Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000175

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №НСВС/41/24 від 14.05.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сарнацький Владислав Віталійович
2. Vladyslav V. Sarnatskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-5231-6136

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 25-04-2024

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.96; ID 4083

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.17.19, 50.41.25, 50.05.09

Тема дисертації:

1. Мова програмування та програмні засоби опису агентних моделей розповсюдження інфекційних захворювань

2. Programming Language and Software Tools for Description of Agent-Based Models of the Spread of Infectious Diseases

Реферат:

1. Робота присвячена створенню інструментального забезпечення для ефективного моделювання процесів розповсюдження інфекційних захворювань. Об’єкт: сучасні підходи до створення мов опису моделей. Предмет: програмні інструменти опису агентних моделей. Методи досліджень: систематичний пошук та аналіз літератури у сфері епідеміологічного моделювання. В процесі дослідження були використані методи

статистичного аналізу, побудови граматики формальних мов, алгоритми лексичного та синтаксичного аналізу. У дисертаційній роботі отримано низку наукових результатів, зокрема, дано визначення формальної граматики мови опису агентних моделей розповсюдження інфекційних захворювань CTrace на основі розробленої загальної агентної епідеміологічної моделі. Розроблений транслятор мови CTrace з Python або Rust як проміжної мови трансляції. Результатом роботи трансляції є бібліотека для мови Python, що надає програмний інтерфейс до необхідних методів роботи з моделлю. Були розроблені та експериментально перевірені оптимізації компілятора. Також, була досліджена ефективність використання мови Python як проміжної мови трансляції. Результати експериментів свідчать про те, що використання мови Python не призводить зо значного збільшення часу обрахунку моделі, зберігаючи при цьому можливість ефективного розширення транслятора. Розроблене середовище розробки та аналізу агентних епідеміологічних моделей з використанням мови CTrace – CTraceEnv. Розроблене середовище надає базовий функціонал необхідний для підтримки процесу опису моделей мовою CTrace, що включає підсвітку синтаксису вихідного коду, вбудований транслятор тощо. Серед функціоналу аналізу представлені елементи керування роботою моделі, значень її глобальних параметрів, інтерфейс перегляду динаміки розповсюдження досліджуваного інфекційного захворювання, а також функціонал експорту результатів для подальшого аналізу сторонніми спеціалізованими інструментами. Виконана практична апробація розробленого інструментарію для ефективного моделювання розповсюдження інфекційних захворювань. У її рамках, було дано визначення агентної епідеміологічної моделі розповсюдження коронавірусу SARS-CoV-2 серед населення Польщі у період з початку вересня 2020 року до кінця листопада 2020 року, що була відкалібрована з використанням публічно доступних епідеміологічних даних. Результівна модель описує динаміку зміни кількості інфікованих людей з коефіцієнтом детермінації рівним 0.9319, що свідчить про здатність розробленого підходу описувати процеси розповсюдження інфекційних захворювань. Виконаний порівняльний аналіз середовища CTraceEnv як підходу до розробки ефективних моделей розповсюдження інфекційних захворювань з наявними аналогами. Якісний аналіз показав, що обсяг сценаріїв, що можуть бути досліджені з використанням заданих мовою CTrace моделей є більшим за той, що надають інші інструменти моделювання, за вийнятком платформи NetLogo та мов програмування загального призначення. Аналіз ефективності роботи моделей заданих мовою CTrace показав, що час обчислення кроку їх симуляції не програє іншим наявним моделям, випереджаючи зокрема платформу NetLogo на три порядки. Так, у найгіршому випадку розроблений підхід програє найефективнішому на 15%, у найкращому – виграш у швидкості сягає 988%. Опосередкованою ознакою значної переваги розробленого інструментарію є зменшення обсягу вихідного коду моделі у 14-34 рази у порівнянні з мовою Python та 16-45 разів з мовою Rust. Окрім того, що зі зменшенням обсягу вихідного коду логічно очікувати й на зменшення часу його написання, слід також очікувати й на зменшення кількості помилок, що також має позитивний вплив на ефективність розробки моделей процесів розповсюдження інфекційних захворювань. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використовувати розроблену предметно-орієнтовану мову та програмне середовище для прототипування, розробки та аналізу агентно-орієнтованих моделей розповсюдження інфекційних захворювань. Наявний програмний інтерфейс дозволяє виконувати інтегрування розроблених моделей в існуючі програмні системи.

2. The work is devoted to the creation of tools for effective modeling of infectious disease spread. Object: modern approaches to the creation of model description languages. Subject: software tools for describing agent-based models. Research methods: systematic search and analysis of literature in the field of epidemiological modeling. In the course of the research, methods of statistical analysis, construction of formal language grammar, lexical and syntactic analysis algorithms were used. The dissertation has a number of scientific results, in particular, the definition of the formal grammar of the language for describing agent-based models of infectious disease spread CTrace based on the developed general agent-based epidemiological model. A translator of the CTrace language with Python or Rust as an intermediate translation language has been developed. The result of the translation is a library for Python that provides a software interface to the necessary methods of working with the model. Compiler optimizations were developed and experimentally tested. Also, the efficiency of using Python as an

intermediate translation language was investigated. The results of the experiments show that the use of Python does not significantly increase the model calculation time, while maintaining the possibility of effective expansion of the translator. An environment for the development and analysis of agent-based epidemiological models using the CTrace language - CTraceEnv. The developed environment provides the basic functionality necessary to support the process of describing models in CTrace, including source code syntax highlighting, a built-in translator, etc. The analysis functionality includes controls for model operation, values of its global parameters, an interface for viewing the dynamics of the spread of the studied infectious disease, as well as the functionality of exporting results for further analysis by third-party specialized tools. The developed tools for effective modeling of the spread of infectious diseases were tested in practice. Within its framework, an agent-based epidemiological model of the spread of the SARS-CoV-2 coronavirus among the population of Poland in the period from early September 2020 to the end of November 2020 was defined, which was calibrated using publicly available epidemiological data. The resulting model describes the dynamics of changes in the number of infected people with a coefficient of determination of 0.9319, which indicates the ability of the developed approach to describe the processes of infectious disease spread. A comparative analysis of the CTraceEnv environment as an approach to developing effective models of infectious disease spread with existing analogues was performed. The qualitative analysis showed that the number of scenarios that can be studied using models defined in the CTrace language is greater than that provided by other modeling tools, with the exception of the NetLogo platform and general-purpose programming languages. The analysis of the efficiency of the models defined in CTrace showed that the time for calculating the simulation step is not inferior to other existing models, outperforming the NetLogo platform by three orders of magnitude. Thus, in the worst case, the developed approach loses to the most efficient one by 15%, and in the best case, the speed gain reaches 988%. An indirect sign of the significant advantage of the developed toolkit is the reduction of the model source code by 14-34 times compared to Python and 16-45 times compared to Rust. In addition to the fact that with a decrease in the amount of source code, it is logical to expect a decrease in the time it takes to write it, one should also expect a decrease in the number of errors, which also has a positive impact on the efficiency of developing models of infectious disease spread. The practical significance of the obtained results lies in the possibility of using the developed subject-oriented language and software environment for prototyping, developing and analyzing agent-based models of infectious disease spread. The existing software interface allows the integration of the developed models into existing software systems.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Sarnatskyi V., Baklan I. CTraceEnv: A platform for development and analysis of agent-based epidemiological models using CTrace language. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Т. 34. No 73. p. 2023. с 234-240
- Сарнацький В. В., Баклан І. В. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Т. 33. No 2. p. 2022. с 100-107
- Сарнацький В. В., Баклан І. В. ВПЛИВ СОЦІОДЕМОГРАФІЧНОЇ ГЕТЕРОГЕННОСТІ НА ОПТИМАЛЬНУ СТРАТЕГІЮ ВПРОВАДЖЕННЯ КАРАНТИННИХ ЗАХОДІВ. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Т. 32. No 4. p. 2021. с 150-155
- Sarnatskyi V., Baklan I. On Efficient Single-Core Execution of Agent-Based Epidemiological Models with Contact-Tracing Transmission. Proceedings of The Sixth International Workshop on Computer Modeling and

Intelligent Systems (CMIS 2023), CEUR Workshop Proceedings, vol.3392, 2023. – С. 23-36
- Sarnatskyi V., Baklan I. CTrace: Language for Definition of Epidemiological Models with Contact-Tracing Transmission. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol.149 – Springer, Cham, 2023. – С. 426-448
- Сарнацький, В. В. Мовний засіб опису агентних епідеміологічних моделей / Сарнацький Владислав Віталійович, Баклан Ігор Всеволодович // Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (SoftTech-2022) : матеріали II та III Всеукраїнських науково-практичних конференцій молодих вчених та студентів, присвячених 125-й річниці КПІ ім. Ігоря Сікорського (22–26 травня та 23-25 листопада 2022 р., Київ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІПІ ФІОТ, 2022. – С. 85-89. – Бібліогр.: 17 назв.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0117U000926

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Баклан Ігор Всеволодович
2. Igor V. Baklan

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-5274-5261

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Триснюк Василь Миколайович

2. Vasyl M. Trysnyuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-9920-4879

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Код за ЄДРПОУ: 26022051

Місцезнаходження: Чоколовский бульвар, буд. 13, Київ, 03186, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гнатушенко Володимир Володимирович

2. Volodymyr V. Hnatushenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.01.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-3140-3788

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стеценко Інна Вячеславівна

2. Inna V. Stetsenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-4601-0058

Додаткова інформація: Scopus ID: 55368781500

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дорошенко Анатолій Юхимович
2. Anatolii Y. Doroshenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-8435-1451

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Ролік Олександр Іванович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ролік Олександр Іванович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Сарнацький Владислав Віталійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна