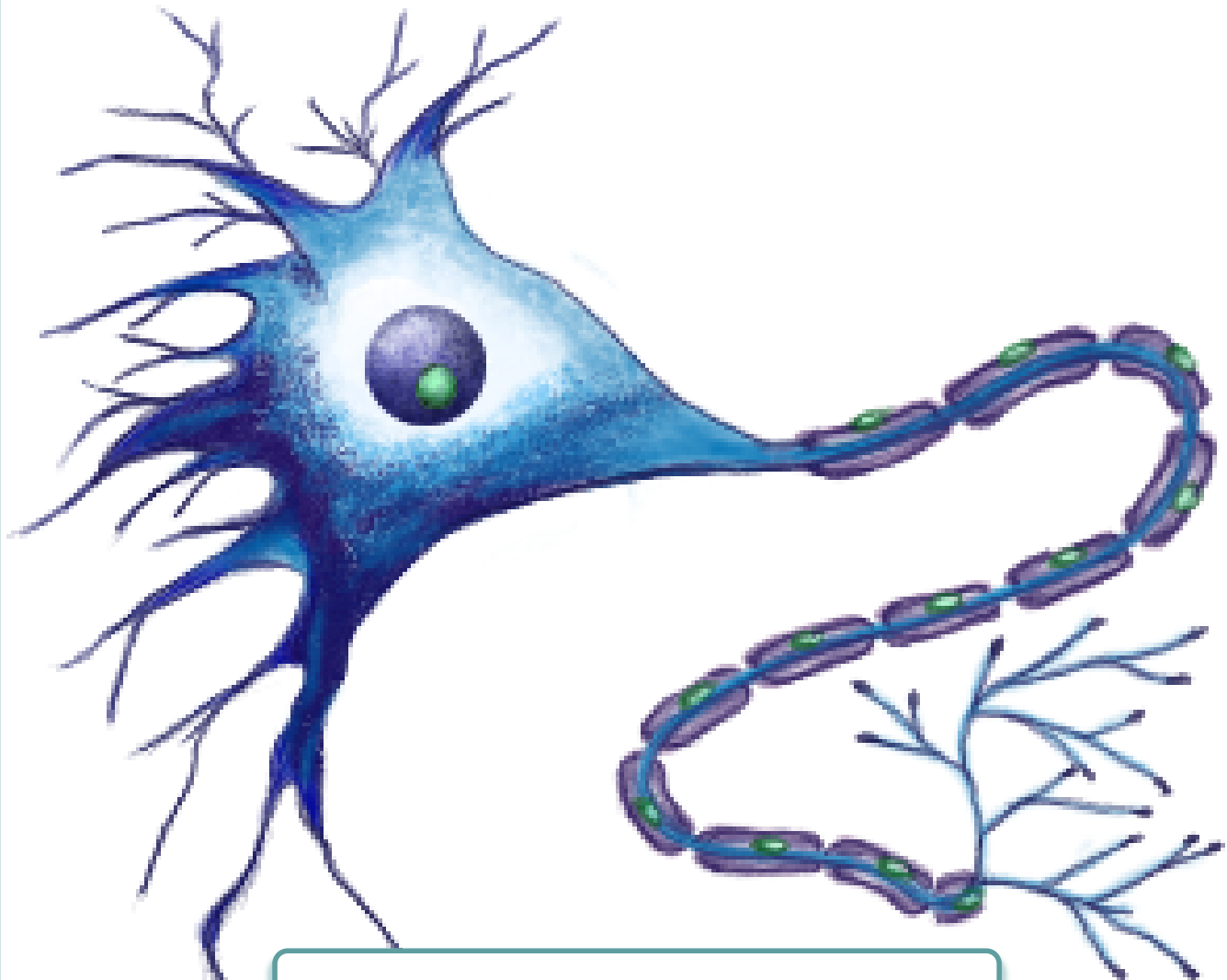


# Redes Neuronales

*Notas de clase*

Karla Fernanda Jiménez Gutiérrez  
Verónica Esther Arriola Ríos



FACULTAD DE CIENCIAS,  
UNAM



# Índice general

Índice general	I
<b>I Introducción</b>	<b>2</b>
<b>1 Neurona biológica</b>	<b>3</b>
1.1 Sistema nervioso . . . . .	3
1.2 Neurona biológica . . . . .	3
1.3 Modelo de Hodgkin-Huxley: membrana y canal . . . . .	3
1.4 Ecuaciones diferenciales . . . . .	3
<b>II Aún no tiene nombre</b>	<b>4</b>
<b>2 Hodgkin-Huxley</b>	<b>5</b>
2.1 Modelo de Hodgkin-Huxley . . . . .	5
2.2 Dinámica del voltaje durante un disparo . . . . .	5
2.3 Simulación usando el método de Euler . . . . .	5
<b>3 Aprendizaje de máquina</b>	<b>6</b>
3.1 Espacio de hipótesis . . . . .	6
3.2 Conjuntos de entrenamiento, validación y prueba . . . . .	6
3.3 Perceptrón . . . . .	6
3.4 Compuertas lógicas con neuronas . . . . .	6
3.5 Funciones de activación . . . . .	6
3.6 Funciones de error: diferencias al cuadrado y entropía cruzada . . . . .	6
3.7 Medidas de rendimiento: . . . . .	6
3.7.1 Matriz de confusión . . . . .	6
3.7.2 Precisión . . . . .	6
3.7.3 Recall . . . . .	6
3.7.4 f score . . . . .	6
<b>4 Perceptrón multicapa</b>	<b>7</b>
4.1 XOR . . . . .	7
4.2 Propagación hacia adelante manual . . . . .	7

4.3	Propagación hacia adelante vectorizada (con matrices)	7
4.4	Interpretación matemática del mapeo no lineal	7
4.5	Propagación hacia adelante para el perceptrón multicapa	7
<b>5</b>	<b>Entrenamiento</b>	<b>8</b>
5.1	Retropropagación. Gradiente de la función de error	8
5.2	Descenso por el gradiente	8
5.3	Otras funciones de optimización	8
<b>6</b>	<b>Optimización del entrenamiento</b>	<b>9</b>
6.1	Redes Profundas	9
6.2	Gradiente desvaneciente (o que explota)	9
6.3	Entrenamiento en línea vs en lotes	9
6.4	Normalización y normalización por lotes	9
6.5	Regularización	9
<b>7</b>	<b>Casos de Análisis e interpretación</b>	<b>10</b>
7.1	Red Hinton árbol familiar con numpy (entrenamiento)	10
7.2	Red Hinton árbol familiar con pytorch	10
<b>8</b>	<b>Entrenamiento con genéticos</b>	<b>11</b>
8.1	Algoritmos genéticos	11
8.2	Neuroevolución	11
8.2.1	Aprendizaje por refuerzo en videojuegos	11
8.2.2	Arquitectura profunda	11
<b>9</b>	<b>Mapeos autoorganizados</b>	<b>12</b>
9.1	Mapeos autoo-organizados, Kohonen	12
<b>10</b>	<b>Redes Neuronales Convolucionales</b>	<b>13</b>
10.1	Convolución y Redes Convolucionales	13
10.2	MNIST	13
10.3	Softmax	13
<b>11</b>	<b>Redes Neuronales Recurrentes</b>	<b>14</b>
11.1	Derivadas ordenadas	14
11.2	Retropropagación en el tiempo	14
11.3	Sistemas dinámicos y despliegue del grafo	14
11.4	Arquitectura recurrente universal	14
11.5	Función de error	14
11.6	Forzamiento del profesor	14
<b>12</b>	<b>Atención</b>	<b>15</b>
12.1	LSTM	15
12.2	GRU	15

12.3 Aplicaciones: ejemplos de RNR con git de cvicom: etiquetado de palabras y conjugación de verbos . . . . .	15
<b>13 Redes de Hopfield</b>	<b>16</b>
13.1 Redes de hopfield . . . . .	16
13.2 Máquinas de Boltzman . . . . .	16
<b>14 Redes adversarias</b>	<b>17</b>
14.1 GANs . . . . .	17



# Etc

A lo largo del texto se utilizará la siguiente notación para diversos elementos:

Conjuntos	$C$
Vectores	$x$
Matrices	$M$
Unidades	cm

# Parte I

## Introducción



# 1 | **Neurona biológica**

**Sistema nervioso**

**Neurona biológica**

**Modelo de Hodgkin-Huxley: membrana y canal**

**Ecuaciones diferenciales**

Parte II

**Aún no tiene nombre**

## 2 | Hodgkin-Huxley

Modelo de Hodgkin-Huxley

Dinámica del voltaje durante un disparo

Simulación usando el método de Euler

## 3 | Aprendizaje de máquina

Espacio de hipótesis

Conjuntos de entrenamiento, validación y prueba

Perceptrón

Compuertas lógicas con neuronas

Funciones de activación

Funciones de error: diferencias al cuadrado y entropía cruzada

Medidas de rendimiento:

Matriz de confusión

Precisión

Recall

f score

## 4 | Perceptrón multicapa

### XOR

Propagación hacia adelante manual

Propagación hacia adelante vectorizada (con matrices)

Interpretación matemática del mapeo no lineal

Propagación hacia adelante para el perceptrón multicapa

## 5 | Entrenamiento

Retropropagación. Gradiente de la función de error

Descenso por el gradiente

Otras funciones de optimización

## 6 | Optimización del entrenamiento

Redes Profundas

Gradiente desvaneciente (o que explota)

Entrenamiento en línea vs en lotes

Normalización y normalización por lotes

Regularización

## 7 | Casos de Análisis e interpretación

Red Hinton árbol familiar con numpy (entrenamiento)

Red Hinton árbol familiar con pytorch



## 8 | Entrenamiento con genéticos

Algoritmos genéticos

Neuroevolución

Aprendizaje por refuerzo en videojuegos

Arquitectura profunda

## 9 | Mapeos autoorganizados

Mapeos autoo-organizados, Kohonen

# 10 | Redes Neuronales Convolucionales

Convolución y Redes Convolucionales

MNIST

Softmax

# 11 | Redes Neuronales Recurrentes

Derivadas ordenadas

Retropropagación en el tiempo

Sistemas dinámicos y despliegue del grafo

Arquitectura recurrente universal

Función de error

Forzamiento del profesor

## 12 | Atención

LSTM

GRU

Aplicaciones: ejemplos de RNR con git de cvicom: etiquetado de palabras y conjugación de verbos

# 13 | Redes de Hopfield

Redes de hopfield

Máquinas de Boltzman

# 14 | Redes adversarias

GANs