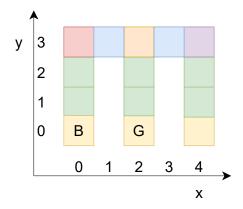
MBA 2021/2022 Projekt č. 3

1 Popis problému

Uvažujte robota, který se pohybuje bludištěm znázorněném na Obr. 1. Robot nikdy nezná svoji přesnou polohu v bludišti, nicméně spoléhá na své senzory, podle kterých umí rozlišit, zda je aktuálně schopen jet v jednom ze čtyř směrů: nahoru (up), doprava (right), dolu (down) nebo doleva (left). Z toho plyne, že v bludišti existují buňky se stejnou konfigurací stěn, které nejsou pro robota rozlišitelné, např. buňky (0,2) a (2,2) nebo buňky (1,3) a (3,3).



Obrázek 1: Bludiště. Barvy označují skupiny nerozlišitelných buněk. Symbol G značí cílovou buňku, symbol B značí špatnou buňku.

Pohyb robota probíhá ve dvou střídajících se fázích:

- 1. (clk = 1) kontrolér robota nastaví směr dir, kterým je nutno robota řídit
- 2. (clk=2) robot se pokusí o jízdu ve směru dir a s pravděpodobností 90% se mu to podaří; se zbývajícími 10% robot může uklouznout 'doprava' vůči směru jízdy:
 - byl-li zvolen směr up, robot může uklouznout ve směru right,
 - byl-li zvolen směr left, robot může uklouznout ve směru up, apod.

Pokud výsledný směr jízdy nelze uskutečnit (např. směr right v buňce (0,2)), robot narazí do stěny a zůstane v původní buňce. Na začátku (clk=0) robot je náhodně umístěn do bludiště vyjma buněk označených G (cílová buňka) nebo B (špatná buňka) . Vaším úkolem je navrhnout kontrolér, který pomůže robotovi co nejoptimálněji se dostat do cíle.

2 Kostra programu

Soubor maze.prism obsahuje připravenou kostru pro implementaci výše popsaného systému jako DTMC v nástroji PRISM. Kostra obsahuje:

- deklaraci konstant a formulí, pomocí kterých se kóduje stavový prostor bludiště; všimněte si zejména booleovských formulí u/r/d/l popisujících aktuální stav senzorů, tedy zda lze v dané buňce uskutečnit jízdu ve směru up/right/down/left
- definici modulu maze popisujícího náhodné umístění robota do bludiště a také pohyb robota tímto bludištěm včetně náhodného uklouznutí; k volbě směru jízdy se používá proměnná dir definovaná níže
- definici modulu controller obsahujícího definici proměnné dir
- definici modulu clk zajištujícího synchronizaci modulů maze a controller
- definici reward struktury "steps" pro počítaní kroků robota.

3 Zadání

(1)

Zformulujte v PCTL (použijte syntaxi PRISMu) následující vlastnosti (1 bod):

- 1. $\varphi_1(\alpha) \equiv$ pravděpodobnost, že se robot někdy dostane do cílové buňky G, je alespoň α
- 2. $\varphi_2(\beta) \equiv$ průměrný počet kroků potřebný k tomu, aby se robot dostal do cílové buňky G, je maximálně β
- 3. $\varphi_3(\gamma) \equiv \text{pravděpodobnost}$, že se robot někdy dostane do cílové buňky G a zároveň se vyhne špatné buňce B, je alespoň γ .

(2)

Do připravené kostry doplňte implementaci modulu controller pro nastavení proměnné dir používané ke řízení robota. Při implementaci kontroléru **nelze přistupovat k hodnotám proměnných** x a y – smíte použít pouze formule u/r/d/l, samostatně definované formule neobsahující proměnné x/y, případně hodnoty samostatně definovaných proměnných (včetně dir). Každý příkaz v modulu controller musí být synchronizován návěštím [steer]. Pro inspiraci je v kostře ukázka dvou jednoduchých kontrolérů. Bodování implementace bude odvozené z toho, jak dobře Vámi navržený kontrolér splňuje vlastnosti φ_1 až φ_3 :

1. práh α ve vlastnosti $\varphi_1(\alpha)$ by měl být co nejvyšší – kontrolér splňující $\varphi_1(1)$ bude ohodnocen 4 body

- 2. práh β ve vlastnosti $\varphi_2(\beta)$ by měl být co nejmenší kontrolér splňující $\varphi_2(10)$ bude ohodnocen 3 body
- 3. práh γ ve vlastnosti $\varphi_3(\gamma)$ by měl být co nejvyšší kontrolér splňující $\varphi_3(1)$ bude ohodnocen 2 body.

Nápověda: pro jednodušší ladění Vašeho kontroléru doporučujeme vyzkoušet deterministické umístění robota do bludiště před začátkem běhu (vizte příkaz na řádku 82).

(3)

Sepište krátkou (1-2 str.) zprávu obsahující popis Vámi navrženého kontroléru, postup při ověření vlastností φ_1 až φ_3 , výsledky jednotlivých analýz včetně Vaší interpretace a případně také grafy získané v rámci experimentů. Kvalita zprávy bude zohledněna ve výsledném hodnocení projektu.

4 Odevzdání

Součástí odevzdání je soubor maze.pdf se zprávou a soubor maze.prism obsahující doplněnou kostru. Soubory odevzdávejte prostřednictvím E-learning systému VUT.

Deadline na odevzdání: neděle 1. května 23:59.