

## Modelado de fricción

Una amplia sección de la ingeniería y disciplinas científicas han desarrollado distintos métodos de representación de la fricción, con modelos que provienen de las áreas de mecánica fundamentales y dinámica de sistemas, entre otras.

Haessing y Friedland (1991) proponen dos leyes de fricción nuevas para el empleo en simulaciones. El "bristle model" o modelo de cerda la cual consiste en una descripción estadística del contacto superficial con la posición de la cerda y la distancia entre cerdas descritas por variables aleatorias. El modelo de cerda es una representación físicamente motivada por los detalles microscópicos de contacto superficial. El segundo modelo es el "reset integrator", que modela una fuerza de fricción dependiente de posición, que se opone al movimiento y representa la vinculación entre superficies mientras existe contacto.

El modelo más simple de fricción expresa la fuerza de fricción instantánea  $F_f(t)$ , en función de la velocidad de deslizamiento  $v(t)$ . Dicho modelo considera los términos de fricción de Coulomb, fricción viscosa y fricción estática.

### Fricción de Coulomb

Fuerza de magnitud constante que actúa en dirección opuesta al movimiento.

$$v(t) \neq 0 \quad F_f(t) = F_c \operatorname{sgn}(v(t))$$

### Fricción viscosa

Proporciona a la velocidad en sentido contrario.

$$v(t) \neq 0 \quad F_f(t) = -F_v v(t)$$

## Modelo de fricción dinámico. Modelo de LuGre

Canudas de Wit propuso un modelo de fricción basado en la elasticidad en el contacto. Introduce la variable  $z(t)$  que representa el estado medio de deformación del contacto. El modelo de LuGre (Lund-Grenoble) es un modelo dinámico que tiene la velocidad angular relativa  $w$  entre dos superficies de contacto como entrada y el par de fricción  $F_f$  como salida.

La expresión de fricción viene dada por:

$$F_f: G_0 z(t) + G_1 \frac{dz(t)}{dt} + G_2 w(t)$$

El estado  $z(t)$  se actualiza siguiendo la expresión:

$$\frac{dz(t)}{dt} = w(t) - \frac{|w(t)|}{g(w(t))} z(t)$$

En régimen permanente se tiene que  $\dot{z} = 0$ , por lo que:

$$z(t)|_{rp} = g(w(t)) \operatorname{sgn}(w(t))$$

Con la fricción en régimen permanente queda:

$$F_f(t)|_{rp} = G_0 g(w(t)) \operatorname{sgn}(w(t)) + G_z w(t)$$

Para describir la fricción a bajas velocidades se introdujo la parametrización:

$$g(w(t)) = F_c + F_s e^{-1 \left| \frac{w(t)}{V_s} \right|^2}$$

Con esta descripción de  $g(w(t))$ , queda caracterizado por seis parámetros:

$G_0, G_1, G_z, F_c, F_s$  y  $V_s$ .

## Bibliografía:

Desconocido (Desconocido), Capítulo 5: Modelo de la fricción. En desconocido (pdf) (29-32).  
Desconocido: Desconocida.