

ANALISI DEL RUMORE IN USCITA

Tutorial - IT

Versione 1.2 - Novembre 2024

SCA CONTROL - I sistemi di controllo per i tuoi processi

1 Introduzione

Il rumore in uscita (o di misura) può generare azioni di controllo indesiderate causando usura degli attuatori e riduzione delle prestazioni. Gli effetti del rumore di misura possono essere attenuati filtrando il segnale di misura. Tuttavia, un filtraggio intenso degrada le prestazioni del controllore. Di conseguenza, per ridurre la necessità di filtraggio, la robustezza del controllore al rumore di misura gioca un ruolo importante.

Lo scopo di questo documento è dimostrare che i controllori AC possono garantire una maggiore robustezza al rumore di misura rispetto ai controllori PID, in particolare per i processi 1p.

2 Fondamenti teorici

Supponiamo che il riferimento $r(k)$ sia costante e che l'uscita $y(k)$ sia convergente al valore di regime \bar{y} . Successivamente, supponiamo che $y(k)$ sia influenzato da rumore bianco $n(k)$ con varianza σ_y^2 . Quindi, $y(k)$ può essere modellato come un Processo Gaussiano WSS (wide-sense stationary) caratterizzato dai seguenti parametri:

- media $\mathbb{E}[y(k)] = \bar{y}$
- varianza $\text{var}[y(k)] = \sigma_y^2$
- potenza statistica $M_x = \bar{y}^2 + \sigma_y^2$
- potenza del segnale $P = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y(k)^2$. Essa è legata alla potenza elettrica e la relazione esatta dipende dalla natura dell'attuazione. Utilizzando la Legge dei Grandi Numeri, è possibile dimostrare che P converge a M_x all'aumentare di N .

Per compensare il rumore di misura, il controllore genera un'azione di controllo che a sua volta è influenzata da rumore con varianza σ_u^2 . Per analizzare la robustezza al rumore di misura, è spesso definito il guadagno di rumore:

$$k_n = \frac{\sigma_u}{\sigma_y} \quad (1)$$

dove σ_u e σ_y sono le deviazioni standard. Un valore minore di k_n indica una maggiore robustezza.

3 Configurazione sperimentale

Data una particolare struttura di processo, sia i controllori AC che PID sono progettati per una combinazione particolare di specifiche ($\alpha, \beta...$). Vedere il documento "preliminari" per la spiegazione di tali parametri. Successivamente, un rumore bianco con una certa potenza σ_y^2 è applicato all'uscita e, per entrambi i controllori, il guadagno di rumore (detto $k_{n,AC}$ e $k_{n,PID}$ rispettivamente) è calcolato da un grande numero di campioni (10000). Infine, si ottiene il rapporto tra questi due parametri:

$$k_{n,ratio} = \frac{k_{n,PID}}{k_{n,AC}} \quad (2)$$

Se $k_{n,ratio} > 1$, significa che il controllore AC è più robusto al rumore di misura rispetto al PID per questa combinazione di specifiche.

Il test viene quindi ripetuto per altri valori delle specifiche e tutti i risultati vengono riportati in un grafico.

NOTA: si può dimostrare che $k_{n,ratio}$ non dipende dalla potenza del rumore o dal guadagno statico del processo.

3.1 Processi 1p

Nelle Figure 1 e 2, tracciamo i guadagni di rumore e il rapporto tra i guadagni di rumore per il caso del processo 1p con guadagno unitario. Il polo discreto del processo è legato a β .

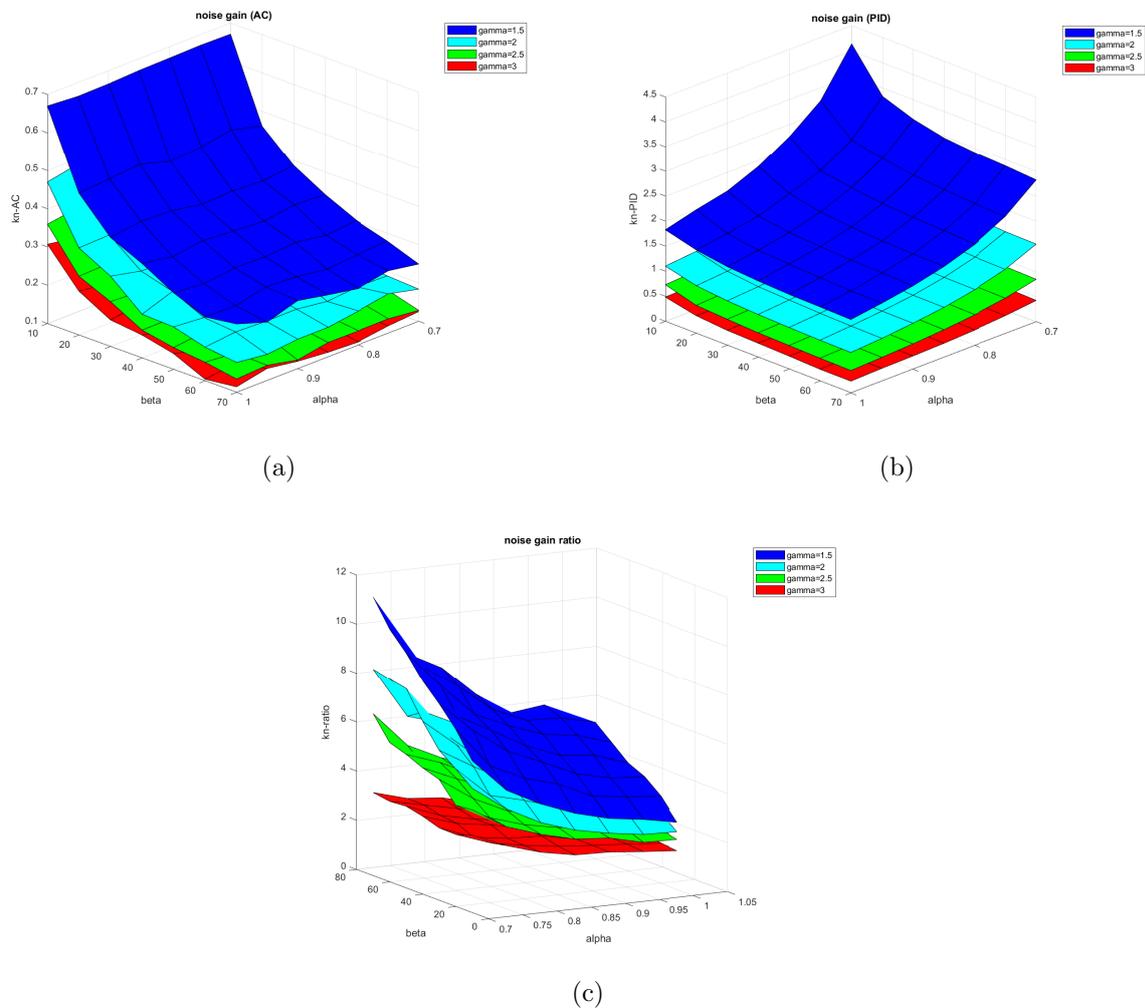


Figura 1: Test per processo 1p con guadagno statico unitario, overshoot del 10%, e $\sigma_y^2 = 3e - 02$: (a) guadagno di rumore con AC, (b) guadagno di rumore con PID, (c) rapporto dei guadagni di rumore.

Come si può osservare, sia $k_{n,PID}$ che $k_{n,AC}$ aumentano al diminuire di β e γ e al diminuire di α (solo per $k_{n,PID}$). Per quanto riguarda $k_{n,ratio}$, è sempre maggiore di 1, quindi l'AC

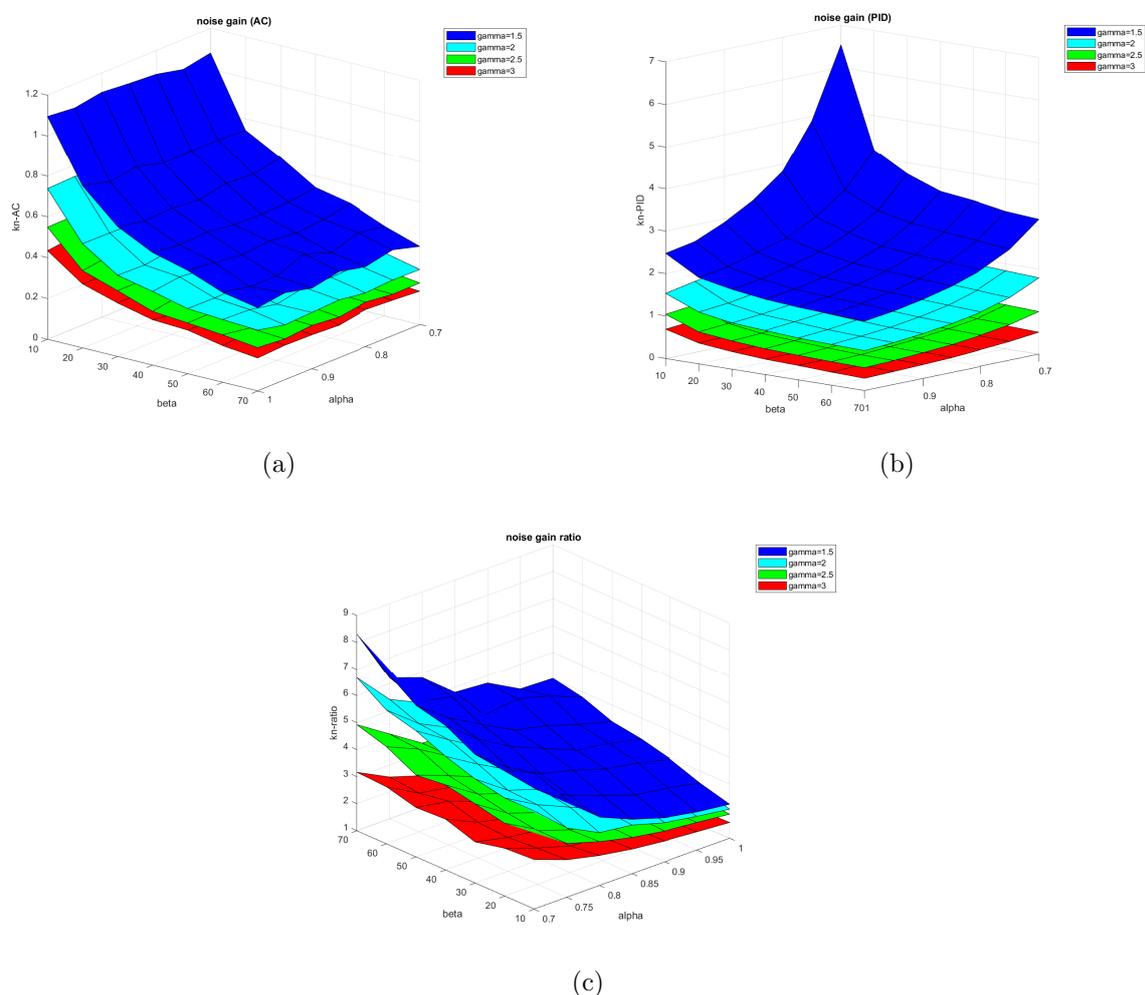


Figura 2: Test per processo 1p con guadagno statico unitario, overshoot del 20%, e $\sigma_y^2 = 3e - 02$: (a) guadagno di rumore di AC, (b) guadagno di rumore di PID, (c) rapporto dei guadagni di rumore.

è sempre più robusto; questo fatto è particolarmente evidente con valori inferiori di α (maggiore guadagno derivativo del PID), β (minor tempo di campionamento), e γ (minor tempo di assestamento). Infine, con un overshoot inferiore, i guadagni di rumore sono più piccoli, mentre il rapporto dei guadagni di rumore è maggiore, quindi l'AC è ancora più robusto con un overshoot inferiore.

[saranno presto disponibili i risultati con differenti strutture del processo]

Contatti

Per maggiori informazioni, non esitare a contattare SCA CONTROL attraverso:

- E-mail: support@scacontrol.com
- Telefono: +39 3429411838
- Sito Web: www.scacontrol.com

Nota: SCA CONTROL si riserva il diritto di apportare modifiche tecniche o aggiornare i contenuti di questo documento senza preavviso. Tutti i diritti su questo documento, inclusi i contenuti e le illustrazioni, sono riservati. È vietato riprodurre, diffondere a terzi o utilizzare in qualsiasi forma, parziale o completa, i contenuti senza autorizzazione scritta da parte di SCA CONTROL.