

ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИ ЗА 3D СКАНИРАНЕ ЗА НУЖДИТЕ НА CGI - НОВИ ХОРИЗОНТИ

Петко Якимов

CGI TECHNOLOGIES AND METHODS FOR 3D SCANNING - NEW HORIZONS

Petko Yakimov

Резюме: трайното присъствие на фотометричната технология и в частност Lidar системите за 3D сканиране в технологичния инструментариум на CGI свидетелстват за потенциала и възможностите за развитие, които те притежават. Но тук ние ще се спрем върху едно друго качество на технологията. Възможностите, които те осигуряват за постигане на нови визуални форми, чрез интерпретиране на натурата на база основни белези, за директна работа и манипулация на суров point clouds масив. Причината – нестандартен визуален метод за интерпретиране на действителността, предлагащ изключително широк спектър на трансформации дори и в посока на алгоритъмното, структурно моделиране. В настоящата статия ние ще анализираме както инструментите, така и технологичните практики, известни ни като „технологични хибриди“.

Ключови думи: 3D сканиране, CGI, сравнителен анализ, point clouds, VFX.

Summary: The enduring presence of photometric technology and in particular Lidar 3D scanning systems in CGI's technological tools testify to the potential and development opportunities they possess. But here we will focus on another quality of technology. The opportunities they provide for achieving new visual forms by interpreting nature on the basis of basic features. for direct work and manipulation of raw point clouds massif. The reason - a non-standard visual method for interpreting reality offering an extremely wide range of transformations even in the direction of algorithmic structural modeling. In this article, we will analyze both the tools and the technological practices known to us as "technological hybrids".

Keywords: 3D scanning, CGI, comparative analysis, point clouds, VFX

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В наши дни технологиите за 3D сканиране са неотменна част от инструментариума на реверсия инженеринг. Но много бързо възможностите на 3D скенерите, са оценени по достойнство и към тях проявяват интерес и други групи потребители. Като например: кино и гейм индустрията, криминалистиката, промишления дизайн, медицината и свързаните с архитектурата и археологията - консервация и реставрация. Интересът към технологиите се провокира преди всичко от възможностите на безконтактните скенери. Като принцип на действие можем да ги класифицираме в две групи - активни и пасивни . По подробно ще се запознаем с техните възможности по-нататък. Докато в промишлената област нещата изглеждат ясни в областта на CGI, пред инженерите и специалистите възниква не липсват предизвикателства. Като например-как информацията от един сканиран обект да бъде интерпретирана по-успешно, основно чрез структурен анализ и интерполация, така, че да се постигне оптимизиран дубликат с чиста, ясна и олекотена структура. При условие да нямаме загуба на информация чрез корекция на грешки. И съответно, как да бъде опознат point clouds и трансформиран в приложния софтуер на CGI като particle system, с пълния набор от своите първични XYZRGB атрибути. Последните–RGB, са носители на информация за цветовете характеристики на обекта. Тоест, информират ни за локален

цвет, материалност и характер на обекта. Но и това не е достатъчно. Ние имаме нужда от възможност за допълнително присвояване на атрибути и прилагане на афектори, като: динамики, трансформери и теглови характеристики върху частиците. Разширяването на спектъра при атрибутите е необходимо за да можем в един конкретен момент, да трансформиране point clouds от твърда структура към флуидна маса.(фиг.7) Можем да селектираме някакво количество частици, към които да захванем генерирани обекти или да генерираме полигонална структура, възоснова на облака.(фиг.5) Например, по метода в Maya, чрез модификаторите: cluster deformer, или прокси обекти като локатори или помощни обекти, като аналог в други софтуери. Интересът към point clouds се засилва и с развитието на софтуерите за процедурно(алогитъмно)моделиране и по-специално техния флагман Houdini FX. Съвсем закономерно, този еталонен за CGI софтуер, със своята контетна структура на организация, се възползва от потенциала на point clouds и разгръща своите възможности за постигане на нови нестандартни визуални решения.

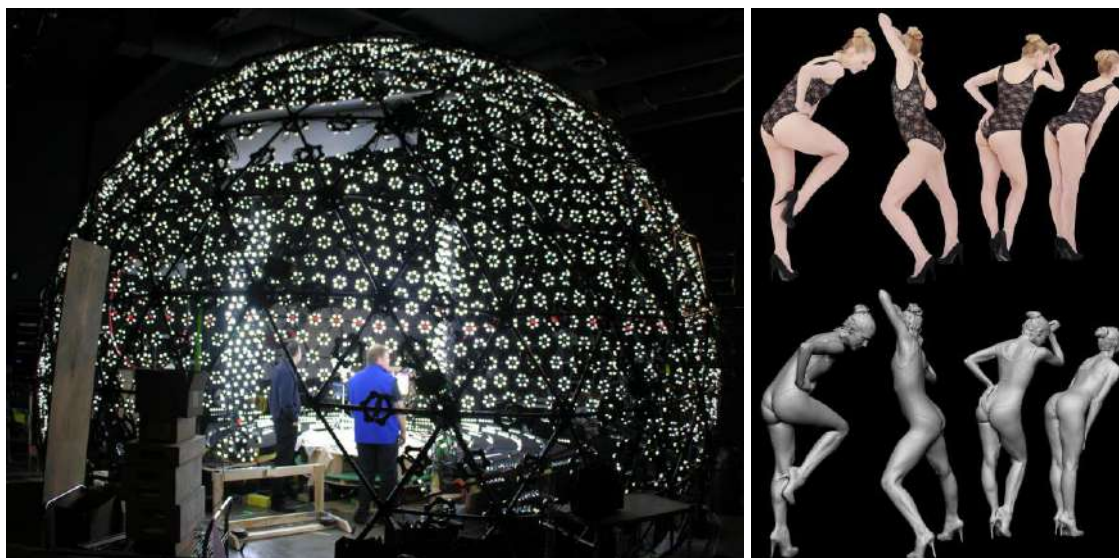
Особенно интересна е и една друга възможност на технологиите за 3D сканиране. Те могат да бъдат използвани като инструмент за улавяне на движение /motion capture/. Причината е, че ние можем да извлечем от обекта огромна информация не само за поведението му, но и за формата. Това е от съществено значение защото тя се изменя постоянно.

2. БЕЗКОНТАКТНИ СИСТЕМИ ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА POINT CLOUDS И POLYGON MESH

Фотометрични методи за сканиране.

На пръв поглед това е най-евтината технология за 3D сканиране, но тя има особена стойност за CGI, защото е безопасна и много ефективна, особено когато трябва да сканираме живи обекти, като хора например. Най-простите системи използват сродни на Kinect depth camera sensors. Ниската им цена и простотата им като начин на употреба ги правят превлекателни за експерименти с абстрактна насоченост. Ниската им работна резолюция е проблем, който ги поставя в графа - неподходящи, когато целта е постигане на средно или високо ниво на детайл. Пример за това е Brekel Kinect. Това е софтуерна платформа, чрез която можем да сканираме или използваме една или няколко depth camera sensors. Тя може да функционира като ниско резолюционен motion capture. За някои цели, именно ниската резолюция е особено подходяща и оправдана. Особено тези с експериментална насоченост. Пример за това е изграждането на абстрактни структури с помощта на процедурно трансформиране и формообразуване.(фиг.6) През 1999 г. Пол Дебевец за първи път използва системата за фотосканиране Light Stage. (фиг.1) Технологията използва един много важен елемент от физическите характеристики на светлината – подповърхностното разсейване SSS, известно ни като- sub surface scattering /подповърхностен транспорт на светлината -SSLT.⁷ Най-общо казано това е механизъм, познат ни от оптиката и има отношение към преноса на светлината, при който светлината, която прониква през повърхността на полупрозрачен обект, се разсейва чрез взаимодействие със структурата на материала и излиза от повърхността под различен ъгъл. Светлината която прониква през повърхността ще бъде отразена няколко пъти под неравномерни ъгли вътре в материала, преди да излезе обратно от него. Това ще стане под различен ъгъл, за разлика, ако беше отразена директно от повърхността както е при плътни твърди материали. Подповърхностното разсейване SSS е важно за реалистичното 3D сканиране на персонажа, поради прилагането на специална технология за постигане равномерно осветена повърхност, без сенки и високото ниво на детайл при модела.² Именно поради отчитането на SSS се използват поларизационни филтри за всеки светодиод, с цел да се фотографира обекта максимално равномерно осветен, като се погаси чрез филтрите подкожния паразитен SSS. Така се постига много по-високо ниво на детайл при заснемането на актьора. В последствие ние можем да добавим дигитално

осветление в дигитална среда, но базовият модел не ни е обременен с паразитни сенки и неконтролируема светлосенъчна пластичност. Високото ниво на детайл при модела и при текстурата, правят този метод еталонен за дигитализиране на актьори за нуждата на CGI. (Фиг.2) Въпреки развитието си, системата страда от ограниченията на пространството, а скоростта на заснемане не позволява употребата и като motion capture.



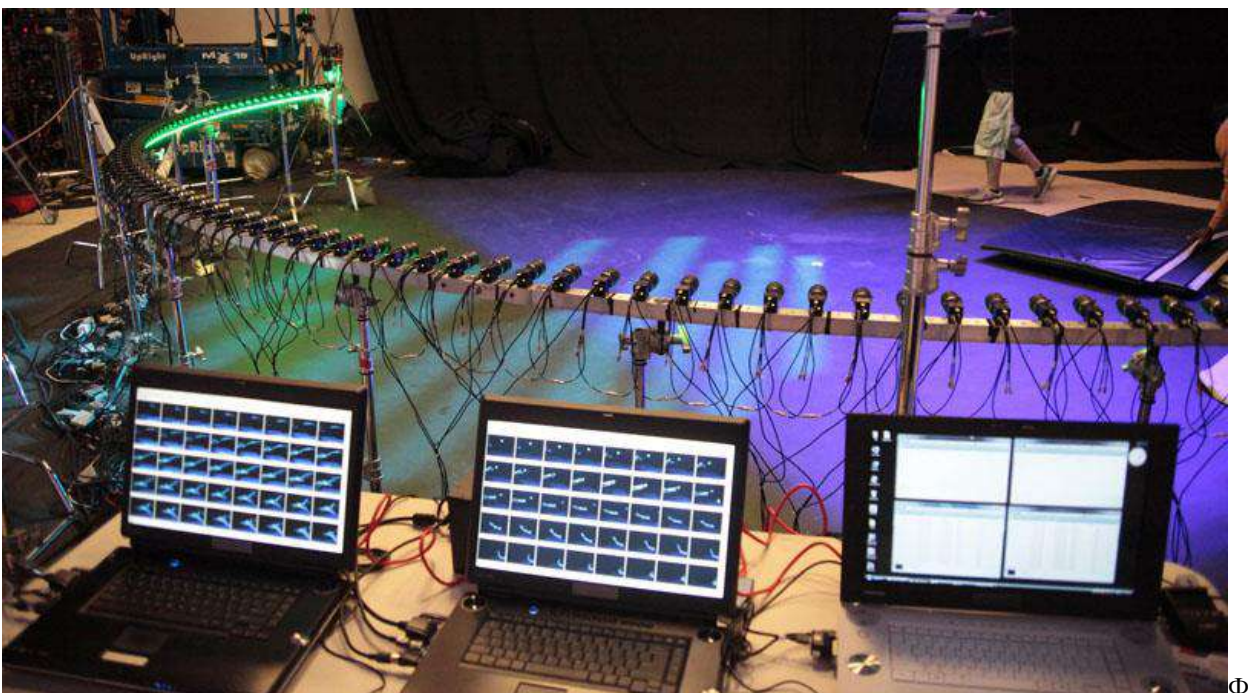
Фиг.1 Light Stage X scanning system for digital cloning

Фиг.2 Полигонален модел с текстура генериран чрез Light Stage X scanning system

Фотометрични методи за улавяне на движение.

За своите нужди Industrial Light and Magic-ILM, създават пост продукционен метод за улавяне на движение-mocap. При него се използва една единствена камера и това е главната камера. Тя осигурява достатъчно висока резолюция, за да може информацията от пасивните тракери да бъде прихваната от matchmoving софтуери от типа на FP Track, 3D Equalizer, SynthEyes и други. Прилага се сложен статистически подход за сегментиране на движещо се изображение на обект. Използването на 2D и 3D многоетапен анализ на ентропийните функции ни предоставя по-добър начин за намаляване на каналите за последователност за проследяване на движещи се обекти и фона, който се сепарира.³ Основното предимство на тази технология е нейната простота, цена и ефективност. Не се налага сложна многокамерна калибрация. Може да се работи с нея практически навсякъде. Нямаме нужда от закупуването на скъпо оборудване и ограничението от размерите на павилиона. С развитието на фотометрията, освен черно белите осовни маркери върху сивия костюм се отпечатва и триъгълна шарка. Тя осигурява допълнителна възможност за събиране на информация от локални области. Това има значение за процеса object replacement. Съществуват различни методи за прехвърляне на поведение, но винаги лицевата мимика е била предизвикателство. Човешкото лице притежава 44 хиляди мускула, които са разпределени в 14 групи. Комбинираното им действие, позволява създаването на около 10 хиляди различни гримаси. Лесно можем да прикрием грешки в походка или състояние на тялото, но не и когато нещо липсва - микромимиката. До навлизането на фотометрията и 3D сканирането, най-прецизното средство за постигане на тази цел беше технологията – дигитален грим. С развитието на фотометричните системи,

възможност за постигане на реализъм в микромимиката беше осигурена от повишаването на резолюцията при матриците. Този път пробивът дойде от геймърската област, чрез depth camera и технологията върху която беше разработен софтуера Faceshift. На практика, тя използва цялата налична информация която предоставя лицето на персонажа. Бемки, пъпки, пигментации и геометрична пластичност. Анализът използва различни алгоритми за проследяване и отчитане на разстояние на мултипикселно ниво. Така се появява и методът, за който можем да кажем, че в пълна сила е валидна максимата-„Всяко ново нещо е добре забравено старо!“, става причината за създаването на Universal Motion Capture от Digital Air.(фиг.3) Методът е базиран върху експеримента на фотографа Едуард Майбридж, който заснема всяка фаза на движението на кон с помощта на сто фотоапарата, подредени в права линия. Въпреки, че технологията използвана от Digital Air не се основава върху фотометричната реконструкция, той е интересен с логиката си, която ще повлияе върху появата на системата за 3D сканиране на персонажи - Light stage.(фиг.1)



Фиг.3 Universal motion capture на Digital Air

Лазерни системи за фотограметрична реконструкция – LIDAR.

Несъмнено, най-доброто решение за мащабно 3D сканиране на натурален терен или архитектурна среда, осигурява системата Lidar. Тя съчетава в себе си излъчвател на насочен сноп светлина и приемник, който улавя отражението на светлината и нейната дисперсия в прозрачна или полупрозрачна среда. В първите уреди са се използвали обикновени или импулсни лампи, чиито лъчи се пропускат през модулатори за създаване на светлинен импулс. С появата и развитието на лазерите се заменя и светлоизточника в системата. Най-разпространен е методът, при който се излъчват към обекта лазерни импулси и при приемането на отразените от повърхността му сигнали, се изчислява времето от излъчването на импулсите до завръщането им обратно до приемника, отразени от повърхността на обекта.⁴ Определя се не само от дистанцията, но и плътността на сканираните обекти. Информацията се записва във файл като облак от точки - point clouds. Огромният брой точки и свръх високата резолюция превръщат тази система в най-масовия и прецизен метод за теренни изследвания, използван за нуждите на CGI. Най-често Lidar скановите се ползват като референтции за създаване олекотени дубликати, с цел изграждане на обемна дорисовка върху натурата. Нуждата налага ръчното създаване на

оптимизиран дубликат, чрез метода – retopology, върху който се “прожектира” релефната полигонална структура, създадена от point clouds. Чрез опечатването и върху чисто полигонално копие се създава ретуширан и олекотен модел, който осигурява възможност за манипулация. За да се пренесе и детайлността от оригинала се създава карта на изпъкналостите /normal map/ и текстурна карта, съдържаща RGB компонентите на обекта.

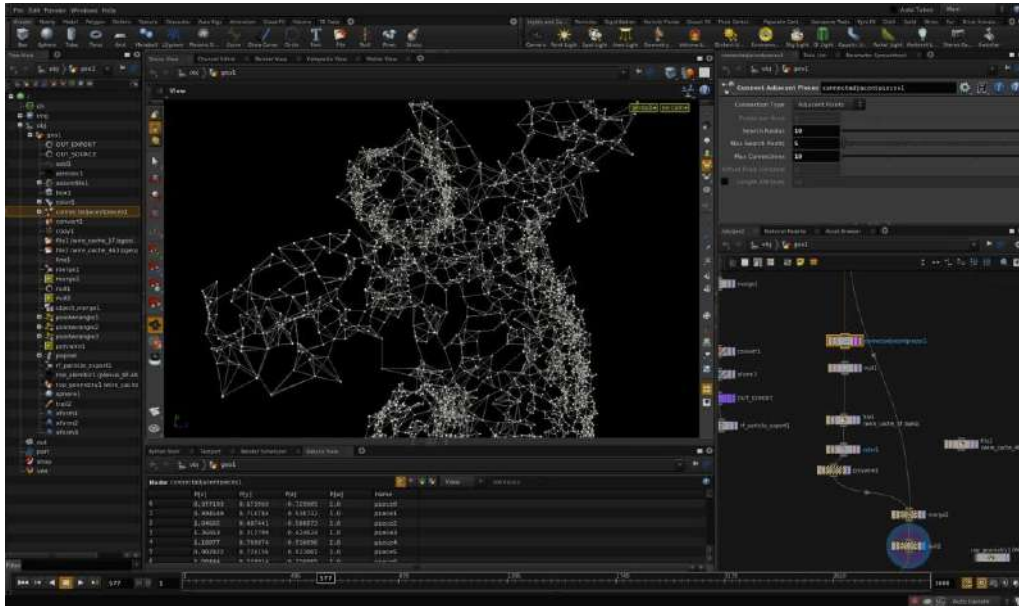
3. ТРАНСФОРМАЦИЯ И МАНИПУЛАЦИЯ НА POINT CLOUDS.

Рядко, но целенасочено се прибегва до използването на суровия първичен point clouds, като частици в контекста на particle system. В тази си роля структурата става IN THE EYES OF THE ANIMAL on Gear VR. (фиг.4) Или по конкретно, като че ли можем да виждаме през обектите.

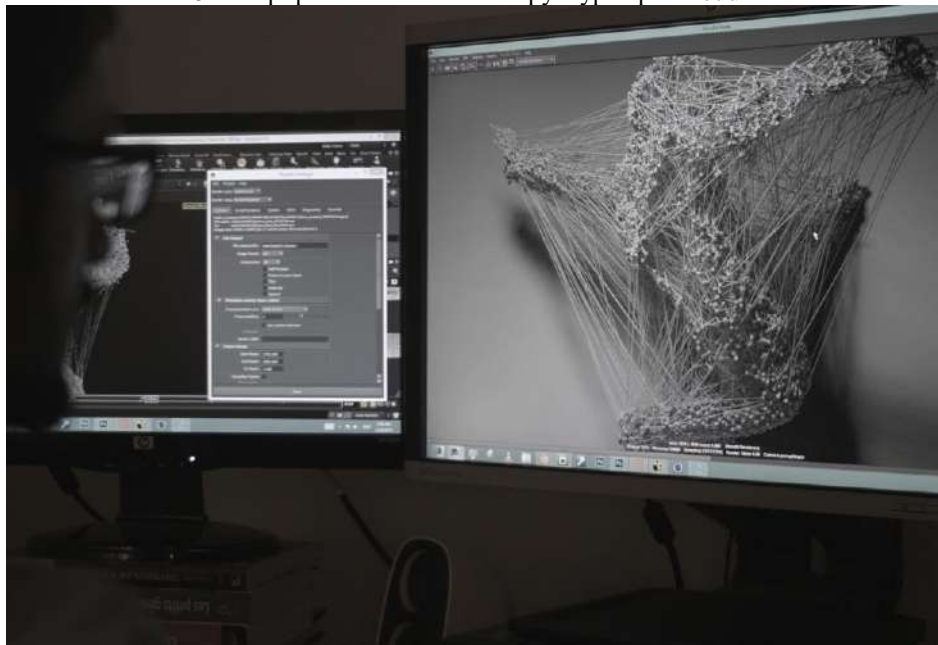


Фиг.4 Облак от частици, генериран чрез първичен фотоскан

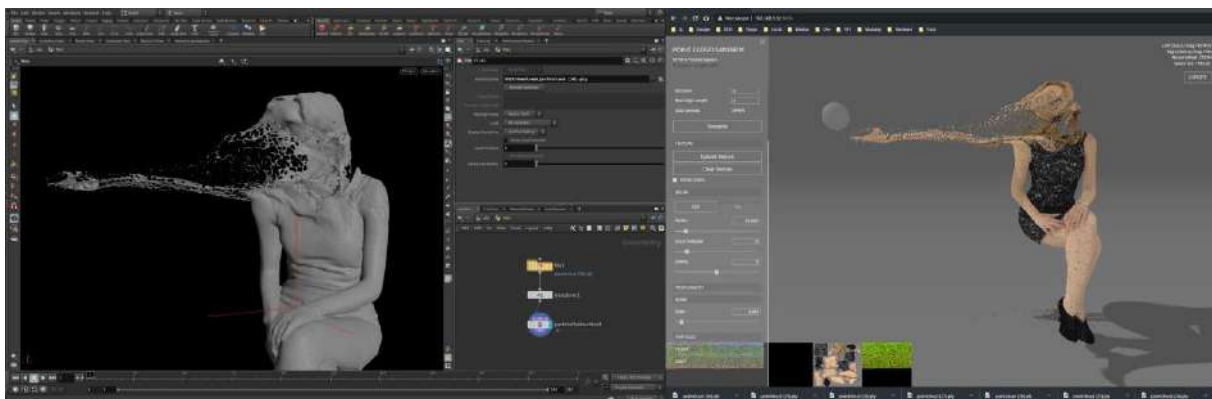
Макар и фрагментирани, обектите запазват своята основна форма. Върху структурата можем да прилагаме афектори, като: турболенция, вятър, колизия, дори вторична емисия или гравитация.⁵ Може би най-провокативното приложение на point clouds е в контекста си на scattering. Структура, която да послужи като база за изграждането на динамична структура, чрез алгоритми за процедурно моделиране и трансформация от форма А към форма Б. Тогава имаме пресечни точки на реализъм в поведението на персонажа и сюрреализъм във формообразуването. Докато потребителя се интересува от визуалния образ и какво се случва в кадъра, за хардуера и софтуера това са динамични база данни и процеси с плаваща запетая. В една сцена броя на частиците може да достигне до няколко билиона. Това е истинско предизвикателство за хардуера, защото системата рендерира всяка една частица в реално време. Когато прилагаме динамика, афектори или извършваме каква интерполация ние трябва да отчитаме факта, че надграждаме върху базовото число частици от скана. За постигане на дълбочина в кадъра размера на частиците се променя в зависимост от отстоянието си от виртуалната камера в софтуерната среда. Този процес се контролира от алгоритъм и създава илюзия чрез мащаба в абстрактното пространство.



Фиг.5 Генерирана полигонална структура чрез Houdini FX



Фиг.6 Кадър от експерименталния филм „А SPYX I A”.



Фиг.7 Разлагане на форма изградена от point clouds чрез афектор –твърдо тяло / дясно/ и трансформация на структурата чрез интерпретирането и във флуидна структура в Houdini FX/ляво/.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всеки един от гореописаните методи притежава ограничения и възможности, но нито един не притежава тотална универсалност в две направления като 3D скенер и motion capture. Фотометричният процес е бавен и зависим от работното пространство в камерата, а лазерните скенери не са препоръчителни за заснемане на хора.⁶ Обективно, всяка една система, било то активна или пасивна има своите плюсове и минуси. Но от съществено значение за избора са целите и задачите. В художествен план, колкото повече се развиват възможностите за хиперреалистичното пресъздаване на действителността, толкова по-притегателна е провокацията за търсене на нови изразни форми – разлагане, морфинг и трансформация на структурата. Условността на формата винаги е била по-провокативна от натурата. Защото в нея може да има заложена метафора или контрапункт. Това е същността на визуалните изкуства към които се причислява и киното. Винаги в основата на всеки един пробив стои една силна идея, около която се изгражда разказ, сюжет или визуален образ. Трансформацията на натурата може би е най-интересният компонент във визуалния разказ. Там е провокацията на въображението, защото съдържа в себе си елемента на изненадата и вица. Няма съмнение, че в основата на всеки технологичен пробив е инженерната мисъл. Тя е водещата защото осугирява възможностите и инструментарума за потребителите. Една комбинация между технологии в съприкосновение с идеи от които се раждат нови хибридни методи. Както винаги предизвикателството е преди всичко към инженерите и разработчиците, защото те в крайна сметка са двигателя на развитието и имат способността да виждат отвъд хоризонта, през абстрактния език на числата и законите на физиката. Една трудна творческа дейност за която трябва да си изследовател и мечтател.

ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ (REFERENCES):

1. *History of Film and Motion Arts* [online]. [viewed 02 June 2021]. Available from: <https://switcheswitches.wordpress.com/tag/imocap/>
2. *TED: Ideas worth spreading* [online]. [viewed 02 June 2021]. Available from: <https://www.ted.com/>
3. ILIEV, Panayot, Plamen TZVETKOV and George PETROV. Motion Detection Using 3D Image Histograms Sequences Analysis. In: *IEEE Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, 5-7 Sept. 2005, Sofia, Bulgaria*. IEEE, 2007, pp. 596-601. ISBN 0-7803-9445-3.
4. КАМБУРОВ, Аспарух. Технологията LiDAR и нейното приложение за наземно 3D лазерно сканиране. *Геомедия* [онлайн]. [прегледан 02 юни 2021]. Достъпен на: <http://geomedia.bg/geodezia/item/3293-Kamburov,Asparuh.„TehnologiyataLiDARineynotoprilozheniezanazemno3Dlazeranoskanirane“> – Publikovana na 18.03. 2010, prochetena na 24.09.2020g.URL:- <http://geomedia.bg/geodezia/item/3293>
5. *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*. Jeffrey A. OKUN, Susan ZWERMAN, eds. 1rd Edition. Focal Press, 2010. ISBN 978-0240812427.
6. McMANAMON, Paul. *LiDAR technologies and system*. Washington: SPIE Press, 2019. ISBN 978-151-0625-39-6.
7. DINUR, Eran. *The Filmmaker's Guide to Visual Effects: The Art and Techniques of VFX for Directors, Producers, Editors and Cinematographers*. New York, Routledge, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 978-1-138-70143-4.

Информация за автора:

д-р Петко Якимов, НБУ, УПИЗ РТЦ, Телевизионно студио, pyakimov@nbu.bg

Contacts:

Petko Yakimov, PhD, NBU, UPIZ RTC TV studio, pyakimov@nbu.bg

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript): 01.09.2020

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication): 27.09.2020