

Воздушная обстановка

Каждый летательный аппарат (в каждый фиксированный момент времени) определяется точкой в трехмерном пространстве. В задаче будем иметь дело с группой таких объектов.

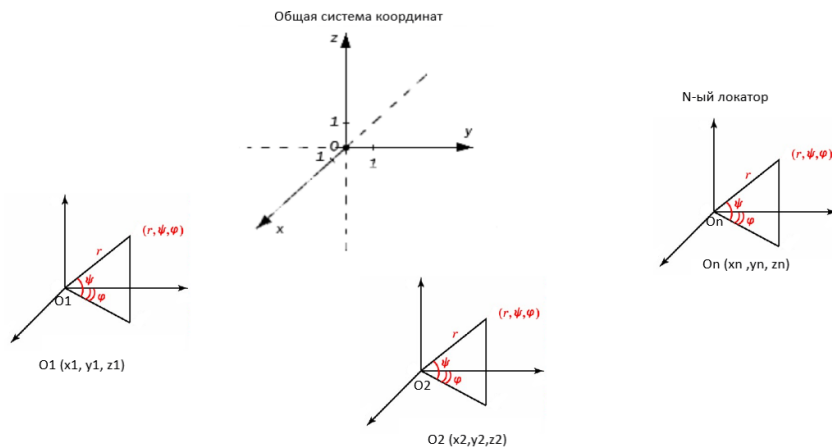
Необходимые свойства:

1. При попадании в ЛА ракеты, он как и ракета должны прекратить участие в моделировании.
2. Возможные траектории - прямые (в трехмерном пространстве), разворот на $+90$ и 180 градусов

Желательные свойства:

1. Возможность того, чтобы ЛА мог появляться в произвольный момент времени (не только в начальный). Например в момент $t_0 = 0$ появляются n ЛА (приходят из края карты) в другой момент времени появляются m ЛА.

Локаторы



К каждому локатору привязана собственная система координат, но направление луча будет задано в общей системе координат. Опишем так:

$$x = x_i + r_i \cos(\psi_i) \cos(\varphi_i)$$

$$y = y_i + r_i \cos(\psi_i) \sin(\varphi_i)$$

$$z = z_i + r_i \sin(\psi_i)$$

r_i, ψ_i, φ_i – координаты в сферической с.к. i – го локатора

x_i, y_i, z_i – Начало координат i – го локатора в общей системе координат

Для описания основных режимов работы и функций локатора, будем рассматривать случай только с одним локатором.

Режимы работы

1) Режим сканирования

Направление луча определяется двумя величинами:

угол азимута φ (угол в горизонтальной плоскости) и углом места ψ - (угол в вертикальной плоскости)

Сканирование будет производиться так: имеем заданное $\varphi(t)$, $\psi(t)$

При каждом $\varphi(t_n)$, $\psi(t_n)$, (то есть на каждом шаге времени) проходим значения разбиения r_i принадлежащего $[r_{\min}, R]$, где R – дальность и пересчитываем сф.к. в координат общей СК – x, y, z .

Условие обнаружения ЛА с координатами x_0, y_0, z_0

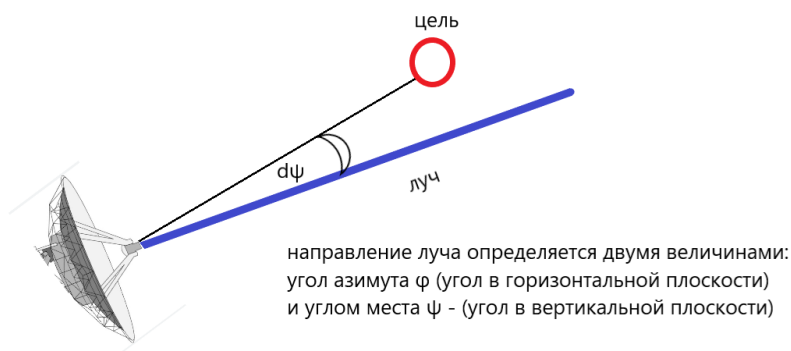
$$\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2} < \varepsilon$$

$\varepsilon > 0$, заданное число

При обнаружении объекта, мы передаем сигнал с координатами цели ПБУ. (подробнее описано в пункте ПБУ)

2) Режим сопровождения

Для режима сопровождения требуются определить углы рассогласования



Здесь $d\psi$ – угол рассогласования по углу места. Таким же образом определяется угол рассогласования по азимуту.

Новые положение луча на каждом шаге слежения будет пересчитываться с помощью **пропорционально – дифференциального регулятора**. Его работа достаточно проста

Введем следующие обозначения – $\varepsilon_\psi, \varepsilon_\varphi$ - углы рассогласования. (φ, ψ) – текущее направление луча, (φ^*, ψ^*) – новое положение угла.

$$\psi^* = \psi + \alpha_1 \times \varepsilon_\psi + \beta_1 \times \frac{d\varepsilon_\psi}{dt},$$

$$\varphi^* = \varphi + \alpha_2 \times \varepsilon_\varphi + \beta_2 \times \frac{d\varepsilon_\varphi}{dt}$$

Первый добавок – пропорционален углу рассогласования (пропорциональная часть),

Второй добавок – пропорционален производной угла рассогласования по времени.

Для нашей задачи коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2 = 1$

Коэффициенты $\beta_1, \beta_2 < 1$;

Производная считается разностным методом: $\frac{d\epsilon_{\psi}}{dt} = \frac{\epsilon_{\psi} - \epsilon_{\psi \text{ предыдущая}}}{T}$, здесь T – шаг по времени,

$\epsilon_{\psi \text{ предыдущая}}$ – предыдущее значение угла рассогласования

В режиме сопровождения передает текущие координаты цели ракете (об этом будет подробнее написано в пункте ПБУ)

3) Комбинированный режим

В задаче мы должны комбинировать режим слежения и режимы сопровождения (если находится цель и ПБУ назначила сопровождение этой цели (смотри пункт ПБУ))

Предполагаемая реализация – сделать список активных режимов и по ходу времени последовательно делать по одному шагу каждого из режимов (конечно запоминая соответственные параметры)

ПБУ (блок управления)

ПБУ должна иметь список всех засеченных целей и их текущие координаты.

Основная работа пбу :

При обнаружении каким-либо локатором цели:

- ПБУ проверяет не является ли эта цель уже обнаруженной
- Если цель не была обнаружена ранее другим локатором, ПБУ назначает локатор, обнаруживший эту цель, следящим, то есть переводит его в режим сопровождения.
- При условиях прошлого пункта, ищет ближайшую пусковую установку и выпускает из него ракету.
- Обновляет координаты каждой из целей, пока таковые не будут сбиты.
- Если цель сбивается, она удаляется из списка активных целей. У соответствующего этой цели локатора из активных режимов удаляется соответствующий этой цели режим сопровождения.

Ракета

При пуске ракеты на каждом шаге ей передаются координаты цели. Ракета должна двигаться к цели до того как она не окажется в малой окрестности цели. При пересечении этой границы мы будем считать, что цель сбита (и это очень важная информация). При установлении факта, что цель сбита, мы должны обновить состояние воздушной обстановки. Удалить цель из активных целей ПБУ. Удалить из активных режимов локатора соответствующий режим сопровождения, удалить ракету.

Замечание. Стоит различать координаты, передаваемые локатором и фактические координаты цели. Окрестность связана с фактическими координатами цели.

Пусковая установка

По сути это лишь точка в пространстве, откуда появляется ракета.

Общие размышления

Скорость ракеты > скорости любой цели. Луч передвигается мгновенно.