

ENKELE KANTTEKENINGEN BIJ STAP USER'S MANUAL VOLUME III: PROCURUS ROTATE

Jos M.F. ten Berge*

Niemöller en Sprenger (1980) geven in Stap User's Manual een uitvoerige toelichting bij het programma Procrus Rotate. De toelichting kan worden opgevat als een theoretisch overzicht van bestaande Procrustes rotaties. Mede dankzij de engelstaligheid is het potentiële lezerspubliek zeer ruim, wat een reden te over is hoge eisen aan de presentatie te stellen. Helaas is deze presentatie niet in alle opzichten even geslaagd. De aangehaalde literatuur wordt slordig behandeld, de uiteenzetting bevat redeneerfouten, en de gehanteerde terminologie is soms zeer ongelukkig gekozen. In konkreto komen de volgende passages voor verbetering in aanmerking:

1. Een scherpe definitie van de term faktor ontbreekt. Zo lezen we op pag. 3 enerzijds dat A (de ladingenmatrix) de faktor-matrix is en anderzijds dat 'the factors from A are normalized'. Dat laatste wekt de indruk dat de kolommen van A genormaliseerd zijn, terwijl natuurlijk de faktorscores worden bedoeld.
2. Op pag. 5 wordt beweerd dat de eis dat geroteerde factoren dezelfde correlatie-matrix hebben als de bij de target behorende factoren ertoe leidt dat de rotatie orthogonaal is. Een bewijs ontbreekt, en kan ook niet geleverd worden want de bewering is onjuist. Dit kan o.a. worden gekonkludeerd uit het werk van Hakstian (1975).
3. De term 'congruent rotation' (pag. 5 en later) is uitermate verwarrend. Rotaties naar maximale overeenkomst verschillen enerzijds in de te optimaliseren 'overeenkomstfunctie', zoals de kwadratensom van verschillen of de som der kongruentie-koefficienten (Tucker, 1951), en anderzijds in de restrikties die men aan de rotatiematrixen oplegt (bijv. orthogonaal of scheef). Niemöller en Sprenger verwarren beide indelingsprincipes wanneer zij na invoering van de orthogonaliteitseis opeens van 'congruent rotation' gaan spreken, terwijl nog steeds de kwadratensom van verschillen wordt geminimaliseerd. Overigens is dezelfde fout al eerder gemaakt door Cliff (1966) die zijn veelgeciteerd artikel over kleinste kwadratenrotatie de misleidende titel 'Orthogonal rotation to congruence' meegaf. Een terminologie voor rotaties naar overeenkomst die beide bovengenoemde indelingsprincipes gescheiden houdt, is te vinden bij Ten Berge (1977 b, pag. 14).

* Vakgroep Persoonlijkeidsleer, Subfaculteit Psychologie, R.U. Groningen, Grote Markt 31/32, 9712 HV Groningen.

4. Midden op pag. 5 staat 'the original matrix A is always assumed to be orthogonal'. De auteurs realizeren zich hier blijkbaar niet dat in de matrix-algebra de orthogonaliteit van een matrix een welomschreven begrip is met een andere betekenis dan zij beogen.
5. Op pag. 8 staat dat probleem (6) werd opgelost door Mosier (1939) en Browne (1967). In werkelijkheid pretendeerde Mosier niet het probleem te hebben opgelost. Hij stelde een benaderingsmethode voor, bij gebrek aan beter. Browne pretendeerde wel het probleem te hebben opgelost. Zijn methode is zonder kommentaar door Niemöller en Sprenger overgenomen. Cramer (1974) liet echter zien dat Browne's methode soms een foutieve oplossing geeft. Hoewel de auteurs Cramer's artikel wel in hun literatuurlijst (pag. 57) hebben opgenomen zijn ze er blijkbaar niet toe gekomen het te lezen. Overigens stelde Cramer een methode voor die soms eveneens foutieve resultaten geeft. Een algemene oplossing voor het probleem is te vinden bij Ten Berge & Nevels (1977). Een generalizatie van hun oplossing (voor complexe getallen) was overigens al eerder door numeriek-wiskundigen afgeleid.
6. Op pag. 9 constateren de auteurs dat er geen bevredigende oplossing is voor Procrustes rotatie naar een patroon, zonder dat zij aangeven wat er niet deugt aan de methoden die zijn voorgesteld door Browne en Kristof (1969) en Gruveaus (1970) (zie hun literatuurlijst). Vervolgens bieden zij de lezer (en gebruikers van Procrus Rotate) een methode aan zonder enige bewezen optimaliteit. Overigens kan aan het nut van rotatie naar een patroon getwijfeld worden. Het patroon zegt immers hoe de variabelen uit de factoren zijn samengesteld (i.p.v. andersom) en kan dus niet als basis voor faktorinterpretatie gebruikt worden.
7. Op pag. 10 (formule 20) beschrijven de auteurs de oplossing voor het orthogonale Procrustes probleem die al door Green (1952) was ontwikkeld. Zij baseren zich op het verwarrende artikel van Schönemann (1966) en konkluderen daaruit dat formule 20 alleen bruikbaar is als de eigenwaarden van de matrix $A'BB'A$ verschillend en positief zijn. Inderdaad is formule 20 onbruikbaar bij nul-eigenwaarden, maar meervoudige positieve eigenwaarden vormen geen enkel probleem. Een algemene oplossing die geen enkele eis aan de eigenwaarden van $A'BB'A$ stelt is o.a. te vinden bij Ten Berge (1977a, 268-269).
8. Onderaan pag. 13 wordt niet in het programma verwerkte literatuur genoemd. Op het hier genoemde werk van Kristof & Wingersky (1971) en Gower (1975) zijn verbeteringen aangebracht door Ten Berge (1977 a). Overigens valt te betreuren dat het roteren van meer dan twee matrixen niet in het

programma is opgenomen. In de praktijk blijkt hier namelijk veelvuldig behoefte aan te bestaan.

9. De definitie die onderaan pag. 14 voor congruent rotation wordt gegeven is nog vreemder dan de eerder gegeven definitie, zie punt 2 en punt 3.
10. Op pag. 16 staat dat het programma een waarschuwing geeft als $A'BB'A$ negatieve en/of gelijke eigenwaarden heeft. Zoals al bij 7 werd opgemerkt hoeft er niet voor gelijke eigenwaarden te worden gewaarschuwd. De suggestie dat $A'BB'A$ negatieve eigenwaarden zou kunnen bevatten is al evenmin op zijn plaats: deze matrix is zichtbaar niet-negatief definitief. Hooguit zou er voor nul-eigenwaarden gewaarschuwd kunnen worden. Maar de noodzaak daarvan vervalt wanneer met een algemene oplossing wordt gewerkt (zie 7).
11. Onderaan pag. 18 betogen de auteurs dat Kaiser's normalizatie bij een structuurmatrix niet is toegestaan met als argument dat deze matrix correlaties bevat, en dus niets met de lengtes der variabelen te maken heeft. Als men dit argument wil hanteren dan is de konsekwentie onvermijdelijk dat bij orthogonale rotatie (waar patroon en structuur samenvallen) evenmin genormaliseerd mag worden. De auteurs trekken deze konsekwentie echter niet: bij 'congruent rotation' achten zijn normalizatie toelaatbaar. Overigens zouden de auteurs de mogelijkheid de normalizatie achteraf ongedaan te maken in hun argumentatie dienen te betrekken. Hun 'principiële' bezwaren zijn dan niet langer van kracht.
12. Op pag. 19 wordt het probleem van ongelijke kolomorden van A en B 'opgelost' door de laatste kolommen van A weg te laten. Voor diegenen die dit weinig aantrekkelijk vinden kan het interessant zijn te weten dat er betere methoden beschikbaar zijn, zie o.a. Green en Gower (1979).
13. Bij de methoden van Procrus Rotate wordt de kwaliteit van de oplossing slechts in de kwadratensom van verschillen tussen twee matrixen uitgedrukt. Gebruikers zouden er evenwel zeer bij gebaat zijn wanneer per faktorpaar Tucker's kongruëntiekoefficient werd afgedrukt, zodat voor elke faktor afzonderlijk een konklusie kan worden getrokken.

LITERATUUR

- ten Berge, J.M.F. Orthogonal Procrustes rotation for two or more matrices. Psychometrika, 1977 a, 42, 267-276.
- ten Berge, J.M.F. Optimizing factorial invariance (diss.), Groningen, 1977 b.
- ten Berge, J.M.F. & Nevels, K. A general solution to Mosier's oblique Procrustes problem. Psychometrika, 1977, 42, 593-600.
- Cliff, N. Orthogonal rotation to congruence. Psychometrika, 1966, 31, 33-42.
- Cramer, E.M. On Browne's solution for oblique Procrustes rotation. Psychometrika, 1974, 39, 159-163.
- Green, B.F. The orthogonal approximation of an oblique structure in factor analysis. Psychometrika 1952, 17, 429-440.
- Green B.F. & Gower, J.C. The two kinds of orthogonal congruence: matching and engulfing. Paper presented at the annual meeting of the Psychometrix Society, Monterey, 1979.
- Hakstian, A.R. Procedures for Φ -constrained confirmatory factor transformation. Multivariate Beh. Research 1975, 10, 245-253.
- Niemöller, B. & Sprenger, C.J.A. Procrus Rotate. In: STAP User's Manual III, Technisch Centrum F.S.W., Universiteit van Amsterdam, 1980.
- Schönemann, P.H. A generalized solution of the orthogonal Procrustes problem. Psychometrika 1966, 31, 1-10.
- Tucker, L.R. A method of synthesis of factor analysis studies. (Personnel Research Section Report No. 984) Washington D.C. Department of the Army, 1951.