

# UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA REPRESENTACION INFORMÁTICA DE LA CONFORMACION DE CANALES BOVINAS

Díez, J<sup>1</sup>., Alonso, J<sup>2</sup>., López, S<sup>2</sup>., Bahamonde, A<sup>2</sup>., Goyache, F<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CENSYRA-SERIDA, C/ Camino de los Claveles 604, Gijón (Asturias), E-mail: [felixgg@princast.es](mailto:felixgg@princast.es); <sup>2</sup>Centro de Inteligencia Artificial, Universidad de Oviedo en Gijón, Campus de Viesques, Gijón (Asturias);

## INTRODUCCION

El proyecto CICYT-FEDER-1FD97-1633 prevé el desarrollo de un sistema automático de clasificación de canales bovinas mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial. Para lograr este objetivo se ha desarrollado una aplicación informática en C++ Builder (Borland, 1999) que permite extraer información objetiva sobre las canales para poder proceder a la representación informática de las decisiones del clasificador de canales, esto es, traducir el conocimiento acumulado por los expertos humanos a un sistema formal de símbolos que pueda ser almacenado en una computadora. Para el desarrollo de esta aplicación informática se ha aprovechado la experiencia adquirida por nuestro equipo en la calificación de animales vivos (Goyache *et al.*, 2000) dentro del mismo proyecto de investigación. Aunque la aplicación dispone de diversas utilidades informáticas y de la posibilidad de realizar consultas simples, el objetivo de la presente comunicación es la de ilustrar el funcionamiento básico de los cálculos realizados por el sistema.

## METODOLOGIA DE ADQUISICION DE DATOS

Para la representación informática de la conformación de las canales bovinas se precisan ciertos datos finales o atributos: Las calificaciones realizadas por los expertos (Fernández *et al.*, 2001; Ureña *et al.*, 2001) y las dimensiones (longitudes y perfiles) calculadas a partir de imágenes digitales de la canal. La canal se fotografía, en color, con una cámara digital en sus caras externa o muscular, interna y lateral o dorsal (Figura 1).

Las fotografías se realizan en presencia de panel de referencia que consta de una varilla de 25 centímetros que se utiliza como referencia de las medidas reales respecto de la fotografía, y de los colores del sistema RGB (rojo, verde y azul) que permiten, en su caso, calibrar el sistema para la representación de los colores de la carne y la grasa de la canal. El operador de la aplicación marca sobre las tres fotos los puntos necesarios para el cálculo de las dimensiones y perfiles (convexidades) que serán utilizados por el sistema para cálculos posteriores. El marcaje de los puntos se realiza mediante una tableta y lápiz gráfico que posibilitan un fácil manejo por parte del usuario y una mayor precisión en el marcaje. El marcaje se realiza de una forma dirigida, es decir, el sistema dispone de una ayuda que indica al operador el nombre del punto o perfil que se debe marcar y un ejemplo gráfico del mismo. Asimismo, el sistema permite la corrección de marcajes erróneos.

Las operaciones que el sistema realiza con los puntos marcados son sencillas. En el caso de medidas lineales el sistema se limita al cálculo de la distancia entre dos puntos (vg. longitud de la canal: puntos  $l_2$  e  $l_7$ ) mediante la relación pixel/cm obtenida por el calibrado de la varilla de referencia. El cálculo de los perfiles precisa el marcaje de varios puntos sucesivos sobre la convexidad a evaluar para obtener una curva. En la Tabla 1 se encuentran las ecuaciones aplicadas para el cálculo de las curvaturas. El cálculo de la curvatura (perfil) se realiza mediante la Ecuación 1, que calcula la media de las curvaturas calculadas para cada uno de los puntos marcados para definir la curva. La curvatura de un punto se calcula mediante la Ecuación 2 que como variables precisa la primera ( $Y'$ ) y segunda ( $Y''$ ) derivadas en

cada punto que define el perfil. El cálculo de las derivadas se efectúa mediante una simplificación de la función derivada que se puede aplicar cuando las equis de los puntos son equidistantes que puede verse en la Ecuación 3. El ajuste de la equidistancia de los puntos sobre el eje de las equis se realiza por la aplicación a partir de los puntos, necesariamente no equidistantes, marcados por el operador para definir el perfil. Un ejemplo del funcionamiento del sistema se encuentra en la Figura 2 y en la Tabla 2. Se han definido dos curvas mediante seis puntos en el eje de las equis. La curva  $y_1$  de la figura 4 es más convexa que la curva  $y_2$  y así puede ser apreciado visualmente. Tras el cálculos de las primera y segunda derivadas en cada punto se obtienen dos resultados  $K_{y1}$  y  $K_{y2}$ . Se puede ver que la curva  $y_1$  tiene una curvatura más negativa (-0,31) mientras que la curva  $y_2$  tiene una curvatura menos negativa (-0,14). Esto indica que la curva  $y_1$  tiene más curvatura que la  $y_2$ . Los resultados son negativos porque las curvas son convexas. En este caso habrá más curvatura cuanto más negativo sea el valor. En el caso de las curvas cóncavas habría más curvatura cuanto más positivo sea el valor. Un perfil recto (sin concavidad o convexidad) tendría un valor de  $K=0$ .

### APRENDIZAJE AUTOMATICO

Una vez obtenidos los datos finales o atributos de cada canal evaluada, se crea un *conjunto de entrenamiento* que, mediante la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial, sirve para evaluar cada una de los caracteres que definen la conformación de la canal (Fernández et al., 2001) o su nota final. Este procedimiento puede ilustrarse con un ejemplo simple: para evaluar el Desarrollo Muscular de la Pierna de las canales bovinas se pueden considerar 5 atributos, 4 obtenidos a partir de los puntos y perfiles marcados en las fotografías digitales de la canal (anchura de la pierna, profundidad del muslo, relación anchura-profundidad y longitud de la pierna), y la calificación del experto para ese carácter. Con estos atributos para cada una de las canales (ejemplos) que constituyen el conjunto de entrenamiento y mediante un algoritmo de aprendizaje automático, se obtienen unas conclusiones (reglas de actuación) que son almacenadas en la *Base de Conocimientos*. Una ejemplo de regla simple podría ser la siguiente: "Si la relación anchura-profundidad está entre  $x_i$  y  $x_j$  y además la longitud de la pierna está entre  $y_i$  e  $y_j$  entonces el desarrollo muscular de la pierna tiene una calificación de  $z$ ". El sistema sería ahora capaz de concluir una calificación para el *desarrollo muscular de la pierna* de una canal sin precisar que haya sido calificada por un experto. Para ello el sistema solo necesitaría las fotos de la canal marcadas. Con ellas calcula el valor de los atributos relacionados con la característica a evaluar. Una vez que se tienen dichos valores se suministran al *motor de inferencias*, el cual busca en la *Base de Conocimientos* la regla aplicable y contesta dando la puntuación que se le da a la canal respecto a la característica en cuestión (Figura 3). Además de un número el sistema debe explicar su decisión de forma similar al ejemplo de regla de calificación aprendida

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borland C++ Builder Enterprise Suite V5.0. Inprise Corporation.
- Fernández M., Fernández, J., Ureña, F., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bahamonde, A., Alvarez, I., Goyache, F., 2001a. Factores que afectan a la variabilidad de la conformación en canales bovinas. ITEA, Vol. Extra 22, (en prensa).
- Ureña, F., Fernández Tejón, J., Fernández, M., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bahamonde, A., Alvarez, I., Goyache, F., 2001b. Variables de conformación que influyen en la clasificación oficial SEUROP de canales bovinas. ITEA, Vol. Extra 22, (en prensa).
- Goyache F., del Coz, J.J., Quevedo, J.R., López, S., Alonso, J., Ranilla, J., Lucas, O., Alvarez, I., Bahamonde, A., 2000. Using artificial intelligence algorithms to design and implement a morphological assessment system in beef cattle. Anim Sci, aceptado para publicación.

Figura 1: Imágenes digitales de canales bovinas obtenidas de sus caras externa, interna y lateral, con detalle de los puntos y perfiles marcados

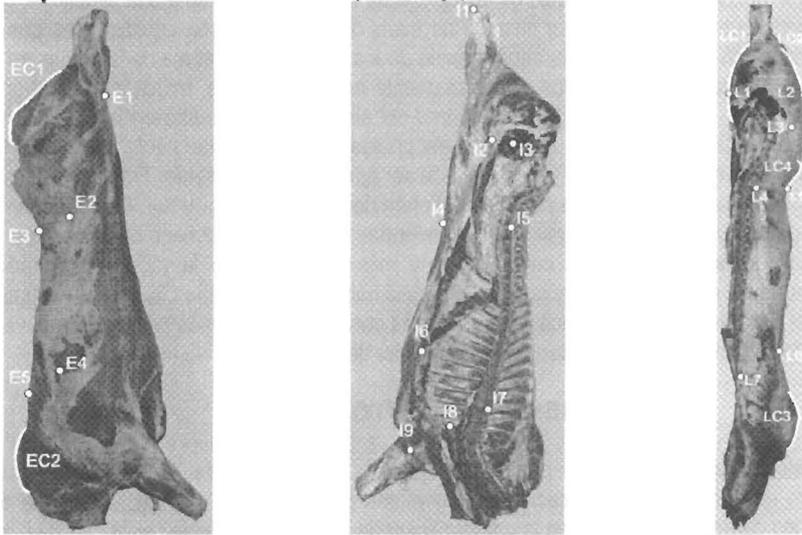


Tabla 1: Ecuaciones para el cálculo de la curvatura de los perfiles de la canal

$K = \frac{\sum_{i=1}^n k(x_i)}{n}$	$k(x_i) = \frac{f''(x_i)}{(1 + f'(x_i)^2)^{3/2}}$	$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1}))}{2}$
Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3

Tabla 2: Ejemplo de cálculo de las curvaturas ejemplificadas en la Figura 2

X	Y1	Y1'	Y1''	Curvatura (k <sub>v1</sub> )	Y2	Y2'	Y2''	Curvatura (k <sub>v2</sub> )	
1	1	1,7	-0,7	-0,09123755	1	0,5	0	0	
2	2,7	1	-0,775	-0,27400388	1,5	0,5	-0,125	-0,08944272	
3	3	0,15	-0,575	-0,55612558	2	0,25	-0,375	-0,34240324	
4	3	-0,15	-0,575	-0,55612558	2	-0,25	-0,375	-0,34240324	
5	2,7	-1	-0,775	-0,27400388	1,5	-0,5	-0,125	-0,08944272	
6	1	-1,7	-0,7	-0,09123755	1	-0,5	0	0	
				<b>K<sub>v1</sub> = -0,30712234</b>					<b>K<sub>v2</sub> = -0,14394865</b>

