



## 1. Introducción

Una forma de representar un objeto 3D es usando un descriptor; es decir, un vector numérico que contenga la información geométrica del objeto y que sirva para representarlo en tareas posteriores. En esta tarea exploraremos algunas formas simples de cómo crear descriptores para objetos 3D, pero con el objetivo que esta descripción sea aproximadamente invariante a transformaciones no rígidas del objeto.

En el curso, hasta ahora, hemos visto varios tipos de descriptores para puntos sobre una superficie. Por ejemplo tenemos el Global Point Signature definido de la siguiente manera:

$$GPS(p) = \left( \frac{\phi_1(p)}{\sqrt{\lambda_1}}, \frac{\phi_2(p)}{\sqrt{\lambda_2}}, \frac{\phi_3(p)}{\sqrt{\lambda_3}}, \dots, \frac{\phi_m(p)}{\sqrt{\lambda_m}} \right) \quad (1)$$

donde  $\phi_i$  es el  $i$ -ésimo vector propio del Laplaciano y  $\lambda_i$  es el  $i$ -ésimo valor propio del Laplaciano. Si se usan los primeros  $m$  valores y vectores propios del Laplaciano, el descriptor final tiene una dimensión de  $m$ .

Por otro lado, el Heat Kernel Signature se define como:

$$HKS(p) = (h_{t_1}(p, p), h_{t_2}(p, p), h_{t_3}(p, p), \dots, h_{t_m}(p, p)) \quad (2)$$

donde el heat kernel para un cierto valor de  $t$  se define como:

$$h_t(p, p) = \sum_i e^{(-t\lambda_i)} \phi_i(p)^2 \quad (3)$$

Cuando se usan  $m$  valores distintos de  $t$ , el descriptor tiene dimensión  $m$ .

Además, en el curso aprendimos que cuando se evalúa el heat kernel en valores grandes de  $t$ , uno puede usar esos valores para detectar puntos característicos del objeto. Esto es, un punto  $p$  es seleccionado como característico si se cumple  $h_t(p, p) > h_t(q, q), \forall q \in \mathcal{N}_1(p)$ , donde  $\mathcal{N}_1(p)$  son todos los puntos vecinos a  $p$  a una arista de distancia.

## 2. Enunciado

Usando como referencia las implementaciones disponibles en el repositorio del curso, la idea es calcular un descriptor global para cada objeto y comparar qué tan buenos serían esos descriptors para diferenciar los objetos. La estrategia a seguir es:

1. Computa los puntos característicos de cada objeto usando el heat kernel en un valor grande de  $t$ .
2. Computa los descriptors GPS y HKS para todos los puntos de un objeto.
3. Promedia los GPS y HKS pero solamente de los puntos seleccionados como característicos en el paso 1.
4. Plotea los descriptors obtenidos para todos las mallas de gatos y caballos, disponibles en el repositorio.

Una vez que implementes esta estrategia, ¿qué podrías concluir de los descriptors resultantes? ¿Cuál de las dos opciones es mejor para describir objetos de manera invariante a transformaciones no rígidas?

## 3. Entregable

Para esta tarea se debe entregar el código de Python que implementa sus algoritmos y la discusión de resultados como comentarios dentro de la implementación.