



西安交通大学

## 硕士研究生学位论文选题报告

学 号:	3118311127
姓 名:	张蕊峰
导 师:	赵加坤
论文题目:	自动化机器学习用于系统健康管理
学科专业:	软件工程
学 院:	软件学院
填写时间:	2020 年 3 月 16 日

西安交通大学研究生院制

## 硕士研究生学位论文选题报告填写说明及管理规定

硕士学位论文选题报告是做好学位论文的基础，为了完善硕士研究生过程质量监控体系，提高硕士研究生培养质量，要求在校硕士生应在第三学期结束前（两年毕业试点学院的硕士生应在第二学期结束前）完成学位论文选题报告。

一、硕士生在查阅一定的国内外文献资料基础上，填写完成《硕士研究生学位论文选题报告》。

二、《硕士研究生学位论文选题报告》完成以后，应组织公开的学位论文选题报告会。

三、选题报告会由学院或系、所负责组织，选题报告会的评审专家组一般由3-5名副高以上（含副高）人员组成。评审专家在选题报告会后负责就选题的意义、文献综述、研究内容、可能遇到的问题、是否通过选题等写出结论性的审查意见，并将结果和相关材料留学院备案。

四、《硕士研究生学位论文选题报告》必须采用A4纸双面打印，左侧装订成册，各栏空格不够时，请自行加页。本表可在研究生院主页<http://gs.xjtu.edu.cn/>下载。

五、《硕士研究生学位论文选题报告》由学院归档。

## 论文题目：自动化机器学习用于系统健康管理

论文类型：（1）基础研究；（2）应用基础研究；（3）√应用研究；（4）其它

**一、选题的科学依据**（1、选题背景；2、理论意义和应用价值；3、国内外研究现状及发展趋势。附主要参考文献）

### 1. 选题背景及意义

可靠性、安全性、可用性、维修性对机械设备至关重要,及时状态检测和维修已经成为现代设备必备的能力，故障检测和隔离领域现在有了一定的发展，但在系统一级对实时决策的技术限制仍然存在，新的健康管理方案也仍然需要保证安全边际。这是由于操作上的不确定性以及没有考虑服务期间所有可能发生的故障。事实是，虽然现代系统是可靠和安全的，但它们的运行和维护成本越来越高。维护措施必须包括修理过程的可量化措施，以及对将要进行修理的方式的定量说明。例如，确定哪些部件需要修理而不是丢弃或更换，修理的水平，所需的测试设备和技能以及维修计划。

### 2. 理论意义和应用价值

鉴于现代技术能力的进步，拥有综合健康管理和诊断策略成为系统运行生命周期的重要组成部分，如制造业、航空航天、汽车、重工业、发电和交通运输都需要预后技术（PHM），这是因为它可以用于检测异常、分析故障和基于最新信息预测未来状态。剩余使用寿命（RUL）是 PHM 的研究重点，它广义地讲，是指一个系统正常工作一段时间后，能够正常运转的时间。狭义地讲，是指系统的部件或子系统从当前时刻到发生潜在故障的预计持续正常工作时间。做 RUL 分析的意义在于，通过数据分析的方法，确定目标需要进行检修或更换的时间。如果我们能够准确地预测发动机何时会出现故障，那么我们就可以提前做出明智的维修决策，从而避免灾难，降低维修成本，并简化操作活动。

### 3. 国内外研究现状及发展趋势

近年来，剩余使用寿命的研究方法大致可以分为传统机器学习和深度学习两大类。传统机器学习用的比较多的模型有 NLP [1]，SVR [2]，RVR[3]等，模型本身比较简单和成熟，但是由于这些模型无法拟合非常复杂的非线性函数，使得捕捉传感器和 RUL

之间的复杂关系变得非常困难。

与传统的机器学习相比，近年来出现的深度学习由于其强大的模型表达能力和端到端学习能力而相对削弱了特征工程的重要性。但是，为了获得令人满意的架构，包括数据处理，特征工程，模型选择和超参数在内的每个建模步骤都需要相应地进行更改和优化。例如，为了获得合适的剩余使用寿命评估的卷积神经网络（CNN）[4]结构，我们经过了包括数据限制，切片窗口策略和模型选择等各种操作，才得到了由分段的多元时间序列输入，2个卷积滤波器层，2个池组成过滤层和一个完全连接的层的架构。在用 Long short Memory Network（LSTM）[5]做剩余使用寿命评估时，为了评估使用不同网络架构的模型的性能，作者从节点和层的数量下手研究对训练数据执行了10次交叉验证，这需要工程师具有丰富的经验，因为单从层和节点的数量来说就有无数种选择。同样，递归神经网络（RNN）[6]的作者也根据自己的经验手动调试出有限的几种建模组合，并挑出最好的配置作为上线用的系统配置。

从少量的尝试中找到一个高质量的模型解决方案，不仅需要工程师有丰富的模型制作经验，也可能需要一点运气，成本和风险都比较高。为了解决这个问题，我们考虑使用自动神经网络评估剩余使用寿命。

### 参考文献：

- [1] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams, Learning representations by back-propagating errors, *Nature* 323 (6088) (1988) 696 – 699.
- [2] L. C. Chang, C.C., Libsvm: a library for support vector machines.
- [3] M. E. Tipping, The relevance vector machine (1999) 652 – 658.
- [4] G. S. Babu, P. Zhao, X. Li, Deep convolutional neural network based regression approach for estimation of remaining useful life (2016) 214 – 228.
- [5] S. Zheng, K. Ristovski, A. K. Farahat, C. Gupta, Longshort-term memory network for remaining useful life estimation (2017) 88 – 95.
- [6] F. O. Heimes, Recurrent neural networks for remaining useful life estimation (2008) 1 – 6.
- [7] X. He, K. Zhao, X. Chu, Automl: A survey of the state-of-the-art., *arXiv:Learning*.
- [8] R. S. Sutton, A. G. Barto, Reinforcement learning: An introduction.

- [9] T. Back, H. Schwefel, An overview of evolutionary algorithms for parameter optimization, *Evolutionary Computation* 1 (1) (1993) 1 – 23.
- [10] B. Zoph, V. K. Vasudevan, J. Shlens, Q. V. Le, Learning transferable architectures for scalable image recognition (2018) 8697 – 8710.
- [11] E. Real, A. Aggarwal, Y. Huang, Q. V. Le, Regularized evolution for image classifier architecture search, *arXiv: Neural and Evolutionary Computing*.
- [12] H. Liu, K. Simonyan, O. Vinyals, C. Fernando, K. Kavukcuoglu, Hierarchical representations for efficient architecture search, *arXiv: Learning*.
- [13] A. Brock, T. Lim, J. M. Ritchie, N. Weston, Smash: One-shot model architecture search through hypernetworks.
- [14] B. Baker, O. Gupta, R. Raskar, N. Naik, Accelerating neural architecture search using performance prediction, *arXiv: Learning*.
- [15] T. Elsken, J. H. Metzen, F. Hutter, Simple and efficient architecture search for convolutional neural networks, *arXiv: Machine Learning*.
- [16] H. Pham, M. Y. Guan, B. Zoph, Q. V. Le, J. Dean, Efficient neural architecture search via parameter sharing, *arXiv: Learning*.
- [17] H. Cai, T. Chen, W. Zhang, Y. Yu, J. Wang, Efficient architecture search by network transformation (2018) 2787 – 2794.
- [18] G. Bender, P. Kindermans, B. Zoph, V. K. Vasudevan, Q. V. Le, Understanding and simplifying one-shot architecture search (2018) 550 – 559.
- [19] C. Liu, B. Zoph, M. Neumann, J. Shlens, W. Hua, L. Li, L. Feifei, A. L. Yuille, J. Huang, K. Murphy, Progressive neural architecture search (2018) 19 – 35.
- [20] H. Liu, K. Simonyan, Y. Yang, Darts: Differentiable architecture search, *arXiv: Learning*.
- [21] B. Colson, P. Marcotte, G. Savard, An overview of bilevel optimization, *Annals of Operations Research* 153 (1) (2007) 235 – 256.
- [22] E. Ramasso, A. Saxena, Performance benchmarking and analysis of prognostic methods for cmappss datasets., *International Journal of Prognostics and Health Management* (2014) 1 – 15.

[23] J. Zilly, R. K. Srivastava, J. Koutnik, J. Schmidhuber, Recurrent highway networks, arXiv: Learning.

[24] L. Jayasinghe, T. Samarasinghe, C. Yuen, S. S. Ge, Temporal convolutional memory networks for remaining useful life estimation of industrial machinery, arXiv: Learning.

## 二、主要研究内容和方案

### 1. 研究内容

本文主要研究 AutoML 用于剩余使用寿命评估，用给定的基准数据自动搜索网络架构和评估，从而找到最好的网络架构。主要的研究内容有以下几方面：

- 1、对剩余使用寿命进行探索研究，研究剩余使用寿命的核心内容。
- 2、施加一个限制来控制涉及各种深度学习体系结构的计算数量，从健康数据（如 C-MAPSS）中获取尽可能多的特征。
- 3、研究 AutoML 的理论以及领域知识，清楚 AutoML 的三个基本部分：特征工程、模型选择、算法选择。
- 4、对 AutoML 中的算法进行研究，发展基本和高级的搜索策略；将算法进行改进，使运用于目标检测和图像的算法适合时间序列的研究。
- 5、研究 DARTS 模型,对其过程进行研究,熟悉该模型如何运行,对比其他 AutoML 模型,是否适合我们接下来的研究。

### 2. 方案

从自动机器学习的角度解决剩余使用寿命的研究。目前自动机器学习的模型有很多，比如ENAS，NASNet，DARTS等，它们从不同的搜索策略，优化策略等方面开始研究，但是目前这些模型都是在目标检测和图像分类方面的研究。没有时间序列相关方面的，我们打算从DARTS代码入手，先研究如何将代码适合时间序列，然后再改进算法，提升算法效率。

## 三、研究计划及预期进展

时间	研究内容	预期效果
2020.03-2020.04	进行论文开题调研，确定研究方向及方案，撰写论文开题报告	确定研究方向及方案
2020.04-2020.06	数据集的选取以及预处理	根据数据集的特点进行预处理，着重数据集的归一性和无效数据的筛选。
2020.07-2020.10	针对主体模型框架进行改进，使运用于目标检测和图像的算法适合时间序列的研究	使该算法适合于时间序列的研究并且提高模型的准确率，达到最好或超过当前最好
2020.11-2021.01	不断地改进模型中可能出现的问题	模型达到预期的效果，甚至更好
2020.01-2021.04	撰写论文	论文高质量完成

#### 四、指导教师意见

选题有新意，有实际应用价值，有自己独到的观点，能够反映出学生的创造性劳动，结构安排合理，分工明确，有足够的理论和实例支撑。

签名：\_\_\_\_\_

日期： 年 月 日

**五、选题报告会记录**（着重记录评审专家的质疑问题与研究生的回答要点，以及专家对选题的具体修改意见）

**六、论文选题评价结果**（请评审专家在相应等级后的“（ ）”内打“√”，并给出评语）

评价结果： 通过（ ）； 修改后通过（ ）； 不通过（ ）

评语：



评审专家小组签名：组长\_\_\_\_\_

成员\_\_\_\_\_

时间：            年    月    日

课题来源：（1）纵向课题；（2）横向课题；        （3）√ 自选课题；（4）其它

