



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Τμήμα Ηλεκτρολόγων
Μηχανικών και Μηχανικών
Ηλεκτρονικών Υπολογιστών
και Πληροφορικής

Προπτυχιακή εργασία

MarinEnGPT: Μια Εφαρμογή RAG με Θέμα τη Ναυπηγική Μηχανική

Εμμανουήλ Οικονόμου

Λεμεσός, Μαΐος 2025

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Προπτυχιακή εργασία

**MarinEnGPT: Μια Εφαρμογή RAG με Θέμα τη
Ναυπηγική Μηχανική**

του

Εμμανουήλ Οικονόμου

Επιβλέπων/ουσα Καθηγητής/τρια:

Δρ. Ανδρέας Ανδρέου

Λεμεσός, Μαΐος 2025

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Εμμανουήλ Οικονόμου, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον πατέρα μου, Βασίλειο Οικονόμου και τον κύριο Γιάννη Μαργαρίτη, για την καθοριστική συνδρομή τους στον σχηματισμό της δεξαμενής δεδομένων που έχει υλοποιηθεί για σκοπούς της εφαρμογής.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τον μεγαλύτερό μου υποστηρικτή.

Και φυσικά, τον αναγνώστη που επιθυμεί να αφιερώσει τον χρόνο του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά πειραματικά και εφαρμόζει πρακτικά την αρχιτεκτονική Ανάκτησης-Επαυξημένης Γέννησης (RAG) για τον εμπλουτισμό των Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (LLM) με εξειδικευμένη γνώση προερχόμενη από τεχνικά εγχειρίδια ναυπηγικής μηχανικής. Τα εγχειρίδια αυτά, όντας συχνά μη δομημένα, πολυγλωσσικά και ποικίλης ποιότητας, παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις στην αποτελεσματική ανάκτηση πληροφοριών. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε και αξιολογήθηκε το σύστημα "MarinEnGPT". Κύριος σκοπός ήταν η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου αγωγού (pipeline) που περιλαμβάνει την πολυτροπική ψηφιοποίηση των εγχειριδίων, την αυτόματη δόμηση του περιεχομένου τους μέσω προηγμένων μοντέλων Τεχνητής Νοημοσύνης και παραμετροποιήσιμων σχημάτων δεδομένων, τη δημιουργία και αποθήκευση διανυσματικών ενσωματώσεων, και την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής διεπαφής για την υποβολή ερωτημάτων σε φυσική γλώσσα. Η εργασία εξετάζει τη διαδικασία ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων RAG, αναδεικνύει τις εγγενείς προκλήσεις της τεχνολογίας ως αναδυόμενης, και παρουσιάζει ως κύρια παραδοτέα το λειτουργικό σύστημα MarinEnGPT καθώς και ένα ολοκληρωμένο, ενσωματωμένο πλαίσιο για την πολύπλευρη αξιολόγηση της απόδοσής του. Η προσέγγιση αυτή στοχεύει στη διευκόλυνση της πρόσβασης σε κρίσιμη τεχνική γνώση και στην υποστήριξη των επαγγελματιών του ναυτιλιακού τομέα.

Λέξεις κλειδιά: Ναυπηγική Μηχανική, Τεχνικά Εγχειρίδια, Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα, Πολυτροπική Τεχνητή Νοημοσύνη, Ανάκτηση-Επαυξημένη Γέννηση, Εξαγωγή Πληροφοριών

ABSTRACT

This thesis experimentally investigates and practically applies the Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture for enriching Large Language Models (LLMs) with specialized knowledge derived from marine engineering technical manuals. These manuals, often unstructured, multilingual, and of varying quality, present significant challenges to effective information retrieval. In this context, the "MarinEnGPT" system was developed and evaluated. The main aim was the creation of a comprehensive pipeline that includes the multimodal digitization of manuals, automatic structuring of their content using advanced Artificial Intelligence models and configurable data schemas, the generation and storage of vector embeddings, and the development of a web-based interface for submitting natural language queries. The work examines the development process of such RAG systems, highlights the inherent challenges of this emerging technology, and presents as main deliverables the operational MarinEnGPT system as well as a comprehensive, integrated framework for its multifaceted performance evaluation. This approach aims to facilitate access to critical technical knowledge and support professionals in the maritime sector.

Keywords: Marine Engineering, Technical Manuals, Large Language Models (LLMs), Multimodal A, Retrieval-Augmented Generation (RAG), Information Extraction