

TRABAJO FIN DE GRADO

*Grado en Ingeniería Informática*

**OPTIMIZACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO FPGAs**

**Autor:** Javier Carmona Tejero

**Director:** Joaquín Olivares Bueno

Icono

Descripción generada automáticamente

**ÍNDICE GENERAL**

[INTRODUCCIÓN 3](#_Toc137145079)

[1.1. Introducción 3](#_Toc137145080)

[OBJETIVOS 5](#_Toc137145081)

[2.1. Objetivo principal 5](#_Toc137145082)

[2.2. Objetivos secundarios 5](#_Toc137145083)

[ANTECEDENTES 7](#_Toc137145084)

[RECURSOS 9](#_Toc137145085)

[4.1. Recursos humanos 9](#_Toc137145086)

[4.2. Recursos hardware 9](#_Toc137145087)

[4.3. Recursos software 9](#_Toc137145088)

[REDES NEURONALES 11](#_Toc137145089)

[FPGAs 13](#_Toc137145090)

[IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES EN FPGAs 15](#_Toc137145091)

**CAPITULO 1**

# INTRODUCCIÓN

## Introducción

Hoy en día se puede apreciar el gran avance que supone la inteligencia artificial (IA) en un gran ámbito de tareas. No hay nada más que mirar lo que esta sucediendo en esta época actual para darnos cuenta de que cada vez hay más proyectos que suponen una revolución tecnológica gracias a usar esta inteligencia.

La implementación de una inteligencia artificial a un proyecto puede aportar una gran mejora en campos como la interacción con el usuario, detección y corrección de errores, clasificación de información,… El uso de esta herramienta puede suponer un aumento de rendimiento y utilidad en determinadas tareas.

El propósito que tiene la inteligencia artificial es basarse en el comportamiento de los humanos para aprender a interpretar la información y comportarse de la manera más símil a los humanos. En este ámbito, el informático Stuart J. Russell y el científico en informática Peter Norvig acuerdan que se pueden diferenciar varios tipos de inteligencia artificial:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Basado en humanos** | **Basado en lógica racional** |
| **Basados en pensamiento** | Piensan como humanos | Piensan racionalmente |
| **Basados en comportamiento** | Actúan como humanos | Actúan racionalmente |

* **Sistemas que piensan como los humanos:** se trata de emular el pensamiento humano automatizando actividades de toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje.
* **Sistemas que actúan como los humanos:** se trata de actuar como lo hacen los humanos, es decir, actividades realizadas por humanos como pueden suponer alguna tarea física en la que el humano biológicamente puede ser peor o mejor.
* **Sistemas que piensan racionalmente:** se trata de imitar un pensamiento lógico del ser humano en un campo en específico. Por ejemplo, un sistema que razona y actúa como lo haría un experto en un campo.
* **Sistemas que actúan racionalmente:** se trata de emular de forma racional a un humano, siendo capaz de percibir el entorno en el que se encuentra, procesar dicha información y actuar de manera lógica.

Por lo que se refiere a la arquitectura de las inteligencias artificiales, el enfoque que se le da para desarrollarlas puede ir desde una ejecución de una serie de algoritmos hasta la interconexión de redes neuronales más complejas, que intentan emular el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes neuronales están compuestas por neuronas y sus conexiones entre sí, imitando a los circuitos neuronales humanos.

Por otro lado, las redes neuronales al imitar la estructura del sistema nervioso necesitan un procesamiento que sea en paralelo, es decir, que cada neurona procese su información al mismo tiempo que el resto para llegar a una respuesta correcta. Debido a esto, se puede aprovechar el uso de las FPGAs, ya que su procesamiento es también en paralelo.

Al mismo tiempo, las FPGAs están alcanzando más popularidad debido a la bajada de precio que esta ocurriendo con el paso del tiempo, debido al aumento de producción y aumento de las capacidades y funcionalidades.

Así pues, el propósito de este trabajo de fin de grado es implementar una red neuronal en una FPGA, aprovechando así el procesamiento en paralelo y recursos de la FPGA para optimizar la toma de decisiones que tendrá dicha red neuronal.

**Capítulo 2**

# OBJETIVOS

## 2.1. Objetivo principal

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado es la optimización de algoritmos de toma de decisiones utilizando redes neuronales en FPGAs y conseguir su aplicación en un caso de uso práctico.

## 2.2. Objetivos secundarios

Para poder alcanzar el objetivo principal, primero debemos cumplir otros objetivos como:

* Se estudiará el funcionamiento de redes neuronales.
* Se estudiará las distintas aplicaciones y casos de uso que tiene utilizar esta tecnología.
* Se diseñará y desarrollará algoritmos para la toma de decisiones.
* Se diseñará y desarrollará una red neuronal que disponga de las capas necesarias para dar una respuesta correcta y lógica.
* Se desarrollará la forma de comunicación de la FPGA con la memoria que se utilizará para la toma de datos.
* Se implementará la red neuronal con la FPGA para que se dé la comunicación con memoria.
* Se realizarán las pruebas adecuadas para verificar su correcto funcionamiento.

Además, como otros objetivos secundarios que se plantean a nivel personal son:

* Profundizar en el desarrollo de sistemas inteligentes.
* Aprender y explorar las funcionalidades de sistemas embebidos utilizando dispositivos como las FPGAs.

**Capítulo 3**

# ANTECEDENTES

**Capítulo 4**

# RECURSOS

En esta sección se enumerarán los elementos requeridos para llevar a cabo el trabajo de fin de grado, y a continuación se expondrá la presentación de dichos recursos.

## 4.1. Recursos humanos

Dº Joaquín Olivares Bueno, profesor doctor perteneciente al Departamento de Ingeniería Electrónica y de Computadores de la Universidad de Córdoba. Será el director del proyecto, encargado de la supervisión del proyecto, ayudando y aconsejando y corrigiendo la memoria del alumno.

Javier Carmona Tejero, estudiante del último curso del grado de Ingeniería Informática con mención en Computadores en la Universidad de Córdoba y encargado de llevar a cabo la ejecución del proyecto.

## 4.2. Recursos hardware

Para poder realizar el proyecto, se ha necesitado los siguientes dispositivos:

* **Ordenador Portátil:**
  + Acer Aspire E15
  + Procesador Intel Core i7-6500U 2.5GHz
  + 8GB de memoria RAM
  + 512GB de disco duro
  + Gráfica NVIDIA GeForce GTX 950M
* **Nexys 4 (Artix-7):**
  + 16MB de RAM
  + 450MHz de reloj interno

## 4.3. Recursos software

El software que se ha utilizado y se necesita es el siguiente:

* **Sistema operativo:**
  + Windows 10
* **Herramienta de desarrollo:**
  + Vivado 2022.2: IDE destinado al desarrollo completo del código VHDL.
* **Edición de la documentación:**
  + Microsoft® Word.

**Capítulo 5**

# REDES NEURONALES

**Capítulo 6**

# FPGAs

**Capítulo 7**

# IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES EN FPGAs