

 **НОВ БЪЛГАРСКИ УНИВЕРСИТЕТ**

ДЕПАРТАМЕНТ 'КОГНИТИВНА НАУКА И ПСИХОЛОГИЯ'

ЦЕНТЪР ПО КОГНИТИВНА НАУКА



Евгения Христова

**Играта 'Дилема на затворника':
Когнитивни аспекти при преценка
и взимане на решение**

Автореферат на дисертационен труд за
присъждане на образователната и научна степен
'доктор'

Научен ръководител:
доц. д-р Морис Гринберг

СОФИЯ • 2013

Дисертационният труд е написан на английски език:

- обем - 135 страници
- използвана литература - 102 източника на английски език
- таблици - 20
- фигури - 39

Номерата на включените в автореферата фигури и таблици съвпадат с тези в дисертационния труд.

Дисертационният труд е обсъден в Департамент 'Когнитивна наука и психология' на Нов български университет и е насочен за защита.

Материалите по защитата са на разположение в ст. 401, I к., Нов български университет.

Резюме

Целта на настоящата работа е да се изследват когнитивните аспекти на преценката и взимането на решение при итерирана игра на 'Дилема на затворника'. Двата основни аспекта, които се изследват, са контекстните ефекти и процесът на търсене и придобиване на информация.

В два експеримента се изучават контекстните ефекти при преценка и при взимане на решение. Контекстът в тези експерименти е дефиниран като определено разпределение на игрите по отношение на т.нар. кооперативен индекс (CI), който се изчислява като отношение между възможните печалби във всяка отделна игра 'Дилема на затворника'. Контекстни ефекти са намерени както при преценката, която хората дават за кооперативността на игри 'Дилема на затворника', така и при игра. В трети експеримент с помощта на апаратура за проследяване на погледа (eye-tracking) са проследени патерните на възприемане на информация при игра на 'Дилема на затворника'.

В експериментите са идентифицирани две групи от играчи с различни стратегии. Едната от тези групи по време на игра отчита CI на игрите, докато другата група не го отчита. Тези две групи показват различни патерни на търсене на информация и са повлияни по различен начин от контекста.

Предложен е изчислителен (computational) модел, който отчита възможните печалби в настоящата игра, предишните печалби и очаквания ход на противника. В работата е установено, че моделът се съгласува добре с експерименталните данни.

Резултатите от всички тези изследвания показват, че изследването на детайлно ниво на когнитивните процеси при игра 'Дилема на затворника' ни дава важна допълнителна информация, която може да служи за основа за развиване на реалистични когнитивни модели на играчи, с които могат да се симулират социални взаимодействия.

Съдържание

1. Тема и структура на дисертацията	5
2. Теория на игрите	7
3. Играта 'Дилема на затворника'.....	8
4. Фактори, влияещи върху кооперирането в играта 'Дилема на затворника'	10
5. Контекстни ефекти при преценка и взимане на решение	10
6. Ограничена рационалност (Bounded rationality).....	11
7. Изследване на процеса на придобиване на информация (Information acquisition)	12
8. Обобщение и план на изследванията.....	13
9. Контекстни ефекти при преценка в играта 'Дилема на затворника': Експеримент 1.....	15
10. Контекстни ефекти при взимане на решение в игра 'Дилема на затворника': Експеримент 2 и модел.....	19
11. Придобиване на информация (Information acquisition) в игра 'Дилема на затворника': Експеримент 3.....	27
12. Приноси на дисертационния труд	34
13. Публикации, базирани на експериментите, представени в дисертацията	35
14. Списък с използвана литература	36

1. Тема и структура на дисертацията

Теория на игрите се занимава с процесите на взимане на решение и със ситуации, при които изходът зависи от изборите на всички играчи. Една от най-изследваните игри е играта 'Дилема на затворника' (ДЗ). Проведени са стотици изследвания с тази игра в рамките на Теория на игрите и експерименталната икономика. Изследвани са различни фактори, които влияят върху кооперативното поведение в ДЗ и на базата на това са предлагани разнообразни модели на поведението на играчите в играта. Повечето от тези модели, обаче, са нормативни. Освен това, въпреки многобройните изследвания, когнитивните аспекти на играта ДЗ почти не са изследвани.

В рамките на традиционната Теория на игрите играчите се описват като притежаващи перфектна рационалност и имащи пълна информация за играта (както информация за техните възможни ходове и печалби, така и информация за тези на другия играч). От друга страна, когнитивната теория за ограничената рационалност (bounded rationality) твърди, че хората почти никога не са напълно рационални и освен това се опитват да минимизират когнитивните усилия, които влагат при взимането на решение. И накрая трябва да се отбележи, че резултатите от експерименти с игри показват, че хората рядко играят така, както предсказва нормативната Теория на игрите.

Поради всички тези причини напоследък се засилва интереса към изучаване на когнитивните процеси по време на игри. В съответствие с тези тенденции, настоящата теза се стреми да направи по-задълбочен анализ на това как хората играят ДЗ, използвайки подходите на когнитивната наука. Възприетата изследователска програма се базира на убеждението, че използването на ДЗ в експерименти, изследващи социални взаимодействия, е добре да бъде предхождано от разбиране на когнитивните механизми (свързани с възприятие, памет, разсъждение и т.н.), въввлечени в подобен тип игри. В настоящата дисертация се изследва взимането на решение в ДЗ, като фокусът е върху процесите на придобиване на информация (information acquisition), преценката (judgment) и взимането на решение (decision making). За целта в дисертацията са представени 3 експеримента и 1 модел.

В два от представените експерименти специално внимание е отделено на изследването на контекстните влияния върху преценката и избора. Като

контекста за дадена игра ДЗ е дефиниран от характеристиките на другите игри ДЗ, които се играят в същата сесия.

В третия представен експеримент се изследват процесите на придобиване на информация с помощта на проследяване на движенията на очите. Тъй като матриците на играта ДЗ са сложни стимули, съдържащи голямо количество информация, която би могла да се използва от играчите, експериментът е насочен към това да определи коя част от наличната информация е по-важна за играчите и е наистина използвана при взимането на решение.

Освен това, във всички експерименти една от основните цели е да се изследват стратегиите, които играчите реално използват. Очакването е, че различните играчи ще използват различни стратегии и затова са направени усилия да са идентифицират групи от играчи със сходни стратегии и да се изследват характеристиките на тези стратегии. Изследвана е връзката между начина на игра и използването на наличната информация.

Структурата на дисертацията е следната:

В секция 2 е представено въведение в Теория на игрите и са дефинирани основните понятия, използвани в нея.

В секции 3 и 4 е представена играта 'Дилема на затворника' и са разгледани и най-влиятелните теории, опитващи се да обяснят начина, по който хората правят избор в подобни ситуации. Също така са представени и обобщени основните експериментални наблюдения, отнасящи се до факторите, влияещи върху начина на игра.

В секция 5 е представена теоретичната рамка на ограничената рационалност (bounded rationality).

В секция 6 са представени предишни експерименти, изследващи контекстни ефекти при преценка и взимане на решение.

Секция 7 е посветена на представяне на предишни изследвания в областта на взимане на решение, които се интересуват от начина на придобиване на информация (information acquisition).

В секция 8 са обобщени предишните теоретични и експериментални разработки и е представена изследователската програма в настоящата дисертация.

В секция 9 е представен експеримент, изследващ контекстните ефекти в преценката за кооперативността на представените игри ДЗ. Резултатите са публикувани в Hristova & Grinberg (2004).

В секция 10 е представен експеримент, целящ да изследва контекстни ефекти при игра на ДЗ. Също така е представен модел на начина на игра в ДЗ, изследващ наблюдаваните контекстни ефекти при игра. Моделът е когнитивен изчислителен модел, базиращ се на теорията за учене чрез подкрепление (reinforcement learning). Материалът, представен в тази секция, е публикуван в Hristova & Grinberg (2005a).

В секция 11 е представен експеримент с апаратура за проследяване на погледа (eye-tracking), изследващ процесите на придобиване на информация (information acquisition) в играта ДЗ. Експерименталните резултати са публикувани в Hristova & Grinberg (2005b).

В секция 12 са представени и дискутирани основните моменти от настоящата дисертация. Също така са дискутирани насоките за бъдещи изследвания.

След това е представен списък с използвана литература, както и са представени Приложения 1-3, съдържащи детайлна информация за експерименталните интерфейси и стимули, използвани в трите експеримента. В края на работата е представен списък с фигурите и таблиците в дисертацията.

2. Теория на игрите

Изходът от много ежедневни, икономически и политически взаимодействия зависи от поведението и действията на двама или повече човека, групи от хора или организации. Необходимостта да се описват и анализират социални ситуации води до развитието на формален математически апарат – Теория на игрите (Von Neumann & Morgenstern, 1947).

Теория на игрите осигурява формална (абстрактна) рамка за моделиране на ситуации, включващи взаимосвързано взимане на решение – резултатът от ситуацията зависи от решението и поведението на всички участници в ситуацията. Теория на игрите се прилага при взаимодействия между индивиди или групи и е широко използвана за изучаване на различни феномени като коопериране, състезателност, индивидуална и колективна рационалност, доверие и много други.

Игра наричаме абстрактен модел на социално взаимодействие, при което имаме двама или повече субекта, взимащи решение (*играчи*), всеки от които има избор между две или повече начина на действие (*стратегии*), както и всеки има добре дефинирани предпочитания към *възможните изходи*, които зависят от изборите на всички (Colman, 1995; Rapoport, 1992). *Игрите*

обикновено се представят под формата на матрици, съдържащи възможните избори и съответните изходи от играта за всеки играч.

Доминантна стратегия наричаме тази стратегия, която води до резултат, който е по-добър или равен на този от другите възможни стратегии при всички възможни избори на стратегия от страна на другите играчи (Colman, 1995; Poundstone, 1993).

Във формалната Теория на игрите се правят определени допускания по отношение на играчите. Играчите се считат за напълно рационални и притежаващи пълна информация за играта. Също така се счита, че всеки играч се опитва да максимизира печалбата си (Colman, 2003).

В същото време много съществуващи данни и теории поставят под съмнение тези основни постановки, тъй като често има разминаване между предсказанията на формалната Теория на игрите и реалното поведение. Настоящата дисертация се опитва да изследва в по-голяма дълбочина (по отношение на когнитивните процеси) възможни причини за подобно разминаване, а именно контекстните ефекти при преценка и игра, както и различните патерни на получаване на информация за играта.

3. Играта 'Дилема на затворника'

Теория на игрите изследва различни игри (различни стратегии и различни матрици с възможни изходи). Социални дилеми са игри, при които индивидуалните и колективните интереси са в конфликт. Най-изучаваната от социалните дилеми е играта 'Дилема на затворника' (ДЗ). Това е така, тъй като се счита, че много социални ситуации и проблеми могат да бъдат описани по този начин – пренаселеност, замърсяване, потребление на енергия, военни битки, поведение на фирми в конкурентна среда и т.н. (Axelrod, 1984; Dawes, 1980; Poundstone, 1992).

Структурата на матрицата в играта ДЗ с ординално представяне на възможните изходи е представена на Фигура 1 (4 е най-добрият изход, 1 е най-лошият). В цялата дисертация е изследвана ДЗ с 2 играча. Всеки играч има два възможни хода – да се кооперира или не, като те са обозначени с С и D (от стандартно използваните Cooperation и Defection). Играчите избират ходовете си едновременно, без да знаят какво е избрал другият играч. Изходът от играта се определя от двата избори.

		Играч II	
		C	D
Играч I	C	3, 3	1, 4
	D	4, 1	2, 2

Фигура 1. Матрица на играта 'Дилема на затворника' с ординално представяне на възможните печалби. C – играчът се кооперира, D – играчът не се кооперира. Във всяка клетка първата печалба е за Играч I, втората – за Играч II.

В генерализирана форма матрицата на играта ДЗ се представя като се използват означенията, представени на Фигура 2, като трябва да са спазени следните изисквания: $T > R > P > S$ и $2R > T + S$.

		Играч II	
		C	D
Играч I	C	R, R	S, T
	D	T, S	P, P

Фигура 2. Генерализирана матрица на играта ДЗ

От представянето на играта става ясно защо ДЗ е социална дилема. В играта ДЗ всеки играч получава по-висока печалба при избор D. От друга страна, за всеки играч е по-добре ако и двамата изберат C (а не и двамата да изберат D).

От гледна точка на формалната *Теория на игрите* играчите би трябвало да избират винаги ход D, тъй като това е доминантния ход както в еднократна, така и в многократно повтаряща се игра (по-подробно описание може да бъде намерено напр. в Colman, 2003). От друга страна, стотици експерименти, както и наблюдения от реалния живот, показват, че хората се кооперират, и то в значителна част от игрите (едно мета-ревью например е представено в Sally, 1995).

Множество теории се разглеждат поведението на хората в подобни ситуации и по този начин да обяснят разминаването между нормативните предсказания и емпиричните данни. Най-влиятелните от тези теории са теорията за изграждането на репутация (Kreps et al., 1982); теорията за реципрочността (Trivers, 1972; Axelrod, 1984; Komorita, 1991; Colman & Pulford, 2012; Krueger, DiDonato, & Freestone, 2012); теорията за алтруизма (Cooper et al., 1996); теории, базирани на модели на учене с подкрепление (reinforcement learning models – напр. Erev & Roth, 1998; Erev & Roth, 1999; Erev & Roth, 2001; Flache & Macy, 2002; Macy & Flache, 2002; Camerer, Ho, & Chong, 2002).

4. Фактори, влияещи върху кооперирането в играта 'Дилема на затворника'

Тъй като играта ДЗ се използва за модел за описание на социални дилеми, съществува огромен интерес кои са факторите, които влияят върху кооперативното поведение. Като са открити множество такива фактори. Някои от тях са свързани с характеристиките на участниците (образование, пол, личностови характеристики и др.), с инструкциите, които са дадени (кооперативни, индивидуалистични или състезателни), броя на повторенията на играта (еднократна или многократно повторена), използваната матрица с възможни изходи, наличието на парични награди, стратегиите на опонента (обобщени данни могат да бъдат намерени в Colman (1995) и Sally (1995)). В дисертацията е направено подробно разглеждане на факторите, влияещи върху кооперирането. Тук ще бъде представено само влиянието на т.нар. кооперативен индекс (CI), тъй като той се използва в експериментите, описани по-долу.

Кооперативният индекс (CI) е предложен от Rapoport & Chammah (1965) като един от основните фактори, оказващи влияние върху кооперирането. CI се изчислява по формулата $CI = (R-P)/(T-S)$ и може да приема стойности между 0 и 1 (за означенията T, R, P, S – вж. Фигура 2). CI показва позитивна корелация с процента на кооперативните избори. Фигура 4 представя примери за две игри ДЗ с различен CI (съответно 0.1 и 0.9).

		Играч II				Играч II	
		C	D			C	D
Играч I	C	56, 56	0, 60	Играч I	C	56, 56	0, 60
	D	60, 0	50, 50		D	60, 0	2, 2

Фигура 4. Примери за игри ДЗ с различен CI – първата игра е с CI = 0.1, втората – с CI = 0.9.

5. Контекстни ефекти при преценка и взимане на решение

Множество експерименти демонстрират, че преценките са силно чувствителни към контекста, в който е представен даден стимул – останалите стимули (нива, обхват на скалата на стимулите, честота на поява на различните стимули и т.н.), предишните отговори, наборът от възможни отговори,

наименованията на възможните оценки и т.н. (Marks & Algorn, 1998; Lockhead, 1992; Helson, 1959; Weddel & Parducci, 1988, Stewart, Brown, & Chater, 2002; Stewart & Brown, 2004). Контексти ефекти са демонстрирани както при психофизични преценки, така и при социална преценка. Основният извод е, че когато правят преценка, хората нямат абсолютна репрезентация на стимула или на големината на атрибута на стимула, който трябва да се оцени. Вместо това се използва представяне на стимула относително спрямо останалите стимули в паметта или в набора от стимула. Поради тази причина преценките са контекстно-чувствителни.

Контекстни ефекти са намирани и при избор и взимане на решение, включващи различни стимули. Нормативните теории за взимане на решение (вкл. и Теория на игрите) предполага, че полезността на дадена опция не зависи от останалите опции, между които може да се избира. Но много експерименти показват, че решенията и избора са контекстно-зависими от набора от опции (Mellers, Ordonez, & Birnbaum, 1992; Simonson & Tversky, 1992; Shafir, Simonson, & Tversky, 1993; Stewart et al., 2003).

Има също така и експерименти, демонстриращи контекстни ефекти при игра ДЗ (Vlaev & Chater, 2003a; Vlaev & Chater, 2003b). Във Vlaev & Chater (2003a) се използва парадигма, имитираща еднократна игра на ДЗ. Резултатът е различно ниво на коопериране при игри с $CI = 0.5$ представени в различен набор от игри (представени са игри с $CI = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.9$ или игри с $CI = 0.1, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$, като по-голямо коопериране при игри с $CI = 0.5$ се наблюдава във втория случай).

Експериментите като цяло показват, че преценката и взимането на решение са силно повлияни от контекста и демонстрират важността на изучаването на контекстни ефекти и при социални дилеми, представени в рамката на Теория на игрите.

6. Ограничена рационалност (Bounded rationality)

В нормативните икономически теории се предполага, че хората имат пълното знание за ситуацията (възможни избори, възможни изходи, обективни вероятности, информация за другите играчи). Също така се предполага, че играчите могат да изчислят всички възможни последствия от действията си и че имат стабилно ранжирани предпочитания на тези последствия.

Друга теоретична рамка е тази на ограничената рационалност (Simon, 1955). В нея се допуска, че хората не трябва да бъдат считани за напълно рационални, а за ограничено рационални. Т.е., че те имат достъп до

ограничена информация и ограничени изчислителни способности. Също така хората имат ограничения и отклонения (biases) в паметта, ограничения на когнитивното усилие и ограничено време, което отделят на задачата. Освен това много често целта на хората не е максимизиране на печалбата, а намиране на задоволително приемлива печалба (satisficing).

Аргументацията за тази теоретична рамка е в няколко посоки. От една страна, хората не правят (а и не могат да направят) всички изчисления, които са необходими, за да максимизират печалбата си. От друга страна, при реални решения много често алтернативите се обмислят една по една, а не едновременно.

Един от основните изводи от Теорията за ограничената рационалност е, че хората не използват цялата налична информация по следните причини. Първо, нямат капацитета да направят това. Второ, често не е известно предварително коя точно информация ще е нужна. И трето, намирането и използването на информация е свързано с големи когнитивни усилия. Всичко това води до факта, че търсенето и придобиването на информация е ограничено (а не изчерпателно) и винаги съществува противоречието между ползата от и цената (под формата на когнитивни усилия) за намиране на информация.

Всичко това води до интерес от страна на когнитивната наука не само по отношение на това какви решения се взимат, но също така интерес и към *процеса* на взимане на решение – как и каква информация се придобива, как се оценява и преработва, за да се стигне до решение.

7. Изследване на процеса на придобиване на информация (Information acquisition)

Процесът на взимане на решение и избор зависи от преработената информация. Поради това процесът на придобиване на информация се счита за важен при изследвания в рамките на Теория на игрите. Тази важност е подчертана в множество изследователски статии (напр. Einhorn & Hogart, 1981; Lohse & Johnson, 1996; Costa-Gomes, Crawford, & Broseta, 2001; Camerer, 2003b; Johnson, Camerer, Sen, & Rymon, 2002).

Много от изследванията в областта на преценка и взимане на решение се опитват да предлагат и тестват модели, които обясняват оценката и използването на информация. В повечето от тях се допуска, че информацията вече е налична. От друга страна, има множество доказателства, че процесът

на придобиване на информация може да окаже силно влияние върху следващите стъпки на оценка и избор (напр. Einhort & Hogarth, 1981; Plous, 1993).

Интересът към търсенето и придобиването на информация е довел до използването на различни методи за неговото изследване. Най-често използваните методи са вербални протоколи, информационни табла (Payne, 1976), компютъризирани системи с използване на мишката (Johnson et al., 2002; Costa-Gomes et al., 2001) и проследяване на погледа (Lohse & Johnson, 1996).

Проследяването на погледа е един от най-информативните методи като при него се проследяват фиксациите върху представените стимули.

8. Обобщение и план на изследванията

Играта 'Дилема на затворника' (ДЗ) е широко използвана за изследване на възникването на кооперативно поведение. Предлагани са стохастични модели (e.g. Rapoport & Chammah, 1965; Rapoport & Mowshowitz, 1966) или модели за учене с подкрепление (напр. Erev & Roth, 2001) в опит да се обясни поведението на играчите. В други изследвания е проучвано влиянието на различни стратегии (e.g. tit-for-tat, Pavlov) по отношение на еволюционната им стабилност и възникването на кооперативно поведение от страна на групи от играчи (e.g. Axelrod, 1984). Изследвано е и влиянието на различни личностови черти (такива като ориентация към риска, локализация на контрола и т.н) върху кооперирането (e.g. Dolbear et al., 1966, Boone et al., 2001, 2002). Множество изследвания демонстрират влиянието на голям брой фактори, свързани с възможните печалби. Между тях са СИ, заплащането, начинът на представяне на играта, целите и мотивацията на играчите.

Въпреки че са изследвани различни фактори и тяхното влияние върху кооперирането в ДЗ, като цяло е отделяно малко внимание на когнитивните процеси и механизми, които са включени в избора. Взимането на решение е сложен процес, който зависи от възприятието, преценката и паметта. Въпреки че тези процеси почти не са изследвани досега, в настоящата дисертация се счита, че трябва да бъдат изучавани, за да може да се разбере по-добре процеса на правене на избор в играта ДЗ.

В Теория на игрите играчите се приемат за напълно рационални и интересувачи се само от собствената печалба. От друга страна, психологически и психофизични изследвания демонстрират, че хората не са точни измервателни устройства, освен това притежават ограничено

внимание, както и ограничен капацитет на работната памет. Това кара хората да опростяват задачите и да обръщат внимание само на част от наличната информация. Тъй като структурата на играта ДЗ е сложна, очакването е за ограничено търсене и придобиване на информация за играта. Поради тази причина в дисертацията се счита, че въпросите за придобиване на информацията са много важни и заслужават да бъдат изследвани, като бъдат търсени връзки между използваната информация и изборите, които се правят.

Друга важна тема в областта на взимане на решение е влиянието на контекста върху решенията. Съществуват множество доказателства за силното влияние на контекста върху възприятието, преценката и взимането на решение. Въз основа на тези изследвания подобни контекстни ефекти се очакват и при ДЗ – очаква се преценката за дадена матрица на играта ДЗ, както и изборите, да са повлияни от другите игри в набора от игри, които се представят.

В момента съществува и голям интерес към изследване на индивидуалните различия и установяване на групи от играчи – на базата на изборите, които правят по време на игра (Houser, Keane, & McCabe, 2004; Kurzban & Houser, 2005) или на базата на различни стратегии за придобиване на информация (Johnson et al. 2002; Costa-Gomes, Crawford, & Broseta, 2001).

С оглед на представеното по-горе, в дисертацията са следвани три основни линии на изследване: контекстни ефекти при преценка и взимане на решение, изследване на патерните на придобиване на информация, изследване на различните стратегии за избор.

В обобщение, основните теми, свързани с играта ДЗ, които се изследват в настоящата теза, са следните:

- Контекстни ефекти при преценка;
- Контекстни ефекти при игра;
- Моделиране на начина на взимане на решение;
- Патерни за придобиване на информация;
- Различните стратегии на игра;
- Връзката между използваните стратегии и патерна на придобиване на информация.

Във всички експерименти и модели е възприета перспектива на изследване, която се интересува от процесите на преработка на информация.

9. Контексти ефекти при преценка в играта 'Дилема на затворника': Експеримент 1

Цел

Целта на експеримента е да се изследва формирането и евентуалната промяна на скалите за преценка за кооперативността на игри ДЗ. Тази цел води до 2 под-цели: 1) Да се провери дали CI може да се използва като надежден индекс за предсказване на кооперирането когато игрите са случайно генерирани, както и дали това е характеристика, която се използва от всички участници. 2) Да се изследва дали скалата за оценка на кооперативността може да бъде повлияна от контекста. По-точно, целта е да се изследва контекстното влияние на играенето на различни диапазони от игри ДЗ върху последващата преценка за кооперативността на игри, покриващи пълния диапазон на CI (диапазоните, създаващи контекст, се дефинират по отношение на CI и се използват набори от игри с пълния диапазон от CI, само с ниски CI, както и такива само с високи CI).

Очакваните контекстни ефекти са, че участници, които са играли игри само в ниския диапазон на CI, след това ще оценяват по-ниско кооперативността на игри ДЗ. И обратно – участници, които са играли игри само във високия диапазон на CI, след това ще надценяват кооперативността на игри ДЗ с различен CI.

Метод

Представянето на играта е неутрално, за да се избегнат други контекстни влияния. Не се споменава коопериране нито по време на инструкции, нито по време на игра. Ходовете са означени с '1' и '2', като ход '1' отговаря на ход C (коопериране), а '2' – на ход D. Играчите не са запознати с величината CI. Игрите са случайно генерирани за всеки участник, като стремежът е да се запази относително еднаква средна печалба от игра, като T е между 22 и 78 точки (средно 50), R е между 11 и 76 точки (средно 41), P е между 1 и 66 точки (средно 16), а за опростяване на задачата S е фиксирано на 0.

Експериментът протича в две фази.

Във **Фаза 1** се използва междугрупов дизайн – всеки участник играе поредица от 50 игри като диапазонът на представените игри е манипулиран в 3 експериментални условия:

- *Пълен диапазон на CI* – по 10 игри с CI равен на 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9;
- *Нисък диапазон на CI* – по 25 игри с CI равен на 0.1 и 0.3;

- *Висок диапазон на CI* – по 25 игри с CI равен на 0.7 и 0.9.

Вторият играч е компютърен играч, който използва модифицирана версия на стратегията tit-for-tat като взема последните два хода на играча: ако двата хода са еднакви, компютърният играч играе същия ход с вероятност 0.8, ако двата хода са различни – играе ход с вероятност 0.5. Участниците получават обратна връзка (за 5 сек.) за техния ход, хода на компютъра и полученият резултат в настоящата игра. Участниците могат постоянно да наблюдават общия си резултат в точки и в паричен еквивалент, но нямат достъп до общия брой точки на компютърния играч (с цел да се предотврати желанието за състезателно и да могат да се стремят да спечелят максимално). Зависимата променлива тук е броят игри за всеки CI, в които играчът се е кооперирал (резултатите ще бъдат представяни в %).

Във **Фаза 2** задачата на участниците е да правят преценка за кооперативността на игри ДЗ с CI, покриващи целия диапазон на CI – по 7 игри с CI равен на 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9 (общо 35 игри, представени в рандомизиран ред една по една). Участниците отговарят на въпрос 'Какво според Вас биха играли хората в тази игра' с помощта на скала от 1 до 7 (1 = със сигурност ход '2' до 7 = със сигурност ход '1'). Тъй като ход '1' отговаря на коопериране (C), колкото по-висока е оценката, толкова по-кооперативно е оценена играта. Зависимата променлива в тази фаза е средната оценка за игри с даден CI.

Участниците са 90 души (42 мъже, 48 жени), студенти, средна възраст 23 години (между 18 и 35), които участват срещу заплащане, зависещо от резултатът по време на експеримента. Участниците са разпределени случайно в трите експериментални условия. След запознаване с инструкциите, се прави проверка дали са разбрали правилата. След това се започва с двете фази на експеримента, като игрите са представени и процедурата е автоматизирана с помощта на Matlab 3.5. Участниците са инструктирани да се стремят да спечелят максимален брой точки, които се трансформират в реални пари, които им се дават в края на експеримента.

Резултати

Първо е анализиран средният брой кооперативни ходове във Фаза 1 във всяко експериментално условие.

Участниците се кооперират в 42.5 % от игрите в условието *Висок диапазон на CI*, в 28.9% от игрите в условие *Пълен диапазон на CI* и в 22.4 % от игрите в условието *Нисък диапазон на CI* ($F(2, 87) = 10.2$, $p < 0.001$). Този резултат е очакван поради различния диапазон на CI в трите условия.

В този експеримент контекстът се дефинира от диапазона на CI. От друга страна, това не е очевидна характеристика на игрите. Осреднените данни показват увеличаване на кооперирането с увеличаване на CI. Но индивидуалните данни показват, че това не е така при всички участници. За да анализираме в по-голяма дълбочина различните стратегии, участниците всяко от експерименталните условия са класифицирани в 2 групи с различни стратегии според това дали играта им се влияе от CI. При първата стратегия (CI-базирана) кооперирането се увеличава с нарастването на CI, докато при втората стратегия (не-CI-базирана) не се наблюдава подобна зависимост. Въпреки разликите в патерните на коопериране, във всяко експериментално условие средното ниво на коопериране не е статистически различно между двете стратегии (Таблица 2).

Таблица 2. Средно коопериране (в %) във всяко експериментално условие за участниците с двата типа стратегии (mean – средна стойност, SD – стандартно отклонение).

експ. условие	стратегия	CI = 0.1		CI = 0.3		CI = 0.5		CI = 0.7		CI = 0.9		всички игри	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Пълен диапазон на CI	CI-базирана	10.8	13.8	29.2	19.8	34.2	20.2	45.0	24.3	58.3	19.9	23.5	15.9
	не-CI-базирана	26.1	20.0	19.4	15.5	19.4	19.5	23.3	12.4	34.4	22.5	24.6	13.9
Висок диапазон на CI	CI-базирана							30.5	18.3	54.8	19.6	42.7	17.6
	не-CI-базирана							44.8	22.4	39.8	24.7	42.3	23.3
Нисък диапазон на CI	CI-базирана	17.5	18.6	30.2	21.5							23.8	19.8
	не-CI-базирана	25.6	17.0	16.9	10.4							21.3	13.3

Следващите анализи проверяват дали оценките за кооперативност на игрите ДЗ (Фаза 2) се повлияват от контекста, създаден в първата фаза чрез игра на ДЗ с различен диапазон на CI. Средните оценки за всеки CI и всяко условие са представени в Таблица 3. Взаимодействието между CI и експериментално условие е значимо ($p = 0.025$). Ефектът на CI върху оценките също е статистически значим ($p < 0.001$). Ефектът на експерименталното условие е маргинално значим ($p = 0.068$). Тези резултати са показателни за наличието на контексти ефекти, като значими разлики в оценките между трите експериментални условия са открити при CI = 0.7 и при CI = 0.9.

Таблица 3. Средни оценки за кооперативност във Фаза 2 на Експеримент 1 за всяко експериментално условие (mean – средна стойност, SD – стандартно отклонение).

експ. условие	CI = 0.1		CI = 0.3		CI = 0.5		CI = 0.7		CI = 0.9	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Пълен диапазон на CI	2.2	0.8	2.5	0.8	3.0	1.1	3.6	1.1	4.0	1.1
Висок диапазон на CI	2.3	1.0	3.1	1.2	3.2	1.3	4.1	1.3	4.6	1.4
Нисък диапазон на CI	2.3	1.0	2.7	0.9	3.0	1.1	3.2	1.1	3.6	1.4

Следващата стъпка е да се изследва дали контекстите ефекти са различни при участниците с различни стратегии. Оказва се, че само при участниците с *CI-базирана* стратегия се наблюдават контекстните ефекти при преценка на кооперативността на игри. При участниците с *не-CI-базирана* стратегия подобни ефекти не се наблюдават.

Анализите също така показват, че и двете групи играчи (*CI-базирани* и *не-CI-базирани*) са повлияни от CI при правенето на преценка – и двете групи дават по-високи оценки за кооперативност при игрите с по-висок CI. Допълнителни анализи, при които Фаза 2 е разделена на 3 части, показват, че такава зависимост на оценките от CI на игрите е налична още в началото на Фаза 2.

Обобщение и дискусия на резултатите – Експеримент 1

Анализът на кооперирането в многократно повторена игра 'Дилема на затворника' показва, че има играчи, използващи различни стратегии. Част от участниците използват CI на игрите при избора си на ход, докато друга част от участниците не показват зависимост на стратегията си от CI на игрите (те се влияят от други фактори като ходовете на другия играч, получените печалби или динамиката на играта). Стратегиите на тези две групи участници са изследвани по-задълбочено в Експеримент 3 на настоящата дисертация.

Въпреки че не всички участници използват CI на игрите по време на игра, всички участници са повлияни от CI на игрите когато правят преценка за кооперативността на игри ДЗ. Следователно CI е когнитивна дименсия, която участниците отчитат по време на правене на преценка. Този резултат показва отново, че понякога преценката и взимането на решение се базират на различен начин на преработка на наличната информация (Mellers, Ordóñez, &

Birnbaum, 1992). Резултатът е също така в съгласие с теорията за зависимото претегляне на атрибутите (contingent-weighting theory, Tversky, Sattath, & Slovic, 1988), която се опитва да обясни феноменът на обръщане на предпочитанията (preference reversal). Тази теория твърди, че тежестта на атрибутите, с които са описани възможните избори, зависи от същността на отговора, който се изисква. Теориите за адаптивно взимане на решение (Payne, Bettman, & Johnson, 1997) предполагат, че взимашите решения избират различни стратегии в зависимост от броя на атрибутите, опциите за избор и наличието на времеви ограничения.

Представеният експеримент изследва контекстни влияния, свързани с CI на игрите. Полученият резултат показва, че оценките за кооперативност на игрите не са независими от CI на набора от вече играни игри. Участниците са повлияни от предишния опит (контекст) в техните преценки за кооперативност. Влиянието е най-силно при участниците, които са базирали играта си на CI, докато при останалата част от участниците не се наблюдават подобни контекстни ефекти.

10. Контекстни ефекти при взимане на решение в игра 'Дилема на затворника': Експеримент 2 и модел

Цел

Целта на експеримент 2 е да се изследват контекстните ефекти при многократно повторена игра 'Дилема на затворника'. Като стремежът тук е да се намери начин директно да се оцени промяната в играта при игри от цялата скала на CI като се манипулира контекста чрез различни разпределения на игрите по отношение на CI. Използва се нова експериментална процедура която позволява изследването на контекстни ефекти при различни разпределения (по отношение на CI) върху цялата скала, дефинирана от CI. В същото време е предложен изчислителен модел с динамично обновяващи се параметри, който моделира взимането на решение.

Метод

Тъй като основната цел на експеримента е да се изследват контекстни ефекти, които се дължат на различно разпределение на игри по отношение на CI, се използват 3 разпределения:

- *Пълен диапазон на CI* – игри, покриващи целия диапазон на CI (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9).

- *Нисък диапазон на CI*– игри от ниския диапазон на CI (0.1 и 0.3).
- *Висок диапазон на CI*– игри от високия диапазон на CI (0.7 и 0.9).

За да се получи информация за цялата скала на CI са използвани 25 предефинирани *сондиращи игри* – по 5 игри с CI 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, и 0.9 са представени по 5 пъти. Те са едни и същи за всички участници и са представени на едни и същи места. Използването на *сондиращи игри* позволява да се изследва кооперирането за игри от цялата скала на CI по време на игра като контекстът се променя колкото е възможно по-малко.

В експеримента се използва междугрупов дизайн, като има 3 експериментални условия, които се различават по диапазона на игрите, които се играят:

- *Условие с пълен диапазон на CI* – игри, покриващи целия диапазон на CI (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9), смесени със сондиращи игри.
- *Условие с нисък диапазон на CI* – игри от ниския диапазон на CI (0.1 и 0.3), смесени със сондиращи игри.
- *Условие с висок диапазон на CI* – игри от високия диапазон на CI (0.7 и 0.9), смесени със сондиращи игри.

Всеки участник играе 270 игри, като всяка десета игра е *сондираща игра* (като се започне от 20-та игра и последната *сондираща игра* е 260-та).

Игрите случайно генерирани за всяко експериментално условие, като T е между 22 и 78 точки (средно 53), R е между 15 и 77 точки (средно 45), P е между 4 и 47 точки (средно 17), S е фиксирано на 0.

Участниците са 72 (34 мъже, 38 жени). Всички са студенти на възраст от 18 до 35 години (средно 23). Участниците са разпределени случайно в експериментални условия. На участниците е заплащано според броя точки, които са спечелили от играта.

След като са запознати с инструкциите, участниците трябва да отговорят на въпроси, които проверяват дали са разбрали правилата. След това се играят 5 тренировъчни игри, последвани от 270 игри, които се използват в експеримента. Поредицата от игри е представяна и контролирана от програма, създадена във Matlab. Отново играта е представена с неутрална формулировка. Възможните печалби са представяни в точки, които се превръщат в реални пари на края на експеримента. Инструкцията към участниците е да се опитат да спечелят колкото е възможно повече.

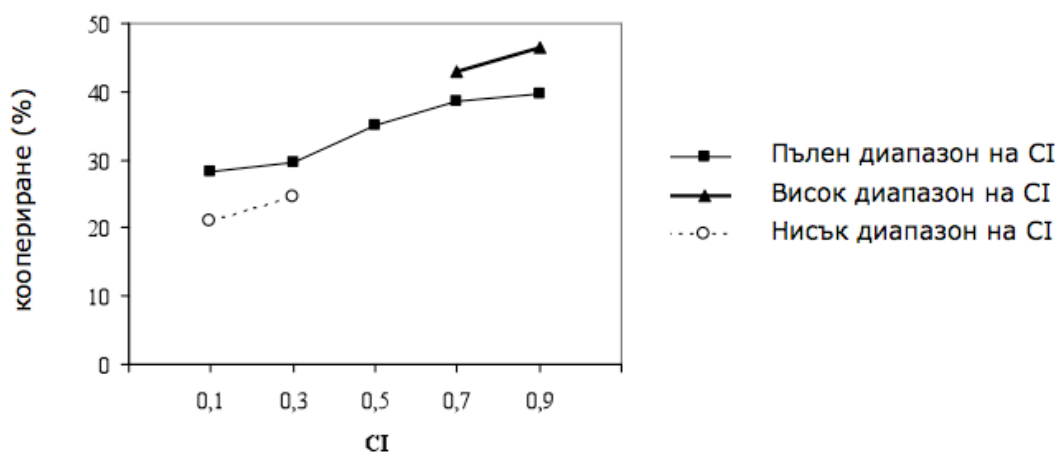
Отново вторият играч е компютърен играч, който използва същата стратегия като в Експеримент 1 – модифицирана версия на стратегията tit-for-tat, която взима последните два хода на играча: ако двата хода са еднакви,

компютърният играч играе същия ход с вероятност 0.8, ако двата хода са различни – играе ход с вероятност 0.5. Участниците получават обратна връзка (за 3 сек.) за техния ход, хода на компютъра и получения резултат в настоящата игра. Участниците могат постоянно да наблюдават общия си резултат в точки и в паричен еквивалент.

Резултати

Както се очаква, участниците в условието *Висок диапазон на CI* се кооперират най-много (в 44.4 % от игрите), тези в условието *Пълен диапазон на CI* се кооперират по-малко (в 33.8 % от игрите) и най-малко се кооперират участниците в условието *Нисък диапазон на CI* (в 23.1 % от игрите) ($F(2, 69) = 7.7, p = 0.001$).

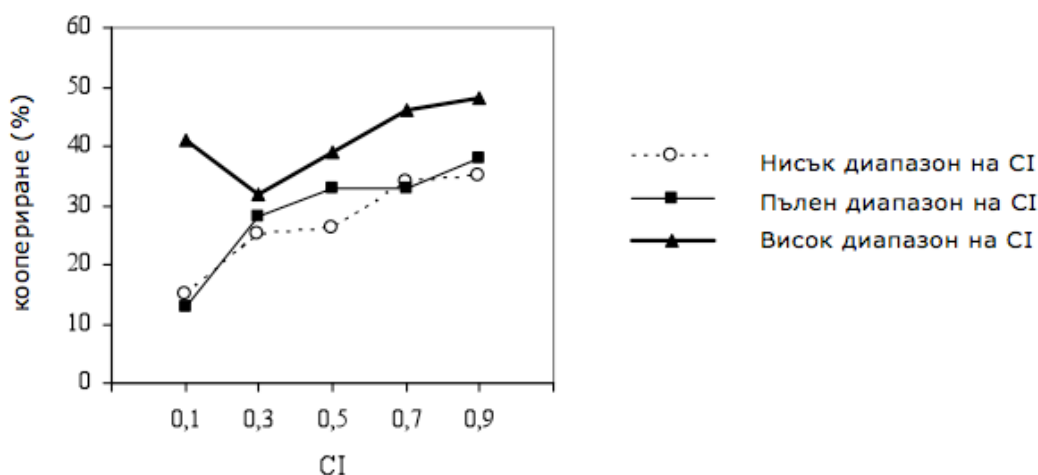
След това е сравнено кооперирането за игри с един и същи CI в различните експериментални условия (Фигура 16). Този анализ е направен, за да се провери за наличието на контекстни ефекти. Участниците в условието *Нисък диапазон на CI* се кооперират по-малко от участниците в условието *Пълен диапазон на CI* при игри с CI = 0.1 (съответно 21% и 28 % , $\chi^2 = 25.9, p < 0.001$) и CI = 0.3 (съответно 24% и 30% , $\chi^2 = 10.5, p = 0.001$). Участниците в условието *Висок диапазон на CI* се кооперират повече от участниците в условието *Пълен диапазон на CI* за игри с CI=0.7 (съответно 43% и 38%, $\chi^2 = 7.42, p = 0.006$) и CI = 0.9 (съответно 47% и 40 % , $\chi^2 = 16.6, p < 0.001$). Тези резултати демонстрират наличието на контекстни ефекти.



Фигура 16. Средно коопериране в игри ДЗ с различен CI във всяко от експерименталните условия.

В следващия анализ са сравнени кооперативните избори при сондиращите игри в трите експериментални условия (Фигура 17). Наблюдава се главен

ефект на CI ($F(4, 276) = 8.7, p < 0.001$), както и маргинално значим ефект на експерименталното условие ($F(2, 69) = 2.96, p = 0.058$). Пост-хок тест показва, че разликата в кооперирането между условието *Висок диапазон на CI* и условието *Нисък диапазон на CI* е значима ($p = 0.032$), а разликата в кооперирането между условието *Висок диапазон на CI* и условието *Пълен диапазон на CI* е маргинално значима ($p = 0.054$).



Фигура 17. Средно коопериране при сондиращите игри във всяко експериментално условие.

В обобщение, в експеримента се демонстрират ясно контекстни ефекти, свързани с различния диапазон на игри, които се играят. Кооперирането при игри с един и същи CI зависи от контекста, който се дефинира от останалите изиграни игри. Участниците се кооперират повече когато играят само силно кооперативни игри (игри ДЗ с CI = 0.7 и 0.9 в условието *Висок диапазон на CI*) в сравнение със случаите, когато тези игри са смесени с други, по-малко кооперативни игри (игри ДЗ с CI = 0.7 и 0.9 в условието *Пълен диапазон на CI*). Също така участниците се кооперират по-малко когато играят само ниско кооперативни игри (игри ДЗ с CI = 0.1 и 0.3 в условието *Нисък диапазон на CI*) в сравнение със случаите, когато тези игри са смесени с други, по-кооперативни игри (игри ДЗ с CI = 0.1 и 0.3 в условието *Пълен диапазон на CI*).

Използването на сондиращи игри за изследване на контекстни ефекти се оказва относително успешно. Въпреки че се наблюдават разлики в трите експериментални условия, които подкрепят наличието на контекстни ефекти, част от разликите са само маргинално значими. При сондиращите игри всички участници се кооперират повече с нарастването на CI, като средното ниво на коопериране е повлияно от контекста – при сондиращите игри участниците в

условието Висок диапазон на CI се кооперират повече от участниците в условието Нисък диапазон на CI и Пълен диапазон на CI.

Изчислителен модел

Представен е изчислителен модел, който се опитва да опише играта в ДЗ и да може да обясни контекстните ефекти, наблюдавани в Експеримент 2. Моделът отчита както настоящата игра (с възможните печалби), като в същото време е чувствителен и към останалите игри в набора от игри, които се играят.

В моделите, базирани на учене с подкрепление (reinforcement learning) даден ход е подкрепен, ако получената печалба е задоволителна. По този начин тези модели са чувствителни към набора от игри, които се играят. Повечето съществуващи модели, базирани на учене с подкрепление, които се използват за моделиране на ДЗ, не отчитат обаче настоящата игра и също така не отчитат начина на игра на противника. Но както показват резултатите от Експеримент 1 и Експеримент 2, участниците са чувствителни към CI на настоящата игра. Предишни експерименти показват, че изборът на играчите е повлиян силно от ходовете или вярванията за ходовете на другия играч (напр. Pruitt & Kimmel, 1977; Shafir & Tversky, 1992; Croson, 1999; Croson, 2000).

В модела, представен в дисертацията, се отчитат както миналите печалби от даден ход, така и възможните печалби в настоящата игра, както и ходовете на другия играч.

Логиката на модела е следната. Субективните очаквани стойности на възможните ходове (C и D) се изчисляват и след това се използват, за да се изчисли вероятността за ход C (коопериране). Субективната очаквана стойност на даден ход се изчислява като сума от субективните очаквани стойности на двата възможни изхода от играта, свързани с този ход (CC и CD за ход C; DC и DD за ход D). Субективната стойност на изход от играта (CC, CD, DC и DD) се изчислява като се използва:

- възможната печалба в настоящата игра за този изход - R за CC, S за CD, T за DC, и P за DD;
- теглото на този изход от играта, изчислено въз основа на предишните печалби, получени при такъв изход
- оценената вероятност противникът да направи даден ход.

По този начин стойността на даден ход зависи не само от получените и възможните печалби, но и от предсказанията (очакванията) за хода на противника.

Моделът има следната форма:

$$V(C) = w_{CC} * P_{ff}(CC) * P_{op}(C) + w_{CD} * P_{ff}(CD) * (1 - P_{op}(C)), \quad (1)$$

$$V(D) = w_{DC} * P_{ff}(DC) * P_{op}(C) + w_{DD} * P_{ff}(DD) * (1 - P_{op}(C)), \quad (2)$$

$$P(C) = V(C) / (V(C) + V(D)), \quad (3)$$

където:

$P(C)$ е вероятността за ход C ;

$V(C)$ и $V(D)$ са субективните очаквани стойности на ходовете C и D ;

$P_{ff}(CC)$, $P_{ff}(CD)$, $P_{ff}(DC)$ и $P_{ff}(DD)$ са възможните печалби в настоящата игра (съответно R , S , T и P);

$P_{op}(C)$ е предсказаната вероятност опонента да играе C ;

w_{CC} , w_{CD} , w_{DC} , and w_{DD} са теглата, които определят важността на даден изход от играта (CC , CD , DC или DD).

Теглата w_{CC} , w_{CD} , w_{DC} , and w_{DD} са изчислени като средни стойности (running averages) на печалбите, получени в предишни игри със същия изход (т.е. теглата зависят от предишните печалби):

$$[w_{XY}]_{new} = (1 - \alpha) [w_{XY}]_{old} + \alpha P_{ff}(XY), \quad (4)$$

където:

X и Y означават възможните ходове (C или D),

$P_{ff}(XY)$ е получената печалба при изход XY ,

α е параметър, за който е вярно $0 < \alpha < 1$.

Предсказаната вероятност другият играч да се кооперира $P_{op}(C)$ също се изчислява като средна стойност (running average) въз основа на миналите ходове на другия играч:

$$[P_{op}(C)]_{new} = (1 - \beta) [P_{op}(C)]_{old} + \beta M_{op}, \quad (5)$$

където:

β е параметър, за който е вярно $0 < \beta < 1$,

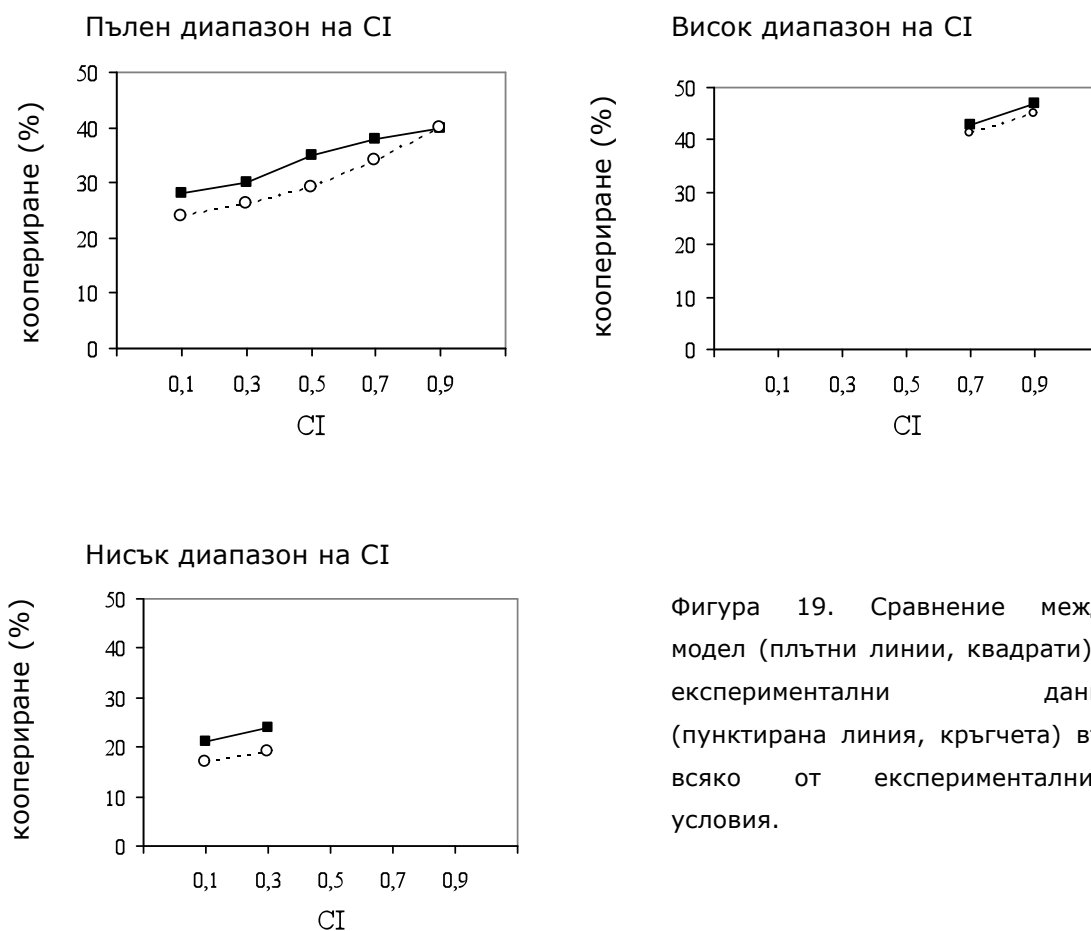
M_{op} ходът на другия играч като ход D е кодиран с 0 , а ход C е кодиран с 1 , за да се получат стойности за $P_{op}(C)$ между 0 и 1 .

Моделът е тестван 30 пъти във всяко от експерименталните условия, като играе същите игри и срещу същия противник както в експеримента с реалните участници. При симулациите параметрите на модела (α и β) са фиксирани на 0.5 . Първоначалната вероятност за коопериране $P(C)$ е 0.5 .

Първоначалната оценена вероятност другият играч да играе С ($P_{op}(C)$) също е 0.5. Тези стойности са психологически приемливи, тъй като в началото на играта играчите вероятно нямат ясни предпочитания между ходовете, както и нямат ясни очаквания за играта на опонента.

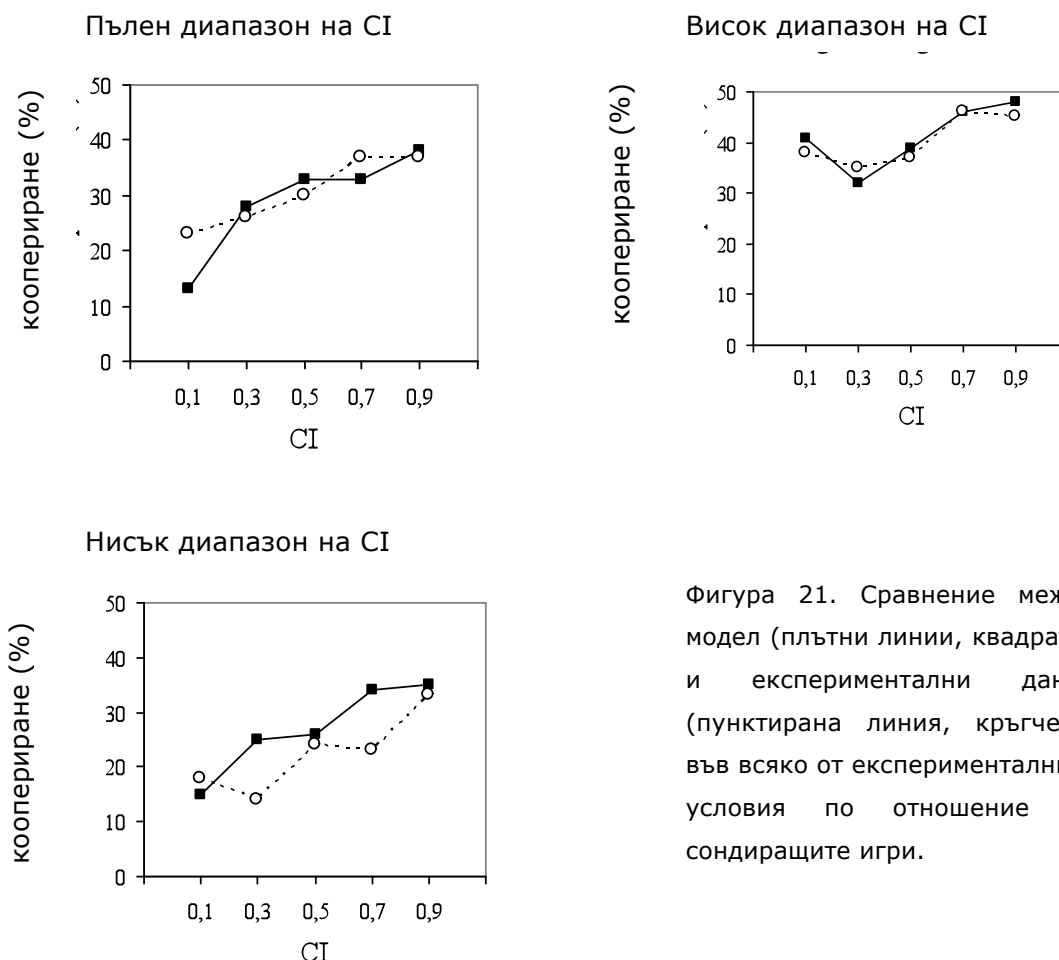
Резултатите от модела са сравнени с резултатите от експеримента по отношение на броя кооперативни ходове за игри с различен CI във всяко експериментално условие, както и по отношение на разпределението на различните изходи от играта.

На Фигура 19 е представено сравнението с експерименталните данни по отношение на броя кооперативни ходове. Във всяко едно от експерименталните условия предсказанията на модела са статистически неразличими от резултатите в експеримента с хора (всички $p > 0.6$), което е добър индикатор за успешността на модела CI на игрите е значим фактор по отношение на кооперирането във всяко едно от експерименталните условия (всички $p < 0.001$).



Фигура 19. Сравнение между модел (плътни линии, квадрати) и експериментални данни (пунктирна линия, кръгчета) във всяко от експерименталните условия.

Моделът е сравнен с експерименталните данни и по отношение на кооперирането в сондиращите игри. Отново моделът е много близък до експерименталните данни. Резултатите от модел и от експеримент са статистически неразличими, което отново е показател за доброто описание, предложено от този модел.



Фигура 21. Сравнение между модел (плътни линии, квадрати) и експериментални данни (пунктирна линия, кръгчета) във всяко от експерименталните условия по отношение на сондиращите игри.

Освен това резултатите от симулациите с модела са сравнени с експерименталните данни по отношение на четирите възможни изхода от играта (CC, CD, DC и DD). Един и същи брой кооперативни избори може да е свързан с различно разпределение на изходите от играта, които от своя страна са свързани с различна печалба (R, S, T и P). Затова такова сравнение дава още една относително независима оценка за динамиката на играта. Сравнението отново показва много добро съответствие на данните от модела с данните от експеримента.

Обобщение – Експеримент 2 и модел

В настоящия експеримент се изследват контекстни ефекти, свързани с различното разпределение на игри по отношение на CI, върху изборите в итерирана игра 'Дилема на затворника'. За да се изследва влиянието върху целия диапазон на CI, са използвани сондиращи игри.

Резултатите показват, че кооперирането зависи не само от CI на настоящата игра, но и също от разпределението на останалите игри по отношение на диапазона на CI. Ако игра с даден CI е представена в контекста на игри с висок CI, хората се кооперират повече в сравнение със случаите, когато същата игра е представена в контекста на игри с по-нисък CI. Тези резултати са добър индикатор за наличието на контекстни ефекти при игра 'Дилема на затворника'.

За да се изследва наблюдаваната чувствителност към контекста, е предложен изчислителен модел. Моделът се базира на механизмите на учене с подкрепление, отчитайки динамично полезността на различните изходи от играта, предсказанията за хода на другия играч, както и възможните печалби от настоящата игра. Този модел се оказва чувствителен както към CI на настоящата игра, така и към контекста, определен от останалите игри. Съпадението между резултати и експеримента е почти пълно по отношение на набор от показатели във всяко експериментално условие - коопериране, кооперирането по отношение на CI, коопериране при сондиращите игри, брой различни изходи от играта. Този резултат демонстрира, че факторите, заложиени в модела, са важни за описанието на изборите, които хората правят в игри 'Дилема на затворника'.

11. Придобиване на информация (Information acquisition) в игра 'Дилема на затворника': Експеримент 3

Цели

Едно от най-силните предположения във формалната Теория на игрите е това за т.нар. пълна информация – предположението, че играчите имат пълна информация както за играта, за възможните стратегии и печалби (Colman, 2003). От друга страна, подходът на ограничената рационалност (Simon, 1955) предполага, че хората отделят ограничени ресурси при взимане на решение. Тъй като играта 'Дилема на затворника' изисква значително когнитивно усилие (играчите трябва да отчитат не само своите възможни

ходове и печалби, но и тези на другия играч, тъй като изходът от играта зависи от избора на всички играчи), може да се предположи, че участниците използват само част от наличната информация. Въпреки че това поведение не е оптимално от гледна точка на формалната Теория на игрите, то е много по-вероятно от гледна точка на описателните теории за взимане на решение. Патерните на придобиване на информация са свързани с начина, по който хората избират стратегия на игра (Einhorn & Hogarth, 1981; Lohse & Johnson, 1996).

Затова в този експеримент целта е да се изследва процесът на придобиване на информация за играта. За постигането на тази цел е използвана апаратура за проследяване на погледа (eye-tracker). Тези данни са информативни за когнитивните процеси, които са свързани с взимането на решение при игра 'Дилема на затворника'. Също така изследването има за цел да се проучат в по-голям детайл различните стратегии, които хората използват, които бяха идентифицирани в Експеримент 1. Трета цел е да се изследва дали и по какъв начин участниците отчитат CI на игрите.

Проследяване на погледа (eye-tracking)

Хората виждат ясно, детайлно и цветно изображение само в централната част на зрителното поле. Поради тази причина постоянно се извършват очни движения (3 – 6 пъти в секунда). Относително стабилните позиции се наричат фиксации, а бързите движения между две фиксации се наричат сакади. Зрителна информация се получава само по време на фиксациите (Palmer, 1999; Rayner, 1998).

Проследяването на очните движения се използва, за да се проследи коя информация се гледа, колко дълго и колко често. Счита се, че данните за движения на очите са обективна количествена мярка за това, което се обработва в даден момент (Just & Carpenter, 1976; Duchowski, 2002) и поради тази причина се използват за изучаване на четене, възприятие на сцени и много други когнитивни процеси (Rayner, 1998).

Метод

В експеримента са използвани 50 случайно генерирани игри 'Дилема на затворника' (по равен брой игри с CI равен на 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9), които са представени в рандомизиран ред, като T е между 22 и 77 точки (средно 50), R е между 13 и 68 точки (средно 41), P е между 1 и 60 точки (средно 16), S е фиксирано на 0. Както и в Експеримент 1 и 2, вторият играч е компютърен играч, който използва модифицираната версия на tit-for-tat, описана по-горе. Отново играта е представена неутрално (ходовете са

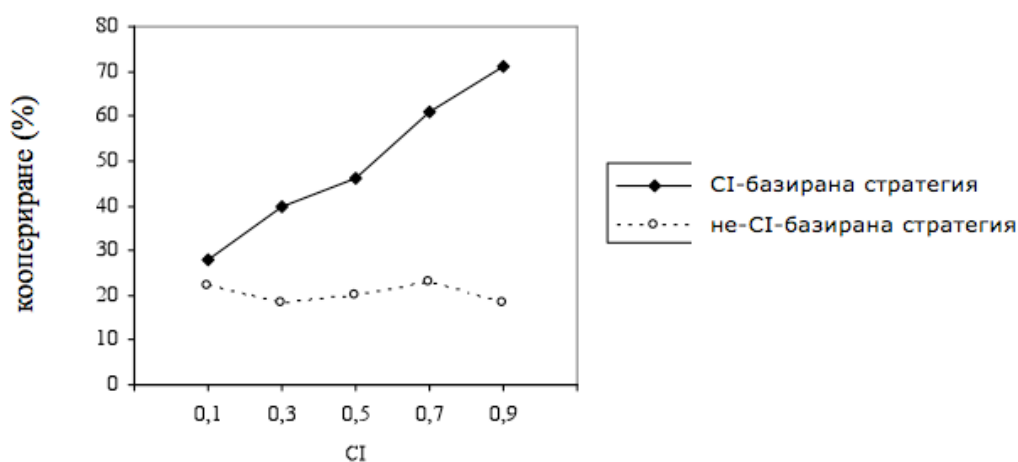
означени с '1' и '2') и участниците имат инструкция да спечелят възможно най-много точки.

Играта е представена на 17" монитор. Всяка кутийка, съдържаща възможна печалба или възможен ход заема около 1 градус зрителен ъгъл на екрана. Движенията на очите са записване с помощта на апаратура за проследяване на погледа ASL 501 с честота 60 Hz.

Участниците са 25 студенти с нормално или коригирано до нормално зрение. Поради технически проблеми, данните на 6 от участниците не са анализирани.

Резултати

Първо са анализирани **кооперативните избори** за игрите с всеки CI – това е зависимата променлива, която описва играта на участниците. Както показват резултатите от Експеримент 1, съществуват играчи с различни стратегии. Затова и тук с помощта на клъстерен анализ са идентифицирани 2 групи от играчи – такива, които използват стратегия, базирана на CI (8 участници) и такива, които не използват стратегия, базирана на CI (11 участници). Данните са представени на Фигура 25.



Фигура 25. Средно коопериране (%) за игри с различен CI за всяка от двете групи участници.

За да се анализират **данните от проследяване на погледа**, на интерфейса на играта са определени 12 зони, за които са анализирани данни за фиксациите върху тях:

- 4 зони, съдържащи възможните печалби за участника - T_S , R_S , P_S , и S_S ;
- 4 зони, съдържащи възможните печалби за другия играч (компютър) - T_C , R_C , P_C , и S_C ;

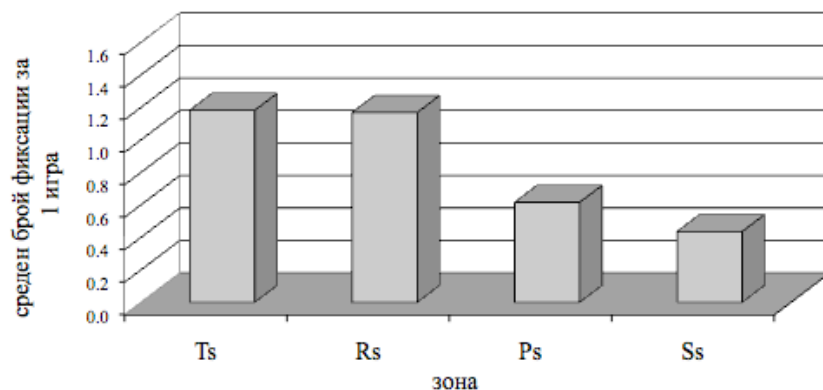
- 4 зони, съдържащи информация за изхода от настоящата игра - M_S (ход на играча), M_C (ход на компютъра), Pf_S (печалба за играча) и Pf_C (печалба за компютъра).

Информацията аз фиксациите е анализирана по отношение на две фази – преди избора на участника (за зоните, съдържащи информация за възможните печалби - T_S , R_S , P_S , S_S , T_C , R_C , P_C , и S_C) и след избора на участника (за зоните с направените ходове и получените печалби - M_S , M_C , Pf_S и Pf_C). Това е направено с цел да се отделят данните, свързани с процеса на взимане на решение от тези, свързани с информация за изхода от играта.

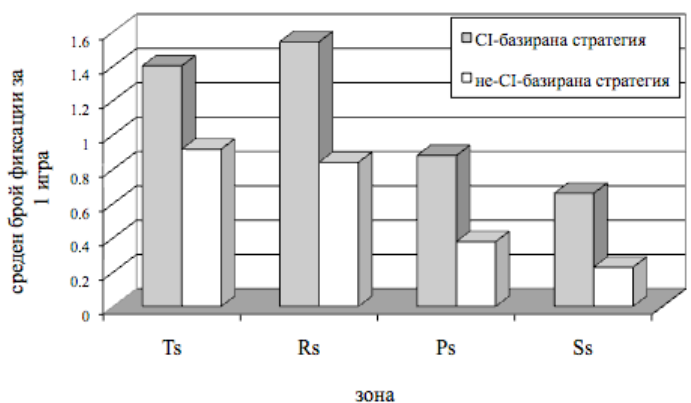
За анализите са използвани данни за броя на фиксациите във всяка зона. Тъй като всеки играе 50 игри, използвана мярка е среден брой фиксация на игра във всяка от зоните (за всеки участник общият брой фиксация във всяка зона е разделен на 50).

Първо са анализирани данните относно **вниманието, което се отделя на възможните печалби на участниците** (T_S , R_S , P_S , и S_S). Резултатите за всички участници са представени на Фигура 26. Статистическият анализ показва, че на четирите зони се отделя различно внимание ($F(3, 54) = 20.77$, $p < 0.001$). Пост-хок анализи показват, че най-много внимание се отделя на зони T_S и R_S , по-малко – на зона P_S и най-малко внимание – на зона S_S . Заключение е, че вниманието не е равномерно разпределено върху всички възможни печалби, а най-много внимание се отделя на двете най-големи възможни печалби. Изследвана е и връзката между начина на игра (спрямо стратегиите, които са идентифицирани) и вниманието, което се отделя на зоните с възможни печалби. Данните са представени на Фигура 27. За зони R_S , P_S , и S_S се наблюдава статистически значима разлика между двете групи играчи (всички $p < 0.05$). Участниците с *не-CI-базирана* стратегия отделят по-малко внимание на възможните печалби от участниците с *CI-базирана* стратегия.

Като цяло, всички участници отделят повече внимание на възможните печалби T и R в сравнение с възможните печалби P и S. Също така има зависимост между стратегията на игра и патерна на придобиване на информация – играчите с *CI-базирана* стратегия отделят повече внимание на собствените възможни печалби в сравнение с играчите с *не-CI-базирана* стратегия.



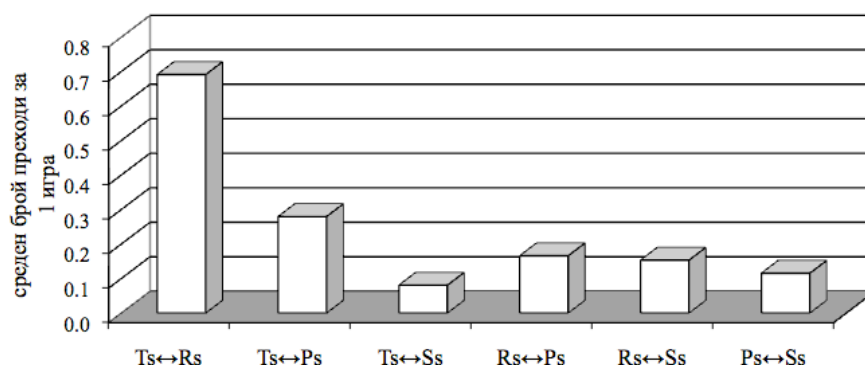
Фигура 26. Среден брой фиксации на игра за зоните, съдържащи информация за възможните печалби на участника (T_S , R_S , P_S , и S_S).



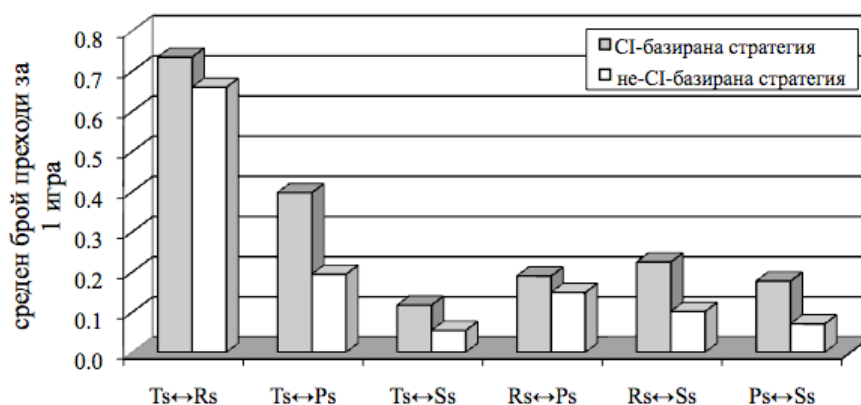
Фигура 27. Среден брой фиксации на игра за зоните, съдържащи информация за възможните печалби на участника (T_S , R_S , P_S , и S_S) за двете групи участници.

Преработката на информация за възможните печалби е свързана не само с броя пъти, в които е гледана дадена възможна печалба, а е свързана и с последователността на разглеждане. За целта са анализирани и **броя на преходите между всеки 2 зони**, съдържащи информация за възможните печалби – тази мярка дава информация за сравненията, които се извършват между възможните печалби. Данните за всички участници са представени на Фигура 28. На Фигура 29 са представени данните за двете групи участници с различни стратегии. Анализите показват, че най-много преходи има между зони T_S и R_S , както и между T_S и P_S . Може да се предположи, че участниците сравняват възможни печалби T и R, както и възможни печалби T и P. Raroport (1967) предлага CI да се изчислява като $(R-P)/(T-S)$. Тъй като в настоящия експеримент $S = 0$, тази формула се свежда до $(R-P)/T$. Данните от този експеримент показват, че участниците вероятно отчитат този индекс като

сравняват R и T, както и P и T ($R/T - P/T$ е еквивалентно на $(R-P)/T$). Това се отнася най-вече до участниците с *CI-базирана* стратегия (Фигура 29). Участниците с *не-CI-базирана* стратегия рядко сравняват T и P (Фигура 29) и всъщност те няма как да оценят CI, тъй като не отделят внимание на всички възможни печалби и на отношенията между тях.



Фигура 28. Среден брой преходи на игра между две зони (и в двете посоки), напр. $T_S \leftrightarrow R_S$ означава преход между зони T_S и R_S във всяка от двете посоки.



Фигура 29. Среден брой преходи на игра между две зони (и в двете посоки) за двете групи играчи, като напр. $T_S \leftrightarrow R_S$ означава преход между зони T_S и R_S във всяка от двете посоки.

След това е анализирано вниманието, което се отделя на **възможните печалби на противника** (T_C , R_C , P_C , и S_C). Ако играчите използват цялата налична информация, те би трябвало да отчитат и възможните печалби на противника. Данните показват, че това не е така – отделя се много малко внимание на възможните печалби на другия играч. Като играчите с *не-CI-*

базирана стратегия не отделят почти никакво внимание на възможните печалби на другия играч.

Анализирани са и данните по отношение на вниманието, което се отделя на **изхода от играта** (зони (M_S , Pf_S , M_C , и Pf_C)). Резултатът е, че участниците отделят най-много внимание на получената от тях печалба. Освен това играчите с *не-CI-базирана* стратегия отделят повече внимание на информацията за хода на противника от играчите с *CI-базирана* стратегия.

Обобщение и заключения – Експеримент 3

В този експеримент се изследват начините на придобиване на информация при многократна игра 'Дилема на затворника' с помощта на проследяване на погледа. Методът е приложен за първи път за детайлно изучаване на стратегиите, които се използват при взимане на решение в тази игра.

Анализите показват, че участниците не отделят еднакво внимание на всички възможни печалби – те обръщат най-много внимание на своите възможни печалби T и R. Въз основа на начина на игра са определени две групи от играчи. Първата група използва стратегия, базирана на CI – правят повече кооперативни избори с увеличаване на CI на игрите. Другата група не отчита CI при избора си на ход. Тези две групи показват и два различни патерна на придобиване на информация. Участниците от първата група (*CI-базирана* стратегия) обръщат повече внимание на възможните си печалби и сравняват предимно T и R, както и в по-малка степен – T и P (като по този начин могат да отчетат CI на игрите). Втората група от участници (*не-CI-базирана* стратегия) гледат по-рядко собствените си възможни печалби и правят сравнение предимно между T и R, но пък обръщат повече внимание на хода на другия играч (тези резултати са в съзвучие с данните за ходовете им, които показват, че те не базират изборите си на CI на игрите).

Тези резултати показват, че проследяването на погледа, комбинирано с данни за изборите на играчите, могат да дадат много полезна информация за различните стратегии, използвани при игра 'Дилема на затворника'. В експериментите с игра 'Дилема на затворника' имплицитно или експлицитно се допуска, че играчите имат пълната информация за игрите. Но настоящият експеримент показва, че това не винаги е така и че играчите използват само част от наличната информация (съответстваща на стратегията, която използват). Приложенията на тези резултати са не само по отношение на конкретните анализи, но трябва да бъдат отчитани и по отношение на експериментите, които се провеждат и интерпретацията на резултатите (възможно е поради избирателността на вниманието и частичното използване на наличната информация, всъщност участниците в експериментите да

правят избори все едно играят игра с друга структура на възможни стратегии и печалби). Експерименталните резултати също така подкрепят и хипотезата, че не всички участници използват една и съща стратегия – наблюдаваните разлики са както по отношение на използваната информация, така и по отношение на изборите.

12. Приноси на дисертационния труд

Теоретични приноси

- Резултатите от проследяването на погледа показват, че нормативната Теория на игрите не е приложима по отношение на реалното поведение на участници, играещи 'Дилема на затворника'. Играчите използват само част от наличната информация, което е в подкрепа на теориите за ограничената рационалност.
- Поставен е акцент върху теоретичен подход, в който интересът е съсредоточен не само върху обобщените резултати, но е насочен и към изследването на различни стратегии, които се използват при игра. В експериментите са идентифицирани различни групи от играчи, използващи различни стратегии, като само част от играчите използват информация за кооперативния индекс (CI) на игрите. Използването на обобщени данни често маскира различните фактори и стратегии на игра. Значението на този резултат трябва да се отчита при теориите, които обясняват кооперативното поведение в играта 'Дилема на затворника', така и при анализа на резултатите от експерименти.
- Представен е изчислителен модел на базата на учене с подкрепление, който използва: информация за възможните печалби в настоящата игра; информация за предишните печалби в резултат на всеки от ходовете и в същото време; предсказания за хода на другия играч в резултат на миналите игри. Подкрепа за модела е получена от симулации, в които е демонстрирано много добро съвпадение с експерименталните данни (както по отношение на ходове и изходи от играта, така и по отношение на наблюдаваните контекстни ефекти).

Методологични приноси

- Приложение за първи път на проследяване на погледа за изследване на взимането на решение в многократно играна 'Дилема на затворника'.

- Създаване на експериментална процедура за изследване на контекстни ефекти при преценка на кооперативността на игри 'Дилема на затворника'.
- Създаване на експериментална процедура за изследване на контекстни ефекти при взимане на решение при игри 'Дилема на затворника'.

Практически приноси

- С помощта на проследяване на погледа е определена информацията, която е най-важна за участниците при взимане на решение в игра 'Дилема на затворника'.
- Определени са 2 групи участници, които използват различни стратегии при игра и съответно използват различни части от наличната информация.
- Демонстрирането на контекстни ефекти при преценка на кооперативността на игри 'Дилема на затворника'.
- Демонстрирането на контекстни ефекти при взимане на решение при игри 'Дилема на затворника'.

13. Публикации, базирани на експериментите, представени в дисертацията

Hristova, E., & Grinberg, M. (2004). Context effects on judgment scales in the Prisoner's dilemma game. *Proceedings of the 1st European Conference on Cognitive Economics*.

Hristova, E., & Grinberg, M. (2005a). Investigation of context effects in the iterated Prisoner's dilemma game. In: Dey, A., Kokinov, B., Leake, D., Turner, R. (Eds.) *Modeling and Using Context, LNAI 3554* (183-196), Springer Verlag.

Hristova, E., & Grinberg, M. (2005b). Information acquisition in the iterated Prisoner's dilemma game: an eye-tracking study. In Bara, B. G., L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (983-988). Elbraum, Hillsdale, NJ.

Цитирана от:

Di Guida, S. (2011). *Feature-Based Choice and Similarity Perception in Normal-Form Games: An Experimental Research* (Doctoral dissertation, University of Trento).

Funaki, Y., Jiang, T., & Potters, J. (2010). *Eye tracking Social Preferences*. Working Paper.

Halevy, N., Cohen, T. R., Chou, E. Y., Katz, J. J., & Panter, A. T. (2013). Mental Models at Work Cognitive Causes and Consequences of Conflict in Organizations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 0146167213506468.

Loewenstein, J., & Keller, J. (2006). Language as a Tool for Thought: The Vocabulary of Games Facilitates Strategic Decision Making. In *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Elbraum, Hillsdale, NJ.

Mahon, P. G., & Canosa, R. L. (2012, March). Prisoners and chickens: gaze locations indicate bounded rationality. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications* (pp. 401-404). ACM.

Pezzulo, G., Butz, M. V., Castelfranchi, C., & Falcone, R. (Eds.). (2008). *The challenge of anticipation: A unifying framework for the analysis and design of artificial cognitive systems* (Vol. 5225). Springer.

14.Списък с използвана литература

1. Andreoni, J. & Miller, J. (1993). Rational cooperation in the finitely repeated Prisoner's dilemma: experimental evidence. *The Economic Journal*, 103, 570-585.
2. Antonides, G. (1994). Mental accounting in a Sequential Prisoner's dilemma game. *Journal of Economic Psychology*, 15, 351-374.
3. Axelrod, R. (1967). Conflict of interest: an axiomatic approach. *Journal of Conflict resolution*, 11, 87-99.
4. Axelrod, R. (1984). *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.
5. Balliet, D., Mulder, L., & Van Lange, P. A. M. (2011). Reward, punishment, and cooperation: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 137, 594-615.

6. Bettman, J., & Kakkar, P. (1977). Effects of information presentation format on consumer information acquisition strategies. *Journal of Consumer Research*, 3, 233-240.
7. Boone, C., De Brabander, B. & van Witteloostuijn, A. (1999). The impact of personality on behavior in five Prisoner's dilemma games. *Journal of Economic Psychology*, 20, 343-377.
8. Boone, C., De Brabander, B., Carree, M., Jong, G., van Olffen, W. & van Witteloostuijn, A. (2002) Locus of control and learning to cooperate in a prisoner's dilemma game. *Personality and Individual Differences*, 32, 929-946.
9. Camerer, C., Ho, T.-H., & Chong, J. (2002). Sophisticated EWA: learning and strategic teaching in repeated games. *Journal of Economic Theory*, 104, 137-188.
10. Camerer, C. (2003a). Behavioral game theory: experiments on strategic interaction. Princeton University Press.
11. Camerer, C. (2003b). Behavioral Studies of strategic thinking in games. *Trends in Cognitive Science*, 7, 225-231.
12. Camerer, C., & Johnson, E. (2004). Thinking about Attention in Games: Backward and Forward Induction. In: I. Brocas & J. Carillo (Eds.), *The Psychology of Economic Decisions (Vol. 2)*. Oxford University Press.
13. Colman, A. (1995). Game theory and its applications in the social and biological sciences. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.
14. Colman, A. (2003). Cooperation, psychological game theory, and limitations of rationality in social interaction. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 139-198.
15. Colman, A. M., & Pulford, B. D. (2012). Problems and Pseudo-Problems in Understanding Cooperation in Social Dilemmas. *Psychological Inquiry*, 23(1), 39-47.
16. Cooke, A. & Mellers, B. (1998). Multiattribute judgment: attribute spacing influences single attributes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 496-504.
17. Cooper, R., DeJong, D., Forsythe, R., & Ross, T. (1996). Cooperation without reputation: experimental evidence from Prisoner's dilemma games. *Games and Economic Behavior*, 12, 187-218.
18. Costa-Gomes, M, Crawford, V. & Broseta, B. (2001) Cognition and behavior in normal-form games. *Econometrica*, 69, 1193-1235.
19. Croson, R. (1999). The Disjunction Effect and Reason-Based Choice in Games. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 80, 118-133.
20. Croson, R. (2000). Thinking like a game theorist: factors affecting the frequency of equilibrium play. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 41, 299-314.
21. Dawes, R. (1980). Social dilemmas. *Annual Review of Psychology*, 31, 169-193.
22. Dixit, A., Relley, D., & Skeath, S. (2009). *Games of Strategy*. Norton, W. W. & Company, Inc.

23. Dolbear, F. & Lave, L. (1966). Risk orientation as a predictor in the Prisoner's dilemma. *Journal of conflict resolution*, 10, 506-515.
24. Duchowski, A. (2002). A breadth-first survey of eye tracking applications. *Behaviour Research Methods, Instruments, and Computers*, 1, 1-16.
25. Erev, I., & Roth, A. (1998). Predicting how people play games: reinforcement learning in experimental games with unique, mixed strategy equilibria. *The American Economic Review*, 88, 848-881.
26. Erev, I., & Roth, A. (1999). On the role of reinforcement learning in experimental games: the cognitive game-theoretic approach. In: D. Budescu, I. Erev, & R. Zwick (Eds.), *Games and human behavior: Essays in honor of Amnon Rapoport*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
27. Erev, I., & Roth, A. (2001). Simple reinforcement learning models and reciprocation in the Prisoner's dilemma game. In: Gigerenzer, G., Selten, R. (Eds.), *Bounded rationality: the adaptive toolbox*, Cambridge, Mass. MIT Press.
28. Einhorn, H. & Hogarth, R. (1981). Behavioral decision theory: Processes of judgment and choice. *Annual Review of Psychology*, 32, 53-88.
29. Findlay, J., & Gilchrist, I. (2001). Visual attention: the active vision perspective. In: Harris, L. & Jenkin. M., *Vision and Attention*, Berlin: Springer.
30. Flache, A., & Macy, W. (2002). The power law of learning. *Journal of Conflict Resolution*, 46, 629-653.
31. Flood, M. (1952). Some experimental games. *Research Memorandum, 789*, RAND corporation.
32. Furnham, A., & Quilley, R. (1989). The Protestant work ethic and the prisoner's dilemma. game. *British Journal of Social Psychology*, 28, 79-87.
33. Gigerenzer, G., Todd, P., & the ABC Research Group (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press.
34. Grinberg, M., Hristova, E., Popova, M., & Haltakov, V. (2005). Strategies in Playing Iterated Prisoner's Dilemma Game: An Information Acquisition Study. In: *Proceedings of the International Conference on Cognitive Economics*. Sofia, NBU Press.
35. Gumpert, P., Deutsch, M., & Epstein, Y.(1969). Effect of incentive magnitudes on cooperation in the Prisoner's dilemma game. *Journal of Personality and Social Psychology*, 11, 66-69.
36. Harforn, T., & Solomon, L. (1967). "Reformed sinner" and "lapsed saint" strategies in the Prisoner's dilemma game. *Journal of Conflict Resolution*, 11, 104-109.
37. Helson, H. (1959). Adaptation level theory. In: S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of science*, vol. 1. New York: McGraw Hill.
38. Hofstadter, D. (1983). Metamagical themas: computer tournaments of the Prisoner's dilemma suggest how cooperation evolves. *Scientific American*, 248, 16-26.

39. Houser, D., Keane, M. & McCabe, K. (2004). Behavior in a dynamic decision problem: An analysis of experimental evidence using a Bayesian type classification algorithm. *Econometrica*, 72, 781-822.
40. Imhof, L. A., & Nowak, M. A. (2010). Stochastic evolutionary dynamics of direct reciprocity. *Proceedings of the Royal Society B*, 277, 463-468.
41. Jacob, R. & Karn, K. (2003). Eye tracking in human computer interaction and usability research: Ready to deliver the promise. In: Hyona, J., Radach, R., & Deubel, H. (Eds.), *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research*. Elsevier Science BV.
42. Johnson, E., Payne, J., & Bettman, J. (1988). Information displays and preference reversals. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 42, 1-21.
43. Johnson, E.J., Camerer, C., Sen, S. & Rymon, T. (2002). Detecting failures of backward induction: Monitoring information search in sequential bargaining, *Journal of Economic Theory*, 104, 1:16-47.
44. Jones, B., Steele, M., Gahagan, J., & Tedeschi, J. (1968). Matrix values and cooperative behaviour in the Prisoner's dilemma game. *Journal of personality and social psychology*, 8, 148-153.
45. Just, M., & Carpenter, P. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
46. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
47. Kahneman, D. & Tversky, A. (1984). Choices, values, and frames. *American psychologist*, 39, 341-350.
48. Kanazawa, S., & Fontaine, L. (2013). Intelligent People Defect More in a One-Shot Prisoner's Dilemma Game. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 6, 201-213.
49. Komorita, S. (1965). Cooperative choice in a Prisoner's dilemma game. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2, 741-745.
50. Komorita, S., Hilty, J., & Parks, C. (1991). Reciprocity and cooperation in social dilemmas. *Journal of Conflict Resolution*, 35, 3:494-518.
51. Kreps, D., Milgrom, P., Roberts, J., & Wilson, R. (1982). Rational cooperation in the finitely repeated Prisoner's dilemma'. *Journal of Economic Theory*, 27, 245-252.
52. Krueger, J., DiDonato, Th., & Freestone, D. (2012). Social Projection Can Solve Social Dilemmas. *Psychological Inquiry: An International Journal for the Advancement of Psychological Theory*, 23:1, 1-27.
53. Kurzban, R. & Houser, D. (2005). Experiments investigating cooperative types in humans: a complement to evolutionary theory and simulations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 102, 1803-1807.
54. Lockhead, G. (1992). Psychophysical scaling: Judgments of attributes or objects? *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 543-601.

55. Lockhead, G. (1995). Psychophysical scaling method reveals and measure context effects. *Behavioral and Brain Sciences*, *18*, 607-612.
56. Lockhead, G. R., & Hinson, J. (1986). Range and sequence effects in judgments. *Perception & Psychophysics*, *40*, 1:53-61.
57. Lohse, G. & Johnson, E. (1996). A comparison of two process tracing methods for choice tasks. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *68*, 28-43.
58. Macy, M., & Flache, A. (2002). Learning dynamics in social dilemmas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, *99*, 7229-7236.
59. Marks, L. & Algom, D. (1998). Psychophysical Scaling. In: Michael Birnbaum (ed.) *Measurement, Judgment, and Decision Making*. Academic Press.
60. Masuda, N., & Nakamura, M. (2011). Numerical analysis of a reinforcement learning model with the dynamic aspiration level in the iterated Prisoner's dilemma. *Journal of Theoretical Biology*, *278*, 55-62.
61. McClintock, C., & McNeal, P. (1966). Reward level and game playing behavior. *Journal of Conflict Resolution*, *10*, 98-102.
62. Mellers, B., Ordonez, L., & Birnbaum, M. (1992). A change-of-process theory for contextual effects and preference reversals in risky decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *52*, 331-369.
63. Oskamp, S., & Perlman, D. (1965) Factors affecting cooperation in a Prisoner's dilemma game. *Journal of Conflict Resolution*, *9*, 359-374.
64. Oskamp, S. (1971). Effects on programmed strategies on cooperation in the Prisoner's dilemma and other mixed-motive games. *Journal of Conflict resolution*, *15*, 225-259.
65. Oskamp, S. (1974). Comparison of sequential and simultaneous responding, matrix, and strategy variables in a Prisoner's dilemma game. *Journal of Conflict Resolution*, *18*, 107-116.
66. Parducci, A. (1968). The relativism of absolute judgments. *Scientific American*, *219*, 84-90.
67. Parducci, A. (1974). Contextual effects: a range-frequency analysis. In: Carterette, E.M. Friedman, M. (Eds.), *Handbook of perception, vol. II, Psychophysical judgment and measurement*. NY: Academic Press
68. Payne, J. (1976). Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis. *Organizational Behavior and Human Performance*, *16*, 366-387.
69. Payne, J., Bettman, J., & Johnson, E. (1997). The adaptive decision maker: effort and accuracy in choice. In: Goldstein, W. and Hogarth, R. M. (Eds.). *Research on judgment and decision making*. Cambridge University Press.
70. Palmer, S. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.
71. Plous, S. (1993). *The psychology of judgment and decision making*. McGraw-Hill, Inc.

72. Pounstone, W. (1993). *Prisoner's dilemma: John Von Neumann, Game Theory and the Puzzle of the Bomb*. New York: Anchor Books.
73. Rapoport, A. (1992). Game theory defined: what it is and what is not. *Rationality & Society*, 4, 74-80.
74. Rapoport, A. (1967). A note on the 'index of cooperation' for Prisoner's dilemma. *Journal of conflict resolution*, 11, 100-103.
75. Rapoport, A., & Chammah, A. (1965). *Prisoner's dilemma: A study in conflict and cooperation*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
76. Rapoport, A., & Dale, P. (1966). The 'end' and 'start' effects in iterated Prisoner's dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, 10, 363-366.
77. Rapoport, A., & Mowshowitz, A. (1966). Experimental studies of stochastic models for the Prisoner's dilemma. *Behavioral Science*, 11, 444-458.
78. Rayner, K., & Pollatsek, A. (1992). Eye movements and scene perception. *Canadian Journal of Psychology*, 46, 342-376.
79. Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
80. Rizzolatti G., Riggio L., Dascola I., & Umilta C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, 25, 31-40.
81. Sally, D. (1995). Conversation and cooperation in social dilemmas. A meta-analysis of experiments from 1958 to 1992. *Rationality and Society*, 7, 58-92.
82. Schoemaker, P. (1982). The expected utility model: Its variants, purposes, evidence and limitations. *Journal of Economic Literature*, 20, 529-563.
83. Sigmund, K. (2010). *The Calculus of Selfishness*. Princeton University Press: Princeton, NJ.
84. Simon, H. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
85. Shaw, J., & Thorslund, C. (1975). Varying patterns of reward cooperation: the effects in a Prisoner's dilemma game. *Journal of Conflict Resolution*, 19, 108-122.
86. Shafir, E. (1994). Uncertainty and the difficulty of thinking through disjunction. *Cognition*, 50, 403-430.
87. Shafir, E., Simonson, I., & Tversky, A. (1993). Reason-based choice. *Cognition*, 49, 11-36.
88. Shafir, E., & Tversky, A. (1992). Thinking through uncertainty: Nonconsequential reasoning and choice. *Cognitive Psychology*, 24, 449-474.
89. Simonson, I., & Tversky, A. (1992). Choice in context: Tradeoff contrast and extremeness aversion. *Journal of Marketing Research*, 29, 281-295.
90. Steele, M. & Tedeschi, J. (1967). Matrix indices and strategy choices in mixed-motive games. *Journal of Conflict Resolution*, 11, 2, 198-205.

91. Stewart, N., Brown, G., & Chater, N. (2002). Sequence effects in categorization of simple perceptual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 28, 3-11.
92. Stewart, N., Chater, N., Stott, H., & Reimers, S. (2003). Prospect relativity: How choice options influence decisions under risk. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 23-46.
93. Stewart, N., & Brown, G. (2004). Sequence effects in the categorization of tones varying in frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 2, 416-430.
94. Trivers, R. (1972). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46, 35-37.
95. Tversky, A., & Kahneman, D. (1982). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. In: Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (Eds.) *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge University Press.
96. Tversky, A., Sattath, S., & Slovic, P. (1988) Contingent weighting in judgment and choice. *Psychological Review*, 95, 371-384.
97. Tversky, A., & Shafir, E. (1992) The disjunction effect in choice under uncertainty. *Psychological Science*, 3, 305-309.
98. Vlaev, I., & Chater, N. (2003a). Effects of sequential context on judgments and decisions in Prisoner's dilemma game. *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Elbraum, Hillsdale, NJ.
99. Vlaev, I., & Chater, N. (2003b). Game Relativity: How Context Influence Decisions Under Uncertainty. Manuscript submitted for publication.
100. Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). Theory of games and economic behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press.
101. Ward, L., & Lockhead, G. (1970). Sequential effects and memory in category judgments. *Journal of experimental psychology*, 84, 27-34.
102. Weddel, D., & Parducci, A. (1988). The category effects in social judgment: experimental ratings of happiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55, 3, 341-356.