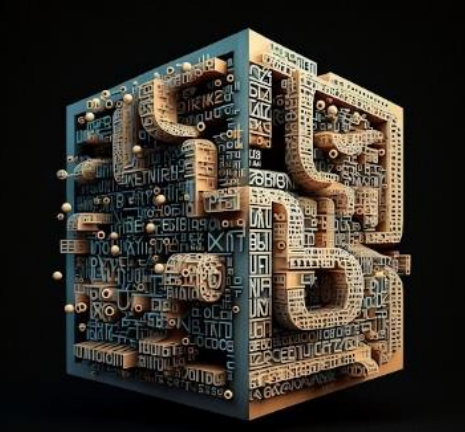


**Міністерство освіти та науки України
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця**



**НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
кафедра: Мультимедійних систем і технологій

дисципліна
"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ"
викладач: доцент, к.т.н.
Токарєв Володимир Володимирович



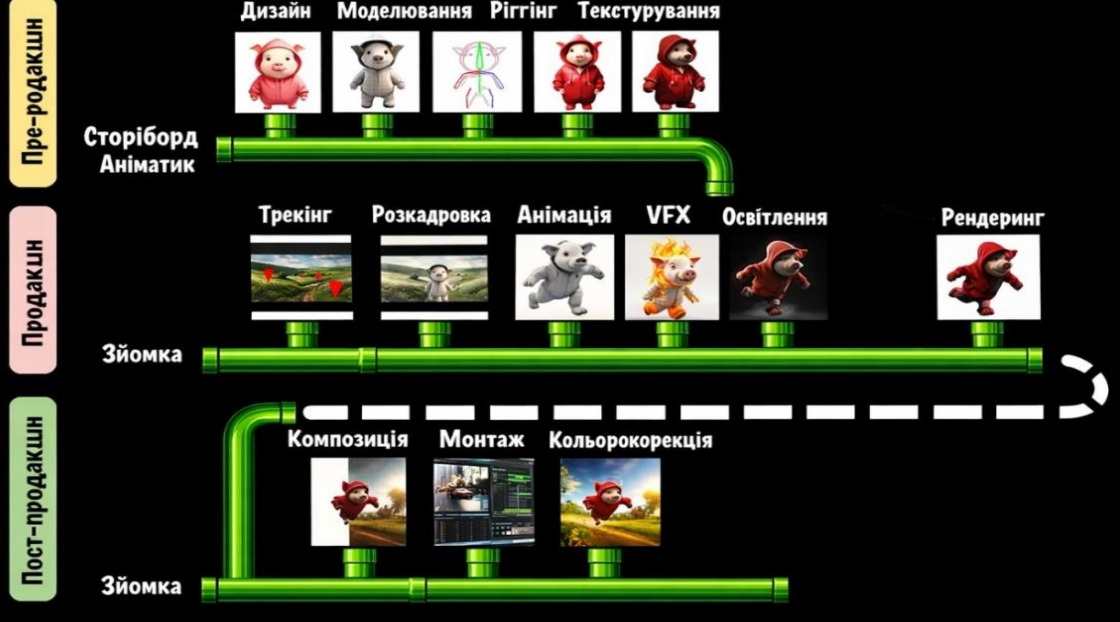
Тема. Створення відеоконтенту з анімації.

Ця тема пояснює, як із набору статичних зображень, графічних об'єктів, тексту, 2D/3D-сцен та часових змін формується повноцінний відеоконтент. По суті, анімація — це спосіб створення руху там, де спочатку є лише окремі стани об'єкта або сцени.

Що таке створення відеоконтенту з анімації

Створення відеоконтенту з анімації — це процес побудови відеоряду, у якому зображення змінюються в часі за певними правилами, створюючи ілюзію руху.





На зображенні представлені три великі етапи:

1. Передвиробництво.
2. Виробництво.
3. Поствиробництво.

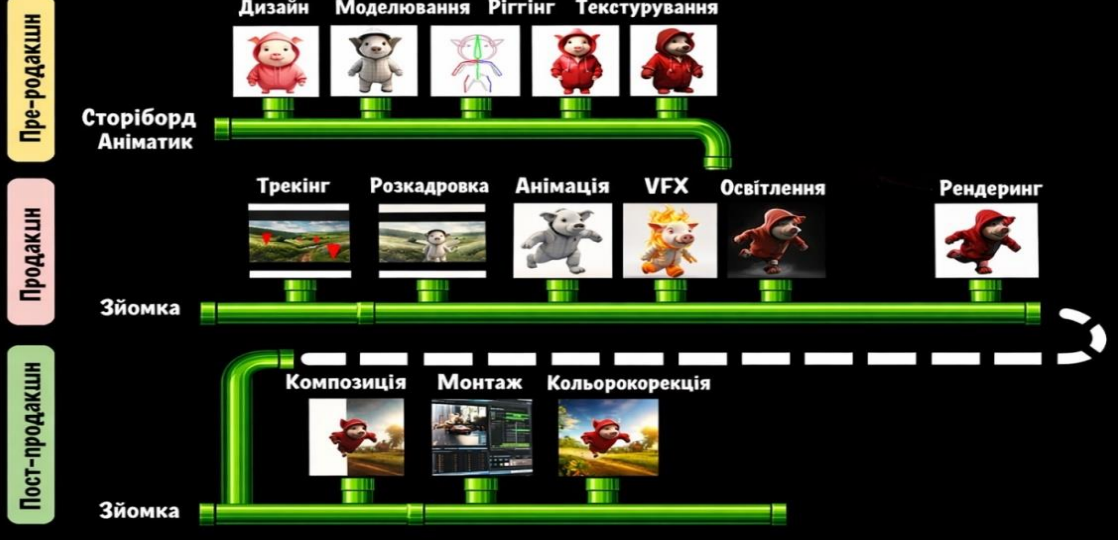
Схема побудована як система зелених трубопроводів, що символізують потік даних, ресурсів і результатів між етапами.

Анімаційний проєкт ніби "рухається" по виробничій лінії від ідеї до готового відео.

Загальна логіка схеми

У верхній частині показано початкові етапи підготовки персонажа та задуму. У середній — основне виробництво сцени та кадрів. У нижній — фінальна обробка, монтаж і корекція.

1. Етап — передвиробництво. Ліворуч вертикально позначено блок передвиробництво. Це стартовий етап, на якому формується концепція майбутньої анімації.



Загальна логіка схеми

Сторїборд - це набір ескізів сцен.

Аніматик-це вже простий чорновий відеоряд із цих ескізів, інколи з приблизним таймінгом, рухами камери та базовим монтажем.

Дизайн-на ілюстрації видно персонажа у початковому художньому вигляді. На цьому етапі створюють: зовнішній вигляд персонажа; кольорову стилістику; форми об'єктів; одяг, реквізит, оточення.

Моделювання-тут персонаж показаний уже як сіра 3D-модель. **3D** - моделер створює тривимірну геометрію персонажа. Отримують базову **3D**-форму персонажа без фінальної анімації.

Рігінг-це створення внутрішньої структури управління моделлю. Щоб персонаж міг: ходити, бігати, стрибати, повертати голову, рухати руками.

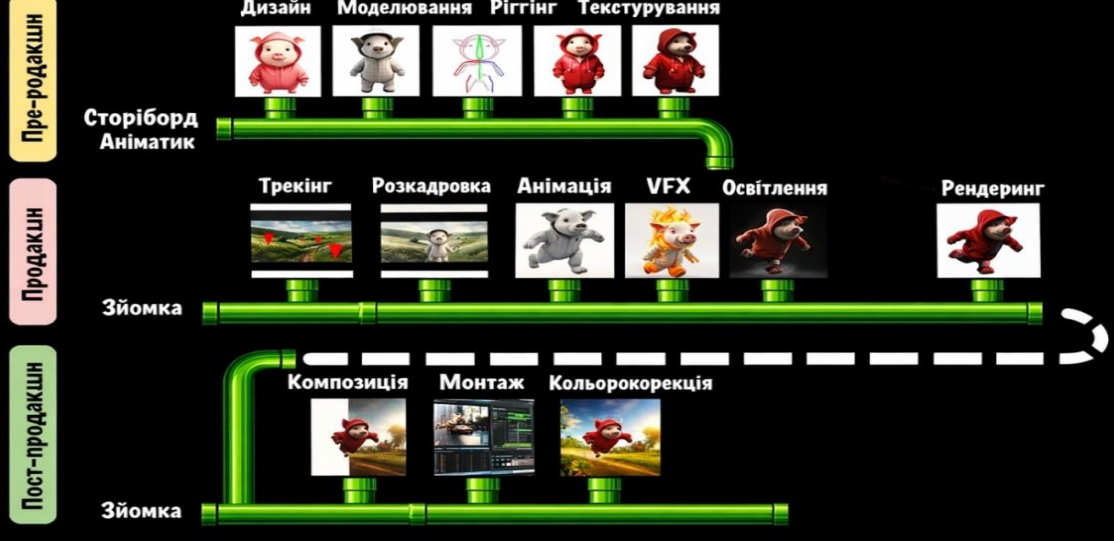
Текстурування-тут персонаж уже має детальний візуальний вигляд: колір, поверхню, матеріали. Модель починає виглядати "живою" і візуально завершеною.



Association for
Computing Machinery

Advancing Computing as a Science & Profession

Загальна логіка схеми

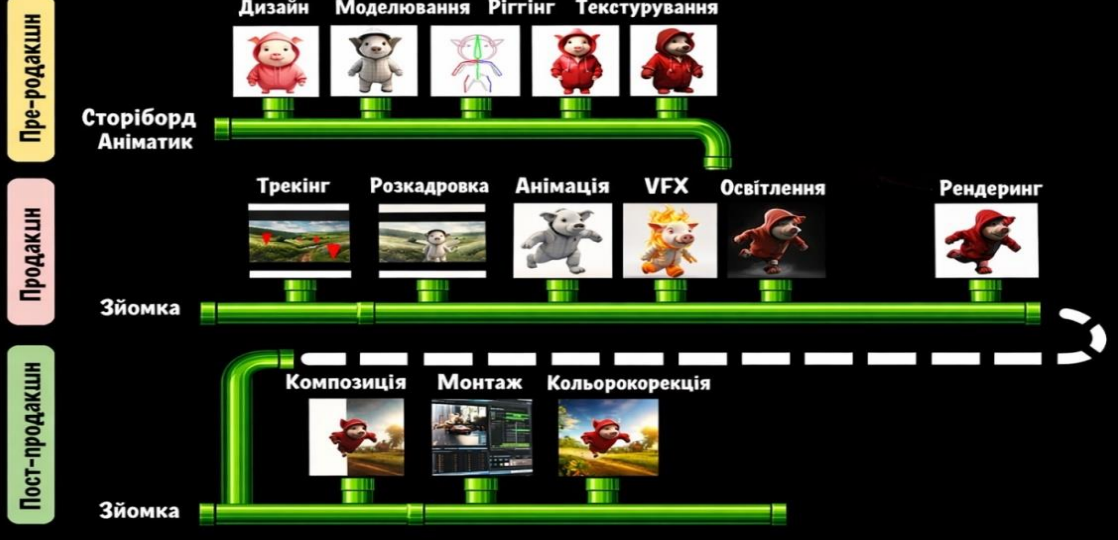


2.Етап — виробництво. У комп'ютерній анімації слово "зйомка" тут слід розуміти не як зйомку реальною камерою, а як створення конкретного **shot** — окремого кадру або сцени.

Трекінг-це визначення руху камери або об'єктиву у просторі. Система знає: як рухається камера; де розташовані об'єкти у просторі; як узгодити 3D і реальне зображення.

Розкадровка-на картинці показано сцену з персонажем у просторі. Це "розкладка" сцени перед повною анімацією. На етапі розкадровка визначають: композицію кадру; положення персонажа; положення камери; масштаб сцени; ракурс.

Анімація-на ілюстрації персонаж уже рухається. Персонаж перестає бути статичним і починає діяти. Саме тут аніматор задає: пози, жести, переміщення, емоції, траєкторії руху.

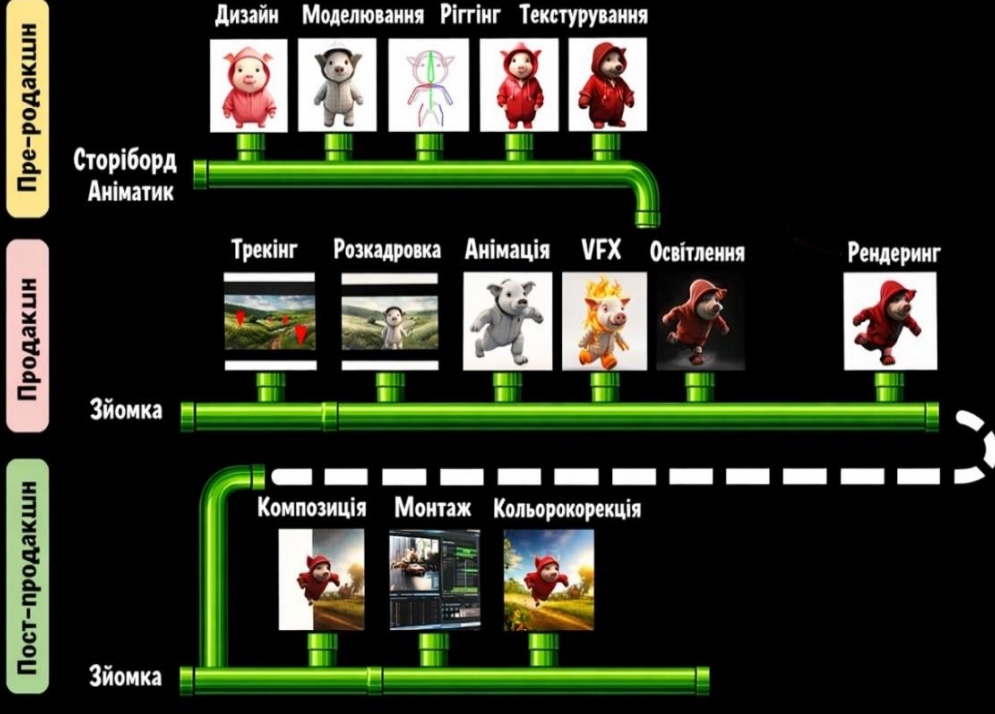


Загальна логіка схеми VFX (Visual Effects) — це візуальні ефекти: вогонь, дим, вибухи, магичні ефекти, іскри, частинки, дощ, пил. На зображенні персонаж має ефекти, схожі на полум'я або енергетичне світіння.

Це необхідно, щоб зробити сцену більш виразною, динамічною та реалістичною.

Освітлення-на картинці персонаж розміщений у темнішому середовищі з добре вираженим світлом і тінню. Тут налаштовують: джерела світла; напрямок освітлення; інтенсивність; колір світла; тіні; атмосферу сцени.

Рендеринг-це обчислення остаточного зображення кадру комп'ютером. На картинці видно фінально підготовленого персонажа. Під час рендерингу враховуються: геометрія; текстури; освітлення; тіні; відблиски; ефекти; камера. Формується готовий кадр або послідовність кадрів.



Загальна логіка схеми

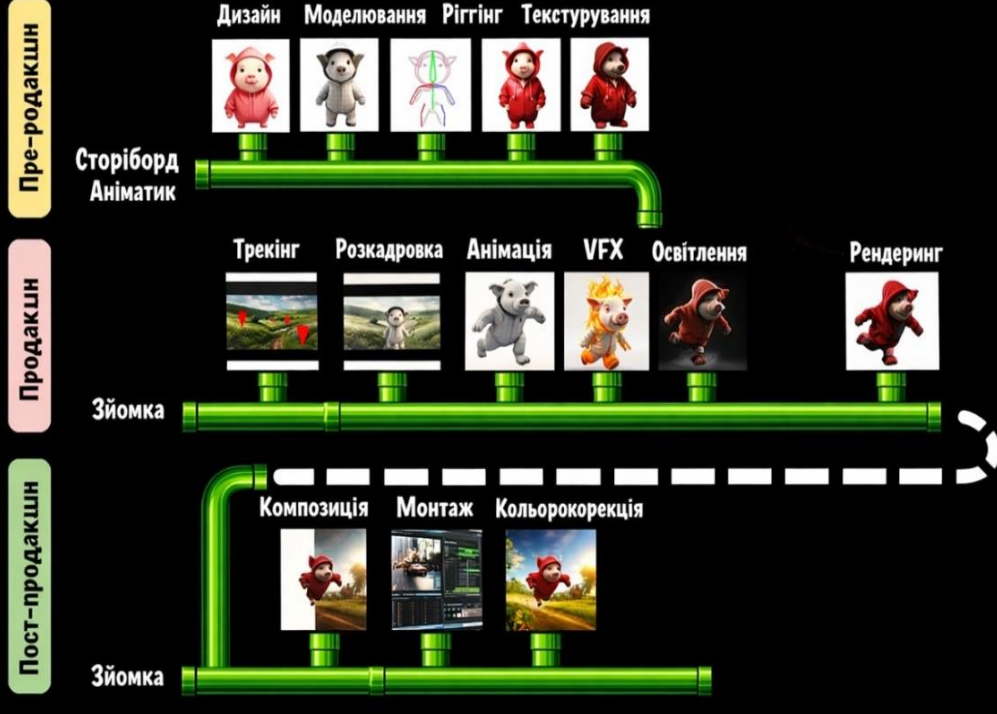
3.Етап — поствиробництво.

Після рендерингу процес переходить до нижнього рівня — поствиробництво. Між середнім і нижнім блоком показана біла пунктирна лінія, що символізує передачу рендерених кадрів до фінальної обробки. Тут відбувається фінальне складання матеріалу у завершений відеопродукт.

Композиція-це збирання сцени з усіх окремо прорахованих частин. На цьому етапі поєднуються різні шари: фон; персонаж; візуальні ефекти; тіні; додаткові елементи; текст; частинки; інші рендер-паси.

Монтаж-монтаж формує темп і логіку фінального відео. Що тут роблять: розставляють кадри по порядку; підрізають зайві фрагменти; узгоджують ритм; додають переходи; синхронізують звук.

Кольорокорекція-виконується: корекція яскравості; корекція контрасту; баланс білого; узгодження кольорів; стилізація зображення. Це необхідно щоб фінальне відео: виглядало цілісно, мало потрібний настрій; відповідало художньому стилю.



Загальна логіка схеми

Чому схема побудована у вигляді труб. Трубопровід тут символізує: безперервність виробничого потоку; передачу даних між відділами; залежність кожного етапу від попереднього; технологічність процесу. Зелений колір труб асоціюється з: енергією, рухом, технічним pipeline, проходженням інформації.

Що показує персонаж у різних станах

Персонаж на кожному етапі змінюється. Це дуже вдале рішення, бо глядач бачить, як один і той самий об'єкт проходить повний цикл: як художній ескіз; як 3D-модель; як скелет; як текстурований персонаж; як анімований герой; як персонаж з ефектами; як освітлений об'єкт; як фінальний рендер; як елемент композиції; як частина готового відео. Тобто схема не просто підписує етапи, а візуально демонструє трансформацію цифрового об'єкта.

Математично відео можна подати як послідовність кадрів:

$$V = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_n\}$$

де:

V — відео;

F_i — окремий кадр;

n — кількість кадрів.

Якщо ці кадри відображаються з частотою fps кадрів за секунду, глядач сприймає їх як безперервний рух.

Чому анімація перетворюється на відео

Людське око та мозок не сприймають кожен кадр окремо, якщо кадри змінюються досить швидко. Саме тому 24, 25, 30 або 60 fps створюють враження плавного руху. Формула тривалості відео:

$$T = \frac{N}{fps}$$

де:

T — тривалість відео в секундах;

N — кількість кадрів;

fps — частота кадрів.

Приклад. Є 300 кадрів, частота — 25fps.

$$T = \frac{300}{25} = 12s.$$

Отже, анімація з 300 кадрів дасть 12 секунд відео.

Анімація базується на тому, що об'єкт змінює стан у часі. Стан може змінюватися за кількома параметрами:

- положення;
- розмір;
- форма;
- кут повороту;
- колір;
- прозорість;
- освітлення;
- текстура;
- вираз обличчя персонажа;
- положення камери.

Тобто кожен об'єкт у сцені має набір параметрів:

$$O(t) = \{x(t), y(t), s(t), \alpha(t), c(t)\}$$

де:

$x(t), y(t)$ — координати;

$s(t)$ — масштаб;

$\alpha(t)$ — кут повороту;

$c(t)$ — колір або інші візуальні властивості;

t — час.

Наприклад.

У момент t_1 об'єкт знаходиться в точці (x_1, y_1) . У момент t_2 — у точці (x_2, y_2) . Проміжні значення обчислюються інтерполяцією. Формула лінійної інтерполяції:

$$x(t) = x_1 + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \times (x_2 - x_1)$$

$$y(t) = y_1 + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \times (y_2 - y_1)$$

де:

x_1 — початкова координата;

x_2 — кінцева координата;

t_1 — початковий момент часу;

t_2 — кінцевий момент часу;

t — момент, у який треба знайти координату.



Association for
Computing Machinery

Advancing Computing as a Science & Profession

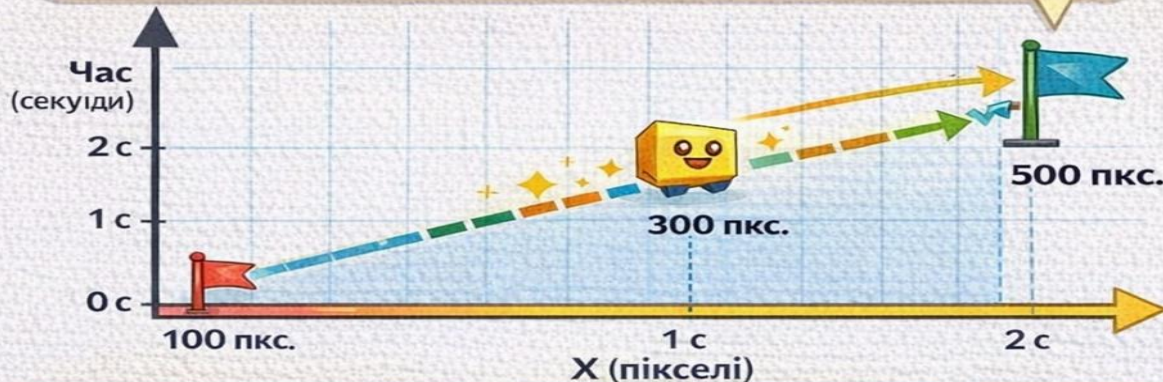
Приклад. Логотип переміщується з координати - 100рх. до 500рх за 2 секунди. Якщо потрібно знайти координату через 1 секунду:

$$x(1) = 100 + \frac{1-0}{2-0} \times (500 - 100) = 300 \text{ рх.}$$

Оскільки рух рівномірний, то за половину часу об'єкт проходить половину шляху, координата знаходиться посередині між 100рх і 500рх. Тому через 1 секунду логотип буде у точці 300рх.

Лінійна інтерполяція координати в анімації

$$x(1) = 100 + \frac{1-0}{2-0} \times (500 - 100) = 300 \text{ рх.}$$
$$x(1) = 300 \text{ пкс.}$$



Крок 1:

Знаходимо частину часу:

$$\frac{1-0}{2-0} = \frac{1}{2} = 0,5$$

(Пройшла половина часу)



Крок 2:

Обчислюємо загальну відстань:

$$500 - 100 = 400 \text{ пкс.}$$



Крок 3:

Знаходимо відстань через 1 секунду:

$$0,5 \times 400 = 200 \text{ пкс.}$$

(Додаємо до старту: 100 + 200)



Початкова позиція

100 пкс. (t = 0 с)



Проміжна позиція

300 пкс. (t = 1 с)



Кінцева позиція

500 пкс.



Оскільки рух рівномірний, то половина часу дає половину шляху. Через 1сек. логотип буде посередині на 300 пкс.

На сьогодні існують 12 – різних видів анімації у відеоконтенті. Розглянемо кілька базових видів.

01 Traditional Animation

02 2D Animation

03 3D Animation

04 Stop Motion Animation

05 Motion Graphics

06 Clay Animation

07 Motion Capture

08 Rotoscope

09 Whiteboard

10 Animation With Live Action

11 Frame-by-frame

12 Typography Animation

Traditional Animation

1. Traditional Animation - традиційна анімація, це класичний спосіб створення анімації, при якому рух формується за рахунок послідовності намальованих вручну кадрів, що трохи відрізняються один від одного. Художник багато разів малює персонажа у різних фазах руху. Коли ці малюнки швидко показуються один за одним — глядач бачить безперервний рух.



Спочатку визначається траєкторія руху та ключові пози. Малювання ключових кадрів. Художник створює:

- початкову позу;
- середню позу;
- кінцеву позу.

Проміжні кадри. Додаються малюнки між ключовими формується плавність. Малюнки розташовуються на таймлайні. При швидкому показі виникає ілюзія руху.

Traditional Animation

Основна ідея традиційної анімації полягає у тому, що будь-яке анімаційне відео можна подати як набір кадрів:

$$V = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_n\}$$

Якщо кожен наступний малюнок трохи змінює положення об'єкта — виникає ілюзія руху. **Приклад.**

- перший кадр — м'яч ліворуч;
- другий — трохи правіше;
- третій — ще правіше;
- останній — праворуч.

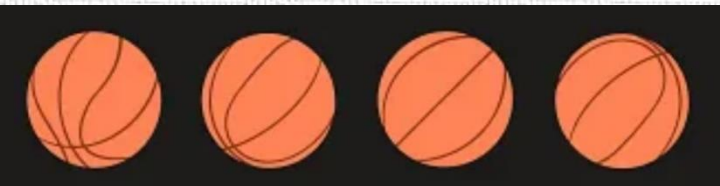
При швидкому показі здається, що м'яч рухається.

Формування руху

Якщо відтворювати кадри зі швидкістю:

$$fps \geq 24$$

глядач бачить плавний рух м'яча.



Traditional Animation

Чому називається **Traditional**. Цей метод називають традиційним, тому що він використовувався ще до появи комп'ютерної графіки. Раніше аніматори: малювали кадри на папері; переносили їх на прозорі плівки; розфарбовували; фотографували кожен кадр. Тобто це була ручна покадрова технологія.

Ключові кадри - key poses. Це найважливіші пози руху. Наприклад, якщо персонаж піднімає руку: рука опущена, рука на середині шляху, рука піднята.

Проміжні кадри - inbetweens. Це кадри між ключовими, які роблять рух плавним. Чим більше проміжних кадрів — тим плавніша анімація. Простий приклад. Потрібно намалювати стрибок м'яча. Основні фази: м'яч на підлозі, м'яч піднімається, найвища точка, м'яч падає, м'яч знову торкається підлоги. Додавши проміжні кадри, отримуємо реалістичний рух.

Traditional Animation — це створення руху шляхом швидкого показу послідовності намальованих кадрів, де кожен кадр трохи відрізняється від попереднього.

2D-анімація - це анімація на площині

2D-анімація - це створення рухомого зображення у двовимірному просторі (ширина + висота) шляхом зміни положення, форми, кольору або інших параметрів графічних об'єктів у часі. Тобто всі об'єкти існують у площині: (x, y) без реальної глибини (z).

2D-анімація - це рух намальованих або цифрових об'єктів на плоскому екрані.

Будь-яка анімація — це послідовність кадрів. Якщо об'єкт трохи змінюється у кожному кадрі — виникає ілюзія руху.

2D-анімація — це оживлення намальованих або цифрових об'єктів шляхом швидкої зміни їх положення у кадрах.

У **Traditional Animation**: рух не обчислюється рух малюється.

У комп'ютерній **2D-анімації** рух обчислюється:

$$x(t) = x_0 + \frac{t}{T}(x_n - x_0)$$

програма сама створює проміжні кадри. Формула показує, як комп'ютер визначає положення об'єкта між двома точками під час рівномірного руху. Величина:

$$\frac{t}{T}$$

показує яку частину шляху вже пройдено.

2D-анімація - це анімація на площині

Використовується для:

- навчальних роликів;
- інфографіки;
- презентацій;
- реklamних відео;
- анімації тексту;
- пояснювальних схем.

Приклад.

Світло → Сенсор → ISP → Кодек → Дисплей



3D-анімація

3D-анімація - це створення рухомих зображень у тривимірному просторі (ширина + висота + глибина) за допомогою комп'ютерних моделей, освітлення, камер і алгоритмів обчислення кадрів. Об'єкти існують у координатах:

$$(x, y, z)$$

3D-анімація - це "оживлення" об'ємних цифрових моделей у віртуальному просторі. Анімація створюється шляхом зміни параметрів моделі у часі:

$$\textit{Animation} = \textit{Model}(t)$$

де можуть змінюватися:

- позиція обертання;
- масштаб;
- деформація;
- освітлення;
- камера.

3D-анімація - це створення руху об'ємних комп'ютерних моделей у віртуальному просторі.

Важливе розуміння

2D-анімація-рух на площині.

3D-анімація-рух у просторі.



3D-анімація

Тут об'єкти мають об'єм, просторове розташування, освітлення, тіні та перспективу. Застосовується для:

- мультфільмів;
- технічних візуалізацій;
- архітектурних роликів;
- ігор;
- симуляторів;
- наукових демонстрацій.

Приклад. Можна створити 3D-модель камери, показати: як обертається об'єктив; як світло проходить через лінзи; як зображення проектується на сенсор.

Конструкція спліт-системи

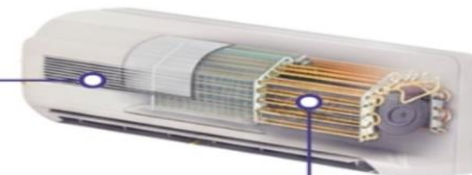
Забірник повітря

Засмоктує повітря, що потребує охолодження



Блок відводу тепла

Газ холодоагенту знову конденсується, виділяючи тепло, яке нагріває трубки, омивані повітрям, що виводиться з приміщення.



Блок охолодження

Повітря, що надходить, проходить через мережу охолоджених трубок, в яких випаровується холодоагент

Компресор

Прокачує холодоагент по трубках

Stop motion Animation

Stop motion animation - покадрова анімація - це спосіб створення відео, при якому реальні фізичні об'єкти фотографуються багато разів, а перед кожним кадром їх положення трохи змінюється. Потім усі фото об'єднуються у відео. Після швидкого відтворення фотографій виникає ілюзія руху.

Stop motion animation - це "оживлення" реальних предметів шляхом покадрової зйомки. Основний принцип - анімація формується як послідовність кадрів, де у кожному кадрі об'єкт: трохи повертається, переміщується, змінює форму.



Stop motion Animation

Stop motion animation - це створення руху реальних предметів через фотографування кожної фази їх переміщення.

Важливо розуміти

1.Traditional animation — малюють кадри.

2.2D і 3D animation — рух обчислює комп'ютер.

3.Stop motion animation — фотографують об'єкти.

У **stop motion animation** рух створюється неперервною зміною положення об'єкта між кадрами. Якщо позначити координату об'єкта:

$$x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$$

то швидкість руху визначається:

$$v \approx \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t}$$

де:

Δt — час між кадрами.

Це формула дискретної (покадрової) швидкості. У **stop motion animation** рух складається з окремих кадрів, тому швидкість визначають як зміну координати між кадрами, поділену на час між кадрами.

Stop motion Animation

Якщо зміщення велике — рух виглядає швидким. Якщо маленьке — рух повільний.

Stop motion animation дозволяє: створювати унікальні текстури працювати з матеріалами формувати реальне світло створювати авторський стиль.

Stop motion animation — це технологія створення руху шляхом покадрової зйомки фізичних об'єктів, де плавність руху визначається кількістю кадрів і відстанню між змінами положення. Алгоритм покадрової зйомки:

- зробити фото;
- трохи перемістити об'єкт;
- зробити фото;
- повторити.

Формула:

$$Frames = fps \times Time$$

Наприклад:

$$120 = 24 \times 5$$

Для 5 секунд потрібно 120 фото.

Motion Graphics

Motion Graphics — це створення відеоконтенту шляхом анімації графічних елементів: тексту, іконок, форм, логотипів, схем, діаграм, інфографіки. На відміну від традиційної анімації, тут зазвичай немає персонажного сюжету, а головна мета — візуально передати інформацію.

Motion Graphics — це “оживлення” графіки у часі. Рух створюється через зміну параметрів об’єкта:

$$\mathbf{Object}(t) = \{ \mathit{Position}, \mathit{Scale}, \mathit{Rotation}, \mathit{Opacity} \}$$

де:

position - змінює положення;

scale - збільшується або зменшується;

rotation - обертається;

opacity - з’являється або зникає.

Приклад 1 — поява тексту.

Кадри:

Кадр 1 — текст прозорий.

Кадр 2 — текст напіввидимий.

Кадр 3 — текст повністю видно.

Формула прозорості:

$$\mathit{Opacity}(t) = \frac{t}{T}$$

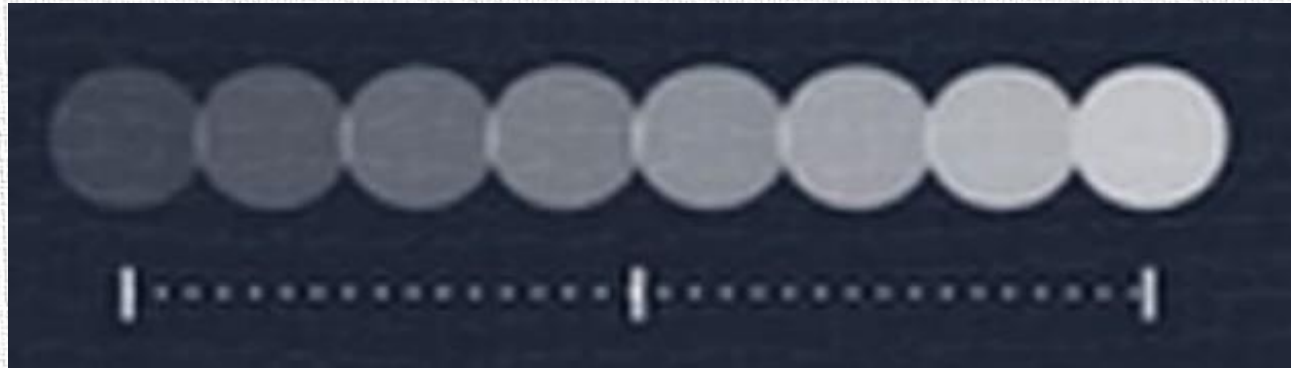
Motion Graphics

Приклад 2 — рух м'яча.

М'яч може:

$$x(t) = x_0 + v \times t$$

- з'явитися зліва;
- переміститися в центр;
- зупинитися.



Приклад 3 — масштабування графіка.

Графік росте:

$$Scale(t) = 1 + 0.5t$$

Глядач бачить динамічне зростання даних.

Motion Graphics



Особливо корисна для:

- освітніх відео;
- новинних заставок;
- титрів;
- пояснення статистики;
- технічних презентацій.

Motion Graphics — це анімація графіки для пояснення інформації у відео.

Важливо розуміти різницю

1.Traditional animation — малюють кадри.

2.2D і 3D animation — рух обчислює комп'ютер.

3.Stop motion animation — фотографують об'єкти;

4.Motion graphics — рух графічних елементів.

Як формується анімований відеоряд

Для кожного моменту часу формується новий кадр сцени.

$$F_t = \text{Render}(\text{Scene}(t))$$

де:

Scene(t) — стан сцени у момент часу t;

Render — процес побудови зображення.

Цей принцип універсальний і для **2D**, і для **3D**-анімації. Ця формула означає, що у кожний момент часу **t** система формує окремий кадр **F_t** який є результатом візуалізації стану сцени - **Scene(t)**.

Покроково, як формується анімований відеоряд

Крок_1. Є сцена. Наприклад, на сцені є:

- м'яч;
- фон;
- камера;
- джерело світла.

Покроково, як формується анімований відеоряд

Крок_2. Обирається момент часу **t**. Наприклад:

$t=0\text{с.}$

$t=0.04\text{с.}$

$t=0.08\text{с.}$

$t=0.12\text{с.}$

якщо анімація має 25 fps.

Крок_3. Визначається стан сцени - **Scene(t)**. Для кожного моменту часу програма або художник визначає:

-де знаходиться м'яч;

-який його розмір;

-чи є поворот;

-яке освітлення;

-що бачить камера.

Крок_4. Виконується **render**. Система "малює" цей стан як готовий кадр.

Крок_5. Повтор для всіх моментів часу.

Крок_6. Кадри об'єднуються у відеоряд. При швидкому відтворенні виникає анімація.

Рендеринг як перетворення анімації на відео

Рендеринг — це процес обчислення фінального зображення кадру.

У 2D це може бути:

- компоновка шарів;
- застосування прозорості;
- додавання тексту;
- ефекти переходів.

У 3D це може бути:

- обчислення геометрії;
- освітлення;
- текстур;
- тіней;
- відбиттів;
- перспективи.

Після рендерингу кадри збираються у відеофайл.

Рендеринг — це етап, на якому анімація перестає бути набором внутрішніх параметрів сцени і перетворюється на реальні видимі кадри, з яких потім збирають відео.

Рендеринг — це процес обчислення фінального зображення кадру. Це означає, що комп'ютер або програма на основі сцени, шарів, світла, текстур, геометрії та інших параметрів створює кінцеву картинку, яку бачить глядач.

Формування відео з кадрів

Коли всі кадри підготовлені, вони об'єднуються в потік.
Формула кількості кадрів:

$$N = T \times fps$$

Приклад. Тривалість ролика 15 секунд, частота **30fps**:

$$N = 15 \times 30 = 450$$

Потрібно сформувати 450 кадрів.

Анімаційний відеоконтент — це не просто рух. Важливий ще й темп:

- швидкість появи об'єкта;
- тривалість пауз;
- плавність переходів;
- синхронізація з музикою;
- зміна планів.

Приклад повного циклу створення навчального відео

Розглянемо тему: «Відмінність **RAW**-кадру від **готового кадру**».

Етап_1-Сценарій. Потрібно пояснити:

- що **RAW**-кадр містить первинні дані;
- а **Готовий кадр** — це вже оброблене зображення.

Етап_2-Графічні об'єкти. Готуємо:

- сенсор;
- матрицю пікселів;
- блок **ISP**;
- кольорове зображення;
- текстові пояснення.

Етап_3-Анімація. З'являється сенсор, на нього падають промені світла, потім матриця засвічується і дані переходять у блок **ISP**. Потім з'являється кольорове фото і текст пояснює різницю.

Етап_4-Озвучення. Диктор говорить, що **RAW**-кадр зберігає максимум первинної інформації із сенсора. Після обробки формується **готовий кадр**, придатний для перегляду.

Етап_5-Експорт. Виведення у формат: MP4; H.264; 1920×1080; 25fps.

Приклад стандартного цифрового відео.

- 1.Роздільна здатність: 1920×1080;
- 2.Частоту кадрів, fps: 25;
- 3.Тривалість, с: 60;
- 4.Співвідношення сторін:16:9;
- 3.Формат експорту: MP4;
- 4.Кодек: H.264;
- 5.Бітрейт: 6–10 Мбіт/с.

Типові стилі створення анімаційного відеоконтенту

1.Освітній стиль.

Прості схеми, стрілки, блоки, пояснювальні написи.

2.Презентаційний стиль.

Текст + інфографіка + плавні переходи.

3.Рекламний стиль.

Динамічний монтаж, яскраві кольори, швидкий темп.

4.Технічний стиль.

Схеми, діаграми, технічні підписи, логічна послідовність.

Створення відеоконтенту з анімації — це процес, у якому

1. Планують зміст.
2. Створюють об'єкти сцени.
3. Задають зміни цих об'єктів у часі.
4. Обчислюють кадри.
5. Об'єднують їх у відеопотік.
6. Додають звук, титри та ефекти.
7. Експортують фінальний відеофайл.

У найпростішому вигляді

Ідея → Сценарій → Об'єкти → Анімація → Рендеринг → Відео

Анімація є одним із найефективніших способів створення навчального та технічного відеоконтенту, оскільки дозволяє покроково, наочно і керовано показати процеси, які в реальному житті важко побачити безпосередньо. Саме тому анімація широко використовується у відеолекціях, наукових презентаціях, цифрових курсах і мультимедійних системах.

Створення відеоконтенту з анімації — це процес формування відеоряду шляхом часової зміни графічних об'єктів, тексту, **2D/3D-**сцен або покадрових зображень, що створює ілюзію руху та забезпечує візуальне подання інформації. Наприклад, якщо на першому кадрі м'яч знаходиться ліворуч, а на останньому - праворуч, то проміжні кадри поступово зміщують його позицію. У результаті глядач бачить, як м'яч рухається.