Teoría de señales

Teoría de Sistemas lineales

Marco Teran
Universidad Sergio Arboleda

2023

Contenido

1. Introducción
2. Señal
3. Representación de señales
4. Clasificación de señales
   - Soporte de una señal
5. Sistema y procesamiento de señales
6. Procesamiento de señales
   - Aplicaciones del Procesamiento digital de señales
7. Preguntas de capitulo

Introducción

- Nikola Tesla nació en Croacia en 1856 y murió en *Nueva York* en 1943.
- Estudió en el Politecnico de Praga y trabajó para Thomas Edison en Estados Unidos (1884-1885).
- Desarrolló el sistema de transmisión de energía eléctrica de *corriente alterna* (AC) y luchó por su adopción frente al sistema de *corriente continua* (DC) de Edison.
- Diseñó y construyó la **primera central eléctrica** de corriente alterna en *Niagara Falls* en 1895.
- Investigó y experimentó con ondas de radio y campos electromagnéticos
- Patentó el primer sistema de **transmisión de energía inalámbrico** en 1893.
- Propuso el uso de la *ionosfera* para la transmisión de señales de radio a larga distancia
- Tuvo problemas económicos a lo largo de su vida y murió en la pobreza

The gift of mental power comes from God, Divine Being, and if we concentrate our minds on that truth, we become in tune with this great power. My Mother had taught me to seek all truth in the Bible.
Nikola Tesla (10 July 1856 - 7 January 1943)

All things
have a frequency
and a vibration.

Nikola Tesla

Introducción

- Todos los sistemas electrónicos se relacionan internamente y con su exterior: *interacciones* de carácter físico → señales.
- Las señales se *manipulan*: adecuarlas para ser entendidas por los **sistemas**.
- El *procesamiento* y *manipulación* de señales: *transformaciones*.

Introducción

Teoría de señales

La teoría de señales es una rama de la ingeniería y las ciencias de la computación que se dedica al estudio de la representación, generación, análisis, procesamiento y transmisión de información mediante señales.

Introducción

La **teoría de señales** es importante porque:

- Es la base para el diseño y desarrollo de una gran variedad de sistemas y tecnologías, incluyendo comunicaciones, procesamiento de audio y video, sistemas de control, procesamiento de imágenes, entre otros.
- Es esencial en el diseño y optimización de algoritmos para el procesamiento y análisis de datos.

Comprender la **teoría de señales** es una tarea de suma importancia para la ingeniería, y no solo la eléctrica, de computación y electrónica.

SIGNALS & SYSTEMS
SECOND EDITION
ALAN V. OPPENHEIM
ALAN S. WILLSKY
WITH S. HAMID NAWAB
PRENTICE HALL SIGNAL PROCESSING SERIES
ALAN V. OPPENHEIM, SERIES EDITOR

Introducción

Análisis

Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios, elementos, etc.
El análisis de señales sería entonces el estudio minucioso de las señales para extraer información útil y comprender su comportamiento.

- Implica la aplicación de técnicas matemáticas y estadísticas para describir las características de la señal, como su *frecuencia, amplitud, y forma temporal*.

Análisis de señales

Existen tres *componentes* principales en el análisis de señales:

1. Cálculo o medida de los **parámetros energéticos** de la señal: potencia, energía y valor promedio.
2. **Descomposición de la señal** en *componentes elementales* mediante sumas e integrales. Las transformaciones, implementando representaciones en series y en transformadas espectrales (Fourier).
3. **Diferenciación de señales** — Medida del nivel de *similitud* entre las señales, para la diferenciación o detección de estas. El análisis de correlación.

Señal

Señal

- La palabra señal proviene del latín *signum*: **signo** (símbolo).

Señal

f. Interacción física que relaciona un *sistema* internamente y con su entorno.

- **matemáticamente:** conjunto de símbolos, *condicionados* mediante una *regla* $\rightarrow$ *función*

- Las señales representan *procesos físicos*:
  - contienen *cantidades* del estado de un *objeto observable*.
- Una señal es una **función** que puede representar una variable con cantidad física.

Señal: Función

Función

Modelo *determinístico* o *aleatorio* que establece una *dependencia* (relación) entre dos conjuntos:

- conjunto dominio denominado *variable independiente*
- conjunto *imagen* (rango): valor que toma la señal (cantidad)

$$f : D \in \Re \rightarrow \Re$$
$$x \rightarrow y = f(x)$$

Figure 1: Definición de función mediante teoría de conjuntos.

Señal

Figure 2: Ejemplo de una señal de voz.

Señal

- Las señales generalmente contienen *información* acerca del comportamiento de un fenómeno físico.
- La *cantidad* hace referencia a un fenómeno físico medido.
- Existen distintos tipos de naturaleza física en los observables.

Señal

Figure 3: Grabación de la palabra en ingles *signal*.

Avenida Chile

Website | Directions | Save | Call

4.2 ★★★★☆ 19,051 Google reviews

Shopping mall in Bogotá

Popular times

MON TUE WED THU FRI SAT SUN

5 PM: Usually as busy as it gets

People typically spend **15 min to 1.5 hr** here

Procesamiento de señales

Relacionando valores de **intensidad física** *(naturaleza de la señal)* con **herramientas y conceptos matemáticos** como *tiempo* o *espacio*, *espacio de estados* e *información*, se crea la posibilidad de realizar **procesamiento de señales**.

Representación de señales

Representación de señales

- El comportamiento de un **observable físico** (o sistema) se representa mediante los distintos niveles de intensidad — respecto a una variable independiente
  - **Niveles de intensidad:** representación numérica mediante unidades físicas
- Para el análisis y procesamiento: necesaria una descripción matemática de esta — generalmente mediante el termino de **función**
  - **modelos matemáticos**

Representación de señales: Representación analítica de una señal

Mediante formulas o ecuaciones en función de una o más variables independientes.

$$s_1(t) = 20t;$$
$$s_2(t) = \frac{1}{5}t^2$$

Nota

La mayoría de las señales que trataremos en el curso tendrán como variable independiente el tiempo.

Representación de señales: Representación analítica de una señal

Señal con dos variables independientes (x, y):

$$s(x, y) = 6x + 10y - 4x^2y$$

Figure 4: Mapa de calor de distribución del RSSI WiFi.

WAP1 - RSSI (level)
220
215
210
205
200
195
190
185
180

Bedroom
Master Room
Door
Balcony
Kitchen
Living Room
-20
-90
0dB
-50dB
-100dB

AP1
Original RSSI Value
AP2
Original RSSI Value
AP3
Original RSSI Value
AP4
Original RSSI Value
X
Y

a

AP1
Normalized RSSI Value
AP2
Normalized RSSI Value
AP3
Normalized RSSI Value
AP4
Normalized RSSI Value
X
Y

b

Fingerprint map 1
Dimension Reduced RSSI Value
Fingerprint map 2
Dimension Reduced RSSI Value
Fingerprint map 3
Dimension Reduced RSSI Value
X
Y

c

etisalat
12:00 AM
Channel Graph
2.4GHz 5GHz
WiFiStation* (~2m)
TE Data (~10m)
MOHAMED (~29m)
LINKDSL-kasem (~52m)
TEdata0FA753 (~99m)
Ch 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

etisalat
12:00 AM
Time Graph
2.4GHz 5GHz
-20
-40
-60
-80
-100
14 16 18 20 22
Adel
TE-Data
Looka
SoSo
D-Link
EMIDAD
rere
TE-Data
WiFiStation
hosam.costa24
TEData 2025
Koka
Abo traika
vodafone
LINKDSL-kasem
mohamedyassin
SUN111

etisalat
10:35 PM
Best Channels
2.4GHz 5GHz
Ch#
Rating
New AP
Connected AP
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Best Channels for
New AP: 13, 14, 8, 7

Acrylic Wi-Fi Professional

SSID	#	MAC Address	RSSI	SNR	Chan	Width	802.11	Max Rate	Retries	WEP	WPA	WPA2
WLAN_XY		60:A4:4C:69:D2:48	-44	56	6	20	b, g, n	216.7	16% (160)			MGT-CCMP
5b4d2d		00:71:C2:14:7D:CE	-92	8	11	20	b, g, n	144.4	9% (24)		PSK-(TKIP|CCMP)	PSK-(TKIP|CCM
famalsu		E2:41:36:0C:4C:A0	-90	10	11	20	b, g, n	144.4				PSK-CCMP
WebSTAR		AP WebSTAR	-82	18	1	20	b, g	54	11% (40)	SharedKey		
SERGIO		00:26:5B:44:D1:18	-81	19	3	20	b, g, n	130			PSK-(TKIP|CCMP)	PSK-(TKIP|CCM
HACKERS AHEAD	6	00:1E:E5:5B:A5:B3	-46	54	1	20	b, g	54	18% (117)			PSK-CCMP
[Client]		CC:08:E0:11:EB:3A	-63	37								
[Client]		Iphone6 Marcial	-53	47					29% (15)			
[Client]		Angel	-56	44					10% (13)			
[Client]		00:61:71:A7:54:2E	-60	40					37% (3)			
[Client]		OnePlus Marcelino	-62	38					66% (6)			
[Client]		78:7E:61:C5:25:B2	-62	38					13% (2)			
RodMos	1	00:26:24:CD:D4:D4	-86	14	1	20	b, g	54	4% (14)		PSK-(TKIP|CCMP)	PSK-(TKIP|CCM
[Client]		A0:39:F7:15:C5:23	-81	19					20% (1)			
WIRE6969		E8:DE:27:C0:51:8E	-87	13	1+5	40	b, g, n	300	1% (2)		PSK-(TKIP|CCMP)	PSK-(TKIP|CCM

Signal Strength | Network Quality | 2.4GHz APs Channels | 5GHz APs Channels | Networks Requested | Detailed info | Cc

Representación de señales: Representación gráfica de una señal

Mediante una gráfica de la función se refleja el comportamiento de esta

Figure 5: Cambio de temperatura global promedio.

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 19 horas

Casos nuevos | Colombia | Todas las regiones | Desde el comienzo

Para cada día se muestran los casos nuevos confirmados desde el día anterior · Acerca de estos datos Sugerencias

Representación de señales: Representación gráfica de una señal

La matriz de una **imagen digital** en *escala de grises* es una forma de señal

- La **variable independiente** son las *coordenadas* espaciales
- Los valores de la señal (variable dependiente) representan la dependencia de la intensidad de luz de una imagen en función de sus coordenadas

Figure 6: Imagen digital de 8 bits en escala de grises.

Representación de señales: Representación gráfica de una señal

Figure 7: Mapa mundial de la temperatura de la tierra, en enero de 2019. Fuente: https://climatereanalyzer.org/

GPS

GNSS

R2
Satellite 2
R1
Satellite 1
R3
Satellite 3

Satellite 3
Satellite 1
Satellite 2

Satellite 3
Satellite 1
Satellite 2

TOPCON
HiPER GB
TOPCON
Pole Stand
160mm

u-blox
NEO-M8Q-0-10
69300572591
1906
0700 18
© u-blox AG
10
100A.
L78
10
100A.
L78
Wi-Fi
2.4GHz
GNSS
OUT
REF
CLK
IN

PWR
L76X GPS Module
PPS

00100111
Radio Frequency front-end
Data file
GNSS
SDR

Software Defined Radio

B205MINI-I
XILINX
SPARTAN-6
XC6SLX150
CSG484CIV2021
D6168900A
TAIWAN
NK56B-00
ANALOG DEVICES
AD9364BBCZ
SINGAPORE
Ettus
Research
RESET
USB3
RX2
TRX

Discrete-Time Scatter Plot
Bits of the navigation message
Raw PLL discriminator
Correlation results
Filtered PLL discriminator
Raw DLL discriminator
Filtered DLL discriminator
Coordinates variations in UTM system
E
N
U
Variations (m)
Measurement period: 500ms
Acquisition results
Not acquired signals
Acquired signals
Acquisition Matrix
PRN number (no bar - SV is not in the acquisition list)
Sky plot (mean PDOP: 11.4929)

Correlation result
Early
Prompt
Late
Time [s]
Navigation data bits
×10^4
Time [s]
Q
I
2DRMS=20.8425 m
CEP=8.6872 m
East [m]
North [m]
MRSE=12.3341 m
Up [m]
East [m]
North [m]

Representación de señales: Representación gráfica de una señal

Figure 8: Histograma de la salida de un PLL GNSS de una señal real de navegación.

Representación de señales: Representación tabular de una señal

Time-to-Failure (hr)	Temperature K	Voltage V
620	348	3
632	348	3
658	348	3
822	348	3
380	348	5
416	348	5
460	348	5
596	348	5
216	378	3
246	378	3
332	378	3
400	378	3

Figure 9: Medidas del estrés por aceleramiento de 12 dispositivos electrónicos cuyas condiciones iniciales eran una temperatura y un voltaje de $328K$ y $2V$.

Clasificación de señales

Clasificación de señales

De las **características** y **atributos** de la *señal* dependen los métodos a utilizar para su procesamiento, manipulación o análisis. Por esta razón es importante identificar y tener *claridad* acerca de la **naturaleza** de estas.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Señales definidas en tiempo continuo

Son señales cuyo valor de intensidad están definidos para cada instante de tiempo en un intervalo continuo de esta. Este tipo de señales toman cualquier valor dentro del intervalo continuo donde se define el argumento. $t \in [t_0, t_f]$. Se dice que no hay discontinuidades de segundo grado.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

$$x(t_{k-}) \neq x(t_{k+}), \text{ siendo } |x(t)| < \infty, \forall t. \tag{1}$$

- t_0 y t_f pueden tender: $t_f \to -\infty$ y $t_f \to \infty \to$ señales infinitas en el dominio del tiempo
- **Argumento:** variable independiente continua, $t \in \mathbb{R}$.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Figure 10: Señal real de tiempo continuo.

Figure 11: Señal compleja de tiempo continuo.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Figure 12: Señal análoga que toma valores para todos los instante de tiempo t.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Señales definidas en tiempo discreto

Son señales que solo están definidas en instantes de tiempo determinados, es decir el dominio de la variable independiente es de *tipo discreto*.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

- **Argumento:** función de una variable independiente entera (secuencia de números) donde $t = t_n$ y $n \in \mathbb{Z}$.
- En el resto de tiempos entre estos valores determinados **la señal no se encuentra defina**, **NO EXISTE**.

Figure 13: Señal definida en un intervalo de tiempo discreto.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Figure 14: Señal real de tiempo discreto.

Figure 15: Señal compleja de tiempo discreto.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Figure 16: Proceso de muestreado de una señal continua.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

- Cada uno de los valor discretos de la señal se conocen como **muestras**
- El intervalo de tiempo entre estas se conoce como **intervalo de muestreo** T_s

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

El muestreo se denomina uniforme cuando los intervalos entre muestras son iguales.

$$x(t_n) = e^{-|t_n|},\ n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$$

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Pero en caso de muestreo uniforme es posible utilizar y remplazar con n la variable independiente, siempre y cuando se cumpla la condición siguiente (Ec. 2)

$$x_n = x[n] = x(nT_s), n \in \mathbb{Z} \tag{2}$$

Donde T_s es el intervalo entre muestras las discretas.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

En la siguiente ecuación se muestra la definición analítica de una función que permite el calculo del n-ésimo valor de una función discreta $x[n]$

$$x[n] = \begin{cases} 0.8^n, & \text{si } n \geq 0 \\ 0, & \text{otros casos} \end{cases}$$

Clasificación de señales: Clasificación de las señales por la naturaleza de la variable independiente

Otra forma muy conveniente de representar las secuencias de una señal discreta es de la **forma explicita** tal cual como se muestra a continuación, donde el valor para $n = 0$ esta demarcado por una flecha:

$$\{x_n\} = \{...0, 0, 3, \underset{\uparrow}{1}, 2, 0, 0, ...\}$$

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud

Señales de amplitud continua

Una señal es **continua en amplitud** si los valores posibles de intensidad que podría tomar la señal en un rango determinado son infinitos.

- Una señal puede ser continua en amplitud pero discreta en el tiempo.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud

Señales de amplitud discreta

Una señal es **discreta en amplitud** (cuantificada) si los valores posibles que podría tomar la señal son **finitos** y pertenecen a un **rango definido**, estos valores determinados a su vez pueden ser *equidistantes* o no.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud

- La distancia absoluta entre dos valores contiguos de amplitud discreta se denomina **intervalo de cuantificación** Δx
- La **Cuantificación** es el proceso de *convertir* una señal **continua** en amplitud en una señal **discreta** en amplitud, mediante aproximación por *redondeo* o *truncamiento*

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud

Figure 17: Señales cuantificada en amplitud pero continua en el tiempo.

Input analog signal
$u_I(t)$
S
C
S/H circuit
$u_I'(t)$
Quantizing & Encoding
Output digital signal
D_{n-1}
D_1
D_0

+4V
VREF
VIN
Analogue Input Signal
R
R
R
R
3V
2V
1V
0V
U3
U2
U1
D3
D2
D1
D0
2-bit Priority Encoder
(MSB)
Q1
Q0
(LSB)
2-bit Output

Analog to Digital Converters

001101110

WM8775SEDS
67AIDOG
R115
C125
C123

The sharp steps of this waveform lead to high frequency components in the reconstructed signal not present in the original. A low pass filter may be used to round off these corners thus leading to a more faithful reconstruction.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud y variable independiente

Teniendo en cuenta la clasificación de las señales de acuerdo a los conjuntos de sus variables dependiente e independiente, es posible encontrar dos grandes e importantes subgrupos:

- Las **señales análogas** son aquellas señales de tiempo continuo cuyos valores de intensidad de señal de la función son también continuos, $x \in [x_{min}, x_{max}]$
- Las **señales digitales** son aquellas señales de tiempo continuo o discreto cuyos conjunto de valores de intensidad de señal $x[n]$ son finitos, son también discretos, $x \in [x_{min}, x_{max}]$, aunque en la practica los valores que toma la señal cada intervalo de muestra se retienen por motivos energéticos.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud

Figure 18: Ejemplo de una señal cuantificada en amplitud pero continua en el tiempo.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud y variable independiente

Variable Independiente	Amplitud continua	Amplitud discreta
continua, t	Análoga	Cuantificada (discreta de amplitud)
discreta, n	Muestreada	Digital

Table 1: Clasificación de las señales respecto a su argumento

Clasificación de señales: Clasificación de las señales respecto a su amplitud y variable independiente

Señales Analógicas	
Son continuas y varían con el tiempo	Tienen dos o más estados y
La solución de problemas es difícil	La solución
Normalmente en forma de onda senoidal	Normalmente en fo
Afectadas fácilmente por el ruido	Estables y me
Usan valores continuos para representar los datos	Usan valores discretos par
La precisión puede verse afectada por el ruido	La precis
Pueden verse afectadas durante la transmisión de datos	No se ven afectadas durante l
Utilizan más energía	
Ejemplos: mediciones de temperatura, presión, flujo, etc	**Ejemplos:** retroalimentación de válvulas, ini
Componentes: resistencias, capacitores, inductores, diodos	**Componentes:** transistores, compuertas lógica

Table 2: Clasificación de las señales respecto a su argumento

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Señales determinísticas

Son señales que pueden ser modeladas o descritas analíticamente de manera explicita y bien definida, es decir existe expresión matemática o regla definida que define una relación entre los valores de intensidad de la señal y su argumento.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

- El ***modelo de señal*** es la descripción matemática de la misma y por lo tanto no existe ningún tipo de incertidumbre para los valores presentes, pasados y futuros de la señal. Se sabe con seguridad que valor tomará la señal en cualquier momento.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Figure 19: Señal determinística de tiempo continuo.

Figure 20: Señales determinísticas sinusoidales.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Figure 21: Circuito RC de carga y descarga de un capacitor

Figure 22: Señal de osciloscopio de señal de la carga y descarga de un capacitor

The most difficult thing in life is to know yourself.

~ Thales

AZ QUOTES

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Señales aleatorias

La señal es una variable aleatoria en el dominio temporal, denominado *proceso estocástico*, y la ocurrencia de valores concretos de este tipo de señales se denominan *realizaciones* y se expresan en términos de probabilidad de ocurrencias.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Figure 23: Ejemplo de una señal de ruido blanco gaussiano.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

Figure 24: Ejemplo de una señal digital contaminada con ruido.

Clasificación de señales: Clasificación de las señales de acuerdo a su comportamiento estocástico

PDF

Dependiendo del tipo de distribución de probabilidad (PDF, *ing.* Probability Density Function) para el análisis de este tipo de señales se manejan otro tipo de características, como son su valor medio y varianza. El estudio de este tipo especial de señales se realiza por parte de la teoría de probabilidad y los procesos estocásticos.

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Las señales se pueden describir como función de una o mas variables independientes: sus valores pueden ser reales o complejos

$$s_{re}(t) = A\sin(3\pi t) \text{ – Señal real,} \quad (3)$$

$$s_{comp}(t) = Ae^{j\pi t}A\cos(3\pi t) + jA\sin(3\pi t) \text{ – Señal compleja.} \quad (4)$$

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Señales vectoriales

Son señales compuestas de varios canales.

- En la practica las señales son el resultado de múltiples sensores simultáneos.
- Todas las señales que hacen parte de la señal vectorial comparten la misma variable independiente.

$$\vec{\mathrm{s}}(t) = \begin{bmatrix} s_1(t) \\ s_2(t) \\ s_3(t) \end{bmatrix} \tag{5}$$

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Figure 25: Adafruit 9-DOF Absolute Orientation IMU Fusion Breakout - BNO055

Figure 26: Señal multicanal, sensor de temblor

清野屋酒店
酒仙

82°0'0"W
80°0'0"W
78°0'0"W
76°0'0"W
74°0'0"W
72°0'0"W
70°0'0"W
68°0'0"W
66°0'0"W
16°0'0"N
14°0'0"N
12°0'0"N
10°0'0"N
8°0'0"N
6°0'0"N
4°0'0"N
2°0'0"N
0°0'0"
2°0'0"S
4°0'0"S
N
S
W
E
Kilometros
0 50 100 200 300 400 500
Magnitud
< 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
6 - 7
> 7
Profundidad [km]
0.0 - 10.0
10.0 - 30.0
30.0 - 50.0
50.0 - 80.0
80.0 - 150.0
150.0 - 600.0

SERVICIO
GEOLÓGICO
COLOMBIANO

SERVIC
GEOLÓG
COLOMB

waveform - C:\4mx\bin\waveform.ini
synchronize traces
freeze
EN
UL
RED
R4T
.SRD
4.BUN
04.NIN
S04.TAN

Las **ESTACIONES** de **MONITOREO SÍSMICO** más cercanas, **registran el movimiento** del suelo y

generan el BOLETÍN PRELIMINAR 1

20:43:29 - agosto 23, 2017
Latest event
CUCUNUBÁ
CUNDINAMARCA
Off Coast of Chiapas
Puerto Rico Region
Monitor
USGS

2018 11 29 15 51

2018 11 24 10 11

Trimble
GNSS
Trimble

#TuCuentasParaColombia

La Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) y la Red Nacional de Acelerógrafos (RNAC), GeoRed y los Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos han alcanzado en total **895 estaciones** de monitoreo superando la meta propuesta en el PND para el año 2017

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Conocimiento Geocientífico 100 años 1916 - 2016

MINMINAS

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

INSTITUTO GEOFISICO DE LOS ANDES COLOMBIANOS
ESTACION SISMOLOGICA

MEXICO
Yucatan Basin
CUBA
Bahamas Platform
NORTH AMERICAN PLATE
Oriente Fault
Cayman Trough
North Hispaniola F.
Puerto Rico Trench
HISPANIOLA
NHDF
JAMAICA
EPGFZ
Swan Fault
Walton Fault
MP
PUERTO RICO
NLAF
Muertos Thrust Belt
CARIBBEAN SEA
Lesser Antilles arc
MPES
HONDURAS
CARIBBEAN PLATE
Beata Ridge
Venezuela basin
CAVA
NICARAGUA
Aves Ridge
LAS
Colombia basin
South Caribbean Deformed Belt
Middle American Trench
Hess Scarpment
BB
Falcon Basin
El Pilar Fault
COSTA RICA
N. Panama Deformed Belt
TMB
Boconó Fault
PB
PANAMA
NAB
VENEZUELA
COCOS PLATE
Cocos Ridge
Southern Panama Fault zone
CD
Eastern Frontal Fault System
PACIFIC OCEAN
COLOMBIA
Galapagos Spreading Center
Ecuador-Colombia Trench
ECUADOR
SOUTH AMERICAN PLATE
Carnegie Ridge
NAZCA PLATE
21°N
18°N
15°N
12°N
9°N
6°N
3°N
0°
3°S
93°W
90°W
87°W
84°W
81°W
78°W
75°W
72°W
69°W
66°W
63°W
60°W
57°W

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Señales multidimensionales

Son el tipo de señales que son funciones de dos o mas variables independientes.

- **Señal unidimensional:** señal que es función de una sola variable independiente.
- **Señal M-dimensional** señal que es función de M variables independientes.

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

- Las imágenes digitales son ejemplo de señales que son función de dos variables independientes, las coordenadas de la imagen.
- El observable en una imagen generalmente es la intensidad o brillo del color $I(x, y)$.

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

En la señal de televisión la intensidad del brillo es es una función de las coordenadas y el tiempo, tal cual como se observa en la siguiente ecuación:

$$\vec{\mathbf{s}}_{\mathbf{rgb}}(x,y,t) = \begin{bmatrix} I_r(x,y,t) \\ I_g(x,y,t) \\ I_b(x,y,t) \end{bmatrix}.$$

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Una imagen RGB es una señal tanto multicanal (es la combinación de 3 canales de intensidades de color: rojo R, verde G y azul B), además de ser función de las coordenadas espacial x y y, tal cual como se muestra en la gráfica 28

Figure 27: Formación de colores RGB

Figure 28: Imagen divida en capas RGB

Clasificación de señales: Señales multicanal y multidimensionales

Figure 29: Barras de color SMPTE del sistema NTSC, son la barras SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers asociación de ingenieros de imagen en movimiento y televisión)

Clasificación de señales: Señales acotadas en amplitud

Son señales **limitadas en amplitud**, es decir sus valores convergen (no tienden a infinito).

Figure 30: Señal acotada en amplitud.

Figure 31: Señal no acotada en amplitud.

Soporte de una señal

El soporte de una señal está relacionado a su dominio en la variable independiente y la duración de la señal. El soporte se puede clasificar de acuerdo:

- **Duración:**
  - Compacto (acotado)
  - No acotado
- **Comportamiento:**
  - Continuo
  - Por partes

Figure 32: Señal de soporte acotado (compacto)

Figure 33: Señal de soporte no acotado

Soporte de una señal

Figure 34: Señal de soporte continuo

Figure 35: Señal de soporte por partes

Sistema y procesamiento de señales

Sistemas

Cualquier medio físico natural o artificial con el que la señal tenga algún tipo interacción se puede modelar mediante una estructura sistemática.

Sistemas

Los sistemas son **entidades** que procesan y manipulan una o más señales en su entrada para así transformarlas en señales de salida. Transforman las señales que se encuentran en la **entrada**, en señales de salida deseadas, denominadas **respuestas**.

Sistemas

- Realizan operaciones sobre las señales
- Los sistemas se representan mediante modelos matemáticos del proceso físico que ocurre en él
- Para caracterizarlos es necesario determinar una relación de entrada-salida.
- Los sistemas pueden ser dispositivos físicos representados por operadores matemáticos
- La señal que será procesada se denomina *excitación del sistema* o simplemente señales de entrada
- La señal procesada se denomina *salida del sistema* o respuesta.

Sistemas

En la figura 36 se puede observar una representación común de sistemas mediante diagrama de bloques.

Figure 36: Sistema de múltiples entradas y salidas

Procesamiento de señales

Procesamiento de señales

Procesamiento de señales

Aplicación de *técnicas* y *herramientas* que transforman y adecuan **señales**, de tal manera que estas cumplan las características necesarias de acuerdo a sus funcionalidades.

Tipos de manipulación de una señal:

- El filtrado
- La interpolación
- La ecualización de la señal
- La amplificación, modulación y codificación
- La conversión de dominio de la variable independiente (*sampling* o transformación al dominio espectral).

Procesamiento de señales

Figure 37: Filtrado de dos señales ruidosas.

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Figure 38: Digital audio processing software CDSVAN.

Acon DIGITAL
Version 7
ACOUSTICA
Level Meter
Correlation Meter
Spectrum Analyzer
Media File
Reflections.wav*

DSP - Tracks
Quick Help
Region: Audio Defaults
Track: Audio 2
Audio 1
Audio 2
60s Shuffle Drumset 01
Afloat Synth Lead
BVs
Afloat Synth Lead
Afloat Synth Lead.1
Afloat Synth Lead.2
Audio 2
User Default
Compressor
Aux 1
User Default
Space Designer
Screenshot

ADOBE AUDITION CC

Adobe Audition
File Edit Multitrack Clip Effects Favorites View Window Help
Waveform
Multitrack
Default
Edit Audio to Video
Radio Production
Search Help
Files
Name
Status
Duration
ES_Burn_nd 44100 1.wav 1:37.470
ZOOM0006_TrLR.WAV 1:33.736
Spaceship_36 44100 1.wav 1:25.024
esp304-v1_outro.wav 0:39.811
Human_...01 44100 1.wav 0:10.955
Computer_7 44100 1.wav 0:03.711
Games_...13 44100 1.wav 0:03.566
AirComp_58 44100 1.wav 0:03.560
ES_Grap_er 44100 1.wav 0:02.549
Sci-Fi_...7111 44100 1.wav 0:01.568
Sci-Fi_...7197 44100 1.wav 0:01.204
Magic_...442 44100 1.wav 0:01.139
ButtonB...97 44100 1.wav 0:00.197
Effects Rack
Match Loudness
Match Loudness Settings
Drag and drop supported media files here
Match To: ITU-R BS.1770-3 Loudness
Target Loudness: -19 LUFS
Tolerance: 0.5 LU
Max True Peak Level: -1 dBTP
Use True Peak Limiting
Look-Ahead Time: 12 ms
Release Time: 200 ms
History
Open
Move Track
Move Track
Move Track
Editor: ASP-304.sesx *
Mixer
Doug
Lee
Control
Music 1
SFX1
Music 2
SFX2
S1: None
Read
ES_Substage - Jay Varton 44100 2
ES_Numb3rs - Jay Varton 44100 1
ES_Idle Grin - Jay Varton 44100 2
ES_Final Damination - Jay Varton 44100 1
ES_Silent Castle - Jay Varton 44100 2
2:15.193
Levels
Selection/View
Start
End
Duration
Selection 2:15.193 2:15.193 0:00.000

ZNC49203
9015 Δ
CONNER
61106-001
GC27E
Δ9013 ACUMOS
R41
R33
R48
R50
R44
C34
C20
C9
C53
CR12
C31
U7

LG

Antares
SETTINGS
VIEW
ADVANCED
INPUT TYPE
ALTO/TENOR
KEY
D#
SCALE
CHROMATIC
AUTO-TUNE PRO
AUTO
GRAPH
CLASSIC
FORMANT
THROAT
105
TRANSPOSE
0
DETUNE
440.0 Hz
TRACKING
50
RETUNE SPEED 15
FLEX-TUNE 55
0
-50
+50
G#
-100
HOLD
+100
NATURAL VIBRATO -3.0
HUMANIZE 21
CREATE VIBRATO
SHAPE
(NO VIBRATO)
RATE
5.5
ONSET DELAY
500
ONSET RATE
500
VARIATION
20
PITCH AMT.
18
AMPLITUDE AMT.
10
FORMANT AMT.
70
SET MAJOR
SET MINOR
SET ALL
BYPASS ALL
REMOVE ALL
MIDI
TARGET NOTES
LEARN SCALE
ALL OCTAVES
TARGETING
IGNORES VIBRATO
D# E F F# G G# A A# B C C# D
CENTS 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100
BYPASS
REMOVE
KEYBOARD EDIT
REMOVE
BYPASS
KEYBOARD MODE
LATCH
MOMENTARY

Sample Rate
44.1K
Soprano
Input Type
As Played
Octave
All
Set Major
Set Minor
Set All
Bypass All
Remove All
Tracking
Select Pitch Ref.
Low Latency
Remove
Keyboard Edit
Bypass
Latch
Keyboard Mode
Momentary
Key
C
Chromatic
Scale
Cents
Hertz
Scale Detune
Transpose
Throat Length
Formant
Pitch Amount
Amplitude Amount
Variation
Formant Amount
Rate
Onset Rate
Redo
Snap to Note
AUTO-TUNE® 8
Select All
Cut
Copy
Paste
Auto Graph
Correction Mode
Options
antares
Track
Pitch
Sample
44.1K
All | Tie
Auto Scroll

Lead Vocal: Ins. 1 - Auto-Tune 8.1
Soprano
Input Type
70
Tracking
Select Pitch Ref.
Low Latency
Key
C
Chromatic
Scale
Cents
Hertz
0
440.0
Scale Detune
0
Transpose
Throat Length
Formant
Auto Graph.
Correction Mode
Options
AUTO-TUNE® 8
antares
Clear All
Undo
Redo
Snap to Note
Select All
Cut
Copy
Paste
G3
F#3
F3
E3
D#3
D3
C#3
C3
B2
A#2
A2
G#2
G2
35.0
40.0
45.0
50.0
Auto Scroll
Show Lanes
51.174
Cursor Time
Track
Pitch
Sample
44.1K
Rate
Make
Curve
Import
Auto
Make
Notes
50
Number of Note Objects
Make Notes
From MIDI
Show
MIDI
10
Retune Speed
0.0
Adjust Vibrato
Enable Formants To Adjust
Throat Length Adjust
Nudge
Output Pitch
Object Pitch
Track
Pitch+Time
Enable
Undo
Redo
Clear All
TIME CONTROL
Data File
Management
Data File
Status
Time Display
Seconds | Bars + Beats
Clock
Position
Reset
Source
Internal | Host
Detected Pitch

Melodyne (ARA)

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Figure 39: Sistema cerrado de video con reconocimiento de personas

3-d videos
electronics and computer techn
block matching
alternative methods
wind turbines
video signal processing
telecommunications
motion estimation
consecutive images
block motion
displacement
strain fields
co-ordinate system
displacement measurement
aerial photogrammetry
calibration
three-dimensional model
image processing algorithms
velocity measurement
satellite images
deformation measurement
computer vision
lidar
2d vision
laser applications
information technology
strain measurement
construction sites
algorithms
digital image
tracking
robotics
crack
gps
coarse aggregates
image processing
high resolution image
strain
sensor network
dem
reconstruction
cracks
fatigue of materials
cultural heritages
remote sensing
processing
mixtures
mortar
dimensional analysis
image based
disaster prevention
defects
concretes
rocks
uni-axial compression
deep learning
computerized tomography
granite
mechanical properties
urban
floods
fluid mechanics
flow state
data processing
sensor networks
quality
military applications
tomography
porosity
mobile computing
nondestructive examination
civil defense
conventional techniques
ground penetrating radar system
sub-surfaces
ultrasonic testing
radar
wavelet analysis
image features
boundary lines

Aa
Save
Your Story

Original
X-Pro II
Lomo-fi
Earlybird
Sutro
Toaster
Brannan
Inkwell
Walden
Hefe

pancake_monke

Dasha

Ирина Павлова

Anon A Mister

13

luca venturelli 😂 🤩

Instagram

Real life

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Figure 40: Diagrama de bloques de procesamiento en un dispositivo móvil celular

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Figure 41: Diagrama de bloques de un teléfono inteligente.

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Figure 42: Implementación de bloque DSP en un receptor GNSS

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

3. This block diagram shows the essential components of the XC3028, including its wideband active filters, crystal oscillator, PLL, and on-chip DSP.

Figure 43: Sistema PLL digital

Aplicaciones del Procesamiento digital de señales

Procesamiento de imágenes	Instrumentación/control	Voz/Audio	Militar
Reconocimiento de patrones	Análisis espectral	Reconocimiento de voz	Seguridad en comunicaciones
Visión artificial	Reducción de ruido	Síntesis de voz	Procesamiento radar
Mejora de la imagen	Comprensión de datos	Texto a voz	Procesamiento sonar
Reconocimiento de rostros	Posición y cambios (velocidades)	Audio digital	Misiles guiados
Animación	Control	Ecualización	

Table 3: Aplicaciones del procesamiento digital de señales.

Preguntas de capitulo

Preguntas de capitulo

1. ¿Qué es una señal?
2. ¿Qué es una función?
3. ¿Por qué es importante tener clara la representación de señales?
4. ¿Qué es la representación analítica de señales?
5. ¿Qué es la representación gráfica de señales?
6. ¿Qué son las señales de tiempo continuo?
7. ¿Qué son las señales de tiempo discreto?
8. ¿Qué diferencia hay entre señales de tiempo continuo y tiempo discreto?
9. ¿Qué diferencia hay entre señales de amplitud continua y amplitud discreta?
10. ¿Qué es una señal cuantificada en amplitud?
11. ¿Qué características tienen las señales análogas?
12. ¿Qué características tienen las señales digitales?
13. ¿Cuales son las señales determinísticas? De ejemplos.
14. ¿Qué significa la sigla AWGN y por qué es importante?
15. ¿Qué tipos de soportes de señal existen? Defina cada uno.
16. ¿Qué es un sistema?
17. ¿Cuáles son los elementos de un sistema?

¡Muchas gracias por su atención!

¿Preguntas?

Contacto: Marco Teran
webpage: marcoteran.github.io/
e-mail: marco.teran@usa.edu.co

UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA