

Efekt serijalne pozicije u vidnomu radnom pamćenju

Domagoj Švegar, Dražen Domijan
Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Sažetak

U istraživanju su ispitivani efekti serijalne pozicije u vidnomu radnom pamćenju. Provedena su tri eksperimenta u kojima je varirano vrijeme retencije i broj objekata (crta različitih po boji, položaju i/ili duljini) koje je trebalo pamtit. Korišten je postupak detekcije promjene te je analizirana točnost odgovora ispitanika i brzina odgovaranja. U svakom eksperimentu je sudjelovalo 14 studenata prve godine studija psihologije na Filozofskom fakultetu u Rijeci. Utvrđeno je da se neovisno o broju čestica u nizu najbolje pamti posljednja prezentirana čestica ako je interval retencije malen (900 ms). Povećanjem intervala retencije (na 6250 ms) gubi se efekt recentnosti i svaka od čestica ima podjednaku vjerojatnost da će biti upamćena, bez obzira na serijalnu poziciju. Rezultati se mogu objasniti teorijom radnog pamćenja OSCAR koju su predložili Brown, Hulme i Preece (2000), odnosno komponentom te teorije koja se odnosi na kontekstualno preklapanje. Provedeno istraživanje predstavlja empirijsku potvrdu da se OSCAR može generalizirati i na vidno radno pamćenje.

Cljučne riječi: pažnja, radno pamćenje, serijalni efekti, sljepoća za promjene, vid

UVOD

Baddeley (1986) kratkoročno pamćenje dijeli na dva zasebna podsustava – za verbalne i za vidne informacije. On je pretpostavio model vidnoga radnog pamćenja sa skupom specijaliziranih privremenih skladišta u kojima se informacije zadržavaju dok njima manipulira centralni izvršni sustav koji radi na nekomu relevantnom zadatku. Centralni izvršni sustav aktivno regulira distribuciju ograničenih resursa pozornosti i koordinira informacije u skladištima (Baddeley,

✉ Dražen Domijan, Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Omladinska 14, 51000 Rijeka. E-mail: dsvegar@ffri.hr ili ddomijan@ffri.hr

Prikazani rezultati proizašli su iz znanstvenog projekta *Neuronsko modeliranje i bihevioralno testiranje vidne percepcije i kognicije* (009-0362214-0818), provedenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske

1992). Model je potvrđen u studijama oslikavanja mozga i istraživanjima nad pacijentima sa selektivnim lezijama mozga (npr. Della Sala i Logie, 1993; Smith i Jonides, 1997, 1998), a postoje potvrde i da se vidno radno pamćenje dalje dijeli na područja specijalizirana za informacije o objektima i područja za spacijalne informacije (Courtney, Ungerleider, Keil i Haxby, 1996; McCarthy, Puce, Constable, Krystal, Gore, i Goldman-Rakic, 1996).

Radno se pamćenje odnosi na privremene reprezentacije upravo doživljenih informacija ili informacija koje se dozivaju iz dugoročnog pamćenja. Vidno radno pamćenje razlikuje se od senzornoga vidnog pamćenja koje se još naziva ikoničkim pamćenjem. Kapacitet je vidnoga radnog pamćenja jako ograničen, ali informacije se u njemu mogu čuvati nekoliko sekundi, dok se u ikoničkom održavaju maksimalno do 500 milisekundi. Osim toga, informacije u radnom pamćenju su za razliku od ikoničkog pamćenja otporne na maskiranje i promjenu lokacije na retini (Pashler, 1988). Prvi pokušaj da se ispita kapacitet vidnoga radnog pamćenja napravio je Phillips (1974) koristeći eksperimentalnu paradigmu "detekcije promjene" (*change detection*). U tom se postupku ispitaniku u kratkom vremenskom razmaku sukcesivno prezentiraju dvije verzije istog prizora, koje se razlikuju u nekom detalju. Ponekad je potrebno i desetak pokušaja da ispitanik uoči tu promjenu, čak i kada se radi o velikom objektu (Simons i Levin, 1997). Objekti se mogu pojavljivati i nestajati, mijenjati boju ili lokaciju, a da opažači ne vide promjenu. Phillips (1974) je tahistoskopski prezentirao skup točkica, nakon čega je slijedio interval retencije (bijeli ekran), a nakon njega drugi skup točkica, koji je bio ili identičan prvom ili se od njega razlikovao po položaju jedne od točkica. Kod kratkih intervala između prve i druge slike (do 250 milisekundi) točnost je bila visoka, čak i kod slika s vrlo velikim brojem točkica. Međutim, kod duljih intervala retencije, točnost je opadala u funkciji porasta broja točkica na slici. Ovi su rezultati ukazali na razlike između ikoničkog pamćenja čiji je kapacitet velik, a trajanje kratko, i vidnoga radnog pamćenja koje je dugotrajnije, ali po kapacitetu ograničeno.

Broadbent i Broadbent (1981) su zaključili da je kapacitet vidnoga radnog pamćenja limintiran na samo jednu česticu. Njihovo su stajalište preispitali Walker, Hitch i Duroe (1993), koji su proveli nekoliko eksperimenata u kojima su ispitivali pamćenje lokacija. Na četiri unaprijed određene, uvijek jednake lokacije na ekranu (jedna pored druge), sukcesivno su prezentirali četiri različita besmislena oblika, različitim redoslijedom. Ispitanici su bolje pamtili u situaciji kada su podražaji unutar istog pokušaja bili međusobno različiti, nego kada su bili slični, a u oba su uvjeta najbolje pamtili lokaciju posljednjeg podražaja. Budući da je točnost odgovaranja i za preostale serijalne pozicije također bila veća od one koja bi se ostvarila slučajnim pogađanjem, autori su zaključili da kapacitet vidnoga radnog pamćenja nije ograničen na samo jednu česticu.

Luck i Vogel (1997) su koristeći paradigmu sličnu Phillipsovoj (1974) pokušali preciznije procijeniti kapacitet vidnoga radnog pamćenja za jednostavne objekte.

Ispitanicima su prezentirali dva seta podražaja razdvojena kratkom prezentacijom praznoga bijelog ekrana (u trajanju od 900 ms). Broj i lokacija podražaja bili su uvijek jednaki u oba seta unutar jednog pokušaja, a varirali su kroz eksperimentalne uvjete (od 1 do 16 podražaja). Drugi set podražaja bio je ili identičan prvome, ili se od njega razlikovao u jednom obilježju jednog od podražaja, na primjer, u boji. Kao podražaje koristili su kvadrate različitih boja i crte različitih boja i položaja, a prvi set podražaja prezentirali su u trajanju od 100 ms. Ispitanici su trebali odgovoriti razlikuje li se drugi set podražaja od prvog ili ne. Rezultati su pokazali da kapacitet vidnoga radnog pamćenja iznosi tri do četiri čestice a ne samo jednu česticu kako se prije mislilo. Slični rezultati dobiveni su i u drugim istraživanjima (Alvarez i Cavanagh, 2004; Vogel, Woodman i Luck, 2001; Wheeler i Treisman, 2002).

Međutim, za potpunije razumijevanje vidnoga radnog pamćenja nije dovoljno samo ustanoviti njegov kapacitet, već je potrebno i utvrditi kako uspješnost pamćenja ovisi o poziciji čestica u nizu. Drugim riječima, zanimljivo bi bilo ispitati postoje li serijalni efekti i u vidnomu radnom pamćenju. Sve teorije koje se bave pitanjem serijalnih efekata nastoje objasniti istraživanja u području verbalnoga radnog pamćenja. Henson (1998) je teorije o serijalnim efektima u radnom pamćenju podijelio u tri osnovne skupine: teorije ulančavanja, ordinalne teorije i pozicijske teorije.

Prema teorijama ulančavanja, poredak se pohranjuje putem lanca asocijacija između sukcesivnih podražaja. To je ideja koja datira još od Ebbinghausa i teorije podražaja – odgovora, prema kojoj svaka prethodna čestica služi kao znak za dosjećanje sljedećoj čestici u nizu. Ako više čestica ima isti znak za dosjećanje, a to se događa kada se u nizu isti podražaj ponavlja, teorija ulančavanja pretpostavlja da će tada doći do više pogrešaka u dosjećanju. Kasniji modeli neuralnih mreža (npr. Elmanov, 1990) predlažu da skup prethodnih čestica služi kao znak za dosjećanje sljedećeg podražaja, i tako rješavaju navedeni problem, ali samo djelomično. Ovu skupinu modela Henson (1998) ocjenjuje kao najlošiju.

U ordinalnim modelima, pamćenje poretka ovisi o snazi čestica, odnosno o jačini aktivacije njihovih reprezentacija (Domijan, 2003; Grossberg, 1978; Norris, Page i Baddeley, 1995; Page i Norris, 1998). Takve teorije ne pretpostavljaju eksplicitno kodiranje serijalne pozicije i to je glavna značajka po kojoj se razlikuju od pozicijskih, koje čine posljednju skupinu.

Pozicijske teorije, koje se s obzirom na objašnjavanje kodiranja dalje dijele na apsolutne, relativne i temporalne modele, pretpostavljaju da se svaki podražaj kodira i pohranjuje u zasebno mjesto u memoriji (Henson, 1999). Burgess i Hitch (1992) su predložili model apsolutnog kodiranja serijalne pozicije u kojem se čestice asociiraju sa svojim serijalnim pozicijama neovisno o vremenu prezentiranja, odnosno, neovisno o brzini prezentacije niza i intervalima između čestica. Dakle, čestice se asociiraju s njihovim apsolutnim serijalnim pozicijama u odnosu na početak niza, dok relativno kodiranje pozicije podrazumijeva kodiranje čestica u odnosu i na početak i na kraj niza. Henson (1998) je predložio model relativnog

kodiranja nazvan početak – kraj (*start – end*) model u kojem pretpostavlja postojanje dva markera. Prvi od njih je najjači na početku niza i slabi prema kraju niza, a drugi marker je na početku slab, a na kraju niza je najjači. Takvo je kodiranje istovremeno osjetljivo na ordinalnu poziciju, ali i na duljinu niza.

Teoretičari modela temporalnog kodiranja pozicije (Brown i sur., 1999, 2000) pretpostavljaju da se svaka čestica asocira s vremenom pojavljivanja u odnosu na početak sekvence, a ne nužno s rednom pozicijom u nizu. Redosljed čestica se kasnije rekonstruira pomoću unutarnjih oscilatora. Model je nazvan OSCAR (*Oscillator-based associative recall*). U tom se modelu sukcesivno prezentirani podražaji asociraju sa sukcesivnim stanjima dinamičkog konteksta učenja, a ta stanja kasnije služe kao ključevi za dosjećanje podražaja. Temeljna pretpostavka ovog modela je sljedeća: vektor koji reprezentira kontekst učenja je intrinzično dinamičan – mijenja se tijekom prezentacije podražaja unutar jednog niza i različit je za svaki od sukcesivno prezentiranih podražaja. Vektor dinamičkog konteksta učenja formira se kombiniranjem oscilatora koji sinusoidalno variraju kroz vrijeme različitim brzinama. Promjena izlaznih vrijednosti tih oscilatora uzrokuje promjenu u vektoru konteksta učenja kroz vrijeme. Posljedica učenja niza sukcesivno prezentiranih podražaja je formiranje seta asocijacija između vektora koji reprezentiraju podražaje i vektora koji se odnose na sukcesivna stanja konteksta učenja, u vrijeme kada je prezentiran određeni podražaj. Dosjećanje niza podražaja odvija se na način da se sukcesivno stanje konteksta učenja koristi kao znak za dosjećanje za serijalnu poziciju podražaja s kojom je određeni kontekst učenja tokom učenja asociran. Ovaj model na prvi pogled djeluje ograničeno, jer dosjećanje niza podražaja nije moguće bez dosjećanja niza konteksta učenja s kojim je niz podražaja asociran. Drugim riječima, problem učenja serijalne liste podražaja prividno se samo prebacuje na učenje serijalne liste konteksta učenja. Zbog toga je ključna postavka ovog modela da vektor konteksta učenja ima intrinzičnu dinamiku, jer se njegova kasnija sukcesivna stanja u tom slučaju mogu rekonstruirati na temelju poznavanja njegovoga inicijalnog stanja. Dakle, da bi bilo moguće dosjećanje čitave sekvence, dovoljno je zapamtiti samo inicijalno stanje vektora konteksta učenja, zato što je on određen izlaznim vrijednostima (*outputima*) skupa oscilatora koji imaju svoju vlastitu intrinzičnu dinamiku otpornu na vanjske utjecaje. OSCAR - model pretpostavlja postojanje više takvih sustava oscilatora – kod nekih se izlazni signal mijenja brzo, a kod drugih sporo varira kroz vrijeme.

Radi lakšeg razumijevanja modela, njegovi su autori izložili vrlo pojednostavljenu, ali ilustrativnu analogiju sa satom na kazaljke. Vrijeme koje prikazuje sat analogno je vektoru konteksta učenja, a njegove kazaljke predstavljaju oscilatore različitih frekvencija koji se kombiniraju i stvaraju signal konteksta učenja. Kazaljka koja pokazuje sekunde je najbrži oscilator. Prema tome, ona dobro diskriminira podražaje prezentirane u kratkim vremenskim razmacima; međutim, ona se često ponavlja pa ne može diskriminirati podražaje koji su vremenski

međusobno više udaljeni. Takav brzi oscilator, odnosno, kazaljka koja označava sekunde, dobro će diskriminirati dva podražaja od kojih se jedan dogodio prije 15, a drugi prije 30 sekundi, ali neće uopće moći razlikovati dva podražaja od kojih se jedan dogodio prije 5, a drugi prije 65, 125 ili npr. 605 sekundi. Najsporiji oscilator, to jest, kazaljka koja označava sate, rijetko se ponavlja i stoga omogućava diskriminaciju podražaja koji su vremenski udaljeniji (npr. 2 sata, 5 sati, itd.), ali ne može razlikovati podražaje koji su prezentirani u kratkom vremenskom razmaku.

Cilj je istraživanja bio ispitati efekte serijalne pozicije u vidnomu radnom pamćenju i provjeriti mogućnost generalizacije teorijskih modela verbalnoga radnog pamćenja i na vidno radno pamćenje. Drugim riječima, željelo se provjeriti koji od opisanih modela najbolje objašnjava rezultate o zapamćivanju serijalno prezentiranih vidnih informacija. Provedena su tri eksperimenta u kojima je manipulirano duljinom niza koji treba pamtit i intervalom retencije. U prvom smo eksperimentu koristili nizove od četiri podražaja, s kratkim intervalom retencije. Kratki interval retencije trebao bi, po analogiji, s verbalnim radnim pamćenjem dovesti do pojave efekta primarnosti (Page i Norris, 1998). Koristili smo četiri objekta jer se u prethodnim istraživanjima pokazalo da je to otprilike kapacitet vidnoga radnog pamćenja (Luck i Vogel, 1997). Dakle, nismo htjeli da kapacitet interferira s efektima serijalne pozicije. U druga smo dva eksperimenta zadatak otežali. U Eksperimentu 2 smo povećali duljinu niza na šest podražaja, uz nepromijenjen interval retencije. Cilj ovog eksperimenta je provjeriti što se zbiva sa serijalnim efektima kada broj objekata prelazi kapacitet vidnoga radnog pamćenja od četiri objekta. U Eksperimentu 3 smo koristili nizove s četiri podražaja, ali smo povećali interval retencije. Time smo željeli provjeriti hoće li doći do promjene u serijalnim efektima, odnosno do pojave efekta recentnosti kao kod verbalnog pamćenja gdje duži intervali retencije rezultiraju s boljim pamćenjem elemenata koji su prezentirani na kraju liste (Brown i sur., 1999; 2000; Henson, 1998).

Eksperiment 1

METODA

Ispitanici

U eksperimentu je sudjelovalo 14 ispitanika, 2 studenta i 12 studentica prve godine studija psihologije na Filozofskom fakultetu u Rijeci, u rasponu dobi od 18 do 24 godine. Svi su ispitanici izjavili da nemaju problema s vidom, ili da uz korekciju (naočale ili leće) vide normalno. Također, nitko od njih nema problema u razlikovanju boja. Za sudjelovanje u istraživanju ispitanici su dobili eksperimentalne sate.

Instrumenti

Podražaji su prezentirani na 17-inčnom monitoru rezolucije 1024x768. Zadavanje podražaja i bilježenje odgovora kontroliralo je računalo Dell Pentium 4. Kao podražaje koristili smo crte različitih duljina (duga i kratka), različitih boja (crvena, plava i zelena) i različitih položaja (horizontalna (0°), kosa (45° i 135°), vertikalna (90°)). Ukupno je u istraživanju korišteno 24 različitih crta. Dimenzije duljih crta iznosile 1.83° x 0.11°, a kraćih 0.92° x 0.11°, izraženo u stupnjevima vidnog kuta. Kao maska je korišten crni kvadrat dimenzija 1.72° x 1.72°, a kao usmjerivač pažnje bijeli kvadrat dimenzija 1.72° x 1.72°, crnih rubova debljine 0.05°.

Postupak

Eksperiment je proveden individualno i trajao je oko 40 minuta. Ispitanicima je s udaljenosti od 100 cm prezentirano 176 nizova podražaja, od čega je 16 bilo za vježbu, a analizama je obuhvaćeno 160 eksperimentalnih pokušaja. Svi su ispitanici prolazili kroz iste pokušaje, ali različitim redoslijedom, koji je bio određen po slučaju. Eksperimentalni pokušaji bili su raspoređeni u 8 blokova od 20 pokušaja. Ti su blokovi bili odijeljeni kratkim pauzama (u trajanju od 1 min), a nakon četvrtog bloka ispitanicima je data pauza od pet minuta.

U svakom su pokušaju sukcesivno prezentirane četiri različite crte u trajanju od 200 ms za svaku. Svaka od te četiri crte prikazana je na jednoj od šest mogućih lokacija na ekranu. Susjedne su lokacije međusobno i od središta ekrana bile udaljene 2.29° vidnog kuta. Unutar svakog od pokušaja lokacije crta su određene po slučaju, uz uvjet da dvije ili više crta nisu mogle biti prezentirane na istoj lokaciji. Kako bi bila osigurana jednaka količina pažnje za svaki od podražaja, crtama je uvijek prethodio usmjerivač pažnje u trajanju od 250 ms, a slijedila ih je maska, također u trajanju od 250 ms. Nakon prezentacije četvrte crte i maske na njezinoj lokaciji, crni kvadrat dimenzija istih kao i maska prezentiran je u centru ekrana u trajanju od 650 ms. Njegova svrha je bila prostorno preusmjeravanje pažnje s lokacije posljednjeg podražaja u nizu, jer bi u suprotnom pažnja na to mjesto ostala usmjerena tijekom čitavog vremena retencije. To je vrlo važno, jer su Wolfe (1999) i Rensink (2000a, 2000b) ustanovili da uslijed pomicanja pažnje za vrijeme retencije raste vjerojatnost da se reprezentacije integriranih objekata u pamćenju raspadnu na osnovna obilježja (u ovom slučaju na boju, duljinu i položaj). Prema tome, da crni kvadrat u središtu ekrana nije bio prikazan nakon posljednje crte u nizu, uvjeti ne bi bili jednaki za svaku serijalnu poziciju, jer bi ispitanik pažnju preusmjeravao s prve crte na drugu, s druge na treću i s treće na četvrtu, ali nakon četvrte ne bi bilo specijalnog pomaka pažnje. Posljedica bi bila povećana vjerojatnost točnog prepoznavanja posljednjeg podražaja u nizu.

Nakon prezentacije crnog kvadrata u središtu ekrana, na jednu od četiri lokacije na kojima su bile prezentirane crte prezentira se testni podražaj. To je crta koja je u sklopu istog pokušaja ranije bila prikazana točno na toj lokaciji ili crta koja uopće nije bila prezentirana u tom pokušaju. Lokacija testnog podražaja unutar svakog pokušaja je određena po slučaju, pod uvjetom da se u ukupnom broju pokušaja on morao jednak broj puta nalaziti na istom mjestu za svaku od četiri različite lokacije crta s obzirom na vremenski redoslijed prezentacije. Drugim riječima, bilo je po 40 pokušaja za svaki od četiri razine nezavisne varijable, to jest za svaku od četiri serijalne pozicije. U 80 eksperimentalnih pokušaja testna crta bila je identična crti prezentiranoj na pripadajućoj lokaciji, a u drugih 80 nije. Gore opisani postupak je vidljiv u Prilogu 1.

Zadatak ispitanika bio je da pritisnu tipku "I" ako smatraju da su testna crta i crta prethodno prezentirana na istoj lokaciji identične, ili da pritisnu tipku "R" ako misle da se testna crta razlikuje (po boji, duljini, položaju ili bilo kakvoj kombinaciji tih triju obilježja) od crte koja je bila ranije prikazana na njezinom mjestu. Ispitanicima je dana i uputa da ako nisu sigurni, odgovore po slučaju. Ispitanici su cijelo vrijeme tijekom provođenja eksperimenta držali prste na za to predviđenim tipkama. Neposredno nakon odgovora, ispitanicima se crnom bojom u regiji vidnog kuta $1.72^\circ \times 0.57^\circ$ u trajanju od 500 ms prezentira povratna informacija "točno" ako je odgovor bio točan, ili "krivo" ako je odgovor bio pogrešan. Prije prezentacije prvog podražaja u središtu je ekrana bio prikazan po slučaju izabran dvoznamenkasti broj crne boje dimenzija ($1.15^\circ \times 0.80^\circ$) u trajanju od 1500 ms. Ispitanici su imali zadatak da ga pročitaju i na glas ponavljaju što brže mogu tijekom cijelog pokušaja, sve dok pritiskom na tipkovnicu ne daju odgovor. Poslije toga, pritiskom na tipku "enter" pokrenuo bi se sljedeći pokušaj, koji je opet počinjao nekim drugim dvoznamenkastim brojem. Postupak verbalnog opterećenja koristili smo s ciljem eliminacije doprinosa verbalnoga radnog pamćenja. Iz istog razloga koristili smo crte kao podražaje jer imenovanje takvih objekata je prilično teško u usporedbi s drugim geometrijskim oblicima, kao što su kvadrati, trokuti ili krugovi. Kada se uzme u obzir i to da su ekspozicija podražaja, kao i intervali između ekspozicija bili vrlo kratki, ispitanici nisu imali dovoljno vremena verbalno imenovati podražaje. Prema tome, možemo biti sigurni da smo uspješno blokirali doprinos verbalnoga radnog pamćenja.

Rezultati

Izračunati su prosječni postoci točnih odgovora za svaku od četiri serijalne pozicije (Tablica 1.). U analizi su korišteni postoci točnih odgovora kako bi se jasno vidjelo da ispitanici nisu pogađali po slučaju. Zadatak je ispitanika bio odgovoriti je li došlo do promjene ili ne. Dakle, imali su 50% šanse da pogode točan odgovor. Iz Tablice 1. je jasno vidljivo da je uspješnost ispitanika bila veća od 50%.

Tablica 1. Postotak točnih odgovora u Eksperimentu 1 s obzirom na serijalnu poziciju podražaja

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	76.25	6.10
drugi	14	75.54	7.08
treći	14	74.29	5.14
četvrti	14	90.71	5.67

Na podacima je provedena jednosmjerna analiza varijance (ANOVA) s ponavljanim mjerenjima. Glavni efekt serijalne pozicije bio je statistički značajan: $F(3,39) = 29.87$; $p < .001$; $\eta^2 = .69$. Duncanov post hoc test pokazao je postojanje statistički značajnih razlika između četvrte i svih ostalih serijalnih pozicija ($p < .001$), dok između prve tri serijalne pozicije nije bilo statistički značajnih razlika. Točnost je odgovora bila veća na četvrtoj serijalnoj poziciji.

Osim točnosti odgovora, mjerena je i brzina reagiranja ispitanika. U analizi su korišteni medijani vremena reakcije ispitanika kako bi se eliminirao utjecaj ekstremnih vrijednosti na rezultate. Medijani su prikazani u Tablici 2.

Tablica 2. Medijan vremena reakcije s obzirom na serijalnu poziciju podražaja u Eksperimentu 1

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	1008.43	196.32
drugi	14	1033.00	175.10
treći	14	1031.64	175.93
četvrti	14	986.71	184.99

Jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja pokazala je statistički značajan glavni efekt serijalne pozicije: $F(3,39) = 2.93$; $p < .05$; $\eta^2 = .18$. Duncanov post hoc test je pokazao postojanje značajnih razlika između četvrte i treće te četvrte i druge serijalne pozicije ($p < .05$). Ispitanici su na četvrtoj serijalnoj poziciji reagirali značajno brže nego na drugoj i trećoj poziciji.

Eksperiment 2

METODA

Ispitanici

U eksperimentu je sudjelovalo 14 studentica prve godine studija psihologije na Filozofskom fakultetu u Rijeci, u rasponu dobi od 18 do 24 godine. Niti jedna od ovih ispitanica nije sudjelovala u Eksperimentu 1. Sve su izjavile da vide normalno (neke uz naočale i leće) te da razlikuju boje. Za sudjelovanje u istraživanju ispitanice su dobile eksperimentalne sate.

Instrumenti

U Eksperimentu 2 korišten je isti pribor i podražajni skup kao i u Eksperimentu 1.

Postupak

Ovaj eksperiment se razlikovao od Eksperimenta 1 po duljini niza koji je trebalo pamtiti. Umjesto nizova s četiri crte ispitanicima su prezentirani nizovi od šest različitih crta na šest različitih lokacija, nakon kojih je slijedio crni kvadrat u centru ekrana i testna crta koja je u 50% slučajeva bila identična jednoj od tih šest crta. Testna crta je u šestini slučajeva bila prezentirana na lokaciju prve po redu crte, u šestini slučajeva na lokaciju druge po redu crte, i tako dalje. Bilo je ukupno 204 niza, od čega 180 eksperimentalnih i 24 za uvježbavanje, koji nisu uzeti u analize. Dakle, bilo je 30 eksperimentalnih pokušaja za svaku od šest razina nezavisne varijable. Eksperimentalni pokušaji su bili raspoređeni u 9 blokova koji su se sastojali od 20 pokušaja. Blokovi su bili odvojeni kratkim pauzama (cca 1 min), a ispitanicima je data pauza od pet minuta nakon petog bloka. U svim ostalim aspektima postupak je bio jednak kao u Eksperimentu 1. Eksperiment 2 je trajao otprilike 45 minuta.

Rezultati

Izračunat je postotak točnih odgovora za svaku od šest serijalnih pozicija podražaja uz interval retencije od 900 ms. Deskriptivni podaci za točnost odgovora s obzirom na serijalnu poziciju prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Postotak točnih odgovora u Eksperimentu 2, s obzirom na serijalnu poziciju podražaja

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	65.48	11.74
drugi	14	60.00	8.37
treći	14	57.86	9.30
četvrti	14	63.10	11.36
peti	14	64.76	9.49
šesti	14	86.43	7.68

Jednosmjerna ANOVA s ponavljanim mjerenjima pokazala je statistički značajan glavni efekt serijalne pozicije: $F(5.65) = 22.59$; $p < .001$; $\eta^2 = .63$. Duncanov post hoc test pokazao je postojanje statistički značajnih razlika između šeste i svih ostalih serijalnih pozicija ($p < .001$). Šesta pozicija se pamtila bolje od ostalih. Osim toga, treća redna pozicija pamtila se slabije od prve i pete ($p < .05$). Također, analizirana je i brzina odgovaranja ispitanika. Deskriptivni podaci o medijanima vremena reakcije prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. Medijan vremena reakcije s obzirom na serijalnu poziciju podražaja u Eksperimentu 2

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	993.82	200.08
drugi	14	1041.04	191.92
treći	14	999.25	208.25
četvrti	14	996.36	188.17
peti	14	978.71	188.85
šesti	14	937.11	145.57

I kod vremena reakcije glavni efekt serijalne pozicije bio je statistički značajan, $F(5.65) = 3.33$; $p < .01$; $\eta^2 = .20$. Post hoc analizom ustanovljena je značajna razlika između šeste i prve ($p < .05$), šeste i druge ($p < .001$), šeste i treće ($p < .05$) te šeste i četvrte redne pozicije ($p < .05$). U svim navedenim slučajevima ispitanici su brže reagirali na šestoj serijalnoj poziciji. Dobivena je i razlika između pete i druge serijalne pozicije. Na petoj poziciji je vrijeme reakcije bilo kraće nego na drugoj.

Eksperiment 3

METODA

Ispitanici

U Eksperimentu 3 sudjelovala su 2 studenta i 12 studentica prve godine studija psihologije Filozofskog fakulteta u Rijeci, u rasponu dobi od 18 do 24 godine. Osam ispitanika je prethodno sudjelovalo u Eksperimentu 1, a šest u Eksperimentu 2. Svi su izjavili da vide normalno (neki uz naočale i leće) te da razlikuju boje. Za sudjelovanje u istraživanju ispitanici su dobili eksperimentalne sate.

Instrumenti

U Eksperimentu 3 korišten je isti pribor i podražajni skup kao i u Eksperimentu 1 i 2.

Postupak

U ovom eksperimentu dosjećanje nije bilo neposredno, nego odgođeno. Metoda ovog eksperimenta identična je metodi Eksperimenta 1 u svemu osim u intervalu retencije, odnosno u trajanju crnog kvadrata prezentiranog u centru ekrana, koje je iznosilo 6250 ms. Zbog toga je ovaj eksperiment trajao duže od prethodna dva – oko 55 minuta po ispitaniku.

Rezultati

Izračunat je postotak točnih odgovora za svaku od četiri serijalne pozicije. Deskriptivni podaci su prikazani u Tablici 5.

Tablica 5. Točnost odgovora u Eksperimentu 3 izraženi u postotcima, s obzirom na serijalnu poziciju podražaja

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	67.50	10.00
drugi	14	73.04	9.41
treći	14	72.14	11.04
četvrti	14	73.93	10.08

Jednosmjerna ANOVA s ponavljanim mjerenjima je pokazala da glavni efekt serijalne pozicije nije statistički značajan: $F(3.39) = 2.10$; $p > .05$; $\eta^2 = .14$. Dakle, nema statistički značajnih razlika u postotku točnih odgovora s obzirom na serijalnu poziciju.

Na isti način analizirali smo i brzinu reagiranja ispitanika. Deskriptivni podaci o medijanima vremena reakcije nalaze se u Tablici 6.

Tablica 6. Medijan vremena reakcije s obzirom na serijalnu poziciju podražaja u Eksperimentu 3

Serijalna pozicija	N	M	SD
prvi	14	1002.89	260.18
drugi	14	993.86	249.28
treći	14	1001.46	264.03
četvrti	14	993.96	253.78

Jednosmjerna ANOVA je pokazala da ni za vrijeme reakcije glavni efekt serijalne pozicije nije bio statistički značajan: $F(3,39) = 0.20$; $p > .05$; $\eta^2 = .02$. Ispitanici su podjednako brzo reagirali na svakoj od četiri razine nezavisne varijable.

RASPRAVA

U Eksperimentima 1 i 2, u kojima je pamćenje bilo ispitivano neposredno nakon prezentacije niza (uz interval retencije od 900 ms), dobiven je efekt recentnosti kada se analizirala točnost odgovora ispitanika, što je bila primarna zavisna varijabla. Posljednji podražaj u nizu se u uvjetu neposrednog dosjećanja pamtio značajno bolje od svih ostalih, bez obzira na duljinu niza. Podražaji su se na ostalim serijalnim pozicijama pamtili podjednako dobro. Jedina je iznimka razlika između prve i treće serijalne pozicije u Eksperimentu 2 (treća se pamtila nešto lošije); međutim, efekt recentnosti bio je mnogo izraženiji. Što se tiče vremena reakcije, u Eksperimentima 1 i 2 također se manifestira efekt recentnosti, ali u nešto blažoj mjeri. Ispitanici su na ispitivanju posljednje serijalne pozicije reagirali brže nego na većini ostalih. Dobiveni efekti recentnosti u uvjetima neposrednog ispitivanja pamćenja konzistentni su s rezultatima koje su dobili Horowitz i Wolfe (1998), Wolfe (1999), Rensink (2000a, 2000b) i Wheeler i Treisman (2002).

Dakle, ako na objekte pažnja nije usmjerena, njihove reprezentacije se u pamćenju ne mogu održati integrirano, nego se raspadaju na dijelove. U ovom su istraživanju podražaji na svim serijalnim pozicijama osim posljednje bili podložni interferenciji koja nastaje percipiranjem i zapamćivanjem svakoga sljedećeg novog podražaja. Budući da samo kod posljednjeg podražaja u nizu te interferencije nije bilo, jedino se on u pamćenju mogao uspješno održati integrirano.

U Eksperimentu 3 pamćenje je bilo ispitivano s odgodom – interval retencije je iznosio 6250 ms. U tom eksperimentu nismo ustanovili nikakav efekt serijalne pozicije. Pamćenje svakog od podražaja bilo je podjednako, bez obzira na kojoj su

se rednoj poziciji unutar niza nalazile. Isto vrijedi i za brzinu reagiranja. Provedbi Eksperimenta 3 može se uputiti primjedba da su sudjelovali isti ispitanici kao u prva dva eksperimenta što je moglo utjecati na rezultate. Međutim, vremenski razmak između provođenja eksperimenata je bio velik, a materijal koji je trebalo upamtiti je bio vrlo težak tako da prethodno iskustvo nije utjecalo na rezultate ovog eksperimenta. Razlike u iskustvu odnosno uvježbanosti među ispitanicima nije bilo jer su svi ispitanici u Eksperimentu 3 sudjelovali prethodno, ili u Eksperimentu 1 ili u Eksperimentu 2.

Rezultat Eksperimenta 3 je također moguće objasniti u okviru rezultata istraživanja Horowitza i Wolfea (1998), Wolfea (1999), Rensinka (2000a, 2000b) i Wheeler i Treisman (2002) koji su ustanovili da uspješnost pamćenja integriranih objekata kakve smo ovdje koristili jako ovisi o pažnji te da bilo kakva distrakcija ili pad koncentracije rezultiraju zaboravljanjem. Budući da je duljina intervala retencije u negativnoj korelaciji s kvalitetom održavanja pažnje i koncentracije, gubitak prednosti posljednje čestice niza u uvjetu odgođenog dosjećanja moguće je interpretirati fluktuacijom pažnje, jer toga u uvjetu neposrednog dosjećanja nije bilo između posljednjeg elementa niza i testa.

Drugo je moguće objašnjenje rezultata promjena strategije ispitanika. Curtis i D'Esposito (2003) su ustanovili da ispitanici mijenjaju strategiju pamćenja kada se zadatak oteža na način da se prekorači kapacitet radne memorije. U tim situacijama oni najčešće nastoje kompresirati (*chunking*) informacije ili ih predočavati, tj. ponavljati (*rehearsal*). Povećanjem intervala retencije zadatak je također otežan, pa ispitanici možda pokušavaju osvježavati svoje pamćenje ponavljanjem, odnosno ponovnim predočavanjem objekata koje moraju pamtiti. Takvo je uvježbavanje potrebnije što je veći interval retencije, pa je moguće da ispitanici u eksperimentu s neposrednim ispitivanjem nisu koristili tu strategiju, a u eksperimentu s odgođenim ispitivanjem jesu. Time je dobro objašnjeno zašto se u uvjetu odgođenog dosjećanja posljednja serijalna pozicija više nije pamtila bolje od ostalih. Tijekom intervala retencije pažnja nije bila usmjerena cijelo vrijeme na posljednju serijalnu poziciju i to je dovelo do njezinoga slabijeg zadržavanja u kratkoročnom pamćenju, odnosno do podjednako lošeg pamćenja za sve serijalne pozicije. Promjena strategije ispitanika u slučaju kada zahtjevi zadatka prelaze kapacitet, međutim, nije idealno objašnjenje, jer u Eksperimentu 2 posljednji se podražaj u nizu pamtilo najbolje, iako je zadatak bio otežan povećanjem broja čestica. Moguće je da strategija predočavanja, koja je bila korištena u uvjetu produljenog intervala retencije (Eksperiment 3), ne može biti korištena u situacijama kada je zadatak otežan povećanjem duljine niza uz kratak interval retencije. Ispitanici u tom slučaju nisu mogli predočavati podražaje zbog nedostatka vremena ili zbog preopterećenja odnosno interferencije koja je odmah rezultirala zaboravljanjem.

Osim ovih neformalnih objašnjenja važno je razmotriti kako dobivene rezultate objašnjavaju računalni modeli serijalnih efekata u radnom pamćenju. Modeli primarnosti (Domijan, 2003; Grossberg, 1978; Page i Norris, 1998) pretpostavljaju

da se poredak dosjeća na sljedeći način: prvo se dosjeća najjača čestica, a nakon dosjećanja ona se potiskuje da bi se mogla izabrati sljedeća najjača čestica, i tako dalje. Snaga čestice se u stvari odnosi na razinu aktivacije reprezentacije te čestice u memoriji. Ona je sve manja za svaki sljedeći podražaj u nizu i na taj se način formira primarnost u krivulji pamćenja. Prema ovom modelu, najbolje će se dosjećati podražaji s početka niza, a najslabije podražaji s kraja. Ovim istraživanjem smo ustanovili da postavke ordinalnih teorija vrijede samo u zadacima u kojima se dosjećanje ispituje unaprijed.

Rezultati koje smo dobili ne uklapaju se dobro niti u Hensonov (1998) "početak – kraj" - model, iako on u obzir uzima duljinu niza. Taj model, naime, predviđa lošije pamćenje objekata iz sredine niza u odnosu na objekte s početka i s kraja niza. Naši su rezultati pokazali da se objekti s kraja niza pamte bolje od onih iz sredine; međutim, objekti s početka niza nisu se pamtili bolje od onih iz sredine (uz iznimku Eksperimenta 2, u kojem se prvi objekt pamtio nešto bolje od trećeg).

Dobivene rezultate najcjelovitije objašnjava OSCAR, računalni model pamćenja koji su predložili Brown i sur. (1999, 2000). Ovaj je model bio prije svega namijenjen objašnjavanju rezultata dobivenih metodom dosjećanja. Međutim, u sva tri eksperimenta koje smo proveli, pamćenje je bilo ispitivano prepoznavanjem, a takva metoda, za razliku od dosjećanja unaprijed, onemogućava dosjećanje vektora konteksta učenja prvog podražaja u nizu, jer se od ispitanika ne traži da se po redu dosjete podražaja. U takvim situacijama, Brown i sur. (1999, 2000) su pretpostavili da bi zbog kontekstualnog preklapanja, odnosno preklapanja između konteksta učenja i konteksta dosjećanja, dosjećanje posljednjeg podražaja u nizu bilo najtočnije, ako je pamćenje ispitivano neposredno, s malim intervalom retencije. Što je manji interval retencije, veća je vjerojatnost točnog dosjećanja zadnjih podražaja u nizu, jer se kontekst dosjećanja, koji se ne može vratiti na početno stanje, neće puno vremenski udaljiti od konteksta učenja. Povećanjem intervala retencije, kontekstualno preklapanje bi se smanjivalo za podražaje na kraju niza i posljednji podražaji u nizu imali bi sve manju vjerojatnost da budu u prednosti nad ostalima. Upravo smo takve rezultate dobili u ovom istraživanju.

Autori OSCAR - modela su naglasili da njegova komponenta koja se odnosi na serijalne efekte u neposrednom i odgođenom ispitivanju pamćenja vidnog materijala metodom prepoznavanja nije do sada empirijski evaluirana (Brown i sur., 2000). Dobiveni se rezultati dobro uklapaju u OSCAR - model, i predstavljaju važnu empirijsku potvrdu za ovu komponentu modela Browna i sur. (1999, 2000).

LITERATURA

- Alvarez, G. A. i Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15, 106-111.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford, UK: Clarendon.
- Baddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*, 255, 556-559.
- Broadbent, D. E. i Broadbent, D. H. P. (1981). Recency effects in visual memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 1-15.
- Brown, G. D. A., Hulme C. i Preece, T. (2000). Oscillator-based memory for serial order. *Psychological Review*, 107, 127-181.
- Brown, G. D. A., Voudsen, J. I., McCormack, T. i Hulme, C. (1999). The development of memory for serial order: A temporal-contextual distinctiveness model. *International Journal of Psychology*, 34, 389-402.
- Burgess, N. i Hitch, G. J. (1992). Toward a network model of the articulatory loop. *Journal of memory and Language*, 31, 429-460.
- Courtney, S. M., Ungerleider, L. G., Keil, K. i Haxby, J. V. (1996). Object and spatial visual working memory activate separate neural system in human cortex. *Cerebral Cortex*, 6, 39-49.
- Curtis, C. E. i D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 415-423.
- Della Sala, S. i Logie, R. H. (1993). When working memory does not work: The role of working memory in neuropsychology. U H. Spinnler i F. Boller (Ur.), *Handbook of Neuropsychology* (str. 1-62). Amsterdam: Elsevier.
- Domijan, D. (2003). A mathematical model of persistent neural activity in human prefrontal cortex for visual feature binding. *Neuroscience Letters*, 350, 89-92.
- Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14, 179-211.
- Grossberg, S. (1978). Behavioral contrast in short-term memory: Serial binary memory models or parallel continuous memory models? *Journal of Mathematical Psychology*, 3, 199-219.
- Henson, R. N. A. (1998). Short-term memory for serial order: The start-end model. *Cognitive Psychology* 36, 72-137.
- Henson, R. N. A. (1999). Coding position in short-term memory. *International Journal of Psychology*, 34, 403-409.
- Horowitz, T. S. i Wolfe, J. M. (1998). Visual search has no memory. *Nature*. 394, 575-577.
- Luck, S. J. i Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.

- McCarthy, G., Puce, A., Constable, R. T., Krystal, J. H., Gore, J. C. i Goldman-Rakic, P. (1996). Activation of human prefrontal cortex during spatial and nonspatial working tasks measured by functional MRI. *Cerebral Cortex*, 6, 600-611.
- Norris, D., Page, M. i Baddeley, A. (1995). Connectionist modelling of short-term memory. *Language and Cognitive Processes*, 10, 407-409.
- Page, M. P. A. i Norris, D. (1998). The primacy model: A new model of immediate serial recall. *Psychological Review*, 105, 761-781.
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception and Psychophysics*. 44, 369-378.
- Passingham, D. i Sakai, K. (2004). The prefrontal cortex and working memory: physiology and brain imaging. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 163-168.
- Phillips, W. A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception and Psychophysics*, 16, 283-290.
- Pylyshyn, Z. W. i Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3, 179-197.
- Rensink, R. A. (2000a). Change blindness: Implications for the nature of visual attention. U L.R. Harris i M. Jenkins (Ur.), *Vision and attention* (str. 169-188). New York: Springer.
- Rensink, R. A. (2000b). The dynamic representation of scenes. *Visual Cognition*, 7, 17-42.
- Smith, E. E. i Jonides, J. (1997). Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smith, E. E. i Jonides, J. (1998). Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95, 12061-12068.
- Treisman, A. M., Sykes, M. i Gelade, G. (1977). Selective attention and stimulus integration. U S. Dornic (Ur.), *Attention and Performance VI* (str. 333-361). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ungerleider, L. G. (1995). Functional brain imaging studies of cortical mechanisms for memory. *Science*, 270, 769-775.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F. i Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance*, 27, 92-114.
- Walker, P., Hitch, G. J. i Duroe, S. (1993). The effect of visual similarity on short-term memory for spacial location: Implications for the capacity of visual short-term memory. *Acta Psychologica* 83, 203-224.
- Wheeler, M. E. i Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.

Wolfe, J. M. (1999). Inattentional amnesia. U V. Coltheart (Ur.), *Fleeting Memories: Cognition of brief visual stimuli* (str. 71-94). Cambridge, MA:MIT Press/Bradford Books.

Serial effects in visual working memory

Abstract

The effects of the serial position in visual working memory have been investigated. In three experiments, we varied the retention interval and the number of visual objects to be remembered (lines with different colors, position, and length). A change-detection paradigm was used in which accuracy and speed of participants' responses was recorded. Fourteen students from the Faculty of Arts and Sciences in Rijeka participated in each experiment. Data analysis showed that the last item was remembered with greater accuracy and speed when the retention interval was small (900 ms). This is true, irrespective of the number of objects that need to be remembered (four or six). With an increase in the retention interval (6250 ms), the recency effect was lost and all items were remembered with equal probability. The results are explained within the context of the OSCAR model of verbal working memory proposed by Brown, Hulme, and Preece (2000). These experiments have corroborated the conclusion that the OSCAR model could be generalized to visual working memory as well.

Keywords: Attention, working memory, serial effects, change detection, vision

Primljeno: 27. 04. 2007.

Prilog 1. Svi događaji unutar jednog pokušaja u Eksperimentu 1

Događaji	Lokacija	Trajanje / ms
dogadaj 1: dvoznamenkasti broj	u centru ekrana	1500
dogadaj 2: usmjerivač pažnje	ista kao dogadaj 3	250
dogadaj 3: crta 1	bilo koja od šest mogućih*	200
dogadaj 4: maska	ista kao dogadaj 3	250
dogadaj 5: usmjerivač pažnje	ista kao dogadaj 6	250
dogadaj 6: crta 2	bilo koja od pet preostalih*	200
dogadaj 7: maska	ista kao dogadaj 6	250
dogadaj 8: usmjerivač pažnje	ista kao dogadaj 9	250
dogadaj 9: crta 3	bilo koja od četiri preostale*	200
dogadaj 10: maska	ista kao dogadaj 9	250
dogadaj 11: usmjerivač pažnje	ista kao dogadaj 12	250
dogadaj 12: crta 4	bilo koja od 3 preostale*	200
dogadaj 13: maska	ista kao dogadaj 12	250
dogadaj 14: maska	u centru ekrana	650
dogadaj 15: crta 5**	ista kao dogadaj 3, 6, 9 ili 12**	do odgovora ispitanika
dogadaj 16: povratna informacija	u centru ekrana	500
dogadaj 0: "reci broj" ***	u centru ekrana	do odgovora ispitanika

* lokacija događaja 3, 6, 9 i 12 bira se uvijek po slučaju između šest mogućih lokacija, pod uvjetom da se unutar istog pokušaja nijedan od tih događaja ne smije dva puta prezentirati na istom mjestu

** - crta 5 je u 20 pokušaja identična liniji 1 i locirana je na istom mjestu kao crta 1
 - crta 5 je u 20 pokušaja identična liniji 2 i locirana je na istom mjestu kao crta 2
 - crta 5 je u 20 pokušaja identična liniji 3 i locirana je na istom mjestu kao crta 3
 - crta 5 je u 20 pokušaja identična liniji 4 i locirana je na istom mjestu kao crta 4
 Crta 5 je u 80 pokušaja različita od crta 1, 2, 3 i 4 po boji, položaju ili duljini.
 Lokacija takve linije 5, različite od svih četiriju prethodno prezentiranih crta unutar istog pokušaja definirana je na ovaj način:

- crta 5 koja se razlikuje od crta 1, 2, 3 i 4 u 20 pokušaja ima istu lokaciju kao crta 1
- crta 5 koja se razlikuje od crta 1, 2, 3 i 4 u 20 pokušaja ima istu lokaciju kao crta 2
- crta 5 koja se razlikuje od crta 1, 2, 3 i 4 u 20 pokušaja ima istu lokaciju kao crta 3
- crta 5 koja se razlikuje od crta 1, 2, 3 i 4 u 20 pokušaja ima istu lokaciju kao crta 4

*** ovaj događaj označen je rednim brojem 0, jer se nalazi točno na granici između dva pokušaja, pa se može smatrati posljednjim događajem prethodnog ili prvim događajem sljedećeg pokušaja