

De Analyse van Kwalitatieve Longitudinale Data;
een geannoteerde literatuurlijst voor de gedragswetenschappen

Ron A. Visser*

Samenvatting

Een literatuurlijst wordt gepresenteerd voor de analyse van categorische longitudinale data. Onderscheiden worden paneldata, categorische tijdreeksen en data met een continue tijdparameter. Voorts wordt onderscheid gemaakt naar het soort modellen dat aan de analyse ten grondslag ligt. Toepassingsgebieden worden vermeld.

Kwalitatieve of categorische longitudinale data (KLD) zijn gecodeerde observaties, verkregen door het herhaald classificeren van dezelfde observatie-eenheid, of -eenheden, volgens dezelfde criteria op verschillende tijdstippen. Eenvoudig gezegd, het zijn herhaald waargenomen categorische variabelen. Een dergelijk soort gegevens dient zich regelmatig aan in de gedragswetenschappen. Bij het onderzoeken van bijvoorbeeld sociale mobiliteit, ziekteverzuim, verandering in stemgedrag, het verloop van groepsprocessen of ontwikkelingsprocessen bij kinderen, resulteren de meest voor de hand liggende benaderingen in KLD. Bekende observatiemethoden, geassocieerd met KLD, zijn de gedragsobservatie (ethologie, sociale psychologie van kleine groepen) en herhaalde ondervraging van 'panels' o.a. in de sociale psychologie, marketing research en evaluatieonderzoek.

De bedoeling van dit artikel is een raamwerk te geven van de literatuur over de analyse van KLD in de gedragswetenschappen. Dit impliceert dat relevante fundamentele gebieden buiten beschouwing zullen blijven, bijvoorbeeld de theorie van Markoff processen, en dat toepassingen in andere gebieden, zoals bijvoorbeeld economie of medische statistiek, niet of onvolledig aan de orde komen. Voor het overige wordt een ruime opvatting van het gebied gehanteerd.

* Vakgroep Methoden en Technieken,
Subfaculteit der Psychologie,
Rijksuniversiteit Leiden,
Hooigracht 15,
2312 KM LEIDEN

tel. 071 - 148333, tst. 4117

Een nadere indeling in deelgebieden kan worden gedefinieerd aan de hand van het aantal observatie-eenheden (één versus meerdere), het aantal tijdstippen van waarneming (twee, meerdere of een continue tijdsparameter) of men kan deelgebieden maken aan de hand van de modellen die gehanteerd worden bij de analyse. Gedeeltelijk leiden deze criteria tot dezelfde indeling. Mede gelet op wat in de praktijk veel voorkomt, komen we dan tot de volgende gebieden.

Een eerste deelgebied wordt gevormd door *paneldata*, d.w.z. data verzameld op discrete tijdstippen bij meerdere observatie-eenheden, die samen een vast 'panel' vormen. In de praktijk gaat het meestal om multivariate gegevens (bv. enkele tientallen variabelen): men stelt een aantal vragen aan een groot aantal personen op een relatief klein aantal tijdstippen. Paneldata kunnen worden geanalyseerd door gebruik te maken van *Markoff-ketens/loglineaire modellen* danwel door gebruik te maken van 'dual scaling'-methoden.

Daarnaast onderscheiden we *categorische tijdreeksen* (discrete tijdsparameter, één observatie-eenheid en zeer veel waarnemingen). Bij een discrete tijdsparameter wordt er steeds vanuit gegaan dat deze in vaste pas loopt, tenzij anders vermeld.

Een derde gebied wordt gevormd door de analysemethoden gebaseerd op een *continue tijdsparameter*. In het algemeen vindt men dit soort modellen meer in theoretische beschouwingen (bv. in de mathematische psychologie) dan bij de analyse van empirische gegevens. Recent is echter op dit gebied een opbloei te constateren, met toepassingen o.a. in de sociologie, zodat we hier een aantal referenties kunnen geven.

De hier aangehaalde literatuur heeft bijna uitsluitend betrekking op niet-experimentele onderzoeksopzetten. De analyse van categorische data voor longitudinale experimenten vindt men bij Koch e.a. (1977); voor een toepassing zie Wrigley (1980).

Beschouwingen over het gehele gebied van de analyse van KLD zijn zeldzaam. Bartholomew (1983) bestrijkt veel algemene problemen, maar benadrukt meer de eigenschappen van modellen dan de data-analyse. Andere verwijzingen van algemene aard zijn bijvoorbeeld Koch e.a. (1977), Landis en Koch (1979), Plewis (1980, 1981).

Paneldata

Het woord 'paneldata' is afkomstig van Lazarsfeld (Lazarsfeld & Fiske, 1938; Lazarsfeld, 1940; Lazarsfeld e.a., 1948), een historische schets vindt men bij Lazarsfeld (1978). Het woord 'panel' is uiteraard een aanduiding voor de onderzoeksopzet en impliceert geenszins het gebruik van categorische observaties. Door de in de oorspronkelijke artikelen gestelde problemen is de term 'panelanalyse' echter lange tijd synoniem geweest met de analyse van kruistabellen met herhaalde observaties; tegenwoordig is deze associatie niet meer aanwezig.

De door Lazarsfeld c.s. geponeerde problemen werden door Anderson (1954) in een Markoff model gepast; een nadere uitwerking is te vinden in Anderson en Goodman (1957), waarin o.a. toetsen voor de orde van de Markoff keten. Deze benadering kan op haar beurt weer ingepast worden in een loglineair model. Bishop e.a. (1975, ch. 7) geven hiervan een uitgebreid overzicht. Fienberg en Picard (1980) bespreken de problemen bij loglineaire analyse voor complexere onderzoeksopzetten. Een verwante benadering vindt men bij Goodman (1973^{a,b}), zie ook Goodman (1961, 1962, 1965, 1969). Een recent Nederlandstalig overzicht wordt gegeven door Hagenaars (1983^{a,b}), die Goodmans uitgangspunt volgt.

Zoals bij kwantitatieve gegevens, kan men bij de analyse van categorische paneldata een onderscheid maken tussen de analyse van *trend* en de verandering in *samenvang* tussen verschillende variabelen. De 'trend' is dan de verandering in de marginale verdeling per tijdstip. Ook dit verschil tussen marginale verdelingen laat zich met enige moeite in loglineaire termen formuleren (Bishop e.a., 1975, ch. 8). In een reactie op Marasquillo en Serlin (1979) wijst Plewis (1981) erop dat men verandering kan analyseren òf wel door te kijken naar verschillen in frequentie tussen tijdstippen òf door te kijken naar de voorwaardelijke verdeling op een tijdstip gegeven de voorafgaande. Ditzelfde onderscheid vindt men terug bij verandering in kwantitatieve observaties (Cronbach en Furby, 1970).

De verandering in *samenvang* komt aan de orde in Bishop e.a. (1975, p. 273-275), Goodman (1973^{a,b}), Duncan (1980, 1981), Kessler (1977), McCullough (1978) en Yee en Gage (1968). (Lazarsfeld, 1978, verwijst naar Lazarsfeld, 1972). Overigens kan natuurlijk de analyse van *samenvang* in KLD in principe worden aangepakt met iedere vorm van de analyse van *samenvang* in categorische data, zolang de eventueel veronderstelde oorzakelijke verbanden maar in dezelfde richting stromen als de tijd. Een recent algemeen overzicht van loglineaire analyse voor multivariate categorische data is gegeven door Fienberg en Meyer (1983). Ook de laatste

versie van het LISREL programma (Jöreskog en Sörbom, 1981) kan gebruikt worden voor het analyseren van categorische data; zie ook Muthén (1983).

Sommige auteurs gebruiken *latente variabelen* voor het onderzoek van verandering in paneldata. Wiggins (1973) gebruikt de latente-klasse analyse van Lazarsfeld en Henry (1968). (Lazarsfeld geeft overigens in zijn laatste artikel (1978) aan hierin niet veel te zien.) Fischer (1976) bespreekt de verandering in dichotome paneldata aan de hand van het Rasch-model.

Overige referenties voor de analyse van paneldata: Coleman (1964) bestudeert de theoretische eigenschappen van Markoff modellen voor paneldata; Upton en Sarlvik (1981) construeren een (multiplicatief) model voor de verandering in stemgedrag; Katz en Proctor (1959) geven een Markoff model voor de verandering van relaties binnen groepen van personen. Lindsey (1973) bespreekt de schatting van parameters in verschillende modellen voor sociale mobiliteit.

Categorische tijdreeksen

Een categorische tijdreeks is een (lange) reeks waarnemingen van een categorische variabele bij één observatie-eenheid. Veel resultaten voor Markoff modellen bij paneldata blijken overdraagbaar naar het onderzoek van categorische tijdreeksen. Bartlett (1951) en Hoel (1954) geven de asymptotische theorie voor $N=1$ en $T \rightarrow \infty$; zie ook Anderson en Goodman (1957, p. 105), Bishop e.a. (1975, p. 270). Overzichten van verschillende benaderingen vindt men bij Chatfield en Lemon (1970) en bij Slater (1973). Anderson (1979) bespreekt de relatie tussen Markoff modellen voor categorische tijdreeksen en autoregressieve modellen voor kwantitatieve tijdreeksen, zie ook Van Putten (1981).

Enkele voorbeelden van toepassingen in de ethologie vindt men bij Hazlett en Bossert (1965), Slater en Ollason (1972) en Heiligenberg (1973). Toepassingen in de psychologie bij onderzoek van dyadische interactie en de ontwikkeling van gestoord gedrag vindt men bij Raush (1965, 1972), Hertel (1972) en Mishler en Waxler (1975). Opvallend in deze toepassingen is het gebruik van informatie-theoretische benadering bij de analyse van kruistabellen.

Onder de alternatieve benaderingen vindt men factoranalyse (Wiepkema, 1961; Bodnar en Van Baren-Kets, 1974) op een correlatiematrix die is gevormd uit de overgangsmatrix; en een model gebaseerd op de theorie van formele grammatica's ('gedragsgrammatica's'), zie Bodnar en Van Baren-Kets (1974). Deze alternatieven zijn om verschillende redenen nooit populair geworden.

'Dual scaling' benaderingen

Van geheel andere aard dan Markoff-ketens of loglineaire modellen is de analyse van samenhang van categorische variabelen m.b.v. zogenaamde "dual scaling" methoden, zoals bijvoorbeeld correspondentie-analyse (zie Nishisato, 1980, en Gifi, 1981, voor algemene uiteenzettingen). De laatste jaren is een aantal studies te vinden waarin deze technieken worden toegepast bij de analyse van KLD. Het gaat daarbij zowel om panel-data als om tijdreeksen.

De analyse van verandering in samenhang tussen categorische variabelen kan i.h.a. worden aangepakt door een drie-weg kruistabel te vormen waarbij een van de ingangen de tijdstippen representeert. Deze tabel kan dan op verschillende manieren worden gereduceerd tot een twee-weg tabel (zie bv. Visser, 1982, p. 63) en vervolgens op een standaard manier worden geanalyseerd. Een dergelijke aanpak in combinatie met correspondentie-analyse kan soms een helder resultaat opleveren. Benzécri (1980) en Van der Heijden (1982) geven voorbeelden van dergelijke analyses bij resp. de verandering van importgoederen uit verschillende landen en de verandering van partijvoorkeuren per stemdistrict. Een theoretische uitwerking van deze benadering, ook voor multiple correspondentie-analyse, geven Deville (1982), Escofier (1983) en Deville en Saporta (1980, 1983), de laatsten overigens met een continue tijdsparameter.

Gebruik makend van de 'dual scaling' benadering is een aantal voorstellen gedaan om te komen tot een principale componentenanalyse voor categorische tijdreeksen (Obadia en Tenenhaus, 1977; Besse, 1980; Yousfate, 1981; Saporta, 1981).

Modellen met continue tijdsparameter

De representatie van longitudinale modellen m.b.v. een continue tijdsparameter is in de gedragswetenschappen tamelijk weinig in gebruik. De voornaamste reden hiervoor is dat de aard van de observatiemethoden niet aansluit bij een dergelijke voorstelling. Een belangrijke uitzondering is 'event sampling': men registreert in welke categorie een gebeurtenis valt en op welk tijdstip hij optreedt, danwel wat de wachttijd sinds de vorige gebeurtenis was. De nadruk in de analyse kan vervolgens variëren van uitsluitend aandacht voor de soort gebeurtenissen tot uitsluitend aandacht voor de wachttijden. In het algemeen gebruikt men veel van de analyse van overlevingsdata (zie bijvoorbeeld Gross en Clark, 1976; of Elandt-Johnson en Johnson, 1980). Een andere basisverwijzing is Cox en

Lewis (1966). De analyse van dit soort data kreeg recent veel aandacht in de sociologie onder de naam '*event histories*'. Hierbij maakt men voornamelijk gebruik van Markoff modellen. Zie Singer en Spilerman (1976^{a,b}), Tuma (1982), Flinn en Heckman (1982); zie ook Bartholomew (1983, ch. 4 en 5). Allison (1982) geeft een mogelijkheid om de tijdsparameter te discretiseren. McFarland (1981) geeft een aanpak gebaseerd op spectraal-analyse.

Toepassingen vindt men bij onderzoek naar mobiliteit bij werknemers (Heckman en Singer, 1981; Singer, 1981; Andress, 1983), bij de analyse van '*stressful life events*' bij het ontstaan van psychopathologie (diverse bijdragen in Strauss e.a., 1977), bij de evaluatie van geboortebeperkingsprogramma's (Mode en Soyka, 1980) en bij de bestudering van vriendschapsrelaties (Runger en Wasserman, 1980; Grimmett en Treisman, 1980). Verwante modellen vindt men bij de analyse van longitudinale voorkeursgegevens in de economie (Heckman, 1981; Johnson en Hensher, 1982), overigens een gebied dat we hier verder buiten beschouwing laten.

Singer (1981, 1982) bespreekt de mogelijke non-stationariteit van data en het probleem van aggregatie over de tijd.

Analyse van KLD met continue tijd is zeker geen duidelijk begreemd gebied voor wat betreft de gedragswetenschappen. Uit de referenties blijkt al een sterke overlap met de econometrie en het analyseren van overlevingsdata in de medische statistiek.

Nogmaals zij gewezen op de mogelijkheid om samenhang tussen KLD met continue tijdsparameter te analyseren volgens de "dual scaling" aanpak van Deville en Saporta (1983).

Diversen

Enige verwijzingen die niet zo goed in het bovenstaande passen: Davis (1975^b). Davis (1978) geeft een algemeen overzicht voor de analyse van KLD, maar behandelt daarbij tijdstippen alsof ze onafhankelijke steekproeven genereren; in dat geval lijkt er geen reden meer om longitudinale data als een apart gebied te beschouwen.

Een aantal artikelen hebben speciaal betrekking op *cohort studies* (Davis, 1975^a; Fienberg en Mason, 1979).

Referenties

- Allison, P.D. (1982), Discrete-Time Methods for the Analysis of Event Histories. In: S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology 1982*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Anderson, T.W. (1954), Probability models for analyzing time changes in attitudes. In: P.F. Lazarsfeld (Ed.), *Mathematical Thinking in the Social Sciences*. Glencoe: The Free Press.
- Anderson, T.W., (1979), Panels and time series analysis: Markov chains and autoregressive processes. In: R.K. Merton, J.S. Coleman & P.H. Rossi, *Qualitative and Quantitative Social Research. Papers in Honor of Paul F. Lazarsfeld*. New York: The Free Press (p. 82-97).
- Anderson, T.W. & Goodman, L.A. (1957), Statistical inference about Markov Chains, *Ann. Math. Statistics*, 28, 89-110.
- Andress, Hans-Jürgen (1983), The first 10 years of a working career: An illustration of event-history analysis with West German mobility data. *Computational Statistics & Data Analysis*, 1, 111-135.
- Bartholomew, D.J. (1983³). *Stochastic Models for Social Processes*. Chichester: Wiley.
- Bartlett, M.S. (1951), The frequency goodness-of-fit test for probability chains. *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 47, 86-95.
- Benzécri, J.P. & F. (1980), Les importations du Brésil en équipements industriels: leur evolution de 1971 a 1975. In: *Pratique de l'Analyse des Données, Vol. 1*. Paris: Dunod (p. 316-325).
- Besse, Ph. (1980), Deux exemples d'analyse en composantes principales filtrantes. *Statistique et Analyse des Données*, 3, 5-15.
- Bodnár, F.A. & Van Baren-Kets, E.J. (1974), Sequentiële Analyses van Gedragsobservaties bij Jonge Kinderen. *Ned. Tijdschr. Psychologie*, 29, 27-66.
- Chatfield, Ch. & Lemon, R.E., (1970), Analyzing Sequences of behavioural events. *J. Th. Biol.*, 29, 427-445.
- Coleman, J.S., (1964), *Models of Change and Response Uncertainty*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Cox, D.R. & Lewis, P.A.W., (1966), *The Analysis of Series of Events*. London: Methuen.
- Cronbach, L.J. & Furby, L., (1970), How we should measure "change" - or should we? *Psychol. Bull.*, 74, 68-80.
- Davis, J.A., (1975^a), Communism, conformity, cohort and categories: American tolerance in 1954 and 1972-3. *American Journ. of Sociol.*, 81, 491-513.

- Davis, J.A., (1975^b), Analyzing contingency tables with linear flow graphs: D Systems. In: D. Heise (Ed.), *Sociological Methodology 1976*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Davis, James A., (1978), Studying Categorical Data over Time. *Social Sc. Research*, 7, 151-179.
- Deville, J.C. & Saporta, G., (1980), Analyse Harmonique Qualitative. In: E. Diday et al. (Eds.), *Data Analysis and Informatics*. Amsterdam, North Holland.
- Deville, J.C. (1982), Analyse des données chronologiques qualitatives, *Annales de l'INSEE*, 46, 45-104.
- Deville, J.C. & Saporta, G., (1983), Correspondence Analysis, with an extension towards nominal time series. *J. Econometrics*, 22, 169-189.
- Duncan, O.D., (1980), Testing Key Hypotheses in Panel Analysis. In: K.F. Schuessler (Ed.), *Sociological Methodology 1980*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Duncan, O.D., (1981), Two faces of Panel Analysis: Parallels with Comparative Cross-Sectional Analysis and Time-Lagged Association. In: S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology 1981*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Elandt-Johnson, R.C. & N.L. Johnson (1980), *Survival Models and Data Analysis*. New York: Wiley.
- Escofier, B. (1983), Generalisation de l'analyse des correspondances a la comparaison de tableaux de fréquence. Publication Interne no. 190. Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires, Rennes.
- Fienberg, S.E. & Mason, W.M., (1979), Identification and Estimation of age-period-cohort models in the analysis of discrete archival data. In: K.F. Schuessler (Ed.), *Sociological Methodology 1979*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Fienberg, S.E. & Picard, R.R., (1980), Designing surveys for measuring change in categorical data structures over time. In: P.R. Krishnaiah (Ed.), *Multivariate Analysis V*. North-Holland.
- Fienberg, S.E. & M.M. Meyer (1983), Loglinear models and categorical data analysis with psychometric and econometric applications. *J. Econometrics*, 22, 191-214.
- Fischer, G.H., (1976), Some probabilistic models for measuring change. In: D.N.M. de Gruijter and L.J.Th. van der Kamp (Eds.), *Advances in Psychological and Educational Measurement*. London: Wiley.

- Flinn, C.J. & Heckman, J.J., (1982), New Methods for Analyzing Individual Event Histories. In: S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology 1982*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Gifi, A., (1981), *Non-linear multivariate analysis*. Leiden, Dept. of Data Theory, Leiden University, 1981.
- Goodman, L.A., (1961), Statistical Methods for a mover-stayer model. *J. Americ. Statist. Assoc.*, 56, 841-868.
- Goodman, L.A., (1962), Statistical methods for analyzing processes of change. *Americ. J. Sociol.*, 68, 57-78.
- Goodman, L.A., (1965), On the statistical analysis of mobility tables. *Americ. J. Sociol.*, 70, 564-585.
- Goodman, L.A., (1969), On the measurement of social mobility: an index of status persistence. *Americ. Sociol. Review*, 34, 832-850.
- Goodman, L.A., (1973^a), The Analysis of multidimensional contingency tables when some variables are posterior to others: a modified path analysis approach. *Biometrika*, 60, 179-192.
- Goodman, L.A., (1973^b), Causal analysis of data from panel studies and other kinds of surveys. *Americ. J. of Sociology*, 78, 1135-1191.
- Grimmett, G. & Treisman, M., (1980), On taking up position in a group: A continuous-time Markov model for biased random movements. *British J. Math. Stat. Psychol.*, 33, 247-261.
- Gross, A.J. & V.A. Clark (1976), *Survival distributions: reliability applications in the biomedical sciences*. New York: Wiley.
- Hagenaars, J.A.P., (1983^a), De beantwoording van 'typische panelvragen' met behulp van loglineaire modellen. *Sociale Wetenschappen*, 28, 147-173.
- Hagenaars, J.A.P., (1983^b), Causale analyse van discrete panelgegevens met behulp van loglineaire modellen. *Sociale Wetenschappen*, 28, 265-287.
- Hazlett, B.A. & Bossert, W.H., (1965), A statistical analysis of the aggressive communications system of some hermit crabs. *Animal Behav.*, 13, 357-369.
- Heckman, J.J., (1981), Statistical models for discrete panel data. In: C.F. Manski & D. Fadden (Eds.), *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*. Cambridge, Mas., MIT Press.
- Heckman, J. & Singer, B. (Eds.), (1981), *The analysis of longitudinal labor market data*. New York: Acad. Press.
- Heiligenberg, W., (1973), Random processes describing the occurrence of behavioural patterns in a cichlid fish. *Animal Behav.*, 21, 169-182.

- Hertel, Richard K., (1972), Application of Stochastic Process Analysis to the study of Psychotherapeutic processes. *Psychol. Bulletin*, 77, 421-430.
- Hoel, P.G., (1954), A test for Markov chains. *Biometrika*, 41, 430-433.
- Johnson, L. & Hensher, D., (1982), Application of Multinomial Probit to a Period Panel Data Set. *Transportation Research - part A*, 16, 457-464.
- Jöreskog, K.G. & Sörbom, D. (1981), *LISREL V, users guide*. Uppsala, Univ. of Uppsala.
- Katz, L. & Proctor, C.H., (1959), The concept of configuration of interpersonal relations in a group as a time-dependent process. *Psychometrika*, 24, 317-327.
- Kessler, R.C., (1977), Rethinking the 16-fold table problem. *Social Science Res.*, 6, 84-107.
- Koch, G.G., Landis, J.R., Freeman, J.L., Freeman, D.H. & Lehnen, R.G., (1977), A General Methodology for the Analysis of Experiments with Repeated Measurement of Categorical Data. *Biometrics*, 33, 133-158.
- Landis, J.R. & Koch, G.G., (1979), The analysis of categorical data in longitudinal studies of behavioural development. In: J.R. Nesselroode & P.B. Baltes, *Longitudinal Research in the Study of Behavior and Development*. New York: Acad. Press.
- Lazersfeld, P.F., (1940), Panel Studies. *Public Opinion Quarterly*, 4, 122-128.
- Lazersfeld, P.F., (1972), Mutual relations over time of two attributes: A review and integration of various approaches. In: M. Hammer, K. Salzinger & S. Sutton (Eds.), *Psychopathology*. New York: Wiley.
- Lazersfeld, P.F., (1978), Some episodes in the history of panel analysis. In: D.B. Kandel (Ed.), *Longitudinal Research on Drug Use*. New York: Wiley.
- Lazersfeld, P.F., Berelson, B.R., Gaudet, H., (1948), *The People's Choice*. New York: Columbia University Press.
- Lazersfeld, P.F. & Fiske, M., (1938), The "panel" as a new tool for measuring opinion. *Publ. Opinion Quart.*, 2, 596-612.
- Lazersfeld, P.F. & Henry, N.W., (1968), *Latent Structure Analysis*. Boston: Houghton Muffin.
- Lindsey, J.K., (1973), Statistical Appendix. In: R. Boudon, *Mathematical Structures of Social Mobility*. Amsterdam: Elsevier.
- Marascuilo, L.A. & Serlin, R.C., (1979), Tests and contrasts for comparing change parameters for a multiple McNemar data model. *Brit. J. Math. Stat. Psychol.*, 32, 105-112.

- McCullough, B.C., (1978), Effects of Variables using panel data; a review of techniques. *Public Opinion Quarterly*, 42, 199-220.
- McFarland, D.D. Spectral Decomposition as a tool in comparative mobility research. In: S. Leinhardt (ed.). *Sociological Methodology 1981*. San Francisco: Jossey-Bass, 1981.
- Mishler, E.G. & Waxler, N.E., (1975), The sequential patterning of interaction in normal and schizophrenic families. *Family Process*, 14, 17-25.
- Mode, C.J. & Soyka, M.G., (1980), Linking semi-markov processes in time series. An approach to longitudinal data analysis. *Math. Bioscience*, 51, 141-164.
- Muthén, B. (1983), Latent variable structural equation modelling with categorical data. *J. Econometrics*, 22, 43-65.
- Nishisato, S., (1980), *Analysis of Categorical Data: Dual Scaling and its applications*. Toronto: Univ. Toronto Press.
- Obadia, J. & Tenenhaus, M., (1977), *Analyse multidimensionnelle de series chronologiques nominales, ordinales ou numeriques*. Jouy-en-Josas: Centre d'enseignement superieur des affaires.
- Plewis, I., (1980), Some simple approaches to the analysis of dichotomous longitudinal data. *Develop. Med.*, 22, 671-674.
- Plewis, I., (1981), A comparison of approaches to the analysis of longitudinal categorical data. *Br. J. Math. Stat. Psychol.*, 34, 118-123.
- Raush, Harold L., (1965), Interaction Sequences. *J. of Pers. & Soc. Psychol.*, 2, 487-499.
- Raush, H.L., (1972), Process and change - a Markov model for interaction. *Family Process*, 11, 275-298.
- Runger, G. & Wasserman, S., (1980), Longitudinal Analysis of Friendship Networks. *Social Networks*, 2, 143-154.
- Saporta, G., (1981), *Methodes Exploratoires d'Analyse de Donnees Temporelles*. These. Paris: Université Pierre et Marie Curie.
- Singer, B., (1981), Estimation of Non-stationary Markov Chains from Panel Data. In: S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology 1981*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Singer, B., (1982), Aspects of non-stationarity. *J. Econometrics*, 18, 169-190.
- Singer, B. & Spilerman, S., (1976^a), Some methodological issues in the analysis of longitudinal surveys. *Annals of Economic and Social Measurement*, 5, 447-474.

- Singer, B. & Spilerman, S., (1976^b), The representation of social processes by Markov models. *Amer. J. Sociol.*, 82, 1-54.
- Slater, P.J.B., (1973), Describing sequences of behavior. In: P.P.G. Bateson & P.H. Klopfer (Eds.), *Perspectives in ethology*. New York: Plenum.
- Slater, P.J.B. & Ollason, J.C., (1972), The temporal pattern of behaviour in isolated male zebra finches: transition analysis. *Behaviour*, 42, 248-269.
- Strauss, J.S., Barbikian, H.M. & Roff, M. (Eds.), (1977), *The Origins and Course of Psychopathology*. New York: Plenum.
- Tuma, N. Brandon, (1982), Non-parametric and Partially Parametric Approaches to Event-History Analysis. In: S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology 1982*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Upton, G.J.G. & Sarlvik, B., (1981), A loyalty distance for voting change. *J. R. Statist. Soc. A*, 144, 247-259.
- Van der Heyden, P., (1982), Een analyse van verkiezingsuitslagen met behulp van correspondentie-analyse. *Kwantitatieve Methoden*, 8, 19-34.
- Van Putten, W.L.J., (1981), Modellen voor tijdreeksen van een categorische variabele. Intern Rapport Subfac. Psych. R.U. Leiden, nr. MT 01-81.
- Visser, R.A., (1982), *On Quantitative Longitudinal Data in Psychological Research*. Dissertatie, Leiden.
- Wiepkema, P.R., (1961), An ethological analysis of the reproductive behaviour of the bitterling. *Arch. Neerl. Zool.*, 14, 103-199.
- Wiggins, Lee M., (1973), *Panel Analysis. Latent probability models for attitude and behavior processes*. Amsterdam: Elsevier.
- Wrigley, N., (1980), Categorical Data - Repeated Measurement Research Design and Regional Industrial Surveys. *Regional Studies*, 14, 455-471.
- Yee, A.H. & Gage, N.L., (1968), Techniques for estimating the source and direction of causal influence in panel data. *Psychol. Bull.*, 70, 115-126.
- Yousfate, A., (1981), *Analyses Factorielles des Processus Qualitatifs de Type Markovien. Description et Prevision*. Toulouse: These présentée a l'Université Paul Sabatier.