



Modelowanie i Animacja

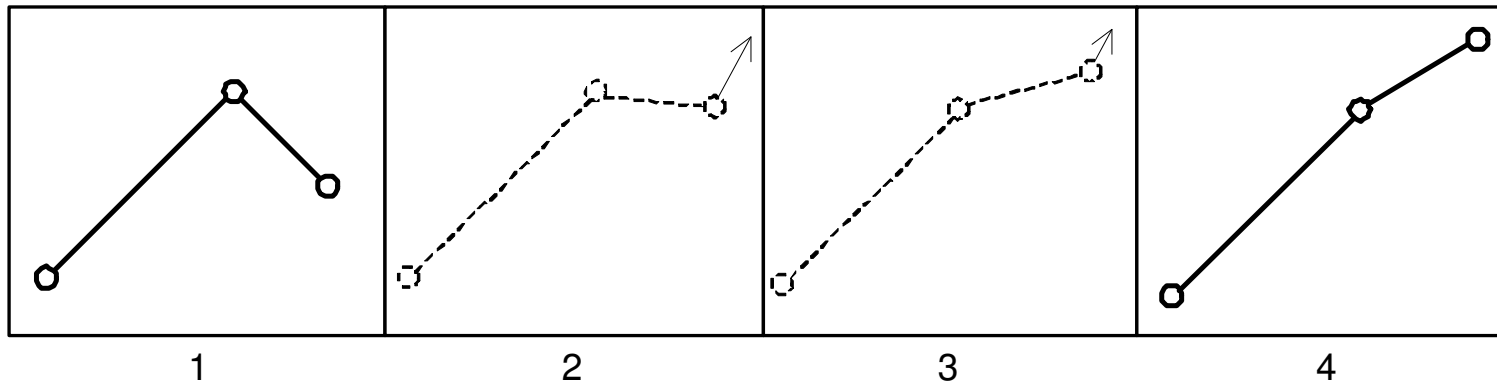
Maciej Matyka

`maq@panoramix.ift.uni.wroc.pl`

Uniwersytet Wrocławski

Co to jest Animacja?

- Układ pojedynczych klatek
- Odtwarzanych w ustalonej kolejności
- Złudzenie ruchu



Nasze spojrzenie na FILM

- Sztuka
- Rzemiosło
- a może również: Nauka?

Film o nauce, ale czy nauka w filmie?

Film Animowany (1/2)

- Animacja Tradycyjna
- Studio Filmowe w Łodzi ("Bolek i Lolek", "Reksio")
- Telewizja Polska ("Koziołek Matołek")
- Disney ("Kaczor Donald", "Mój Brat Niedźwiedź")

Film Animowany (1/2)

- Animacja Tradycyjna
- Studio Filmowe w Łodzi ("Bolek i Lolek", "Reksio")
- Telewizja Polska ("Koziołek Matołek")
- Disney ("Kaczor Donald", "Mój Brat Niedźwiedź")



+ Film Animowany (2/2) +

- Ograniczenia techniki tradycyjnej:

Film Animowany (2/2)

- Ograniczenia techniki tradycyjnej:
 - Oświetlenie

Film Animowany (2/2)

- Ograniczenia techniki tradycyjnej:
 - Oświetlenie
 - Fizyka ruchu obiektów (tkaniny, ciała miękkie)

Film Animowany (2/2)

- Ograniczenia techniki tradycyjnej:
 - Oświetlenie
 - Fizyka ruchu obiektów (tkaniny, ciała miękkie)
 - Zjawiska przyrodnicze (ogień, woda, dym, wiatr)

Film Animowany (2/2)

- Ograniczenia techniki tradycyjnej:
 - Oświetlenie
 - Fizyka ruchu obiektów (tkaniny, ciała miękkie)
 - Zjawiska przyrodnicze (ogień, woda, dym, wiatr)
 - Faktura powierzchni (futro, włosy)

Komputerowe Efekty Specjalne

Odpowiedź na ograniczenia technik tradycyjnych:

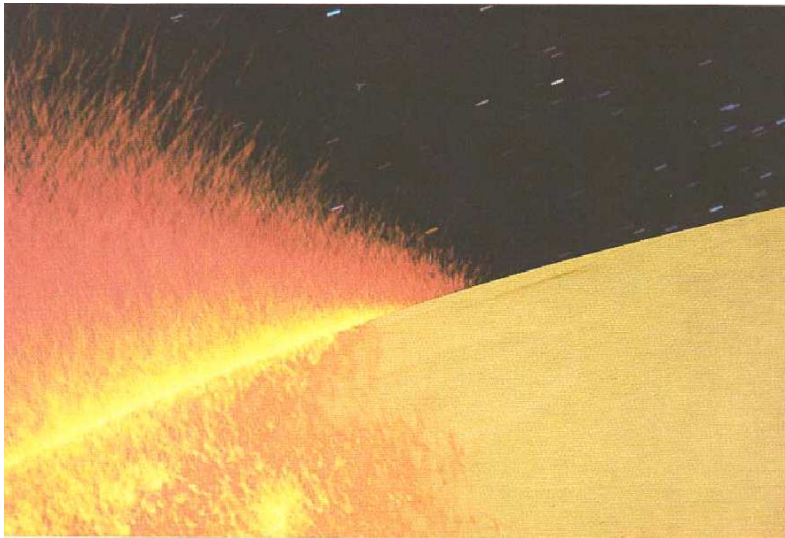
- Pierwsze efekty w całości wykonane na komputerach:

"Star Trek II", William T. Reeves, Lucasfilm Ltd., 1983

Komputerowe Efekty Specjalne

Odpowiedź na ograniczenia technik tradycyjnych:

- Pierwsze efekty w całości wykonane na komputerach:



"Star Trek II", William T. Reeves, Lucasfilm Ltd., 1983

Trochę Historii

- lata 80' - John Lasseter (odchodzi z Disney do Lucasfilm)
- Rok 1985 - Steve Jobs wykupuje część Lucasfilm za 10.000.000\$, powstaje **Pixar**
- Rok 1986 - Premiera "Luxo Jr."...

"Luxo, Jr."

- 1986: Nominacja do Oscara w kategorii filmu krótkometrażowego
- Zastanówmy się, jakie "problemy" tradycyjnej animacji zostały w tym filmie rozwiązane.

<http://www.pixar.com/>

"Luxo Jr.", film naukowców?

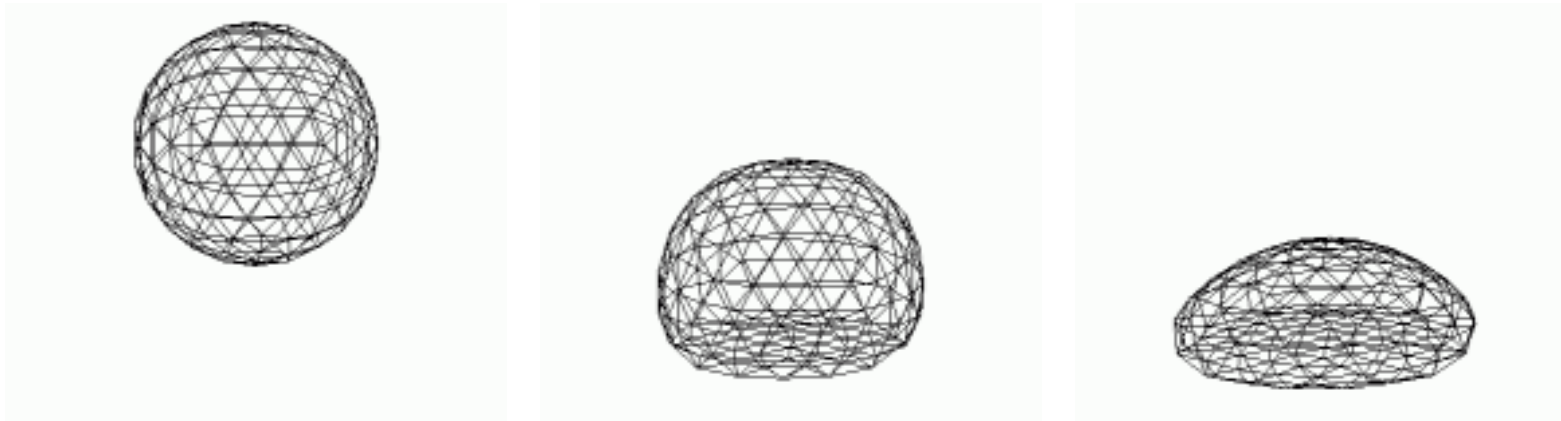


W filmie "wystąpiły":

- Model postaci (ciało sztywne)
- Ruch postaci (inwersja kinematyki, dynamika Lagrange'a)
- Kabel lampki (jednowymiarowe ciało miękkie)
- **Piłka** (trójwymiarowe ciało miękkie)

Co to jest "ciało miękkie"?

- Przykład: "dmuchane zabawki", piłka
- Jak się zachowuje?
 - Deformacja w czasie kolizji
 - Po deformacji wraca do poprzedniego kształtu
 - Elastyczność



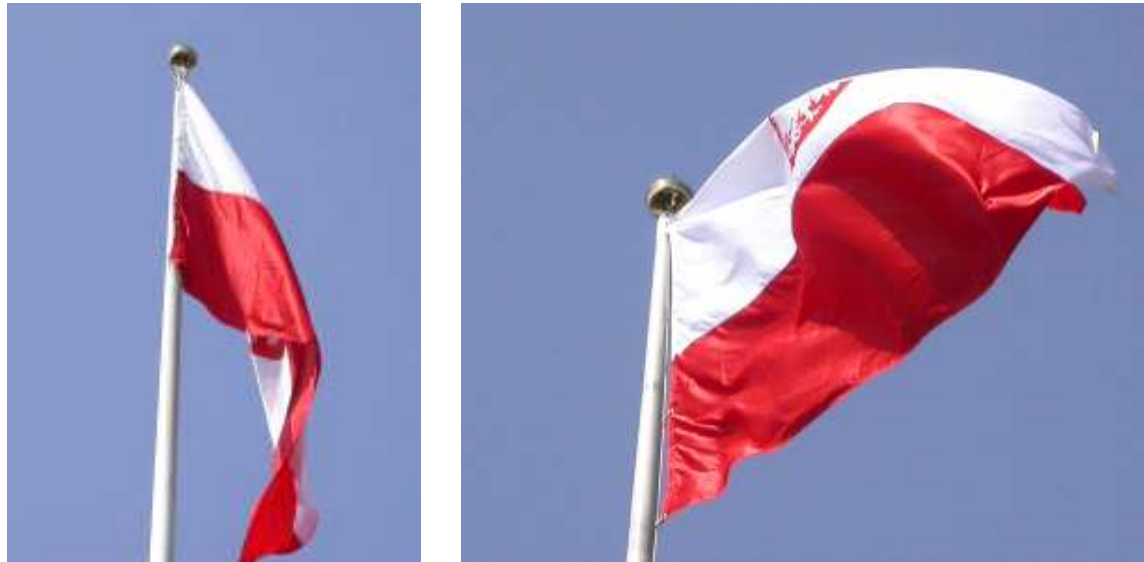
Animacja ciał miękkich.

- duża złożoność ruchów
- deformacje lokalne
- deformacje globalne
- trudne do uchwycenia właściwości fizyczne (sprężystość, masa)

Animacja tkanin (1/5)

Rozpatrzmy problem:

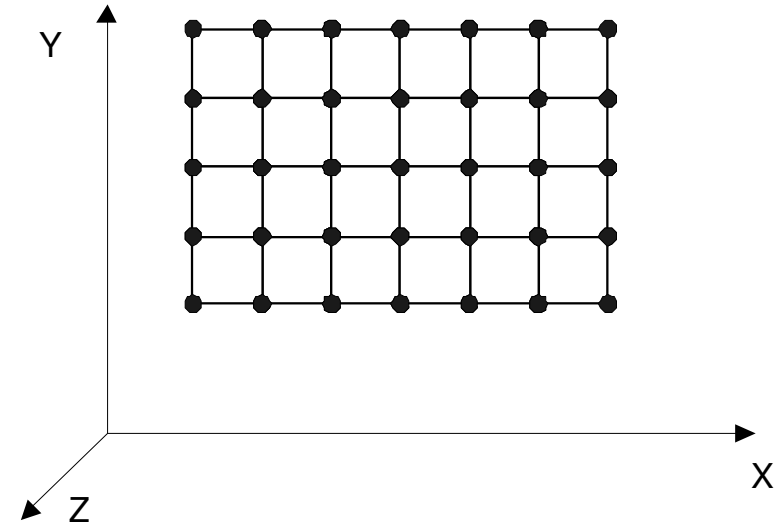
- Flaga falująca na wietrze



- Zbyt duża złożoność ruchów dla animacji tradycyjnej
- Rozwiązanie: model komputerowy symulacji tkanin

Animacja tkanin (2/5)

- "Dyskretny" model tkaniny

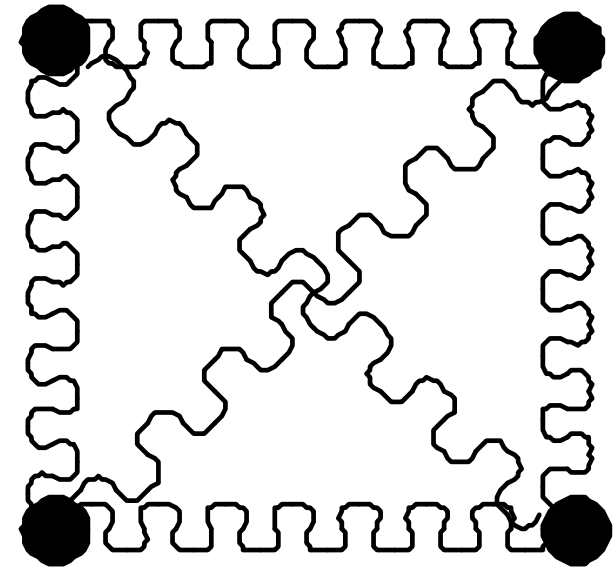
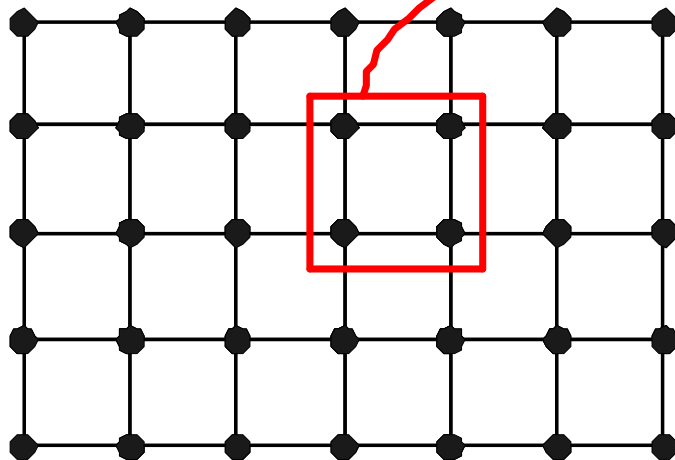


- układ punktów materialnych

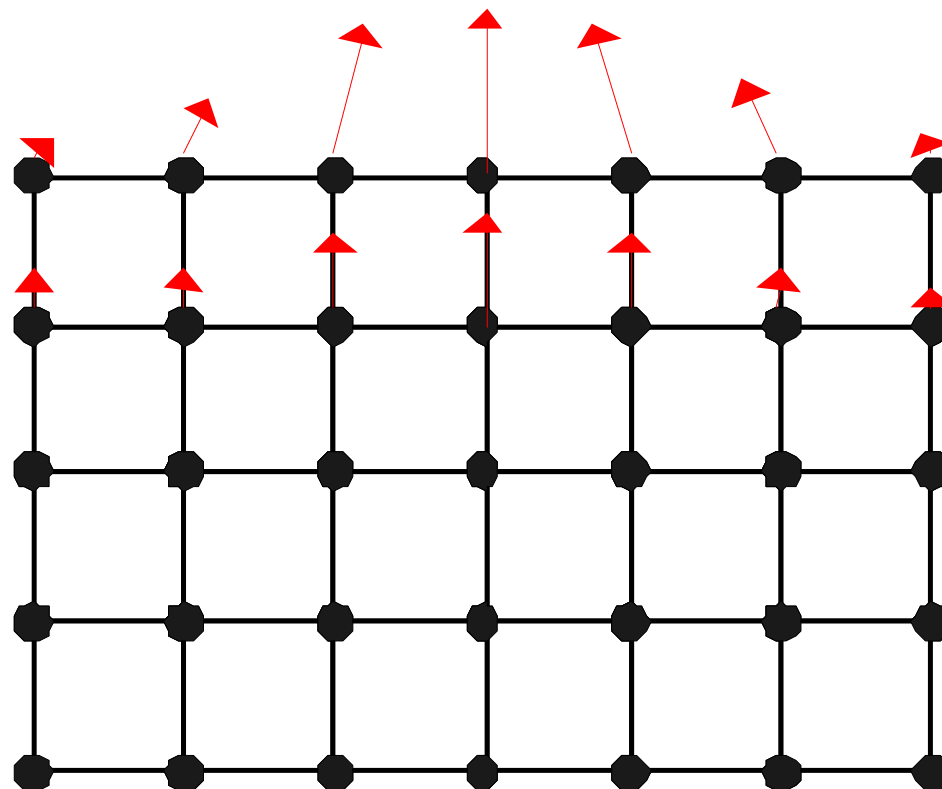
Animacja tkanin (3/5)

Tkaninę dzielimy na:

- układ punktów materialnych
- połączonych sprężynami

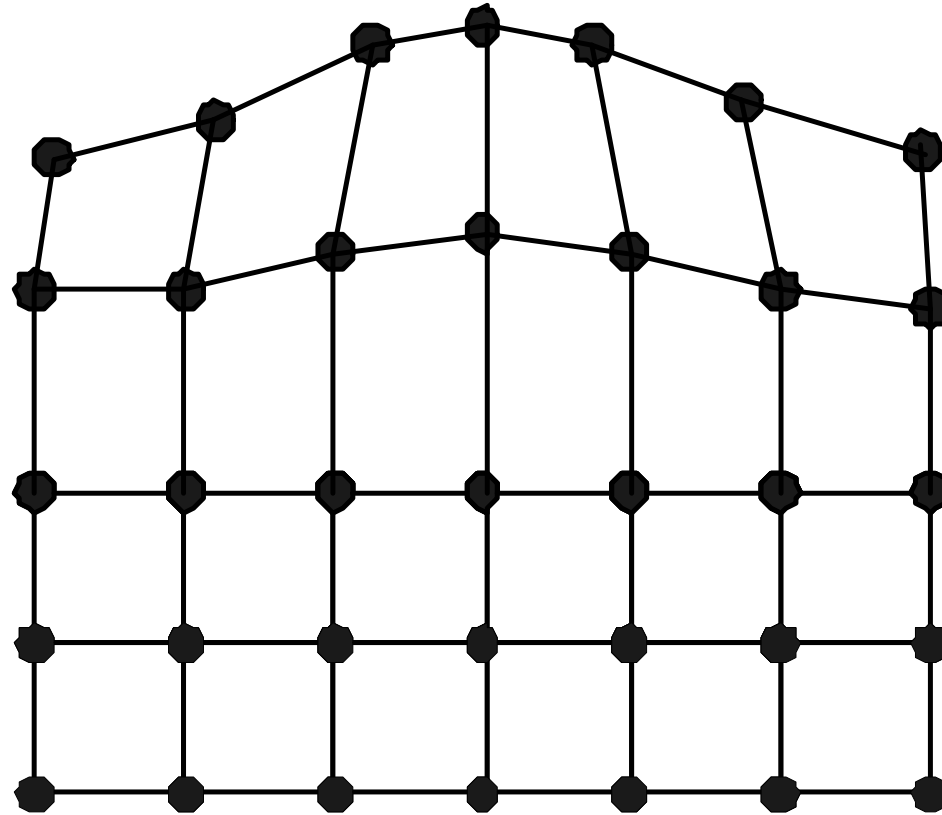


Siła, a Ruch (1/2)



Znajomość siły

Siła, a Ruch (2/2)



Pozwala wyznaczyć ruch: $F = m \cdot a$

Animacja tkanin (4/5)

Siły w modelu tkanin:

Animacja tkanin (4/5)

Siły w modelu tkanin:

- Grawitacja

Animacja tkanin (4/5)

Siły w modelu tkanin:

- Grawitacja
- Siła Sprężystości

Animacja tkanin (4/5)

Siły w modelu tkanin:

- Grawitacja
- Siła Sprężystości
- Siła Wiatru

Animacja tkanin (5/5)



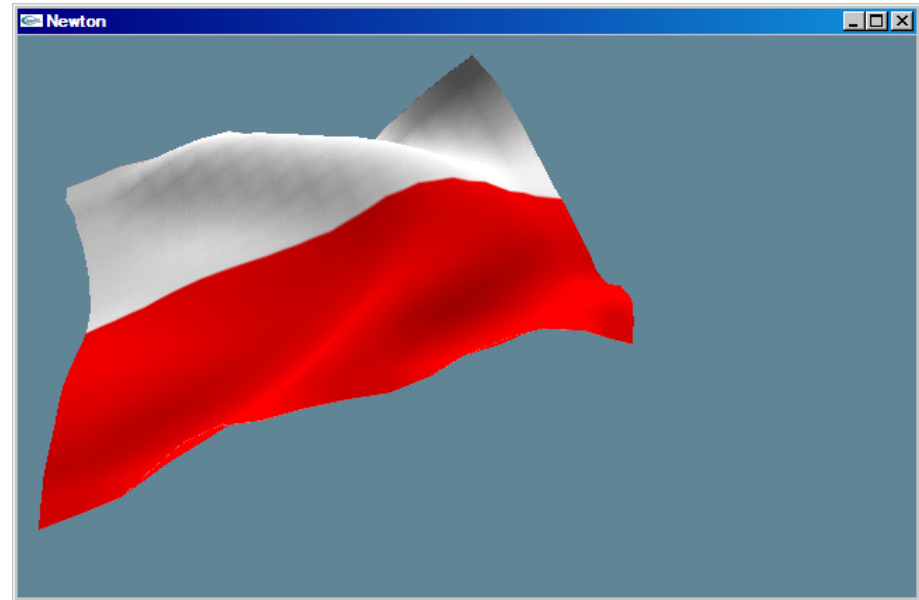
[flag 1 (exe)]

[flag 2 (exe)]

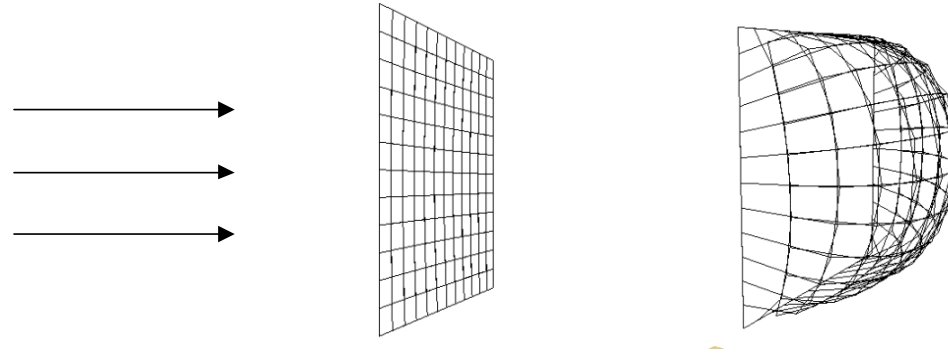
[flag 3 (mpg)]

[flag 4 (avi)]

[table 1 (mpg)]



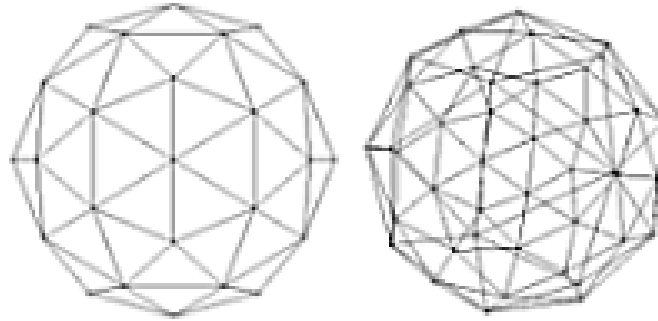
Ciało Miękkie (1/7)



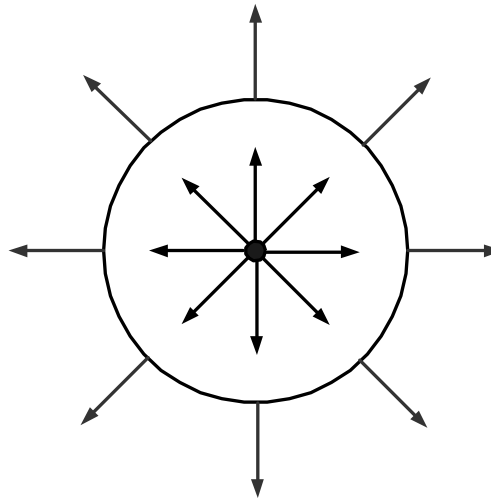
Rysunek: Tkanina zawieszona na brzegach
[wiatr (mpg)]

- Deformacja
- Sprężystość
- Ciało miękkie???

Ciało Miękkie (2/7)



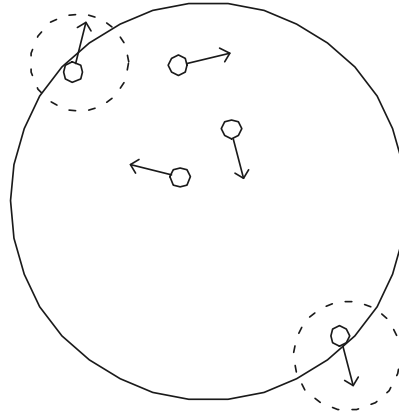
Model trójwymiarowej zamkniętej siatki



"punktowe źródło wiatru"?

Ciało Miękkie (3/7)

- Ciśnienie!



- Wewnątrz ciała umieścimy gaz idealny.

Równanie Stanu pozwala wyznaczyć ciśnienie:

$$PV = nRT \quad (1)$$

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
 2. Warunki Początkowe
 3. Pętla Obliczeniowa
- 3.1 Wyznacz siły

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa
 - 3.1 Wyznacz siły
 - 3.2 Grawitacja ($\vec{F}_i^g = m_i \cdot \vec{g}$)

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa
 - 3.1 Wyznacz siły
 - 3.2 Grawitacja ($\vec{F}_i^g = m_i \cdot \vec{g}$)
 - 3.2 Siła Sprężystości ($\vec{F}_i^s = -k \cdot \vec{x}_i$)

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa
 - 3.1 Wyznacz siły
 - 3.2 Grawitacja ($\vec{F}_i^g = m_i \cdot \vec{g}$)
 - 3.2 Siła Sprężystości ($\vec{F}_i^s = -k \cdot \vec{x}_i$)
 - 3.3 Ciśnienie ($\vec{F}_i^p = P \cdot \vec{n}_i$, gdzie $P = \frac{nRT}{V}$)

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa
 - 3.1 Wyznacz siły
 - 3.2 Grawitacja ($\vec{F}_i^g = m_i \cdot \vec{g}$)
 - 3.2 Siła Sprężystości ($\vec{F}_i^s = -k \cdot \vec{x}_i$)
 - 3.3 Ciśnienie ($\vec{F}_i^p = P \cdot \vec{n}_i$, gdzie $P = \frac{nRT}{V}$)
4. Wyznacz Przyspieszenie punktów ($\vec{a}_i = \frac{\vec{F}_i}{m_i}$)

Ciało Miękkie (4/7) - Algorytm

1. Inicjalizuj Siatkę
2. Warunki Początkowe
3. Pętla Obliczeniowa
 - 3.1 Wyznacz siły
 - 3.2 Grawitacja ($\vec{F}_i^g = m_i \cdot \vec{g}$)
 - 3.2 Siła Sprężystości ($\vec{F}_i^s = -k \cdot \vec{x}_i$)
 - 3.3 Ciśnienie ($\vec{F}_i^p = P \cdot \vec{n}_i$, gdzie $P = \frac{nRT}{V}$)
4. Wyznacz Przyspieszenie punktów ($\vec{a}_i = \frac{\vec{F}_i}{m_i}$)
5. Przesuń punkty

Ciało Miękkie (5/7)

Dynamika Tkanin

+

Siatka „zamknięta”

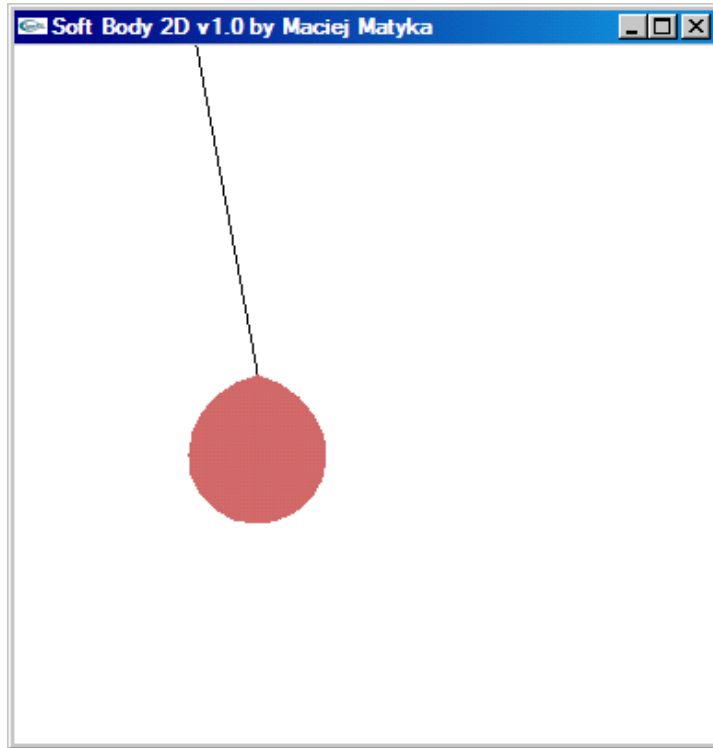
+

Ciśnienie

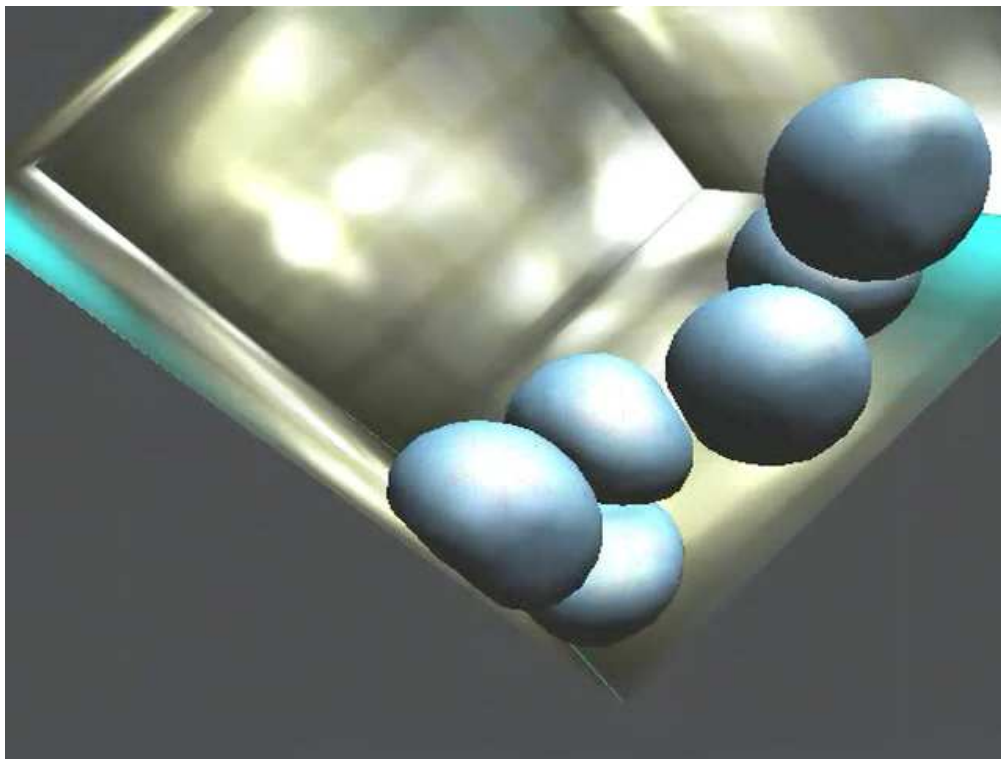
=

Ciało Miękkie

Ciało Miękkie w 2 wymiarach (6/7)



Ciało Miękkie w 3 wymiarach (7/7)



Prace ostatnich kilku lat

<http://graphics.stanford.edu/~fedkiw>

Schyłek Animacji Tradycyjnej?

- 2003: Pixar rozwiązuje umowę ze studiem Disneya
- 2004: Disney zamyka kolejne studio animacji tradycyjnej

Czy oznacza to schyłek tradycyjnych technik animacyjnych?

Materiały do Wykładu

- <http://panoramix.ift.uni.wroc.pl/~maq>
- <http://graphics.stanford.edu/~fedkiw>
- <http://www.ift.uni.wroc.pl/fkomp>

Star Trek i Luxo oraz wszystkie znaki i nazwy z nimi związane są własnością wytwórni odpowiednio: Paramount Pictures oraz Pixar. Użycie ich oraz prezentowanych animacji autorstwa R. Fedkiwa, Nicka Fostera oraz laboratoriów MiraLab, w tym wykładzie nie miało na celu naruszenia praw właścicieli i służyło jedynie względom dydaktycznym.