

Recurrent Neural Networks II

Deep Dive: Long Short-Term Memory (LSTM) - 2da Parte

Prof. Dr. BARSEKH-ONJI Aboud

Facultad de Ingeniería
Universidad Anáhuac México

February 12, 2026

Agenda

- 1 Introduction to LSTM
- 2 LSTM para clasificación
 - LSTM para clasificación secuencia a etiqueta
 - LSTM para clasificación secuencia a secuencia
- 3 LSTM para regresión
 - LSTM para regresión secuencia a etiqueta
 - LSTM para regresión secuencia a secuencia
- 4 Redes de LSTM más profundas
- 5 Tipos de capas de LSTM

Redes Neuronales de memoria de corto_largo plazo

Objetivo

En este tema se explica cómo trabajar con datos secuenciales y de series de tiempo en tareas de clasificación y regresión usando redes neuronales de memoria de corto_largo plazo (LSTM). Para ver un ejemplo de cómo clasificar datos secuenciales mediante una red neuronal de LSTM.

Red LSTM

Una red neuronal de LSTM es un tipo de red neuronal recurrente (RNN) que puede aprender dependencias a largo plazo entre unidades de tiempo de datos secuenciales.

Ejemplos durante el curso

<https://la.mathworks.com/help/deeplearning/ug/long-short-term-memory-networks.html>

Arquitectura de red neuronal de LSTM

Los componentes principales de una red neuronal de LSTM son una capa de entrada de secuencias y una capa de LSTM. Una capa de entrada de secuencias introduce datos secuenciales o de series de tiempo en la red neuronal. Una capa de LSTM aprende dependencias a largo plazo entre las unidades de tiempo de los datos secuenciales. Estudiaremos diferentes tipos de aplicaciones de LSTM:

- Clasificación secuencia a etiquetas
- Clasificación secuencia a secuencia
- Predicción de series de tiempo (secuencia a uno)
- Predicción de series de tiempo (secuencia a secuencia)
- Redes de LSTM más profundas

Agenda

- 1 Introduction to LSTM
- 2 LSTM para clasificación
 - LSTM para clasificación secuencia a etiqueta
 - LSTM para clasificación secuencia a secuencia
- 3 LSTM para regresión
 - LSTM para regresión secuencia a etiqueta
 - LSTM para regresión secuencia a secuencia
- 4 Redes de LSTM más profundas
- 5 Tipos de capas de LSTM

LSTM para clasificar

Este diagrama ilustra la arquitectura de una red neuronal de LSTM sencilla para clasificación. La red neuronal comienza con una capa de entrada de secuencias seguida de una capa de LSTM. Para predecir las etiquetas de clase, la red neuronal termina con una capa totalmente conectada y una capa softmax.

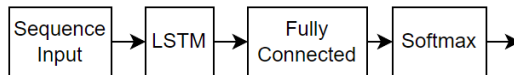


Figure 1: Arquitectura de red neuronal de LSTM para clasificación

LSTM para clasificación secuencia a etiqueta

Para crear una red de LSTM para la clasificación secuencia a etiqueta, cree un arreglo de capas que contenga una capa de entrada de secuencias, una capa de LSTM, una capa totalmente conectada y una capa softmax.

Establezca el tamaño de la capa de entrada de secuencias en el número de características de los datos de entrada. Establezca el tamaño de la capa totalmente conectada en el número de clases. No es necesario especificar la longitud de la secuencia.

Para la capa de LSTM, especifique el número de unidades ocultas y el modo de salida "last".

LSTM para clasificación secuencia a etiqueta

```
1 numFeatures = 12;
2 numHiddenUnits = 100;
3 numClasses = 9;
4 layers = [ ...
5     sequenceInputLayer(numFeatures)
6     lstmLayer(numHiddenUnits,OutputMode='last')
7     fullyConnectedLayer(numClasses)
8     softmaxLayer];
```


LSTM para clasificación secuencia a etiqueta

Para crear una red de LSTM para una clasificación secuencia a secuencia, utilice la misma arquitectura que para la clasificación secuencia a etiqueta, pero establezca el modo de salida de la capa de LSTM en "sequence".

LSTM para clasificación secuencia a etiqueta

```
1 numFeatures = 12;
2 numHiddenUnits = 100;
3 numClasses = 9;
4 layers = [ ...
5     sequenceInputLayer(numFeatures)
6     lstmLayer(numHiddenUnits,OutputMode='sequence')
7     fullyConnectedLayer(numClasses)
8     softmaxLayer];
```

Agenda

- 1 Introduction to LSTM
- 2 LSTM para clasificación
 - LSTM para clasificación secuencia a etiqueta
 - LSTM para clasificación secuencia a secuencia
- 3 LSTM para regresión
 - LSTM para regresión secuencia a etiqueta
 - LSTM para regresión secuencia a secuencia
- 4 Redes de LSTM más profundas
- 5 Tipos de capas de LSTM

LSTM para regresión

Este diagrama ilustra la arquitectura de una red neuronal de LSTM sencilla para regresión. La red neuronal comienza con una capa de entrada de secuencias seguida de una capa de LSTM. La red neuronal termina con una capa totalmente conectada.

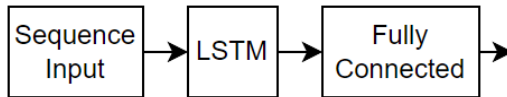


Figure 2: Arquitectura de red neuronal de LSTM para regresión

LSTM para regresión secuencia a etiqueta

Para crear una red de LSTM para la regresión secuencia a uno, cree un arreglo de capas que contenga una capa de entrada de secuencias, una capa de LSTM y una capa totalmente conectada.

Establezca el tamaño de la capa de entrada de secuencias en el número de características de los datos de entrada. Establezca el tamaño de la capa totalmente conectada en el número de respuestas. No es necesario especificar la longitud de la secuencia.

Para la capa de LSTM, especifique el número de unidades ocultas y el modo de salida 'last'.

LSTM para regresión secuencia a etiqueta

```
1 numFeatures = 12;  
2 numHiddenUnits = 125;  
3 numResponses = 1;  
4  
5 layers = [ ...  
6     sequenceInputLayer(numFeatures)  
7     lstmLayer(numHiddenUnits, OutputMode='last')  
8     fullyConnectedLayer(numResponses)];
```

LSTM para regresión secuencia a secuencia

Para crear una red de LSTM para una regresión secuencia a secuencia, utilice la misma arquitectura que para la regresión secuencia a uno, pero establezca el modo de salida de la capa de LSTM en 'sequence'.

LSTM para regresión secuencia a secuencia

```
1 numFeatures = 12;
2 numHiddenUnits = 125;
3 numResponses = 1;
4
5 layers = [ ...
6     sequenceInputLayer(numFeatures)
7     lstmLayer(numHiddenUnits, OutputMode='sequence')
8     fullyConnectedLayer(numResponses)];
```


Agenda

- 1 Introduction to LSTM
- 2 LSTM para clasificación
 - LSTM para clasificación secuencia a etiqueta
 - LSTM para clasificación secuencia a secuencia
- 3 LSTM para regresión
 - LSTM para regresión secuencia a etiqueta
 - LSTM para regresión secuencia a secuencia
- 4 Redes de LSTM más profundas
- 5 Tipos de capas de LSTM

Redes de LSTM más profundas

Puede hacer más profundas las redes de LSTM insertando capas de LSTM adicionales con el modo de salida "sequence" antes de la capa de LSTM. Para evitar un sobreajuste, puede insertar capas de abandono después de las capas de LSTM. Para redes de clasificación secuencia a etiqueta, el modo de salida de la última capa de LSTM debe ser "last".

Redes de LSTM más profundas

```
1 numFeatures = 12;
2 numHiddenUnits1 = 125;
3 numHiddenUnits2 = 100;
4 numClasses = 9;
5 layers = [ ...
6     sequenceInputLayer(numFeatures)
7     lstmLayer(numHiddenUnits1,OutputMode='sequence')
8     dropoutLayer(0.2)
9     lstmLayer(numHiddenUnits2,OutputMode='last')
10    dropoutLayer(0.2)
11    fullyConnectedLayer(numClasses)
12    softmaxLayer];
```

Agenda

- 1 Introduction to LSTM
- 2 LSTM para clasificación
 - LSTM para clasificación secuencia a etiqueta
 - LSTM para clasificación secuencia a secuencia
- 3 LSTM para regresión
 - LSTM para regresión secuencia a etiqueta
 - LSTM para regresión secuencia a secuencia
- 4 Redes de LSTM más profundas
- 5 Tipos de capas de LSTM

Tipos de capas de LSTM - 1

 <code>sequenceInputLayer</code>	Una capa de entrada de secuencias introduce datos secuenciales en una red neuronal y aplica normalización de datos.
 <code>lstmLayer</code>	Una capa de LSTM es una capa de RNN que aprende dependencias a largo plazo entre unidades de tiempo de series de tiempo y datos secuenciales.
 <code>bilstmLayer</code>	Una capa de LSTM bidireccional (BiLSTM) es una capa de RNN que aprende dependencias bidireccionales a largo plazo entre unidades de tiempo de series de tiempo y datos secuenciales. Estas dependencias pueden resultar útiles cuando quiera que la RNN aprenda de series de tiempo completas en cada unidad de tiempo.
 <code>gruLayer</code>	Una capa GRU es una capa de RNN que aprende dependencias entre unidades de tiempo de series de tiempo y datos secuenciales.

Figure 3: Tipos de capas de LSTM - 1

Tipos de capas de LSTM - 2




 <code>convolution1dLayer</code>	Una capa convolucional 1D aplica filtros convolucionales deslizantes a la entrada 1D.
 <code>maxPooling1dLayer</code>	Una capa de agrupación máxima 1D realiza un submuestreo dividiendo la entrada en regiones de agrupación 1D y, después, calculando el máximo de cada región.
 <code>averagePooling1dLayer</code>	Una capa de agrupación media 1D realiza un submuestreo dividiendo la entrada en regiones de agrupación 1D y, después, calculando la media de cada región.

Figure 4: Tipos de capas de LSTM - 2

Tipos de capas de LSTM - 3




 <code>globalMaxPooling1dLayer</code>	Una capa de agrupación máxima global 1D realiza un submuestreo generando el máximo del tiempo o de las dimensiones espaciales de la entrada.
 <code>flattenLayer</code>	Una capa aplanada contrae las dimensiones espaciales de la entrada a la dimensión del canal.
 <code>wordEmbeddingLayer</code> (Text Analytics Toolbox)	Una capa de word embedding asigna índices de palabras a vectores.

Figure 5: Tipos de capas de LSTM - 3