

# Neurónová sieť typu U (U-Net)

*Lukáš Novoroľník*

**Abstract** — V súčasnosti je pomerne veľký dopyt po neurónových sieťach, ktoré by boli schopné spoľahlivo fungovať, resp. vygenerovať uspokojivý výsledok aj pri menšom počte dát, na ktorých by sa neurónová sieť mohla natrénovať. Jedným z možných využití takejto neurónovej siete by mohla byť obrazová segmentácia a práve na tento účel sa zameriava neurónová sieť typu U, ktorá je popísaná v tomto dokumente.

**Kľúčové slová**— Neurónová sieť, Konvolučná neurónová sieť, Neurónová sieť typu U

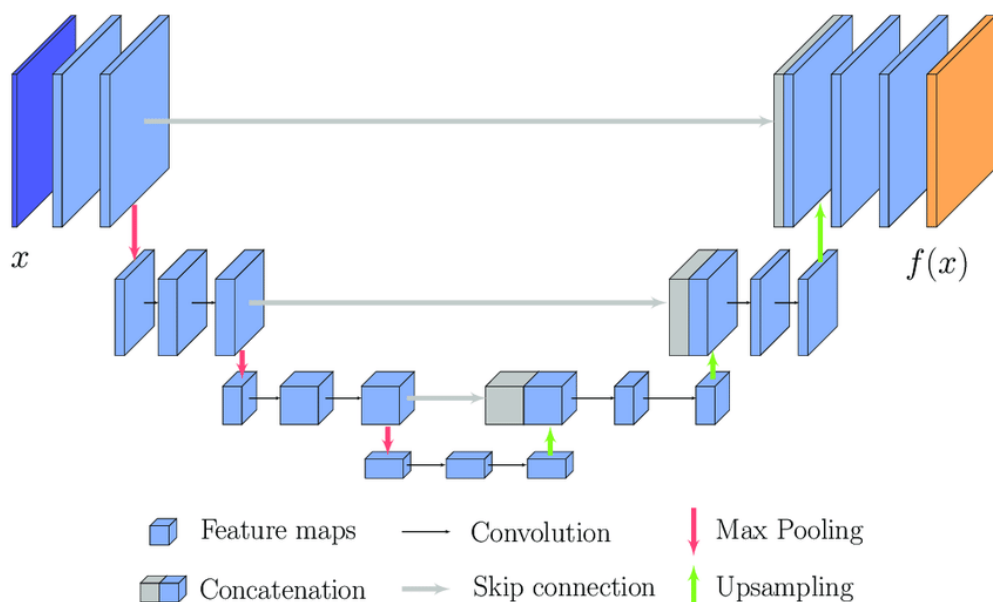
## I. INTRODUCTION

V posledných rokoch sa výkonnosť neurónových sietí a špeciálne hlbokých neurónových sietí výrazne zvýšila. Neurónové siete sa čoraz viac zväčšujú a prehlbujú, a sú schopné zohľadniť väčšie množstvo parametrov. [1] Veľký prielom uskutočnili Krizhevsky et al., ktorý využili učenie s učiteľom na veľkej neurónovej sieti s 8 vrstvami s až 1 miliónom parametrov, ktorú aplikovali na ImageNet datasete, ktorý pozostáva z 1 milióna tréningových snímok.

V prípade využitia neurónových sietí je typické použitie týchto sietí na klasifikačné účely, kde sa na výstupe očakáva jedna rozpoznaná trieda. V mnohých prípadoch sa však môžeme stretnúť s potrebou rozpoznania viacerých tried naraz. Jedným z takýchto prípadov je využitie neurónových sietí pre biomedicínske účely, kde je pre nedostatok dostupných tréningových dát potrebné priradiť triedu každému pixelu zvlášť. Jedným z takýchto prístupov je predpovedanie triedy každého pixelu tak, že ako vstup pre neurónovú sieť sa použije konkrétna oblasť okolo daného pixelu. Takýto prístup je však nepraktický napríklad kvôli časovej náročnosti, pretože neurónová sieť musí bežať pre každú oblasť, pričom pri takomto prístupe vzniká množstvo redundancií pri prekrývaní jednotlivých oblastí. Okrem toho je pri takomto prístupe problém aj s nájdením správneho pomeru výkonu tréningu a veľkosťou oblasti okolo pixelu, nakoľko pri príliš malých oblastiach je možná strata kontextu. V tomto dokumente je popísaná neurónová sieť typu U, ktorá sa niektoré z týchto problémov pokúša vyriešiť.

## II. ARCHITEKTÚRA SIETE

Na obrázku 1 je znázornená architektúra siete typu U. Táto sieť sa vo všeobecnosti skladá z dvoch častí. Jednu časť predstavuje „zmenšovacia“ (contracting) cesta siete, ktorá je na obrázku 1 znázornená na ľavej strane, druhá časť sa označuje ako „zväčšovacia“ (expanding) cesta, tá je na obrázku znázornená na pravej strane. Zmenšovacia cesta má charakteristiku klasickej konvolučnej siete. Tá pozostáva z opakovanej aplikácie dvoch 3x3 konvolúcií, za ktorými nasleduje aplikovanie ReLU jednotky a následne je aplikovaná 2x2 max-pooling operácia s krokováním (parameter stride) 2 pre downsamplingovanie. Pri každom kroku downsamplingovania procesu sa znásobí počet kanálov. Pri zväčšovacej časti sa v každom kroku vykonáva upsamplingovanie mapy príznakov, za ktorým nasleduje 2x2 konvolúcia, ktorá zníži počet kanálov na polovicu. V tomto kroku sa rovnako deje spojenie s upravenou mapou príznakov zo zmenšovacej časti siete a následne sa vykonajú dve 3x3 konvolúcie, pričom za každou konvolúciou nasleduje aplikácia ReLU jednotky. Pri procese spracovania obrazu sieťou dochádza k miernemu orezaniu obrazu. Toto orezanie je výsledkom spracovania obrazu konvolučnými vrstvami. V poslednej vrstve je použitá 1x1 konvolúcia, ktorá je potrebná na mapovanie všetkých 64-komponentových príznakových vektorov na požadovaný počet tried na výstupe.



Obrázok 1: Znáznorenie architektúry siete typu U

### III. POUŽITÉ METÓDY

Pre účely testovania neurónovej siete typu U bol použitý CT-ORG dataset. Tento dataset sa skladá z 140 spracovaných tomografických skenov, pričom na každom z poskytnutých skenov je označených 5 orgánov, ktoré zahŕňajú pľúca, kosti, pečeň, obličky a močový mechúr. Všetky poskytnuté skeny sú v 3D a v 3D sú aj označené. Na minimálnom počte skenov sa nachádza aj mozog, pričom v prípade, že sa na skene nachádza aj mozog, je poskytnuté aj jeho označenie.

Obrázky nachádzajúce sa v datasete pochádzajú z viacerých zdrojov, ktoré zahŕňajú celotelové skeny, skeny z oblasti brucha, skeny s vyšším kontrastom aj skeny s nižším kontrastom a vysokodávkové aj nízкодávkové CT skeny. Z poskytnutých 140 skenov je 131 skenov vyhradené CT skeny, zvyšných 9 skenov predstavujú komponenty prebrané zo skúšky PET-CT. V datasete sa nachádzajú veľké a ľahko rozpoznateľné orgány, ako napríklad pľúca rovnako ako menšie orgány, ktoré sú zložitejšie na rozpoznanie ako napríklad žalúdok.

Z dôvodu 3D skenov je potrebné využiť neurónovú sieť typu U, ktorá je schopná spracovávať dáta v 3D. V experimente je využitá python knižnica *tensorflow*, resp. *keras*, a pre využitie 3D kompatibilnej siete typu U bola použitá knižnica *segmentation-models-3D*. Táto knižnica ponúka využitie už predpripravenej siete typu U, pričom je možné zvoliť typ "chrbtice" (*backbone*), ktorá bude v sieti využitá, rovnako ako je možné určiť parameter *encoder\_weights* a takisto je možné vybrať aktivačnú funkciu, ktorá bude využitá. Dostupné chrbtice pre sieť typu U sú napríklad vgg16, efficientnetb7, inceptionv3 alebo napríklad resnet50.

#### REFERENCES

- [1] G. O. Young, "Synthetic structure of industrial plastics (Book style with paper title and editor)," in *Plastics*, 2nd ed. vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15–64.
- [2] W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123–135.
- [3] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.
- [4] B. Smith, "An approach to graphs of linear forms (Unpublished work style)," unpublished.
- [5] E. H. Miller, "A note on reflector arrays (Periodical style—Accepted for publication)," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, to be published.
- [6] J. Wang, "Fundamentals of erbium-doped fiber amplifiers arrays (Periodical style—Submitted for publication)," *IEEE J. Quantum Electron.*, submitted for publication.
- [7] C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.