

Алгоритмы централизованного контроля за ситуацией в сети с использованием шумоподобных сигналов

Algorithms of centralized control over the situation in the network with the help of noise-like waveforms

Ключевые слова: алгоритм – algorithm; фоновый режим – background mode; шумоподобный сигнал – noise-like waveform.

Рассмотрен алгоритм непрерывного контроля за ситуацией в сети с использованием шумоподобных сигналов (ШПС), передаваемых в фоновом режиме в процессе передачи основной информации по каналам связи.

The algorithm of continuous control over the situation in the network with the help of noise-like waveforms (NLW) is discussed. These signals are transmitted in background mode while transmitting the main information in communication channels.

В современных системах обмена данными предполагается, что ряд функций управления сетью выполняется централизованно из специального центра управления сетью (ЦУС), совмещенного с одним из центров коммутации (ЦК). Такими функциями могут быть, например, управление структурой сети, принятие решений по отключению некоторых источников информации в условиях перегрузки сети, централизованная коррекция планов распределения потоков информации. Реализация этих функций в ЦУС требует постоянного знания всех изменений структуры сети (отказов восстановления каналов) и мест возникновения заторов (перегрузок).

Применение для контроля за ситуацией на сети широкополосных сигналов (ШПС) открыв-

ПРИСЯЖНИК / PRISYAZHNIK S.

Сергей Прокофьевич

(office@itain.spb.ru)
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой оптогеоинформатики
Балтийского Государственного технического
(Военмех) университета
им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург

ОВЧАРЕНКО / OVCHARENKO S.

Сергей Васильевич

соискатель, кафедра оптогеоинформатики
Балтийского Государственного технического
(Военмех) университета
им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург

вает новые возможности. В процессе передачи основной информации в фоновом режиме осуществляется непрерывный контроль с помощью ШПС. Рассмотрим алгоритм контроля за ситуацией на сети, использующей в качестве переносчиков информации ШПС.

Представим сеть в виде неориентированного, взвешенного графа без петель $G(N, L)$ с множеством вершин (ЦК) N и множеством ветвей каналов связи L ; l_{ij} – время передачи ШПС по ветви (i, j) . Вершину, соответствующую ЦК, совмещенному с ЦУС, пометим через n_0 . Пусть $\forall (i, j) \rightarrow a_i b_j$: $a_i, b_j \in \Omega_0$, где Ω_0 – конечное множество квазиортонормальных ШПС с мощностью $\text{card } \Omega_0 \ll N(N-1)$. В каждый фиксированный момент времени ситуация на сети будет отображаться следующей матрицей:

$$A(t) = \begin{pmatrix} 0 & (a_{12} \cup b_{12})x_{12}(t) & \dots & (a_{1n} \cup b_{1n})x_{1n}(t) & \dots & (a_{1N} \cup b_{1N})x_{1N}(t) \\ (a_{21} \cup b_{21})x_{21}(t) & 0 & \dots & (a_{2n} \cup b_{2n})x_{2n}(t) & \dots & (a_{2N} \cup b_{2N})x_{2N}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ (a_{n1} \cup b_{n1})x_{n1}(t) & (a_{n2} \cup b_{n2})x_{n2}(t) & \dots & 0 & \dots & (a_{nN} \cup b_{nN})x_{nN}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ (a_{N1} \cup b_{N1})x_{N1}(t) & \dots & \dots & (a_{Nn} \cup b_{Nn})x_{Nn}(t) & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

где символ \cup означает, что ветвь характеризуется или сигналом $a_{ij}; i, j \in N$, отображающим соответствующую ему ветвь в неперегруженном состоянии, или сигналом $b_{ij}; i, j \in N$, отображающим соответствующую ему ветвь в неперегруженном состоянии, или сигналом $b_{ij}; i, j \in N$, соответствующим перегруженному состоянию ветви, а

$$X_{ij}(t) = \begin{cases} 1 - \text{при наличии ветви } (i,j) \text{ в момент времени } t, \\ 0 - \text{при отсутствии ветви.} \end{cases}$$

Для организации сбора информации о ситуации на сети в ЦУС используется метод образования замкнутых путей «минимальной длины», покрывающих все вершины графа $G(N, L)$ и проходящих через помеченную вершину n_0 . Метод представляет собой пошаговую процедуру.

Шаг 1.

Множеству (n_1) всех смежных с n_0 вершин приписывается «временный вес» $d_{n_0 i_1} = l_{n_0 i_1}; e_1 \in \{n_1\}$ и «информационный вес» $c_{n_0 i_1} = a_{n_0 i_1} \cup b_{n_0 i_1}, i_1 \in \{n_1\}$.

Шаг 2.

Вводится на рассмотрение множество всевозможных путей от вершины n_0 к множеству вершин $\{n_2\}, n_2 \in N$, смежных с $\{n_1\}$:

$$\Omega_{n_2} = \Omega_{i_1} \quad \Omega_{i_2} \quad \dots \quad \Omega_{i_{k-1}} \quad \dots \quad \Omega_{i_k}, r = \text{card} \{n_2\},$$

где Ω_{i_k} – множество путей от вершины n_0 к вершине $i_k \in \{n_2\}$.

Всем вершинам $\{n_2\}$ приписываются «временные веса», определяемые из следующего выражения:

$$d_{n_0 i_1 i_2} = \min_{\Omega_{i_2}} (d_{n_0 i_1} + l_{i_1 i_2}),$$

и соответствующие им «информационные веса»:

$$c_{n_0 i_1 i_2} = (a_{n_0 i_1} \cup b_{n_0 i_1}) \cap (a_{i_1 i_2} \cup b_{i_1 i_2}).$$

Если $m = \text{card} \Omega_{i_2} > 1$, то образуется $(m-1)$ замкнутых путей с весами

$$d_{n_0 i_1 i_2 n_0} = d_{n_0 i_1} + d_{i_1 i_2 n_0}; i_1 \neq i_2, i_1, i_2 \in \{n_1\}.$$

$$c_{n_0 i_1 i_2 n_0} = (a_{n_0 i_1} \cup b_{n_0 i_1}) \cap (a_{i_1 i_2} \cup b_{i_1 i_2}) \cap (a_{i_2 n_0} \cup b_{i_2 n_0}).$$

Аналогично можно записать для шага k :

$$d_{n_0 i_1 i_2 \dots i_k} = \min_{i_k} d_{n_0 i_1 i_2 \dots i_{k-1}} + l_{i_{k-1} i_k},$$

$$c_{n_0 i_1 i_2 \dots i_k} = (a_{n_0 i_1} \cup b_{n_0 i_1}) \cap (a_{i_1 i_2} \cup b_{i_1 i_2}) \cap \dots \cap (a_{i_{k-1} i_k} \cup b_{i_{k-1} i_k}).$$

Если $m = \text{card} \Omega_{i_2} > 1$, то образуется $(m-1)$ замкнутых путей с весами

$$d_{n_0 i_1 \dots i_k i'_{k-1} \dots i'_1 n_0} = d_{n_0 i_1 \dots i_k} + d_{i_k i'_{k-1} \dots i'_1 n_0},$$

$$c_{n_0 i_1 \dots i_k i'_{k-1} \dots i'_1 n_0} = (a_{n_0 i_1} \cup b_{n_0 i_1}) \cap (a_{i_1 i_2} \cup b_{i_1 i_2}) \cap (a_{i_k i'_{k-1}} \cup b_{i_k i'_{k-1}}) \cap \dots \cap (a_{i'_1 n_0} \cup b_{i'_1 n_0}).$$

Индексы $n_0 i_1, \dots, i_k, i'_{k-1}, \dots, i'_1$ соответствуют вершинам графа $G(N, L)$, через которые образовался замкнутый путь. Пошаговая процедура продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все вершины графа и не образуются все замкнутые пути. Таким образом, в ЦУС через определенный интервал времени будет собрано множество

$$\{c_{n_0 i_1 \dots i_k i'_{k-1} \dots i'_1 n_0} / i_1, i'_1, \dots, i_k \in N, i_1 \neq i'_1\}$$

информационных весов, по которым восстанавливается матрица ситуаций A .

Описанный процесс осуществляется непрерывно, поэтому в ЦУС постоянно обновляется информация о ситуации на сети. Данный алгоритм особенно эффективен в небольших высокоскоростных радиосетях с быстро меняющейся структурой и функционирующих в сильной помеховой обстановке. Примером таких сетей являются сети на беспилотных летательных аппаратах.



**ЗАО «Институт телекоммуникаций»
БПЛА «Марс-01» и «Марс-02»
194100, СПб, ул. Кантемировская, д.7
Тел.: (812) 740-77-07**