно ввести градацию (в общем случае неравномерную) от нуля до 51.

Специфика алгоритмов решения задач взаимной видимости визуально конкурирующих объектов требует, чтобы общее движение объектов макета оценивалось операцией перемножения. Аналогично производится градация оси С – динамики наблюдателя.

Технология оценки движений наблюдателя

Информационно наблюдатель представляет собой подвижный объект, но не подлежащий реальной визуализации. Фактически он представлен в информационном пространстве лишь своей локальной системой координат. Все перечисленные выше виды движений (исключая движение в воздухе) могут им отрабатываться. Однако специфическим свойством этого объекта является то, что необходимо реализовать интерактивное управление наблюдателем и средством технического зрения.

Структурно наблюдатель представляет собой составной подвижный объект, состоящий из двух связанных объектов, причем в общем случае их локальные системы координат не имеют общих элементов. Составляющие объекты могут осуществлять синхронные, но независимые движения. Условно первый объект назовем платформой, второй – телекамерой.

Значение функции К для телекамеры можно представить в виде:

$$K = f_3 \{K1, K2, K3\},$$

где К1 – признак вращения оптической оси телекамеры, который может принимать следующие значения:

1 – ось неподвижна;

2 – ось может перемещаться вращением вокруг одной локальной оси, например, по углу визирования с постоянной угловой скоростью;

3 – то же, но с переменной угловой скоростью. Изменение скорости осуществляется с положительным или отрицательным ускорением;

4 – ось может вращаться одновременно вокруг двух локальных осей с постоянной угловой скоростью;

5 – то же, но с переменной скоростью;

K2 – признак изменения телесных углов оптической системы телекамеры, может принимать значения:

1 – узкое поле зрения;

2 – широкое поле зрения (зона обзора резко увеличивается);

K3 – признак масштабирования изображения, может принимать значения:

1 – операция масштабирования отсутствует;

2 – операция масштабирования используется.

При этом телекамера должна иметь синхронные с платформой движения, которые значительно увеличивают количество движения телекамеры. Предлагается в этом случае использовать следующую оценку количества движения наблюдателя:

$$K = B \times K1 \times (K2 + K3),$$

где B – количество движения платформы наблюдателя.

Учитывая изложенные виды движений, можно конкретизировать оценку информационной мощности визуализатора (функционал I), если ввести понятие относительной информационной мощности макета. Под этой характеристикой понимается количество геометрической информации, обрабатываемой в текущей зоне обзора пространства моделирования при формировании очередного кадра изображения. Эта величина более объективно и точно отражает характеристику быстродействия визуализатора и непосредственно влияет на частоту регенерации кадров экрана.

При этом появляется возможность оценки количества возникающих задач коллизий, вызванных взаимным и относительным движением как самих объектов наблюдения, так и движения наблюдателя относительно движущихся наблюдаемых объектов.

Наличие движения как объектов наблюдения, так и самого наблюдателя увеличивает информационную нагрузку на визуализатор в пределах формирования одного экрана изображения. Поэтому информационно пространство визуализатора может быть оценено объемом соответствующего параллелепипеда со сторонами – I, Ω, V.

Получено 10.05.07 ТТИ ЮФУ, г. Таганрог © В.Г. Ли, 2007