

Disertační práce (název práce):

ON-THE-FLY COMPRESSION IN TIME-DOMAIN ULTRASOUND SIMULATIONS

PRŮBĚŽNÁ KOMPRESSE V ULTRAZVUKOVÝCH SIMULACÍCH V ČASOVÉ OBLASTI

Student doktorského studia (dále jen „doktorand“), jméno a příjmení:

Pan ing. PETR KLEPÁRNÍK

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

Jméno a instituce oponenta (celé jméno oponenta, celý název a stát instituce, kde oponent působí):

Doc. MUDr. Petr Krupa, CSc.

Ústav epidemiologie a ochrany

Lékařská fakulta, Ostravská universita

Syllabova 19

703 00 Ostrava

ČESKÁ REPUBLIKA

I. Disertační práce

Vhodnost a relevance

Svět simulace:

Práce předvádí novou kompresní metodu a její uplatnění pro ultrazvukové simulace v časové oblasti se zaměřením na zacílený ultrazvuk o vysoké energii (HIFU). Důvodem je velké množství dat řádu stovek gigabitů, které je nutno ukládat při numerické simulaci HIFU při plánování léčby simulované na modelu. Snahou je úspora výpočetních prostředků při zachování přijatelné kvality výstupů simulace. V této práci jsou presentovány experimentální simulace, které ukazují, že navržená kompresní metoda a její využití pro on-the-fly výpočet průměrné akustické intensity v průběhu simulace poskytuje významné vylepšení. Hlavním benefitem je významná úspora vzácného místa na diskuse stejným nárokem na operační paměť v průběhu simulace, což vede k výraznému snížení ceny výpočetní platformy. Vlastní komprese nemá vliv na celkovou dobu simulace. Evaluace přesnosti byla provedena pomocí tepelných simulací. Touto novou metodou bylo dosaženo prakticky stejných výsledků při stanovování odstraňované tkáně jako u jiných technologií.

Shrnutí přínosu práce

Pro přesnou ablaci patologické tkáně zvláště v onkologii je nezbytné tuto reálně potvrzeně patologickou tkáň identifikovat ve 3D, anatomo-topograficky ji zaměřit v konkrétním těle

pacienta a potom určit jakou energii – zde použitím HIFU – aplikovat do tohoto individuálně tvarově jedinečného 3D objemu daného pacienta, aby došlo k zastavení života patologických buněk při zachování životaschopnosti zdravých buněk v okolí patologie. Každá část tohoto procesu vyžaduje různorodou manipulaci obrovského množství dat, aby bylo dosaženo vytčeného terapeutického cíle. Celá výsledná léčebná procedura se ve finále musí vejít do poměrně malého přístroje a s přijatelnou cenou pro zákazníka – zdravotnické zařízení. V takovém přístroji není možné umístit extrémně velký a extrémně výkonný, ale také extrémně drahý počítač, který by uvedenou složitou proceduru zvládal, ale rovněž extrémně prodražil, ale také časově prodloužil. Nároky v dnešní chirurgii jsou v preciznosti a v rozsahu eliminované patologické tkáně, ale i v nároku na časovou rychlost odstraňované patologické tkáně, protože lékař často ošetřuje pacienty nemocí oslabené nebo doslova zubožené, kteří by delší proceduru nemuseli vydržet nebo, u silnějších pacientů by délka ošetřování výrazně snižovala komfort pacienta včetně eventuelního použití nějaké anestezie. Řešením je technologie pana ing. Klepárníka s cílem zkrátit čas léčebné procedury novou kompresní metodu, zlevnit její aplikaci v praxi rovněž s ohledem na prostorovou minimalizaci při zachování přesnosti zásahu patologické tkáně.

Aktuálnost a význam výsledků:

Míra aktuálnosti výsledků a jejich význam pro danou vědní oblast je velice vysoká především z hlediska benefitu pro pacienta a velice důležitá pro její další rozvoj v oblasti simulačního 3D zpracovávání chirurgických intervencí i pro robotizaci v medicíně především onkologické a pro využití těchto technologií v medicínské praxi.

Hodnocení formálních aspektů práce:

předložená práce pana ing. Petra Klepárníka v jazyce anglickém má v předložené elektronické podobě rozsah 93 stran a je srozumitelně členěna do šesti kapitol, části obrazové – 33 názorných obrázků, části tabulek - 21, části vysvětlivek zkratk, části bibliografické – vychází ze 89 publikací, odkazy kterých jsou začleněny do textu, seznamu publikací – 5 jako první autor a 6 jako druhý autor a souhrnu. Součástí je hodnotící dopis pro pana inženýra:

SUPPORT LETTER FOR PETR KLEPARNIK od pana Bradley Treeby, PhD EPSRC Early Career Fellow Department of Medical Physics and Biomedical Engineering University College London Gower Street, London, WC1E 6BT 020 3108 4308

Kvalita publikační činnosti

Jádro práce publikováno na odpovídající jako články s vysokým impakt faktorem v mezinárodních časopisech a v přednáškách na mezinárodních sjezdech a lokálních sjezdech. Množství a kvalitu publikací je odpovídající.

II. Celkové hodnocení kandidáta

Téma práce je svým pojetím a významem vysoce aktuální v oboru aplikace UZ v medicíně.

Obsah práce jednoznačně dostatečně naplnil zvolený cíl.

Metody zpracovávající dané téma umožňují vhodné porovnání, zhodnocení a opakovatelnost výsledků.

K předvedené práci nemám připomínek. Dotazy – viz níže.

Celkové hodnocení dosažených výsledků:

Doktorandova disertační práce, výsledky v ní obsažené a případné další vědecké úspěchy uvedené v seznamu vědecké činnosti svědčí o tom, že je osobností s vědeckou erudicí a tvůrčími schopnostmi velice slibnou pro vědeckou aktivitu v tomto oboru.

III. Závěr

Aspirant prokázal precizní tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a jeho práce naprosto splnila požadavky k obhajobě kladené na disertační práci v daném oboru ve smyslu §47 VŠ zákona 111/98 Sb i s přihlédnutím na publikační činnost aspiranta.

Jsem upřímně přesvědčen, že disertační práce a doložené publikační i pracovní aktivity uchazeče splnily požadavky, které se běžně očekávají pro úspěšné disertační řízení v dané vědní oblasti v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v České republice. Proto doporučuji práci Ing. Petra Klepárníka k obhajobě disertační práce.

Otázky:

1. Jaká by byla možnost využití v robotizaci celého procesu.
2. Váš názor na využití AI ve světě simulací.

V Ostravě dne 14.10.2023

Podpis oponenta:

Doc. MUDr. Petr Krupa, CSc.
Ústav epidemiologie a ochrany
Lékařská fakulta, Ostravská universita
Syllabova 19
703 00 Ostrava - Vítkovice
ČESKÁ REPUBLIKA