

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Е.М. Шалимова

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», РФ

г. Севастополь, ул. Университетская, 33

E-mail: elesh@mail.ru

Рассматриваются особенности системы управления в распределенных системах экологического мониторинга. Сформулированы задачи топологической и функциональной оптимизации. Предлагается общая модель для их решения.

Ключевые слова: экологический мониторинг, распределенная система, топология, управление ресурсами, агент, менеджер, сети микроконтроллеров.

Введение. Задачи, возникающие в области контроля и мониторинга параметров окружающей среды, характеризуются большим количеством регистрируемых в реальном масштабе времени параметров. Очевидно, что эффективная обработка и выбор оптимальной стратегии управления процессами контроля, измерения и обработки информации требуют применения современных информационных технологий. Как правило, различные организации, занимающиеся мониторингом, имеют собственные локальные сети. Для сокращения времени сбора и обработки данных, построения математических моделей и выработки управленческих решений целесообразно объединить такие сети в единую систему. В этом случае может быть сокращено время сбора информации, исключено ее дублирование, однако, для эффективной работы необходимы механизмы синхронизации и координации, позволяющие отдельным подсетям обмениваться информацией.

В настоящей статье приводится классификация, рассматриваются принципы и особенности построения подсистемы управления для систем экологического мониторинга.

Классификация систем управления. По степени централизации системы управления можно разделить на централизованные, распределенные (децентрализованные) и иерархические. Большинство современных систем управления в своей основе используют схему взаимодействия «агент–менеджер» [1].

Централизованная система управления строится на базе одного менеджера. Такая структура может оказаться недостаточно эффективной и надежной. Во-первых, единственный менеджер должен будет обрабатывать все сообщения от всех агентов сети, что может явиться источником возникновения перегрузок из-за большого объема служебного трафика; и, во-вторых, выход из строя единственного менеджера приведет к выходу из строя всей системы.

Распределенный подход позволяет строить более гибкие системы управления: каждый агент собирает сведения и управляет определенными элементами сети. Но для того, чтобы получить полную объективную оценку состояния сети в целом, необходимо организовать обмен данными между всеми менеджерами сети. Очевидно, это может привести к возникновению лавинообразного потока служебной информации. Как правило, во время такого обмена сеть не может качественно решать основные задачи.

Многоуровневые иерархические системы управления строятся на базе корпоративных либо локальных сетей ЭВМ. Система управления большой локальной или территориальной сетью должна сочетать принципы централизованного и распределенного подходов. Этому требование соответствуют многоуровневые иерархические системы, в которых каждый агент 1-го уровня взаимодействует с управляемым объектом. Кроме того, каждый такой агент, в свою очередь, взаимодействует с определенным мене-

джером 2-го уровня. Каждый менеджер i -го уровня одновременно является агентом для менеджера $i+1$ -го уровня.

Именно иерархический подход используется для построения современных систем мониторинга. Количество уровней иерархии непосредственно влияет на оперативность управления.

Задачами экологического мониторинга являются: измерение контролируемых параметров, анализ и обработка полученной информации, накопление статистики, прогнозирование и принятие решений. На рис. 1 приведена структура трехуровневой системы управления распределенной системой экологического

мониторинга. На самом нижнем уровне (уровень 1) системы отдельные подсети \mathcal{E}_i реализуются функции сбора аналоговых и цифровых данных, их первичную обработку, контроль и исполнение команд, идущих от ЭВМ. Средний уровень (уровень 2) системы локально автономен и содержит ЭВМ, управляющие отдельными подсетями. Менеджер верхнего уровня (ЦУС) по своей сути выполняет функции центра управления сетью. В ЦУС реализуются процессы анализа собранных данных, их хранение, моделирование и прогнозирование, реализуются механизмы принятия решений.

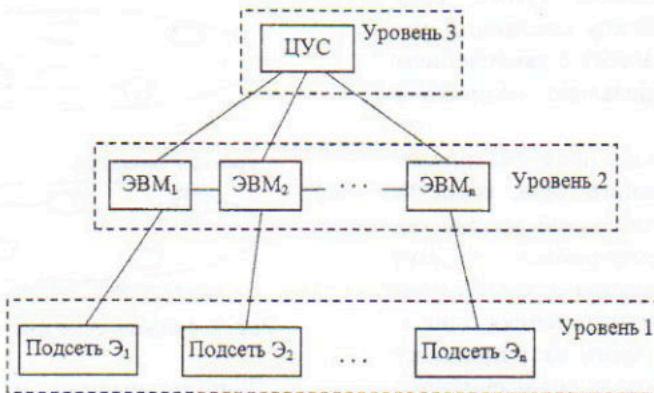


Рис. 1. Трехуровневая система управления экологическим мониторингом

Для построения подсетей нижнего уровня целесообразно использовать микроконтроллеры. Такой выбор определяется особенностями сетей микроконтроллеров, из которых выделим три принципиальные:

- относительно низкая стоимость;
- возможность размещения оборудования в непосредственной близости от контролируемого объекта;
- простота организации алгоритмов управления и обмена информацией.

Как правило, состав и структура системы мониторинга подвержены коррекции, поэтому важными критериями оценки принятых решений являются гибкость и модифицируемость системы. По этим показателям использование сетей микроконтроллеров требует минимальных монтажных работ и может производиться без остановки системы в целом. Реконфигурация системы осуществляется на уровне программного

обеспечения и занимает минимальное время. Другая проблема, связанная с развитием системы, заключается в необходимости использования оборудования различных производителей. Современные микроконтроллеры поддерживают несколько интерфейсов, что позволяет достаточно эффективно, с минимальными затратами решать и эту проблему.

Архитектура каждой подсети может строиться на базе типовых топологий: кольцо, звезда, общая шина [2]. При шинной топологии все узлы подключаются непосредственно к линейной среде передачи или шине. Передача от любого узла распространяется в обоих направлениях по всей длине среды и может приниматься всеми остальными узлами. Время передачи не зависит от количества подключенных к шине узлов. Одновременно только один из узлов сети может вести успешную передачу данных. Подключение или отключение узлов от

сети не влияет на взаимодействие остальных ее элементов. Разрыв структуры приводит к разбиению сети на сегменты, каждый из которых также имеет шинную топологию. Минимально возможное число узлов – два.

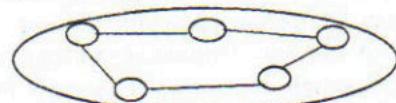
При кольцевой топологии пакет данных проходит через все узлы сети и либо уничтожается приемником, либо передается далее до источника, тем самым, подтверждая целостность сети. Разрыв кольца, либо отказ одного из элементов приводят к нарушению возможности приема и передачи данных для значительной части узлов сети. Среднее время передачи пакетов между узлами равно половине суммы всех времен передачи между соседними узлами, то есть, возрастает с увеличением числа узлов. Минимально возможное число узлов – три.

Топология «звезда» предусматривает выделение центрального узла, который связан со всеми остальными узлами сети, связь между периферийными узлами реализуется через центральный. Разрыв сети приводит к отсоединению одного узла. Отказ центрального узла приводит к отказу всей сети, отказ периферийного узла не влияет на работу остальных узлов. Пропускная способность сети ограничивается производительностью центрального узла. Время передачи данных между периферийными узлами составляет удвоенное время передачи центральному узлу. Минимально возможное число узлов – три. Топология «звезда» используется в простых системах. Программное обеспечение машин нижнего уровня в этих системах получается наиболее простым за счет усложнения программ центральной ЭВМ. Кольцевая и шинная топологии упрощают взаимные связи в системе, кроме того, их применение часто ведет к сокращению длины линий связи.

Современные микроконтроллеры оснащены несколькими интерфейсами, предназначенными для организации связи и передачи данных. Кроме того, существуют специальные микросхемы, с помощью которых можно расширить множество поддерживаемых интерфейсов. Следовательно, при построении сети возможна передача информации между

узлами с помощью разных интерфейсов. Это означает, что на канальном уровне возможно одновременное существование нескольких топологий. В таком случае сеть микроконтроллеров может рассматриваться как суперпозиция однородных по интерфейсу сетей. Топологии сетей, объединяющих микроконтроллеры по каждому интерфейсу, могут быть различными (рис. 2).

Уровень 1-интерфейс 1



Уровень 2-интерфейс 2



Уровень n-интерфейс n

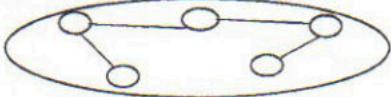


Рис. 2. Модель сети микроконтроллеров

Топологическая и функциональная оптимизация распределенных систем. Основой построения вычислительных систем с распределенной архитектурой является функциональная и топологическая децентрализация. Целью функциональной децентрализации является снижение сложности системы разбиением её функций на отдельные составляющие. Топологическая децентрализация предполагает пространственное распределение используемого оборудования. По данным [3] затраты на кабельную продукцию в современных распределенных системах составляют до 60% от общей стоимости системы. В этой связи возникает задача синтеза сети передачи данных с минимальной суммарной длиной линий связи. В такой постановке – это задача о минимальном остове. Если же разрешить введение дополнительных вершин, то длину минимального остова можно уменьшить.

Эта задача известна как задача Штейнера, которая в общей постановке до сегодняшнего дня не решена. Если задать дополнительное множество вер-

шин, в которых может размещаться сетевое оборудование, то задача превращается в задачу Штейнера на графах и допускает точное решение. Оптимальное Функциональная оптимизация подсетей уровня 2 может потребовать размещения дополнительных вычислительных мощностей. Математически обе задачи могут быть сформулированы как задача о назначениях. Задача о назначениях – это целочисленная задача линейного программирования, заключающаяся в выборе такого распределения ресурсов по некоторым объектам, при котором минимизируется стоимость назначения. Приведем формальную постановку задачи.

Пусть $C = [c_{ij}]$ – матрица стоимостей, где c_{ij} – затраты, связанные с назначением i -го ресурса на j -й объект. Индексы i и j принимают значения от 1 до m , где m – число объектов (ресурсов). Определим матрицу $X = [x_{ij}]$ следующим образом: $x_{ij}=1$, если i -й ресурс назначен на j -й объект и $x_{ij}=0$ в противном случае.

Требуется минимизировать общую стоимость назначений

$$Z = \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

при условиях

$$\sum_j x_{ij} = 1, \text{ для всех } i, \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ij} = 1, \text{ для всех } j, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ для всех } i \text{ и } j. \quad (4)$$

Особенности данной задачи, заключающиеся в том, что элементы матрицы $X = [x_{ij}]$ могут принимать только значения 0 или 1, и правые части ограничений

равны 1, позволяют для ее решения использовать аппарат логических уравнений.

Заключение. Трехуровневая система управления позволяет каждой подсети вести мониторинг независимо от других, однако, при необходимости, через менеджеров второго уровня может быть организовано взаимодействие и обмен данными.

Выбор архитектуры отдельных подсетей определяется числом ее узлов и множеством выполняемых функций.

Для решения задач топологической и функциональной оптимизации отдельных подсистем могут использоваться общие математические модели.

Наличие нескольких интерфейсов у микроконтроллеров позволяет увеличить пропускную способность сети за счет передачи полезного и управляющего трафиков по разным интерфейсам.

Для оценки параметров сети разработана имитационная модель в среде AnyLogic. В дальнейшем предполагается использование предложенной модели для анализа, получения количественных характеристик и настройки параметров распределенных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таненбаум Э. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2006. 824 с.
2. Столлингс В. Компьютерные системы передачи данных. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. 928 с.
3. Прангшивили И.В., Стецюра Г.Г. Микропроцессорные системы. М: Наука, 1980. 326 с.

FEATURES OF CONSTRUCTION CONTROL SUBSYSTEM IN DISTRIBUTED SYSTEMS OF ENVIRONMENTAL MONITORING

E.M. Shalimova

Federal State Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», Russian Federation, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

We discuss the features of the control system in distributed systems for environmental monitoring. We consider the problems of topological and functional optimization. A general model for solving them is proposed.

Keywords: environmental monitoring, distributed system, topology, resource control, agent, manager, network microcontrollers.