

Российская академия наук
Национальный комитет по автоматическому управлению
Научный совет по теории управляемых процессов и автоматизации
ОЭММПУ РАН

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Министерство образования и науки Удмуртской Республики

Удмуртский государственный университет

Удмуртский НОЦ ПУ (на базе УдГУ)

Волгоградский НОЦ ПУ (на базе ВолГУ)

Воронежский НОЦ ПУ (на базе ВГАСУ)

Инновационный НОЦ ПУ (на базе МАИ)

Казанский НОЦ ПУ (на базе КГТУ-КАИ)

Курский НОЦ ПУ (на базе КГТУ)

Липецкий НОЦ ПУ (на базе ЛГТУ)

НОЦ «Системный анализ в управлении» (на базе МИФИ)

Пермский НОЦ ПУ (на базе ПГТУ)

Самарский НОЦ ПУ (на базе СГАУ)

Тверской НОЦ ПУ (на базе ТГТУ)

Старооскольский НОЦ ПУ (на базе СТИ)

Удмуртский Совет ИТ-директоров

Институт логики, когнитологии и развития личности РАН

VI Всероссийская

школа-семинар

молодых ученых

Управление большими системами

посвящается памяти А.А. Маркова

Том 1



31 августа – 5 сентября 2009

г. Ижевск

УДК 007

VI Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. – Т1.- Ижевск: ООО Информационно-издательский центр «Бон Анца», 2009. – 400 с.

В первый том сборника трудов включены научные статьи молодых ученых по фундаментальным основам теории управления, вопросам управления организационными и социально-экономическими системами, управлению качеством.

ISBN 978-5-903140-57-2

Научное издание осуществлено при поддержке РФФИ
грант № 09-07-06039Г

© Авторы, постатейно, 2009
©ООО ИИЦ «Бон Анца»
(оформление обложки, верстка)

Способ расчета столкновений

Трусов А.С. (aurora@gmail.com),

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Как известно, при компьютерном моделировании практически любых явлений самым уязвимым местом является расчет времени столкновения объектов. Важность задачи обуславливается тем, что для того, чтобы посчитать всевозможные взаимодействия объектов, необходимо знать время, место и точку их соприкосновения. Используются два основных способа расчета времени данного события: вычисление времени столкновения с любой заданной точностью биением отрезка времени и вообще отказ от расчета времени столкновения объектов (метод так называемых «пружин»). Рассмотрим их подробнее.

Вычисление времени столкновения объектов подразумевает под собой вычисление примерного момента столкновения путем последовательных приближений с помощью биения какого-либо заданного отрезка времени. То есть если два объекта должны столкнуться, то отрезок времени, в котором это должно произойти, делится на части до тех пор, пока не будет вычислен момент столкновения с приемлемой точностью. Таким образом, имеется возможность достаточно точно вычислить момент столкновения любых объектов, участвующих в моделируемой сцене, поскольку точность задается самостоятельно пользователем.

К недостаткам данного метода следует отнести длительность выполнения алгоритма из-за присутствующей итеративности. К тому же нельзя заранее сказать, какие объекты будут сталкиваться. Для этого необходимо писать самостоятельные алгоритмы, которые бы вычисляли объекты, «подозрительные на столкновения». А решать эту дополнительную задачу необходимо, иначе общая работа программы превысит все возможные пределы, что в данном случае считается неприемлемым (в случае необходимости учета в сцене нескольких тысяч взаимодействующих объектов).

Метод «пружин». Данный метод основывается на отказе от вычисления самого момента столкновения как такового. Вместо этого отрезок времени, в котором происходит моделирование, бьется на достаточно небольшие, относительно имитируемой задачи, промежутки. В каждом промежутке решается задача поиска объектов, которые оказались «друг в друге». Ведь если моменты столкновения не рассчитывать, то объектам ничто не мешает взаимопересекаться. Если два объекта оказались пересекающимися, то в формулы их движения добавляются вектора, на-

правленные в разные стороны таким образом, чтобы объекты «выталкивались» друг из друга (так называемые «пружины»). Благодаря данным пружинам создается видимость взаимодействия объектов.

Минусы данного метода также существенны. Хотя он и не несет в себе той опасной итеративности, как первый способ, однако само по себе разбиение отрезка времени на достаточно малые промежутки времени является существенным фактором, увеличивающим общую работу алгоритма. К тому же заранее нельзя ограничить форму и скорости объектов, из-за чего может появиться ошибка, когда достаточно маленький объект на большой скорости попросту «пролетит» сквозь другой объект в одном из промежутков времени. Само по себе это можно вычислить, дополнительно разбивая отрезок на более малые промежутки, но это опять-таки значительно замедляет работу алгоритма, то есть не является выходом.

Суть предлагаемого нового метода сводится к тому, чтобы вычислять момент столкновения, исключая итеративный метод как замедляющий скорость работы алгоритма. Объекты считаются различными многогранными фигурами. Движение каждого объекта описывается при помощи вектора движения и вектора поворота. Координаты каждого вектора заданы формулами, зависящими от одного параметра – времени. Формулы задаются таким образом, чтобы переместить объект на новое место, достаточно подставить новое значение параметра. Предполагается, что каждая формула будет представлять собой многочлен максимум второй степени, это в достаточной степени обоснованно, поскольку позволяет описать практически любое перемещение объекта, исключая, пожалуй, движение в каком-либо поле, чего и не требуется.

Задача вычисления момента столкновения сводится к вычислению момента соприкосновения какой-либо грани объекта (точки) с поверхностью другого объекта (плоскость). Предполагается, что любое столкновение удастся свести к такому случаю.

В данном ракурсе задачу можно численно выразить через расчет скалярного произведения двух векторов, одного в плоскости объекта, второго – восходящего до точки. Тогда временем столкновения будет считаться угол либо 0, либо 180 градусов. Скалярное произведение целесообразно рассчитать через координаты, тогда общая расчетная формула представится многочленом четвертой степени. Этот многочлен можно посчитать, используя известные формулы дискриминантов, либо предполагается использовать матрицу заранее вычисленных корней. При недостатке какого-либо корня он прямо вычисляется, записывается в мат-

рицу, либо берется какое-либо среднее значение, поскольку матрица строится таким образом, чтобы среднее значение было актуальным (близким к истинному).

Предполагается, что данный метод позволит значительно ускорить расчет момента столкновения двух объектов, в результате чего появится возможность моделировать сцены с большим (порядка нескольких тысяч) их количеством. Алгоритм еще разрабатывается и не лишен узких мест, в частности пока никак не рассмотрена проблема роста ошибки в расчетах, но есть уверенность, что удастся решить все стоящие задачи и начать тестирование алгоритма в различных условиях.