

Spolupráce a soutěžení

Radek Pelánek



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

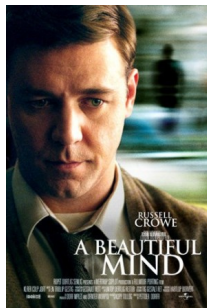
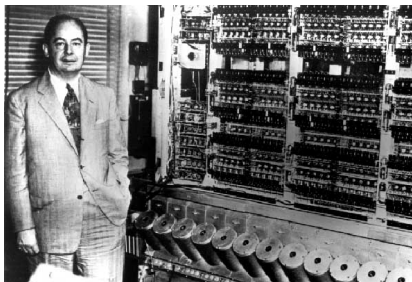
Modulární systém dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků JmK
v přírodních vědách a informatice CZ.1.07/1.3.10/02.0024

Může se vyvinout spolupráce ve skupině soutěživých egoistických jedinců?

Může být altruismus (evolučně) výhodný?

Teorie her

- oblast matematiky používaná v ekonomii, politologii, psychologii, biologii, ...
- John von Neumann, John Nash, 50. léta



Hra s nulovým součtem

= zisk hráče A je inverzní k zisku hráče B

Abych já vyhrál, musí ten druhý prohrát.

vítězství = 1, remíza = 0, prohra = -1 (tj. součet je nula)

příklady: klasické hry (piškvorky, šachy), sport, soutěže

Hry s nenulovým součtem

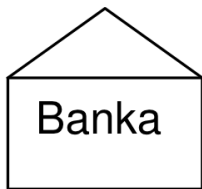
= součet zisku hráče A a hráče B není nula

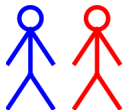
Můžeme třeba i oba vyhrát nebo oba prohrát.

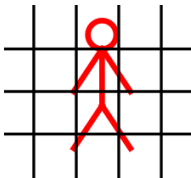
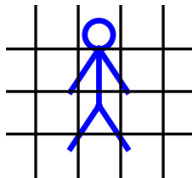
příklady: manželství, práce v týmu, obchodování, život...

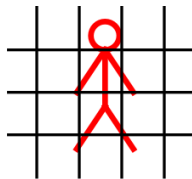
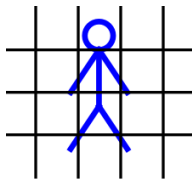
(konkrétnější příklady za chvíli)

Dilema vězně

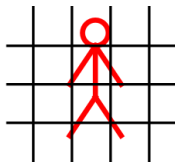
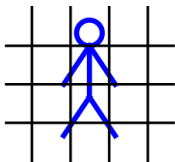








mlčet	1 rok
zradit	volný



	mlčet	zradit
mlčet	1 rok	10 let
zradit	volný	5 let

	spolupráce	zrada
spolupráce	3 3	0 5
zrada	5 0	1 1

USA vs SSSR

			zbrojit málo		zbrojit hodně
			spolupráce		zrada
zbrojit málo	spolupráce	3	3	0	5
zbrojit hodně	zrada	5	0	1	1

ODS vs ČSSD

		pozitivní kampaň		negativní kampaň	
		spolupráce		zrada	
pozitivní kampaň	spolupráce	3	3	0	5
negativní kampaň	zrada	5	0	1	1

O2 vs T-Mobile

		levná reklama spolupráce	drahá reklama zrada
levná reklama	spolupráce	3 3	0 5
drahá reklama	zrada	5 0	1 1

Další aplikace

- senátoři
- cyklisti
- zákopová válka
- obecní pastvina
- spolupráce ryb



Klasický případ

	spolupráce	zrada
spolupráce	3 3	0 5
zrada	5 0	1 1

(živé demo)

Pohled racionálního sobce

	spolupráce	zrada
spolupráce	3 3	0 5
zrada	5 0	1 1

Analýza jednokolové hry

- Ať udělá soupeř cokoliv, je **výhodnější zradit**.
- Z pohledu teorie her se tedy nejedná o dilema — existuje stabilní strategie (zrada).
- Jenže: když oba zradíme, tak jsme na tom hůř, než kdybychom oba spolupracovali...

Vícekolová varianta

- Výhodnost zrady – i pro více kol se stejným partnerem
 - argumentace zpětnou indukcí
- Výhodnost zrady nefunguje pokud:
 - neznámý počet kol
 - turnaj více hráčů

Kdo je úspěšný?

- hra v prostředí s více hráči
- je stále výhodná zrada?
- zkusme několik různých strategií ...

zápasy na 5 kol mezi strategiemi

Padouch

vždy zradí

Dobrák

vždy spolupracuje

Nepromíjející

spolupracuje, dokud partner nezradí

Dobrák	Padouch
S 0	Z 5

Dobrák		Padouch	
S	0	Z	5
S	0	Z	5
S	0	Z	5
S	0	Z	5
S	0	Z	5
	0		25

Nepromíjející	Padouch
S 0	Z 5

Nepromíjející		Padouch	
S	0	Z	5
Z	1	Z	1

Nepromíjející		Padouch	
S	0	Z	5
Z	1	Z	1
Z	1	Z	1
Z	1	Z	1
Z	1	Z	1
	4		9

Nepromíjející	Dobrák
S 3	S 3
S 3	S 3
S 3	S 3
S 3	S 3
S 3	S 3
15	15

Trochu složitější strategie

Alternující

střídá zradu a spolupráci

Oko za oko

začne spoluprací, pak oplácí tah partnera

Zrádné oko za oko

začne zradou, pak oplácí tah partnera

Zrádné
oko za oko

Dobrák

Z 5

S 0

Zrádné oko za oko		Dobrák	
Z	5	S	0
S	3	S	3

Zrádné oko za oko		Dobrák	
Z	5	S	0
S	3	S	3
S	3	S	3
S	3	S	3
S	3	S	3
17		12	

Oko za oko	Alternující
S 0	Z 5

Okno za okno		Alternující	
S	0	Z	5
Z	5	S	0

Okno za okno		Alternující	
S	0	Z	5
Z	5	S	0
S	0	Z	5

Okno za okno		Alternující	
S	0	Z	5
Z	5	S	0
S	0	Z	5
Z	5	S	0
S	0	Z	5
	10		15

	Oko	Alt	Pad	Dob	Nep	Zra	
Oko za oko	15	10	4	15	15	10	69
Alternující	15	9	3	21	9	11	68
Padouch	9	13	5	25	9	5	66
Dobrák	15	6	0	15	15	12	63
Nepromíjející	15	4	4	15	15	8	61
Zrádné oko	15	11	5	17	8	5	61

Axelrodovy turnaje

- výsledky ovlivněny výběrem strategií
- co když jsou zmanipulovány?
- V 80. letech uspořádal Robert Axelrod několik pořádných turnajů v iterovaném dilematu vězně...

První turnaj: systém

- účastníci – vědci z různých disciplín, které dilema vězně používají (matematici, ekonomové, psychologové, politologové)
- 14 zaslaných strategií + Random
- 200 kol, každý s každým

Příklady strategií

OZO oko za oko

Záludňák podobně jako OZO, ale občas náhodně zradí

Chytrolín pravděpodobnostní odhad soupeře (jak moc je reaktivní)

TABLE 3
Tournament Scores: Round One

Player	Other Players															Average Score
	TIT FOR TAT	TIDE CHIER	NYDEG-GER	GROF-MAN	SHUBIK	STEIN AND RAP	FRIED-MAN	DAVIS	GRAAS-KAMP	DOWN-ING	FELD JOSS	TUL-LOCK	(Name Withheld)	RAN-OM		
1. TIT FOR TAT (Anatol Rapoport)	600	595	600	600	600	595	600	600	597	597	280	225	279	359	441	504
2. TIDEMAN & CHIERUZZI	600	596	600	601	600	596	600	600	310	601	271	213	291	455	573	500
3. NYDEGGER	600	595	600	600	600	595	600	600	433	158	354	374	347	368	464	486
4. GROFMAN	600	595	600	600	600	594	600	600	376	309	280	236	305	426	507	482
5. SHUBIK	600	595	600	600	600	595	600	600	348	271	274	272	265	448	543	481
6. STEIN & RAPOPORT	600	596	600	602	600	596	600	600	319	200	252	249	280	480	592	478
7. FRIEDMAN	600	595	600	600	600	595	600	600	307	207	235	213	263	489	598	473
8. DAVIS	600	595	600	600	600	595	600	600	307	194	238	247	253	450	598	472
9. GRAASKAMP	597	305	462	375	348	314	302	302	588	625	268	238	274	466	548	401
10. DOWNING	597	591	398	289	261	215	202	239	555	202	436	540	243	487	604	391
11. FELD	285	272	426	286	297	255	235	239	274	704	246	236	272	420	467	328
12. JOSS	230	214	409	237	286	254	213	252	244	634	236	224	273	390	469	304
13. TULLOCK	284	287	415	293	318	271	243	229	278	193	271	260	273	416	478	301
14. (Name Withheld)	362	231	397	273	230	149	133	173	187	133	317	366	345	413	526	282
15. RANDOM	442	142	407	313	219	141	108	137	189	102	360	416	419	300	450	276

Turnaj: výsledky (část)

1. Oko za oko	2,52
7. Nepromíjející	2,36
10. Chytrolín	1,95
12. Záludňák	1,52
15. Náhoda	1,38

Shrnutí výsledků

- vyhrála strategie OZO
- celkově se lépe umístily „hodné“ strategie (nezradí jako první)
- v dané konkurenci, kdyby byly zaslány, by zvítězily jiné strategie, např. “oko za 2 oka”
- většina strategií byla variací na OZO, ale snažily se být „drsnější“, bylo však spíš potřeba být „měkčí“

Druhý turnaj

- speciálně zaměřen na to, porazit OZO
- účastníci znali výsledky i analýzy prvního turnaje
- 63 strategií od amatérů i profesionálů z celého světa
- OZO stejně znova vyhrála
- složení strategií bylo o dost jiné než v prvním kole, ale hodné strategie opět dopadly lépe

Příklady složitějších strategií z druhého turnaje

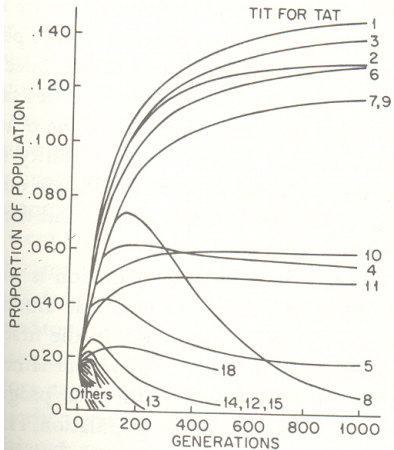
TESTER na začátku zkouší zradit, když se to nevyplatí, používá dál OZO, jinak občas pokračuje ve zradách (dokáže zneužít např. TF2T)

TRANQUILIZER na začátku spolupráce, po čase postupně zkouší čím dál víc zrad

Ekologické rozšíření

- uvažujeme populaci strategií, ty spolu soupeří (klasický turnaj)
- dle výsledků se pak populace neúspěšných zmenší, populace úspěšných zvětší
- Axelrod takto udělal ekologický turnaj strategií zaslaných pro 2. turnaj
- opět vyhrála OZO

FIGURE 2
Simulated Ecological Success of the Decision Rules



Evoluční rozšíření

- otázka: jak moc byly výsledky turnajů ovlivněny tím, že lidé očekávali určité složení odeslaných strategií?
- **evoluční algoritmus**: začíná z náhodných, neúspěšnější se množí, křížení, mutace
- strategie uvažující **poslední 3 tahy**
- strategie, které se vyvinou, připomínají charakteristiky OZO — tj. dominance principů, na kterých je OZO založena není způsobena lidskými očekávanými, kulturními hodnotami, ...

Poznámky k výsledkům

- úspěch záleží na prostředí, tj. na ostatních strategiích
- neexistuje „nejlepší“ strategie
- OZO je však velmi **robustní** = funguje dobře v mnoha prostředích

Rozšíření hry: rušení

Při této variantě je malá možnost **chyby**: chci hrát určitý tah, ale **náhodným** vlivem prostředí zahraji jiný.

Interpretace:

- špatná implementace záměru (letadlo omylem letí přes cizí území)
- špatné pochopení oponentova záměru

Rušení: strategie

- klasické OZO funguje špatně (dlouhé řetězce odvet kvůli nedorozumnění), dvě OZO proti sobě mají stejný průměrný zisk jak dva Random
- velkorysé OZO (generous) s malou pravděpodobností spolupracuje i tehdy, když oponent minulé kolo zradil
- kajícíné OZO (contrite) pokud můj tah byl vlivem chyby změněn na zradu, tak se další kolo „omluvím“ bezpodmínečnou spoluprací; nejrobustnější strategie

Rozšíření: v prostoru

Strategie rozmístíme v mřížce, každá soupeří se svými sousedy.
Po každém kole každé políčko adoptuje strategii neúspěšnějšího souseda.

[demo NetLogo model]

„Nálepky“

- např. pohlaví, barva kůže
- mohou vést k sebe-utvrzujícím stereotypům
- příklad: Červení a Zelení, OZO v rámci skupiny, zrada k cizím; všichni na to doplácí, minorita víc
- podobně se může vyvinout sebe-utvrzující hierarchie

[demo NetLogo model]

- pověst = znalost o tom, jak se strategie chovala dříve
- může být výhodné, že pověst je obecně známá (např. pro OZO)
- nejvýhodnější je mít pověst „drsňáka“: nikdy nepromíjí a občas si dovoluje

Pověst: příklad

U.S. aims:

- 70 percent - To avoid humiliating U.S. defeat (to our reputation as a guarantor).
- 20 percent - To keep SVN (and adjacent) territory from Chinese hands.
- 10 percent - To permit the people of SVN to enjoy a better, freer way of life.

Poučení pro hráče

- **nebuď závistivý**: uvědomit si, že toto není hra s nulovým součtem, to co je dobré pro soupeře může být dobré i pro mě, např. OZO nikdy nemůže získat víc než soupeř
- **bud' hodný**: nebuď ten první, kdo zradí; zrada má totiž odezvy a v konečném důsledku na to doplatíš sám
- **oplácej**: oplácej jak zradu, tak spolupráci, nenech se využít, ale současně odpouštěj
- **nebuď příliš chytrý** (Istivý, neprůhledný): když jsi „čitelný“ a předpovědatelný, tak to může být dobré, soupeř ví, co od tebe může čekat

Poučení pro posílení spolupráce

- „stín budoucnosti“ je důležitý
to, že se spolu hráči znovu utkají v budoucnosti je daleko důležitější než přátelství
- učit reciprocitu, odplatu i odpouštění, odplatu „zmírňující“, aby se zabránilo nekonečným řetězcům odplat
- zlepšovat rozpoznávací schopnosti: k vyvinutí kooperujícího vztahu je nutné poznat, že jsem hráče dříve potkal

Altruismus

Může být altruismus (evolučně) výhodný?

Může být altruismus (evolučně) výhodný?

- mnoho faktorů...
- ilustrace dvou z nich:
 - podmínky prostředí
 - populační viskozita

Altruismus

- dvojrozměrný model
- každý agent používá jednu ze dvou strategií: altruistická, sobecká
- po každém kole se vybírá strategie na další kolo: losováním z přihlédnutím k úspěšnosti agentů v okolí
- možno ovlivňovat podmínky prostředí (nemoci, využitelnost)

Altruismus: ohodnocení

- pro sobeckou buňku: $1 + b \cdot N_A/5$,
- pro altruistickou buňku: $1 - c + b \cdot N_A/5$.
- c = „cena altruismu“ (jak moc mě altruistické chování stojí)
- b = „zisk z altruismu souseda“ (jak moc mi pomůže altruistické chování mého souseda)
- N_A = počet altruistických buněk v okolí, včetně sebe samé

Altruismus: analýza modelu

- za optimálních podmínek prostředí dominuje sobecká strategie
- za zhoršených podmínek prostředí dominuje altruistická strategie

Krávy: popis modelu

- model s agenty: krávy žerou trávu
- různá rychlost dorůstání trávy dle délky
- sobecké krávy: sežerou všechnu trávu, co je k dispozici
- spolupracující krávy: vždycky trochu trávy nechají (aby rostla rychleji)

- dle podmínek prostředí (rychlost růstu trávy, energie trávy, rychlost přesunu krav) vítězi buď sobecké či spolupracující
- „náročnější“ podmínky jsou výhodnější pro spolupracující krávy

Shrnutí

Otázky

Může se vyvinout spolupráce ve skupině soutěživých egoistických jedinců? Může být altruismus (evolučně) výhodný?

Poučení

Ilustrovány modelové situace, kdy k tomu může dojít. Nikdo netvrdí, že něco z toho je vysvětlení typu **takto to je**. Jde o ukázkou poměrně věrohodných mechanismů, **jak by to mohlo být**.