

分类号 TP393.0

学号 21020075

UDC 004.7

密级 公开

工学硕士学位论文

软件定义网络控制平面的访问控制技术研究

硕士生姓名 唐初航

学科专业 计算机科学与技术

研究方向 计算机系统结构

指导教师 赵宝康 副研究员

协助指导教师 周寰 副教授

国防科技大学研究生院

二〇二三年九月

Research on Access Control Techniques for the Control Plane of Software-Defined Network

Candidate: Tang Chuhang

Supervisor: Associate Prof. Zhao Baokang

Associate Supervisor: Associate Prof. Zhou Huan

A dissertation

Submitted in partial fulfillment of the requirements

for the degree of Master of Engineering

in Computer Science and Technology

Graduate School of National University of Defense Technology

Changsha, Hunan, P. R. China

September, 2023

独 创 性 声 明

本人声明所呈交的学位论文是我本人在导师指导下进行的研究工作及取得的
研究成果。尽我所知，除文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他
人已经发表和撰写过的研究成果，也不包含为获得国防科技大学或其他教育机构
的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均
已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文题目：_____ 软件定义网络控制平面的访问控制技术研究 _____

学位论文作者签名：_____ 日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

学位论文版权使用授权书

本人完全了解国防科技大学有关保留、使用学位论文的规定。本人授权国防
科技大学可以保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子文档，允许
论文被查阅和借阅；可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，
可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

（保密学位论文在解密后适用本授权书。）

学位论文题目：_____ 软件定义网络控制平面的访问控制技术研究 _____

学位论文作者签名：_____ 日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

作者指导教师签名：_____ 日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

目 录

摘 要	i
ABSTRACT	iii
第一章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.2.1 SDN 的访问控制技术研究	1
1.2.2 SDN 的区块链技术应用研究	1
1.3 研究内容	1
第二章 相关研究	3
2.1 软件定义网络	3
2.1.1 软件定义网络的体系结构	3
2.1.2 软件定义网络的应用场景	3
2.1.3 控制器	3
2.2 访问控制	3
2.2.1 自主访问控制	3
2.2.2 强制访问控制	3
2.2.3 基于角色的访问控制	3
2.2.4 基于属性的访问控制	3
2.3 区块链	3
2.3.1 区块链的体系结构	3
2.3.2 区块链的分类	3
2.3.3 智能合约	3
2.3.4 共识算法	3
2.4 本章小结	3
第三章 基于属性特征的分布式访问控制机制：DABS	5
3.1 问题描述	5
3.1.1 情景描述	5
3.1.2 设计目标	5
3.2 DABS 的总体架构	5
3.3 DABS 的工作流程	5

3.4	DABS 的详细设计	5
3.4.1	共识引擎	5
3.4.2	数据库	5
3.4.3	处理引擎	5
3.4.4	策略引擎	5
3.5	客户端的设计	5
3.6	本章小结	5
第四章	基于智能合约的 DABS 实现	7
4.1	开发平台	7
4.2	共识算法	7
4.3	智能合约的实现	7
4.3.1	工作负载	7
4.3.2	数据交互	7
4.3.3	访问控制	7
4.4	客户端的实现	7
4.4.1	业务信息的预处理	7
4.4.2	智能合约的调用	7
4.4.3	事件订阅与数据查询	7
4.5	DABS 与 SDN 控制器的结合应用	7
4.6	本章小结	7
第五章	DABS 的仿真与分析	9
5.1	实验设计	9
5.1.1	实验配置	9
5.1.2	网络拓扑	9
5.1.3	评估指标	9
5.2	数据中心网络中 DABS 的仿真与分析	9
5.3	软件定义广域网中 DABS 的仿真与分析	9
5.4	本章小结	9
第六章	总结与展望	11
6.1	全文总结	11
6.2	下一步工作	11
致谢		13
参考文献		15
作者在学期间取得的学术成果		15

表 目 录

图 目 录

摘 要

基于属性的访问控制（ABAC）相比与基于角色的访问控制（RBAC）、自由裁量访问控制（DAC）等传统技术而言，它可以提供更精细的访问控制功能。此外，区块链技术还能提供一个去中心化和安全访问控制机制运行环境。基于这两种技术的结合，我们设计并实现了一种使用智能合约的分布式访问控制机制，并将其命名为 DABS。实验结果表明，DABS 可以正常有效地发挥访问控制的作用。

关键词：访问控制; 软件定义网络; 控制器; 北向接口; 联盟链; 智能合约

ABSTRACT

National University of Defense Technology is a comprehensive national key university based in Changsha, Hunan Province, China. It is under the dual supervision of the Ministry of National Defense and the Ministry of Education, designated for Project 211 and Project 985, the two national plans for facilitating the development of Chinese higher education.

NUDT was originally founded in 1953 as the Military Academy of Engineering in Harbin of Heilongjiang Province. In 1970 the Academy of Engineering moved southwards to Changsha and was renamed Changsha Institute of Technology. The Institute changed its name to National University of Defense Technology in 1978.

Key Words: NUDT; MND; ME

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

1.2 国内外研究现状

1.2.1 SDN 的访问控制技术研究

1.2.2 SDN 的区块链技术应用研究

1.3 研究内容

第二章 相关研究

2.1 软件定义网络

2.1.1 软件定义网络的体系结构

2.1.2 软件定义网络的应用场景

2.1.3 控制器

2.2 访问控制

2.2.1 自主访问控制

2.2.2 强制访问控制

2.2.3 基于角色的访问控制

2.2.4 基于属性的访问控制

2.3 区块链

2.3.1 区块链的体系结构

2.3.2 区块链的分类

2.3.3 智能合约

2.3.4 共识算法

2.4 本章小结

第三章 基于属性特征的分布式访问控制机制：DABS

3.1 问题描述

3.1.1 情景描述

3.1.2 设计目标

3.2 DABS 的总体架构

3.3 DABS 的工作流程

3.4 DABS 的详细设计

3.4.1 共识引擎

3.4.2 数据库

3.4.3 处理引擎

3.4.4 策略引擎

3.5 客户端的设计

3.6 本章小结

第四章 基于智能合约的 DABS 实现

4.1 开发平台

4.2 共识算法

4.3 智能合约的实现

4.3.1 工作负载

4.3.2 数据交互

4.3.3 访问控制

4.4 客户端的实现

4.4.1 业务信息的预处理

4.4.2 智能合约的调用

4.4.3 事件订阅与数据查询

4.5 DABS 与 SDN 控制器的结合应用

4.6 本章小结

第五章 DABS 的仿真与分析

5.1 实验设计

5.1.1 实验配置

5.1.2 网络拓扑

5.1.3 评估指标

5.2 数据中心网络中 DABS 的仿真与分析

5.3 软件定义广域网中 DABS 的仿真与分析

5.4 本章小结

第六章 总结与展望

6.1 全文总结

6.2 下一步工作

致 谢

衷心感谢导师 xxx 教授和 xxx 副教授对本人的精心指导。他们的言传身教将使我终生受益。

感谢 NUDTPAPER，它的存在让我的论文写作轻松自在了许多，让我的论文格式规整漂亮了许多。

作者在学期间取得的学术成果

发表的学术论文

- [1] Yang Y, Ren T L, Zhang L T, et al. Miniature microphone with silicon- based ferroelectric thin films. *Integrated Ferroelectrics*, 2003, 52:229-235. (SCI 收录, 检索号:758FZ.)
- [2] 杨轶, 张宁欣, 任天令, 等. 硅基铁电微声学器件中薄膜残余应力的研究. *中国机械工程*, 2005, 16(14):1289-1291. (EI 收录, 检索号:0534931 2907.)
- [3] 杨轶, 张宁欣, 任天令, 等. 集成铁电器件中的关键工艺研究. *仪器仪表学报*, 2003, 24(S4):192-193. (EI 源刊.)
- [4] Yang Y, Ren T L, Zhu Y P, et al. PMUTs for handwriting recognition. In press. (已被 *Integrated Ferroelectrics* 录用. SCI 源刊.)
- [5] Wu X M, Yang Y, Cai J, et al. Measurements of ferroelectric MEMS microphones. *Integrated Ferroelectrics*, 2005, 69:417-429. (SCI 收录, 检索号:896KM.)
- [6] 贾泽, 杨轶, 陈兢, 等. 用于压电和电容微麦克风的体硅腐蚀相关研究. *压电与声光*, 2006, 28(1):117-119. (EI 收录, 检索号:06129773469.)
- [7] 伍晓明, 杨轶, 张宁欣, 等. 基于 MEMS 技术的集成铁电硅微麦克风. *中国集成电路*, 2003, 53:59-61.

参考文献