

University of Groningen

Almost invariant subspaces and high gain feedback

Trentelman, Hendrikus Lourens

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1985

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Trentelman, H. L. (1985). *Almost invariant subspaces and high gain feedback*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SAMENVATTING

De onderwerpen die in dit proefschrift aan de orde komen vallen binnen het kader van de wat men noemt "geometrische aanpak" in de theorie der lineaire systemen. Het grondprobleem is om voor een gegeven ingang/uitgang systeem (het regelsysteem) een nieuw ingang/uitgang systeem te ontwerpen, dat op basis van de uitgangsgrootheid van het regelsysteem (de meting) een ingangsgrootheid voor het regelsysteem genereert zodat het samengestelde systeem bepaalde gewenste kwalitatieve eigenschappen heeft. Het te ontwerpen systeem wordt een regelaar genoemd. Het samengestelde systeem ontstaat door een terugkoppelingsschakeling van regelsysteem en regelaar en wordt het geslotenkring-systeem genoemd. In dit werk worden zowel regelsystemen als regelaars verondersteld te behoren tot de klasse van lineaire tijds-invariante eindig-dimensionale ingang/uitgang systemen in toestandsruimte vorm. Deze systemen worden beschouwd als objecten die gedefinieerd zijn door lineaire afbeeldingen tussen bepaalde eindig-dimensionale lineaire ruimten (ingangruimte, toestandsruimte, uitgangruimte). Vragen met betrekking tot het bestaan en het ontwerpen van regelaars worden overeenkomstig behandeld als vragen met betrekking tot de positie en onderlinge ligging van zekere deelruimten van de toestandsruimte.

Een centrale plaats in dit proefschrift wordt ingenomen door het bijna storingsontkoppelingsprobleem. Bij dit probleem gaat het erom een regelaar te ontwerpen zodat het gesloten kring systeem in zekere zin bijna storings-ongevoelig wordt. Het regelsysteem wordt verondersteld twee soorten ingangsgrootheden en twee soorten uitgangsgrootheden te hebben. Behalve een regel-ingang en uitgangsgrootheden die metingen representeren, heeft het systeem een ingang waarlangs onbekende storingen het systeem binnenkomen en een uitgang waarlangs te regelen grootheden het systeem verlaten. Het is nu de bedoeling om een regelaar te ontwerpen zodat de invloed van de storingen op de te regelen uitgangsgrootheden zo klein mogelijk wordt. Een studie van dit en aanverwante problemen leidt tot het invoeren van de klassen van bijna stuurinvariante en bijna regelbaarheidsdeelruimten. Deze deelruimten nemen een centrale plaats in in dit proefschrift. Een bijna stuurinvariante deelruimte is een deelruimte van de toestandsruimte met de eigenschap dat, indien de beginconditie er in ligt, we er door geschikte keuze van regeling voor kunnen zorgen dat de toestandsvector er willekeurig dichtbij ligt voor elk tijdstip. Gebruik makend van de eigenschap dat bijna stuurinvariante

deelruimten in Grassmanniaanse topologie te benaderen zijn door "normale" stuurinvariante deelruimten, worden in de hoofdstukken 2 en 3 ondermeer constructieve methoden ontwikkeld voor het vinden van toestandsterugkoppelingen die voldoen aan de ontwerpeisen voor het bijna storingsontkoppelingsprobleem. Er blijkt ondermeer dat de toestandsterugkoppelingen die het gesloten kring-systeem bijna storingsontkoppeld maken (in bovenstaande zin) ongebremsde functie zijn van de "graad" van ontkoppeling. Dat wil zeggen: hoe kleiner de invloed van de storingen op de te regelen uitgangsgrootheden, hoe groter de vereiste terugkoppeling.

Het feit dat de terugkoppelingsfactoren in approximatieve ontkoppelingsproblemen zoals boven oneindig groot worden, brengt met zich mee dat bepaalde uitgangsgrootheden in het gesloten kring-systeem "te groot" worden (om bijvoorbeeld fysisch acceptabel te blijven). De eis dat deze uitgangsgrootheden begrensde functie zijn van de graad van ontkoppeling geeft aanleiding tot het formuleren van bijna storingsontkoppelingsproblemen met begrensde constraints. Op hun beurt geeft de studie van dit soort problemen weer aanleiding tot het introduceren van een klasse van bijna stuurinvariante deelruimten die gedefinieerd worden door de eigenschap dat, terwijl de afstand van de toestandsvector tot een zekere deelruimte willekeurig klein kan worden gemaakt, bepaalde componenten van de toestandsvector begrensde functies zijn van die afstand. Dit soort deelruimten wordt onderzocht in hoofdstuk 4 van dit proefschrift.

Het blijkt dat bijna stuurinvariante deelruimten tevens toegepast kunnen worden in het ontwerpen van regelaars die op basis van uitgangsterugkoppeling het gesloten kring-systeem asymptotisch stabiel maken. Er wordt in hoofdstuk 3 ondermeer aangetoond dat het mogelijk is om regelsystemen die inverteerbaar en minimum phase zijn te stabilizeren met behulp van dynamische compensatoren met dynamische orde gelijk aan het verschil tussen het aantal polen en nullen van het regelsysteem minus het aantal regelingangen.

Tenslotte worden in hoofdstuk 5 bijna storingsontkoppelingsproblemen bestudeerd waarin we, in plaats van toestandsterugkoppeling, slechts gebruik mogen maken van een lineaire functie van de toestandsvector als ingangsgrootheid voor de te ontwerpen regelaar. Er wordt een versie van het bijna storingsontkoppelingsprobleem met uitgangsterugkoppeling behandeld waarin we, behalve approximatieve ontkoppeling, eisen dat de overdrachtmatrix van de storingen naar de regelingang in een bepaalde vooraf gespecificeerde mate

"afvalt". Hoofdstuk 5
tot het ontwerpen van

"afvalt". Hoofdstuk 5 wordt afgesloten met enkele resultaten met betrekking tot het ontwerpen van gereduceerde en minimale orde PID-waarnemers.

7689
1985