

МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ГОЛОГРАФІЧНОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ

На сьогоднішній день відомі три основні методи класичної голографічної інтерферометрії: метод двох експозицій, метод усереднення за часом і метод реального часу [1]. Усі перераховані методи основані на використанні фотоматеріалів, що потребують подальших хімічних обробок, або рестрації голограм на фототермопластичному носії.

З появою цифрових відеокамер, що дали можливість отримувати зображення високої деталізації, в світі почався поступовий перехід від класичних методів голографії до методів цифрової голографічної інтерферометрії. В останньому випадку за фіксування зображення відповідає матричний світлочутливий сенсор, яке в подальшому зберігається в пам'яті комп'ютера.

Основні властивості методу голографічної інтерферометрії (МГІ) є висока ефективність, розділ амплітуди в часі, безперервний запис подій, тимчасова фільтрація. Інформативність голограм може бути настільки високою, що дозволяє забезпечити запис і відновлення з високою вірогідністю тонких деталей світлової хвилі складної форми. Ця властивість дозволяє досліджувати за допомогою МГІ тривимірні, дифузійні відображаючі об'єкти. Наявність інтерференційних смуг на зображенні відображаючого об'єкту свідчить про його деформації. Для прозорих об'єктів може бути отримана інтерференційна картина, яка свідчить про зміну показника заломлення або товщину об'єкта. Голографічний метод (ГМ) дозволяє зареєструвати хвилю, розсіяну об'єктом в момент часу t_1 , а потім порівнювати з хвилею, яка була розсіяна тим же об'єктом, але в момент часу t_2 .

Для математичного опису взаємодії хвильових полів в голографічній інтерферометрії користуються методом комплексних амплітуд [2]. Процес поширення хвильового поля з достатньою точністю можна описати за допомогою інтегральних перетворень Френеля-Кірхгофа комплексної амплітуди хвильового поля, відновленого в площині голограми. Сучасні цифрові технології дозволяють реалізувати подібні інтегральні перетворення. Числове інтегральне дифракційне перетворення цифрової голограми, зокрема перетворення Френеля, дозволяє отримувати дискретне уявлення комплексної амплітуди об'єктного поля в прямому або комплексному вигляді, реконструювати в чисельній формі зображення об'єкта і з використанням графічних комп'ютерних засобів візуалізувати це цифрове зображення.

По методу двох експозицій, в голографічній інтерферометрії взаємодіють два відновлених хвильових поля E_{o1} та E_{o2} , що відповідають за два стани об'єкту.

Завдання інтерферометричного порівняння двох відомих масивів розподілу фази просте - треба отримати розподіл різниці фаз. Це легко досягається простим відніманням одного масиву з іншого. Отриманий тангенціальний розподіл чутливий до напрямку переміщення, чого не спостерігається в класичній двоекспозиційній інтерферометрії. Це відразу вирішує проблеми визначення знаку переміщень і істотно полегшує розрахунок повної картини різниці фаз в площині об'єкту.

Основні відмінності між цифровою та класичною голографічною інтерферометрією [3] полягає у тому що в методі двох експозицій у класичному інтерпретуванні інтерферують два зображення, відновлені опорним променем, в результаті чого отримують косинусоїдальний контраст. У випадку цифрової голографії інтерферограма розраховується по двом цифровим голограмам, і в результаті отримуємо тангенціальний контраст. При використанні методу реального часу в класичному випадку інтерферують зображення різної яскравості. В цифровому інтерпретуванні спостерігається картина різниці двох зображень з частотою кадрової розгортки. В методі усереднення по часу відображення смуг визначається функцією Бесселя (швидке падіння яскравості щодо нульової лінії). В цифровому голографіюванні отримуємо квазібінарну голограму, в якій в основному спостерігаються вузлові лінії.

Список літератури

1. C. M. Vest. Holographic Interferometry. Wiley, 1979.
2. Франсон М. Голография. М.: Мир, 1972.
3. Pedrini G., Zou Y., Tiziani H. J., Digital double-pulse TV-Holography // Optics and Laser in Engineering, 1997.