

**Б.С. Введенский**

Директор компании "БИС-Инжиниринг",
к.ф.-м.н.

Практически все современные охранные системы, независимо от используемых в них технологий, основываются на одном общем принципе. Электронный блок (процессор) определяет текущий уровень сигнала, генерируемого охранным датчиком, и отслеживает изменения этого уровня. Если сигнал окажется выше или ниже установленных порогов, то датчик генерирует тревожный сигнал, который, вероятно, может быть вызван появлением нарушителя на охраняемом периметре.

Как бороться с ложными тревогами?

В большинстве охранных систем используется именно такой пороговый метод, описанный выше. Если у вас возникают проблемы с частыми ложными тревогами, то вы можете просто повысить порог срабатывания системы, то есть снизить ее чувствительность. С другой стороны, если чувствительность системы недостаточна для обнаружения вторжения, то вы можете просто снизить порог срабатывания.

Проблемы динамических условий

Это очень просто, если ваша охранная система работает в контролируемых или постоянных условиях. Однако система охраны периметра обычно живет в динамических условиях реального мира. Если, например, увеличилась скорость ветра, то изменится и базовый уровень сигнала, регистрируемого датчиком. Не следует забывать и о воздействии таких факторов, как сильный дождь, шум проходящего транспорта, качающиеся ветви деревьев и многое другое,

Интеллектуальные датчики для охраны периметров (часть первая)

Современные системы охраны периметров находятся сегодня на острие технологий. Полностью автоматизированные интеллектуальные решения позволяют заказчикам избавиться от риска ложных сигналов и беспрецедентно повысить уровень распознавания различных типов объектов в любых условиях эксплуатации охранной системы

что относится к воздействиям атмосферы и окружающей обстановки. Подобные вещи приводят к флуктуациям "базового" уровня сигнала датчика и маскируют сигнал, создаваемый реальным нарушителем.

Решение № 1: динамический порог

Традиционный подход к разрешению данной проблемы – сделать порог срабатывания динамическим, то есть зависящим от погодных условий. Наиболее частое решение – установка на периметре анемометра (прибора для измерения скорости ветра) или портативной метеостанции. Тогда при увеличении скорости ветра или интенсивном дожде чувствительность охранной системы автоматически снижается. Такие меры сокращают частоту ложных срабатываний при плохой погоде, но одновременно уменьшают чувствительность системы к реальному вторжению – понижают вероятность обнаружения нарушителя.

Решение № 2: подсчет импульсных событий

Иногда используются довольно простые технологии обработки сигналов, такие как подсчет отдельных импульсных тревожных событий за определенный отрезок времени (временное окно). Это помогает защититься от случайных срабатываний, вызванных, например, брошенным в ограду камнем, но может вызвать проблемы при регистрации квалифицированного нарушителя, который "перекусывает" прутья ограды через большие интервалы времени.

Решение № 3: фильтрация сигналов

Еще одним методом является простая аналоговая частотная фильтрация с целью отделить спектр сигналов внешних помех от спектра сигналов вторжения. Но часто сигналы обоих типов лежат в одном и том же частотном диапазоне, поэтому фильтрация может привести к снижению вероятности обнаружения.

Зачем нужны интеллектуальные датчики?

Современные усовершенствованные методы обработки сигналов способны существенно снизить вероятность ложных тревог. Постепенно уходят в прошлое динамические пороги срабатывания и системы подсчета импульсных событий. Эти методики заменяются мощными алгоритмами обработки сигналов сенсоров с так называемым искусственным интеллектом (ИИ). Цель остается неизменной – идентифицировать и исключить сигналы ложных тревог, поддерживая при этом высокую вероятность обнаружения реального вторжения.

В современных системах охраны периметров все шире начинают применяться современные методики, такие как искусственный интеллект (ИИ), нейронные сети и многопараметрическая обработка сигналов сенсоров. Это позволяет использовать технологии распознавания образов при обнаружении вторжения и повысить помехозащищенность систем охраны периметров.

Традиционные системы охраны периметров строятся так, что оператор, получив сигнал тревоги, просматривает информацию, относящуюся к данному тревожному сигналу, а затем смотрит на текущие погодные условия. После этого он, может быть, прослушивает сигналы от сенсоров на ограде или проверяет сигналы от видеокамер на периметре. В результате всех перечисленных действий оператор принимает решение – реальный это сигнал тревоги или нет. В целом данный процесс может быть довольно медленным и субъективным, так что результат в сильной степени будет зависеть от опыта охранника.

В то же время охранная система с ИИ выполняет эту задачу автоматически, учитывая при анализе все характеристики исходного сигнала. Весь процесс происходит быстро – в доли секунды – и последовательно, давая значительно более надежный результат, чем тот, который может выдать человеческий мозг.

Такая технология не требует вмешательства оператора для анализа тревожных сигналов и определения признаков реального вторжения или ложной тревоги. Интеллектуальная система не только даст вам информацию типа да/нет, но может также определить тип события – перелезание через ограду, перерезание ограды, падение камня на ограду и т.п.

■ All-over-IP'2011

24 ноября, КВЦ "Сокольники"

Приглашаем поставщиков интеллектуальных систем охраны периметров встретиться с installторами и корпоративными заказчиками на IV форуме All-over-IP.

Регистрация открыта:
www.all-over-ip.ru

К сожалению, во всех этих ситуациях неизбежен компромисс – снижение вероятности обнаружения вторжения на фоне реальных шумов, вызванных атмосферными или промышленными факторами. В результате в случае сильного ветра или проливного дождя можно пропустить нарушителя, который пытается перелезть через ограду или перерезать ее

Как это работает

Технология ИИ предполагает построение математических моделей, которые воспроизводят нейронные системы, характерные для человеческого мозга. Можно сказать, что ИИ отображает в математической программе те процессы, которые происходят в человеческой голове при принятии решения.

Наиболее привлекательной чертой нейронных сетей является их способность обучаться, регистрируя реальные сигналы от сенсоров на периметре. В результате система сама принимает решение – является данный сигнал свидетельством реальной тревоги или помехи.

Что общего между сигналом тревоги и кошкой?

Самый простой способ объяснить, как работает ИИ, – это посмотреть, как ваш собственный мозг решает такого рода задачу, то есть различает, например, кошку и собаку, используя человеческий интеллект. Когда вы были ребенком, ваши родители рассказали вам, что такое кошка и собака. Хотя эти животные могут выглядеть очень похожими по размеру и внешнему облику (четыре ноги, хвост, шерсть, уши и т.п.), между ними есть небольшие различия (форма головы, тип шерсти, размер и форма ушей, издаваемые звуки, поведение и т.д.). Ваши родители внедрили в ваше сознание эту информацию, когда вы были ребенком, и научили ваш мозг различать виды животных. Теперь в любое время вы можете использовать результаты этого обучения, чтобы идентифицировать или классифицировать животных, если они выглядят похожими на кошку или собаку. Чем больше индивидуальных особенностей вы сможете определить, тем более точно вы классифицируете объект. ИИ делает абсолютно то же самое, но не с собаками и кошками, а с сигналами реального вторжения и с сигналами ложной тревоги.

Обучение охранной системы

Как и мозг человека, ИИ предполагает наличие двух основных стадий:

- 1) обучение;
- 2) обработка или классификация.

Обучение предполагает регистрацию исходных сигналов от датчиков, установленных на периметре. Уникальные образы или параметры различных событий проходят процедуру идентификации с помощью многопараметрического анализа, учитывающего пересечение пороговых уровней, временные и частотные свойства сигналов, частоты гармоник и т.п. Эти образы сигналов могут быть затем использованы для разработки алгоритмов классификации тревожных

и нетревожных сигналов в реальном времени с помощью нейронных сетей. Данный процесс аналогичен процессу обучения ребенка, который учится различать кошку и собаку по их уникальным чертам.

Обучение охранной системы выполняется как часть общей настройки системы – путем добавления в базу данных образов сигналов, которые являются результатом воздействия шумовых факторов и характерных откликов конкретной ограды.

В результате система с ИИ оказывается адаптированной и настроенной для конкретного объекта – ограды, шумов окружающей обстановки и т.п.

Системы с волоконно-оптическими сенсорами

Рассмотрим некоторые возможности применения ИИ в современных системах охраны периметров.

Система M/L от FFT

Австралийская компания Future Fiber Technology (FFT) выпускает систему с волоконно-оптическими сенсорами – M/L (рис. 1). В состав протяженного датчика входят три отдельных одномодовых волокна многожильного оптического кабеля. Два верхних волокна выполняют функцию чувствительных элементов: в них подается излучение от полупроводникового лазера, работающего в непрерывном режиме. Третье (выходное) волокно служит для передачи сигналов на анализатор системы.

Источник излучения расположен в блоке анализатора – от него излучение лазера по входному пассивному кабелю подается на начальный модуль. В этом модуле излучение расщепляется на два пучка, которые подаются на два сенсорных волокна. Излучение через оба волокна поступает на оконечный модуль – здесь происходит интерференция обоих лучей. В качестве источника излучения используются полупроводниковые лазеры с выходной мощностью 12–50 мВт, работающие на длине волны 1,31 или 1,55 мкм. Высокая мощность излучения и малые потери в сенсоре позволяют увеличить длину отдельной зоны до 50–80 км. Система регистрирует вибрации в диапазоне частот примерно от 300 Гц до 2 кГц, что соответствует характерным частотам, возникающим в типовых металлических оградах при попытках их преодоления.

По сути, система M/L является волоконно-оптическим вариантом классического интерферометра Маха – Цандера. Если оба плеча этого интерферометра находятся в невозмущенном состоянии, то интерференционная картинка на

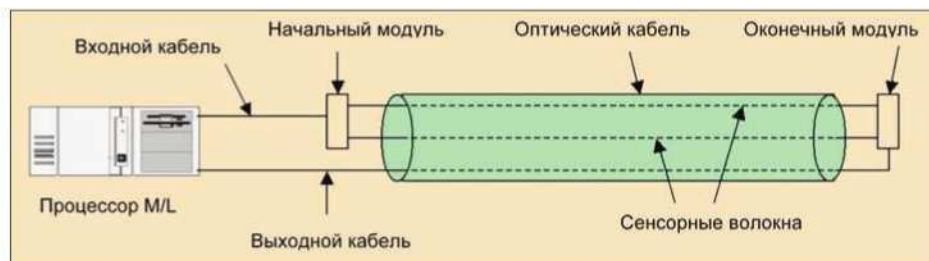


Рис. 1. Структурная схема интерферометрической системы охраны периметра с волоконными кабелями

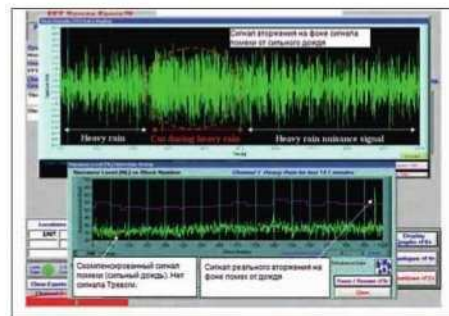


Рис. 2. Интерфейс контроллера системы M/L фирмы FFT – показывает адаптивную настройку параметров системы, находящейся под воздействием ливневого дождя

его выходе (то есть на оконечном модуле) остается неизменной. При этом сигнал, передаваемый с оконечного модуля по выходному оптическому волокну на анализатор, не имеет переменной составляющей. При деформациях или вибрациях кабеля оптическая разность хода в чувствительных волокнах (то есть в плечах интерферометра) изменяется, и оконечный модуль регистрирует переменную составляющую сигнала, которая и содержит информацию о воздействии на охраняемую ограду. Уникальной особенностью системы M/L является возможность локализации вторжения с точностью до 30 м на длине периметра до 50 км. Для этого используется принцип измерения относительной задержки сигналов в обоих плечах

Обучение охранной системы выполняется как часть общей настройки системы – путем добавления в базу данных образов сигналов, которые являются результатом воздействия шумовых факторов и характерных откликов конкретной ограды

ках волоконного интерферометра. Описанный принцип служит для защиты не только периметральных оград, но и других протяженных объектов – трубопроводов, кабельных магистралей и т.п. Отметим, что во всех вариантах системы применяются серийно выпускаемые многожильные оптические кабели с одномодовыми волокнами диаметром 9 мм.

Очевидно, что на периметрах длиной несколько десятков километров, для которых и разрабатывались системы фирмы FFT, массивные атмосферные воздействия (сильные ветры или ливневые дожди) могут серьезно осложнять эксплуатацию оборудования. Однако в данном случае применение технологий ИИ позволяет даже в особо неблагоприятных условиях поддерживать параметры системы на уровне, необходимом для обнаружения вторжения. В качестве примера на рис. 2 показан отклик волоконного сенсора длиной примерно 2 км в условиях массивного ливневого дождя, когда сигнал вторжения полностью маскируется помехами от дождя с интенсивностью примерно 10 см/ч (верхняя осциллограмма). Однако технология ИИ позволяет распознать типовой образ дождя и игнорировать его. На нижней осциллограмме (рис. 2) показан результат

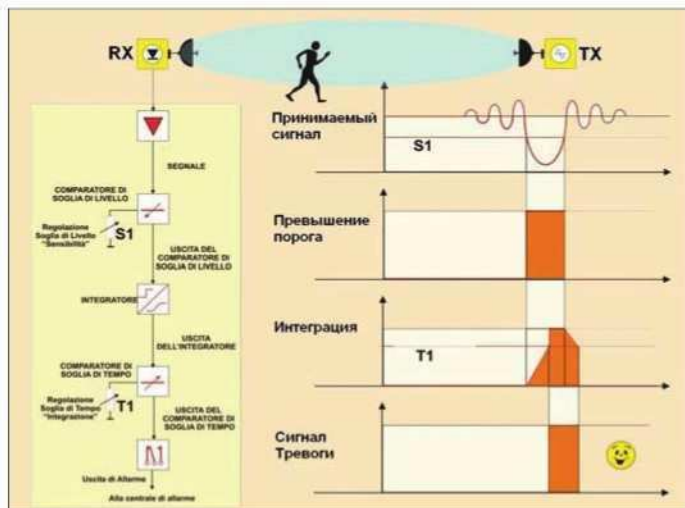


Рис. 3а. Классическая пороговая технология работы радиолучевого датчика

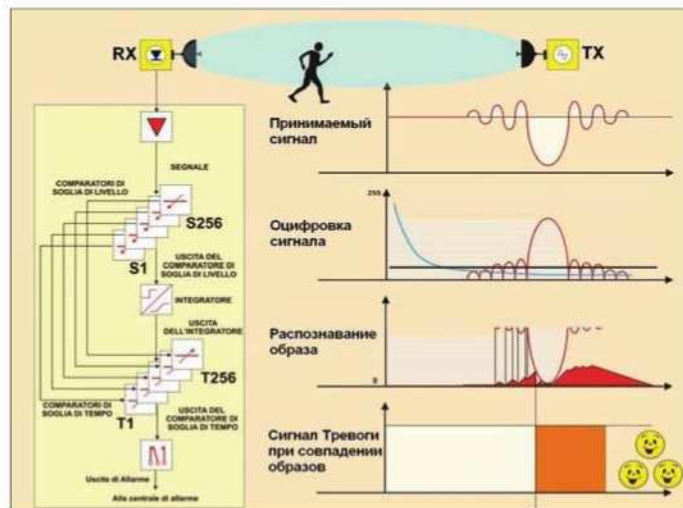


Рис. 3б. Принцип обработки сигналов методами нечеткой логики в радиолучевых датчиках фирмы CIAS

обработки исходного сигнала, в результате которой фоновый сигнал снижается до уровня ниже тревожного. При этом сигнал реального вторжения (перерезание ограды) надежно регистрируется, что указано стрелкой на нижней осциллограмме.

Система "Ворон" от компании "Прикладная радиофизика"

Принцип ИИ использован и в отечественной системе "Ворон" от компании "Прикладная радиофизика". Здесь в качестве сенсорных элементов применены волоконно-оптические кабели. Результатом вибраций сенсора является поляризационно-фазовая модуляция проходящего через волокно оптического излучения. Регистрируемые сигналы преобразовываются в амплитудно-модулированные и подаются на центральный процессор, установленный на посту охраны. Процессор (блок обработки сигналов сенсоров) представляет собой электронный мозг всей системы, способный обучаться в процессе работы. Процессор распознает характерные признаки как сигналов реального вторжения, так и шумов окружающей обстановки. При первичном обучении системы производится запись сигналов обоих видов, при этом все сигналы характеризуются набором различных параметров, определяющих как энергетику воздействий, так и их частотные и динамические свойства. При обучении все распознаваемые системой сигналы разделяются на "сигналы тревоги" и "сигналы помехи". Большое количество параметров, определяющих регистрируемый сенсором сигнал, можно представить в виде множества точек в многомерном пространстве. Обучение системы сво-

дится к пошаговой аппроксимации этих точек некоторой функцией, которая позволяет с максимальной вероятностью выделить сигналы реального вторжения на фоне помех. В процессе функционирования система регистрирует все сигналы, которые классифицируются как ложные и которые используются для дополнительного обучения процессора. То есть система охраны действует не как пороговое устройство, а как система распознавания типовых образов, использующая метод сравнения реальных сигналов с хранящимися в памяти образами.

Интеллектуальные радиолучевые датчики

В качестве еще одного примера периметральных охранных систем с ИИ можно привести цифровые радиолучевые датчики итальянской фирмы CIAS. Здесь разработчики отказались от обработки сигналов по пороговому принципу и использовали принцип нечеткой логики. Когда нарушитель пересекает сигнальный рубеж радиолучевого датчика, приемный модуль регистрирует изменения уровня принимаемого сигнала. Амплитуда и динамические параметры этих изменений зависят от размеров нарушителя и скорости его движения. В традиционных пороговых радиолучевых датчиках обычно используются два основных параметра настройки (показаны схематически на рис. 3а) – чувствительность (S) и время интеграции (T). Если установить параметры S и T так, чтобы надежно регистрировать нарушителя, идущего с нормальной скоростью, то при тех же настройках система может не обнаружить ползущего нарушителя, генерирующего сигнал меньшей амплитуды. Тогда, чтобы обнаружить ползущего человека, нужно установить более низкий порог срабатывания, то есть более высокую чувствительность датчика (S) и увеличить время интеграции.

Но при данных настройках система может не обнаружить бегущего человека, который пересекает рубеж за время, которое меньше установленного времени интеграции. Чтобы теперь обнаружить бегущего человека, нужно уменьшать время интеграции. При

этом чувствительность остается высокой, и при малом времени интеграции возрастает вероятность ложной тревоги из-за влияния окружающих предметов. В результате приходится использовать компромиссные настройки, что не может не сказаться на вероятности обнаружения и помехоустойчивости радиолучевого датчика.

Компания CIAS в своих датчиках последнего поколения отказалась от пороговой технологии и использовала методику ИИ для распознавания образов (рис. 3б). В блок памяти каждого из приемных модулей радиолучевых датчиков записываются 256 типовых сигналов реальных нарушителей со своими индивидуальными амплитудными и динамическими характеристиками. Приемный модуль, зарегистрировав заданные изменения амплитуды принимаемого сигнала, начинает сравнивать принимаемый сигнал с типовыми образами из встроенной памяти. Если в памяти приемника обнаруживается сигнал, который по своим параметрам похож на регистрируемый, то система выдает сигнал тревоги. Такая технология позволяет существенно повысить помехоустойчивость радиолучевых датчиков под воздействием внешних факторов при сохранении высокой вероятности обнаружения.

Новый уровень эффективности

Практика показывает, что элементы искусственного интеллекта находят все более широкое применение в современных системах охраны периметров.

Возможности применения ИИ в значительной степени определяются параметрами сенсорных элементов – полосой регистрируемых частот, динамическим диапазоном и т.п.

Системы с ИИ позволяют значительно повысить эффективность работы охранных систем:

- увеличить вероятность обнаружения нарушителя;
- снизить количество ложных тревог;
- повысить устойчивость к воздействию неблагоприятных окружающих факторов.

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на ss@groteck.ru

■ All-over-IP'2011

24 ноября, KBЦ "Сокольники"

Приглашаем installаторов и заказчиков встретиться с поставщиками современных систем охраны периметров на IV форуме All-over-IP.

Регистрация открыта:
www.all-over-ip.ru