Cloth simulation

Dan Casas

Dressing humans

Simulación basada en triángulos [Baraff and Witkin, SIGGRAPH 98]

Dressing humans

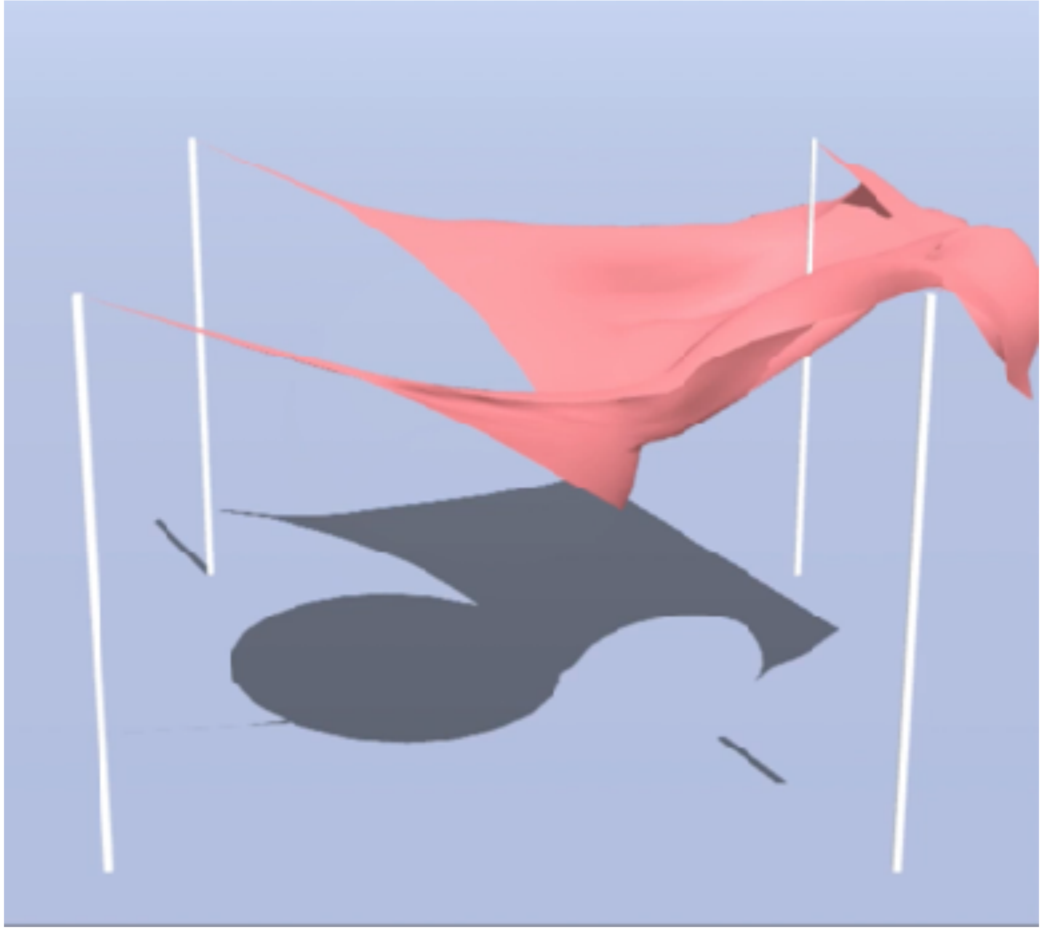
Adaptative Remeshing for Cloth Simulation [Narain *et al*. SIGGRAPH Asia 2012]

Dressing humans

Simulación basada en hilos [Cirio SCA 2015]

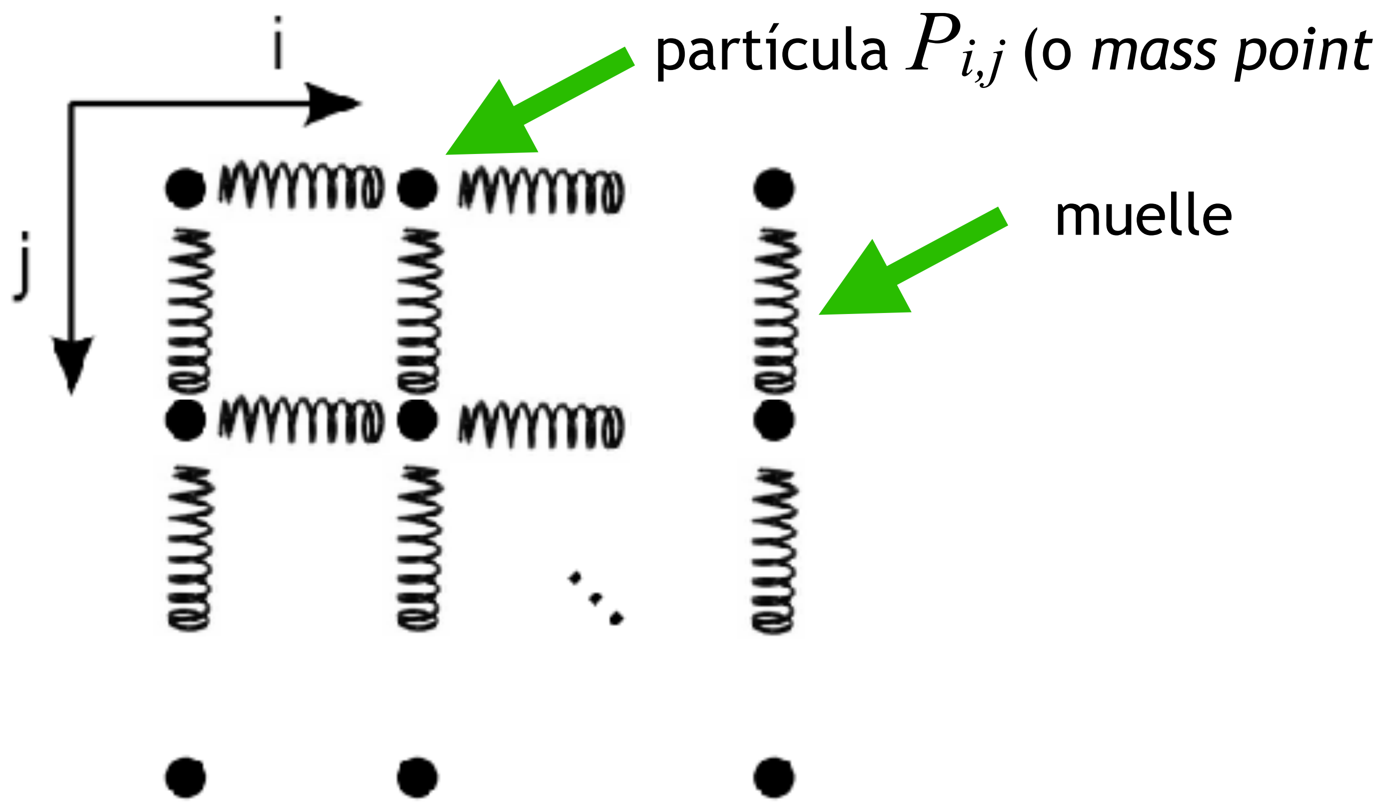
Demo

WebGL cloth simulation https://aatishb.com/drape/



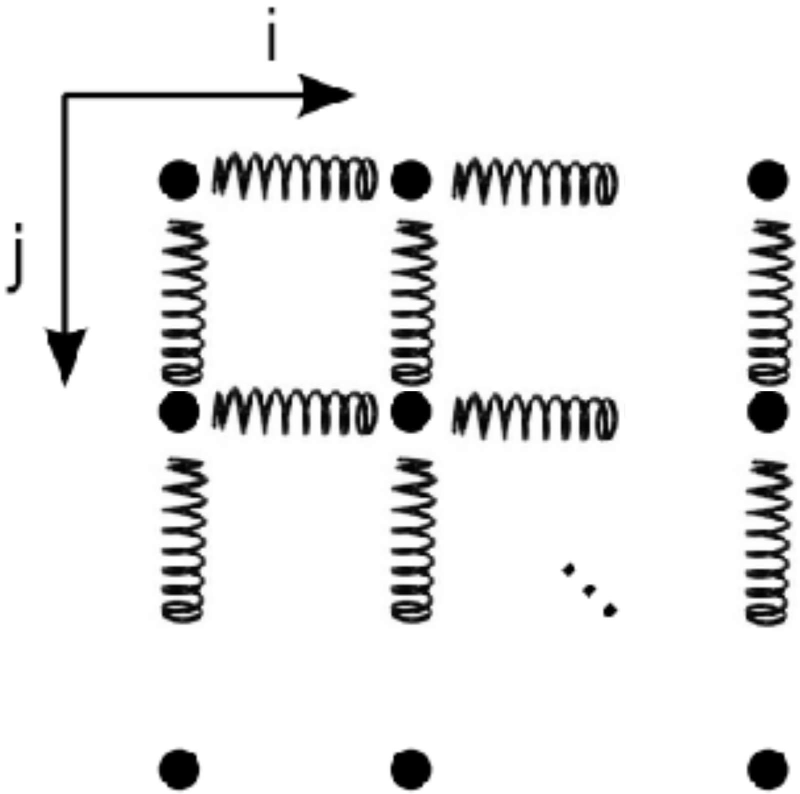
Tela basada en triángulos

- Sistema de masa-muelle



Tela basada en triángulos

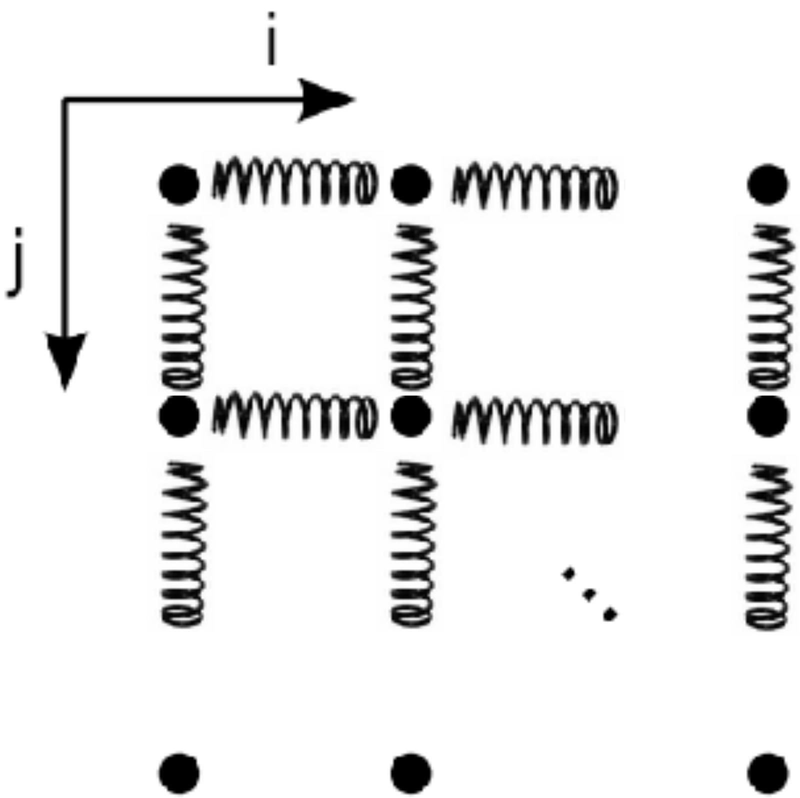
- Sistema de masa-muelle



- Partícula P_{ij} tiene:
  - masa m_{ij}
  - posición $\mathbf{x}_{ij}$
  - velocidad $\mathbf{v}_{ij}$

Tela basada en triángulos

- Sistema de masa-muelle



- Partícula P_{ij} tiene:
  - masa m_{ij}
  - posición $\mathbf{x}_{ij}$
  - velocidad $\mathbf{v}_{ij}$

- Muelle:
  - dumping (amortiguación)
  - stiffness (rigidez)
  - No tiene masa

Tela basada en triángulos

- Tipos de conexiones

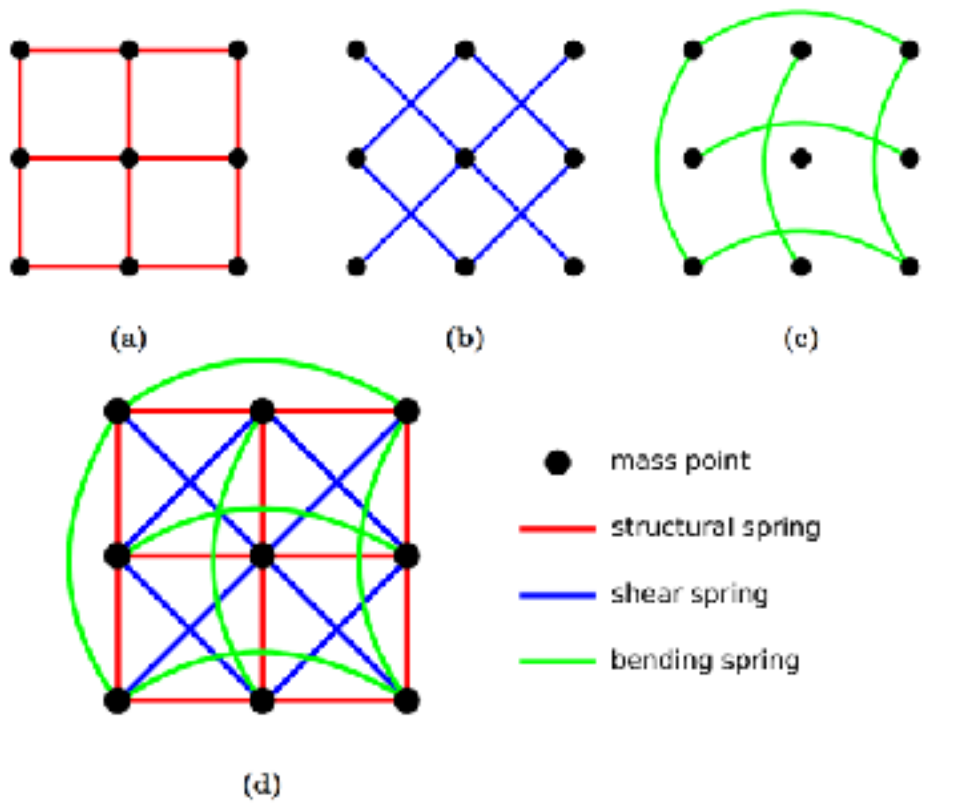
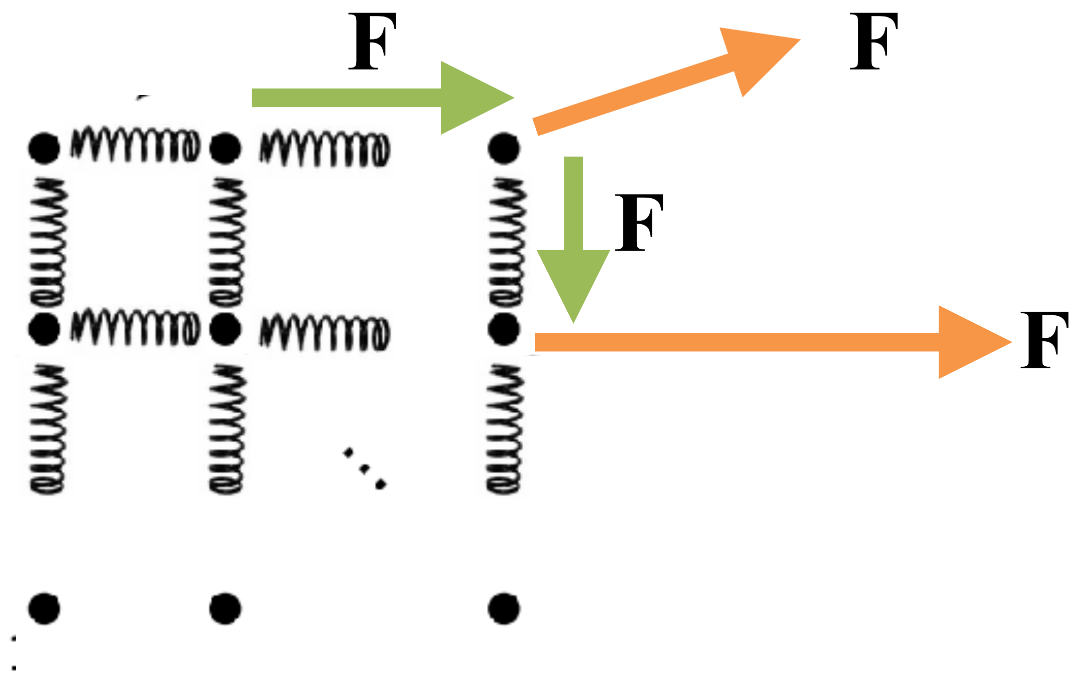


Figure 3.2: *Different types of springs in a mass-spring system: (a) structural springs, (b) shear springs, (c) bending springs and (d) all three types of springs.*

Tela basada en triángulos

- Fuerzas
  - Un sistema masa-muelle interactúa con el entorno mediante fuerzas: - externas
    - internas



Tela basada en triángulos

- Fuerzas
  - Un sistema masa-muelle interactúa con el entorno mediante fuerzas: - externas
    - internas

  - Fuerza en cada partícula tiene que cumplir la segunda ley de Newton

$$\mathbf{F}_{ij} = m_{ij} \cdot \mathbf{a}_{ij}$$

Tela basada en triángulos

Tipos de fuerzas:

- Fuerzas internas

  - Stiffness (rigidez)

coeficiente de rigidez

$$\mathbf{F}_s(P_{ij}, P_{kl}) = -k_s \mathbf{x}_{ij,kl}$$

desplazamiento

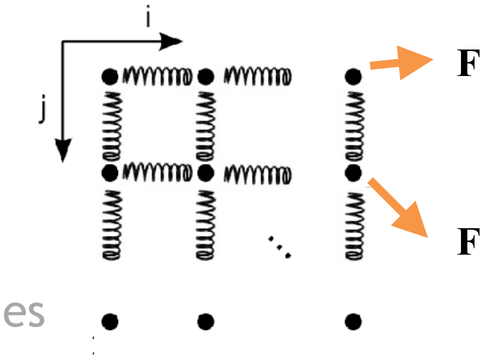
  - Damping (amortiguación)

$$\mathbf{F}_d(P_{ij}) = -k_d \mathbf{v}_{ij}$$

velocidad

coeficiente de damping

Tela basada en triángulos



Tipos de fuerzas:

- Fuerzas externas

  Causadas por el entorno (gravedad, viento, etc.) o colisiones

  - Gravedad

$$\mathbf{F}_g(P_{ij}) = m_{ij}g$$

  - Viento

$$\mathbf{F}_w(P_{ij}) = k_w[\mathbf{n}_{ij} \cdot (\mathbf{u}_w - \mathbf{v}_{ij})]\mathbf{n}_{ij}$$

Integración numérica

A partir de nuestro modelo masa-muelle, **¿cómo simulamos?**

Para saber la velocidad y la posición de cada partícula en un instante de tiempo usamos:

- Integración explicita
- Integración implícita

Integración explicita

Método de Euler

$$y_{n+1} = y_n + \Delta t f(t_n, y_n),\ n = 0, 1, \ldots$$

más concretamente: (asumiendo $\mathbf{F}_{ij} = m_{ij} \cdot \mathbf{a}_{ij}$)

$$\mathbf{a}_{ij}(t) = \frac{1}{m_{ij}} \mathbf{F}_{ij}(t)$$

$$\mathbf{v}_{ij}(t + \Delta t) = \mathbf{v}_{ij}(t) + \Delta t \mathbf{a}_{ij}(t)$$

$$\mathbf{x}_{ij}(t + \Delta t) = \mathbf{x}_{ij}(t) + \Delta t \mathbf{v}_{ij}(t + \Delta t)$$

Integración explicita

Método de Euler

$$y_{n+1} = y_n + \Delta t f(t_n, y_n),\ n = 0, 1, \ldots$$

Integración explicita

Método de Euler

$$y_{n+1} = y_n + \Delta t f(t_n, y_n),\ n = 0, 1, \ldots$$

más concretamente: (asumiendo $\mathbf{F}_{ij} = m_{ij} \cdot \mathbf{a}_{ij}$)

$$\mathbf{a}_{ij}(t) = \frac{1}{m_{ij}} \mathbf{F}_{ij}(t)$$

Integración explicita

Método de Euler

$$y_{n+1} = y_n + \Delta t f(t_n, y_n),\ n = 0, 1, \ldots$$

más concretamente: (asumiendo $\mathbf{F}_{ij} = m_{ij} \cdot \mathbf{a}_{ij}$)

$$\mathbf{a}_{ij}(t) = \frac{1}{m_{ij}} \mathbf{F}_{ij}(t)$$

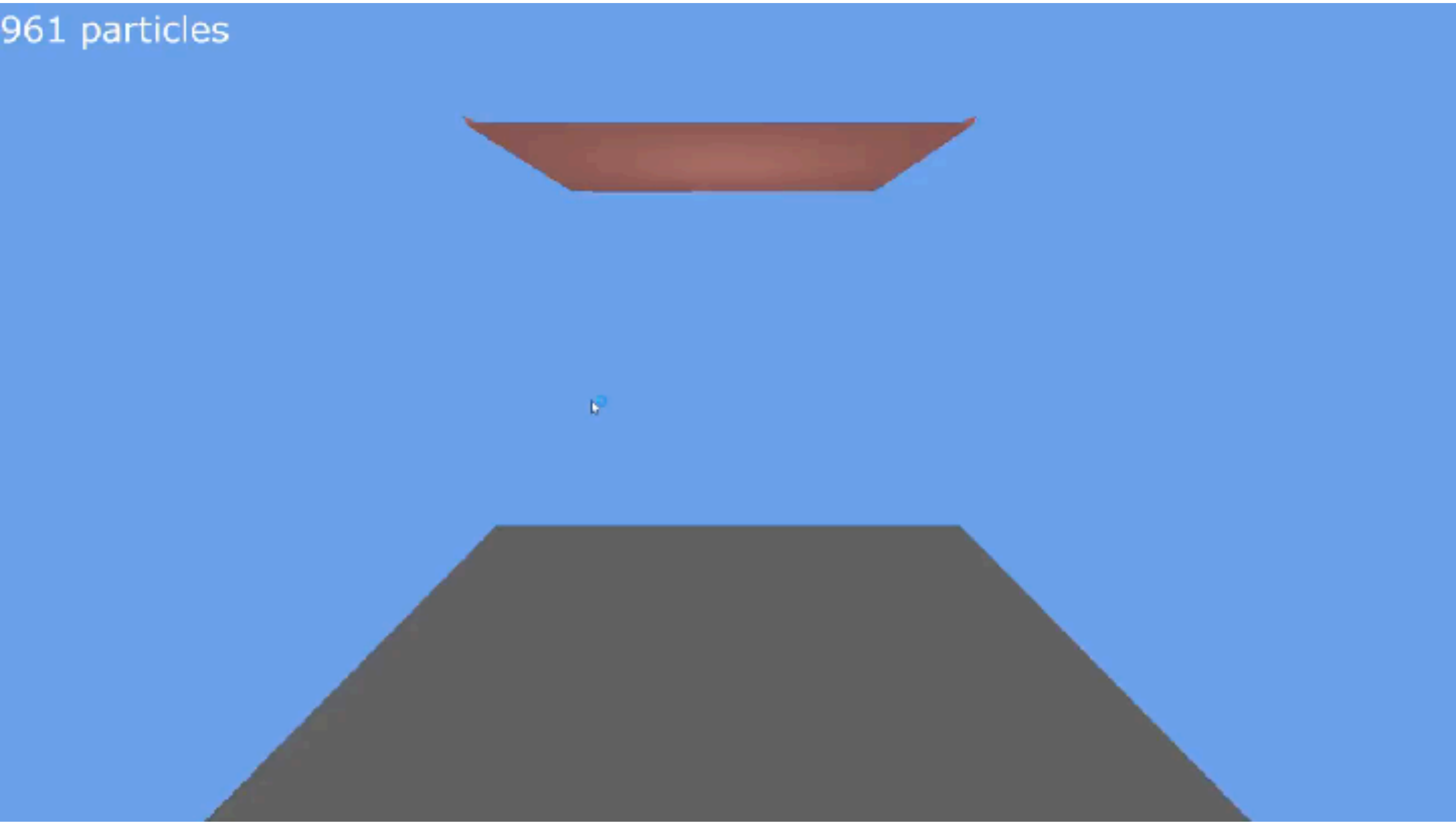
$$\mathbf{v}_{ij}(t + \Delta t) = \mathbf{v}_{ij}(t) + \Delta t \mathbf{a}_{ij}(t)$$

$$\mathbf{x}_{ij}(t + \Delta t) = \mathbf{x}_{ij}(t) + \Delta t \mathbf{v}_{ij}(t + \Delta t)$$

Simulación explicita

Para cada partícula

1. Calcular suma de todas las fuerzas
2. Calcular aceleración a partir de Newton 2nd's law: $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$
3. Integrar para obtener posición x **y** velocidad $\mathbf{v}$
4. GOTO 1


961 particles

Integración implicita

$$y_{n+1} = y_n + \Delta t f(t_{n+1}, y_{n+1}),\ n = 0, 1, \ldots$$

Requiere resolver un sistema de equaciones lineal

Simulación a nivel de hilo

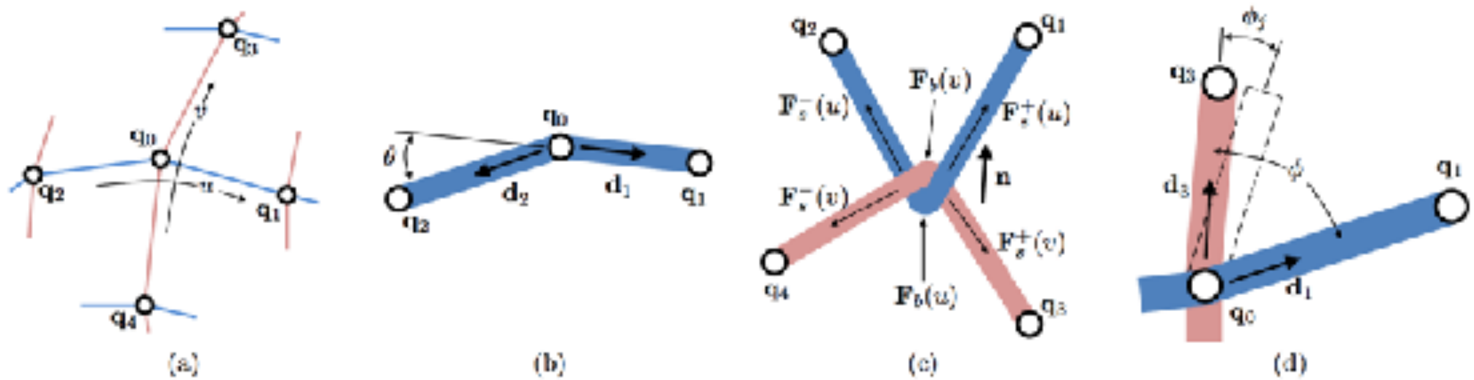
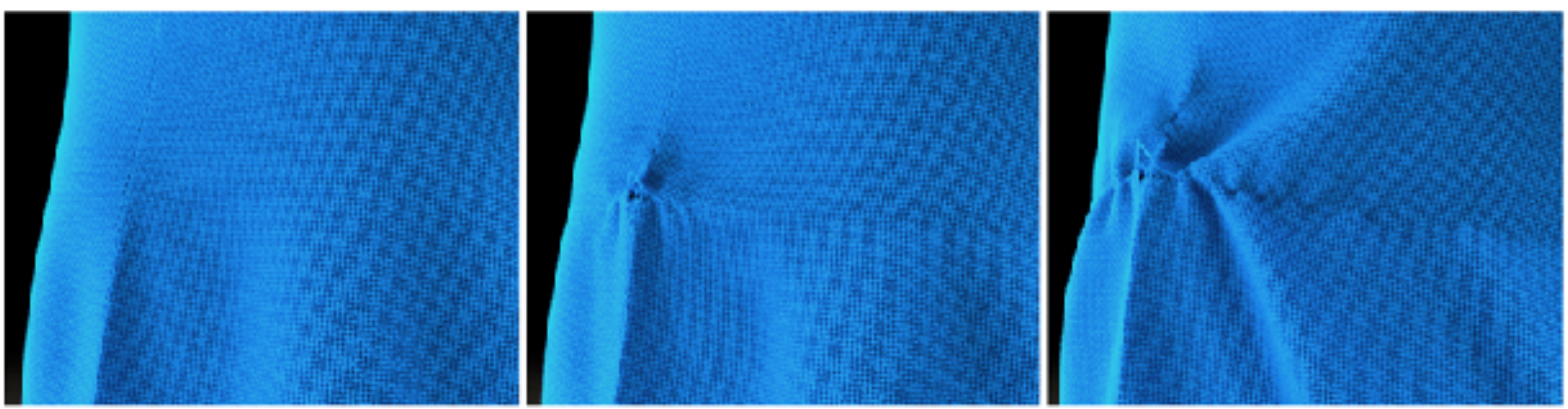
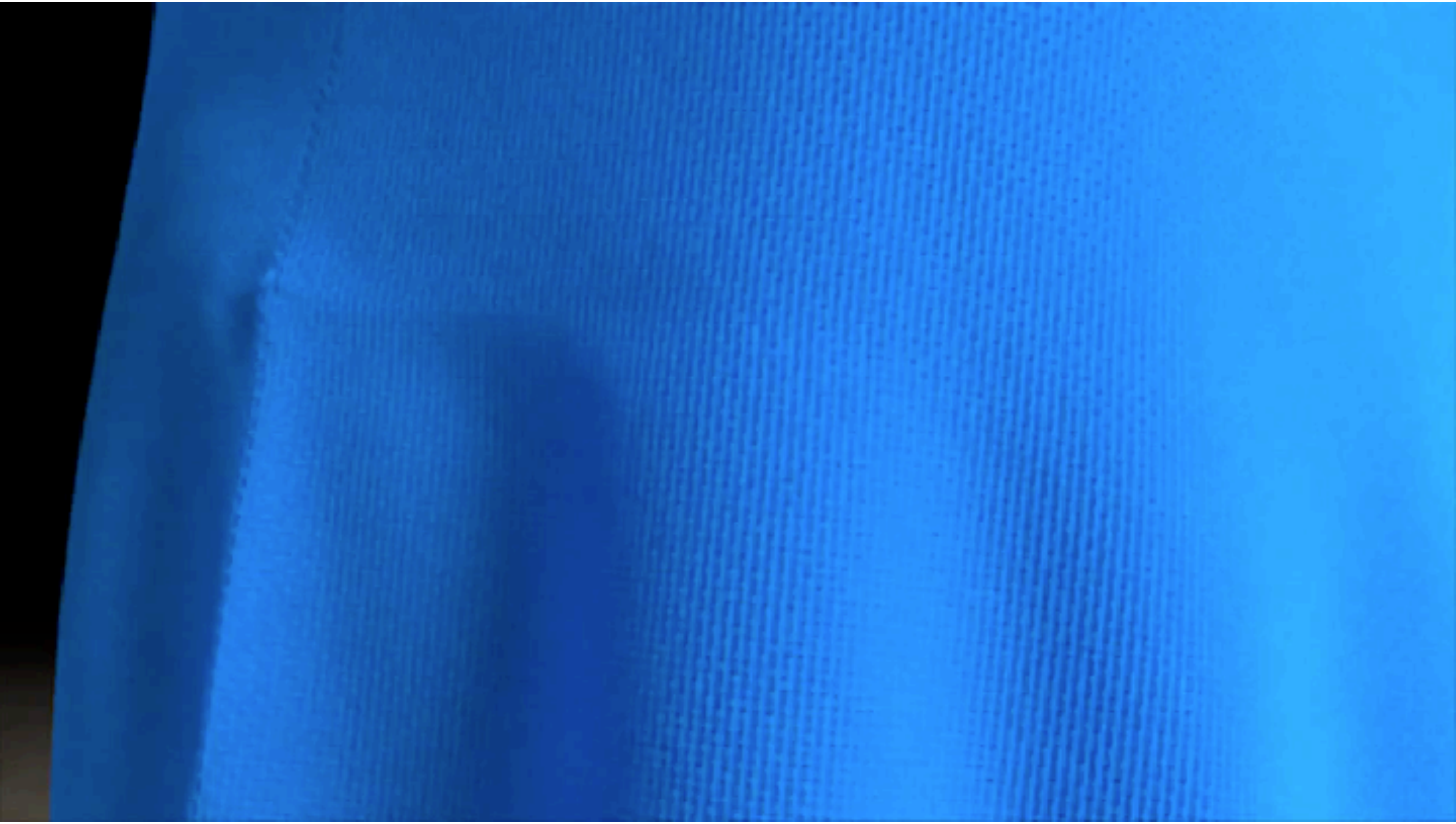


Figure 5: *a: Warp (u) and weft (v) yarns crossing at node q_0, and the four adjacent yarn crossings. b: Bending angle θ between two adjacent warp segments. c: Forces producing normal compression at a crossing node. Subscripts s and b denote stretch and bending; superscripts + and − denote positive and negative yarn directions. d: Shear angle ϕ and shear jamming angle ϕ_j between two adjacent warp and weft yarns.*



[Cirio SIGGRAPH Asia 2014]

Simulación a nivel de hilo



Blender demo

https://www.youtube.com/watch?v=z_c3LvrlOzk