

IV.9 SISTEMA EVOLUTIVO RECONOCEDOR DE TEXTOS

*Jesús Manuel Olivares Ceja**

Resumen

En muchas aplicaciones informáticas se requiere de interpretar información como señales, voz, sonido, etc., para esto existen diversas técnicas, se presenta aquí una propuesta para el reconocimiento de símbolos basada en matrices evolutivas. Para esto se calcula la distancia entre la entrada y cada patrón de la matriz evolutiva y se selecciona el de mayor similaridad; sino se alcanza el mínimo de semejanza aceptable se anexa la entrada como patrón nuevo. Una variante del método presentado puede aplicarse al reconocimiento de otras señales como voz, imágenes de colores, etc.

INTRODUCCIÓN

En muchas aplicaciones informáticas se requiere de poder interpretar información como señales, imágenes, voz, sonido, etc. asignándole un significado a cada una. Existen diversas alternativas para realizar lo anterior, en este trabajo se presenta una basada en matrices evolutivas.

En este tipo de problemas lo primero que se debe hacer es percibir la información mediante el sensor apropiado: cámara de vídeo, micrófono, scanner, transductor de presión, etc., luego se digitaliza y posteriormente se aplica alguna técnica de reconocimiento.

Existen técnicas de reconocimiento de patrones basadas en redes neuronales, otras siguen el enfoque del reconocimiento sintáctico de patrones.

* Jesús Manuel Olivares Ceja escribió este trabajo cuando comenzaba sus estudios de Doctorado en Ciencias de la Computación del Centro de Investigación en Computación (CIC) del Instituto Politécnico Nacional en diciembre de 1996

La propuesta que se expone en este documento se basa en matrices evolutivas, las cuales surgen de la integración de estudios sobre redes neuronales, conjuntos difusos y sistemas evolutivos.

I ADQUISICIÓN/DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En varias aplicaciones informáticas se requiere de interpretar información proveniente de diversas fuentes como son señales, imágenes, voz, sonidos, presión, temperatura, etc. La información puede recibirse en forma analógica o digital, mediante un sensor apropiado. En caso de ser analógica debe digitalizarse, es decir convertirla a números dentro de un intervalo dado indicado como $[a,b]$. La información digitalizada se puede procesar entonces mediante una computadora digital (figura 1).


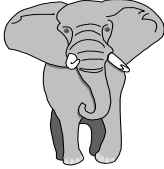

SEÑAL ORIGINAL:			
SEÑAL DIGITALIZADA:	1 0 0 1 0 0 ...	0 0 0 24 24 0 ...	0 2080 50 30...
INTERVALO:	[0,1] 1 bit/pixel	[0,255] 8 bits/pixel	[0,65535] 16 bits/muestra
SIGNIFICADO:	Letra: X	Imagen: Elefante	Sonido: Hola

Figura 1. Información y su digitalización

La información digitalizada se coloca en un vector para usarla como entrada al reconocedor evolutivo y que este indique el significado asociado a la información de entrada o bien que reestructure la matriz evolutiva para que se incluya la entrada nueva (figura 2).

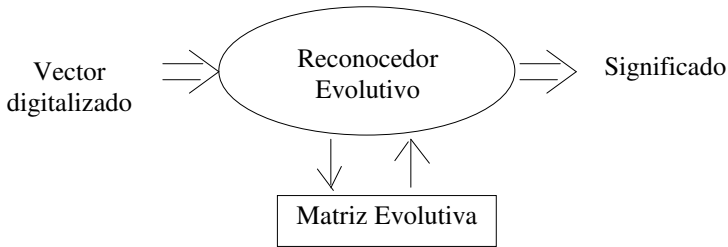


Figura 2. Reconocedor Evolutivo

Para convertir a un vector una matriz, cada fila (renglón) de información se coloca uno delante del siguiente, como se muestra en el ejemplo del símbolo 2 digitalizado (figura 3).

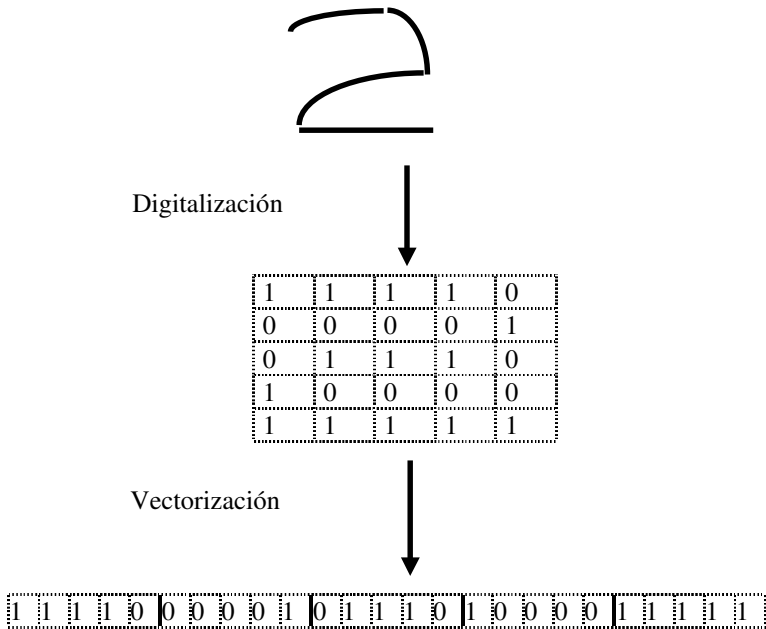


Figura 3. Vectorización del símbolo 2 digitalizado

II BÚSQUEDA / APRENDIZAJE DEL PATRÓN

La señal digitalizada se normaliza para obtener valores en el intervalo [0,1] dividiendo cada uno de los elementos que forman al vector (X_i) entre el valor máximo que puede tomar la señal, para el ejemplo de la figura 3, el valor máximo es 1, dado que se trata de una imagen binaria.

El vector normalizado se compara contra cada uno de los patrones almacenados en la matriz evolutiva, la cual consiste de una columna de patrones, un umbral y el significado de cada elemento de la misma (figura 4). El umbral indica cuantos patrones han coincidido con el que se muestra ahí.

X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	...	X_{n-1}	h	significado
2	3	3	3	2		0	3	tres
2	1	2	2	0		2	2	cuatro
2	4	0	0	0		1	4	uno

Figura 4. Una matriz evolutiva

Para comparar con cada patrón se usa la distancia siguiente:

$$S = \sum_{i=0}^{n-1} 1 - \left| X_i \div \max(X) - x_i \div h \right|$$

donde n es el número de elementos que tiene el vector de entrada (X) y coincide con el número de elementos de cada patrón (x) de la matriz evolutiva; S, es la suma de las semejanzas; $\max(X)$, es el valor máximo que puede tomar un elemento del patrón; el término que se suma (dado como 1 - el valor absoluto de la diferencia) es la semejanza entre la entrada y el patrón de la matriz evolutiva.

Para conocer el porcentaje de semejanza entre 0 y 100% se procede a calcular el factor de semejanza (α) como sigue:

$$\alpha = S \div n * 100\%$$

Para cada fila de la matriz evolutiva se obtiene el factor α . De todos los α , se selecciona el mayor y se compara contra el porcentaje mínimo de semejanza aceptable (δ , que debe indicar el usuario para su tipo de información que maneja). Si $\alpha \geq \delta$, entonces se refuerza el patrón existente en la matriz evolutiva sumando el valor de cada X_i y sumándole uno al umbral (h). Si $\alpha < \delta$ se solicita al usuario que indique el significado del símbolo desconocido y se quiere anexarlo en la matriz evolutiva, si lo adiciona, h es uno, significado, lo digita el usuario y cada x_i del patrón nuevo se copia de cada X_i del vector de entrada.

Un ejemplo del cálculo de semejanza es el siguiente: supóngase que se tiene en la entrada el vector del patrón 2 (figura 3), y en la matriz evolutiva se tiene un patrón llamado tres con umbral 3 y digitalizado como se observa en la figura 5

2	3	3	3	2	0	0	0	1	2	0	2	3	3	1	0	0	0	0	3	2	3	3	3	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 5. Patrón llamado tres en la matriz evolutiva con $h=3$

Para obtener la semejanza entre ambos patrones se calcula la semejanza para cada punto con la fórmula indicada anteriormente como sigue:

$$\begin{aligned}
 S = & (1 - |1 \div 1 - 2 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 2 \div 3|) + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 1 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 2 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 2 \div 3|) \\
 & + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 1 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 0 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) \\
 & + (1 - |0 \div 1 - 0 \div 3|) + (1 - |0 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |1 \div 1 - 2 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) + (1 - |1 \div 1 - 3 \div 3|) \\
 & + (1 - |1 \div 1 - 0 \div 3|)
 \end{aligned}$$

$$S = 2 \div 3 + 1 + 1 + 1 + 1 \div 3 + 1 + 1 + 1 + 2 \div 3 + 2 \div 3 + 1 + 2 \div 3 + 1 + 1 + 2 \div 3 + 0 + 1 + 1 + 1 + 0 + 2 \div 3 + 1 + 1 + 1 + 0$$

de donde resulta:

$$S = 19 + 1 \div 3 \cong 19.3333$$

por lo que el factor de semejanza es:

$$\alpha = 19.3333 \div 25 * 100\% = 77.33\%$$

Si $\delta = 95\%$ entonces como $\alpha < \delta$ y suponiendo que con el patrón llamado tres es con quien tuvo la máxima semejanza (el mayor α), entonces pide al usuario que digite el significado de la entrada y se adiciona como un renglón más en la matriz evolutiva. Si en caso dado, hubiera resultado $\alpha \geq \delta$, la respuesta hubiera sido, “es un tres”.

III ELIMINACIÓN DE RUIDO

Después de un proceso de reconocimiento /reforzamiento los patrones de la matriz evolutiva pueden tener un umbral (h) grande como 50000, en estos casos lo que puede hacerse es restar un factor (por ejemplo 40000), los elementos que resulten negativos se asignan con cero, de esta forma algunos puntos que dentro del patrón sólo eran ruido se eliminan quedando únicamente los puntos relevantes del patrón.

IV UN PROGRAMA QUE RECONOCE VECTORES DIGITALIZADOS

En el listado 1, se muestra un programa que reconoce símbolos de acuerdo a lo presentado en la sección 2 de este documento. La entrada es un vector con 25 elementos, nombrado X_i cada elemento (*se supone que la información está digitalizada y vectorizada*).

Listado 1. Un programa basado en matrices evolutivas para el reconocimiento de símbolos:

```
# include <stdio.h>
# include <string.h>
# include <conio.h>
# include <stdlib.h>
# include <ctype.h>

// ENTRADA:
# define MAX_X 5
# define MAX_Y 5
# define VALOR_MAXIMO 1
int X[MAX_X * MAX_Y] ;
int IX ;

// MATRIZ EVOLUTIVA
# define MAX_MATRIZ 200
typedef struct {
    int x[MAX_X * MAX_Y] ;
    int h;
    char significado[25] ;
} TipoMatriz ;
TipoMatriz Matriz[MAX_MATRIZ] ;
int UMatriz ,IMatriz ,IMasSemejante ;
double Delta ,Alfa ,AlfaMasSemejante ,S ;
char Linea[100] ;

void main(void)
{
int sigue ;
printf("Matriz Evolutiva de reconocimiento de señales\n\n");
printf("%% Minimo de semejanza aceptable: ");
gets(Linea);
Delta = atoi(Linea);
// INICIALIZA VARIABLES
UMatriz = 0;
sigue = 1;
do
{
printf("Vector del patron (FIN para salir):\n");
gets(Linea);
strupr(Linea);
if( strcmp(Linea,"FIN") == 0 )
    sigue = 0;
else
{
```

```

for( IX = 0; IX < MAX_X * MAX_Y; IX++ )
    X[IX] = Linea[IX] - '0';
// BUSCA/APRENDE EL PATRON EN LA MATRIZ EVOLUTIVA
AlfaMasSemejante = 0.0;
IMasSemejante = -1;
for( IMatriz = 0; IMatriz < UMatriz; IMatriz++ )
{
    S = 0.0;
    for( IX = 0; IX < MAX_X * MAX_Y; IX++ )
        S += (1.0 - abs((double)X[IX] / (double)VALOR_MAXIMO -
Matriz[IMatriz].x[IX] / Matriz[IMatriz].h));
    Alfa = S / (double)(MAX_X * MAX_Y) * 100.0;
    if( Alfa > AlfaMasSemejante )
    {
        IMasSemejante = IMatriz;
        AlfaMasSemejante = Alfa;
    }
}
if( IMasSemejante != -1 && AlfaMasSemejante >= Delta )
{
    printf("El simbolo tiene %3.1f%% de semejanza por lo que es:
%s\n",AlfaMasSemejante ,Matriz[IMasSemejante].significado);
    // SE REFUERZA EL PATRON
    for( IX = 0; IX < MAX_X * MAX_Y; IX++ )
        Matriz[IMasSemejante].x[IX] += X[IX];
    Matriz[IMasSemejante].h++;
}
else
{
    printf("Digite el significado del simbolo: ");
    gets(Matriz[UMatriz].significado);
    Matriz[UMatriz].h = 1;
    for( IX = 0; IX < MAX_X * MAX_Y; IX++ )
        Matriz[UMatriz].x[IX] = X[IX];
    UMatriz++;
}
}
} while( sigue == 1 );
printf("Gracias\n");
} // fin del listado

```

CONCLUSIONES

Para resolver el problema de la interpretación de información como señales, imágenes, etc. se ha presentado una propuesta basada en matrices evolutivas, ejemplificándolo con el

reconocimiento de símbolos, el mismo algoritmo puede aplicarse al reconocimiento de voz o de otro tipo de señales.

REFERENCIAS

[1] GALINDO Soria, Fernando, Una Representación Matricial para Sistemas Evolutivos, México, 1992

