

## Niektoré problémy vedy a techniky z pohľadu kybernetiky a informatiky

prof. Ing. Mikuláš Alexík, PhD., Slovenská spoločnosť aplikovanej kybernetiky a informatiky

Aký je rozdiel medzi ľudským myslením a tým, čo dnes robia počítače? Podľa mňa, najvypuklejší rozdiel spočíva v tom, že takmer každá chyba úplne paralyzuje typický počítačový program, zatiaľ čo človek, ktorého mozog pri niektorom pokuse zlyhal, nájde iný spôsob postupu. My len zriedkavo závisíme od jednej metódy. Marvin Minsky -Existuje Ja?

V skutočnosti je každý výtvor rozumu najprv "básnický" v pravom slova zmysle; a v ekvivalencii pocitových a duchovných podôb sa spočiatku pre vedca i pre básnika uskutočňuje to isté. Čo smeruje ďalej, čo prichádza viacej z ďaleka - polemická myšlienka alebo básnická elipsa? A v tejto prvotnej tme, kde okolo seba hmatkajú dve slepé novonarodeniatka, jedno vyzbrojené vedeckými pomôckami, druhé iba zábleskami intuície- koho prudšie osvetlí náhly záblesk? Na odpovedi nezáleží. Tajomstvo je spoločné. Saint -John Perse, francúzsky básnik pri preberaní Nobelovej ceny, 1960

Keď človek skúsený v rétorike nevie, čo je dobré a čo zlé, a nájde štát, ktorý to takisto nevie, usiluje sa ho chválorečou presvedčiť nie o tieni osla, ktorého zamieňa s koňom, ale o zle, ktoré zamieňa s dobrom, a keďže je vycvičený v poznávaní názorov ľudí, podarí sa mu presvedčiť ich, aby robili zlé veci namiesto dobrých, čo myslíš, aké ovocie zožne potom rétorika z toho čo zasiala?

Platón, Faidros

### 1. Úvod

V tomto príspevku sú zhruba opísané nasledovné problémy súvisiace s prenosom aj spracovaním informácií a tým aj s informačnými technológiami:

- a) Technický, sémantický a pragmatický problém prenosu a spracovania informácií.
- b) Informačné revolúcie a informačné bariéry a z toho plynúci vývoj v oblasti modelovania a simulácie systémov.
- c) Súvislosti medzi informáciou a energiou.

Spomenuté problémy boli už v odbornej literatúre komentované. Problematiku spomenutú pod a) zhruba charakterizujú citáty, ktoré sú uvedené na začiatku, a v príspevku bude bližšie vysvetlená. Rozbor doterajších informačných revolúcií (v ďalšom bode) by mal umožniť predpokladať kedy a aká nasledujúca informačná revolúcia príde. Vo verejnosti sa informačnými technológiami rozumie iba „technická“ časť problematiky súvisiacej s „informáciou“. Užitočné je pripomenúť aj iné „technológie“ a to ako a prečo v procese vývoja spoločnosti došlo k ich transformácii do techniky. V tomto bode považujem tiež za vhodné podrobnejšie informovať o stave (časopisy, konferencie, spolky, vyučovanie) v oblasti modelovania a simulácie systémov. Otázka súvislosti medzi informáciou a energiou (bod c) bola implicitne položená dávno predtým ako bol definovaný pojem informácie. Spomenutá súvislosť aj výkonové a rýchlostné obmedzenia spracovania informácií budú vysvetlené v poslednej časti príspevku.

### 2. Prenos a spracovanie informácií

Problematika prenosu informácie v informačnom kanále je dostatočne dobre spracovaná v „teórii informácií“. V podstate ide o riešenie tzv. „**technického problému**“ - odpovede na otázku:

**-Ako presne môžu byť informácie prenášané?**

Vzorkovanie signálu použil J.R. Carson v r. 1920, impulznú moduláciu (PCM) Alex Reeves v r. 1937, C.E. Shannon publikoval článok venovaný teórii informácii v r. 1948 a v r. 1963 začal vývoj samoopravných redundantných kódov pre rýchlu číslicovú komunikáciu. Šifrovacie a dešifrovacie postupy (D-H páry) v súčasnosti používané, publikovali Diffie a Hellman v r. 1976. . V súčasnosti sú samozrejmosťou komunikačné satelity a Internet. (V poslednej dobe Americký senát uvoľnil embargo na 60 bitové šifrovacie kódy). Takže možno uzavrieť, že technický problém presnosti prenosu informácií medzi dvoma technickými zariadeniami je algoritimizovateľný, vyriešený a ďalej sa vylepšuje.

Väčšie problémy sú však s prenosom informácií medzi ľuďmi. Predpokladajme, že dvaja jedinci hovoria tým istým jazykom a sú „rovnako inteligentní“, potom tzv. „**sémantický problém**“ je viesť:

**-Ako dokonale sprostredkujú prijaté informácie význam?**

Táto problematika nie je zatiaľ algoritimizovateľná a je oblasťou pre sémantiku, pedagogiku, psychológiu, poéziu, hudbu aj mystiku. Ide o problém vyjadriť myšlienku tak, aby ju počúvajúci prijal tak ako bola myslená. Sprostredkovanie mysleného významu je problematické, lebo závisí aj od predošlého a súčasného kultúrneho a intelektuálneho prostredia hovoriaceho a počúvajúceho. Zoberme do úvahy základné poznatky psychológie, niektoré bez vysvetľovania uvediem.

„Poznanie jednotlivca je výberovo organizované“

„Poznanie sa vyvíja do systémov podľa princípov učenia a organizácie podnetov“.

„Vlastnosti poznania ovplyvňuje systém, ktorého časťou poznanie je“.

„Zmena poznania navodzuje sa obyčajne zmenami v informácii a potrebách jednotlivca“.

Dve ďalšie ukážky veršov môžu byť vzhľadom na vyššie uvedené tvrdenia viac alebo menej pochopiteľné. Prvá je zo šlabikára, druhá z (Ján Buzassy, Škola kynická, SVKL, 1963).

E: Edo sedí vedľa Ľubky, na hrebeni láme zúbky.  
Láme zúbky na hrebeni, kým ho na E nepremení.

Aj reč vzniká štiepením jazyka,  
takže myšlienky sú len polovičaté a na rube poznania  
slovom spájajúce obe polovice lži.

....

Predstava plochou myslenia, merajúca bludný kruh slov,  
predstava zdržiavaná vedomím a presahujúca ho  
o suchú kôrku rozumu.

Jedným z problémov resp. úloh informačných technológií je aj snaha o formalizáciu a čiastočnú algoritmizáciu spomenutej časti „spracovania informácie“.

V spoločnosti, pri jej politickom vedení je potrebné evidovať aj tzv. „**pragmatický problém**“, odpoveď na otázku:

**-Ako efektívne ovplyvní prijatý význam konanie v žiadanom smere?**

Je to problematika, ktorá zaujíma nielen politikov ale aj dramatikov, režisérov, hercov a učiteľov ale aj mystagógov a manipulátorov a diktátorov. Zaiste bola aj je zaujímavá možnosť určitej formalizácie v tejto oblasti o čom svedčia určité experimenty.

### 3. Informačné revolúcie

Revolúcie prichádzali pre väčšinu spoločnosti vždy nečakane. Nasledujúcu informačnú revolúciu, súvisiacu s počítačmi však očakávame, podporujeme jej vznik a usilujeme sa jej dôsledky predvídať a zavčas sa na ne pripraviť.[1]. Pre pochopenie možného dopadu počítačovej revolúcie je dôležité nájsť odpoveď na nasledujúce otázky: Sú evolučné zmeny vo vývoji spoločnosti v dôsledku prevratných zmien v technológii spracovania informácie novým javom vo vývoji spoločnosti? Sú dôvody očakávať, že počítačová revolúcia sa môže kvalitatívne líšiť od predchádzajúcich informačných revolúcií?

Zo spomenutých hľadísk je výnimočnosť nadchádzajúcej počítačovej revolúcie v tom, že je vyvolaná prevratnými zmenami súčasne v oblasti uchovávaní, prenosu, spracovania aj využívania informácie a najmä jej vyššej formy - poznatkov. Len stručne prejdeme jednotlivé informačné revolúcie a informačné bariéry.

#### Vznik reči - prvá informačná revolúcia

Z hľadiska spracovania informácie je podstata revolučných zmien, ktoré vznik abstraktného myslenia a reči priniesol v tom, že vznikla nová forma informácie, tzv. symbolická informácia. Tá umožnila v abstraktnej forme uchovávať, prenášať a spracovávať veľa konkrétnej informácie a vytvárať poznatky. To umožnilo vznik informačného systému reprezentovaného mozgom ako médiom na uchovávanie a spracovávanie informácie a rečou ako prostriedkom na prenos informácie. Tak bola prekonaná informačná bariéra v prenose informácii medzi ľuďmi, čo v konečnom dôsledku viedlo k vzniku spoločnosti a civilizácie. Bola tu však nemožnosť konzervácie informácie, čo vytvorilo prekážky pri akumulácii poznatkov. Akonáhle množstvo informácie začalo prevyšovať schopnosti pamätania v hlavách jednotlivcov, a potrebovalo byť inak zapamätané, dochádzalo k stagnácii a úpadku spoločnosti (Afrika, Južná Amerika). Keďže zložitost' organizačných a riadiacich systémov spoločnosti veľmi narástla, bola potrebná nová technológia spracovania informácie:

#### Vznik číslíc a písma, ako formalizácie reči

a vynájdenie jednoduchých zapisovacích médií (kameň, hlina, papyrus). Tak vznikla historická doba ľudstva. Akumulácia poznatkov začala podstatne umocňovať výkonnosť ľudského mozgu. Tu by sa dalo sledovať množstvo bariér a následne kvantitatívnych zmien. Pri číslliciach od obrázkov cez rímske po pozičnú desiatkovú sústavu a potom dvojkovú pre počítače. Pri písmenách od obrázkov cez hieroglyfy po grécke a latinské hláskové systémy. Použitie papyrusu a papiera ako nových technológií na uchovávanie informácie priniesol exponenciálne zväčšenie množstva uchovávaných informácií. Nasledoval prudký rozvoj vzdelanosti, obchodu a výroby a prevratné zmeny v živote spoločnosti aj jednotlivca. Bol však potrebný pružnejší a lacnejší prostriedok na šírenie informácií a prišiel s rozvojom remesiel ako:

### **kníhtlač - začiatok priemyselnej revolúcie.**

Kniha sa postupne stala úžitkovým predmetom pre masové šírenie poznatkov. Znovu sa exponenciálne zväčšilo množstvo informácií, čo viedlo k tretej informačnej revolúcii, v ktorej sa zaviedla radikálne nová technológia na zvládnutie informačnej explózie:

### **povinné vyučovanie čítania a písania a povinná školská dochádzka.**

Tým sa do spracovania informácie, vytvárania a využívania poznatkov zapojila väčšina spoločnosti. Začala vznikať **moderná veda** - jej vznik sa datuje od Galilea Galileiho (r. 1606). Veda to je nová technológia na vytváranie poznatkov, **a moderná technika** (vznik sa datuje od vzniku Wattovho parného stroja v r. 1762), ako nová technológia na využívanie poznatkov. Ich rozvoj priniesol kvalitatívny skok v oblasti komunikácie a prenosu informácie. Vznikla pravidelná vlaková, automobilová a letecká doprava a nastal rozmach telegrafu a telefónu. Rozvoj kníhtlače ako technológie na záznam a šírenie informácie a dopravy i telekomunikácie ako médií na prenos informácie boli v pozadí prudkého rozvoja priemyslu a vzniku **prvej priemyselnej revolúcie**. Tá je vlastne exponenciálnym umocnením sily ľudských svalov a umožnil ju rozvoj vied, najmä matematiky, prírodných vied a techniky. Ale ten rozvoj bol umožnený až novou kvalitou v oblasti uchovávania a prenosu informácie.

V tej dobe začínajúca počítačová revolúcia je emancipáciou a exponenciálnym umocnením sily ľudského mozgu a umožnil ju rozvoj informatiky a spoločenských vied aj informačnej techniky, ktoré boli podnietené novou kvalitou v oblasti uchovávania a spracovávaní informácie a jej vyššej formy - poznatkov. Videli sme, že v druhej informačnej revolúcii sa prestal byť iba mozog nástrojom na uchovávanie informácie, a v teraz rozoberanej tretej iný. revolúcii prestáva byť iba ľudský mozog nástrojom na spracovávanie informácie. Za veľmi dôležitý **krok v oblasti spracovania informácie a údajov** pre potreby riadenia (priemyslu) možno považovať **vznik administratívy**. Tá sa rozvinula pravé v súvislosti s priemyselnou revolúciou. Ďalší dôležitý krok ktorý nás mimoriadne zaujíma sú **pokusy o zavedenie techniky do spracovania údajov**. Začalo to konštrukciami kalkulačiek začiatkom 17. storočia (W. Schickard-1630, B. Pascal-1623, G. Leibnitz- 1646) a pokračuje dodnes. Prvé pokusy (rovnako ako pokus Babbagea v r.1840) neboli úspešné, ale ich najvýznamnejší poznatok bol, že na spracovanie informácií strojmi stačí binárna informácia. Neúspešnosť bola spôsobená tým, že ešte technika nebola na dostatočnej úrovni, ale hlavne ešte neexistovala dostatočná „informačná bariéra“ resp. spoločenská objednávka. Tieto informačné bariéry tu nebudem popisovať (obmedzený priestor) a zmienim sa o nich v prednáške. Prvá skutočná informačná bariéra v modernej dobe bolo sčítanie ľudu v r. 1880 v USA. Výsledkom bol diernoštitkový stroj (H. Hollerith - 1888). Druhou informačnou bariérou v spracovaní informácií boli situácie pri dekódovaní správ nepriateľa v 2. svetovej vojne. (na kódovanie používali Nemci stroj ENIGMA, na dekódovanie zostrojili Angličania - C. Turing- počítač COLOSSUS). Ale podobné to bolo s analógovým počítačom na riadenie palby protiletadlových diel (N. Wiener - kybernetika) a zostrojenie ENIACu pre výpočty potrebné v súvislosti s rýchlym konštruovaním atómovej bomby v USA. (ENIAC mal 18 000 elektróniek, hmotnosť 30ton, dlhý bol 30m, príkon 140kW a dokázal vykonať 5000 sčítaní za sekundu). Ďalšie pokroky nastali v súvislosti s balistickými strelami, kozmickými letmi a riadením protiraketových systémov (počítačové siete a Internet).

Ale základná informačná bariéra bola a je inde. Začala sa prejavovať v administratíve ako hlavnej forme riadenia spoločnosti a vo vede ako vznikajúcej výrobnéj sile. Klasická administratíva (bez nasadenia počítačov a počítačových sietí) hoci aj vybavená telekomunikačnými prostriedkami už nebola dosť efektívna, pretože na spracovanie poznatkov v nej sa stále používa ľudský mozog. Aj na spracovanie poznatkov vo vede sa naďalej používa iba mozog. Počítače a počítačové siete sa používajú v prevažnej miere iba na získavanie, spracovávanie a vyhľadávanie údajov a poznatkov.

Táto **nedostatočná technológia spracovávaní poznatkov a nijaká technológia pre generovanie poznatkov umožňuje predpokladať príchod novej informačnej revolúcie.**

Už z toho, že predpokladáme začiatok riešenia posledného problému v reťazci „prenos, uchovávanie, spracovanie a generovanie“ informácie, možno usúdiť že pôjde o problematiku, ktorá súvisí s ľudským intelektom. Nasledujúca informačná revolúcia by teda mala obsahovať:

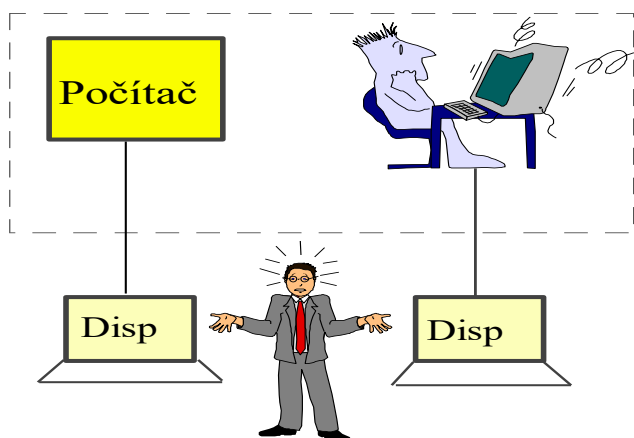
**používanie systémov umelej inteligencie** v širokom spektre ľudskej činnosti. Od generovania a testovania nových poznatkov až po inteligentné vyučovacie systémy a inteligentné robotické systémy. Súčasná situácia je jedinečná v tom, že s veľkou pravdepodobnosťou možno predpokladať, že už začala nová informačná revolúcia. Je to príležitosť nenechať ju prebiehať živelne ako priemyselnú revolúciu, ale sústavne ju usmerňovať.

Bolo by zaujímavé sledovať súčasný stav poznatkov v oblasti **adaptívnych a učiacich sa systémov**, ktoré sú zrejme predchodcami systémov inteligentných, ale nie je na to dostatočný priestor. Rovnako je zrejme prečo takéto počítačové systémy musia obsahovať paralelné spracovávanie informácií a nové typy algoritmov. Radšej krátky prehľad umelej inteligencie.

#### 4. Systémy s umelou inteligenciou

Len niekoľko poznámok k umelej inteligencii (bude prednáška Akademia Plandera). **Adaptívne** systémy menia svoje chovanie tak, aby sa prispôbili zmenám vonkajšieho prostredia. Pri novej zmene, na ktorú sa už v minulosti adaptovali, bude adaptačný proces prebiehať znovu. **Systémy učiace sa** majú už aj pamäť, preto si pamätajú minulé zmeny prostredia aj úspešnú stratégiu, ktorou sa tejto zmene prispôbili. Pri rovnakých zmenách v budúcnosti, nie je potrebné vykonávať celý proces adaptácie znovu, ale z pamäte vyberú vhodnú stratégiu, ktorá bola v minulosti použitá. Nuž a **systémy s umelou inteligenciou**, jednoducho povedané, sa najprv snažia zmeniť vonkajšie prostredia (pokiaľ sa dá) aby sa mu nemuseli prispôbovať. Musia ale vedieť, či zmena vonkajšieho prostredia neohrozí ich správne fungovanie. Preto narábajú so **simulačnými modelmi**. Pracovná definícia systému s umelou inteligenciou (Křt- ČVUT Praha):

**Umelá inteligencia** je vlastnosť **človekom vytvorených technických systémov**, vyznačujúcich sa schopnosťou rozpoznávať javy, predmety a situácie, analyzovať vzťahy medzi nimi (analyzovať scénu) a tak **vytvárať vnútorné modely sveta**, v ktorých tieto systémy existujú a na ich základe robiť účelné rozhodnutia, vrátane schopnosti predvídať dôsledky týchto rozhodnutí a objavovať **nové zákonitosti medzi rôznymi modelmi alebo ich skupinami**.



Obr. 1: Thuringov test systému s umelou inteligenciou

Pripomenieme ešte Thuringov test systémov s umelou inteligenciou, keď experimentátor vo vedľajšej miestnosti kladením otázok na dvoch klávesniciach má rozhodnúť, či odpovedá človek alebo systém s umelou inteligenciou.

Obmedzenia pre systémy s umelou inteligenciou stanovuje Godelov teorém, ktorý tvrdí, že žiaden stroj, ktorý pracuje na základe nejakých pravidiel nemôže sám správne skúmať tieto pravidlá. Ďalšou veľkou prekážkou pre systémy UI je generovanie cieľov činnosti (plánovanie budúcej aktivity), lebo túto vlastnosť človek získava už v základnom genetickom materiáli. Niektoré súčasné úspechy bioniky, ktorá sa tiež určitým spôsobom podieľa na konštruovaní UI:

V r.1995 skupina biofyzikov v Planckovom inštitúte biochémie v Mníchove, vedená Petrom Fromherzom spojila živý neurón pijavice so silikónovým čipom a dokázali, že sa vzájomne ovplyvňujú. O rok neskôr Richard Potember a jeho skupina na americkej Hopkinsonovej univerzite úspešne vypestovali neuróny potkanov na silikónovom podklade. Konkrétnym využitím týchto technik je bionické oko, vyvíjané v Nemecku a USA (implantované do ľudského oka). Doterajšie pokusy naznačujú že umelé oči môžu pracovať omnoho lepšie a presnejšie ako ľudské. Podobne využíva implantované bionické ucho počítačová technológia na vysielanie elektrických zvukových signálov priamo do sluchového nervu.

## 5. Modelovanie a simulácia systémov

Systémy s umelou inteligenciou, ak majú správne fungovať predpokladajú konštruovanie „vnútorného modelu sveta“, v ktorom systém UI pracuje. Modelovanie a simulácia je disciplína, ktorá sa úspešne rozvíja. Od r. 1984 resp. 1993 existuje Český a Slovenský spolok pre simuláciu systémov, ktorý je od r. 1991 členom EUROSIM. Je to spolok Európskych simulačných spoločností (**AES**- Španielsko; **ASIM**- Nemecko, Rakúsko, Švajčiarsko; **UKSIM**- Veľká Británia; **SIMS**- Nórsko, Dánsko, Švédsko, Fínsko, **FRANCOSIM**- Francúzsko, Belgicko; **DBSS** -Holandsko, Benelux; **ISCS**- Taliansko; **CSSS**- Česko a Slovensko; **CROSSIM**- Chorvátsko atď). EUROSIM vydáva časopisy: **Simulation News Europe** - prehľad činnosti jednotlivých spolkov, recenzie literatúry, informácie o nových programoch a simulačných laboratóriách, a odborný časopis **Simulation Practise and Theory**. Ďalšou celosvetovou organizáciou individuálnych členov je SCS -Society for Computer Simulation International, so sídlom v USA a Európskou kanceláriou v University of Ghent, Belgicko. Vydáva celosvetový mesačník **Simulation**. Najaktívnejšie v rámci Európy pokiaľ ide o organizovanie konferencií a vydávanie časopisov sú: SCS Europe, DBSS a ASIM.

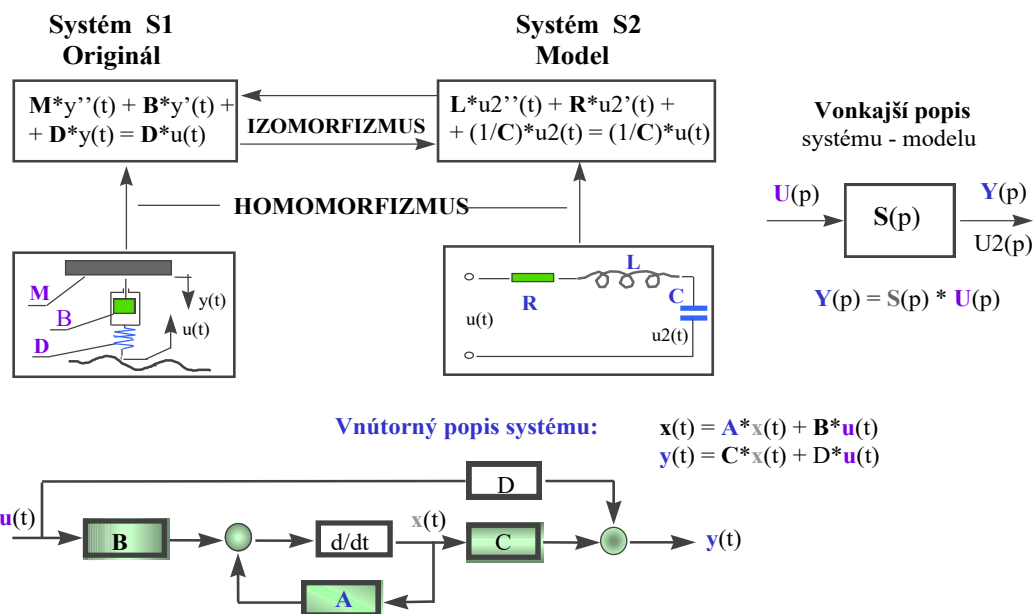
Český a Slovenský spolok pre simuláciu systémov pred viacerými rokmi vypracoval materiál „Dohoda o pojme simulácia systémov“, ktorý je vhodne uviesť na charakteristiku SiSy.

Ku každému bodu tejto dohody bol doplnený podrobný komentár. čo tvrdenie v predmetnom "bode" dohody znamená z pohľadu filozofie vedy. V období 2007-2010 bol za prezidenta EUROSIM zvolený zástupca CSSS (prof. Alexík). V septembri 2010 sa EUROSIM Congres konal v Prahe na ČVUT, predsedom organizačného výboru bol doc. Ing. Miroslav Šnorek z ČVUT. V súčasnosti je predsedom CSSS a zástupcom v EUROSIM Board Ing. Michal Štepanovský, z fakulty Informatiky ČVUT Praha.

### DOHODA o pojme SIMULÁCIA SYSTÉMOV

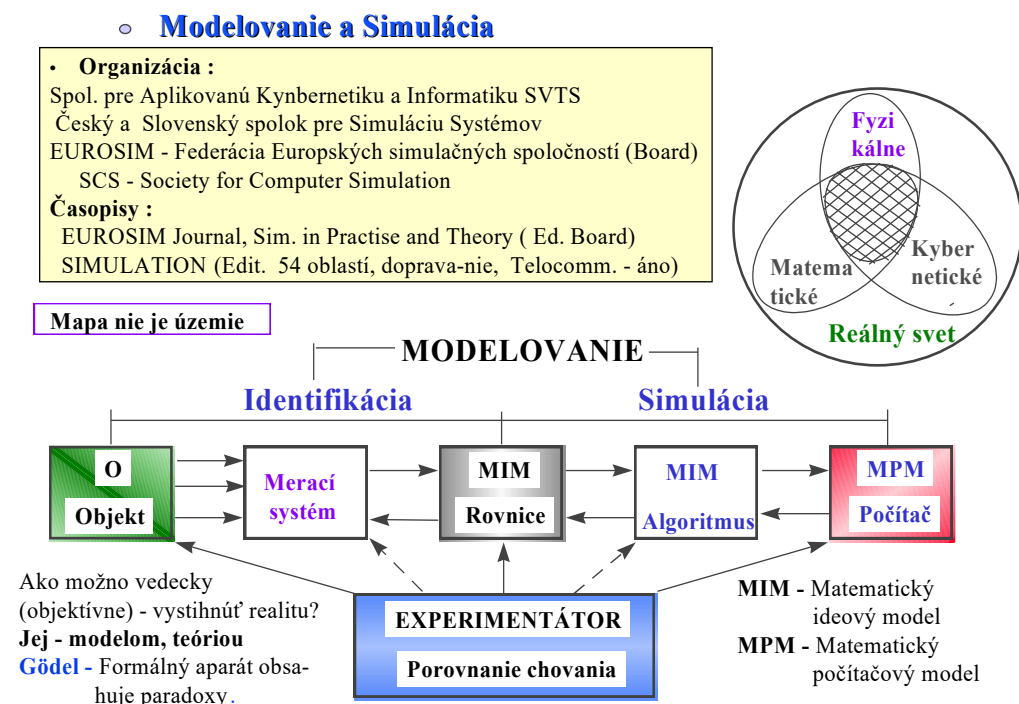
- **1. Simulácia systémov je špecifická forma procesu poznania.**  
Simuláciu systémov možno použiť pri skúmaní objektov, ale tiež pri vyučovaní, výcviku a v ďalších prípadoch oznamovania poznatkov.
- **2. Predmetom SiSy sú systémy vymedzené na objektoch poznania a ich pohyby**  
( v zmysle akejkoľvek zmeny v čase).  
Predmetom SiSy môžu byť systémy vymedzené na objektoch jak existujúcich tak projektovaných, aj systémy, ktoré nemajú bezprostredný vzťah k objektívnej realite.
- **3. Základným princípom SiSy je vyvodzovanie úsudkov o simulovanom systéme pomocou experimentov s jeho simulačným modelom.**  
Metóda experimentov so simulačným modelom odlišuje SiSy od iných foriem procesu poznania a preto považujeme túto metódu za **simuláciu systémov v užšom zmysle**. Úsudky vyvodené na základe jej použitia sa uplatňujú vo všetkých fázach iteratívne prebiehajúceho procesu SiSy. **Týmto fázami sú:**
  - **vymedzenie objektu poznania** (z ostatného sveta, resp. stanovenie požiadaviek na projektovaný objekt a určenie použiteľných dielčích objektov).
  - **vymedzenie simulovaného systému na objekte poznania** (voľbou hľadiska z ktorého sa objekt pozoruje a rozlišovacej úrovne).
  - **vytvorenie aktuálnej predstavy o simulovanom systéme a jeho pohybe** ( formulácia hypotézy o skúmanom systéme, resp. spracovanie projektu systému a identifikácia subsystémov)
  - **vytvorenie simulačného modelu ( čiže návrh a realizácia)**
  - **overenie správnosti simulačného modelu**(Odpovedá model aktuálnej predstave o sim. objekte?
  - **overenie pravdivosti simulačného modelu** (verifikácia hypotézy, dá sa projekt. sys. realizovať?)
  - **ďalšie použitie overeného sim. modelu v procese poznania namiesto sim. systému.**

V jednoduchosti možno povedať, že model je zobrazenie jedného systému na iný systém. Pri homomorfnom zobrazení boli niektoré vlastnosti, konkrétne nelinearity zanedbané, preto takéto zobrazenie platí len jedným smerom nie je vzájomne jednojednoznačné. Ale pri izomorfnom zobrazení jednej rovnice na druhú už platí vzájomne jednojednoznačné zobrazenie. Ako je zrejmé z Obr.2, možno potom na kmitaní elektrického obvodu skúmať (v určitom rozsahu) kmitanie mechanického systému. To bol základná myšlienka pri vzniku analógových počítačov, ktoré sa dobre hodili na modelovanie dynamických systémov. Číslicové počítače majú ešte širšie možnosti modelovania a simulácie ľubovoľných procesov, ktoré dokážeme formalizovať, vid' napr. v poslednom čase rozširujúca sa problematika **virtuálnej reality**.



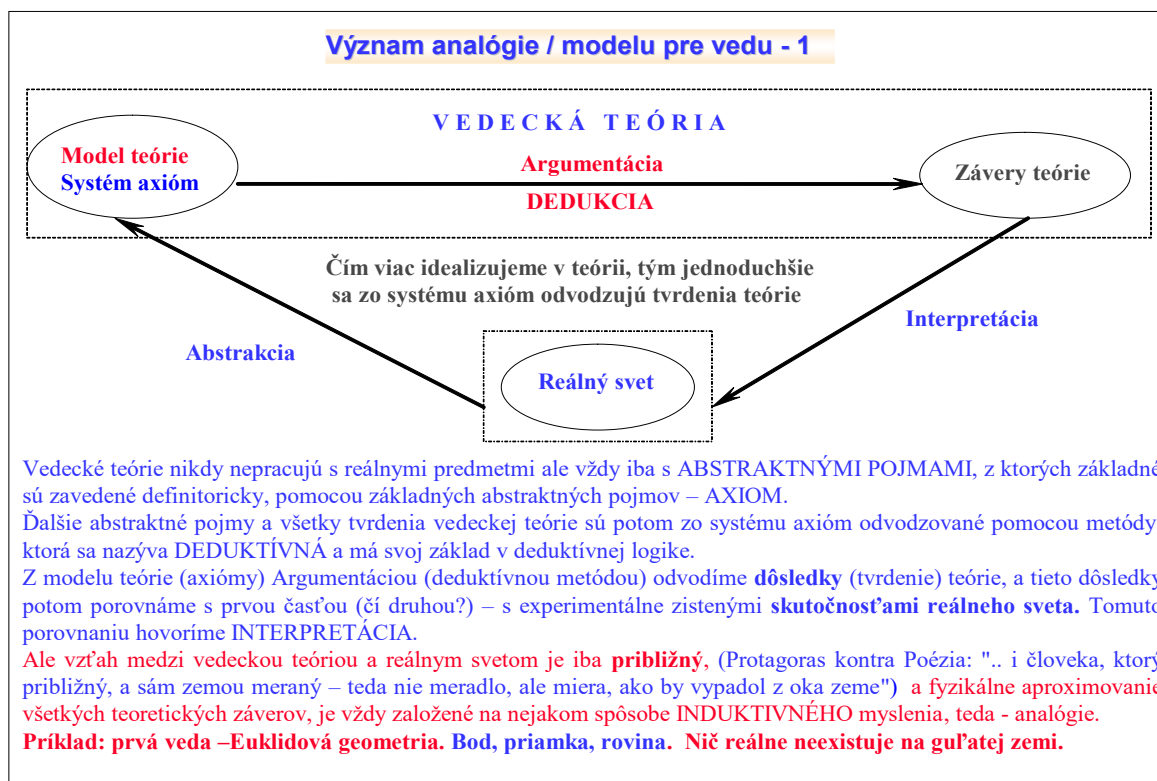
Obr. 2: Postup pri konštruovaní modelu systému

Z Obr.3 je zrejmý vzťah medzi modelovaním a simuláciou aj fakt potreby neustáleho porovnávania výsledkov simulačného modelu a modelovaného procesu. Až keď je zabezpečená dostatočná zhoda chovania objektu a simulačného modelu, možno vykonávať tzv. experimenty so stimulačným modelom na počítači, vhodnejšie pomenovanie **simulácia v užšom zmysle**. Vzťah medzi modelom a realitou vhodne veta „mapa nie je územie“ na nasledujúcom obrázku



Obr. 3: Postup pri konštruovaní simulačného modelu

Každoročne prebehnú v Českej republike 1 medzinárodná konferencia (MOSIS) a jeden medzinárodný workshop (AdSIS), a na Slovensku sa v dvojročných intervaloch striedajú medzinárodné konferencie (ASRTP, ECI, MOSMIC) z oblasti modelovania a simulácie systémov. Príklady simulačných modelov z rôznych oblastí skúmania sú na nasledujúcich obrázkoch.



Obr. 4: Význam analógie a modelu pre vedu- 1.

## VÝZNAM ANALÓGIE / MODELU PRE VEDU -2

**Konrád Lorenz-** zakladateľ ETOLÓGIE (porovnávací výskum živočíšného chovania)

Nobelovská prednáška 1954.

„Všetko naše porozumenie okolitej prírode je v podstate vždy len pochopením analógií. Tiež v prípade utopického celkom „úplného“, konečného úspechu prírodných vied, by bolo to, čomu sme porozumeli, vždy iba modelom mimo subjektívnej skutočnosti, navrhnutom v tak zázračnom, ale nikdy celkom dokonalom rastrí nášho mozgu.“

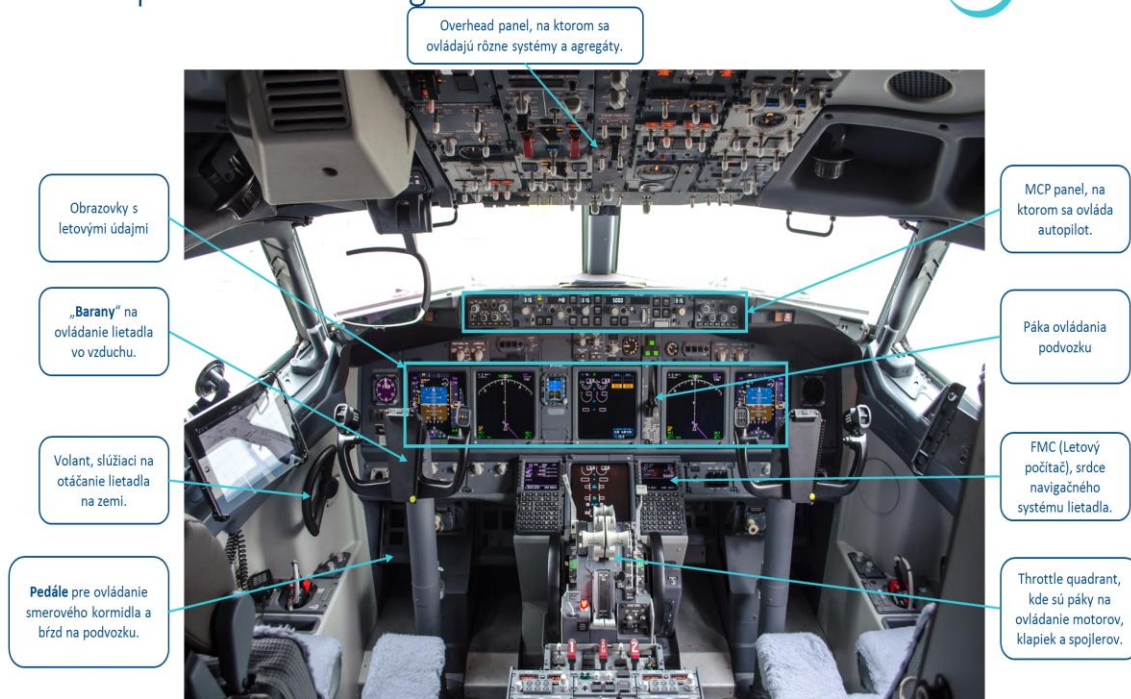
Táto stredná oblasť“ nášho poznania je podľa Lorenza predovšetkým oblasťou, či svetom „klasickej mechaniky“. Akonáhle v našom poznaní presahujeme tieto stredné rozmery (MEZOKOZMOS), smerom k MIKROKOZMU atómového sveta, či MAKROKOZMU vesmíru, zlyhávajú naše názorné predstavy a myšlienkové kategórie rovnako, ako v oblasti vysoko komplikovaných prírodných procesov, funkcií a cieľov, ktoré **predstavujú organický život a psychické prežívanie sveta**.

Pokusy, vytvoriť pomocou svetonázorovej aparatury platnej v MEZOKOZME reálny a jednotný obraz MIMOSUBJEKTÍVNEJ SKUTOČNOSTI VONKAJŠIEHO SVETA vedú ku stále väčšiemu uplatňovaniu **analógií**, lebo tu vlastne nemáme iný prostriedok poznania k dispozícii, ako je myslenie v modeloch.

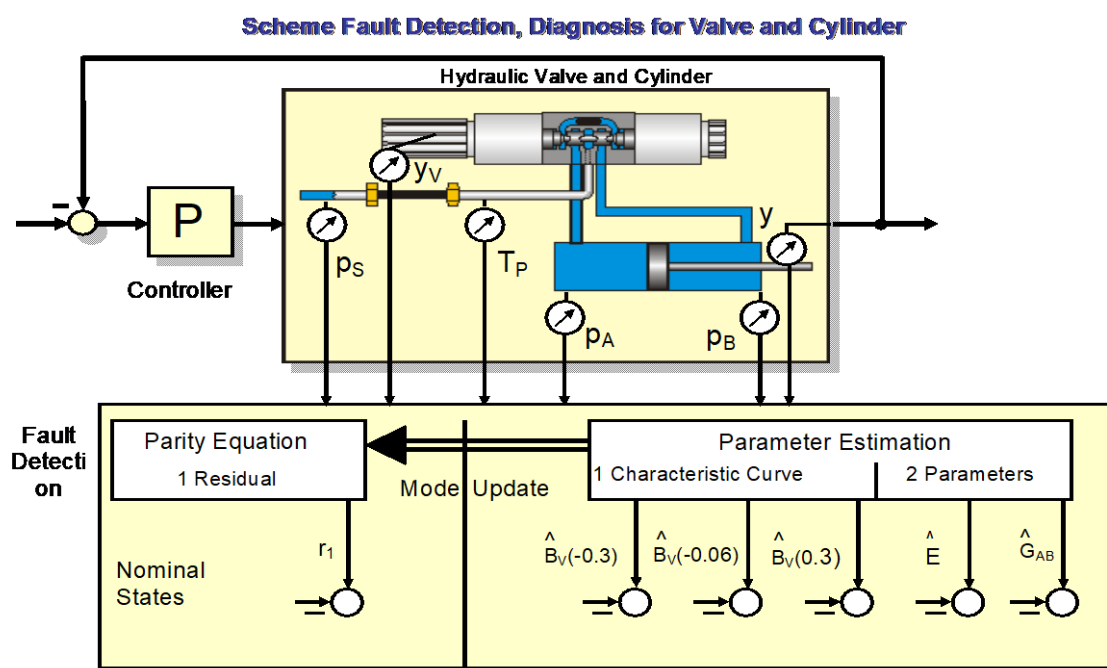
Na druhej strane, toto myslenie v analogických modeloch so sebou prináša (zdôrazňuje Lorenz) veľké nebezpečenstvo falošných a nesprávnych analógií, omylov a chýb, ktoré sú tým väčšie, čím je predmet zložitejší.

Obr. 5: Význam analógie a modelu Obr. 5: Význam analógie a modelu pre vedu- 2.

## Kokpit lietadla Boeing 737 Next Generation



Obr. 6: Informačné centrum v kokpite pilota.



Obr. 7: Mechatronický systém - diadnostika vstrekovania paliva, mechanika

Rolf Isermann: Institute of Automatic Control, Darmstadt University of Technology. IFAC 2005, Prague

- **5 Inputs:**

- 1) injected fuel
- 2) injection angle
- 3) engine speed

Model A:

- 4) exhaust gas recirculation
- 5) turbocharger wastegate

Model B:

- 4) induced air mass
- 5) charging pressure

- **1st order dynamics + dead times**

- **25 Neurons** (local linear models)

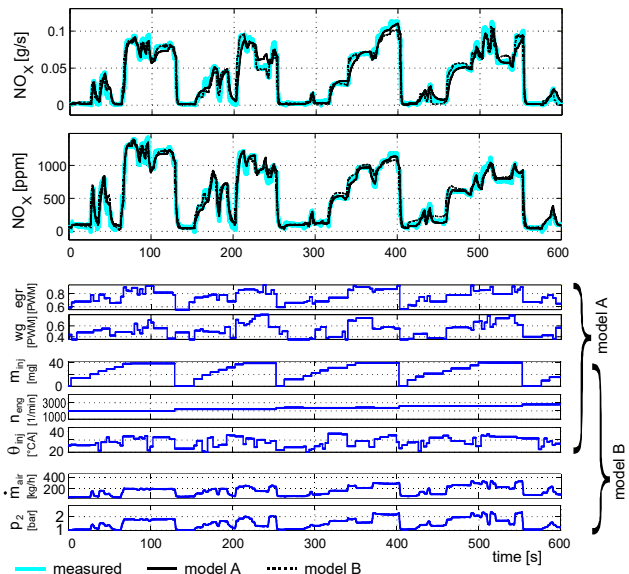
• 2.0L Opel DTI Diesel

training: 10 min, 35000 data points

- **Model errors (NRMSE):**

|           | Model A | Model B |
|-----------|---------|---------|
| NOx [ppm] | 0.1328  | 0.1331  |
| NOx [g/s] | 0.2020  | 0.1578  |

$$NO_x(k) = b_1 \cdot egr(k-1) + b_2 \cdot egr(k-3) + b_3 \cdot m_{inj}(k-1) + b_4 \cdot n_{eng}(k-1) + b_5 \cdot \theta_{inj}(k-1) + b_6 \cdot wg(k-1) + b_7 \cdot wg(k-3) + a_1 \cdot NO_x(k-1)$$



**Obr. 8: Mechatronický systém - meranie, identifikácia, regulácia, podklady pre procesor.**

Rolf Isermann: Institute of Automatic Control, Darmstadt University of Technology. IFAC 2005, Prague

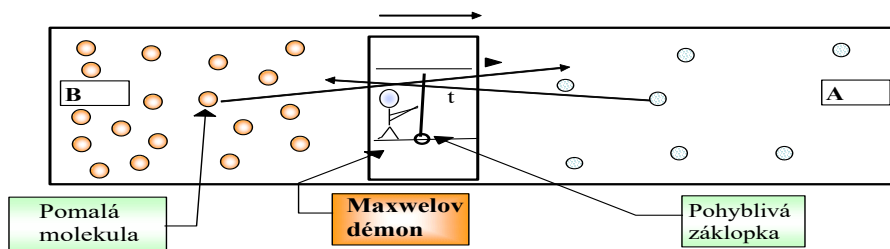
## 6. Informácia a energia

V r. 1871 J.C. Maxwell formuloval taký myšlienkový experiment, pre tepelný stroj, ktorý porušuje druhý zákon termodynamiky a dovoľuje teda akumulovať energiu. Vnútri tohto "stroja" je tzv. Maxwellov (inteligentný) démon, ktorý pozoruje pohybujúce sa molekuly plynu v uzavretom prostredí, a dokáže pomocou "prepážky", ktorú otvára a zatvára rozdeliť molekuly do dvoch oddelených priestorov s rôznou "teplotou" resp. energiou. Ak by sme "dokázali" technicky merať rýchlosť jednotlivých molekúl a podľa ich rýchlosti ich separovať, je potom možné realizovať "perpetum mobile, za predpokladu, že "energia" vynaložená na "odmeranie" rýchlosti molekuly (a otvorenie prepážky) je nulová alebo menšia ako energia, ktorú získame rozdelením molekúl plynu. V jednoduchosti, keďže "meranie" považujeme za "informáciu", je možné na báze informačných procesov získavať energiu?

Problematika je dokumentovaná na nasledujúcom obrázku.

### Informácia a energia - 1

**1871 - J.C. Maxwell** - myšlienkový model tepelného stroja (Maxwellov démon), porušujúceho II. zákon termodynamický.  
Idea: Na základe informácie získať energiu.



Ale **1951 Leon Brillouin** - minim. energetické nároky na zistenie rýchlosti sú väčšie ako ušetrená energ.

**Minimálna energia na záznam 1 bitu**  $> 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot T$ ;

(Je úmerná teplote, pri ktorej k záznamu dochádza. Konštanta úmernosti "k" = Boltzmanová konštanta)

Ak je potenciálny val 0.5 V, 0.1 [mA], a frekvencia 40 Mhz, energia na záznam jedného bitu  $10^{-12}$  J.

Pre teplotu 300 K vychádza hodnota  $kT = 5 \cdot 10^{-21}$  J.

**K dobru 9 rádom kým fyzikálne obmedzenia.**  
Spracovanie inf. =  $1.36 \cdot 10^{50}$  [bit / (kg s)] - Bremermannová limita . (Čo počítať s váhou zeme ?)

1 človek = 10 bit/s; 8 miliard ľudí =  $8 \cdot 10^{10}$  bit/s; **Max. možnosť =  $10^{38}$  bit/s - Obrovská rezerva**

**Zdá sa teda, že veľmi účinným spôsobom hospodárenia s energiou je pretransformovanie činnosti energetickej povahy na činnosti informačnej povahy.**

**Obr. 9. Maxwellov démon pre vedu-2.**