



Vývoj jazykových modelů: od pravidlových systémů k neuronovým sítím

Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Bc. Vojtěch Brázda
31. semestr
9. listopadu 2025

1 Úvod

Zpracování přirozeného jazyka, anglicky Natural Language Processing (NLP), je oblast informatiky, která se zabývá tím, jak mohou počítače porozumět, analyzovat a generovat lidský jazyk. Jde o obor stojící na pomezí informatiky, umělé inteligence a lingvistiky, který propojuje technické principy s poznatky o fungování přirozeného jazyka. Díky tomu se NLP stalo klíčovou součástí moderní technologie. Využívá se například při automatickém překladu textu, rozpoznávání a syntéze řeči, nebo v konverzačních asistentech a chatbotech, kteří dokážou vést přirozený dialog s uživatelem.

V této práci se zaměřím na vývoj jazykových modelů, které tvoří základ většiny moderních systémů pro zpracování přirozeného jazyka. Nejprve se budu věnovat symbolickým metodám, které pracovaly s ručně definovanými pravidly, poté přejdu k statistickým přístupům využívajícím pravděpodobnostní modely, a nakonec se zaměřím na současné neuronové sítě, které umožnily výrazný posun v kvalitě jazykového porozumění i generování textu.

Cílem je ukázat, jak se přístup počítačů k porozumění textu a řeči v průběhu času proměňoval.

2 Symbolické NLP

Nejstarší přístup ke zpracování přirozeného jazyka představují takzvané symbolické (pravidlové) systémy, jejichž počátky sahají do roku 1950. Tyto systémy pracovaly s předem definovanými, ručně psanými pravidly, která popisovala strukturu jazyka. Pomocí množiny gramatických pravidel a vzorů (patternů) se snažily zachytit jazykové konstrukce, rozpoznávat části vět, extrahovat informace nebo klasifikovat texty podle jejich obsahu[3].

Právě pomocí pravidlového přístupu vznikly také první konverzační programy, které lze považovat za předchůdce dnešních chatbotů. Mezi nejznámější patří ELIZA z roku 1966, kterou vytvořil Joseph Weizenbaum na MIT. ELIZA simulovala psychoterapeuta a pomocí jednoduchých jazykových vzorů dokázala vést zdánlivě smysluplný rozhovor s uživatelem [7]. Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let pak vznikl program SHRDLU, jehož autorem byl Terry Winograd. Tento systém dokázal v omezeném „virtuálním světě“ chápat jednoduché příkazy v přirozeném jazyce a manipulovat s objekty podle zadání uživatele [6].

Problémem této metody je rozmanitost jazyka. Jazyk často víceznačný a plný výjimek, což činí vytváření a udržování úplné sady pravidel obtížné.

3 Statistické NLP

Na konci osmdesátých let se začal prosazovat nový přístup ke zpracování přirozeného jazyka, založený na pravděpodobnostních a statistických metodách. Na rozdíl od pravidlových systémů tyto metody umožňují analyzovat texty s využitím velkých množin dat a pravděpodobnostních vzorců, což otevírá možnost zpracovávat i složité jazykové konstrukce. Místo ručně psaných pravidel se systémy učí z anotovaných příkladů a rozsáhlých trénovacích datových souborů, čímž získávají větší flexibilitu a schopnost pracovat s novými texty. Statistické modely se používají pro generování textu, rozpoznávání řeči a překlad textu. [5].

Zde jsou příklady dvou konkrétních modelů:

- **N-gramové modely**
  N-gramové modely jsou jedním z nejstarších a nejpoužívanějších statistických přístupů v NLP. Text se rozkládá na posloupnosti „n“ po sobě jdoucích tokenů (například slov nebo znaků) a model počítá pravděpodobnost, že se dané slovo v textu objeví po předchozích n–1 slovech. Díky tomu dokáže zachytit jednoduché jazykové vzorce a předpovídat další slovo ve větě.
  Výhodou modelu je jednoduchost a efektivita. Nicméně mají svá omezení jako například:
  Mnoho možných sekvencí slov se ve trénovacích datech nikdy nevyskytne, takže model není schopen správně odhadnout jejich pravděpodobnost, což vede k problémům s generalizací na nové texty. Další omezení spočívá ve statické velikosti okna, která znemožňuje zachytit delší závislosti, nebo kontextové informace.

- **Exponenciální modely**
  Exponenciální modely jsou více flexibilní a efektivnější než n-gramové modely. Předvídají pravděpodobnost slova na základě široké skály rysů, včetně nejen předchozích slov, ale také dalších kontextových informací. Rysům jsou přiřazovány různé váhy, které jsou pak kombinovány za použití exponenciální funkce k odhadu pravděpodobnosti.

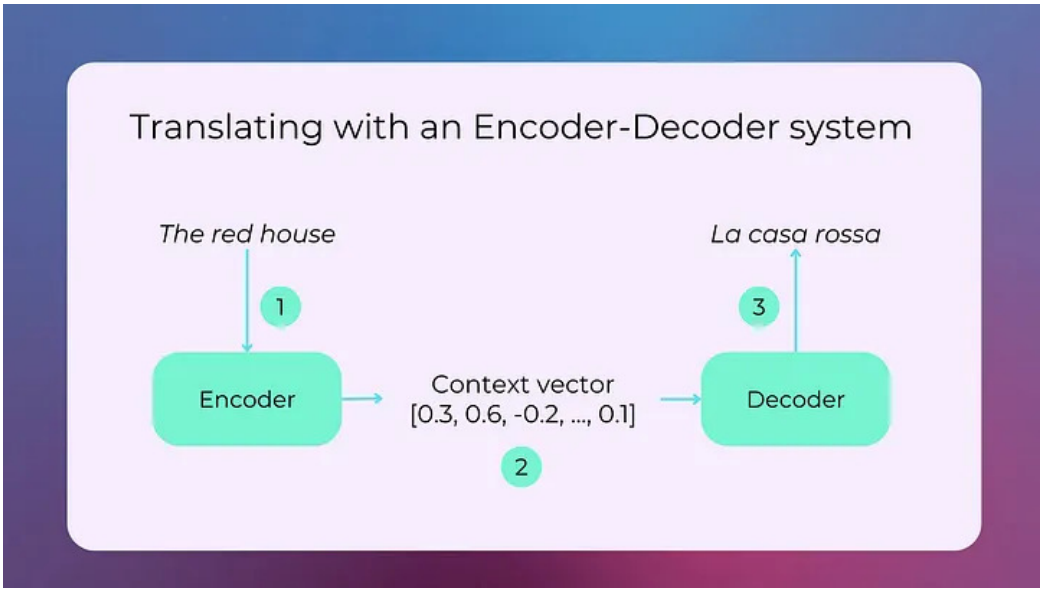
Zdroj tohoto seznamu: [4].

4 Neuronové sítě

Neuronové sítě představují metodu umělé inteligence, která umožňuje počítačům učit se ze zpracovávaných dat a postupně se zlepšovat. Jsou inspirovány fungováním lidského mozku, kde jednotlivé neurony spolu komunikují a vytvářejí složitou síť. To vytváří adaptivní systém, který počítač používá k učení z vlastních chyb a neustálému zlepšování. Podobně i v umělé neuronové síti jsou základní výpočetní jednotky umělé neurony. Neurony jsou propojeny do vrstev, které společně zpracovávají vstupní informace. Tento přístup spadá do oblasti strojového učení, konkrétně pod odvětví zvané *deep learning*, které využívá více vrstev neuronů k postupné extrakci komplexních rysů dat. Neuronové sítě představují obecný přístup využívaný v mnoha oblastech umělé inteligence. Díky své univerzálnosti se uplatňují například při rozpoznávání obrazu, detekci řeči, automatickém řízení vozidel nebo při generování hudby a obrazu [1].

Neuronové sítě našly své uplatnění v oblasti zpracování přirozeného jazyka už na počátku 21. století. V této době se objevila myšlenka reprezentovat slova pomocí vektorů čísel, známých jako *word embeddings* (vkládání slov). Tato reprezentace umožnila, aby slova s podobným významem měla i podobné číselné vektory, což výrazně zlepšilo schopnost modelů chápat významové vztahy mezi slovy. Prvním komerčně úspěšným systémem, který využíval neuronové sítě pro zpracování jazyka, se stal v roce 2006 **Google Translate**, umožňující automatický překlad textů mezi jazyky.

Zásadní průlom nastal v roce 2013 s příchodem algoritmu Word2Vec, který umožnil efektivní učení vkládání slov z rozsáhlých textových dat. V následujících letech se začaly hojně využívat architektury jako **RNN** (Recurrent Neural Networks), **LSTM** (Long Short-Term Memory) a **CNN** (Convolutional Neural Networks), které umožňovaly lépe zachytit závislosti mezi slovy v textu. V roce 2014 pak vznikl koncept **Encoder–Decoder**, založený na dvojici neuronových sítí. První (encoder) převáděla vstupní větu do číselného vektoru a druhá (decoder) z něj generovala výstup, viz obrázek 1. Tento přístup se stal základem pro moderní překladové systémy a v roce 2017 vyústil ve vývoj nové architektury zvané **Transformer**, která se díky své efektivitě a přesnosti stala dominantní metodou pro NLP dodnes [2].



Obrázek 1: Encoder-Decoder

5 Závěr

V rámci práce byl popsán vývoj jazykových modelů v oblasti zpracování přirozeného jazyka, od raných pravidlových systémů přes statistické modely až po moderní neuronové sítě. Pravidlové a symbolické přístupy položily základy automatizovaného zpracování textu, statistické modely umožnily zpracovávat složitější jazykové vzorce a učit se z rozsáhlých dat. Nejnovější generace neuronových sítí, zejména architektura Transformer, výrazně zlepšila schopnost počítačů porozumět a generovat přirozený jazyk a otevřela cestu k širokému spektru aplikací, od strojového překladu po konverzační asistenty.

Odkazy

[1] AWS Amazone. *What is a Neural Network?* poslední revize 9. Listopadu 2025. 9. Listopadu 2025. URL: `https://aws.amazon.com/what-is/neural-network/`.

[2] Fabio Chiusano. *A Brief Timeline of NLP*. poslední revize 9. Listopadu 2025. 20. Září 2022. URL: `https://medium.com/nlplanet/a-brief-timeline-of-nlp-bc45b640f07d`.

[3] GeeksforGeeks. *Rule Based Approach in NLP*. poslední revize 8. Listopadu 2025. 23. Července 2025. URL: https://www.geeksforgeeks.org/nlp/rule-based-approach-in-nlp/.

[4] GeeksforGeeks. *What are Language Models in NLP?* poslední revize 8. Listopadu 2025. 23. Července 2025. URL: https://www.geeksforgeeks.org/nlp/what-are-language-models-in-nlp/.

[5] ScienceDirect. *Statistical Natural Language Processing*. poslední revize 8. Listopadu 2025. 8. Listopadu 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/statistical-natural-language-processing.

[6] Staney Joseph. *The Interaction of Artificial Intelligence: How Terry Winograd Designed the SHRDLU Program*. poslední revize 8. Listopadu 2025. 30. Října 2023. URL: https://medium.com/@staneyjoseph.in/the-interaction-of-artificial-intelligence-how-terry-winograd-designed-the-shrdlu-program-472a7de6d351.

[7] Uměligence. *ELIZA: Šedesát let starý chatbot, který porazil ChatGPT*. poslední revize 8. Listopadu 2025. 4. Února 2025. URL: https://www.umeligence.cz/blog/eliza.