

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

С.С. Валеев, М.И. Таймурзин, Н.В. Кондратьева (УГАТУ)

Рассматривается концепция построения адаптивной системы сбора информации в технических системах безопасности. Предлагается эвристический алгоритм реорганизации положения датчиков для съема информации. Анализируются результаты моделирования работы данного алгоритма.

Ключевые слова: адаптивная система, сбор информации, техническая система безопасности.

К техническим системам безопасности (ТСБ) предупреждения и возможного предотвращения нежелательных последствий от реализации угроз обычно относят системы охранно-пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения людей о пожаре, видеонаблюдения, контроля и управления доступом. Общим для всех этих систем является стационарное размещение датчиков (первичных преобразователей информации) в соответствии с техническими требованиями к построению ТСБ. При этом делается допущение о равномерности (стационарности) информационного поля, которое используется для реализации основных задач ТСБ. При выходе из строя части первичных преобразователей информации однородность информационного поля нарушается. Например, комплексная система пожарной безопасности FireSec оповещает о возгорании на его начальной стадии и при необходимости активизирует систему пожаротушения¹. Сбор необходимой информации для своевременного определения очага возгорания выполняется с помощью разнотипных датчиков съема информации, устанавливаемых как по отдельности, так и в различной комбинации: датчики дыма, тепла, пламени. Размещение датчиков по защищаемой от пожара площади осуществляется согласно требованиям нормативно-технической документации, а крепление обеспечивает стационарное размещение на несущей поверхности помещения согласно НПБ 88-2001, НПБ 110-03. Подобные системы хорошо зарекомендовали себя на практике, но в случае отказа части датчиков увеличивается время срабатывания устройства сигнализации, снижается эффективность обнаружения пожара на его ранней стадии, что в ряде случаев приводит к катастрофическим последствиям. Для решения указанной проблемы необходимо разработать концепцию построения живучей распределенной системы сбора информации о состоянии объекта защиты.

Концепция построения интеллектуальной системы сбора информации

Рассматривается концепция построения интеллектуальной отказоустойчивой системы сбора информации (ИОССИ). Она основывается на иерархической организации системы обработки информации, обеспечивающей в непрерывном режиме контроль состояния защищаемого объекта на базе реорганизации положения датчиков в случае утраты части

датчиков или изменения рисков, связанных с изменением состояния защищаемого объекта, тем самым обеспечивая требуемый уровень безопасности.

Для достижения требуемого уровня безопасности защищаемой площади в случае отказа части датчиков предлагается использование комбинации датчиков различного назначения (дымовые, тепловые, пламени огня), устанавливаемых на направляющих, что позволяет перемещать их как в ручном, так и в автоматическом режимах. Направляющими могут служить рельсы, тросы и т.п. Исполнительные механизмы, осуществляющие перемещение датчиков, являются частью самих датчиков. Первоначальное размещение датчиков соответствует требованиям нормативной документации и ведомственных документов предприятия. В случае отказа датчика, что определяется встроенной системой самодиагностики, датчик может удалиться из системы сбора информации, например, самостоятельно на основе механизма исключения из системы.

Для управления размещением датчиков используется трехуровневая интеллектуальная система сбора информации, включающая уровни: планирования, координации и исполнительный (рис. 1).

На исполнительном уровне ИОССИ решаются задачи контроля работоспособности датчиков, контроля состояния объекта защиты. В случае необходимости выполняется изменение положения выбранных датчиков.

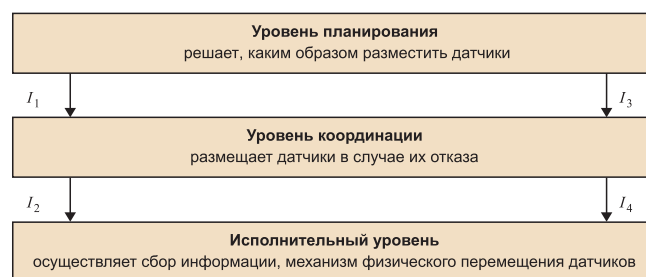


Рис. 1. Архитектура ИОССИ

в технических системах безопасности, где I_1 – управляющая информация, используемая на уровне координации в случае необходимости реконфигурации положения датчиков; I_2 – управляющая информация, используемая на исполнительном уровне при изменении положения датчиков; I_3 – информация, используемая при построении плана размещения датчиков; I_4 – информация о работоспособности датчиков и состоянии объекта безопасности

¹ Омельяничук А.М. Формирование систем комплексной безопасности // Системы безопасности. 2009. Февраль-март – 1(85).

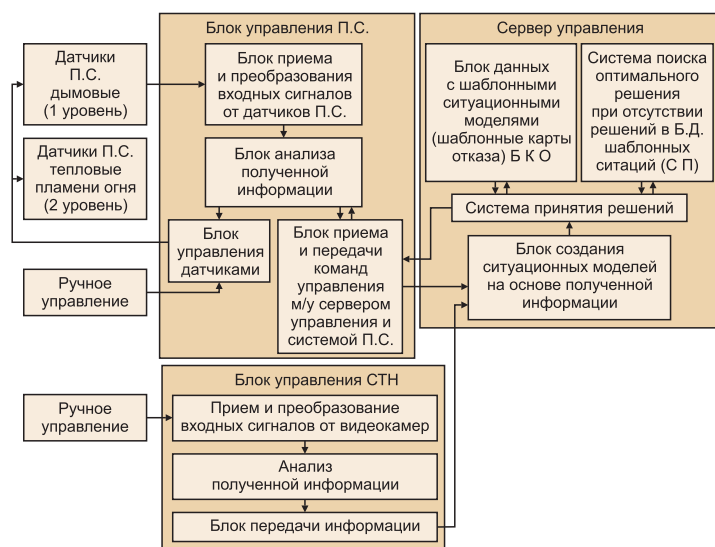


Рис. 2. Функциональная схема работы интеллектуальной системы сбора информации

На уровне координации решаются задачи выбора оптимального плана размещения датчиков строго над существующим (возникшим) потенциальным очагом угрозы или в случае выхода из строя части датчиков.

В качестве примера рассмотрим систему пожарной безопасности. При перемещении пожарной нагрузки активизируются исполнительные механизмы датчиков, обеспечивая расположение датчиков непосредственно над пожароопасным продуктом. Определение конечного местоположения пожароопасного объекта может осуществляться двумя способами. Первый способ реализуется путем занесения координат объекта при его перемещении в БД ИОССИ с помощью оператора. Второй способ может быть основан на использовании распределенных по защищаемому периметру видеокамер, ведущих непрерывный контроль за пожароопасными объектами, что позволяет автоматически заносить в БД ИОССИ координаты конечного местоположения объекта. Предполагается, что в этом случае решается задача автоматического распознавания образов.

При продолжительной эксплуатации, несвоевременном техническом обслуживании, преднамеренном или случайном выведении из строя одного или нескольких датчиков система сбора информации становится менее эффективной и до момента замены не позволяет обеспечить достоверный контроль охраняемого периметра, что может привести к задержке сигнала запуска системы пожаротушения. В этом случае также требуется изменение положения датчиков для обеспечения более достоверного сбора информации. Рассматриваемый подход к построению систем безопасности позволяет оперативно и с минимальными затратами времени обеспечивать пожарную безопасность защищаемой площади.

Алгоритмы, используемые на уровне планирования, могут строиться на основе эвристик или генетических алгоритмов оптимизации.

На рис. 2 представлена функциональная схема ИОССИ противопожарной системы. Кратко рассмотрим ее работу. На основе полученной информации от камер видеонаблюдения или оператора системы производится анализ местоположения пожароопасного объекта, и при его перемещении подается сигнал в систему ситуационных моделей для определения дальнейших действий. Система принятия решений подает сигнал на блок управления пожарной сигнализации для перемещения датчиков второго уровня вслед за пожароопасным объектом.

Датчики пожарной сигнализации в непрерывном режиме ведут контроль над защищаемым периметром и индивидуальным техническим состоянием. При утрате одного или группы датчиков подается сигнал в блок управления, где осуществляется анализ с последующей передачей сигнала на сервер управления для создания карты отказа в блоке ситуационных моделей. Система принятия решений подает запрос в БД с шаблонными ситуационными моделями на наличие сформированной карты нового расположения датчиков в случае отказа некоторых из них, при отсутствии подобной карты подается запрос в систему принятия решений для поиска оптимального решения. Найдя оптимальное решение, система принятия решений подает сигнал в блок управления пожарной сигнализации о реорганизации положения датчиков съема информации.

Постановка задачи

Рассмотрим задачу перераспределения датчиков сбора информации в случае отказа одного или группы датчиков.

Пусть в контролируемом помещении выделены n зон повышенной опасности, аппроксимированные окружностями, центры которых заданы в декартовой системе координат (x_{zi}, y_{zi}) . Общая площадь зоны повышенной опасности

$$S_o = \sum_{i=1}^n S_{zi}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Зоны повышенной опасности назовем областями первого типа.

Для контроля за состоянием опасных зон используются m датчиков. Доступная для измерения каждым датчиком часть помещения аппроксимирована квадратом с центром, заданным в декартовой системе координат (x_{sj}, y_{sj}) . Общая площадь доступная для контроля

$$S_K = \sum_{j=1}^m 2 \cdot r_{sj}, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Зоны, контролируемые датчиками, назовем областями второго типа. Предполагается, что при m работоспособных датчиков выполняется следующее условие

$$S_K \geq S_o. \quad (1)$$

В случае отказа одного или нескольких датчиков необходимо с учетом ограничений разместить датчики таким образом, чтобы

$$S_K - S_O \rightarrow \min. \quad (2)$$

Отметим, что при решении данной задачи накладываются ограничения на возможные значения (x_{sj} , y_{sj}), связанные с ограничениями при перемещении датчиков по направляющим.

Эвристический алгоритм решения задачи

Данная задача относится к классу комбинаторных и может быть решена на основе эвристических алгоритмов. Рассмотрим далее основные шаги предлагаемого алгоритма перераспределения датчиков в контролируемом помещении.

Алгоритм перераспределения датчиков (ПД)

Шаг 1. Для каждой области первого типа найти ее долю в суммарной площади всех областей первого типа.

Шаг 2. Пропорционально этим долям определить число областей второго типа N_i , которые следует использовать для покрытия каждой i -й области первого типа.

Шаг 3. Определить текущую непокрытую площадь S_{old} как значение заданного функционала качества при текущем расположении датчиков и зон повышенной опасности.

Шаг 4. Для каждой области первого типа сгенерировать случайным образом N_i точек внутри круга с центром в (x_{zi}, y_{zi}) и радиусом $r_{zi} + r_{si}$ с учетом заданных ограничений.

Шаг 5. Проверить расстояние между всеми точками. Если расстояние между какими-либо из них меньше $2r_{sj}$, то расположение считается неудачным (так как области датчиков перекрываются, что приводит к снижению эффективности), следует перейти на шаг 4.

Шаг 6. Если новое расположение удовлетворяет критерию качества, то вычислить новую непокрытую площадь S_{new} . Если $S_{new} \leq S_{old}$, то сохранить новые координаты точек.

Шаг 7. Если в течение определенного числа итераций не удастся достичь удачного расположения, то число размещаемых точек (центров областей второго типа) уменьшить на 1. Переход на шаг 4.

Шаг 8. Для каждой найденной точки найти ближайшую область второго типа и установить для нее центр в этой точке.

Шаг 9. Для областей, для которых нет новых центров, найти новое расположение в окрестности соответствующей области первого типа также на основе случайно сгенерированных координат с учетом расстояния до других областей. Если при проходе нескольких итераций такое расположение найти не удастся, увеличить радиус окрестности и продолжить поиск.

По окончании работы алгоритма датчики займут положение, при котором общая непокрытая площадь зон повышенной опасности будет близка к минимальной.

Для реализации предложенного эвристического алгоритма создано объектно-ориентированное ПО.

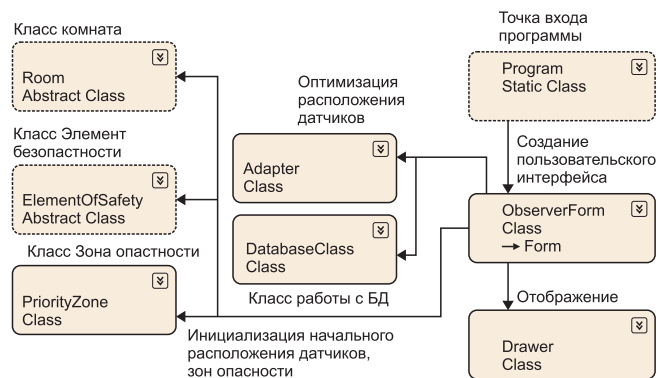


Рис. 3. UML-диаграмма ПО

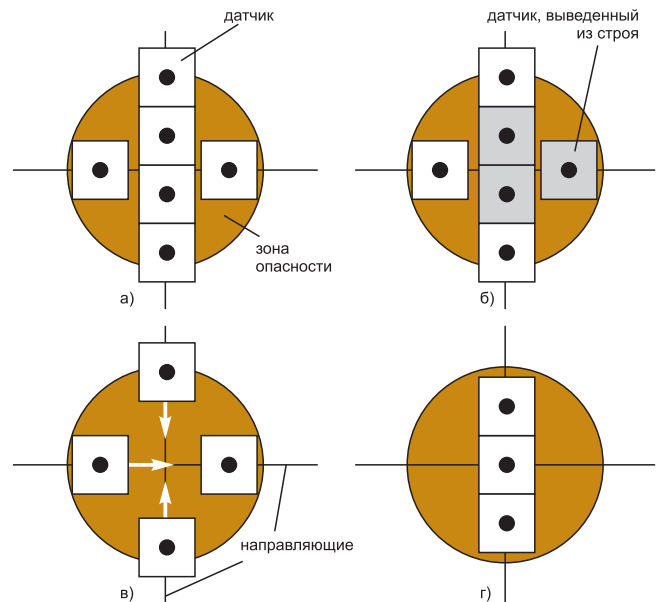


Рис. 4. Принцип работы алгоритма где а) начальное расположение, б) вывод из строя датчиков, в) перемещение работоспособных датчиков, г) конечное расположение

Для каждого действующего объекта, участвующего в построении интеллектуальной системы, создается программный объект. Например, размеры помещения и расположение направляющих фиксируется в объектах класса Room; положения датчиков и их радиусы действия — в объектах класса ElementOfSafety. Вывод на экран графического представления помещения осуществляет класс Drawer (рис. 3).

На рис. 4 показан принцип работы алгоритма перемещения датчиков. Область в форме круга представляет собой зону опасности (приоритетная зона покрытия). Областью в форме квадрата представлена площадь действия датчика съема информации, находящегося в центре. Пунктирные линии представляют собой направляющие для перемещения датчиков. При выходе из строя одного или нескольких датчиков система активизирует алгоритмы поиска оптимального плана реорганизации положения датчиков для максимально возможного покрытия зоны оставшихся работоспособными датчиками.

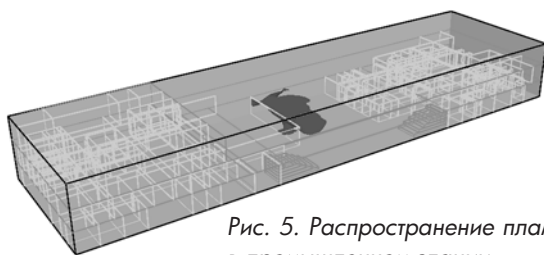


Рис. 5. Распространение пламени в промышленном здании

Моделирование работы предлагаемой системы сбора информации

При тестировании разработанного программного прототипа системы рассматривалось помещение, в котором установлены 72 дымовых датчика, закрепленных на направляющих в прямоугольном помещении с размерами 108×54 м². Для данного помещения на основе пакета моделирования пожара были рассмотрены различные ситуации возникновения очагов возгорания. На рис. 5 представлены результаты имитационного моделирования распространения пламени в промышленном здании.

В ходе тестирования использовались результаты моделирования распространения дыма и пламени и реакция системы при выходе из строя части датчиков. Из-

Таблица. Результаты тестирования

Исходное число датчиков	Число выведенных из строя датчиков	Непокрытая датчиками область зон опасности, м ²		Время работы алгоритма, с
		До работы алгоритма	После работы алгоритма	
72	5	15	0	0,21
72	10	47	0	0,35
72	15	71	0	0,30
72	20	182	0	1,79
72	30	221	0	0,47
72	40	356	1,5	0,79

мерялись показатели области зон опасности непокрытые датчиками до и после работы алгоритма, а также измерялось время получения оптимального решения.

Как следует из результатов тестирования (таблица) перемещение датчиков съема информации позволило уменьшить площадь неконтролируемой зоны, а в некоторых случаях обеспечить контроль всей площади. Решение задачи выполняется за приемлемое время. Тем самым, можно сделать вывод, что предложенный алгоритм позволяет решить задачу сбора информации для контроля защищаемой площади помещения.

Валеев Сагит Сабитович — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой информатики, Таймурзин Максим Игоревич — аспирант, Кондратьева Наталья Владимировна — канд. техн. наук, доцент Уфимского государственного авиационного технического университета.

Контактный телефон (347) 273-78-76.

E-mail: vss2000@mail.ru npomaximum@mail.ru

Оптимизация ТООР поможет корпорации ТехноНИКОЛЬ укрепить лидерские позиции

В одном из крупнейших отечественных промышленных холдингов — ТехноНИКОЛЬ — стартовал проект оптимизации процессов управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования в соответствии с лучшими практиками в области ТООР. Проект реализуется специалистами компании Datastream Solutions CIS и является частью собственной программы корпорации ТехноНИКОЛЬ по внедрению концепции бережливого производства, направленной на минимизацию непроизводительных затрат и повышение общей производительности предприятия.

Корпорация ТехноНИКОЛЬ производит и поставляет широкий спектр строительных материалов и включает 35 производственных площадок, расположенных на территории России и Ближнего зарубежья. Решение о запуске проекта рационализации процессов ТООР продиктовано необходимостью принятия мер по снижению внеплановых простоев многочисленного оборудования заводов компании. Повышение надежности и эксплуатационной готовности производственных активов корпорации ТехноНИКОЛЬ — одна из важнейших задач компании.

Для реализации пилотного проекта оптимизации ТООР в корпорации ТехноНИКОЛЬ был выбран завод ТЕХНО (г. Зинск) в силу своего географического положения, важного с точки зрения обеспечения клиентов минеральной изоляцией в регионах Поволжья, Юга и Урала. Проект получил название "Повышение надежности технологического оборудования и снижение простоев в его работе на заводе ТЕХНО" и предполагает внедрение современных методик планирования, учета и анализа в области технического обслуживания и ремонтов, а также применение ИТ-инструмента для контроля и эффективного управления этими процессами.

Понимая преимущества стратегии ремонтов "по состоянию", корпорация предполагает перейти от планово-предупре-

дительных ремонтов к более высокому уровню управления деятельностью ТООР на основе фактического состояния оборудования. Среди других целей проекта по оптимизации процессов ТООР на заводе ТЕХНО — снижение эксплуатационных расходов, уменьшение трудозатрат и оптимизация материально-технического снабжения под ремонты.

Поставленные задачи предполагается решить за счет повышения уровня и качества организации работ по ТООР, внедрения современных средств диагностики состояния оборудования, построения эффективной системы закупок, учета движения и использования запасных частей и товарно-материальных ценностей. Корпорация ТехноНИКОЛЬ также выбрала инструмент, с помощью которого будут решены задачи по совершенствованию системы ТООР. Руководство компании остановилось на решении Infor EAM, способном учитывать уникальные требования сферы промышленного производства и широко используемому в отрасли.

С помощью Infor EAM будет создана единая база по оборудованию, содержащая всю историю по процессам технического обслуживания и ремонтов. Станет возможным широкий горизонт планирования графиков обслуживания и закупок, а также прогнозирование и бюджетирование затрат на ТООР. Возможность ведения в системе учета фактического состояния оборудования в режиме РВ и контроля состояния складских запасов особенно актуальны для корпорации ТехноНИКОЛЬ, где планируется внедрение стратегии ремонтов "по состоянию".

Решение Infor EAM будет применяться в компании ТехноНИКОЛЬ по модели SaaS, предполагающей аренду готовых рабочих мест и не требующей от компании вложений в программно-аппаратное обеспечение. Хостинг обеспечивается компанией Datastream Solutions CIS.

[Http://www.datastream.ru](http://www.datastream.ru)