

1) Выбор параметров симуляции

1. Симуляция GPS данных или загрузка заранее записанных значений
2. Симуляция показаний IMU: ADIS16405, – или загрузка заранее записанных значений
3. Выполнить интеграцию INS/GPS для IMU: ADIS16405, – или загрузка заранее записанных значений
4. Вывод графиков или нет

2) Задание констант

1. Гравитационная постоянная – G
2. Перевод G в m/s^2 – $G2MSS$
3. Перевод m/s^2 в G – $MSS2G$
4. Перевод градусов в радианы – $D2R$
5. Перевод радианов в градусы – $R2D$
6. Перевод узлов в m/s – $KT2MS$
7. Перевод m/s в узлы – $MS2KMH$

3) Загрузка эталонных данных из генератора траектории

Переменная	Размерность ячеек	Описание
t	Nx1	time vector (seconds)
lat	Nx1	latitude (radians)
lon	Nx1	longitude (radians)
h	Nx1	altitude (m)
vel	Nx3	North-East-Down velocities (m/s)
roll	Nx1	roll angles (radians)
pitch	Nx1	pitch angles (radians)
yaw	Nx1	yaw angle vector (radians)
kn	1x1	number of elements of ref time vector
DCMnb	Nx9	Direct Cosine Matrix nav-to-body. Each row contains the elements of one DCM matrix ordered by columns as [a11 a21 a31 a12 a22 a32 a13 a23 a33]
Freq	1x1	sampling frequency (Hz)

4) Загрузка профиля ошибок IMU: ADIS16405

Переменная	Размерность ячеек	Описание
t	1x1	time vector (seconds)
fb	1x1	accelerations vector in body frame XYZ (m/s ²)
wb	1x1	turn rates vector in body frame XYZ (radians/s)
arw	1x3	angle random walks (rad/s/root-Hz)
arrw	1x3	angle rate random walks (rad/s ² /root-Hz)
vrw	1x3	velocity random walks (m/s ² /root-Hz)
vrrw	1x3	velocity rate random walks (m/s ³ /root-Hz)
gb_std	1x3	gyros standard deviations (radians/s)
ab_std	1x3	accrs standard deviations (m/s ²)
gb_fix	1x3	gyros static biases or turn-on biases (radians/s)
ab_fix	1x3	accrs static biases or turn-on biases (m/s ²)
gb_drift	1x3	gyros dynamic biases or bias instabilities (radians/s)
ab_drift	1x3	accrs dynamic biases or bias instabilities (m/s ²)
gb_corr	1x3	gyros correlation times (seconds)
ab_corr	1x3	accrs correlation times (seconds)
gb_psd	1x3	gyros dynamic biases PSD (rad/s/root-Hz)
ab_psd	1x3	accrs dynamic biases PSD (m/s ² /root-Hz)
freq	1x1	sampling frequency (Hz)
ini_align	1x3	initial attitude at t(1), [roll pitch yaw] (rad)
ini_align_err	1x3	initial attitude errors at t(1), [roll pitch yaw] (rad)

1. Задание параметров IMU: ADIS16405
2. Задание шага времени
3. Коррекция единиц профиля ошибок в систему СИ – imu_si_errors
4. Задание «Initial attitude align errors» матрицы P фильтра Калмана, [roll pitch yaw] (radians)
5. Задание «Initial attitude align» в момент t(1) (radians)

5) Задание профиля ошибок GPS

Переменная	Размерность ячеек	Описание
t	Mx1	time vector (seconds)
lat	Mx1	latitude (radians)
lon	Mx1	longitude (radians)
h	Mx1	altitude (m)
vel	Mx3	NED velocities (m/s)
std	1x3	position standard deviations, [lat lon h] (rad, rad, m)
stdm	1x3	position standard deviations, [lat lon h] (m, m, m)
stdv	1x3	velocity standard deviations, [Vn Ve Vd] (m/s)
larm	3x1	lever arm (x-right, y-fwd, z-down) (m)
freq	1x1	sampling frequency (Hz)

Задание стандартных отклонений позиций GPS, [lat lon h] (meters)

1. Задание стандартных отклонений скоростей GPS, [Vn Ve Vd] (meters/s)
2. GPS lever arm from IMU to GPS, X-fwd, Y-right, Z-down (meters)
3. Задание частоты работы GPS, Hz

6) Симуляция работы GPS

Если установлен флаг `GPS_DATA`, то:

1. Преобразование единиц измерения GPS-датчиком в систему СИ – `gps_err_profile`
2. Создание набора данных GPS из эталонного набора данных – `gps_gen`
3. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

7) Симуляция работы IMU

Если установлен флаг `IMU_DATA`, то:

1. Симуляция показания акселерометра по эталонным данным и профилю ошибок IMU – `acc_gen`
2. Симуляция показания гироскопа по эталонным данным и профилю ошибок IMU – `gyro_gen`
3. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

8) Интеграция INS/GPS с использованием IMU

Если установлен флаг `IMU_INS`, то:

1. Прогон данных на предмет гарантированного выполнения условия `gps.t(1) < IMU.t(1) < gps.t(2)`

2. Прогон данных на предмет гарантированного выполнения условия $IMU.t(end-1) < gps.t(end) < IMU.t(end)$
3. Интеграция IMU и измерений GPS с использованием расширенного фильтра Калмана – `ins_gps`
4. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

9) Интерполяция набора данных INS/GPS

1. Интерполяция данных `IMU_e` с использованием вектора эталонного времени
2. Интерполяция данных `gps` с использованием вектора эталонного времени

10) Вывод времени сеанса навигации

11) Вывод среднеквадратических ошибок (Root Mean Squared Errors – RMSE)

1. между INS/GPS и эталонными данными – `print_rmse`
2. между данными чисто GPS и эталонными данными

12) Вывод графиков

Если установлен флаг `PLOT`, то:

- | | | |
|--|-----|-------------------|
| 1. Траектория движения эталонных данных REF
Latitude [deg.], Altitude [m] | XYZ | Longitude [deg.], |
| 2. Положение ROLL, PITCH и YAW для REF и IMU | XY | Time [s], [deg] |
| 3. Ошибка положений ROLL, PITCH и YAW для IMU и 3 sigma | XY | Time [s], [deg] |
| 4. Скорости N, E, D для REF, GPS и IMU | XY | Time [s], [m/s] |
| 5. Ошибка скоростей N, E, D для GPS, IMU и 3 sigma | XY | Time [s], [m/s] |
| 6. Позиция LAT, LON, ALT для REF, GPS и IMU | XY | Time [s], [deg] |
| 7. Ошибка позиций LAT, LON, ALT для GPS, IMU и 3 sigma | XY | Time [s], [deg] |