

Milý řešiteli,

vítáme Tě u 4. 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!

4. série 2018/2019

Termín odeslání 4. série: **15. 4. 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: Profesorův synovec hledá práci (20 bodů)

Jednoho dne přijel k profesoru Morousovi na návštěvu jeho synovec na letní brigádu. Profesor morous mu řekl, že může pracovat v jakékoli jeho robotické továrně. Synovce ze všeho nejvíc zajímalo, kolik dostane za brigádu zapláceno. Profesor Morous mu odpověděl:

„Kolik dostaneš záleží jen na tobě.“

„Jak to?“ podivil se synovec.

„Tak já ti to tedy vysvětlím. Budeme hrát takovou hru. Budeš hádat vlastní plat. Já si myslím nějaké celé číslo od 1 do 36, které značí tvůj plat v tisících. Ty budeš hádat, jaký plat si myslím. Pokud řekneš číslo menší, než kolik bych ti byl ochotný zaplatit, dostaneš tento nižší plat, ale můžeš hádat dál. Pokud ale budeš hádat vyšší číslo než jaké si myslím, pak dostaneš černou kačenku. Jakkmile dostaneš druhou černou kačenku, máš již jen jeden poslední pokus si požádat o plat a ten, pokud bude nižší nebo stejný jaký si myslím, skutečně dostaneš.“

„Hmm, dobře, ale to je přece jednoduché, to stačí když budu hádat od nejmenšího platu po nejvyšší a až narazím na první číslo vyšší než si myslíš, tak řeknu, že chci to těsně pod ním.“

„To máš pravdu, tak víš co, pokud najdeš optimální strategii, jak vždycky zjistit svůj nejvyšší možný plat, dostaneš ode mě speciální prémiový bonus. Pokud ji nenajdeš, budeš u mě pracovat zadarmo. Domluveno?“

„Dobře, domluveno,“ souhlasil nejistě synovec. Najednou to až tak jednoduše nevypadalo...

Úkol 1.1

Pomůžeš synovci zjistit, jaká je optimální strategie, aby zjistil svůj nejvyšší možný plat na co nejméně pokusů pro každý případ? Počítej s tím, že po druhém překročení nabízeného platu (myšleného čísla) musí již synovec říct jen jedno číslo, toto číslo může zvolit libovolně.

Úkol 1.2

Představ si nyní, že by se mohl splést kolikrát by chtěl? Jaká bude nejlepší strategie v tomto případě a nejmenší nutný počet pokusů v nejméně přívětivém případě?

Úkol 1.3

Co kdyby měl sice 2 pokusy k tomu se splést, ale na druhou stranu by nevěděl, jaký je maximální možný plat (je to nějaké konečné číslo K). Dokázal by vymyslet optimální strategii pro obecný maximální možný plat K ? Jaká by byla strategie v tomto případě?

Úkol 1.4

Jaká by byla strategie v případě, že bychom měli neznámý konečný maximální plat K a nekonečně pokusů ke spletní se?

Úkol 1.5

Nyní si představ, že máš znovu jen 2 pokusy, maximální plat je 36 tisíc, ale navíc víš, že pravděpodobnost, že si profesor bude myslet plat mezi 19–36 tisíci je $2 \times$ větší než pravděpodobnost, že plat je mezi 1–18 tisíci. Změní se nějak Tvoje strategie?

Úloha č. 2: Útok na nepřátelskou planetu (20 bodů)

Profesor Morous a jeho roboti se museli vypořádat i s mnohými nepřátelskými útoky. Skoro od počátku, co se na planetu nastěhovali na ně útočila vesmírná loď mimozemšťanů s Rudou vlajkou. Nevěděli, kde se nachází jejich nepřátelská planeta, ale nebyli schopni ani sestřelit jejich vesmírnou loď, neboť se skrývala většinu času ve tmě. Jediné, co měli, byl signál, který z nepřátelské lodi občas zachytili, kdy loď posílala své planetě vlastní souřadnice (vzdálenost a úhel ve kterém se nachází). Robotům se během let podařilo sesbírat několik měření, kdy dokázali svým teleskopem naměřit také vzdálenost lodi a úhel od své planety, pod kterým se nepřátelská loď nachází. Pro tato měření tak měli údaje jak ze svého zaměřovacího zařízení, tak i ze zaměřovacího zařízení nepřátelské planety. Dokážete robotům pomoci určit, kde se nachází nepřátelská planeta a kam mají příště zaměřit své dělo?

Na obrázku 1 je ukázán ilustrativní příklad se 2 planetami (robotická R a nepřátelská N) a vesmírnou lodí jako červenou hvězdou. Šedě je zakreslené nulové natočení zaměřovací jednotky na obou planetách. Roboti by naměřili k vesmírné lodi vzdálenost 4 vesmírné jednotky a úhel 270° , naopak vesmírná loď by hlásila své domovské planetě vzdálenost od domovské planety $2\sqrt{2}$ vesmírných jednotek pod úhlem 135° . V globálním vesmírném souřadném systému (GVSS) s počátkem S by se nacházela robotická planeta na souřadnicích $[1, 2]$ a nepřátelská planeta na souřadnicích $[3, 4]$. V tomto případě by si roboti poznamenali dvojici měření následovně $R: (4, 270^\circ)$, $N: (2\sqrt{2}, 135^\circ)$.

Hledání nepřátelské planety

Úkol 2.1

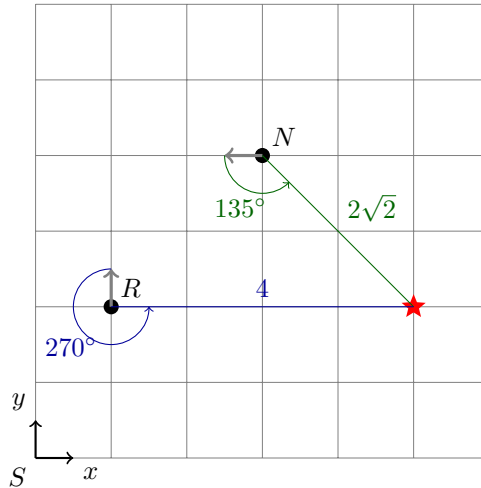
Představ si, že planety se mohou nacházet jen v uzlech 2D mřížky. Navíc víš, kde leží ve vesmírném souřadném systému Tvoje planeta – souřadnice $[1, 2]$ – a víš, kam je namířené zaměřovací zařízení vůči kterému se určují úhly – ve směru y – tedy stejně jako na obrázku 1.

Nepřátelská planeta je umístěna v jednom z koutů vesmíru $[0, 0]$, $[6, 6]$, $[0, 6]$, nebo $[6, 0]$ a její zaměřovací zařízení míří pouze rovnoběžně s jednou z os, tedy ve směru x , $-x$, y , či $-y$.

Robotům se podařilo odměřit včera a dnes polohu nepřátelské lodi v následujících pozicích (s jistou nepřesností, neboť přístroj umí měřit pouze na celé stupně):

- $R: (\sqrt{13}, 326^\circ)$, $N: (\sqrt{10}, 342^\circ)$;
- $R: (\sqrt{17}, 346^\circ)$, $N: (2, 0^\circ)$.

Dokážeš jim poradit kde leží nepřátelská planeta?



Obrázek 1: Ukázka zaměření lodě

Sestřelení nepřátelské vesmírné lodě

Úkol 2.2

Roboti zrovna dostali hlášení o poloze nepřátelské lodě $N: (2\sqrt{2}, 315^\circ)$, tedy vesmírná loď je ve vzdálenosti $2\sqrt{2}$ vesmírných jednotek od nepřátelské planety pod úhlem 315° . Pod jakým úhlem mají namířit své dělo aby mohli nepřátelskou loď zasáhnout? A do jaké vzdálenosti mají svůj střelu cílit?

Úkol 2.3

Mějme stále stejnou mřížku, jen v tomto případě může nepřátelská planeta ležet v libovolném uzlu mřížky. Roboti dokázali svým vylepšeným odposlouchávacím zařízením a speciálním dešifrovacím mechanismem získat následující dvojice měření:

- $R: (3\sqrt{2}, 315^\circ)$, $N: (2, 90^\circ)$;
- $R: (2, 270^\circ)$, $N: (\sqrt{2}, 225^\circ)$.

Nyní jim jejich odposlouchávací zařízení hlásí nové údaje z nepřátelské lodě $N: (2\sqrt{2}, 225^\circ)$.

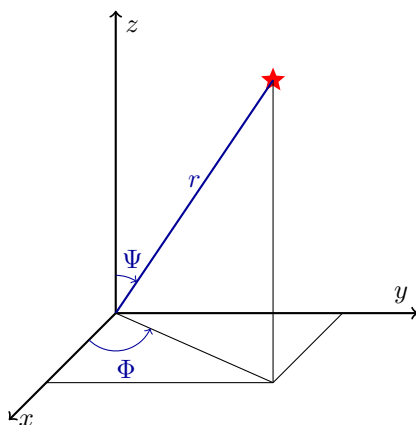
Kam mají namířit své dělo aby se jim podařilo loď sestřelit? Pokud bychom měli jen první dvojici měření, dokázali bychom polohu lodi určit? A pokud ne, jaké by byly možnosti, kde může loď ležet?

Úkol 2.4

Dokážeš říct, kolik dvojic měření bude potřeba v libovolném 2D prostoru, abychom mohli určit polohu nepřátelské lodi a planety? Musí pro tato měření něco platit? Jak budeš pro určení polohy nepřátelské lodi postupovat?

Hluboký vesmír

Jak všichni víme, vesmír není placatý, ale má 3 a více dimenzí. Zatím zůstaneme u těch našich 3. Nyní je ale potřeba určit natočení zaměřovacího zařízení dokonce ve dvou osách. Jedno natočení (Φ) určuje natočení ve 2D rovině a druhé (Ψ) natočení určuje vychýlení vůči této rovině (viz obrázek 2).



Obrázek 2: Zaměřování ve 3D prostoru.

Úkol 2.5

Představ si, že náš vesmír má rozměry $5 \times 5 \times 5$. Zvol si výchozí natočení domovského zaměřovacího zařízení libovolně a umísti domovskou planetu do počátku $[0, 0, 0]$. Pokud bys následně získal dvojici následujících měření

$$R: (\sqrt{2}, 225^\circ, 45^\circ), N: (\sqrt{2}, 270^\circ, 315^\circ),$$

kde všude by mohla vůči naší planetě ležet nepřátelská planeta?

Úkol 2.6

Dokážeš říct, kolik bodů budeš potřebovat v tomto případě, abys mohl určit polohu nepřátelské planety a natočení jejího zaměřovacího zařízení naprosto přesně? Co musí pro tyto body platit? Dokázal bys vymyslet nějaký obecný postup, který by robotům ulehčil práci při hledání nepřátelské lodi?

Témátko

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.

Témátko 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?