



УДК 621.314

**FEATURES OF CREATING VISUAL EFFECTS FOR DIGITAL CINEMA  
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО КІНО****Faraon I.V. / Фараон І.В.***student / студент*

ORCID: 0000-0002-3807-7842

**Filipova N.Y. / Філіпова Н.Ю.***PhD / к.т.н.*

ORCID: 0000-0002-9723-8562

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",**Kyiv, 37 Peremohy Avenue, 03056**Національний технічний університет України**"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",**Київ, пр-т Перемоги, 37, 03056*

**Анотація.** В статті розглянуто технології створення візуальних ефектів та програмні середовища, в яких їх можна створювати. Проаналізовано технологію морфінгу, яка застосовується для створення анімаційних роликів, реклами, ігрового кіно що дозволяє створювати плавну трансформацію одного об'єкта в інший. Представлено створений візуальний ефект трансформації людини в стрибку в морського жителя за допомогою середовища програмування Houdini, яке використовує метод системи частинок.

**Ключові слова:** морфінг; візуальні ефекти; цифрове кіно; спецефекти; зображення; анімація; обробка зображень;

**Вступ**

За останні роки сфера кіноіндустрії розширюється та прагне все більше дивувати глядачів. Візуальні ефекти – це один з сильніших інструментів, який використовують для комбінування та створення дій або сцен, які занадто дорогі, небезпечні або навіть подібне нереально зняти наживо [1].

Технологи з візуальних ефектів об'єднують кадри з натуральним рухом і цифрові 3D-компоненти для створення вражаючих інтерактивних матеріалів, здатних розважити і переконати глядачів. Звертаючи увагу на те, що спецефекти та візуальні ефекти – це різні поняття. Такі як легкий туман, сніг, дощ, дим відносяться до спецефектів, тому що їх можна створити на знімальному майданчику, в той час, як візуальні ефекти – це ефекти, які повністю прораховує комп'ютер, наприклад, вибухи, полум'я тощо. Все це можливо створити у таких програмних середовищах, як: Maya, 3DsMax, Houdini, Cinema 4D, Blender, ZBrush, Substance Designer, Substance Painter, After Effects, Nuke, DaVinci Resolve, Adobe Premier. Розглянемо основне застосування кожного середовища [2]:

Maya – основне програмне забезпечення, що використовується в індустрії VFX та має потужні інструменти для анімації;

3dsMax – використовується в області архітектури, кіно, дизайну або інженерного простору;

Houdini – професійний програмний пакет для роботи з тривимірною графікою, який є середовищем візуального програмування;

Cinema 4D – підходить для створення анімації титрів, звичайної анімації, абстрактної 3D-анімації та чистих рендерів;



ZBrush – програмне забезпечення, яке дозволяє моделювати, ліпити, оптимізувати і експортувати моделі для подальшого виробництва відеоефектів;

Substance Designer і Substance Painter - SD дозволяє створювати процедурний матеріал, а потім експортувати його у вигляді набору текстур, а SP дозволяє малювати ці матеріали на створених моделях;

After Effects – найбільш часто використовуване програмне забезпечення, пов'язане з VFX;

Nuke – це галузевий стандарт композитингу;

DaVinci Resolve – відеоредактор створений для кольорової корекції, монтажу, а також обробки відео та звуку;

Adobe Premier – програма нелінійного відеомонтажу;

Кожна з цих програм передбачає використання певних технологій створення візуальних спецефектів для цифрового кіно, таких як: композитинг, клинап, маски, моушкпечер, хромакей, люмокей, кеинг, ретаймінг, трекинг, морфінг [3].

Метою даної статті є дослідження особливостей візуальних ефектів для цифрового кіно, а саме технології морфінгу, та створення візуального ефекту за допомогою середовища програмування Houdini.

Джерело:

[1] “Візуальні ефекти — Вікіпедія.”

[https://uk.wikipedia.org/wiki/Візуальні\\_ефекти](https://uk.wikipedia.org/wiki/Візуальні_ефекти) (accessed Apr. 04, 2020).

[2] “12 лучших 3D и композинг программ: Maya, 3DsMax, Cinema 4D...”

<https://videofographica.com/best-3d-software/> (accessed Apr. 04, 2020).

[3] “МОЛОДЕЖНАЯ ШКОЛА - СЕМИНАР ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ В ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ.”

### Морфінг

Морфінг – це технологія в комп'ютерній анімації, візуальний ефект, який створює враження плавної трансформації одного об'єкта в інший. Він використовується в ігровому і телевізійному кіно, в телевізійній рекламі, комп'ютерних іграх та в тривимірній і двовимірній (як растровій, так і векторній) графіці [4].

Морфінг може бути виконаний з одного або двох зображень [5]. Перший випадок перетворене зображення є спотвореною копією вихідного зображення (рисунок 1).



Рисунок 1 – Морфінг на основі одного зображення



Але практика показує, що частіше використовують другий варіант, під час якого морфінг використовується для створення ілюзії поступового переходу одного зображення в інше.

Для того, щоб створити таке перетворення, треба визначитися з областю, яка підлягає перетворенню на першому зображенні та кінцевому, таких областей може бути багато. Зазвичай, для морфінгу в якості вихідного та кінцевого матеріалу використовують нерухомі зображення, але загалом ще використовують і послідовність кадрів, що в результаті представляють собою рухомі зображення. В результаті такого морфінгу, наприклад є можливість подати кулю для боулінгу, яка котиться, плавно у комету, яка падає на землю [6].

Розглянемо ще один приклад, морфінг нерухомих зображень перетворення однієї особи до іншої. У цьому випадку форма першої особи, а саме області зображення, що представляють собою овал обличчя, кордони зачіски, очі, вуха, ніс, рот тощо, повинні бути змінені так, щоб вони були узгоджені з відповідними областями в зображенні другої особи (рисунок 2)



**Рисунок 2 – Ефект морфінгу, зображення посередині проміжна версія**

Це узгодження відповідних областей досягається завдяки їх оконтурюванню за допомогою так званих польових ліній (field lines). Від цих ліній не потрібно, щоб вони були б з'єднані між собою, більш того, часто потрібно якраз протилежне для того, щоб окремі частини зображення перетворювалися незалежно.

Розглянемо найпростіший випадок, коли при морфінгу використовується всього одна польова лінія. Уявімо собі, що ця лінія проведена через центр вихідного зображення горизонтально. На зображенні, в яке перетворюється вихідне зображення, ця лінія програмою морфінгу буде також поміщена горизонтально. Тепер візьмемо і повернемо на кінцевому зображенні цю лінію вертикально. При виконанні програми поворот польовий лінії призведе до повороту на  $90^\circ$  всього зображення. Змінюючи довжину польової лінії на кінцевому зображенні по відношенню до довжини лінії вихідного зображення, можна його стискати або розтягувати. Зазвичай при морфінгу використовується не одна, а безліч польових ліній.

Припустимо, поставлена задача перетворити за допомогою морфінгу звичайне овальне обличчя в обличчя квадратної форми, як це використовується в деяких рекламах. Для цього слід на оригінальному документі оконтурити овал



обличчя, а на кінцевому зображенні польові лінії розташувати так, щоб вони утворили квадрат, інше виконає програма. Таким чином, польові лінії є тим інструментом, за допомогою якого є можливість змінювати розміри і форму окремих областей і навіть всього зображення в цілому.

При роботі програма морфінгу автоматично створює ряд проміжних зображень, завдяки чому при демонстрації з'являється послідовність кадрів та створюється ілюзія плавного перетворення вихідного зображення в кінцеве [7].

Існує ряд додаткових факторів, які необхідно враховувати при створенні морфу, цей процес потребує ретельної уваги до таймінгу і деталей. Далеко не всі елементи матимуть очевидні точки відповідності і більшість морфів потребують додаткового композитингу або ретуші для отримання ідеального результату. Слід також ще раз відзначити, що процес деформації викликає ряд різних артефактів [8].

Джерело:

[4] B. J. F. Wong, K. Karimi, Z. Devcic, C. E. McLaren, and W. P. Chen, "Evolving attractive faces using morphing technology and a genetic algorithm: A new approach to determining ideal facial aesthetics," *Laryngoscope*, vol. 118, no. 6, pp. 962–974, Jun. 2008, doi: 10.1097/MLG.0b013e31816bf545.

[5] R. S. S. Kramer, M. O. Mireku, T. R. Flack, and K. L. Ritchie, "Face morphing attacks: Investigating detection with humans and computers," *Cogn. Res. Princ. Implic.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–15, Dec. 2019, doi: 10.1186/s41235-019-0181-4.

[6] "Morphing dictionary definition | morphing defined." <https://www.yourdictionary.com/morphing> (accessed Apr. 04, 2020).

[7] "Цифровая обработка 2D и 3D изображений - Google Play." <https://play.google.com/books/reader?id=ssYLMX5gLpkC&hl=ru&pg=GBS.PA5> (accessed Apr. 04, 2020).

[8] "175453." <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://feltran.kpi.ua/article/viewFile/163663/175453> (accessed Apr. 04, 2020).

### Створення візуального ефекту за допомогою морфінгу

Приведемо морфінг частинок на практиці, за допомогою середовища візуального програмування Houdini [9]. На рисунках 9 - 15 показано як людина в стрибку трансформується в морського жителя. Поставлені завдання потребують різного методологічного підходу, а тому час на їх вирішення може бути різноманітним.

Для початку створюємо новий файл у програмі для нашого ефекту. Далі додаємо потрібні ноди, за допомогою яких візуально програмуємо. Вибираємо об'єкт з яким будемо працювати і до нього застосовуємо різні параметри, такі як, розбиття об'єкт на багато точок, та надати їм траєкторію руху.



Рисунок 3 – Первісний вигляд обраного об'єкта



Використовуючи ноду scatter (рисунок 4) присвоюємо двом геометріям однакову кількість точок.

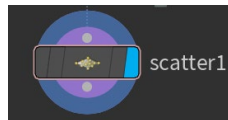


Рисунок 4 – Нода scatter

В даному випадку взято 1000000 точок, щоб при переміщенні з однієї геометрії в іншу кожна точка мала своє місце. Переміщення точки з одного об'єкта у другий, забезпечує нода blend shapes (рисунок 5).

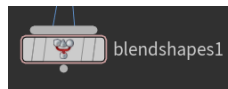


Рисунок 5 – Нода blend shapes

Додаємо ноду attribute VOP (рисунок 6), натиснувши на яку двічі, потрапляємо у внутрішні її налаштування (рисунок 7), таким чином програмуємо та створюємо перехід для ефекту [10].



Рисунок 6 – Нода attribute VOP

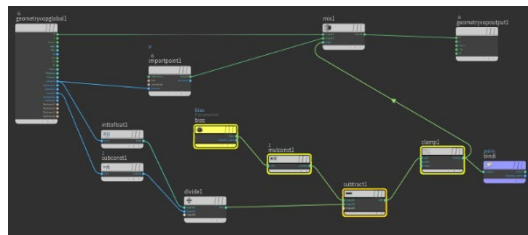


Рисунок 7 – Внутрішні налаштування ноди attribute VOP

В результаті таких маніпуляцій і послідовній роботі в програмному пакеті Houdini, вибудовуємо по сходинках схему, яка схожа на "павутину" (рисунок 8). В результаті отримуємо базовий морфінг, в який додано динаміку і отримуємо анімацію.

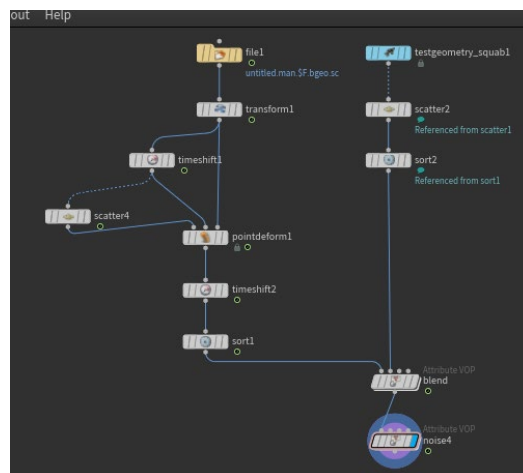
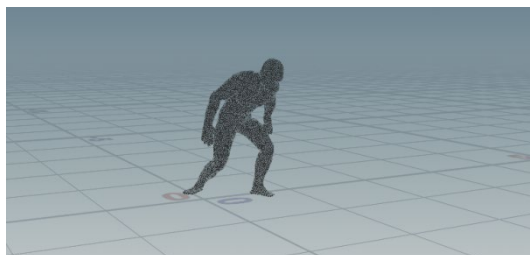


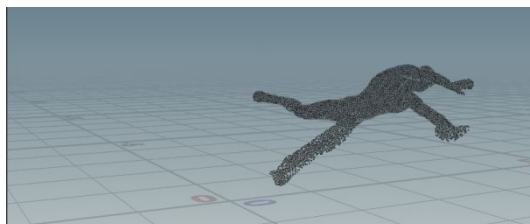
Рисунок 8 – Усі використані ноди в «паутині»



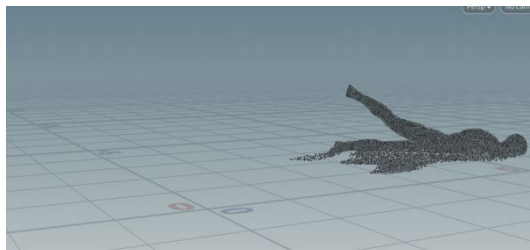
В даній статті показано один із способів морфінгу, результат якого можна побачити на рисунках 9-15. Однак його можна візуалізувати різними способами.



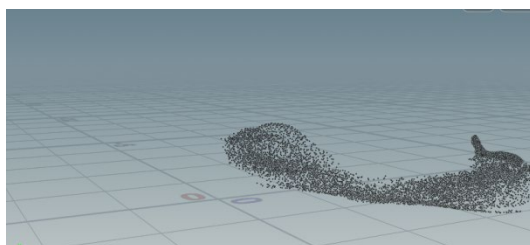
**Рисунок 9 – 14 кадр анімації**



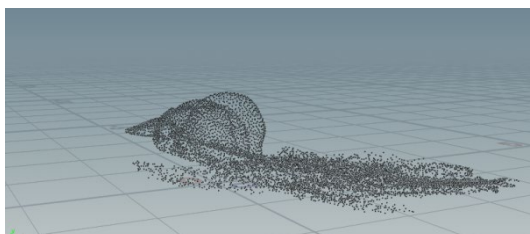
**Рисунок 10 – 26 кадр анімації**



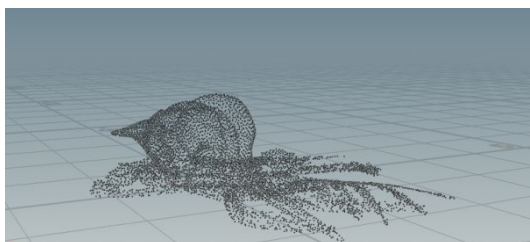
**Рисунок 11 – 36 кадр анімації**



**Рисунок 12 – 56 кадр анімації**



**Рисунок 13 – 75 кадр анімації**



**Рисунок 14 – 85 кадр анімації**

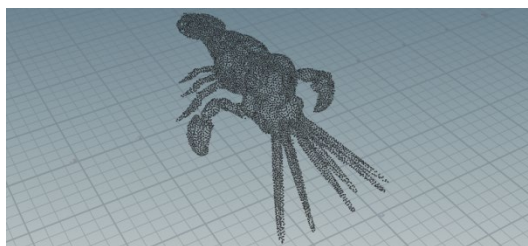


Рисунок 15 – 235 останній кадр анімації

Джерело:

[9] “(No Title).”

[https://www.sidefx.com/media/uploads/tutorial/foundations\\_gdc2018/houdini\\_foundations.pdf](https://www.sidefx.com/media/uploads/tutorial/foundations_gdc2018/houdini_foundations.pdf) (accessed Apr. 04, 2020).

[10] “Vellum Cloth: Tips & Tricks | SideFX.”

<https://www.sidefx.com/tutorials/vellum-cloth-tips-tricks/?collection=64> (accessed Apr. 04, 2020).

### Висновки

В результаті дослідження показано, що для створення анімаційних роликів, реклами, ігрового кіно є комп'ютерні технології, які дозволяють створювати плавну трансформацію одного об'єкта в інший.

Проаналізовано, сучасні програмні середовища та їх застосування для кіноіндустрії, архітектури, роботи з тривимірною графікою, анімації титрів, абстрактної 3Д-анімації, моделювання, створювання моделі, кольорової корекції, монтажу та обробки відео та звуку.

Використовуючи технологію морфінгу створено візуальний ефект за допомогою середовища програмування Houdini, який використовує метод системи частинок.

**Abstract.** *The article deals with visual effects technologies and software environments in which they can be implemented. The modern use of computer 3D graphics to create realistic special effects is no different (or difficult to distinguish) from real video. Special effects leave a vivid impression, thanks to the use of special technological methods of visualization. They are used to render scenes that cannot be shot in the usual way or when natural scene shooting is too expensive compared to special effects. Today, there is a large amount of software that involves the use of certain technologies for creating visual special effects for digital cinema, such as compositing, wedge, masks, moushnepcher, chromakey, lumokey, keing, retaming, tracking, morphing. Three-dimensional morphing was performed using more or less the same technique. Instead of dealing with pixels in two-dimensional image, people who did so used pixels in three-dimensional structure. The algorithms, however, remain the same; the identified functions are now points, edges, cubes, and other three-dimensional structures.*

*This article analyzes the morphing technology that is used to create animated commercials, commercials, motion pictures, and allow for the smooth transformation of one object into another. It is used to create from two objects a series of intermediate objects that are constantly changing to make a smooth transition from source to target. Morphing is done in two dimensions, changing the pixels of one image to create another image, or in three dimensions, changing the values of three-dimensional pixels. We introduce here a new type of morphing that transforms the geometry of three-dimensional models, creating intermediate objects that are all clearly defined three-dimensional objects that can be translated, rotated, scaled, and zoomed in.*

*Morphing can be performed from one or two images. The first case is a converted image is a distorted copy of the original image. But practice has shown that they often use the second option, in which morphing is used to create the illusion of a gradual transition of one image to another. The best way to perform two-dimensional morphing is to identify the line segments in the original*



*image with the linear segments in the target image, so that the pixel values are actually moved around the image for better function. For example, to map faces to other faces, it is important that certain features, such as eyes, nose, and mouth, be defined so that the intermediate images actually look natural. The mouth of the original image will move to the desired location in the target image.*

*The created visual effect of human transformation into a jump in a sea dweller using the Houdini programming environment, which uses the particle system method, is presented. Adding the necessary nodes in this software and programming them we get a scheme of realized special effect.*

**Keywords:** *morphing; visual effects; digital cinema; special effects; image; animation; processing of the image;*

Статья отправлена: .0.2021 р.

© Фараон I.B.