

Е-плоскости составила 100 градусов, в Н-плоскости – 180 градусов. Коэффициент усиления антенны равен 5,8 дБ.

Литература

1. Антропов, Д. А. Разработка новых видов логопериодических вибраторных антенн с улучшенными техническими характеристиками / Д. А. Антропов, О. Ю. Перфилов, В. Е. Фидельман // Антенны. – 2018. – № 9. – С. 16–20.
2. Антропов, Д. А. Логопериодические вибраторные антенны с улучшенными диапазонными свойствами / Д. А. Антропов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 2. – С. 30–36.
3. Банков, С. Е. Расчет антенн и СВЧ структур с помощью HFSS Ansoft / С. Е. Банков, А. А. Курушин – М. : ЗАО «НПП «РОДНИК», 2009. – 256 с.
4. Петров, Б. М. Логопериодические вибраторные антенны : учебное пособие для вузов / Б. М. Петров, Г. И. Костромин, Е. В. Горемыкин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 239 с.

Б. А. Тесёлкин

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **Л. К. Титова**, ст. преподаватель

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЧАСТИЦ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Моделирование частиц проще, чем моделирование твердых тел, и мы можем моделировать последние, используя те же принципы, которые используются для твердых тел, но добавляя частицам объем и форму.

Частица – это просто точка в пространстве, имеющая вектор положения, вектор скорости и массу. Согласно первому закону Ньютона, его скорость изменится только при приложении к нему силы. Когда его вектор скорости имеет ненулевую длину, его положение со временем будет меняться.

Чтобы смоделировать систему частиц, нам нужно сначала создать массив частиц с начальным состоянием. Каждая частица должна иметь фиксированную массу, начальное положение в пространстве и

начальную скорость. Затем мы должны запустить основной цикл симуляции, где для каждой частицы мы должны вычислить силу, действующую на нее в данный момент, обновить ее скорость на основе ускорения, создаваемого силой, а затем обновить ее положение на основе скорости мы только что вычислили [1–3].

Сила может исходить из разных источников в зависимости от типа симуляции. Среди прочего, это может быть гравитация, ветер или магнетизм, а может быть и их комбинация. Это может быть глобальная сила, такая как постоянная гравитация, или это может быть сила между частицами, такая как притяжение или отталкивание.

Чтобы симуляция работала в реалистичном темпе, временной шаг, который мы «симулируем», должен быть таким же, как реальное количество времени, прошедшее с момента последнего шага симуляции. Однако этот временной шаг можно увеличить, чтобы симуляция выполнялась быстрее, или уменьшить, чтобы она выполнялась в замедленном режиме.

Предположим, у нас есть одна частица с массой m , положением $p(t_i)$ и скоростью $v(t_i)$ в момент времени t_i . К этой частице в это время приложена сила $f(t_i)$. Положение и скорость этой частицы в будущем времени t_{i+1} , $p(t_{i+1})$ и $v(t_{i+1})$ соответственно можно вычислить с помощью:

$$\begin{aligned} dt &= t_{i+1} - t_i \\ v(t_{i+1}) &= v(t_i) + (f(t_i)/m)dt \\ p(t_{i+1}) &= p(t_i) + v(t_{i+1})dt \end{aligned}$$

В данном случае производится численное интегрирование обыкновенного дифференциального уравнения движения частицы с использованием полунявного метода Эйлера, который используется в большинстве движков игровой физики из-за его простоты и приемлемой точности для малых значений промежутка времени.

Первоначально при $t = 0$ частица находится в точке p_0 . Через шаг он движется в том направлении, куда указывал вектор его скорости v_0 . На следующем шаге к нему прикладывается сила f_0 , и вектор скорости начинает изменяться, как если бы его тянуло в направлении вектора силы. На следующих двух шагах вектор силы меняет направление, но продолжает тянуть частицу вверх.

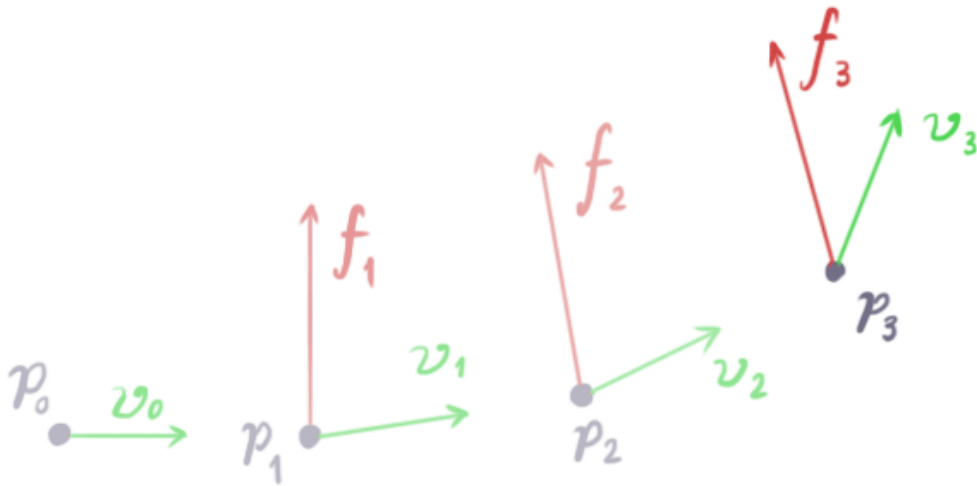


Рисунок 1 – Состояние частицы в различные моменты времени

Литература

1. Дикинсон, К. Learning Game Object physics with OpenGL engine / К. Дикинсон. – 2-е изд. – Packt Publishing, 2013. – 115 с.
2. Таная, М. Building a Game Physics Engine Using HTML5 / М. Таная. – 1-е изд. – Apress, 2017. – 114 с.
3. Шауэр, Г. Game Physics Cookbook: For newbies and more / Г. Шауэр. – 1-е изд. – Packt Publishing, 2017. – 460 с.