

Streszczenie

Głównym celem pracy było opracowanie i przebadanie szerokokątnego wyświetlacza holograficznego, złożonego z wielu przestrzennych modulatorów światła, zapewniającego wysokiej jakości obrazy trójwymiarowe (3D) dla wielu obserwatorów. Cel został osiągnięty przez zastosowanie nowych metod czasowo–przestrzennego zwielokrotnienia przedmiotowego frontu falowego, które pozwoliły na zwiększenie przestrzennego pasma informacji w wyświetlaczu holograficznym.

W pierwszej części rozprawy zaprezentowany został krytyczny przegląd metod oraz systemów nieholograficznego i holograficznego obrazowania 3D. Następnie zostały przedstawione teoretyczne i eksperymentalne podstawy opisujące rejestrację, generację oraz rekonstrukcję hologramów, włącznie z zastosowaniem rozkładu Wignera do analiz wyświetlacza holograficznego zbudowanego z pojedynczego przestrzennego modulatora światła. Powyższe rozważania zostały następnie rozszerzone na systemy do rejestracji wielu hologramów cyfrowych oraz systemy wielomodulatorowych wyświetlaczy holograficznych. W następnych częściach pracy przedstawiono opracowane i zaimplementowane trzy konfiguracje szerokokątnych wyświetlaczy holograficznych. Zostały one zaprojektowane do obserwacji obrazów w dużym kącie pola widzenia, przy pomocy asymetrycznej matówki oraz nieuzbrojonym okiem. Przeprowadzone prace obejmowały ponadto opracowanie systemu do rejestracji hologramów cyfrowych w 360°, metodologię kalibracji systemu wyświetlacza oraz automatyzację procesu wyświetlania. Każda z przedstawionych konfiguracji wyświetlacza holograficznego została przeanalizowana przy pomocy rozkładu Wignera pod kątem zasad działania zaproponowanych systemów oraz percepcji wizualnej rekonstruowanych obrazów. Rozważania teoretyczne zweryfikowane zostały przez uzyskanie w wyświetlaczach dobrej jakości rekonstrukcji hologramów wygenerowanych komputerowo oraz hologramów cyfrowych z zarejestrowanymi obiektami rzeczywistymi.

Abstract

The main goal of the thesis is to develop and investigate a wide angle holographic display based on multi spatial light modulators system and providing high quality 3D imaging for multiple observers. This goal has been achieved by implementing novel methods of spatiotemporal object wavefront multiplexing which increased spatial bandwidth product of holographic displays.

In the first part of the thesis a critical review of non-holographic and holographic 3D imaging methods and systems is presented. Next, the principles of holographic capture, generation and reconstruction processes including implementation of the Wigner distribution(WD) for the analyses of a holographic display based on a single spatial modulator (SLM) are described. These considerations are further extended for multi digital hologram capture systems and multi–SLM holographic displays. In the following parts three architectures of multi–SLM, monochromatic holographic displays, designed for naked eye and asymmetric diffuser observation modes, are developed and implemented for wide viewing angle 3D imaging. The presented work include also development of a 360° digital holograms capture system, as well as the displays calibration methodology and imaging process automation. Each developed configuration has been analyzed with WD method concerning displays working principles as well as their visual perception properties. The theoretical considerations are verified by experiments in which quality 3D objects reconstructions, based on computer generated holograms and digital holograms of real world scenes, are displayed.