

Задачи моделирования распределенных систем контроля для оптимизации объема трафика

Я. А. Бекенева¹, И. И. Холод², А. В. Шоров³

Санкт-петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

¹yana.barc@mail.ru, ²iisolod@mail.ru, ³ashxz@mail.ru

Аннотация. Современные средства контроля оснащены большим количеством разнородных устройств, позволяющих осуществлять мониторинг процессов. К таким устройствам относятся как различные сенсоры, генерирующие информацию при наступлении некоторого события, так и средства непрерывного наблюдения. К таким устройствам относятся средства видеорегистрации, осуществляющие мониторинг и передачу потоковых видеоданных в центральные устройства сбора и анализа в непрерывном режиме. Использование большого числа таких устройств создает большую нагрузку как на каналы связи, так и повышает требования к системам обработки информации. В данной работе представлены принципы создания моделей таких систем, а также определены задачи дальнейшей оптимизации объема мультимедийного трафика и снижению нагрузки на каналы связи.

Ключевые слова: моделирование систем мониторинга; системы контроля; мультимедийные данные; передача данных; каналы связи

I. ВВЕДЕНИЕ

Задача оптимизации передачи данных является одной из актуальных задач, связанных с передачей больших объемов информации внутри сети. При использовании многочисленных средств мониторинга на предприятиях используется централизованная обработка данных, получаемых от разных источников. Одним из наиболее часто используемых средств мониторинга являются видеокамеры. Поток видеоданных даже от одного источника характеризуется большим объемом трафика, непрерывно передаваемого по каналам связи. Использование большого количества видеокамер для мониторинга существенно увеличивает нагрузку на каналы связи, в связи с чем либо возрастают требования к средствам передачи данных с точки зрения пропускной способности, либо к принципам получения данных.

В настоящей работе предлагается модель системы мониторинга в организации, позволяющая учесть особенности передачи разнородных данных, в том числе мультимедийных. Предложенная модель будет использована для разработки методов оптимизации

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания «Организация научных исследований», задание №2.6113.2017/6.7 и Стипендии Президента РФ СП-2581.2019.5.

передачи мультимедийных данных в системах мониторинга.

II. РЕЛЕВАНТНЫЕ РАБОТЫ

Существует множество исследований, посвященных моделированию процессов передачи данных в сетях. В настоящее время доступно множество сред, позволяющих строить сети любой конфигурации, имитировать различные процессы, связанные с передачей данных и оценивать их. Большой актуальностью пользуются исследования, связанные с моделированием различных сетевых атак и тестированием механизмов защиты [1, 2].

Вопросы, рассматриваемые в данном исследовании, предполагают иного подхода к построению конфигурации моделируемой системы. При моделировании должны быть учтены не просто сценарии поведения пользователей сети, а процессы, связанные с перемещением объектов в пространстве. Наблюдение за перемещением объектов осуществляется с помощью разных устройств, каждое из которых генерирует некоторые данные только в случае определенного рода взаимодействия с движущимся объектом [3–5]. Некоторые устройства в остальное время находятся в состоянии покоя. Однако часть устройств осуществляет непрерывный мониторинг, в том числе в тех случаях, когда не происходит ни одно из событий, которое следует зафиксировать. Так, например, в режиме видеорегистрации может вестись непрерывная запись одного и того же вида независимо от того, есть ли в кадре некоторый объект наблюдения или нет.

Таким образом, разработка модели системы мониторинга с точки зрения передачи данных в такой системе существенно отличается от моделирования вычислительной сети. В работе [6] предлагалась модель генерации логов несколькими разными средствами мониторинга при реализации разных сценариев перемещений объектов. Однако в этой модели отсутствуют мультимедийные данные, а логи представляются в единой таблице, которая сразу может быть использована для анализа данных или процессов.

Предлагаемый в данной работе подход к моделированию позволит определить основные задачи, которые необходимо решить для построения имитационной модели системы мониторинга.

Предложенный подход позволит учесть особенности данных от каждого типа устройства мониторинга и особенности передачи данных в таких системах.

III. ОПИСАНИЕ ПОДХОДА

Закрытые производственные территории могут быть представлены как в виде единичного пространственного объекта, имеющего заданные границы, так и совокупность распределенных пространственных объектов, географически удаленных друг от друга. В случае единичной производственной территории *СТ* мониторингу и анализу подвергаются действия, осуществленные в пределах заданных границ. Распределенные производственные объекты *DCT* могут быть представлены в виде набора $DCT = \langle CT, RT \rangle$, где *CT* представляют собой отдельно взятые ограниченные территории, *RT* – возможные маршруты следования от одной закрытой территории к другой. В таком случае анализу могут подвергаться не только действия, совершенные в пределах границ каждого пространственного объекта, так и на пути следования из одного пространственного объекта в другой.

Система мониторинга и контроля *SCM* может быть представлена в виде иерархической структуры, где на нижнем уровне находятся различного рода устройства мониторинга sm_1, sm_2, \dots, sm_j , непосредственно осуществляющие фиксацию событий и генерирующие сырые данные о событиях. К таким устройствам могут относиться различного рода датчики, средства фото- и видеомониторинга, измерительные устройства, маршрутизаторы и пр.

На верхнем уровне иерархии выделяется центральный узел сбора и анализа данных, в котором осуществляется обработка всей поступающей информации.

В системах мониторинга, состоящих из множества разнородных устройств, как правило, используются системы сбора и хранения данных *SCSD* для каждого вида устройства в отдельности. В некоторых случаях в качестве промежуточной ступени могут быть выделены локальные системы сбора *LS*, которые осуществляют сбор данных от устройств определенного типа на местах, а затем передают их в общую систему сбора и хранения данных этого типа.

При создании имитационной модели необходимо учесть, по каким правилам осуществляется передача данных от устройств мониторинга к вышестоящим системам сбора данных. Отправка данных мониторинга может осуществляться сразу после их генерации, либо данные могут накапливаться в течение заданного времени, а затем по прошествии заданного интервала осуществляется единовременная передача всех накопленных данных. Также передача данных может осуществляться по запросу от вышестоящего устройства. Аналогичным образом осуществляется передача данных от нижестоящих систем сбора данных к вышестоящим системам сбора и анализа.

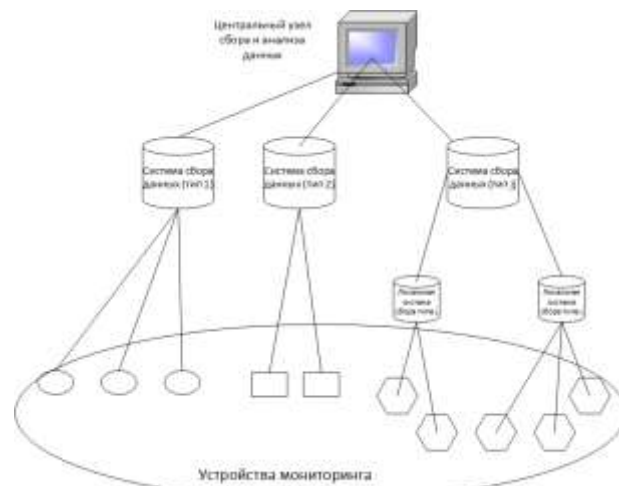


Рис. 1. Иерархическое представление системы мониторинга на предприятии

При анализе процесса передачи, сбора и анализа данных необходимо также учитывать каналы связи *CH*, с помощью которых осуществляется передача данных. В качестве основных характеристик каналов связи могут быть выделены используемые для обмена данными протоколы *prot*, физическая реализация передачи данных *phl* и скорость передачи данных по каналу связи *sp*. Анализируя особенности принятых правил передачи данных от устройств мониторинга к вышестоящим системам сбора, особенности физической реализации обмена данными и пропускные способности каналов связи, исследователь может разработать методы, позволяющие оптимизировать передачу данных в системе.

Рассмотрим основные принципы генерации данных в распределенных системах мониторинга и основные задачи, связанные с моделированием таких систем.

В границах производственной территории может быть выделено некоторое множество зон, т.е. участков пространства, в пределах которых установлено некоторое множество средств мониторинга, формирующие информацию о некоторых событиях, происходящих на данном участке.

В рамках данной работы под зоной понимается некоторое пространство, где один контролируемый движущийся объект может инициировать одно событие, информация о котором будет получена от расположенных средств мониторинга, расположенных на данном участке. На производственном объекте могут происходить различные фиксируемые события. Их можно представить конечным множеством:

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

При нахождении некоторого движущегося объекта в определенной зоне происходит некоторое значимое событие, которое должно быть подвержено наблюдению. В одной зоне могут происходить как события какого-либо одного фиксированного типа, так и события нескольких типов. Кроме того, могут быть выделены события парных

типов, которые могут произойти в одной и той же зоне (например, въезд/выезд, вход/выход).

Фиксация события в пределах отдельно взятой зоны может осуществляться несколькими средствами мониторинга как одновременно, так и последовательно, с некоторой временной задержкой, которая в общем случае может быть определена взаимным расположением средств мониторинга, движущегося объекта и порядком взаимодействия самого объекта со средствами контроля.

Любое событие может быть описано с помощью набора параметров *par*. Событие – это моментальное локальное явление, происходящее в уникальном времени и месте. Таким образом, неотъемлемыми параметрами события являются место и время его совершения. В контексте исследования перемещений некоторых движущихся объектов еще одним неотъемлемым параметром будет параметр, описывающий сам движущийся объект как сущность, инициировавшую событие.

При наступлении некоторого события e_i в зоне z_m , содержащей d устройств мониторинга, количества записей ent , описывающих событие e_i является равным d (рис. 2):

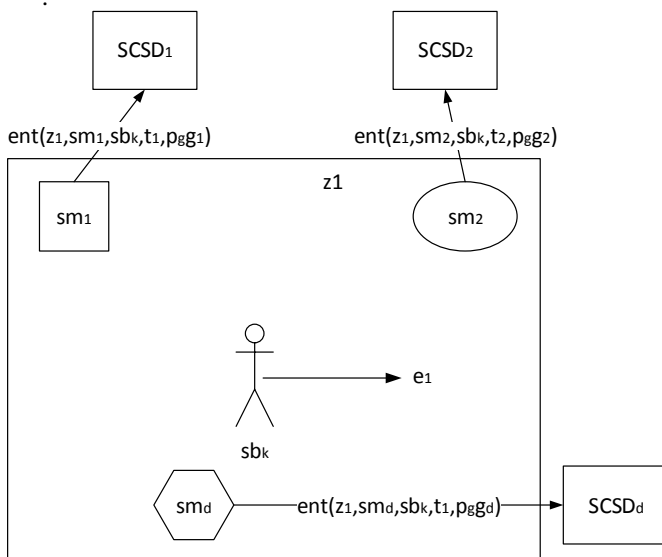


Рис. 2. Формальное представление процедуры фиксации данных на производственных объектах

На рис. 2 показана общая схема процедуры фиксации события разнородными средствами мониторинга. Некоторый движущийся объект sb_k находится в зоне z_1 и совершает некоторое действие, которое представляет собой событие e_1 определенного типа. Данное событие фиксируется всеми средствами мониторинга, расположенными в данной зоне. При этом событие фиксируется в разные моменты времени. Например, на рисунке показано, что средства мониторинга sm_1 и sm_d зафиксировали событие одновременно в момент времени t_1 , а средство мониторинга sm_2 – в другой момент времени t_2 . При наличии в этой зоне других средств мониторинга фиксация события могла быть осуществлена в некоторые другие моменты времени, которые могут как находиться в

интервале $\{t_1, t_2\}$, так и выходить за пределы данного интервала.

Таким образом, для каждой зоны мониторинга существует некоторый временной интервал, который определяется длительностью прохождения движущегося объекта от начального до конечного средства мониторинга в данной зоне.

При моделировании распределенной разнородной системы мониторинга следует учесть описанные особенности. В частности, должны быть решены следующие задачи.

1. Необходимо состав средств мониторинга в каждой отдельно взятой зоне, расположение средств мониторинга и их взаимное расположение относительно друг друга.
2. Важно выявить моменты фиксации события каждым из средств мониторинга, а также моменты генерации данных. Также должны быть приняты во внимание временные задержки между срабатываниями разных средств мониторинга по мере прохождения исследуемого объекта через средства мониторинга.
3. Необходимо определить формат и размер данных, генерируемых каждым типом средства мониторинга при наступлении события. При непрерывной фиксации состояния окружающей обстановки (например, в случае видеорегистратора), учесть объем видеопотока от каждого устройства.
4. Оценить пропускную способность каналов связи.
5. Оценить особенности используемых протоколов.

С учетом всех перечисленных особенностей планируется разработать имитационную модель системы мониторинга, которая позволит моделировать различные ситуации при мониторинге процессов. Основной задачей такой модели будет моделирование потоков трафика при фиксации разных событий, составляющих процессы. Полученная модель позволит оценивать нагрузку на каналы связи для различных сценариев процессов, выявить возможные узкие места в каналах связи.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе подхода, предложенного в данной работе, планируется разработка имитационной модели распределенной системы мониторинга, включающей в себя разнородные устройства. Особое внимание будет уделено моделированию потоков данных между различными элементами системы. В работе рассмотрены задачи, которым следует уделить особое внимание при разработке имитационной модели. Решение таких задач позволит учесть возможные особенности функционирования распределенных систем мониторинга и выявить узкие места в каналах связи, также определить ситуации, характеризующиеся чрезмерно высокой

нагрузкой на каналы связи, а также на узлы обработки данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Development of protection mechanisms against DRDoS-attacks and combined DRDoS-attacks / Ya. Bekeneva, A. Shorov // *Vibroengineering PROCEDIA* vol. 12 26-th International Conference on VIBROENGINEERING, St-Petersburg, Russia, 29-30 June, 2017, pp. 178-183.
- [2] Batista S.F.A., Zhao C.L., Leclercq L. Effects of users' bounded rationality on a traffic network performance: a simulation study // *Journal of Advanced Transportation*. 2018.
- [3] Simulation and Analysis of DDoS Attack on Connected Autonomous Vehicular Network using OMNET++ / Mohd T.K., Majumdar S., Mathur A., & Javaid A.Y. // 2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), New York, USA, 8-10 November 2018, pp. 502-508.
- [4] Visualizing anomalous activity in the movement of critical infrastructure employees / E.S. Novikova, I.N. Murenin, A.V. Shorov // 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg, 2017, pp. 504-509.
- [5] Roth S., König F.J., Dirschl C., & Heinrich M. Accurate Vehicle Simulation in Logistic and Manufacturing Planning // *Simulating Urban Traffic Scenarios*. – Springer, Cham, 2019. pp. 99-113.
- [6] Towards Simulation of the Processes Related to Transport Movement within Industrial Objects / Bekeneva Y.A., Novikova E.S., Kholod I.I., Shorov A.V. // 2018 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). IEEE, 2018. pp. 304-307.