

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ КЛІТИННОГО АВТОМАТУ**

UDC 004.4

**V. Bosiak, O. Kyshkevych, M. Petryk, Dr.; Prof.**

## **DESIGN AND DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED SYSTEM BASED ON CELLULAR AUTOMATA MODEL**

Сучасний світ важко уявити без складних розподілених інформаційних систем [1]. Сьогодні вже не є можливим використання всюди монолітної архітектури. Інформаційний простір переповнюють петабайти даних, які треба обробляти та зберігати. Необхідно постійно масштабувати та розвивати інформаційні системи, щоб обробляти великі потоки даних.

Проектування та розробка розподілених систем це відповідальна та складна задача. Помилка на етапі проектування може призвести до значних фінансових та часових втрат в майбутньому. Необхідно підбирати правильні архітектуру та технології, досконало розбиратись в бізнес домені та технічній складовій [2].

Як приклад складної розподіленої системи, можна виділити систему призначену для обробки клітинного автомату. Одним з найпопулярніших клітинних автоматів є “Гра життя” Д. Конвея.

Клітинний автомат (КА) – дискретна математична модель, яка визначає сукупність та описується набором клітинок, що утворюють періодичну решітку, та заданими правилами переходу, що визначають стан клітини за теперішнім станом самої клітинки та тих її сусідів, що знаходяться від неї на певній відстані, яка не перевищує максимальну. Основний напрям дослідження клітинних автоматів – алгоритмічна розв’язність окремих задач. Також розглядаються питання побудови початкових станів, при яких клітинний автомат вирішуватиме задану задачу.

Класичні КА в загальному випадку відповідають наступним критеріям:

- зміна значень всіх клітинок відбуваються одночасно після обчислення нового стану кожної клітинки решітки. Інакше порядок перебору клітин решітки при проходженні ітеративного процесу суттєво впливав би на результат;
- решітка однорідна. Неможливо відрізнити жодні два місця на решітці по ландшафту. Однак на практиці решітка виявляється кінцевою множиною клітин (адже неможливо виділити необмежений об’єм даних). В результаті можуть мати місце крайові ефекти: клітини, що стоять на межах решітки будуть відрізнятися за кількістю сусідів. Щоб уникнути цього можна ввести періодичні крайові умови;
- взаємодії локальні. Лише околишні клітинки (як правило, сусідні) здатні вплинути на дану клітинку;
- множина станів клітинки кінцева. Ця умова потрібна, щоб для отримання нового значення стану клітини треба було виконати кінцеву кількість операцій (але це не заважає використовувати клітини для зберігання чисел із плаваючою комою для розв’язку прикладних задач).

Якщо з будь-якого початкового стану можна привести клітинного автомата в будь-яку задану конфігурацію шляхом варіювання значення загального вхідного параметра, такий КА називають повним.

Математична модель Д. Конвея характеризується простими правилами переходу та виразністю. “Гра життя” належить до категорії двовимірних клітинних автоматів де решітка реалізується двовимірним масивом. У ній кожна клітина має вісім сусідів. Для усунення крайових

ефектив решітка «загортається» у тор [3]. Це дозволяє використовувати наступне співвідношення для всіх клітинок автомата:

$$y'[i][j] = f(y[i][j], y[i-1][j], y[i-1][j+1], y[i][j+1], y[i+1][j+1], y[i+1][j], y[i+1][j-1], y[i][j-1], y[i-1][j-1]).$$

Мета розподіленої системи – розподілити періодичну решітку між членами кластеру та обчислювати наступні ітерації клітинного автомату. Важливими аспектами системи є узгодженість та коректність. Всі члени кластеру мають бути узгоджені між собою, щоб коректно обчислювати кожну ітерацію.

Для реалізації такої системи використовується мультипарадигмова мова програмування Scala з набором бібліотек [4]. З останніх варто виділити Akka фреймворк, спрямований на побудову відмовостійких, розподілених систем на основі системи акторів. Akka – це безкоштовний набір інструментів з відкритим вихідним кодом і середовище виконання, що спрощує конструювання розподілених додатків на JVM. Akka підтримує декілька моделей програмування для паралельності, але підкреслює паралельність на основі акторів [5].

### Література.

1. Distributed system [Електронний ресурс] / IBM. – URL: <https://www.ibm.com/docs/en/txseries/8.1.0?topic=overview-what-is-distributed-computing>.
2. Domain Driven Design [Електронний ресурс] / Microsoft. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/microservices/microservice-ddd-cqrs-patterns/ddd-oriented-microservice>.
3. D. Dennett (1995), Darwin's Dangerous Idea, Penguin Books, London, ISBN 978-0-14-016734-4
4. Scala [Електронний ресурс] / Scala Lang. – URL: <https://www.scala-lang.org/>.
5. Akka [Електронний ресурс] / akka.io. – URL: <https://akka.io/>.