Nombre: Rut: Firma

Universidad de Chile – CC3501 - 6/Diciembre/2018

Control 2

Instrucciones Generales

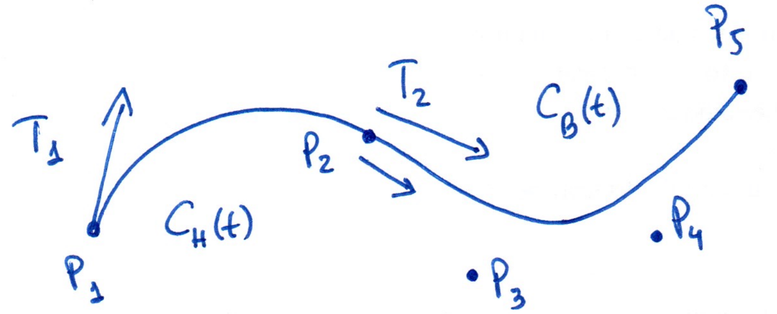
- Responda en este mismo control, procure anotar sus datos en cada hoja.
- **Responda concisamente**, no es necesario utilizar todo el espacio.
- Si necesita hojas adicionales puede pedirlas al equipo docente.
- La última plana incluye un formulario de apoyo.
- El control incluye un punto de nota adicional, su nota final saturará en 7.

P1: Modelación

a. (0.5) Compare representación de sólidos en base a geometría sólido-constructiva y descomposición espacial en celdas

	Geometría sólido-constructiva	Descomposición espacial en celdas
Uso de memoria de almacenamiento	Poca Memoria Se almacenan modelos básicos y operaciones entre ellos	Mucha memoria Se debe almacenar si hay o no sólido en cada celda
Precisión de la representación	Muy buena o perfecta	Depende de la resolución. Inevitablemente objetos curvos deben ser aproximados. Precisión inferior a GSC.
Validación de la figura representada	Es simple dado que al utilizar las operaciones regularizadas las figuras resultantes se mantienen válidas.	También es simple, cada celda posee o no información.

b. (0.7) Se quiere modelar una curva utilizando dos trozos: la primera sección con una curva de Hermite y la segunda con una curva de Bezier. El punto de conexión debe mantener continuidad geométrica. ¿Qué parámetros se necesitan y que restricción(es) se debe(n) cumplir? Incluya un diagrama explicando parámetros y restricciones.



$$C(t) = \begin{cases} C_H(t) & t \in [0,1] \\ C_B(t-1) & t \in (1,2] \end{cases}$$

Donde:

$$C_H(t) = [P_1\ P_2\ T_1\ T_2]\, M_H\, T(t)$$
$$C_B(t) = [P_2\ P_3\ P_4\ P_5]\, M_B\, T(t)$$

$$\frac{dT(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2t \\ 3t^2 \end{bmatrix}$$

Imponiendo continuidad geométrica en P_2

$$\left.\frac{dC_H(t)}{dt}\right|_{t=1} = \alpha \left.\frac{dC_B(t)}{dt}\right|_{t=0}$$

dirección y sentido vienen dados por la derivada. α permite que tengan distinta magnitud.

Luego

$$[P_1\ P_2\ T_1\ T_2] \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & -3 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & -2 \\ 0 & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}}_{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}} = \alpha [P_2\ P_3\ P_4\ P_5] \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & -3 & 3 & -1 \\ 0 & 3 & -6 & 3 \\ 0 & 0 & 3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\begin{bmatrix} -3 \\ 3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}$$

$$\Rightarrow T_2 = \underbrace{3\alpha}_{\tilde{\alpha}}(P_3 - P_2) \qquad \tilde{\alpha} \in \mathbb{R}.$$

Necesitamos $\underbrace{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5}_{\text{puntos}}, \underbrace{T_1, T_2}_{\text{tangentes}} \in \mathbb{R}^3$ y $\tilde{\alpha} \in \mathbb{R}$. Se debe cumplir

$$T_2 = \tilde{\alpha}(P_3 - P_2)$$

Nombre: Rut: Firma

Considere el siguiente archivo OBJ

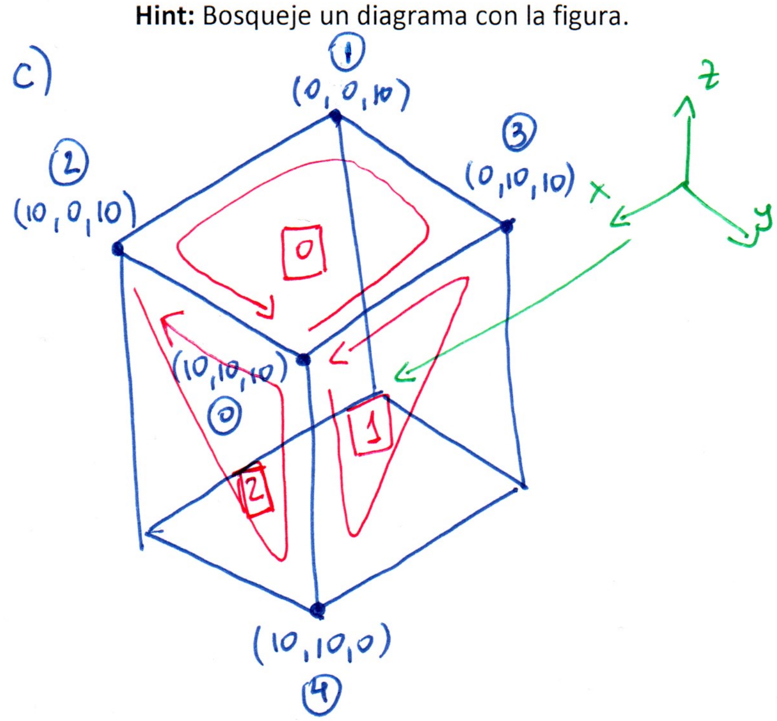
```
0 V 10 10 10
1 V 0  0  10
2 V 10 0  10
3 V 0  10 10
4 V 10 10 0
0 F 0  3  1  2
1 F 0  4  3
2 F 2  4  0
```

c. (0.5) Una triangulación es almacenada en el archivo OBJ presentado a continuación. Calcule las 4 normales necesarias para obtener un sombreado de Gouraud en el vértice (10,10,10)

d. (0.3) Identifique *half-edges* según el orden especificado en cada cara. Indexe vértices, *half-edges* y caras. Describa el contenido de una estructura de *half-edge* que apunte al vértice (0,10,10).

Hint: Bosqueje un diagrama con la figura.

c)



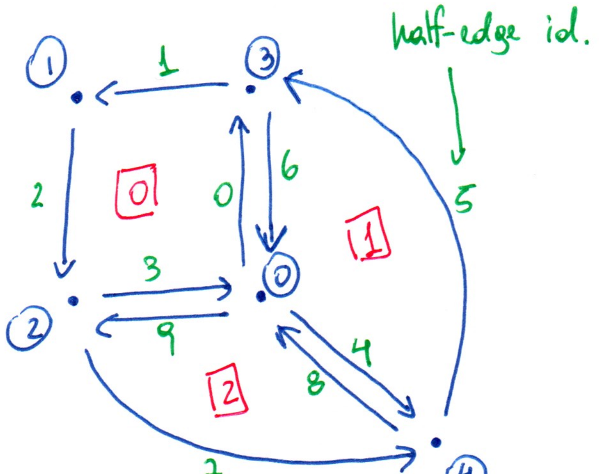
Inspección visual:

$n_0 = \hat{z}$ $n_1 = \hat{y}$ $n_2 = \hat{x}$

Para obtener un sombreado de Gouraud, promediamos dichas normales

$$\hat{n}(10,10,10) = \frac{\hat{x}+\hat{y}+\hat{z}}{\|\hat{x}+\hat{y}+\hat{z}\|} = \frac{1}{\sqrt{3}}(1,1,1)$$

d) Indexando vértices, half-edges y caras en el orden dado, queda:



Vertex

Point (0,10,10)

Halfedge 0

Face

Halfedge 0

Halfedge

Vertex Ref 3

Face Ref 0

Halfedge next 1

Halfedge prev 3

Halfedge op 6

Nota: Halfedge 5 también es válido.

Nombre: Rut: Firma

P2: Pipeline de Rendering

a. (1.0) El triángulo ABC de la figura es afectado por las siguientes transformaciones:

   i. Trasladado en $(-5, 0, -0.5)$

   ii. Rotado en +90 grados según el eje 'z'

   iii. Proyectado ortogonalmente con la matriz

   $$M_{Ortográfica}(r = -10, l = 10, b = -10, t = 10, n = -5, f = -10)$$

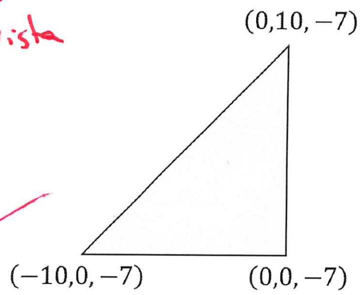
   iv. Clipeado al volumen de vista

   La cámara se encuentra en (0,0,0), mirando hacia '-z' y orientada con el eje 'y' hacia arriba. Presente una expresión para la transformación completa del triángulo en 3D. Calcule o especifique los vértices resultantes.

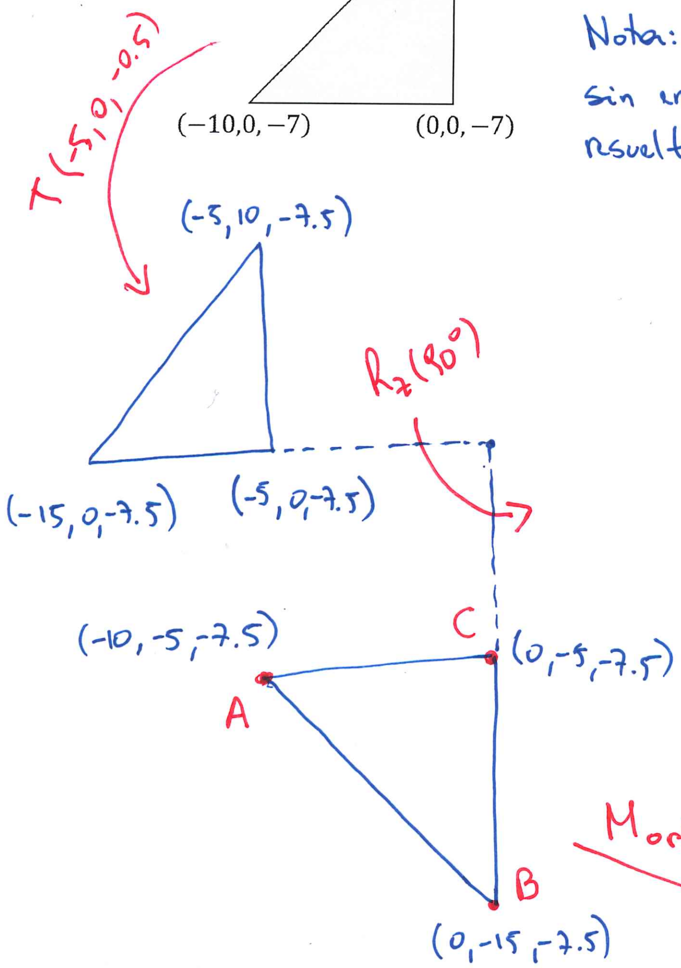
Notar inversión izq.-der. (1)

Nos permite utilizar directamente Mortho sin utilizar una metriz de vista adicional.

Estas magnitudes debieran ser positivas, pues son distancias en el eje $-\hat{z}$. (2)



Nota: (1) y (2) son errores de enunciado, sin embargo, el problema aún puede ser resuelto.



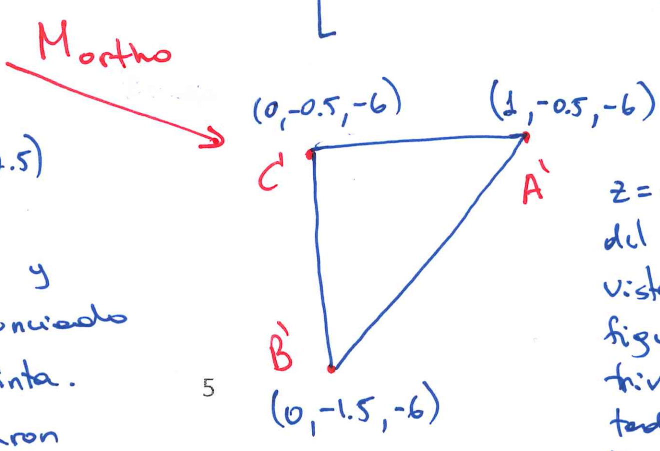
Expresión para la transformación:

$$M_{ortho} \cdot R_z(90°) \cdot T(-5, 0, -0.5)\, P$$

$$P \in \{(0,10,-7), (-10,0,-7), (0,0,-7)\}$$

Calculamos Mortho

$$M_{ortho} = \begin{bmatrix} \frac{2}{-20} & & & \\ & \frac{2}{20} & & \\ & & \frac{-2}{-5} & -\frac{-15}{-5} \\ & & & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.1 & & & \\ & 0.1 & & \\ & & 0.4 & -3 \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$



z = -6 está fuera del volumen de vista por lo que la figura completa es trivialmente descartada.
(z visible si ∈ [-1, 1])

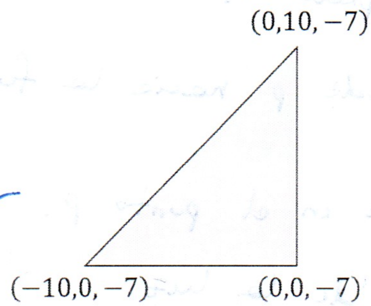
Nota 2: Utilizando la intuición y omitiendo los errores de enunciado (1) y (2), la respuesta es distinta. Ambos enfoques se consideraron correctos.

Nombre: Rut: Firma

P2: Pipeline de Rendering

a. (1.0) El triángulo ABC de la figura es afectado por las siguientes transformaciones:
   i. Trasladado en $(-5, 0, -0.5)$
   ii. Rotado en +90 grados según el eje 'z'
   iii. Proyectado ortogonalmente con la matriz
   $$M_{Ortográfica}(r = -10, l = 10, b = -10, t = 10, n = -5, f = -10)$$
   iv. Clipeado al volumen de vista

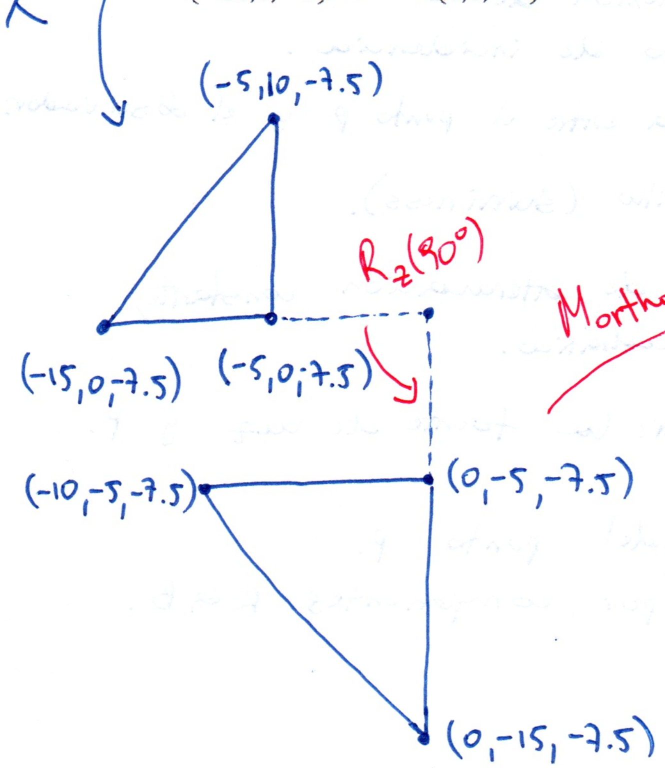
La cámara se encuentra en (0,0,0), mirando hacia '-z' y orientada con el eje 'y' hacia arriba.
Presente una expresión para la transformación completa del triángulo en 3D.
Calcule o especifique los vértices resultantes.

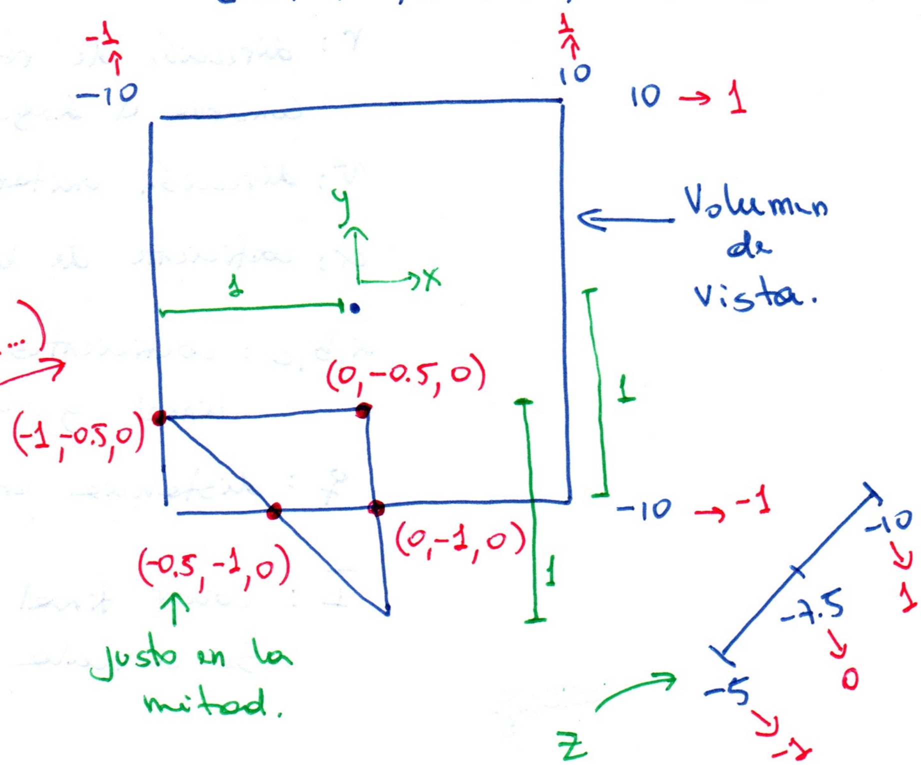


Expresión para la transformación:

$$M_{ortho}(-10,10,-10,10,-5,-10)\, R_z(90^\circ)\, T(-5,0,-0.5)\, P$$

donde $P \in \{(0,10,-7), (-10,0,-7), (0,0,-7)\}$





El polígono resultante queda:

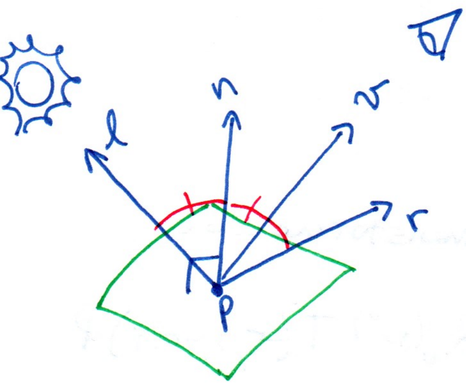
$\{(-1,-0.5,0), (-0.5,-1,0), (0,-1,0), (0,-0.5,0)\}$

espacio de clipping homogéneo

Nombre: Rut: Firma

b. (0.5) Describa cada variable del modelo de iluminación de Phong

$$I = \frac{1}{a+bq+cq^2}(k_d L_d (l \cdot n) + k_s L_s (r \cdot v)^{\alpha}) + k_a L_a$$



k_a, k_d, k_s: coeficientes de reflexión ambiental, difuso y especular.

L_a, L_d, L_s: componentes de la luz ambiental, difuso y especular.

l: dirección unitaria desde p hacia la fuente de luz.

p: punto a iluminar

n: normal a la superficie en el punto p.

r: dirección de reflexión de la luz. Conserva el ángulo de incidencia.

v: dirección unitaria entre el punto p y el observador.

α: coeficiente de brillo (shininess).

a, b, c: coeficientes de atenuación constante, lineal y cuadrático.

q: distancia entre la fuente de luz y p.

I: color final del punto p. Se calcula por componentes RGB.

Nombre: Rut: Firma

c. (0.5) ¿Para qué se utiliza el algoritmo Z-Buffer?, ¿Cómo funciona internamente?

El algoritmo Z-Buffer se utiliza para pintar pixeles en el frame-buffer según la profundidad a la que se encuentran los modelos, permitiendo visualizar correctamente el orden espacial.

Internamente mantiene un buffer de profundidad (el Z-buffer). Revisando cada pixel de cada figura, si el pixel se encuentra más cercano a la cámara que la profundidad almacenada en el Z-buffer, su valor es actualizado con la nueva profundidad y se actualiza el color del pixel en el frame-buffer.

Nombre: Rut: Firma

P3: Aplicaciones

a. (0.5) Describa 3 de las posibles aplicaciones de texturas vistas en clases

la aplicación básica es coloreado, donde se mapea el color de la textura a un polígono en 3D.

Otras aplicaciones: Light-mapping
environment-mapping
bump-mapping
displacement-mapping
billboarding

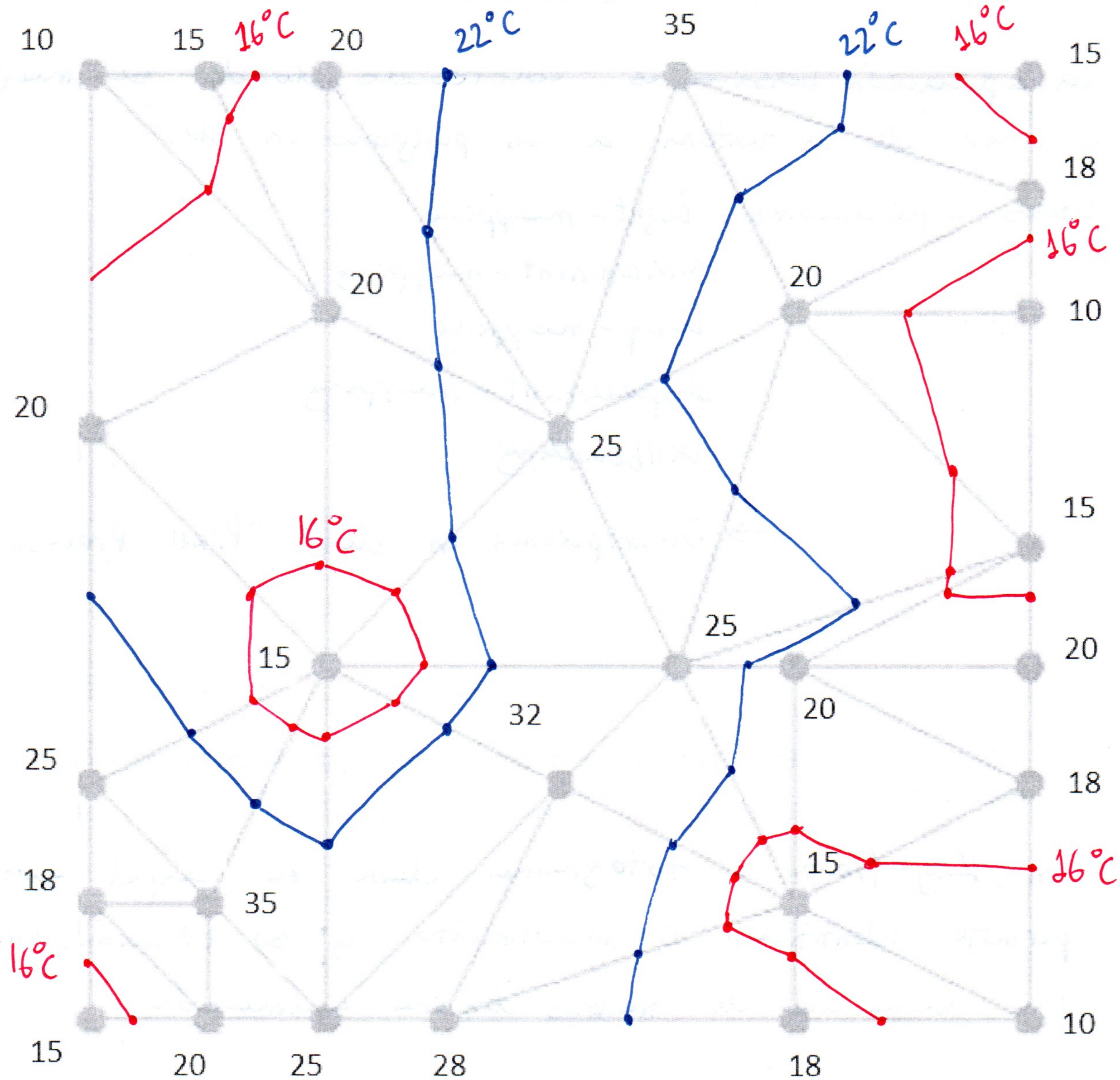
→ Descripciones en clase "Pixel Processing"

b. (0.5) ¿Que es un Key Frame y para que se utilizan?, relaciónelos con su uso en animación con esqueletos

Un Key-frame o fotograma clave es aquel que permite identificar el movimiento y su intención en una secuencia de frames de una animación

Si trabajamos con esqueletos, basta con definir los Key-frames manualmente. Los frames in-between pueden ser generados automáticamente via interpolación. Este es el método de producción dominante.

c. (0.5) En la siguiente triangulación en 2 ½ dimensiones, cada vértice indica su temperatura. Bosqueje las curvas de nivel para T=22 C y T=16 C



Nombre: Rut: Firma

P4: Visualización científica de datos (Lectura)

a. (1.0) Don Pedro, no satisfecho con las gráficas que usted le entregó en la tarea 1, quiere visualizaciones más detalladas.
En particular, él está interesado en visualizar los siguientes datos:
   - Temperatura de la habitación en 3D
   - Campo vectorial de velocidades en un corte transversal del río

Para cada uno de estos casos, describa la aplicación de una técnica de visualización de la lectura. Don Pedro ya ha organizado la data mencionada en una grilla regular.

Temperatura de la habitación 3D

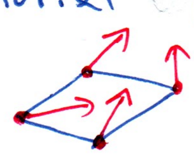
1. Podemos visualizarlo con isosuperficies a distintas temperaturas dadas. Un código de color nos diría la temperatura en dicha superficie.

2. Otra opción es tomar cortes transversales y visualizar plano a plano "todas" las temperaturas vía isolíneas. (i.e. curvas a igual temperatura).

3. Una tercera opción es utilizar rendering de volumen, esto es, una "imagen de rayos X". Esta estrategia deja ver el interior utilizando transparencias.

Campo de velocidades en corte transversal

Podemos utilizar un diagrama de flechas, i.e. una flecha en cada posición de la grilla en el plano del corte transversal. El largo o ancho de la flecha debe ser proporcional a la intensidad del campo de velocidades. La orientación de la flecha indica la orientación del campo.
Notar que, a pesar de estar en un plano (producto del corte transversal), el campo vectorial posee tres componentes por lo que la vista debe ser tridimencional.



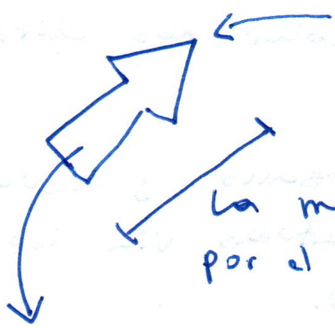
← plano del corte transversal.

b. (0.5) ¿Que son los **glyphs**?, describa un ejemplo de uso.

Un glyph es un objeto gráfico con varias partes para representar distintas cantidades.

Ejemplo: Para visualizar un fluido en movimiento con temperatura variable, podemos utilizar una flecha de tamaño variable y distinto color.

Dirección y sentido son dados por la orientación



La magnitud es dada por el largo de la flecha.

El color nos entrega la temperatura via un código (o escala) de colores.