



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y
Telecomunicación

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA DE DATOS E INGENIERÍA
DE COMPUTADORES

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Estudio sobre la Efectividad del Positional Encoding en Transformers para Series Temporales y Diseño de Mecanismos Adaptados

Presentado por:
Cristhian Moya Mota

Curso académico 2024-2025



Estudio sobre la Efectividad del Positional Encoding en Transformers para Series Temporales y Diseño de Mecanismos Adaptados

Cristhian Moya Mota

Cristhian Moya Mota *Estudio sobre la Efectividad del Positional Encoding en Transformers para Series Temporales y Diseño de Mecanismos Adaptados.*
Trabajo de fin de Grado. Curso académico 2024-2025.

**Responsable de
tutorización**

Julian Luengo Martín
DECSAI
Diego Jesús García Gil
LSI

Máster Universitario en
Ciencia de Datos e
Ingeniería de
Computadores
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y Telecomunicación
Universidad de Granada

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

D./Dña. Cristhian Moya Mota

Declaro explícitamente que el trabajo presentado como Trabajo de Fin de Grado (TFG), correspondiente al curso académico 2024-2025, es original, entendido esto en el sentido de que no he utilizado para la elaboración del trabajo fuentes sin citarlas debidamente.

En Granada a 17 de julio de 2025

Fdo: Cristhian Moya Mota

Dedicatoria (opcional)

Ver archivo preliminares/dedicatoria.tex

Agradecimientos

Agradecimientos (opcional, ver archivo preliminares/agradecimiento.tex).

Summary

An english summary of the project (around 800 and 1500 words are recommended).

File: preliminares/summary.tex

Índice general

Agradecimientos	V
Summary	VII
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.1.1. Uso de Series Temporales	1
1.1.2. La dificultad de predicción a largo plazo: información posicional	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	1
1.4. Planificación	1
2. Tendencias y Estado del arte	3
3. Selección y preprocesado de los conjuntos de datos	5
4. Modelos de encoding posicional y entorno de trabajo	7
5. Análisis comparativo de positional encoding sobre las bases de datos	9
6. Conclusiones y trabajos futuros	11
A. Ejemplo de apéndice	13
Glosario	15
Bibliografía	17

1. Introducción

En este primer punto, describiremos de forma breve la motivación a realizar este TFM. Analizaremos la importancia de poseer herramientas capaces de realizar una predicción a largo plazo en series temporales (en inglés, *Long-term Time Series Forecasting*, LSTF), pero, sobre todo, centrándonos en un aspecto clave: la codificación posicional (*Positional Encoding*, en adelante, PE), común a prácticamente todas las alternativas actuales del estado del arte.

Procederemos a justificar su importancia, así como a formular los objetivos que se cubren con la realización de este trabajo.

1.1. Motivación

En la actualidad, los datos son uno de los bienes más preciados. Las telecomunicaciones nos han permitido alcanzar un volumen inimaginable de información digital, la cual no somos prácticamente capaces de procesar, y extraer conocimiento útil se convierte en una tarea complicada. Su gran variedad y modalidad hace necesario disponer de modelos multimodales cada vez más complejos para procesarlos, como los modelos fundacionales, para tratar así de disponer de una herramienta cercana a ser capaz de procesar todo tipo de información.

Hemos podido apreciar grandes avances en el procesamiento de texto, con los grandes modelos de lenguaje como GPT, el cual se ha convertido en una herramienta que usamos habitualmente para resolver nuestras dudas. Ahora, incluso permite generar imágenes, video y audio, y pensar profundamente las respuestas.

Sin embargo, estos no son los únicos tipos de datos que podemos emplear para aprender. Los datos basados en flujos, y las series temporales, son un recurso clave que podemos emplear para resolver multitud de problemáticas. Podemos predecir a largo plazo, clasificar fenómenos, o bien, incluso detectar anomalías. En este trabajo, nos centraremos sobre todo en la primera tarea y las dificultades que existen en este ámbito.

1.1.1. Uso de Series Temporales

1.1.2. La dificultad de predicción a largo plazo: información posicional

1.2. Justificación

1.3. Objetivos

1.4. Planificación

2. Tendencias y Estado del arte

3. Selección y preprocesado de los conjuntos de datos

4. Modelos de encoding posicional y entorno de trabajo

5. Análisis comparativo de positional encoding sobre las bases de datos

6. Conclusiones y trabajos futuros

A. Ejemplo de apéndice

Los apéndices son opcionales.

Este fichero `apendice-ejemplo.tex` es una plantilla para añadir apéndices al TFG. Para ello, es necesario:

- Crear una copia de este fichero `apendice-ejemplo.tex` en la carpeta `apendices` con un nombre apropiado (p.e. `apendice01.tex`).
- Añadir el comando `\input{apendices/apendice01}` en el fichero principal `tfm.tex` donde queremos que aparezca dicho apéndice (debe de ser después del comando `\appendix`).

Glosario

La inclusión de un glosario es opcional.

Archivo: `glosario.tex`

\mathbb{R} Conjunto de números reales.

\mathbb{C} Conjunto de números complejos.

\mathbb{Z} Conjunto de números enteros.

Bibliografía