

Emergente relasjoner og mulige konsekvenser for begrepet stimulusklasser

Anders Dechsling^{1,2} og Erik Arntzen¹

¹OsloMet – storbyuniversitetet og ²Høgskolen i Østfold

Matching-to-sample prosedyrer brukes frekvent for både å trene og teste for stimulus-ekvivalensklasser, og testen er godt egnet for å avdekke hvorvidt egenskapene i stimulus-ekvivalens er til stede. For å kunne teste for stimulus-ekvivalens trenes vanligvis et visst antall betingede diskriminasjoner som etterfølges av en test (eller flere) om det framkommer relasjoner mellom stimuli som ikke er direkte trent. Innen forskning på hvordan inndeling av stimulusklasser foregår har sorteringstester vært benyttet. Sorteringstester innebærer at forsøkspersonene i et eksperiment blir bedt om å kategorisere et visst antall stimuli. Sortering som testformat viser seg å samsvare med MTS-tester, og sortering demonstrerer klasseinndeling. Samsvaret mellom test-formatene er så høyt at det er grunn til å tro at testene dokumenterer de samme type klassene, men sorteringstestene tester ikke for egenskapene ved stimulus-ekvivalens. Klassebegrepet og begrepsapparatet i forbindelse med bruk av sortering i stimulus-ekvivalens redegjøres for, og diskuteres.

Nøkkelord: Stimulus-ekvivalens, stimulusklasser, funksjonelle klasser, ekvivalensklasser, sortering.

For 81 år siden beskrev Skinner (1938) stimulusklasser som to eller flere stimuli som frambringer samme respons. Fordi man ikke kan gjenskape en eksakt stimulus eller respons så må man snakke om tilnærmet like stimuli eller responser, avhengig av om de har samme funksjon. Det er altså ikke selve relasjonen mellom akkurat de stimuliene og responsene som har forekommet som gjentar seg, men en korrelasjon mellom definerende egenskaper ved stimuliene og responsene. Dermed bør man snakke om stimuliene, som frambringer samme respons, som klasser av stimuli fordi klassene kan inkludere et uendelig antall stimuli og klassene avgrenses ved de spesielle egenskapene ved stimuliene som frambringer responsen (Skinner, 1935).

«Generalisering innen klasser og diskriminering mellom klasser er essensen av konsepter» (Keller & Schoenfeld, 1950, s.

Det er ingen konflikter mellom forfatterne med hensyn til dette manuskriptet. Korrespondanse vedrørende manuskriptet kan sendes til anders.dechsling@hiiof.no

154, vår oversettelse). Catania (2013) bruker eksempelet at dersom konseptet er stimulus-ekvivalensklassen: «Rød», så inngår alt som er rødt i den klassen, men ikke det som ikke er rødt. Catania (2013) mener at konsepter er tilsvarende for klasser av stimuli, det operanter er for klasser av responser. Videre bruker Catania (2013) begrepet naturlige konsepter om det han beskriver som sannsynlige stimulusklasser. Klasser hvor hvert medlem har noen egenskaper, der egenskapene ikke trenger å være felles for alle, men hvor noen egenskaper vektlegges mer enn andre. Han bruker fugler som et eksempel på en slik klasse hvor ulike typer av fugler har mange felles egenskaper, men at ikke alle fuglene kan fly. Dermed er det andre egenskaper som veier tyngre, som for eksempel fjær, vinger, nebb etc. (Catania, 2013).

Donahoe og Palmer (1994) påpeker at det er viktig å skille mellom stimulusklasse og konsept fordi konsept ikke er et teknisk

begrep slik som stimulusklasse. En stimulusklasse er avdekket eksperimentelt og selv om konseptet «rødt» har sine verdier, så vil det være uhensiktsmessig å behandle alt som er rødt likt (Donahoe & Palmer, 1994).

Siden Skinner (1935) har klassebegrepet blitt brukt på ulike måter og har derfor hatt ulike konseptuelle meninger. For eksempel skriver Dougher og Markham (1996) at det er inkonsistens i bruken av stimulusklasser, og at det er problematisk at ulike forskere bruker ulike navn på samme typer av klasser. De hevder for eksempel at Donahoe og Palmer (1994) har en definisjon på funksjonelle klasser, og at de igjen skiller mellom funksjonelle klasser, stimulusklasser, og stimulusekvivalens, men at disse skillene og definisjonene er helt forskjellig fra for eksempel Catania (1992). Videre hevder Dougher og Markham (1996) at Goldiamonds (1962) definisjon favner stimulusklasser, kontingensklasser, funksjonelle klasser, funksjonelle stimulusklasser, stimulusekvivalensklasser, ekvivalenssett, konseptuelle kategorier, og konsepter (se Dougher & Markham, 1996). Sidman og Tailby (1982) definerte stimulusekvivalens ved at stimuli i samme klasse er gjensidig utskiftbare og vist ved demonstrasjon av egenskapene refleksivitet, symmetri, transitivitet.

Denne artikkelen gjennomgår noen definisjoner av ulike klasser for å belyse de konseptuelle utfordringene med klasser av stimuli som framkommer i sortering når man undersøker stimulusekvivalens. Utfordringene innebærer at sorteringstestene foreløpig ikke egner seg til å dokumentere at egenskapene ved stimulusekvivalensklasser er til stede. Videre presenterer vi hvordan sortering har blitt brukt i ulike studier innenfor ekvivalensforskning og diskuterer hvorfor sortering allikevel kan være egnet som testformat.

Stimulusklasser

Stimuli som varierer over fysiske dimensjoner, men som har en felles effekt på atferd, tilhører samme stimulusklasse (Pierce &

Cheney, 2017). Pierce og Cheney presiserer at en stimulusklasse kun er definert ut fra stimuliens felles effekt på atferd, og ikke kan defineres ut fra fysiske likheter. Det vil si at noe kan være topografisk likt, uten at de har samme funksjon.

I 1938 beskrev Skinner stimulusklasser som klasser, av stimuli med ulike egenskaper, som kontrollerer samme type responser. Klassene defineres ved spesifikasjonene til en eller flere egenskaper som gjør medlemmene i klassen ekvivalente (Skinner, 1935). Skinner skriver at én stimulus kan være tilstrekkelig for å vise korrelasjon mellom stimulus og respons (refleks), men at andre lignende stimuli senere kan frambringe den samme responsen. Dermed innlemmes de definerende egenskapene de har til felles i klassen.

Goldiamonds (1962) definisjon av stimulusklasser gjengis av en rekke forfattere når de beskriver stimulusklasser. Definisjonen er utgangspunktet for flere forfatters tolkning av stimulusklasse (e.g., Dougher & Markham, 1996; Dube, McDonald, & McIlvane, 1991; Green & Saunders, 1998; Sidman, 1994). Goldiamonds (1962) definisjon innebærer at stimuli i en stimulusklasse må ha en spesifikk funksjon på en responsklasse, og at kontingenser som gjelder eller endres for ett medlem i klassen også påvirker resten av medlemmene (gjengitt fra Dougher & Markham, 1996; Sidman, 1994).

I tråd med Goldiamond (1962) skriver Sidman (1994) at en observasjon, av at stimuli kontrollerer samme respons, ikke er tilstrekkelig for å definere en stimulusklasse fordi stimuliene ellers kan være uavhengige av hverandre. Det betyr at stimuliene er nødt til å ha mer enn en egenskap til felles for at konseptet «klasse» skal kunne beskrive hva som kontrollerer atferden—og at operasjoner som påvirker ett medlem i klassen også berører resten av medlemmene (Sidman, 1994). Green og Saunders (1998) skriver at stimulusklasser har blitt brukt til å beskrive to eller flere stimuli som har blitt observert å kontrollere den samme responsklassen og at stimulusklassene kan framkomme på ulike måter.

Donahoe og Palmer (1994) deler stimulusklasser inn i underkategoriene diskriminative stimulusklasser og funksjonelle stimulusklasser. Diskriminative stimulusklasser refererer til at stimuli, som har noen fysiske likheter eller egenskaper, kontrollerer samme respons. Slike klasser kan oppstå ved primær stimulusgeneralisering (Green & Saunders, 1998), som innebærer for eksempel at en forsterkningshistorie knyttet til en spesifikk kopp kan generaliseres til stimuli med lignende fysiske egenskaper som koppen. For eksempel andre typer kopper, glass etc. som illustrerer at man ikke trenger en spesifikk forsterkningshistorie knyttet til alle slags kopper/glass.

Stimuli kan være en del av flere klasser og trenger ikke være bundet til modalitet (Fields & Reeve, 2001). Basert på egenskapene til stimuliene i klassene så deler Fields og Reeve (2001) stimulusklasser i tre ulike typer klasser. Den ene typen klasse kan oversettes til avgrensede klasser (*close-ended*), noe som innebærer at klassen har et gitt antall medlemmer som ikke kan defineres ut fra fysiske egenskaper ved stimuliene. Relasjonene mellom medlemmene er trent slik at de er gjensidig utskiftbare.

Den andre typen klasse kaller Fields og Reeve (2001) for *open-ended* eller perseptuelle klasser. Disse klassene kan ha et uendelig antall medlemmer som arrangeres ut fra en eller annen egenskap ved stimuliene. Et eksempel på denne typen klasse kan være klassen «stol» hvor alle typer stoler har noen fysiske likheter som gjør at de får samme funksjon. Medlemmene må kunne skilles fra hverandre og dersom en respons blir trent til ett medlem i klassen, så vil funksjonen spre seg til resten av medlemmene i klassen, men ikke til medlemmer utenfor klassen. Den tredje klassen Fields og Reeve (2001) nevner er generaliserte ekvivalensklasser, noe som innebærer at ett eller flere medlemmer av en *open-ended* klasse danner en klasse med medlemmer fra en annen klasse. Et eksempel kan være stimuli i klassen «Hund» hvor alle stimuli (e.g., «hund», bikkje», bilde av en

hund, fotavtrykk og så videre) er relatert til hverandre og inngår i klassen.

Sidman, Kirk, og Willson-Morris (1985) studerte ekspansjon av klasser ved at forsøkspersonene ble trent seks betingede diskriminasjoner med tre sett av stimuli (A, B og C) og deretter seks betingede diskriminasjoner med tre andre sett av stimuli (D, E og F) med to forskjellige sett av stimuli. Deretter ble relasjonen EC trent, og resultatet viste at det oppsto relasjoner som generaliserte seg til de øvrige medlemmene i klassene og som til sammen utgjorde en større klasse.

Funksjonelle stimulusklasser

Klasser av stimuli som ikke deler noen fysiske likheter eller egenskaper kan allikevel ha funksjonelle likheter (Donahoe & Palmer, 1994). Slike klasser som kontrollerer samme responsklasse, kalles funksjonelle klasser (Green & Saunders, 1998). Funksjonelle klasser er stimulusklasser, med arbitrære relasjoner mellom medlemmene, som oppstår og er avhengig av kontekst. For eksempel ville et bilde av en kopp, selve koppen, og det skrevne ordet: "kopp", være ekvivalente, men man vil nødvendigvis ikke drikke av bildet (Green & Saunders, 1998). At relasjonene er arbitrære betyr altså at relasjonene har oppstått uten at det er noen fysiske likheter mellom stimuliene (Arntzen, 2010). Catania (2013) skriver, når det gjelder kontekst, at medlemmene i en ekvivalensklasse er ekvivalente i form av at de er gjensidig utskiftbare i en arbitrær matching-prosedyre, men at det ikke nødvendigvis betyr at stimuliene er funksjonelt ekvivalente—likt eksempelet til Saunders og Green (1998).

Sidman (1994) påpeker at funksjonelle klasser kan defineres som klasser hvor forskjellige diskriminative stimuli foranlediger den samme responsen. Denne definisjonen er i henhold til Goldiamond (1962). Definisjonen i henhold til Sidman (1994) forutsetter at: (1) Andre stimuli ikke foranlediger den samme responsen som medlemmene i klassen. En definisjon av en

klasse forutsetter at noen stimuli er innenfor og andre utenfor klassen. (2) At kontingenser som endres for ett medlem i klassen også påvirker de andre medlemmene i klassen. Disse punktene er i overensstemmelse med Keller og Schoenfelds (1950) definisjon av et konsept, og en definisjon av stimulusklasse (Dougher & Markham, 1996).

For over 30 år siden publiserte Vaughan (1988) et eksperiment hvor det ble demonstrert at duer responderte i henhold til ekvivalens mellom medlemmer av stimuli innen etablerte klasser. Seks duer, i et modifisert due-kammer, ble presentert for 40 ulike bilder av trær. Bildene ble delt i to stimulussett og deretter fikk dua forsterker levert på hakking i nærvær av det ene settet, men ikke i nærvær av det andre settet. Bildene ble presentert i tilfeldig rekkefølge hver gang og etterhvert byttet eksperimentator om på betingelsene slik at settene fikk ny funksjon. Settet som før hadde signalisert anledning for forsterker, gjorde ikke lenger det, men det settet som ikke gjorde det i forrige betingelse gjorde det nå.

Resultatene fra eksperimentet viser at duene responderte diskriminativt i henhold til de ulike settene, også når kontingensene endret seg. Det vil si at når kontingensene endret seg, så responderte duene i henhold til den nye kontingensen for resten av stimulus settet selv om dua bare hadde vært presentert for noen få medlemmer av settet. På bakgrunn av resultatene foreslår Vaughan (1988) at duene responderte i henhold til ekvivalens. Vaughan mener at eksperimentet demonstrerer hvordan inndeling av stimuli i ulike klasser, ofte kalt partisjonering, kan tillate oss å konkludere med at inndelingen er en ekvivalensklasse, og at rent matematisk så er en ekvivalensrelasjon og inndeling to måter å se den samme matematiske strukturen. Det er utenfor rammen av denne artikkelen, men blant annet Hayes (1989) har kritisert den begrepsmessige framstillingen til Vaughan (1988).

Sidman (1994) mener at funksjonelle klasser er atferdsnavnet for en partisjonert

klasse fordi elementer som er inkludert i en partisjonert klasse må være relatert ved ekvivalens. Selv om Sidman, Wynne, Maguire, og Barnes (1989) konkluderte med at partisjonering og ekvivalens ikke var det samme, så skriver Sidman (1994) at han, på bakgrunn av senere empiriske funn, angrer på den tolkningen. Sidman (1994) skriver at partisjonering er et annet ord for klassifisering eller kategorisering, og at dersom klassifisering er mulig så må det være et utvalg av komponenter innen hver klasse som er inkludert i en ekvivalensrelasjon. I studien til Vaughan (1988) diskriminerte duene etter stimulusfunksjon. Sidman bruker begrepet kontingensklasser (se Dougher & Markham, 1996; Sidman, 1994) for å skille slike klasser som demonstrert i Vaughan (1988) fra andre potensielle klasser.

Catania (2013) forklarer at en ekvivalensklasse er en stimulusklasse som vanligvis produseres gjennom betinget diskriminasjon, som oftest i et MTS-format og at stimuli som er medlemmer av en ekvivalensklasse sannsynligvis også er funksjonelt ekvivalente. Dougher og Markham (1996) mener som nevnt innledningsvis at definisjonene av stimulusklasser er vage, men at dersom man tar Goldiamonds versjon for gitt så kan man fjerne skillet mellom stimulusklasser og ekvivalensklasser. Og da gjenstår bare skillet mellom funksjonelle ekvivalensklasser og stimulusekvivalensklasser.

Stimulusekvivalens

I over 40 år har stimulusekvivalens vært et aktivt og sentralt forskingsområde innenfor atferdsanalyse (Arntzen, 2012). Selv om stimulusekvivalens har blitt nevnt tidlig i den atferdsanalytiske litteraturen (se Arntzen, 2010), så var det først på 80-tallet at Sidman og Tailby (1982) definerte stimulusekvivalens ved hjelp av matematisk mengdeteori (*set theory*). Sidman (1994) påpeker og anerkjenner at det var hans student Betsy Constantine som gjorde ham oppmerksom på at mengdeteorien beskrev stimulusre-

lasjonene de hadde forsket målrettet på fram til 82-artikkelen. Sidman (1994) gjør oppmerksom på at konseptualiseringen av stimulusekvivalens var datadrevet og at forskningen allerede hadde pågått en stund før de oppdaget at den matematiske mengdeteorien viste seg å beskrive relasjonene mellom stimuliene. Et tiår tidligere beskrev Sidman (1971) eksperimentet hvor han, ved hjelp av en betinget diskriminasjonsprosedyre, lærte en gutt med utviklingshemning å lese med forståelse. Eksperimentet anses som starten på stimulusekvivalens som forskningsfelt slik vi kjenner det i dag.

Symbolsk/arbitrær *Matching-to-sample* (MTS) innebærer betinget diskriminasjon, men det er ikke gitt at betinget diskriminasjon leder til *matching-to sample* (se Sidman, 1994). MTS innebærer å matche utvalgsstimuli med sammenligningsstimuli, og kan brukes både for å generere og teste for ekvivalensrelasjoner (Mackay & Sidman, 1984). Stimulusekvivalens beskriver at stimuli er gjensidig utskiftbare og kjennetegnes ved tre egenskaper: refleksivitet, symmetri og transitivitet (Sidman & Tailby, 1982). Refleksivitet innebærer det samme som identitetsmatching (i.e., $A=A$). Symmetri vil si at dersom $A=B$, så er $B=A$. Transitivitet vil si at dersom $A=B$ og $B=C$, så er $A=C$. Global ekvivalens vises når $C=A$ (Sidman, 1992). Se Arntzen (2012) for en redegjørelse av ulike parametere som anvendes innen ekvivalensforskning.

Sortering

Sortering som supplement til *matching-to-sample*

Jo flere betingede diskriminasjoner som trenes, jo flere relasjoner må testes for å dokumentere emergente relasjoner og medlemmer i en ekvivalensklasse. Sortering av stimuliene er et alternativ til *matching-to-sample* arrangementer hvor en tester emergens av ekvivalensklasser. Sortering har blitt brukt i undersøkelser om kategorisering innen psykologi (e.g., Rosch, 1975; Rosch & Mervis, 1977). Kategorisering har

innen psykologi vært viktig for å undersøke hvordan mennesker klassifiserer verden rundt seg og hvilken type av klassebegreper som brukes (Teigen, 2011). Green (1990) skriver at en viktig karakteristikkk av et effektivt repertoar av tilpasningsdyktig atferd er evnen til å kategorisere eller klassifisere hendelser som ikke man har opplevd i tidligere. Imidlertid har sortering blitt brukt forholdsvis lite innenfor atferdsanalyse (Arntzen, Granmo, & Fields, 2017).

Dymond og Rehfeldt (2001) hevdet at, ifølge dataene som var tilgjengelig, de fleste som demonstrerte ekvivalens også sorterte i henhold til klassene. Senere fant Arntzen (2004) at det var svært høyt samsvar mellom resultatene i MTS-test og post-sortering. Av 50 deltakere så responderte 26 deltakere i henhold til ekvivalens og 25 av de 26 sorterte også korrekt. De resterende 24 deltakerne responderte ikke i henhold til ekvivalens og 23 av de 24 sorterte heller ikke korrekt.

Sortering har blitt brukt på ulike måter, hvor en prevalent måte har vært å gjennomføre pre-sortering for blant annet å undersøke deltakernes læringshistorie med de respektive stimuliene som anvendes i studiene (e.g., Arntzen, Granmo, & Fields, 2017; Arntzen, Nartey, & Fields, 2014; Arntzen, Norbom, & Fields, 2015; Cowley, Green, Braunling-McMorrow, 1992; Eilifsen & Arntzen, 2009; Eilifsen & Arntzen, 2011; Fields, Arntzen, & Moksness, 2014; Fields, Arntzen, Nartey, & Eilifsen, 2012; Fienup & Dixon, 2006; Nartey, Arntzen, & Fields, 2014; Varelas & Fields, 2017). Sidman og Tailby (1982) beskriver, i de tidligste eksperimentene med barn, hvorfor abstrakte stimuli ble brukt for å forhindre at stimuliene som ble benyttet hadde en eller annen funksjon på forhånd. Voksne personer blir ofte brukt som deltakere i eksperimenter innen stimulusekvivalens, og på grunn av voksne personers læringshistorie så er det en viss mulighet for at noen av disse stimuliene allerede kan ha en funksjon og en tilhørighet til andre stimuli som brukes i eksperimentet. Samtidig er det viktig å huske på at når stimuliene som brukes i slike ekspe-

rimerter er arrangert og presentert i en figur, så vil det kunne øke sannsynligheten for at leseren ser etter likheter mellom stimuliene. Noe som ikke vil være tilfelle for den som fungerer som forsøksperson — fordi forsøkspersonen aldri blir presentert for stimuliene arrangert i en slik figur. I forskningsgruppa *Experimental Studies of Human Complex Behavior*, ved OsloMet – storbyuniversitet, har vi gjennomført eksperimenter med over tusen forsøkspersoner og det har aldri forekommet at stimuliene er sortert i henhold til de eksperimentatordefinerte klassene på forhånd. Av den grunn har vi gått bort i fra å bruke pre-sortering i denne type eksperimenter.

Post-test, En test med sortering av stimuliene for å undersøke om klassene er dannet, har blitt brukt for å undersøke generalisering over ulike testformater (e.g., Fienup & Dixon, 2006; Nartey, Arntzen, & Fields, 2014; Nedelcu, Fields, & Arntzen, 2015; Sigurdardottir, Mackay, & Green, 2012), opprettholdelse av klasser (e.g., Cowley, Green, & Braunling-McMorrow, 1992; Eilifsen & Arntzen, 2009; Eilifsen & Arntzen, 2011; Fields, Arntzen, Nartey & Eilifsen, 2012; Green, 1990; Hove, 2003; Smeets, Dymond, & Barnes-Holmes, 2000; Smeets & Barnes-Holmes, 2005), og som en del av debrifing (e.g., Arntzen, 2004; Dickins, 2015). Testene har blitt administrert på forskjellig tidspunkter i de ulike eksperimentene, som for eksempel etter trening av betingede diskriminasjoner (REFS) eller etter MTS testen.

Sorteringstestene har blitt gjort på ulike måter og med ulike presentasjoner og format av stimuliene. Testene har blant annet blitt gjort i form av plassering av stimuliene i matriser (e.g., Dickins, 2015), eller med kort, som har bilder av stimuliene som skal plasseres sammen på et bord (e.g., Arntzen, 2004; Fields et al., 2014; Nedelcu et al., 2015) eller plasseres i stabler (e.g., Green, 1990; Sigurdardottir et al., 2012). Arntzen et al. (2015), Arntzen et al. (2017), og Bevolden-Rustad og Arntzen (2018) gjennomførte

sorteringstestene på datamaskin. Deltakerne ble presentert en stabel med alle stimuliene på dataskjermen. Deltakerne måtte klikke på den til enhver tid øverste stimulusen og dra den til et sted på skjermen for at en ny stimulus skulle komme fram på midten av skjermen. Deretter sorterte de alle stimuliene, som var synlig på skjermen, slik de mente var korrekt.

Sortering som forskningsspørsmålet

De ulike eksperimentene som har inkludert sorteringstester har brukt disse avhengig av forskningsspørsmålet(ene). Fram til nå har vi vist til noen utvalgte studier som har brukt sortering som et tilleggsmål på klasseinndeling av stimuliene og ekvivalens. De fleste studiene har brukt sortering blant annet for å kontrollere for indre validitet ved å avdekke eventuell pre-eksperimental læringshistorie knyttet til stimuliene. Sortering har vært lite anvendt i atferdsanalyse og ekvivalens (cf., Arntzen, Granmo, & Fields, 2017), men Fields, Arntzen, og Moksness (2014) fant at sorteringstester har en rekke fordeler når det gjelder å undersøke stimulus-ekvivalens. Dataene fra sorteringstester er enkle å tolke, særlig når forsøkspersonen ikke sorterer i henhold til de eksperimentatordefinerte ekvivalensklassene. Videre viser det seg at resultatene fra sorteringstestene korrelerer med MTS-tester, men at sorteringen er vesentlig mer tids- og kostnadseffektivt. Sorteringstestene tar cirka 10 % av tiden en MTS-test tok (Fields et al., 2014).

Fields et al. (2014) tok sikte på å teste samsvaret mellom MTS-test og sortering. Deltakerne gjennomførte sortering før de gjennomgikk MTS-trening og test. Treningsstrukturen de brukte i MTS-treningen var *linear series* (LS), som innebærer at man trener $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$ osv. Uavhengig av hvordan deltakerne responderte i MTS-testen utførte de en post-sortering med de samme stimuliene. Resultatene viste at samsvaret mellom de ulike testformatene var på 98%.

Arntzen, Norbom, og Fields (2015) skriver at bruk av sorteringstester når en

studerer ekvivalensklasser virker lovende, men at det er en rekke faktorer som må oppklares. Blant annet så kunne ikke sorteringen i Fields et al. (2014) påvise at det oppsto klasser fordi sorteringen ble gjennomført etter MTS-test. Derfor kunne sorteringene kun påvise opprettholdelse, eller utsatt emergens, av klassene. Arntzen et al. (2015) presiserer at begrensningene ikke tilhører sortering i seg selv, men variablene i eksperimentene som innebar å gjennomføre sortering etter MTS-test. Arntzen et al. (2015) løste en del av utfordringen ved å gjennomføre sorteringstest umiddelbart etter trening av baselinerelasjoner for tre deltakere.

Arntzen et al. (2015) gjennomførte den første studien hvor sortering dokumenterte emergens av ekvivalensklasser. Første del av studien hadde likt design som Fields et al. (2014). Tre deltakere i Arntzen et al. (2015) responderte i henhold til ekvivalens i MTS-test og sorterte i henhold til de eksperimentator-definerte klassene. Disse tre deltakerne gjennomgikk ny trening av nye baselinerelasjoner og deretter sortering umiddelbart etter trening av relasjonene. Resultatene viste at alle tre deltakerne sorterte i henhold til eksperimentator-definerte klasser umiddelbart etter MTS-trening, og viste deretter at de responderte i henhold til egenskapene ved stimulusekvivalens i den påfølgende MTS-testen.

I en systematisk replikasjon utført av Arntzen et al. (2017) var formålet å replikere resultatene til Arntzen et al. (2015) med flere deltakere. Fordelt på to grupper gjennomgikk 20 deltakere tilsvarende trening, men den ene gruppa sorterte umiddelbart etter baselinetrening, fulgt av MTS-test og ny sortering. For den andre gruppa ble det gjennomført MTS-test etter baselinetrening, og deretter en sorteringstest før ny MTS-test. Resultatene viste at det var fire deltakere som hadde korrekte sorteringer, men som ikke responderte korrekt i MTS-testen. Det var altså flere forekomster av korrekt sortering enn korrekt responsering i MTS-test. Arntzen et al. (2017) diskuterer resultatene

og foreslår ulike muligheter til hvorfor klassene framkommer i sortering, men ikke i MTS-test. Eksperimentet viste uansett at sortering kan brukes for å dokumentere umiddelbar emergens av stimulusklassene som var inkludert i designen.

Rustad Bevolden og Arntzen (2018) fulgte opp med en systematisk replikasjon av Arntzen et al. (2017) ved å undersøke samsvaret mellom MTS-test og sortering når de endret treningsstruktur fra LS til *many-to-one* (MTO). MTO innebærer at man trener relasjonene $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $A \rightarrow D$ osv. MTO er en treningsstruktur som er mer effektiv enn LS når det gjelder å etablere betingede relasjoner. Rustad Bevolden og Arntzen (2018) undersøkte derfor samsvaret mellom MTS og sortering under betingelser hvor det er flere deltakere som etablerer de betingede relasjonene enn i de foregående studiene. Slik dokumenteres i så fall at det ikke er det lave antallet av deltakere som etablerer de betingede relasjonene som forklarer at de også har sortert korrekt. Utover å replikere resultatene fra Arntzen et al. (2017) så gjennomførte de to sorteringstester i hver sorteringstestfase for å undersøke hvorvidt «stimulusklassene i sorteringstesten var løsere definert enn ekvivalensklassene i MTS testene» (Rustad Bevolden & Arntzen, 2018, s. 128).

I studien rapporterer forfatterne 100 % sammenheng mellom MTS-testene og sorteringstestene. I tillegg viste de at det var 88 % samsvar mellom testblokkene i sorteringstestene. Resultatene fra studien viser at samsvarene mellom MTS-testene og sorteringstesten er robuste selv når det er et høyt antall deltakere som etablerer de eksperimentatordefinerte betingede relasjonene.

Fordeler med bruk av sorteringstest

Det som framstår som den største fordelene med sortering framfor *matching-to-sample* når man dokumenterer ekvivalensklasser er at sortering tar mye kortere tid å gjennomføre (Arntzen et al., 2017; Arntzen et al., 2015; Fields et al., 2014; Fields et al., 2012). En sorteringstest tar en tiendedel av

den tiden det tar å gjennomføre en MTS-test (Arntzen et al., 2015), og er dermed vesentlig mer tids- og kostnadseffektivt (Arntzen et al., 2017). Dersom sortering kan brukes til å dokumentere emergens av ekvivalensklasser så vil effektiviteten ha stor verdi særlig i anvendte sammenhenger. Dymond og Rehfeldt (2001) mener at alternative måter å undersøke ekvivalens på kan være ønskelig fra den anvendte delen av atferdsanalyse, og at stimulusortering deler mange karakteristika med tradisjonelle måter å undersøke inndeling av klasser.

Sigurdardottir et al. (2012) mener at deres bruk av sortering styrket eksperimentets ytre validitet ettersom de testet for ekvivalens i et annet format. I tillegg skriver Fields et al. (2012) at sortering muligens er mer sensitivt i undersøkelsen av klasseinndeling enn det en tradisjonell MTS-test er. Påstanden støttes i Fields et al. (2014) som viste at sortering også dokumenterte fravær av klasser, nærvær av deltakerdefinerte klasser, i tillegg til eksperimentatordefinerte klasser. Arntzen, Granmo, og Fields (2017) viser også at sortering dokumenterer sub-optimale klasser. Sub-optimale klasser vil si at noen eksperimentator-definerte klasser er intakte i sorteringstesten, men ikke alle klassene.

Sorteringsdataene er lettere å tolke enn MTS-data når disse klassene forekommer (Arntzen et al., 2017; Fields et al., 2014). Ettersom noen typer sorteringstester ikke krever at stimuliene er plassert på en bestemt måte i forhold til hverandre så kan sortering kunne tilføre ytterligere informasjon om hvordan stimuliene relaterer til hverandre i en ekvivalensklasse (Arntzen et al., 2017).

Begrensninger

Studiene fram til nå viser at det er høyt samsvar mellom sortering og MTS. Allikevel viser det seg at det ikke nødvendigvis er 100% samsvar (cf., Arntzen et al., 2017; Fields et al., 2014). Det er viktig å påpeke at forholdet mellom resultatene på MTS tester og sorteringstester er at de som skårer i henhold til ekvivalens på MTS testene

også gjør det på sorteringstestene, men det er altså ikke alltid at de som skårer i henhold til de eksperimentatordefinerte klassene på sorteringstestene viser ekvivalens på MTS testene. Fields et al. (2014) diskuterte at dette mønsteret kan skyldes at sortering er mer sensitivt, og kanskje mest når det gjelder styrken på relasjonene. Sortering i seg selv involverer kun test av nærværet til noen få relasjoner i en ekvivalensklasse (Arntzen et al., 2015), så selv om sortering indikerer ekvivalensklasser så undersøker den ikke emergens av klassebaserte relasjoner. For hver stimulus deltakeren sorterer i en klasse, så er det en stimulus mindre å sortere. Det vil si at sorteringen ikke gir anledning til å teste for alle emergente relasjoner (Arntzen et al., 2017).

Den utfordringen med sortering er nødvendigvis ikke et problem med sortering i seg selv. Dersom man tar utgangspunkt i egenskapene til ekvivalens, beskrevet i den matematiske teorien, så kontrollerer ikke sortering for alle egenskapene. Hvor mange ganger man må vise samsvar mellom test-typene for å validere sortering som test-format er et konseptuelt spørsmål. Dataene er til stede, men foreløpig kan man ikke si at sortering dokumenterer ekvivalensklasser, så er det da begrepsapparatet som er mangelfullt?

Konseptuelle utfordringer

Stimulusekvivalens er som nevnt definert med egenskapene refleksivitet, symmetri og transitivitet, etter matematisk mengdeteori. Begrepsapparatet har allerede blitt kritisert av for eksempel Tonnau (2001) som mener at å bringe inn mengdeteori bare forstyrrer definisjonen av funksjonell ekvivalens. Han mener at å tillegge matematisk ekvivalens inn i definisjonen ikke forklarer funksjonell ekvivalens noe bedre - det tillegges heller to konsepter inn i en definisjon.

Vaughan (1988) skriver at partisjonering antyder ekvivalensrelasjoner, men Tonnau (2001) setter spørsmålsteget ved dette.

Tonnau (2001) hevder at i matematikk defineres partisjonering som en samling av klasser hvor hvert sett faller i kun én klasse. Sidman (1994) mener derimot at ifølge de matematiske teoriene, så er partisjonering eller oppdeling av stimulusklasser noe av grunnlaget for definisjonene av stimulusekvivalens. Denne partisjoneringen slik som i sorteringstestene, slik det er utført til nå, kontrollerer ikke for egenskapene som definerer stimulusekvivalens på samme måte som ved MTS testing. Som nevnt over fordrer definisjonen av en funksjonell klasse at overføring av funksjoner mellom medlemmene må foregå for klassen skal være en funksjonell klasse. Det vil si at en endring i og for en stimulus må påvirke resten av medlemmene i klassen.

Den sannsynlige forklaringen på samsvaret mellom resultatene fra MTS-tester og sorteringstester er at klassene som vises i de ulike testene er de samme klassene. Problemet med forklaringen er at stimulusekvivalens defineres ved at man har testet for de matematisk definerte relasjonene, men at sortering ikke tester for alle relasjonene. Sortering dokumenterer så langt kun inndeling av arbitrære stimulusklasser. Inndelingen av klassene er et produkt av MTS-prosedyren, så studiene støtter oppunder at ekvivalensklasser er uavhengige av testformat.

Per i dag er ikke nåværende forklaring omfattende nok til at det kan favne produkter av matching-to-sample som er testet utenfor MTS-formatet. Sortering kan i så fall bare dokumentere inndeling av klasser, og være et tillegg til MTS. Sortering produserer respondering som ikke dekkes av betinget diskriminasjon i seg selv, men som Sidman (1994) påpeker: elementer som er inkludert i en partisjonert klasse, må være relatert ved ekvivalens. Dermed støtter sorteringsdataene Sidmans påstand empirisk ved at dokumentasjon av klasseinndeling samsvarer såpass høyt med MTS. Konseptualiseringen av ekvivalens er data-drevet (Sidman, 1994), og sortering samsvarer med

ekvivalens. Det kan godt hende dataene kun peker på partisjonering, som indikerer at klassene er ekvivalensklasser.

Flere eksperimenter viser emergens i tråd med ekvivalens selv om egenskapene i definisjonen av stimulusekvivalens (e.g., Sidman & Tailby, 1982) ikke direkte testes for. Derfor foreslår Pilgrim (2016) en mulighet for at definisjonen av ekvivalens bør utvides til også å inkludere emergente relasjoner som er forbundet med hverandre.

Videre forskning

Det ser ut til at det er behov for mer data av sorteringstester som dokumenterer emergens av ekvivalensklasser. Sorteringstest umiddelbart etter trening av betingede diskriminasjoner vil i utgangspunktet ikke gi svar på om den partisjoneringen tilfredsstillende definisjonen av stimulusekvivalens, men dersom MTS-testen etter sorteringen samsvarer med sorteringen så vil det kunne være tilstrekkelig for å dokumentere dannelsen av ekvivalensklasser (Fields et al, 2014), slik det ble gjort i Arntzen et al. (2015) og Arntzen et al., (2017).

Fields et al. (2014) foreslår at ved et positivt resultat på sorteringstest, så kan ytterligere sorteringstester avgjøre hvorvidt sorteringen dokumenterer de egenskapene man ser etter ved ekvivalens. I tillegg vil suksessive sorteringer være nødvendig for å vise replikasjon innen-deltaker. Ettersom sortering ikke dokumenterer nærværet av alle de deriverte relasjonene så kan man ikke konkludere definitivt med at sorteringstesten dokumenterer en ekvivalensklasse. Ved å trene en ny stimulus til de andre medlemmene som allerede har vært gjenstand for sortering (i.e., klasseekspandering), og deretter se på generalisering innen klassene og diskriminering mellom klassene, så vil man oppfylle resten av definisjonen av ekvivalensklasser. Dersom generaliseringen og diskrimineringen forekommer, kan man nært opptil konkludere med at sortering dokumenterer ekvivalensklasser.

Konklusjon

Siden Sidmans (1971) klassiske studie har stimulusekvivalens vokst frem og vært et fremtredende forskningsfelt innenfor atferdsanalyse (Arntzen, 2012). Forskning innen stimulusekvivalens beskriver hvordan stimuli som i utgangspunktet er arbitrært relatert til hverandre gjennom trening og testing kan bli gjensidig utskiftbare (Green & Saunders, 1998) og som strengt tatt betyr at stimuliene innen en klasse betyr det samme for individet. Sagt på en annen måte kan stimuli som inngår i samme stimulusklasse kontrollere samme responsklasse, på tross av at relasjonen mellom stimuliene i utgangspunktet var arbitrære. Hovedtyngden av forskning på stimulusekvivalens har vært grunnforskning, og betinget diskriminasjon i et matching-to-sample (MTS) format de vanligste trenings- og testprosedyrene. De siste årene har sortering blitt undersøkt som et alternativt testformat. Arntzen, Granmo, og Fields (2017) skriver blant annet at sortering viser klasseinndeling av stimuli som har vært gjennom betinget diskriminasjonstrening i MTS format. Dersom man legger forutsetningen for stimulusekvivalens i testing av egenskapene definert som refleksivitet, symmetri, transitivitet, så vet man ikke med sikkerhet om denne klasseinndelingen som vises i sorteringstestene faktisk dokumenterer stimulusekvivalensklasser. Derimot har data vist at det er høyt samsvar mellom MTS og sortering (cf., Arntzen, Granmo, & Fields, 2017).

Referanser

Arntzen, E. (2004). Probability of equivalence formation: familiar stimuli and training sequence. *The Psychological Record, 54*, 275–291.

Arntzen, E. (2010) Om stimulusekvivalens. I S. Eikeseth, & F. Svardal (Red.), *Atferdsanalyse: Teori og Praksis* (s. 100–138). Oslo: Gyldendal akademisk.

Arntzen, E. (2012). Training and testing

parameters in formation of stimulus equivalence: Methodological issues. *European Journal of Behavior Analysis, 13*, 123–135. Hentet fra: <https://doi.org/10.1080/15021149.2012.11434412>

Arntzen, E., Granmo, S., & Fields, L. (2017). The relation between sorting tests and matching-to-sample tests in the formation of equivalence classes. *The Psychological Record, 67*, 81–96. doi: 10.1007/s40732-016-0209-9

Arntzen, E., Nartey, R. K., & Fields, L. (2014). Identity and delay functions of meaningful stimuli: Enhanced Equivalence Class Formation. *The Psychological Record, 64*, 349–360. doi:10.1007/s40732-014-0066-3

Arntzen, E., Norbom, A., & Fields, L. (2015). Sorting: An alternative measure of class formation? *The Psychological Record, 65*, 615–625. doi:10.1007/s40732-015-0132-5.

Catania, A. C. (1992). *Learning* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Catania, A. C. (2013). *Learning* (5th ed.). Cornwall-on-Hudson, N.Y: Sloan Publishing.

Cowley, B. J., Green, G., & Braunling-McMorrow, D. (1992). Using stimulus equivalence procedures to teach name-face matching to adults with brain injuries. *Journal of Applied Behavior Analysis, 25*, 461–475.

Dickins, D. W. (2015). A simpler route to stimulus equivalence? A replication and further exploration of a "simple discrimination training procedure" (Canovas, Debert and Pilgrim 2014). *The Psychological Record, 65*, 637–547. doi:10.1007/s40732-015-0134-3.

Donahoe, J. W., & Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior* (V. P. Dorsel Red.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Dougher, M. J., & Markham, M. R. (1996). Stimulus classes and the untrained acquisition of stimulus functions. I T. R. Zentall & P. M. Smeets (Red.), *Stimulus*

- class formation in humans and animals* (s. 137–152). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Dube, W. V., McDonald, S. J., & Mellvane, W. J. (1991). A note on the relationship between equivalence classes and functional stimulus classes. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, *9*, 7–11.
- Dymond, S., & Rehfeldt, R. A. (2001). Supplemental measures and derived stimulus relations. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, *19*, 8–12.
- Eilifsen, C., & Arntzen, E. (2009). On the role of trial types in tests for stimulus equivalence. *European Journal of Behavior Analysis*, *10*, 187–202. Hentet fra: <https://doi.org/10.1080/15021149.2009.11434318>
- Eilifsen, C., & Arntzen, E. (2011). Single-subject withdrawal designs in delayed matching-to-sample procedures. *European Journal of Behavior Analysis*, *12*, 152–172. Hentet fra: <https://doi.org/10.1080/15021149.2011.11434361>
- Fields, L., Arntzen, E., & Moksness, M. (2014). Stimulus Sorting: A quick and sensitive index of equivalence class formation. *The Psychological Record*, *64*, 487–498. doi:10.1007/s40732-014-0034-y.
- Fields, L., Arntzen, E., Narthey, R. K., & Eilifsen, C. (2012). Effects of a meaningful, a discriminative, and a meaningless stimulus on equivalence class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *97*, 163–181. doi: 10.1901/jeab.2012.97-163.
- Fields, L., & Reeve, K. F. (2001). A methodological integration of generalized equivalence classes, natural categories, and cross-modal perception. *The Psychological Record*, *51*, 67–87.
- Fienup, D. M., & Dixon, M. R. (2006). Acquisition and maintenance of visual-visual and visual-olfactory equivalence classes. *European Journal of Behavior Analysis*, *6*, 87–98.
- Goldiamond, I. (1962). Perception. I A. J. Bacharach (Red.), *Experimental Foundations of clinical psychology* (s. 280–340). New York: Basic Books.
- Green, G. (1990). Differences in development of visual and auditory-visual equivalence relations. *American Journal of Mental Deficiency*, *95*, 260–270.
- Green, G., & Saunders, R. R. (1998). Stimulus equivalence. I K. A. Lattal, & M. Perone (Red.), *Handbook of research methods in human operant behavior* (s. 229–262). New York: Plenum.
- Hayes, S. C. (1989). Nonhumans have not yet shown stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *51*, 385–392.
- Hove, O. (2003). Differential probability of equivalence class formation following a one-to-many versus a many-to-one training structure. *The Psychological Record*, *53*, 617–634.
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of psychology: A systematic text in the science of behavior*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Mackay, H. A., & Sidman, M. (1984). Teaching new behavior via equivalence relations. I P. H. Brooks, R. Sperber, & C. McCauley (Red.), *Learning and cognition in the mentally retarded* (s. 493–513). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Narthey, R. K., Arntzen, E., & Fields, L. (2014). Two discriminative functions of meaningful stimuli that enhance equivalence class formation. *The Psychological Record*, *64*, 777–789. doi: 10.1007/s40732-014-0072-5
- Nedelcu, R. I., Fields, L., & Arntzen, E. (2015). Conditional discriminative functions of meaningful stimuli and enhanced equivalence class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *103*, 349–360. doi: 10.1002/jeab.141.
- Pierce, W. D., & Cheney, C. D. (2017). *Behavior analysis and learning* (6th ed.). New York: Routledge.

- Pilgrim, C. (2016). Considering definitions of stimulus equivalence. *European Journal of Behavior Analysis*, 17(1), 105–114. doi: 10.1080/15021149.2016.1156312
- Rosch, E. (1975). Cognitive representation of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192–233.
- Rosch, E., & Mervis, C. B. (1977). Children's sorting: A reinterpretation based on the nature of abstraction in natural categories. I R. C. Smart & M. S. Smart (Red.), *Readings in child development and relationships* (2. utg., s. 140–148). New York, NY: MacMillan.
- Rustad Bevolden, K., & Arntzen, E. (2018). Hvor robust er samsvaret mellom respondering på *matching-to-sample* tester og sorteringstester? *Norsk Tidsskrift for Atferdsanalyse*, 45, s. 125–142. Hentet fra: <http://www.nta.atferd.no/journalissue.aspx?IdDocument=729>
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 5–13.
- Sidman, M. (1992). Equivalence relations: Some basic considerations. I S. C. Hayes & L. J. Hayes (Red.), *Understanding Verbal Relations: the second and third International Institute on Verbal Relations* (s. 15–27). Reno, Nevada: Context.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston: Authors Cooperative.
- Sidman, M., Kirk, B., & Willson-Morris, M. (1985). Six-member stimulus classes generated by conditional-discrimination procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 21–42. <https://doi.org/10.1901/jeab.1985.43-21>
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5–22.
- Sidman, M., Wynne, C. K., Maguire, R. W., & Barnes, T. (1989). Functional classes and equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 261–274. doi: 10.1901/jeab.1989.52-261
- Sigurdardottir, Z. G., Mackay, H. A., & Green, G. (2012). Stimulus equivalence, generalization, and contextual stimulus control in verbal classes. *The Analysis of Verbal Behavior*, 28, 3–29. Hentet fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3363409/>
- Skinner, B. F. (1935). The generic nature of the concepts of stimulus and response. *Journal of General Psychology*, 5, 427–458.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Cenutry-Crofts inc.
- Smeets, P. M., & Barnes-Holmes, D. (2005). Auditory-visual and visual-visual equivalence relations in children. *The Psychological Record*, 55, 483–503.
- Smeets, P. M., Dymond, S., & Barnes-Holmes, D. (2000). Instructions, stimulus equivalence, and stimulus sorting: Effects of sequential testing arrangements and a default option. *The Psychological Record*, 50, 339–354.
- Teigen, K. H. (2011) Tekning. I F. Svartdal (Red.), *Psykologi; En introduksjon* (s. 119–132). Oslo: Gyldendal akademisk
- Tonnau, F. (2001). Equivalence relations: A critical analysis. *European Journal of Behavior Analysis*, 2, 1–33. doi: 10.1080/15021149.2001.11434165.
- Varelas, A., & Fields, L. (2017). Equivalence based instruction by group based clicker training and sorting tests. *The Psychological Record*, 67, 71–80. doi: 10.1007/s40732-016-0208-x
- Vaughan, W. (1988). Formation of equivalence sets in pigeons. *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 14, 36–42. doi: 10.1037/0097-7403.14.

On Emergent Relations and Possible Consequences for the Stimulus Class Term

Anders Dechsling^{1,2} and Erik Arntzen¹

¹OsloMet – Oslo Metropolitan University and ²Østfold University College

Matching-to-sample (MTS) procedures are frequently used in training necessary conditional discriminations and testing for stimulus equivalence classes. MTS is highly suitable to document the properties of stimulus equivalence. Sorting tests are used within research on the partitioning of stimulus classes and the performance on sorting tests shown to have a high correspondence with outcome on MTS tests. This correspondence suggests that sorting tests and MTS tests document the same classes. However, the sorting tests do not document the properties defining stimulus equivalence classes. The different terms describing stimulus classes and the usage of sorting in stimulus equivalence research are described and discussed.

Key words: Stimulus equivalence, stimulus classes, functional classes, equivalence classes, sorting.