

перестановки и задаётся как $n_r = 12 + 2l$, где $2l = b / 25$.

В качестве стандарта SHA-3 была выбрана перестановка Кескак-f [1600], для неё количество раундов $n_r = 24$.

Хэш-функции играют ключевую роль в развитии сферы безопасности данных, обеспечивая целостность информации, защиту от подделок и обеспечение конфиденциальности.

Несмотря на свою широкую применимость, важно осознавать ограничения и уязвимости хэш-функций, такие как коллизии и возможность атак методом подбора. Это подчеркивает необходимость использования дополнительных мер защиты данных, включая соль и итеративные методы хэширования.

Дальнейшее развитие и исследование в области хэш-функций представляет собой перспективное направление, включая улучшение стойкости алгоритмов, разработку новых методов защиты и адаптацию к изменяющимся угрозам информационной безопасности [5].

В целом, хэш-функции остаются неотъемлемой частью современной криптографии и информационной безопасности, обеспечивая надежность и целостность данных в различных сценариях и поддерживая доверие пользователей к цифровым системам и сервисам.

Список использованных источников

1. A Beginner's Guide to Cryptographic Hash Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/asecuritysite-when-bob-met-alice/a-beginners-guide-to-cryptographic-hash-functions-2b18fcd2d2c0>. – Дата доступа: 06.04.2024.
2. What are Cryptographic Hash Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.crypto101.io/cryptographic-hash-functions>. – Дата доступа: 04.04.2024.
3. An introduction to hashing functions for data mining [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bpostance.github.io/posts/introduction-to-hashing/>. – Дата доступа: 07.04.2024.
4. Understanding Cryptographic Hash Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/understanding-cryptographic-hash-functions-36f56dfa2a7a>. – Дата доступа: 03.04.2024.
5. Hash functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-mokhtari.gitbook.io/cryptography/hash-functions>. – Дата доступа: 07.04.2024.

УДК 519.876.5

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Козик Д. С., студ., Дмитриев А. П., к.т.н., доц.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены теоретические аспекты имитационного моделирования технологических процессов, в частности его методы и инструменты. Имитационные модели и принципы статистического имитационного моделирования, виртуально воссоздавая и изучая сложные производственные системы, минимизируют риски и затраты, связанные с физическими экспериментами.

Ключевые слова: имитационное моделирование, технологические процессы, проектирование, анализ.

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, возникает необходимость в эффективных методах для планирования, анализа и оптимизации технологических процессов. Имитационное моделирование является одним из ключевых инструментов, позволяющих достигать этих целей, так как предоставляет возможность виртуально воссоздать и изучить сложные системы, минимизируя риски и снижая затраты, связанные реальным выполнением работ.

Имитационное моделирование – частный случай математического моделирования.

Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, создание аналитической модели принципиально невозможно, не разработаны методы решения полученной модели либо решения неустойчивы. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

Имитационное моделирование используется для анализа и оптимизации производственных процессов, позволяя экспериментировать с различными параметрами и условиями без риска для реального производства. Это особенно ценно в ситуациях, где эксперименты на реальных объектах дороги или просто невозможны.

Различают три вида имитационного моделирования: дискретно-событийное моделирование, системная динамика и агентное моделирование. Дискретно-событийное моделирование наиболее развито и имеет огромную сферу приложений – от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем. С помощью системной динамики строят модели бизнес-процессов, развития города, модели производства, динамики популяции, экологии и развития эпидемии. Цель агентных моделей – получить представление об этих глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении её отдельных объектов и взаимодействии этих объектов в системе.

Имитационным моделированием иногда называют получение частных численных решений сформулированной задачи на основе аналитических решений или с помощью численных методов. Имитационная модель – логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта, с целью воспроизведения поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или в разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.

Применение имитационного моделирования включает в себя: научные исследования: планирование экспериментов, определение статистических характеристик случайных факторов, проверка статистических гипотез; автоматическое проектирование: отработка рабочих режимов пилотных объектов, автоматическое управление; организация и планирование: оценка и прогнозирование человеческих отношений, учебная деятельность, воспроизведение игровых ситуаций.

В технологических процессах имитационное моделирование может быть использовано для: разработки принципов создания имитационных моделей: на основе событий или этапов технологических процессов, что позволяет точно моделировать производственные подразделения с учетом их масштаба и решать компоновочные и планировочные задачи предприятия; исследования влияния алгоритмов на основные элементы имитационной модели, создаваемой на универсальном языке программирования.

Системы имитационного моделирования позволяют строить математические модели предметной области и систем разного уровня полноты и абстракции. Они предоставляют возможности построения зависимостей между начальными условиями/параметрами и искомыми характеристиками, получения требуемых данных о предметной области или системе, основываясь на исходных данных, а также получения качественных и количественных показателей и свойств объекта моделирования.

Имитационное моделирование может быть использовано для определения оптимального распределения ресурсов, улучшения производственных процессов или повышения эффективности бизнес-операций в целом. Эти программные средства играют важную роль в современной промышленности и науке, предоставляя инструменты для глубокого анализа и оптимизации технологических процессов.

Создание имитационных моделей технологических процессов включают несколько ключевых этапов и методологий, которые обеспечивают точность, эффективность и применимость построенных моделей к реальным условиям: определение целей моделирования; сбор и анализ необходимых данных; выбор метода моделирования; разработка концептуальной модели; построение имитационной модели; верификация и валидация модели; эксперименты с полученной моделью; анализ результатов и наконец оптимизация и корректировка.

Перечисленные подходы обеспечивают систематический процесс создания имитационных моделей, который может быть применен к различным технологическим процессам для их анализа, оптимизации и прогнозирования. Они помогают исследователям

и инженерам принимать обоснованные решения.

В основе метода статистического имитационного моделирования лежит выполнение следующих действий:

- проведение большого количества одинаковых по исходным данным испытаний – актов имитации вероятностного процесса функционирования системы во взаимодействии с внешней средой;
- формирование на этой основе соответствующего количества независимых реализаций случайных величин, характеризующих те или иные исходы функционирования системы в смысле выполнения возлагаемых на нее функций (целей);
- усреднение и иная статистическая обработка формируемых реализаций случайных величин (исходов) с целью получения статистически значимых выводов относительно эффективности системы.

Под устойчивостью модели понимается способность сохранять адекватность при исследовании эффективности системы во всем возможном диапазоне рабочей нагрузки, а также при внесении контролируемых изменений в конфигурацию исследуемой системы. Универсальной процедуры проверки устойчивости не существует. Здесь, так же, как и в предыдущем случае, разработчик вынужден прибегать к методам «для данного случая», частичным тестам и здравому смыслу. Наиболее общим приемом является анализ неких эвристически выбранных инвариантов, описывающих поведение системы, которые должны анализироваться до и после внесения контролируемых изменений. В этом плане также весьма эффективным является применение методов математической статистики для анализа выходных реакций системы. При статистической оценке устойчивости модели в качестве используемого инварианта может быть рассмотрена гипотеза о сохранении свойств выходных реакций модели.

Имитационное моделирование доказало свою эффективность как инструмент для анализа, оптимизации и улучшения технологических процессов. Оно позволяет сократить затраты, уменьшить время разработки и внедрения новых процессов, а также повысить их надежность и безопасность. Рекомендуется использовать имитационное моделирование на ранних этапах проектирования систем, чтобы обеспечить гибкость и возможность корректировки процессов без значительных финансовых потерь. Также важно обеспечить квалификацию специалистов, работающих с имитационным моделированием, и использовать актуальные данные для создания моделей.

С учетом постоянного развития вычислительной техники и алгоритмов имитационное моделирование стало еще более точным, доступным и удобным в использовании. Интеграция с технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения откроет новые возможности для автоматизации и улучшения процессов моделирования. Развитие интернета вещей (IoT) и больших данных (Big Data) позволит собирать и анализировать огромные объемы информации, что сделает модели еще более точными и полезными для принятия решений, стать неотъемлемой частью управления и оптимизации всех технологических процессов.

Список использованных источников

1. Шагрова, Г. В. Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий: учебное пособие / Г. В. Шагрова, И. Н. Топчиев. – Ставрополь : Северо-Кавказский федер. ун-т, 2016. – 180 с.
2. Эльберг, М. С. Имитационное моделирование : учеб. пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017 – 128 с.
3. Разработка принципов создания имитационных моделей на основе событий технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-printsipov-sozdaniya-imitatsionnyh-modeley-na-osnove-sobytyiy-tehnologicheskikh-protsessov/viewer>. – Дата доступа: 07.05.2024.