**中图分类号：TP391.1**

**论文编号：10006SY1506325**



专业硕士学位论文

**适航审定中软件配置管理**

**关键技术研究**

作者姓名 王鑫冶

学科专业 计算机技术

指导教师 曹庆华 教授

培养院系 计算机学院

**Research of the Key Technology in Software Configuration Management of Airworthiness Certification**

A Dissertation Submitted for the Degree of Master

**Candidate：Wang Xinye**

**Supervisor：Prof. Cao Qinghua**

School of Computer Science & Engineering

Beihang University, Beijing, China

**中图分类号：TP391.1**

**论文编号：10006SY1506325**

硕 士 学 位 论 文

适航审定中软件配置管理关键技术研究

作者姓名 王鑫冶 申请学位级别 学术硕士

指导教师姓名 曹庆华 职 称 教授

学科专业 计算机技术 研究方向 软件适航

学习时间自 2015年 09月 01日 起 至 2019年 06月 09日止

论文提交日期 2019年 05月 12日 论文答辩日期 2019年 05月 23日

学位授予单位 北京航空航天大学 学位授予日期 年 月 日

关于学位论文的独创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在指导教师指导下独立进行研究工作所取得的成果，论文中有关资料和数据是实事求是的。尽我所知，除文中已经加以标注和致谢外，本论文不包含其他人已经发表或撰写的研究成果，也不包含本人或他人为获得北京航空航天大学或其它教育机构的学位或学历证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对研究所做的任何贡献均已在论文中做出了明确的说明。

若有不实之处，本人愿意承担相关法律责任。

学位论文作者签名： 日期： 年 月 日

学位论文使用授权书

本人完全同意北京航空航天大学有权使用本学位论文（包括但不限于其印刷版和电子版），使用方式包括但不限于：保留学位论文，按规定向国家有关部门（机构）送交学位论文，以学术交流为目的赠送和交换学位论文，允许学位论文被查阅、借阅和复印，将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，采用影印、缩印或其他复制手段保存学位论文。

保密学位论文在解密后的使用授权同上。

学位论文作者签名： 日期： 年 月 日

指导教师签名： 日期： 年 月 日

**摘 要**

随着国内航空事业的发展，确保机载软件可靠性、保证飞机安全变得越来越重要。通过管理生命周期数据，使用研发过程中生成的证据对软件进行审查，是保证软件可靠性和安全性的主要方法。软件配置管理作为软件开发过程的必要环节和软件开发管理的基础,贯穿整个软件生命周期，对软件配置管理过程进行审定，是进行适航审定的重要方面。目前的审定工作中，软件相关的文档越来越大，越来越多，而绝大多数审查依靠专家人工审查，这种审查方式需要耗费大量的时间、人力，工作效率低、周期长、成本高、质量控制难以把握。本文深入研究适航软件研发、审定中生命周期数据与过程、目标之间关系，对符合Do-178c标准的适航软件开发过程的配置管理过程进行研究，提出了对配置管理过程进行审定的方法，建立了适航领域配置管理审定模型。

本文的主要研究工作和创新性成果包括如下几个部分：

（1）研究并提取了适航审查配置管理过程的关键数据项、数据元及数据间的约束关系。对Do178c中生命周期数据概念及配置管理过程的目标进行研究，结合软件配置管理的概念与流程，提出统一的变更管理流程，确定了适航审定中配置管理过程的关键配置项、配置元以及应满足的约束关系。

（2）提出了对变更影响分析、变更新生成的配置项的追溯性进行审查的方法。通过文本相似度计算需求或需求派生配置项之间的相似度并进行选择排序，得到追溯矩阵，将得到的追溯矩阵与生命周期数据内容进行比较来进行审查。并对文本相似度计算方法进行改进，提高生成的追溯矩阵的准确性。

（4）综合适航领域文档的特殊性和以上两个部分的研究，建立了适航领域软件配置管理审定模型。该模型综合考虑适航软件配置管理过程中数据项元素间的流程约束关系以及追溯性约束关系，对配置管理过程是否符合Do178c标准的符合性要求进行审查。

（4）实现了基于Tr-WELR模型的适航领域软件需求跟踪原型系统。该系统包括适航软件数据管理模块、计算模块和用户管理模块，其中计算模块是核心模块，包括中文分词及翻译、数据预处理、文本相似度计算、软件文档层级关系建立和适航审定目标满足性判定等子模块。（这部分应该与赵腾的格式相同）

关键词：DO178C，软件配置管理，证据管理，适航审查，文本语义相似度

**Abstract**

With the development of domestic aerospace industry, airborne software plays an increasingly important role. Software requirement traceability links not only are the key basis to ensure the correctness and rationality of the whole software lifecycle, but also are the one of important elements of software airworthiness certification work. As the scale of software is larger and larger and more and more software documents are created, manually creating requirement traceability links becomes harder and error-prone easier.

From the perspective of text, this paper analyses the airborne software documents, and proposed the software requirement traceability models in airworthiness based on word embedding and learning to rank. The main research and contributions of this paper are as follows:

(1) The paper proposed a domain-specific method to calculate semantic similarity of texts. This method trains word embedding with domain dataset, brings in domain dictionary to segment professional documents, and leverages query expansion and weighting strategy to improve the existing algorithm which calculates semantic similarity of texts. This paper used the improved method to complete preliminary task of requirement traceability, and the results proved that our method improved the precision of calculation of semantic similarity.

(2) We improved the loss function of IR SVM, a learning to rank algorithm, leveraged the text semantic similarity as the weight of pairwise learning to rank algorithm, and used text semantic similarity which contain multi-layer information to substitute the weighting method of IR SVM which relates to different levels’ text. We use the improved IR SVM algorithm to recalculate the preliminary results, and the experiment results show that the improved IR SVM algorithm is effective and can improve the precision of final results.

(3) Through the improvement of the above two parts, this paper proposed software requirement traceability model in airworthiness, called Tr-WELR (Traceability based on Word Embedding and Learning to Rank). This model comprehensively take the particularity of airworthiness, the relatedness of text context and the secondary utilization of primary ordered list into consideration and it can be re-trained by more accurate data which is confirmed by authorized personnel. This paper compares our model with the state-of-the-art models ENRL, and it turns out that the effectiveness of our model in the task of requirement traceability and our model shows better performance.

(4) This paper implements the software requirement traceability prototype system based on Tr-WELR model. This system mainly consists of airworthiness software data management module, calculation module and user management module. And calculation module is the key module, which contains Chinese word segmentation and translation, data preprocessing, the calculation of semantic similarity of texts, the establishment of layer relationship of software document and the determination of satisfaction of airworthiness approval target.

**Key words:** software requirement traceability, word embedding, semantic similarity of texts, learning to rank