

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МАРШРУТИЗАЦИИ IP-СЕТЕЙ НА ЭТАПЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СЕТИ**

Рассматриваются проектирование корпоративных компьютерных сетей, вопросы, возникающие на начальном этапе построения сети, а также важность маршрутизации в структуре компьютерной сети, неполадки, связанные с ней и способы их прогнозирования и предотвращения.

С появлением электронной коммерции (e-commerce) и развитием сети Интернет открылись новые сферы для ведения бизнеса. Информация стала все более зависеть от времени и, соответственно, стала больше цениться её новизна. Для больших предприятий оперативность информации поддерживается посредством корпоративных компьютерных сетей. Построение такой сети – процесс довольно трудоемкий и дорогой. Поэтому для построения эффективно действующей корпоративной сети требуется тщательное и продуманное предварительное моделирование. Правильно проведенный анализ позволит избежать в будущем материальных затрат, связанных с модификациями и расширениями сети, а также устойчивостью к сбоям.

“Маршрутизация – неотделимая часть проектирования IP-сетей, поскольку представляет собой механизм, обеспечивающий доступность ресурсов для приложений...При проектировании IP-сети важно понимать влияние маршрутизации на производительность сети в целом. Проблемы с маршрутизацией могут стать причиной снижения производительности программного обеспечения. Также важно понимать возможность повышения эффективности сети путем оптимизации маршрутизации.” [1].

Потребность в маршрутизации объясняется следующими причинами:

Методология проектирования

При моделировании IP-сетей им стараются придать модульную структуру [1]. Соединение модулей сети вместе требует маршрутизации для обеспечения доступности всех участков сети.

Безопасность

Обеспечить безопасность на сетевом уровне можно с помощью так называемых сетевых фильтров, т.е. обеспечить адресную недоступность участков сетей для определенной категории пользователей.

Создание ГВС

Соединение локальных вычислительных сетей (ЛВС) в глобальные вычислительные сети (ГВС) чаще всего реализуется посредством маршрутизации.

Маршрутизатор – важная часть оборудования IP-сети и служит для соединения частей сети, называемых подсетями. Все хосты в IP-сети имеют уникальные адреса, состоящие из двух частей – адреса подсети и адреса хоста.

Маршрутизаторы очень часто используются для соединения центрального офиса компании и его представительств. Поэтому важно проверить надежность данного компонента сети и устойчивость ее к сбоям оборудования (маршрутизатора) еще на этапе проектирования.

Типичный пример соединения двух подсетей показан на рис. 1.

При отправке пакета сообщения с хоста 13.0.0.1 (А) на хост 13.0.0.2 (Б) хост А, используя протокол ARP (протокол разрешения адреса), получает адрес хоста Б и отправляет пакет по этому адресу. При отправке пакета с хоста А на хост 22.0.1.1 (Д) пакет отправляется на маршрутизатор 13.0.1.11 (В), затем на маршрутизатор 22.0.1.121 (Г) и уже на хост В. Направления перемещения пакетов задаются таблицами маршрутизации на хостах и маршрутизаторах.

Пример таблицы маршрутизации для маршрутизатора В показан в табл. 1.

Направление – это адрес сети, в которую посылается пакет.

Маска подсети определяет значащую часть адреса хоста из общего адреса.

Выходное направление – адрес, на который перенаправляется пакет для данного направления. “Локально” означает, что направление находится с данным объектом (хостом, маршрутизатором) в одной локальной сети.

Существует несколько способов реализации маршрутизации в IP-сетях. В общем, маршрутизация может быть разделена на две категории: статическая и динамическая маршрутизация.

Основные достоинства статической маршрутизации:

Простота

Статическая маршрутизация строится до начала функционирования маршрутизаторов и поэтому очень проста в оперировании: либо работает, либо нет.

Низкий уровень

Так как все направления конфигурируются статически, нет необходимости занимать каналы связи для обновления в режиме реального времени и проверки статуса соседних сетей.

Легкость устранения неполадок

Из-за небольшого размера сети изменения могут проектироваться сначала “на бумаге” и проверяться в режиме “офф-лайн” [1].

Статическая маршрутизация используется в небольших корпоративных сетях с небольшим количеством маршрутизаторов (до 5-10). В данной статье обсуждается использование статической маршрутизации и вопросы, связанные с автоматизацией моделирования конфигурации сети, маршрутизации в частности, и с разрешением различных неполадок в сети, связанных с маршрутизацией (обрыв линии связи, выход из строя маршрутизатора).

Перед администратором сети ставится задача поддержки и восстановления маршрутизации. При наличии 2-х, 3-х маршрутизаторов в сети и не критичности по времени это сделать несложно. Однако при большем количестве маршрутизаторов и (или) необходимости в срочном устранении неполадки без помощи автоматизированных средств не обойтись. При построении структуры сети также представляется интересным моделирование сбоев участков сети и анализ устойчивости ее работы при выходе из строя некоторых каналов связи и (или) маршрутизаторов. В данной статье предлагается один из вариантов поиска альтернативных путей при обрыве канала связи с целью полностью перенаправить поток данных. Целью данного анализа является не алгоритм маршрутизации при функционировании сети, а моделирование сбойной ситуации и проверка возможности существования альтернативного пути на стадии проектирования с целью визуального отслеживания такого процесса, либо быстрое получение конфигурации маршрутизации при реальных сбоях. Своевременно проведенный анализ и продуманно спроектированная маршрутизация сэкономят средства в дальнейшем при устранении сбоев и расширении сети.

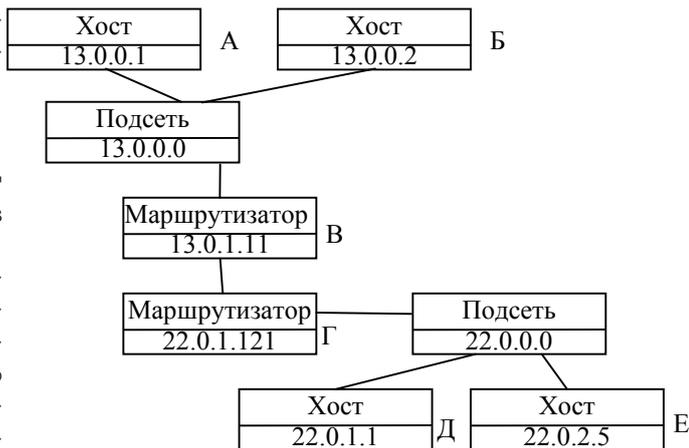


Рис. 1

Таблица 1

Направление	Маска подсети	Выходное направление
22.0.0.0	255.0.0.0	22.0.1.121
13.0.0.0	255.0.0.0	Локально

В качестве разрывов будем рассматривать выход из строя канала связи между двумя подсетями. Представим сеть в виде графа $G = (X, E)$, где $X = \{x_i\}, i = \overline{1, n}$ – множество вершин графа, в данном случае подсетей по IP классификации; $E = \{(i, j)\}$ – множество дуг – каналов связи, соединяющих подсети x_i и x_j . Для маршрутизатора подсети x_i (будем считать, что в подсети один маршрутизатор) задана таблица маршрутизации $RX_i = \{(x_j, x_k)\}$, где $x_j, j = \overline{1, n}$ – направление потока, $x_k, k = \overline{1, n}$ – выходное направление потока x_j .

Разрыв канала связи означает неработоспособность дуги (i, j) из E . Общий алгоритм разрешения данной сбойной ситуации представляется следующим образом:

Определяется наличие маршрутов через неработоспособный канал связи, т.е. наличие пар $(x_k, x_j) \in RX_i, k \in (1, n)$ либо пар $(x_m, x_i) \in RX_j, m \in (1, n)$. Отсутствие таких пар будет означать, что через данный канал не проходят потоки данных, и разрыв не скажется на работоспособности сети при выбранной топологии.

Теперь допустим, что на множестве RX_i найдено несколько пар

$$\overline{RX}_i = \{(x_k, x_j)\} \quad (1)$$

где x_k принадлежит непустому подмножеству $\overline{X} \subset X$. Это означает, что существует определенный поток данных, проходящий через канал связи (i, j) .

Дуга (i, j) исключается из множества E . Затем на графе одним из способов поиска кратчайшего пути между вершинами находится путь от вершины x_i к вершине x_j . Отсутствие такого пути означает, что необходимо перестраивать структуру сети для обеспечения альтернативного пути.

Пусть найден альтернативный путь:

$$x_{l_1} = x_i, x_{l_2}, x_{l_3}, \dots, x_{l_{k-1}}, x_{l_k} = x_j. \quad (2)$$

Необходимо обеспечить прохождение потока в направлении \overline{X} через путь (2). Это обеспечивается добавлением в таблицы маршрутизации $RX_{l_j}, j = 1, k-1$ для каждой вершины из (2) пар $(a, x_{l_{j+1}}), \forall a \in \overline{RX}_i$. При этом пары вида $(a, b), b \in X$ удаляются из множества RX_{l_j} .

Для примера рассмотрим сеть, изображенную на рис. 2. Для удобства обозначим подсети буквами А, В, С, Д. Предположим, что произошел разрыв между подсетями А и В.

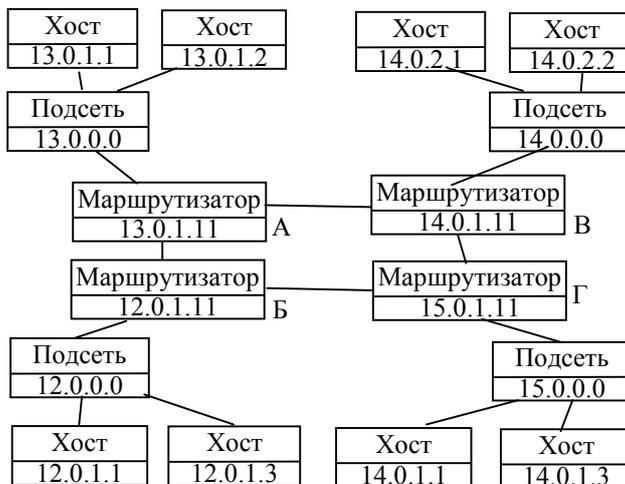


Рис. 2

Таблицы маршрутизации для маршрутизаторов:

Таблица 2

Маршрутизатор 13.0.1.11

Направление	Маска подсети	Выходное направление
14.0.0.0	255.0.0.0	14.0.1.11

Таблица 3

Маршрутизатор 12.0.1.11

Направление	Маска подсети	Выходное направление
13.0.0.0	255.0.0.0	13.0.1.11
14.0.0.0	255.0.0.0	14.0.1.11

Таблица 4

Маршрутизатор 14.0.1.11

Направление	Маска подсети	Выходное направление
15.0.0.0	255.0.0.0	15.0.1.11

Таблица 5

Маршрутизатор 15.0.1.11

Направление	Маска подсети	Выходное направление
14.0.0.0	255.0.0.0	14.0.1.11
13.0.0.0	255.0.0.0	13.0.1.11

Теперь запишем структуру сети в терминах данной статьи.

Множество вершин $X = \{A, B, V, \Gamma\}$, множество дуг $E = \{(A, B), (A, V), (B, \Gamma), (B, V)\}$.

Таблицы маршрутизации для маршрутизаторов подсетей A , B , V и Γ соответственно $RX_A = \{(B, B)\}$, $RX_B = \{(B, A), (A, A)\}$, $RX_V = \{(\Gamma, \Gamma)\}$, $RX_\Gamma = \{(B, B), (A, B)\}$.

В качестве выходного направления, означающего адрес маршрутизатора, берем адрес его подсети. Эту замену мы можем сделать, поскольку считаем, что на одну подсеть приходится один маршрутизатор. Теперь рассмотрим действие алгоритма в данной ситуации.

Исключаем сбойный участок (A, B) из множества каналов связи E .

Поиск маршрутов через неработоспособный канал (A, B) дает пару $(B, B) \in RX_A$, где $B \in \overline{X}$. Поиск кратчайшего пути из A в B любым алгоритмом на графах дает альтернативный путь из A в B : " A, B, Γ, B ".

Теперь необходимо обеспечить прохождения потока \overline{X} по альтернативному пути. Для этого перестроим таблицы маршрутизации для маршрутизаторов подсетей A , B , Γ и V .

Для маршрутизатора подсети A добавим пару (B, B) и исключим пару (B, B) , теперь $RX_A = \{(B, B)\}$. У маршрутизатора подсети B добавим пару (B, Γ) и исключим, в связи с изменением направления, пару (B, A) , в результате получим $RX_B = \{(B, \Gamma), (A, A)\}$. Таблица маршрутизации для маршрутизатора подсети Γ примет соответственно вид $RX_\Gamma = \{(B, B), (A, B)\}$.

На примере мы рассмотрели действие алгоритма поиска альтернативного пути. Как уже отмечалось, основная его цель – быстрое реагирование на разрыв и обеспечение работоспособности сети на время устранения неполадок и (или) перестройки ее конфигурации.

Для проведения подобных исследований используют имитационное моделирование. "Имитационные модели представляют собой компьютерную программу, которая шаг за шагом воспроизводит события, происходящие в реальной систе-

ме. Применительно к вычислительным сетям их имитационные модели воспроизводят процессы генерации сообщений приложениями, разбиение сообщений на пакеты и кадры определенных протоколов, задержки, связанные с обработкой сообщений, пакетов и кадров внутри операционной системы, процесс получения доступа компьютером к разделяемой сетевой среде, процесс обработки поступающих пакетов маршрутизаторами и т.д. При имитационном моделировании сети не требуется приобретать дорогостоящее оборудование – его работы имитируются программами, достаточно точно воспроизводящими все основные особенности и параметры такого оборудования...

Программные системы моделирования сетей – инструмент, который может пригодиться любому администратору корпоративной сети, особенно при проектировании новой сети или внесении кардинальных изменений в уже существующую сеть. Продукты данной категории позволяют проверить последствия внедрения тех или иных решений еще до оплаты приобретаемого оборудования. Конечно, большинство из этих программных пакетов стоят достаточно дорого, но и возможная экономия может быть тоже весьма ощутимой” [2].

При необходимости оценки одного или нескольких параметров сети можно воспользоваться менее дорогими пакетами для проведения анализа. Одним из таких программных продуктов является средство анализа и моделирования маршрутизации NetArchitest, разработанное в Харьковском университете радиозлектроники на кафедре Информатики с использованием практического опыта проведения исследований устойчивости к сбоям (Fehler Toleranz) сетевого оборудования на кафедре информатики Технического Университета Карлсруэ (Германия). NetArchitest (рис. 3) позволяет построить на начальном этапе моделирования структурную модель сети с конфигурированием маршрутизации. С готовой моделью можно провести такие исследования:

- анализ маршрутов прохождения пакетов сети;

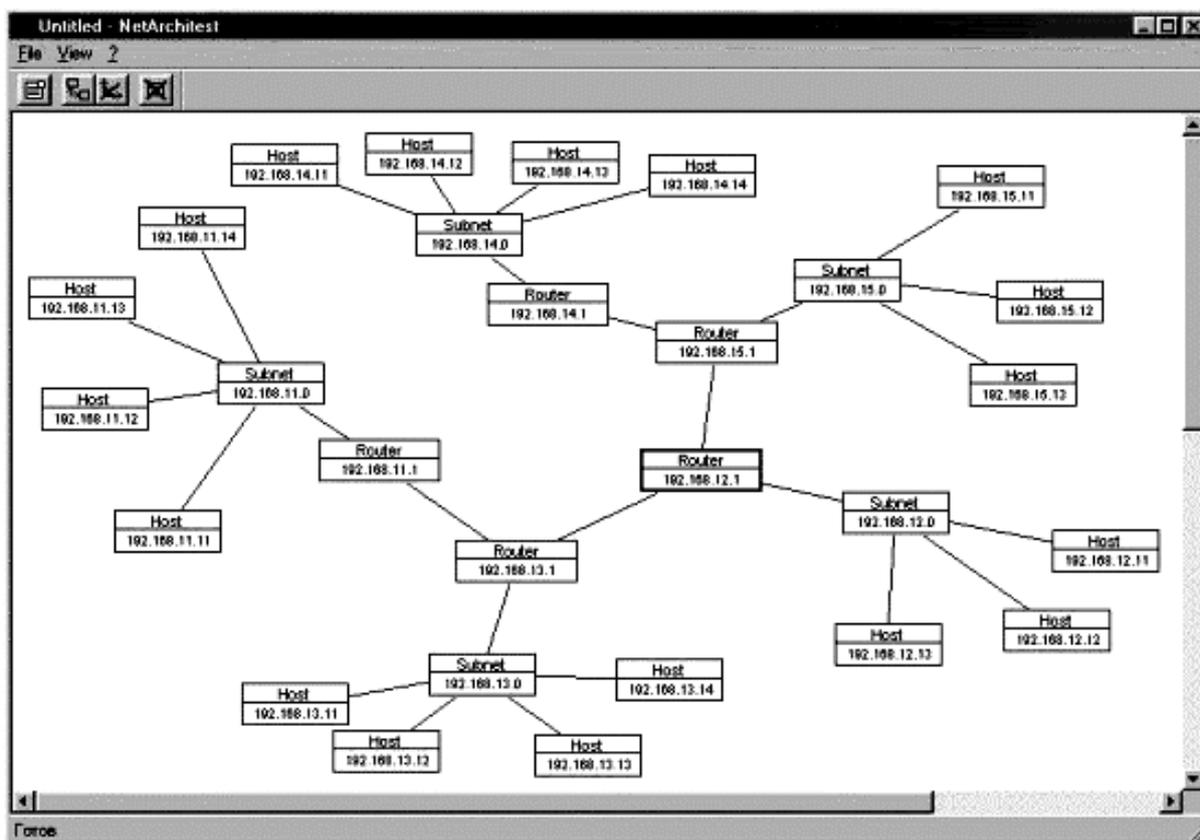


Рис. 3

- сканирование структуры сети на предмет взаимной доступности ее участков по существующей маршрутизации;
- моделирование сбоев участков сети с возможностью автоматизированной переконфигурации для обеспечения работоспособности сети на период ремонтных работ;
- сканирование сети для определения критических участков, сбой на которых нельзя обойти изменением маршрутизации.

Список литературы: 1. *Martin W. Murhammer, Kok-Keong Lee, Payam Motallebi, Paolo Borghi, Karl Wozabal. IP Network Design Guide, International Technical Support Organization, IBM corporation, 1999. SG24-2580-01. <http://www.redbooks.ibm.com>* 2. *Олифер Н.А., Олифер Н.Г. Средства анализа и оптимизации локальных сетей, "Центр информационных технологий", 1998. <http://www.citfroum.ru/nets/optimize/index.shtml>.*

Поступила в редколлегию 20.03.01

Сорочан Михаил Владимирович, студент 5-го курса ХТУРЭ. Научные интересы: системный анализ, объектно-ориентированный анализ и проектирование, компьютерные сети. Адрес: Украина, 61174, Харьков, пр. Л. Свободы, 51-б.

Дробинский Владимир Георгиевич, студент 5-го курса ХТУРЭ. Научные интересы: генетические алгоритмы, многокритериальная оптимизация. Адрес: Украина, 61174, Харьков, пр. Л. Свободы 51-б, к. 732.

Куземин Александр Яковлевич, канд. техн. наук, доцент кафедры информатики ХТУРЭ. Научные интересы: системный анализ, проектирование информационных систем. Адрес: Украина, 61054, Харьков, ул. Данилевского, 16, кв. 8, тел. 43-09-36.

УДК 519.713

Е.В. ГОРЕЛОВА, Н.В. БЕЛОУС

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Анализ действующие компьютерные идентифицирующие системы международного класса, исследуются альтернативные способы определения местоположения составов в системах контроля за движением поездов. Освещаются отдельные практические и теоретические вопросы использования технологий распознавания образов, а также способы повышения надежности распознающих систем.

Существует достаточно большой круг задач, связанных с идентификацией различных движущихся объектов. Железные дороги с их упорядоченной инфраструктурой, регламентированным движением поездов и разветвленной сетью коммуникаций имеют наиболее благоприятные по сравнению с другими видами транспорта условия для слежения за продвижением подвижного состава. При этом важно идентифицировать не только весь состав, но и местоположение отдельного вагона. Диспетчер может знать, когда поезд проходит ту или иную станцию, но сообщение о том, что поезд, в состав которого должен быть включен вагон с грузом, находится в определенном месте, еще необязательно значит, что данный вагон следует с ним. Поэтому без идентификации отдельных вагонов в составе поезда нет гарантии в том, что груз действительно перемещается согласно получаемым сведениям о поезде.

Пассажирские поезда имеют жесткий график движения, и обычно он соблюдается с достаточной степенью точности. В случае опоздания диспетчер может дать об этом извещение по линии, которое выводится на информационные табло на станциях или сообщается иным способом. Современные компьютеризированные пассажирские информационные системы имеют мощные базы данных по движению поездов и средства отображения информации, так что необходимые сведения могут быть переданы на все промежуточные станции по маршруту.

Расширение сферы трансевропейских перевозок делает проблему идентификации и слежения за продвижением грузовых вагонов еще более актуальной.

Данной проблемой занимались многие ведущие компании мира. Приведем примеры достижений и неудач наиболее известных систем [1]. В конце 60-х годов Ассоциация американских железных дорог (AAR) одобрила введение оптической системы идентификации, использующей таблички-маркеры с цветными штриховыми кодовыми полосками, укрепленные на боковых стенах каждого вагона. Эту систему стали внедрять в начале 70-х годов, и тогда же владельцы грузовых вагонов стали устанавливать маркеры на подвижной состав. Кодовые маркеры загрязнялись пылью от взвешиваемого балласта и истирающихся тормозных колодок, выцветали со временем под воздействием резко изменяющихся погодных условий, повреждались механически. В результате напольные считывающие устройства неправильно считывали (или вообще не считывали) содержащуюся на маркерах проходивших мимо вагонов информацию.

В 1993 г. в трех странах были проведены испытания трех разных систем, и на основе их результатов было выбрано совместное техническое решение компаний Amtech и Alcatel в качестве добровольно принимаемой стандартной европейской системы AVI. Для подтверждения приемлемости системы в общеевропейском масштабе железные дороги Франции, Швейцарии и Италии продемонстрировали ее работу на примере пассажирских поездов, обращающихся по маршруту Париж - Венеция/Флоренция. В процессе слежения за продвижением грузового поезда система AVI составляет серию докладов. На станции отправления регистрируются сведения о локомотивах и вагонах в составе поезда, а также факт его отправления. Дата и время отправления сохраняются в запоминающем устройстве. Может также записываться масса каждого вагона (при наличии устройств взвешивания подвижного состава в движении, подключенных к системе). По прибытии на станцию назначения состав поезда должен быть идентифицирован вновь. После этого из запоминающего устройства выгружается вся информация, записанная в пути следования.

Британская международная ассоциация грузовых перевозок (BIFA) инициировала работу над проектом европейской системы слежения за грузами в смешанных перевозках (FITE), финансируемым Европейской комиссией. В 1998 г. введена в эксплуатацию пилотная схема для смешанных перевозок по маршруту Манчестер - Милан, в рамках которой приемопередатчиками была оснащена партия грузовых автомобилей, вагонов и обменных кузовов. В этой схеме задействованы три отдельные следящие системы, отчетная информация которых сосредоточена в так называемом центральном депозитарии, основанном на компьютерной базе данных, поставленной компанией IBM, и глобальной сети этой компании. Грузовладельцы имеют доступ к этой информации по сети Интернет.

Основной функционирования системы является непрерывность слежения. Для этого грузовые автомобили, обслуживающие конечные железнодорожные терминалы маршрута в Манчестере и Милане, оснащаются аппаратурой системы слежения Star Track компании GEC Marconi, в которой для определения местоположения используются спутники системы глобального позиционирования (GPS) [2]. Информация передается на центральный пост управления парком. На обменные кузова крепятся телемаяки той же компании. Информация с них считывается устройствами, установленными на входах и выходах железнодорожных терминалов, а также вдоль линий железных дорог Великобритании, входящих в маршрут. (Обменные кузова перевозятся на вагонах для смешанных перевозок, оснащенных приемопередатчиками Amtech.) Информация от считывающих устройств передается на британский пост управления парком, а оттуда в центральный депозитарий. На железных дорогах Франции и Италии (между Фретенем и Миланом) слежение осуществляется системой AVI. Информация, считанная на этом участке маршрута, передается в центральный депозитарий железными дорогами Франции. Следует отметить, что считывающие устройства Amtech

также установлены вдоль линий железных дорог Великобритании, так что и обменные кузова, и перевозящие их вагоны на британской территории отслеживаются параллельно. В центральной депозитарии компьютер IBM ведет базу данных по снабженным маяками обменным кузовам и вагонам, маршрутам и графикам движения поездов между Манчестером и Миланом, местоположению считывающих устройств.

В центре управления устанавливают обычный персональный компьютер с монитором, клавиатурой, "мышью", приводом CD-ROM и цветным принтером. В качестве операционной системы используется Windows NT, что позволяет предоставить пользователю привычную среду, которую адаптируют для удовлетворения конкретных требований. Электроснабжение осуществляется через источник бесперебойного питания. Компьютер устанавливают в любом месте помещения диспетчера, однако следует учитывать требование об обеспечении независимости работы системы управления на базе спутниковой навигации от ручной технологии регулирования движения поездов. Это требование может быть удовлетворено за счет того, что при нормальном ходе перевозочного процесса экран монитора переводится в "спящий" режим.

Однако, существует ряд случаев, в частности не на магистральном, а на промышленном транспорте, когда применение описанных выше технологий приемопередатчиков неприменимо вследствие сильной термической обработки подвижных единиц (например, при перевозке сплавов и т.п.). В этом случае представляется возможным осуществлять идентификацию на основе разработки системы машинного зрения. В качестве определяющего признака можно использовать бортовой номер вагона. При этом, учитывая неудачный опыт 60-х при распознавании штрих-кодов, следует отметить, что использование цифр лучше, поскольку цифровые коды в отличие от штриховых обладают большей информативностью. Что касается природных помех, то на промышленном транспорте легче вести поддержку качества номеров из-за специфики внутреннего использования.

Система машинного зрения состоит из камеры, снимающей видео информацию, платы ввода изображения, оцифровывающей ее, и платы управления движением, позволяющей перемещать камеру в пространстве. Последнее условие необязательно. Так, достаточно эффективно использовать на контрольном посту цифровой фотоаппарат, выполняющий снимки по определенным условиям срабатывания автоматики, модуль передачи изображения и ЭВМ, на которой выполняется обработка и распознавание изображения. Рассмотрим подробнее методику создания такого рода системы и вопросы разработки программного обеспечения. Схематическое изображение блоков системы приведено на рисунке.

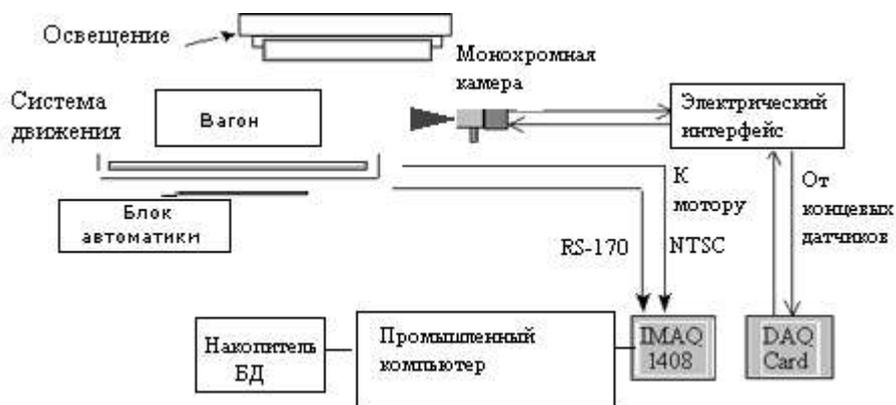


Рис. 1. Блоки системы идентификации на основе системы машинного зрения

Разработку систем машинного зрения, в том числе и читающих автоматов, можно вести в двух направлениях. К первому относятся исследования, ставящие задачу распознавания изображений в широком смысле, т.е. независимо от ориентации, масштабов, поворотов и дефектов отображения. Все известные разработки этого типа являются офисными приложениями и не удовлетворяют основным требованиям по быстродействию и надежности, ограничивая их использование в промышленных приложениях. Ко второму направлению относятся системы с ограниченной сферой действия, приспособленные для выполнения конкретных задач. Несмотря на то, что в этих системах принимаются решения, далекие от универсальных, такие приложения удовлетворяют основным требованиям по быстродействию и надежности и потому могут использоваться в различных отраслях промышленности.

Проектирование системы контроля, как правило, осуществляется на основе концепции детерминизма, в основе которой лежит утверждение, что без алгоритмизации объекта управление или контроль над ним невозможен. Детерминированные системы предназначены для решения сравнительно простых задач, однако контроль над нестационарными объектами осуществить на основе данной концепции невозможно, особенно в том случае, когда контролируемый объект или процесс невозможно достаточно точно алгоритмизировать. Концепция самоорганизации исходит из того, что сложные вероятностные системы не могут быть описаны достаточно точно и всесторонне математическими уравнениями. Тем не менее контроль и управление такими объектами, не поддающимися строгому математическому описанию, возможен. Опыт автоматизации сложных производств показывает, что обе концепции не исключают компромиссного или комбинированного решения. При большой сложности объекта нужно по возможности полно описать его и все полученные сведения использовать для контролирующей системы. Самоорганизация должна вступать в силу тогда, когда найденные алгоритмы становятся бессильными, и в структуру управления следует внести существенную корреляцию. Детерминированная часть системы должна быть точно рассчитана. Самообучающаяся или самоорганизующая система должна вносить коррекцию в детерминированные разомкнутые связи в зависимости от определенных изменений состояний объекта. Обучающаяся система на основе длительного наблюдения за объектом должна научиться корректировать детерминированную часть. Наблюдая за состояниями объекта (за ситуациями), распознающая система должна разделить все эти состояния на различные множества. Принадлежность объекта к одному из множеств определяет коррекцию, которую необходимо внести в детерминированную часть при данной ситуации. Примером такой реализации является использование сочетания шрифтозависимых и шрифтонезависимых алгоритмов или технологии адаптивного распознавания.

Рассмотрим подробнее этапы разработки программного обеспечения модуля распознавания. Вначале нужно разработать алгоритм получения необходимой информации из обрабатываемого изображения. При этом следует выполнить ряд операций: сглаживание, улучшение изображения, пороговое разделение и выделение кромок, морфологический анализ и фильтрацию, количественный анализ. В качестве интегрированной среды разработки можно использовать язык графического программирования инженерной среды Lab View. К преимуществам графического языка следует отнести простой интерфейс и высокую скорость и легкость программирования и отладки, так как программирование ведется на уровне блок-схем. Богатый набор функций обработки изображений предоставляет среда Mat Lab, благодаря встроенному скрипт-языку. Хороший результат дает использование фильтров Виенера, определения порогов Превитта или Собеля, Гауссовского преобразования и оператора Лапласа [3]. После того, как изображение отфильтровано, его необходимо выделить путем заключения в минимально охватывающий прямоугольник и использования технологии скани-

рующей линии. В том случае, если при съемке выполняется позиционирование и сдвиг изображения от предполагаемого места нахождения не существенен, вместо последовательного перебора массива точек можно использовать квадрантное дерево. Суть вкратце заключается в том, что все входное изображение разбивается на четыре квадранта и дальнейший поиск ведется в зависимости от степени заполненности каждого квадранта, т.е. дальнейшее деление на квадранты выполняется адаптивно, что позволяет снизить затраты по времени выполнения алгоритма поиска. Затем изображение необходимо отцентрировать для совмещения с эталоном. Для этого можно использовать геометрические центры или центры масс. При поиске объекта на входном изображении могут быть помехи, не удаленные алгоритмом фильтрации вследствие их высокой контрастности по сравнению с общим фоном. Для того чтобы определить такие помехи, необходимо реализовать алгоритм исследования окрестности точки, и в случае если точка или набор точек является обособленным, исключить их из дальнейшего рассмотрения, поскольку априорно известно, что цифры, входящие в состав номера, не имеют обособленных участков небольшой размерности. При этом система реагирует не на яркость элементов, а на отклонения от яркости.

Для распознавания целесообразным представляется использование алгоритма обучения с учителем, когда в качестве учителя выступает набор достаточно репрезентативной выборки изображений. Согласно [6], обучением называется процедура составления принципа или правила преобразования пространства (принципа классификации), которое будет использоваться в процессе распознавания.

В процессе обучения необходимо сформировать эталоны символов. Для этого используется вероятность появления ячейки символа, и величина среднеквадратичного отклонения s – мера искаженности символов дает числовое выражение количеству случайных изменений в конфигурации пикселей среди экземпляров символов, обозначающих один и тот же символ [4]. Важным критерием в системе контроля является надежность распознавания: $V=f(x, p)$, где x – расстояние от данного символа до центра кластера (идеального символа). Функция f является частью конкретного алгоритма вычисления расстояния между символом и кластером. Зависимость надежности от расстояния до идеала указывает на интуитивно очевидную связь между надежностью и отличием символа от идеала. Зависимость надежности от качества первичного распознавания отражает тот факт, что при зафиксированном x надежность может быть различной в зависимости от качества материала, из которого составлен кластер. Важным является выбор способа вычисления расстояния. Математическая запись для процесса вычисления оценки сравнения раstra с эталоном имеет следующий вид:

$$\left(\sum_{P_i > a} P_i - \sum_{P_i \leq a} P_i^2 \right) * \frac{1}{W} * C$$

где P_i – вероятность в i -й ячейке эталона; W – нормирующий коэффициент; C – масштабный коэффициент; a – порог, управляющий точностью; i – индекс рецептора.

Значительно повысить качество и надежность распознавания можно путем использования потенциалов на поле рецепторов [5], когда каждый возбужденный элемент поля рецепторов увеличивает соседнюю окрестность точки на некоторую величину, например на 0,5. Таким образом, полученная дробная матрица характеризует "размазанное изображение", и незначительный сдвиг или утолщение символа на изображении не приведет к значимому увеличению расстояния до эталона, как это было при стандартном способе кодирования.

В целом, применение алгоритмов распознавания в системах контроля возможно только в том случае, если распознавание достаточно надежно. Для этого рекомендуется использование шрифтозависимых алгоритмов распознавания с блоком настройки на определенный шрифт. Однако наиболее важным фактором

является то, насколько система сама может определить качество распознавания и исправлять ошибки. Например, в качестве критерия распознавания можно использовать минимум разности между полученными и эталонными значениями. Перспективным является применение технологии адаптивного распознавания, когда формирование эталонов происходит в процессе распознавания и система в случае ошибки проводит "дораспознавание". Также, несмотря на ресурсоемкость, надежной является система голосования машин, при условии, что параллельно работающие машины распознавания основаны на различных алгоритмах и обучающих выборках.

Список литературы: 1. Ford R. Identifications and Monitoring // Modern Railways, 1998, N 592. С. 25-27. 2. Rahn W.-H. Signal und Draht // Modern Railways, 1998. N 9. С. 5-8. 3. Бондарев В., Трестер Г., Чернега В. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. Севастополь: СевГТУ, 1999. 397 с. 4. Ян Д.Е., Анисимович К.В., Шамис А.Л. Новая технология распознавания символов. М.: Препринт. 1995. 150с. 5. Аркадьев А.Г., Браверман Э.М. Обучение машины классификации объектов. М.:Наука, 1971, 192с. 6. Васильев В.И. Распознающие системы. К.: Наук. думка, 1969, 292с.

Поступила в редколлегию 14.05.01

Горелова Елена Викторовна, магистр кафедры программного обеспечения ЭВМ ХТУРЭ. Научные интересы: программирование систем управление и контроля, изучение операционных систем реального времени. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14.

Белоус Наталья Валентиновна, канд. техн. наук, доцент кафедры программного обеспечения ЭВМ ХТУРЭ. Научные интересы: математическое моделирование сложных объектов и систем, теоретические основы дискретной математики. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, (0572) 40-98-21, e-mail: lgorelik@ukrpost.net.

УДК 681.519

А.В. КЛИМЕНКО

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОМЕРНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Рассматривается вопрос конвертирования реляционных баз данных (БД) в многомерные для информационных систем, использующих многомерную модель организации данных. Предлагается алгоритм формирования многомерных БД, позволяющий повысить скорость обработки информации.

В настоящее время все больше организаций убеждаются в том, что без наличия своевременной и объективной информации о состоянии рынка, прогнозирования его перспектив, постоянной оценки эффективности функционирования собственных структур и анализа взаимоотношений с бизнес партнерами и конкурентами их дальнейшее развитие практически невозможно. Поэтому не удивительно то внимание, которое сегодня уделяется средствам реализации и концепциям построения информационных систем, ориентированных на аналитическую обработку данных. И в первую очередь это касается систем управления базами данных, основанными на многомерном подходе.

Многомерная модель организации данных не зависит от физической природы их хранения. Строительными блоками реляционной модели являются сущности, каждая из которых впоследствии представляет собой отдельную таблицу. Строительными блоками многомерной модели являются таблицы фактов (иногда называемые таблицами показателей) и измерений, организованные в специальные структуры данных (схемы). Последние включают характерные для организационных объектов понятия: подразделения, временные периоды, объемы показателей и т. д. Таблица фактов содержит в численном выражении то, что в результате необходимо выяснить.