

KONEČNÉ AUTOMATY A JEJICH POUŽITÍ V PRAKTICKÉ ROBOTICE

David Obdržálek
MFF UK Praha

david.obdrzalek@mff.cuni.cz

Přehled

- ⦿ Konečné automaty a pár dalších možností
 - aneb

Lepší konečný automat v hrsti nežli ROS na střeše

- ⦿ MART Friday Bot na soutěži Istrobot 2016+2017
 - aneb

I za den se dá připravit robot na soutěž

Konečný automat

Definice:

$$\mathcal{A} = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$$

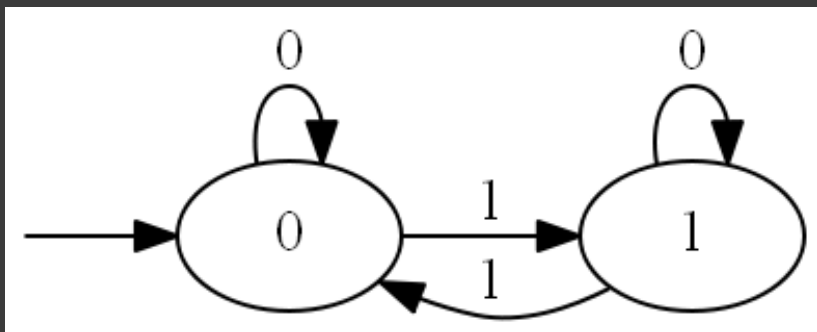
- Q ... stavový prostor
- Σ ... vstupní abeceda
- $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$... přechodová funkce
- $q_0 \in Q$... počáteční stav
- $F \subseteq Q$... koncové stavy

Využití KA

- ⦿ regulární jazyky
- ⦿ překladače
- ⦿ zpracování přirozeného jazyka
- ⦿ návrh hardware
- ⦿ modelování biologických témat
- ⦿ a samozřejmě také řízení, třeba robotů

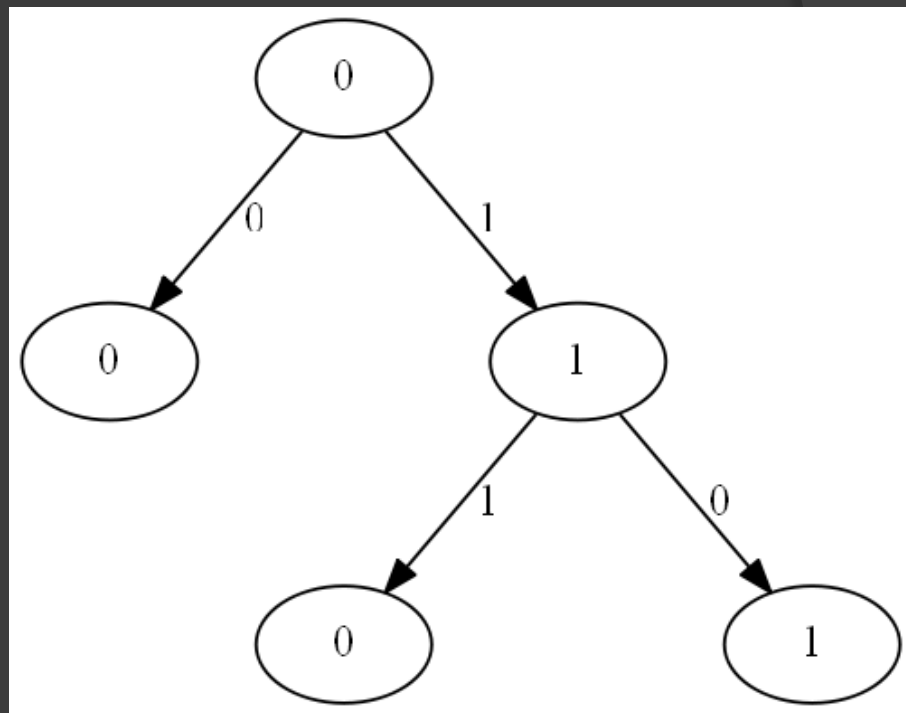
Pár příkladů

Parita



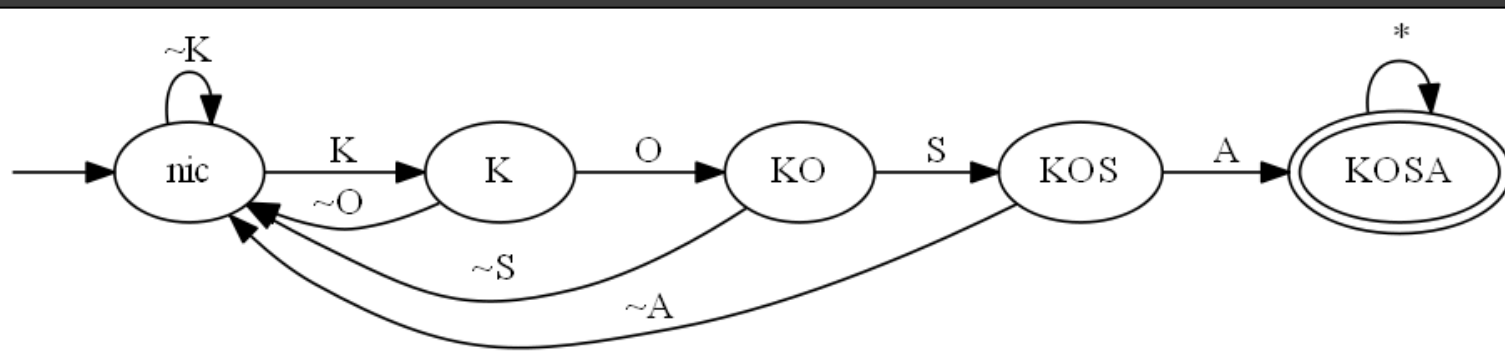
⇒

	0	1
0	0	1
1	1	0



Pár příkladů

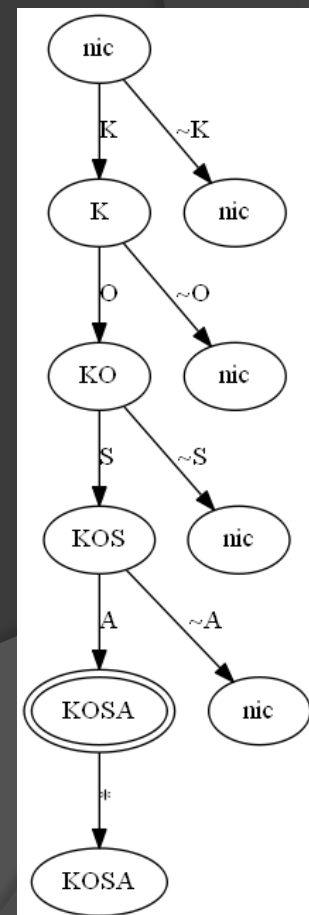
● KOSA



⇒

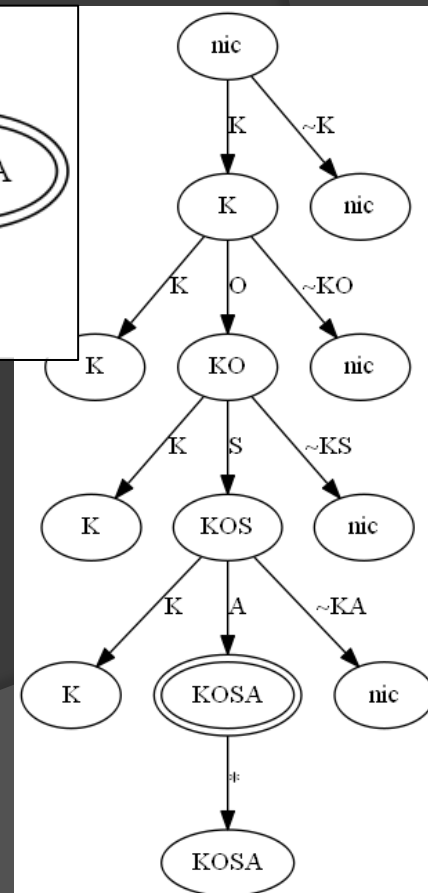
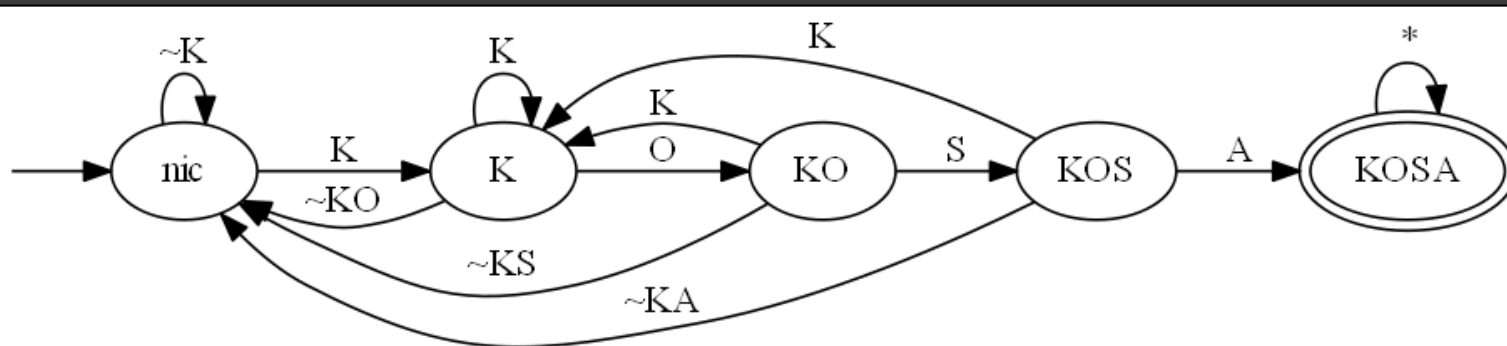
	K	O	S	A	Jiné
nic	K	nic	nic	nic	nic
K	nic	KO	nic	nic	nic
KO	nic	nic	KOS	nic	nic
KOS	nic	nic	nic	KOSA	nic
KOSA	KOSA	KOSA	KOSA	KOSA	KOSA

⇐



Pár příkladů

● KOSA správně



⇒

	K	O	S	A	Jiné
nic	K	nic	nic	nic	nic
K	K	KO	nic	nic	nic
KO	K	nic	KOS	nic	nic
KOS	K	nic	nic	KOSA	nic
KOSA	KOSA	KOSA	KOSA	KOSA	KOSA

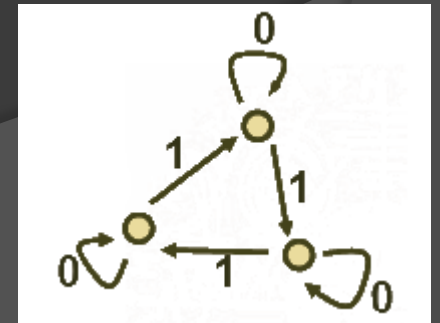
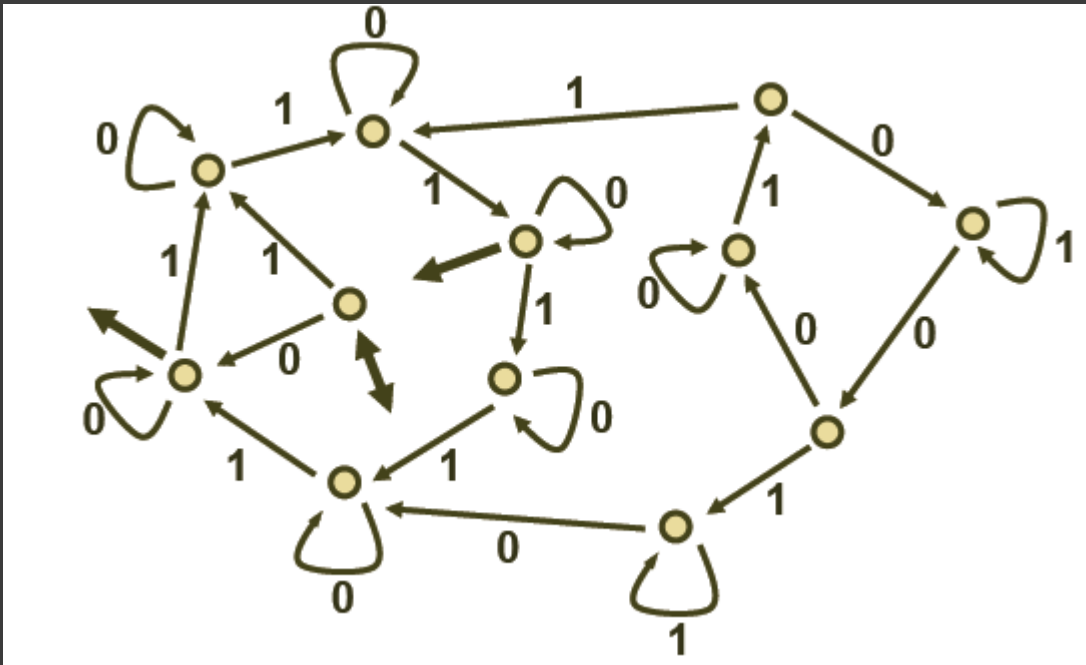
⇐

Pár příkladů k čemu KA *nejsou*

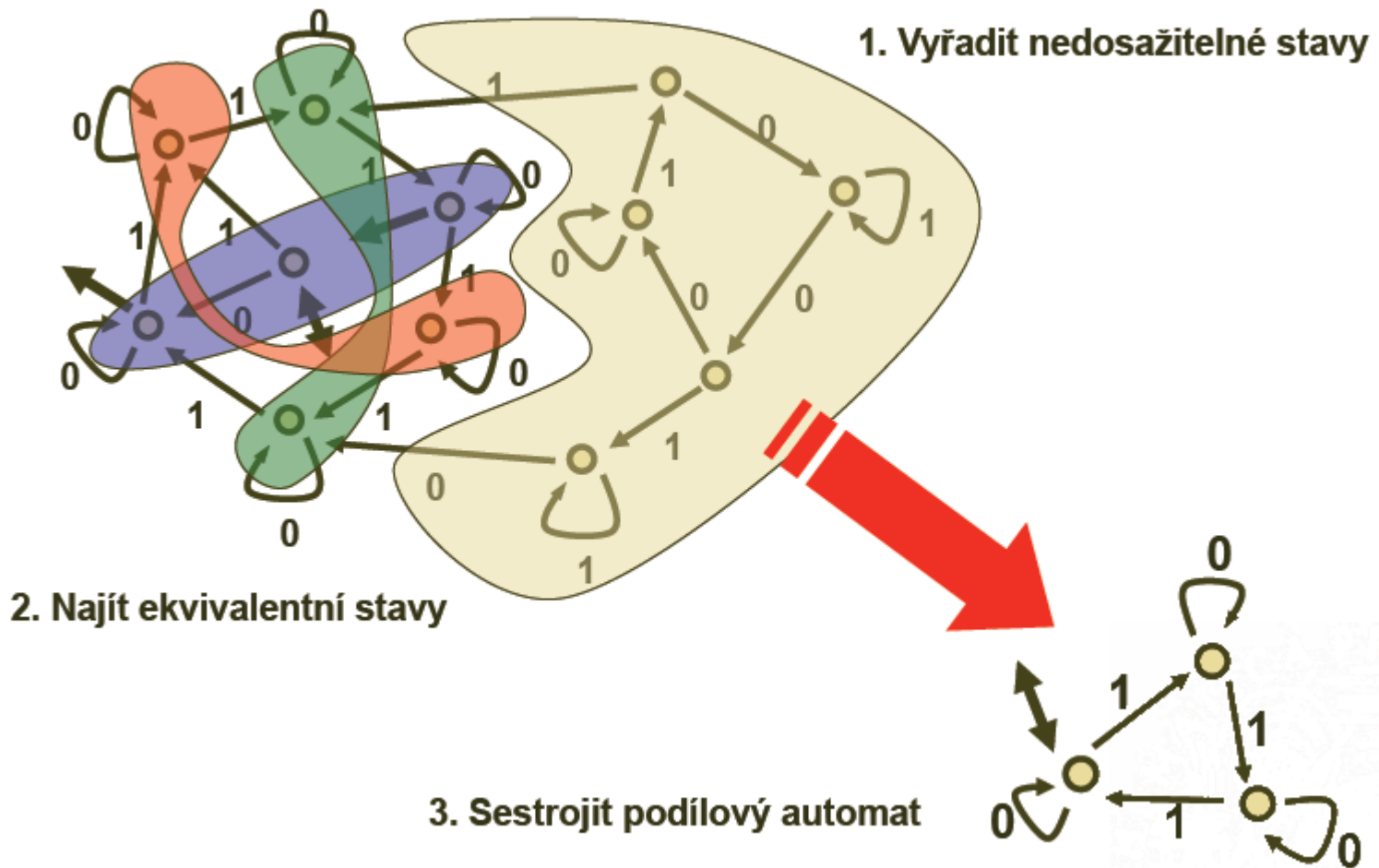
- ⊙ Kontrola obecného palidromu
- ⊙ $0^n 1^n$
- ⊙ ... a obecně cokoli co je výše, než regulární výrazy:
 - bezkontextové ($\Rightarrow$ zásobníkový automat)
 - kontextové ($\Rightarrow$ lineárně ohraničený Turingův stroj)
 - neomezené ($\Rightarrow$ Turingův stroj)(viz Chomského hierarchie)

Práce s automaty

- ## ● Co dělá tento automat?



Ekvivalence automatů



Další varianty KA

⊙ Nedeterministický KA

- přechodová funkce určuje množinu stavů
- $\delta: Q \times (\Sigma \cup \varepsilon) \rightarrow P(Q)$

⊙ Mealyho automat

- KA s výstupem
- $\mathcal{M} = (Q, \Sigma, \Lambda, \delta, \sigma, q_0)$
 - Λ ... výstupní abeceda
 - $\sigma: Q \times \Sigma \rightarrow \Lambda$... výstupní funkce

⊙ Dvousměrné automaty

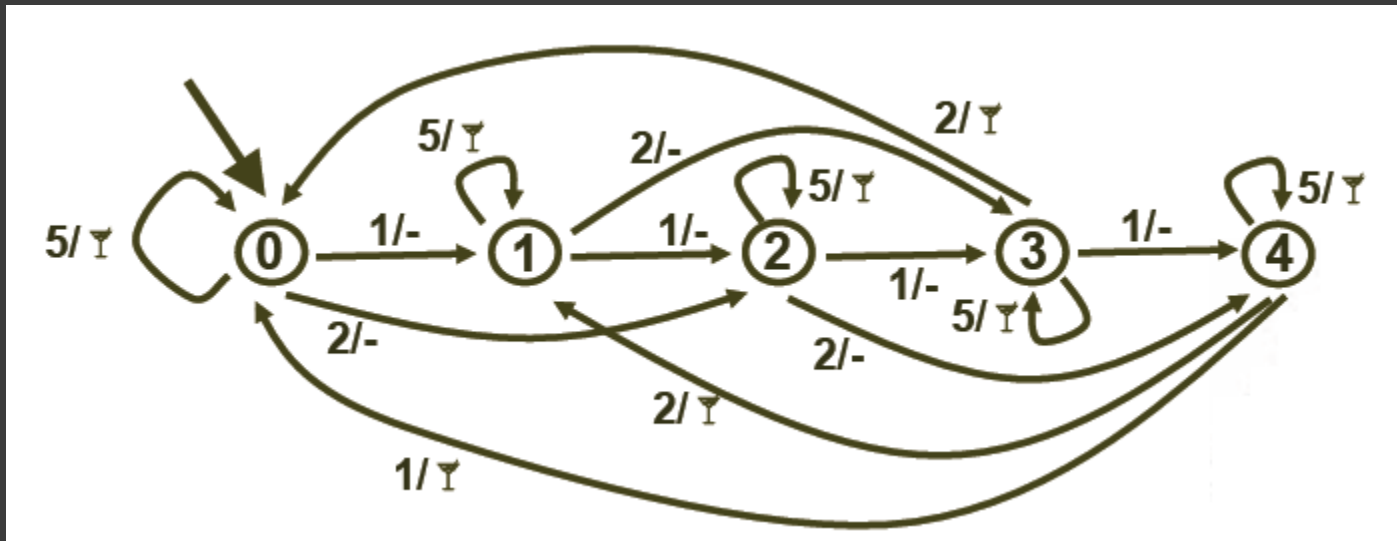
⊙ ...

Praktičtější příklad

Automat na kafe

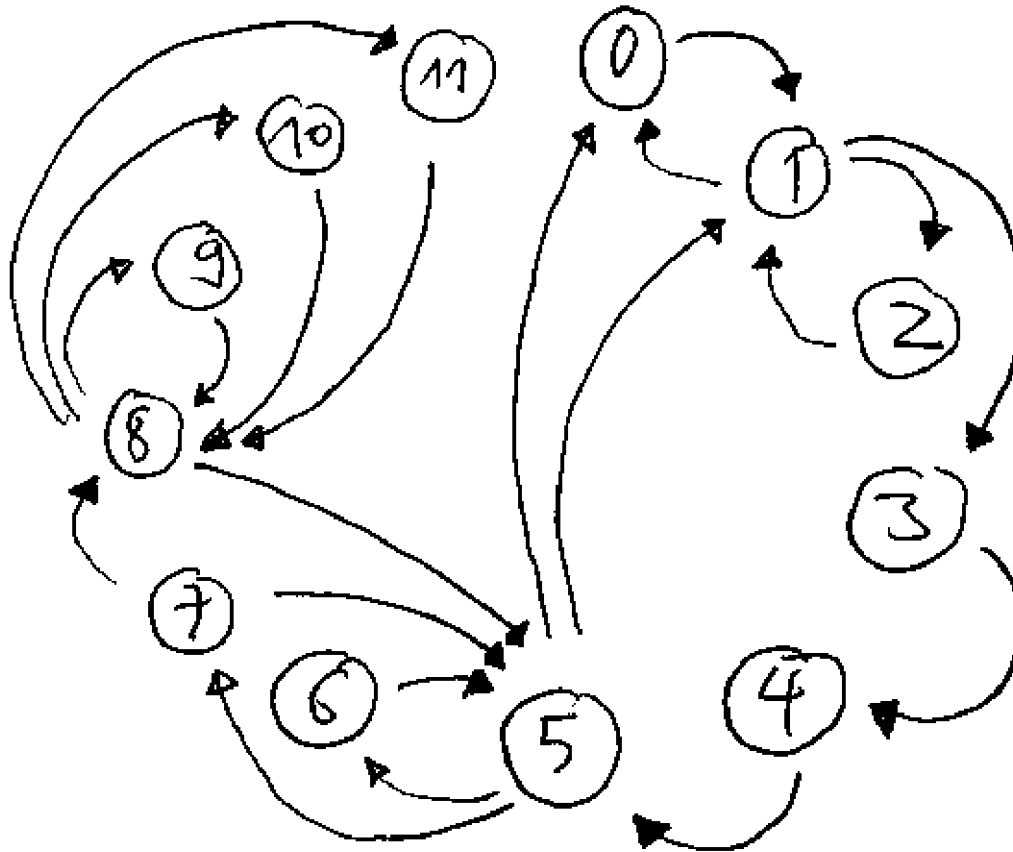
káva stojí 5 Kč(\$,€,£,Rs...)

přístroj akceptuje mince 1/2/5



Reálný příklad

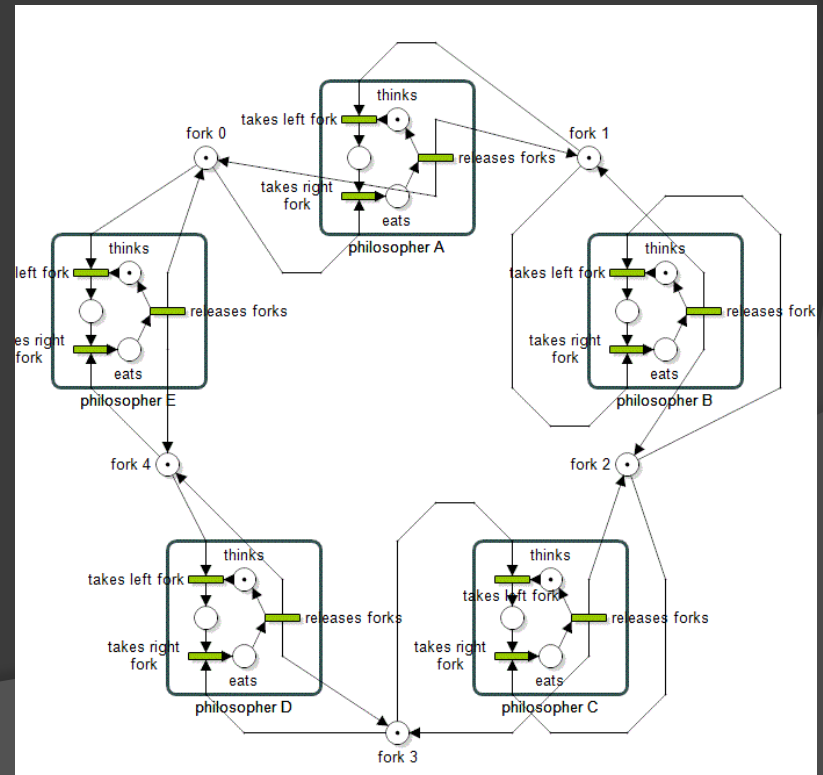
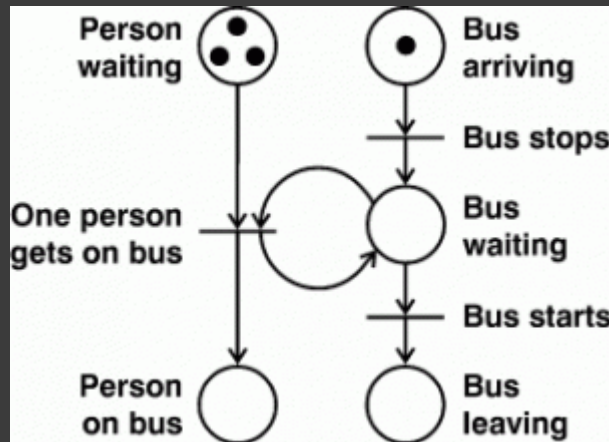
- Tchibo Robot Sweeper



Další možnosti

● Petriho síť

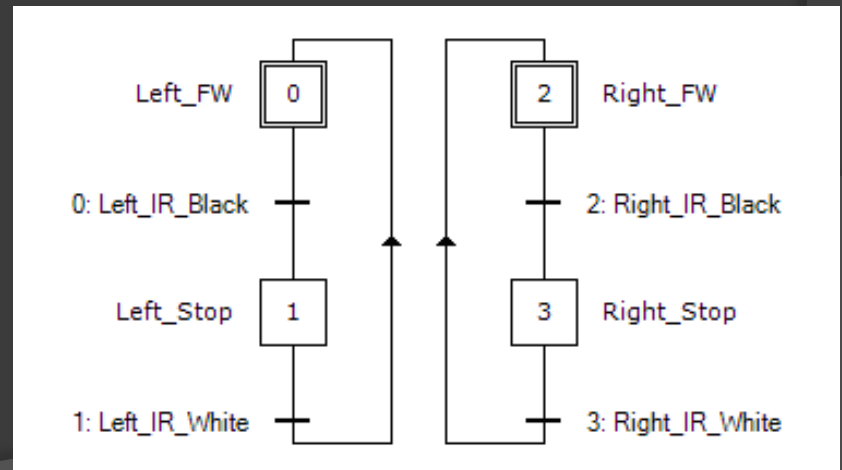
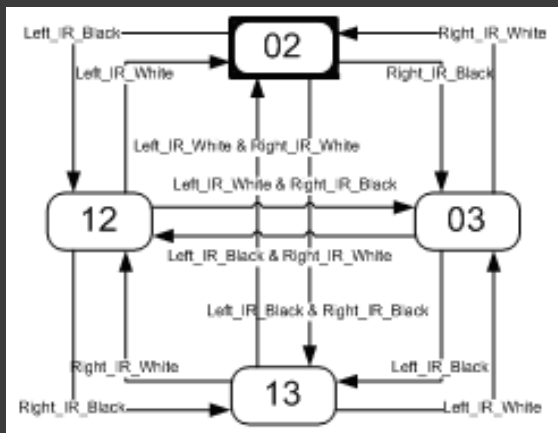
- orientovaný bipartitní graf s ohodnocením
- skvělé pro popis nezávislých dějů se synchronizacemi



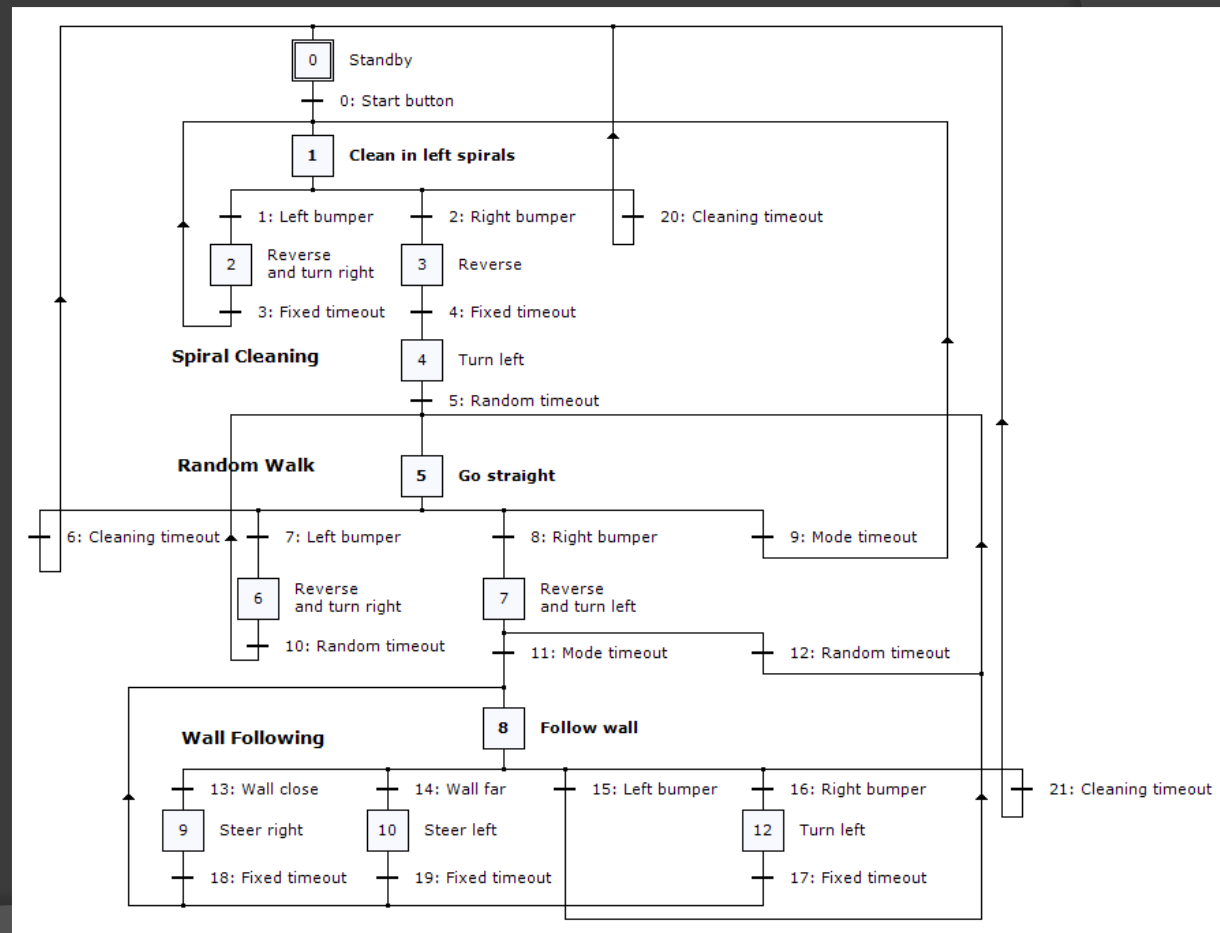
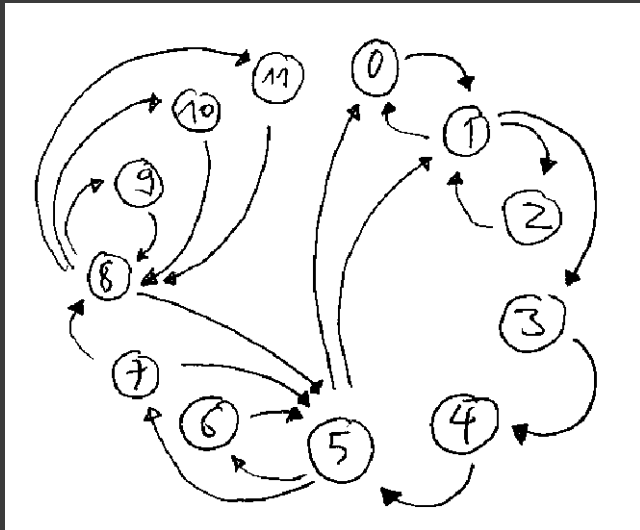
Další možnosti

● Grafcet

- vychází z binárních Petriho sítí
- vhodné pro asynchronní paralelní zpracování



Tchibo robot sweeper

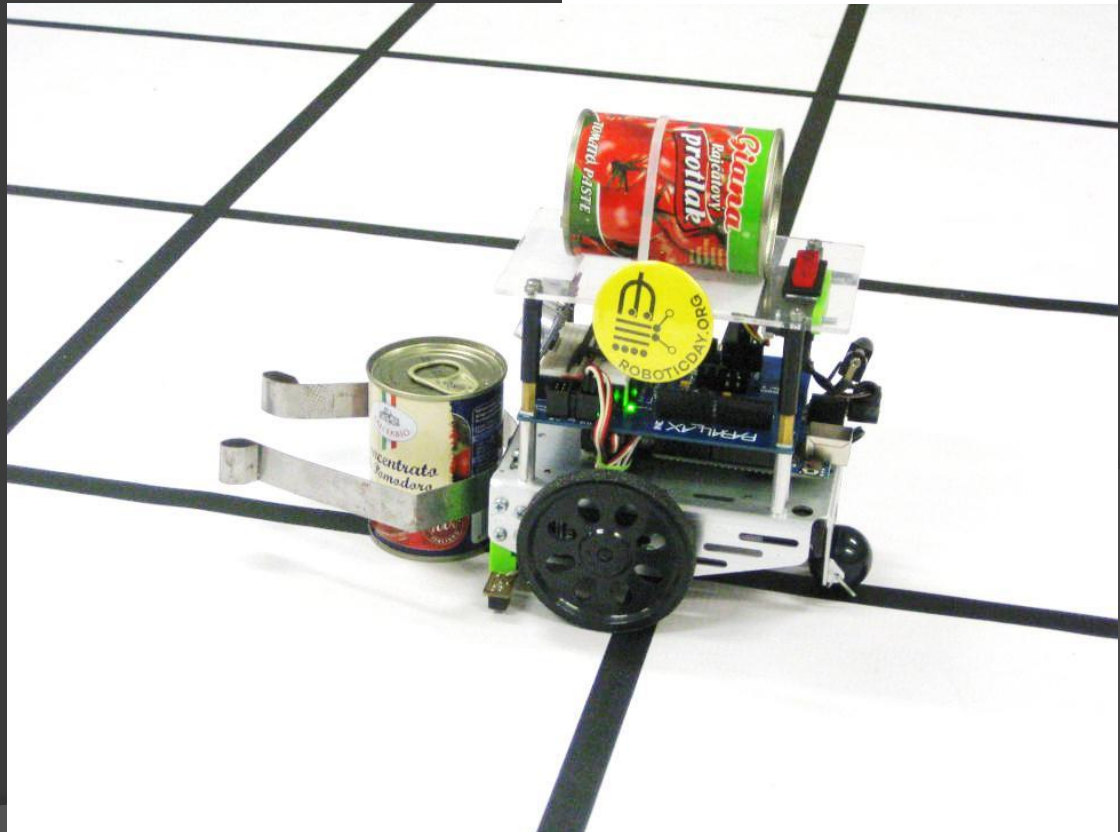
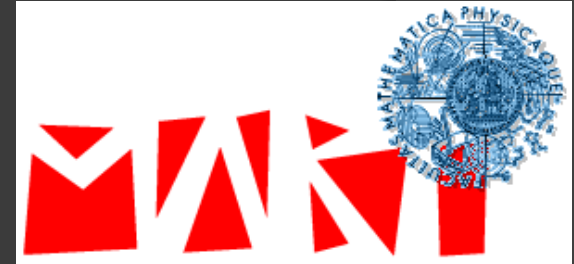


KA k implementaci řídicího systému

- ⊙ Deliberative control
 - nepotřebuje vstup $\Rightarrow$ sekvencér
- ⊙ Reactive control
 - KA s jediným stavem, vstupy reprezentují události
- ⊙ Obecný systém
 - Rozklad na postupné kroky
 - Přechodová funkce zahrnuje všechny typy vstupů i interní rozhodnutí
 - Lze doplnit o přerušení (přepsáním / zásobníkem)
- ⊙ Složený systém
 - KA na různých úrovních, vnoření dle potřeby

MART Friday Bot 2016 + 2017

- Boe-Bot (Arduino Uno)
- červený vypínač
- 5x CNY70
- radlice
- kód ze čtverylky
- žádná odometrie



Robotická čtverylka

◉ Motivace

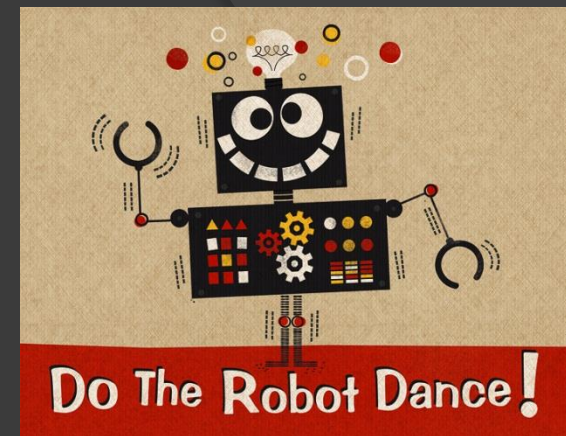
- Istrobot / V sklade kečupu
- <https://youtu.be/cF4X08cEaOU> <https://youtu.be/u25iBRtzEg4>

◉ Zadání

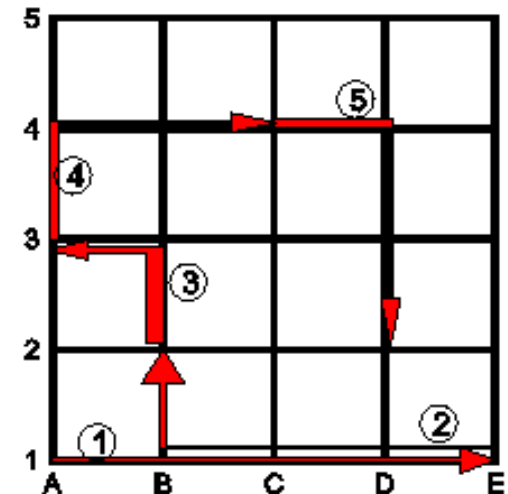
- Souřadnice
 - C4 vs 4C
- Časování
 - absolutní čas odjezdu z místa

◉ Výsledek

- <https://youtu.be/tg-d3ydBdoo>



A1N
E1 T150
B2 T350
3A T450
4C T567
D2 T700



MART Friday Bot – strategická rozhodnutí

a) Jak vyhledávat plechovky?

-- nehledám, jedu

b) Jak je vozit na správné místo?

-- občas se vrátím na svou domácí čáru

c) Jak je tam dobře odložit a umístit?

-- couvnout a jet jinam

d) Jak se vyhýbat soupeři?

```
#define infinity 28
```

```
if(distance > infinity) stop();
```

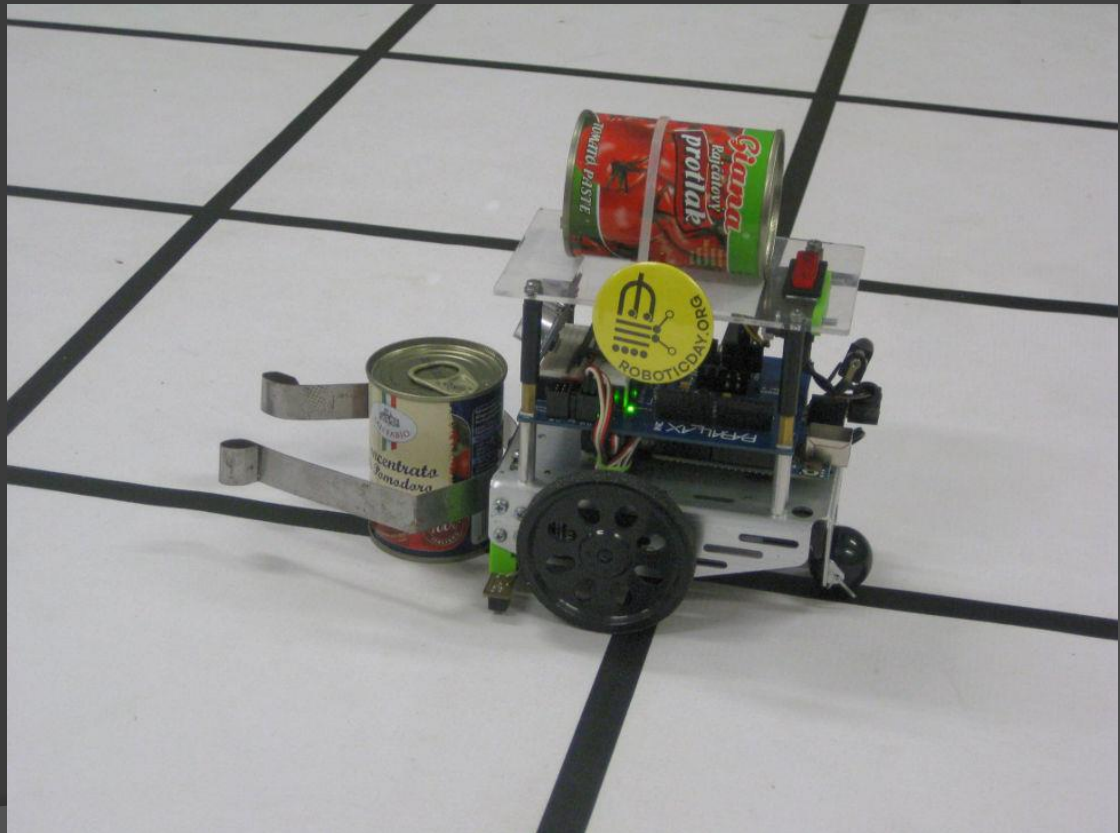
e) Jakou zvolit herní strategii?

-- pevná procházka

MART Friday Bot – potíže

- ⦿ prokluzující kola
- ⦿ moc objemná radlice
- ⦿ jiný dálkoměr
- ⦿ kolize

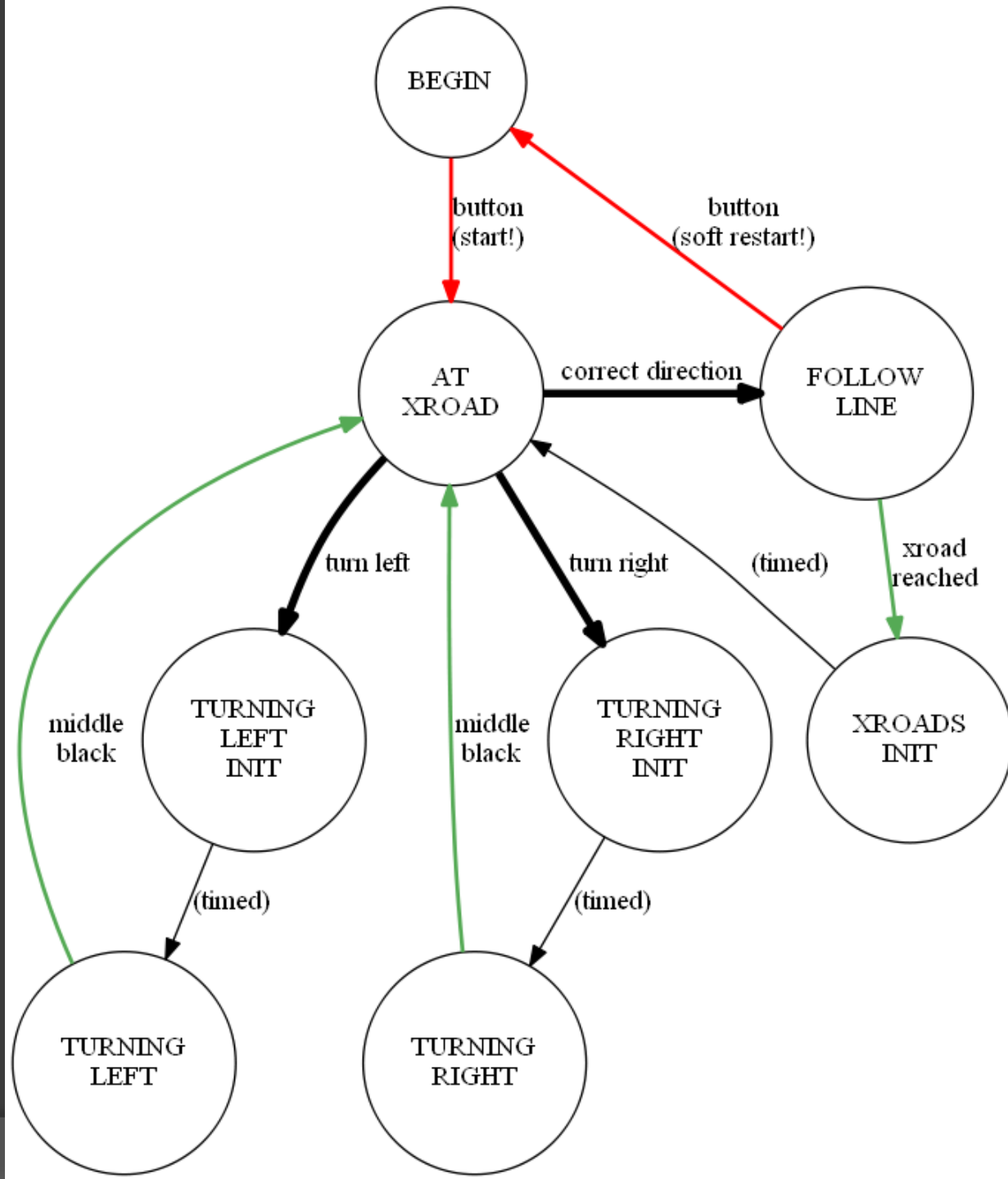
- ⦿ a detaily
 - šroubky
 - brnkání
 - debouncing
 - Lego



MART Friday Bot – řídící algoritmus

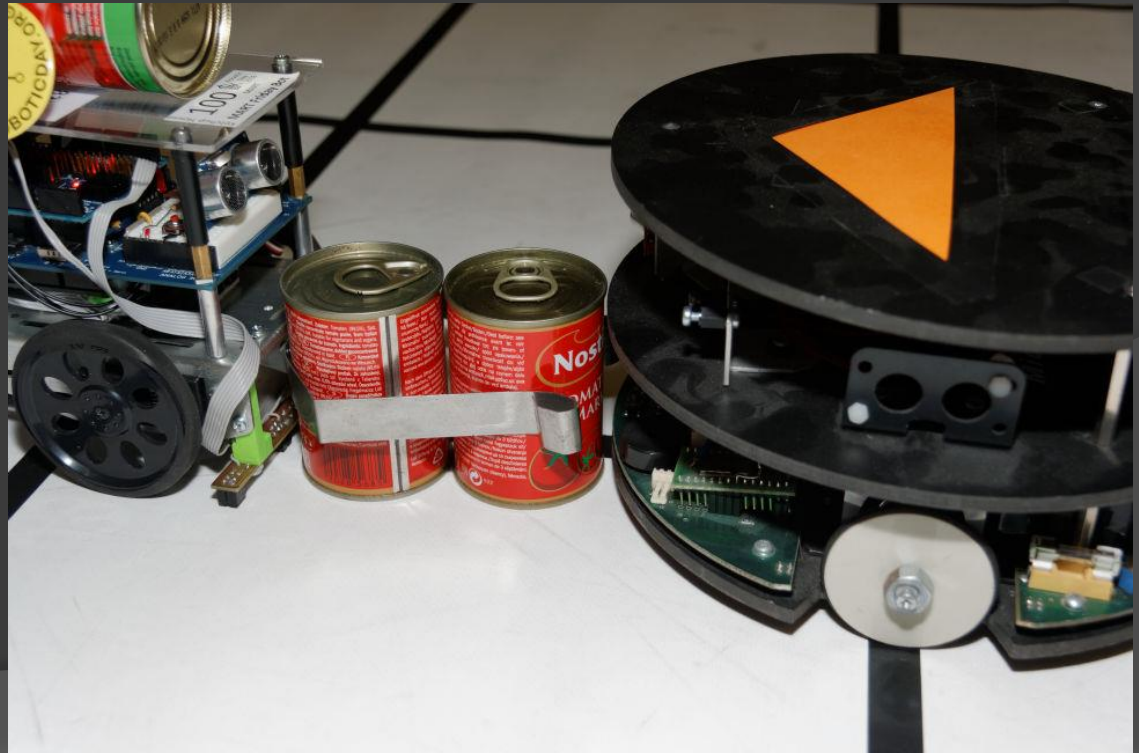
⦿ Hlavní fáze

- čeká na odstartování
 - přitom případně přijme nový dočasný plán
- jezdí
- konec
 - vypne motory, čeká na reset



MART Friday Bot 2017

- Detekce $\Rightarrow$ vyhýbání se soupeři
- IR dálkoměr a sonar, záměnné
- oprava „drobných“ chyb v kódu
- lepší obutí



MART Friday Bot 2016 +2017

- Články o robotovi zde:
- <http://robodoupe.cz/2016/istrobot-2016/>
- <http://robodoupe.cz/2017/istrobot-2017/>