

Винахід належить до способів створення тривимірних анімаційних фільмів, шляхом перетворення попередньо отриманих на пристроях аудіовідеозапису відеозображень в 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. Група винаходів 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 аудіовідеозапису 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.

Відомо 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 описуючого 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 Діснеївську 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 винаходу полягає в автоматизації створення тривимірних анімаційних фільмів шляхом перетворення попередньо отриманих на пристроях аудіовідеозапису відеозображень в 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 винаходу 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 перенесення 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 основа для створення тривимірних анімаційних фільмів використовується 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 отримують:

- за допомогою щонайменше одного пристрою аудіовідеозапису оригінальний набір даних, асоційованих з аудіовідеоданими, які визначають оригінальний авторський твір;

- виділяють із оригінального набору даних перший піднабір даних, асоційований з аудіоданими, які визначають оригінальну фонограму авторського твору;

- за допомогою щонайменше одної комп'ютерної системи у першому піднаборі даних, асоційованих з аудіоданими шляхом часових вимірювань визначають тривалість слів та окремих звуків оригінальної фонограми авторського твору, після чого співставляють визначені тривалості з інтервалами часу і на їх основі встановлюють таймінг, що визначає кількість фаз руху, які відповідають тривалості слів та окремих звуків оригінальної фонограми авторського твору для першого піднабору даних;

- за допомогою щонайменше одної комп'ютерної системи генерують другий піднабір даних, асоційований з аудіоданими, який визначає звукові ефекти та/або шумові ефекти (SFX), причому генерування здійснюють у відповідності до попередньо встановленого таймінгу;

- виконують зведення першого піднабору даних, асоційованих з аудіоданими та другого піднабору даних, асоційованих з аудіоданими шляхом їх синхронізації на основі попередньо встановленого таймінгу і отримують третій піднабір даних, асоційований з аудіоданими, які визначають кінцеву фонограму;

- виконують генерування, за допомогою щонайменше однієї комп'ютерної системи, набір даних моделювання, асоційований із множиною просторових положень щонайменше одного тривимірного проміжного об'єкта моделювання, причому максимальна кількість положень тривимірного проміжного об'єкта моделювання є попередньо визначеною;

- 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 просторових положень щонайменше одного об'єкта сканування, причому максимальна кількість положень об'єкта сканування є попередньо визначеною, а захоплення набору даних сканування здійснюють відповідно до попередньо встановленого таймінгу;

- в автоматичному режимі здійснюють обробку отриманого набору даних сканування, асоційованого із множиною просторових положень щонайменше одного об'єкта сканування, та синхронізацію його із набором даних моделювання, асоційованим із множиною просторових положень щонайменше одного тривимірного проміжного об'єкта моделювання, причому синхронізацію здійснюють на основі пошуку відповідностей значень набору даних моделювання та набору даних сканування у визначені інтервали часу попередньо встановленого таймінгу;

- на основі синхронізації набору даних сканування, асоційованого із множиною просторових положень щонайменше одного об'єкта сканування та набору даних моделювання, асоційованого із множиною просторових положень щонайменше одного тривимірного проміжного об'єкта моделювання, за допомогою щонайменше однієї комп'ютерної системи виконують генерування набору даних моделювання, асоційованого із множиною просторових положень щонайменше одного тривимірного кінцевого об'єкта моделювання, причому максимальна кількість положень тривимірного кінцевого об'єкта моделювання є попередньо визначеною;

виконують зведення третього піднабору даних, асоційованих із аудіоданими, які визначають кінцеву фонограму та набору даних моделювання, асоційованого із множиною просторових положень щонайменше одного тривимірного кінцевого об'єкта моделювання, причому зведення виконують шляхом синхронізації на основі попередньо встановленого таймінгу.

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 обширі 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 винаходу, одночасно зі зйомкою рухів актора додатково здійснюють сканування руху його обличчя за допомогою принаймні одного 3D-сенсора, встановленого перед лицем 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.

Заявлений винахід пояснюється наступними фігурами.

На фіг. 1 показано варіант втілення винаходу на основі оригінального аудіовідеоряду.

На фіг. 2 показано варіант втілення винаходу на основі літературного сценарію.

На фіг. 3 показано алгоритм перепризначення всіх виразів обличчя на кінцеву тривимірну модель в автоматичному режимі.

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

Першим етапом є отримання оригінального аудіовідеоряду за допомогою пристроїв аудіовідеозапису 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 одному з варіантів здійснення розробляють 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 проекцій. 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 настроювання 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 м'язів 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 у 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 руху 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 є 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 аудіовідеоряду 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 аудіовідеоряду 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 розроблюють 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 аудіовідеозображень 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 етап 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 аудіовідеозображень відповідно до чорнового озвучування з дотриманням встановленого таймінгу.

Незважаючи на те, що представлений винахід детально описаний, включаючи окремі варіанти його 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 цього винаходу.

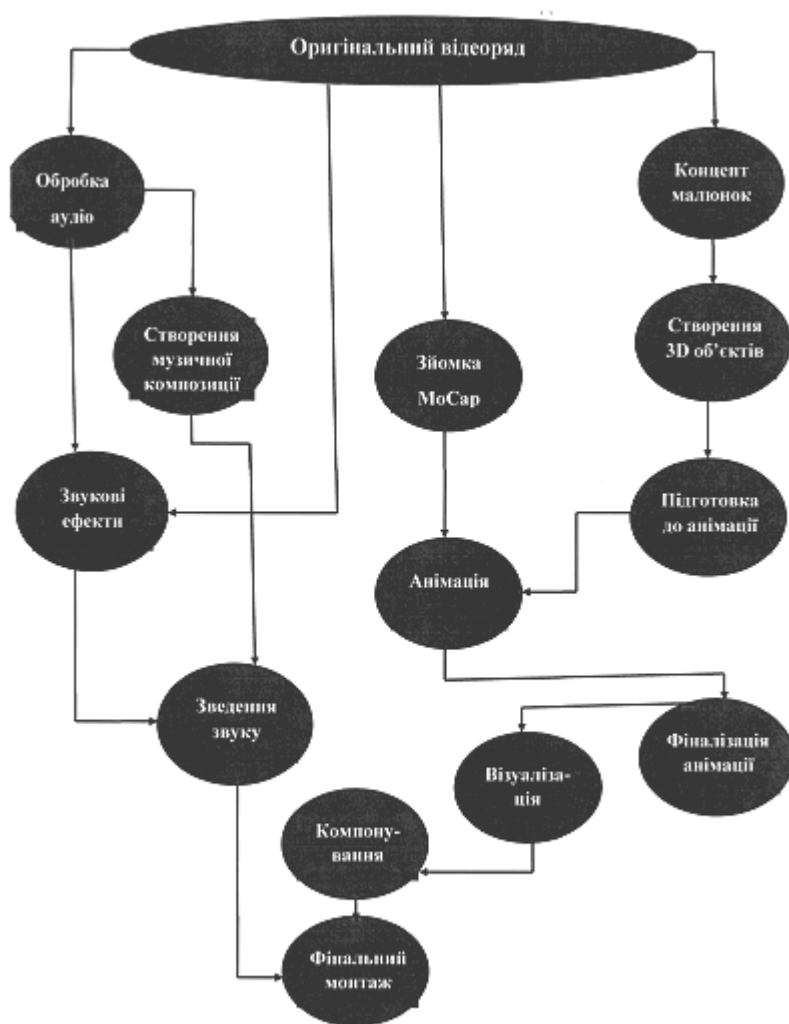


Fig. 1

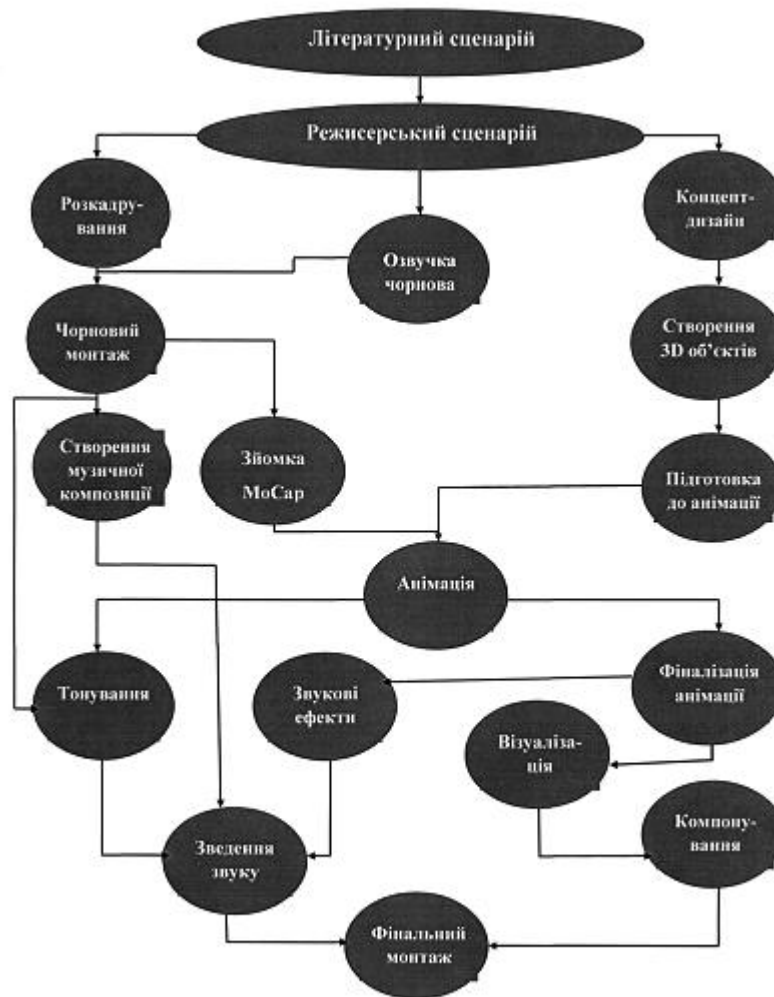
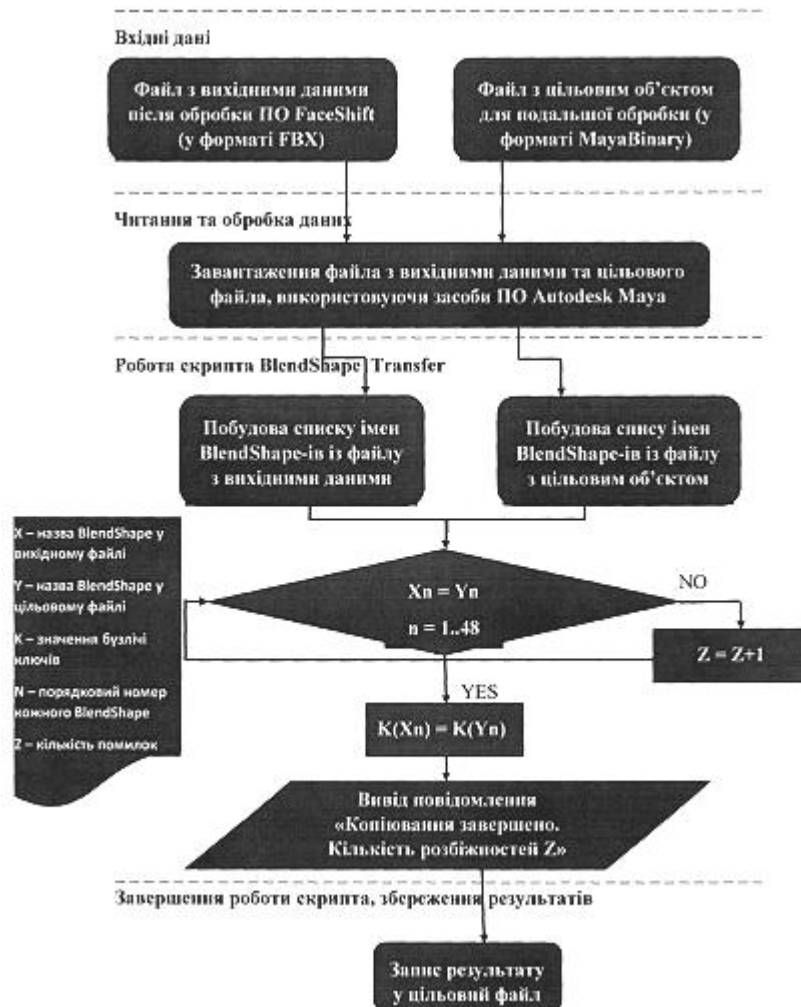


Fig. 2



Фіг. 3