

## Aplicación de la recta para detectar líneas en imágenes digitales con la transformada Hough

### Application of the line to detect lines in digital images with the Hough transform

Olivia Vázquez-Bautista<sup>a</sup>

---

#### Abstract:

In Euclidean geometry, the line is a line that extends in the same direction, has only one dimension, and contains an infinite number of points. This line can also be described as a continuous succession of points extended in one direction only.

In high school, this topic is addressed in analytical geometry and it is intended that students understand and assimilate it through application problems in real life, such as production cost, simple interest calculation, distance between two points or two people, speed in uniform rectilinear motion, division of places and borders, supply and demand calculations, among others. However, in the field of artificial vision, the straight line is an important topic to be able to detect lines in digital images and thus obtain relevant descriptors that allow identifying certain objects in real life such as those mentioned in this article.

#### Keywords:

*Analytical Geometry, line, straight line, Hough transform, equation of the line, slope, ordinate.*

---

#### Resumen:

En geometría euclidiana, la recta es una línea que se extiende en una misma dirección, tiene una sola dimensión y contiene un número infinito de puntos. Dicha recta también se puede describir como una sucesión continua de puntos extendidos en una sola dirección.

A nivel bachillerato, este tema se aborda en la geometría analítica y se busca que los alumnos comprendan y lo asimilen a través de problemas de aplicación en la vida real, tales como en costo de producción, cálculo de intereses simple, distancia entre dos puntos o dos personas, velocidad en movimiento rectilíneo uniforme, división de lugares y fronteras, cálculos de oferta y demanda, entre otros. Sin embargo, en el campo de la visión artificial, la recta es un tema importante para poder detectar líneas en las imágenes digitales y con ello obtener descriptores relevantes que permitan identificar determinados objetos de la vida real tales como los que se mencionan en el presente artículo.

#### Palabras Clave:

*Geometría Analítica, recta, línea recta, transformada Hough, ecuación de la recta, pendiente, ordenada.*

---

### Introducción

El propósito del siguiente artículo es analizar la aplicación de la recta para la descripción de líneas y contornos en las imágenes digitales, hablando de la visión artificial.

La descripción de líneas y contornos se da después de que la imagen ha pasado por un proceso de extracción de bordes, esquinas y puntos de interés.

La descripción en la visión artificial consiste en extraer características de un objeto para reconocerlo. Por lo general, los descriptores deben ser independientes del tamaño, la localización y orientación del objeto y deben

contener suficiente información de discriminación para distinguir un objeto de otro.

Para realizar la descripción de líneas y contornos existen diferentes métodos; sin embargo, este artículo se basará solamente en la transformada de Hough; y aunque esta transformada permite detectar líneas, círculos o elipses, por esta ocasión solamente abordaremos la transformada de Hough para detectar líneas debido a su relación con la ecuación de la recta en dicho proceso.

### Transformada de Hough para detectar líneas

[1]

---

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-5978-7608>, Email: [olivia\\_vazquez@uaeh.edu.mx](mailto:olivia_vazquez@uaeh.edu.mx)

Es un método propuesto por Hough(1962), para encontrar la ecuación de una línea que pase por un conjunto de  $n$  puntos en el plano  $xy$ . Una línea que une una secuencia de puntos o píxeles puede expresarse con la ecuación de la recta:

$$y = mx + b \quad (1)$$

Cuyo objetivo será evaluar los parámetros  $m$  y  $b$ . Donde:

- $m$ = pendiente
- $b$ = ordenada en el origen
- $x,y$  un punto en el plano cartesiano

Si consideramos un punto  $(x,y)$ , existe un número infinito de líneas que pasan por ese punto y que satisfacen la ecuación

$$y_i = mx_i + b \quad (2)$$

para valores variables de  $m$  y  $b$ . Si de la ecuación anterior despejamos  $b$  obtendríamos,

$$b = -mx_i + y_i \quad (3)$$

y consideramos un espacio de parámetros  $(m,b)$ , tendríamos la ecuación de una única línea para un valor fijo de  $(x_i, y_i)$ . Un segundo punto  $(x_j, y_j)$  tendrá también una línea en el espacio de parámetros asociados e interceptará con la línea asociada a  $(x_i, y_i)$  en  $(m', b')$ .

Ejemplo:

Daremos valores cualesquiera a  $x$ ,  $y$

| $x$ | $y$ | Espacio $xy$<br>(sustituimos en ec. 2) | Espacio de parámetros<br>(sustituimos en ec. 3) |
|-----|-----|--|---|
| 1   | 0   | $0=m+b$                                | $b= -m$   |
| 2   | 3   | $3=2m+b$                               | $b= -2m+3$                                      |
| 3   | 2   | $2=3m+b$                               | $b= -3m+2$                                      |
| 0   | 1   | $1=b$                                  | $b=1$   |
| 4   | 3   | $3=4m+b$                               | $b= -4m+3$                                      |
| 3   | 4   | $4=3m+b$                               | $b= -3m+4$                                      |

Tabla 1. Valores en los espacios  $x$  y  $y$  y  $m$ ,  $b$

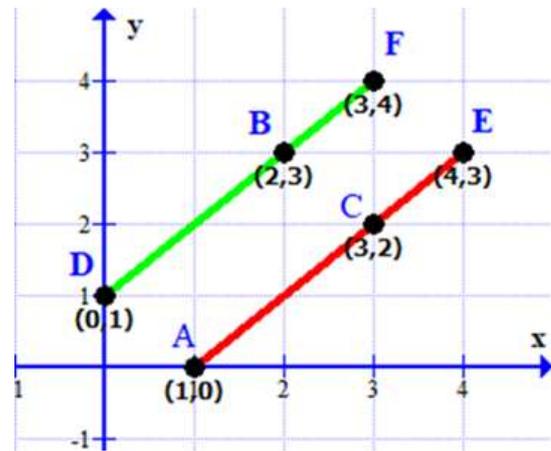


Figura 1. Representación de los puntos  $x$ ,  $y$  dados en la tabla 1. Formando dos rectas. Línea verde recta dos y línea roja recta uno.

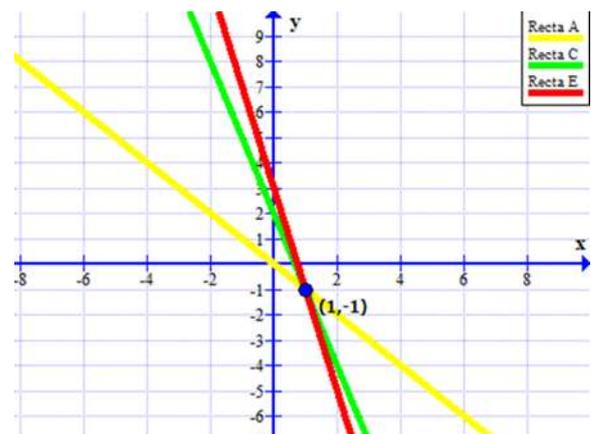


Figura 2. Los tres puntos que forman la recta uno, se transforman en tres líneas que se cortan en el punto  $(1, -1)$ .

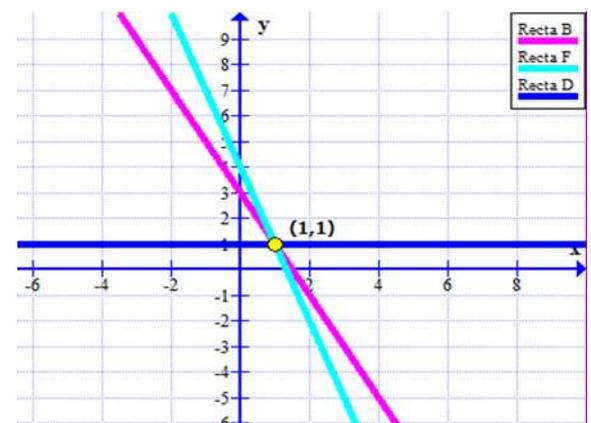


Figura 3. Los tres puntos que forman la recta dos, se transforman en tres líneas que se cortan en el punto  $(1, 1)$ .

Un problema que se presenta en esta transformada es debido al utilizar la ecuación 1 para representar una recta, ya que cuando la pendiente como la ordenada en el origen se acercan al infinito cuando la recta se aproxima a posiciones verticales. Una forma de evitar este problema es utilizar la representación normal de la recta, dada por

$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$ , y ahora el espacio de parámetros está determinado por  $\theta$  y  $\rho$ . Con lo cual se posibilita barrer el rango de valores para el ángulo  $\theta$  desde  $-180^\circ$  a  $+180^\circ$ .

### Ejemplos de aplicación de la transformada de Hough para detectar líneas [1]

En imágenes aéreas o de satélites se puede determinar la detección de ciertas construcciones (edificios) o infraestructuras (carreteras, canales, puentes).

Una vez que las imágenes ya han pasado por un proceso de extracción de bordes, esquinas y puntos de interés, se procede a aplicar la transformada de Hough para encontrar todas las rectas que coincidan con los puntos de interés obtenidos.

En la figura 4, inciso (a) se muestra la imagen original con las barras cruzadas en forma de aspa mientras que en la figura del inciso (b) se muestra una imagen donde ya se identificaron las rectas, mediante la transformada de Hough, y son etiquetadas con los números 1,2,3 y 4. Las respectivas ecuaciones se pueden visualizar en la tabla 2, considerando que el origen de coordenadas se sitúa en la esquina superior izquierda y el eje  $y$  tiene su sentido positivo hacia abajo mientras el  $x$  hacia la derecha.

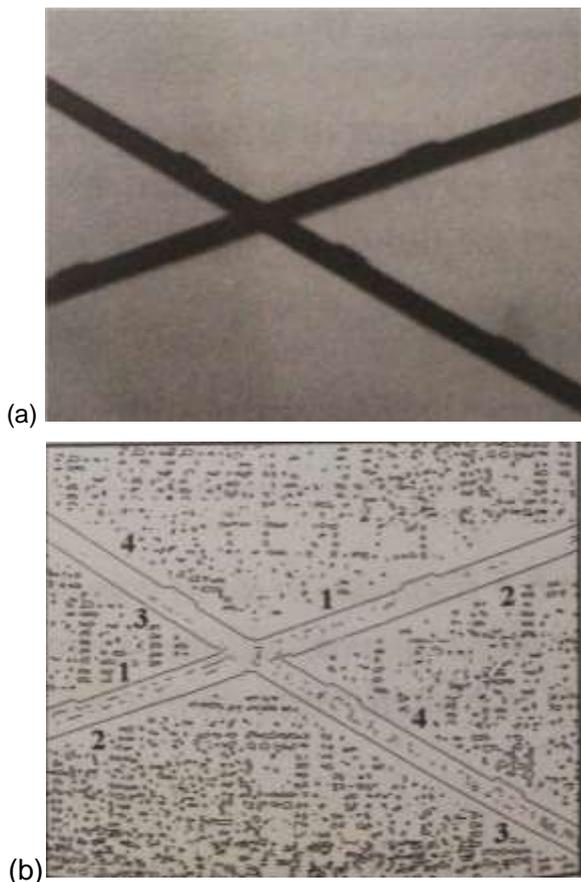


Figura 4. Ejemplo de la transformada de Hough que detecta las líneas mostradas en la imagen (a).

| Recta    | 1                 | 2             |
|----------|-------------------|---------------|
| Ecuación | $y = -0.4x + 280$ | $y = -0.4x +$ |

| Recta    | 3                | 4               |
|----------|------------------|-----------------|
| Ecuación | $y = 0.6x + 100$ | $y = 0.6x + 70$ |

Tabla 2. Rectas y ecuaciones obtenidas con la transformada de Hough para la imagen de la figura 4.

La transformada de Hough para detectar líneas se puede aplicar en cualquier imagen digital que tenga líneas. En los siguientes ejemplos solo se mostrará la imagen después de aplicar la transformada de Hough para visualizar las líneas detectadas por la transformada.

a)



Figura 5. En la detección de las líneas de una cancha de fútbol.

b)

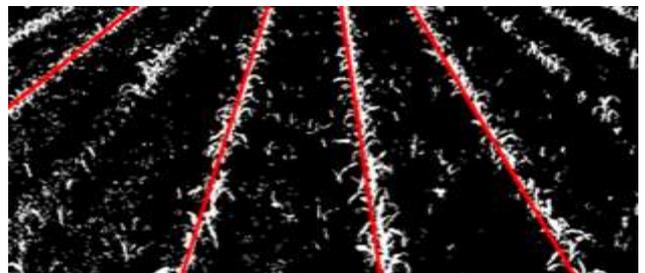
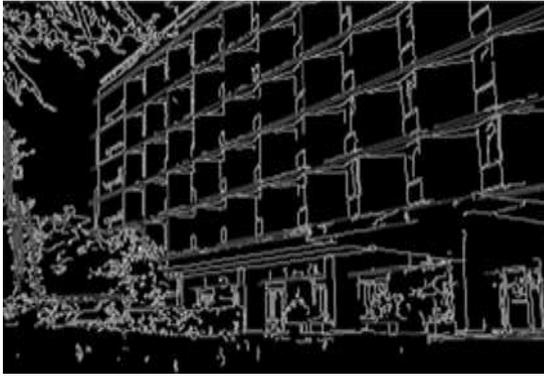


Figura 6. Detectar las líneas que forman los surcos de un sembradío de cereal.

c)



*Figura 7. Detectar construcciones como edificios*

En este artículo se analiza como los conocimientos adquiridos sobre la ecuación de la recta de nivel bachillerato pueden ser utilizados en la visión artificial para extraer información de imágenes que permitan generar un descriptor de líneas para el reconocimiento de imágenes de una manera precisa.

### **Referencias**

[1] Pajares, Gonzalo & de la Cruz, Jesús. (2007). Visión por computador: Imágenes digitales y aplicaciones. Editorial Ra-ma. 4. 194-197.