

Streszczenie

Rozprawa doktorska podejmuje tematykę związaną z wpływem strategii pomiarowej na ocenę topografii powierzchni przyrządem optycznym z czujnikiem chromatycznym konfokalnym.


W pracy zastosowano ilościowo-jakościowe postępowanie badawcze, stosując trzy metody badawcze: metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, metodę eksperymentalną oraz metodę statystyczną. Jeżeli chodzi o metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, to pozwoliła ona na dokonanie oceny aktualnego stanu wiedzy oraz unormowań dotyczących wyznaczania parametrów opisujących topografię powierzchni. Wykazano brak kompleksowych wytycznych, czy też spójnych standardów dotyczących prowadzenia tego typu pomiarów (procesu akwizycji chmury punktów i cyfrowego przetwarzania danych). Co więcej, proponowane procedury oceny topografii powierzchni i normy z rodziny ISO 25178 są nadal na etapie rozwoju. Znaleziono niszę, której wypełnieniem jest niniejsza rozprawa, a której głównym osiągnięciem jest opracowanie i zwalidowanie strategii pomiarowej dla pomiarów realizowanych systemami optycznymi. W kontekście metody eksperymentalnej, zastosowano zaawansowane metody planowania eksperymentu (DOE), zrealizowanego następnie na zaawansowanych przyrządach pomiarowych. Wykorzystanie metod DOE pozwoliło w konsekwencji na efektywne wykorzystanie metod statystycznej obróbki danych pomiarowych. Nie ograniczono się przy tym do ogólnie znanych metod analizy danych, takich jak analiza wariancji ANOVA, lecz zaproponowano autorskie metody oceny pozbawione procesu nadawania wag, tak częstego przy analizie zjawisk ilościowo jakościowych.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie strategii pomiarowej dla pomiarów realizowanych optycznymi systemami pomiarowymi wyposażonymi w czujniki chromatyczne konfokalne, z uwzględnieniem istotnych czynników dotyczących akwizycji chmury punktów oraz ich cyfrowego przetwarzania, wpływających na ocenę topografii powierzchni. Przeprowadzone badania oraz ich analiza weryfikują i potwierdzają słuszność tezy badawczej, którą postawiono w następującym brzmieniu: możliwym jest zredukowanie szumu pomiarowego poprzez odpowiedni dobór nastaw przyrządu pomiarowego oraz wybór odpowiednich parametrów cyfrowego przetwarzania danych pomiarowych.

Praca zawiera wstęp, zakończenie i została podzielona na siedem głównych rozdziałów. W rozdziale 2. dokonano obszernego przeglądu stanu zagadnienia, przedstawiono podstawowe pojęcia z zakresu rozprawy, omówiono specyfikę prowadzenia pomiarów z użyciem metod optycznych, ze szczególnym naciskiem na mikroskopię konfokalną. Dokonano wyboru przyrządu optycznego z czujnikiem chromatycznym konfokalnym i opracowano program badawczy. Rozdział

3. zawiera sformułowanie celu, tezy i zakresu rozprawy. Rozdział 4. prezentuje koncepcję strategii pomiarowej oceny topografii powierzchni, wraz z charakterystyką stanowiska badawczego. Rozdział 5. skupia się nad programem badań doświadczalnych, przedstawieniem efektów jego realizacji i pierwszym etapem wnioskowania statystycznego. Dokonano identyfikacji wpływu warunków akwizycji chmury punktów na wartości wybranych parametrów GPS. Zaproponowano autorską metodę wnioskowania służącą wyborowi najkorzystniejszych warunków akwizycji danych pomiarowych. Rozdział 6. to ocena wpływu warunków cyfrowego przetwarzania danych pomiarowych na wartości wybranych parametrów GPS wraz z walidacją sposobu doboru najkorzystniejszych warunków cyfrowego przetwarzania danych pomiarowych (ocena szumu pomiarowego). Kolejne rozdziały 7.-8. zawierają zaproponowaną strategię pomiarową oceny topografii powierzchni dla przyrządu optycznego z czujnikiem chromatycznym konfokalnym oraz jej weryfikację dla powierzchni technologicznej. Całość domykają obszerne wnioski oraz opis zamierzeń badawczych.

W rozprawie wykazano osiągnięcie celu pracy oraz kilku sformułowanych wcześniej celów szczegółowych. Dowiedziono również postawionej tezy badawczej.



04.01.2024

Abstract

The dissertation deals with the influence of measurement strategy on the evaluation of surface topography with an optical instrument with a confocal chromatic sensor.

The dissertation employs a quantitative-qualitative research procedure, using three research methods: the method of literature analysis and criticism, the experimental method and the statistical method. As for the method of analyzing and critiquing the literature, it made it possible to assess the current state of knowledge and standardization of the determination of parameters describing surface topography. It was shown that there are no comprehensive guidelines or consistent standards for conducting such measurements (point cloud acquisition process and digital data processing). Moreover, the proposed procedures for assessing surface topography and standards from the ISO 25178 family are still in the development stage. A niche has been found, which this dissertation fills, with the main achievement being the development and validation of a measurement strategy for measurements made with optical systems. In the context of the experimental method, advanced methods of design of experiment (DOE) were applied, realized subsequently on advanced measuring instruments. The use of DOE methods consequently allowed the effective use of statistical methods for handling measurement data. In doing so, it was not limited to the generally known methods of data analysis, such as analysis of variance ANOVA, but proposed original evaluation methods devoid of the process of assigning weights, so common in the analysis of quantitative-qualitative phenomena.

The aim of the dissertation was to develop a measurement strategy for measurements carried out with optical measurement systems equipped with confocal chromatic sensors, taking into account important factors concerning point cloud acquisition and their digital processing, affecting the evaluation of surface topography. The conducted research and its analysis verify and confirm the validity of the research thesis, which was posed as follows: it is possible to reduce measurement noise by appropriate selection of measurement instrument settings and selection of appropriate parameters for digital processing of measurement data.

The dissertation includes an introduction, conclusion and is divided into seven main chapters. Chapter 2 provides a comprehensive review of the status of the issue, introduces the basic concepts of the dissertation, discusses the specifics of conducting measurements using optical methods, with particular emphasis on confocal microscopy. The selection of an optical instrument with a confocal chromatic sensor was made and a research program was developed. Chapter 3. contains the formulation of the purpose, thesis and scope of the dissertation. Chapter

4. presents the concept of the measurement strategy for surface topography evaluation, along with the characteristics of the test stand. Chapter 5. focuses on the experimental research program, the presentation of its effects and the first stage of statistical inference. The effect of point cloud acquisition conditions on the values of selected GPS parameters is identified. The author's method of inference for selecting the most favorable conditions of measurement data acquisition was proposed. Chapter 4. presents the concept of the measurement strategy for assessing surface topography, along with the characteristics of the test stand. Chapter 5 focuses on the experimental research program, the presentation of the effects of its implementation and the first stage of statistical inference. The effect of point cloud acquisition conditions on the values of selected GPS parameters is identified. The author's method of inference for selecting the most favorable conditions of measurement data acquisition was proposed. Chapter 6 is an evaluation of the impact of digital measurement data processing conditions on the values of selected GPS parameters, along with validation of the method of selecting the most favorable digital measurement data processing conditions (measurement noise evaluation). The following chapters 7.-8. contain the proposed measurement strategy for the evaluation of surface topography for an optical instrument with a confocal chromatic sensor and its verification for a technological surface. The whole is closed by extensive conclusions and a description of future work.

The dissertation demonstrates the achievement of the goal of the work and several previously formulated specific objectives. It also proves the research thesis stated.

A handwritten signature in blue ink, reading "Fackhaleh-Padka". The signature is written in a cursive style with a large initial 'F'.

04.01.2024