

ВІДГУК

офіційного опонента

завідувача кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки,
Приватної установи «Університет науки, підприємництва та технологій» м. Київ
доктора технічних наук, професора Семенова Сергія Геннадійовича
на дисертаційну роботу Супруненка Іллі Олександровича
«Метод адаптивного логування комп'ютерних систем та програм»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 123 – «Комп'ютерна інженерія»
галузі знань 12 – «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертації

У сучасних умовах комп'ютерні системи, хмарні сервіси, розподілені програмні платформи та веб-застосунки функціонують у режимі постійної взаємодії з великою кількістю користувачів і зовнішніх сервісів. Зростання складності програмної архітектури підвищує вимоги до спостережності, моніторингу, контролю коректності роботи програмного забезпечення та своєчасного виявлення непередбачуваних і критичних ситуацій. У цьому контексті логування є одним із ключових інструментів забезпечення керованості, відлагодження та аналізу функціонування комп'ютерних систем.

Дисертаційна робота Супруненка Іллі Олександровича спрямована на вирішення важливої науково-технічної задачі підвищення рівня спостережності та оперативності контролю роботи комп'ютерних систем і програм шляхом розроблення та впровадження методу адаптивного логування. Запропонований підхід орієнтований на зміну конфігурації логування під час активної роботи програмної системи без її перезавантаження, що є актуальним для багатокомпонентних і довготривало функціонуючих програмних середовищ. Таким чином, тема дисертаційної роботи є актуальною та відповідає сучасним потребам розвитку комп'ютерної інженерії, інформаційної безпеки і технологій забезпечення спостережності програмних систем.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота за своєю тематикою відповідає напрямку розвитку інформаційних та комунікаційних технологій, зокрема технологічним засобам і сервісам програмного інжинірингу. Отримані результати пов'язані з виконанням науково-дослідних робіт Черкаського державного технологічного університету: «Інформаційна технологія психолінгвістичного аналізу тексту для

стеганографічних систем» (ДР № 0123U102085) та «Дослідження шляхів розвитку потокового шифрування на основі криптографічного кодування» (ДР № 0121U114389), у яких здобувач брав участь як виконавець.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими. Це забезпечується логічною структурою дослідження: від аналізу ролі спостережності та логування в комп'ютерних системах до формалізації базової функції логування, побудови моделей сигнатур адаптивного логування, розширення методу динамічним варіантом повідомлень і подальшої перевірки запропонованого підходу в хмарному середовищі.

Мета дисертації узгоджена з поставленими задачами, а одержані результати послідовно відображені у відповідних розділах роботи. Формалізовані функції логування та реініціалізації, введення конфігураційного словника, використання динамічних повідомлень, а також підсистема валідації тіл динамічних функцій на основі JSON-schema утворюють цілісну методичну основу запропонованого методу. Висновки дисертації загалом впливають зі змісту проведеного дослідження та відповідають поставленій меті.

Достовірність одержаних наукових результатів

Достовірність основних наукових результатів дисертаційної роботи підтверджується використанням методів аналізу, узагальнення, формалізації, моделювання та обчислювального експерименту. У роботі наведено формальні описи базового та адаптивного підходів до логування, сигнатур логування і реініціалізації, архітектури застосування методу, а також механізму валідації динамічних повідомлень.

Практична перевірка запропонованого методу здійснена на прикладі веб-серверу з використанням інфраструктури Amazon Web Services, контейнеризації, NodeJS, механізмів міжпроцесових сигналів Linux та Session Manager сервісу AWS Systems Manager. Наведений обчислювальний експеримент показав підвищення інформативності результуючих лог-записів на 31%, зменшення кількості надлишкових повідомлень у сценарії реініціалізації та відсутність втрати клієнтських повідомлень для адаптивного методу на відміну від базового підходу. Це підтверджує працездатність запропонованих рішень у межах обраного експериментального сценарію.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи сформульована достатньо коректно та відповідає змісту проведеного дослідження. До основних наукових результатів роботи належать:

1. Вперше побудовано моделі сигнатур адаптивного логування за рахунок формалізації та вдосконалення сигнатур базової моделі логування, орієнтованої лише на критичність, а також створення можливості реініціалізації процесів, що забезпечило підвищення рівня спостережності та гнучкості налаштування логування;
2. Вперше побудовано метод адаптивного логування на основі логування повідомлень із застосуванням моделей сигнатур та динамічного варіанту повідомлень, що забезпечило підвищення рівня спостережності та оперативності сигналювання про непередбачувані і критичні ситуації в роботі систем та програм;
3. Отримали подальший розвиток методи контролю роботи програм для хмарних обчислень за рахунок впровадження методу адаптивного логування з використанням хмарних сервісів.

Рівень наукової новизни, представлений у роботі, є достатнім для дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Значення результатів роботи для практики

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у доведенні запропонованого підходу до рівня алгоритмів, функціональних схем, програмної архітектури та методики застосування. Розроблений метод адаптивного логування дає змогу змінювати деталізацію та фокус логування відповідно до актуальних потреб відлагодження або контролю без перезапуску програмної системи.

Практична цінність роботи підтверджується прикладною реалізацією у хмарному середовищі Amazon Web Services, використанням контейнеризації, адміністративної взаємодії через AWS Systems Manager Session Manager та демонстрацією роботи методу для веб-серверу. Результати дисертаційного дослідження використані для контролю коректності розробки програмного забезпечення системи дистанційного управління наземним самохідним роботизованим комплексом виробництва ТОВ «МОРОЗ ТЕХ».

Оцінка структури та змісту дисертації

Дисертаційна робота Супруненка І.О. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг

дисертації становить 128 сторінок. Основний зміст викладено на 115 сторінках, робота містить 2 таблиці, 27 рисунків, список використаних джерел із 110 найменувань та 2 додатки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну, практичне значення результатів, особистий внесок здобувача, дані щодо апробації та публікацій.

У першому розділі виконано аналіз розвитку комп'ютерних систем і програмного забезпечення, розглянуто роль кібербезпеки та програмних продуктів у створенні безпечних умов функціонування в цифровому просторі, визначено місце спостережності та логування в забезпеченні контролю роботи програмних систем.

Другий розділ присвячено методу адаптивного логування комп'ютерних систем та програм. У ньому розглянуто механізми забезпечення спостережності в розподілених комп'ютерних системах, обґрунтовано необхідність механізму адаптивності, сформульовано вимоги до архітектури та функціонування методу, виконано формалізацію базової функції логування і функції реініціалізації.

У третьому розділі запропоновано розвиток методу адаптивного логування з динамічним варіантом повідомлень. Розділ містить обґрунтування доцільності використання динамічних повідомлень, порівняння з базовим текстовим варіантом, формалізацію модифікованих сигнатур методу та формалізацію механізму роботи підсистеми валідації динамічних повідомлень на основі JSON-schema.

Четвертий розділ присвячено прикладній архітектурі функціонування методу адаптивного логування в хмарних середовищах. У ньому описано складові для впровадження методу на прикладі веб-серверу, обґрунтовано використання AWS, наведено особливості програмної реалізації та результати експериментального порівняння адаптивного методу з базовим підходом до логування.

Висновки дисертації відображають основні наукові та практичні результати роботи і загалом відповідають поставленим задачам дослідження.

Відповідність технічного та стильового оформлення встановленим вимогам

Дисертаційна робота загалом відповідає вимогам наукового стилю та структурі кваліфікаційної наукової праці. Текст написано зрозуміло, з

використанням фахової термінології комп'ютерної інженерії, програмної архітектури, хмарних технологій, логування, моніторингу та спостережності. Ілюстративний матеріал, формальні описи, таблиці й додатки в цілому сприяють розкриттю змісту дисертаційного дослідження.

Водночас у тексті трапляються окремі орфографічні, пунктуаційні та стилістичні неточності, а також невдалі мовні конструкції. Вони не змінюють сутності отриманих результатів, але потребують уточнення.

Відсутність (наявність) порушень принципів академічної доброчесності

Аналіз дисертації Супруненка І.О. свідчить, робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Наукові положення та висновки дисертаційного дослідження мають достатнє авторське обґрунтування. Ознак порушення академічної доброчесності не встановлено.

Повнота оприлюднення результатів роботи в публікаціях та ступінь апробації

Основні результати дисертації достатньо повно оприлюднені у 9 друкованих працях, зокрема у 5 статтях у фахових виданнях України, 1 колективній монографії та матеріалах трьох міжнародних наукових конференцій. Тематика публікацій відповідає основним положенням дисертаційної роботи: специфіці реалізації методу адаптивного логування, системам передачі повідомлень, динамічному варіанту повідомлень, валідації динамічних повідомлень та хмарній архітектурі реалізації методу.

Результати дисертації доповідалися й обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях, що підтверджує належний ступінь апробації отриманих результатів.

Зауваження та дискусійні питання

1. У першому розділі аналітичний огляд має надто широкий історико-описовий характер. На мою думку, доцільно було б скоротити загальний огляд розвитку комп'ютерних технологій і детальніше проаналізувати сучасні підходи до observability, structured logging, distributed tracing, runtime log-level management, OpenTelemetry-подібних рішень та практик експлуатації логів у розподілених і хмарних системах.

2. Порівняння запропонованого методу з існуючими промисловими та науковими рішеннями логування подано недостатньо глибоко. Було б доцільно

чіткіше визначити, які саме функціональні можливості відрізняють метод адаптивного логування від налаштування рівнів логування у поширених фреймворках, системах централізованого збору логів та інструментах моніторингу.

3. У роботі використано показник підвищення інформативності лог-записів на 31%, однак методика кількісного оцінювання інформативності потребує додаткового пояснення. Доцільно було б формально визначити метрики якості логування, зокрема повноту, надлишковість, релевантність, затримку реакції, втрати повідомлень і накладні витрати за ресурсами.

4. Експериментальна перевірка виконана на прикладі веб-серверу з трьома ендпоінтами та конкретної програмно-хмарної конфігурації. Для підвищення переконливості результатів доцільно було б розширити експериментальну базу. Додати сценарії високого навантаження, різні профілі помилок, інші типи застосунків, а також порівняння з альтернативними способами динамічної зміни конфігурації логування.

5. Запропонований механізм реініціалізації спирається на міжпроцесові сигнали Linux, що є раціональним для обраного середовища, але частково обмежує заявлену універсальність методу для різних платформ і середовищ виконання. Автору доцільно було б окремо описати варіанти реалізації для Windows, контейнерних оркестраторів, serverless-середовищ та мовних runtime, де сигнальні механізми мають інші обмеження.

6. Використання динамічних повідомлень і формування виконуваного коду під час роботи програми є перспективним, але водночас створює додаткові ризики інформаційної безпеки. Валідація через абстрактні синтаксичні дерева та JSON-schema є корисним елементом контролю, проте в роботі варто було б глибше розглянути модель загроз, можливість обходу валідації, sandboxing, контроль доступу, аудит адміністративних дій та вплив помилкової конфігурації на цілісність системи.

7. У четвертому розділі вибір Amazon Web Services частково пояснюється попереднім досвідом автора з цією платформою. На мою думку, для наукової аргументації доцільно було б доповнити цей вибір більш формалізованим порівнянням AWS, Microsoft Azure і Google Cloud за критеріями, важливими саме для методу адаптивного логування: механізми керування доступом, віддалене адміністрування, моніторинг, вартість, переносимість і безпека.

Зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, не ставлять під сумнів її наукову новизну та практичне

значення, а можуть бути враховані автором у подальших дослідженнях і при підготовці результатів до практичного впровадження.

Висновок щодо відповідності дисертації вимогам, які висуваються до наукового ступеня доктора філософії

Оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, вважаю, що в ній отримано нове рішення важливої науково-технічної задачі підвищення рівня спостережності та оперативності контролю роботи комп'ютерних систем і програм за рахунок розроблення та впровадження методу адаптивного логування. Запропоновані моделі сигнатур адаптивного логування, метод адаптивного логування з динамічним варіантом повідомлень, підсистема валідації та прикладна хмарна архітектура реалізації мають наукову новизну і практичне значення для спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Вважаю, що дисертаційна робота Супруненка Іллі Олександровича «Метод адаптивного логування комп'ютерних систем та програм» відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор, Супруненко Ілля Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 – «Інформаційні технології».

Опонент:

завідувач кафедри інформаційних технологій
та кібербезпеки,

Приватної установи «Університет науки,
підприємництва та технологій» м. Київ,
доктор технічних наук, професор

Сергій СЕМЕНОВ

Підпис Семенова С.Г. засвідчую:

професор ПУ «УНІТ»



Іванов Іван