

Тема 1/ Занятие 10. Лекция

Приложение на изкуствените невронни мрежи

Увод: В недалечен исторически план създаването на големи невронни мрежи е изисквало солиден обем изчислителни ресурси. Например Google създава мрежа с около 1000 сървъра - приблизително 16 000 процесорни ядра със 1,7 милиарда връзки между невроните, за да създаде мрежа, която се научи да разпознава котки само в поредица от видеоклипове в YouTube. По-късно Google създава мрежа с 11,2 милиарда връзки между невроните.

През 2015 г Digital Reasoning създава мрежа със 160 милиарда връзки, която е обявена за най-голямата в света. Тя има възможности да чете и да разбира човешка реч, като взема предвид контекста с точност 85,8%.



През 2017 г. Movidius, създава и разпространява сред потребителите Neural Compute Stick. Той има размери, сравними с обикновено флаш устройство, докато вътре

има мощна невронна мрежа с функция за дълбоко машинно обучение. Това е мини компютър с размерите на преносима USB памет, който следи трафика на информация между две мрежи.

1. Характеристики на изкуствените невронни мрежи, определящи областите на тяхното приложение

Основните **предимства** на невронните мрежи пред традиционните изчислителни методи са:

- **Паралелна обработка на информацията.**

За разлика от последователното изпълнение на инструкции при машината на фон-Нойман (конвенционалния компютър), моделите на невронните мрежи използват паралелизмът на многопроцесорната система.

- **Способност за решаване на проблеми в условия на несигурност и недостиг на информация.**

Благодарение на способността за учене, невронната мрежа има възможност да решава проблеми с неизвестни модели и зависимости между входни и изходни данни, а от там и работа с непълни данни.

- **Устойчивост на шум във входните данни.**

Невронната мрежа може самостоятелно да идентифицира параметри, които не са информативни за анализа, и да ги филтрира, поради което няма нужда от предварителен анализ на входните данни.

- **Гъвкавост на структурата на невронните мрежи.**

Компонентите на неврокомпютрите - невроните и връзките между тях - могат да се комбинират по различни начини. Благодарение на това един неврокомпютър може да се използва за решаване на различни проблеми, често несвързани помежду си. Висока производителност. Входните данни се обработват от много неврони едновременно, благодарение на което невронните мрежи решават проблеми по-бързо от повечето други алгоритми.

- **Адаптиране към промените в околната среда.**

Невронните мрежи, които се учат от данни, са в състояние да се адаптират към променящата се среда (например към промените в пазарната ситуация, ако задачата на невронната мрежа е да прогнозира колебанията на цените на фондовата борса). Ако е необходимо да се реши някакъв проблем в нестационарна среда, тогава могат да бъдат създадени невронни мрежи, които се обучават в реално време. Колкото по-висок е адаптивният капацитет на системата, толкова по-стабилна ще бъде нейната работа в нестационарна среда.

- **Устойчивост на грешки.**

Невронната мрежа реагира на неблагоприятна промяна в условията само с лек спад в производителността. Тази функция се обяснява с разпределения характер на съхранението на информация в невронната мрежа, така че само сериозно увреждане на структурата може значително да повлияе на работата на невронната мрежа.

- **възможност за обобщаване** – извличат общото от множество данни.

Невронните мрежи имат редица сериозни **недостатъци**.

- Не са способни да решават задачи, за които са необходими точни и недвусмислени отговори.

- Не могат да решат проблеми, които изискват последователно изпълнение на няколко стъпки. Те са в състояние да решат проблема само "на един дъх". Следователно една невронна мрежа не може например да докаже математическа теорема.

- Не са способни да решават изчислителни проблеми. Например не са способни да получат всички решения на математическо уравнение за различни параметри.
- Трудоемкост и продължителност на обучението. За да може невронната мрежа да решава правилно задачите, е необходимо тя да се обучава на десетки милиони набори от входни данни. Разработени са различни технологии за ускорено обучение, съвременните видеокарти позволяват да се обучават невронни мрежи стотици пъти по-бързо. Съществуват и готови, предварително обучени невронни мрежи, предназначени за разпознаване на изображения, въз основа на които могат да бъдат създавани приложения без продължително обучение. Препоръчва се, когато недостигат данни за създаване на обучаващо множество или набирането им е с много висока цена, да се предпочете използването на експертни системи.
- Необходимост от интеграцията на голям брой процесорни елементи в структурата на невронната мрежа, което предполага затруднена техническа реализация при решаване на сложни задачи.
- трудности при генериране на обяснение на решението и проблеми при изграждане на естествено езиковия интерфейс.

Невронните мрежи са подходящи за решаване на задачи при които е трудно да се изрази с формални средства логическия процес на вземане на решение от експертите, но може да се подготви репрезентативно множество от данни. Най-общо това са задачи, свързани с класификация и разпознаване на образи, диагностика, персонална идентификация, анализ на естествени езици и оптимизационни задачи.

2. Приложение на изкуствените невронни мрежи според вида на решаваните задачи.

Основните **приложения** на изкуствените невронни мрежи са в следните направления:

- **класификация и клъстеризация на данни**

Под клъстеризация се разбира групиране (автоматична класификация) на данните, състояща се в избор на категории, разделяне на набор от ситуации на няколко групи. Другите термини, които се срещат в литературата са клъстерен анализ, неконтролирана класификация и автоматична класификация.

Такива процес е определянето дали набор от анализирани данни може да се причисли към една или друга група, на базата на сходство, така че сходството с една група да е по-голямо отколкото с други групи.

Например идентифициране на наличието на няколко варианта на хода на заболяването, идентифициране на наличието на няколко групи потребители, автоматично категоризиране на текстове или новини по теми. За решаване на тази задачи се подхожда по следния начин: идентифицират няколко групи ситуации и се идентифицират типични представители за всяка група. Изследва се степента на различие между идентифицираните групи и степента на сходство на екземплярите в рамките на определена група.

Клъстерният анализ подобрява точността на решаване на проблемите с прогнозирането или класификацията, тъй като в рамките на всеки клъстер проблемът с прогнозирането или класификацията може да бъде решен отделно - чрез намаляване на областите на компетентност на прогнозните модели.

- **разпознаване на обекти и изображения** (в това число и разпознаване на символи – например оптични като ръкописен или печатен текст;

Разпознаване на изображения (например ръкопис, пръстови отпечатьци, разпознаване на лица), намиране и разпознаване на различни обекти в изображение теоретични може да бъде сведена до присвояване на изображението на един или друг референтен клас.

- сегментиране и обработка на реч
- филтриране на шума (ехото) от при пренос на телефонни сигнали на големи разстояния;

- прогнозиране;

- **за визуализация на данни**

Двуизмерната и триизмерната визуализация на многомерни данни позволява анализиране на зависимости между тях като: откриване на вътрешната им структура, откриване на качествено различни групи или подмножества от данни, оценка и интерпретация на резултатите от автоматична класификация на данните за подпомагане на процеса на вземане на решение.

Пример за невронна мрежа, изпълняваща такава задача е самоорганизиращата се карта на Кохонен. Предназначена е да проектира многоизмерни данни в по-нискоизмерно пространство да ги визуализира, така че да се установи наличието или отсъствието на клъстерна структура и да се определи броят на клъстерите, законите за съвместно разпределение на характеристиките, зависимостите между променливите.

3. Изисквания потребителя на невронна мрежа и възможности програмиране

С термина „потребител“ се означава не крайния потребител на обучена и настроена за работа система, а експерт, който разработва модела и обучава невронни мрежа.

Едно от основните изисквания е правилната формулировка на проблема, която се заключава в коректна семантичната формулировка на проблема, правилен избор на математическия метод за решение и неговите настройки - избор на адекватна невронна мрежа структура, алгоритъм на обучение, критерий за качество на решаване на проблема и др. Автоматичните схеми за избор на оптимални настройки за невронни мрежови методи, налични в софтуера, ориентиран към крайния потребител, не винаги могат да намерят правилните решения за повече или по-малко сложни задачи. Например, съответните процедури в невронните мрежи на Statistica не са добри при решаването на проблема с прогнозирането на времеви редове, тъй като те не използват редуциране на редове до стационарна форма.

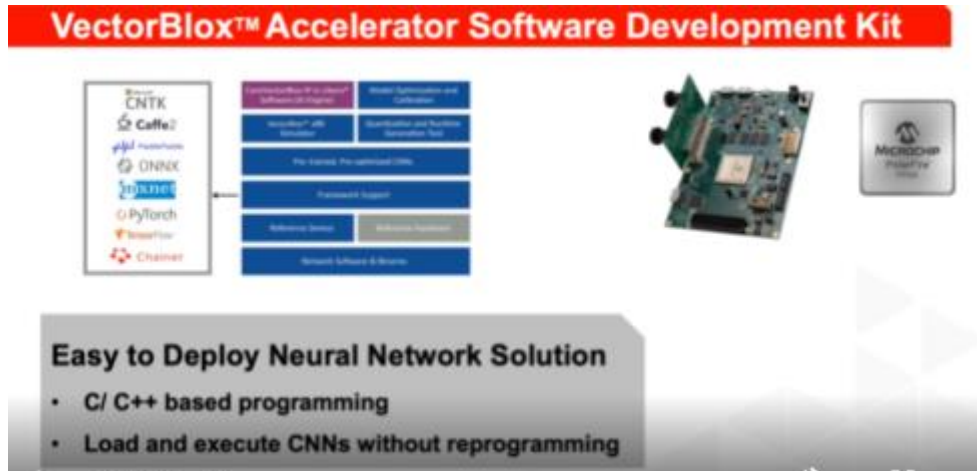
Най-често използваните програми използващи методите на невронните мрежи са т. нар. симулатори на невронни мрежи - те работят на обикновени компютри. Обикновено те включват набор от основни операции за създаване, обучение и манипулиране на невронни мрежи, първоначални данни, свойства на невронни мрежи и невронни решения, и автоматизирани процедури за извършване на най-рутинните вериги от действия, например за определяне на оптималната мрежови настройки и алгоритъм за обучение.

Универсалните съвременни невропрограми имат способността да генерират описание на обучена невронна мрежа на определен език за

програмиране, така че полученият софтуерен модул да може да бъде вмъкнат в програмата на потребителя. Също така потребителската програма може да използва стандартни инструменти за междупрограмна комуникация (DDE, OLE, COM в средата на Windows), за да осигури достъп до невронни мрежи в универсални невронни програми. Невронната мрежа остава да работи в средата на програмата за невронна мрежа, която я е създала, а потребителската програма само издава необходимите команди за данни и получава резултатите.

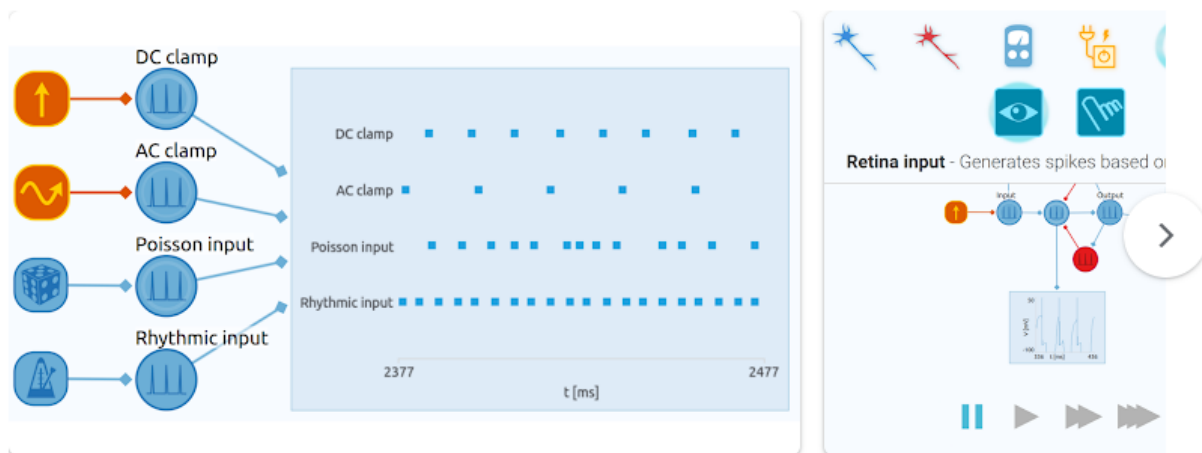
Специфични изчислителни архитектури (например сигнални процесори) обикновено се прехвърлят към описание на обучена невронна мрежа, генерирана от невросимулаторна програма на език за програмиране (например на C). За FPGA / PLM / FPGA-кристали има и CAD системи, в които номенклатурата на невроните може да бъде създадена и описана като набор от модули и след това от тези модули, чрез избиране и плъзгане с мишката, да се сглоби желаната топология- архитектура на невронната мрежа, след това компилирайте проекта и " флашнете кристала. Понастоящем е възможно да се създават неврокомпютри, базирани на видеокарти (графични процесори), използвайки технологиите CUDA и OpenCL.

VectorBlox Accelerator [3] е софтуерна развойна среда, разработена от Microchip чрез която програмируемите логически матрици (FPGA) от фамилията PolarFire могат да бъдат използвани за създаване на интелигентни приложения за невронни мрежи с ниско енергопотребление.



Тя предоставя на разработчиците готов набор от софтуерни инструменти и не прави засъджителни задълбочените познания в областта на FPGA програмирането, като проектирането на мрежи с изкуствен интелект може да се осъществи чрез код на C/C++. Комплектът от гъвкави софтуерни инструменти може да изпълнява модели в TensorFlow и платформата за невронни мрежи с отворен код ONNX, която предлага най-широката фреймуърк съвместимост (Caffe2, MXNet, PyTorch, MATLAB). За разлика от алтернативни FPGA решения, VectorBlox Accelerator се поддържа от операционните системи Linux и Windows, а също така включва и bit-accurate симулатор, който предоставя на потребителя възможност да валидира хардуера в софтуерна среда. IP-адресът на невронната мрежа, включен в комплекта, също поддържа възможността за зареждане на различни мрежови модели по време на изпълнение.

Neuronify [4] е образователен инструмент, който онагледява поведението на неврони и невронни мрежи. Можете да се използва за симулация и експериментиране на невронни мрежи с различни параметри.



Широкия набор от софтуерни инструменти не изключва възможността за ръчно програмиране (като се използва готово невроядро (софтуерна библиотека) и да добавите необходимите механизми за достъп до собствените данни, интерфейс за манипулиране на данни и / или настройки за методи за обработка и средства за показване / визуализиране на резултати.

4. Области на приложение на изкуствените невронни мрежи [2]

- **изготвяне на прогнози за времето;**

- **във финансовия сектор,** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- за прогнозиране на пазара на акции,
- определяне на пазарни показатели, борсови цени,
- класификация на акции,
- прогнозиране на времеви редове (обменни курсове, цени на суровини, търсене, обеми на продажби);
- осъществяване на автоматична търговия (търговия на валутна, фондова или стокова борса);
- оценка на риска от неизпълнение на кредити, прогнозиране на фалит, оценка на недвижими имоти;
- определяне на рейтинга на компании;
- оптимизиране на стокови и парични потоци;
- четене и разпознаване на чекове и документи;
- обезпечаване на сигурността на транзакции с банкови карти.

- **в образованието;**

- **в криптографията**

• **в медицината и здравеопазването** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- диагностициране на заболявания;
- обработка на медицински изображения;
- изчистване на показанията на инструментите от шум;
- наблюдение на състоянието на пациента;
- прогнозиране на резултатите от използването на различни методи

на лечение,;

- анализиране на ефективността на лечението.

• **Авионика** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- обучение на автопилоти и безпилотни летателни апарати;
- разпознаване на радарни сигнали;
- адаптивно пилотиране на тежко повредени самолети;

• **Комуникации** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- компресиране на видео информация;
- бързо кодиране-декодиране;
- оптимизация на клетъчни мрежи и схеми за маршрутизиране на пакети;

• **Интернет** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- асоциативно извличане на информация;
- филтриране и блокиране на нежелана поща;
- автоматично категоризиране на съобщения от новинарски канали;
- целенасочена реклама и маркетинг;

• **Автоматизация на производството** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- за контрол и оптимизиране на режимите на производствени процеси;
- контрол на качеството на продукта;
- предотвратяване на аварийни ситуации.
- **Роботика** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:
 - разпознаване на обстановка, обекти и препятствия пред робота;
 - определяне на маршрута на движение;
 - управление на манипулатори;
 - поддържане на баланс.
- **Политология и социологически изследвания** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:
 - прогнозиране на изборни резултати;
 - анализ на анкети;
 - прогнозиране на динамиката на рейтинга;
 - идентифициране на значими фактори;
 - групиране на електората;
 - изследване и визуализация на социалната динамика на населението.
- **Сигурност** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:
 - за изграждане на системи за сигурност: лицево разпознаване; идентифициране на лице чрез пръстов отпечатък, глас, подпис или лице; разпознаване на регистрационни номера;
 - за мониторинг на информационни пакети и информационни потоци в компютърна мрежа за откриване на проникване;
 - анализ на данни от видеокамери и различни сензори;
 - анализ на аерокосмически изображения (например за откриване на горски пожари).

- **Въвеждане и обработка на информация** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:
 - разпознаване на ръкописни текстове, сканирани пощенски, платежни, финансови и счетоводни документи;
 - разпознаване на говорни команди, говорно въвеждане на текст в компютър.
- **Геоложки проучвания** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:
 - анализ на сеизмични данни;
 - асоциативни методи за търсене на полезни изкопаеми;
 - оценка на ресурсите на находищата.
- **Компютърни и настолни игри** за автоматизирано решаване на следните практически задачи:

- създаване на невро-играчи в дама и шах (оценки, потвърдени от игра с хора - на ниво майстори и международни майстори);
- победа в Го срещу шампионите на Европа и света; средно по-добре от човек, преминаването на почти петдесет стари класически игри с Atari (всички видове Pongs, Pac-Mans).

5. Етапи на подготовка на изкуствени невронни мрежи за решаване на приложни задачи.

Етап 1: Подготовка на данни за обучение на мрежата

Етап 2. Подготовка и нормализиране на данни

Етап 3. Избор на мрежова топология;

Етап 4. Експериментален избор на мрежови характеристики;

Етап 5. Експериментален подбор на тренировъчни параметри;

Етап 6 реално обучение;

Етап 7. Проверка на адекватността на обучението;

Етап 8. Настройка на параметрите, окончателно обучение;

Етап 9. Мрежова вербализация[18] за по-нататъшна употреба.

Изборът на данни за мрежово обучение и тяхната обработка е най-трудната стъпка в решаването на проблема. Наборът от данни за обучение трябва да отговаря на критериите за представителност, достоверност и съгласуваност.

Всеки запис във файла с обучаващи данни се нарича вектор за обучение. Обучаващият вектор съдържа една стойност за всеки вход на мрежата и в зависимост от вида на обучението (контролирано или неконтролирано), една стойност за всеки мрежов изход. Преди да бъдат подадени към входовете на мрежата е необходимо данните за обучение да бъдат преобразувани по определен начин:

Нормализацията се извършва, когато към различни входове се подават данни с различни размерности.

Квантуването се извършва върху непрекъснати величини, за които ограничен набор от дискретни стойности. Например, квантуването се използва за задаване на честотите на звука сигнали при разпознаване на реч;

Филтрирането се извършва за "шумни" данни. Освен това представянето както на входните, така и на изходните данни играе важна роля.

Да предположим, че мрежата е обучена да разпознава букви в изображения и има един цифров изход – номер на буквата в азбуката. В този случай мрежата ще получи фалшиво впечатление, че буквите с цифрите 1 и 2 са по-сходни от буквите 1 и 3, което по принцип не е вярно. Да се избягва тази ситуация, използвайте мрежова топология с голям брой изходи, когато всеки изход има свой собствен смисъл. Колкото повече изходи в мрежата, толкова по-голямо е разстоянието между класовете и толкова е по-трудно да бъдат объркани.

Google: Технологията AlphaGo побеждава световния шампион в играта Go; през март 2016 г. корпорацията продаде на търг 29 картини, нарисувани от невронни мрежи.

Microsoft: проектът CaptionBot разпознава изображения в снимки и автоматично генерира надписи за тях, проектът WhatDog определя породата на куче от снимка, услугата HowOld определя възрастта на човек на снимка.

Компанията Yandex: Приложението Auto.ru разпознава автомобили в снимки; невронната мрежа записва музикален албум; проектът LikeMo.net се учи да рисува в стила на известни художници.

Такива развлекателни услуги се създават главно за демонстриране на способностите на определена невронна мрежа и провеждане на нейното обучение. Но резултатите са впечатляващи.

- Подборът му е от съществено значение и изисква време. Фирми, които обработват голям брой транзакции, осигуряват улеснено набиране на обучаващи примери.

GMDH Shell, професионален софтуер за невронни мрежи, решава задачи за прогнозиране на времеви серии и извличане на данни, като изгражда изкуствени невронни мрежи и ги прилага към входните данни

За разработването на тази лекция са използвани материали от източниците посочени в списъка с по-долу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Intel® Neural Compute Stick 2 (Intel® NCS2)
2. Невронни мрежи, методи за анализ на данни от изследването до разработката и внедряването, достъпен на <http://www.neuropro.ru/>, посетен на 14.08.2022 г.
3. <https://www.microchip.com/en-us/products/fpgas-and-plds/fpga-and-soc-design-tools/vectorblox>
4. <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.ovilab.neuronify&hl=bg&gl=US>