

5. Umělé neuronové sítě

Úvod do problematiky umělých neuronových sítí

23. 3. 2019

5. Umělé neuronové sítě

Neuronové sítě

Přesný algoritmus práce přírodních neuronových systémů není doposud znám. Přesto experimentální výsledky na modelech těchto systémů dávají dnes velmi slibné výsledky. Tyto systémy, včetně umělých, dovedou zpracovat velké množství údajů. Ale stav umělých sítí není zdaleka na takové úrovni. Přesto dnes lze například z praktických využití jmenovat rozpoznávání psaného písma, rozpoznávání lidských tváří a řízení vozidla.

5. Umělé neuronové sítě

Neuronové sítě

Přesný algoritmus práce přírodních neuronových systémů není doposud znám. Přesto experimentální výsledky na modelech těchto systémů dávají dnes velmi slibné výsledky. Tyto systémy, včetně umělých, dovedou zpracovat velké množství údajů. Ale stav umělých sítí není zdaleka na takové úrovni. Přesto dnes lze například z praktických využití jmenovat rozpoznávání psaného písma, rozpoznávání lidských tváří a řízení vozidla.

U umělých sítí je snaha napodobovat strukturu a činnost mozku, protože dokáže

- zjednodušovat,
- zobecňovat,
- používat obecné pro konkrétní úlohy.

5. Umělé neuronové sítě

Podstatou myšlení je vnitřní informační systém člověka. Lze ho charakterizovat následujícími axiomy:

- Myšlení je nejvyšší známá funkce našeho vlastního informačního systému a je hlavním prostředkem pro zajištění naší existence.
- Existence a správná funkce vhodného informačního systému je nutnou, i když ne postačující, podmínkou existence, přežití a rozvoje každé reálně existující soustavy, ať již biologické, technické, ekonomické nebo společenské.
- Příslušná soustava musí být schopna přijaté informace zpracovávat a využívat svým informačním systémem.
- Porušení těchto teorémů vede nutně dříve či později k selhání funkce a posléze k zániku příslušné soustavy.

5. Umělé neuronové sítě

Význam umělých neuronových sítí

Výhoda moderních neuronových informačních technologií se projevuje zejména při řešení nepřesných algoritmů, kde není kompletní sada algoritmů pro řešení nebo kde jsou algoritmy příliš složité pro matematické formulace problému – řešení neuronovými sítěmi je sice přibližné, zdánlivě nepřesné a případně zjednodušené, ale lze ho nalézt téměř vždy.

Naopak umělé neuronové sítě (dále UNS) nemají uplatnění v účetnictví, konkrétních exaktních výpočtech apod.

5. Umělé neuronové sítě

Hlavní trendy rozvoje UNS jsou v oblastech:

- modelování funkce IS živých organismů
- modely UNS
- výzkumu procesu učení, testování a adaptivity
- optimalizace topologie
- predikce časových řad (v energetice, finančnictví, vojenství, atd.)
- analýza vícerozměrných a složitých signálů
- komprese a kódování
- adaptivní řízení složitých systémů
- systémy pro rozhodování

5. Umělé neuronové sítě

Při výzkumu neuronových sítí se uplatňují dva přístupy

- analytický
- syntetický

Analytický přístup zkoumá reálný svět a nachází modely funkcí a metody jejich simulace (např. funkce paměti, spánku). Výsledkem je i zjištění stupně přiblížení skutečnosti a citlivosti na změny parametrů.

Syntetický přístup je typický pro praktické aplikace UNS. Zjišťuje, jak nejrychleji navrhnout strukturu UNS schopné plnit zadané požadavky, jak ji fyzicky realizovat a využívat.

Pro zpracování informací je potřeba mít k dispozici databázi dříve uložených informací.

5. Umělé neuronové sítě

Vlastnosti umělých neuronů

Na funkci neuronu mají vliv:

- topologie synapsí – propojení, matice
- přenosové vlastnosti – vliv vah synapsí a prahování signálu
- přenosová funkce – lineární, nelineární, skoková
- funkční vlastnosti – pamatování, změna koeficientů učení, potlačení učení

Popis jednotlivých částí neuronů

- Synapse
 - zásadní pro činnost neuronů
 - vytváří mezineuronové rozhraní
 - vytváří paměťové elementy, funkce – učí se na základě informací přicházejících z okolních neuronů
 - hrubá aproximace skutečných synapsí
 - spojitě adaptují své hodnoty a ukládají získané zkušenosti
 - hodnoty vah (w_i) lze vyjádřit reálným číslem

5. Umělé neuronové sítě

- Soma
 - zpracovává informaci
 - obsahuje tři základní operace –
 - agregace (sčítání vstupů) – sloučení signálů z dendritů
 - prahování – aktivace neuronu při minimální hodnotě vstupu
 - nelineární zpracování – funkce – tvorba výstupu

5. Umělé neuronové sítě

- Soma
 - zpracovává informaci
 - obsahuje tři základní operace –
 - agregace (sčítání vstupů) – sloučení signálů z dendritů
 - prahování – aktivace neuronu při minimální hodnotě vstupu
 - nelineární zpracování – funkce – tvorba výstupu

Základní problematikou umělých neuronových sítí je

- jejich modelování
- učení neuronových sítí
- charakteristiky základních teoretických druhů neuronových sítí

5. Umělé neuronové sítě

Umělou neuronovou sítí pak nazýváme takovou strukturu, která slouží pro rozprostřené paralelní zpracování informací a která se skládá z velmi vysokého počtu N výkonných prvků. Každý výkonný prvek může současně přijímat libovolný konečný počet různých vstupních informací a po jejich zpracování předávat shodné informace na konečný počet výstupů. Transformace vstupního signálu na výstupní se děje podle přenosové funkce. Na výstup má vliv i lokální paměť, která je reprezentována hodnotami váhových koeficientů u jednotlivých vstupů.

5. Umělé neuronové sítě

Umělou neuronovou sítí pak nazýváme takovou strukturu, která slouží pro rozprostřené paralelní zpracování informací a která se skládá z velmi vysokého počtu N výkonných prvků. Každý výkonný prvek může současně přijímat libovolný konečný počet různých vstupních informací a po jejich zpracování předávat shodné informace na konečný počet výstupů. Transformace vstupního signálu na výstupní se děje podle přenosové funkce. Na výstup má vliv i lokální paměť, která je reprezentována hodnotami váhových koeficientů u jednotlivých vstupů.

Topologie neuronové sítě je určena jejím grafem, jehož jednotlivé uzly odpovídají výkonným prvkům a hrany grafu spojují mezi jednotlivými výkonnými prvky.

5. Umělé neuronové sítě

Vzhledem k složitosti geometrické struktury sítě lze některé výkonné prvky sdružovat podle shodných vlastností na úseky, které pak tvoří základ neuronové sítě. Tyto úseky mohou být:

- vstupní vrstva (input layer) – tato vrstva (úsek) je tvořena výkonnými prvky, které dostávají na svém vstupu jedinou složku x_i vstupního vektoru \mathbf{X} přicházejícího z vnějšího prostředí; tyto prvky jen přenášejí vstupy dovnitř sítě a nemají svou vnitřní paměť;
- vnitřní (skryté) vrstvy – zpracovávají signál podle nelineárních přenosových funkcí a podle tzv. prahové hodnoty, mohou implementovat proces adaptability a proces učení, mají své lokální paměti a nejsou viditelné ze vstupu ani z výstupu;
- synchronizační obvody – synchronizují prvky jednoho úseku;

5. Umělé neuronové sítě

- výstupní vrstva, která předává jednotlivé složky y_i výstupního signálu \mathbf{Y} vně neuronové sítě;

Prvky dále mohou

- podle druhů spojů přivádět signály, např. excitační nebo inhibiční a u celkové sítě můžeme
- stanovit přenos (přenosovou funkci) sítě podle matematického vyjádření přenosové funkce (komplexní, reálné, neurčité,...)

Poznámka: Vstupní a výstupní vrstvy sítě jsou označovány jako vnější vrstvy a obvykle (při využití vlastností neuronových sítí) mohou mít podstatně méně prvků než vrstvy vnitřní.

5. Umělé neuronové sítě

Učení neuronové sítě

Neuronová síť i neuron jsou daném okamžiku popsány maticí, resp. soustavou koeficientů – vah. Tyto váhy w_i jsou časově proměnné. Změna vah je cílem učícího procesu. Během adaptační etapy dochází k adaptaci parametrů sítě s cílem dosáhnout takového stavu, kdy bude síť reagovat na předložené vzory požadovaným způsobem.

Činnost učení vychází z funkce paměti.

Obecně lze učení charakterizovat jako získávání znalostí o světě, včetně pocitů, reakcí a stavů.

5. Umělé neuronové sítě

Učení rozlišujeme

- neasociativní – je předkládán jednou nebo opakovaně jistý jednoduchý stimulus nebo skupina stimulů bez uvažování jejich souvislostí; účelem je později si tyto stimuly vybavit.
- asociativní – kdy cílem je extrakce vztahů mezi stimuly, resp. mezi stimuly a reakcí organismu.

5. Umělé neuronové sítě

Učení rozlišujeme

- neasociativní – je předkládán jednou nebo opakovaně jistý jednoduchý stimulus nebo skupina stimulů bez uvažování jejich souvislostí; účelem je později si tyto stimuly vybavit.
- asociativní – kdy cílem je extrakce vztahů mezi stimuly, resp. mezi stimuly a reakcí organismu.

Proces učení může probíhat buď

- jednorázově (tj. jednou pro celé období aktivní činnosti sítě, která pak jen odpovídajícím způsobem reaguje na signály do ní přiváděné) nebo
- po jistých obdobích – učení se může po jistých obdobích adaptivně opakovat (podle vzniklé situace).

5. Umělé neuronové sítě

Další hledisko pro učící se organismus, popř. neuronovou síť, je, zda se učení provádí s pomocí nebo bez pomoci – rozlišujeme

- učení s učitelem – při učení s učitelem jsou neuronové sítě předkládány požadované výsledky a srovnávány s naučenými mechanismy; rozdíly jsou popudem k dalšímu kolu učení;
- učení bez učitele – není založeno na vyhodnocování výstupů – síť si sama třídí vstupy do skupin podle podobnosti a charakteristických znaků.

Někde mezi těmito základními způsoby učení je hodnocené (známkované) učení, kdy trénovaná neuronová síť nedostává pro své učení k dispozici žádné učební vzory, ale dílčí výsledky procesu učení jsou průběžně hodnoceny – “známkovány” takovým způsobem, že proces učení vede k žádoucímu cíli.

5. Umělé neuronové sítě

Poznámka: Závažným problémem učení neuronové sítě může být přetrénovanost sítě, kdy síť už neurčuje charakteristické prvky pro výstupní skupiny (výsledky), ale každý vstup trénovacích dat se může stát samostaným výstupem, skupinou lišící se od ostatních v nepodstatných detailech apod.