

# KYBERNETIKA A UMĚLÁ INTELIGENCE

J.Psutka – katedra kybernetiky, FAV

- **Motivace vzniku a využití metod umělé inteligence v kybernetice**

**Kybernetika** je věda, která zkoumá obecné vlastnosti a zákonitosti **řízení** v biologických, v technických a ve společenských **systemech**. Jejím **předmětem** jsou tedy **systemy**. Kybernetika však zkoumá pouze ty systemy, ve kterých se uplatňuje **řízení**.

- Kybernetické systemy definované jako řídicí mají **cílové chování**.
- Kybernetika vysvětluje cílové zaměření systemů existencí **zpětné vazby** (zpětná vazba má informační charakter).

**Řízení** je cílevědomé působení na libovolný objekt, jehož výsledkem musí být dosažení předem daného cíle. Uskutečňuje-li se takové řízení bez přímé účasti člověka, jde o **řízení automatické**.

Obvyklý postup při řešení základní úlohy automatického řízení:

- nejprve se hledá **model** řízeného systému, a to prostřednictvím **identifikace** reálného řízeného systému
- na základě identifikovaného reálného řízeného systému se hledá "**abstraktní**" řídicí systém
- na základě abstraktního řídicího systému navrhne **reálný řídicí systém**

**Definice základní úlohy automatického řízení** může být tedy formulována takto : Je dán reálný řízený systém – úkolem je nalézt reálný řídicí systém!

Co však dělat v případech, kdy úloha řízení je složitá a snaha využít pouze matematických modelů vede na její neřešitelnost?

Nelze využít toho, že lidský expert vybavený subjektivními znalostmi často i velmi složitou úlohu řešit umí ?

Odpověď na tyto otázky podává nová vědní disciplína – **umělá inteligence**.

## UMĚLÁ INTELIGENCE

Pojem "umělá inteligence" – zkr. UI (angl. Artificial Intelligence – zkr. AI, něm. Künstliche Intelligenz – zkr. KI) si vysvětlíme nejlépe tím, co rozumíme pojmem **inteligence**.

Definice pojmu inteligence vytvořené odborníky z různých oblastí :

- Intelligence je schopnost získávat a aplikovat vědomosti a tedy schopnost myslet a uvažovat.

*(American Heritage Dictionary)*

- Intelligence je rozumová, duševní schopnost a vyspělost.

*(Slovník cizích slov)*

- Intelligence je schopnost úspěšně reagovat na libovolnou především novou situaci pomocí odpovídajících korekcí chování.

*(Webster's Dictionary)*

- Intelligence je to, co se měří v inteligenčních testech.

*(Pragmatický přístup psychologů)*

Pro definování pojmu "**umělá inteligence**" musíme akceptovat nejen nejznámější projevy lidské inteligence, ale též přihlídnout k současnému stavu výzkumu v této oblasti, který již nabízí možnosti tyto vlastnosti realizovat.

### **Minského definice umělé inteligence**

Umělá inteligence (UI) je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který – kdyby ho dělal člověk – bychom považovali za projev jeho inteligence.

Pozn.: Podle této definice si UI neklade za cíl vysvětlit, jak člověk myslí, vnímá, rozumí atd., chce pouze tyto projevy přirozené inteligence funkčně napodobit.

Kotkova definice UI vychází z výčtu dílčích problémů, které je třeba řešit při návrhu inteligentních systémů :

### **Kotkova definice umělé inteligence**

Umělá inteligence je vlastnost člověkem uměle vytvořených systémů vyznačujících se schopností rozpoznávat předměty, jevy a situace, analyzovat vztahy mezi nimi a tak vytvářet vnitřní modely světa, dělat účelná rozhodnutí a předvídat jejich důsledky, řešit problémy včetně objevování nových zákonitostí a zdokonalování své činnosti.

## ● **Tématické oblasti umělé inteligence**

- automatické řešení úloh
- hraní her
- rozpoznávání předmětů a jevů
- neuronové sítě
- strojové vnímání prostředí (tj. počítačové vidění, počítačová syntéza a rozpoznávání mluvené řeči ap.)
- porozumění přirozenému jazyku
- strojové učení
- reprezentace znalostí
- expertní systémy
- programovací jazyky pro umělou inteligenci
- řízení inteligentních robotů, atd.

● Umělou inteligenci lze v současné době chápat jako soubor metod, teoretických přístupů a algoritmů, které sjednocuje úsilí u počítačové řešení velmi složitých úloh.

# AUTOMATICKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH

- Umělá inteligence chápe řešení úloh jako proces hledání řešení metodou zkoušek a omylů.

- Úloha je definována takto; je dán
  - **počáteční stav** prostředí a
  - požadovaný **koncový stav** prostředí.

Úkolem je nalézt posloupnost akcí (operátorů), jejichž aplikací lze přejít od počátečního stavu k cílovému stavu.

- Nalezenou posloupnost operací nazýváme plánem a metody vytváření plánů pak označujeme jako **metody řešení úloh**.

- Úloha přechází ze stavu do stavu aplikací vhodných **operátorů**.

- Řešení úlohy lze explicitně znázornit tzv. **prohledávacím stromem** (orientovaný graf)

- uzly grafu představují stavy úlohy
- orientované hrany představují přechody mezi stavy

- V počítačovém programu jsou prohledávací stromy vyjádřeny implicitně, tj. pravidlem pro generování stromu.



Skupina  $\lambda$  misionářů a  $\lambda$  lidožroutů dorazila na levý břeh řeky. Skupina má s sebou motorový člun a cílem je dostat se na pravý břeh řeky a pokračovat do lepších lovišť. Existují však dvě omezení :

- motor ve člunu je slabý (asi 0,2kW), a proto člun neuveze více než dvě osoby;
- bude-li na některém břehu v jakémkoliv okamžiku počet lidožroutů vyšší než počet misionářů hrozí, že stále hladoví lidožrouti misionáře snědí.

Určete způsob převozu skupiny misionářů a lidožroutů přes řeku tak, aby nedošlo ke ztrátám na lidských životech.

*Řešení na přednášce.*

Metody řešení úloh se využívají například při

- hledání výrobních plánů v počítačem řízené výrobě (CIM)
- řízení letového provozu
- plánování pohybu robotů
- počítačovém rozpoznávání mluvené řeči

- 
- 
- 

Problematika řešení úloh bude podrobněji rozpracována v předmětu **KKY/UI (Umělá inteligence)**.

# HRANÍ HER

- Hraní her je spojeno s prohledáváním stavového prostoru.
- Jednoduché hry lze řešit "hrubou silou", tj. prohledáváním celého stavového prostoru. Složitější hry, jako jsou například šachy, je možné řešit aplikací důmyslných heuristických strategií.

## *Procedura Minimax*

- Procedura Minimax může být aplikována na hry pro něž může být prohledán celý prostor stavů.
- Protihráči ve hře necht' jsou považováni za MIN a MAX :
  - MAX reprezentuje snahu hráče vyhrát nebo MAXimalizovat svoji výhodu
  - MIN je protihráč, který se snaží MINimalizovat MAXovo skóre (pozn.: předpokládá se, že MIN se vždy snaží táhnout do stavu, který je nejhorší pro MAX).
- Při implementaci Minimaxu označíme každou úroveň prohledávaného prostoru podle toho, který hráč je na tahu – MIN nebo MAX.
- Označíme každý listový uzel grafu hodnotou 1, resp. 0, v závislosti na tom, zda hra končí vítězstvím pro MAX, resp. MIN.



- Minimax šíří tyto hodnoty po grafu prostřednictvím rodičovských uzlů podle pravidla
  - jestliže rodičovský stav je MAXuzel, předej mu maximální hodnotu od jeho bezprostředních následníků;
  - jestliže rodičovský stav je MINuzel, předej mu minimální hodnotu od jeho bezprostředních následníků.



Uvažme hru pro dva hráče "nim". Na stole mezi dvěma protihráči je hromádka sirek. Při každém tahu musí hráč rozdělit hromádku sirek na dvě neprázdné hromádky s odlišným počtem sirek v každé hromádce. Tak například 6 sirek může být rozděleno na hromádky 5 a 1 nebo 4 a 2, ale nikoli 3 a 3. První hráč, který nemůže táhnout, prohrává.

*Příklad bude vyřešen na přednášce.*

Problematika teorie hraní her bude detailně vysvětlena v předmětu **KKY/UI (Umělá inteligence)**

# Reprezentace znalostí

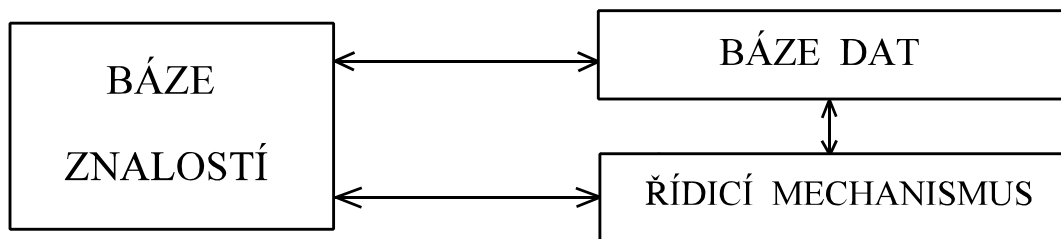
**Reprezentace znalostí** je vhodně zvolený formalismus, který umožňuje jak znalosti efektivně uchovávat, tak na základě stávajících znalostí odvozovat znalosti nové.

Z hlediska struktury jsou nejvíce využívány **logické** a **síťové** modely reprezentace znalostí.

V praxi nejvíce využívaným modelem reprezentace znalostí je model **produkčního systému**, na jehož základě se vyvinuly pravidlově orientované **expertní systémy**.

## PRODUKČNÍ SYSTÉM

Produkční systém sestává ze tří hlavních částí – **báze znalostí**, **báze dat** a **řídícího mechanismu**.



- **Báze znalostí** je v produkčním systému vyjádřena formou **produkčních pravidel**. Produkční pravidlo je logický formalismus tvaru

## JESTLIŽE podmínka PAK závěr

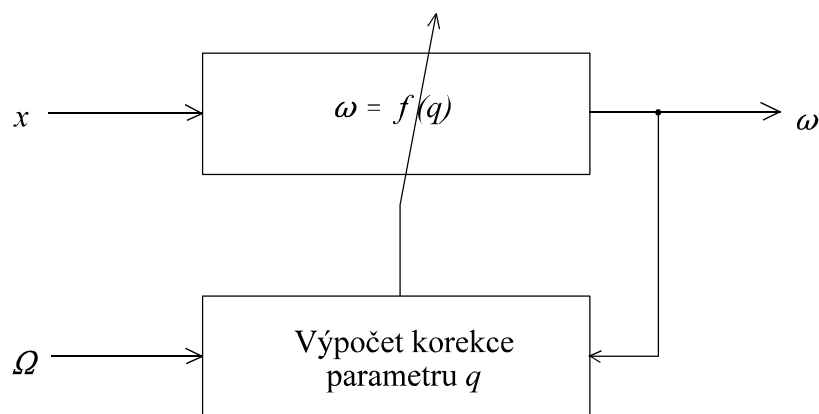
- **Báze dat** obsahuje fakta týkající se právě řešené úlohy. Tato fakta jsou užita k uspokojování podmínkových částí produkčních pravidel.
- **Řídicí mechanismus** řídí proces porovnávání podmínkových částí produkčních pravidel s obsahem báze dat a dále proces výběru produkčního pravidla, které bude aktivováno.

*Na přednášce bude vyřešen ukázkový příklad.*

## Rozpoznávání předmětů a jevů

- Rozpoznáváním předmětů a jevů se rozumí jejich třídění či klasifikace podle určitých společných vlastností do **tříd**.
- Pro klasifikaci musí být na předmětu vybrána jistá množina elementárních vlastností, jejichž způsob získávání (měření) je předem znám. Tyto elementární vlastnosti se nazývají **příznaky**.
- V reálných úlohách se měří na předmětu větší množství příznaků, takže získáme uspořádanou  $n$  – tici příznaků, která se nazývá **obraz** (předmětu, jevu).

- Místo termínu rozpoznávání předmětů a jevů se proto užívá termínu **rozpoznávání obrazů**.
- Klasifikátory lze nastavovat trénováním (učením), kdy jsou klasifikátoru předkládány obrazy předmětů  $x$  a **informace učitele  $\Omega$**  o jejich správné klasifikaci.
- Klasifikátor pro každý  $x$  porovná svůj výstup  $\omega$  s informací učitele  $\Omega$  o požadovaném chování a samočinně nastaví své parametry  $q$  tak, aby se jeho funkce stále zlepšovala.
- Aplikační oblastí této tématické části UI je zejména **technická a medicínská diagnostika**.



### **Příklad z lékařské diagnostiky :**

Anémie je chorobný stav, který se vyznačuje snížením počtu červených krvinek a krevního barviva. Z mnoha anémií jsou

nejtypičtější následující tři druhy :

- anémie z útlumu kostní dřeně
- anémie z nedostatku železa
- anémie z poruchy metabolismu nukleových kyselin.

Diagnóza se stanovuje na základě laboratorního vyšetření krve, při kterém se zjišťují tyto údaje :

- počet červených krvinek
- průměr červených krvinek
- koncentrace plazmatického železa
- koncentrace hemoglobinu
- počet nezralých krevních elementů
- počet trombocitů
- počet bílých krvinek.

Třídy v tomto případě odpovídají :

1. Třída ( $\omega_1$ ) – krev zdravých lidí,
2. Třída ( $\omega_2$ ) – krev nemocných lidí s anémií z útlumu kostní dřeně
3. Třída ( $\omega_3$ ) – krev nemocných lidí s anémií z nedostatku železa
4. Třída ( $\omega_4$ ) – krev nemocných lidí z poruchy metabolismu nukleových kyselin

*Další příklady na přednášce.*

## **Strojové vnímání prostředí (světa)**

Systemy strojového vnímání se snaží technickými prostředky alespoň částečně napodobit lidské smysly – nejčastěji zrak a sluch, tedy smysly, které přinášejí člověku nejvíce informací o okolním světě.

Aplikačními oblastmi jsou proto zde zejména :

- **počítačové vidění** (jde o komplex problémů od snímání a digitalizace obrazu, segmentace obrazu na objekty, popis objektů až ke klasifikaci objektů a porozumění snímku) a
- **počítačová syntéza a rozpoznávání mluvené řeči.**

*Těmto tématům budou věnovány samostatné přednášky.*

# Závěr

Pro umělou inteligenci jako vědní disciplínu je specifické to, že zatím nejde o disciplínu s pevně vymezeným předmětem zkoumání a s jednotícím teoretickým základem. Spíše se jedná o **soubor metod, teoretických přístupů a algoritmů**, které sjednocuje úsilí o počítačové řešení i velmi složitých úloh.

## Kontrolní otázky

1. Charakterizujte umělou inteligenci z pohledu Minského a Kotkovy definice.
2. Uveďte, na řešení jakých hlavních tématických oblastí se podílí umělá inteligence.
3. Co si představujete pod pojmem reprezentace znalostí?
4. Co si představujete pod pojmem rozpoznávání předmětů a jevů?
5. Uveďte, co se snaží nahradit systémy strojového vnímání prostředí.

## Literatura

- Mařík V. a kol.: Umělá inteligence I. Academia, Praha 1993.
- Mařík V. a kol.: Umělá inteligence II. Academia, Praha 1997.
- Hlaváč V., Šonka M.: Počítačové vidění. Grada, Praha 1992.
- Psutka J.: Komunikace s počítačem mluvenou řečí. Academia, Praha 1995.
- Kotek Z. a kol.: Metody rozpoznávání a jejich aplikace. Academia, Praha 1993.