УДК 621.396.97

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЗАТУХАНИЯ РАДИОВОЛН ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

С.А. Яблоков, В.В. Паслен
Донецкий национальный технический университет
Институт гражданской защиты Донбасса

Анализируется возможность приближенного моделирования распространения поля в помещениях для локальной беспроводной сети с помощью трассировки лучей, а также наглядного отображения результата.

ВВЕДЕНИЕ

Всеобщее распространение беспроводных систем связи приводит к необходимости приближенного расчета поля в помещениях для оптимального расположения передатчика. Это помогает решить как задачу обеспечения покрытия зоны обслуживания передатчиком, так и задачу предотвращения утечки информации по беспроводному каналу связи.

Целью работы является разработка модели затухания радиоволн для помещений сложной формы и проверка возможности ее применения на практике. А также создание инструмента для схематичного отображения на компьютере помещения сложной формы и наглядного представления результатов представленной модели в виде зоны покрытия передатчика с учетом отражения волн.

МОДЕЛЬ ПОМЕЩЕНИЯ

В ходе работы была создана небольшая программа для создания и редактирования помещений (рис. 1).

Помещение строится из выпуклых многогранников плотно прилегающих друг к другу (рис. 2). Их математическое представление – список плоскостей, описывающих каждую грань. Плоскости описаны тремя точками с целыми координатам, это позволяет избежать проблем с точностью дробных чисел и убедится в точном расположении плоскостей «по сетке». Все многогранники записываются в простой текстовый файл (рис. 3).

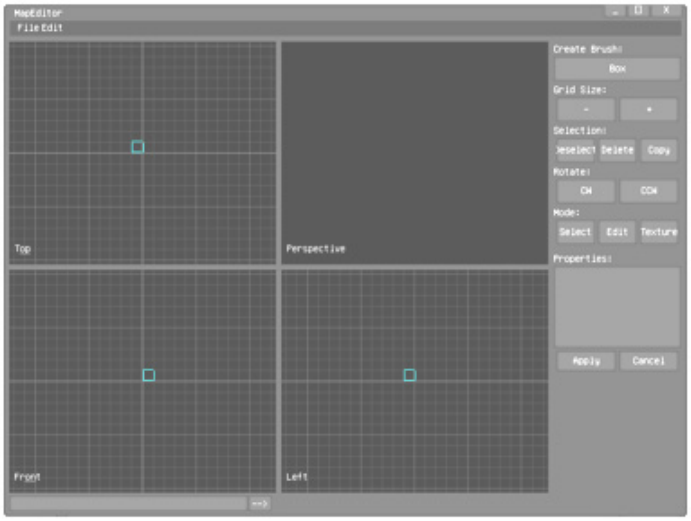

Рис. 1. Окно редактора

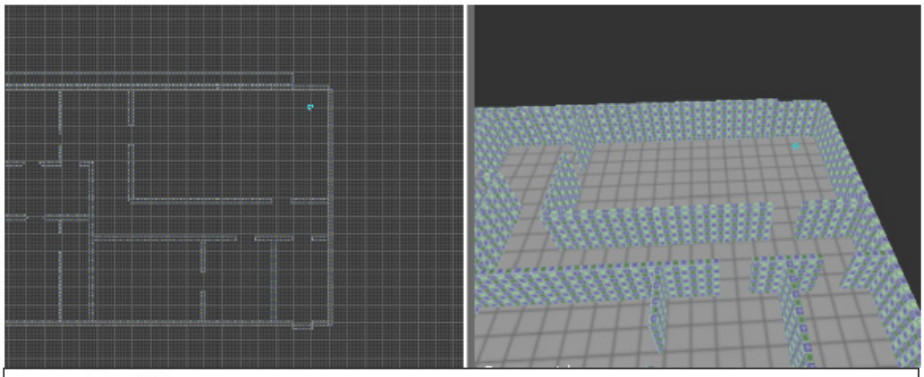

Рис. 2. Помещение в окне редактора.

```
brush
{
    side ( -1040 0 240 ) ( -1040 1712 240 ) ( 752 1712 240 ) [ 1 0 0 0 ] [ 0 1 0 0 ] 0 2 5
    side ( -1040 0 240 ) ( -1040 0 256 ) ( -1040 1712 256 ) [ 0 0 1 0 ] [ 0 1 0 0 ] 0 0 3
    side ( -1040 0 240 ) ( 752 0 240 ) ( 752 0 256 ) [ 1 0 0 0 ] [ 0 0 1 0 ] 0 0 4
    side ( -1040 0 256 ) ( 752 0 256 ) ( 752 1712 256 ) [ 1 0 0 0 ] [ 0 1 0 0 ] 0 0 2
    side ( 752 0 240 ) ( 752 1712 240 ) ( 752 1712 256 ) [ 0 0 1 0 ] [ 0 1 0 0 ] 0 0 0
    side ( -1040 1712 240 ) ( -1040 1712 256 ) ( 752 1712 256 ) [ 1 0 0 0 ] [ 0 0 1 0 ] 0 0 1
}
```

1 — (-1040 0 240) (-1040 1712 240) (752 1712 240)

2 — [1 0 0 0] [0 1 0 0] 0 2 5

Рис. 3. Представление многогранника в файле.
1 – Три точки описывающие плоскость
2 – Дополнительная информация для визуального представления

Собранные вместе многогранники образуют замкнутое помещение. Для визуального представления из многогранников путем нахождения точек пересечения троек плоскостей строятся многоугольники, которые выводятся на экран. Все невидимые внешние поверхности будут удалены позже.

При трассировке лучей потребуется нахождение пересечения многоугольников и луча. Из всех точек пересечения необходимо будет выбрать ближайшую. Таким образом для каждого луча потребуется проверка на пересечение с каждым многогранником при каждом отражении. Это значит, что вместе с усложнением формы помещения или его размеров линейно будет расти и время расчета. Чтобы избавиться от такой зависимости принято строить специальные ускоряющие структуры, которые позволяют сразу отбросить большие куски пространства при проверке пересечения с лучом. Примером такой структуры может быть двоичное разбиение (рис. 4). В качестве разбивающих выбираются такие плоскости, которые делят многоугольники на два примерно равных списка. Разбиение производится до тех пор пока каждый узел дерева не станет выпуклым.

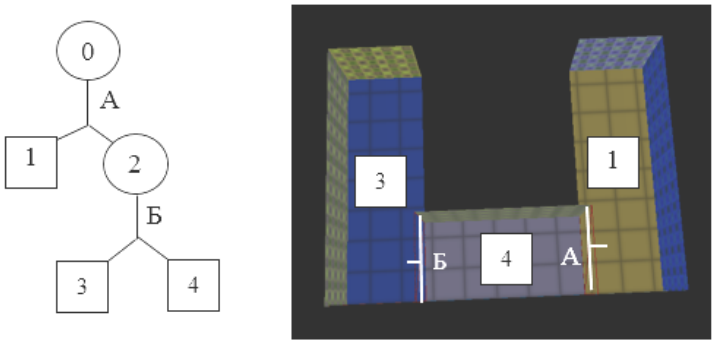

Рис. 4. Пример двоичного дерева.
0, 1, 2, 3, 4 – узлы дерева
А, Б – разбивающие плоскости

Подробно процесс нахождения пересечений описан в [4].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЛЯ

В качестве источника сигнала используется точку, излучающая равномерно во все стороны. Из точки выбирается случайный вектор и находится его пересечение с помещением. Полученный отрезок и соответствующее ему значение напряженности поля сохраняется в список. Из конца отрезка зеркально строится следующий луч. Отраженный вектор можно построить по формуле (векторы единичные):

$\bar{r} = \bar{v} - 2\bar{n}(\bar{n} * \overline{v})$, где $\bar{v}$ – падающий вектор, $\bar{n}$ – нормаль поверхности.

Отраженный луч должен иметь уже меньшее значение напряженности, это учитывается с помощью коэффициента отражения[1]:

$\Gamma = \left(\frac{\sin\theta - \sqrt{\varepsilon - \cos^2\theta}}{\sin\theta + \sqrt{\varepsilon - \cos^2\theta}}\right)^2$, где θ – угол падения луча, ε – относительная диэлектрическая проницаемость стены.

Процесс продолжается для требуемого количества отражений и требуемого количества лучей. Когда расчет лучей закончен, строится сетка с разрешением 100x100x100, каждый отрезок лучей прибавляет значение своей интенсивности с учетом пройденного пути в фиксированный момент времени к тем ячейкам сетки, через которые он проходит. В качестве сигнала взят гармонический сигнал. Полученная сетка выводится на экран в виде точек - чем больше точка, тем больше интенсивность (рис. 5).

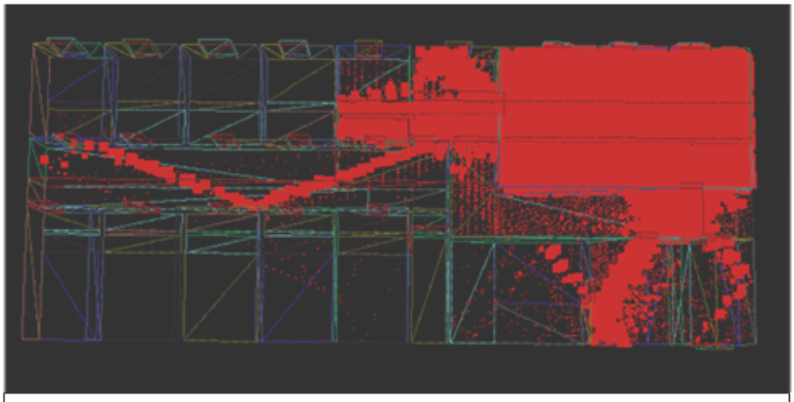

Рис. 5. Результат расчета для «глубины» 8.

Выводы

Результаты расчета показывают, что данная приближенная модель распространения показывает достаточно достоверный результат для простой оценки оптимальности расположения передатчика в помещении.

Список литературы

1. И. А. Липлянский, Модель трассировки лучей для распространения радиоволн в помещениях. –Режим доступа: https://goo.gl/XLGvHe

2. А. И. Панычев, Алгоритм трехмерной трассировки радиоволн локальной беспроводной сети // Журнал «Известия Южного федерального университета» -2012 -№11 –Режим доступа: http://goo.gl/ieHcZT

3. S. Ranya-Eskola, Binary Space Partioning Trees and Polygon Removal in Real Time 3D Rendering // Uppsala Master's Theses in Computing Science –Режим доступа: http://goo.gl/vQE8gx

Nathan Ostgard, Quake 3 BSP Collision Detection // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://goo.gl/rgzR6v