

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

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

$I^* \subseteq I$, 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, $|x_i| \geq t, i \in I^*$.