



ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ПРОПЕДВТИКИ ОРТОПЕДИЧНОЇ СТОМАТОЛОГІЇ

*ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ, ПРИСВЯЧЕНА 70-Й РІЧНИЦІ З ДНЯ
НАРОДЖЕННЯ*

ДОКТОРА МЕДИЧНИХ НАУК, ПРОФЕСОРА МИХАЙЛА ДМИТРОВИЧА КОРОЛЯ

«НАРИСИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ НАУКИ ТА ПРАКТИКИ – 2023»

ФОТОГРАММЕТРІЯ ОБЛИЧЧЯ IN VIVO

Автори: проф., д. мед. н. Дмитро Король
асистент, PhD Катерина Тончева
студентка 3 курсу III групи Діана Белікова

Полтава 2023

АКТУАЛЬНІСТЬ

- Приваблива можливість швидкого отримання віртуальної копії частини людського тіла, зокрема – обличчя, в умовах звичайного клінічного прийому без застосування високовартісного діагностичного обладнання стає все більш реальною з впровадженням спеціальних програм для широкого кола дослідників. Слід зазначити, що камери сучасних смартфонів вже сьогодні здатні виконувати як функцію сканера окремо, так і містити відповідне завантажене програмне забезпечення. Сьогодні подібні фотограмметричні програми для сканування обличчя у великій кількості представлені як для платформи iOS, так і для Android, проте, лише деякі з них відповідають вимогам щодо якості кінцевого продукту та точності відтворення об'єкта, необхідних у медичній діагностиці. Врахування можливостей та об'єктивних технічних обмежень у користуванні змусили нас зупинити свій вибір на програмі TRNIO (Trnio Inc.)

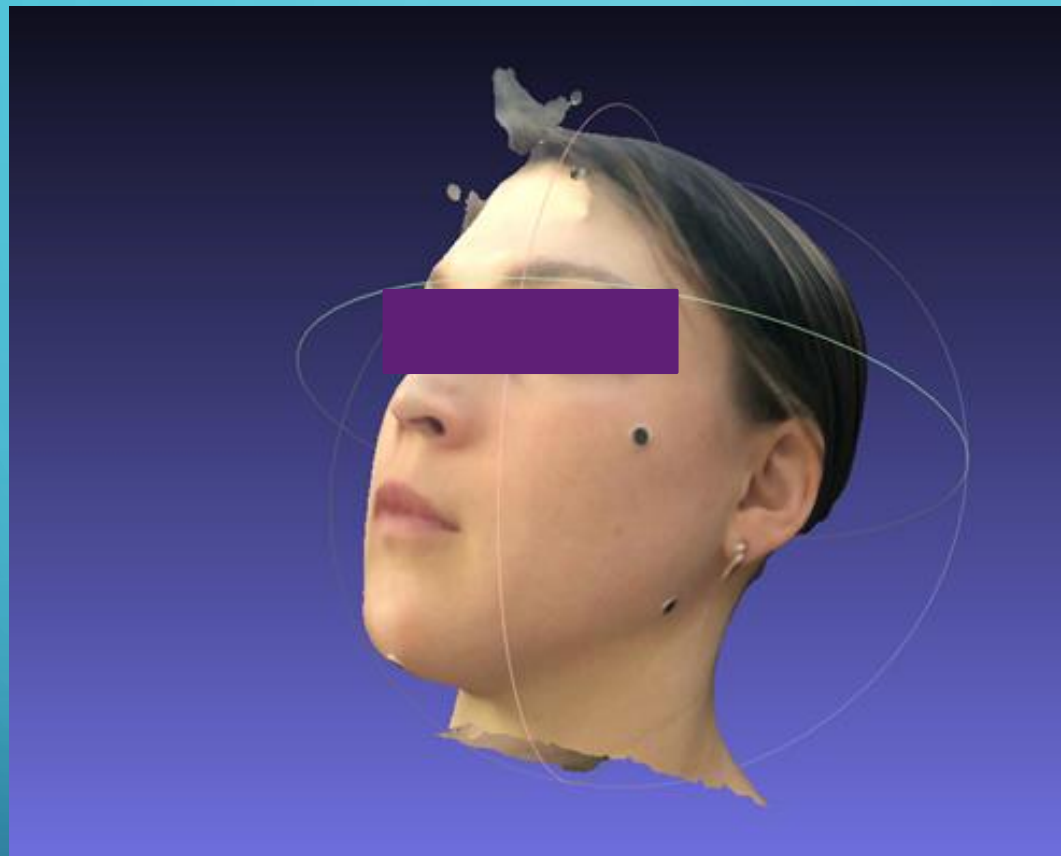
МЕТА

- Провести візуальну оцінку якості тривимірних моделей обличчя людини за результатами автоматизованої фотограмметрії, проведеної за допомогою камери смартфона та комерційного програмного забезпечення в експерименті in vivo.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

- Дослідження проводилося у фотостудії наукової лабораторії кафедри пропедевтики ортопедичної стоматології Полтавського державного медичного університету. Об'єктом для фотограметрії стало обличчя добровольця, який надав вільну та свідому письмову згоду на участь у дослідженні. Перед фотографуванням на обличчя кріпилися контрастні маркери у вигляді чорних кружків, діаметром 5 мм на білому тлі. Місця кріплення маркерів відповідали основним краніометричним орієнтирам, а саме:
- точка у найглибшій ділянці між лобом та носом (P1);
- найбільш задня та нижня точка кута нижньої щелепи справа (P2)
- найбільш задня та нижня точка кута нижньої щелепи зліва (P3);
- найнижча точка підборіддя (P4);
- найбільш виступаюча назовні точка вилиці справа (P5);
- найбільш виступаюча назовні точка вилиці зліва (P6).

- Фотографування проводилося за умови додаткового штучного освітлення двома фотосвітильниками із сумарною яскравістю у 8400 K на відстані 0,5 м від об'єкта.
- Фотограмметричний аналіз зображень проводили з використанням комерційної програми, що передбачала автоматичну обробку даних отриманням 3D моделі. Вказана програма поєднує дві технології сканування поверхні Object та ARKit. Технологія доповненої реальності ARKit здатна розпізнавати габарити навколишнього простору та враховувати умови освітлення, щоб максимально достовірно інтегрувати віртуальні об'єкти.
- Фотограмметричне сканування проводили за допомогою камери смартфона iPhone 8.0, зміщуючи останню навколо нерухомого об'єкта зйомки у діапазоні від його профіля з одного боку обличчя до профіля протилежного боку відповідно. Так само проводилося фотографування під кутом 45 та 130 градусів до обличчя. Отже, траєкторія переміщення камери нагадувала напівсферу з умовним центром на кінчику носа обстежуваного. Таким чином, за допомогою автоматизованої фотограмметрії було одержано 150 моделей обличчя, подальший аналіз якості яких проводився MeshLab (Visual Computing Lab, ISTI-CNR, Italy).

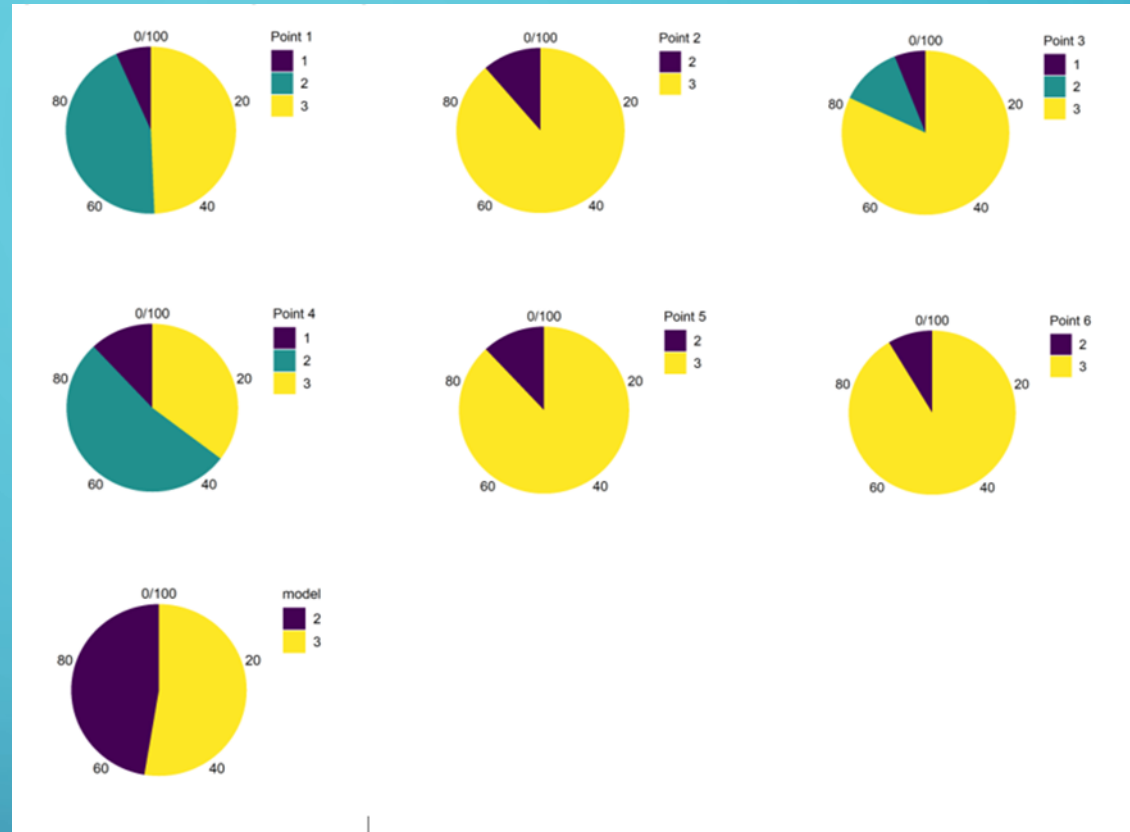


- Тривимірна віртуальна модель об'єкту у програмі MeshLab

- З метою об'єктивізації візуального оцінювання якості 3D моделей, нами було розроблено бальну шкалу щодо 6 вищезазначених маркерних точок та якості моделі загалом. Отже, повне, реалістичне та точне відтворення маркера у відповідній точці відповідає 3-м балам, незначне спотворення маркера, яке залишає можливість його використання у якості орієнтира, відповідає 2-м балам, спотворення маркера з унеможливленням його застосування відповідає 1 балу. Нарешті, повна відсутність маркера на поверхні отриманої віртуальної моделі відповідає 0 балів.
- Загальна характеристика якості поверхні 3D моделі (М) передбачала наступну градацію оцінок. Повне, точне та реалістичне відтворення всієї моделі – 3 бали, спотворення поверхні у вигляді різноманітних артефактів у ділянках, що не приймаються до уваги під час стоматологічного обстеження – 2 бали, наявність артефактів у принципово важливих для вивчення ділянок обличчя – 1 бал, відсутність частини поверхні обличчя – 0 балів.

- Статистичну обробку одержаних числових даних проводили у програмі JASP (Department of Psychological Methods University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands). Рівень статистичної достовірності отриманих за результатами дослідження числових даних становив 95%. Використовувалися описова статистика для визначення закономірностей розподілу значень у вибірці, а також непараметричний метод Shapiro-Wilk.

РЕЗУЛЬТАТИ



- Діаграми розподілу оцінок якості візуалізації шести маркерних точок та віртуальної моделі у цілому

- З'ясувалося, що максимальна якість візуалізації точки P1 спостерігалася у 74 випадках, що відповідає 49,3% від загальної кількості. Якість візуалізації цієї точки, що відповідає 2-м балам мала місце на 66 віртуальних моделях (44%), і у 10 спостереженнях цей показник виявився на рівні 1 балу (6,7%). Таким чином, рівень якості візуалізації цієї точки в середньому складає 2,43 бали. Аналіз якості візуалізації точки P2 продемонстрував наступний розподіл оцінок: 3 бали вказана точка отримала у 133 випадках, що відповідає 88,7% усіх спостережень, 2 бали отримано на 17 віртуальних моделях (11,3%). Отже, середній рівень візуальної якості цієї точки становив 2,89 бали. Вищезазначений показник точки P3 у 123 випадках (82%) оцінювався у 3 бали, у 18 випадках – у 2 бали (12%), і, відповідно, 1 у один бал було оцінено 9 точок (6%). У середньому даний показник точки P3 було оцінено у 2,76 бали. Маркерну точку P4 оцінили у 3 бали 53 рази (35,3%), у 2 бали – 79 разів (52,7%), та у 1 бал – 18 разів (12%) відповідно. Таким чином, вищевказаний показник цієї точки мав середнє значення 2,23 бали.
- При візуальному оцінюванні точки P5 виявилось, що максимальну візуальну якість мали 132 зразки, що складає 88% від загальної кількості спостережень і у 18 (12%) випадках точка оцінювалася у 2 бали, отже, у середньому якість її візуалізації становила 2,88 бали.

ОБГОВОРЕННЯ

- Серед переваг проведення фотограмметрії за допомогою смартфона, на яких наголошують дослідники у своїх публікаціях, визначаються неінвазивність, економічна доступність, простота виконання, швидкість отримання інформації. Проте, автоматизація процесу отримання тривимірної моделі, поза необхідністю проведення лікарем проміжних етапів роботи, таких як вирівнювання фотографій, отримання щільної хмари точок та створення атласу текстур, позбавляє лікаря можливості контролю за якістю та корекції кінцевого результату.
- Нажаль, діагностичні можливості фотограмметричних програм для смартфонів обмежені отриманням віртуальної 3D копії, передача якої у форматі obj. для подальшої редакції суттєво знижує якість моделі. Murtiyoso A. з групою дослідників виявили (2021 р.), що для полегшення та зменшення вартості процесу отримання 3D-моделі необхідне використання сучасних датчиків смартфонів із належним робочим процесом фотограмметрії при 3D-скануванні.
- Використання для дослідження єдиної реальної моделі обличчя дозволило уникнути фактору відмінностей різних об'єктів, що могло би суттєво вплинути на результати. Найбільш проблемною з точки зору якісної візуалізації є точка підборіддя (P4), що необхідно враховувати при налаштуванні освітлення та проведенні фотографування. У той же час контрольні точки, що розташовано на бічній поверхні обличчя у ділянках виличної кістки та кута нижньої щелепи отримали найвищий бал у більшості випадків, що можна розцінювати як наслідок кращих умов фотографування. У дослідженні Ankit K. Verma та Mary C. Bourke (2018 р.) звертається увага на те, що для розрахунку похибок було використано ряд контрольних точок, було оцінено вплив параметрів зображення та камери на точність. Результати даної роботи підтверджують ефективність методу в масштабі та показують, що обладнання для збору даних є достатньо надійним і портативним.

ВИСНОВКИ.

- Із загальної кількості зразків, 137 віртуальних моделей (91,3%) мали візуальну якість точки P6 на рівні 3 балів, і у 13 випадках (8,7%) цей показник було оцінено у 2 бали, що зумовило середнє значення у 2,91 бали. Нарешті, якість візуалізації поверхні віртуальної тривимірної моделі загалом у 79 (52,7%) випадках оцінювалася у 3 бали, у той же час 71 (47,3%) зразок мав рівень цього параметру, що відповідає 2 балам, а, отже якість візуалізації всієї поверхні тривимірної моделі отримала середню оцінку 2,53 бали.
- Виявилося, що у 16 віртуальних моделях якість візуалізації усіх 7 досліджуваних параметрів відповідала оцінці 3 бали, а, отже, 10,7% зразків мали абсолютний рівень візуальної відповідності оригінальному об'єкту фотограмметрії.
- Отже, застосування фотограмметричних програм для смартфона не забезпечує 100% точності отриманої віртуальної моделі та потребує чіткого дотримання правил виконання процедури сканування з урахуванням факторів освітлення та технічних характеристик камери.