

FRI-2G.302-1-CCT2-05

APPROACH FOR OPTIMIZING 3D CONTENT FOR VISUALIZATION IN WEB ENVIRONMENTS¹⁷

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD
Department of Telecommunications
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 0035982 888 663
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Eng. Georgi Georgiev, PhD Student
Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 353
E-mail: ggeorgiev@uni-ruse.bg

Assist. Prof. Diyana Kinaneva, PhD
Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 353
E-mail: dkyuchukova@uni-ruse.bg

Abstract: *The representation of objects, events and phenomena by means of 3D visualization is gaining more and more popularity. The mostly used distribution mediums for 3D content are web-based platforms, which are able to present 3D content in real-time using WebGL. Thanks to this fact, new forms of e-commerce using web-based virtual catalogs have emerged, and some organizations use this opportunity to successfully promote cultural and historical heritage by creating web-based virtual museums and exhibitions. This trend has increased the interest in 3D content that is created via 3D scanning methods based on the use of structured light. As a result of this process, textured 3D digital models of historical artifacts and objects are created. Unfortunately, these digital 3D models cannot be directly integrated for visualization in web-based environments, due to a number of limitations. In this paper, an approach is proposed for optimizing 3D content for visualization in web-based environments and platforms. This approach solves not only the problem of the limited bandwidth available for mobile users, but also the limited GPU power of mobile devices problem.*

Keywords: *3D content, 3D scanning, 3D visualization, 3D web environments;*

ВЪВЕДЕНИЕ

3D технологиите навлизат все повече в нашето ежедневие. Те се използват както за забавление, така и в професионален аспект. Съвременните технологии позволяват за изключително кратко време да се създават тримерни модели на реално съществуващи обекти (Astuti,2022). Тези обекти имат различна приложимост. Съвременната киноиндустрия до голяма степен разчита на тези технологии за създаване на анимации, драматични кадри и фотореалистични сцени, които силно впечатляват зрителите. Готови тримерни модели намират приложение и в производствената индустрия, където те могат да бъдат произведени с помощта на адитивни технологии. По този начин се създават прототипи, с помощта на които се усъвършенстват детайли преди масовото им производство.

Едно от най-атрактивните приложения на тримерни модели е в гейминг индустрията или интегрирането им в компютърна среда като виртуална и добавена реалност. Новото поколение Z, наричано още дигитално поколение, има предимството още от най-ранна детска възраст да трупа знания и умения с помощта на електронни устройства. Едно от големите

¹⁷ Докладът е представен на сесия на секция 3.2 на 28 октомври 2022 с оригинално заглавие: APPROACH FOR OPTIMIZING 3D CONTENT FOR VISUALIZATION IN WEB ENVIRONMENTS

предизвикателства е създаването на дигитално съдържание, което да бъде едновременно полезно и атрактивно.

За да станат този тип среди по-малко зависими от архитектурата на устройствата, често разработчиците използват WEB базирани платформи за съхранение и визуализация (Manferdini, 2010). За най-добро взаимодействие на потребителите оптимизацията на подобен тип приложения е от съществено значение (Fernández, 2017). Най-голям хардуерен ресурс в приложенията за добавена и виртуална реалност използва процеса по пространствено изчисление на тримерните модели в реално време. Затова е важно при създаването на модели те да бъдат оптимизирани преди да бъдат интегрирани в подобни среди. В статията се разглеждат методите за оптимизация на тримерни модели, които включват редуциране броя на полигоните.

МЕТОДИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ТРИМЕРНИ МОДЕЛИ

Компютърно моделиране

Дигиталното тримерно съдържание, което се използва в приложенията за виртуална и добавена реалност се създава чрез компютърно моделиране, 3D сканиране или фотограметрия. Компютърното моделиране е метод, при който 3D моделът се създава изцяло с помощта на компютър и софтуер. Съществуват различни подходи за моделиране, като един от най-често използваните е полигонално моделиране. При него моделирането започва от един полигон, върху който поетапно се прилагат инструменти, като промяна на геометрията, завъртане, мащабиране, разрязване и др., до получаване на желания тримерен обект. При този подход, разработчика има поглед върху броя на полигоните и оптимизацията на готовия модел може да не се окаже голямо предизвикателство. Друг тип подход за моделиране е дигиталното скулптиране. Този тип моделиране съчетава дигитално рисуване и скулптура (Oh, Y. J., 2014). Едно от предимствата на дигиталното скулптиране е възможността за създаване на внушителни модели по форма, дизайн и визуални качества. Акцентът на твореца пада върху визията, измества се фокуса от топологията. Все пак в един момент от време трябва да се обърне внимание на топологията, на броя на полигоните и да се потърси решение за тяхната оптимизация, защото крайният модел става прекалено тежък за рендиране и анимация и е почти невъзможно той да бъде използват приложения в реално време.

3D сканиране

Сканирането на обекти е друг подход за създаване на дигитално тримерно съдържание. При този подход се използва специализирана апаратура - 3D скенери. Съществуват различни по тип и технологии, но едни от най-приложимите са скенерите със структурирана светлина. Технологията, която използват този тип скенери се основава на пречупването на светлината. При сканирането устройството прожектира светлинна решетка, която се пречупва по релефа на обекта, който се сканира и така се извлича информация за геометрията му. При сканиране устройството записва информация под формата на барелефни кадри, които се обработват и „сглобяват“ за генериране на модел (Verykokou, 2023). Очевидно е, че колкото повече информация се събира в секунда, толкова по-наситен с полигони ще бъде готовият модел. Един от начините за получаване на оптимизиран модел е редуциране броя на кадрите които се регистрират. Но от друга страна така биха се загубили важни детайли от самият обект. Важно е обектът да бъде сканиран в детайлност, а след генериране на готовият модел да се търсят методи за оптимизация (редуциране на полигоните) с оглед запазване на детайлите в обекта.

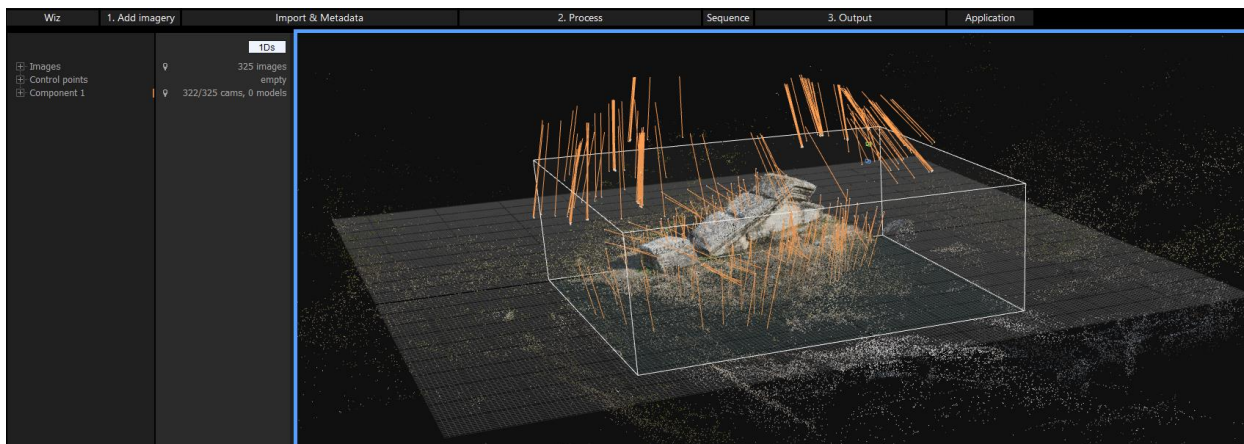
Фотограметрия

Третият начин за създаване на тримерно съдържание е фотограметрия. Това е подход, при който се създават фотореалистични модели на реално съществуващи предмети и обекти. Този подход изисква множество припокриващи се снимки на обекта, който се превръща в 3D компютърен модел. Фотограметрията използва принципа на триангулация, като открива проекциите на точка от повърхността на обекта в най-малко 2 снимки. Така се генерира облак от точки (от повърхността на обекта, който се дигитализира), който е необходим за

генерирането на полигоналния дигитален тример модел. При фотограметрията, нещата които влияят върху големината на готовия модел са няколко. Първо е броя на снимките. Колкото повече снимки има дадения обект, толкова по-голям ще бъде облакът от точки, а от там готовият модел, ще има по-голяма резолюция – повече полигони. За една успешна фотограметрия винаги е по-добре повече снимки, отколкото по-малко. Намалване броя на кадрите не винаги е решение за оптимизация на модела. Друг фактор, който влияе върху големината на готовия модел – качеството на снимките. Снимането с камера с висока резолюция, отново ще генерира по-голям облак от точки. Едно от най-големите предимства на фотограметрията е фотореалистичността, която се постига с текстурата, а тя зависи от качеството на кадрите. Фокуса на настоящата публикация е подходите за създаване на тримерни модели посредством принципите на фотограметрията и тяхната оптимизация за публикуване в уеб среди за визуализация.

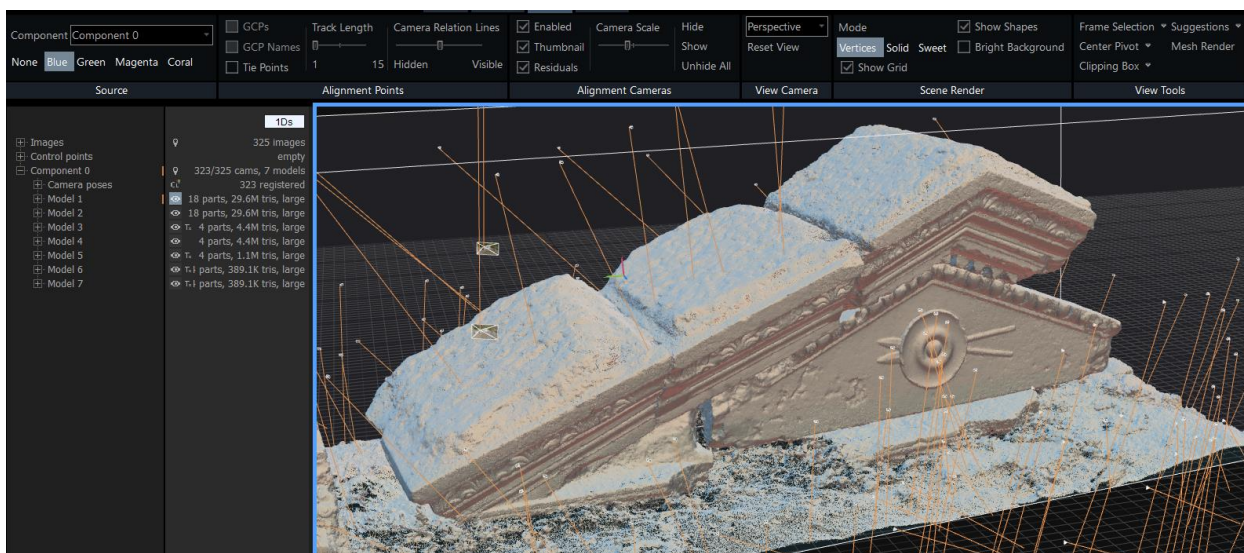
СЪЗДАВАНЕ НА ТРИМЕРНИ МОДЕЛИ ЧРЕЗ ФОТОГРАМЕТРИЯ

Процеса по създаване на тримерен модел с принципите на фотограметрията е индивидуален и зависи от типа на обекта, който се дигитализира, целта на крайния продукт и редица други фактори. Въпреки това, логично процеса може да бъде разделен на два етапа: заснемане на обекта и обработка на информацията. Първият етап е основен и определящ крайния резултат. В зависимост от типа на обекта (големина, материал на повърхнината, цвят и др.) трябва да се извърши правилно планиране и избор на техниката (тип на камерата, обектив, осветление, филтри, скорост на снимане и др.). За нуждите на публикацията се разглежда процеса по дигитализация на архитектурен елемент от археологически резерват "Никополис ад Иструм" (приблизителна големина на обекта ДШВ: 4м В х 1м х 1.40м). Снимките (325 бр.) са направени с безпилотен летателен апарат модел DJI Mavic 3 Cine, като същите са снимани в .dng формат за да се избегне загубата на данни от компресия. Първата стъпка от обработката на данните е да бъдат обединени в обща координатна система всички снимки, които са импортирани в работния проект.



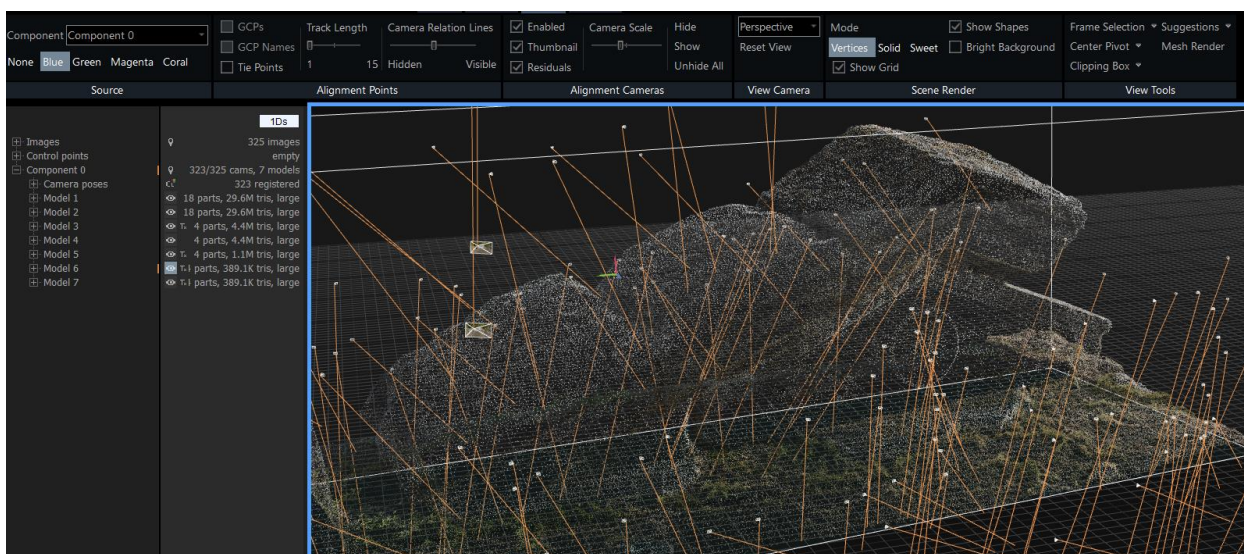
Фиг. 1 Първи етап от обработката на първичната информация

Ако са спазени всички основни принципи при заснемането на обекта, е необходимо да имаме над 95% валидност на снимките, които се използват в проекта. В разглеждания случай, са използвани 323/325 снимки, което е 99,38% валидност на общия брой снимки (виж фиг. 1). При заснемането на обекта в кадър са попаднали и елементи от обкръжаващата среда на архитектурния елемент. Един от начините да бъдат премахнати ненужните елементи, е чрез маскиране на отделните изображения, което е бавен и трудоемък процес, който в най-общия случай, се прави ръчно. Преди да се пристъпи към следващия етап те ще бъдат елиминирани посредством намаляване зоната на архитектурния елемент, което ще укаже на софтуера, коя е зоната на интерес и там ще се приложат алгоритмите за изчисление повърхнината на обекта, а останалите елементи, ще бъдат автоматично премахнати.



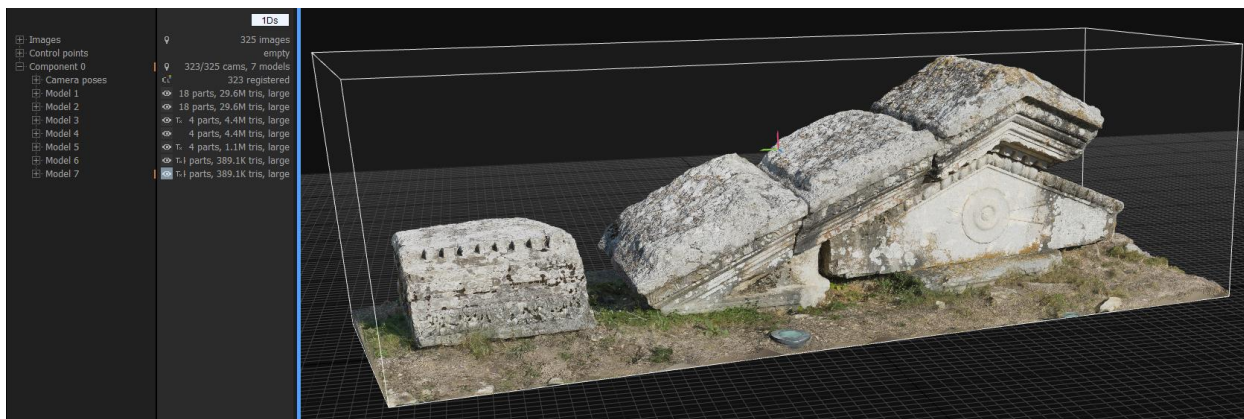
Фиг. 2 Втори етап от обработката на първичната информация

Вторият етап е самия процес по изчисление повърхнината на обекта, което е изградено от няколко последователни стъпки. Преди стартиране на вторият етап може да се направи настройка на параметрите, като се избира резолюция на крайния модел от ниска до свръх висока. В случая се работи със свръх висока резолюция (голямо насищане с полигони, в случая, резултата е: 15 милиона полигона, фиг.2), а в последствие, се изпълнява алгоритъм по премахване на ненужните полигони, чрез прилагане на адаптивни методи базирани на анализ на повърхнината на обекта, фиг.3.

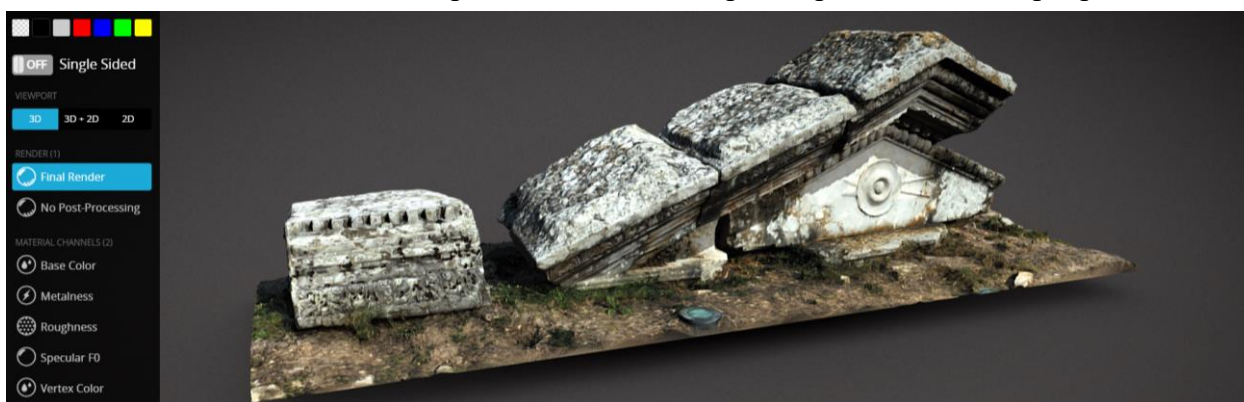


Фиг. 3 Етап по оптимизация на резултата от обработката на първичната информация

В резултат на оптимизацията на модела общия брой полигони е намален от 15 милиона полигона до 145 хиляди полигона. След прилагане на методите за оптимизация на модела, е ред на допълнителната обработка, която включва изчистване на нежелани обекти, запълване на дупки, изглаждане на повърхността, допълнителна оптимизация на топологията и други. След това следва стартирането на алгоритъма за извличане на информацията от двумерните изображения и генериране на цветовата обвивка на тримерния модел, фиг. 4. Така обработен моделът е готов за експортиране към други среди, а в случая в уеб базирана среда за визуализация на тримерни модели, фиг.5.



Фиг. 4 Финална обработка на модела преди процеса по експортиране



Фиг. 5 Публикуване на модела в уеб базирана среда за визуализация на 3Д модели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доклада отразява цялостния процес по създаване и оптимизация на 3Д модели, като се използват методите на фотограметрията. Акцентирано е на някои от важните моменти в предварителната фаза по заснемане на обектите и във фазата по обработка на първичната информация с цел публикуване на модела в уеб базирани платформи за визуализация.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикацията отразява резултати от работата по проект №2022-ФЕЕА-03 "Създаване на роботизирана автономна платформа за получаване и анализ на спектрални изображения на земната повърхност", финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет "Ангел Кънчев".

REFERENCES

- Astuti, I. A., & Subekti, A. (2022). Application lidar and point clouds for 3d modeling of museum object. *Jurnal Riset Informatika*, 4(4), 385-390.
- Fernández-Palacios, B. J., Morabito, D., & Remondino, F. (2017). Access to complex reality-based 3D models using virtual reality solutions. *Journal of cultural heritage*, 23, 40-48.
- Manferdini, A. M., & Remondino, F. (2010, February). Reality-Based 3D Modeling, Segmentation and Web-Based Visualization. In *EuroMed* (pp. 110-124).
- Oh, Y. J., & Kim, E. K. (2014). Efficient 3D Model Visualization System of Design Drawing Based on Mobile Augmented Reality. In *Advances in Computer Science and its Applications: CSA 2013* (pp. 805-810). Springer Berlin Heidelberg.
- Verykokou, S., & Ioannidis, C. (2023). An Overview on Image-Based and Scanner-Based 3D Modeling Technologies. *Sensors*, 23(2), 596.