

## INTISARI

### PENGUNAAN SPARSE MATRIKS PADA PROSES STOKASTIK DISCRITE TIME MARKOV CHAIN

Oleh

Fathrezza Firmanull Arief

15/383231/PA/16891

Perkembangan teknologi dalam tataran global pada saat ini telah berkembang pesat, dan semakin tinggi pula teknologi perlu lebih andal. Salah satu metode untuk mengecek keandalan sebuah teknologi adalah dengan *model checking*. Namun dengan perkembangan teknologi, maka model checking mengalami permasalahan *state-space explosion* dimana komponen kebutuhan berupa state meningkat secara eksponensial. Salah satu metode untuk meningkatkan efisiensi dari state-space adalah dengan meningkatkan efisiensi penyimpanan seperti penyimpanan model sparse matriks. Banyak sekali metode untuk melakukan penyimpanan model sparse matriks, salah satu yang model penyimpanan tersebut merupakan Compressed-sparse row.

Pada penelitian ini, akan dilakukan eksperimen bagaimana cara kerja penyimpanan sparse matriks model Compressed-sparse row pada salah satu langkah pada stokastik *model checking* yaitu berupa transient-state dan *stationary-state* probability. Metode *stationary-state* yang akan digunakan merupakan metode dasar berupa *Power Method*. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa DTMC dengan *state-space* yang sangat besar.

Dari hasil Penelitian, menunjukkan bahwa metode *Power method* mempunyai waktu kompleksitas linier dalam menjalankan model. Dalam space complexity, storage yang dibutuhkan merupakan konstan  $O(m+n)$  di mana  $m$  merupakan jumlah state dan  $n$  merupakan jumlah vektor transisi yang tidak nol pada setiap iterasi. Dilakukan juga test mengenai konvergensi pada steady-state, diantaranya dalam penelitian ini dilakukan dua metode konvergensi yaitu Konvergensi absolut dan relatif. Diantara kedua konvergensi, relatif melakukan proses running time lebih cepat dibanding Konvergensi Absolut tetapi mempunyai kemungkinan untuk gagal mencari konvergensi.

**Kata kunci :** Discrete-time Markov Chain, Sparse matriks, Proses Stokastik, Model Checking, Power Method, stationary-state

## ABSTRACT

### THE USE OF SPARSE MATRIX IN THE STOCHASTIC PROCESS OF DISCRITE TIME MARKOV CHAIN

By

Fathrezza Firmanull Arief

15/383231/PA/16891

The development of technology globally over the recent decade has grown rapidly and with it, more demand of the technology to be more reliable. One method to check the reliability of a technology is the use of model checking. However, with the development of technology it comes at cost which the model checking experienced an explosive state-space problem where the required component in the form of a state increased exponentially. One of the method to increase the efficiency of state-space is by storing the states using sparse matrix model. There are many methods for storing the sparse matrix model, one of which is the Compressed-sparse row.

In this study, an experiment will be carried out on how the sparse matrix storage of the Compressed-sparse row model works in one of the methods in the stochastic model examination, namely in the form of transient-state and stationary-state probability. The established method to be used for this experiment is the basic method in the form of the Power Method. The data used in this study is DTMC with a very large state space.

From the experiment results, it shows that the Power method has a linear time complexity in running the model. In space complexity, the required storage is a constant  $O(m + n)$  where  $m$  is the amount of states on DTMC and  $N$  is the non-zero number of transition vectors in each iteration. A test of convergence at steady-state was also carried out, in this study we include two convergence methods, namely absolute and relative convergence. Between the two convergences, the running time process is relatively faster than Absolute Convergence but has a chance to fail to get the convergence.

**Keyword** : Discrete-time Markov Chain, Sparse matrix, Stochastic Process, Model Checking, Power Method, stationary-state