

Корисна модель належить до способів створення тривимірних анімаційних фільмів, шляхом перепризначення наборів даних, асоційованих із множиною положень лицьових м'язів, отриманих з пристроїв тривимірного сканування на тривимірні анімаційні зображення у короткий строк з використанням комп'ютерних систем і технологій створення і обробки 2D- і 3D-зображень з використанням технологій комп'ютерної графіки (computer-generated imagery), що характеризується оптимізацією етапів процесу створення анімаційного фільму, а також використанням спеціального програмного забезпечення. Корисна модель може бути використана при створенні тривимірної анімації (3D анімації).

Створення тривимірних анімаційних фільмів потребує великої кількості ресурсів часу та є дуже вимогливим до комп'ютерних ресурсів. Необхідні дуже великі обчислювальні ресурси та операції, зокрема при моделюванні та відображенні тривимірних об'єктів, зокрема під час проектування та подальшого моделювання конкретної поведінки об'єкта. Як правило, об'єкт створюється у відповідній графічній програмі, а поведінка об'єкта потім моделюється щодо певних властивостей параметрів. Моделювання та обчислення іноді можуть тривати годинами або навіть днями через велику кількість обчислювальних операцій. Об'єкт, який був розрахований таким чином, потім може бути візуалізовано в графічній програмі, але будь-яка зміна виду або параметрів призводить до необхідності перерахунку моделювання об'єкта в графічній програмі.

Відновлення вихідної тривимірної сцени за результатами попередньої зйомки в двовимірній проекції за допомогою пристроїв аудіо-відеозапису є важливою і актуальною темою. Основними завданнями, на які направлені винаходи цієї тематики є підвищення надійності та достовірності відновлення вихідної тривимірної сцени, підвищення швидкості візуалізації тривимірної сцени, забезпечення компактності зберігання інформації про зображення, а також економія коштів, необхідних для реалізації таких винаходів.

З рівня техніки (Патент РФ № RU 2267161 C2, 27.05.2005) відомий спосіб кодування даних тривимірних об'єктів, результатом якого є забезпечення більш високого ступеня стиснення інформації щодо тривимірних зображень, що дозволяє економити місце на засобах зберігання даних і при цьому підвищувати якість візуалізації. Недоліком цього способу є невисока швидкість візуалізації та необхідність мати дуже великі обчислювальні ресурси.

Відомий інший спосіб представлення і візуалізації тривимірного об'єкта (Патент РФ № RU 2216781 C2, 27.05.2003), за яким спочатку модель тривимірного об'єкта перетворюють в проміжне представлення, яке формують у вигляді набору з шести пар карт, що складаються з напівтонового і кольорового зображень, або у вигляді багат шарового зображення з глибиною. Потім формують представлення для візуалізації у вигляді багат шарового зображення із глибиною для кожної грані описуючого куба. Після чого проводиться генерація текстур, необхідних для візуалізації раніше відомими засобами. При цьому спочатку визначають видимі грані описує куба з урахуванням поточного положення спостерігача, потім для кожної грані генерується зображення, яке на четвертому етапі накладається на грань як текстура. Недоліком даного способу є високі вимоги до ресурсної бази.

Крім того, відомо спосіб представлення вихідної тривимірної сцени за результатами зйомки зображень у двовимірній проекції (Заявка № WO 2011099896 A1; 18.08.2011), за яким створюють особливий режим зйомки фотографій для використання їх в тривимірних системах відображення інформації, наприклад в шоломах віртуальної реальності, тривимірних дисплеях, з урахуванням такого явища оптичних систем фіксації зображень як глибина чітко зображуваного простору (ГЧЗП). При цьому отримане зображення легко можна буде перетворити на тривимірну сцену, можливо, з обмеженим кутом огляду даної сцени користувачем (тобто з обмеженим зміщенням віртуальної камери). Недоліком цього способу є необхідність використання спеціального обладнання для запису відеозображень, а також велика складність, ресурсомісткість та великі затрати часу при створенні тривимірних

анімаційних зображень.

Крім того, відомі способи створення тривимірних анімаційних фільмів, як правило, складаються з наступних етапів: написання літературного сценарію, розробки режисерського сценарію, розкадрування, чорнове озвучування, створення концепт-дизайну, створення тривимірних об'єктів анімації (3D-моделювання), підготовка моделей до анімації (сетап), чорновий монтаж, захоплення руху (Motion capture), анімація, фіналізація анімації, створення звукового супроводу, дубляж, накладення звукових ефектів (SFX), зведення звуку, візуалізація, компоновання та фінальний монтаж, що потребує великої кількості ресурсів часу, спеціалізованого обладнання, спеціально навченого обслуговуючого персоналу, а також великих коштів. Наприклад, відомо спосіб виробництва анімаційного контенту, що включає використання сценарію, захоплення руху, створення 3D-об'єктів, в тому числі 3D-персонажів, анімацію, візуалізацію, компоновку, обробку аудіо та фінальний монтаж, відомий з Інтернет-публікації про диснейвську анімацію (По Гэри Голдману "Этапы производства традиционных мультфильмов" [http://www.prodisney.ru/index.php?page=production phases.php](http://www.prodisney.ru/index.php?page=production%20phases.php)).

Недоліком відомого способу виробництва анімаційного контенту є висока складність та низька технологічність виробництва анімаційного контенту, в тому числі, за рахунок трудомісткого якісного етапу захоплення руху, що не забезпечує отримання якісного захоплення руху обличчя, в результаті чого ускладнюється та затягується етап анімації, що знижує продуктивність виробництва анімаційного контенту.

Задача корисної моделі полягає в автоматизації створення тривимірних анімаційних фільмів шляхом автоматичного перепризначення наборів даних, асоційованих із множиною положень лицьових м'язів, отриманих з пристроїв тривимірного сканування на тривимірні анімаційні зображення у короткий строк з використанням комп'ютерних систем і технологій створення і обробки 2D- і 3D зображень з використанням технологій комп'ютерної графіки (computer-generated imagery) та в удосконаленні способу виробництва анімаційного контенту, в якому за рахунок використання запропонованих дій та їх послідовності дозволило підвищити технологічність і продуктивність виробництва анімаційного контенту при високій його якості.

Технічний результат корисної моделі полягає у збільшенні точності і швидкості візуалізації тривимірних сцен, повній автоматизації всього процесу створення тривимірних анімаційних фільмів за рахунок використання комп'ютерної системи, здійснення точних часових вимірювань і отримання таймінгу, відповідно до якого здійснюють захоплення даних і перепризначення їх на анімаційні моделі, а також в економії використовуваних ресурсів, та виключенні людських ресурсів з процесу створення, що дозволить істотно розширити область використання технології створення тривимірної анімації.

Вперше як основу для створення тривимірних анімаційних фільмів використовують вироблене раніше 2D- та/або 3D-відеозображення зі звуковим рядом або без такого, для підвищення якості кінцевого продукту, швидкості його виробництва та оптимізації витрат допрацьовуються відомі комп'ютерні технології, в тому числі відомі технології виробництва (pipeline); вихідні зображення перетворюються за допомогою поєднання з відомим програмним забезпеченням для обробки відеозображень програмного забезпеченням, яке може включати програмні доопрацювання, суть яких полягає в автоматизації будь-якого з процесів виробництва, а також збільшення якості фінального продукту.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в процесі створення тривимірних анімаційних фільмів здійснюють перепризначення набору захоплених даних сканування, при якому:

- за допомогою щонайменше одного пристрою тривимірного сканування, зв'язаного із щонайменше однією комп'ютерною системою, в режимі реального часу здійснюють захоплення набору даних сканування, асоційованого із множиною положень лицьових м'язів щонайменше одного об'єкта сканування, причому захоплення набору даних сканування

здійснюють відповідно до попередньо встановленого таймінгу;

- в автоматичному режимі здійснюють обробку отриманого набору даних сканування, асоційованого із множиною положень лицевих м'язів щонайменше одного об'єкта сканування;

- імпортують набір даних сканування, асоційований із множиною положень лицевих м'язів до модуля тривимірного моделювання щонайменше однієї комп'ютерної системи, причому модуль тривимірного моделювання містить субмодуль перепризначення даних;

- в автоматичному режимі за допомогою субмодуля перепризначення даних здійснюють перепризначення набору даних сканування, на керуючий субмодуль, причому перепризначення здійснюють у такій послідовності:

- конфігурують субмодуль перепризначення даних для здійснення операцій, пов'язаних з перепризначенням наборів даних, асоційованих з множиною положень лицевих;

- здійснюють перепризначення анімації набору даних сканування на керуючий субмодуль за допомогою скриптового субмодуля;

- записують перепризначений набір даних сканування на керуючий субмодуль за допомогою скриптового субмодуля;

- видаляють зі сцени набір даних сканування та переводять керуючий субмодуль в режим редагування анімації;

- коригують анімацію за допомогою керуючого субмодуля та додатково виконують синхронізацію з аудіоданими, та за необхідності здійснюють редагування положень лицевих м'язів.

В одному варіанті здійснення корисної моделі керуючий субмодуль (faceCharacterRig) керує трансформацією фінальної анімаційної моделі голови персонажу, причому немає обмежень кількості її кінцевих положень. Для цього фінальна модель голови попередньо "зв'язується" з faceCharacterRig, що забезпечує їй можливість "приймати" будь-яке положення або вираз міміки.

В іншому варіанті здійснення корисної моделі керуючий субмодуль (faceCharacterRig) керує попередньо згенерованими кінцевими положеннями (BlendShapes). Для цього фінальна модель голови персонажу попередньо "зв'язується" з faceCharacterRig, при цьому максимальна кількість положень лицевих м'язів об'єкта сканування та об'єктів моделювання досягає 72.

Керуючий субмодуль (faceCharacterRig) це система керування фінальною моделлю персонажа, яка дозволяє не тільки переносити анімацію з попереднього набору даних, але й коригувати переписану анімацію та створювати нову анімацію без використання попереднього набору даних. Так само ця система не потребує кінцевого "запікання" анімації на меш фінальної моделі, тільки у разі технологічної необхідності.

Але набір його елементів та способів керування відрізняється між собою для кожного з варіантів. Так само як і спосіб трансферу анімації з попереднього набору даних.

"Зв'язування" моделі з керуючим субмодулем (faceCharacterRig) має досить великий набір варіантів, які застосовуються у разі відповідності оптимізації та сумісності їх з іншими етапами всієї системи організації створення тривимірних анімаційних фільмів та комп'ютерних систем, які використовуються в цьому процесі.

При виробництві анімаційного контенту генерування цифрового подання комбінацій рухів обличчя здійснюють за допомогою програмного забезпечення Blend Shape.

Поставлена задача вирішується також запропонованим способом створення тривимірних анімаційних фільмів, що включає використання сценарію, та проведення етапів: захоплення руху, створення 3D-об'єктів, в тому числі 3D-персонажів, анімацію, візуалізацію, компоновку, обробку аудіо та фінальний монтаж, в якому додатково використовують сценарій у вигляді цифрового відеоряду, записаного на носій, на етапі захоплення руху використовують пристрій тривимірного сканування, наприклад, обшир для зйомки руху, адаптований до розміщення у ньому принаймні одного актора з набором маркерів,

розміщених на його тілі, що визначають множину точок тіла, виставляють камери зйомки руху по периметру обширу зйомки руху, здійснюють зйомку рухів актора в обширу для зйомки руху за допомогою камер зйомки та синхронну передачу даних зйомки руху від камер зйомки руху до комп'ютерної системи, у комп'ютерній системі проводять обробку даних зйомки руху та генерування цифрового подання комбінацій руху принаймні одного актора, при цьому, в одному з варіантів здійснення корисної моделі, одночасно зі зйомкою рухів актора додатково здійснюють сканування руху його обличчя за допомогою принаймні одного 3d сенсора, встановленого перед обличчям в штативі головного убору актора, та захоплення звука в обширі для зйомки руху, передають отримані дані сканування руху обличчя актора, дані захоплення звука та цифровий відеоряд сценарію до комп'ютерної системи, де здійснюють обробку даних сканування з урахуванням заздалегідь підготовлених даних у вигляді наборів виразів обличчя актора, записаних у форматі FBX+MB, даних захоплення звука та цифрового відеоряду сценарію, і генерують цифрове подання комбінацій руху обличчя принаймні одного актора у форматі FBX, а на етапі анімації цифрове подання комбінацій руху обличчя у форматі FBX принаймні одного актора перезаписують на цільовий об'єкт у вигляді обличчя відповідного 3D-персонажа у форматі MB в автоматичному режимі з використанням комп'ютерної системи.

Заявлена корисна модель пояснюється наступними фігурами.

На фіг. 1 показано варіант втілення корисної моделі на основі оригінального аудіо-відеоряду.

На фіг. 2 показано варіант втілення корисної моделі на основі літературного сценарію.

На фіг. 3 показано алгоритм перепризначення всіх виразів обличчя на кінцеву тривимірну модель в автоматичному режимі, де X – назва BlendShape у вихідному файлі, Y – назва BlendShape у цільовому файлі, K – значення безлічі ключів, n – порядковий номер кожного BlendShape, Z – кількість помилок.

Варіант втілення способу створення тривимірних анімаційних фільмів на основі оригінального аудіо-відеоряду, що представлений на фіг. 1, включає наступні етапи.

Першим етапом є отримання оригінального аудіо-відеоряду за допомогою пристроїв аудіо-відеозапису у вигляді оригінального набору даних, який являє собою оригінальний авторський твір, на основі якого створюється тривимірний анімаційний фільм, на основі якого визначають тривалість слів та окремих звуків і отримують таймінг, відповідно до якого створюється весь тривимірний анімаційний фільм. Причому, в одному з варіантів здійснення визначають тривалість чотирьох приголосних звуків та шести голосних звуків.

Наступним етапом є обробка аудіоданих, в якому відбувається безпосередня обробка оригінальної аудіодоріжки (якщо це необхідно), а також підготовка аудіоматеріалу для подальших маніпуляцій над нею, включаючи редагування. В одному із варіантів здійснення можливе також додаткове створення музичних композицій, аранжувань відповідно до вимоги режисера, причому створення додаткових композицій відбувається із дотриманням таймінгу.

В одну з варіантів здійснення розроблюють також концепт-дизайн - напрямок у мистецтві, призначений для того, щоб візуально передати не форму або зовнішні атрибути, а саме ідею твору. Як правило, створюється на початковій стадії розробки проекту і призначається для використання у анімаційних фільмах, комп'ютерних іграх, коміксах до створення фінальної версії.

Створення 3D-об'єктів (моделювання) - створення тривимірної математичної моделі сцени і об'єктів у ній за допомогою комп'ютерної системи та програм тривимірного моделювання, тривимірного сканування, обробка фотографій або плоского зображення чи двовимірних проєкцій. В одному з варіантів здійснення процес може включати в себе також процес створення текстур для моделей (текстурування) - призначення поверхням моделей растрових чи процедурних текстур, що передбачає також налаштування властивостей матеріалів - прозорість, відбиття, шорсткість і таке інше.

Підготовка до анімації - етап, на якому відбувається підготовка персонажів і предметів до анімації - "сетап". Створення скелета, елементів керування, створення системи мускулів і прив'язки її до тривимірної анімаційної моделі, підготовка одягу до прорахунку колізій і динаміки. Для кожного персонажа (тривимірної моделі) здійснюють індивідуальний підхід на етапі сетапу, оскільки в залежності від дій, які за сюжетом здійснює персонаж в кадрі, використовуються різні комплекси технологічних рішень. Одне з основних завдань - це сетап персонажів, тобто досягнення зручності роботи аніматора з моделлю. Анімацію та сетап тривимірних моделей здійснюють одночасно, оскільки ці два етапи є тісно пов'язаними, а результатом роботи є поява практично необмежених можливостей для поживлення персонажів аніматорами.

Наступним етапом є захоплення руху (motion capture) - метод анімації персонажів і об'єктів. Метод застосовується у виробництві CGI-мультфільмів, а також для створення спецефектів у фільмах. Широко використовується в ігровій індустрії. Захоплення руху здійснюється у наступний спосіб:

- захоплення руху (камери) для подальшого поєднання відзнятого відео з тривимірними ефектами, тривимірними моделями персонажів;

- захоплення руху або міміки актора для перенесення на тривимірні моделі персонажів з подальшою візуалізацією цього персонажа або безпосередньо в тривимірному середовищі, або для зведення із відеорядом.

- захоплення руху використовують для перенесення складних взаємодій, наприклад тривимірна модель персонажу для подальшого монтажу на відео повинна змахнути і іншого тривимірного об'єкта (столу) безліч тривимірних об'єктів, що дозволяє значно зекономити час при створенні таких тривимірних моделей та їх взаємодій.

Захоплення руку здійснюють за допомогою щонайменше одного пристрою тривимірного сканування та/або камери.

Наступним етапом є "анімація" - процес суміщення даних отриманих після захоплення руху з об'єктами анімації. В одному із варіантів здійснення може включати в себе процес створення ручної/покадрової анімації тривимірної моделі персонажа або будь-якого іншого тривимірного об'єкта.

Фіналізація анімації - етап створення так званої вторинної анімації, на якому опрацьовується поведінка одягу персонажів, волосся, хутра, тканин, оточуючих тривимірних об'єктів, що взаємодіють один з одним відповідно до законів фізики і баченням режисера.

Завершальним етапом процесу анімації є досконала перевірка анімації в кожному кадрі - "cleanup". Перевіряється кожна сцена на предмет наявності помилок в анімації, невідповідностей монтажу, наявності всіх тривимірних об'єктів у кадрі і таке інше.

Також одним з найважливіших завдань, яке вирішується на даному етапі є запис міміки обличчя і артикуляції на тривимірну модель персонажа, який здійснюється у такий спосіб:

- З реального актора, у присутності техніка (оператора зйомки), здійснюють процес зйомки особи (міміки, артикуляції). Актор, згідно з попередньо встановленим таймінгом, начитує текст відповідно до сценарію або оригінального аудіо-відеоряду і відіграє міміку для кожної моделі тривимірного персонажа. Фінальними даними є дані, асоційовані з відеозаписом обличчя актора, а також тривимірна "хмара точок", що повторює рельєф обличчя актора. Дані захоплюють за допомогою пристрою тривимірного сканування (сенсора), такого як Asus Xtion або PrimeSense Carmine. Обробку отриманих даних здійснюють за допомогою спеціально пристосованих програм, таких як FaceShift.

- Попередньо для кожної тривимірної моделі персонажа за допомогою комп'ютерної системи створюють проміжну тривимірну модель персонажа/голови. Вона включає в себе набір даних, асоційованих із положенням м'язів обличчя (посмішка, морфеми, вираз обличчя тощо) - "blendShapes", причому максимальна кількість виразів обличчя може досягати 72.

- За допомогою комп'ютерної системи та програми FaceShift здійснюють обробку отриманих даних і призначення їх на проміжну модель персонажа, причому даний етап є

повністю автоматичним.

- За допомогою комп'ютерної системи та програмного забезпечення для роботи з тривимірними моделями, наприклад, Autodesk Maya відбувається перепризначення всіх виразів обличчя з проміжної тривимірної моделі на кінцеву тривимірну модель в автоматичному режимі. Якщо даний етап здійснювати вручну, це займе дуже велику кількість часу. Наприклад, якщо взяти мінімальну кількість blendShapes (BShape) 48 штук, то у середньому щоб знайти відповідність між одним BShape-м витрачається близько трьох хвилин, отже для 48 буде витрачено $48 \times 3 = 144$ хвилини (2 год. 24 хв.). Якщо ж у сцені міститься в середньому п'ять тривимірних моделей персонажів, (а іноді і 20), то часові витрати зростають пропорційно кількості персонажів ($5 \times 144 = 720$ хв. = 12 год.).

Для скорочення часових і людських витрат, було розроблено додаток до програми Autodesk Maya-BShapesTransfer. Дана розробка є набором команд на внутрішній мові програмування MEL, який спонукає комп'ютерну систему виконувати вищезазначені дії у короткий термін в повністю автоматичному режимі. Наприклад, знаходження відповідності між одним BShape-м за допомогою BShapesTransfer займає близько 0,01 сек. Такий метод виключає можливість людської помилки, так як логіка прорахунку відбувається на пошуку відповідності в іменах наборів BShape-ів.

На етапі звукових ефектів (Sound effects SFX) здійснюють запис шумових ефектів (запис шумових ефектів в контрольованих умовах). Штучне створення звукових ефектів, підсилення звуку, обробка звуку, застосовуються для підкреслення художнього чи іншого змісту в тривимірних анімаційних фільмах, відеоіграх, музиці та інших медіапродуктах.

Зведення звуку - етап синхронізація всіх попередніх етапів виробництва звукового супроводу і здійснення звукового монтажу на основі попередньо встановленого таймінгу.

На етапі візуалізації здійснюють розміщення джерел світла, настроювання матеріалів тривимірних об'єктів у тривимірних сценах, прорахунок (рендеринг) усіх фізичних явищ та освітлення по заданій математичній моделі. Виведення усіх елементів зображення згідно з технічним завданням та виведення комп'ютерних спецефектів.

Компонування (композицінг) - етап поєднання всіх елементів (шарів) після етапу візуалізації. Налаштування корекції кольорів в епізодах та компонування зі спецефектами, остаточні налаштування кінцевого зображення.

Остаточний етап створення тривимірних анімаційних фільмів - фінальний монтаж, на якому виконують зведення даних, асоційованих з даними моделювання (відеоряду) із даними, асоційованими з аудіоданими (звуковим рядом) та виведення кінцевого зображення.

Інший варіант втілення способу створення тривимірних анімаційних фільмів на основі літературного сценарію, що представлений на фіг. 2, відрізняється від способу створення тривимірних анімаційних фільмів на основі оригінального аудіо-відеоряду наступними додатковими етапами.

Першим етапом є створення літературного сценарію, який має повний, послідовний і конкретний опис сюжету, що складається з розроблених сцен і епізодів, діалогів та розкриває образи героїв. Літературний кіносценарій, незалежно від жанру, форми і стилістичних особливостей відповідає виробничо-економічним вимогам кінематографу.

Наступним етапом розробляють режисерський сценарій - безпосередній результат поглибленого вивчення режисером літературної основи майбутнього тривимірного анімаційного фільму. Режисерський сценарій формулює у всіх деталях розвиток сюжету і визначає монтажно-ритмічний лад і особливості образотворчого рішення. Режисерський сценарій є ретельним і глибоко продуманим планом всієї творчої та виробничої роботи постановочного колективу.

Етап розкадрування, на якому за допомогою обладнання запису аудіо-відеозображень отримують послідовність малюнків та/або двовимірних проекцій, що слугує допоміжним засобом при створенні тривимірних анімаційних фільмів, мультфільмів та інших медіапродуктів.

Етап чорнового озвучування. При створенні анімації тривимірних моделей персонажів мова персонажів записується до того, як буде створено зображення. Тривалість звуків отриманої фонограми ретельно вимірюється за допомогою комп'ютерної системи і заноситься в чорновий монтаж, на основі якого художники-аніматори створюють рух і артикуляцію тривимірних моделей персонажів анімаційного фільму. Тривалість слів і окремих звуків, дозволяє обчислити кількість фаз руху персонажа, відповідних записаним фразам, словам, звукам.

При точному дотриманні "таймінгу", артикуляція тривимірних моделей персонажів на екрані повністю збігається з готовою фонограмою. У більшості випадків при виготовленні анімації також враховується таймінг музичної фонограми, щоб персонажі рухалися відповідно до її ритму. Тому найчастіше робота над зображенням мультфільму починається після готовності всієї фонограми, за винятком фрагментів, що не вимагають синхронізації зі звуком.

На етапі чорнового монтажу за допомогою комп'ютерної системи створюють початковий відеоряд за допомогою кадрів, отриманих на етапі розкадровки, шляхом поєднання їх з чорновим озвученням, отриманим на відповідному етапі, для визначення таймінгу сцен, а також загального хронометражу тривимірного анімаційного фільму.

Етап тонування (дубляжу), включає запис акторів за допомогою пристрою тривимірного сканування та/або обладнання запису аудіо-відеозображень відповідно до чорнового озвучування з дотриманням встановленого "таймінгу".

Незважаючи на те, що представлена корисна модель детально описана, включаючи окремі варіанти її здійснення, фахівцю в даній галузі техніки очевидно, що до нього можуть бути внесені зміни по формі та в деталях, не виходячи за рамки суті та обсягу цієї корисної моделі.

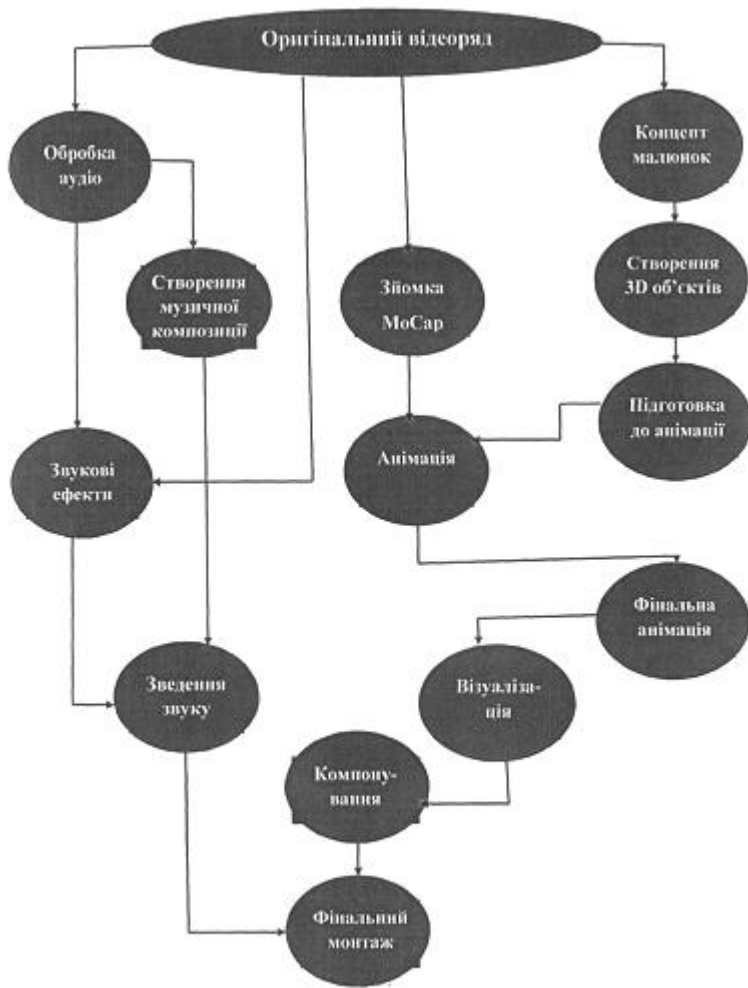


Fig. 1

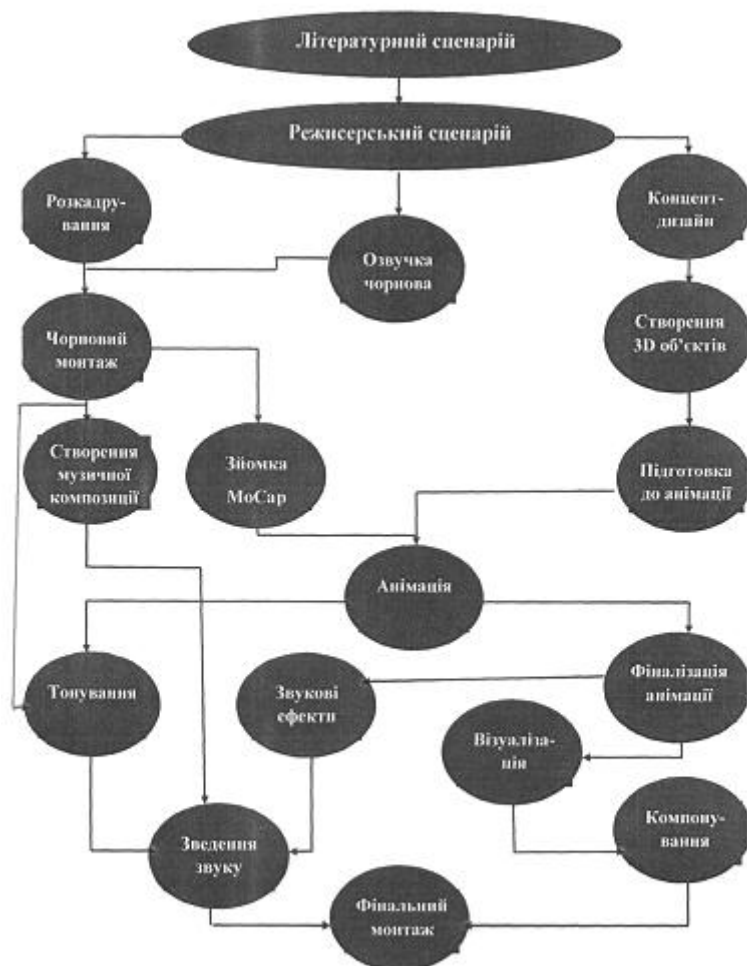


Fig. 2

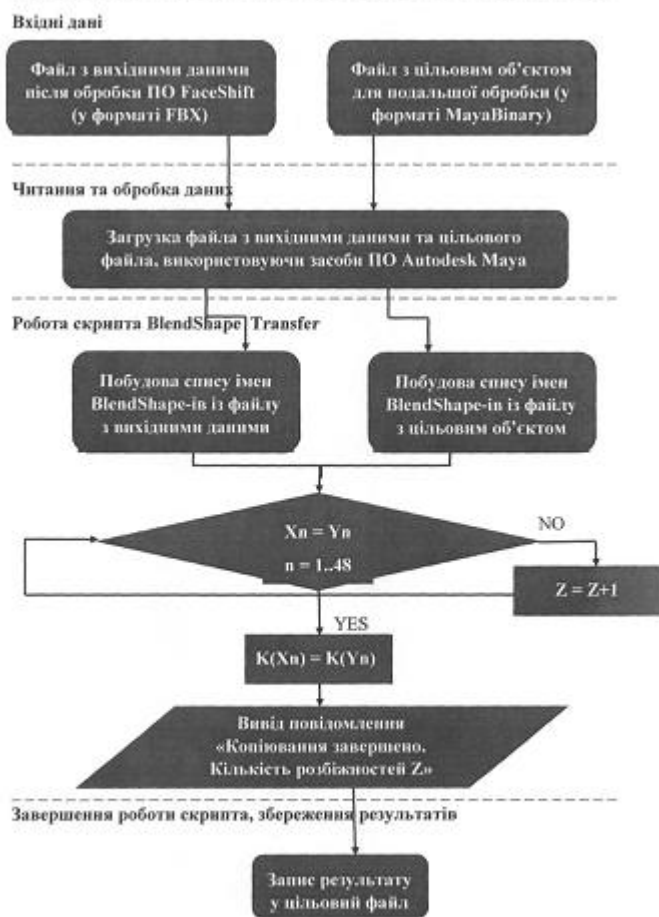


Fig. 3