# Strojové učení metodou Deep learning

Deep learning je jedno z nejprogresivnějších odvětví strojového učení se schopností řešit úlohy, které byly ještě před deseti lety nemyslitelné. Uplatnění deep learningu zasahuje mnoho oborů lidské činnosti od systémů počítačového vidění přes vyhledávací, diagnostické a asistenční systémy až po autonomní vozidla a bezpečnost. Matlab, jakožto vývojové prostředí pro vědeckotechnické výpočty, nabízí v oblasti strojového učení a deep learningu množství algoritmů a usnadní jejich aplikaci při řešení praktických úkolů.

„Strojové učení je podoblastí umělé inteligence zabývající se algoritmy a technikami, které umožňují počítačovému systému ‚učit se‘,“ definuje strojové učení známá internetová encyklopedie Wikipedie a dále uvádí: „Strojové učení se značně prolíná s oblastmi statistiky a dobývaní znalostí a má široké uplatnění...“



## Co je deep learning

Deep learning je metoda strojového učení, kde je za pomoci mnohovrstvých nelineárních výpočetních modelů získávána užitečná informace přímo z dat. V klasifikačních úlohách dosahují deep learning modely vysoké přesnosti, která může předčít lidské schopnosti. Modely jsou trénovány s využitím velkého množství označených dat a jejich architektura je postavena na hlubokých neuronových sítích (deep networks). Deep learning nachází využití v mnoha oblastech, zejména pak v úlohách:

* klasifikace obrazu;
* rozpoznávání řeči;
* zpracování přirozeného jazyka.

## Učení deep learning modelů

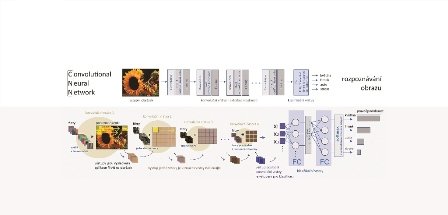
Přesnost deep learning modelu závisí z velké části na množství dat použitých k jeho učení. Nejpřesnější modely vyžadují tisíce, či dokonce miliony vzorků. Učení takového modelu může trvat velmi dlouhou dobu. Jakmile je model naučen, lze jej nasadit do provozu v reálném čase. Typickou aplikací je detekce chodců v pokročilých systémech pro podporu řízení (ADAS).

## Deep learning a Matlab

Matlab je inženýrský nástroj a interaktivní prostředí pro vědecké a technické výpočty, analýzu dat, vizualizaci, vývoj algoritmů, modelování a simulace. Matlab je nástroj jak pro pohodlnou interaktivní práci, tak pro vývoj širokého spektra aplikací. V oblasti deep learningu poskytuje Matlab dva základní nástroje: autoenkodéry (Autoencoders) a konvoluční neuronové sítě (Convolutional Neural Networks – CNN). Ukázka využití CNN k rozpoznávání obrazu v programu Matlab je na obrázku 1.

  
Obr. 1: Rozpoznávání obrazu pomocí CNN v prostředí Matlab

## Rozpoznávání obrazu

Konvoluční neuronové sítě (CNN) představují oblíbenou architekturu modelů v oblasti deep learningu. Neuronová síť je uspořádána do vrstev obsahujících sady propojených uzlů. Výpočetní algoritmus CNN je založen na konvoluci mezi vstupními daty a filtry, které reprezentují hledané charakteristické rysy. CNN využívá dvourozměrné (2D) konvoluční vrstvy a je tedy vhodná pro zpracování 2D dat, jako jsou obrázky.                                           
[](https://www.mmspektrum.com/content/image/gallery/000003_2017_134_1488205965/humusoft_obr_02_big.jpg)  
Obr. 2. Princip fungování konvoluční neuronové sítě

V horní části obrázku 2 je znázorněno schéma sestavení konvoluční neuronové sítě určené ke klasifikaci objektů v obrazových datech. Ve spodní části je principiální znázornění jejího fungování. Data protékají skrze neuronovou síť a dochází k jejich konvoluci s naučenými filtry (koeficienty filtrů jsou naučené váhy neuronové sítě). Výstup z konvoluce v jedné vrstvě je vstupem do vrstvy následující.

Filtry mohou začínat jako velmi jednoduché rysy typu světlých a tmavých míst či hran a postupně přecházejí do složitějších tvarů v následujících vrstvách. Cílem konvolucí je extrahovat z obrazových dat informace (ve formě mapy charakteristických rysů), na základě kterých lze objekty na snímcích rozpoznat.

Konvoluční vrstvy jsou často doplněny vrstvami ReLU a Pooling, které výstupy upraví (např. odstraní záporné hodnoty) a převzorkují na menší rozměr.

Za sadou konvolučních vrstev bývají napojeny vrstvy klasifikační, které pracují s extrahovanými rysy ze vstupních obrázků. Výstupem klasifikačních vrstev může být pravděpodobnostní rozdělení pro přiřazení klasifikační třídy (hledaného objektu) ke vstupnímu obrázku.

## CNN v Matlabu

V prostředí Matlab se s CNN pracuje velmi pohodlně. Jsou zde připraveny funkce pro vytvoření jednotlivých vrstev sítě, u kterých může uživatel nastavovat parametry. Poté vrstvy pospojuje, síť natrénuje a využije ke klasifikaci s novými daty.

Typická CNN může sestávat z vrstvy pro vstup obrázků, jedné nebo několika za sebou zapojených skupin vrstev convolution2d + relu + maxPooling2d a navazujících klasifikačních vrstev fullyConnected + softmax + classification.

Příklad:vrstvy = [imageInputLayer([28 28 1]);          convolution2dLayer(5,20);          reluLayer();          maxPooling2dLayer(2,´Stride´,2);          fullyConnectedLayer(10);          softmaxLayer();          classificationLayer()];nastaveni = trainingOptions(sgdm´);cnn = trainNetwork(trenovaciObrazky,vrstvy,nastaveni);vysledek = classify(cnn,novyObrazek);

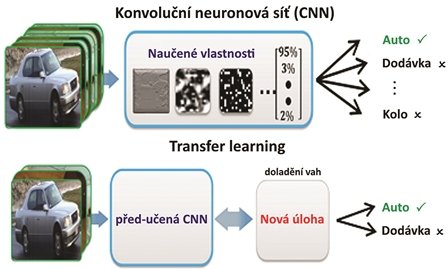
## CNN a klasická klasifikace

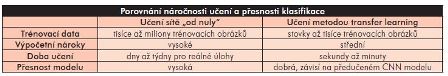
Konvoluční neuronové sítě nemusejí být vždy využívány včetně klasifikačních vrstev. Je možné využívat pouze konvoluční vrstvy pro extrakci charakteristických rysů z dat. Získané rysy jsou pak vstupem do klasických klasifikačních algoritmů strojového učení, jako jsou rozhodovací stromy (classification trees), support vector machines, k-nearest neighbors, discriminant analysis a jiné metody, které jsou v Matlabu k dispozici.

## Učení metodou Transfer Learning

Naučení celé konvoluční neuronové sítě z výchozího nastavení vyžaduje ohromné množství trénovacích dat, protože je třeba nastavit miliony váhových koeficientů. Alternativním přístupem k učení „od nuly“ je využití „předučené“ sítě, která již sama extrahuje charakteristické rysy ze vstupních dat. Tento přístup, označovaný termínem transfer learning, je pohodlnou cestou aplikace deep learningu bez nutnosti využití rozsáhlého množství dat a dlouhé doby učení.

Přístup vychází z předpokladu, že úlohy klasifikace objektů v obrazových datech jsou v prvních krocích (v prvních vrstvách sítě) v zásadě shodné. Nejprve se z obrazu extrahují jednoduché prvky (hrany, přechody) a poté složitější struktury, až ke konkrétním objektům. K přizpůsobení sítě konkrétnímu problému tedy postačí doučit pouze několik posledních vrstev, které již rozlišují mezi konkrétními objekty. Extrakci jednoduchých rysů zajistí předučená síť. Kvalita výsledku velmi závisí na kvalitě předučené sítě, proto je důležitý její vhodný výběr. Matlab nabízí stažení a využívání oblíbených předučených sítí, například sítě AlexNet (síť naučená s 1,2 miliony obrázků, obsahuje 23 vrstev, klasifikace objektů do 1 000 kategorií).

  
Obr. 3. Učení CNN metodou transfer learning

Porovnání náročnosti učení a přesnosti klasifikace při vytváření neuronové sítě „od nuly“ v porovnání s využitím předučené sítě je v tabulce 1.  


## Urychlení pomocí GPU

Učení modelu pro deep learning může trvat velmi dlouhou dobu, v rozmezí dnů či týdnů. Nasazení výpočtů na grafických kartách (GPU) vede ke značnému urychlení. V případě typické úlohy klasifikace objektů v obrazu lze snížit dobu učení ze dnů na hodiny. Využití GPU výpočtů k učení CNN je v prostředí Matlab plně podporováno.                                     
Distributorem produktů společnosti MathWorks v České republice a na Slovensku je společnost Humusoft, s. r. o.

Něco navíc

Dvouminutové video s ukázkou klasifikace objektů pomocí konvoluční neuronové sítě v prostředí Matlab najdete [zde](https://www.mathworks.com/videos/deep-learning-in-11-lines-of-matlab-code-1481229977318.html?s_tid=srchtitle).

Humusoft  
  
Jaroslav Jirkovský  
  
[Jirkovsky@humusoft.cz](mailto:Jirkovsky@humusoft.cz)   
  
[www.humusoft.cz](https://www.humusoft.cz)