

D1.1

Priebežná správa o implementácii a dosiahnutých výsledkoch projektu

Dátum: M1 - M10

V rámci aktuálneho monitorovacieho obdobia projektu sú uvedené hlavné aktivity a dosiahnuté výsledky:

- A.** Úvodné stretnutie projektu (kick-off meeting) sa uskutočnilo na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Webová stránka projektu bola úspešne spustená v novembri 2024 a je dostupná na adrese <https://fptomo.science.upjs.sk/>
- B.** Webová Stránka projektu je vytvorená na platforme WordPress s hosťovaním na serveri PF UPJŠ. Vytvorili sme aj komplexný systém sprievodných textov a podkladov pre transparentný prehľad o aktuálnej fáze projektu.
- C.** V prvom roku riešenia projektu sme vytvorili modelovú časticovú reprezentáciu objektov ktoré sú umiestnené v homogénne kvapalíne. Naším primárnym objektom pre zobrazovanie technikou Megahertzovej Tomoskopie sú biologické častice ako napríklad červené a biele krvinky ako aj krvné doštičky v priebehu dynamiky kardiovaskulárneho systému. Vytvorili sme model parametrizovateľných sférických častíc homogénnych optických vlastností charakterizovaných komplexným indexom lomu s materiálovými vlastnosťami zodpovedajúcimi vnútru červených krviniek pri osvetlení monochromatickým žiarením 10 keV. Tieto častice sú v našom modeli nedeformovateľné, ale umožňujú prúdenie rôznymi rýchlosťami s prechodom medzi laminárnym modelom prúdenia k turbulentnému módu prúdenia, ktorý sa v diagnostickej praxi prejavuje ako akustické šelesty. Z takýchto častíc van der Waalsovského typu je potom možné agregáciou a zavedením väzobných síl konštruovať klastrové časticové reprezentácie

ľubovoľného tvaru a rozlíšenia, t.j. vrátane deformovateľných a nehomogénnych objektov. K vytvoreniu dynamiky časticového modelu sme použili mezoskopickú dynamiku Langevinovho typu (t.j. okrem klasických vdW síl sú zavedené aj stochastické sily a empirická viskozita prostredia) implementovanú v programe NAMD. Aj keď Langevinova dynamika nie je symplektická (DPD dynamika je), aj táto umožňuje na krátkych dobách propagácie zachovať realistickú simuláciu. Ťnou generované digitálne dvojčatá experimentu už môžu byť použité na simuláciu signálu na detektoroch v reálnom experimente. Uvedený model a nástroje na modelovanie umožňujú postupne vnášať komplexnejšie modely hemodynamiky ako flexibilné hranice prúdenia a nie Newtonovské korekcie ku správaniu. V tomto štádiu zatiaľ nie je implementovaná generácia šokových vĺn, indukovaných experimentálne použitím ultrazvuku.

D. V druhej časti našich aktivít sa nám podarilo získať v máji 2025 ako súčasť uvádzania aparatury MHz tomoskopie do prevádzky (commissioningu) v EuXFEL - proposal [9096] **“MHz X-ray multi-projection imaging of turbulent flows in the Venturi tube”** experimentálne multiprojekčné dáta zjednodušeného biologického objektu našom prípade statických cyst Artemia salina. Tieto cysty o typickej veľkosti 190 μm a vysoko homogénnej distribúcie veľkostí a tvarov majú v inaktívnom stave nerozlíšiteľnú na proteíny bohatú vnútornú štruktúru a jednoduchý geometrický tvar. Statické merania na známych objektoch nám poslúžia na kalibráciu celého experimentu, ktorý sa dá reprezentovať ako sekvencia propagátorov, od voľného propagátora X-fel pulzu cez propagátory popisujúce reflexie na rentgenovskej optike - kryštáloch - teóriou dynamického rozptylu, cez Fresnelov propagátor samotných objektov a následné propagátory až k samotným detektorom vrátane ich prístrojovej funkcie. Táto sada optických transformácií ovplyvňuje vhodnosť jednotlivých návrhov fiduciálnych častíc a je podmienkou pre ďalšiu optimalizáciu návrhu častíc.

E. 24 júna 2025 sme podali komplexný experimentálny návrh (beamtime proposal) s kolegami z medzinárodného konzorcia na charakterizáciu dynamiky cievnych stien s vysokou mierou kalciových depozitov (arteriosklerózy) a ich rozrušení prostredníctvom extrakorporeálneho ultrazvuku na EuXFEL. Vyhodnotenie proposalov sa očakáva do konca roka 2025, úspešné proposaly dostanú merací čas v roku 2026. Hlavný navrhovateľ je riešiteľom projektu FPtomo (doc. Uličný), hlavný výskumník je cievny chirurg MUDR. Baldovský z CINRA, Bratislava), spoluriešitelia z Nemecka, Veľkej Británie a Japonska.

Ako prípravný experiment na EuXFEL experiment sa časť nášho tímu zúčastní 12-15 septembra na experimente našich spolunavrhovateľov v na synchrotróne ESRF (Grenoble, Francúzsko). V prípade úspechu oboch experimentov získame reálne dáta priamo z medicínsky relevantných dynamík na reálnych vzorkách humánneho pôvodu na cielenú prípravu časticových reprezentácií.

FPtomo

O projekte Novinky Kontakt

„Časticový prístup pre rekonštrukciu XMPH dynamík“ (FPtomo)

projekt nadväzuje na projekt HEU EIC Pathfinder „MHz tomography“. Jeho cieľom je doplniť nami vyvíjanú metodológiu multiprojektnej rentgenovej holografie (XMPH) o využitie optimalizovaných fiduciálnych častíc na rýchlu kalibráciu fluidických experimentov a urýchlenie procesov učenia neurónových sietí používaných na rekonštrukcie holografických projekcií. Tento časticový prístup myslíme overiť na rekonštrukcii dynamiky deformovateľných častíc v turbulentnom prúde nie-newtonovských kvapalín, napr. krvi. Projekt zahŕňa vytvorenie počítačového modelu konkrétneho vyvíjaného XMPH prototypu a optimalizáciu rýchlosti rekonštrukcie časticových dynamík technikami umelej inteligencie.

Holografická projekcia homogénnych sférických nedeformovateľných fiduciálnych častíc. Vpravo intenzitný profil pozdĺž úsečky stredného obrázku.

Novinky



Kickoff meeting k projektu FPtomo

Dňa 13.11.2024 sa konalo úvodné stretnutie Kickoff meeting k projektu FPtomo, ktoré zahájilo jeho realizáciu. Počas stretnutia sa účastníci oboznámili s procesmi a realizáciou projektu. Cieľom bolo predstaviť plánované aktivity a načrtnúť prvé kroky v realizácii.

november 26, 2024

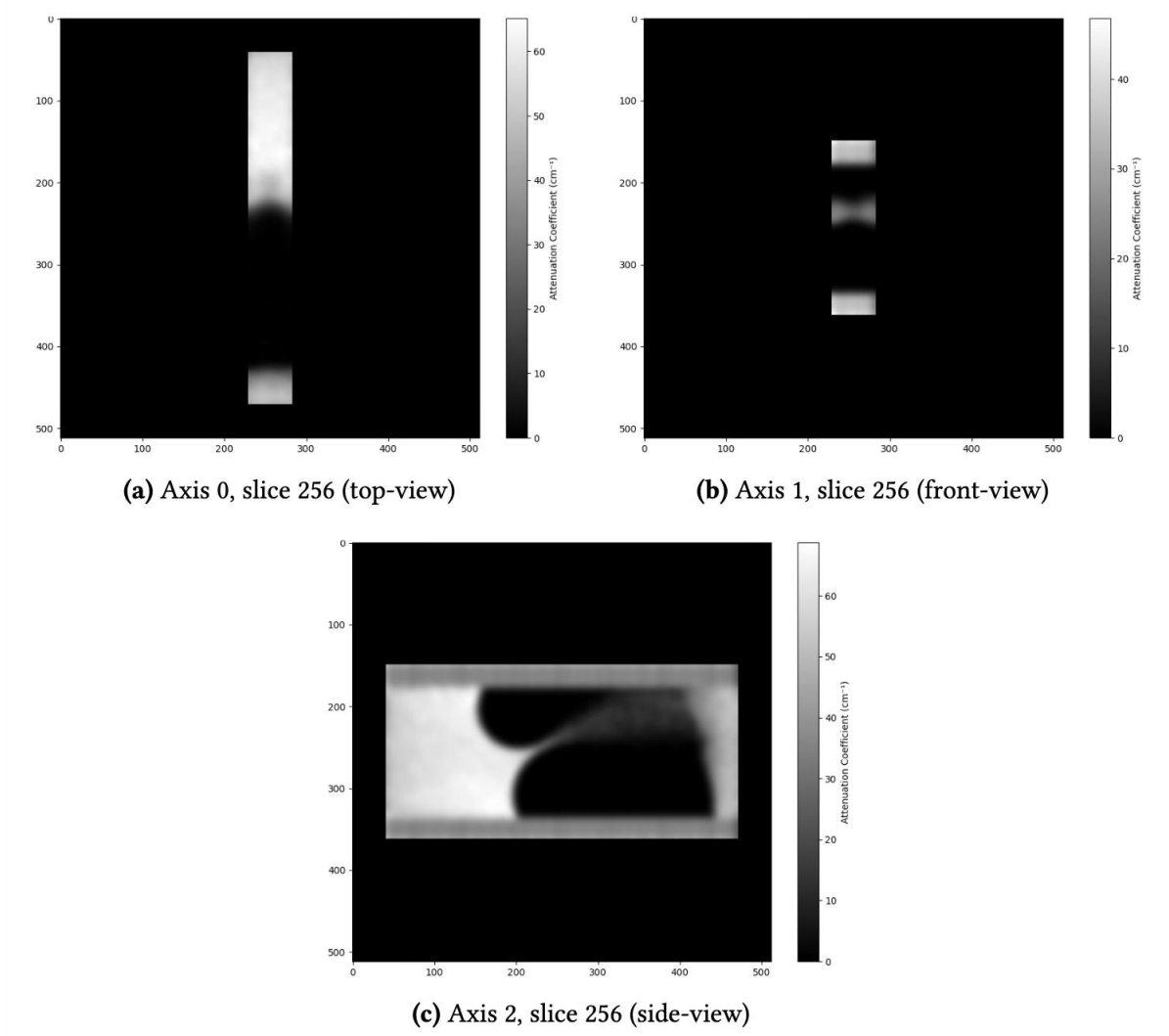
Financované Európskou uniou NextGenerationEU

Financované EU NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 0901-03-V04-00069

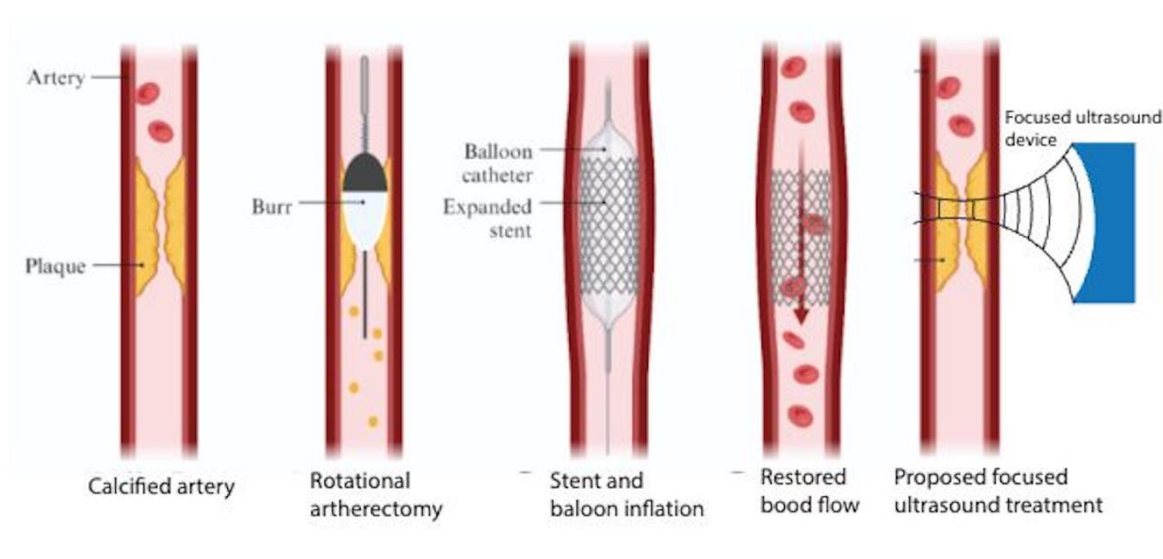
© 2024 FPtomo. Všetky práva vyhradené.

PLÁN [OBNOVY]

Obr. 1: Stránka projektu <https://fptomo.science.upjs.sk/>

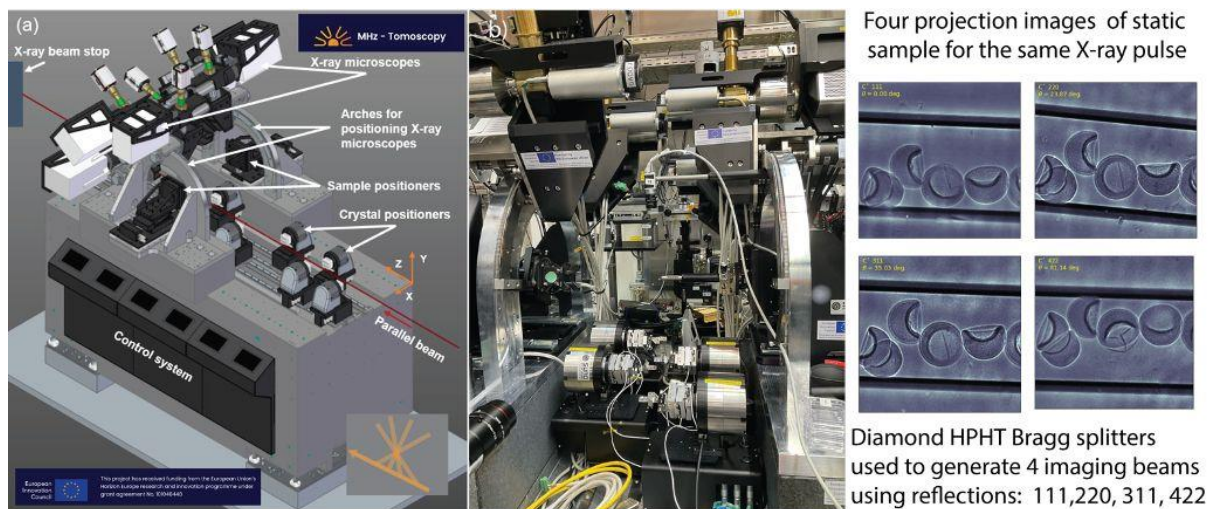


Obr. 2: Rez cez 3D voxelový model s priradenými indexami lomu pre rôzne materiály častíc pri 10 keV.



Obr. 3: Experimentálne možnosti odstraňovania kalcifikátov, extrakorporeálny ultrazvuk

(na obrázku vpravo) je sľubnou terapeutickou modalitou a predmetom nášho experimentu.



Obr. 4: Aparatúra MHz Tomoscopy. Experiment 9096 MHz X-ray multi-projection imaging of turbulent flows in the Venturi tube.