**МИНИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ ХАРАКТЕРЕ ПОТОКОВ ДАННЫХ**

Абросимов Л.И., Ларин А.А.

Проектировщики вычислительной сети в процессе разработки часто имеют цель уложиться в определенную стоимость. Для её уменьшения необходим рациональный подход к выбору элементов сети. Так, предполагается уменьшение затрат за счёт рассмотрения специфики строящейся сети. Это может быть актуально для сетей мониторинга инфраструктуры датацентра или для организации различных систем сбора данных и реакций, например, используемых в умных домах. Удешевление предполагается за счёт использования узлов с минимально необходимой для выполнения задач конфигурацией (например, используя технологии SDN[1]), при условиях детерминированного характера потоков информации в адаптивной вычислительной сети.

На рис.1. представлена рассматриваемая вычислительная сеть для построения системы пожарообнаружения здания. Имеется набор датчиков (Д) обнаружения пожара, сгруппированных по Ndi и подключенных группами Г*i* к граничным узлам (ГУ*i*) адаптивной вычислительной сети. Всего узлов (У) в сети Ny и они объединены в одну вычислительную сеть, обеспечивая при помощи ГУ сбор данных с датчиков и передачу этих данных в контроллер системы (К). Контроллер служит обработчиком полученных данных для обнаружения и локализации пожара.



Рис.1.Упрощенная структура адаптивной вычислительной сети в установившемся состоянии

Адаптивная сеть подразумевает множество состояний элементов и их связей в сети, в зависимости от необходимости перераспределения ресурсов. Для решения задачи минимизации стоимости предполагается, что сеть находится в одном из определенных (установившихся) состояний, с известными связями узлов друг с другом.

Граничный узел опрашивает один датчик за время , при этом получает данные в количестве Qd. Полученные данные через цепочку (без ответвлений) коммуникационных узлов (КУ) передаются контролеру. Между узлами i и j каналы связи (КС) имеют ширину полосы пропускания Wij.

При условии, что сбор информации датчиков выполняется по единому расписанию, установленному в каждом ГУ, и с периодами достаточными для доставки в контроллер предыдущих данных, а также учитывая, что предполагаемая адаптивная сеть имеет установившуюся структуру – необходимо определить варьируемые параметры вычислительной сети, влияющие на минимизацию стоимости, при условии сохранения необходимой функциональности системы пожарообнаружения (время опроса всех датчиков, передачи полученных данных и их обработки в контроллере не должны превысить предельного значения реакции, установленного для конкретной системы): , при

Так как необходимо, чтобы соблюдалось условие , то необходимо определить время опроса системы и от каких параметров оно зависит. Так как одинаковые потоки данных появляются в сети с определенным периодом, то они - детерминированные. Время опроса системы с одной стороны начинается в момент опроса всех датчиков по расписанию, с другой стороны заканчивается, когда на контроллер поступает последний пакет с данными и затем обрабатывается.

Определим время поступления группы пакетов от граничного узла ГУк к контроллеру. Это время определяется временем получения данных в ГУ и отправкой этих данных в виде отдельных пакетов (для каждого датчика) с учетом задержки следования группы пакетов через каналы связи и коммуникационные узлы вдоль пути () к контроллеру:

, (1)

где ,

.

При этом время ГУ, с учётом времени опроса одного датчика *Td* , полученной информации в размере , а также, с учётом того, что преобразование данных в пакет происходит с производительностью узла , равно:

. (2)

Время передачи по каналам связи на пути () к контроллеру, зависит от количества, размера пакетов и пропускной способности канала:

, (3)

где

Задержка на передачу через коммуникационный узел i зависит от объема буфера узла занятого пакетами на текущий момент (время следования от граничного узла k к данному КУi ), размера пакета и производительности узла при обработке пакетов в буфере.

Так как поток данных имеет детерминированный характер, то функция объема предварительно известна для каждого состояния вычислительной сети, следовательно, задержка КУ:

(4)

Из соотношений (1.1), (1.2), (1.3), (1.4) получаем:

. (5)

Время опроса системы представляет собой максимальное из всех значений ti с учетом времени обработки принятых пакетов на контроллере:

(6)

Но для адаптивной сети полное время опроса с учетом всех возможных M состояний системы:

(7)

Стоимость системы зависит от стоимости датчика, стоимостей ГУ, КУ и К, которые в свою очередь зависят от рабочей частоты опроса датчика fd, частоты процессорного элемента узла fу, размера буфера , пропускной способности узла Wу, стоимости контроллера(CK):

*,* (8)

где , , , – коэффициенты (соответственно, для датчика, процессора, буфера, пропускной способности) связывающие параметры элементов системы со стоимостью.

Минимальный размер буфера для каждого КУi определяется целым значением максимума функции .

Также процессор граничного узла должен быть способен опросить датчик на необходимой частоте, то есть должно выполняться условие:

Используя связующие уравнения для стоимости:

, (9)

, (10)

, (11)

(12)

Используя соотношения (8), (9), (10), (11), (12) и (5) можно подобрать необходимые параметры элементов сети (,  *,*,  *) ,* такие, что будут выполняться условия:

, при

**Литература**

1. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks [Electronic resource] // Open Networking Foundation. – [2012]. –

2.Mode of access: https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/whitepapers/wp-sdn-newnorm.pdf.