

人工智能在自动化软件测试技术中的应用研究

陈志坚, 陈星

(天翼视联科技股份有限公司)

【摘要】文章介绍了人工智能如何改变和提升自动化软件测试的技术和效果, 主要从三个方面进行了分析和展示: 测试用例生成、测试执行和测试评估。人工智能利用自然语言处理、机器学习、深度学习等方法, 可以从软件的模型、规约、数据等信息中, 自动地产生高质量的测试用例, 自动地执行测试用例并收集测试结果, 自动地分析测试结果并给出评价和建议。人工智能不仅可以提高软件测试的效率和质量, 降低软件测试的成本和风险, 还可以提供更自然、友好、智能、创新的软件测试体验。本文还探讨了人工智能在自动化软件测试中面临的挑战和未来的发展方向, 为软件测试领域的研究和实践提供了新的思路和视角。

【关键词】人工智能; 自动化软件测试; 测试用例生成; 测试执行; 测试评估

中图分类号: TP311.53; TP18

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.046

Research on the Application of Artificial Intelligence in Automated Software Testing Technology

CHEN Zhi-jian, CHEN Xing

(Tianyi Shilian Technology Co., Ltd.)

【Abstract】This article introduces how artificial intelligence can change and enhance the technology and effectiveness of automated software testing, mainly analyzing and demonstrating from three aspects: test case generation, test execution, and test evaluation. Artificial intelligence utilizes natural language processing, machine learning, deep learning, and other methods to automatically generate high-quality test cases from software models, specifications, data, and other information, execute test cases automatically, collect test results, analyze test results automatically, and provide evaluations and recommendations. Artificial intelligence can not only improve the efficiency and quality of software testing, reduce the cost and risk of software testing, but also provide a more natural, friendly, intelligent, and innovative software testing experience. This article also explores the challenges and future development directions of artificial intelligence in automated software testing, providing new ideas and perspectives for research and practice in the field of software testing.

【Keywords】artificial intelligence; automated software testing; test case generation; test execution; test evaluation

1 引言

软件测试是保证软件质量和功能的重要环节, 随着人工智能技术在软件测试领域的应用, 形成了自动化软件测试的概念和方法。本文综述了人工智能在自动化软件测试技术中的应用研究, 包括测试用例生成、测试执行、测试评估等方面, 以及面临的挑战和未来的发展^[1]。

2 人工智能在自动化软件测试用例生成技术中的应用

测试用例是验证软件功能或性能的一组输入、输出和条件。人工智能技术被应用到测试用例的生成技术中, 自动地从软件的信息中, 产生测试用例, 提高效率和质量^[2]。人工智能在测试用例的生成技术中的应用, 可以分为以下几种类型(见图1)。

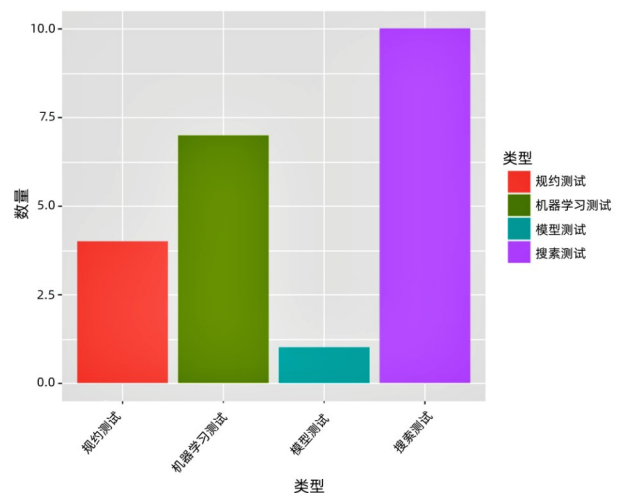


图1 人工智能在软件测试用例的生成技术中的应用类型的数量

1) 基于模型的测试用例生成技术

从软件的模型中, 自动地生成测试用例。基于

模型的测试用例生成技术可以从高层次的抽象中生成测试用例,提高覆盖率和有效性。例如,有研究利用有限状态机模型,自动地生成符合软件需求的测试用例,实现了对软件的功能和性能的全面测试。

2) 基于规约的测试用例生成技术

从软件的规约中,自动地生成测试用例。基于规约的测试用例生成技术可以从精确和完整的描述中生成测试用例,提高正确性和一致性。例如,有研究利用自然语言处理方法,自动地从软件的自然语言规约中,提取和生成测试用例,实现了对软件的语义和语法的准确测试^[3]。

3) 基于搜索的测试用例生成技术

通过搜索算法,自动地寻找满足软件测试目标的测试用例。基于搜索的测试用例生成技术可以适应不同的软件测试目标,灵活地调整生成策略,克服测试用例空间的复杂性和巨大性^[4]。例如,有研究利用遗传算法,自动地生成满足软件的结构覆盖率的测试用例,实现了对软件的结构和逻辑的有效测试。

4) 基于机器学习的测试用例生成技术

通过机器学习方法,自动地从软件的数据中,学习和生成测试用例。基于机器学习的测试用例生成技术可以利用软件的实际数据,生成更贴近软件的实际情况和用户需求的测试用例,提高实用性和可信性。例如,有研究利用深度学习方法,自动地从软件的历史测试用例中,学习和生成新的测试用例,实现了对软件的持续和增量的测试。

3 人工智能在自动化软件测试执行技术中的应用

测试执行是对软件进行实际的运行和测试,检验软件的功能和性能,发现和定位软件的缺陷和故障。传统的人工测试执行方法存在效率低、成本高、准确性差等问题。人工智能技术被应用到测试执行技术中,自动地执行测试用例,自动地收集和记录软件的输出和行为,提高测试执行的效率和质量^[5]。人工智能在测试执行技术中的应用,可以分为以下四种类型。

1) 基于图形用户界面的测试执行技术

通过图形用户界面,自动地执行测试用例。图形用户界面是软件的可视化的界面,如按钮、菜单、窗口、图标等。基于图形用户界面的测试执行技术可以模拟用户的真实操作,生成更贴近用户的测试

结果,提高软件的用户体验和满意度。例如,有研究利用图像识别和机器视觉方法,自动地识别和操作软件的图形用户界面,实现了对软件的图形用户界面自动化测试。

2) 基于自然语言的测试执行技术

借助自然语言自动执行测试用例。自然语言是人类日常交流所使用的语言,如中文、英文、日文等。基于自然语言的测试执行技术可提供更自然、友好的交互方式,生成更符合人类认知习惯的测试结果,提升软件的自然语言交互能力与智能水平。例如,有研究利用自然语言理解与生成方法,自动将自然语言描述的测试用例转化为软件可识别的输入,或将软件输出转换为自然语言形式的测试结果,实现了软件的自然语言自动化测试。

3) 基于智能代理的测试执行技术

通常借助智能代理自动执行测试用例。智能代理是具备自主性与智能性的软件实体,可代表用户或其他系统与软件交互,完成特定任务或目标。基于智能代理的测试执行技术能提供更灵活、高效的交互方式,生成更贴合软件运行逻辑的测试结果,提升软件的环境适应性与协同能力。例如,有研究利用强化学习与多智能体系统方法,自动训练并部署智能代理,实现了基于智能代理的软件自动化测试。

4 人工智能在自动化软件测试评估技术中的应用

测试评估是对软件质量与功能进行评价优化的核心环节。将人工智能技术应用于测试评估,可自动分析评估测试结果,并生成软件质量评价及改进建议与方案,有效提升测试评估的效率与质量^[6]。人工智能在测试评估中的应用主要分为以下类型。

1) 基于覆盖率的测试评估技术

依托覆盖率指标自动评估测试的充分性与完整性。覆盖率反映测试用例对软件功能、结构、行为等维度的覆盖程度,该技术能从客观量化角度开展评估,提升测试的可信度与可度量性。例如,已有研究通过代码覆盖率与变异覆盖率指标,自动评估测试用例的质量与效果,实现测试用例的优化筛选。

2) 基于缺陷检测的测试评估技术

借助缺陷检测能力自动评估测试的有效性与敏感性。缺陷检测体现测试发现并定位软件缺陷与故障的能力,该技术从实际应用视角评估测试价值,提

升测试的实用性^[7]。例如,部分研究采用缺陷预测与定位方法,自动实现软件缺陷与故障的预测定位,达成软件的快速精准测试。

3) 基于软件质量的测试评估技术

围绕软件质量自动评估测试的优化性与改进价值。软件质量体现软件满足用户及开发者需求期望的程度,该技术从综合全面视角开展评估,提升测试的综合性与适配性^[8]。例如,有研究运用软件质量模型与指标,自动评估软件在功能、性能、可靠性、可用性、可维护性等方面的表现,实现软件的全方位多维度测试。

5 人工智能在自动化软件测试中的挑战和未来发展

人工智能在自动化软件测试领域的应用已取得阶段性成果,但仍面临诸多挑战,需进一步探索突破。本文梳理其核心挑战如下。

1) 人工智能与软件测试融合协同

需研究构建共性知识体系与标准,设计高效交互机制,并对融合性能进行评估优化。这是实现自动化软件测试的基础,亦是核心挑战,需深入剖析二者理论关联,实现有机融合与协同发展。

2) 人工智能可解释性和可信赖性

需提升技术透明度与可控性,设计高效解释方法,评估并优化可解释性与可信赖性水平。这是保障自动化软件测试准确性与安全性的紧迫需求,需深挖技术内部机制以构建可靠保障。

3) 人工智能泛化性和适应性

需提升模型学习与推理效能,设计高效泛化适配方法,评估并优化技术应用水平。这是提升自动化软件测试效率与质量的关键,需深入研究学习推理原理以实现效能突破。

4) 人工智能创新性和颠覆性

需提升技术探索与发现能力,设计高效创新方法,评估并优化技术创新水平。这是推动自动化软件测试拓展新领域的核心动力,需充分挖掘技术探索潜力以实现创新突破。

综上,人工智能在自动化软件测试中的应用是多学科交叉的前沿领域,具有重要实践价值。未来需聚焦深化融合协同、提升可解释性与可信赖性、强化泛化性与适应性、激发创新性与颠覆性等方向。

6 结语

本文详细介绍了人工智能如何改进自动化软件测试的技术和效果,主要聚焦在测试用例生成、测试执行和测试评估三个方面。利用自然语言处理、机器学习和深度学习等方法,人工智能能够自动产生高质量的测试用例、执行测试并分析结果,从而提高测试效率、降低成本和风险。文章还讨论了人工智能在自动化软件测试中的挑战和未来发展方向,为该领域提供了新的思路和视角。希望本文对人工智能在自动化软件测试中的研究提供启示和帮助。

参考文献

- [1] 王磊. 人工智能技术在软件自动化测试的应用研究[J]. 信息与电脑, 2022, 34 (8): 174-176.
- [2] 王爽, 王颀玥, 田昀, 等. 人工智能结合自动化测试技术在卫星测试系统中的应用探索[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17 (8): 165-168.
- [3] 郝传柱. 人工智能技术在自动化控制系统中的应用研究[J]. 现代交际, 2019 (19): 254-255.
- [4] 陈俊材. 人工智能技术在自动化控制系统中的应用研究[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2019 (23): 14-15.
- [5] 刘晓燕. 人工智能技术在电气自动化控制系统中的应用研究探讨[J]. 农村经济与科技, 2019, 30 (22): 254-255.
- [6] 徐小云. 人工智能技术在矿山计算机电气自动化控制系统设计中的应用研究[J]. 科技资讯, 2020, 18 (9): 5-6.
- [7] 王金亮. 人工智能技术在电气自动化控制系统中的应用研究[J]. 科技致富向导, 2012 (30): 315-316.
- [8] 王东. 人工智能技术在软件测试领域的应用研究[J]. 现代计算机, 2023, 29 (12): 55-59.