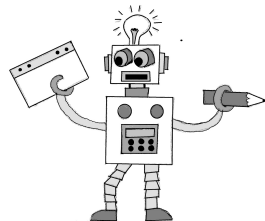


MoRoUS **Mozek, Robotika, Umělá inteligence** SŠ korespondenční seminář

MoRoUS je **korespondenční seminář** pro všechny středoškoláky, které zajímá **umělá inteligence, mozek** či **robotika**. Organizátoři semináře jsou převážně studenti FEL ČVUT.

- Máš rád logické úlohy, tvoříš rád něco nového?
- Zajímá Tě, jak se děti naučí mluvit a rozumět?
- A jak to naučit robota?
- Jak najít nejkratší cestu městem?
- Jak to, že se dokážeme pohybovat a jak je řízen pohyb u robota?
- Jak se rozhodujeme a jak plánujeme?
- Jak nacpat co nejvíc věcí do malého batohu?
- Jak se šíří davem panika či nadšení?



Přenes se s námi do roku 2129 na planetu Mu vzdálenou pouhých 12 světelných let od Země, která je obydlená pouze roboty, a spolu s námi a profesorem Morousem pojed' nalézt na tyto a mnohé další otázky odpověď.

Co Tě čeká?

- **3 série zadání během roku** (v září, v prosinci a v únoru), v každém z nich najdeš 4 úlohy a také témátka, která lze řešit během celého roku.
- **Týdenní soustředění** na konci roku, kde dostaneš možnost vyzkoušet si, jak Tvoje řešení fungují přímo v reálných robotech či datech z nemocnic, ale hlavně Tě čeká **týden plný zážitků, her, přednášek a zajímavých lidí**.
- **Ceny pro nejlepší řešitele** a nezapomenutelný pocit z vítězství :-D

Se spoustou úloh si nevím rady...

Nevěš hlavu, určitě v tom nebudeš sám. Stačí, když pošleš řešení jen některých úloh nebo jejich částí, i ty mohou rozhodnout.

Aktuální informace a zadání
najdeš na našich webových stránkách

<http://morous.felk.cvut.cz>



Sledovat nás můžeš také na Facebooku
Morous – korespondenční seminář
<https://www.facebook.com/seminarmorous>

Milý řešiteli,

vítáme Tě ve 2. ročníku korespondenčního semináře MoRoUS. V minulém roce jsme si vyzkoušeli s prof. Morousem vyřešit mnoho zajímavých úloh, se kterými se při vývoji umělé inteligence setkal. Vše završilo naše týdenní setkání v Zásce. Letos nás určitě čeká neméně zábavná cesta, na kterou se my - organizátoři - už moc těšíme. Společně se podíváme do dalších tajuplných zákoutí robotiky a strojového učení. Pro ty, kteří neví, v jakém světě se se nacházíme, připomínáme. . .

Píše se rok 2129 a na planetě Mu obíhající kolem hvězdy slunečního typu vzdálené pouhých 12 světelných let od Země, žije obyvatelstvo ne zcela nepodobné lidskému. Na první pohled byste jakékoli rozdíly hledali jen velmi těžko, neboť vypadají téměř stejně jako lidé a i jejich chování je velmi podobné. Jediný rozdíl je v tom, že namísto srdce mají pod svou kůží ukrytý samonabíjecí zdroj energie. Jedná se o společnost sestávající z robotů, která nejen, že spolu komunikuje a vypadá jako lidé, ale dokáže být i sama soběstačná ve vytváření nových „bytostí“.

Jediný člen společnosti, který vznikl přirozenou cestou a kterému v levé polovině těla bije skutečné srdce a v žilách protéká krev, je prof. Morous, který příští rok oslaví své 150. narozeniny. Věk se na starém pánovi projevuje stále výrazněji a asi i proto, že tuší, že mu času už příliš nezbyvá, tráví nyní mnohé hodiny nad papírem a sepisuje své paměti. Čím hlouběji se noří do minulosti, tím víc se rozpomíná na své útrapy a problémy, se kterými se musel během konstrukce a vývoje robotů potýkat. Mnohdy si ani nemůže přesně rozpomenout, jak který problém kdysi řešil. Pojďte s ním projít tuto strastiplnou cestu a pomoci mu vzpomenout si na řešení problémů, se kterými se musel vypořádat.

1. série 2015/2016

Termín odeslání 1. série: 1. 11. 2015

Prof. Morous stiskl tlačítko a přivolal si k sobě pomocnici.

„Dobrý den, pane, čím Vám mohu posloužit?“

„Potřeboval bych s něčím pomoci. Myslíte, že byste mi mohla přinést nějaké staré knihy z knihovny?“

„Ale jistě, to nebude problém, hned Vám je zanesu. Potřebuji jen vědět, jaké knihy by vás přesně zajímaly?“

„Historie zkoumání osvojování jazyka u dětí a robotů, děkuji.“

„Samozřejmě.“

Musel se usmát. Jeho pomocnice – samozřejmě robotka – mluvila dnes již k nerozeznání od člověka. Přitom jazyk byl jeden z nejtěžších oříšků v robotice. Když mu robotka knihu přinesla, začal pomalu otáčet její staré omšelé strany a vzpomínal na různé modely a přístupy k modelování jazyka, které postupně jeden za druhým zkoušeli . . .

1. úloha (20. bodů)

Již dříve se profesor zamýšlel nad tím, jak při rozhovoru poznat, zda hovoříte s robotem. Při masovějším rozšíření robotů nastala i otázka, jak má sám robot poznat, zda hovoří s robotem či člověkem. Jeden z testů na lidské uvažování byl velmi triviální. Poté, co byly generátory náhodných čísel vylepšeny natolik, aby odpovídaly přirozené distribuci, stačilo otestovat, jaká čísla bude generovat ten, s kým mluvíte.

V souboru čísel přirozeného původu (například velikosti ploch ostrovů v souostroví), se distribuce prvních číslic řídí Benfordovým zákonem. Ten říká, že v takovémto souboru dat začíná mnohem víc čísel na číslici 1 než na číslici 9. Tohoto rozložení se občas používá ke kontrole, zda dané výsledky jsou skutečné, neboť člověk při generování falešných výsledků má tendenci dodržovat rovnoměrné rozdělení prvních číslic.

1. Najděte ve svém okolí nějaký soubor přirozených dat a ověřte platnost Benfordova zákona.
2. Dodržují Benfordův zákon běžně dostupné generátory náhodných čísel, např. Excel?
3. Vymyslete způsob, jakým by se dal použít generátor náhodných čísel generující rovnoměrné rozložení k tomu, aby generoval náhodná čísla podle Benfordova rozdělení.

2. úloha (20. bodů)

Na komunikačním panelu se objevila nová zpráva ze Země. Profesor se usmál, když si ji přečetl a pak mu hlavou proběhla nová myšlenka. Zazvonil na zvonek a přivolal svou pomocnici - robotku - znovu do místnosti.

„Mohla byste, prosím, na slovíčko?“

„Zajisté.“

„Přečtěte si tento vzkaz a řekněte mi, koho byste tipla, že ho asi tak mohl napsat:

Miluju teplej dlabanec.“

„No to je přece jasně, to napsal ...“

Bylo to jasně i jemu, protože Petra i Tonda dobře znal, ale pro roboty to kdysi býval nelehký úkol.

Nad mnoha větami, které Petr a Tonda kdy napsali, byl pro roboty vytvořený model popisující jejich jazykové chování. V následujících tabulkách (Tabulka č.2 "Tondova tabulka" a Tabulka č.3 "Petrova tabulka") je uvedeno, jaká je pravděpodobnost že bude následovat daná dvojice slov za sebou. Tedy například hodnota v Tondově tabulce na 1.řádku a 1.sloupci (0.5) říká, že je pravděpodobnost 50%, že po začátku věty řekne Tonda „já“, tedy s 50% pravděpodobností budou jeho věty začínat slovem „Já“. Naopak Petr nejčastěji (40%) začíná větu slovem „Miluju“ (1.řádek 2.sloupec).

	Já	Miluju	Mám rád	Teplej	Teplý	Dlabanec	Oběd	Konec
Start	0.5	0.2	0.2	0	0	0.1	0	0
Já	0	0.2	0.4	0.3	0.1	0	0	0
Miluju	0	0	0	0.3	0.2	0.4	0.1	0
Mám rád	0.05	0	0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
Teplej	0	0	0	0	0	0.7	0.2	0.1
Teplý	0	0	0	0	0	0.1	0.6	0.3
Dlabanec	0.1	0	0	0	0	0	0	0.9
Oběd	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabulka 1: Tondova tabulka

	Já	Miluju	Mám rád	Teplej	Teplý	Dlabanec	Oběd	Konec
Start	0.1	0.4	0.3	0	0	0	0.2	0
Já	0	0.2	0.3	0.4	0.1	0	0	0
Miluju	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1
Mám rád	0.05	0	0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
Teplej	0	0	0	0	0	0.1	0.7	0.2
Teplý	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.5
Dlabanec	0.1	0	0	0	0	0	0	0.9
Oběd	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabulka 2: Petrova tabulka

1. Umíte také odpovědět na profesorovu otázku, kdo nejspíše větu "Miluju teplej dlabanec" napsal? A s jakou pravděpodobností?
2. Jaká je nejpravděpodobnější věta, kterou řekne Tonda a jaká je nejtypičtější Petrova věta?
3. Co kdybychom věděli, že Petr píše Profesorovi vzkazy 2x častěji než Tonda. Změnilo by to něco?

3. úloha (20. bodů)

Poté, co se již podařilo lidem zlepšit jazykové schopnosti robotů, našel Rover Opportunity při svém zkoumání Marsu zajímavou desku obsahující překlad z jednoho jazyka zapsaného Marťanem-A do jazyka zapsaného Marťanem-B. Lidé nebyli schopni tento jazyk rozluštit a tak se rozhodli, že vyzkouší umělou inteligenci robotů.

Jazyk Marťana-A

- 1a. ok'sifar zvau hu.
- 2a. ok'anko ok'sifar myi pell hu.
- 3a. oprashyo hu qebb yuzvo oxloyzo.
- 4a. ok'sifar myi rig bzayr zu.
- 5a. yux druh qebb stovokor.
- 6a. ked hu qebb zu stovokor.
- 7a. ked druh zvau ked hu qebb pnah.
- 8a. ked bzayr myi pell eqq.
- 9a. yux eqq qebb zada ok'nefos.
- 10a. ked amn eqq kin oxloyzo hom.
- 11a. ked eqq tazih yuzvo kin dabal'ok.
- 12a. ked mina eqq qebb yuzvo amn.

Jazyk Marťana-B

- 1b. at'sifar somuds geyu.
- 2b. at'anko at'sifar ashi erder geyu.
- 3b. diza geyu isvat iwla pown.
- 4b. at'sifar keerat ashi parq up.
- 5b. diza viodaws pai shun.
- 6b. dimbe geyu keerat pai shun.
- 7b. dimbe viodaws somuds dimbe geyu iwla woq.
- 8b. gakh up ashi erder kvig.
- 9b. diza kvig pai goli at'nefos.
- 10b. dimbe kvig baz iluh ejuo pown.
- 11b. dimbe kvig isvat iluh dabal'at.
- 12b. dimbe kvig zeg isvat iwla baz.

Tabulka 3: Tabulka z Marsu

1. Prvním úkolem je prozkoumat překlad uvedený v Tabulce č.1 ("Tabulka z Marsu") a vytvořit překladový slovník. Tedy pro každé slovo v jazyce Marťana-A nalézt ekvivalentní slovo v jazyce Marťana-B.
2. Pomocí vašeho překladového slovníku, najdete doslovný překlad vět Marťana-B, které byly při podrobnějším zkoumání nalezeny na další desce na Marsu, ale již bez překladu:

- 13b. gakh up ashi woq pown goli at'nefos .
- 14b. diza kvig zeg isvat iluh ejuo .
- 15b. dimbe geyu pai shun hunslob at'anko

Pozor, některá slova se mohou nacházet v jiném pořadí než na původně nalezené desce a některá slova mohou být nepřeložitelná.

3. Doslovný překlad lze vylepšit ještě další znalostí slovního pořádku používaného Marťanem. Naštěstí byla nalezena ještě třetí deska, která obsahovala nepřeložené věty Marťana-A. Použijte tyto věty, abyste zjistili nejpravděpodobnější pořádek slov ve větách překládaných v úkolu 2.

- ok'anko myi oxloyzo druh .
- yux mina eqq esky oxloyzo pnah .
- ok'anko yolk stovokor koos oprashyo pnah zada ok'nefos yun zu kin hom .

- ked hom qebb koos ok'anko .
- ok'sifar zvau hu .
- ok'anko ok'sifar myi pell hu .
- oprashyo hu qebb yuzvo oxloyzo .
- ok'sifar myi rig bzayr zu .
- yux druh qebb stovokor .
- ked hu qebb zu stovokor .
- ked bzayr myi pell eoq .
- ked druh zvau ked hu qebb pnah .
- yux eoq qebb zada ok'nefos .
- ked amn eoq kin oxloyzo hom .
- ked eoq tazih yuzvo kin dabal'ok .
- ked mina eoq qebb yuzvo amn .

Pomocí těchto doplňujících vět můžete také najít překlad pro slova, která vám původně chyběla v překladovém slovníku.

4. úloha (20. bodů)

Pro usnadnění komunikace mezi lidmi a roboty bylo potřeba přejít od psaného textu k mluvenému jazyku. Jak se může zdát porozumění řeči pro člověka samozřejmé, pokud se rozhodnete naučit jazyku robota, narazíte najednou na nespočet různě obtížných překážek. Jak zajistit, aby roboti dokázali rozpoznat v hluku jednotlivá slova a přiřadit jim správné významy? Co když každý člověk používá jinou intonaci či mluví jinou rychlostí? Co když slovo nedořekne? Prof. Morous vzpomínal a sepisoval různé úlohy, které museli vědci v jeho mládí vyřešit. . .

1. Na Obrázku č. 1 jsou zvukové vlny pro slova "lesopark" a "parkovat". Na Obrázku č. 2 jsou zvukové vlny pro různá slova. Které z nich je slovo "park"?



(a) lesopark



(b) parkovat

Obrázek 1: Zvukové vlny slov: parkovat, lesopark



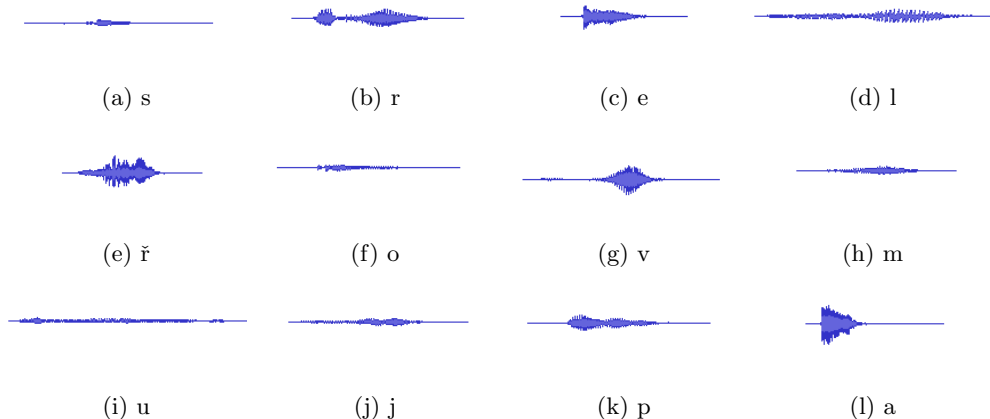
Obrázek 2: Zvukové vlny slov

2. Na obrázku č.3 jsou zvukové vlny slov "nos" "kos" "los" "bos" a "stůl". Které ze slov byste určili jako slovo "stůl"? A proč?



Obrázek 3: Zvukové vlny slov

3. Na Obrázku č. 4 jsou zvukové vlny pro některá písmena.



Obrázek 4: Zvukové vlny písmen

Dokážete rozpoznat, jaké hláskované slovo je zaznamenáno ve zvukové vlně na obr. 5?



Obrázek 5: Zvuková vlna hláskovaného slova

Abyste viděli jak nelehký úkol vás čeká, pokud budete chtít slova rozpoznávat automaticky, tak se pokuste rozpoznat normálně vyslovená slova na obrázku č. 6.



Obrázek 6: Zvuková vlna normálně vysloveného slova

4. Představte si, že jsme zvukovou vlnu pro jednotlivá slova zdigitalizovali a převedli na vektory nul a jedniček. Jedničky značí vyšší intenzitu, nuly nižší intenzitu hlasu. Navíc budeme uvažovat, že slova, která mají stejný počet hlásek, mají i stejně dlouhou zvukovou vlnu, takže po převodu do vektorové formy budou vektory stejně dlouhé (to sice není v realitě pravda, ale to nás zatím netrápí :).

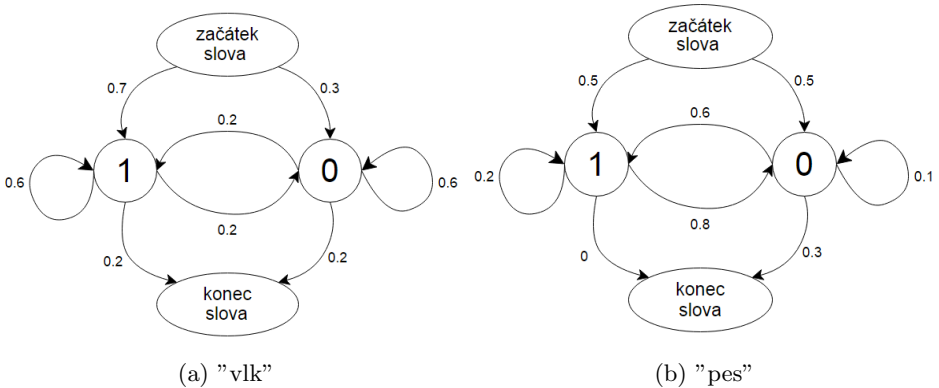
Při jednom experimentu zkoušeli robotovi neustále v různém pořadí opakovat 3 slova ("les" "řev" "sál"). To co ale registroval robot byly pouze následující vektory u kterých netušil, jakému ze slov je přiřadit: $[1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0]$, $[1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1]$, $[0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$, $[1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0]$, $[1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0]$, $[0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0]$, $[1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1]$, $[1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1]$, $[0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0]$, $[0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0]$

Dokážete rozdělit vektory do tří skupin? Vysvětlete, jak jste postupovali. Dokážete vymyslet nějaký obecný postup, který byste mohli použít pro libovolné vektory?

5. Bohužel každé slovo vyslovují různí mluvčí různě. To znamená, že zvuková vlna pro stejné slovo může mít u různých mluvčí nejen různou délku, ale také odlišný tvar. Z toho důvodu je potřeba vytvořit pokročilejší model, který zachytí i časovou následnost hodnot.

Představte si, že jsme získali model generující zvukovou vlnu slova "vlk" (obrázek č. 7a) a model generující zvukovou vlnu slova "pes" (obrázek č.7b). V modelech

je uvedena vždy pravděpodobnost přechodu mezi jednotlivými stavy (začátek věty, konec věty, 0, 1). Takže například model pro slovo "vlk" říká, že s pravděpodobností 70% bude po začátku slova následovat 1 a s 30% pravděpodobností 0 a dále, že poté co pozorujeme 1, bude s pravděpodobností 60% znovu následovat 1.



Obrázek 7: Modely pro generání slov "vlk" a "pes"

Robot zaregistroval následující sekvenci: [0 0 0 0 1 1 1 0 0 1]. S jakou pravděpodobností se jedná o nebezpečného *vlka* a s jakou pravděpodobností se jedná pouze o přátelského *psa*?

Témátko

Témátka můžete odesílat v průběhu celého roku. Je jen na vás, jestli k němu napíšete program, nakreslíte obrázkové řešení, vyrobíte řešení v reálu, či jen popíšete své myšlenky. Pokuste se vždy ale přijít s nějakým svým nápadem a dobře ho zdůvodněte.

Témátko č. 1: Pohybující se roboti (20 bodů)

Kdybyste navrhovali robota, jak byste ho vybavili pro pohyb v terénu? Dali byste mu kola, 2 nohy, 4 nohy, ... nebo byste vymysleli něco zcela jiného? Pokuste se porovnat všechny možné varianty z různých pohledů (energetická náročnost, schopnost pohybu v různých prostředích, odolnost, ...) a zdůvodněte proč si myslíte, že vaše varianta je nejvýhodnější.



Kam posílat řešení?

Až budeš mít řešení hotové, pošli nám prosím celá svá řešení, včetně všech nákresů, programků, prostě vše co by nám usnadnilo opravování Tvé úlohy. Stačí, když pošleš řešení jen některých úloh nebo jejich částí.

Řešení posílej nejlépe e-mailem na adresu seminar.morous@gmail.com, 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

Eda, Eva, Honza, Kája, Kuba, Mirek, Ondra, Petr, Radek a Terka