

Streszczenie

Ciągły wzrost wydajności produkcji w przemyśle wymaga ciągłego utrzymywania parametrów jakościowych wyrobów. Stanowiska bazujące na kontroli statystycznej lub wizualnej nie są w stanie zapewnić skuteczniejszej kontroli jakości wykonania każdego produktu. Skutkiem tego jest postępująca automatyzacja zadań kontrolno-pomiarowych. Jednym ze sposobów automatyzacji procesu kontroli jakości wykonania produktu jest zastosowanie systemów wizyjnych. Systemy wizyjne bazują na optycznych metodach pomiarowych umożliwiających obrazowanie sceny dwuwymiarowej lub w przypadku systemów wizyjnych 3D również scen trójwymiarowych. Postępujący rozwój technologiczny w zakresie mechanizacji, automatyzacji i cyfryzacji powoduje również konieczność dostosowywania i ulepszania metod obrazowania stosowanych w systemach wizyjnych.

W niniejszej pracy zaproponowano rozwinięcie jednej z metod obrazowania trójwymiarowego – metody Shape from Focus (SFF). Jest to pasywna metoda optyczna, która do wyznaczenia głębi sceny używa informacji o ostrości punktów na obrazie dwuwymiarowym. W celu dostosowania metody SFF do poziomu gotowości technologicznej pozwalającej na jej wdrożenie na liniach produkcyjnych konieczne jest wprowadzenie szeregu modyfikacji. Modyfikacje zaproponowane w tej pracy związane są zarówno z częścią konstrukcyjną, jak i algorytmiczną procesu budowy obrazu 3D z wykorzystaniem tej metody.

W zakresie zmian konstrukcyjnych zaproponowano zastosowanie innowacyjnych rozwiązań z zakresu optyki sterowalnej. W ramach badań sprawdzono dostępne technologie optyki sterowalnej i wskazano soczewki płynne jako rozwiązanie umożliwiające poprawę parametrów użytkowych metody SFF. Następnie wyznaczono parametry elementów toru optycznego i oceniono ich wpływ na obrazowanie metodą SFF.

Prace i badania w zakresie przygotowania algorytmów budowy obrazu 3D obejmowały analizę metod estymacji ostrości na obrazie cyfrowym, algorytmów selekcji płaszczyzny ostrej oraz metod kalibracji. Przedmiotem badań było porównanie i dobór algorytmów poprawiających zarówno odporność metody SFF na zakłócenia występujące na liniach produkcyjnych, jak również wprowadzenie algorytmów kompensacyjnych poprawiających jakości odwzorowania sceny trójwymiarowej.

24.06.2025 r.
Bartosz Leuty

Abstract

The continuous increase in production efficiency in the industry necessitates the consistent maintenance of product quality parameters. Workstations relying on statistical or visual inspection cannot ensure sufficient quality control for every product. As a result, there is a growing trend toward the automation of inspection and measurement tasks. One approach to automating product quality control is the application of vision systems. Vision systems utilize optical measurement methods that enable imaging of two-dimensional scenes or three-dimensional scenes in the case of 3D vision systems. Ongoing technological advancements in mechanization, automation, and digitization also drive the need to adapt and enhance imaging methods used in vision systems.

This dissertation proposes the improvement of a three-dimensional imaging method—Shape from Focus (SFF). SFF is a passive optical method that determines scene depth using information about the sharpness of points in a 2D image. Several modifications are required to adapt the SFF method to a technological readiness level suitable for implementation on production lines. The modifications proposed in this work pertain to both the hardware design and the algorithmic aspects of constructing 3D images using this method.

In terms of hardware modifications, innovative solutions in the field of tunable optics were proposed. The research evaluated available controllable optics technologies and identified liquid lenses as a solution that enhances the operational parameters of the SFF method. Subsequently, the parameters of the optical path components were determined, and their impact on SFF imaging was assessed.

Research and development concerning preparing algorithms for 3D image construction included the analysis of sharpness estimation methods, algorithms for selecting the sharp plane, and calibration techniques. The study focused on comparing and selecting algorithms that improve the robustness of the SFF method against disturbances encountered on production lines, as well as introducing algorithms to improve the quality of three-dimensional scene reconstruction.

24.06.2025r.
Bartosz Leuty