

ВЫБОР АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВХОЖДЕНИЯ ТОЧКИ В ЗАДАННЫЙ КОНТУР С ПРИВЯЗКОЙ К ГЕОГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ

А.М. Деменко, Е.В. Шарлаев

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Рассмотрены методы определения входа точки в заданный контур, географические координаты и адаптации для использования в данных методах.

Ключевые слова: методы входа точки в контур, метод луча, метод трассировки луча, географические координаты

Проблема информационной безопасности является одной из актуальнейших и в то же время наиболее сложных проблем нашего времени.

В условиях конкурентной борьбы, становится актуальна угроза промышленного шпионажа. В связи с чем, на многих современных производствах, вводится режим коммерческой тайны для защиты секретов производства, как следствие, в ряде случаев может вводиться особый пропускной режим, включающий сдачу мобильных устройств работниками на все время пребывания. Однако данная процедура вносит ряд неудобств, и не позволяет внедрить на производстве современные системы идентификации пользователей или системы внутренней связи, использующие мобильные устройства.

В целях исключения данной процедуры, предлагается программное решение, как средство блокирования утечки информации по техническим каналам мобильных устройств. Однако существует проблема в определении того, находится ли устройство внутри охраняемой зоны.

Для определения находится ли объект внутри охраняемой зоны, необходимо решить следующую задачу: находится ли объект, имеющий географические координаты, в некоторой зоне, где под зоной понимается полигон – часть плоскости, лежащая внутри замкнутой ломанной кривой с n количеством вершин, при этом $n > 3$. Для каждой вершины также определены географические координаты.

В современном мире для определения местоположения на картах применяются географические координаты, которые строятся

по принципу сферических. Под ними понимаются три величины: широта, долгота, высота.

В мобильных устройствах широкое распространение получили такие системы геопозиционирования как: Глонас, GPS, A-GPS и прочие.

Широта – угол φ между местным направлением зенита и плоскостью экватора, отсчитываемый от 0° до 90° в обе стороны от экватора. Географическую широту точек, лежащих в северном полушарии, (северную широту) принято считать положительной, широту точек в южном полушарии – отрицательной.

Под долготой понимается двугранный угол λ между плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, и плоскостью начального нулевого меридиана, от которого ведётся отсчёт долготы. Долготу от 0° до 180° к востоку от нулевого меридиана называют восточной, к западу – западной. Восточные долготы принято считать положительными, западные – отрицательными. Под нулевым меридианом принимается Гринвичский меридиан [2].

Для более точного определения местоположения точки в пространстве используется высота – это расстояние от центра планеты до точки. Однако данная величина обычно не используется.

При записи координат используют несколько форматов:

в $^\circ$ градусах в виде десятичной дроби (современный вариант);

в $^\circ$ градусах и $'$ минутах с десятичной дробью (самый современный вариант);

в $^\circ$ градусах, $'$ минутах и $''$ секундах с десятичной дробью (исторически сложившаяся форма записи).

ВЫБОР АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВХОЖДЕНИЯ ТОЧКИ В ЗАДАННЫЙ КОНТУР С ПРИВЯЗКОЙ К ГЕОГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ

При этом не существует единых правил записи координат, так, например, разделителем десятичной дроби может служить точка или запятая.

Положительные знаки координат представляются (в большинстве случаев опускаемым) знаком «+», либо буквами: «N» – северная широта и «E» – восточная долгота. Отрицательные знаки координат представляются либо знаком «-», либо буквами: «S» – южная широта и «W» – западная долгота. Буквы могут стоять как впереди, так и сзади. [2]

Для применения далее описанных методов, географические координаты всех точек, необходимо перевести в декартовы. Для этого воспользуемся методом, перехода от сферических координат к декартовым [2]:

$$\begin{cases} x = r * \sin\theta * \cos\varphi, \\ y = r * \sin\theta * \sin\varphi, \\ z = r * \cos\theta, \end{cases}$$

где θ – широта, выраженная в градусах, φ – долгота, выраженная в градусах, а r – радиус Земли в данной точке. В нашем случае точность не важна, важен лишь факт вхождения точки, поэтому радиус примем равным 6400 км.

Существует несколько путей определения принадлежит ли точка некоторому полигону p .

Первый метод способен определить лежит ли точка внутри или на границе выпуклого полигона. Он заключается в поочередной проверке положения точки a относительно каждого ребра. Если обнаруживается, что точка a находится в отрицательной области какого-либо ребра, то считается, что она находится вне полигона, в противном случае она считается принадлежащей полигону p . Алгоритм использует тот факт, что внутренняя часть полигона лежит целиком с одной и той же (положительной) стороны каждого ребра, так что любая точка, расположенная с другой стороны хотя бы одного ребра, не может находиться внутри полигона.

Однако этот алгоритм не может правильно решить задачу принадлежности точки в более общем случае произвольного полигона (когда он может быть как выпуклым, так и звездчатым). Например, на рисунке 1 изображен случай, когда внутренняя часть полигона находится с обеих сторон от ребра, обозначенного буквой e , и поскольку точка a с «другой» стороны ребра e , то согласно данному алгоритму, точка будет лежать вне полигона [1].

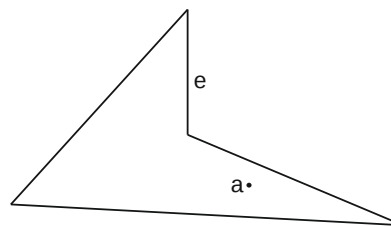


Рисунок 1 – Неразрешимая задача для первого метода

Таким образом, данный метод, может решить лишь те задачи, когда полигон выпуклый.

Второй метод – метод луча. Для определения принадлежности точки a полигону p , из некоторой удаленной точки проводят прямую линию в точку a . На этом пути может встретиться нуль или несколько пересечений границы полигона: при первом пересечении мы входим внутрь полигона, при втором – выходим из него, при третьем пересечении снова входим внутрь и так до тех пор, пока не достигнем точки a . Таким образом, каждое нечетное пересечение означает попадание внутрь полигона p , а каждое четное – выход из него [1]. Если мы попадаем в точку a с нечетным числом пересечений границы полигона, то точка a лежит внутри полигона, а если получается четное число пересечений, то точка находится вне полигона p .

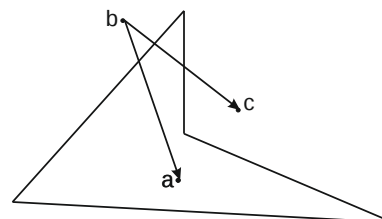


Рисунок 2 – Решение задачи методом луча

Третий метод – метод трассировки луча. Заключается он в том, что из искомой точки проводится луч, в произвольном направлении. Далее считается количество пересечений с границами полигона. Если луч пересекает границу четное количество раз, то считается, что точка не принадлежит полигону. Если луч пересекает нечетное количество раз, то считается, что точка находится внутри полигона.

Например, на рисунке 3 видно, что каждый луч, исходящий из точки a , пересекает границу нечетное число раз, а каждый луч, исходящий из точки b , имеет четное число пересечений с границей полигона. Соответ-

ственно, точка a принадлежит, а b не принадлежит полигону p [1].

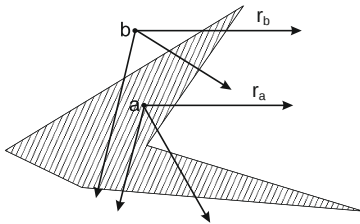


Рисунок 3 – Решение задачи методом трассировки луча

К особенностям данного алгоритма можно отнести то, что для решения задачи подходит любой луч, начинающийся в анализируемой точке a (рисунок 3). Для простоты обычно выбирается правый горизонтальный луч r_a , начинающийся в точке a и направленный вправо параллельно положительной полуоси x .

Порядок расположения ребер, пересекаемых лучом r_a безразличен, имеет значение лишь парность (четное или нечетное количество) их общего числа. Следовательно, вместо моделирования движения вдоль луча r_a для алгоритма достаточно определить все пересечения ребер в любом порядке, определяя четность по мере продвижения. Простейшим решением будет обход границы полигона с переключением бита четности при каждом обнаружении ребра, пересекаемого лучом r_a .

Относительно горизонтального луча r_a , направленного вправо, будем различать три типа ребер полигона: касательное ребро, содержащее точку a ; пересекающее ребро, не содержащее точку a ; безразличное ребро, которое совсем не имеет пересечения с лучом r_a . Например, на рисунке 3 ребро c является пересекающим ребром, ребро d – касательным, а ребро e – безразличным.

Важный аспект алгоритма, который также необходимо учесть – это ряд специальных случаев, представленных на рисунке 5. Так, случаи (б) и (д) не влияют на результат алгоритма, и за пересечения не считаются. Случаи (а) и (г) засчитываются как однократное пересечение границы полигона p . При (в) и (е) засчитывается двукратное пересечение, таким образом, они также не влияют на результат.

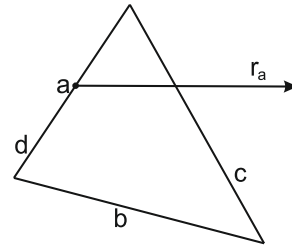


Рисунок 4 – Виды ребер

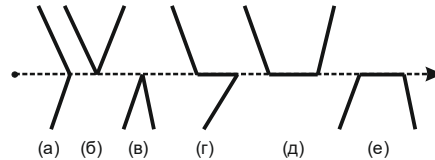


Рисунок 5 – Специальные случаи

Четвертый метод – метод углов. Однако данный метод весьма непрактичен, так как требует выполнения дорогостоящих операций для каждого ребра (обратных тригонометрических функций, квадратных корней, деления) и поэтому в данной статье не рассматривается [1].

Таким образом, для решения задачи был выбран метод трассировки луча, т.к. он является наиболее универсальным и легко реализуемым внутренними функциями языка программирования, определен переход к декартовым координатам из географических, а также выбрана методика определения вхождения точки в некоторый полигон, который в дальнейшем будет реализован в выпускной квалификационной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ласло М.М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ : Пер. с англ. – М.: БИНОМ, 1997.- 301 с.
2. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000.
3. А.С. Бортакоский, А.В. Пантелеев. Аналитическая геометрия в примерах и задачах. 2005 год.- 495 стр.

Деменко Александр Михайлович – студент, тел.: 8-913-244-52-94, e-mail: sshdemenk@gmail.com;
Шарлаев Евгений Владимирович – к.т.н., доцент, тел.: 8-913-217-16-67, e-mail: sharlaev@mail.ru.