

# (Ne)kooperativní hry

Tomáš Svoboda, [svobodat@fel.cvut.cz](mailto:svobodat@fel.cvut.cz)

katedra kybernetiky, centrum strojového vnímání

5. října 2015

01

# Vězňovo dilema

Představme si dva vězně, jejichž cílem je co nejvíce zkrátit dobu uvěznění. Spolu spáchali jeden zločin, např. přepadení. Policie dopadla pachatele blízko místa přepadení s kradeným zbožím a může je usvědčit z přechovávání kradeného zboží. Policie se snaží usvědčit alespoň jednoho ze obviněných z hlavního zločinu (přepadení), pro což není dostatek důkazů. Snaží se tedy přimět každého z obviněných, aby svědčil a udal z hlavního zločinu toho druhého. Každý z vězňů je vyslýchán zvlášť a nemohou spolu mluvit ani *před* ani *během* výslechu.

Podle čeho vězni rozhodují?

Další čtení např. [2]

01

# Vězňovo dilema

Představme si dva vězně, jejichž cílem je co nejvíce zkrátit dobu uvěznění. Spolu spáchali jeden zločin, např. přepadení. Policie dopadla pachatele blízko místa přepadení s kradeným zbožím a může je usvědčit z přechovávání kradeného zboží. Policie se snaží usvědčit alespoň jednoho ze obviněných z hlavního zločinu (předání), pro což není dostatek důkazů. Snaží se tedy přimět každého z obviněných, aby svědčil a udal z hlavního zločinu toho druhého. Každý z vězňů je vyslýchán zvlášť a nemohou spolu mluvit ani *před* ani *během* výslechu.

Podle čeho vězni rozhodují?

Další čtení např. [2]



# Kritéria pro rozhodnutí, z pohledu vězně A

- ▶ Pokud budu udám B a vězeň B udělá to samé, půjdeme oba do vězení na 3 roky. (oba se navzájem usvědčíme hlavního zločinu)
- ▶ Pokud budu svědčit proti B a B proti mne ne (tedy vězně B podrazím), půjde on na 4 roky (za hlavní zločin, jediný vinník) a já na 1 rok (nižší trest jako odměna za usvědčení B). A naopak.
- ▶ Pokud budeme oba svorně mlčet, půjdeme oba pouze na 2 roky (trest za méně závažný zločin, pro který jsou důkazy).

01

# Kritéria pro rozhodnutí, z pohledu vězně A

- ▶ Pokud budu udám B a vězeň B udělá to samé, půjdeme oba do vězení na 3 roky. (oba se navzájem usvědčíme hlavního zločinu)
- ▶ Pokud budu svědčit proti B a B proti mne ne (tedy vězně B podrazím), půjde on na 4 roky (za hlavní zločin, jediný vinník) a já na 1 rok (nižší trest jako odměna za usvědčení B). A naopak.
- ▶ Pokud budeme oba svorně mlčet, půjdeme oba pouze na 2 roky (trest za méně závažný zločin, pro který jsou důkazy).



# Kritéria pro rozhodnutí, z pohledu vězně A

- ▶ Pokud budu udám B a vězeň B udělá to samé, půjdeme oba do vězení na 3 roky. (oba se navzájem usvědčíme hlavního zločinu)
- ▶ Pokud budu svědčit proti B a B proti mne ne (tedy vězně B podrazím), půjde on na 4 roky (za hlavní zločin, jediný vinník) a já na 1 rok (nižší trest jako odměna za usvědčení B). A naopak.
- ▶ Pokud budeme oba svorně mlčet, půjdeme oba pouze na 2 roky (trest za méně závažný zločin, pro který jsou důkazy).



## Payoff matrix – matice zisků (a ztrát)

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

čísllice označují roky vězení.

# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní* strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.
- ▶ Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)
- ▶ ... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme

01



# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

## Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní* strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.
- ▶ Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)
- ▶ ... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme

01

# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

## Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.*
- ▶ *Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)*
- ▶ *... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme*

01

# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

## Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní* strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.
- ▶ Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)
- ▶ ... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme

01

# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

## Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní* strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.
- ▶ Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)

▶ ... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme

# Optimální strategie?

Připomínám, že hráč neví jak bude hrát protivník, oba hrají současně a nemohou se domluvit předem.

		vězeň B			
		svědčit		mlčet	
vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

## Z pohledu vězně A

- ▶ když bude B svědčit, je pro mne lepší také ho udat  $3 < 4$ .
- ▶ když B nebude svědčit, je pro mne opět lepší ho udat (svědčit)  $1 < 2$
- ▶ *Dominantní* strategie pro vězně A je tedy vždy svědčit/udat.
- ▶ Ovšem, kdyby se bývali mohli domluvit ... (celková doba věznění je nejmenší)
- ▶ ... a to je právě to *dilema*, o kterém hovoříme

01

# Inzerovat nebo neinzerovat?

Čísla znamenají výtěžky firmy.

		Výrobce cigaret B			
		inzerovat		neinzerovat	
Výrobce cigaret A	inzerovat	30	30	50	20
	neinzerovat	20	50	40	40

01

# Omezit produkci nebo neomezit?

Čísla znamenají výtěžky firmy.

		Firma B			
		omezit		neomezit	
Firma A	omezit	300	300	100	400
	neomezit	400	100	200	200

# Snížit ceny nebo nesnížit?

Čísla znamenají výtěžky firmy.

		Firma B			
		snížit		nesnížit	
Firma A	snížit	90	90	80	110
	nesnížit	110	80	100	100



# Kámen–nůžky–papír

dokážeme sestrojit matici?

01

# Vězňovo dilema, obecný pohled: podvádět vs. nepodvádět

		Vězeň B			
		svědčit		mlčet	
Vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

Podívejme se na hru ze *vzájemného* hlediska hráčů–vězňů. Svědčit vlastně znamená kolegu podvádět (*defect*). Naopak kolegiálně zapírat pak znamená nepodvádět, lze říci i spolupracovat (*cooperate*).

		vězeň B			
		podvádět		nepodvádět	
vězeň A	podvádět	3	3	1	4
	nepodvádět	4	1	2	2

Víme, že pro oba hráče je *racionální* volbou podvádět.  
Skutečně vždy?

# Vězňovo dilema, obecný pohled: podvádět vs. nepodvádět

		Vězeň B			
		svědčit		mlčet	
Vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

Podívejme se na hru ze *vzájemného* hlediska hráčů–vězňů. Svědčit vlastně znamená kolegu podvádět (*defect*). Naopak kolegiálně zapírat pak znamená nepodvádět, lze říci i spolupracovat (*cooperate*).

		vězeň B			
		podvádět		nepodvádět	
vězeň A	podvádět	3	3	1	4
	nepodvádět	4	1	2	2

Víme, že pro oba hráče je *racionální* volbou podvádět.  
Skutečně vždy?

# Vězňovo dilema, obecný pohled: podvádět vs. nepodvádět

		Vězeň B			
		svědčit		mlčet	
Vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

Podívejme se na hru ze *vzájemného* hlediska hráčů–vězňů. Svědčit vlastně znamená kolegu podvádět (*defect*). Naopak kolegiálně zapírat pak znamená nepodvádět, lze říci i spolupracovat (*cooperate*).

		vězeň B			
		podvádět		nepodvádět	
vězeň A	podvádět	3	3	1	4
	nepodvádět	4	1	2	2

Víme, že pro oba hráče je *racionální* volbou podvádět.

Skutečně vždy?

# Vězňovo dilema, obecný pohled: podvádět vs. nepodvádět

		Vězeň B			
		svědčit		mlčet	
Vězeň A	svědčit	3	3	1	4
	mlčet	4	1	2	2

Podívejme se na hru ze *vzájemného* hlediska hráčů–vězňů. Svědčit vlastně znamená kolegu podvádět (*defect*). Naopak kolegiálně zapírat pak znamená nepodvádět, lze říci i spolupracovat (*cooperate*).

		vězeň B			
		podvádět		nepodvádět	
vězeň A	podvádět	3	3	1	4
	nepodvádět	4	1	2	2

Víme, že pro oba hráče je *racionální* volbou podvádět.  
Skutečně vždy?

# Obecnější pohled na matici zisků

		hráč B			
		podvést		nepodvést	
hráč A	podvést	T	T	P	N
	nepodvést	N	P	O	O

- T Trest
- P Pokušení
- N Naivky odměna
- O Odměna

Předpokládejme teď, že cílem je maximalizace zisku a čísla vyjadřují peněžní odměny. Dokážeme odvodit podmínky na velikost T,P,N,O, aby platilo, že racionální volbou je podvést?  
Pro jaké T,P,N,O nastává dilema?

01

# Obecnější pohled na matici zisků

		hráč B			
		podvést		nepodvést	
hráč A	podvést	T	T	P	N
	nepodvést	N	P	O	O

- T Trest
- P Pokušení
- N Naivky odměna
- O Odměna

Předpokládejme teď, že cílem je maximalizace zisku a čísla vyjadřují peněžní odměny. Dokážeme odvodit podmínky na velikost T,P,N,O, aby platilo, že racionální volbou je podvést?

Pro jaké T,P,N,O nastává dilema?

01

# Obecnější pohled na matici zisků

		hráč B			
		podvést		nepodvést	
hráč A	podvést	T	T	P	N
	nepodvést	N	P	O	O

- T Trest
- P Pokušení
- N Naivky odměna
- O Odměna

Předpokládejme teď, že cílem je maximalizace zisku a čísla vyjadřují peněžní odměny. Dokážeme odvodit podmínky na velikost T,P,N,O, aby platilo, že racionální volbou je podvést?  
Pro jaké T,P,N,O nastává dilema?

01



# ok, racionální je podvést. Jak to, že svět funguje?

Tak tato otázka herní teoretiky také dlouho trápila.

- ▶ spolupráce je mezi lidmi běžná
- ▶ proč spolupracovat, když to není racionální?
- ▶ vyplatí se zločin?
- ▶ spolupracují lidé jen tehdy, když se jim to vyplatí?

Toto je zásadní problém. Teorie her, je teorie, která modeluje<sup>1</sup> lidské chování. A hle, lidé se chovají způsobem, který teorii neodpovídá.

⇒ Teorie je špatná ???

---

<sup>1</sup>Nalezení modelu znamená nalezení zjednodušené verze světa a univerzálního receptu.

# ok, racionální je podvést. Jak to, že svět funguje?

Tak tato otázka herní teoretiky také dlouho trápila.

- ▶ spolupráce je mezi lidmi běžná
- ▶ proč spolupracovat, když to není racionální?
- ▶ vyplatí se zločin?
- ▶ spolupracují lidé jen tehdy, když se jim to vyplatí?

Toto je zásadní problém. Teorie her, je teorie, která modeluje<sup>1</sup> lidské chování. A hle, lidé se chovají způsobem, který teorii neodpovídá.

⇒ Teorie je špatná ???

---

<sup>1</sup>Nalezení modelu znamená nalezení zjednodušené verze světa a univerzálního receptu.

# ok, racionální je podvést. Jak to, že svět funguje?

Tak tato otázka herní teoretiky také dlouho trápila.

- ▶ spolupráce je mezi lidmi běžná
- ▶ proč spolupracovat, když to není racionální?
- ▶ vyplatí se zločin?
- ▶ spolupracují lidé jen tehdy, když se jim to vyplatí?

Toto je zásadní problém. Teorie her, je teorie, která modeluje<sup>1</sup> lidské chování. A hle, lidé se chovají způsobem, který teorii neodpovídá.

⇒ Teorie je špatná ???

---

<sup>1</sup>Nalezení modelu znamená nalezení zjednodušené verze světa a univerzálního receptu.

# ok, racionální je podvést. Jak to, že svět funguje?

Tak tato otázka herní teoretiky také dlouho trápila.

- ▶ spolupráce je mezi lidmi běžná
- ▶ proč spolupracovat, když to není racionální?
- ▶ vyplatí se zločin?
- ▶ spolupracují lidé jen tehdy, když se jim to vyplatí?

Toto je zásadní problém. Teorie her, je teorie, která modeluje<sup>1</sup> lidské chování. A hle, lidé se chovají způsobem, který teorii neodpovídá.

⇒ Teorie je špatná ???

---

<sup>1</sup>Nalezení modelu znamená nalezení zjednodušené verze světa a univerzálního receptu.

# ok, racionální je podvést. Jak to, že svět funguje?

Tak tato otázka herní teoretiky také dlouho trápila.

- ▶ spolupráce je mezi lidmi běžná
- ▶ proč spolupracovat, když to není racionální?
- ▶ vyplatí se zločin?
- ▶ spolupracují lidé jen tehdy, když se jim to vyplatí?

Toto je zásadní problém. Teorie her, je teorie, která modeluje<sup>1</sup> lidské chování. A hle, lidé se chovají způsobem, který teorii neodpovídá.

⇒ Teorie je špatná ???

---

<sup>1</sup>Nalezení modelu znamená nalezení zjednodušené verze světa a univerzálního receptu.

## V životě se obvykle nehrají *jednokolové* hry

- ▶ zkusím začít kooperovat, třeba bude také?
- ▶ zapomenu někdy na jeho podvod?
- ▶ jsou rozhodnutí protivníka jen racionální?
- ▶ ...

Více v knize Původ ctnosti [1].



# Základní termíny

**hráči** (players) dělají rozhodnutí

**strategie** (strategy) chování hráčů

**zisk** (užitek, payoff) výstup, následek rozhodnutí

**dominantní strategie** nejlepší strategie pro hráče, bez ohledu na strategii protivníka



Co na závěr?

Let's play!

01



# References



Matt Ridley.

*The Origins of Virtue, Human Instincts and the Evolution of Cooperation.*

Viking (Penguin Books), 1998.

Also in Czech, Původ ctnosti, Portál 2010.



Stuart Russell and Peter Norvig.

*Artificial Intelligence: A Modern Approach.*

Prentice Hall, 3rd edition, 2010.