Vícevrstvé sítě II

GMDH

GMDH

- Group method of Data Handling.
- Autorem je ukrajinský akademik A.G. Ivachněnko, 1968,
- od ostatních sítí, které zde popisujeme, se výrazně liší:
  - síť vzniká indukcí, někdy říkáme samoorganizací,
- je vícevrstvá s dopředným šířením,
- učí se s učitelem.

Indukce x dedukce

- **Indukce** neboli úsudek je postup od jednotlivostí k obecným závěrům. Používá se např. v matematice jako metoda důkazu.
- **Dedukce** (opak indukce) spočívá v odvozování dílčího, zvláštního ze všeobecného.

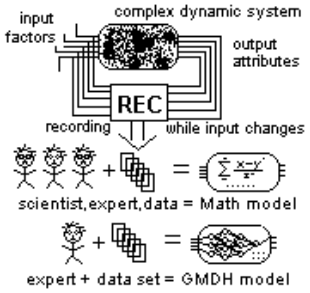
Postup známe i z modelování:

- Model systému můžeme tvořit
  - postupem **data-driven**, tedy na základě pozorování reálného systému. Cílem je ze specifických případů odvodit obecná pravidla. Takhle se vytváří i GMDH model.
  - postupem **theory driven** založeným na teoretické znalosti funkčnosti systému. Takhle se obvykle vytváří matematický model.

Totéž obrázkem

Theory-driven approach:

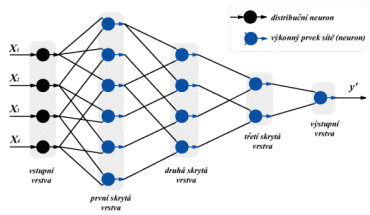
Data-driven approach:



GMDH typu MIA

- Patří mezi parametrické sítě
  - během učení se nastavují její parametry,
  - MIA (Multilayer Iterative Algorithm), založen na částečné indukci,
  - COMBI (Combinatorial Algorithm), úplná indukce.
- jiné varianty GMDH jsou i neparametrické.

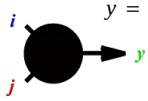
Architektura GMDH typu MIA



Zvláštnost

Díky indukčnímu způsobu tvorby modelu je specialitou této neuronové sítě fakt, že se její struktura vytváří až při učení. To znamená, že se při učení mění počet neuronů ve skrytých vrstvách a dokonce se mění (roste) i počet skrytých vrstev. Proto se říká, že se síť při učení samoorganizuje. Tento termín však znamená něco jiného, než např. u sítě SOM!

Neuron GMDH typu MIA



$$y = ai^2 + bij + cj^2 + di + ej + f$$

Ivachněnkův polynom.

Příklady jiných Ivachněnkových polynomů:

$y = a + bi + cj,$

$y = ai + bjk.$

Další charakteristiky

- Síť MIA se učí s učitelem.
- MIA užívá jediný typ neuronů.
- Průběh učení:
  - síť vzniká vrstvu po vrstvě,
  - při učení se přidávají skryté vrstvy tak dlouho,
  - dokud není splněno kritérium kvality výstupu.
- Průběh vybavování
  - je jednoduchý, síť má jediný výstup.

Učení MIA

- **Konfigurace k-té vrstvy** (kde *k* vyjadřuje číslo aktuální vrstvy – poslední vytvářené vrstvy),
  - vytvoření nových neuronů ve vrstvě,
  - výpočet všech šesti koeficientů polynomu každého neuronu.
- **Selekce neuronů k-té vrstvy** (vyřazení některých neuronů).
- **Ukončení učení sítě**.

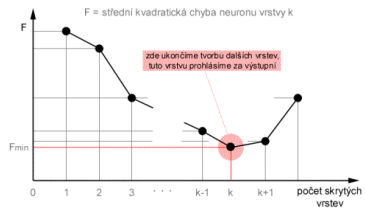
Konfigurace aktuální vrstvy

- Pro každou dvojici výstupů předchozí vrstvy vytvoříme nový neuron (úplná kombinace),
- každému vypočteme šestici koeficientů.
- Vymyslete, jak!

Selekce neuronů aktuální vrstvy

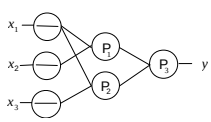
- Šestice koeficientů vyhovuje těm vstupním vektorům, z nichž jsme je počítali,
- dramaticky ale nemusí vyhovovat jiným.
- Proto neurony seřadíme sestupně, podle dosažené RMS,
- v síti ponecháme jen ty „nejlepší“.

Ukončení učení



GMDH → matematický model?

- Ten lze poměrně snadno odvodit! Sledujte příklad:



P_i jsou lineární

$$y=P_3(P_2(x_1,x_3),P_1(x_1,x_2))=a_{31}(a_{11}x_1+a_{12}x_3+a_{13})+a_{32}(a_{21}x_1+a_{22}x_2+a_{23})+a_{33}=$$
$$=(a_{31}a_{11}+a_{32}a_{21})x_1+(a_{32}a_{22})x_2+(a_{31}a_{21})x_3+a_{31}a_{13}+a_{32}a_{23}+a_{33}$$

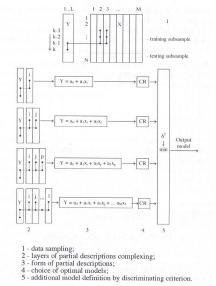
GMDH → matematický model? II

- Obvykle se to ale nedělá:
  - reálné systémy jsou příliš složité a
  - matematický výraz tedy není přehledný.
- Jak z toho ven?
  - Visualizací chování modelu! (Podrobnosti později.)

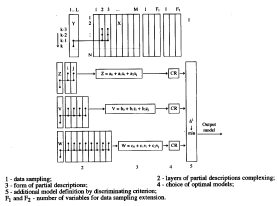
Odlišnosti COMBI varianty

- I COMBI se učí s učitelem.
- COMBI užívá různé typy neuronů, ale
  - stejné v jedné vrstvě,
  - složitější v dalších vrstvách,
  - vstupy každé další vrstvy jsou stále jen vstupy sítě,
  - vždy se ale dále kombinují jen ty „nejslibnější“.

COMBI



Naproti tomu MIA



1 - data sampling;
2 - layers of partial descriptions complexing;
3 - form of partial descriptions;
4 - choice of optimal models;
5 - additional model definition by discriminating criterion;
P_1 and P_2 - number of variables for data sampling extension.

Dílčí závěr

- Zatím to vypadá, že GMDH je „jen“ univerzální aproximátor.
- Jsou však i jiné varianty GMDH, třeba ty neparametrické:
  - OCA (Objective Cluster Analysis),
  - AC (Analog Complexing),
  - Fuzzy (Self-Organizing Fuzzy Rule Induction).

Nechcete je s námi někdo vyzkoušet?

Oblast použití	**Typ sítě (algoritmu)**
Klasifikace	OCA, MIA, COMBI, TMNN, FUZZY, AC
Shluková analýza	OCA
Modelování	MIA, COMBI, TMNN, FUZZY
Predikce časových řad	OCA, MIA, COMBI, TMNN, FUZZY, AC

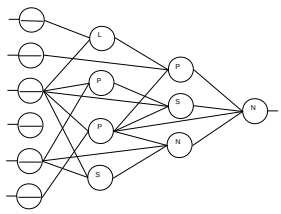
Zajímavá aplikace (nejen) GMDH

- **Soft computing**, čímž se rozumí
  - Fuzzy modelování,
  - Neuronové sítě nebo
  - Genetické algoritmy,
- je slibnou cestou, jak vytěžovat data (Data Mining) generováním modelů z empirických dat víceméně automaticky.

Budoucnost GMDH

….. a naše role v ní ….

Inovace GMDH - ModGMDH



Větší výběr neuronů:

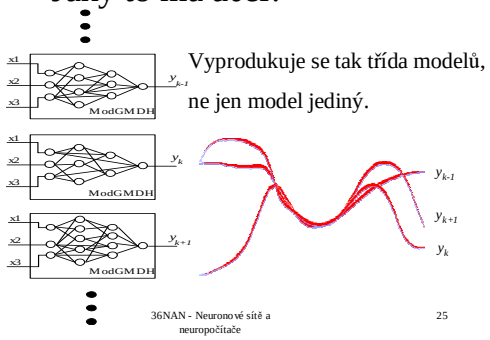
L - lineární,

P - polynomiální,

S - sigmoidální,

N - perceptron

Jaký to má účel?



Vyprodukuje se tak třída modelů, ne jen model jediný.

Výhody?

- Různé modely = různé odezvy, ale
- odezvy všech modelů jsou stejné v podprostoru vstupního prostoru s vysokou hustotou učicích dat.
- **Problém**: jak vybrat v konkrétním případě nejlepší model?
- **Řešení**: interaktivní SW pro jeho výběr!

Náš příští zájem - NEAT

- NEAT ve zkratce:
- NEAT (NeuroEvolution of Augmenting Topologies), augmenting = narůstající.
- NEAT je zase induktivní metoda.
- NEAT neuronová síť roste (stejně jako GMDH) z minimální formy.
- NEAT je genetický algoritmus (na rozdíl od GMDH).