

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos del trabajo de titulo	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Estructura del informe	3
2. Marco teórico	4
2.1. Redes Neuronales	4
2.1.1. Redes Neuronales Artificiales	4
2.1.2. Redes Neuronales Recurrentes	5
2.1.3. Redes <i>Long-Short Term Memory</i>	6
2.2. <i>Assembler</i> y <i>RISC-V</i>	7
2.2.1. <i>Assembler</i>	7
2.2.2. Programación en <i>Assembler</i>	7
2.2.3. ISA	8
2.2.4. RISC-V	9
2.3. Herramientas	9
2.3.1. Google Collaboratory	9
2.3.2. <i>Freedom Studio</i>	10
2.3.3. <i>Gem5</i>	11

3. Estado del arte	12
3.1. Algoritmo de actualización de gradientes: Adam	12
3.2. <i>RISC-V</i> para <i>LSTM</i>	12
3.3. Aproximación de funciones trigonométricas <i>tanh</i> y <i>sigmoide</i>	13
3.4. Predicción de valores de la bolsa	14
4. Metodología y Desarrollo	16
4.1. La red neuronal	17
4.2. Implementación en <i>Python</i>	17
4.3. Herramientas para <i>RISC-V</i>	19
4.3.1. “Hardware” seleccionado	19
4.4. <i>RISC-V</i> : Trabajo realizado	19
4.4.1. Loop Unrolling	19
4.5. Implementación de Funciones trigonométricas en <i>RISC-V</i>	20
4.6. Implementación de la ejecución de la red neuronal en <i>RISC-V</i>	21
4.6.1. Datos	21
4.6.2. LSTM	22
4.6.3. Fully Connected	25
4.6.4. <i>Output</i>	27
4.7. Implementación del entrenamiento de la red neuronal en <i>RISC-V</i>	27
4.7.1. Ecuaciones Diferenciales	28
4.7.2. Modificaciones al código base	31
4.7.3. Cálculo de gradientes: <i>Fully Connected</i>	32
4.7.4. Cálculo de gradientes: <i>LSTM</i>	34
4.7.5. Actualización de parámetros	37
4.7.6. Entrenamiento y obtencion de resultados	39
4.8. Comparaciones de funcionamiento	39
4.9. Mediciones de tiempo	39

4.9.1. <i>Python</i> : Mediciones en <i>CPU</i> y <i>GPU</i>	40
4.9.2. RISC-V	40
5. Resultados y Análisis	42
5.1. Resultados de <i>Python</i>	42
5.1.1. Funcionamiento	42
5.1.2. Tiempos Medidos	43
5.2. Resultados <i>RISC-V</i>	44
5.2.1. Funcionamiento	44
5.2.2. Tiempos Medidos	47
6. Conclusiones	48
6.1. Trabajo Futuro	48
Bibliografía	50
ANEXOS	51