

# Kalman filtresi

Sulteyman YÜCEL

Problem: Düz bir ekseninde giden arabanın hızını bilerek istiyoruz.

Sensör 1: Ölçüm her seferinde  $\pm 2 \text{ km/h}$  sapıyor,  $12 \text{ km/h}$  olarak ölçüyor. (2A)

Sensör 2: GPS hız bilgisi. Yaklaşık  $\pm 1 \text{ km/h}$  sapıyor,  $9 \text{ km/h}$  olarak ölçüyor. (2B)

Adım 0: (Time  $k=0$ )

• ilk tahmin

$$x_0 = 0$$

• ilk belirsizlik

$$P_0 = 1000. \text{ (ilk tahmine pek güvenmiyorum)}$$

• Sistem gürültüsü  $Q=0$  (ölçümde hız değişmiyor kabul ediyoruz)

• Ölçüm gürültüsü  $R_A=4$ ,  $R_B=1$

Adım 1A (Time  $k=1$ ) (Tahmin)

• Sistem sabit olduğu için

$$x^- = \hat{x}_0 = 0$$

$$P^- = P_0 + Q = 1000 = P_1/0$$

Adım 1B (Time  $k=1$ ) Güncelleme

• Sensör A verisi ile güncellenir.

1) yenilik: Ölçüm ile tahmin arasındaki fark

$$y = z_A - x^- = 12 - 0 = 12$$

2) yenilik kovaryansı

$$S = P^- + R_A = 1000 + 4 = 1004$$

3) Kalman korelasyonu

$$K = \frac{P^-}{S} = \frac{P^-}{P_0 + R} = \frac{1000}{1004} \approx 0.996$$

4) yeni tahmin

$$x_1 = x^- + Ky$$

$$x_1 = 0 + 0.996 \cdot 12 = 11.952$$

yeni hız tahmini  $\approx 11.95 \text{ km/h}$

5) yeni belirsizlik

$$P_2 = (1-k)P^- = (1-0.996) \cdot 1000 = 4$$

Sistem artık 11.95 km/h hız tahmini yapıyor.

Belirsizlik 1000  $\rightarrow$  4

Adım 2A Sensör B (GPS) ile ölçümlü Güncelleme (Tahmin)

$$z_B = 9$$

$$R_B = 1 \quad (\text{Daha güvenilir (GPS) ölçümü daha düşük R})$$

$$\bullet \quad \hat{x}^- = \hat{x}_1 = 11.95$$

$$\bullet \quad P^- = P_1 + Q = 4 + 0 = 4$$

Adım 2B (Güncelleme)

$$1) \text{ yenilik} \quad y = z_B - \hat{x}_1^- = 9 - 11.95 = -2.95$$

2) yenilik kovaryansı

$$S = P^- + R_B = 4 + 1 = 5$$

3) Kalman kazanç

$$K = \frac{P^-}{S} = \frac{4}{5} = 0.8$$

4) yeni tahmin

$$\hat{x}_2 = 11.95 + 0.8(-2.95)$$

5) yeni belirsizlik  $\hat{x}_2 = 9.59$

$$P_2 = (1-k)P^- = (1-0.8) \cdot 4 = 0.8$$

Kalman filtresi sensör A ve B birleştirilerek en iyi tahmin 9.59 km/h olarak bulundu. Belirsiz 1000'den 0.8'e düştü.