

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA DE GESTIÓN Y
SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

LLMs y RAG para una mejor interacción con JIRA



Estudiante: Aróstegui García, Alberto

Directores: Egaña Aranguren, Mikel; López Novoa, Unai

Curso: 2023-2024

Fecha: 15 de mayo de 2024

Resumen:

Este trabajo se enfoca en explorar los límites de los ensayos a tracción para probetas de materiales compuestos.

Palabras Clave: *Materiales Compuestos*

Abstract:

English

Key Words:

Laburpena:

Euskera

Gako-hitzak:

Índice

Abreviaturas	7
1 Contexto	8
1.1 Gestión de proyectos	8
1.2 Herramientas	8
1.2.1 JIRA	8
1.2.2 Git - Gitlab	9
1.3 JiraGPT Next	9
2 Planificación	11
2.1 Tareas	11
2.2 Presupuesto	11
2.2.1 Costes de software	12
2.2.2 Costes de mano de obra	12
2.2.3 Costes de hardware	12
3 Tecnologías	13
3.1 Modelos grandes de lenguaje	13
3.2 Retrieval Augmented Generation	13
3.2.1 Funcionamiento	14
3.3 Word embeddings	14
3.4 Ontologías	15
3.5 Grafos de conocimiento	15
4 Diseño	17
4.1 Estado inicial	17
4.2 Propuestas	17
4.2.1 Ontología	18
4.2.2 Embeddings	19
Referencias	20

Índice de figuras

1	Esquema de división del trabajo	11
2	Esquema de funcionamiento de una arquitectura RAG.	14
3	Diagrama de RAG con ontología	19

Índice de tablas

Abreviaturas

API Application Programming Interface

JQL Jira Query Language

LLM Large Language Model

RAG Retrieval Augmented Generation

PLN Procesamiento del Lenguaje Natural

1. Contexto

Este trabajo de fin de grado responde a las necesidades de la empresa LKS Next-GobTech, una empresa de desarrollo de software con enfoque en la innovación. De cara a comprender los motivos por los que esta empresa requiere de lo estudiado en este trabajo, se han de poner en contexto las herramientas y metodologías que utilizan para mejorar la calidad del producto que desarrollan. Partiendo del TFG de un compañero de escuela, Joel García Escribano, que consiste en un asistente conversacional que genera consultas JQL a partir de preguntas hechas con lenguaje natural, se ha estudiado la posibilidad de añadir una arquitectura de RAG (Retrieval Augmented Generation) para aumentar la precisión de las respuestas que ofrece.

A continuación, se detallan las herramientas y metodologías que utiliza LKS Next-GobTech para la gestión de proyectos y se introduce la herramienta JiraGPTNext, que es el objeto de estudio de este trabajo.

1.1. Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es el conjunto de metodologías utilizadas para coordinar la organización, la motivación y el control de recursos con el fin de alcanzar un objetivo. En el caso del desarrollo de software, ha sido un tópico controversial y de relevancia durante su historia, según la conocida ley de Brooks, expuesta en su libro *The mythical man-month* [1], añadir desarrolladores a un proyecto que va detrás del plazo solo hará que se retrase. Dentro de LKS Next-GobTech, donde se coordinan varios proyectos a la vez, resulta crucial una buena organización y división del trabajo en grupos preestablecidos al inicio de estos, con el fin de llevar un óptimo desarrollo en el que se cumplan los plazos establecidos.

En vistas de lo expuesto, parece obvia la necesidad de una herramienta de software capaz de suplir las necesidades implícitas en el desarrollo de software, por lo que dentro de esta empresa, se utiliza una herramienta de software llamada *JIRA*.

1.2. Herramientas

1.2.1. JIRA

JIRA es una herramienta de software propietario desarrollada por Atlassian para coordinar proyectos basados en tareas, llamadas incidencias dentro de la jerga de la aplicación. Esta herramienta sirve tanto para uso interno, como para que acceda el cliente, pudiendo encontrar un punto centralizado donde compartir información sobre el progreso y el estado del proyecto.

Las incidencias son la división atómica de paquetes de trabajo, que representan una tarea cuantificable asignable a un desarrollador y que ayudan a medir el desarrollo llevado a cabo. Al disponer de estados para las incidencias, se puede consultar de manera sencilla cómo progresa el proyecto.

Dentro de estas se pueden registrar distintos datos, como el tiempo que se prevé que va a tomar la tarea y el tiempo real que toma, mediante registros de trabajo, medidos en horas. Asimismo, se puede incluir información de interés para quien vaya a ser asignado el desarrollo de la incidencia, como una descripción, un resumen o enlaces externos a documentación relevante.

En un proyecto JIRA gestionado en LKS Next-GobTech se gestiona un flujo para las incidencias detallado a continuación: el desarrollador que la realice marcará la incidencia como hecha, a lo que un desarrollador senior validará el trabajo realizado y decidirá si es correcto o si ha de ser mejorado. Una vez confirmado, se marcará como validada y podrá pasar a la vista del cliente, que podrá comprobar el trabajo realizado.

1.2.2. Git - Gitlab

Al igual que se necesita controlar el estado de trabajos en el proyecto, también es necesario llevar un control de versiones para un óptimo desarrollo de software. En el caso de LKS Next-GobTech se utiliza Git [2] como herramienta y Gitlab como punto centralizado donde guardar los repositorios.

Gitlab es una plataforma que permite gestionar las versiones del software y la colaboración entre desarrolladores. De esta manera, se crea un repositorio para cada proyecto que tiene la empresa y para cada uno de estos repositorios se otorgan permisos de modificación a los desarrolladores que vayan a trabajar en ese proyecto.

Además, se utiliza la integración de JIRA con Gitlab para relacionar las incidencias con cambios realizados en el repositorio asignado al proyecto, de manera que tanto la confirmación del trabajo realizado como del tiempo invertido pueden ser contrastados.

1.3. JiraGPT Next

Partiendo del trabajo realizado por Joel García, se dispone de JiraGPT Next como una herramienta que ayuda a recuperar incidencias filtradas utilizando lenguaje natural. De esta manera, una persona que no posea conocimiento técnico en la generación de consultas JQL podrá filtrar incidencias fácilmente.

Tras esta herramienta se encuentra una llamada de API a un LLM que, utilizando

una plantilla para guiar al modelo, pedirá que se traduzca la pregunta en lenguaje natural a una consulta JQL que responda a lo que se pide.

La idea detrás de este nuevo trabajo es realizar un estudio de la mejora de precisión obtenida utilizando arquitecturas RAG. Para ello, se propone modificar la estructura que se sigue para la generación de consultas JQL utilizando LangChain y bases de conocimiento de las que recuperar información relevante para la generación de la consulta.

Con este estudio se pretende observar si las distintas arquitecturas propuestas suponen un cambio significativo en la precisión de las consultas generadas.

2. Planificación

En esta sección se detallará la planificación del trabajo de fin de grado, en la que se incluirán los objetivos, la metodología y el cronograma de trabajo. Además, se incluyen los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

2.1. Tareas

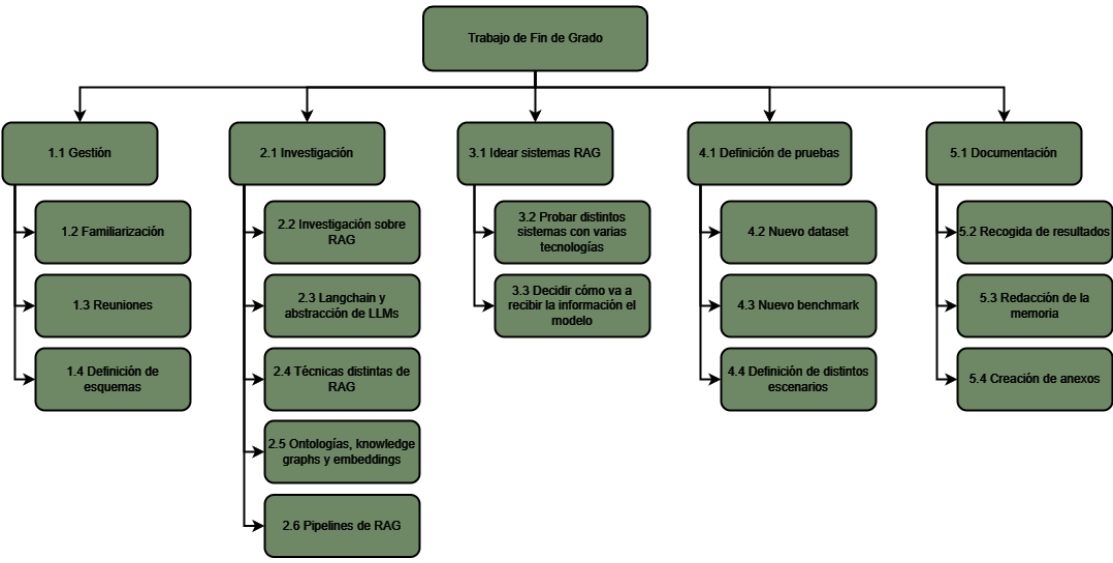


Figura 1: Esquema de división del trabajo

1.1 Pelicula
Paquete: maquineo exotico
Descripción: lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec auctor, nunc nec ultricies ultricies, nunc nunc.
Precondiciones: lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec auctor, nunc nec ultricies ultricies, nunc nunc.

2.2. Presupuesto

A lo largo de esta subsección se detalla el presupuesto necesario para el estudio transcurrido en este trabajo de fin de grado. Se incluyen los costes de los recursos humanos, los costes de los recursos materiales y los costes de los recursos software.

2.2.1. Costes de software

El estudio de este trabajo se ha realizado con herramientas de software de código abierto en la medida de lo posible, si bien también se ha hecho uso de llamadas de API de OpenAI.

Como editores de código y ontologías, se han utilizado Visual Studio Code y Pro-tégé respectivamente, ambos de código abierto y gratuitos. Para la gestión de versiones se ha utilizado Git, también de código abierto y gratuito.

2.2.2. Costes de mano de obra

Los costes de mano de obra se han calculado en base a las horas de trabajo invertidas en el proyecto y el salario medio de un ingeniero informático en España, además del coste de dos profesores adjuntos de la Universidad del País Vasco y un tutor de la empresa LKS Next-GobTech. En el caso del ingeniero informático, se asume un rol de programador junior, con un salario medio de 21000€ brutos anuales, al cual habría que descontarle impuestos y retenciones. En el caso del profesor adjunto, según la página de la UPV/EHU, el salario medio es de 34144€ brutos anuales.

2.2.3. Costes de hardware

Para la realización de este trabajo se han utilizado tanto un portátil Lenovo Thinkpad T14, durante la estancia en LKS Next-GobTech, como un ordenador de sobremesa montado por partes, con los siguientes componentes:

- Procesador: AMD Ryzen 7 7800X3D
- Tarjeta gráfica: NVIDIA GeForce RTX 2080 Super 8GB VRAM
- Memoria RAM: 32 GB DDR5

Valorado, en el momento de compra, en 1500€.

3. Tecnologías

A continuación se detallarán las distintas tecnologías que serán estudiadas durante este TFG. Cabe recalcar que varias de estas distintas tecnologías propuestas, como los grafos de conocimiento o las ontologías, han requerido de un estudio previo para poder ser implementadas en el proyecto.

Independientemente de los resultados que se obtengan con cada una de ellas, es necesario tener en cuenta el proceso de familiarización con las mismas, así como el tiempo invertido en su estudio y posterior implementación para un desempeño óptimo.

3.1. Modelos grandes de lenguaje

Dentro del campo de la inteligencia artificial y el Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), los modelos grandes de lenguaje, conocidos en inglés como Large Language Model (LLM) han sido una de las tecnologías más revolucionarias de los últimos años. Estos modelos son capaces de aprender de grandes cantidades de texto y generar texto de manera coherente y con sentido, pudiendo así responder a preguntas basándose en el contexto proporcionado.

Los LLMs se basan en arquitecturas de redes neuronales profundas, como los *transformers* [3], que permiten procesar secuencias de texto de manera más eficiente. Gracias a su mecanismo de atención, el cual permite al modelo enfocarse en las partes más relevantes de la secuencia de texto, los transformers han sido la base de muchos de los modelos de lenguaje más grandes y potentes de la actualidad.

A diferencia de modelos lingüísticos anteriores, los LLMs son capaces de aprender de manera no supervisada, lo que les permite obtener información de grandes cantidades de texto sin necesidad de etiquetas. Esto ha permitido el desarrollo de modelos masivos, como GPT-3 [4], que han demostrado ser capaces de realizar tareas de generación de texto, traducción, resumen, entre otras, con resultados sorprendentes.

3.2. Retrieval Augmented Generation

Se conoce como Retrieval Augmented Generation (RAG) a la arquitectura que combina la recuperación de información con la generación de texto. Esta arquitectura se compone de dos partes principales: un modelo de recuperación y un modelo de generación. El modelo de recuperación se encarga de recuperar información relevante de una base de conocimiento, mientras que el modelo de generación se encarga de generar texto basado en la información recuperada.

Esta arquitectura es especialmente útil cuando se trabaja con modelos de lenguaje grandes, ya que mejora el problema de las alucinaciones. En lugar de generar respuestas en base al conocimiento del que disponen durante el entrenamiento, que puede dar resultados erróneos, el modelo puede acceder a bases de conocimiento factual con las que puede generar respuestas más precisas y acordes al contexto.

3.2.1. Funcionamiento

El funcionamiento típico de esta arquitectura consta de un flujo dividido en dos partes principales, la recuperación de contexto y la generación de respuestas, que se explicarán brevemente a continuación:

Durante la recuperación de contexto se consulta en una base de conocimiento, que podría ser una base de datos vectorial, un grafo de conocimiento o una ontología, entre otros. Para hacer una consulta, se ha de contrastar la pregunta que un usuario haga con la información contenida, para obtener la información más relevante posible. Esta tarea requiere gran atención ya que es crucial de cara al desempeño que vaya a lograr el sistema.

Una vez se ha recuperado la información, se pasa a la generación de respuestas. En esta etapa, se utiliza la información recuperada junto con la pregunta inicial para guiar al modelo de lenguaje en la generación de respuestas. De esta manera, el modelo puede generar respuestas más precisas y acordes al contexto proporcionado.

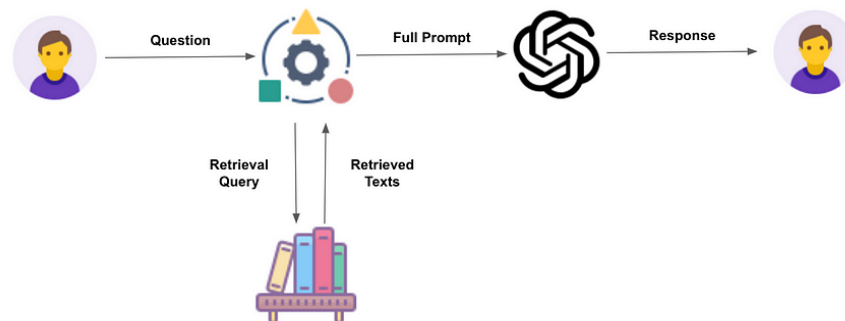


Figura 2: Esquema de funcionamiento de una arquitectura RAG.

3.3. Word embeddings

Los word embeddings, o simplemente embeddings, son una representación de palabras en un espacio multidimensional y son una técnica fundamental dentro del campo del PLN. Consiste en la transformación de palabras en vectores de nú-

meros reales dentro del espacio, de manera que se puedan realizar operaciones matemáticas con ellas.

Para transformar las palabras en vectores se busca capturar la semántica de las palabras, de manera que palabras similares tengan vectores cercanos. Los métodos tradicionales de embeddings, como *word2vec* [5] o *GloVe* [6], utilizan modelos de aprendizaje no supervisado para aprender la representación de las palabras a partir de grandes cantidades de texto.

Los embeddings tienen muchas aplicaciones, como la clasificación de texto, la traducción automática o la recuperación de información, además, son una técnica que a día de hoy se sigue estudiando y mejorando.

3.4. Ontologías

Una ontología en el campo de la informática es una especificación formal y explícita de una conceptualización. En otros términos, una ontología es una representación de un conjunto de conceptos dentro de un dominio y las relaciones entre esos conceptos.

La utilidad de las ontologías radica en que permiten a los sistemas de información compartir conocimiento de manera más eficiente, ya que proporcionan una estructura común y unificada para la representación de los datos. Además, las ontologías permiten la interoperabilidad entre sistemas, ya que facilitan la comunicación entre ellos al tener una representación común del conocimiento. A día de hoy, son objeto de estudio en combinación con los modelos de lenguaje, explorando la posibilidad de mejorar la interpretación de los datos y la generación de consultas.

El lenguaje usado para definir ontologías es el *Web Ontology Language* (OWL), que es un lenguaje de marcado semántico para publicar y compartir ontologías en la web. OWL es desarrollado por el *World Wide Web Consortium* (W3C) y es una extensión de *Resource Description Framework* (RDF), que es un modelo de datos basado en grafos para describir recursos web.

3.5. Grafos de conocimiento

Los grafos de conocimiento, conocidos más comúnmente como *knowledge graphs* en inglés, son estructuras de datos que representan información de manera semántica. Estos grafos se componen de nodos y aristas, donde los nodos representan entidades y las aristas representan relaciones entre estas entidades. Los grafos de conocimiento son especialmente útiles para representar información estructurada y para realizar consultas complejas sobre esta información.

Los grafos de conocimiento se popularizaron con la creación de *Google Knowledge Graph* en 2012, un servicio de Google que proporciona información adicional en los resultados de búsqueda. Este servicio se basa en un grafo de conocimiento que contiene información sobre una gran cantidad de entidades y relaciones entre estas entidades. Desde entonces, los grafos de conocimiento han sido utilizados en una gran variedad de aplicaciones, como la búsqueda semántica, las redes sociales y la recomendación de contenido.

En el ámbito de la inteligencia artificial, los grafos de conocimiento son especialmente útiles para mejorar el rendimiento de los modelos de lenguaje. Al combinar la información de un grafo de conocimiento con la información de un modelo de lenguaje, se pueden generar respuestas más precisas y acordes al contexto. Esto es una ventaja sobre los *Embeddings* ya que proporcionan un mayor contexto y una mayor precisión en las respuestas generadas. Son especialmente útiles en contextos donde es relevante mucha información interrelacionada, como en ámbitos de salud o medicina, donde es realmente útil tener en cuenta toda la información disponible para dar una respuesta precisa.

4. Diseño

Durante esta sección se hablará del punto de partida del asistente JiraGPT Next y del diseño que se ha propuesto como mejora para la precisión de las consultas generadas. Se presentarán 3 alternativas utilizando arquitecturas RAG, que buscan dotar al modelo de información sobre la generación de consultas JQL.

4.1. Estado inicial

Para cualificar el estado inicial del modelo se ha de poner en contexto la técnica utilizada para evaluar la precisión: un *benchmark* de 70 preguntas en el que se relaciona cada una con las incidencias que deberían ser recuperadas por el modelo.

La manera en la que se evalúa es ejecutando el conjunto entero de preguntas y evaluando si el asistente ha recuperado exactamente las incidencias contenidas en el conjunto de datos. Esto se decidió de esta manera ya que puede darse el caso en el que diferentes consultas devuelvan las mismas incidencias, lo que se consideraría correcto, con tal de que esas incidencias respondan a la pregunta del usuario.

En el momento de inicio de este trabajo, el asistente JiraGPT Next oscilaba entre un 45 y un 50 % de precisión en la recuperación de incidencias. Este resultado es fruto de una investigación sobre *prompt engineering* realizada previamente por Joel García [7]. El objetivo entonces, es buscar nuevas maneras de mejorar la precisión ofrecida por el modelo.

4.2. Propuestas

Se propone utilizar arquitecturas RAG para mejorar la precisión, ofreciendo al modelo información sobre la generación de consultas Jira Query Language (JQL). La idea detrás de esto es que, al tener un modelo de recuperación que pueda acceder a una base de conocimiento, el modelo de generación pueda generar respuestas más precisas y acordes al contexto proporcionado. Además, se propone un nuevo conjunto de datos:

Si bien el conjunto de datos inicial era robusto, se ha propuesto un nuevo conjunto, de 100 preguntas, que busca, no solo tener más datos, sino hacerlos más diversos y cambiar en cierto modo las preguntas para cubrir el máximo número de casos posible. Este conjunto de datos se ha pensado durante el desarrollo y las diferentes pruebas lanzadas y también se ha usado como apoyo un dataset existente en *Hugging Face* [8].

A continuación, se describirán las distintas alternativas propuestas para mejorar la precisión del modelo JiraGPT Next.

4.2.1. Ontología

Durante el inicio de este trabajo se consultaron artículos como *Sequeda et al.* [9], que exploraban la posibilidad de utilizar ontologías en el prompt para mejorar la interpretación de los datos y la generación de consultas SQL, logrando resultados prometedores. Partiendo de esta idea, se propone entonces crear una ontología que represente las reglas que existen en las consultas JQL. La información que se pretende representar en la ontología se ha extraído directamente de la documentación oficial de Jira, brindada por Atlassian, donde se detallan las reglas que se deben seguir para la creación de consultas JQL [10]. Esta ontología serviría para interpretar las reglas que hay que seguir al generar consultas JQL, además, consta de ejemplos en cada una de las clases definidas, que ayuda a comprender mejor el funcionamiento de las reglas.

Para crear esta ontología se ha utilizado el software *Protégé* [11], una herramienta de código abierto para la creación de ontologías desarrollada por la Universidad de Stanford. La ontología se ha desarrollado siguiendo el estándar *Web Ontology Language* (OWL), que es un lenguaje de marcado semántico para publicar y compartir ontologías en la web. OWL es desarrollado por el *World Wide Web Consortium* (W3C) y es una extensión de *Resource Description Framework* (RDF).

Durante esta parte, se considera una ejecución del benchmark como *baseline* para comparar los resultados obtenidos con la ontología y sin ella. Esta primera ejecución se realizaría inyectando el archivo entero de la ontología en el prompt, de manera que el modelo pueda acceder a la información de la ontología y utilizarla para generar consultas más precisas.

Esta aproximación podría presentar resultados que, a priori, parecieran prometedores. Sin embargo, de cara al coste de inyectar un prompt tan grande, no es viable en un entorno de producción. Por ello, se propone una recuperación de información de la ontología dado un campo relevante para la pregunta del usuario. El diagrama en la siguiente figura muestra cómo será la interacción entre el modelo y la ontología.

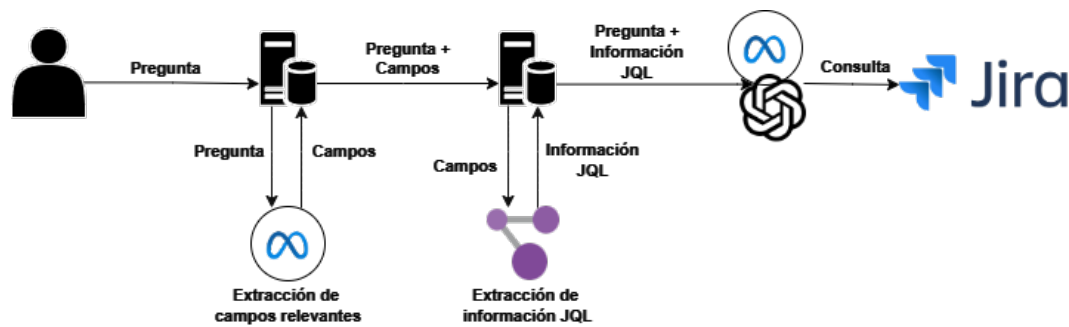


Figura 3: Diagrama de RAG con ontología

Si bien una ontología es una manera de representar un espacio de conocimiento, la documentación de Jira no presenta una estructura demasiado compleja que representar con la semántica de una ontología. Podría considerarse que, por ende, no es realmente necesario el uso de una ontología para representar las reglas de JQL. Sin embargo, tras lo realizado en este trabajo, no sería complicado utilizar otra ontología que reuniese información más compleja y permitiese explotar la semántica de la ontología para mejorar la generación de consultas JQL.

4.2.2. Embeddings

De igual manera que en el diseño de la ontología, se propone capturar en esta base de datos vectorial la documentación oficial de Jira. Esta base de conocimiento prueba a guardar los embeddings de los diferentes descripciones dentro de la documentación. La información que se ha considerado relevante ha sido cada campo/operador/función y sus respectivos ejemplos. De esta manera, dada una pregunta se podrían obtener los embeddings de las palabras y compararlas con los embeddings de la base de datos, de manera que el modelo obtenga ejemplos de campos relevantes para la pregunta del usuario.

Para capturar toda la información de la documentación se ha diseñado un programa en Python que realiza técnicas de *web scraping* y recorre las entradas de la documentación extrayendo de las tablas los ejemplos. Una vez hecho esto, se guarda en un archivo de texto que será dividido en diferentes partes para ser procesado por el modelo de embeddings.

Referencias

- [1] Frederick P. Brooks. *The mythical man-month – Essays on Software-Engineering*. Addison-Wesley, 1975.
- [2] Scott Chacon y Ben Straub. *Pro git*. Apress, 2014.
- [3] Ashish Vaswani et al. «Attention is All you Need». En: *Advances in Neural Information Processing Systems*. Ed. por I. Guyon et al. Vol. 30. Curran Associates, Inc., 2017. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf.
- [4] Tom Brown et al. «Language Models are Few-Shot Learners». En: *Advances in Neural Information Processing Systems*. Ed. por H. Larochelle et al. Vol. 33. Curran Associates, Inc., 2020, págs. 1877-1901. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2020/file/1457c0d6bfcb4967418bfb8ac14-Paper.pdf.
- [5] Tomas Mikolov et al. *Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space*. 2013. arXiv: [1301.3781](https://arxiv.org/abs/1301.3781) [cs.CL].
- [6] Jeffrey Pennington, Richard Socher y Christopher Manning. «GloVe: Global Vectors for Word Representation». En: *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. Ed. por Alessandro Moschitti, Bo Pang y Walter Daelemans. Doha, Qatar: Association for Computational Linguistics, oct. de 2014, págs. 1532-1543. DOI: [10.3115/v1/D14-1162](https://doi.org/10.3115/v1/D14-1162). URL: <https://aclanthology.org/D14-1162>.
- [7] Joel García Escribano. «JiraGPT Next». En: (2023).
- [8] @ManthanKulakarni. *Text2JQL*. Accessed: during March 2024. URL: https://huggingface.co/datasets/ManthanKulakarni/Text2JQL_v2.
- [9] Juan Sequeda, Dean Allemang y Bryon Jacob. *A Benchmark to Understand the Role of Knowledge Graphs on Large Language Model's Accuracy for Question Answering on Enterprise SQL Databases*. 2023. arXiv: [2311.07509](https://arxiv.org/abs/2311.07509) [cs.AI].
- [10] Atlassian. *Use advanced search with Jira Query Language (JQL)*. Accessed: 2024-03-30. URL: <https://support.atlassian.com/jira-service-management-cloud/docs/use-advanced-search-with-jira-query-language-jql/>.
- [11] Stanford University. *Protégé*. Accessed: 2024-03-20. URL: <https://protege.stanford.edu/>.