

# Časové aspekty Transparentní intensionální logiky v komunikaci a rozhodování agentů

Jakub Macek, Tomáš Frydrych

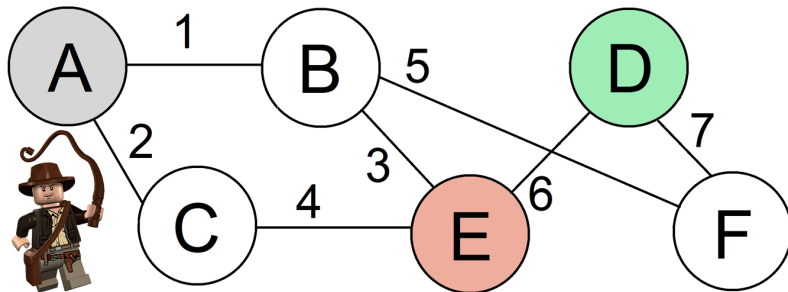
Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava

4. prosince 2010

# Obsah

- 1 Úvod do problému
- 2 Zavedení časového aspektu
- 3 Rozhodování
- 4 Komunikace

## System a agent

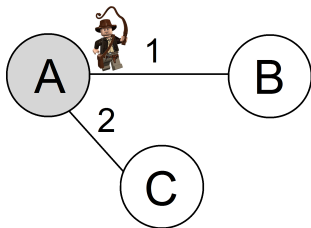


Mapa podzemí a agent-dobrodruh.

### Cíl

Úkolem agenta-dobrodruha (dále označen Z) je přejít z místa A do místa D a vyhnout se přítomnosti E.

## Bez použití času



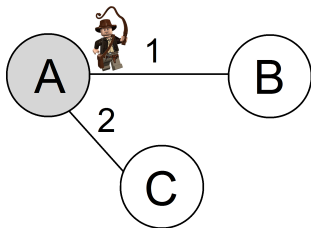
Agent může být pouze na jednom místě.

### Báze znalostí

$$\forall x (LocatedAt(x, A) \supset \neg LocatedAt(x, B))$$

$$\forall x (LocatedAt(x, B) \supset \neg LocatedAt(x, A))$$

## Bez použití času



Z začíná na místě A.

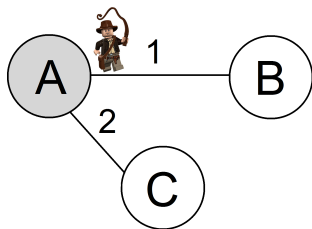
### Báze znalostí

$$\forall x (LocatedAt(x, A) \supset \neg LocatedAt(x, B))$$

$$\forall x (LocatedAt(x, B) \supset \neg LocatedAt(x, A))$$

$$LocatedAt(Z, A)$$

## Bez použití času



Tedy není na místě B.

### Báze znalostí

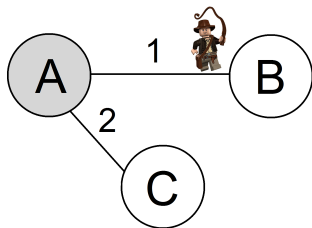
$$\forall x (LocatedAt(x, A) \supset \neg LocatedAt(x, B))$$

$$\forall x (LocatedAt(x, B) \supset \neg LocatedAt(x, A))$$

$$LocatedAt(Z, A)$$

$$\neg LocatedAt(Z, B)$$

## Bez použití času



Nyní se přesune na místo B.

### Báze znalostí

$$\forall x (LocatedAt(x, A) \supset \neg LocatedAt(x, B))$$

$$\forall x (LocatedAt(x, B) \supset \neg LocatedAt(x, A))$$

$$LocatedAt(Z, A)$$

$$\neg LocatedAt(Z, B)$$

$$LocatedAt(Z, B)$$

## Transparentní intensionální logika

Infixní notace pro přehlednost

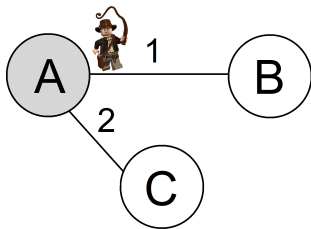
$$\lambda w [{}^0 \text{Fact1}_w \supset {}^0 \text{Fact2}_w]$$

Fakta o pozici

$$\lambda w [[[{}^0 \text{LocatedAt } w] \text{cas}] \text{agent } \text{misto}]$$



## Základní pohyb

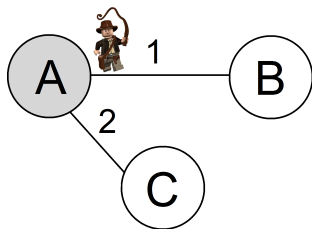


### Báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 LocatedAt w]{}^0 Beginning]{}^0 Z{}^0 A]$

Opět začínáme v místě A.  
Nyní v čase Beginning.

## Základní pohyb

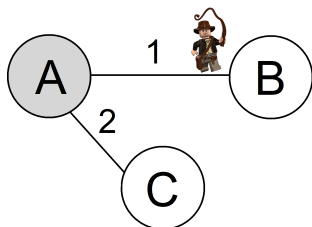


Přidáme pravidlo pro pohyb.

### Báze znalostí

$$\lambda w [[ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] ^0 \text{Beginning} ] ^0 Z ^0 A ]$$
$$\lambda w \lambda t \lambda x [ [ [ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] t ] x ^0 A ] \supset \\ [ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] t + 30 ] x ^0 B ] ]$$

## Základní pohyb



Přesun do místa B, čas se nám ovšem změnil.

### Báze znalostí

$$\lambda w [[ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] ^0 \text{Beginning} ] ^0 Z ^0 A ]$$

$$\lambda w \lambda t \lambda x [ [ [ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] t ] x ^0 A ] \supset [ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] t + 30 ] x ^0 B ] ]$$

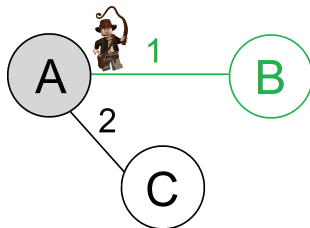
$$\lambda w [ [ [ [^0 \text{LocatedAt } w ] ^0 \text{Beginning} + 30 ] ^0 Z ^0 B ]$$

## Možnost výběru

### Schéma rozhodnutí

$$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] \textit{cas}] \textit{agent } \textit{cesta}]$$

### Možná rozhodnutí

$$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w]{}^0 \textit{Beginning}]{}^0 Z{}^0 1]$$
$$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w]{}^0 \textit{Beginning}]{}^0 Z{}^0 2]$$


## Možnost výběru

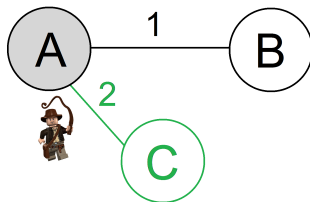
### Schéma rozhodnutí

$\lambda w[[[{}^0 Decision w] cas] agent cesta]$

### Možná rozhodnutí

$\lambda w[[[{}^0 Decision w]^0 Beginning]^0 Z^0 1]$

$\lambda w[[[{}^0 Decision w]^0 Beginning]^0 Z^0 2]$



## Pravidla pro pohyb

$$\lambda w \lambda t \lambda x \left[ \left[ \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t \right] x \text{ } ^0 A \right] \wedge \left[ \left[ \left[ \text{Decision } w \right] t \right] x \text{ } ^0 1 \right] \right] \supset \left[ \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t + 30 \right] x \text{ } ^0 B \right]$$

## Pravidla pro pohyb

$$\lambda w \lambda t \lambda x \left[ \left[ \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t \right] x \text{ } ^0 A \right] \wedge \left[ \left[ \text{Decision } w \right] t \right] x \text{ } ^0 1 \right] \supset \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t + 30 \right] x \text{ } ^0 B \right]$$
$$\lambda w \lambda t \lambda x \left[ \left[ \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t \right] x \text{ } ^0 A \right] \wedge \left[ \left[ \text{Decision } w \right] t \right] x \text{ } ^0 2 \right] \supset \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t + 20 \right] x \text{ } ^0 C \right]$$

## Pravidla pro pohyb

$$\lambda w \lambda t \lambda x \left[ \left[ \left[ \left[ \left[ \text{LocatedAt } w \right] t \right] x \text{ } ^0 A \right] \supset \right. \right. \\ \left. \left[ \left[ \left[ \text{Decision } w \right] t \right] x \text{ } ^0 1 \right] \right] \vee \left[ \left[ \left[ \text{Decision } w \right] t \right] x \text{ } ^0 2 \right] \right]$$



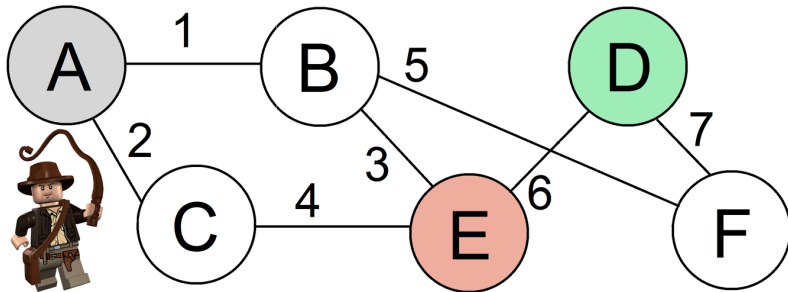
## Pravidla pro pohyb

$$\lambda w \lambda t \lambda x [ [ [ [ [{}^0 \textit{LocatedAt } w ] t ] x {}^0 A ] \supset \\ [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 1 ] ] \vee [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 2 ] ] ] ] ] ]$$

$$\lambda w \lambda t \lambda x [ [ [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 1 ] \supset [ \neg [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 2 ] ] ] ] ] ]$$

$$\lambda w \lambda t \lambda x [ [ [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 2 ] \supset [ \neg [ [ [{}^0 \textit{Decision } w ] t ] x {}^0 1 ] ] ] ] ] ]$$

## System a agent



Mapa podzemí a agent-dobrodruh.

### Cíl

Úkolem agenta-dobrodruha (dále označen Z) je přejít z místa A do místa D a vyhnout se přítom místu E.

# Simulace

## Reálná báze znalostí

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 2]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 2]$

... odvozený fakt 1 ...



# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 2]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...  
... získaný fakt 2 ...  
... pravidlo 1 ...  
... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$   
 $\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 2]$   
... odvozený fakt 1 ...  
... odvozený fakt 2 ...  
... odvozený fakt 3 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 1. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 2]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

... odvozený fakt 3 ...

$\lambda w[[[{}^0 \textit{PositionAt } w] t_n]{}^0 Z {}^0 E]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 1]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 1]$

... odvozený fakt 1 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1] {}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1] {}^0 Z {}^0 1]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1]{}^0 Z {}^0 1]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

... odvozený fakt 3 ...



# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Simulation } w] t_1] {}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 \textit{Decision } w] t_1] {}^0 Z {}^0 1]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

... odvozený fakt 3 ...

$\lambda w[[[{}^0 \textit{PositionAt } w] t_n] {}^0 Z {}^0 D]$

# Simulace

## Reálná báze znalostí

... získaný fakt 1 ...

... získaný fakt 2 ...

... pravidlo 1 ...

... pravidlo 2 ...

## 2. simulovaná báze znalostí

$\lambda w[[[{}^0 Simulation w] t_1]{}^0 Z]$

$\lambda w[[[{}^0 Decision w] t_1]{}^0 Z {}^0 1]$

... odvozený fakt 1 ...

... odvozený fakt 2 ...

... odvozený fakt 3 ...

$\lambda w[[[{}^0 PositionAt w] t_n]{}^0 Z {}^0 D]$

$\lambda w[[[{}^0 PositionAt w] t_n]{}^0 Z {}^0 E]$

# Simulace

## Dostupná rozhodnutí podle optimálnosti

$$\lambda w[[[{}^0 Decision w]t_1] {}^0 Z {}^0 1]$$

$$\lambda w[[[{}^0 Decision w]t_1] {}^0 Z {}^0 2]$$

Agent provede neoptimálnější rozhodnutí.

# Agent-informátor

druh vlaku	číslo vlaku	výchozí stanice	směr	čas	zpoždění nást.
Os	105	WARSZAWA	Ostrava-Olomouc	20. 38	300 min.
Os					
Os					
Os	74	WIEN	Břeclav-Brno	23. 10	3
Os	659	FRANT. LÁZNĚ	Cheb-Píseň	23. 20	10 min. 4
Os	0450	PODEBRADY	Nymburk	23. 38	3
Os	0955	BEROUN	Řevnice	23. 40	4
Os	0174	BENEŠOV U. P.	Čerčany-Říčany	23. 45	6
Os	0346	KOLÍN	Poříčany	23. 52	
Os	0621	ROUDNICE N. L.	Kralupy n. Vlt.	23. 55	

# Agent-informátor



# Komunikace

**Dobrodruh:** *Kde jsem?*

# Komunikace

**Dobrodruh:** *Kde jsem?*

**Informátor:**

$\lambda w [ [ [ [^0 LocatedAt w] ^0 Beginning] ^0 Z ^0 A ]$

# Komunikace

**Dobrodruh:** *Kam mohu jít?*



# Komunikace

**Dobrodruh:** *Kam mohu jít?*

**Informátor:**

$$\lambda w[\lambda x[ \\ \quad [ [ [ [^0 \textit{LocatedAt } w ] ^0 \textit{Beginning} ] x ^0 A ] \wedge \\ \quad [ [ [ [^0 \textit{Decision } w ] ^0 \textit{Beginning} ] x ^0 1 ] ] \supset \\ \quad [ [ [ [^0 \textit{LocatedAt } w ] ^0 \textit{Beginning} + 30 x ^0 B ] \\ ] ] ] ]$$

# Komunikace

**Dobrodruh:** *Kam mohu jít?*

**Informátor:**

$$\begin{aligned} & \lambda w [ \\ & \quad [ [ [ [^0 \textit{Simulation } w ] ^0 \textit{Beginning} ] ^0 Z ] \supset \\ & \quad \lambda x [ ^0 \forall \lambda t [ [ t \geq ^0 \textit{Beginning} ] \supset \\ & \quad [ [ [ [^0 \textit{LocatedAt } w ] t ] x ^0 B ] \wedge [ [ [^0 \textit{Decision } w ] t ] x ^0 3 ] ] \supset \\ & \quad [ [ [^0 \textit{LocatedAt } w ] t + 10 ] x ^0 E ] \\ & \quad ] \end{aligned}$$

## Závěr

Děkuji za pozornost.

Otázky?