

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА «ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ» ІМ. М.Ф. СЕМКА

Гаращенко Я.М.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

З ДИСЦИПЛІНИ

«МОДЕЛЮВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ»

Харків

Розділ 1. Основи технологій віртуальної дійсності.

Тема 1. Сучасні методи отримання 3D-зображень (віртуальної реальності). Особливості застосування 3D візуалізації у різних галузях народного господарства. Методи отримання 3D-зображень. Метод просторового розподілу зображень. Метод перегляду 3D-зображень з ефектом Пульфріха. Метод кольорового поділу ракурсів (анагліф). Метод затворного поділу (тимчасового поділу) ракурсів. Метод поляризаційного поділу ракурсів. Автостереоскопічний метод. Метод відновлення хвильового фронту об'єкта (голографія).

Застосування 3D візуалізації у промисловості.

Проектування є однією з основних стадій створення виробів та споруд у техніці та будівництві. Задавшись специфікацією основних характеристик виробу, що розробляється, конструктор шукає рішення, оптимальне з точки зору витрат і технічних параметрів. Процес проектування за самою своєю природою є ітеративним - дуже рідко буває так, що задані характеристики допускають тільки один варіант рішення. Зазвичай, вихідне формулювання завдання проектування виявляється недовизначеною, тобто, допускає безліч рішень, чи перевизначеної, іншими словами, у такому вигляді завдання виявляється нерозв'язним. У першому випадку конструктору чи проектувальнику потрібно перебрати безліч варіантів перед тим, як зупинитися на одному з них, причому часто виходить так, що черговий варіант з'являється в результаті аналізу та усунення недоліків попереднього. У другому випадку доводиться добиватися зміни вихідного формулювання завдання, що також включає

пошук варіантів, найбільш близьких за характеристиками заданої специфікації.

Технології 3D візуалізації використовуються в основному в проектуванні складних систем, найчастіше в авіаційній та автомобільній промисловості, тобто там, де конструктору необхідно аналізувати великий масив даних та виробити на основі цього аналізу правильну концепцію ув'язування компонентів у обмежені терміни та до етапу створення фізичного прототипу.

Процес прототипування при конструюванні та розробці промислового дизайну – область, де використання візуалізації дає велику конкурентну перевагу. Використання віртуального оточення дозволяє конструктору створювати та сприймати віртуальний прототип як реальний та змінювати його у реальному часі. Віртуальні прототипи дозволяють відмовитися від натурних моделей і забезпечити зв'язок між окремими підрозділами великої корпорації або різними субпідрядниками, що працюють над різними аспектами одного і того ж завдання. Особливо актуальні такі системи на стадії концептуального дизайну.

Віртуальне складання дозволяє перевірити ступінь стикування тисяч деталей найскладнішого виробу до початку етапу реального складання. Відомий приклад проектування літаків Boeing 747 та Learjet 45, коли перевірка якості збирання всієї системи здійснювалася у віртуальному просторі.

Однією з перших 3D візуалізацій, що застосували технології, на виробництві була американська корпорація General Motors.

Лабораторія віртуальної реальності, створена в Детройті в 1994 році, коштувала концерну 5 мільйонів доларів, а економія при розробці нових моделей автомобілів склала близько 80 мільйонів.

Застосування систем віртуальної реальності на різних етапах проектування та випробування автомобілів дозволило прибрати з процесу розробки нових моделей, наступні операції: створення пластилінового макета, продування моделі в натуральну величину в аеродинамічній трубі, випробування на зіткнення (краш-тести) та ін.

Перераховані дії фахівці виробляють у віртуальному просторі, де змін піддається не фізична, а віртуальна модель автомобіля, що дозволяє експертам спостерігати багато процесів випробувань не тільки в чисельному експерименті, а й візуально.

Аналогічно вирішують і проблеми з ергономікою салону, компонованням моторного відсіку, ремонтпридатності вузлів та агрегатів майбутньої машини. Наприклад, використовуючи віртуальну модель можна визначити до етапу матеріалізації, наскільки той чи інший вузол може бути важкодоступним. На цьому етапі майбутня модель автомобіля буде спрямована від інженерів дизайнерам на доопрацювання, які зможуть швидко відкоригувати той чи інший елемент кузова, що перешкоджає доступу до потрібного місця. Потім віртуальна модель знову передається інженерам для випробувань.

Крім General Motors лабораторії візуалізації є у Volkswagen та Ford. Компанія Ford визнає, що впровадження систем візуалізації у дизайнерських центрах дозволило скоротити час розробки нового автомобіля більш ніж удвічі.

Найбільш вражаючих результатів від впровадження технологій візуалізації досягли в компанії Audi, де нові моделі розробляються майже без використання реальних фізичних моделей автомобілів.

Застосування 3D візуалізації в архітектурі та міському плануванні.

Застосування 3D візуалізації у нафтогазовій галузі.

Застосування 3D візуалізації у сфері навчання та досліджень.

Застосування 3D візуалізації у тренажерах.

Застосування 3D візуалізації в рекламі та маркетингу.

Музеї та кінотеатри із застосуванням технологій 3D візуалізації.

Комп'ютерні ігри із застосуванням технологій 3D візуалізації.

Методи отримання 3D-зображень.

Існує кілька методів отримання 3D зображень: кольоровий розподіл (анагліф); затворний поділ; поляризаційний поділ; автостереоскопія; відновлення хвиль об'єкта (голографія). Як правило, необхідно закодувати два вихідні зображення (для правого та лівого ока) в одне ціле і потім вже за допомогою спеціальних очок назад виділити праве та ліве зображення. Можливий спосіб перегляду без будь-якої інформації вихідних картинок в єдину, у цьому варіанті картинка показується безпосередньо кожному оку. Розглянемо особливості створення 3D зображень перерахованими методами докладніше у порядку появи.

Безпосередній показ різноракурсних зображень окремо для кожного ока.

Існує кілька пристосувань для представлення відповідного зображення кожному оку, без кодування їх в одне ціле.

Метод просторового поділу зображень.

В 1833 Уїтстон створив дзеркальний стереоскоп - прилад, що дозволяє бачити об'ємну картину, використовуючи пару вихідних картин зі зміщенням. Як об'єкт вчений використав свої малюнки, а не фотографічні зображення, тому що фотографія була винайдена французом Дагером лише через шість років після відкриття Уїтстона - у 1839-му році. Перші знімки, зроблені стереоскопічним методом, Вітстон представив громадськості в 1851 на Всесвітній виставці в Лондоні. Трохи згодом шотландським ученим Давидом Брюстером створили простий стереоскоп без дзеркал. Варто зазначити, що у 1849 році він створив перший фотоапарат із двома об'єктивами, призначений для створення стереопар.

Сучасним аналогом стереоскоп можна вважати шолом віртуальної реальності. Зображення для лівого та правого ока виводяться на два LCD стерео дисплеї, які розміщені прямо перед кожним оком глядача на близькій відстані. Назва «шолом» є досить умовною: сучасні моделі набагато більше схожі на окуляри, ніж на шолом.

Для реалізації методу необхідно мати пристрій для просторового розподілу зображень.

Переваги методу: шолом зручніший, ніж окуляри, менша стомлюваність очей, компактність стереосистеми, усунення навколишньої реальності.

Недоліки методу: шоломи віртуальної реальності дороги, мають дуже невисокий дозвіл, неможливість

колективної роботи з 3D зображенням, обмеження застосування даної стереоскопічної технології (людина після тривалої роботи в шоломі втрачає відчуття реального світу).

Метод використовується в системах віртуальної реальності, віртуальних навчальних програм.

Метод перегляду 3D-зображень з ефектом Пульфріха.

Метод перегляду 3D зображень з ефектом Пульфріха – оптична ілюзія. До цього стереозображення цей метод не належить. Базується ефект у тому, що мозок трохи довше розпізнає темні оптичні подразники, ніж світлі. Суть при запису з використанням методу Пульфріха полягає в тому, що або об'єкт, що знімається (людина, тварина, машина і т. д.), або відеокамера безперервно рухаються в певному напрямку. Хоча обидва очі бачать ту саму картину, око, яке дивиться крізь затемнену лінзу, передає її в мозок трохи пізніше. Мозок сам відновлює відповідну інформацію про глибину, якої насправді немає.

Для реалізації методу необхідно мати: окуляри з затемненою лінзою, відеозапис об'єкта, що рухається, і пристрій її відтворення.

Переваги методу: доступність та простота реалізації.

Недолік: метод не прийнятний для перегляду статичних зображень, погана передача кольору, в результаті чого швидко втомлюються очі.

Метод використовується для створення стереокіно.

Метод кольорового розподілу ракурсів (анагліф).

Анагліф - метод отримання стереоефекту за допомогою кольорного кодування зображень, призначених для лівого та правого ока. Вперше термін анагліф був запропонований Роллманом у 1853 році.

Анагліф заснований на властивостях світлофільтрів пропускати одні та затримувати інші промені світла. Найбільш поширені кольори світлофільтрів - red і aqua (червоний та зелено-синій), але можна використовувати й інші (червоно-зелений, червоно-синій). Як правило, для лівого вигляду об'єкта використовують червоний світлофільтр, для правого – зелено-синій, потім зображення двох видів об'єкта поєднують в одне. Стереоокуляри для перегляду анагліфів теж мають відповідні світлофільтри.

Плюзія об'ємного зображення формується у мозку завдяки високій пластичності зорового сприйняття. Через змішування кольорових зображень свідомості виникає кольорове сприйняття об'єкта (рис. 1.19).

Людині з поганим уявою важко сприйняти «об'ємність» анагліфів. Для вирішення цієї проблеми використовуються наявні на стерео картинах підказки - накладання на об'єкти тіней, які посилюють стереоефект. Виникають труднощі з сприйняттям об'єктів при великому їх зсуві відносно один одного (розбіжність між червоним і синьо-зеленим слідом об'єкта, що перевищує 12 мм). Якщо окуляри надіти навпаки, буде отримано зворотний стереоефект: те, що здавалося близько, стане далі. При цьому підказки заважатимуть сприйняттю зворотного стереоефекту.

Використання анагліфів потребує часу адаптації очей для перегляду зображень. Завдяки адаптації стереозображення починає сприйматися однотонним; іноді ахроматичним. Адаптація до сприйняття анагліфа відбувається через 1-2 хвилини. Для зручності сприйняття, стереопари проглядаються у напівтемряві. Попередньо оптимально налаштовується яскравість проєктора для

конкретної пари світлофільтрів окулярів, щоб очі сприймали 3D ефект без напруги.

Для створення 3D зображень методом анагліфа необхідно мати зображення об'єкта (одне або два), комп'ютер, спеціальне програмне забезпечення, пристрій виведення зображення (монітор, проектор і екран), анагліфічні окуляри.

На сьогоднішній день не всі анагліфи виходять однаково реалістичними на екрані комп'ютера через особливості кольору монітора. Якщо після ретельного підбору яскравості монітора зображення двоїться, можна трохи змінити насиченість та/або налаштувати силу передачі червоного кольору. На якість анагліфа також впливає рівень програмного забезпечення, кількість видів об'єкта, які використовуються програмами під час його створення.

Переваги методу кольорового поділу: низька собівартість технології, простота отримання 3D зображення, можливість колективної роботи з ними.

Недоліки методу кольорового поділу: некоректне відображення кольорів, за технічними характеристиками (передача кольору, контрастність, яскравість) метод анагліфів дещо поступається іншим методам створення 3D зображень, після довгого перебування в анагліфічних окулярах у спостерігача на деякий час знижується колірна чутливість і виникає відчуття дискомфорту від сприйняття звичайного світу.

На основі даного методу створюються: стереофотографії, стереокіно, комікси, листівки, географічні карти місцевості і т. д.

Метод затворного поділу (тимчасового поділу) ракурсів.

Метод запропонував Д Альмейда в 1858 році. У кінематографі цей метод вперше реалізував Е. Банклі в 1936 році.

У методі затворного поділу зображення для лівого і правого ока проєктуються на екран по черзі, для перегляду використовуються стерео окуляри, Скло яких затемнюється синхронно з зображенням, що подається. Ліве око сприймає зображення, призначене для лівого ока, а правий - для правого. Синхронізацію зображення і затворів окулярів забезпечують інфрачервоні випромінювачі, подібні до тих, що встановлені в пультах дистанційного керування для телевізорів і музичних центрів. Сучасні професійні графічні плати також можуть контролювати роботу затворних окулярів, синхронізуючи їх із зображеннями для правого і лівого ока.

Для реалізації методу затворного поділу необхідно мати: скомпоновані в певній послідовності 2D зображення, стереоекран, проєктор з високою частотою виведення зображень, затворні стерео окуляри.

Переваги методу затворного поділу: Висока якість стереоскопії.

Недоліки методу затворного поділу: спеціальні вимоги до демонстрації стереозображення (висока частота стереоекрану або стереопроектора – 120 Гц), стереоскопічна технологія зменшує дозвіл стереозображення, її реалізація потребує великих матеріальних витрат, мерехтіння зображення, так як кожне око отримує 1/2 частоти розгортки, у зв'язку з цим швидко втомлюються очі.

Метод затворного поділу застосовується в установках віртуальної реальності, комп'ютерних стерео іграх і т. п.

Метод поляризаційного поділу ракурсів.

Поляризаційному методу стереопроєкції близько 120 років. Запропонований він Андертоном в 1891 році. Набув широкого поширення після винаходу в 1935 році лендом поляроїдної плівки. У методі поляризаційного поділу два зображення поділяються за принципом поляризації світла.

Поляризація-це властивість, якою можуть володіти електромагнітні хвилі, в тому числі видиме світло. Електромагнітне випромінювання може мати:

- лінійну поляризацію - в напрямку, перпендикулярному напрямку поширення хвилі;
- кругову поляризацію-праву або ліву, в залежності від напрямку обертання вектора індукції;
- еліптичну поляризацію-випадок, проміжний між круговою і лінійною поляризаціями.

У випромінюванні звичайного джерела світла орієнтація світлової хвилі безперервно і безладно змінюється. Подібне випромінювання називається неполяризованим або природним світлом. Як, наприклад, сонячне світло. Поляризація світла за допомогою спеціальних поляризаційних фільтрів дозволяє виділити з величезної кількості хвиль, тільки ті хвилі, які рухаються в заданій площині. Окуляри з такими фільтрами називаються поляризаційними. Вони мають злегка затемнені скла (або плівку) і не ускладнюють сприйняття кольору.

Для отримання стереоскопічного ефекту потрібно мати два проєктора з поляризаційними фільтрами, проєктують зображення з протилежними фазами поляризації на спеціальний екран, який не змінює поляризації падаючого світла, і поляризаційні стерео окуляри. Напрямки поляризації

фільтрів в окулярах підібрані таким чином, що кожне око бачить тільки призначене для нього зображення.

Переваги методу поляризаційного поділу: відносно низька вартість стереоскопії при відмінній якості 3D зображення і можливості колективної роботи у віртуальному середовищі.

Недоліки поляризаційного поділу: незначні недосконалості при поділі зображень у зв'язку з розсіюючими властивостями екрану, стерео обладнання поляризаційного поділу дороге і вимагає додаткового простору для розміщення в робочій зоні конструктора.

Для індивідуальної роботи використовують поляризаційний монітор. Зображення для лівого і правого ока розділяється за допомогою матриці, вбудованої в нього. Стереоскопічний ефект досягається за допомогою різних фільтрів-плівок.

Для перегляду стереозображення на моніторі також необхідно використовувати поляризаційні стерео окуляри.

Переваги стерео моніторів: доступна ціна, простота установки, поляризаційний стерео монітор може служити і як звичайний.

Недоліки поляризаційних стерео моніторів: середня якість стереозображень і стерео відео, обмежена зона перегляду (потрібно перебувати строго перед поляризаційним стерео монітором).

Метод поляризаційного поділу використовується в установках віртуальної реальності, при дизайні виробів, навчанні, перегляді стереокіно.

Автостереоскопічні метод.

У 1896 році вперше спосіб сепарації стереозображень без окулярів відкрив Бертъє. За допомогою оптичної растрової решітки, виконаної на плоско-паралельному склі, була отримана можливість розглядати без окулярів одну стереопару в одній площині під певним кутом.

Комп'ютерна автостереоскопія отримала розвиток завдяки винаходу LCD-моніторів. Останнім часом почалося масове виробництво моделей апертурно-растрових автостереоскопічних стереодисплеїв на основі застосування ефекту бар'єру паралакса. Бар'єр паралакса являє собою ще один додатковий вбудований РК-екран. У режимі моно цей екран повністю прозорий, а при активації стереорежиму являє собою сітку з вертикальних непрозорих смуг, які створюють тіні від лампи в потрібних місцях екрану.

Цей метод має різні конструктивні реалізації: бар'єрний, лінзовий варіанти. В даний час в основному використовується лінзово-растровий варіант конструкції екранів. Для показу через растр вихідна стереопара кадрів розділяється на вертикальні смуги, які потім чергуються так, щоб під кожною лінзою виявилася пара смуг: одна від лівого кадру, інша - від правого. Таке зображення називають кодованим. Потік світла, що виходить від кодового зображення, проходячи через лінзи, розділяється таким чином, що ліве око спостерігача бачить ліве зображення стереопари, праве око - праве.

Переваги методу автостереоскопії: простота, відсутність додаткових конструкцій, зовні автостереомонітори виглядають також як звичайні LCD-дисплеї і можуть виконувати ті ж функції.

Недоліки: для якісного відтворення об'ємного зображення потрібно набагато більше даних (бажано мати одночасно 9-12 кадрів), істотне зниження яскравості (до декількох разів) в стереоскопічному режимі порівняно з моноскопічним, зони спостереження мають фіксоване розташування в просторі, що з'являється в незручності для спостерігача (треба тримати голову строго в зонах спостереження), автостереоскопічний монітор доріг.

Метод автостереоскопії використовується при конструюванні, плануванні, не масових демонстраціях 3D фото і відео зображень.

Метод відновлення хвильового фронту об'єкта (голографія).

Голографія-метод отримання об'ємного зображення об'єкта, шляхом реєстрації і подальшого відновлення хвиль, винайдений англійським фізиком Д. Габором в 1948 р.

У звичайній фотографії реєструється розподіл амплітуди (точніше її квадрата) в двовимірній проекції об'єкта на площину фотознімка. Тому, розглядаючи фотографію під різними кутами, не можна побачити нових ракурсів. Голограма відновлює не двовимірне зображення предмета, а поле розсіяної їм хвилі. Зміщуючи точку спостереження в межах цього хвильового поля, предмет постає під різними кутами, здається об'ємним і реальним.

Фізична основа голографії-вчення про хвилі, їх інтерференції і дифракції, що зародилося ще в XVII столітті при Гюйгенсе. Вже на початку XIX століття Юнг, Френель і Фраунгофер мали достатніми знаннями, щоб сформулювати основні принципи голографії. У 1947 році Габор, не маючи лазера, провів свої перші дослідження з ртутною лампою в якості

джерела світла. А в 1963 році американці Лейт і Упатнієкс вперше отримали лазерні голограми.

Відмітна особливість голограм-реалістичність відтворених ними тривимірних зображень, які часто важко відрізнити від реальних об'єктів. Це обумовлено тим, що при спеціальному освітленні голограма не тільки передає обсяг предметів з великим діапазоном яскравостей, високим контрастом і чіткістю, але також дає можливість спостерігати точну зміну відблисків і тіней в разі зміни кута спостереження при розгляданні цих предметів.

Відповідно до принципу Гюйгенса-Френеля дію вихідної, первинної, хвилі в довільній точці а можна замінити дією віртуальних джерел, розташованих на досить великій, віддаленій від точки А поверхні. Ці джерела повинні коливатися з тією ж амплітудою і фазою, які задані дійшла до них первинної хвилею, розсіяною будь-яким предметом. Елементарні сферичні хвилі, що випускаються вторинними джерелами, інтерферуючи, відновлять за поверхнею копію первинного хвильового поля. Око або будь-який інший приймач не може відрізнити цю копію від поля хвилі, розсіяної самим предметом, і бачить уявне зображення предмета, хоча його вже немає.

Для більш якісного запису необхідний ще один елемент-точкова діафрагма-пластинка з діаметром в кілька мікрометрів, що встановлюється в фокусі позитивної лінзи.

Інформація про кожну точку відображеної тривимірної сцени записується у вигляді інтерференційної картини. Несуча частота смуг якої відповідає кутовому розташуванню точки, кривизна і Локальна частота смуг-дальності розташування точки, видимість смуг - яскравості

точки, А суперпозиція зазначених елементарних інтерференційних картин представляє всі точки відображеної сцени.

Лівий і правий очі спостерігача сприймають один і той же хвильовий фронт під різними кутами, що веде до різних просторовим позиціям інформаційної точки, відповідної даної сферичної хвилі, на сітківках двох очей. Це дозволяє візуально визначити дальність розташування точки у відображеній сцені.

Реєстрація голограм може бути реалізована на цілому ряді речовин, в яких відбуваються різні фізичні процеси при взаємодії з лазерним випромінюванням. Найбільш часто використовуються наступні матеріали: аморфні напівпровідники, термопластичні матеріали, магнітні плівки, оксиди ванадію, фотохромні матеріали, сегнетоелектричні фотопровідники.

Основні особливості голографії: запис інтерференційної картини містить не тільки амплітудну, але і фазову інформацію; голограма здатна відновлювати точну копію хвильового фронту, що йде від об'єкта (якщо об'єкт тривимірний, вона відтворює тривимірне зображення); якщо голограма пошкоджена або частково знищена, вона все одно відновить зображення.

Для реалізації методу голографії необхідно мати: запис інтерференційної картини об'єкта, дзеркальний екран і лазер (джерело світла з високою монохроматичністю).

Переваги методу голографії: Висока якість 3D зображень; можливість великого збільшення масштабу зображення і перегляду його з різних ракурсів, використання

групою спостерігачів; відсутність носяться пристосувань для перегляду.

Недоліки методу голографії: висока вартість апаратури для запису і виведення голограм, неможливість відтворення інформації в разі, якщо не відома довжина хвилі лазера, що застосовувався при записі.

Метод застосовується при комп'ютерному проектуванні і виробництві, при моделюванні складних об'єктів (наприклад, літального апарату); для демонстрації об'єктів, габаритні розміри яких не дозволяють розмістити їх в демонстраційному залі; в пристроях тренажерів для імітації обстановки, максимально наближеної до реальної; для тиражування якісних об'ємних зображень музейних цінностей, створення стереоскопічних фільмів.

Тема 2. Програмне забезпечення для створення 3D зображень і 3D відео методом анагліфів.

Програмне забезпечення: 3D stereo converter, Bas-relief, Імадес 3D, Z Anaglyph, Anaglyph Maker, Stereo Photo Maker, Adobe Photoshop, Adobe After Effects, Madix Movie Edit Pro, Ulead Media Studio Pro.

Однією з переваг методу анагліфа є доступність програмного забезпечення, як для створення, так і для перегляду анагліфів. Всі використані в роботі програми отримані безкоштовно.

Програма 3D stereo converter

Програма дозволяє автоматично перетворити 2D зображення в 3D зображення.

У 3D stereo converter використовується одне зображення об'єкта, не передбачена можливість регулювання

вертикального і горизонтального зміщення, що позначається на якості одержуваної стереопари.

Програма Bas-relief

У Bas-relief використовується інший спосіб перетворення плоского зображення в об'ємне-перетворення з використанням карти глибини. Програма зрушує світлі ділянки карти глибини зображення сильніше затемнених, створюючи кілька стерео ракурсів (мал. 1.27). У програму імпортуються два зображення: кольорове 2D зображення і його карта глибини.

Вона показує градаціями сірого кольору, які ділянки розташовуються ближче до спостерігача, а які – далі. Білі плями відповідають ділянкам, розташованим спереду, чорні – в глибині.

Програма використовує файли форматів *.bmp, *.png, *.tiff, *.jpeg в колірній моделі Greyscale, RGB, файли *.tiff в колірній моделі CMYK і RGBA. Є можливість зберегти остаточні стерео ракурси в уже перерахованих форматах і у вигляді багатопланового PSD-файлу. Багатопланові TIFF-файли не підтримуються.

Програма Images 3D

Програма Images 3D-універсальна програма для отримання 3D зображень.

Дозволяє зберегти стереозображення не тільки у форматах JPEG Image File (*.jpg, *.jpeg), Portable Network Graphics (*.png), Windows Bitmaps (*.bmp), але і в найпоширенішому на сьогоднішній день форматі для LCD стерео окулярів - JPS Stereo Image File (*.jps). Підтримує наступні типи 3D зображень: Red / Blueglasses; Blue/Redglasses; Cross-eyedviewing; Parallel viewing.

Є можливість вирівнювати стереопари (зрушенням зображення вгору або вниз і обертанням зображення), міняти вихідні зображень (ліве/праве) місцями.

Для підвищення точності і наочності проведеної коригування, накладається сітка («show alignment grid») і задається її розмір («grid size»). Кнопка із зображенням ножиць виводить меню, що дозволяє видалити від зображення задану кількість пікселів. Опція "Show trimmed section" дозволяє побачити видалені в результаті виробленої коригування ділянки зображення. Програма має дванадцять вбудованих фільтрів (закладка "Filters«), дає можливість роботи зі сканером (закладка« Twain"): вибір драйвера, сканування вихідного матеріалу і збереження.

Користувач має можливість відрегулювати яскравість і контрастність отриманої стереопари або окремо правого і лівого зображення при невдалій колірній гамі вихідного матеріалу, конвертувати зображення в «шкалу сірого» використовуючи закладку «Color».

Крім вище перерахованих закладок, програма має вікно " Довідка» ("HELP"), де досить детально розглянуті ключові аспекти роботи з програмним пакетом. Вивести на екран вікно "Довідка «можна при натисканні кнопки» F1" в контекстному меню.

Програма Z Anaglyph

Z Anaglyph-створює зображення з двох окремих (лівого і правого) зображень, дозволяє задавати величину взаємного зміщення зображень.

Збереження анагліфа зображення можливе у форматах*.jpeg або *.tiff. Можливе виведення стереопари на друк без попереднього збереження. Є довідкове керівництво.

З усіх розглянутих програм Z Anaglyph найбільш проста у використанні.

Програма Anaglyph Maker

Програма Anaglyph Maker створює анагліф зображення для червоно-синіх окулярів з двох зображень.

У ній є можливість створення сірого і кольорового анагліфа, Налаштування горизонтального або вертикального зміщення, яскравості і контрастності зображень. Підтримувати *.jpeg і *.bmp формати, в яких можна імпортувати і зберігати зображення.

Пропонується допомога через мережу Інтернет і рекомендації по створенню стереозображення.

Програма Stereo Photo Maker.

Програма Stereo Photo Maker працює з усіма поширеними форматами графічних файлів.

Логічно розпізнає, що імпортував Користувач: стерео файл або пару зображень у двох різних файлах.

Для перегляду і створення анагліфів в програмі Stereo Photo Maker передбачені:

- будь-які види масштабування;
- переміщення сильно збільшеного полотна;
- швидка зміна правого і лівого видів місцями;
- приміщення зображень вліво вправо і/або вгору вниз відносно один одного;
- режими для роботи з 3D пристроями перегляду (окулярами);
- швидкий перехід до наступного зображення (парі зображень);
- включення режиму слайд шоу;
- колірна і світлова корекція (Ручна і автоматична);

- корекція яскравості і контрасту;
- додавання розпливчастих країв;
- вирівнювання двох зображень за двома логічно ідентичними точками;
- підстроювання зображень: поворот, масштабування, зміна перспективи;
- обрізка країв.

Програмний пакет Adobe Photoshop

Програмний пакет Adobe Photoshop призначений для обробки растрової графіки. Підтримує велику кількість графічних форматів, дозволяє створювати нові зображення і редагувати їх. Програма використовується для створення фотореалістичних зображень, ретушування, кольорокорекції, колажування, трансформації графіки, кольороподілу, дає можливість роботи з шарами, використання контурів, створення анагліфа зображення для окулярів з будь-якими світлофільтрами на основі пари фотографій, однієї фотографії або по САД моделі.

Програмний пакет Adobe After Effects.

Програмний пакет Adobe After Effects-продукт компанії Adobe Systems для редагування відео, розробки композицій, анімації та створення різних відео ефектів.

Застосовується для обробки відеоматеріалу, створення рекламних роликів, музичних кліпів, створення анімації (для телебачення і web), 3D фільмів і ряду інших завдань, в яких потрібне використання цифрових відеоефектів.

Назва програми походить від використовуваного ефекту, відомого під назвою «стійкість (інертність) зорового відчуття». Цей ефект пояснюється наявністю сенсорної

пам'яті сітківки ока, яка дозволяє зберігати зорову інформацію протягом короткого проміжку часу.

Завдяки великій бібліотеці плагінів (додаткових алгоритмів), розроблених сторонніми компаніями, Adobe After Effects використовується в поліграфії та графічному дизайні для редагування статичних графічних зображень (цифрових фотографій; зображень, створених безпосередньо на комп'ютері, цифрових відео файлів).

У програмі є можливість налаштувати інтерфейс відповідно до вирішуваних завдань, зберігати налаштований вигляд робочої області і управляти яскравістю елементів інтерфейсу.

Основні особливості Adobe After Effects CS3 Professional складаються в розширеній інтеграції Adobe Photoshop CS3 з підтримкою імпорту шарових зображень з Adobe Photoshop (включаючи відео-шари); можливість конвертувати стилі шару з Photoshop CS3 і їх анімувати; наявність функцій color management (управління кольором) при виборі Project Working Space (проектного робочого простору) і Vanishing Point 3D (зникнення точок 3D), які можуть бути використані при створенні анагліф.

Програмний пакет підтримує наступні відео формати: *.mpeg; *.avi; *.mpg; *.mkv.

Програма Magix Movie Edit Pro

Програма Movie Edit Pro-професійний нелінійний відео редактор. Має інструменти для обробки аналогового і цифрового відео з будь-якого джерела (камера, TV, VHS, Internet), може виконувати функції віртуального відеоманітофона. До складу Програми входить велика

кількість звукових і відеоефектів, є можливість створення субтитрів, 3D ефектів.

Основні можливості:

- редагування та відновлення відео;
- коригування кольору, фокусу, контрасту і мерехтіння;
- стабілізатор зображення (усунення тремтіння);
- масштабований попередній перегляд;
- відео, фото і колірні ефекти, 3D ефекти;
- створення і використання спеціальних оригінальних ефектів;
- запис отриманих відео проектів на жорсткий диск комп'ютера в найбільш поширених форматах для відеофільмів (*.mpeg, *.avi).

Програмний пакет Ulead Media Studio Pro

Програмний пакет Ulead Media Studio Pro включає в себе цілий пакет програм призначених для різної роботи з відео та аудіо інформацією. Кожна з програм, що входить в пакет, може використовуватися незалежно від інших. Має можливість обробки відео у форматі MPEG, попереднього перегляду результатів обробки і вже готових матеріалів.

Video Capture-програма для захоплення відео зображення, що працює з різними пристроями відеоінформації, такими як: відеомагнітофон, телевізор, ТВ-тюнер, відеокамера (аналогова або Цифрова) або будь-який інший пристрій, підключений до комп'ютера.

Video Editor-основна програма пакету, відео редактор для редагування відео файлів різних форматів і створення різних відео ефектів.

Audio Editor-аудіо редактор для запису і редагування звуку, створення різних звукових ефектів.

CG Infinity-програма для створення титрів і пов'язаних з ними візуальних анімаційних ефектів.

Video Paint-програма для додавання малюнків у фільм. Може використовуватися як для окремих кадрів відеопослідовності, так і для всього фільму відразу.

Меню ефектів (Effect Manager) має зручний інтерфейс вікон перегляду ефектів з можливістю збільшення. Для зручності роботи забезпечується повний контроль всіх аспектів аудіо / відео переходів і фільтрів, а також спотворень кадру і траєкторій переміщення об'єктів. Забезпечена можливість інтеграції з іншими програмними продуктами подібного класу, що дозволяє імпортувати проекти пакету Ulead Video Studio, з швидким переходом на новий інструментарій. Крім того, можна організувати загальний доступ до багатьох елементів монтажного процесу і обмін макетами. Можливість імпорту файлів пакета Photo Impact у форматі *.ufo з альфа-каналом допомагає оформити відеоряд фонові і накладеної графік, що необхідно при створенні анагліфів.

Збереження створених відео анагліфів можливо в найбільш поширених форматах для відеофільмів (*.mpeg, *.avi).

Тема 3 Створення 3D зображень різальних інструментів і металообробних верстатів на основі фотографій.

Методика створення стереофотографій. Розрахунок основних параметрів для побудови стереографічної проекції. Розрахунок кута повороту моделі для створення анагліфа. Створення тривимірних зображень за допомогою програми Adobe Photoshop.

Лабораторний (комп'ютерний) практикум:

- створення 3D зображень різальних інструментів і металообробних верстатів на основі фотографій;
- використання методики створення стереофотографій (Розрахунок основних параметрів для побудови анагліфа);
- створення тривимірних зображень за допомогою програми Adobe Photoshop.

Технологія створення 3D зображення методом анагліфів.

Взаємозв'язок між особливостями зору людини і побудовою сучасних графічних систем. Можливості сучасних графічних систем. Системи змішування кольору при створенні графічної інформації. Особливості колірної моделі RGBA. Різні варіанти поділу колірного спектру для лівого і правого ракурсів при створенні анагліфів і їх особливості. Повноцінний анагліф. Анагліф з градацією сірого кольору (Сірий анагліф). Псевдо кольоровий анагліф. Створення 3D відео методом анагліфа за допомогою програми Madix Movie Edit Pro. (24 р.)

Взаємозв'язок між особливостями зору людини і побудовою сучасних графічних систем.

Зображення, що формуються комп'ютером, підкоряються тим же фізичним законам, які діють по відношенню до зображень фізичних об'єктів, що сприймаються зором людини. Тому, перш ніж створювати 3D зображення, слід розглянути принципи їх сприйняття зоровим апаратом людини.

Особливості бінокулярного зору людини.

У зоровому апараті людини відсутній прямий трикоординатний аналізатор об'ємних візуальних образів. Об'ємне зображення будь-якої сцени завжди сприймається зором тільки за допомогою формування проміжних двовимірних проекцій (ракурсів) сцени, які далі аналізуються (обробляються) свідомістю людини для отримання повноцінного сприйняття їм обсягу сцени. Об'ємне бачення засноване на бінокулярному (стереоскопічному) зорі, коли зоровим апаратом аналізуються відмінності в двовимірній структурі двох моноскопічних зображень сцени (сформованих на сітківках двох очей за допомогою кришталіків-об'єктивів) з подальшим відновленням обсягу сцени у віртуальному вигляді (у свідомості людини). Зображення, одержувані лівим і правим оком, відрізняються один від одного. Їх прийнято називати стереопарою. Аналізуючи відмінності між зображеннями стереопари, мозок отримує інформацію про обсяг і віддаленість спостережуваних об'єктів.

Система монокулярного зору людини перетворює двовірне зображення в об'ємну сцену, використовуючи на підсвідомому рівні наступні механізми:

- геометричну перспективу-сходження прямих променів погляду в одну точку;

- повітряну перспективу-ослаблення товщею атмосфери колірного контрасту і роздільної здатності ока;
- паралакс руху-ближні до ока об'єкти зміщуються на площині проекції більше, ніж далекі;
- відносний розмір знайомих спостерігачеві об'єктів;
- екранування (перекриття) далеких об'єктів ближніми об'єктами;
- фокусууючу акомодацию-залежність напруги фокусууючих м'язів ока від відстані до об'єкта.

Образотворчі прийоми, що моделюють ці явища, давно використовуються художниками для передачі об'ємності предметів, намальованих на площині.

Око людини здатний сприймати світло-одну з форм електромагнітної енергії, що характеризується довжиною хвилі. Хвилі діапазону приблизно від 300 до 800 нанометрів сприймаються їм як яскравісні і колірні відчуття. Предмети навколишнього світу мають здатність відображати (а в деяких випадках і випромінювати) світло, завдяки цьому вони видимі для людини. Світло потрапляє в око через рогівку і кришталік. Рогівка-це прозора субстанція, що оберігає кришталік. Райдужна оболонка ока грає роль діафрагми, регулюючи кількість пропускається всередину світла. Кришталік формує зображення на двомірній поверхні сітківки-внутрішній поверхні очного яблука. Розташовані на сітківці фоторецепторні клітини-палички і колбочки - грають роль приймачів світла, які сприймають електромагнітні коливання в діапазоні довжин хвиль від 350 до 780 нм.

Палички є високочутливими приймачами випромінювання і більше використовуються в умовах слабого освітлення (вночі), а колбочки менш чутливі, тому

використовуються при денному освітленні. Чутливі клітини ока неоднаково реагують на електромагнітні коливання різної довжини хвилі. Існують три типи колбочок і один тип паличок. У той час як інтенсивність є міра енергії світла, що впливає на око, яскравість - це міра сприйняття цього впливу. Око по-різному сприймає монохроматичний червоний колір і монохроматичний зелений колір рівної інтенсивності, оскільки чутливість колбочок різного типу відрізняється. Око найбільш чутливий до зеленого кольору, а найменш - до синього. Одним із наслідків розкриття механізму світлосприйняття ока стало те, що за таким же принципом виділення основних (первинних) кольорів будуються і технічні системи прийому кольорових зображень - телевізійні та фотографічні. Первинні кольори (червоний, синій, зелений) можна використовувати для наближеного уявлення будь-якого проміжного кольору.

Між очима є певна відстань (стерео база). У більшості людей значення стерео бази знаходиться в межах 60 - 70 мм. Якщо з центру очного яблука кожного ока провести промінь до видимого об'єкта, то між двома цими променями буде певний кут. Цей кут змінюється в залежності від відстані до об'єкта. Даний механізм стереоскопічного зору називається конвергенцією або дивергенцією (в залежності від спрямованості дії). Конвергенція-зведення зорових осей при погляді на близько розташовані об'єкти, дивергенція - розведення зорових осей, відбувається при погляді вдалину. При цьому об'єкти, що знаходяться на перетині оптичних осей виглядають чіткими, а розташовані далі або ближче - двоються. Чим далі від вас об'єкт, тим кут менше, чим ближче -

тим більше. Він може коливатися в межах від 60о до нуля, тобто, коли два променя будуть паралельні.

Паралакс є головним фактором у сприйнятті тривимірності світу. Саме цей механізм людського зору задіюється в більшості способів відтворення стереоскопічних (об'ємних) зображень, в тому числі і анагліфа. Об'єкт нульового паралакса (точка нульового паралакса) - об'єкт композиції, що не має паралакса (двоїння) - при перегляді буде здаватися распложеним в площині носія стереозображення. Решта елементів сцени будуть або висунутими вперед, і як би висять в повітрі (об'єкти переднього плану), або йдуть вглиб зображення (об'єкти заднього плану).

На екрані комп'ютера всі зображення виглядають плоскими, якими б тривимірними вони не були за задумом творців. Це відбувається тому, що людина дивиться на монітор, на екран якого і проектується все зображення (одночасно і цілком), отже, відстань до ближніх і далеких об'єктів однаково. Змінити цю відстань на сьогоднішній день не можна, але використовуючи знання особливостей зору можна обдурити мозок, окремо показавши кожному оку зображення однієї і тієї ж сцени з різних ракурсів.

Комфортність сприйняття образу тривимірної сцени відповідає природності роботи зорового апарату спостерігача. Найвища комфортність відповідає створенню умов, максимально наближених до умов природного сприйняття людиною сцен реального світу. Неузгодженість будь-яких характеристик зорового апарату при спостереженні може привести до неадекватного сприйняття і підвищеної стомлюваності зору. У найпростішому випадку, поліпшити

узгодження акомодациї і конвергенції при роботі з 3D зображеннями можна істотним фізичним або оптичним видаленням екрану від спостерігача.

Існують десятки відтінків глибини, які мозок людини використовує для визначення відстані до предмета. Паралакс-один з таких відтінків. Стерео технології візуалізації об'єктів використовують відтінки глибини, засновані тільки на паралаксі. Під час роботи з 3D зображеннями мозок звикає ігнорувати кілька інших відтінків. Після закінчення роботи, деякий час він ще продовжує їх ігнорувати. Згодом сприйняття приходить в норму, але тривала часта робота з неякісними 3D системами може привести до бінокулярної дисфорії (втрати чутливості до сприйняття обсягу).

Можливості сучасних графічних систем

В даний час практично всі графічні системи використовують растровий принцип створення зображення. Суть його полягає в тому, що зображення розглядається як масив (растр) найпростіших елементів, або пікселів. Піксель (англ. pixel-picture element - елемент картини) - неподільний прямокутний елемент растрової моделі, параметри якого описують відповідну йому ділянку реального або синтезованого зображення. Кожен піксель має чітко задане положення на екрані. Масив кодів, що визначають засвічення пікселів на екрані, зберігається в окремій області пам'яті, яка називається буфером кадру. У системах особливо високої якості для буфера кадру використовуються спеціальні типи мікросхем, які дозволяють швидко вивести вміст буфера на екран. Глибина буфера кадру характеризує кількість біт інформації, що визначають засвічення кожного окремого пікселя, зокрема кількість кольорів, яке може бути

представлено на екрані даної системи. Наприклад, буфер глибиною 1 біт дозволяє виводити тільки двох градацій зображення, а буфер глибиною 8 біт може виводити зображення, що складається з 256 кольорів. Сучасні повнокольорові системи характеризуються глибиною буфера 24 і 32 біта і здатні створювати фотореалістичні зображення.

Прикладом растрової графіки служать фотографії, зображення, створені в графічному редакторі Adobe PhotoShop і ін. такі файли дуже об'ємні, а при зміні розмірів якість зображення погіршується. При друку растрового зображення або перегляді його на пристроях, що мають недостатню роздільну здатність, значно погіршується сприйняття зображення. Растрові формати: GIF, BMP, WBMP, PCX, PCD, PSD, FLM, IFF, PXR, PNG, SCT/PICT, PCT, RAW, TIF/TIFF, BMP, JPEG, TGA, FPX, GIF, PhotoCD, MNG, ICO, FLA/SWF.

Основні графічні функції зводяться до перетворення опису графічного примітиву, сформованого прикладною програмою, в коди засвічення певних пікселів в буфері кадру. Процес перетворення опису графічного примітиву в коди засвічення пікселів отримав найменування растрового перетворення (rasterization) або скануючого перетворення (scan conversion).

Системи змішування основних кольорів при виведенні графічної інформації

Палітра кольорів, звана також картою або таблицею кольорів, являє собою одновимірний масив колірних величин. За допомогою палітри кольори задаються побічно, за допомогою вказівки їх позиції в масиві. При використанні палітри кольорів відомості про кольори пікселів записані у

файлі у вигляді послідовності індексів. Використання палітр у багатьох випадках дозволяє значно скоротити обсяг растрових даних.

Для опису кольорів застосовують кілька різних математичних систем (моделей). Жодна з існуючих систем представлення кольору не є найкращою. Для різних цілей і завдань служать різні системи.

У машинній графіці застосовуються дві системи змішання основних кольорів:

- адитивна система-основними є червоний, зелений і синій кольори (наприклад, RGB);
- субтрактивна-основними є блакитний, пурпурний і жовтий кольори (наприклад, CMY).

Кольори однієї системи є додатковими до іншої: Блакитний - до червоного, пурпурний - до зеленого, жовтий - до синього. Додатковий колір - це різниця білого і даного кольору: Блакитний - це білий мінус Червоний, Пурпурний - Білий мінус зелений, жовтий - білий мінус синій. Хоча червоний можна вважати додатковим до блакитного кольору, за традицією червоний, зелений і синій вважаються основними кольорами, а блакитний, пурпурний, жовтий - їх доповненнями. Цікаво, що в спектрі веселки або призми пурпурного кольору немає, тобто він породжується зоровою системою людини.

Для поверхонь, що відбивають, наприклад друкарських фарб, плівок і несвітких екранів застосовується субтрактивна система CMYK. У субтрактивних системах з спектру білого кольору віднімаються довжини хвилі додаткового кольору.

Аддитивна колірна система RGB зручна для світяться поверхонь, наприклад екранів моніторів або кольорових ламп. Кожен піксель представляється у вигляді трьох числових величин-інтенсивностей червоного, зеленого і синього кольорів. Кожному кольору зазвичай відводиться 8 бітів, в яких може бути записано 256 рівнів інтенсивності. Таким чином, значення (0, 0, 0) представляє чорний колір, а (255, 255, 255) – білий. Яскравість rgb-пікселя розраховується за такою формулою:

$$Я = 0,3 \times R + 0,59 \times G + 0,11 \times B, \quad (2.1)$$

де Я-яскравість rgb-пікселя;

R-червоний колір;

G-зелений колір;

B-синій колір.

Як видно з формули, різні кольори мають різні вагові коефіцієнти. Це пов'язано з різною сприйнятливістю людського ока до різних складових світлового спектру.

Особливості колірної моделі RGBA

Розглянемо чотирикомпонентну 32-бітну колірну модель RGBA. Четвертий компонент в такій системі (а-компонент) називається альфа-каналом (alpha channel). Прикладна програма може управляти інтенсивністю альфа-каналу точно так же, як і інтенсивністю кожного з основних кольорів, тобто задавати значення інтенсивності а для кожного пікселя. Альфа-складова трактується як значення параметра прозорості. При певних значеннях цього параметра об'єкт може бути абсолютно чорним тілом, тобто повністю поглинати світловий потік, або абсолютно прозорим.

Різні варіанти поділу колірного спектру для лівого і правого ракурсів при створенні анагліфів і їх особливості

Існують способи формування анагліфа зображення, які дозволяють майже повністю зберегти оригінальні кольори вихідної стереопари. Але якщо у вихідних зображеннях присутні яскраво-червоні або яскраво-сині (зелені) об'єкти, в разі повнокольорового анагліфа вони можуть порушити комфортність сприйняття стереопари. Для прикладу розглянемо три види анагліфа однієї і тієї ж стереопари: при будь-яких вихідних кольорах анагліф в градації сірого кольору забезпечує хороший стереоефект. Анагліф з частковим збереженням кольору (псевдо кольоровий) також добре сприймається, а на повнокольоровому яскраво червоні прапори порушують комфортність сприйняття.

Псевдоцветные анаглифы.

Для створення псевдо кольорових анагліфів використовуються різні варіанти поділу колірною спектру. Розглянемо псевдо кольорові анагліфи з поділом спектра наступними світлофільтрами: фіолетовим і синім; жовтим і синім.

Розробка методики створення стереофотографій

Для завдань 3D візуалізації при промисловому комп'ютерному дизайні виробів важливо створити сприйняття тривимірності сцени, максимально близьке до реальної дійсності. Проектування на площину з Єдиного центру рівносильно монокулярному зору, яке дає неповне відчуття тривимірності навколишнього світу.

Розрахунок основних параметрів для побудови стереографічної проєкції

Програмна імітація бінокулярного зору полягає в розробці алгоритму побудови стереографічної проєкції-двох

центральных проекцій на загальну комп'ютерну площину від двох рознесених в просторі проекторів.

Нехай відстань між очима (стерео база) дорівнює $2D$. зорова система фокусує погляд в деякій точці - Центрі візуальної маси об'єкта або групи об'єктів, що знаходиться від спостерігача на фокусній відстані F .

Проведемо через центр візуальної маси фронтальну площину проектування ортогонально напрямку погляду. Очі спостерігача (проектори) знаходяться в точках:

$$S_{\text{лев}} = [-D \ 0 \ F], S_{\text{пр}} = [D \ 0 \ F]$$

і фокусуються під кутом відомості:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{D}{F}\right)$$

Якщо $D \ll F$ то $\gamma \approx 0^\circ$ то обидва ока бачать об'єкт практично однаково. При порівнянних відстанях D і F зображення, що формуються на сітківці кожного ока, відрізняються один від одного, чим і досягається ефект об'ємності при з'єднанні мозком двох зображень в одне. Найбільш комфортні для зору умови і найкращий стереоефект досягаються при $\text{tg}(\gamma) \approx 0.1$, звідки $\gamma \approx 6^\circ$ і $F \approx 10 D$. наприклад, при середньостатистичній оптичній базі у людини $2D = 70$ мм виходить $F = 35$ см, оптимальне гігієнічне відстань для читання, письма і точної ручної роботи.

Стереозображення складається з двох центральних проекцій об'єкта, розрахованих окремо для кожного ока. Розгляд стереопари проводиться з нульовим кутом зведення очей. Перетворення довільної точки p в проекції лівого і

правого очей складаються з операцій обертання навколо відповідної лінії погляду очі на кути:

$$\Phi_{\text{лев}} = \gamma, \Phi_{\text{пр}} = -\gamma$$

і центрального проектування на фронтальну площину, описуваного за декартовим рішенням у векторній формі матрицями:

$$\mathcal{C}_{\text{лев}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{D}{F} & 0 & 0 & -\frac{1}{F} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathcal{C}_{\text{пр}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{D}{F} & 0 & 0 & -\frac{1}{F} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Таким чином, побудова стереопари $\{\text{рлев}, \text{рпр}\}$ точки p виконується за такими формулами:

$$p_{\text{лев}} \square pT(-S_{\text{лев}})R_y(\sigma)T(S_{\text{лев}})\mathcal{C}_{\text{лев}}.$$

$$p_{\text{пр}} \square pT(-S_{\text{пр}})R_y(-\sigma)T(S_{\text{пр}})\mathcal{C}_{\text{пр}}.$$

Розрахунок кута повороту моделі для створення анагліфа зображення

Аналізуючи незначні зрушення і відмінності зображень на сітківках лівого і правого очей, мозок управляє м'язами, що приводять в рух очні яблука, налаштовуючи відстань між обома очима так, щоб зображення об'єкта знаходилися в центрі сітківки. Отриманий кут між зоровими осями дає інформацію про видалення об'єкта і допомагає при відтворенні тривимірної картини навколишньої дійсності.

Такий кутовий метод визначення відстані називається "метод триангуляції". Крім кута між оптичними осями, мозок використовує інформацію про фокусування, тобто. про те, наскільки необхідно викривити кришталик ока, щоб отримати на сітківці чітке зображення об'єкта. Навіть коли людина дивиться тільки одним оком, він все одно (хоча і зі значно меншою точністю і швидкістю) може визначити, який з двох об'єктів, знаходиться ближче, шляхом аналізу різниці у фокусуванні на об'єкти.

Кут повороту деталі, визначається наступною залежністю:

$$\beta = 2 \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \arctan\left(\frac{a}{2L}\right),$$

де α – відстань між зіницями очей, м; L - відстань до спостережуваної деталі, м.

Відстань між очима у людини в середньому становить від 60-70 мм. приймаємо $a=0,07$ м; $L=2$ м.

У математичному пакеті Maple був проведений розрахунок кута повороту деталі. В результаті був отриманий кут град.

На основі отриманих даних побудований графік залежності кута повороту деталі від відстані до неї.

Розроблено рекомендації щодо створення 3D зображень.

При зйомці необхідно враховувати наступні параметри: кут повороту моделі і відстань до неї. Модель повинна знаходитися на такій відстані, яке обгрунтовано її розмірами. Наприклад, верстат необхідно знімати з відстані ≈ 3 метри. Графік залежності показує, що при відстані 3 метри,

кут повороту фотоапарата дорівнює 2 градуси, якщо модель невелика, відстань знаходиться в межах 0,3-0,5 метра, кут становить 4 градуси.

Зсув камери має бути близьким до відстані між очима.

Зйомка одним фотоапаратом рухомих об'єктів не рекомендується.

Похибки зйомки можна компенсувати редагуванням отриманих зображень (наприклад, в графічному редакторі Adobe PhotoShop).

Методика створення стереофотографії

Розроблено методика створення анагліфа зображень, що враховує особливості умов навчального процесу кафедри "інтегровані технології машинобудування" ім. М. Ф. Семко.

Існують кілька способів створення анагліфа:

1. На основі одного зображення. У програмі 3D stereo converter фрагменти зображення аналізуються по межах кольорних ділянок і (на основі цього аналізу) автоматично створюється анагліф.

2. На основі одного зображення і карти глибини в програмах Bas-relief, SLS. У програмі Bas-relief карта глибини створюється автоматично при виборі команди «карта глибини». У SLS карта глибини створюється автоматично з вихідного зображення з використанням рівнів глибини.

3. На основі двох зображень.

Два зображення отримують кількома способами:

- зйомкою стереофотоапаратом;
- зйомкою з паралельним зміщенням фотоапарата на відстань між правим і лівим очима (60-70 мм);
- двома фотоапаратами, з установкою їх на штативі таким чином, щоб відстань між об'єктивами становила 60-70

мм.при зйомці об'єкта обидва фотоапарата необхідно однаково налаштувати.

- зйомкою зі зміщенням об'єкта щодо його центральної осі на певний кут. Фотоапарат при цьому закріплений на штативі.

- штучним завданням кута повороту фотоапарата, що імітує напрямок погляду кожного ока. Чим точніше поворот камери, тим більше кут повороту об'єктива співпадає з напрямком погляду, що дає можливість отримати більш якісне стереозображення.

Чим більше відстань між об'єктом і фотоапаратом, тим менше кут повороту і стереоефект надалі буде менш наочний.

Отримані зображення при необхідності допрацьовуються в графічному редакторі (наприклад, в Adobe Photoshop). Як правило, редагування зводиться до отримання двох зображень, на яких головний об'єкт буде мати однаковий розмір і невелике відхилення положення по горизонталі.

Анагліфи на основі двох фотографій створюються в програмах Images 3D, Z-Anaglyph, Anaglyph Maker, Stereo Photo Maker, Adobe Photoshop. Для налаштування вихідних зображень використовуються спеціальні засоби програм, які дозволяють змінити вертикальне і горизонтально зміщення лівого і правого зображення, здійснювати їх повороти на задані кути. Зрушенням кольорових контурів досягається різна ступінь об'ємності анагліфа: чим вони далі один від одного, тим сильніше ефект обсягу, але зміщення не повинно перевищувати 12 мм (інакше стерео ефекту не буде). У меню можна вибрати тип анагліфа зображення (кольоровий, псевдокольоровий або сірий).

В результаті реалізації наведених способів по одній або двом фотографіям виходять 3D зображення, якість яких залежить від умов зйомки, кута повороту і можливостей програмного забезпечення.

Для отримання вихідних цифрових фотографій двох видів об'єкта за допомогою одного неспеціалізованого фотоапарата Сапоп IX80 був використаний штатив, що дозволило звести до мінімуму подальше редагування зсувів ракурсів стереопари відносно один одного і прискорило процес створення анагліфів.

Створення анагліфів зображень за допомогою програмного пакету Adobe PhotoShop

При створенні анагліфа використовують різні за кольором фільтри для різних очей. Лівий знімок повинен бачити тільки ліве око. Для цього на лівий вигляд об'єкта накладається червоний світлофільтр. На правий вигляд, як правило, накладається синьо-зелений світлофільтр. Червоний світлофільтр пропускає червоні промені, а Додаткові до червоного кольору здаються «чорними». Зображення червоного кольору через червоний фільтр буде неконтрастним (невидимим). Аналогічно для правого ока крізь синьо-зелений фільтр видиме зображення буде червоним, а невидиме синьо-зеленого кольору.

Для створення в програмі Adobe Photoshop тривимірних зображень необхідно мати дві фотографії (з позиції лівого і правого ока). За допомогою меню "Стиль шару" на кожне зображення, розміщене в окремому шарі, накладається свій за кольором фільтр.

На лівому вигляді об'єкта знімаються мітки зеленого і синього колірних каналів. На правому вигляді об'єкта

знімається мітка червоного колірної каналу. Виходить пара зображень з різним колірним наповненням.

Для об'єднання пари з різним включенням каналів в одне зображення вони поєднуються, при цьому верхньому шару задається напівпрозорість. Після об'єднання шарів налаштовуються рівні контрастності і яскравості. Якщо вихідні зображення були кольоровими, то кінцеве зображення залишиться кольоровим.

Однією з переваг отримання анагліфів за допомогою програми Adobe Photoshop є можливість, використовуючи можливості системи RGBA, налаштувати оптимальні кольори фільтрів для конкретних стерео окулярів (експериментальним підбором або математичним розрахунком).

Створення 3D відео методом анагліфа за допомогою програми Magix Movie Edit Pro

Створення стереокіно в даній програмі досить просто завдяки вбудованому фільтру "Echo". Після запуску програми необхідно імпортувати в робочу зону вихідне відео. Це можна зробити двома способами: відкривши меню "File" вибрати команду "Load movie" або скористатися файловим менеджером " My projects "(мал. 2.15). Потім вибравши курсором фільтр "Echo" натиснути ліву кнопку миші і не відпускаючи її рухати курсор до умовного зображення відео файлу в нижньому вікні програми. По досягненню іконки файлу відпустити ліву кнопку миші (мал. 2.16). Є можливість накладення фільтра не на все відео, а тільки на потрібну його ділянку, обрізка або неповне програвання файлу, попередній перегляд результатів обробки, збереження проекту в форматі *.mvd або експорт в заданому форматі (*.mpeg, *.avi).

Тема 2. Створення анагліфів на основі САД моделей. Створення набору зображень за комп'ютерними моделями в програмі PowerShape. Автоматизація створення тривимірних зображень в Photoshop. Обробка цифрового відео в програмному пакеті Adobe After Effects. (22 р.)

Оптимізація створення анагліфів на основі фотореалістичних зображень САД моделей за допомогою запису макросів в програмних пакетах PowerShape і Adobe Photoshop.

Створення фотореалістичних зображень моделей в програмі PowerShape.

Система автоматизованого моделювання PowerShape є одним з програмних додатків нового покоління фірми Delcam plc (Великобританія), об'єднаних під ім'ям PowerSolution. Дана програма дозволяє реалізовувати різні дизайнерські ідеї і вирішувати складні конструкторські завдання, має зручний графічний користувальницький інтерфейс. Динамічна 3D графіка системи PowerShape дозволяє обертати модель і отримувати зображення з різних ракурсів. Є можливість отримання фотореалістичного зображення майбутнього виробу.

Для створення анагліфа на основі САД моделі в програму PowerShape імпортується готова модель. Для цього в меню "файл «вибирається позиція» імпорт". Підтримувані програмою формати: IGES (*.ig*), AutoCAD (*.dwg, *.dxf), Triangle Files (*.dmt, *.obj, *.stl), Catia (*.cat, *.exp, *.fic, *.model).

Для отримання якісного анагліфа необхідно мати два зображення об'єкта, отриманих зйомкою з різних ракурсів. При налаштуванні якості зображень вибирається команда

"фотореалістика", де вказується якість, метод отримання і дозвіл зображення. Для отримання другого зображення моделі, її необхідно повернути на певний кут. Використовуючи локальну систему координат («Workplanes»), модель повертається на різні кути щодо глобального простору. Координати центру локальної системи координат, як і координати геометричних об'єктів, задаються або за допомогою об'єктної прив'язки, або через «Поле введення координат». Щоб модель оберталася навколо осі Y, вибираємо вісь Y. При цьому активізуються площині XZ. Після активації моделі вибирається команда " rotate» ("поворот"), задається кут повороту моделі α (для моделі на рис. 3.3 $\alpha=4^\circ$). Потім модель повертається на кут β (наприклад, для моделі $\beta=86^\circ$) для отримання наступної пари фотореалістичних зображень. Після кожного повороту виконується збереження фотореалістичного зображення моделі (формат JPEG File (*.jpg), *.tiff, Bitmap File (*.bmp)). В результаті отримують серію пар зображень моделі.

Автоматизація отримання пар фотореалістичних зображень САД моделей

Для автоматизації отримання пар фотореалістичних зображень САД моделі створений оригінальний спеціальний макрос, в якому записана послідовність виконуваних з комп'ютерною моделлю дій. Макрос-це набір максимально автоматизованої послідовності дій програми з обробки зображень для полегшення праці користувача.

Для запису макросу в меню "макроси" і вибираємо пункт Запис. З цього моменту починається запис всіх послідовно виконаних команд. У макрос включені наступні дії: створення системи координат в центрі моделі, поворот

моделі на задані кути навколо створеної системи координат, створення фотореалістичних зображень для кожної позиції моделі, збереження зображень в заданому форматі.

Для автоматичного виконання макросу необхідно в меню "макрос «вибрати команду» Виконати" макрос з відповідним ім'ям і завантажити виконаний макросом файл.

Записавши макрос один раз (приклад запису представлений в додатку А), його можна застосовувати без внесення змін або редагувати для отримання фотореалістичних зображень будь CAD моделі.

Отримані пари фотореалістичних зображень CAD моделей для створення анагліфа імпортуються в програму Adobe Photoshop.

Автоматизація створення тривимірних зображень в програмному пакеті Adobe Photoshop

У програмному пакеті Adobe Photoshop був створений оригінальний спеціальний макрос для автоматизації створення анагліфів.

Для запису і редагування послідовності дій по обробці зображень, виконуваних за допомогою макросу, використовується меню " Window» («вікно») і меню«Actions»("операції"). Меню "Actions" містить набір команд у вигляді рядків. Кожна команда відкриває список параметрів команди, якщо такі є. У лівій колонці розташовані поля, які служать для включення або виключення окремих команд, а поруч з ними поля для включення і відключення виведення діалогових вікон відповідних команд. У нижній частині меню "Actions «міститься набір наступних команд:» Stop Playing/Recording «(»зупинка відтворення/запису«);» Record «(»запис«);» Play «(»Відтворення«);» New Set

«(»новий набір«);» New Action «(»нова операція«);» Trash «(»кошик"»).

Користувач має можливість видозмінити послідовність виконання команд. Команди одного макросу можна переміщати в інші. Для того щоб змінити порядок команд, необхідно в списку меню виділити команду і перемістити її в нове положення. Розділова лінія відображає положення рядка команди під час переміщення.

Після активації команди " Record» ("запис") починається послідовний запис команд: створення шару №1; імпорт лівого виду фотореалістичного зображення CAD моделі; накладення на нього червоного світлофільтру; створення шару №2; імпорт правого виду фотореалістичного зображення CAD моделі; накладення на нього синьо-зеленого світлофільтру; завдання напівпрозорості; об'єднання двох видів в одне зображення; Збереження анагліфа в заданому форматі. Активація команди "Stop" припиняє запис.

У будь-який момент можна видалити макрос цілком або довільну окрему команду, що входить в нього. Для цього в списку команд виділяється непотрібна і після натискання кнопки " Trash» («кошик») або«Delete» ("Видалити") в меню з'являється вікно-Запит на видалення. Для видалення необхідно натиснути на кнопку "ОК". Активну команду можна видалити без запиту клацанням по іконці "Trash". Зберегти макрос можна тільки як набір команд цілком, окремі команди зберегти не можна.

Записаний макрос автоматично зберігається в папці Windows \ ApplicationData \ Adobe \ Photoshop\CS2\ Adobe Photoshop Settings. Ім'я набору можна змінювати, викликавши діалогове вікно командою " Set Options»("задати параметри").

Створення відео процесів моделювання та складання методом анагліфа.

У даній роботі розглянута можливість створення відео дизайну CAD моделей промислових виробів методом анагліфа за допомогою програмних пакетів Delcam PowerShape, Adobe After Effects CS3 Professional і River Past Screen Recorder.

Створення відео на основі дизайну CAD моделей в програмному пакеті PowerShape

Для створення відео зі стереоефектом методом анагліфа на основі дизайну CAD моделей в програмному пакеті PowerShape необхідно створити новий проект або імпортувати готові CAD моделі. Моделі орієнтується в графічній області для налаштування виду, найбільш повно задовольняє вимогам користувача. Управління видом здійснюється так само, як і при налаштуванні фотореалістичних зображень. Для запису відео передбачена команда "створити фільм" («Create Movie») в меню «Інструменти». У вікні задається траєкторія і центр обертання моделей, кількість записуваних в секунду кадрів, Тривалість запису, назва відео і папка, в яке воно буде збережено. Після запису одного відео, моделі повертають на певний кут (так само як і при створенні зображень) і повторюють процес запису з аналогічними настройками.

При створенні відео кліпів складних моделей або збірок необхідно мати високопродуктивні комп'ютери, так як процес розрахунку нового положення всіх елементів для кожного кадру складний. Можуть виникати труднощі при створенні системи координат і оптимальної траєкторії обертання.

Існує інший спосіб запису процесів конструювання в САД програмах - за допомогою спеціальних програм, здатних записувати зображення на екрані монітора в реальному режимі часу. У даній роботі використовувалася програма River Past Screen Recorder. З її допомогою можна записати всі дії, вироблені в програмному пакеті PowerShape і потім використовувати створене відео для 3D візуалізації виконаних дій методом анагліфа за допомогою програмних пакетів для редагування відео (наприклад, Adobe After Effects). Складність полягає в точному повторенні в часі всіх виконаних в перший раз дій. Для вирішення цієї проблеми можна: використовувати тільки одне відео для створення анагліфа(з частковою втратою якості); записати макрос виконаних дій і запустити його виконання для поверненої на певний кут системи моделей. Для подібного режиму роботи також необхідний високопродуктивний комп'ютер.

Обробка цифрового відео в програмному пакеті Adobe Afte Effects CS3 Professional

Програмний пакет Adobe Afte Effects універсальний, що дає можливість створювати з його допомогою стереокіно двома способами: на основі одного відеозапису і двох. У меню «File» вибирається команда «Import» для завантаження необхідних вихідних відео файлів (одного, двох або більше). Для активації оного з відео, необхідно навести на нього курсор, натиснути ліву кнопку миші і рухати курсор не відпускаючи кнопки у вікно покадрового розбиття «TimeLine». У вікні проекту "Project" з'являється новий рядок з поточним ім'ям і атрибутами проекту.

Для створення відео методом анагліфа передбачений вбудований відео фільтр «3D Glasses». Він знаходиться в

меню "Effects & Presets "підменю " Perspective". Для його накладення необхідно навести на нього курсор, натиснути ліву кнопку миші і рухати курсор не відпускаючи кнопки у вікно попереднього перегляду проекту «Composition». Фільтр має налаштування вигляду і якості майбутнього стереокіно: звернення до одного або двох вихідних файлів, вид відображення результату (просторове або колірне розділення зображень, різні варіації фільтрів), відносне зміщення об'єктів сцени, насиченість кольорів фільтрів.

Якщо отримані вихідні записи містять великий відсоток заповнення червоними елементами, необхідно створити фіолетово-синій фільтр, якого немає в наборі. Для цього в робочу область імпортуються два вихідних відео однієї сцени, відзнятої з різних ракурсів, або двох однакових відео. В обробці використовуються наступні фільтри:

- "Channel Mixer" - для зміни кольору зображення варіюються налаштування колірної балансу за трьома основними кольорами (червоний, синій, зелений) і їх попарним поєднанням (Червоно-синій ,червоно-зелений, зелено-синій);

"Alpha Levels" - для зміни прозорості з метою одночасно бачити два відеозаписи;

- "Displacement Map" - для випадку роботи з одним відеозаписом і її точною копією; фільтр дозволяє коригувати ракурс зображення.

Для відео з позиції правого ока налаштовується зображення синього кольору; для лівого ока - фіолетового. Для двох відео встановлюється напівпрозорість. У разі використання одного вихідного запису, для двох видів задається відхилення положення (наприклад, для правого +2,

для лівого -2). При включенні одночасного перегляду двох відеодоріжок виходить стереоефект, який видно при використанні фіолетово-синіх стерео окулярів. Вихідні червоні елементи не погіршують комфортність сприйняття.

Список літератури

1. Терминология 3D стерео. - WEB: <http://3dstereo.ru>.
2. Мега энциклопедия. Виртуальная реальность. - WEB: <http://mega.km.ru>.
3. Жуков А.М. Продукты и решения на базе технологии виртуальной реальности. - WEB: <http://www.ve-group.ru>.
4. Востриков А.О. Промышленный дизайн. - WEB: <http://www.avostrikov.com>.
5. Осман К.Ф. Отличительные преимущества 3D моделирования. - WEB: <http://www.3dliga.ru>.
6. Лубец М.Р. Применение и рынки технологий виртуальной реальности. - WEB: <http://www.ve-group.ru>.
7. Громовий О.А. Основи віртуальної реальності. - Ж.: 2009. - 84 с.
8. Хакен Г., Хакен-Крелль М. Тайны восприятия. - М.: Институт компьютерных исследований, 2002. - 272 с.
9. Пирожников Л.Б. Что такое голография. - М: Московский рабочий, 1976. – 124 с.
10. Alex Kheifets 3D stereo converter. - WEB: <http://sglx.web.ur.ru>.
11. Вазенмиллер Е. А. 3D Lenticular Software Bas-relief. WEB: <http://www.3dphotopro.com>.
12. Marry Miline Z Anaglyph. - WEB: <http://www.rosset.org>.
13. Takashi Sekitani Anaglyph Maker. - WEB: <http://www.downloadatoz.cm>
14. StereoPhoto Maker. - WEB: <http://www.stereomaker.net>.
15. Электронный учебник Adobe Photoshop. Создание

трехмерных (анаглифических) изображений. - WEB:
<http://psmaster.ru>.

16. Вазенмиллер Е. А. Цветовая модель RGBA. - WEB:
<http://www.trigonal.ru>.

17. Вайнман Л. Практикум по Adobe After Effects 6. Видеомонтаж, спецэффекты, создание видеокomпозиций. - М.: Вильямс, 2004. – 648 с.

18. Лимонов Я.Г. Основные особенности Adobe After Effects CS3 Professional. - WEB: <http://www.pro-vse.org.ua>.

19. Боланте Э. Adobe After Effects уроки. - Триумф, 2007. – 832 с.

20. Тарасов В.А. Описание программы Magix Movie Edit Pro. - WEB: <http://maxfresh.ru>.

21. Ulead MediaStudio Pro Руководство пользователя. - WEB: www.rth77.ru.

22. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 86 с.