Matematyczne Podstawy Grafiki Komputerowej. Wprowadzenie do Animacji. Animacja Tradycyjna

Aleksander Denisiuk
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Olsztyn, ul. Słoneczna 54
denisjuk@matman.uwm.edu.pl

Wprowadzenie do Animacji. Animacja Tradycyjna

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

Najnowsza wersja tego dokumentu dostępna jest pod adresem

http://wmii.uwm.edu.pl/~denisjuk/uwm

Postrzeganie animacji

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Trwanie wrażenia wzrokowego (persistence of vision)
  - Peter Mark Roget, 1824
  - Mózg utrwala obejrzany obraz na ułamek sekundy
  - Gdy kolejne nieruchome obrazy ukazują następujące po sobie fazy ruchu, to powstanie wrażenie ruchu obiektu
  - 16–18 zdjęć na sekundę
    - w kinie 24 kadry na sekundę (w telewizji 25 k/sek)
  - Przykład: 12 k/sek

Zjawisko fi (ruch beta)

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Max Wertheimer, 1912
- Wyświetlano dwie linie po bokach ekranu
  - 0–60ms, postrzegane jak wyświetlane jednocześnie
  - 60–200ms, jak ruch
  - więcej niż 200ms, jak wyświetlane kolejno
- Zobacz: 10, 80 oraz 200ms

Thaumatrope

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- John Ayrton Paris, 1825
- Przykład: Zobacz



Fenakistiskop

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Joseph Plateau, 1832
- Przykład: Zobacz



Zoetrop

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

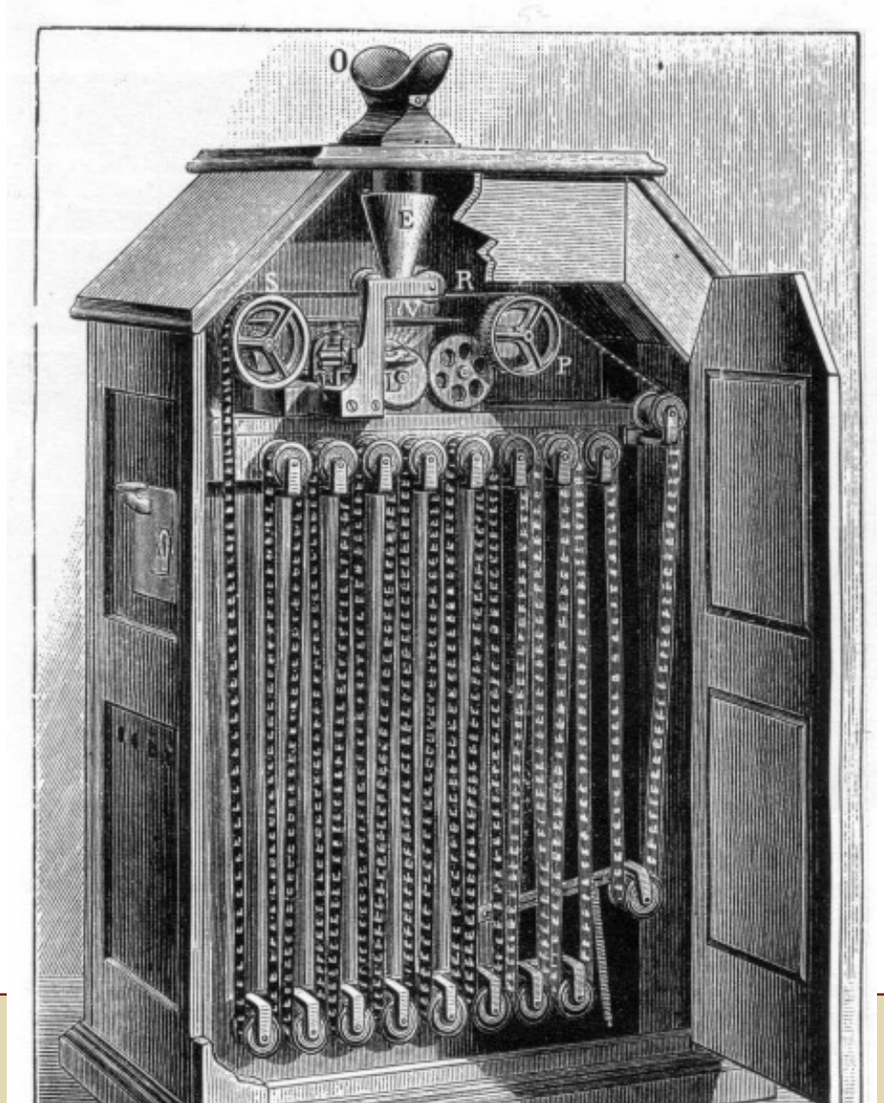
- William George Horner, 1834
- Przykład: Zobacz



Kinetograf i Kinetoscop

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Thomas Edison, William Dickson ≈ 1891
- Taśma 35mm



Początki animacji tradycyjnej

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Bracia Lumière, 1895 — kinematograf
- Georges Méliès, 1896 — pierwsze triki filmowe



Pierwsza kreskówka

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

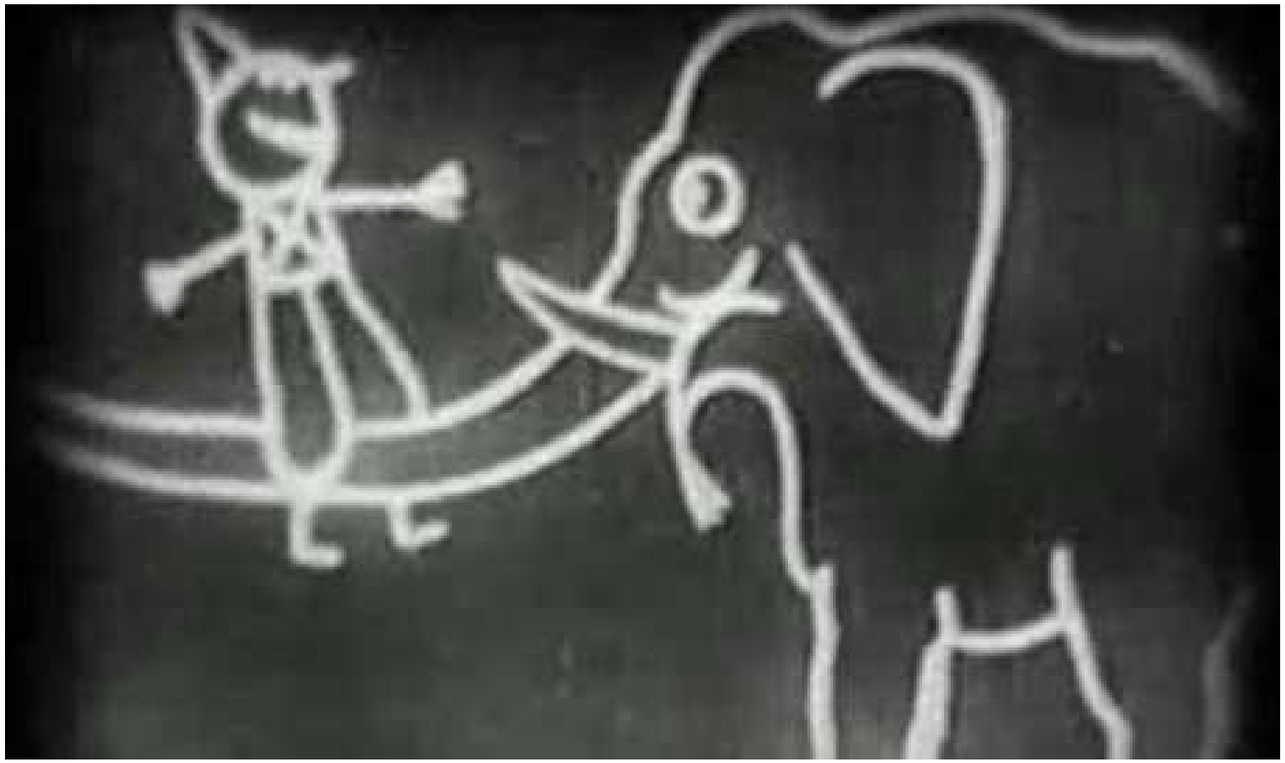
- James Stuart Blackton, 1906
- Zabawne grymasy śmiesznych twarzy (Humorous Phases of Funny Faces)
- Zobacz



Pierwsza całkowicie animowany film

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Émile Cohl, 1908
- Fantasmagorie
- Zobacz



Pierwsza animowana rozpoznowana postać

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

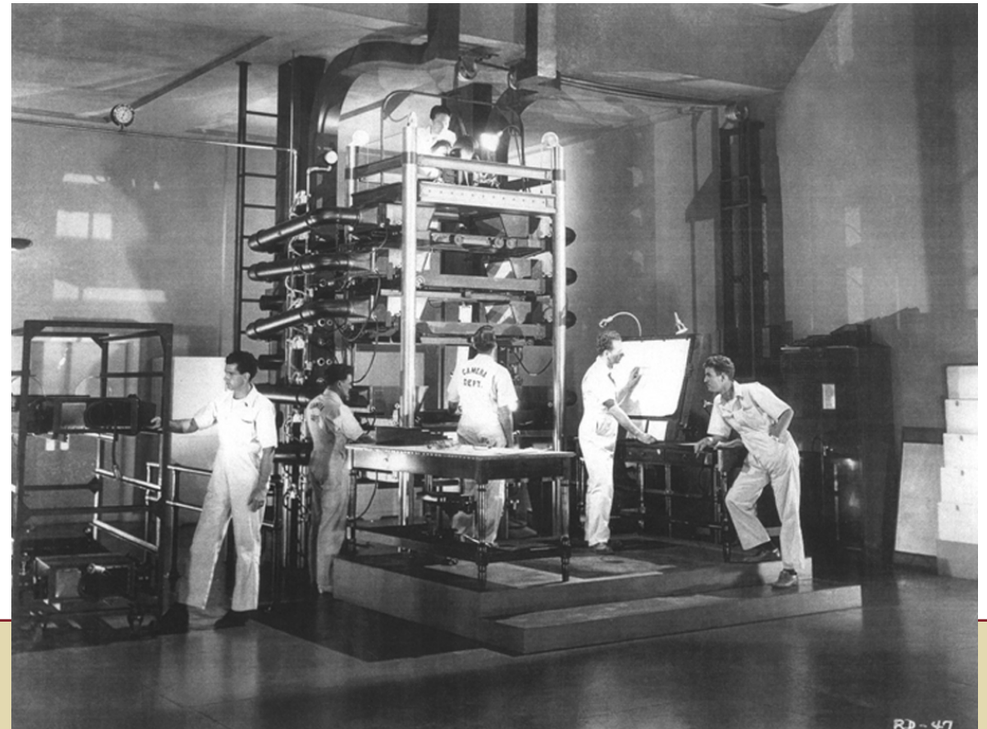
- Pat Sullivan, 1919
- Kot Feliks
- Zobacz



Walt Disney

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Scenopis
- Dźwięk i kolor (jeden z pierwszych)
- Kamera wieloplanowa
  - Demonstracja możliwości
    - efekt paralaksy, rozmycie ruchu, etc



Inne techniki

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Animacja figurek trójwymiarowych
  - Willis O'Brien: Zaginiony świat(1925), King Kong (1933)



  - Tim Burton, Gnijąca Panna Młoda (2005)
- Sztuka wideo (post-processing)
- Animacja komputerowa

Zasady animacji (John A. Lasseter, 1987)

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Zgniatanie i rozciąganie
- Wyprzedzanie
- Inscenizacja
- Rysowanie progresywne (według klatek kluczowych)
- Zazębianie i podążanie za akcją
- Rozpędzenie i zwolnienie
- Łuki
- Akcja drugoplanowa
- Taktowanie
- Wyolbrzymienie
- Dobry rysunek
- Urok

Symulacja modelu fizycznego

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Zgniatanie i rozciąganie
  - ✦ obiekt ma masę
- Taktowanie
  - ✦ ma wpływ na rozmieszczenie ruchu w czasie
- Akcja drugoplanowa
  - ✦ reakcja otoczenia
- Rozpędzanie i Zwalnianie
  - ✦ zgodnie z fizyką
- Łuki
  - ✦ obiekt zakreśla nie proste, tylko łuki

Projektowanie estetycznie atrakcyjnego ruchu

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Wyolbrzymianie
  - przykuć uwagę do ruchu
- Urok
  - zrobić ruch przyjemnym do oglądania
- Podążanie za Ruchem i Zaziębianie się
  - ruch powinien być płynnym

Efektywne przedstawienie ruchu

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Wyprzedzenie
  - widz powinien się domyślić, że ruch się wydarzy
- Inscenizacja
  - żeby widownia dostrzegła ruch
- Taktowanie
  - określa odpowiedzi czas trwania ruchu
- Akcja drugoplanowa i Wyolbrzymienie
  - mogą być użyte

Techniki produkcji

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Rysowanie progresywne
  - klatka po klatce
- Rysowanie według klatek kluczowych
  - rysowanie kolejnych poz
  - interpolacja klatek pośrednich

Trzy rodzaje świateł

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

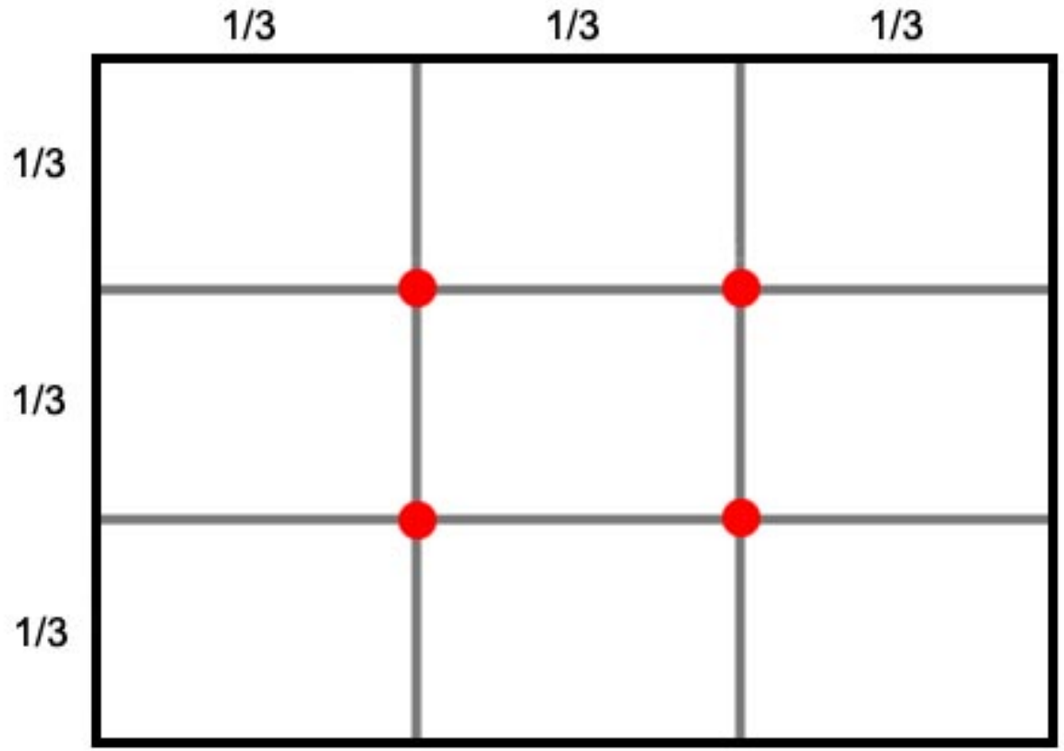
- Światło główne
  - umieszczane z góry i trochę z boku kamery, skierowane na główną postać
- Światło wypełniające
  - światło rozproszone, zazwyczaj niżej kamery
- Światło tylne
  - za centralnym obiektem, oświetla jego kontur



Reguła podziału na 3

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Miejsca, przyciągające uwagę widza znajdują się w jednej trzeciej i dwóch trzecich wysokości i szerokości



Rodzaje ujęć

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Na podstawie odległości ujęcie
  - ze skrajnego oddalenia
  - z oddalenia
  - z bliska
  - zbliżenia
  - skrajnego zbliżenia
- Ujęcie z dołu
  - obiekt dominuje
- Ujęcie z góry
  - obiekt jest nieznaczący i podporządkowany

Przechylenie

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Obracanie kamery wokół osi optycznej daje wrażenie
  - nagłości
  - dezorientacji
  - strachu



Kadrowanie

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Pozostawić na obrazie dostatecznie miejsca, aby filmowana akcja na nim się zmieściła
  - dla scen statycznych wystarczy, aby obiekt nie wypełnił całego obrazu
  - jeżeli postać idzie, należy przez postacią zostawić miejsce, aby uniknąć wrażenia, że postać wychodzi z kadru

Skupianie uwagi widza

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Skupić uwagę tym, co na obrazie jest ważne
  - kolory
  - oświetlenie
  - ruch
  - nastawienie ostrości
  - etc

Produkcja filmu animowanego

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Produkcja
- Sekwencja
- Ujęcie
- Klatka

<table>
<tr><td colspan="11">Produkcja</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sekwencja 1</td><td colspan="6">Sekwencja 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ujęcie 1</td><td colspan="2">Ujęcie 2</td><td colspan="3">Ujęcie 1</td><td colspan="2">Ujęcie 2</td><td colspan="2">Ujęcie 3</td></tr>
<tr><td>Klatka 1</td><td>...</td><td></td><td></td><td>...</td><td></td><td></td><td></td><td>...</td><td></td><td>...</td><td></td><td>...</td></tr>
</table>

Etapy produkcji

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Zarys fabuły, scenariusz
- Scenopis obrazkowy
  - szkice wybranych klatek
- Arkusz modelu
  - rysunki postaci w różnych pozach
- Arkusz ekspozycji
  - informacje, związane ze ścieżką dźwiękową, ruchem kamery, etc
- Arkusz produkcyjny
  - statystyki, kto odpowiada za każdą scenę
- potem opracowuje się szczegółową fabułę

Po szczegółowej fabule

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Klatki kluczowe
- Zdjęcie próbne
  - ✦ test ołówkowy
- Rysowanie
- Kolorowanie
- Synchronizacja dźwięku

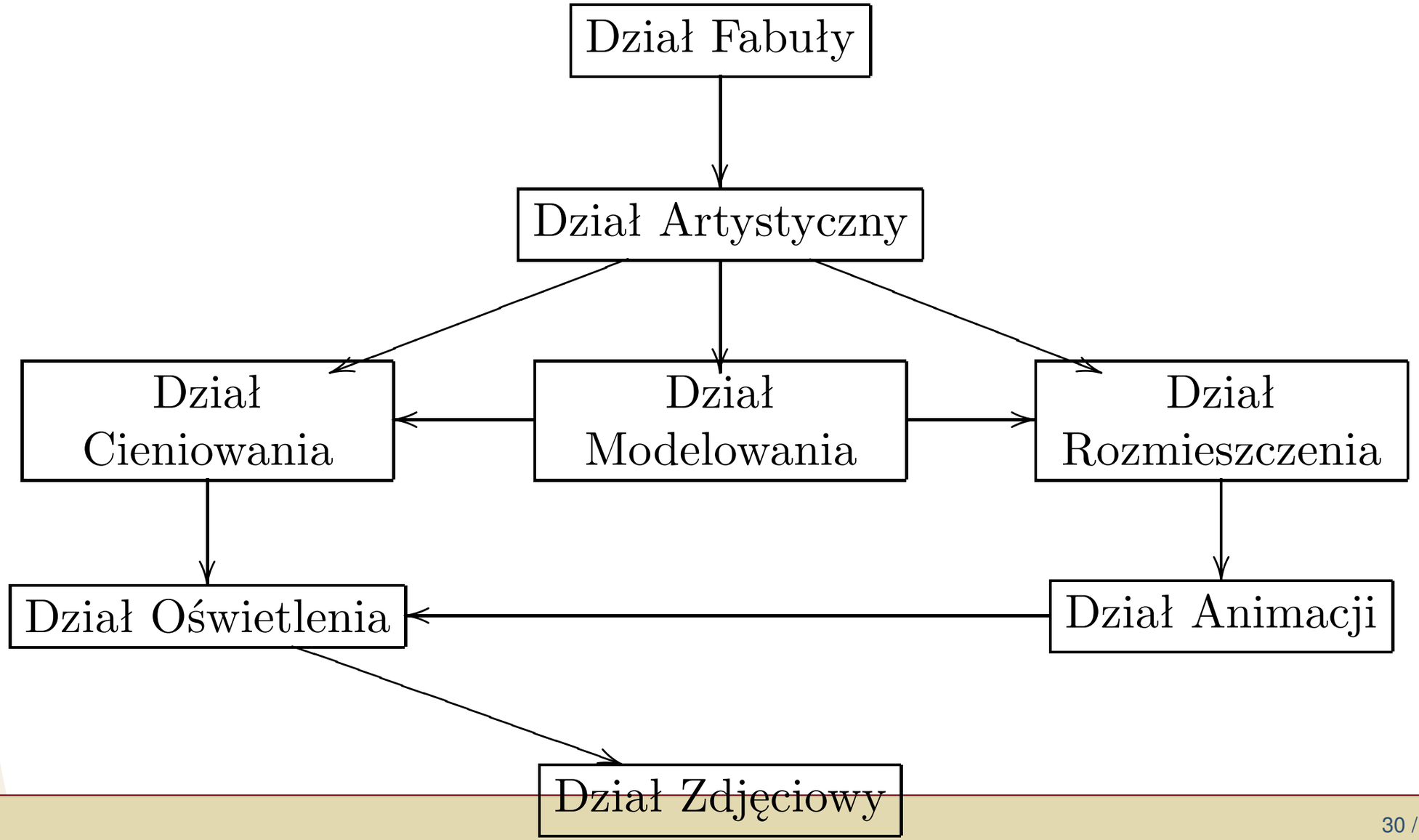
Wytwarzanie animacji na komputerze

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Zapożyczone metody animacji tradycyjnej
  - ✦ scenopis obrazkowy
  - ✦ zdjęcia próbne
  - ✦ testy ołówkowe
- Więcej możliwości
  - ✦ uproszczenie modelu
  - ✦ wyłączenie pewnych efektów
  - ✦ tekstury zamiast śledzenia promieni
  - ✦ etc

Zadania animacji komputerowej

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia



Montaż przed-cyfrowy

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Filmy analogowe
  - fizyczne cięcie i sklejanie taśm
  - montaż nieliniowy
- Montaż elektroniczny
  - obróbka sygnałów elektronicznych, reprezentujących obrazy
  - efekty specjalne
  - montaż liniowy

Montaż cyfrowy

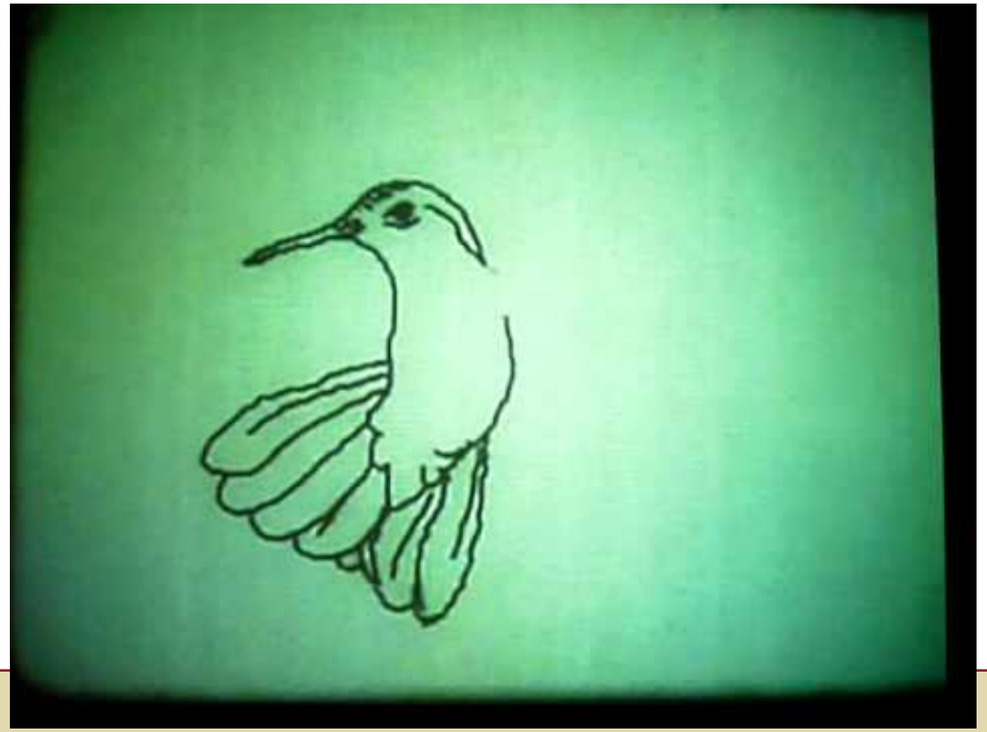
- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Nieliniowy
  - różne źródła w postaci cyfrowej nakładane na oś czasu
  - odtworzenie w czasie rzeczywistym

Początki animacji komputerowej

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Lata 60
  - badacze na uniwersytetach
    - Ivan Sutherland, Sketchpad. 1963, MIT
  - artyści
    - Chuck Csuri, Hummingbird, 1967



Lata 70

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Dotacje rządowe dla Uniwersytetu Utah
  - Ed Catmull, *Hand/Face,* 1972 — animowana ręka i twarz
  - Barry Wessler, *Not Just Reality,* 1974 — chodząca i mówiąca postać ludzka
- Computer Graphics Research Group (CGRG), Uniwersytet Ohio, Chuck Scuri
  - Tom DeFanti, GRAphics Symbiosis System (GRASS) — język skryptowy do sterowania animowanymi postaciami na wyświetlaczach wektorowych
- John Staudhammer, Uniwersytet Północnej Karoliny — system odtwarzania wideo w czasie rzeczywistym, ANIMA II.

Lata 70

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Atlas Computer Laboratory
  - Alan Kitching, 1973 — pierwszy system animacji, oparty o klatki kluczowe
- The Center for Human Modeling and Simulation, Norman I. Badler, Uniwersytet Pensylwanii
- Mathematical Application Group Inc. — pierwsze wykorzystanie algorytmu śledzenia promieni

Lata 70, Filmy i wizualizacje

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- 1971, Don Greenberg, Wirtualny spacer po campusie Uniwersytetu Cornella
- 1974, Peter Foldes, *Hunger*
  - pierwszy film animowany na komputerze
  - grafika dwuipółwymiarowa
  - Zobacz
- 1979, Ed Emshwiller użył ruchomych tekstur w filmie *Sunstone*
- 1979, Jim Blinn stworzył animację lotu w filmie *Voyager*

Lata 80

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Postęp sprzętowy
  - VAX, IBM PC, Silocon Graphics
- Reklamy telewizyjne
- 1982, *TRON* (Disney)
  - użycie żywych aktorów przed kamerą wraz z animacją komputerową
  - stworzona wirtualna rzeczywistość
  - wyrenderowany obraz był rejestrowany z ekranu na kamerę

Nagradzane filmy

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- 1984, *The adventures of André and Wally B.*
  - pierwsze rozmycie ruchu
- 1986, *Luxo Jr.*
  - nominacja na Oscara
- 1987, *Red's Dream*
- 1988, *Tin Toy*
  - pierwsza animacja komputerowa, która zdobyła Oscara
- 1989, *Knick Knack*

Rewolucja cyfrowa

- Postrzeganie animacji
- Ewolucja urządzeń
- Początki animacji tradycyjnej
- Zasady animacji
- Zasady filmowania
- Produkcja filmu animowanego
- Animacja komputerowa
- Montaż
- Krótka historia

- Syntetyczne osoby
  - 1986, *Młody Sherlock Holmes*
  - 1989, *Otchłań*
  - 1991, *Terminator II*
  - 1997, *Faceci w czerni*
- Realistyczne stworzenia
  - 1993, *Park Jurajski*
  - 1995, *Jumanji*
  - 1992, *Powrót Batmana*
    - syntetyczny kaskader

Inne techniki

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- System cząstek
  - Ogień w *Star Track II: Gniew Chana* (1982)
  - *Kosiarz umysłów* (1992)
- Złożone sceny zbiorowe
  - *Król Lew* (1994) — stada dzikich zwierząt
  - *Titanic* (1997) — syntetyczne postaci, zaludniające pokład statku

Kreskówki 3D

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Toy Story (1995)
  - ✦ pierwszy film 3D, całkowicie wygenerowany na komputerze
- Bunny (1999)
  - ✦ renderowanie w bardzo wysokiej jakości

Morfing

- ❖ Postrzeganie animacji
- ❖ Ewolucja urządzeń
- ❖ Początki animacji tradycyjnej
- ❖ Zasady animacji
- ❖ Zasady filmowania
- ❖ Produkcja filmu animowanego
- ❖ Animacja komputerowa
- ❖ Montaż
- ❖ Krótka historia

- Star Treck IV (1986)
- Willow (1988)
- Terminator II (1991)
- Teledysk *Black and White* Michaela Jacksona (1991)
- Liczne reklamy