АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

ANALYTICAL METHODS OF ANALYSIS AND DIFFERENTIAL EQUATIONS

Материалы 9-го международного научного семинара

17 – 21 сентября 2018 года, Минск, Беларусь

Materials of the 9th International Workshop

September, 17 – 21, 2018, Minsk, Belarus

УДК 517
ББК 22.161+22.162
А 64

Редактор:
С. В. Рогозин

А 64 Аналитические методы анализа и дифференциальных уравнений: Материалы междунар. семинара 17–21 сентября 2018 г., Минск, Беларусь: ИМ НАН РБ 2018. – 98 с.

ISBN 978-985-7160-10-5

В настоящем сборнике представлены материалы 9-го международного научного семинара "Аналитические методы анализа и дифференциальных уравнений" (АМАДЕ-2018). Семинар проводится Белорусским государственным университетом и Институтом математики НАН Беларуси.

Analytical methods of analysis and differential equations: Materials of the 9th International Workshop. September 17–21, 2018, Minsk, Belarus. IM NASB, 2018. – 98 p.

The materials of the 9th International Workshop "Analytical Methods of Analysis and Differential Equations" (AMADE-2018) are presented in this book. The conference is organized by the Belarusian State University and Institute of Mathematics of Belarusian National Academy of Sciences.

УДК 517
ББК 22.161+22.162

ISBN 978-985-7160-10-5

ОБ СУБОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЯХ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ПОТОКОВ НА НЕНАБЛЮДАЕМОЙ ЧАСТИ СЕТИ

Л. А. Пилипчук, А. С. Пилипчук (Минск, Беларусь)

Рассматривается задача моделирования процессов оценки потока на ненаблюдаемой части сети. Предложен новый подход для построения субоптимальных решений задачи определения количества специальных программируемых устройств (сенсоров), установленных в обозреваемые узлы сети для сбора информации о функции потока с целью полной наблюдаемости сети. С помощью сенсоров и камер технологии коммуникации позволяют получить информацию о функции потока в сети для относительно незначительной ее части. Задача моделирования процессов оценки потоков на ненаблюдаемой части сети может быть представлена в виде недоопределенной системы линейных алгебраических уравнений, где совокупность переменных соответствует неизвестным дуговым потокам и переменным интенсивностям узлов, а совокупность уравнений соответствует условиям баланса. Предложены стратегии поиска оптимальных и субоптимальных решений задачи определения расположения сенсоров в узлах сети с целью оценки потоков в той части сети, которая непосредственно не наблюдается.

Теорема 1. Пусть $G = (I, U)$ связный двунаправленный ориентированный граф, $I_i^+(U) = \{j \in I : (i,j) \in U\}$, $I_i^-(U) = \{j \in I : (j,i) \in U\}$. Основой для моделирования процессов оценки потоков на ненаблюдаемой части графа является недоопределенная система линейных алгебраических уравнений

$$\sum_{j \in I_i^+(U)} x_{ij} - \sum_{j \in I_i^-(U)} x_{ji} = \begin{cases} x_i, & i \in I^*, \\ 0, & i \in I \setminus I^*, \end{cases} \tag{1}$$

$I^* \subseteq I$, где $i \in I^*-$ узлы с переменной интенсивностью x_i, $x_{ij}-$ дуговые потоки, $(i,j) \in U$. Известны коэффициенты $p_{ij}, (i,j) \in U$ разбиения потока для всех дуг графа. Если выполняется условие $I^* = \emptyset$, то достаточно одного обозреваемого узла графа G для вычисления значений дуговых потоков всего графа.

Теорема 2. *Для связного ориентированного двунаправленного графа G с функцией потока (1) известны коэффициенты $p_{ij}, (i,j) \in U$ разбиения потока, при этом, $I^* \neq \emptyset$. Для определения численных значений дуговых потоков всего графа достаточно разместить $k = |I^*|$ сенсоров в узлах множества I^*.*

Предложен новый подход для поиска субоптимальных (t-оптимальных) решений задачи оценки потока на ненаблюдаемой части сети при различных численных значениях порога интенсивности t: $|x_i| \geq t, i \in I^*$. Обоснован интервал $[1, |I^*|]$ изменения количества $|M|$ обозреваемых узлов. Для выбранного t-оптимального решения применяются стратегии случайного поиска с целью уменьшения числа $|M|$ обозреваемых узлов до тех пор, пока не встретится t-оптимальное решение, которое является приемлемым по числу $|M|$ обозреваемых узлов, гарантирующих полную наблюдаемость сети и по значению t порога интенсивности, $|x_i| \geq t, i \in I^*$.