

Tescan 3DIM - Metody hlubokého učení pro zpracování 3D obrazových dat

Souhrnná zpráva o řešení projektu smluvního výzkumu za rok 2019

Číslo smlouvy: 825 / 2019 / 00

Období řešení: 1. 1. 2019 - 31. 12. 2019

Předmět smluvního výzkumu

Předmětem spolupráce je vypracování rešerší současných metod a trendů v oblasti zpracování a analýzy 3D obrazových dat moderními metodami hlubokého učení. Tvorbě analýz vhodnosti využití současných metod pro potřeby a úlohy definované Partnerem a experimentálním ověření vlastností vybraných metod a konzultacích již existujících řešení Partnera a technické pomoci při jejich inovaci.

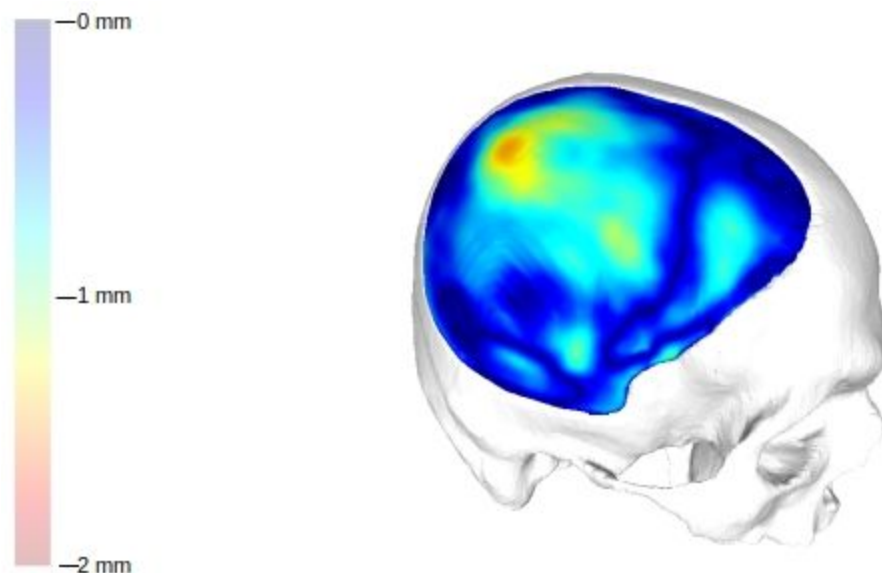
Popis řešení v roce 2019

Realizace projektu v roce 2019 se zaměřila na následující činnosti:

- I. Etapa 1-3 / 2019 Analýza a návrh nových architektur konvolučních neuronových sítí pro úlohy analýzy 3D obrazu.
 - Analýza možností zlepšení výsledků segmentace lebky pomocí CNN.
 - Analýza možnosti využití stávající segmentační CNN sítě pro segmentaci pánve a rozšíření metody na multi-class segmentaci (lebka + čelist, pánev + femur).
 - Návrh a příprava experimentů se CNN pro modelování tvaru defektů lebky.
 - Příprava skriptů pro předzpracování dat a učení CNN – voxelizace modelu, normalizace rotace lebky, apod.

- II. Etapa 4-6 / 2019 CNN pro segmentaci lebky a pánve a CNN pro modelování defektu lebky.
 - Segmentační síť pro lebku naučená na novém datasetu se samostatnou anotací dolní čelisti.
 - Nově naučená síť pro segmentaci pánve – výsledky předány ve formě 3D modelů k dalšímu posouzení.
 - Připraven základní dataset učení CNN pro modelování defektu lebky a formulace úlohy jako návrh tvaru konečného implantátu.

- Provedeny tři experimenty se základními architekturami CNN – nejlepší výsledky má GAN architektura složená ze dvou sítí - hrubé rozlišení / globální tvar a jemné doladění defektu na vysokém rozlišení – výsledky předány k odbornému posouzení Tescan Medical
 - Jednoduché generování syntetických defektů lebky pro rozšíření datasetu
- III. Etapa 7-9 / 2019 Základní experimenty s trénováním CNN pro přesné doplňování chybějících částí lebky
- Formulace úlohy jako rekonstrukce lebky (doplnění chybějící části anatomie) a první experimenty s učením CNN s GAN architekturou složenou ze dvou sítí.
 - Vyhodnocení přesnosti doplnění tvaru lebky z hlediska povrchové odchylky a identifikace artefaktů a jejich příčin.
 - Vytvořen malý základní dataset reálných defektů pro tuto úlohu.
 - Výrazně vylepšené umělé generování defektů lebky pro rozšíření datové sady.
- IV. Etapa 10-12 / 2019 Pokročilá architektura pro přesné doplňování chybějících částí lebky
- Identifikace a zpracování dalších dat (jejich zarovnání, segmentace a tvorba umělých defektů) pro rozšíření trénovací datové sady.
 - Experimenty s přesným doplňováním chybějících částí lebky s novou výrazně rozšířenou datovou sadou a modifikovanou loss funkcí.
 - Vyhodnocení přesnosti doplnění tvaru lebky v kontextu současného state-of-the-art
 - Návrh architektury pro společné zpracování umělých a reálných trénovacích dat lebek s defekty.



Obrázek 1: Příklad výstupu rekonstrukce lebky pomocí CNN s architekturou GAN složenou ze dvou sítí.

Nehmotné výstupy

- Syntetická datová sada lebek s defekty, které kopírují variabilitu tvaru skutečných defektů.
- Pomocné skripty (software) pro trénování konvolučních neuronových sítí na datech připravených Partnerem.
- CNN modely natrénované na těchto datových sadách.
- Představení a diskuze výsledků navržených řešení z hlediska jejich praktické implementace s Partnerem.
- Souhrnná demo prezentace a video prezentující výstupy navržených metod.

V Brně dne 28. 1. 2020

Oldřich Kodým (FIT VUT v Brně):