

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№1(25)
2024

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Выходит 4 раза в год

ISSN 2658-4727

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И
ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНО-
ПРИБОРОСТРОЕНИИ**
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Севастополь, 2024

Главный редактор
Копп В.Я., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Заместитель главного редактора
Филипович О.В., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Научный редактор
Бохонский А.И., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Ответственный секретарь
Балакин А.И., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)

Редакционная коллегия
Вартанов М.В., д.т.н., проф.
(г. Москва)
Греков Н.А., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Доронина Ю.В., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Жмудь В.А., д.т.н., проф.,
(г. Новосибирск)
Краснодубец Л.А., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Моисеев Д.В., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Обжерин Ю.Е., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Песчанский А.И., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Петрешин Д.И., д.т.н., проф.
(г. Брянск)
Прейс В.В., д.т.н., проф.
(г. Тула)
Щенятский А.В., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Заморёнов М.В., к.т.н., доц
(г. Севастополь)
Майстришин М.М., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Рапацкий Ю.Л., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ И
ПРОИЗВОДСТВАМИ

Бохонский А.И., Чалая Е.С. Колебания нежесткой заготовки при токарной обработке 4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Песчанский А.И. Стационарные характеристики многокомпонентной системы с потерями и контролем качества обслуживания 13
Крамарь В.А., Троицкая А.А., Якунин Р.Д. Программный комплекс для обмена данными между антропоморфным роботом SAR-401 и ведущим устройством, основанном на принципе копирования 25
Заморёнов М.В., Шаталова Ю.Г. Моделирование процесса обработки заявок к распределенной базе данных промышленного предприятия 35
Бохонский А.И., Варминская Н.И. Обоснование реверсионного конструирования оптимального управления движением объектов 44
Карлусов В.Ю. Алгоритм вычисления двумерного преобразования Фурье с использованием сплайна Эрмита 51
Мирзоян Н.Ю., Заморёнов М.В., Шаталова Ю.Г. Анализ влияния профилактики вихретокового преобразователя на надежность дефектоскопа 62

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Ляшко А.Д., Васильев Д.М., Крамарь В.А. Метод наведения на цель подводного роботизированного комплекса с помощью видеосистем 70
Никишин В.В., Вожжов А.А. Разработка и моделирование системы курсовой ориентации морской надводной многофункциональной платформы 80
Поливцев В.П., Балакин А.И., Поливцев В.В. Исследование процесса газообмена в легких при жидкостном дыхании с помощью аппарата с замкнутым дыхательным контуром 89
Невар Г.В., Чаленков Н.И., Мирзоян Н.Ю. Медицинский стробоскоп 110

Подписной индекс научного журнала 85768 по интернет-каталогу «Пресса России».

Научный журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим научным специальностям:

- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ производствами (технические науки);
- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды производствами (технические науки);
- 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Учредитель и издатель: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. Севастополь, 299053.

Editor-in-Chief

Kopp V.Ya., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Deputy Editor-in-Chief

Filipovich O.V., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Scientific Editor

Bokhonsky A.I., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Executive Secretary

Balakin A.I., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Editorial Board

Vartanov M.V., doctor of technical sciences, professor (Moscow)

Grekov N.A., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Doronina Yu.V., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Zhmud V.A., doctor of technical sciences, professor (Novosibirsk)

Krasnodubets L.A., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Moiseev D.V., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Obzherin Yu.E., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Peschanskiy A.I., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Petreshin D.I., doctor of technical sciences, professor (Bryansk)

Preis V.V., doctor of technical sciences, professor (Tula)

Schenyatsky A.V., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Zamoryonov M.V., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Maystrishin M.M., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Rapatsky Yu.L., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

CONTENTS

AUTOMATION AND CONTROL OF PROCESSES AND PRODUCTIONS

Bokhonsky A.I., Chalaya E.S. Flexible workpiece vibrations during turning 4

MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND SOFTWARE PACKAGES

Peschansky A.I. Stationary characteristics of a multi-server loss queuing system with regard to service quality control 13

Kramar V.A., Troitskaya A.A., Yakunin R.D. A software package for data exchange between an anthropomorphic SAR-401 robot and a master device based on the principle of copying 25

Zamoryonov M.V., Shatalova J.G. Modeling the processing process of applications for distributed database of an industrial enterprise 35

Bokhonsky A.I., Varminskaya N.I. Justification of reversive designing of optimal object movement control 44

Karlusov V.Yu. An algorithm for calculating the two-dimensional Fourier transform using the Hermite spline 51

Mirzoyan N.Y., Zamoryonov M.V., Shatalova Ju.G. Analysis of the effect of an eddy current converter prevention on the reliability of the flaw detector 62

MEASURING INSTRUMENTS AND METHODS

Liashko A.D., Vasiliev D.M., Kramar V.A. Method of targeting an underwater robotic complexes using video systems 70

Nikishin V.V., Vozhzhov A.A. Development and simulation of a course orientation system for a marine surface multi-functional platform 80

Polivtsev V.P., Balakin A.I., Polivtsev V.V. Study of the process of gas exchange in the lungs during liquid breathing using a closed breathing circuit apparatus 89

Nevar G.V., Chalenkov N.I., Mirzoyan N.Y. Medical stroboscope 110

Subscription index of the scientific journal is 85768 according to the Internet catalogue "Press of Russia".

The scientific journal is included in the "List of peer-reviewed scientific editions, in which the main results of dissertations for the degree of Candidate of sciences, for the degree of Doctor of sciences should be published", approved by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, in the following scientific specialties:

1.2.2. Mathematical modeling, numerical methods and software packages

2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment

2.3.3. Automation and control of technological processes and productions

Founder and publisher: FSAEI HE «Sevastopol State University» ul. Universitetskaya, 33. Sevastopol, 299053.

КОЛЕБАНИЯ НЕЖЕСТКОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Бохонский А.И., Чалая Е.С.

Аннотация. *Исследованы колебания закрепленной в центрах заготовки конечной жесткости при автоматической токарной обработке. Вынужденные колебания обусловлены движением с постоянной скоростью радиальной составляющей силы резания вдоль заготовки. В случае использования дополнительной опоры с увеличением жесткости системы (задача статически неопределимая) существенно изменяется характер колебаний и свободными колебаниями можно пренебречь. Приведение заготовки с распределенной массой к системе с одной степенью свободы практически не влияет на первую (основную) форму колебаний.*

Ключевые слова. *Токарная обработка, нежесткая заготовка, свободные и вынужденные колебания, использование дополнительной опоры (люнета).*

Бохонский Александр Иванович, д.т.н., профессор, professor, bohon.alex@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Чалая Елена Сергеевна, преподаватель, elenasergeevnae@yandex.ru, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

FLEXIBLE WORKPIECE VIBRATIONS DURING TURNING

A.I. Bokhonsky, E.S. Chalaya

It has been studied the stress fluctuations in the centers of products of finite rigidity during automatic turning. Forced vibrations are caused by the movement of the radial cutting force at a constant speed along the workpiece. In the case of using additional supports with the appearance of system rigidity (a statically indeterminate problem) the nature of vibrations changings and free vibrations can be neglected. Bringing objects with distributed mass to a system with one degree of freedom hasn't virtually effect on the first (main) mode of vibration.

Key words: *turning, non-rigid workpiece, free and forced vibrations, using of additional support (the rest).*

Bokhonsky Alexander Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, professor, bohon.alex@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Chalaya Elena Sergeevna, lecturer, elenasergeevnae@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

СТАЦИОНАРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ С ПОТЕРЯМИ И КОНТРОЛЕМ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Песчанский А.И.

Аннотация. Объектом исследования является неоднородная многокомпонентная система массового обслуживания с потерями, простейшим входящим потоком и временами обслуживания заявок общего вида. Предполагается, что после завершения обслуживания заявки каждым прибором осуществляется контроль качества его проведения. В случае неудовлетворительного качества заявка сразу направляется на повторное обслуживание, которое повторяется до тех пор, пока обслуживание не будет признано удовлетворительным. Построена математическая модель функционирования системы, найдены финальные вероятности состояний системы и среднее стационарное время пребывания системы в состоянии полной загрузки.

Ключевые слова. Многокомпонентная система, контроль качества обслуживания, финальные вероятности состояний, среднее стационарное время пребывания в состоянии полной загрузки

Песчанский Алексей Иванович, д.т.н., профессор, профессор, peschansky_sntu@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

STATIONARY CHARACTERISTICS OF A MULTI-SERVER LOSS QUEUING SYSTEM WITH REGARD TO SERVICE QUALITY CONTROL

A.I. Peschansky

The object of the study is a multi-server loss queuing system. Poisson incoming flow and arbitrary distributions of service times are considered. After each request service its quality control is carried out. In case of unsatisfactory service quality, the request undergoes recurrent service immediately. The service is repeated until it is regarded as satisfactory. The mathematical model of the queuing system operation is constructed. The final probabilities and the average stationary time the system remains in a fully loaded state are obtained.

Keywords: multi-server queuing system, service quality control, final probabilities of states, average stationary time the system remains in a fully loaded state

Peschansky Alersey Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, professor, peschansky_sntu@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ
АНТРОПОМОРФНЫМ РОБОТОМ SAR-401 И ВЕДУЩИМ УСТРОЙСТВОМ, ОСНОВАННОМ НА
ПРИНЦИПЕ КОПИРОВАНИЯ**

Крамарь В.А., Троицкая А.А., Якунин Р.Д.

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного комплекса для обмена данными между антропоморфным роботом SAR-401 и ведущим устройством, основанном на принципе копирования. Метод передачи роботу информации о движении руки оператора основан на программном решении, связывающем в реальном времени данные с датчиков ведущего устройства и соответствующих двигателей манипулятора на SAR-401. На основе разработанного клиент-серверного программного решения можно организовать копирующий режим работы манипуляторов робота или режим работы "Программирование по демонстрации". При этом в алгоритм работы может быть включен режим управления самостолкновением манипуляторов. Режим контроля самостолкновения может осуществляться в реальном времени путем блокирования движения манипуляторов робота и выдачи соответствующего предупреждения оператору.

Ключевые слова. Антропоморфный робот, манипулятор, управление самостолкновением манипуляторов, копирующий режим.

Крамарь Вадим Александрович, д.т.н., профессор, kramarv@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Троицкая Анастасия Андреевна, ассистент, aatroitskaya@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Якунин Роман Денисович, ассистент, младший научный сотрудник, goodroma1404@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

**A SOFTWARE PACKAGE FOR DATA EXCHANGE BETWEEN AN ANTHROPOMORPHIC SAR-401
ROBOT AND A MASTER DEVICE BASED ON THE PRINCIPLE OF COPYING**

V.A. Kramar, A.A. Troitskaya, R.D. Yakunin

The article discusses the development of a software package for data exchange between an anthropomorphic SAR-401 robot and a master device based on the principle of copying. The method of transmitting information about the movement of the operator's hand to the robot is based on a software solution that connects real-time data from the sensors of the master device and the corresponding manipulator motors on the SAR-401. Based on the developed client-server software solution, it is possible to organize a copying mode of operation of the robot manipulators or a "Demonstration programming" mode of operation. At the same time, the control mode of the collision of manipulators itself can be included in the algorithm of operation. The self-collision control mode can be carried out in real time by blocking the movement of the robot's manipulators and issuing an appropriate warning to the operator

Keywords: anthropomorphic robot, manipulator, manipulator self-collision control, copying mode.

Kramar Vadim Aleksandrovich, doctor of technical sciences, professor, professor, kramarv@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Troitskaya Anastasia Andreevna, assistant, aatroitskaya@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Yakuini Roman Denisovich, assistant, junior researcher, goodroma1404@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Заморёнов М.В., Шаталова Ю.Г.

Аннотация. *Анализируются модели организации взаимодействия клиентов и распределенной базы данных завода. Обосновывается выбор трехуровневой модели. Строится имитационная модель выбранной архитектуры с использованием языка моделирования Anylogic-ple-8.6.0.x86_64. Проводится анализ построенной модели. Предлагаются возможные варианты улучшения модели в случае сбоев при увеличении интенсивности потока заявок*

Ключевые слова: *распределенная база данных, сервер приложений, инструментарий AnyLogic*

Заморёнов Михаил Вадимович, к.т.н., доцент, доцент, zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Шаталова Юлия Георгиевна, к.т.н., доцент, заместитель директора института информационных технологий, bastion2417@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

MODELING THE PROCESSING PROCESS OF APPLICATIONS FOR DISTRIBUTED DATABASE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

M.V. Zamoryonov, J.G. Shatalova

The models for organizing interaction between clients and the plant's distributed database are analyzed. The choice of a three-level model is justified. The simulation model of the selected architecture is built using the Anylogic-ple-8.6.0.x86_64 modeling language. The constructed model is analyzed. Possible options for improving the model in the case of possible failures when the intensity of the flow of applications increases are proposed.

Keywords: *distributed database, application server, AnyLogic toolkit*

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, candidate of technical sciences, docent, docent, zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Shatalova Julia Georgievna, candidate of technical sciences, docent, deputy director of the Institute of Information Technologies, bastion2417@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ОБОСНОВАНИЕ РЕВЕРСИОННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ

Бохонский А.И., Варминская Н.И.

Аннотация. Рассмотрены альтернативные пути поиска оптимальных управлений движением объекта с одной степенью свободы из исходного в конечное состояние покоя (при задании расстояния и времени движения). Выполнен поиск условного экстремума функционала-критерия с использованием множителей Лагранжа, дано решение прямой задачи вариационного исчисления, с использованием реверсионного конструирования управления (алгоритма решения полной обратной задачи вариационного исчисления – конструирование управления). На примерах показано снижение энергоемкости управления при росте степени задаваемого полинома ускорения (управления).

Ключевые слова. Вариационное исчисление, прямая и обратная задачи, оптимальное управление, снижение энергоемкости целенаправленного движения.

Бохонский Александр Иванович, д.т.н., профессор, профессор, bohon.alex@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Варминская Наталья Ивановна, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой, nvarminska@gmail.com, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

JUSTIFICATION OF REVERSIVE DESIGNING OF OPTIMAL OBJECT MOVEMENT CONTROL

A.I. Bokhonsky, N.I. Varminskaya

The ways of searching for movement optimal controls of an object with one degree of freedom from the initial to the final state of quiescence when specifying the distance and time of movement are considered: searching for the conditional extremum of the functional criterion using Lagrange multipliers; solving a direct problem in the calculus of variations; reversive control design (using an algorithm for solving the complete inverse problem of the calculus of variations). The examples show a decrease in the energy intensity of control with an increase in the degree of the specified acceleration (control) polynomial.

Keywords: calculus of variations, direct and inverse problems, optimal control, reducing the energy intensity of targeted motion.

Bokhonsky Alexander Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, professor, bohon.alex@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Varminskaya Natalia Ivanovna, candidate of technical sciences, docent, head of the department, nvarminska@gmail.com, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДВУМЕРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАЙНА ЭРМИТА

Карлусов В.Ю.

Аннотация. В статье излагается алгоритм вычисления двумерного преобразования Фурье. Вычислительный алгоритм основан на замене ядра интеграла его аппроксимацией, построенной на прямоугольной сетке с фиксированными шагами по осям абсцисс и ординат. В качестве аппроксимирующего полинома использован сплайн Эрмита. В статье выведены аналитические выражения, позволяющие найти двойной интеграл численно, с заранее заданной точностью, которая позволяет найти потребные шаги сетки аппроксимации. Приводятся результаты расчётов, иллюстрирующие работу алгоритма. Разработанный алгоритм будет полезен при нахождении двумерного преобразования Фурье в отсутствие возможности получения решения аналитически.

Ключевые слова. Преобразование Фурье, численное интегрирование, аппроксимация функции сплайнами, сплайн Эрмита

Карлусов Вадим Юрьевич, к.т.н., доцент, kvyu_2015@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

AN ALGORITHM FOR CALCULATING THE TWO-DIMENSIONAL FOURIER TRANSFORM USING THE HERMITE SPLINE

V.Yu. Karlusov

The article describes an algorithm for calculating the two-dimensional Fourier transform. The computational algorithm is based on replacing the kernel of the integral with its approximation based on a rectangular grid with fixed steps along the axes of the abscesses and ordinates. The Hermits spline is used as an approximating polynomial. In the article, analytical expressions are derived that allow us to find the double integral numerically, with a predetermined accuracy, which allows us to find the necessary steps of the approximation grid. The results of calculations illustrating the operation of the algorithm are presented. The developed algorithm will be useful in finding a two-dimensional Fourier transform in the absence of the possibility of obtaining a solution analytically.

Key words: fourier transform, numerical integration, function approximation by splines, Hermits spline.

Karlusov Vadim Yur'evich – candidate of technical sciences, docent, kvyu_2015@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА НАДЕЖНОСТЬ ДЕФЕКТОСКОПА

Мирзоян Н.Ю., Заморёнов М.В., Шаталова Ю.Г.

Аннотация. Рассмотрена математическая модель, описывающая влияние профилактического технического обслуживания вихретокового преобразователя при вихретоковом контроле на общую надежность дефектоскопа. Представлены результаты моделирования и проведено их сравнение с результатами использования теоремы о среднестатистическом времени пребывания системы в подмножестве состояний.

Ключевые слова. Неразрушающий контроль, вихретоковый метод, полумарковская система, алгоритм фазового укрупнения, функция распределения, метод путей.

Мирзоян Наталия Юрьевна, ассистент, nataly2997@mail.ru, Россия, Севастопольский государственный университет

Заморёнов Михаил Вадимович, к.т.н., доцент, доцент, zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Шаталова Юлия Георгиевна, к.т.н., доцент, bastion2417@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

ANALYSIS OF THE EFFECT OF AN EDDY CURRENT CONVERTER PREVENTION ON THE RELIABILITY OF THE FLAW DETECTOR

N.Y. Mirzoyan, M.V. Zamoryonov, Ju.G. Shatalova

The mathematical model describing the effect of preventive maintenance of an eddy current converter during eddy current control on the overall reliability of the flaw detector is considered. The simulation results are presented and compared with the theorem on the average residence time of the system in a subset of the states.

Keywords: non-destructive testing, eddy current method, semi-Markov system, phase enlargement algorithm, distribution function, path method.

Mirzoyan Natalia Yurievna, assistant, nataly2997@mail.ru, Russia, Sevastopol State University

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, candidate of technical sciences, docent, docent, zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Shatalova Julia Georgievna, candidate of technical sciences, docent, bastion2417@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МЕТОД НАВЕДЕНИЯ НА ЦЕЛЬ ПОДВОДНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОСИСТЕМ

Ляшко А.Д., Васильев Д.М., Крамарь В.А.

Аннотация. Подводные роботизированные комплексы играют важную роль в подводных исследованиях. Однако их потенциал ограничен запасом энергии бортовых аккумуляторов и емкостью хранилища данных. Эта проблема может быть решена с помощью системы подводной док-станции. Подводная стыковочная платформа может использоваться в качестве станции подзарядки подводного роботизированного комплекса и для передачи данных. В данной работе предлагается алгоритм распознавания стыковочного узла круглой формы на расстоянии до 5 метров в водной среде с помощью камеры, установленной на подводном роботизированном комплексе. Экспериментальная часть проводилась в бассейне научно-исследовательской лаборатории СевГУ и в акватории Черного моря. Полученные результаты подтвердили работоспособность алгоритма.

Ключевые слова. Подводный роботизированный комплекс, подводная стыковка, распознавание подводных объектов, компьютерное зрение.

Ляшко Александр Дмитриевич, ассистент, младший научный сотрудник, lyasko.sasha@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Васильев Денис Михайлович, ведущий инженер, научный сотрудник, Den.vas.84@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Крамарь Вадим Александрович, д.т.н., профессор, kramarv@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

METHOD OF TARGETING AN UNDERWATER ROBOTIC COMPLEXES USING VIDEO SYSTEMS

A.D. Liashko, D.M. Vasiliev, V.A. Kramar

Underwater robotic complexes play an important role in underwater exploration. However, their potential is limited by on-board battery power and data storage capacity. This problem was solved with an underwater docking system. The underwater docking platform can be used as a recharging station to continue underwater robotic complexes operation as well as its data transfer. The paper proposes the recognition algorithm based on a round-shaped docking unit detection at a distance up to 5 meters in an aquatic environment using a camera mounted on an underwater robotic complex. The experimental part was carried out in the SevSU basin research laboratory and the Black Sea area. The obtained results confirmed algorithm efficiency.

Key words: underwater robotic complexes, underwater docking, underwater object recognition, computer vision.

Liashko Aleksandr Dmitrievich, assistant, junior researcher, lyasko.sasha@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Vasilyev Denis Mikhailovich, lead engineer, researcher, Den.vas.84@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Kramar Vadim Alexandrovich, doctor of technical science, professor, kramarv@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КУРСОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОРСКОЙ НАДВОДНОЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Никишин В.В., Вожжов А.А.

Аннотация. Представлено решение прикладной задачи коррекции измерений на базе инерциальных MEMS-датчиков и алгоритмов нелинейной фильтрации, решение которой необходимо для достижения управления роботами. Разработана программная имитационная модель робота и представлены результаты вычислительных экспериментов, произведенных на ее основе; полученные данные при этом являются основой для выбора оптимальных сценариев работы системы, дают возможность адаптивно учитывать пространственно-временную изменчивость среды.

Ключевые слова. Курсовая устойчивость, поднастройка, автономные роботы, интеллектуальный анализ данных, интеллектуальные системы, система поддержки принятия решений.

Никишин Владимир Владимирович, к.т.н., доцент, VVNikishin@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Вожжов Андрей Анатольевич, к.т.н., доцент, AAVozhzhov@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

DEVELOPMENT AND SIMULATION OF A COURSE ORIENTATION SYSTEM FOR A MARINE SURFACE MULTI-FUNCTIONAL PLATFORM

V.V. Nikishin, A.A. Vozhzhov

A solution to the applied problem of measurement correction based on inertial MEMS sensors and nonlinear filtering algorithms is presented, the solution of which is necessary to achieve robot control. A software simulation model of the robot has been developed and the results of computational experiments carried out on its basis are presented; the data obtained are the basis for selecting optimal scenarios for the system's operation and make it possible to adaptively take into account the spatio-temporal variability of the environment.

Keywords: *directional stability, adjustment, autonomous robots, data mining, intelligent systems, decision support system.*

Nikishin Vladimir Vladimirovich, candidate of technical science, docent, VVNikishin@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Vozhzhov Andrey Anatolievich, candidate of technical science, docent, AAVozhzhov@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗООБМЕНА В ЛЕГКИХ ПРИ ЖИДКОСТНОМ ДЫХАНИИ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА С ЗАМКНУТЫМ ДЫХАТЕЛЬНЫМ КОНТУРОМ

Поливцев В.П., Балакин А.И., Поливцев В.В., Гарматюк М.И., Рошчупкин С.И.

Аннотация. Сделан обзор разработанных медицинских аппаратов жидкостного дыхания с замкнутым дыхательным контуром. Предлагаются исследования технологии жидкостного дыхания для аппарата с замкнутым дыхательным контуром. Предложена схема, в основе которой используется способ ультразвукового удаления газов, а также схема оксигенации (насыщения) дыхательной жидкости барботированием. Исследованы характеристики по расходу и давлению насосов контуров вдоха и выдоха. Определены безопасные режимы работы аппарата и выполнены расчеты дыхательного объема на кг массы биообъекта. Представлены физические модели газообмена в легких биообъекта при атмосферном и жидкостном дыхании. Приведены графики работы контуров вдоха/выдоха. Представленная физическая модель газообмена в легких при жидкостном дыхании подтверждена результатами.

Ключевые слова. Жидкостное дыхание, дыхательный объем, дыхательная жидкость, эндотрахеальная трубка, замкнутый дыхательный контур, частота дыхания, концентрация растворенного кислорода, измерение концентрации кислорода, избыточное давление, абсолютное давление.

Поливцев Виктор Петрович, заведующий лабораторией, VPPolitsev@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Балакин Алексей Игоревич, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, AIBalakin@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Поливцев Владимир Викторович, руководитель группы, VVPolitsev@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Гарматюк Михаил Игоревич, инженер 1 категории, MIGarmatyuk@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Рошчупкин Станислав Иванович, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, siroshchupkin@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

STUDY OF THE PROCESS OF GAS EXCHANGE IN THE LUNGS DURING LIQUID BREATHING USING A CLOSED BREATHING CIRCUIT APPARATUS

V.P. Politsev, A.I. Balakin, V.V. Politsev, M.I. Garmatyuk, S.I. Roshchupkin

A review of developed medical devices of liquid breathing with a closed breathing circuit is made. Research of liquid breathing technology for the apparatus with a closed breathing circuit is proposed. A scheme based on the method of ultrasonic gas removal, as well as a scheme of oxygenation (saturation) of the breathing fluid by barbotage is proposed. The flow and pressure characteristics of the pumps of the inhalation and exhalation circuits are investigated. Safe operating modes of the apparatus are determined and calculations of respiratory volume per kg of bioobject weight are made. Physical models of gas exchange in the lungs of the bioobject under atmospheric and liquid breathing are presented. Graphs of operation of inhalation/exhalation circuits are given. The presented physical model of gas exchange in lungs under liquid breathing is validated by the results.

Keywords: liquid breathing, respiratory volume, respiratory fluid, endotracheal tube, closed breathing circuit, respiratory rate, dissolved oxygen concentration, oxygen concentration measurement, overpressure, absolute pressure.

Viktor Petrovich Politsev, head of the laboratory, VPPolitsev@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol State University

Balakin Alexey Igorevich, candidate of technical sciences, docent, leading researcher, AIBalakin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Politsev Vladimir Viktorovich, group leader, VVPolitsev@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Garmatyuk Mikhail Igorevich, engineer of 1 category, MIGarmatyuk@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Roshchupkin Stanislav Ivanovich, candidate of technical sciences, docent, leading researcher, siroshchupkin@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МЕДИЦИНСКИЙ СТРОБОСКОП

Невар Г.В., Чаленков Н.И., Мирзоян Н.Ю.

Аннотация. Рассматривается применение устройства на основе стробоскопического эффекта для оценки функционального состояния голосовых связок. Приводятся электрическая схема и осциллограмма работы разработанного устройства исследования голосовых связок в среде Proteus. Полученные результаты подтверждают работоспособность прибора.

Ключевые слова. Стробоскоп, голосовые связки, схема электрическая.

Невар Галина Валерьевна, ассистент, GVNevar@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Чаленков Никита Игоревич, ассистент, chalenkov-nikita@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Мирзоян Наталия Юрьевна, ассистент, NYMirzoyan@sevsu.mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

MEDICAL STROBOSCOPE

G.V. Nevar, N.I. Chalenkov, N.Y. Mirzoyan

The use of a device based on the stroboscopic effect to assess the functional state of the vocal cords is considered. An electrical circuit and an oscillogram of the operation of the developed device for studying the vocal cords in the Proteus environment are presented. The results obtained confirm the performance of the device.

Key words: strobe, vocal cords, electrical circuit.

Nevar Galina Valerievna, assistant, GVNevar@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Chalenkov Nikita Igorevich, assistant, chalenkov-nikita@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Mirzoyan Natalia Yurievna, assistant, NYMirzoyan@sevsu.mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University