УДК: 640.412:005]:519.83

ПРИМЕНА НА ТЕОРИЈАТА НА ИГРИ И НЕШОВАТА РАМНОТЕЖА ВО ХОТЕЛСКОТО УПРАВУВАЊЕ

Снежана Данилова[1], Татјана А. Пачемска[1], Христина Серафимовска[2], Ана Атанасова[3]

[1]Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев", Штип, Р.С Македонија,

[2]Факултет за туризам и бизнис логистика,Универзитет„Гоце Делчев" Штип, Р.С.Македонија

[3]Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство, Универзитет„Св.Кирил и Методиј", Скопје, Р.С.Македонија

snezana.210158@student.ugd.edu.mk; tatjana.pacemska@ugd.edu.mk; hristina.serafimovska@ugd.edu.mk; ana.atanasova@finki.ukim.mk

Апстракт

Теорија на игри е применета математичка дисциплина и настанала како одговор на потребата за донесување одлуки и нејзините методи се покажале како успешни алатки за анализа на конфликтни ситуации и стратешки интеракции особено во економијата базирана на знаење. Употребата на теоријата на игри го олеснила процесот на носење одлуки во сите деловни сегменти. Таа е еден од можните начини за толкување на однесувањето на човекот и избор во конфликтни и делумно конфликтни ситуации. Развојот на современите технологии на ML, NN и AI за обработка на големи множества податоци, во денешно време овозможуваат стратегиите за победа во игрите да станат една од основните алатки за пресметливост со брзи перформанси како и со голема веројатност да гарантираат добар избор на решение во процесот на донесување одлуки. Во трудот е прикажан случај на примена на една од игрите во процесот на носење одлука и управувањето со ризик во хотелски ланец во Р.С.Македонија, каде е избрана кооперативна стратегија.

Клучни зборови: *Игра, играч, стратегија, одлука, рамнотежа...*

Вовед

Една од важните примени на теоријата на игри е да се користи како специфичен метод на анализа на појави и процеси во општеството и начин за толкување на човечкото однесување и неговиот избор во конфликтни и делумно конфликтни ситуации, каде конечното решение не зависи само од еден учесник, односно играч кој донесува одлука, туку и од одлуки на сите останати учесници.

Средината во која се носат одлуките исто така е непредвидлива и многу променлива. Дополнителна сложеност се добива и со фактот дека интересите на учесниците често директно се спротивставуваат. Во модерната економија, каде постои изразена меѓузависност, профитот на еден субјект не зависи само од неговото однесување и неговите одлуки, туку и од тоа како се однесуваат останатите субјекти на одлучување. Затоа, оној кој ја носи одлуката, мора постојано да врши анализа на стратегијата која е избрана или која ќе ја изберат неговите опоненти, како и анализа на стратегијата која ќе ја изберат другите субјекти при одлучување, како одговор на стратегијата која тој допрва треба да ја избере.

Бизнисот (во теоријата на игри) се смета за игра во која страните меѓусебно се натпреваруваат за придобивање на истите купувачи/клиенти, определувајќи ја личната корист од секој одделен исход. Со оглед на тоа дека се работи за исклучително компетитивна област, теоријата на игри има значајна улога во анализирањето на исплатливоста и придобивките од одредени бизнис одлуки.

Теоретски основи – поими, принципи и правила во теоријата на „бизнис“ игри

Игра е секоја ситуација во која учесниците носат стратешки одлуки земајќи ги во предвид акциите и реакциите на другите. Главната цел е одредување на оптимална стратегија за секој играч, односно стратегија која го максимизира очекуваниот поврат на играчи.

Алатките кои се достапни и математички развиени за одредување на крајниот исход (очекувана победа) во теоријата на игри, овозможува изучување на голем број можни стратегии, од целосна соработка до конфликт на интереси. Бизнис игра во која учествуваат компаниите може да биде кооперативна - кога учесниците во играта можат да склучуваат обврзувачки договори кои им овозможуваат планирање на заеднички стратегии и остварување на поголем профит, што значи дека учесниците се однесуваат кооперативно и во согласност со реалните, односно рационалните очекувања во однос на играта на опонентот и некооперативна - во која не е можно преговарање ниту спроведување задолжителни договори меѓу играчите.

Значи, теоријата на игри се обидува да ја реши функционалната поврзаност помеѓу избраните стратегии на поединечни играчи и нивниот пазарен резултат (да се добие или изгуби), во сите ситуации на ограничена рационалност.

Целта на изборот на математичкиот модел на играта е да објасни како дадено множество на околности (независни променливи) доведува до одреден резултат. Тој резултат се нарекува резултат на играта и претставува збирка на вредности, односно корист на секој играч по завршување на играта.

Множеството играчи кои учествуваат во играта е конечно и се означува со $I = \{1,2 \dots n\}$. Акцијата или потегот на играчот $i \in I$, означена со a_i, ја претставува одлуката, односно избор кој се носи. Множеството можни потези на играчите i е $A_i = \{a_i\}$. Комбинацијата на потези во играта е подредената n-торка $a = (a_i), i = 1, \dots n$ на сите n играчи во играта. Користа $\pi_1(s_1, \dots s_n)$ на играчи i е[4]:

- Корист која играчот i ја остварува откако сите играчи и околината ќе изберат своја стратегија и играта заврши или
- Очекувана корист на играчот i како функција на неговата и стратегијата на останатите играчи во играта.

Стратегијата s_i на играчот i е правилоto според кое тој носи одлуки, односно повлекува потези во секој момент од играта, врз основа на дадена група информации. Секој играч $i \in I$ има на располагање конечен збир на чисти стратегии $S_i = \{1,2, \dots m\}, m_i \geq 2$. Векторот $s = (s_1, \dots s_n)$ претставува една комбинација на стратегии на сите n играчи и се нарекува профил на чисти стратегии. Множеството од сите вектори S се нарекува уште и простор на чисти стратегии. Секој избор на вектор на стратегии (стратешки профил) $s \in S$ одредува еден резултат на играта, односно корист на секој играч $i \in I$. Значи, на секој играч му е придружена неговата функција на корист $\pi_1: S \to R$. За секој стратешки профил $s \in S$ постои и комбинирана функција на корист на целата игра $\pi: S \to R^n$ дефинирана со $\pi(s) = (\pi_1(s), \pi_2(s), \dots . \pi_n(s))$ каде што $\pi_i, i = 1, \dots n$ е функција на корист на i-тиот играч.

Рамнотежа

Рамнотежата $s^* = (s_1^*, \dots . s_n^*)$ е комбинација од стратегии која ја содржи најдобрата стратегија на секој од n-те играчи во играта. Рамнотежните стратегии се стратегии кои играчите ги избираат со цел максимизирање на нивната корист во играта.

За да пронајде рамнотежа, модераторот на играта мора да дефинира правило врз чија основа ќе одлучува што е „најдобра стратегија“ во играта. Тоа правило се нарекува концепт на рамнотежа. Концепт на рамнотежа или концепт на решение $F: \{S_1, \dots . S_n,\ \pi_1, \dots \pi_n\} \to s^*$ е правило кое ја дефинира рамнотежата на играта врз основа на можни комбинации стратегии и функции на корист на сите n играчи во играта. Најпознат и најчесто користен концепт на рамнотежа е Нешовата рамнотежа – Нешов еквилибриум. Во случај кога постојат двајца или повеќе играчи и секој играч ја знае стратегијата која ја избрале останатите играчи, ако било кој играч ја промени стратегијата, при што ниту еден од нив нема добивка, се нарекува Нешов еквилибриум. Значи, ако секој играч применува стратегија и ниту еден играч нема ништо да добие менувајќи ја својата стратегија, а при тоа останатите стратегии остануваат непроменети, играчите се во Нешов еквилибриум. Сите играчи бираат најдобра стратегија, при тоа земајќи ги во предвид другите стратегии се додека тие остануваат непроменети.

Наједноставно објаснување на Нешовиот еквилибриум се дава преку разгледување на играта на двајца играчи. Тие ќе постигнат Нешов еквилибриум, ако играчот А донесе најдобра одлука која може, земајќи ја во предвид одлуката на играчот В, додека играчот В постапува целосно исто, односно се обидува да донесе најдобра можна одлука разгледувајќи ја одлуката на играчот А.

Примена на теорија на игри во хотелското управување

Хотелиерството зазема значајно внимание при истражување на факторите на атрактивност на туристичката дестинација, таканаречени pull фактори. Иако туристичкото патување не е примарно поттикнато со престој во одреден хотел, во процесот на избор на туристичка дестинација, хотелската понуда зазема се позначајна улога, при што посебно се нагласува потребата за разновидни хотелски понуди. Хотелската понуда, за разлика од другите облици на сместувачка понуда, подразбира повиско ниво на удобност, широк спектар на услуги и бројни неугостителски компоненти, со други зборови гарантиран квалитет кој се препорачува на гостите. Преку хотелската понуда се отсликуваат сите најважни карактеристики на угостителството.

Хотелите постојано го менуваа услужниот асортиман, а гостите постојано го менуваат своето однесување и очекување. Во процесот на приспособување на очекувањата на гостите, хотелите често експериментираат со креирање на услужен асортиман. Со деловното поврзување се подобрува позицијата на хотелот да иновира интерни процеси и да стекне конкурентска предност.

Во повеќето хотели, продажбата на собите е најголем поединечен извор на приходи, а во многу од нив, продажбата на соби ја надминува продажбата на сите други производи заедно. Продажбата на соби, без исклучок е најисплатлив извор на хотелски приходи кој постигнува најголема маржа и има најголем удел во оперативната добивка на хотелот.

Изборот на стратегија е составен дел од успехот во хотеслокто управување. Работата при водење на хотел не значи само поседување на имот и издавање на соби, туку е многу посложена. Мора да се знае кои се гостите, како да се привлечат, што тие сакаат или несакаат, која е конкуренцијата и што нудат тие. Познавањето на овие информации ги обликува одлуките кои се донесуваат и активностите кои се преземаат.

Во хотелиерството, сопствениците и конкурентите се главните играчи. Хотелот се соочува со различни стратегиски избори кои директно влијаат на способноста за постигнување на саканиот резултат, без разлика дали тој резултат е да се зголеми приходот, да се надмине конкурентот, да се намали ризикот на хотелот, или да се постигне поголем удел на пазарот. Хотелиерите треба да имаат големо разбирање за нивната конкуренција и да ги предвидат реакциите на нивните конкуренти, гости и вработени и врз основа на тоа да донесат одредена одлука.

За да постигне стратешка предност на хотелот во однос на останатите, мора да се разгледаат бројни променливи пред да се преземе акција. Општо гледано, променливите за кои треба да се размисли може да бидат во врска со тоа како конкуренцијата ги привлекува гостите, годишниот приход, како стојат на пазарот, како ги оценуваат нивните гости или како ги ценат своите соби. Теоријата на игри ја прикажува конкурентната ситуација од средината и дава одговор на клучното прашање „Која оптимална акција треба да ја одигра играчот, антиципирајќи при тоа оптимални активности на противникот во игра“.

Секој хотел има тешка одлука при одредување на цените на собите. А прашањето секогаш останува исто, дали да се зголемат, дали да се намалат или да останат исти? Исплатата е целосно зависна од однесувањето на конкурентите. Ако двата хотели се согласат да поставаат исти високи цени и двата ќе постигнат натпросечен профит. Но, ако едниот хотел ги намали цените во однос на другиот, тој ќе привлече повеќе гости од конкурентот и ќе добие поголем профит. Но, ако и двата хотели се обидат да ги намалат цените и да постават пониски цени, профитот ќе се намали и кај двата. Теоријата на игри сугерира дека најдобра долгорочна стратегија е соработката од двете страни. Но, природно, во конкуретна средина за гостопримливост, не е секогаш така. Ако двата хотели се согласат да постават висока цена, двата ќе добијат поголем профит. Ако ги постават цените пониски од конкурентите, ќе добијат поголема исплата, но колку долго ќе трае тоа? Тоа често е моментот кога хотелите се вплеткуваат во војни со цени и опаѓачки стапки стануваат се потешки за одржување. И на крајот, сите губат.

Адам Смит, основачот на модерната економија верувал во пазарен систем во кој индивидуалните цели - амбиции му служат на општото добро. Значи, доколку полека се појави намалување на побарувачката, хотелите ќе понудат соби со големи попусти за да не пропуштат клиенти. Доколку се намали побарувачката, имаме надолната линија, а тоа е сценарио од кое се плашат сопствениците на хотели. Тоа е нешто што сите тие сакаат да го избегнат, а сепак е тешко да се спречи. Џон Неш, американски математичар даде и непобитен доказ за тоа. Со неговата игра, стратешките интеракции помеѓу „играчите“ (читај: хотели) се изучуваат со употреба на математички модели. Неш докажува дека и покрај тоа што намалувањето на цените на собите ќе доведе до намалување на приходите за сите хотели, сепак е многу веројатно дека тие сепак ќе го сторат тоа. Така, тој докажува за пазарите, како што е хотелскиот пазар каде што конкурентите можат сами да ги одредат своите стапки, дека Адам Смит делумно не бил во право. Индивидуалната амбиција не му служи на општото добро.

Само неколку хотели кои би донеле одлука да ги намалат своите цени се потребни за да се изврши притисок за намалување на цените под линијата. Со намалување на цените едноставно не им се дава избор на конкурентите, па препораката би биле - играјте ја „играта“ или изгубите пазарен удел и приход. Ова станува многу различно ако вкупната побарувачка на пазарот значително се зголеми како резултат на намалувањето на стапките. Реалноста покажува дека тоа не е случај по криза кога сите играчи губат приходи во споредба со нивната оригинална почетна точка. Моделот прикажан подолу покажува како ова може да функционира.

Хотел Б / Хотел А	Опција 1 (Цена:-40%)	Опција 2 (Цена:-20%)	Опција 3 (Цена: непроменета)	Опција 4 (Цена:+20%)
Опција 1 (Цена:-40%)	0, 0	20, -20	20, -20	20, -20
Опција 2 (Цена:-20%)	-20, 20	10, 10	30, -10	30, -10
Опција 3 (Цена: непроменета)	-20, 20	-10, 30	$\boxed{20,\ 20}$	40, 0
Опција 4 (Цена:+20%)	-20, 20	-10, 30	0, 40	30, 30

Слика 1. Игра на два хотели

Се претпоставува дека исполнетоста на двата хотела е 50%. Според прикажаното во табелата, како најповолна се гледа опција 3, т.е. двата хотели држат иста цена за ноќевање при што, резултатот за двата хотели е 20. Ако хотелот Б одлучи да го намали цените за 20%, тоа ќе доведе до значително повисока стапка на искористеност, да речеме 75% исполнетост на хотелот. Како резултат на тоа, приходите на хотелот Б се зголемуваат на 30, но резултатите на хотелот А се намалуваат на -10. Тоа значи дека хотелот Б профитира на сметка на хотелот А. Кога хотелот А размислува да направи контра потег, постојат две опции кои би можеле да ја подобрат неговата ситуација: Или хотелот А оди со ист потег како хотелот Б, со опција 2 (намалување на цената за 20%) или силно да возврати со опцијата 1 (намалување на цената за -40%). Резултатите на хотелот А се зголемуваат од 10 на 20 соодветно, затоа хотел А реши да го следи. Ова ги донесе резултатите на хотелот Б од 30 на 10. Бидејќи хотелот Б сè уште може да ги подобри своите резултати по овој неуспех, тој одлучува да ги намали стапките уште повеќе (опција 1). На овој начин, двата хотела доаѓаат на нула, иако нивните резултати можеле да бидат 20, доколку одлучиле да не започнат ценовна војна. Овој пример ја опишува таканаречената нешова рамнотежа.

Управување со приходите на хотелот

Хотелите може да нудат различен вид на соби, како стандардни соби, делукс соби, приватни соби, соби со поглед, единечни или двокреветни соби, апартман и слично. Од видот на собата зависи и нејзината цена.

Приходите на хотелот зависат од продажбата на собите, затоа тие се фокусирани најмногу на продажба на истите и максимално искористување на сместувачкиот капацитет. За два хотели кои изнајмуваат соби, може да се претпостави дека се двајца играчи, со две различни класи на цени. Барањата за резервации за различни класи се претпоставува дека се независни променливи со продолжена можност за дистрибутивни функции. Ако еден хотел има вишок капацитет, вишокот соби ќе бидат делумно или целосно пополнети од другиот хотел според стапката за трансфер, а воедно се претпоставува дека нема да има откажувања од страна на клиентите:

- C_i, капацитет на хотел P_i;
- b_{iL} одреден лимит/ ограничување на резервации на P_i;
- b_{iH} ниво на заштита на P_i;
- X_{iK} случајна понда за резервација од клиент K, со функција на веројатност $f_{iK}(x_{iK})$, функција на кумулативна распределба $F_{iK}(x_{iK}) = \int_0^{x_{iK}} (f_{iK}(t_{iK})\mathrm{d}t_{iK}$ и $\bar{F}_{iK}(x_{iK}) = 1 - F_{iK}(x_{iK})$
- r_{iK} цена за една ноќ;
- q_{iK} такса(пенали) за откажување резервација на клиентот запишан кај P_i;
- u_{iK} дел од откажана резервација на хотелот P_i, кога клиентот се префрла во друг хотел;
- $\prod_i(b_{1L}, b_{2L})$, случајна заработка за P_i, со $J = E(\prod_i)$

Забележуваме дека додека капацитетот на хотелот е фиксен, нивото на заштита и ограничените резервациите се надополнуваат едно со друго, односно збирот на овие нивоа е еднаков на капацитетот на хотелот. Тоа значи дека ако го знаеме лимитот на резервации, нивото на заштита би се изразил како $C_i - b_{iL}$. Бидејки постои можност секој клиент да направи трансфер, односно да го промени хотелот, приходите на хотелот ќе зависат не само од сопствените резервации, туку и од резервациите на другиот хотел. Затоа треба да се примени теоријата на игри, со цел да се анализираат оптималните одлуки за резервациите на двајцата играчи.

Теоријата на игри може да се примени кога се донесува последователни одлуки, ако приходот на еден хотел е загрозен од рационално искористување на собите на друг хотел. Да земеме во предвид игра меѓу два хотели во близина: Хотел 1 и Хотел 2, како два играчи, коишто најмногу влијаат еден на друг во донесување на стратешки одлуки. Истите тие се цел на одлучување на еден турист, во кој од тие два хотели ќе направи резервација. Одлучувањето на поединецот за кој хотел ќе се одлучи зависи многу од опременоста и ентиерот на собите.
Профитот од една соба може да се детерминира како функција од квантитетот u и v на двете страни. Максимизирањето на очекуваниот профит е $J_1(u, v)$ и $J_2(u, v)$, соодветно

$$J_1(u, v) = (s_1 + p_1)\left[\int_0^u xf(x)dx + u\int_u^\infty f(x)dx\right] - p_1E(X) + q_1\int_0^u (u-x)f(x)dx +$$
$$(s_1 - q_1)\int_0^u \left[\int_v^B b(y-v)g(y)dy + \int_{\boldsymbol{B}}^\infty (u-x)g(y)dy\right] f(x)dx - c_1 u$$

каде $f(x)$ и $g(y)$ е густината на побарувачка за секој од играчи, a и b $(0 \leq a, b \leq 1)$ се одземаните профити на играчите кога нивните понуди се распродадени; s_1, c_1, q_1, p_1 се продажните цени на понудата, цена на чинење или набавна вредност, амортизациона проценка и изгубениот профит кога сите соби се распродадени за првиот играч и $B = [(u-x)/b] + v$ и $A = [(v-y)/a] + u$.

Ги дефинираме таканаречените <u>објективни функции</u> низ следната постапка:

Очекуваниот приход на P_i е J_{iK} за K-класа на клиенти, каде $I = 1,2$, $K = H, L$. За секоја дадена b_{1L} и b_{2L}, има четири меѓусебни случаеви во кој може да се случи трансфер односно префрлање помеѓу $P1$ и $P2$. За сите тие случаеви очекуваниот приход на $P1$ може да биде изразен како:

1. $x_{1L} \leq b_{1L}, x_{2L} \leq b_{2L}$: $\pi_{1L}^1 = r_{1L}x_{1L}$
2. $x_{1L} \leq b_{1L}x_{2L} \leq b_{2L}$:
   $\pi_{1L}^1 = r_{1L}x_{1L} + r_{1L}min[u_{2L}(x_{2L} - b_{2L}), b_{1L} - x_{1L}] - q_{1L}max[0, u_{2L}\,(x_{2L} - b_{2L}) - (b_{1L} - x_{1L})]$
   Во овој случај $P1$ има вишок соби и $P2$ има недостиг на соби. $P1$ тогаш ќе прифаќа трансфер на клиенти од $P2$ додека не се достигне лимитот на резервации.
3. $x_{1L} \geq b_{1L}, x_{2L} \leq b_{2L}$: $\pi_{1L}^3 = r_{1L}b_{1L} - q_{1L}(x_{1L} - b_{1L})$
   овде нема трансфер на клиенти од $P2$ во $P1$, и ниската класа на $P1$ е затворена. Вишокот на понуда за резервација $x_{1L} - b_{1L}$, ќе се означи како “казна” со q_{1L} за секоја соба.
4. $x_{1L} \geq b_{1L}, x_{2L} \geq b_{2L}$: $\pi_{1L}^4 = r_{1L}b_{1L} - q_{1L}(x_{1L} - b_{1L}) - u_{2L}q_{1L}(x_{2L} - b_{2L})$
   случај кога ниската класа во двата хотели е затворена, кога сите клиенти на $P1$, и они што се префрлаат од $P2$ во $P1$ мора да бидат одбиени. Истото се означува со $q_{1L}(x_{1L} - b_{1L})$ и $u_{2L}q_{1L}(x_{2L} - b_{2L})$.

Вкупниот очекуван приход е следниот:

$$J_i = \sum_{K=L,H} \left\{ \int_0^{b_{iK}} r_{iK}x_{iK}F_{jK}\big(b_{jK}\big)f_{iK}dx_{iK} + \int_{b_{jK}}^{B_{iK}} \int_0^{b_{iK}} r_{iK}(x_{iK} + b_{iK} - M_{iK})\, f_{iK}f_{jK}\, dx_{iK}dx_{jK} \right\}$$
$$+ \int_{b_{jK}}^{B_{iK}} \int_{b_{iK}}^{\infty} [r_{iK}b_{iK} - q_{iK}(x_{iK} - M_{iK})]\, f_{iK}f_{jK}dx_{iK}dx_{jK}$$
$$+ \int_{B_{jK}}^{B_{iK}} \int_0^{\infty} [r_{iK}b_{iK} - q_{iK}(x_{iK} - M_{iK})]\, f_{iK}f_{jK}dx_{iK}dx_{jK}$$
$$+ \int_{b_{iK}}^{\infty} [r_{iK}b_{iK} - q_{iK}(x_{iK} - b_{iK})]\, F_{jK}\big(b_{jK}\big)f_{iK}dx_{iK}$$

Каде $b_{iH} = C_i - b_{iL}, M_{iK} = b_{iK} - u_{jK}(x_{jK} - b_{jK})$ и $B_{jK} = b_{jK} + (b_{iK} - x_{iK})/\,u_{jK}$ за $i, j = 1,2$ и $i \neq j$.

Сега гледаме дека оптималната одлука односно најдобриот одговор (BRF) на секој играч се добива како одговор на произволна одлука на другиот играч. На пример, да претпоставиме дека $P2$ го кажува неговиот лимит на ниска класа резервации b_{2L}. Кога се знае овој податок, $P1$ може да го детерминира неговиот најдобар одговор $b_{1L}^R(b_{2L})$ за да ја максимизира својата објективна функција.

Да земеме S_{iK} $(i = 1,2\,,\ K = L, K)$ да биде веројатноста од “потфрлање”, настан кога имаме незадоволство од барањата за резервација. Не е тешко да се виде дека K класа клентите на P_i би потфрлиле во два случаи:

1) $X_{iK} > b_{iK}$ и
2) $X_{iK} + u_{jK}\big(X_{jK} - b_{jK}\big) > b_{iK}$ со $X_{iK} \leq b_{iK}$

Тогаш цената на потфрлањето на клиентот, може да биде изразена како

$$S_{iK} = Pr\{X_{iK} > b_{iK}\} + Pr\big\{X_{iK} + u_{jK}\big(X_{jK} - b_{jK}\big) > b_{iK}\big\} \text{ и } X_{iK} \leq b_{iK}.$$

Интегрирајќи ги двете функции на соодветните региони, добиваме

$$S_{iK} = \int_0^{b_{iL}} \int_{N_{jL}}^{\infty} f_{iL}f_{jL}dx_{jL}dx_{iL} + \bar{F}_{iL}(b_{iL})$$

каде $N_{j\text{K}} = b_{\text{jK}} + (b_{i\text{K}} - X_{iK})/u_{jK}, i = 1,2\,,\ K = L, K$ и $i \neq j$. Така парцијален извод од прв ред V_i може да биде изразен преку S_{iK} како

$$V_i = (r_{iL} + q_{iL})S_{iL} - (r_{iH} + q_{iH})S_{iH}$$

Сега сакаме да детерминираме (одредиме) дали најдобриот одговор на P_i според одлуката на P_j, односно $b_{iL}^R(b_{jL})$ (каде $b_{jL} \in [0, C_j], i, j = 1,2$ и $i \neq j$), секогаш може да се добие со решавање на равенката $V_i = 0$. Забележуваме дека објективната функција на P_i е строго конкавна во нејзината одлука и е променлива за било која дадена b_{jL}. Математички, за дадена b_{jL}, J_i може да биде или строго растечка конкавна или опаѓачка конкавно од b_{iL}, така да, оптималното решение од b_{iL} кој го максимизира J_i може да се најде на границата доколку има такви случаи. Оптималното решение се наоѓа во $(0, C_i)$, само тогаш кога J_i не е монотоно во b_{iL}. Тогаш најдобриот одговор на P_i се наоѓа со решавање на равенката $V_i = 0$. Следната теорема ги дава точните форми на равенката на најдобриот одговор.

Теорема 1. Равенката на најдобар одговор(Best Response Function) за P_i, $b_{iL}^R(b_{jL})$ каде $i, j = 1,2$ и $i \neq j$, е дадена со

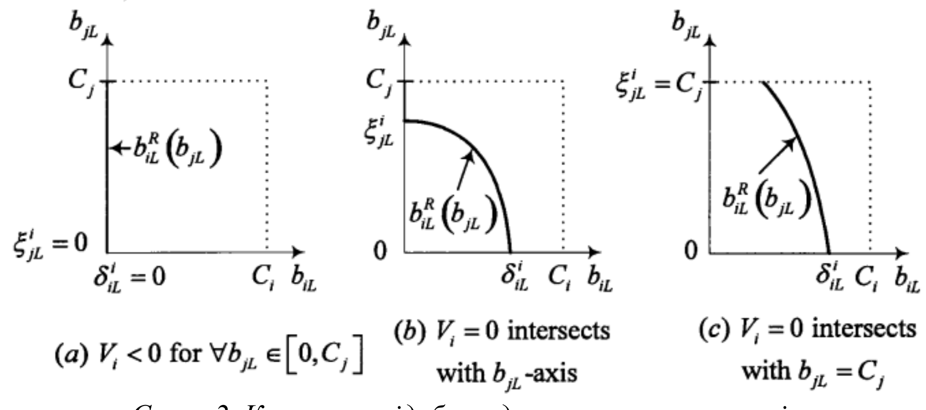
$$b_{iL}^R(b_{jL}) = \begin{cases} 0, & \text{ако } \xi_{jL} \leq b_{jL} \leq C_j \\ b_{iL}^*, & \text{ако } 0 \leq b_{jL} \leq \xi_{jL} \end{cases}$$

каде

$$\xi_{jL} = \begin{cases} b_{jL} \text{оската на пресек } V_i = 0, & \text{ако } V_i = 0 \text{ се вкрстува со } b_{jL} \text{ оската} \\ C_{jL}, & \text{ако } V_i = 0 \text{ се вкрстува со } b_{jL} = C_{jL}, \\ 0, & \text{ако } V_i < 0 \text{ за секој } b_{jL} \in [0, C_j] \end{cases}$$

И b_{iL}^* може да се добие преку решавање на $V_i = 0$

Со добивање на $S_{iK} = \int_0^{b_{iL}} \int_{N_{jL}}^{\infty} f_{iL} f_{jL} dx_{jL} dx_{iL} + \bar{F}_{iL}(b_{iL})$, гледаме дека $S_{iH}(C_i, b_{jL}) = 1$. Така не е тешко да се согледа дека $V_i = (r_{iL} + q_{iL}) S_{iL}(b_{jL}, C_j) - r_{iH} - q_{iH} < 0$, што значи за секој b_{jL}, J_i не е растечка во b_{iL} за C_j. Како и да е, J_i може да биде опаѓачка конкавна функција ($V_i < 0$) за секој b_{jL}. Во овој случај, најдобриот одговор $b_{iL}^R(b_{jL})$ треба секогаш да биде 0. Доколку $\xi_{jL} > 0$, поради големо својство на $V_i = 0$, во (b_{1L}, b_{2L}), оптималното решение за секое $b_{jL} \in [0, \xi_{jL}]$ може да се одреди преку решавање на $V_i = 0$. Со други зборови, за секое $b_{jL} \in [0, \xi_{jL}]$, може да ја земеме кривата од $V_i = 0$ како крива на најдобар одговор за P_i. Така за $b_{jL} \in [\xi_{jL}, C_j]$, V_i секогаш е помало од нула. Така, најдобар одговор за секој b_{jL} што припаѓа во тој интервал треба да е исто нула.



Слика 2. Крива на најдобар одговор во три сценарија

Цел во овој пример е да се демонстрира кривата на најдобар одговор за еден од двата хотели, пример P_i. Да земеме дека капацитетот на хотелите е $C_1 = 40$ и $C_2 = 45$. Цената на собите, такса за откажување на резервацијата и дел од откажана резервација на хотелот P_i, кога клиентот се префрла во друг хотел се дадени во табела.

	Ниска цена($K = L$)			*Висока цена($K = H$)*		
	r_{iL}	q_{iL}	u_{iL}	r_{iH}	q_{iH}	u_{iL}
P1 Хотел 1	2475 ден	750 ден	15	3975 ден	1750 ден	20
P2 Хотел 2	2625 ден	875 ден	16	4125 ден	1875 ден	20

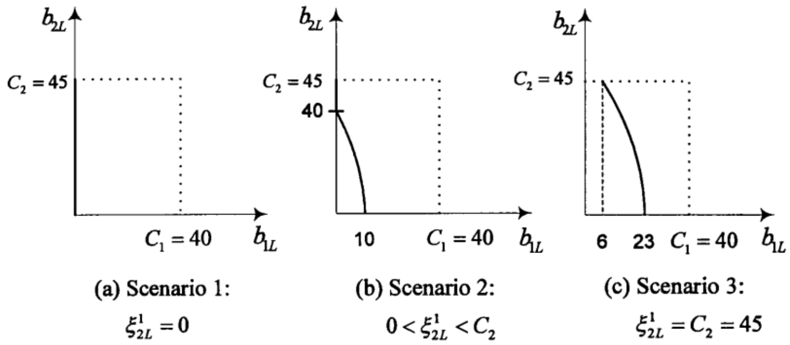
Табела 1. Дадени вредности на цена, пенали

	P1		P2	
	λ_{1L}	λ_{1H}	λ_{2L}	λ_{2H}
Опција 1	35	50	35	50
Опција 2	35	20	35	50
Опција 3	35	5	35	50

Табела 2. Очекувани резервации прикажани во три опции

Случајни барања за резервација за K-класа клиент за соби на P_i, се прикажани со експоненцијална релативна вредност X_{iK} со густина $f_{iK} = \frac{1}{\lambda_{iK}} \exp\left(-\frac{x_{iK}}{\lambda_{iK}}\right), i = 1,2$ и $K = L, H$. Со цел да се покаже функцијата на најдобар одговор прикажана во Теорема 1, добиваме три сценарија каде λ_{1H} е променливо, а сите останати параметри ги фиксираме. Во оваа табела се покажани очекувањата за барања за резервации λ_{1K} за секоја K класа на играчите.

Добиваме крива на најдобар одговор во секое сценарио/опција според Теорема 1.



Слика 3. Крива на најдобар одговор

Како што е покажано на сликата во сценарио 1, ако $\lambda_{1H} = 50$, тогаш најдобриот одговор на P1 секогаш е $b_{1L} = 0$ што имплицира дека $b_{1H} = C_1 = 40$, што е секоја соба во Хотел 1 е заштитена од висока класа на клиенти. Од сликата, сценарио 2 гледаме дека кога $\lambda_{1H} = 20$, тогаш најдобриот одговор b_{1L}ќе биде помеѓу 0 и 10, се додека P2 не го промени лимитот на резервации $b_{2L} \in [0,40]$. Ако $b_{2L} > 40$, тогаш $b_{1L} = 0$. На крај, ако $\lambda_{1H} = 5$, ниска вредност, сликата покажува дека без разлика на која вредност b_{2L} е замислена од P2 , секогаш е оптимално за P1 да резервира соби помеѓу 6 и 23 за ниска класа на клиенти. Забележуваме дека ако сите останати параметри се фиксни, промената на λ_{1H} влијае на кривата на најдобар одговор на P1.

Заклучок

Компаниите кои се натпреваруваат на пазарот не ги прават своите чекори по случаен избор, секој одигран мал потег е дел од голема стратегија која зависи од правилата за игра и правната регулатива, а секоја компанија се обидува да ја максимизира својата добивка, или во одредени ситуации, да ја минимизира загубата, а со тоа да оствари победа на пазарот.

Како и секој концепт во било која наука, теоријата на игри има свои предности и недостатоци, кои ја прават или исклучително добар избор за одредување на резултати и стратегии, кои ќе помогнат во максимализација на добивката или исклучително ограничувачка, според начинот со кој може да се дојде до парцијални информации кои можат да помогнат само до некоја мера.

Како пример во економијата може “не признале”/”признале” да се замени со “однесување со цел заедничко добро” од една страна и “себично однесување” од друга страна.

Таа не е насочена кон давање на морални или етички препораки, но може да испита што се случува кога играчите се поттикнати на себично однесување. Ова не значи дека теоријата треба да се смета одговорна за себичното однесување, како што ниту медицината се смета одговорна за болестите.

Ако играта се вика *преживување и опстојување восветот на промени*, тогаш сите сме нејзини играчи во потрага по најдобриот можен исход.

Користена литература

1. Buskens, V. &Snijders, C. Effects of network characteristics on reaching the payoff-dominant equilibrium in coordination games: a simulation study. *Dyn. Games Applications*, 477–494(2016)*;*
2. Broere, J., Buskens, V., Weesie, J. &Stoof, H. Network effects on coordination in asymmetric games. *Sci. Reports* , 17016 (2017);
3. Cardinot, M., Griffith, J. &O'Riordan, C. A further analysis of the role of heterogeneity in coevolutionary spatial games. *Phys. A: Stat. Mech. its Appl.*, 116–124 (2018);
4. Cesarec, B., *Teorija igara u poslovanju*, Zagreb, (2020);
5. D.C. Colander, *Microeconomics 11th edition*, New York, McGraw-Hill Education, (2020);
6. Game Theory in Economics and Beyond. *Journal of Economic Perspectives*, 30(4): 107–130 (2016);
7. GAME THEORY. 2nd Edition, Giacomo Bonanno, (2018);
8. „Game Theory'', Stanford Encyclopedia of Philosophy, plat.stanford.edu/entries/game-theory (2015);
9. Game Theory in Economics and Beyond, Larry Samuelson (2016);
10. Kedacic, B., Programska implementacija osnovnih algoritama teorije igara, Osijek (2019);
11. Kopal, R., Korkut, D., Teorija igara, prakticna primjena u poslovanju, Zagreb, (2011);
12. Lulic, E., *Nasheva ravnoteza u kombiniranim strategijama*, Osijek (2011);
13. Metzger, L. P. Evolution and correlated equilibrium. *J. Evol. Econ.*, 333–346 (2018);
14. Perc, M. Phase transitions in models of human cooperation. *Phys. Lett. A* , 2803–2808 (2016);
15. Poundstone, W., *Prisoner's dilemma*, Anchor books, New York, (2013);
16. Roljic, L., Oprimizacija, simulacija, metode pretrazivanja I teorija igara u ekonomiki I menadzmentu, Banja Luka (2013);
17. Simlesa, I., *Povijesni pregled I ekonomska dimenzija teorije igara*, Split (2016);
18. Sunara, N., *Teorija igara I utjecaj na odluzicanje u ekonomiji*, Split, (2019);
19. Stojanovic, B., *Teorija igara, elementi I primena*, Beograd, (2005);
20. Zic, I., *Primjena teorije igara na primjeru Akselrodovog teorema*, Zagreb, (2018);
21. http://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/bonanno/PDF/GT_book.pdf
22. http://poim-pmf.weebly.com/john-nash.html
23. http://www.datadidakta.rs/material/Teorija%20igara%202_u85O.pdf
24. https://www.bookingfactory.io/blog/could-game-theory-be-your-secret-weapon-for-attracting-hotel-guests
25. (PDF) Hotel Revenue Management: From Theory to Practice (researchgate.net)
26. Game Theoretic Revenue Management Models for Hotel Room Inventory Control (mcmaster.ca)