

Milý řešiteli,

vítáme Tě u 3. série úloh 5. ročníku korespondenčního semináře MoRoUS. Jako v minulých letech i nyní Ti přinášíme úlohy ze světa profesora Morouse a jeho robotických společníků.

Řešení úloh Ti umožní nejen nahlédnout do zajímavých zákoutí umělé inteligence a robotiky, ale také zúčastnit se jarního soustředění s inspirativními lidmi, obzor rozšiřujícími přednáškami a nezapomenutelnými zážitky ;) A na nejlepší řešitele čekají na konci soutěže tematické ceny!

## 3. série 2018/2019

Termín odeslání 3. série: 4. 3. 2019

### Kam posílat řešení?

Až budeš mít řešení hotové, pošli nám je včetně všech nákresů, programků a prostě všeho co by nám usnadnilo opravování Tvé úlohy. Stačí, když pošleš řešení jen některých úloh nebo jejich částí, i k těm Ti pošleme komentáře a přičteme za ně body ;)

Řešení posílej nejlépe e-mailem na adresu `seminar@morous.fel.cvut.cz`, nebo poštou (řešení každé úlohy v tomto případě napiš na samostatný papír A4) na adresu

Korespondenční seminář Morous,  
Katedra kybernetiky FEL ČVUT,  
Karlovo náměstí 13,  
121 35 Praha

## Úloha č. 1: Kontrola oprávnění (20 bodů)

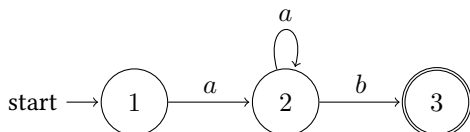
Populace robotů se rozrůstá a profesor Morous se rozhodl, že současná verze je neudržitelná. Roboti si jezdí/létají/chodí, kde se jim zachce, bez jakékoliv kontroly. Rozhodl se tedy prostory rozdělit do sektorů, aby robot do některého z nich mohl vstoupit, potřebuje patřičné oprávnění. Každému robotovi přidělil kód, na základě kterého je robot buď do sektoru vpuštěn, nebo je mu vstup zamítnut. Kontrolu se rozhodl provádět pomocí automatů, které vypadají následovně:

- Automat se skládá z konečného nenulového počtu stavů.
- Automat je schopný pracovat pouze s omezenou množinou symbolů zvaných abeceda. Konečná posloupnost symbolů tvoří slova, pro nás kód robotu. My se omezíme na symboly  $a$ ,  $b$  a  $c$ .
- Kromě množiny stavů obsahuje seznam přechodů mezi nimi. Přechod mezi stavy je identifikován počátečním stavem, konečným stavem a symbolem, který přechod umožňuje. Morous navíc bude pracovat pouze s takovými automaty, ve kterých lze z jednoho stavu za použití stejného symbolu dosáhnout pouze jednoho konečného stavu, tedy přechod mezi stavy je určen jednoznačně. Dojde-li při analýze slova k situaci, že pro aktuálně zpracovávaný symbol neexistuje potřebný přechod, automat slovo nepřijme.
- Jeden ze stavů je označen jako vstupní.
- Existuje množina takzvaných přijímacích stavů. Pokud analýza nějakého slova skončí v jednom z těchto stavů, automat slovo přijímá. V opačném případě nikoliv. V diagramech je budeme označovat dvojitou čarou.

Množině slov, která je takovým automatem přijímána, budeme říkat jazyk přijímaný daným automatem.

Ukázka automatu:

- Stavů: 1, 2, 3
- Abeceda:  $a$ ,  $b$
- Přechody:  $(1, a, 2)$ ,  $(2, a, 2)$ ,  $(2, b, 3)$
- Vstupní stav: 1
- Přijímací stavy: 3

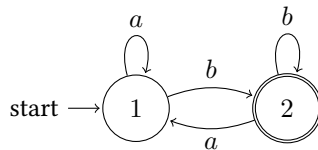


Jazyk přijímaný tímto automatem jsou taková slova, která obsahují libovolný konečný nenulový počet symbolů  $a$  a končí právě jedním symbolem  $b$ . Například slova  $ab$ ,  $aab$ ,  $aaaaaab$ .

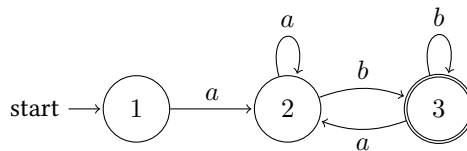
## Úkol 1.1

Jako první se Morous rozhodl, že do svého domu pustí pouze roboty, jejichž označení splňuje následující podmínky: Kód robota obsahuje symbol  $c$  právě jedenkrát. Počet symbolů v části kódu předcházející symbolu  $c$  modulo dvěma musí být rovný počtu výskytu symbolů  $b$  v části, která  $c$  následuje. Pomoz Morousovi s návrhem automatu, který dané podmínky bude splňovat. *Pozn.: Operace modulo dvěma je zbytek po celočíselném dělení dvěma.*

Vstup do sektoru  $\mathcal{A}$  je omezen na roboty s kódy přijímanými následujícím automatem:



A vstup do sektoru  $\mathcal{B}$  následujícím automatem:



## Úkol 1.2

Popiš, jak vypadají kódy robotů, kteří mohou vstoupit do sektoru  $\mathcal{A}$  a těch, kteří mohou vstoupit do sektoru  $\mathcal{B}$ .

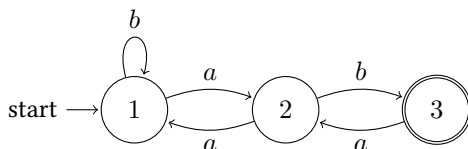
## Úkol 1.3

Do sektoru  $\mathcal{C}$  by chtěl Morous pustit jen ty roboty, kteří mohou buď do sektoru  $\mathcal{A}$ , nebo do sektoru  $\mathcal{B}$ . Nakresli automat pro sektor  $\mathcal{C}$  a popiš, jaký jazyk přijímá.

## Úkol 1.4

Do sektoru  $\mathcal{D}$ , Morousovy kanceláře, mohou zase jen roboti, kteří mohou jak do sektoru  $\mathcal{A}$ , tak do sektoru  $\mathcal{B}$ . Opět nakresli daný automat a popiš jazyk, který přijímá.

Automat pro vstup do sektoru  $\mathcal{E}$  je tento:



## Úkol 1.5

Popiš roboty, kteří mohou do sektoru  $\mathcal{B}$ , ale nemůžou do sektoru  $\mathcal{E}$ .

Pro sektor  $\mathcal{F}$  si Morous vymyslel následující podmínky: Kód robota bude posloupnost symbolů  $a$  následovaná posloupností symbolů  $b$  s tím, že symbolů  $a$  musí být stejný počet jako symbolů  $b$ . Mohou tam tedy například roboti  $aabb$  nebo  $aaaabbbb$ . Morous si ale opět vymyslel něco, na co mu nestačí síly, a potřebuje tvoji pomoc.

## Úkol 1.6

Dokážeš sestavit automat, který splňuje jeho požadavky?

## Úloha č. 2: Robot a pásy (20 bodů)

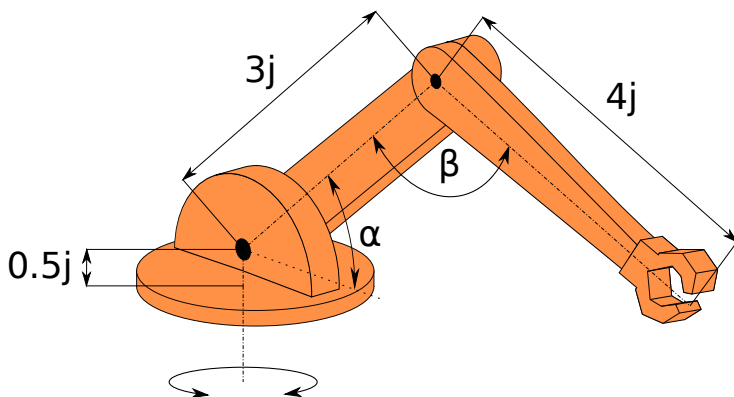
Postupem času profesor Morous obydlel pomocí robotů i další planety, na kterých se zpracovávají místní suroviny a z nich se produkují jednotlivé výrobky. Ty se poté zasílají červími dírami po speciálních páslech na sběrnou planetu. Samotné sběrné místo v současné chvíli obsluhuje pouze jeden sběrný robot, který výrobky odebírá a posílá je do skladu  $S$ , kde stojí speciální stroj, který výrobky zabalí do krabice a pošle na další planetu ke kompletaci.

	×				×							×
	×		×							×		
×			×		×	×						×
		×						×				
	×	$S$		$R$		×				×		
					×			×	×			
×		×	×					×				×
	×				×					×		
	×		×		×						×	
×				×								
									×			×
	×			×								
		×						×			×	

Obrázek 1

Na obrázku 1 je vidět robotické pracoviště. Je na něm umístěn robot  $R$  a sklad  $S$ . Křížky jsou vyznačeny výrobky. Každý čtvereček v mřížce má délku strany 1 jednotku. Úkolem robota je sesbírat co nejvíce z vyznačených výrobků a přemístit je do skladu  $S$ , kde je umístěn „stroj na balení“, který sám vezme díly, zabalí je do krabice a pošle na jinou planetu. Samotný robot sestává ze dvou ramen o délkách 3 a 4 jednotky a otočné základny o výšce 0,5 jednotky, na které je první rameno upevněno. Ramena mají 2 klouby, ve kterých se mohou otáčet. Úhel otočení prvního kloubu je  $\alpha$ , druhého  $\beta$ , což je vidět na obrázku 2. Robot sebere daný výrobek ležící

na daném čtverci mřížky, pokud dosáhne z hrany svého čtverečku alespoň na hranu čtverečku s výrobkem. Výrobky jsou umístěny ve výšce 0 jednotek (tudíž robot musí mít konec ramena ve výšce 0 jednotek, aby mohl výrobek odebrat).



Obrázek 2

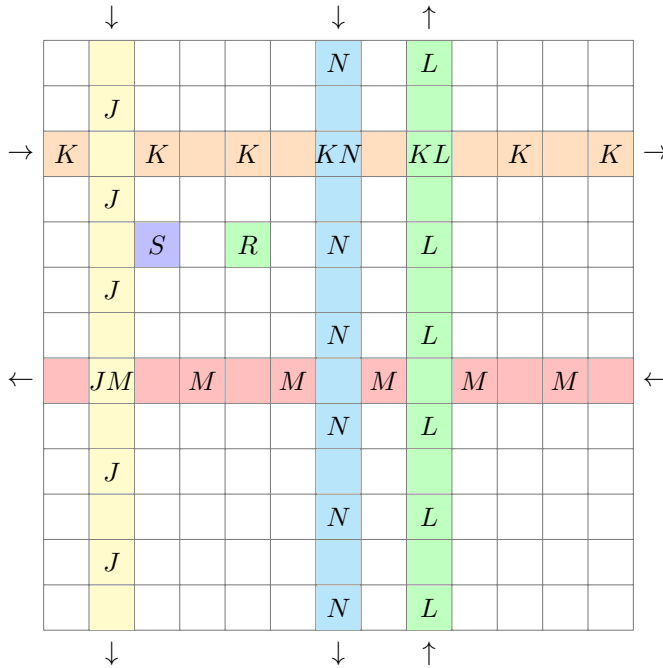
## Úkol 2.1

Uvažujte, že se robot v kloubech může otočit o libovolný úhel. Vyznačte, které z výrobků robot dokáže sebrat.

## Úkol 2.2

Co když máme na úhly  $\alpha$  a  $\beta$  omezení? Tedy je možné se v nich ohnout jen v určitém rozmezí? Uvažujte  $\alpha \in \langle 20^\circ, 150^\circ \rangle$  a  $\beta \in \langle 30^\circ, 180^\circ \rangle$ . Které výrobky je nyní schopen robot sebrat?

Nyní si představte, že výrobky nejsou statické, ale dopravují se po pásích. Výrobek se objeví na pásu vždy na začátku pásu a pokud není odebrán, tak zmizí v miniaturní černé díře na konci pásu; směr pásu je na obrázku označen šipkami. Každý z pásů má jinou rychlost ( $x$  jednotek/minutu). Zelený pás má rychlost 8 jednotek/min, tyrkysový 12 jednotek/min, žlutý 4 jednotek/min, oranžový 10 jednotek/min a červený 6 jednotek/min. Představte si, že výrobky přeskakují z jednoho čtverečku na další, tedy například pro žlutý pás výrobek přeskóčí na další čtvereček vždy po



Obrázek 3

15 sekundách. Pokud se ve stejném čtverečku objeví dva výrobky zároveň, nic se neděje, prostě jsou tam oba a v danou chvíli může robot odebrat oba výrobky zároveň.

Jak je vidět na obrázku 3, každý pás doručuje jiný typ výrobku. Na červeném pásu se posouvají výrobky *M*, na tyrkysovém výrobky *N*, na zeleném *L*, na oranžovém *K* a na žlutém *J*.

Mezi výrobky je vždy vzdálenost 2 jednotky. Uvažujte, že máme stejného robota jako v úkolu 1, jen omezení na klouby je nyní:  $\alpha \in \langle 10^\circ, 150^\circ \rangle$  a  $\beta \in \langle 30^\circ, 180^\circ \rangle$ .

### Úkol 2.3

Vyznačte čtverečky, ze kterých může robot odebírat výrobky (tedy kam dosáhne).

## Úkol 2.4

Kolik výrobků zvládne robot sebrat za 1 hodinu? Rychlost každého z pásu je označena na obrázku 3. Uvažujte, že robot se pohybuje nekonečně rychle a dokáže tedy nekonečně rychle odebírat výrobky a přemísťovat do skladu.

## Úkol 2.5

Po každém z pásů jezdí ale jiný typ výrobku. A aby byl robot užitečný, musí dodávat celé sady. Ty jsou následně odebrány „strojem na balení“, sady zabaleny a poslány ke kompletaci na jinou planetu. Tento stroj na balení má ale dost velký úložný prostor, takže nevádí, když bude mít na začátku spoustu stejných dílů a jiné mu budou chybět. Jakmile se objeví celá sada, robot ji odešle. Otázkou je, kolik takových celých sad výrobků ( $J + K + L + M + N$ ) robot dokáže za 1 hodinu sesbírat.

## Úkol 2.6

Co když robot již není dokonalý a potřebuje na sebrání každého výrobku 15 sekund? Kolik nejvíce výrobků může pak sesbírat za 1 hodinu (bez ohledu na typ)? A kolik by dokázal sesbírat celých sad?

## Úkol 2.7

Existuje nějaké lepší místo, kam robota umístit?



## Témátka

Témátka můžeš odesílat v průběhu celého roku. Je jen na Tobě, jestli k němu napíšeš program, nakreslíš obrázkové řešení, vyrobíš řešení v reálu, či jen popíšeš své myšlenky. Pokus se ale vždy přijít s nějakým svým nápadem a dobře ho zdůvodni.

### Témátka č. 1: Konec zdlouhavému psaní zpráv? (20 bodů)

Co kdyby počítače „uměly číst myšlenky“ a napsaly zprávu za Tebe? Zamysli se nad tím, jak co nejlépe vytvořit systém, který bude uživateli nabízet slova v průběhu psaní zprávy. Jaké informace a jakým způsobem využiješ? Jak se přizpůsobit konkrétnímu uživateli?