

УДК 004.94+629.58

Ключевые слова: автономный подводный робот, аварийная ситуация, интеллектуальная контрольно-аварийная система, онтологический подход.

Инзарцев А.В., Грибова В.В., Клещев А.С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АДЕКВАТНОГО ПОВЕДЕНИЯ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 4–11.

Контрольно-аварийная система (КАС) является одним из основных компонентов информационно-управляющей системы автономного подводного робота (АПР). КАС обеспечивает как безопасность робота под водой, так и его устойчивость к сбоям подсистем, что повышает вероятность выполнения задания. Основной информацией для распознавания неисправностей являются сигналы, вырабатываемые средствами самодиагностики подсистем робота, а также измеряемые датчиками параметры. В настоящее время работа КАС аппарата основана на гипотезе об изолированности сигналов. Для случая нескольких квазиодновременных сигналов реакция робота не всегда является адекватной.

Для реализации предлагаемого интеллектуального КАС (далее ИКАС) используется онтологический подход, который позволяет избавиться от упомянутых недостатков существующей версии КАС. ИКАС функционирует как агент тактического уровня информационно-управляющей системы, способный выполнять диагностические действия (подмиссии) при необходимости. ИКАС формируется компилятором по заданной базе знаний и описанию конфигурации робота с использованием облачной платформы IASaaS. Знания представляются семантической сетью. Архитектура ИКАС АПР состоит из трех основных блоков: блока формирования знаний о диагностике неисправностей АПР, транслятора знаний в программный код и собственно КАС АПР.

В ближайшее время планируются реализация ИКАС для программной платформы АПР разработки ИПМТ ДВО РАН и её всестороннее тестирование.

УДК 681.883.45

Ключевые слова: цифровые гидроакустические сети, подводная акустическая связь, сеть с задержками и разрывами соединения.

Кебкал К.Г., Кебкал В.К., Кебкал А.Г. ЦИФРОВЫЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ СЕТИ ДЛЯ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДЕРЖЕК И РАЗРЫВОВ СОЕДИНЕНИЯ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 12–19.

Представлены разработка и эксперименты с сетевыми протоколами, допускающими большие задержки, перебои или разрывы соединения между узлами сети. Экспериментальные результаты получены в ходе океанических испытаний REP14, организованных Центром морских исследований и экспериментов (CMRE) в июле 2014 года. Разработанная технология обеспечивает передачу данных в сетях произвольных топологий, в которых узлы пространственно разнесены настолько, что передача данных от источника к получателю не может быть выполнена напрямую. Между источником и получателем может находиться фиксированное или нефиксированное число промежуточных узлов. Маршрут передачи может быть статическим или динамическим. Реализация основана на программном конструктиве DTN2 с открытым исходным кодом, основой которого является специализированный сетевой протокол, терпимый к задержкам и частым разрывам соединения между узлами сети. Для адаптации проекта DTN2 к работе на аппаратной платформе гидроакустического модема Evologics технологии S2C был разработан и внедрен в конвергентном уровне программного конструктива DTN2 новый, специализированный слой протоколов, получивший название DМАССL. Результаты работы обосновывают возможность применения сетей типа DTN в цифровой гидроакустической связи как для оперативной передачи коротких сообщений (команд), так и сохранной передачи больших объемов данных в условиях гидроакустической среды, характеризуемой частыми разрывами соединений между соседними узлами.

УДК 004.94+629.58

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, управляющие агенты, комплексирование

данных, поиск и обследование подводных объектов.

Инзарцев А.В., Матвиенко Ю.В., Павин А.М., Рылов Н.И. МОНИТОРИНГ МОРСКОГО ДНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПОИСКОВЫХ УСТРОЙСТВ НА БОРТУ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 20–28.

Перенос на борт АНПА функций обработки информации обзорно-поисковых систем позволяет во многих случаях радикальным образом сократить время, затрачиваемое роботом на мониторинг морского дна. Для реализации этого в ИПМТ ДВО РАН используется комплексный подход к «интеллектуализации» АНПА, заключающийся в разработке как гибкой агентно-ориентированной архитектуры информационно-управляющей системы роботов, так и алгоритмов функционирования управляющих агентов. В основе используемых алгоритмов лежит принцип интегрирования разнородной информации от бортовых обзорно-поисковых систем, позволяющий повысить вероятность обнаружения подводных объектов. В статье обсуждаются некоторые результаты применения разработанной технологии, реализованной на АНПА серии «Морской технолог», при выполнении реальных морских операций.

УДК 004.94+629.58

Ключевые слова: АНПА, ТНПА, НПА, моделирующая среда, симулятор, интерфейс пользователя.

Инзарцев А.В., Павин А.М., Елисеев Г.Д., Родькин Д.Н., Сидоренко А.В., Лебедко О.А., Панин М.А. РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ КРОСС-ПЛАТФОРМЕННАЯ СРЕДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 28–34.

Создание надежного программно-обеспечения автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) различных конфигураций приводит к необходимости построения легко масштабируемой моделирующей среды информационно-управляющей системы. При разработке такой среды предьявляется ряд требований по способности к реконфигурации, совместимости с операционными системами реального времени, наличию интерфейса пользо-

вателя, производительности, способности к интеграции различных функциональных модулей.

Поиск оптимальных решений, основанный на опыте создания преемственного ряда АНПА, позволяет определить основные системные свойства моделирующей среды. В настоящей работе принято, что моделирующая среда информационно-управляющей системы АНПА обладает следующими основными свойствами:

- имеет децентрализованную распределенную архитектуру без центрального модуля для связи между процессами;
- содержит веб-интерфейс взаимодействия программного обеспечения симулятора с пользователями;
- обеспечивает обмен данными между веб-клиентом и веб-сервером моделирования на основе веб-сокетов;
- обеспечивает асинхронную передачу данных между симулятором и программным обеспечением АНПА.

Эффективность выбранных подходов и методов формирования моделирующей среды подтверждается опытом решения сложных задач, требующих больших вычислительных ресурсов, в частности, при моделировании процессов, происходящих в режиме реального времени, генерации подводных изображений. Сравнение модельных экспериментов с данными натурных испытаний позволяет говорить о высоком качестве модельных данных.

УДК 534.232

Ключевые слова: лазерный деформограф, низкочастотный гидроакустический излучатель, трансформация, гидроакустические колебания, сейсмоакустические колебания, граница «вода–дно».

Чупин В.А., Будрин С.С., Долгих Г.И., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швырёв А.Н., Ярошук И.О. СЕЗОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ «ВОДА–ДНО» // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 35–39.

В рамках данной работы приводятся результаты обработки данных, полученных при проведении цикла экспериментальных работ, выполненных по единой методике в разные сезоны года с целью изучения закономерностей трансформации гидроакустических волн в сейсмоакустические волны на границе «вода–дно» в шельфовой зоне

Японского моря. В комплексе оборудования в качестве излучающей системы использовался низкочастотный гидроакустический излучатель с центральной частотой излучения 33 Гц, а в качестве приёмной системы – береговой 52,5-метровый лазерный деформограф. Выполнены исследования по изучению природы вариаций амплитуды принятого сигнала при работе излучателя на различном удалении от приемной системы и проведен анализ изменения коэффициента трансформации гидроакустической энергии в сейсмоакустическую энергию. Установлено, что величина коэффициента трансформации гидроакустических волн в сейсмоакустические волны имеет сезонную изменчивость.

УДК 534.2; 519.6

Ключевые слова: подводная акустика, функция отклика канала, обработка импульсных сигналов, когерентность, структура приходов, время распространения импульсов.

Половинка Ю.А. **КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК И СЕЛЕКТИВНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИМПУЛЬСОВ В ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ** // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 40–46.

Импульсные сигналы используются для связи, навигации и томографии в подводной акустике, применяются в системах акустического неразрушающего контроля неоднородных сред и дистанционных измерениях турбулентности, скорости ветра и температуры в атмосфере. Точность акустических методов зависит, как от аппаратурной точности измерений, так и от применяемых алгоритмов обработки акустических сигналов. В работе предложен вариант импульсного способа измерений функции отклика акустического канала, включающий коррекцию ошибок в получаемых данных, а также селективное сопровождение во времени и точное измерение отдельных импульсных приходов. Способ реализуется применительно к потоку блоков данных акустического зондирования, где каждый блок представляет оцифрованные значения импульсной функции отклика акустического канала. Алгоритм реализации способа включает контроль правильности данных и коррекцию ошибочных блоков в потоке, селективное выделение, сопровождение и точное измерение времен прихода конкретных импульсов. Определение и коррекция ошибочных блоков

осуществляется по заданному уровню коэффициента взаимной корреляции данных в соседних блоках. Идентификация, селективное выделение и сопровождение во времени импульсов в измеренных функциях отклика выполняются путем поиска локальных максимумов и расчета евклидова расстояния между всеми локальными максимумами в следующих друг за другом блоках данных и построения конкретных траекторий, соединяющих максимумы в соответствии с условием минимального расстояния между максимумами в соседних блоках. Измерение времен прихода конкретных импульсов проводится путем выборки значений вдоль рассчитанных траекторий. Численная реализация способа выполнена в среде программирования MATLAB. Для тестирования способа и программ использовались экспериментальные данные импульсного зондирования в Японском море, полученные в лаборатории акустической томографии ТОИ ДВО РАН в 2005–2012 годах.

Способ позволяет повысить точность и автоматизировать процесс измерений времен распространения импульсных акустических сигналов и может быть реализован в технических системах и устройствах, использующих амплитудно-временные принципы измерений физических величин.

УДК 681. 883. 062

Ключевые слова: сигнал, электроакустический преобразователь, пространственный фильтр.

Долгих В.Н., Ушаков К.А. **МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТКЛИКОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ КОРРЕЛЯЦИОННЫМИ ОБНАРУЖИТЕЛЯМИ** // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 46–53.

Для оценки технических характеристик корреляционных обнаружителей гидроакустических сигналов используются методы пространственно-временной и спектрально-энергетической обработки входных процессов. Таким путем достигается максимально возможное отношение сигнала к помехе на входе устройства принятия решения в сложившейся сигнально-помеховой обстановке. Решение задачи основано на применении методов формирования откликов корреляционных пространственных фильтров на смесь сигнала и помехи. Входные сигналы представляют собой случайные гауссовы шумовые

процессы с нулевым средним значением. При этом задача состоит также в исследовании сравнительной оценки эффективности корреляционных обнаружителей, использующих оценки вероятности обнаружения сигнала при заданной вероятности ложных тревог. Предложенные в работе методы исследования позволяют сократить число нелинейных операций при формировании откликов без потери направленных свойств корреляционных пространственных фильтров.

УДК 553.98.04:550.8(26)

Ключевые слова: газогеохимические поля, Охотское море, Японское море, геологическое строение, тектоника, метан, природные газы, изотопы, газогидраты.

Шакиров Р.Б. **ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ОХОТОМОРСКОГО И ЯПОНОМОРСКОГО РЕГИОНОВ** // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 53–65.

Целью статьи является изучение газогеохимических полей метана, его газообразных гомологов, гелия, водорода, азота, углекислого газа и других, а также газопроявлений Охотского и Японского морей и их побережий на основе данных за период 1980–2014 гг. В ходе исследования сделан следующий шаг в выяснении полигенеза литосферных углеводородно-флюидных систем этих морей. Статья состоит из 5 разделов: введения (1), которое включает постановку научной проблемы; описания используемых методов и материалов (2); изложения результатов изучения газогеохимических полей в Охотском (3) и Японском (4) морях и заключения (5). Выявлено, что особую контролирующую роль в распространении и интенсивности газогеохимических полей выполняют тектонические структуры: разломы, геотектонические линейменты, рифтовые структуры и другие. Установлено, что газогеохимические поля окраинных морей Дальневосточного региона генетически и пространственно связаны с комплексами магматических пород, углеводородным потенциалом осадочного чехла и строением фундамента. Отмечено, что формирование газогидратных скоплений Охотского и Японского морей определяется в первую очередь геологическим строением районов. Выявленные закономерности повышают эффективность прогноза и поиска углеводородных ресурсов в окраинных морях Дальневосточного региона.