

# Dialogové systémy

Luděk Bártek

Laboratoř vyhledávání a dialogu, Fakulta Informatiky Masarykovy Univerzity,  
Brno

jaro 2019

- Sjednocení přístupu k dialogovým strategiím a uživatelským modelům.
- Affective computing – práce s emocemi.
- Kompatibilita s dalšími disciplínami:
  - teorie automatů a formálních jazyků
  - teorie her
  - univerzální algebra
  - ...
- Predikce kroků dialogu.
- Kompatibilita s VoiceXML.

# Matematický model dialogu

Dialogové  
systémy

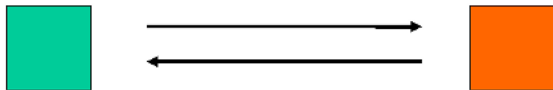
Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Skládá se z:
  - dvou diskutujících stran.
  - jejich proslovů, které se střídají.



- Analyzujeme záznam dialogu z pohledu:
  - teorie řečových aktů
  - lexikální sémantiky a pragmatiky
  - dynamické sémantiky
  - dynamické epistemické logiky (logika poznávání) – význam se v čase vyvíjí a mluvčí si nemusí být informací 100
  - teorie konverzace.
- Pragmatika může dále zahrnovat:
  - model uživatele/ů
  - model prostředí

# Pragmatika dialogu

## Pohled teorie řečových aktů

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- řečový akt – čin vykonaný pomocí jazyka:
- Sdělení: „Už je 9.“
- Pragmatika sdělení - Aktuální čas vs. je příliš brzy/pozdě a je potřeba něco vykonat.

# Pragmatika dialogu

Pohled lexikální sémantiky a pragmatiky

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

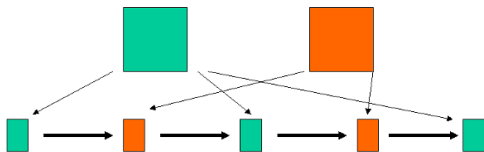
Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

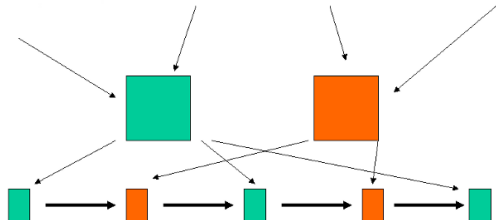
- Lexikální sémantika - TBD
- Lexikální pragmatika - TBD

- Dynamická sémantika
  - bere v úvahu anafory (odkazování na objekty v rámci textu: „Viděl jsem ho.“)
  - dynamiku změn významů v diskurzu (užití jazyka k dosažení pragmatického významu, z hlediska dialogu promluva mluvčího) iniciovanou postupným exponováním anafor.
- Dynamická epistemická logika – logika poznávání:
  - pravdivostní hodnota tvrzení se v čase vyvíjí,
  - mluvčí si nemusí být tvrzením 100

- Pragmatika obsahující modely uživatelů:



- Pragmatika obsahující modely uživatelů a prostředí:





# Dialog jako Pawlakův informační systém

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Pawlakův IS  $S = (X, T, V, f)$ :
  - $X$  – množina objektů IS.
  - $T$  – množina jejich atributů.
  - $V$  – množina hodnot atributů.

$$f : X \times T \rightarrow V$$

- Příklad – dialog na trhu:
  - Atributy:
    - navrhovaná cena: -, 1 — 1000
    - nonverbální postoj: :-), :-, :-(, :->
  - Možný průběh dialogu: (1000, :-), (500, :-), (900, :-), (600, :-), (800, :-), (-, :->), (700, :-), (700, :-)

# Modelování dialogu

## Mealyho automat

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatelé  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Mealyho automat  $M$  – konečný automat s výstupem.
- $M = (Q, X, Y, \lambda, s_0)$

- $Q$  – neprázdná množina stavů
- $X$  – konečná vstupní abeceda
- $Y$  – konečná výstupní abeceda
- $\lambda$  – přechodová funkce:

$$\lambda : Q \times X \rightarrow Q \times Y$$

- $s_0$  – počáteční stav

- Karetní hra, kdy hráči sázejí na sílu karet, které drží v ruce.
- Základní pravidla:
  - 1 Bankéř (rozdávající), rozdává každému hráči 5 karet.
  - 2 Hráči na základě karet, které jim byly rozdány mohou:
    - vsadit na karty určitou částku s případnou výměnou karet, které se jim nehodí a buď dorovnat poslední sázku nebo ji zvýšit.
    - Složit karty.
  - 3 Jakmile všichni pouze dorovnejí poslední navýšenou sázku, popřípadě složí všichni hráči, až na jednoho, hra končí a v případě, že zůstalo více jak jeden hráč, potom ten, který má vyšší hodnotu karet v ruce, vyhrává veškeré vsazené peníze. Pokud nesložil pouze jeden hráč, je tento vítězem dané hry.

- Tato hra má řadu variant.
- Při použití dobré strategie lze vyhrát i s velmi nízkými kartami:
  - minimalizace neverbálních projevů
  - vhodně zvolená strategie přiřazování, která budí zdání, že karty mají velmi vysokou hodnotu
  - vyhnutí se podobné strategii v následujících hrách – nemělo by jít vysledovat společné rysy chování pro danou situaci.

- Atributy stavu hry (množiny  $A_s$ ):
  - $AS_1$  – moje karty
  - $AS_2$  – celková výše sázky
  - $AS_3$  – důvěra ve vlastní karty
  - $AS_4$  – protihráčovy karty
  - $AS_5$  – hráčova strategie

# Poker

## Hodnoty atributů stavu hry

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- moje karty –  $AS_1 \in \{bad, medium, good\}$
- celková výše sázky –  $AS_2 \in \{high, medium, low\}$
- důvěra ve vlastní karty –  $AS_3 \in \{high, medium, low\}$
- protihráčovy karty –  $AS_4 \in \{bad, medium, good\}$
- hráčova strategie –  $AS_5 \in \{careful, risky, bluffing\}$ .

# Poker

Atributy dialogových proslůvů (množiny  $A_x$ )

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- volba –  $AX_1 \in \{call, rise, fold\}$
- sebedůvěra proslůvu –  $AX_2 \in \{high, medium, low\}$
- důvěryhodnost proslůvu –  $AX_3 \in \{high, medium, low\}$
- vzrušení v hlase –  $AX_4 \in \{high, medium, low\}$

# Poker

## Fragment vnitřních stavů

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

Stav	moje karty	celková výše sázky	důvěra ve vlastní karty	protihráčovy karty	hráčova strategie
$S_1$	medium	high	medium	medium	careful
$S_2$	medium	high	high	medium	risky
$S_3$	high	high	medium	medium	risky
$S_4$	high	high	medium	medium	bluffing
$S_5$	bad	low	medium	low	risky
$S_6$	bad	low	low	medium	careful
$S_7$	good	medium	medium	medium	risky
$S_8$	good	medium	low	good	careful



# Poker

## Fragment promluv dialogu

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

Promluva	$AX_1$ (volba)	$AX_2$ (sebedůvěra)	$AX_3$ (věrohodnost)	$AX_4$ (vzrušení)
$x_1$	raise	high	low	high
$x_2$	raise	high	high	low
$x_3$	call	low	high	medium
$x_4$	raise	high	medium	low
$x_5$	fold	low	high	low
$x_6$	call	low	high	medium

### ■ Zkušený hráč:

- stav  $S_1$  = (průměrné karty, vysoká sázka, střední důvěra ve vlastní karty, očekává průměrné karty protihráče, opatrná strategie), promluva  $X_1$ =(příhoz, s velkou sebedůvěrou, malou důvěryhodností, velkým vzrušením v hlase):

$$\delta(S_1, X_1) = S_2, \lambda(S_1, X_1) = X_2$$

- stav  $S_3$  = (výborné karty, vysoká sázka, střední důvěra ve vlastní karty, očekává průměrné karty protihráče, opatrná strategie), promluva  $X_1$ :

$$\delta(S_3, X_1) = S_4, \lambda(S_3, X_1) = X_3$$

### ■ Začátečník:

- stav  $S_5$  = (špatné karty, nízká sázka, střední důvěra ve vlastní karty, očekává špatné karty protihráče, riskuje), promluva  $X_4$  = (příhoz, velká sebedůvěra, střední věrohodnost, nízké vzrušení)

$$\delta(S_5, X_4) = S_2, \lambda(S_5, X_4) = X_5$$

- stav  $S_7$  = (dobré karty, průměrná sázka, střední důvěra ve vlastní karty, očekává průměrné karty protihráče, riskuje), promluva  $X_4$  = (přihodit, velká sebedůvěra, střední věrohodnost, nízké vzrušení)

$$\delta(S_7, X_4) = S_8, \lambda(S_7, X_4) = X_6$$

# Dialog a strategické hry

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Dialog lze považovat za strategickou hrou.
- Strategická hra obsahuje množinu hráčů.
- Každý hráč má množinu akcí (strategií).
- Každý hráč má preferenční relaci (výplatní funkci (payoff function))

# Strategické hry

## Vězňovo dilema

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele

Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Strategická hra dvou hráčů.
- Předpokládá, že každý hráč se stará především o svůj prospěch.
- Simuluje vyšetřování zločinu, ze kterého jsou podezřelí dva lidé.
- Pravidla:
  - 1 Pokud oba vězni mlčí, jsou oba odsouzeni, za jiný, menší zločin, ke kratšímu trestu (např. 2 roky).
  - 2 Pokud jeden mlčí a druhý se přizná, ten který se přiznal, je osvobozen a ten, který mlčel je odsouzen k maximálnímu trestu (10 let)..
  - 3 Pokud se oba přiznají, oba jsou odsouzeni k polovičnímu trestu (5 let).
- Vězňovo dilema – jak se zachová parták?

# Přístup jestřáb-holubice

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele

Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

	holubice	jestřáb
holubice	5, 5	0, 10
jestřáb	10, 0	2, 2

# Strategické hry s podobnou výplatní funkcí

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Válka pohlaví
  - Manželé preferují společně strávený čas. Co budeme dělat dnes odpoledne? Půjdeme (budeme se dívat) na módní přehlídku nebo na fotbal?
- Hlava – Orel
  - Dva lidé se sázejí, co padne na minci. Hlava nebo orel?

# Iterované strategické hry

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Hráče necháme opakovaně hrát strategickou hru.
- Vzniká extenzivní hra s dokonalou informací.
  - Extenzivní hra – opakující se hra.
  - Dokonalá informace – znáte předchozí tahy všech hráčů.
- Příklady:
  - iterované vězňovo dilema
  - iterovaná hra "Válka pohlaví"



# Iterované vězňovo dilema

## Strategie

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele

Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Vždy spolupracovat – vždy se přiznat bez ohledu na to, jak se dříve zachoval spoluhráč (naivní mírotvorce).
- Vždy zradit – vždy zapírat.
- Tit-for-tat – spolupracovat nebo nespolupracovat, podle toho zda spoluobviněný minule spolupracoval/nespolupracoval.
- Zlomyslná – spolupracuje, dokud spoluobviněný nezradí. Potom vždy zradí.
- Mistrust – nejdřív zradí, a potom vždy opakuje tah spoluobviněného.
- Pavlov – spolupracuje pouze tehdy, pokud si spoluobviněný zvolil stejnou možnost v předchozím kole.
- Hard Tit-for-tat – spolupracuje, pokud spoluobviněný nezradil v žádném z dvou předchozích kol.
- Náhodná – spolupracuje s pravděpodobností 0.5.

# Iterované prostorové vězňovo dilema

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Objekty (buňky, jednotlivci, hráči) hrají iterované vězňovo dilema se svými sousedy.
- Po skončení hry objekty v závislosti na výsledku mění strategii pro další kolo.
- Chování kolonie strategií je nerozhodnutelný problém.
  - Důkaz – P. Grim 1994.

# Aplikace strategických her

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatele  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Ekonomie – chování trhu, zákazníků, ...
- Sociologie
- Psychologie
- Politika
  - strategická rozhodnutí v zájmu státu.
- Ekologie
- ...

# Generování dialogových rozhraní z korpusů

Dialogové  
systémy

Luděk Bártek

Konečně  
stavová  
analýza  
dialogových  
systémů

Modelování  
uživatelé  
Dialog a  
strategické hry

Aplikace FSA  
modelů pro  
generování  
dialogových  
systémů

- Na základě korpusu dialogů lze automaticky generovat dialogový korpus, který danému korpusu „vyhovuje“.
- Postup:
  - 1 Vytvoříme korpus metodou Wizard of Oz (pracuje pouze „čaroděj“).
  - 2 Odstraníme konflikty a převedeme korpus na dialogové rozhraní.
  - 3 Kombinovaně vytvoříme nový korpus („čaroděj“ se snaží maximálně využívat navržené dialogové rozhraní).
  - 4 Odstraníme konflikty a vygenerujeme z korpusu nové dialogové rozhraní.
  - 5 Pokud je rozhraní v pořádku, končíme, jinak pokračujeme krokem 3.