

Sledování špičky jehly ve videu chirurgického šití

David Žahour¹

1 Úvod

Tato práce se zabývá návrhem metody pro sledování špičky jehly ve videu chirurgického šití. Základním stavebním kamenem je neuronová síť ResNet (Abadi et al., 2015) v různých verzích. V práci je shrnuto, jak byla síť trénovaná, dále jsou zde popsány provedené experimenty pro různá rozlišení snímku a porovnání reálných a vyhodnocených trajektorií.

2 Neuronová síť

Neuronové sítě (NN) jsou výpočetní systémy, které jsou inspirovány biologickými neuronovými sítěmi, jimiž jsou mozky zvířat. U neuronové sítě s architekturou ResNet (Residual neural network), která je použita v této práci, mohou data přeskočit vrstvy (na rozdíl od NN s klasickým vrstvením), což napomáhá řešení problému mizejícího gradientu.

3 Implementace

Při návrhu metody jsem se rozhodl využít neuronové sítě a na problém přistoupit jako na segmentaci. Segmentace obrazu je proces, ve kterém snímek chceme rozdělit na několik segmentů známých jako obrazové oblasti nebo obrazové objekty (sady pixelů). Cílem segmentace je obvykle vyhledání objektů a hranic ve snímcích. Jedná se o proces přiřazení značky každému pixelu v obraze tak, aby pixely se stejnou značkou sdílely určité vlastnosti. V našem případě jsou pixely značeny *obsahuje/neobsahuje špičku jehly*. Segmentaci jednotlivých snímků videa jsem zvolil po inspiraci prací autorů Ni et al. (2019), kde byl řešen úkol segmentace chirurgických nástrojů. Rozhodl jsem se, že výstup bude reprezentován jako maska daného snímku, kde budou uvedeny pravděpodobnosti přítomnosti špičky jehly. Z těchto masek se spočítají ostrovy a jejich středy budou odpovídat středu jehly.

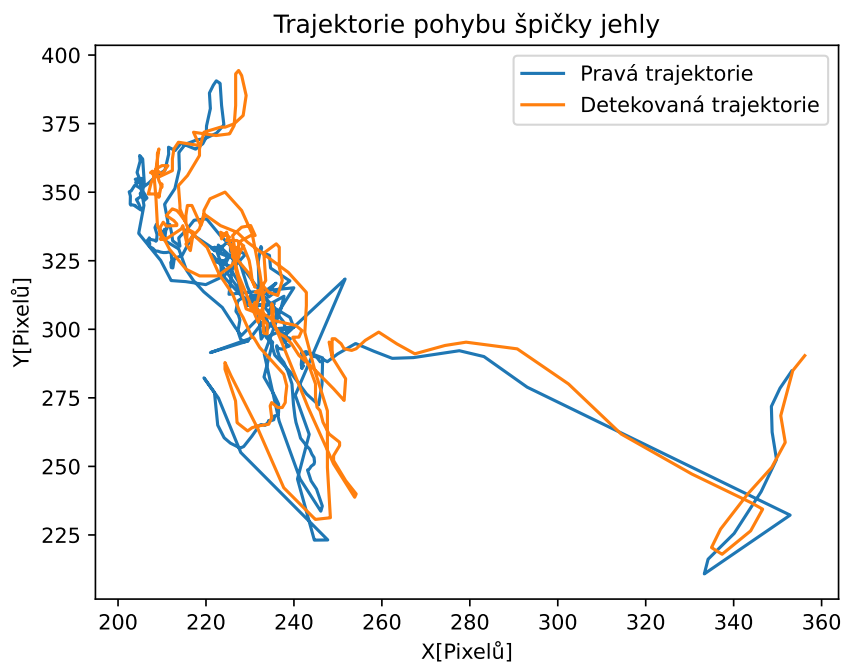
4 Experimenty

Trénování probíhalo na různých modelech s odlišným rozlišením snímku. Doba trénování těchto sítí byla v rozmezí 30 minut až 3 hodiny, přičemž sítě byly trénovány na 7 789 snímcích. Testovací sada obsahovala 500 snímků. Byla zvolena kvůli různým světelným podmínkám a kombinaci rychlých a pomalých pohybů.

Četnost výpadků u jednotlivých architektur, tedy kdy nebyla detekována špička jehly v rámci snímku, se zvyšovala s narůstající složitostí sítě. Zřejmě nedocházelo k dostatečnému vytrénování kvůli velkému množství parametrů, a proto síť nefungovala tak, jak měla.

Bylo zjištěno, že nejlépe funguje síť s architekturou ResNet34 na rozlišení 512×512. Když se podíváme na výsledné trajektorie (obr. 1), tak můžeme pozorovat velkou přesnost v de-

¹ student bakalářského studijního programu Kybernetika a řídicí technika, obor Kybernetika, specializace Automatické řízení a robotika, e-mail: zahour@students.zcu.cz



Obrázek 1: Reálná a detekovaná trajektorie špičky jehly

tekci pohybů špičky jehly.

Celkovým výsledkem práce je navržení fungujícího algoritmu pro detekci špičky jehly, což bylo ověřeno při závěrečném testování na testovacím datasetu.

5 Závěr

Vytvořená aplikace skutečně detekuje špičku nástroje ve videu s vysokou přesností. Generuje informace o trajektorii nástroje v rámci videa, a to pro širokou škálu videí v různých scénách a při rozdílných světelných podmínkách.

Literatura

Abadi, M., Agarwal, A., Barham, P., Brevdo, E., Chen, Z., Citro, C., Corrado, G., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Goodfellow, I., Harp, A., Irving, G., Isard, M., Jia, Y., Jozefowicz, R., Kaiser, L., Kudlur, M., Levenberg, J., Mané, D., Monga, R., Moore, S., Murray, D., Olah, C., Schuster, M., Shlens, J., Steiner, B., Sutskever, I., Talwar, K., Tucker, P., Vanhoucke, V., Vasudevan, V., Viégas, F., Vinyals, O., Warden, P., Wattenberg, M., Wicke, M., Yu, Y., 2015. & Zheng, X. *TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems*. Dostupné z: <https://www.tensorflow.org/>, Software available from tensorflow.org.

Ni, Z., Bian, G., Zhou, X., Hou, Z., Xie, X., Wang, C., Zhou, Y., Li, R. & Li, Z., 2019. *RAU-Net: Residual Attention U-Net for Semantic Segmentation of Cataract Surgical Instruments*. Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/1909.10360> [Přistoupeno 29. 5. 2022].

Wikipedia contributors, 2022. *Residual neural network - Wikipedia*. [online] En.wikipedia.org. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Residual_neural_network&oldid=1088679861 [Přistoupeno 29. 5. 2022].