

# Vývoj aplikací pro rozšířenou a virtuální realitu k zobrazení dat z výpočetní tomografie

Autor: Ing. Lukáš Hojdysz / Vedoucí práce: Mgr. Ing. Michal Krumnikl, Ph.D

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky

VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

FNO FAKULTNÍ  
NEMOCNICE  
OSTRAVA



## Cíl práce

Cílem této práce bylo vyvinout aplikace pro zobrazení medicínských dat ve 3D prostoru pomocí dvou různých metod. První metodou je klasické vykreslování modelů vytvořených z původních dat, což se řadí mezi klasické postupy a označuje se jako metoda nepřímé vizualizace. Druhou metodou a celkově netradičním postupem je metoda volumetrického vykreslování původního CT datasetu v originálním DICOM formátu bez transformace dat, což je metoda přímé vizualizace. Práce je tvořena ve spolupráci s Fakultní nemocnicí Ostrava, kde jsme od týmu chirurgů čerpali potřebnou zpětnou vazbu a pro které je zobrazovací software primárně určen. Software však není vázán na konkrétní místo a dá se využít pro zobrazení jakéhokoliv CT datasetu v jakémkoliv prostředí. Lékaři si data prohlíží v 3D prostoru pomocí brýlí pro rozšířenou, nebo virtuální realitu a je schopen si v obou řešeních filtrovat relevantní data. V obou verzích aplikace se data dají filtrovat dle provedené segmentace orgánů a ve volumetrické aplikaci se dá také dodatečně filtrovat na bázi hustoty tkáně vycházející z Hounsfieldovy škály.

## Volumetrické vykreslování, jeho výhody a nevýhody

Jednou z hlavních výhod volumetrického vykreslování je jeho celková přesnost, neboť nedochází k žádné redukci či transformaci původních dat. Toto je důležité zejména z praktického hlediska, kde lékař potřebuje přesně vidět rozsahy jednotlivých orgánů a drobné detaily. U volumetrického vykreslování je použita metoda průchodu paprskem, neboli tzv. RayMarching, který oproti dnes již dobře známému RayTracingu, jde naopak plně do hloubky a paprsek proniká přes celý objem dat. Aproximační chyba je pak závislá na tom, jak často se na trajektorii paprsku kontrolují hustotní data, neboli jak velké děláme kroky. Prakticky to znamená, že čím výkonnější máme grafickou jednotku pro vykreslování, tím jsme schopni dělat menší kroky a zobrazit data přesněji. Náročnost na výkon je však velmi vysoká, neboť se takto musí vyslat paprsek pro každý vykreslovaný pixel v oblasti kde se nachází data. Z tohoto důvodu je dosažení stabilní obnovovací frekvence 72, či 90 Hz velice obtížné a je nutná celá řada optimalizací. S lékaři jsme se ale shodli, že tato metoda náročnějšího, avšak přesnějšího vykreslování, má jednoznačně smysl a je to cesta kterou jsme se primárně vydali. Volumetrické vykreslování má totiž také další řadu výhod například v tom, že odpadá časově nákladná tvorba modelů pro vykreslování, díky použití již původního lékařského DICOM formátu. Při volumetrickém vykreslování se data také snadněji filtrují, neboť se pracuje s jednotlivými voxely a ne s polygony.

## Hlavní aplikace

Algoritmický základ volumetrického vykreslování byl převzat z otevřeně dostupné knihovny a v průběhu času postupně docházelo ke specifickým úpravám knihovny pro náš projekt. Celkový vývoj se tedy hlavně soustředil na zhotovení dobře použitelné hlavní aplikace a vývoj vhodných ovládacích prvků v 3D prostoru, se kterými uživatelé mohou interagovat buď gesty rukou u Hololens 2 zařízení, nebo pomocí ovladačů pro virtuální realitu. Ve finální aplikaci jsou lékaři schopni data filtrovat dle hustoty tkáně, u segmentace jsou schopni měnit intenzity zobrazení jednotlivých orgánů a měnit jejich barvy pro odlišení. Další důležitou funkcí je provádění řezu v datech. Řezy je možno provádět rovinou nebo sférickým objektem. Všechny uživatelské interakce s daty se také ukládají, takže lékař se může ke stejnému zobrazení vrátit třeba později. Rozšířená realita nabízí lékařům nový, ale relativně přirozený postup pro zobrazení dat na který se dá velmi rychle naučit.

## Budoucnost

Po dokončení práce se software rozšířil ještě o pár dalších vylepšení, které se týkaly podpory více vrstvé segmentace a optimalizace času zpracování a načítání dat. Zdrojový kód k oběma aplikacím je otevřeně dostupný na [GitHubu](#) a kdokoliv jej může využít. Do budoucna se očekává doplnění možnosti skupinového prohlížení a implementace dalších funkcí dle doporučení lékařů.

