

English for teachers of the Harare Institute of Technology at BNTU, lecturing by BNTU teachers at the Harare Institute of Technology during short visits, implementation of joint R&D between the Innovation Hub of the Harare Institute of Technology and the BNTU Science and Technology Park "Polytechnic". The main interest from the Zimbabwean side is

caused by the specialties of biomedical directions, which corresponds to the profile of the Department of Design and Production of Devices of the Instrument Engineering Faculty of BNTU. On these issues, it seems appropriate to conclude Cooperation Agreements between the relevant divisions of BNTU and the Harare Institute of Technology.

UDC 621

SCALABLE 3D PERCEPTION: FROM ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION TO WORKPIECE MEASUREMENT

Zhou Xuefeng

*Institute of Intelligent Manufacturing, Guangdong Academy of Sciences
Guangzhou, China*

Annotation. Three-dimensional geometric perception serves as a primary means for understanding the environment and objects, essential for both industrial and everyday applications. Advances in sensor technology and algorithms have expanded the scope of 3D perception, enabling its use across various fields such as geological surveying, robotic navigation, and industrial manufacturing. However, the practical application of raw point clouds, which consist of discrete 3D points, faces challenges related to robustness and accuracy, especially when derived from diverse sensors with differing characteristics. This paper introduces the "Point Cloud +" approach, incorporating multi-modal sensor fusion, deep feature extraction, active viewpoint planning, and motion priors. The approach enhances raw point clouds with additional features and priors, supporting robust and precise perception for both large-scale environmental reconstruction and workpiece measurement. Key contributions include a geometric-semantic joint mapping framework for outdoor environments, a degeneration-aware place recognition method, and a planning-control-reconstruction system for accurate workpiece measurement.

Keywords: 3D perception, point clouds, multi-modal sensor fusion, environmental reconstruction, workpiece measurement, deep feature extraction, viewpoint planning, accuracy

МАСШТАБИРУЕМОЕ 3D-ВОСПРИЯТИЕ: ОТ РЕКОНСТРУКЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДО ИЗМЕРЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Чжоу Сюэфэн

*Институт интеллектуального производства Гуандунской академии наук
Гуанчжоу, Китай*

Аннотация. Трёхмерное геометрическое восприятие является основным способом понимания окружающей среды и объектов, что играет ключевую роль как в промышленности, так и в повседневной жизни. Прогресс в области сенсорных технологий и алгоритмов обработки расширил возможности 3D-восприятия, позволив его применение в таких сферах, как геологические исследования, навигация роботов и промышленное производство. Тем не менее, использование необработанных облаков точек, представляющих собой дискретные трёх-мерные точки, сталкивается с проблемами устойчивости и точности, особенно при использовании различных сенсоров с разными характеристиками. В данной работе представлен подход «Point Cloud +», включающий многомодальную сенсорную интеграцию, глубокое извлечение признаков, планирование точек обзора и учёт движения. Этот подход добавляет к исходным облакам точек дополнительные признаки и приоритеты, улучшая их устойчивость и точность в задачах как крупномасштабной реконструкции окружающей среды, так и точного измерения заготовок. Основные элементы включают геометрически-семантическую карту для не-структурированных открытых пространств, метод распознавания местности с учётом деградации данных, а также систему управления и реконструкции для точного измерения объектов.

Ключевые слова: 3D-восприятие, облака точек, многомодальная сенсорная интеграция, реконструкция окружающей среды, измерение заготовок, извлечение признаков, планирование точек обзора, точность.

Three-dimensional geometric perception is humanity's most common and fundamental means of understanding the surrounding environment and objects, playing a crucial role in both production and daily life. Recent advancements in sensor hardware and processing algorithms have significantly accelerated the development and application of 3D perception techniques. From geological surveys to robotic navigation and industrial manufacturing, point clouds are widely used to represent environments or products across

varying scales. However, challenges remain in the real-world application of raw point clouds at all scales.

Raw point clouds are, by nature, discrete sets of homogeneous 3D points with positional coordinates as their primary attributes. Only through the arrangement and proximity of these points can geometric insights into objects, environments, or surfaces be discerned. Furthermore, point clouds captured from different hardware (e.g., 2D LiDAR, 3D LiDAR, laser scanners) exhibit variations in perceptual range, field of view

(FOV), and resolution, leading to issues of reduced robustness, inaccurate registration, and incomplete reconstruction across different scales and tasks. In this presentation, the “Point Cloud +” approach is introduced, focusing on multi-modal sensor fusion, deep feature extraction and description, active viewpoint planning, and high-precision motion priors. Under the “Point Cloud +” framework, a geometric-semantic joint mapping framework is proposed for large-scale, unstructured outdoor environments; a degenera-

tion-aware, rapid place recognition method is presented; and a planning-control-reconstruction system is developed to address issues of inaccurate and incomplete reconstruction in precise workpiece measurement. The “Point Cloud +” approach effectively incorporates additional features, attributes, and priors into raw point clouds, aiming to improve the robustness and accuracy of point cloud perception across applications ranging from large-scale environmental reconstruction to precise workpiece measurement.

УДК 621.396.6/92 001.92:37

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШКОЛЫ РАЗРАБОТЧИКОВ
ЭЛЕКТРО-И РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОЙ
ПОЛИТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ**

Рачицкий А. М., Таболич Т. Г.

ОАО «МНИПИ»

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Радиоизмерительное приборостроение представляет собой одну из ключевых областей в сфере радиоэлектронной техники. В условиях стремительного технологического прогресса и глобализации экономики, оно сталкивается с множеством вызовов, которые требуют комплексного анализа и поиска эффективных решений, в том числе формирование школы разработчиков электро-и радиоизмерительных средств в условиях санкционной политики на современном этапе развития отрасли.

Ключевые слова: радиоизмерительное приборостроение, развитие школы, эффективные решения, формирование навыков у выпускников учебных заведений, кооперация с университетом.

**IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF THE SCHOOL OF DEVELOPERS OF ELECTRICAL
AND RADIO MEASURING INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF SANCTIONS POLICY
AT THE CURRENT STAGE OF INDUSTRY DEVELOPMENT**

Rachitsky A., Tabolich T.

OJSC MNIPI

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Radio measuring instrumentation is one of the key areas in the field of electronic engineering. In the context of rapid technological progress and the globalization of the economy, it faces many challenges that require a comprehensive analysis and search for effective solutions, including the formation of a school of developers of electrical and radio measuring instruments in the context of sanctions policy at the current stage of industry development.

Key words: radio measuring instrumentation, challenges, effective solutions, the formation of skills among graduates of educational institutions, cooperation with the university.

*Адрес для переписки: Рачицкий А. М., ул. Я. Коласа 73, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: mnipi@mnipi.by*

Импортозамещение, как ключевой вызов, требует не только разработки новых технологий и компонентов, но и переосмысления существующих производственных и образовательных процессов, что в свою очередь влияет на качество и конкурентоспособность отечественной радиоэлектронной аппаратуры. В условиях, когда многие радиоэлектронные компоненты ранее импортировались, задача их замещения становится особенно актуальной и требует комплексного подхода.

Научные исследования и разработки играют ключевую роль в создании новых технологий и компонентов, что, в свою очередь, способствует развитию всей отрасли. Важно отметить, что взаимодействие между научными, образовательными учреждениями и промышленностью может

значительно ускорить процесс внедрения инноваций и повысить уровень конкурентоспособности отечественной продукции.

На протяжении последних трех десятилетий основную долю поставленных предприятиям Республики Беларусь и Российской Федерации электроизмерительных и радиоизмерительных средств измерений составляла продукция производства компаний США, Европейского Союза, Японии, КНР, Тайваня.

Текущая ситуация в сфере обеспечения российских и белорусских предприятий электроизмерительными и радиоизмерительными приборами характеризуется существенным повышением стоимости и сроками поставки, приобретаемой в обход санкций аппаратуры зарубежного производства.