

# TESCAN 3DIM - Metody hlubokého učení pro zpracování 3D obrazových dat

Souhrnná zpráva o řešení projektu smluvního výzkumu za rok 2020

Číslo smlouvy: 001504/2020/00, dodatek č. 001504/2020/01

Období řešení: 1. 1. 2020 - 31. 12. 2020

## Předmět smluvního výzkumu

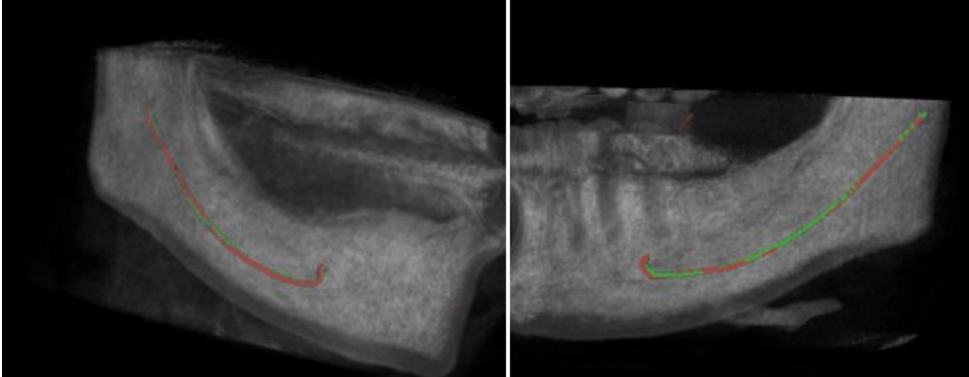
Předmětem spolupráce je analýza současných trendů v moderních metodách hlubokého učení pro porozumění 3D datům ve formě obrazových i povrchových 3D dat. Tvorbě analýz vhodnosti využití nových metod pro potřeby a úlohy definované Partnerem a experimentálním ověření vlastností vybraných metod a konzultacích již existujících řešení Partnera a technické pomoci při jejich inovaci.

## Popis řešení v roce 2020

Realizace projektu v roce 2020 se zaměřila na následující činnosti:

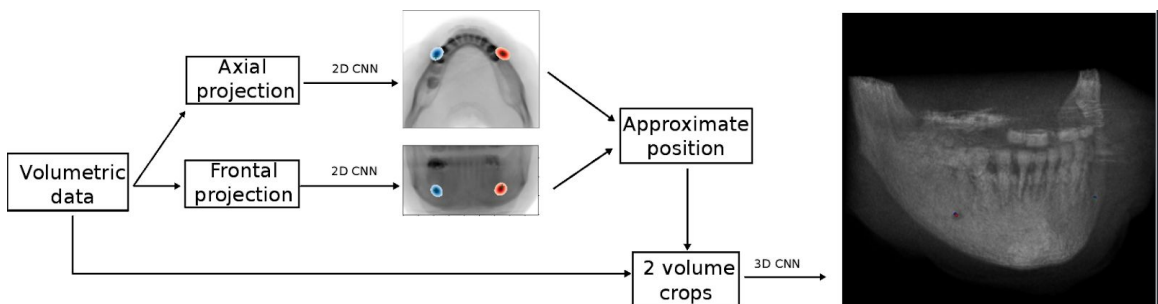
- I. Etapa 1-3 / 2020 Aplikace a adaptace současných CNN modelů na nová data.
  - Experimenty s aplikacemi multi-class segmentačních modelů na data kostrče a křížové kosti.
  - Vytvoření nové datové sady a anotací sedmi anatomických bodů lebky.
  - Nový, přesnější model pro detekci anatomických bodů lebky pro její zarovnání s využitím frameworku Torch.
- II. Etapa 4-6 / 2020 Příprava dat pro aplikace v plánování dentálních zákroků.
  - Analýza dostupných CBCT dat určených pro plánování dentálních zákroků, především pro detekci a trasování mandibulárního nervu.
  - Vytvoření anotačního nástroje a anotace datové sady pro počáteční experimenty s detekčními modely.
  - Diskuze s Partnerem týkající se možností rozšíření datové sady a využití existujících patientských dat z praxe pro trénování modelů.
- III. Etapa 7-9 / 2020 Experimentální využití CNN pro detekci a trasování mandibulárního nervu.

- Návrh architektury modelu pro současnou detekci vstupu mandibulárního nervu (mandibular foramen) a detekci průchodu nervu skrz čelist.
- První experimenty s učením modelu pomocí několika loss funkcí (MSE, Dice, váhovaná MSE).
- Návrh metody pro zpracování výstupů sítě využívající trasování nervu pomocí Dijkstra algoritmu.



Obrázek 1: Příklad výstupu trasování mandibulárních nervů (červeně predikce nervu, zeleně skutečný nerv).

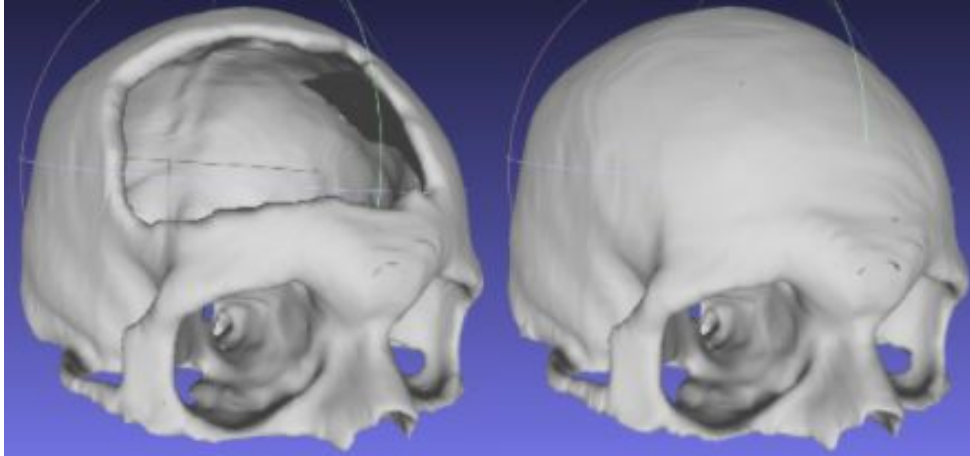
- Návrh a implementace samostatného modelu pro detekci vstupu mandibulárního nervu s důrazem na výpočetní náročnost na systémech bez možnosti grafické akcelerace.



Obrázek 2: Návrh architektury pro efektivní detekci vstupu mandibulárních nervů.

#### IV. Etapa 10-12 / 2020 Optimalizace metody pro doplňování chybějících částí lebky.

- Návrh a experimenty s “multi-head” CNN schopnou zároveň designu implantátu i lebeční rekonstrukce, která umožňuje lépe kombinovat syntetická a skutečná patientská data.
- Trénování tohoto modelu s efektivnější trénovací strategií díky novému hardware.
- Rozsáhlé vyhodnocení praktické využitelnosti výsledného modelu, včetně expertního zhodnocení 50 výstupů rekonstrukcí.



Obrázek 3: Příklad výstupu rekonstrukce lebky pomocí kaskády CNN modelů.

## Nehmotné výstupy

- Pomocné skripty (software) pro trénování konvolučních neuronových sítí na datech připravených Partnerem.
- CNN modely natrénované na poskytnutých datových sadách.
- Pomocné skripty pro zpracování výstupů navržených CNN modelů.
- Představení a diskuze výsledků navržených řešení z hlediska jejich praktické implementace s Partnerem.

V Brně dne 31. 12. 2020

Oldřich Kodým (FIT VUT v Brně): .....