

14 Spolupráce a soutěžení

M: Mám nový námět do seminárky – Problém králíčího palouku. Je to modelová situace, která jasně vystihuje problémy králíčího soužití. Představme si les, ve kterém je jeden palouk s chutnou trávou. Králíci se pasou a množí se. Každý chce mít co nejvíc potomků. Králíků přibývá. A tak se stane, že spasou skoro všechnu trávu na palouku, tráva nestíhá dorůstat a přichází kolaps a většina králíků vymírá. Kdyby byli jen trochu skromnější, mohlo jich přežít docela hodně. Dívej, tady jsem to propočítal pro konkrétní hodnoty.

S: Vidíš, opět jsi narazil na společnou vlastnost lidí a králíků. Tvůj problém je velmi podobný Problému obecní pastviny, což je modelová situace vystihující problémy soužití lidí, kteří sdílejí společný zdroj. Také v tomto případě vede prosazování sobeckých zájmů ke kolapsu.

M: No, co naděláš. Ve světě, který je hnaný kupředu slepou evolucí založenou na výběru nejsilnějších, není pro spolupráci místo.

S: Tak to se mýlíš. Spolupráce může být výhodná i pro sobecké jedince. A může se dokonce vyvinout i evolučně.

M: To se mi moc nezdá. Vždyť sobec si vždycky urve víc než ten, kdo pomáhá ostatním, a tedy sobec je vždy silnější, má víc potomků a časem v evolučním závodě zvítězí.

S: Díváš se na evoluci příliš zjednodušeně. Dívej, zkusím ti to ukázat na jednom známém příkladě. Že jsi to ty, řekněme tomu Králíkové dilema. Představ si dva králíky, které honí liška. Každý králík se musí rozhodnout: buď se zkusí schovat, nebo bude utíkat dál. Pokud budou oba králíci utíkat dál, mají solidní šanci, že liška ani jednoho z nich nechytí. Jak praví přísloví: „Kdo honí dva králíky, nechytí žádného.“ Když se jeden z králíků schová a druhý poběží dál, liška bude pronásledovat toho, co utíká, a je dost pravděpodobné, že jej chytne, zatímco ten schovaný v bezpečí přežije. Když se však schovají oba dva, liška bude čenichat okolo a nejspíš jednoho z nich časem najde. Králík má tedy dilema: utíkat, nebo se schovat? Útěk představuje spolupráci s druhým králíkem, skrývání představuje sobecký zájem.

M: Jestli to dobře chápu, můžu si jejich možnosti vyjádřit tabulkou – pokud se dobře pamatuju, říká se tomu model teorie her. Když se na tu tabulku dobře podíváš, je jasné, že ačkoliv globálně by byla výhodnější spolupráce, převáží sobecký zájem.

S: Pamatuješ si to správně – jde opravdu o model teorie her, a pokud uvažujeme jen jedno izolované rozhodnutí, opravdu převáží sobecký zájem. Jenže teď si představ, že taková situace nastává opakovaně a v celé populaci králíků. Věci hned začnou být složitější, a pokud chceš situaci dobře porozumět, přijdou na řadu kromě teorie her třeba i genetické algoritmy.

14.1 Dilema vězně

V této kapitole se zabýváme především variacemi na následující otázku: Může se udržet (vyvinout) spolupráce ve skupině soutěživých egoistických jedinců? Ke studiu této otázky využijeme známý problém Dilema vězně a jeho rozšíření.

Motivace

Začneme tradiční motivací, která ostatně dala modelu jméno. Dva zločinci spáchali společně těžký zločin. Byli dopadeni a jsou drženi v oddělených celách. Policie však proti nim nemá dostatek důkazů, a tak vyšetřovatel přijde za nimi a dá každému z nich následující nabídku:

- Když budeš zapírat, stejně půjdeš do vězení, protože máme důkazy na některé tvoje menší zločiny.
- Pokud však udáš toho druhého, my to už zařídíme, abys ty vyšel volný, protože toho druhého budeme moci odsoudit a vykázat tak úspěšnou činnost na vedení.

Oběma vězňům je jasné, že kolega dostal úplně stejnou nabídku. Každý je v jiné cele a nemohou se domluvit, takže hrozí, že pokud se udají navzájem, tak půjdou do vězení oba dva. Tabulkou můžeme situaci vyjádřit následovně:

já \ on	zapírat	udat
zapírat	1 rok	20 let
udat	volný	5 let

Jak se má zločinec nyní rozhodnout? Celkově pojata nejvýhodnější by bylo, kdyby oba dva zapírali (vzájemně spolupracovali), ale současně mají oba dva motiv toho druhého udat (zradit). Jde o zdánlivě jednoduchou modelovou situaci, ovšem jak ukážeme, model skýtá mnoho prostoru pro zajímavé analýzy, zvláště pokud základní model mírně rozšíříme. Navíc přestože jde o jednoduchou situaci, má celou řadu zajímavých aplikací.

Typickou aplikací, používanou především v době studené války, jsou závody ve zbrojení. Dvě velmoci se rozhodují, zda zbrojit hodně, či málo. Levnější samozřejmě je zbrojit málo, ale hrozí, že soupeř bude zbrojit hodně, což znamená velmi nevýhodnou situaci. Když však obě strany zbrojí hodně, tak si příliš nepomohou. Pokud rozepíšeme tabulku možností, zjistíme, že situace je zcela analogická Dilematu vězně. Stejný princip můžeme nalézt například u celní politiky (uvalit, nebo neuvalit clo),

nákladů na reklamu (investovat hodně, nebo málo do reklamy) nebo u analýzy možností cyklistické dvojice v úniku (střídat na čele, nebo se vést v závětrří).

V případě, že model zobecníme na více než dva hráče, dostáváme další aplikace, například situaci s volně loženými placenými novinami. Spolupráce odpovídá tomu, že si vezmu noviny a vhodím příslušný obnos do kasičky. Zrada odpovídá tomu, že si vezmu noviny a nezaplatím. Když většina zradí a nezaplatí, provozovatel noviny stáhne a výsledná situace bude horší pro všechny, protože budou muset nejen platit, ale navíc i chodit do obchodu.

Jiná obecná situace je známa pod názvem Tragédie obecní pastviny (Hardin, 1968). Na společné pastvině pase ovce několik farmářů. Pastvina má omezenou kapacitu – pokud se na ní bude pást více ovcí, než je její kapacita, dojde k přepásání, pastvina začne degradovat a nakonec uživí méně ovcí než na začátku. Nejvýhodnější je tedy, když všichni drží velikost svých stád v přiměřených mezích. Současně však má každý farmář tendenci přidat si nějakou tu ovci navíc. Tato situace poměrně přesně odpovídá mnohým environmentálním problémům, u kterých „pastvina“ představuje sdílený zdroj (např. vzduch, moře).

Souvislosti: Model Tragédie obecní pastviny je jedním z cvičení navrhovaných v příloze D.

Dilemata

Nyní hru definujeme formálně. Obecně je tento typ hry popsán tabulkou, která pro každou kombinaci rozhodnutí udává dvě hodnoty: zisk můj a zisk oponenta.

já\on	spolupráce	zrada
spolupráce	SS; SS	SZ; ZS
zrada	ZS; SZ	ZZ; ZZ

Hodnoty (SS, SZ, ZS, ZZ) parametrizují hru a podle jejich hodnot dostáváme různá dilemata. Dilema vězně odpovídá parametrům splňujícím $ZS > SS > ZZ > SZ$ (občas se navíc vyžaduje, aby $SS > \frac{ZS+SZ}{2}$). Pro ilustraci zmiňme i další varianty vedoucí k zajímavým dilematům. Hru Kuře dostáváme pro parametry splňující $ZS > SS > SZ > ZZ$. Motivace popisující tuto variantu je následující: dva machři jedou v autech přímo proti sobě, ten, kdo uhne, je kuře (zbabělec), ovšem pokud neuhne ani jeden, tak se srazí. Další varianta je Lov na jelena, která nastává pro parametry $SS > ZS > ZZ > SZ$. Rozhodujeme se, zda jít lovit jelena (spolupráce), nebo zajíce (zrada). Jelen je větší odměna, ale jeden ho sám neuloví. Zajíc je menší úlovek, ale je to jistota, protože jej zvládne ulovit každý sám.

Zde se budeme dále zabývat pouze variantou Dilema vězně, a to konkrétně následujícími hodnotami parametrů:

já\on	spolupráce	zrada
spolupráce	3; 3	0; 5
zrada	5; 0	1; 1

Konkrétní hodnoty však nejsou pro většinu analýz nijak důležité. Dokonce není ani nezbytně nutné, aby hodnoty byly absolutní (stačí relativní uspořádání), a zisky různých hráčů nemusí být symetrické ani přímo srovnatelné. Velice důležité však je, že jde o hru s nenulovým součtem, přestože lidé o ní často uvažují, jako by to byla hra s nulovým součtem. Z tohoto důvodu v následujícím popisu nepoužíváme výraz „soupeř“, ale vhodnější „partner“ nebo „druhý hráč“.

Základní analýza

Analyzujeme situaci z pohledu jednoho z hráčů. Pokud druhý hráč spolupracuje, je výhodnější zradit (zisk 5 bodů) než spolupracovat (zisk 3 body). Pokud druhý hráč zradí, je výhodnější zradit (zisk 1 bod) než spolupracovat (zisk 0 bodů). Ať tedy druhý hráč udělá cokoliv, je výhodnější zradit. Z pohledu egoistických hráčů tedy nejde o žádné dilemma, protože existuje stabilní, optimální strategie, a tou je zrada. Pokud hrajeme se stejným partnerem na více kol a počet kol je dopředu znám, pak stále funguje podobný styl analýzy. V tomto případě musíme navíc argumentovat zpětnou indukci – nejdříve dokážeme výhodnost zrady v posledním kole, poté v předposledním a tak dále až po první kolo. Opět zjišťujeme, že je jednoznačně výhodné zradit.

Kdybychom studovali, jak se v této situaci rozhodují lidé, zjistili bychom, že už v těchto základních situacích se lidé rozhodují složitěji, než naznačuje uvedená deduktivní analýza. I když po analytické stránce hra dilemma neobsahuje, po stránce sociální tam rozhodně je: přece když oba zradíme, tak na tom budeme hůř, než kdybychom oba spolupracovali. Nemluvě o tom, že pohotově uvažovat pomocí zpětné indukce zvládá zanedbatelné procento populace. Takže i základní varianta hry poskytuje dostatek prostoru pro zkoumání, především po psychologické stránce. My zůstaneme u plně egoistických, racionálních hráčů, jen jim situaci trochu zkomplikujeme.

14.2 Turnaje počítačových strategií

I nadále budeme používat základní variantu hry, pouze necháme hráče hrát postupně s více různými partnery a výsledky nakonec sečteme. V tomto případě už neplatí, že je jednoznačně nejvýhodnější zradit. Když já budu ve svých zápasech hrát neustále samé zrady, partneři mi to nejspíš budou oplácet a můj průměrný bodový zisk bude přibližně 1 bod. Pokud však jiní hráči ve svých zápasech zvládnou dospět k vzájemné spolupráci, jejich průměrný bodový zisk se může pohybovat okolo 3 bodů, a budou tedy lepší než já.

Jak se zachovat v této situaci? Jaká je nejlepší strategie? Při hledání odpovědi na tyto otázky můžeme využít počítačovou simulaci. V 80. letech uspořádal Robert Axelrod turnaje ve vícekolové variantě, ve které se hráč utkává se všemi partnery. V turnajích proti sobě hrály počítačové strategie. Na turnaje se můžeme dívat jako

na ABM model, ve kterém strategie představují pravidla jednotlivých heterogenních agentů.

Strategie

Strategie je počítačový program, který na vstup dostane dosavadní historii zápasu a podle ní se rozhodne, jaký má být další tah. Příklady jednoduchých strategií:

- hraj náhodně,
- vždy zrad,
- vždy spolupracuj,
- začni spoluprací a spolupracuj tak dlouho, dokud partner nezradí, jakmile partner jednou zradí, tak až do konce hry zrazuj,
- začni spoluprací a pak hraj vždy to, co hrál partner v posledním tahu.

Poslední zmiňovanou strategií, která je i přes svou jednoduchost velmi významná, dále označujeme TFT (z anglického „tit for tat“, což se do češtiny překládá jako „oko za oko“ nebo „půjčka za oplátku“).

Uvedené jednoduché strategie využívají pro rozhodnutí jen velmi málo z dosavadní historie zápasu. Lze navrhovat i výrazně složitější strategie. Příkladem takové složitější strategie je pravděpodobnostní odhad soupeře – strategie se snaží zjistit, jak moc soupeř reaguje na spolupráci či zradu. Pokud reaguje hodně (jako například TFT), je výhodnější spolupracovat, pokud reaguje málo (jako například náhodná strategie), je lepší zrazovat.

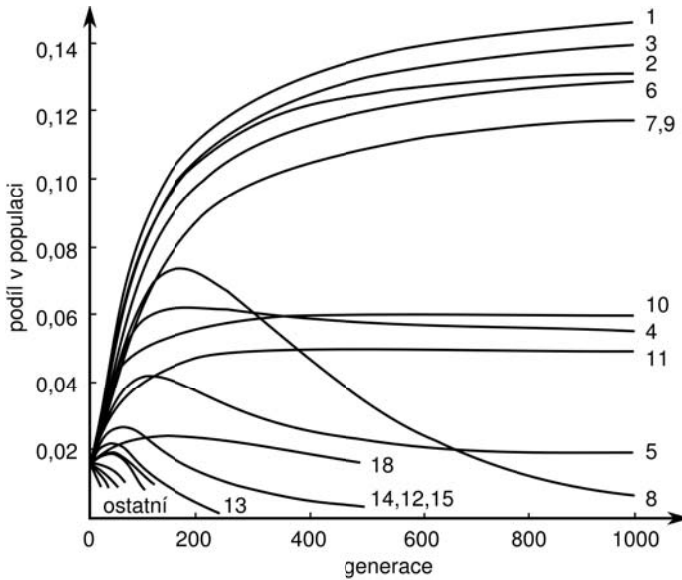
První turnaj

Axelrod vyzval vědce z různých disciplín, které dilema vězně používají, aby mu zaslali strategie. Celkem obdržel 14 strategií od matematiků, ekonomů, psychologů a politologů. Zasláné strategie pak hrály turnaj stylem každý s každým, přičemž se používala výše uvedená tabulka hodnot a hrálo se na 200 kol. Kromě zasláných strategií se turnaje účastnila i náhodná strategie.

Výsledky turnaje byly překvapivé. Přestože se turnaje zúčastnily rozličné sofistikované strategie, vyhrála ta nejjednodušší ze všech – strategie TFT. Celkově se lépe umístily „hodné“ strategie, což jsou strategie, které nikdy nezradí jako první. Většina účastníků se strategií byla variací na TFT, ale snažily se být „drsnější“, to znamená, že občas zradily, i když soupeř spolupracoval. Při daném složení soutěžících strategií bylo naopak potřeba být spíše ještě „hodnější“ než TFT. Například strategie TF2T („tit for two tat“, „oko za dvě oči“), která zradí, až když druhý hráč zradí dvakrát za sebou, by v turnaji zvítězila, kdyby byla zaslána.

Druhý turnaj a ekologické rozšíření

O pár let později uspořádal Axelrod druhý turnaj, který byl speciálně zaměřen na porážení TFT. K účasti na tomto turnaji vyzval amatéry i profesionály z celého světa, zúčastnilo se celkem 63 strategií. Účastníci znali výsledky i podrobné analýzy prvního



Obr. 14.1: Výsledky ekologického rozšíření turnaje (podle Axelrod, 1985). Čísla strategií odpovídají pořadí strategií v druhém turnaji. TFT je číslo 1.

turnaje. Turnaj probíhal stejným stylem jako turnaj první. Přestože si účastníci odnesli mnohá poučení z těchto analýz, hlavní výsledky byly velmi podobné. Vyhrála opět strategie TFT, hodné strategie dopadly lépe než ty drsné. Složení strategií však bylo o dost jiné než v prvním turnaji, takže například TF2T by v tomto turnaji úspěšná nebyla, protože mezi soutěžícími strategiemi byly takové, které dokázaly přílišnou benevolenci TF2T zneužít.

Jak ukazuje příklad strategie TF2T, která jednou mohla zvítězit, podruhé by však dopadla špatně, úspěch strategií závisí na tom, s kým se utkávají. Proto Axelrod uspořádal další turnaj – ekologické rozšíření druhého turnaje. Vzal strategie, které byly zaslány pro druhý turnaj, a vyrobil jejich imaginární populace. Tyto populace spolu sehrály jedno kolo turnaje a podle úspěšnosti se množily nebo vymíraly. Takto nechal Axelrod sehrát opakovaně mnoho generací a sledoval vývoj zastoupení jednotlivých strategií.

Obr. 14.1 znázorňuje výsledky ekologického turnaje. Strategie TFT si udržela své první místo a vyhrála i v ekologickém turnaji. Za povšimnutí stojí strategie číslo 8 – jde o sofistikovanou „zlou“ strategii, která se snaží pomocí zrad zneužít soupeře. Na začátku se jí daří, protože se přizívuje na naivních a neúspěšných strategiích. Avšak tyto naivní strategie posléze vymřou a zůstanou pouze strategie, které jsou hodné, takže vzájemně nebojují a získávají hodně bodů, a současně nejsou naivní, takže se od zlé strategie nenechají vykořisťovat. V této populaci už strategie číslo 8

není úspěšná a pomalu vymírá. V populaci zůstávají jen hodné strategie a populace se tak stabilizují, protože všichni získávají stejný počet bodů.

Evoluční rozšíření

Uvedené výsledky naznačují, že spolupráce může být výhodná i v čistě soutěživém prostředí. Výsledky byly získány v objektivních, soutěživých podmínkách pomocí čistě chladnokrevných počítačových strategií. Nicméně však soutěžící strategie byly napsány lidmi. Nabízí se tedy otázka, jak moc jsou výsledky ovlivněny tímto faktem. Není dominance spolupracujících strategií způsobena tím, že strategie navrhli lidé, kteří očekávali, že ostatní soutěžící strategie budou fungovat „lidským“ způsobem?

Aby mohl odpovědět na tuto otázku, uspořádal Axelrod evoluční turnaj strategií, ve kterém proti sobě soutěžily strategie vyvíjené genetickým algoritmem. Pro účely genetického algoritmu je potřeba strategií reprezentovat konečným řetězcem. Proto byly pro evoluční turnaj použity pouze strategie, které ve svých rozhodnutích zohledňují jenom posledních k kol hry. Například pro $k = 1$ (strategie si pamatuje pouze výsledek posledního kola) potřebuje k reprezentaci strategie řetězec 5 znaků:

1. Tah v prvním kole.
2. Co dělat, když jsme minule oba spolupracovali.
3. Co dělat, když jsem minule já spolupracoval a partner zradil.
4. Co dělat, když jsem minule já zradil a partner spolupracoval.
5. Co dělat, když jsme minule oba zradili.

V tomto kódování je strategie, která vždy spolupracuje, reprezentována řetězcem „SSSSS“, strategie TFT je reprezentována řetězcem „SSZSZ“. Na takto reprezentovaných strategiích už můžeme snadno provádět křížení a mutace. Zdatnost získáme jako průměrný bodový zisk v zápase s ostatními strategiemi v populaci.

Axelrod ve svém turnaji použil strategie, které zohledňují poslední tři tahy. Průběh evolučního turnaje byl zhruba následující. Turnaj začíná s náhodnými strategiemi a bodový zisk je okolo 1,7 bodu na hru. Během prvních kol hry jsou úspěšné strategie, které hodně zrazují. Ty se v populaci rozšíří, čímž pádem průměrný bodový zisk poklesne skoro až k 1 bodu na hru (což odpovídá neustálé oboustranné zradě). Zhruba od desáté generace se však začnou objevovat strategie, které dokáží opětovat spolupráci a přitom se nenechají zneužít zlými strategiemi. Tyto strategie se v populaci následně rozšíří a průměrný bodový zisk v populaci stoupne až k 2,5 bodu za zápas.

Pomocí genetického algoritmu nedostaneme přesně TFT, nicméně strategie, které se vyvinou, mají základní charakteristiky TFT: na začátku spolupracují, oplácí zradu, odpouští. Úspěch těchto strategií v evolučním turnaji znamená, že dominance principů, na kterých je TFT založena, není způsobena lidskými očekáváními či kulturními hodnotami, ale jejich principiální výhodností.

Poučení

Jak chcete, aby lidé jednali s vámi, tak jednejte vy s nimi. (Lukáš 6:31)

Z výsledků je zjevné, že TFT je úspěšná strategie. Je však třeba podotknout, že úspěch vždy záleží na prostředí. Pro tuto hru (a obecněji pro situace, které tato hra modeluje) neexistuje žádná nejlepší strategie. Například v situaci, kdy všichni ostatní pouze zrazují, nelze dělat nic lepšího než také zrazovat. Výjimečnost strategie TFT spočívá v její robustnosti – funguje dobře v mnoha prostředích.

Pokusme se poučit z úspěchu strategie TFT a odvodit z průběhu počítačových turnajů rady pro hráče ve skutečných situacích:

- **Nebud' závistivý.** Uvědom si, že Dilema vězně není hra s nulovým součtem. Co je dobré pro partnera, může být dobré i pro tebe. Všimni si například, že strategie TFT v dílčí hře nikdy nemůže získat více bodů než druhý hráč.
- **Bud' hodný.** Nemá smysl být ten první, kdo zradí, protože zrada má odezvy a v konečném důsledku na to doplatíš sám.
- **Oplácej.** Je potřeba oplácet jak zradu, tak spolupráci. Nesmíme se nechat druhým hráčem využívat, ale současně je potřeba umět odpouštět.
- **Nesnaž se být příliš chytrý (lstivý, neprůhledný).** Na rozdíl od her s nulovým součtem může být v případě hry Dilema vězně výhodné, když druhý hráč ví, co od tebe může čekat. Pokud se striktně držíš strategie TFT, je dobré, když o tom ostatní ví.

Za pozornost stojí, že tato poučení, která jsme odvodili z dlouhodobých zájmů sobeckých jedinců, se docela dobře shodují s klasickými morálními pravidly odvozenými z „vyšších principů“ (náboženství, etika, filozofie).

Na závěr musíme podotknout, že existuje mnoho dalších studií, které se zabývají problémem Dilematu vězně a jež zde uvedené pozorování dále rozšiřují. Důležité je například rozšíření o náhodu – šum v prostředí, jehož vlivem se zamýšlená spolupráce může změnit na zradu. V takovém prostředí již klasické TFT nefunguje dobře, protože náhodná nezamýšlená zrada může vést k dlouhému řetězci vzájemných oplat. I v těchto případech se však základní principy TFT uplatní, jen je potřeba je vhodně upravit. Úspěšné jsou v tomto kontextu např. „velkorysá TFT“, které s malou pravděpodobností spolupracuje, i když partner v minulém kole zradil, nebo „kající TFT“, které kontroluje, zda v minulosti došlo k chybě vlivem šumu, a pokud ano, tak se „omluví“ bezpodmínečnou spoluprací.

Souvislosti: Výklad čerpá z výzkumů Roberta Axelroda, které jsou shrnuty v jeho dvou knihách (Axelrod, 1985, 1997). Kromě detailnějšího rozboru zde nastíněných výsledků je v těchto knihách uvedeno také mnoho konkrétních příkladů.

14.3 Modelování vzniku norem

Nyní se podíváme na další výzkum od Roberta Axelroda, ve kterém se využívá variace hry Dilema vězně. Jde o problém vývoje norem ve společnosti. Co jsou to normy? Ve společnosti existuje norma, pokud jednotlivci většinou jednají jistým způsobem, a jsou potrestáni, pokud tímto způsobem nejednají. Příklady norem jsou: společenské normy, technické standardy (normy na úrovni firem), regulace ve zbrojení či ve vztahu k životnímu prostředí (normy na úrovni států). Normy mohou být také negativní, jako například otrokářství či kolonialismus.

V konečném stadiu bývají normy ustanoveny zákonem a jejich dodržování je vymáháno určitou centrální autoritou. Vztah norem a zákonů však není úplně přímočarý. Například společenské normy jsou vesměs dodržovány, i když je žádné zákony nepokrývají. Naopak uzákonění ještě samo o sobě normu nevytvoří. Příkladem může být zákaz řízení po požití alkoholu, respektive s mobilním telefonem v ruce. Oboje je uzákoněno, první už se pomalu stává normou, druhé má k normě ještě hodně daleko.

Jak tedy normy vznikají? Kdo trestá porušování normy ve chvíli, kdy není centrálně hlídána? Ukážeme model, který se pokouší o vysvětlení vývoje norem pomocí evolučního modelu a simulace.

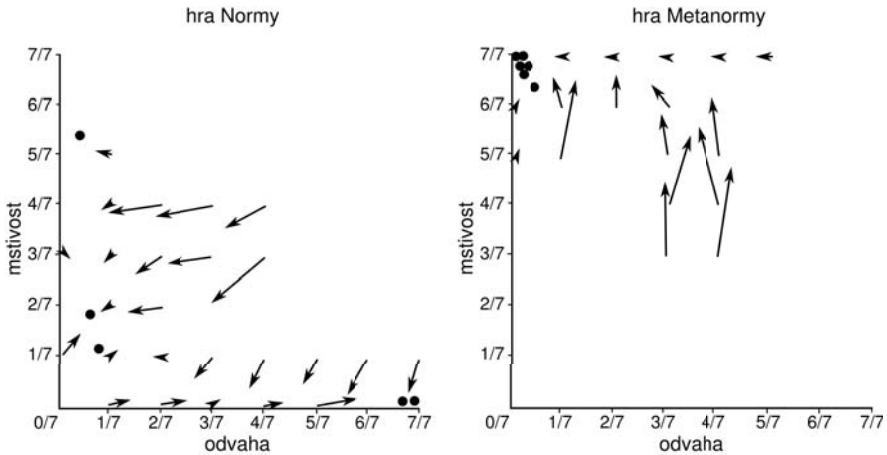
Hra Normy

Základem hry Normy je hra Dilema vězně rozšířená pro n hráčů. Základním tahem je spolupráce (dodržování normy), která má pro jednoduchost neutrální účinek (0 bodů). Každý hráč může zradit (porušit normu), za což získá odměnu (3 body), ovšem všichni ostatní tím přijdou ke ztrátě (-1 bod). Kdybychom nechali hru v této podobě, tak zde není prostor pro rozvoj spolupráce. Vývoj a udržení spolupráce u hry Dilema vězně je založen na zpětné vazbě – když zradím, tak se mi to v dalším kole vrátí. U rozšíření na více hráčů zpětná vazba není cílená – případná odplata je plošná a zasáhne nejen zrádce, ale všechny hráče – a je nedostatečně efektivní na rozvinutí spolupráce.

Hra Normy přidává možnost přímého potrestání. Řekněme, že hráč i zradí. Ostatní hráči jej s určitou pravděpodobností uvidí. Pokud hráč j vidí, že hráč i zradil, má možnost jej potrestat – v takovém případě hráč i dostane velký trest (-9 bodů) a hráč j dojde také ke ztrátě (-2 body), protože trestání jej stojí energii – jak jistě potvrdí kdokoli, kdo se ve svém okolí pokoušel šířit nějakou společensky prospěšnou normu.

Strategie hráče je v této hře dána dvěma parametry. Parametr „odvaha“ udává pravděpodobnost, že hráč bude podvádět, parametr „mstivost“ značí pravděpodobnost, že hráč potrestá podvádění, když jej uvidí. Pokud tyto parametry reprezentujeme jako bitové řetězce, můžeme pro simulaci evolučního vývoje hry snadno použít genetický algoritmus.

Axelrod se rozhodl pro následující nastavení: strategie je dvojice parametrů odvaha a mstivost, přičemž každý z nich je kódován 3 bity (tj. 8 možností pro každý parametr), populace má 20 jedinců, do další generace se množí podle zisku bodů,



Obr. 14.2: Dynamika her Normy a Metanormy (podle Axelrod, 1997a). V grafu jsou vynešeny zprůměrované hodnoty parametrů odvaha a mstivost v celé populaci. Na začátku simulace tedy začínáme zhruba uprostřed diagramu. Šipky znázorňují změnu průměrných hodnot parametrů v průběhu simulace, tečky značí konečný stav pěti spuštěných simulací.

mutace se vyskytují jen s malou pravděpodobností, spuštěno je 5 simulací o 100 generacích.

Obr. 14.2 zachycuje dynamiku a konečný stav hry. Jak je vidět z grafu, hra se vyvine vždy do jedné ze dvou konfigurací:

1. Norma převládá: odvaha je nízká, podvádí se jen výjimečně.
2. Norma se neujala: odvaha je velmi vysoká, mstivost nulová.

Metanormy

Axelrod ve své studii rozebírá možnosti, jak prosadit rozšíření normy. Jako jednu možnost studuje metanormy – možnost potrestat někoho, kdo viděl a nepotrestal. Axelrod jako příklad metanormy uvádí rasismus ve 30. letech v Americe. Když se dav zachoval nespravedlivě vůči černochovi a jeden z přihlízejících pronesl nesouhlasnou poznámku, tak byl zbit. Rasismus je zde normou, potrestání nesouhlasu s rasismem metanormou.

Hra Metanormy je oproti hře Normy rozšířena o následující pravidlo: pokud hráč k vidí, že hráč j viděl zradu hráče i a nepotrestal ji, pak hráč k může hráče j potrestat. Pro jednoduchost předpokládáme stejnou hodnotu parametru mstivost pro přímé trestání i pro meta-trestání. Simulace evolučního vývoje pak probíhá analogicky jako v předchozím případě. Obr. 14.2 ukazuje vývoj v této situaci – v tomto případě vždy rychle klesá odvaha a stoupá mstivost, tj. norma je ustanovena.

Další způsoby podpory norem jsou například: dominance jedné skupiny (například otrokářství), vnitřní změna hodnot neboli internalizace normy (například třídění odpadu kvůli přesvědčení o správnosti takového činu), odstrašování, sociální tlak nebo reputace. I tyto další způsoby můžeme vyjádřit pomocí modelů, například dominanci pomocí dvou oddělených populací v modelu a internalizaci pomocí heterogenních agentů, kterým se individuálně mění tabulka bodového ohodnocení.

Souvislosti: Se šířením norem úzce souvisí Problém obecní pastviny, který je uveden mimo jiné jako námět na cvičení v příloze D.

14.4 Altruismus

Altruistické chování je takové, které přináší zisk nikoliv pro konajícího jedince, ale pro ostatní. Pro konajícího je takové jednání většinou dokonce nevýhodné (například skrze ztrátu času a energie). Existence altruistického chování se intuitivně zdá být v protikladu s evoluční teorií. Zdá se, že nositelé genů zapříčiňujících altruistické chování by měli mít menší zdatnost než sobci, kteří z altruistů mohou těžit, a altruisté by tak měli vymřít.

Vysvětlení evolučního vývoje altruistického chování není jednoduché a figuruje v něm několik principů. Zde si na dvou jednoduchých modelech ilustrujeme pouze dva dílčí principy: vliv podmínek prostředí a populační viskozity na šíření altruismu. Populační viskozita znamená omezené šíření populace v prostoru, což má za důsledek zvýšenou genetickou podobnost v lokálním okolí.

Buněčný automat

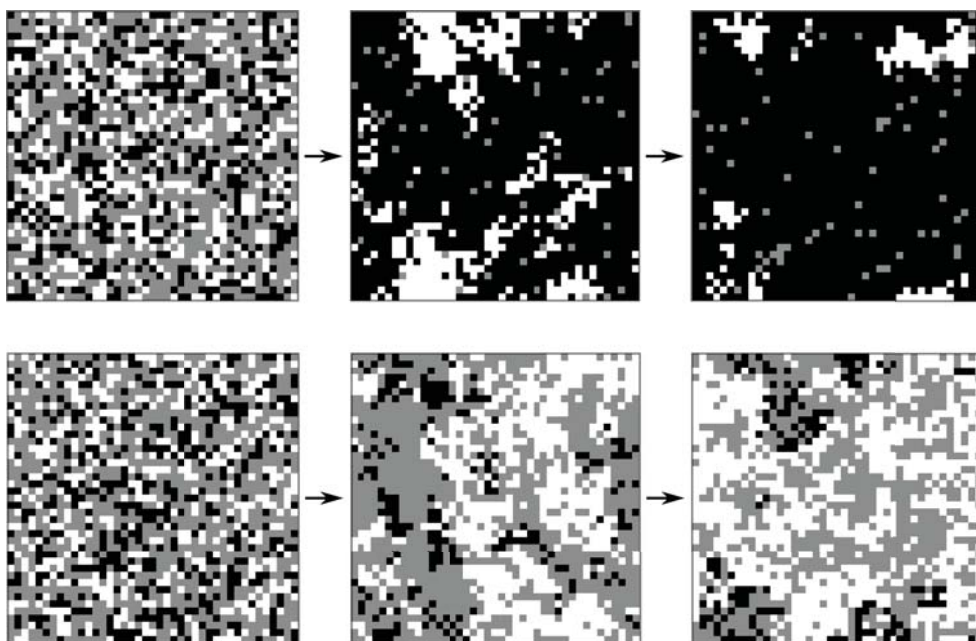
První model, který uvedeme, je pravděpodobnostní buněčný automat na pravidelné čtvercové mřížce (obr. 14.3). Každé pole mřížky může být prázdné nebo osídlené jedním ze dvou typů buněk: sobecká a altruistická. Model má dva parametry c, b . Parametr c udává „cenu altruismu“ (jak moc mě altruistické chování stojí), parametr b udává „zisk z altruismu souseda“ (jak moc mi pomůže altruistické chování mého souseda).

Zdatnost buňky určujeme na základě jejího okolí, přičemž jako okolí uvažujeme čtyři bezprostředně sousedící buňky plus buňku samotnou. Označme N_A počet altruistických buněk v tomto okolí, potom celková zdatnost buňky je:

- pro sobeckou buňku: $1 + b \cdot N_A/5$,
- pro altruistickou buňku: $1 - c + b \cdot N_A/5$.

V každém kole simulace se vypočítá zdatnost všech buněk. Typ každé buňky na další kolo se rozhoduje na základě náhodností rulety mezi pěti buňkami z okolí (včetně sebe samé), přičemž šance na vítězství jsou úměrné zdatnosti.

Model obsahuje ještě dva parametry prostředí. Parametr nevlídnost udává, jak náročné je obsadit pole, které je prázdné. Parametr úmrtnost značí šanci, že buňka zemře (pole se stane prázdným).



Obr. 14.3: Buněčný automat modelující šíření altruismu. Význam barev: šedá = volné pole, černá = sobecká buňka, bílá = altruistická buňka. Horní řádek zachycuje vývoj za příznivých podmínek (nízká úmrtnost a nevlídnost), dolní řádek zachycuje vývoj za náročných podmínek (vysoká úmrtnost a nevlídnost).

Pokud jsou podmínky prostředí příznivé, tj. nevlídnost i úmrtnost jsou nízké, pak v simulaci dominují sobecké buňky, protože profitují na altruistech, nic je to nestojí, mají tedy větší zdatnost a postupně se rozšiřují populací. Pokud jsou však podmínky náročné, tj. je vysoká úmrtnost a je obtížné obsadit nová pole, pak začnou dominovat altruisté. Díky volným polím totiž mohou vzniknout oddělené skupinky altruistů, na kterých neprofitují žádní sobci. Skupinka altruistů se díky vzájemné podpoře dobře drží a rozrůstá, kdežto sobecké buňky v náročném prostředí stagnují.

Model s agenty

Podobný princip ilustrujeme ještě na modelu s agenty – krávy pasoucí se na louce (krávy jsou zde použity pouze pro názornost, model nemá přímou biologickou motivaci). Krávy se pohybují po louce (čtverečková síť), čímž spotřebovávají energii, a spásají trávu, čímž energii získávají. Pokud energie krávy překročí zadanou mez, kráva se rozmnoží, pokud energie klesne na nulu, kráva umře. Rychlost dorůstání trávy záleží na aktuálním množství trávy: pokud je trávy hodně, dorůstá rychle, pokud je však trávy málo, regenerace trvá dlouho. V modelu uvažujeme dva druhy

krav. Sobecké krávy spásají všechnu trávu, kdežto altruistické krávy vždy spásají jen trochu, aby mohla tráva rychle dorůst.

Výsledky jsou podobné jako v předchozím případě. Klíčový parametr je tentokrát rychlost přesunu krav – pokud se krávy mohou přesouvat rychle (populační viskozita je vysoká), dominují sobecké krávy. Pokud se však krávy přesouvají jen pomalu (populační viskozita je nízká), dominují altruistické krávy.

Oba modely vykazují fenomén fázového přechodu popsany v kapitole 10, tj. přechod mezi dominancí sobeckého a altruistického chování je vzhledem k volbě parametrů velmi rychlý.

Souvislosti: Uvedené modely pocházejí z knihovny modelů nástroje NetLogo (Wilensky, 1998), podrobněji je popisují Mitteldorf a Wilson (2000) a Centola et al. (2000).

14.5 Shrnutí

- Dilema vězně je velmi jednoduchý model spolupráce a soutěžení, který však má mnoho praktických aplikací. Dilema vězně je hra s nenulovým součtem.
- Strategie TFT (tit-for-tat, oko za oko) se ukazuje jako velmi robustní – je úspěšná v mnoha různých prostředích. Úspěch této strategie ukazuje význam zpětné vazby (reciprocity) pro šíření spolupráce.
- Modely altruistického chování ukazují, jakou roli může hrát při šíření spolupráce příznivost (nepříznivost) prostředí a populační viskozita.
- Uvedené modelové situace ilustrují, jak může dojít k šíření spolupráce i v soutěživém prostředí.