

Томе НИКОЛОСКИ

КОМПАТИБИЛНОСТА ПОМЕГУ СТИМУЛУСОТ И ОДГВОРОТ, БРОЈОТ НА АЛТЕРНАТИВИТЕ И РЕАКЦИОНОТО ВРЕМЕ*

У В О Д

Меркел (1885) секако, бил прв што ја истражувал поврзаноста помеѓу времето на реакција (RT) и бројот на алтернативите (n), при што еден наод од неговите експерименти е дека како што се зголемува бројот на алтернативите така се одолжува времето на реакција.

Хик (Hick, 1952) повторно ги анализираше Меркеловите податоци и врз основа на овие анализи, како и врз основа на неговите сопствени експерименти, покажал дека постои законски однос помеѓу времето на реакција и бројот на алтернативите: времето на реакција се зголемува линеарно со зголемувањето на бројот на алтернативите. За да го означи овој однос, Хик ја предложил формулата

$$RT = a \log (n + 1) \quad (1)$$

каде што a е константа за просто и за изборно реакционо време

Според оваа формула 1 се додава на n пред да се пресмета логаритмот затоа што Хик ја разгледал и можноста „нема сигнал“. Ова значи дека кога еден субјект е соочен со временската неизвесност, тој треба да одлучи не само кој сигнал се појавил, туку и дали воопшто сигнал се појавил. Ако не донесе ваква одлука може да се случи субјектот да реагира тогаш кога сигнал нема да се појави или пак да не реагира тогаш кога сигнал ќе се појави. Ако временската неизвесност се елиминира со тоа што на субјектот ќе му се дозволи сам да определи кога сигналот ќе се појави, формулата (1) може вака да се напише

$$RT = a \log n \quad (2)$$

* Ова истражување беше финансирано од одделението за психологија при Универзитетот во Хал, Англија.

Бидејќи a е константа и за просто и за изборно реакционо време, таа може да се запостави и формулата може да се напише

$$RT = \log n \quad (3)$$

(Единицата $\log_2 n$, инаку, е позната како *бит*).

Овој законски однос помеѓу времето на реакција и бројот на можните алтернативи, познат како Хиков закон, потврден е повеќе пати (Nyman, 1953; Brainard et al., 1962; Mogin и Forgin, 1965; и други).

Меѓутоа, од Хиковиот закон најдени се исклучоци и тоа во следните случаи:

1. кога перцептивно-моторната задача користена за студирање на ефектот на n на реакционото време е со голема компатибилност (Leonard, 1959; Davis et al., 1961).

2. кога во експериментите се користени добро увежбани субјекти (Mowbray и Rhoades, 1959).

Бидејќи овие експерименти се значајни од гледиштето на теоријата за човековото обработување на информациите, тие ќе бидат на краток прикажани.

Ленард (Leonard, 1959) како стимулуси користел вибрации применети на врвовите на прстите додека одговор бил реагирање со стимулираниот прст. Тука задачата била од голема компатибилност затоа што сензацијата произведена од одговорот се совпаѓала со сензацијата произведена од стимулусот. Ленард нашол зголемување на реакционото време кога бројот на алтернативите се зголемил од една на две, но кога нивниот број се зголемил повеќе од две, тој не нашол зголемување на реакционото време.

Дејвис (Davis et al. 1961) барал неговите субјекти да повторат, колку што можат побргу, зборови слушнати преку магнитофон. Тие нашле дека реакционото време е независно од бројот на алтернативите. Мобреј и Ровдс (Mowbray и Rhoades, 1959) од друга страна покажеле дека по доволно вежбање, разликата помеѓу времето на реакција за две и за четири алтернативи ја снемува.

Накратко, компатибилноста помеѓу стимулусот и реакцијата произведува ист ефект што произведува долготрајна вежба.

Врз основа на овие резултати би могло да се заклучи дека може да се добие нулти нагиб на функцијата на добивка на информација. Меѓутоа, тврдењето за добивање на нулти нагиб на оваа функција не е убедлив од неколку причини.

Најнапред, тој е теориски невозможен. Кога на нагибот на функцијата која што го поврзува реакционото време со бројот на алтернативите би се гледало како на мерка обратнопропорционална на капацитетот на механизмот за донесување на одлука, тогаш, кога би било можно да се добие нулти нагиб на оваа функција, односно време на реакција коешто е исто за различен број на алтернативи — како што тврделе Ленард и Дејвис — за капацитетот на механизмот за донесување на одлуки би могло да се заклучи дека е неограничен. Ваков заклучок, меѓутоа е апсурден, на што укажал Бродбент (Broadbent, 1971).

Понатаму, Велфорд (Welford, 1960) ги критикувал експериментите на Ленард и Мобреј и Роудс врз основа на тоа што користеле исти субјекти во задача со 2, 4, и 8 алтернативи. Добро увежбани субјекти, работејќи некогаш со еден а некогаш со друг број на алтернативи, можат да се прилагодат и да одговараат успешно и на задача што има повеќе алтернативи. Исто така, уште од Хиковиот труд се знае дека перформансата со еден определен број на алтернативи влијае на перформансата со друг број на алтернативи. Значи, можно е субјектите, работејќи со определен број на алтернативи, да биде под влијание на перформансата кога работеле со друг број на алтернативи.

Вакви експерименти со повторени мерки во субјектите биле критикувани од страна на Пултон (Poulton, 1973).

Конечно, експериментите со нулти нагиб биле реплицирани. Експериментот на Мобреј и Роудс бил реплициран од страна на Мобреј (Mowbray, 1960), експериментот на Ленард — од страна на Бродбент и Грегори (Broadbent и Gregory, 1965). Овие репликации нашле мало но сигурно зголемување на времето на реакција со зголемувањето на бројот на алтернативите.

Значи, произлегува дека зависноста на времето на реакција од бројот на алтернативите важи само за т.н. некомпатибилни задачи. Ако пак се користат задачи во коишто одговорите со стимулусите се компатибилни, добро усогласени, нагибот на функцијата што го поврзува бројот на алтернативите со RT е помалку стрм.

ПРОБЛЕМ

Цел на овој експеримент е да го испита влијанието на компатибилноста помеѓу стимулусот и одговорот на функцијата што го поврзува реакционото време со бројот на алтернативите.

Експериментите што го испитувале влијанието на n на времето на реакција користеле изолирани ситуации, варирајќи го само n . Авторите што тврделе дека времето на реакција зависи од n (Hick, 1952; Numan, 1953) користеле задачи од ниска компатибилност додека оние што тврделе дека времето на реакција е независно од бројот на можните алтернативи (Leonard, 1959; Davis, et al. 1961) користеле задачи од видока компатибилност или пак добро увежбани субјекти (Mowbray и Rhoades, 1959). Никој всушност, не ги студирал овие два проблема во еден единствен експеримент.

Од досегашната дискусија произлегува дека постои потреба симултано да се варира компатибилноста помеѓу стимулусот и одговорот од една страна, и бројот на алтернативите од друга страна.

Четири засадници од стимулуси и одговори направени со комбинање на два низа на стимулуси (збој ови. стрелки) со два низа на одговори (моторни, вербални) даваат можност да се испита ефектот на n на реакционото време како функција на односот помеѓу стимулусот

и одговорот. Две комбинации на стимулуси и одговори (моторни одговори—стрелки; вербални одговори—зборови) се со голема компатибилност, а две (моторни одговори—зборови; вербални одговори—стрелки) се со мала компатибилност. Компатибилноста на задачата *мојторни одговори—стрелки* произлегува од тоа што за стрелките е врзана идејата за движење додека одговорите пак се движења. Уште од Џејмс (James, 1890) се знае дека идејата за движење произведува движење. Изговорените зборови, пак, се компатибилни со пишаните зборови затоа што тие се два аспекта на еден феномен. Во овие два случаја, процесот што ја поврзува идентификацијата на стимулусот со селекцијата на одговорот е олеснет. Од гледиштето на теоријата на фазите на кодирање којашто ја предлижил Фитс (Fitts и Seeger, 1952) комбинација од стрелки и вербални одговори од една страна и комбинација од зборови и моторни одговори, од друга страна, бара додатна фаза на претворување на сликовните симболи во лингвистички симболи односно претворување на лингвистичките симболи во движења насочени во разни правци. Ако овие четири комбинации од стимулуси и одговори се користат во експеримент со две и четири алтернативи, можно е да се направат следните предвидувања: кај моторните одговори во комбинација со зборови и кај вербалните одговори во комбинација со стрелки RT ќе биде зависно од бројот на алтернативите (голем ефект на n), додека кај моторните одговори во комбинација со стрелки и кај вербалните одговори во комбинација со зборови RT ќе биде помалку зависно од бројот на алтернативите (мал ефект на n).

МЕТОД

Стимулуси. Стимулуси беа зборовите *лево, десно, горе* и *долу* и стрелки насочени во кореспондентни правци. Зборовите беа напишани во Летрасет, 4,5 мм на бел картон со димензии 10 × 15 см. Стрелките беа од типот на *јолемолави* стрелки наспроти стрелки *скици*, како што ги именувал Шор (Shor, 1971). Стрелките, исто така беа нацртани на бел картон со димензии 10 × 15 см. И стрелките и зборовите беа нацртани со црн туш.

Одговори. Субјектите требаше да повлечат стило вдолж една патека или да речат лево, десно, горе, долу.

За моторните одговори беше направен посебен панел за одговори. Тој содржеше четири патеки коишто од една централна точка се разгрануваа лево, десно, горе, долу. Централната точка беше означена со едно копче. Кога беше во слободна положба тоа го запираше бројачот. Затоа упатството што му беше дадено на субјектот бараше копчето да биде притиснато со стилото. Кога субјектот ќе го започнеше одговорот, копчето беше отпуштено и бројачот запираше.

За вербалните одговори беше користен исклучник опериран со звук и започнувањето на одговорот (гласот на субјектот) го запираше бројачот.

Субјекти. Во овој експеримент учествуваа триесет платени доброволци, универзитетски студенти.

Планирање на експериментот. Беа манипулирани три фактори: број на алтернативи (две и четири), начин на прикажување (зборови, стрелки), и начин на одговарање (вербален, моторен).

Триесет субјекти по принципот на случајноста беа поделени на две групи и секоја група беше распределена на едно ниво од факторот број на алтернативи. Овој фактор, значи, беше вариран помеѓу субјектите. Четирите експериментални ситуации коишто произлегуваа од комбинирањето на двете нивоа на факторот начин на прикажување и начин на одговарање беа набљудувани на секое ниво од факторот број на алтернативи. Овие фактори, значи, беа варирани во субјектите и мерките на нив беа повторени. Четирите експериментални ситуации ваѓирани помеѓу субјектите претставуваа две компатибилни (вербални одговори — зборови; моторни одговори — стрелки) и две некомпатибилни (моторни одговори — зборови; вербални одговори — стрелки) заедници на стимулуси и одговори. Значи, освен бројот на алтернативите, сите други услови за субјектите беа еднакви.

Четирите експериментални услови варирани во субјектите, набљудувани на секое ниво на факторот вариран помеѓу субјектите, произведоа вкупно 8 различни експериментални услови.

Експерименталните услови, колку што тоа беше можно, беа контрабалансираани. Една половина од субјектите најнапред даваше моторни а потоа вербални одговори. Другата половина даваше најнапред вербални а потоа моторни одговори. Слично на тоа една половина од субјектите најнапред одговараше на стрелки а потоа на зборови а втората половина одговараше најнапред на зборови а потоа на стрелки.

Опрема. Стимулусите беа прикажувани на троканален тахистоскоп (Electronic Developments Middlesex). Оној момент кога стимулусот беше прикажан, бројачот (Racal Universal Counter Timer) по електронски пат беше вклучен. Почетокот на одговорот го запираше бројачот. Реакционото време, значи, беше мерено од моментот на прикажувањето на стимулусот до започнувањето на одговорот.

Кога беше користена задача со две алтернативи, лицето на панелот за одговори имаше само две патеки кои соодветствуваа на стимулусите.

Постапка. Секој субјект одговараше на 2 блока на пробни и на 4 блока на експериментални обиди. Еден блок од пробни обиди се состоеше од 20 прикажувања и тој беше следен со кореспондентен блок на тест обиди. Блокот од експерименталните обиди се состоеше од 40 прикажувања при што веројатноста за појавувањето на секој стимулус беше еднаква.

На субјектите им беше дадено следното упатство:

Вие учествувате во еден експеримент во којшто јас сакам да видам колку успешно вие следите едноставни упатства. Ке ви бидат прикажани стрелки. Има само четири стрелки. Едната

од нив е насочена лево (покажувам) другата, десно (покажувам), третата горе (покажувам), и четвртата долу (покажувам). Ваша задача е да го повлечете ова стило од оваа централна точка вдоль една од овие патеки (покажувам). Кога ќе ви биде прикажана стрелката којашто е насочена лево, повлечете го стилово вдоль левата патека, вака (покажувам), колку што можете побрзо. Кога ќе ви биде прикажана стрелката којашто е насочена горе, повлечете го стилово вдоль патеката којашто води горе. Ова централно копче е електричен исклучник. Важно е тоа да биде притиснато. Кога ќе речам „готов“ вие притиснете го тоа копче и погледајте во овој апарат. Кратко време потоа, стрелката ќе се појави. Штом ќе ја видите, повлечете го стилово во правец во кој што е стрелката насочена. Готов.

Мали адаптации на ова упатство беа неопходни а со цел тоа да се прилагоди на секој експериментален услов.

РЕЗУЛТАТИ

Просечните скорови за времето на реакција (мсек), грешките (проценти) и фреквенцијата на трансмисија на информацијата (бит/сек) дадени се во табела 1

Табела 1. — Просечни скорови за осумте експериментални услови

		Одговори						
		Моторни			Вербални			
		RT	Гр	Нг	RT	Гр	Нг	
Стимулса	Зборови	2 избора	383,0	4,58	1,90	409,1	0,28	2,53
		4 избора	453,3	4,58	3,75	421,0	0,24	4,73
	Стрелки	2 избора	326,1	3,06	2,45	427,7	1,11	2,12
		4 избора	373,7	2,77	4,81	501,8	1,81	3,76

Реакционо време. За податоците на времето беше извршена анализа на варијансата со три влеза со повторени мерки на два фактора. Резимето на анализата на варијансата е дадено во Табела 2.

Табела 2. Резиме на анализата на варијансата

Извор	SOS	df	MS	F
Помеѓу субјектите	284960,3192	35		
A	93523,8379	1	93523,8379	16,6103
Грешка (A)	191436,4835	34	5630,4848	
Во субјектите	414614,3477	108		
B	3107,1326	1	3107,1226	2,2456
AB	3512,5334	1	3512,5334	2,5386
Грешка (B)	47044,5135	34	1383,6622	
C	112364,6255	1	112364,6255	81,9358
AC	2304,6445	1	2304,6445	1,6805
Грешка (C)	46626,7446	34	1371,3748	
BC	125265,2639	1	125265,2639	73,2253
ABC	16225,6717	1	16225,6717	9,4849
Грешка (BC)	58163,2127	34	1710,6827	

A Број на алтернативи

B Начин на презентирање

C Начин на одговарање

Најзначаен термин од анализата на варијансата е интеракциониот термин *начин на прикажување* \times *начин на одговарање* \times *број на алтернативи*, зашто тој се однесуваше на влијанието на компатибилноста помеѓу стимулусот и одговорот на функцијата којашто го позрзува реакционото време со бројот на алтернативите. Овој термин беше статистички значаен ($F = 9.484$, за 1 и 34 df, $p < 0.01$). Разликата во реакционото време помеѓу задачата со 2 и задачата со 4 избора за компатибилната заедница на стимулуси и одговори беше релативно мала, 47.6 мсек за моторните одговори на стрелки и 11.9 мсек за вербалните одговори на зборови. За некомпатибилните заедници на стимулуси и одговори тоа беше нешто поголема, 70.3 мсек за моторните одговори на зборови и 74.1 мсек за вербалните одговори на стрелки.

Осумте средини коишто првпат од интеракциониот термин беа понатаму анализирани со новиот Данканов тест. Овој тест (Табела 3) откри дека разликата во RT помеѓу задачата со 2 и задачата со 4 алтернативи за моторните одговори на стрелки беше статистички значајна додека разликата во реакционото време помеѓу задачата со 2 и задачата со 4 алтернативи за вербалните одговори на зборови не беше статистички значајна. Разликата во RT помеѓу задачите со 2 и 4 алтернативи за моторните одговори на зборови и вербалните одговори на стрелки беше статистички значајна.

Табела 3. Споредување на 8-те средини со данкановиот тест

		4/см	2з/м	2з/в	4з/в	2с/в	4з/м	4с/в
		373,7	383,0	409,1	421,0	427,7	453,3	501,8
2 с/м	326,1	**	**	**	**	**	**	**
4 с/м	373,7	—	—	**	**	**	**	**
2 з/м	383,0			—	—	**	**	**
2 з/в	409,1				—	—	**	**
4 з/в	421,0					—	—	**
2 с/в	427,7						—	**
4 з/м	453,3							**

Легенда:

** значајно на ниво 0,01	з зборови
— не е значајно	с стрелки
2 задача со две алтернативи	м моторни одговори
4 задача со четири алтернативи	в вербални одговори

Грешки. Фреквенцијата на грешките беше помала за компатибилните заедници од стимулуси и одговори и релативно независна од бројот на алтернативите.

Фреквенција на трансмисијата на информацијата. Табела 1 открива дека фреквенцијата на трансмисијата на информациите се зголемува со зголемувањето на n и дека таа е секогаш поголема за компатибилните задачи. Меѓутоа, при разгледувањето на фреквенцијата на трансмисија на информациите како една мерка на успешната перформанса, треба да се земат во обзир и емпириските наоди за зависноста на времето на реакцијата од бројот на алтернативите. Имено, секое дуплирање на бројот на алтернативите не е пратено со дуплирање на RT дур и кај некомпатибилните задачи. Оттаму, делејќи ја количината на пренесената информација со времето коешто е потребно да се реагира, неизбежно се добива поголема фреквенција на трансмисијата на информациите со зголемувањето на алтернативите.

ДИСКУСИЈА

Резултатите на овој експеримент покажаа дека влијанието на зголемувањето на бројот на алтернативите на реакционото време зависи од компатибилноста помеѓу стимулусот и одговорот. Кај некомпатибилните задачи зголемувањето на бројот на алтернативите произведува подолго реакционо време отколку кај компатибилните задачи.

Во овој експеримент беа користени две компатибилни задачи. Меѓутоа, нивната компатибилност не беше од ист степен. Едната компатибилна задача се состоеше од вербални одговори и зборови како стимулуси. За оваа задача може да се смета

дека е со голема компатибилност. Оваа компатибилност би била од оној ред каква што користеле Ленард (Leonard, 1959) и Дејвис (Davis et al. 1961). Затоа, зголемувањето на реакционото време за задачите со 2 и со 4 избора за оваа комбинација на стимулуси и одговори навистина е мало. За задачата со 2 избора, RT изнесува околу 409 мсек а за задачата со 4 избора изнесува 421 мсек ($D = 12$ мсек). Дека реакционото време навистина зависи од нарочната комбинација на стимулусите и одговорите а не само од стимулусот или пак само од одговорот, може да се види од тоа што исти одговори (вербални) во комбинација со стрелки, даваат 428 односно 502 мсек за задачата со 2 односно со 4 избора ($D = 74$ мсек).

Другата компатибилна задача, „моторни одговори-стрелки“ даде 326 односно 374 мсек за задачата со 2 односно за задачата со 4 избора ($D = 48$ мсек). Заради споредување вреди да се спомне дека исти одговори во комбинација со зборови како стимулуси дадоа RT 383 односно 453 мсек за задачата со 2 односно со 4 избора. Задачата „моторни одговори-стрелки“ иако компатибилна во однос на задачата „моторни одговори-зборови“ не е толку компатибилна што би могла да се спореди со задачата на Ленард или Дејвис. Затоа Данкановиот тест разликата во реакционото време на моторните одговори на стрелки за задачата со 2 и со 4 избора ја класифицира како значајна. Врз основа на хипотезата за влијанието на компатибилноста на функцијата којашто го поврзува RT со бројот на алтернативите, се очекува таа да не е статистички значајна. Ова зборува дека компатибилноста на таа задача не е доволно голема за да го смали влијанието на n на реакционото време и да го сведе на едно незначајно ниво. Моторните одговори на повлекување на стилото, значи — движењата, би биле многу компатибилни во комбинација со движења како стимулуси. Вакви комбинации *движења-стимулуси* — *движења одговори* користени се од Николоски (1976) во задача со четири избора. Во тој експеримент времето на реакција изнесуваше 293 мсек што значи дека изборното реакционо време се приближи до простото реакционо време.

Само задачите кај коишто компатибилноста помеѓу стимулусот и одговорот е многу голема, можно е влијанието на n на реакционото време да го сведат на безначајно ниво. Кај овие задачи нагибот на функцијата што го поврзува реакционото време со бројот на алтернативите е мошне благ. Сепак, дискутабилно е да ли може да се добие нулти нагиб на оваа функција.

Со овој експеримент се потврди Хиковиот закон и се покажа дека тој е понагласен кај некомпатибилните, отколку кај компатибилните заедници од стимулуси и одговори.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Brainard, R. W., Irby, T. S., Fitts, P. M. and Alluisi, E. A. (1962): Some variables influencing the rate of gain of information, *Journal of Experimental Psychology*, **63**, pp. 105—110.
- Broadbent, D. E. (1971): *Decision and Stress*, Academic Press, London.
- Broadbent, D. E. and Gregory, M. (1965): On the interaction of S-R compatibility with other variables affecting reaction time, *British Journal of Psychology*, **56**, pp. 61—67.
- Davis, R., Moray, N. and Treisman, A. M. (1961): Imitative responses and the rate of gain of information, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **13**, pp. 78—89.
- Fitts, P. M. and Seeger, C. M. (1953): S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes, *Journal of Experimental Psychology*, **46**, pp. 199—210.
- James, W. (1890): *Principles of Psychology*, vol. 2, Holt, New York.
- Hick, W. E. (1952): On the rate of gain of information, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **4**, pp. 11—26.
- Hyman, R. (1953): Stimulus information as determinant of reaction time, *Journal of Experimental Psychology*, **45**, pp. 188—196.
- Leonard, J. A. (1959): Tactual choice reactions, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **11**, pp. 76—83.
- Merkel, J. (1885): Die zeitlichen Verhältnisse der Willensthatigkeit, *Philos. St.*, **2**, pp. 73—127. Izvor: Hick, W. E.: On the rate of gain of information, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **4**, pp. 11—26.
- Morin, R. E. and Forrin, B. (1965): Information-processing: Choice reaction times of first- and third- grade students for two types of associations, *Child developments*, **36**, pp. 713—720.
- Mowbray, G. H. and Rhoades, M. V. (1959): On the reduction of choice reaction time with practice, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **11**, pp. 16—23.
- Mowbray, G. H. (1960): Choice reaction times for skilled responses, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **12**, pp. 193—202.
- Nikoloski, T. (1976): *Processes underlying stimulus-response compatibility*, University of Hull, England.
- Poulton, E. C. (1973): Unwanted range effects from using within-subject experimental designs, *Psychological Bulletin*, **80**, pp. 113—121.
- Shor, R. E. (1971): Symbol processing speed differences and symbol interference effect in a variety of concept domain, *Journal of General Psychology*, **85**, pp. 187—205.
- Welford, A. T. (1960): The measurement of sensory-motor performance: survey and reappraisal of twelve years' progress, *Ergonomics*, **3**, pp. 189—229.

Tome Nikoloski

STIMULUS-RESPONSE COMPATIBILITY, NUMBER OF ALTERNATIVES AND REACTION TIME

(S u m m a r y)

An experiment has been described in which both the stimulus-response compatibility and the number of alternatives were varied. The stimulus-response ensembles comprising the tasks consisted of motor and verbal

* This research has been financed by the Department of Psychology, the University of Hull, England.

responses to linguistic and pictorial symbols. Two of the S—R ensembles (motor responses to pictorial symbols; verbal responses to linguistic symbols) were regarded as compatible and two (motor responses to linguistic symbols; verbal responses to pictorial symbols) as incompatible. Reaction times for each of these S—R ensembles were taken in a 2-choice and in a 4-choice task. It has been found that the slope of the function relating the number of alternatives to the reaction time was steeper for the incompatible than for the compatible stimulus-response ensembles. It has been argued that a zero slope of the gain function is not obtainable.