

Stabilizácia prenosovej funkcie so zachovaním magnitúdovej charakteristiky

Ludmila Muzikářová

Žilinská univerzita, Elektrotechnická fakulta, Katedra riadiacich a informačných systémov

Abstrakt

Článok sa zaoberá problematikou stabilizácie prenosovej funkcie číslicového systému. Ponúka zdokonalenie pôvodnej funkcie `polystab` z toolboxu `Signal Processing`, umožňujúce stabilizáciu prenosovej funkcie so zachovaním magnitúdovej charakteristiky. Aplikácia pôvodnej a novej funkcie je ilustrovaná na konkrétnom príklade.

Úvod

Zaistenie stability prenosovej funkcie patrí medzi najvyhľadávanejšie operácie pri spracovaní signálov. Toolbox `Signal Processing` pre tento účel ponúka príkaz `polystab`. Avšak použitie tejto funkcie je diskutabilné, pretože „posúva“ magnitúdovú charakteristiku o nedefinovanú konštantu v zvislom smere. Preto bola navrhnutá nová funkcia, umožňujúca stabilizáciu prenosovej funkcie so zachovaním pôvodnej magnitudovej charakteristiky. Nová funkcia pomenovaná `sysstab` (podľa `System Stability`) vychádza z pôvodnej funkcie `polystab`, ale je doplnená o korekčnú konštantu, ktorá upravuje koeficienty menovateľa prenosovej funkcie tak, aby bola zachovaná pôvodná magnitúdová charakteristika.

Pôvodná funkcia

```
v = roots(a); % korene polynómu
vs = 0.5*(sign(abs(v)-1)+1); % určenie koreňov, ktoré sú mimo
% a ktoré sú vo vnútri jednotkovej
% kružnice
% 1 znamená, že koreň je mimo jednotkovej
% kružnice,
% 0 znamená, že koreň je vo vnútri
% jednotkovej kružnice
v = (1-vs).*v + vs./conj(v); % náhrada koreňov mimo jednotk. kružnice
% prevrátenou hodnotou komplexne
% združeného koreňa
b = a(1)*poly(v); % polynóm, zodpovedajúci novým koreňom
```

Návrh novej funkcie

Navrhnutá funkcia `sysstab` akceptuje horeuvedený postup a dopĺňa ho o výpočet konštanty, zodpovedajúcej „vtiahnutiu“ koreňov pôvodne umiestených mimo jednotkovej kružnice dovnútra. Polynóm menovateľa je potom donásobený prevrátenou hodnotou súčinu všetkých takto spracovaných modulov.

```
function b = sysstab(a)
v = roots(a); % identické s pôvodnou funkciou
vs = 0.5*(sign(abs(v)-1)+1); % identické s pôvodnou funkciou
vm = (1-vs)+abs(vs./conj(v)); % výpočet modulov nových koreňov
% nahradzujúcich pôvodné korene mimo
% jednotkovej kružnice, pričom moduly
% koreňov vo vnútri jednotkovej
% kružnice sú nahradené 1
koef = prod(vm); % súčin vypočítaných modulov
v = (1-vs).*v + vs./conj(v); % identické s pôvodnou funkciou
b = a(1)/koef*poly(v); % polynóm, zodpovedajúci novým koreňom
```

Program

Jednoduchý program ilustruje aplikáciu funkcií `polystab` a `sysstab` na definovanú prenosovú funkciu nestabilného systému. Grafické výstupy umožňujú porovnanie dopadu použitia oboch funkcií na magnitúdovú a fázovú charakteristiku.

```
b1 = [5]; % čitateľ prenosovej funkcie
a1 = [1 4 5 -5 -6]; % menovateľ prenosovej funkcie

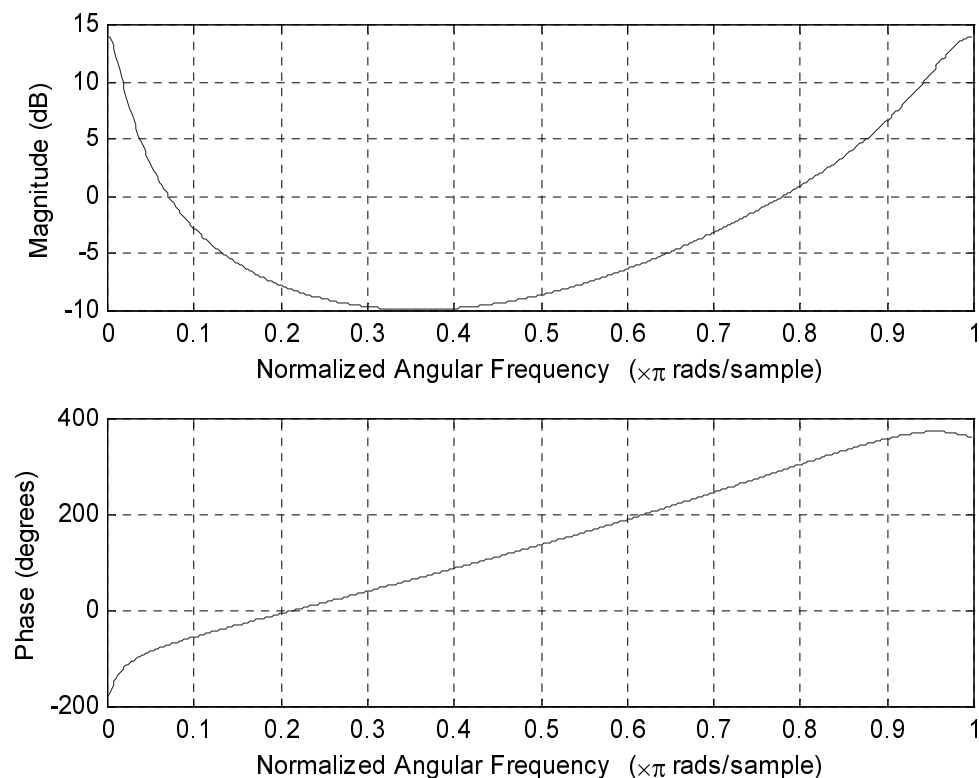
figure
freqz(b1, a1) % graf pôvodnej magnitúdovej a fázovej
               % charakteristiky, obr. 1

ap=polystab(a1) % stabilizácia s použitím funkcie polystab
figure
freqz(b1, ap) % graf magnitúdovej a fázovej charakteristiky
               % stabilizovaného systému po aplikácii funkcie
               % polystab, obr. 3

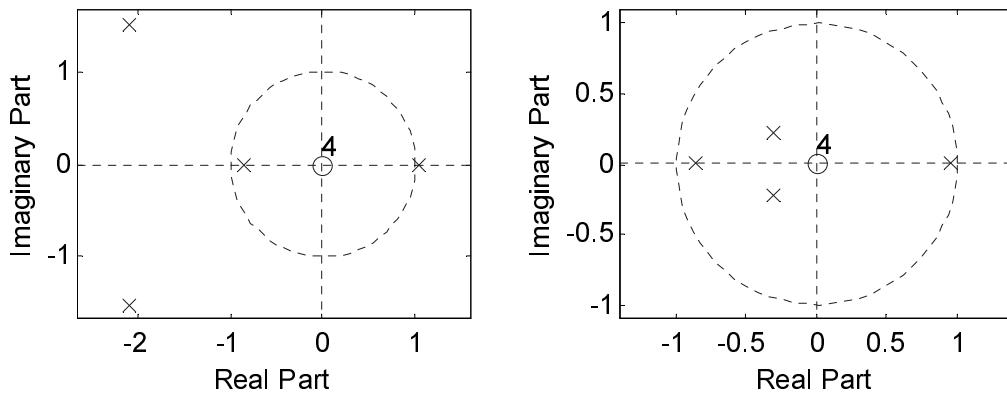
as=sysstab(a1) % stabilizácia s použitím navrhovanej funkcie
               % sysstab

figure
freqz(b1, as) % graf magnitúdovej a fázovej charakteristiky
               % stabilizovaného systému po aplikácii funkcie
               % sysstab, onr. 4

figure
subplot(221)
zplane(b1,a1) % body a póly pôvodnej prenosovej funkcie, obr. 2
subplot(222)
zplane(b1,as) % body a póly stabilizovanej prenosovej funkcie
```

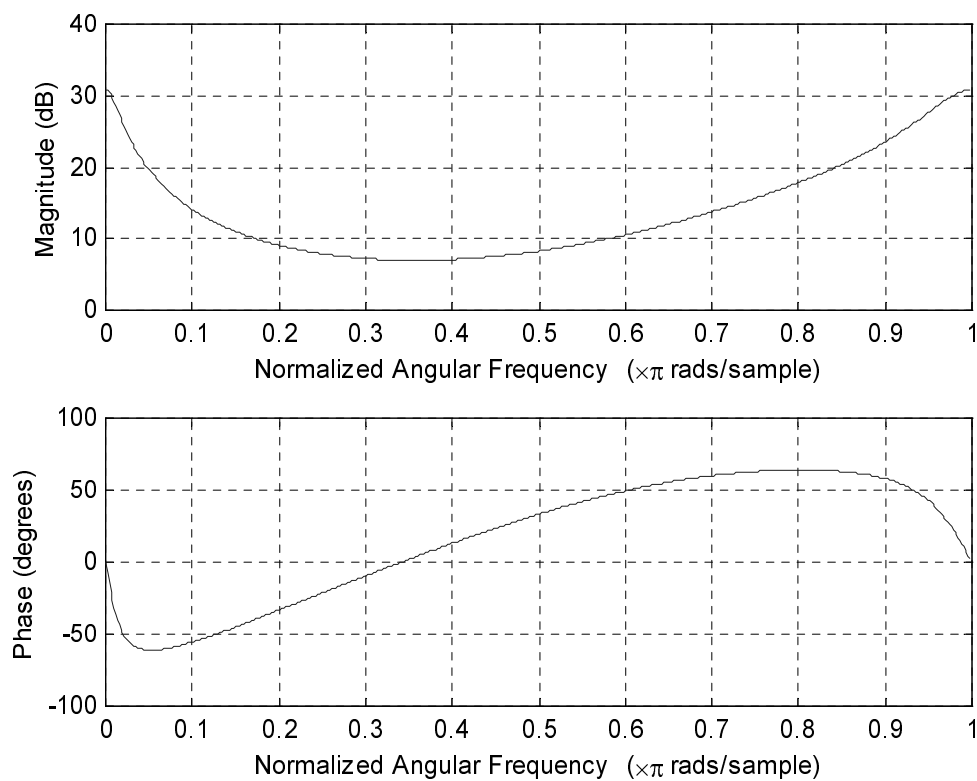


Obr. 1 Pôvodná magnitúdova a fázová charakteristika nestabilného systému



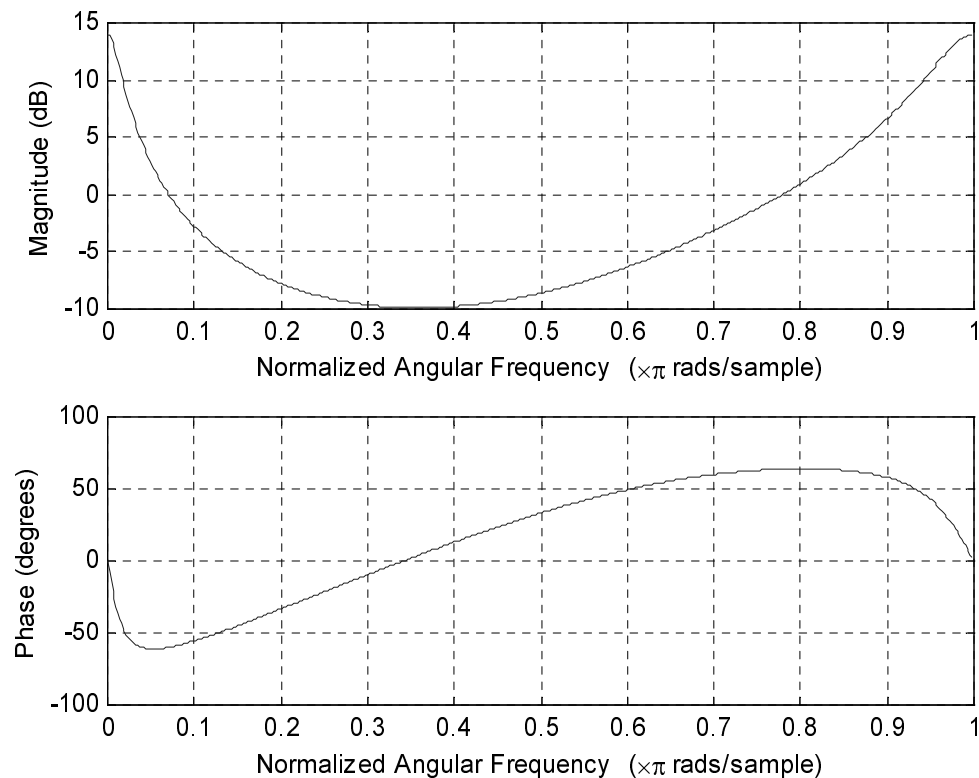
Obr. 2 Body a póly prenosovej funkcie pôvodného a stabilizovaného systému

Tri korene menovateľa pôvodnej prenosovej funkcie sú mimo jednotkovej kružnice, tzn. sa jedná o nestabilný systém. Po aplikácii funkcie `polystab`, resp. `sysstab` sú všetky korene vo vnútri jednotkovej kružnice, t. j. systém je stabilizovaný.



Obr. 3 Magnitúdova a fázová charakteristika po aplikácii funkcie `polystab`

Použitím funkcie `polystab` sa posunula magnitudová charakteristika a došlo k zmene fázovej charakteristiky stabilizovaného systému.



Obr. 4 Magnitúdova a fázová charakteristika po aplikácii funkcie sysstab

Magnitúdová charakteristika stabilizovaného systému s použitím funkcie `sysstab` je totožná s pôvodnou, fázová charakteristika je zhodná s prípadom aplikácie funkcie `polystab`.

Záver

Porovnaním magnitúdových charakteristík pôvodnej prenosovej funkcie nestabilného systému (obr. 1) a stabilizovaného systému s použitím funkcie `polystab` (obr. 3) a `sysstab` (obr. 4) zistíme, že po aplikácii funkcie `sysstab` je dosiahnutá požadovaná zhoda. Fázové charakteristiky po stabilizácii sú zhodné, avšak v oboch prípadoch sa líšia od pôvodnej charakteristiky.

Literatúra

Signal Processing Toolbox User's Guide. Version 5. The MathWorks, Inc. 2000

Doc. Ing. Ľudmila Muzikářová, PhD.
 Katedra riadiacich a informačných systémov
 Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita
 Veľký Diel, blok NF
 010 26 Žilina
 Slovensko
 Tel.: +421 (0)41 5133 347
 e-mail: muzika@fel.utc.sk