Vícevrstvé sítě V

Teorie adaptivní rezonance - ART

Základní charakteristiky

- Učí se bez učitele,
- hodí se k rozpoznávání obrazů, je klasifikátorem,
- přiměřeně eliminuje šum ve vstupních vzorech (je robustní),
- umí se přiučovat, tj. nemusí se učit od začátku,
- je citlivá ve svém chování na kontext,
- signál se v ní šíří dopředně i zpětně.

Objevitelé, či spíše původci

- S. Grossberg,
- G. Carpenter.
- Inspirace: psychologie, neurobiologie.
- Kdy: 1980, ale dodnes je na tomto poli mnoho aktivity ...

Důležitá terminologická poznámka

- Teorie adaptivní rezonance - s dovolením můj překlad.
- Česky se síť hojně označuje jako adaptivní rezonanční teorie (brutální překlad).
- Je podle vás výstižný?
- Zkuste se zamyslet a někdy (později) mi své stanovisko sdělte.

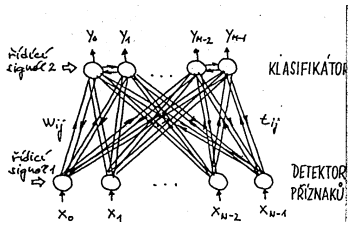
Varianty sítě

- ART-1 - pracuje s binárními hodnotami vstupů a výstupů,
- ART-2 - reálné hodnoty,
- ART-3 - v čase spojité chování,
- řada dalších variant Fuzzy-ART, ARTMAP, atd.
- Pozn: my se budeme zabývat jen ART-1.

Co to je „Teorie adaptivní rezonance?“

- Právě to dříve zmíněné
  - dopředné a
  - zpětné šíření signálu,
- které ve vlnách probíhá tak dlouho, než síť **za-rezonuje** (ustálí se při shodě), dalo síti jméno.
- **Adaptivní** proto, že se při neshodě (před rezonancí) přestavují váhy.

ART síť - 1. přiblížení



Terminologie I

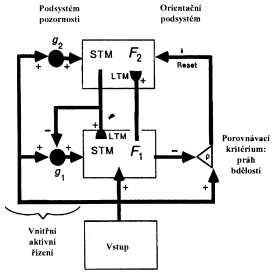
- Vstupní vrstva - **porovnávací** (detektor příznaků),
- výstupní vrstva - **rozpoznávací** (klasifikátor).

- Řídicí signál g_1 - GAIN,
- řídicí signál g_2 - RESET.

Terminologie II

- Práh bdělosti **ρ** (vigilance parametr).
  - Určuje míru podobnosti, nebo jemnost rozlišení rozpoznávaných kategorií.
- dopředné váhy **W**,
- zpětné váhy **T**;
  - v nich se ukládají zapamatované vzory,
- postranní (laterální) inhibice výstupní vrstvy; nám již známý princip
  - winner-take-all.

Jiný pohled na strukturu sítě



Podsystémy ART (Terminologie III)

- **Podsystém pozornosti** (attentional subsystem), někdy říkám pozornostní,
- **orientační podsystém** (orienting subsystem),

- **STM** krátkodobá paměť,
- **LTM** dlouhodobá paměť.

Kategorie (Terminologie IV)

- Síť zkoumá, zda právě předložený **vzor** - **vstupní událost**
  - patří nebo nepatří do již existující **kategorie**,
  - pro kterou si vytvořila **šablonu** (template) kategorie.
- Jednu kategorii tvoří vstupní vzory podobných **charakteristických vlastností**

Rezonance (Terminologie V)

- Zjišťování, zda vstupní vzor spadá do kategorie reprezentované danou šablonou, nazýváme **vyhledáváním** (někdy **srovnáváním**).
- Shodu šablony a vstupního vzoru nazýváme **rezonance**,
- v opačném případě mluvíme o **neshodě** (mismatch).

Bdělost (Terminologie VI)

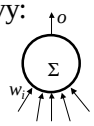
- Míru podrobnosti, s jakou je vstupní vzor posuzován, nazýváme **neurčitost** (fuzzines).
- Parametr, kterým lze rozlišovat jemnost rozpeznávaných kategorií, označujeme jako **bdělost** (vigilance), nebo **práh bdělosti**.
- **Šum** (noise) je odchylkou mezi vstupním vzorem a šablonou kategorie, do které tento vstupní vzor patří.

STM a LTM (Terminologie VII)

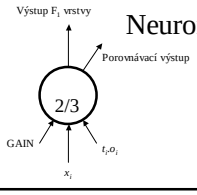
- Podobně, jako u lidského mozku, se v této síti rozlišují dva paměťové mechanismy: **pamětí krátkodobou (**STM - Short Term Memory) a **dlouhodobou** (LTM - Long Term Memory).
  - Krátkodobou paměť STM v ART představuje současná aktivita neuronů vrstvy F1 nebo F2.
  - Dlouhodobou pamětí LTM je schopnost sítě pamatovat si informaci i poté, co přestal být na vstupu aktivní nějaký vstupní vektor. Tuto schopnost síti umožňují dopředné a zpětné váhy.

Dost terminologie, trocha reality..

Neuron výstupní/rozpoznávací vrstvy:



Neuron vstupní/porovnávací vrstvy:



Význam řídicích signálů

- Řídicí signál g_1/GAIN
  - =1 vstupní data možno přiložit na vstupní/porovnávací vrstvu,
  - =0 některý z výstupních/rozpoznávacích neuronů je aktivní.
- Řídicí signál g_2/RESET
  - =1 vstupní vzor je rozpoznán,
  - =0 vzor neprošel testem bdělosti, všechny neurony v rozpoznávací vrstvě se vynulují.

Fáze sítě ART

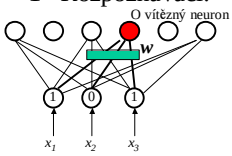
- Inicializační,
- rozpoznávací,
- porovnávací a
- vyhledávací.

Výklad ART fází I

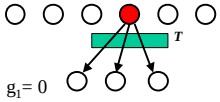
- Inicializační:
- Inicializace ***W*** a ***T*** vah:
  - $t_i = 1$,
  - např, $w_i = 1/(1 + N)$, kde N je počet vstupních neuronů.

Výklad ART fází II

- 1 Rozpoznávací:



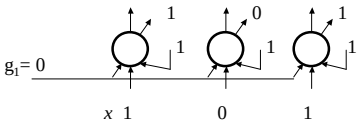
- 2



$g_1 = 0$

Výklad ART fází III

- Porovnávací:



$S = \Sigma t_{ij} x_i / x_i$

S vyjadřuje podobnost vektorů.

Následuje test na práh bdělosti $S > \rho$?

Výsledkem je řídicí signál g_2/RESET.

Výklad ART fází IV

- Vyhledávací:
- Řídicí signál g_2/RESET = 0
  - klasifikátor nesplnil naše očekávání,
  - musíme hledat lepšího reprezentanta.
- Tento postup se dále postupně uplatňuje pro všechny neurony rozpoznávací vrstvy.
- V případě neúspěchu se musí zřídit nový reprezentant.

Úkoly pro vás:

- Zakomponujte do tohoto postupu průchodu jednotlivými fázemi proces učení!
- Návod:
  - přečtěte si ve skriptech!
- Diskuse o velikosti parametru ρ (práh bdělosti):
  - co znamená malé ρ?
  - Co naopak velké?

Terminologie VIII

- Překódování,
- konsolidace paměti,
- pozornost
  - nasměrovaná,
  - nesměrovaná,
- řízení získávání pozornosti
- …souvisí s citlivostí na kontext, ale o tom jindy.