



Marche un telebeam Don Niembraaaaaa...



Introducción

Según se ha publicado en algunos medios deportivos de cuestionable credibilidad, el Comité Ejecutivo de la Asociación de Fútbol Argentina (AFA) quiere, con el fin de reconquistar los espacios de poder otrora ostentados, marcar tendencia en la incorporación de tecnología de última generación para la resolución de situaciones conflictivas durante los partidos. Para ello se busca dar el primer paso mediante el desarrollo de un prototipo que permita decidir en tiempo real, mediante una imagen de la televisión, si la pelota traspasó o no la línea de gol. El objetivo ulterior de semejante empresa es destronar al sistema utilizado durante la Copa del Mundo 2014, principalmente por sus elevados costos de implementación y mantenimiento.

El Equipo de Desarrollos de Métodos Numéricos (EDMN) fue contactado para hacerse cargo del desafío, teniendo en nuestras manos el futuro de un negocio millonario y, por qué no, eventualmente la posibilidad de llegar nuevamente a la final de un mundial. Como propuesta, el prototipo en *Fase 0* se basará en la utilización de técnicas de interpolación aplicadas al procesamiento de señales, en particular para el re-escalamiento de imágenes de alta definición.

Definición del problema y metodología

Para resolver el problema planteado en la sección anterior, se considera el siguiente contexto. Dada una imagen de $m \times n$, con $i = 1, \dots, m$ y $j = 1, \dots, n$, en escala de grises, se busca obtener un re-escalamiento de la misma de un factor f predeterminado de antemano. En particular, consideraremos solamente agrandar la imagen, tomando $f > 1$, y para simplificar algunas cuestiones técnicas menores asumiremos que recibimos como parámetro un número $k \in \mathbb{N}_{>0}$ que denota la cantidad de filas (columnas) que serán agregadas entre dos filas i e $i + 1$, $i = 1, \dots, m - 1$ (columnas j y $j + 1$) de la imagen original. Luego, el ratio f quedará automáticamente determinado por el cociente $\frac{(k+1)*(m-1)+1}{m}$. Las figuras 1 y 2 muestran la transformación sobre un ejemplo correspondiente a una imagen de 3×3 y tomando $k = 2$.

El problema a resolver consiste en determinar cómo rellenar los casilleros grises, es decir, aquellos que no contienen la información original de la imagen. Para ellos, se propone

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Figura 1: Imagen original

1			2			3
4			5			6
7			8			9

Figura 2: Imagen re-escalada

considerar al menos los siguientes tres métodos:

1. *Vecino más cercano*: Consiste en rellenar aquellas posiciones correspondientes a nuevos píxeles replicando los valores de alguno de los píxeles que se encuentran en un vecindario de la posición en consideración.
2. *Interpolación bilineal*: Consiste en rellenar los píxeles utilizando interpolaciones lineales entre píxeles consecutivos de la imagen original, primero completando aquellas posiciones correspondientes a filas y columnas con información original de la imagen y, luego, rellenando el resto. También es posible interpretar el método como uno de dos fases, donde primero se aplica sobre las filas y luego, sobre la matriz resultante, se aplica por columnas (o viceversa).
3. *Interpolación por Splines*: Simliar al anterior, pero considerando interpolar utilizando splines y tomando una cantidad de píxeles mayor. Una alternativa a considerar es tomar la información de bloques de un tamaño fijo (por ejemplo, 4×4 , 8×8 , etc.), con el tamaño de bloque a ser determinado experimentalmente.

Cada método tienen sus propias características, ventajas y desventajas particulares. Para realizar un análisis cuantitativo, llamamos I a la imagen real (ideal) que deberíamos obtener con nuestro algoritmo, y sea \bar{I} la imagen efectivamente reconstruida. Consideramos entonces dos medidas, directamente relacionadas entre ellas, como el *Error Cuadrático Medio* (ECM) y *Peak to Signal Noise Ratio* (PSNR), denotados por $\text{ECM}(\bar{I})$ y $\text{PSNR}(I)$, respectivamente, y definidos como:

$$\text{ECM}(I, \bar{I}) = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |I_{ij} - \bar{I}_{ij}|^2 \quad (1)$$

y

$$\text{PSNR}(I, \bar{I}) = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{\text{ECM}(I, \bar{I})} \right). \quad (2)$$

En conjunto con los valores obtenidos para estas métricas, es importante realizar un análisis conjunto el tiempo de ejecución de cada método y los denominados *artifacts* que produce cada uno de ellos. Se denomina *artifact* a aquellos errores visuales resultantes de la aplicación de un método o técnica. La búsqueda de este tipo de errores complementa el estudio cuantitativo mencionado anteriormente incorporando un análisis cualitativo (y eventualmente subjetivo) sobre las imágenes generadas.

Enunciado

Se pide implementar un programa en C o C++ que implemente como mínimo los tres métodos mencionados anteriormente, y que dada una imagen y un valor k aplique estas técnicas para re-escalar la misma. A su vez, es necesario explicar en detalle cómo se utilizan y aplican los métodos descritos en 1, 2 y 3 en el contexto propuesto. Los grupos deben a su vez plantear, describir y realizar de forma adecuada los experimentos que consideren pertinentes para la evaluación de los métodos, justificando debidamente las decisiones tomadas y analizando en detalle los resultados obtenidos. Sumado a los experimentos planteados para la evaluación de los métodos, se pide que cada grupo utilice al menos dos casos de prueba con imágenes de una resolución considerable (digamos, mayor a 1024×1024 o 2048×2048 como mínimo).

El formato de archivos, la modalidad de ejecución y el esquema de experimentación queda abierto a elección de cada grupo, siendo extremadamente importante elegir un formato adecuado y, además, proveer en la entrega una descripción detallada con las instrucciones para la ejecución del programa y los pasos a seguir para replicar los experimentos realizados. Además, se debe incluir un apéndice donde se detalle cómo evaluaron la correctitud de toda la implementación.

Sobre la entrega

- FORMATO ELECTRÓNICO: Domingo 21 de Junio de 2015, **hasta las 11:59am**, enviando el trabajo (informe + código) a metnum.lab@gmail.com. El asunto del email debe comenzar con el texto [TP3] seguido de la lista de apellidos de los integrantes del grupo. Ejemplo: [TP3] Acevedo, Miranda, Montero
- FORMATO FÍSICO: Lunes 22 de Junio de 2015, en la clase práctica.