

**Резюмета на рецензирани публикации,
на главен асистент Бранимир Людмилов Иванов.**
(на български и на английски езици)

Резюмета на рецензирани публикации за участие в конкурс за заемане на академична длъжност доцент, направление „Оптична метрология и холография“ по професионално направление 4.1 Физически науки, обявен от Института по Оптически Материяли и Технологии „Акад. Йордан Малиновски“ (ИОМТ-БАН) в държавен вестник (ДВ) брой 79 от 04.10.2022 г. .

В „Приложение 3-4“ показател „4. Хабилизационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus)“.

A1 - Ivanov, B., Nedkova, K., Stoykova, E., Real-time monitoring of white light source characteristics in a correlation Fourier spectrometer, (2004) Proceedings of SPIE, 5478, pp. 245-252, vol. DOI: 10.1117/12.560985, ISSN: 0277786X

ABSTRACT

The high temporal resolution and accuracy of spectrum restoration achieved with a correlation Fourier spectrometer substantially depend on the precise knowledge of the optical characteristics of the used operating white light source. However, the beforehand calibration of this source does not guarantee avoiding of errors due to random disturbances during spectrometer's operation. In the present work we solved two tasks. We analyzed the noise sources in a three-channel Fourier spectrometer with simultaneous recording of interferograms for the etalon light source, for the operating source and for the investigated sample using Monte-Carlo simulations. As a second task we made a prototype of a correlation Fourier spectrometer and simulated the real-time tracking of changes in autocorrelation functions of different semiconductor light sources (LD, LED and high-power LED) using the measured interferograms. We proposed an analogous feedback system to perform a current correction of the autocorrelation of the operating light source following the changes in the autocorrelation function of the etalon source.

РЕЗЮМЕ

Високата времева разделителна способност и високата точност на възстановяване на спектъра, постигнати с корелационен Фурие спектрометър, зависят значително от точното познаване на оптичните характеристики на използвания работен източник на бяла светлина. Въпреки това, предварителното калибриране на този източник не гарантира избягването на грешки, дължащи се на случайни смущения по време на работа на спектрометъра. В настоящата работа решихме две задачи. Анализирахме източниците на шум в триканален Фурие спектрометър чрез едновременно записване на интерферограми за еталонния източник на светлина, за работния източник и за изследваната проба, като използвахме „Монте-Карло“ симулации. Като втора задача

направихме прототип на корелационен Фурие спектрометър и симулирахме проследяването в реално време на промените в автокорелационните функции на различни полупроводникови източници на светлина (LD, LED и LED с висока мощност). Използвайки измерените интерферограми на полупроводниковите светлинни източници; ние предложихме аналогова система за обратна връзка за извършване на текуща корекция на автокорелацията на работния светлинен източник след промени в автокорелационната функция на еталонния светлинен източник.

A2 - Stoykova, E., Ivanov, B., White light Fourier spectrometer: Monte-Carlo noise analysis and test measurements, (2007) Proceedings of SPIE, vol. 6616 (PART 1), art. no. 66161M, DOI: 10.1117/12.726301, ISSN: 0277786X, ISBN: 0819467588; 9780819467584

ABSTRACT

This work reports on investigation of the sensitivity of a Fourier-transform spectrometer to noise sources based on Monte-Carlo simulation of measurement of a single spectrum. Flexibility of this approach permits easily to imitate various noise contaminations of the interferograms and to obtain statistically reliable results for widely varying noise characteristics. More specifically, we evaluate the accuracy of restoration of a single absorption peak for the cases of an additive detection noise and the noise which adds a fluctuating component to the carrier frequency in the source and the measurement channel of the interferometer. Comparison of spectra of an etalon He-Ne source calculated from more than 200 measured interferograms with the true spectrum supports a hypothesis that the latter fluctuations have characteristics of a coloured noise. Taking into account that the signal-to-noise ratio in the Fourier spectroscopy is constantly increasing, we focus on limitations on the achievable accuracy of spectrum restoration that are set by this type of noise which modifies the shape of the recorded interferograms. We present also results of the test measurements of the spectrum of a laser diode chosen as a test source using a three-channel Fourier spectroscopic system based on a white-sourced Michelson interferometer realized with the Twyman-Green scheme.

The obtained results exhibit that fluctuations in the current displacement of the movable mirror of the interferometer should remain below 20 nm to restore the absorption spectrum with acceptable accuracy, especially at higher frequency bandwidth of the fluctuations.

РЕЗЮМЕ

Тази работа докладва за изследване на чувствителността, на Фурие трансформационен спектрометър към източниците на шум въз основа на „Монте-Карло“ симулация при измерване на единичен спектър. Гъвкавостта на този подход позволява лесно да се имитират различни шумови замърсявания на интерферограмите и да се получат статистически надеждни резултати за широко вариращи характеристики на шума. По-конкретно, ние оценяваме точността на възстановяване на един пик на абсорбция, за случаите на допълнителен шум, и шум който добавя флукуираща компонента към носещата честота на източника в измервателния канал на интерферометъра. Сравнението на спектрите на източник на светлина и на еталонен He-Ne лазер, изчислено от повече от 200 измерени интерферограми спрямо истинския спектър, подкрепя хипотезата, че

последните флуктуации имат характеристики на цветен шум. Като се има в предвид, че съотношението сигнал/шум във Фурие спектроскопията непрекъснато се увеличава, ние се фокусирахме върху ограниченията на постижимата точност за възстановяване на спектъра, които се задават от този тип шум, като се променят формите на записаните интерферограми. Представяме също резултати от тестови измервания на спектъра на лазерен диод, избран като тестов източник, използвайки триканална Фурие спектроскопска система, базирана на интерферометър на Майкелсон с бял източник на светлина, реализиран по схемата на „Тваиман-Грийн“.

Получените резултати показват, че флуктуациите в текущото изместване на подвижното огледало на интерферометъра трябва да останат под 20 nm, за да се възстанови спектърът на поглъщане с приемлива точност, особено при по-висока честотна лента на флуктуациите.

A3 - Nedkova, K., Ivanov, B., Stoykova, E., Method for precise measurement of optical characteristics of light sources with correlation Fourier spectrometer, (2003) Proceedings of SPIE, vol. 5449, pp. 372-379, DOI: 10.1117/12.563207, ISSN: 0277786X, CODEN: PSISD

ABSTRACT

Observation of ultra-fast relaxation processes with time-constants below 1 ps in a wide spectral range can be made using a low-coherent light source, which is equivalent to a very short pulse in the non-linear correlation spectroscopy. The same approach can be used for very accurate and practically in real time determination of spectra of coherent and non-coherent light sources by recording and processing of their correlation functions. To check the proposed approach, we made a prototype of a correlation Fourier spectrometer based on a Michaelson interferometer and we developed a method for processing of the recorded interferograms which had been proved by a Monte-Carlo simulation. Different semiconductor light sources (LD, LED and high-power LED) were tested. The good quality of the obtained spectra was confirmed by comparison with OSA measurements (resolution 0.28 nm). The time required for data recording and spectrum restoration is within few seconds. This permits current tuning of the investigated sources, which extends their possible applications in spectroscopy, optical communications, computer technologies, etc.

РЕЗЮМЕ

Наблюдението на свръхбързи процеси на релаксация с времеви константи под 1 ps в широк спектрален диапазон може да се извърши с помощта на нискокоherentен светлинен източник, който е еквивалентен на много кратък светлинен импулс в нелинейната корелационна спектроскопия. Същият подход може да се използва за много точно и практически в реално време определяне на спектрите на кохерентни и некохерентни източници на светлина чрез записване и обработка на техните корелационни функции. За да проверим предложения подход, направихме прототип на корелационен Фурие спектрометър, базиран на интерферометър на Майкълсон, и разработихме метод за обработка на записаните интерферограми, който беше доказан чрез симулация „Монте-Карло“. Тествани са различни полупроводникови източници на светлина (LD, LED и LED с висока мощност). Доброто качество на получените спектри

беше потвърдено чрез сравнение с OSA измервания (с резолюция 0.28 nm). Времето, необходимо за запис на данните и за възстановяване на спектъра е в рамките на няколко секунди. Това позволява донастройка по време на работа на изследваните светлинни източници, което разширява възможните им приложения в спектроскопията, оптичните комуникации, компютърните технологии и др.

A4 - Kang, H., Stoykova, E., Berberova, N., Park, J., Nazarova, D., Park, J.S., Kim, Y., Hong, S., Ivanov, B., Malinowski, N., Three-dimensional imaging of cultural heritage artifacts with holographic printers, (2017) Proceedings of SPIE, vol. 10226, art. no. 102261I, DOI: 10.1117/12.2262068, ISSN: 0277786X, ISBN: 9781510609532

ABSTRACT

Holography is defined as a two-steps process of capture and reconstruction of the light wavefront scattered from three-dimensional (3D) objects. Capture of the wavefront is possible due to encoding of both amplitude and phase in the hologram as a result of interference of the light beam coming from the object and mutually coherent reference beam. Three-dimensional imaging provided by holography motivates development of digital holographic imaging methods based on computer generation of holograms as a holographic display or a holographic printer. The holographic printing technique relies on combining digital 3D object representation and encoding of the holographic data with recording of analog white light viewable reflection holograms. The paper considers 3D contents generation for a holographic stereogram printer and a wavefront printer as a means of analogue recording of specific artifacts which are complicated objects with regards to conventional analog holography restrictions.

РЕЗЮМЕ

Холографията се определя като двуетапен процес на улавяне и реконструкция на светлинния вълнов фронт, разпръснат от триизмерни (3D) обекти. Улавянето на вълновия фронт е възможно благодарение на кодирането както на амплитудата, така и на фазата в холограмата, в резултат на интерференция на светлинния лъч, идващ от обекта, и взаимно кохерентния референтен лъч. Триизмерното изображение, осигурено от холографията, мотивира развитието на цифрови холографски методи за изобразяване, базирани на компютърно генериране на холограми, като холографски дисплеи или холографски принтери. Техниката на холографския печат разчита на комбиниране на цифрово 3D представяне на обекти и кодиране на холографските данни със запис на аналогови отражателни холограми видими в бяла светлина. Статията разглежда генерирането на 3D съдържание за холографски стереограмен принтер и вълнов фронтален принтер като средство за аналогов запис на специфични артефакти, които са сложни обекти по отношение на конвенционалните аналогови холографски ограничения.

A5 - Lyubenova, T., Stoykova, E., Ivanov, B., Van Paepegem, W., Degrieck, A., Sainov, V., Full-field stress analysis by holographic phase-stepping implementation of the photoelastic-coating method, (2012) Physica Scripta, (T149), art. no. 014022, DOI: 10.1088/0031-8949/2012/T149/014022, ISSN: 00318949

ABSTRACT

In this paper, we describe a system for polariscopic and holographic phase-shifting implementation of the photoelastic-coating method for a full-field stress analysis. The easiest way to build the combined system is to employ a laser light source. However, coherent illumination introduces a signal-dependent speckle noise which worsens the accurate phase estimation and unwrapping. To answer the question of how it affects the phase retrieval of isochromatics, isoclinics and isopachics, we modeled in the present paper the phase-shifting photoelastic measurement in the presence of speckle noise through the calculation of the complex amplitudes in a Mach-Zender interferometer combined with a circular polariscope and made denoising of simulated and experimental fringe patterns. The latter were recorded at pure tensile load for PhotoStress[®]-coated samples with a mechanical stress concentrator.

РЕЗЮМЕ

В тази статия ние описваме система за полярископично и холографско фазово отместване чрез фотоеластично покритие, за анализ на пълното поле на напреженията в образец. Най-лесният начин за изграждането на комбинираната система е чрез използването на лазерен източник на светлина. Въпреки това, кохерентното осветяване въвежда зависим от сигнала спекъл шум, който влошава точната оценка на фазата при нейното извличане от сигнала. За да отговорим на въпроса как това се отразява на възстановяването на фазата на изохроматиката, изоклиниката и изопахиката, ние моделирахме в настоящата статия фотоеластичното измерване на фазовото изместване в присъствието на спекъл шум чрез изчисляване на комплексните амплитуди в интерферометър на „Мак-Цендер“ комбиниран с кръгов полярископ и направено обезшумяване на симулирания и експерименталния модели на интерференчните пръстени. Последните бяха записани при чисто натоварване на опън за проби покрити с PhotoStress[®] покритие и механично направен концентратор на напрежение.

A6 - Ivanov, B., Stoykova, E., Berberova, N., Nikova, T., Krumov, E., Malinowski, N., Dynamic speckle technique as a leaf contamination sensor, (2013) Bulgarian Chemical Communications, 45 (SPEC. ISSUE B), pp. 149-153, ISSN: 08619808

ABSTRACT

The phenomenon of laser speckle yields information about physical, chemical or biological activity in time for various objects (e.g. fruits, seeds, coatings) through statistical description of speckle dynamics. The paper introduces analysis of dynamic speckle patterns as an effective leaf contamination sensor by non-destructive whole-field characterization of the tested samples with high spatial and temporal resolution. More specifically, the paper presents the results of two test experiments in order to detect any variation of activity related to increase of humidity or treatment by chemical agents. In total, time sequences of 256 images of speckle patterns were recorded and processed by pointwise implementation of correlation-based algorithms. The experiments proved the ability of this approach to differentiate between differently treated leaves.

РЕЗЮМЕ

Явлението лазерен спекъл позволява проследяване на скоростта на протичане на физични, химични или биологични процеси в различни обекти като например плодове, семена, покрития и други чрез статистическо описание на динамиката на спекъл картината върху повърхността на тези обекти. Настоящата работа въвежда анализа на изменящи се във времето спекъл картини като неразрушаваща сензорна техника за замърсявания на листа на растения. Характеризирането на образците се извършва паралелно по цялата им повърхност с висока пространствена и времева разделителна способност. По-конкретно работата представя резултатите от два тестови експеримента за установяване на промяна в скоростта на процесите вследствие на изменение на влажността и на химично въздействие. Като цяло, серии от 256 изображения на спекъл картини се записват последователно във времето и се обработват чрез корелационно-базирани алгоритми, прилагани за всяка точка от образа. Експериментите потвърждават потенциала на този подход за различаване на листа подложени на различно въздействие.

A7 - Stoykova, E., Ivanov, B., Shopova, M., Lyubenova, T., Panchev, I., Sainov, V., Dynamic laser speckle for non-destructive quality evaluation of bread, (2011) Proceedings of SPIE, vol. 7747, art. no. 77470L, DOI: 10.1117/12.881922, ISSN: 0277786X, ISBN: 9780819482372

ABSTRACT

Coherent illumination of a diffuse object yields a randomly varying interference pattern, which changes over time at any modification of the object. This phenomenon can be used for detection and visualization of physical or biological activity in various objects (e.g. fruits, seeds, coatings) through statistical description of laser speckle dynamics. The present report aims at non-destructive full-field evaluation of bread by spatial-temporal characterization of laser speckle. The main purpose of the conducted experiments was to prove the ability of the dynamic speckle method to indicate activity within the studied bread samples. In the set-up for acquisition and storage of dynamic speckle patterns an expanded beam from a DPSS laser (532 nm and 100mW) illuminated the sample through a ground glass diffuser. A CCD camera, adjusted to focus the sample, recorded regularly a sequence of images (8 bits and 780 x 582 squared pixels, sized $8.1 \times 8.1 \mu\text{m}$) at sampling frequency 0.25 Hz. A temporal structure function was calculated to evaluate activity of the bread samples in time using the full images in the sequence. In total, 7 samples of two types of bread were monitored during a chemical and physical process of bread's staling. Segmentation of images into matrixes of isometric fragments was also utilized. The results proved the potential of dynamic speckle as effective means for monitoring the process of bread staling and ability of this approach to differentiate between different types of bread.

РЕЗЮМЕ

Кохерентното осветяване на дифузен обект води до произволно променлив модел на интерференчна картина, който модел се променя с времето и с всяка модификация на обекта. Това явление може да се използва за откриване и визуализиране на физическа или биологична активност в различни обекти (например: плодове, семена, покрития) чрез статистическо описание на динамиката на промяна на лазерните спекъл структури върху обекта. Настоящият доклад има за цел неdestructивна цялостна оценка на обект хляб чрез пространствено-времева характеристика на лазерния спекъл. Основната цел на проведените експерименти беше да се докаже способността на динамичния спекъл метод да показва активност в изследваните проби хляб. За получаването и запазването на динамичните спекъл структури бе използван разширен лъч от DPSS лазер (532 nm и 100 mW) чрез осветяване на пробата през дифузор от шлифовано стъкло. CCD камера, настроена на фокус върху пробата, записва в реално време последователност от изображения (8 бита и 780 x 582 квадратни пиксела, с размер $8,1 \times 8,1 \mu\text{m}$) при честота на вземане на кадрите от 0,25 Hz. Времевата структурна функция беше изчислена, за да се оцени активността на пробите хляб във времето, като се използват пълните изображения в последователността. Проследени са общо 7 проби от два вида хляб по време на химичен и физичен процес на стареене на хляба. Използвано е и сегментиране на изображенията в матрици от изометрични фрагменти. Резултатите доказаха потенциала на динамичния спекъл като ефективно средство за наблюдение на процеса на стареене на хляба и способността на този подход да прави разлика между различните видове хляб.

A8 - Lyubenova, T., Stoykova, E., Nacheva, E., Ivanov, B., Panchev, I., Sainov, V., Monitoring of bread cooling by statistical analysis of laser speckle patterns, (2013) Proceedings of SPIE, vol. 8770, art. no. 87700S, DOI: 10.1117/12.2013667, ISSN: 0277786X, ISBN: 9780819495686

ABSTRACT

The phenomenon of laser speckle can be used for detection and visualization of physical or biological activity in various objects (e.g. fruits, seeds, coatings) through statistical description of speckle dynamics. The paper presents the results of non-destructive monitoring of bread cooling by co-occurrence matrix and temporal structure function analysis of speckle patterns which have been recorded continuously within a few days. In total, 72960 and 39680 images were recorded and processed for two similar bread samples respectively. The experiments proved the expected steep decrease of activity related to the processes in the bread samples during the first several hours and revealed its oscillating character within the next few days. Characterization of activity over the bread sample surface was also obtained.

РЕЗЮМЕ

Феноменът на лазерния спекъл може да се използва за откриване и визуализация на физическа или биологична активност в различни обекти (например: плодове, семена, покрития) чрез статистическо описание на динамиката на спекъла. Статията представя резултатите от безразрушителен мониторинг на охлаждането на хляб чрез матрица на

съвместно възникване и функционален анализ на времевата структура на спекъла, който е бил записван непрекъснато в рамките на няколко дни. Общо 72960 и 39680 изображения бяха записани и обработени съответно за две подобни проби от хляб. Експериментите доказаха очакваното рязко намаляване на активността, свързана с процесите в пробите от хляб през първите няколко часа и разкриха нейния осцилиращ характер през следващите няколко дни. Беше получена и характеристиката на активността върху повърхността на пробата от хляб.

A9 - Stoykova, E, Ivanov, B, Nikova, T, Kang, HJ, Improving activity visualization in dynamic speckle testing of paint drying by evaluation of a temporal correlation radius, (2016), BULGARIAN CHEMICAL COMMUNICATIONS, Volume 48 Special Issue G, Page 45-48, ISSN: 0324-1130

ABSTRACT

We propose an approach for improving visualization of activity map obtained as an output of pointwise dynamic laser speckle analysis. The map reflects the speed of change of the speckle pattern formed on the surface of the tested object and thus provides information about the speed of processes leading to these change. The approach is based on pointwise calculation of the normalized temporal correlation function and further determination of the correlation radius. In case of negative exponential dependence of the correlation function on the time lag between the recorded speckle patterns, the obtained description of activity is quantitative. The proposed visualization enhancement of the activity map has been verified by processing raw data from a paint drying experiment.

РЕЗЮМЕ

В работата се предлага подход за подобряване на визуализирането на картата на активността, която се получава като изходен резултат при поточковия динамичен спекъл анализ. Картата показва промяната в спекъл картината, формирана върху повърхността на тествания обект и осигуряваща по този начин информация за скоростта на процесите, предизвикали тази промяна. Подходът се базира върху поточно пресмятане на нормираната времева корелационна функция, последвано от определяне на радиуса на корелация. В случая на отрицателна експоненциална зависимост на корелационната функция от времевия лаг между записаните спекъл картини полученото описание на активността е количествено. Предложеното подобряване на визуализирането на картата на активността е проверено чрез обработка на експериментални данни от експеримент със съхнене на боя.

B1 - Stoykova, E., Ivanov, B., Oh, K.-J., Park, J., Dynamic speckle inspection with raw data compression, (2019) Proceedings of SPIE, vol. 11056, art. no. 110562E, DOI: 10.1117/12.2526035, ISSN: 0277786X, ISBN: 9781510627918

ABSTRACT

Dynamic speckle analysis is an effective approach for industrial inspection of speed of processes. The relevant information is retrieved by statistical processing of temporal sequences of speckle patterns formed on the surface of diffusely reflecting objects under laser illumination. The measurement output is a 2D activity map, which shows regions of higher or lower activity in the object. Following a process in time requires a great number of images, in which the recorded values of intensity are of minor importance. In view of the dynamic speckle measurement specifics, we propose in the paper coarser quantization of the raw speckle data as an approach for data compression. Its efficacy is proved by processing numerical and experimental speckle patterns. Decreasing the number of the quantization levels down to 32 causes no distortions in the activity map. Further decrease of the quantization level number is applicable only to data acquired at uniform illumination and equal reflectivity across the object surface.

РЕЗЮМЕ

Динамичният спекъл анализ е ефективен подход за промишлена проверка на бързо променящи се процеси. Съответната информация се извлича чрез статистическа обработка на времевите последователности от спекъл структурата, образувана върху повърхността на дифузно отразяващи обекти при лазерно осветяване. Резултатът от измерването е 2D карта на активността, която показва региони с по-висока или по-ниска активност в обекта. Проследяването на даден процес във времето изисква голям брой изображения, в които записаните стойности на интензитета са от второстепенно значение. С оглед на спецификата на динамичното измерване на спекъла, ние предлагаме в статията по-грубо квантуване на необработените спекъл данни като подход за компресиране на данните. Ефикасността тук е доказана чрез обработка на числени и експериментални спекъл картини. Намаляването на броя на нивата на квантуване до 32 не причинява изкривявания в картата на активността. По-нататъшното намаляване на нивото на квантуване е приложимо само за данни, получени при равномерно осветяване и еднаква отразяваща способност по цялата повърхност на обекта.

B2 - Stoykova, E., Nazarova, D., Nedelchev, L., Ivanov, B., Blagoeva, B., Oh, K.-J., Park, J., Dynamic speckle analysis with coarse quantization of the raw data, (2020) Applied Optics, 59 (9), pp. 2810-2819, DOI: 10.1364/AO.384204, ISSN: 1559128X

ABSTRACT

Analysis of dynamic speckle formed on the surface of diffusely reflecting objects under laser illumination is a noncontact method for inspection of speed of processes. The paper deals with intensity-based implementation of the method that relies on statistical processing of correlated in time sequences of speckle images. A two-dimensional activity map is built for each sequence to visualize regions of different speed on the object surface at a given instant. A great number of images is required to track a process in time. We propose data compression by coarse quantization of the raw speckle data. Efficacy of quantization is analyzed by simulation and experiment for low- and high-contrast speckle patterns with bell-shaped and long-tailed

distributions of intensity, respectively. Non-uniform quantization is proposed for long-tailed speckle intensity distributions. Decreasing the bit depth from 8 to 4 causes no change in the probability density function of the activity estimate.

РЕЗЮМЕ

Анализът на динамичния спекъл, образуван върху повърхността на дифузно отразяващи обекти при лазерно осветяване, е безконтактен метод за проверка на скоростта на процесите. Статията се занимава с прилагане на метод, базиран на интензитета, който разчита на статистическа обработка на корелирани във времето последователности от спекъл изображения. За всяка последователност се изгражда двуизмерна карта на активността, за да се визуализират региони с различна скорост на активност върху повърхността на обект в даден момент. Необходим е голям брой изображения за проследяване на процеси във времето. Ние предлагаме компресиране на данните чрез грубо квантуване на необработените спекъл данни. Ефикасността на квантуването се анализира чрез симулация и експеримент за модели на спекъл структури с нисък и с висок контраст на разпределение по интензите във формата на камбана с дълга опашка. Предлага се неравномерно квантуване за разпределенията с по-дълги опашки на интензитета на спекъл картините. Намалването на дълбочината на битовете от 8 на 4 не причинява промяна във функцията за плътността на вероятността на оценката на активността.

B3 - Stoykova, E., Ivanov, B., Nikova, T., Correlation-based pointwise processing of dynamic speckle patterns, (2014) Optics Letters, 39 (1), pp. 115-118, DOI: 10.1364/OL.39.000115, ISSN: 01469592

ABSTRACT

Correlation-based pointwise processing of dynamic speckle patterns is proposed for spatial characterization of activity in a sample. The result is a set of 2D activity maps of the estimates of temporal correlation, or structure functions, at increasing time lags. Pointwise computation provides spatial resolution, limited by the pixel period of the optical sensor used for acquisition of the speckle patterns. Pointwise normalization of the estimates solves the problem with the nonuniform illumination and varying reflectivity across the sample. The high contrast detailed activity maps obtained from processing of synthetic and experimental speckle patterns confirms efficiency of the proposed approach.

РЕЗЮМЕ

За пространствено характеризиране на активността в проба, предлагаме корелационно базирана поточкова обработка на динамичния спекъл. Резултатът е набор от 2D карти на активността и на оценките на времевата корелация или структурните функции при нарастващи времеви лагове. Поточковото изчисление осигурява пространствена разделителна способност, ограничена от периода на пиксела на оптичния сензор, използван за придобиване на спекъл картините. Точковото нормализиране на оценките решава проблема с неравномерното осветяване и различната отразяваща способност в пробата. Висококонтрастните подробни карти на активността, получени от обработката

на синтетични и експериментални спекъл структури, потвърждават ефективността на предложения подход.

B4 - Nikova, T., Stoykova, E., Ivanov, B., Pointwise implementation of dynamic laser speckle technique, (2014) Physica Scripta Topical Issues, T162, art. no. 014044, DOI: 10.1088/0031-8949/2014/T162/014044, ISSN: 02811847

ABSTRACT

The paper proposes pointwise implementation of correlation-based algorithms for processing time sequences of 2D dynamic speckle patterns of a diffuse object illuminated with a laser light in order to obtain a spatial map of physical or biological activity across its surface. Both temporal correlation and structure functions were studied with and without the pointwise normalization by the variance of intensity fluctuations in time. The performance of the algorithms was checked by simulation of dynamic speckle patterns at a given spatial distribution of the temporal correlation radius of activity and by dynamic speckle measurement of a test object. The obtained set of high contrast and high spatial resolution activity maps proves the efficiency of the normalized correlation-based algorithms to indicate regions of varying activity even at non-uniform illumination and reflectivity across the object.

РЕЗЮМЕ

Статията предлага точково внедряване на корелационно базирани алгоритми за обработка на времеви последователности на 2D динамични модели на спекъл структури за дифузен обект, осветен с лазерна светлина, за да се получи пространствена карта на физическата или биологична активности по цялата му повърхност. Както времевата корелация, така и структурните функции бяха изследвани със и без точкова нормализация чрез вариацията на флуктуациите на интензитета във времето. Ефективността на алгоритмите беше проверена чрез симулация на динамични спекъл структури при дадено пространствено разпределение на времевия корелационен радиус на активност и чрез динамично спекъл измерване на тестов обект. Полученият набор от карти на активността с висок контраст и висока пространствена разделителна способност доказва ефективността на нормализираните алгоритми, базирани на корелационни методи, за посочване на региони с различна активност дори при неравномерно осветяване и неравномерна отразяваща способност на обекта.

B5 - Stoykova, E., Nazarova, D., Berberova, N., Gotchev, A., Ivanov, B., Mateev, G., Dynamic laser speckle metrology with binarization of speckle patterns, (2017) Proceedings of SPIE, vol. 10226, art. no. 102260R, DOI: 10.1117/12.2262330, ISSN: 0277786X, ISBN: 9781510609532

ABSTRACT

Dynamic laser speckle analysis is non-destructive detection of physical or biological activity through statistical processing of speckle patterns on the surface of diffusely reflecting objects. This method is sensitive to microscopic changes of the surface over time and needs simple optical means. Advances in computers and 2D optical sensors forced development of pointwise algorithms. They rely on acquisition of a temporal sequence of correlated speckle images and generate activity data as a 2D spatial contour map of the estimate of a given statistical parameter. The most widely used pointwise estimates are the intensity-based estimates which compose each map entry from a time sequence of intensity values taken at one and the same pixel in the acquired speckle images. Accuracy of the pointwise approach is strongly affected by the signal-dependent nature of the speckle data when the spread of intensity fluctuations depends on the intensity itself. The latter leads to erroneous activity determination at non-uniform distribution of intensity in the laser beam for the non-normalized estimates. Normalization of the estimates, introduces errors. We propose to apply binarization to the acquired speckle images by comparing the intensity values in the temporal sequence for a given spatial point to the mean intensity value estimated for this point and to evaluate a polar correlation function. Efficiency of this new processing algorithm is checked both by simulation and experiment.

РЕЗЮМЕ

Динамичният лазерен спекъл анализ е неdestructивно откриване на физическа или биологична активност чрез статистическа обработка на спекъл картини върху повърхността на дифузно отразяващи обекти. Този метод е чувствителен към микроскопични промени на повърхността с течение на времето и се нуждае от прости оптични средства. Напредъкът в компютърните технологии и 2D оптичните сензори наложи разработването на точкови алгоритми за обработка на данните. Тзи алгоритми разчитат на придобиване на времева последователност от корелирани спекъл изображения и генерират данни за дейността в обекта като 2D пространствена контурна карта на оценката на даден статистически параметър. Най-широко използваните точкови оценки са оценките, базирани на интензитета, които съставят всеки запис на картата от времева последователност от стойности на интензитет, взети в един и същ пиксел в получените спекъл изображения. Точността на точковия подход е силно повлияна от зависимия от сигнала характер на спекъл данните, когато разпространението на флуктуациите на интензитета зависи от самия интензитет. Последното води до погрешно определяне на активността при неравномерно разпределение на интензитета в лазерния лъч за ненормализираните оценки. Нормализиране на оценките, въвежда грешки. Ние предлагаме да се приложи бинаризация към получените спекъл изображения чрез сравняване на стойностите на интензитета във времевата последователност за дадена пространствена точка със средната стойност на интензитета, оценена за тази точка, и да се оцени полярната корелационна функция. Ефективността на този нов алгоритъм за обработка се проверява чрез симулация и експеримент.

**B6 - Stoykova, E., Mateev, G., Nazarova, D., Berberova, N., Ivanov, B.,
Pointwise intensity-based dynamic speckle analysis with binary
patterns, (2017) Proceedings of SPIE, 10329, art. no. 103293Y, DOI:
10.1117/12.2270153, ISSN: 0277786X, ISBN: 9781510611030**

ABSTRACT

Non-destructive detection of physical or biological activity through statistical processing of speckle patterns on the surface of diffusely reflecting objects is an area of active research. A lot of pointwise intensity-based algorithms have been proposed over the recent years. Efficiency of these algorithms is strongly deteriorated by the signal-dependent nature of the speckle data, non-uniform illumination or varying reflectivity across the object, especially taking in view the limited number of the acquired speckle patterns. Pointwise processing of a sequence of 2D images is also time-consuming. In this paper, we propose to transform the acquired speckle images into binary patterns by using for a sign threshold the mean intensity value estimated at each spatial point from the temporal sequence corresponding to this point. In this case, activity is characterized by the 2D distribution of a temporal polar correlation function estimated at a given time lag from the formed binary patterns. Processing of synthetic and experimental data confirmed that the algorithm provided correct activity determination with the same accuracy as the temporal normalized correlation function at non-uniform distribution of intensity in the illuminating laser beam without the necessity to apply normalization and at accelerated computation.

РЕЗЮМЕ

Неразрушителното откриване на физическа или биологична активност чрез статистическа обработка на спекъл върху повърхността на дифузно отразяващи обекти е областта на нашето активно изследване. През последните години бяха предложени много поточкови алгоритми, базирани на светлинния интензитет. Ефективността на тези алгоритми силно се влошава в зависимост от характера на данните от спекъл сигнала, неравномерното осветяване или различната отразяваща способност на обекта, особено като се има предвид ограниченият брой на образуващите се спекъл структури. Точковата обработка на поредица от 2D изображения също отнема много време. В тази статия предлагаме да трансформиране получените изображения на спекъла в двоични модели, като използваме за праг средната стойност на интензитета, оценена във всяка пространствена точка от времевата последователност, съответстваща на тази точка. В този случай активността се характеризира с 2D разпределение на времева полярна корелационна функция, оценена при даден времеви лаг от формираните двоични модели. Обработката на генерирани и експериментални данни потвърди, че алгоритъмът осигурява правилно определяне на активността със същата точност като времевата нормализирана корелационна функция при неравномерно разпределение на интензитета в осветяващия лазерен лъч без необходимост от прилагане на нормализация и при ускорено машинно изчисление.

B7 - Stoykova, E., Kang, H., Kim, Y., Nazarova, D., Nedelchev, L., Ivanov, B., Berberova, N., Mateev, G., Evaluation of activity from binary patterns in dynamic speckle analysis, (2018) Optics and Lasers in Engineering, 111, pp. 50-57. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2018.07.020, ISSN: 01438166

ABSTRACT

Pointwise intensity-based statistical processing of dynamic laser speckle patterns formed on the surface of a diffusely reflecting object is perspective for monitoring of ingoing processes of physical or biological activity within the object. The output of the measurement is a two-dimensional map, which shows qualitatively regions of higher or lower activity on the object surface. In the paper, we have proposed transforming the captured 8-bit encoded speckle patterns into binary patterns by applying a pointwise threshold. Motivation behind this study is the need for an algorithm, which is robust to non-uniform illumination and offers lowered computational complexity as time and memory consumption. We showed by simulation and experiment that quality of the map obtained by processing of correlated binary patterns approached that achieved with 8-bit encoded patterns. We analyzed statistical behavior of the estimates built from binary patterns and proved applicability of a non- stochastic threshold as e.g. a constant intensity level at uniform illumination. The proposed algorithm was applied for processing polymer drop drying experimental data.

РЕЗЮМЕ

Точково базираната на интензитета статистическа обработка на динамични лазерни спекъл картини, образувани върху повърхността на дифузно отразяващ обект, е перспективна за наблюдение на протичащи процеси на физическа или биологична активност в обекти. Резултатът от измерването е двуизмерна карта, която показва качествено области с по-висока или по-ниска активност върху повърхността на обекта. В статията ние предложихме трансформиране на заснетите 8-битови кодирани спекъл картини в двоични картини чрез прилагане на точков праг. Мотивацията зад това проучване е необходимостта от алгоритъм, който е устойчив на неравномерно осветяване и предлага намалена изчислителна сложност като потребление на време и машинна памет. Ние показахме чрез симулация и експеримент, че качеството на тази карта, получена чрез обработка на корелирани двоични картини, се доближава до това, постигнато с 8-битово кодираните картини. Ние анализирахме статистическото поведение на оценките, изградени от двоичните картини и доказахме приложимостта на нестохастичен праг като напр. постоянно ниво на интензитет при равномерно осветление. Предложеният алгоритъм беше проверен при обработка на експериментални данни за сушене на капки от полимер.

B8 - Stoykova, E., Berberova, N., Kim, Y., Nazarova, D., Ivanov, B., Gotchev, A., Hong, J., Kang, H., Dynamic speckle analysis with smoothed intensity-based activity maps, (2017) Optics and Lasers in Engineering, 93, pp. 55-65, DOI: 10.1016/j.optlaseng.2017.01.012, ISSN: 01438166

ABSTRACT

Pointwise intensity-based algorithms are the most popular algorithms in dynamic laser speckle measurement of physical or biological activity. The output of this measurement is a two-dimensional map which qualitatively separates regions of higher or lower activity. In the paper, we have proposed filtering of activity maps to enhance visualization and to enable quantitative determination of activity time scales. As a first step, we have proved that the severe spatial fluctuations within the map resemble a signal-dependent noise. As a second step, we have illustrated implementation of the proposed idea by applying filters to non-normalized and normalized activity estimates derived from synthetic and experimental data. Statistical behavior of the estimates has been analyzed to choose the filter parameters, and substantial narrowing of the probability density functions of the estimates has been achieved after the filtering. The filtered maps exhibit an improved contrast and allowed for quantitative description of activity.

РЕЗЮМЕ

Алгоритмите, базирани на точков интензитет, са най-популярните алгоритми в областта на динамичното лазерно спекъл измерване на физическа или биологична активност на обекти. Резултатът от това измерване е двуизмерна карта, която качествено разделя регионите с по-висока или по-ниска активност. В статията сме предложили филтриране на карти на активността, за да подобрим визуализацията и да позволим количествено определяне на времевите скали на активността. Като първа стъпка доказахме, че сериозните пространствени флуктуации в картата приличат на зависим от сигнала шум. Като втора стъпка, ние илюстрирахме изпълнението на предложената идея чрез прилагане на филтри към ненормализирани и нормализирани оценки на активността, получени от генерирани и експериментални данни. Статистическото поведение на оценките е анализирано, за да се изберат параметрите на филтъра, и след филтрирането е постигнато значително стесняване на функциите на плътността на вероятността на оценките. Филтрираните карти показват подобрен контраст и позволяват количествено описание на активността.

B9 - Berberova, N., Stoykova, E., Ivanov, B., SLM-based optical simulator for dynamic speckle analysis, (2014) Proceedings of SPIE, vol. 9286, art. no. 928654, DOI: 10.1117/12.2063631, ISSN: 0277786X, ISBN: 9781628413618

ABSTRACT

The phenomenon of dynamic speckle allows for non-invasive whole-field detection of physical or biological activity in objects through statistical description of laser speckle dynamics. Effective way to improve the statistical analysis is generation of controlled speckle patterns. SLM implementation of an optical simulator of dynamic speckle patterns is proposed by feeding a correlated sequence of 2D random phase distributions to the phase-only SLM. At the varying in space correlation radius of the phase fluctuations in the successive frames, the SLM produces regions of different activity on a screen under laser illumination. Feasibility of the proposed approach is proved both by simulation and experiment.

РЕЗЮМЕ

Динамичният спекъл, позволява неинвазивно използване на физическата или биологичната активности на обекти чрез статистическо описание на динамиката на лазерния спекъл. Ефективен начин за подобряване на статистическия анализ е генерирането на контролирани спекъл картини. Реализацията чрез SLM на оптичен симулатор на динамични спекъл картини се постига чрез подаване на корелирана последователност от 2D произволни фазови разпределения към SLM-а. При вариращ в пространството радиус на корелация на фазовите флуктуации в последователните кадри, SLM-а генерира области с различна активност върху екран осветен с лазер. Осъществимостта на предложения подход е доказана както чрез симулация, така и чрез експеримент.

B10 - Stoykova, E., Berberova, N., Nazarova, D., Ivanov, B., SLM-based testing of algorithms in dynamic speckle metrology, (2017) Optics InfoBase Conference Papers, Part F47-DH 2017, DOI: 10.1364/DH.2017.Th1A.4, ISBN: 9781557528209

ABSTRACT

The paper reports on phase-only spatial light modulator implementation of an optical simulator of speckle patterns with controllable spatially varying evolution in time for algorithms testing in dynamic speckle metrology of physical or biological activity.

РЕЗЮМЕ

Докладът представя идеята за внедряване на фазов модулатор в пространствено светлинен оптичен симулатор на спекъл картини с контролируема пространствено променяща се еволюция във времето за тестване на алгоритми в динамичната спекъл метрология на физическа или биологична активности.

B11 - Stoykova, E., Nazarova, D., Nedelchev, L., Levchenko, M., Berberova-Buhova, N., Ivanov, B., Normalization in dynamic speckle analysis for non-destructive monitoring of speed of processes, (2021) Journal of Physics: Conference Series, 2091 (1), art. no. 012002, DOI: 10.1088/1742-6596/2091/1/012002, ISSN: 17426588

ABSTRACT

The paper is dedicated to analysis of normalized intensity-based pointwise algorithms for processing dynamic speckle images with spatially varying speckle statistics in non-destructive visualization of regions of faster or slower changes across an object. Both existing and newly proposed algorithms are analyzed. Extraction of speed of changes is done by acquiring correlated in time speckle images formed on the object surface under laser illumination. The studied algorithms have been applied to simulated low and high contrast speckle data. Their performance has been compared to processing of binary patterns as another approach for dealing with varying speckle statistics in the acquired images. The efficiency of the algorithms

have been checked on the experimental data, including data in a compressed format. We have proven that the algorithms with normalization at successive instants by a sum of two intensities or a single intensity outperform as a whole the algorithms which apply the time-averaged estimates of the mean value and the variance of speckle intensity.

РЕЗЮМЕ

Статията е посветена на анализ на нормализирани точкови алгоритми, базирани на светлинния интензитет, за обработка на динамични спекъл изображения с пространствено вариращи спекъл структури чрез неразрушителна визуализация на области в обекта с по-бързи или по-бавни промени. Анализират се както съществуващи, така и новопредложени алгоритми. Извличането на скоростта на промените се извършва чрез получаване на корелирани във времето спекъл изображения, формирани върху повърхността на обекта при лазерно осветяване. Изследваните алгоритми са приложени към симулирани спекъл данни с нисък и висок контраст. Тяхното представяне е сравнено с обработката на двоични картини като друг подход за сравняване на получените спекъл изображения. Ефективността на алгоритмите е проверена върху експериментални данни, включително данни в компресиран формат. Доказахме, че алгоритмите с нормализиране в последователни моменти чрез сбор от два интензитета или единичен интензитет превъзхождат като цяло алгоритмите, които прилагат осреднените по време оценки на средната стойност и дисперсията на интензитета на спекъла.

B12 - Berberova, N., Stoykova, E., Kang, H., Park, J.S., Ivanov, B., SLM-based sinusoidal fringe projection under coherent illumination, (2013) Optics Communications, 304 (1), pp. 116-122, DOI: 10.1016/j.optcom.2013.04.034, ISSN: 00304018

ABSTRACT

The paper is dedicated to SLM implementation of a sinusoidal phase grating for fringe projection profilometry with sinusoidal fringes. A low-contrast sinusoidal phase grating is capable of projecting focused sinusoidal fringes with satisfactory visibility in a large spatial region under coherent divergent illumination. The paper presents analysis of distortions in the projected fringes due to phase quantization when the phase grating is generated by a phase-only 8-bit SLM. We showed by simulation of propagation in the free space that the spread of intensity fluctuations of the projected fringes comprises 4–5 gray levels if an SLM with a 2π phase span is used and is much lower for an SLM with $\pi/2$ phase span. In addition, we proved that distortion due to the phase encoding of the grating complex amplitude can be modeled as gamma distortion with an invariable behavior in time at small values of the modulation parameter and removed by a proper correction of fringes after polyspectral analysis. The experiments we made with an 8-bit SLM of $\pi/2$ phase span confirmed the ability of this optical element to project sinusoidal fringes with a high spectral purity.

РЕЗЮМЕ

Статията е посветена на изпълнението чрез SLM на синусоидална фазова решетка за моаре профилометрия с проекция на синусоидални ивици. Синусоидалната фазова

решетка с нисък контраст е способна да проектира фокусирани синусоидални ивици със задоволителна видимост в голяма пространствена област при кохерентно разминаващо се осветление. Представения анализ на изкривяванията в проектираните ивици, дължащи се на фазово квантуване, когато фазовата решетка се генерира от 8-битов SLM е само чрез промяна на фазата. Ние показахме чрез симулация на разпространение в свободното пространство, че разпространението на флукуациите на интензитета на проектираните ивици включва 4–5 нива на сивото, ако се използва SLM с 2π фазов диапазон и е много по-нисък за SLM с $\pi/2$ фазов диапазон. В допълнение, ние доказахме, че изкривяването, дължащо се на фазовото кодиране на комплексната амплитуда на решетката, може да бъде моделирано като гама изкривяване с непроменливо поведение във времето при малки стойности на модулационния параметър и отстранено чрез подходяща корекция на ивиците след полиспектрален анализ. Експериментите, които направихме с 8-битовия SLM с $\pi/2$ фазов диапазон потвърдиха способността на този оптичен елемент да проектира синусоидални ивици с висока спектрална чистота.

B13 - Stoykova, E., Kang, H., Berberova, N., Ivanov, B., Woo, S.-S., Using LED illumination in fringe projection profilometry with a sinusoidal phase grating, (2014) Fringe 2013 - 7th International Workshop on Advanced Optical Imaging and Metrology, pp. 831-834, DOI: 10.1007/978-3-642-36359-7_151, ISBN: 9783642363580

INTRODUCTION

Fringe projection profilometry is a well-established method in optical metrology for capture of 3D objects. The information is retrieved from the phase of the deformed fringe pattern formed by imaging the object onto a CCD camera after projection of a structured light pattern onto its surface. A variety of phase retrieval algorithms requires projection of sinusoidal fringes. Thin diffraction sinusoidal gratings under coherent illumination are a suitable choice for generation of good quality fringes focused in a large measurement volume. The main drawback of coherent projection is the speckle noise. The lateral spacing of fringes produced by coherently illuminated sinusoidal grating does not depend on the wavelength. Thus, a light source with a wider spectrum can be used for reduction of the speckle noise in the fringe patterns recorded by the CCD camera provided the spatial coherence of the source is kept intact. The aim of the present report is to prove speckle reduction in fringes projected with a sinusoidal phase grating (SPG) by using low coherent point light source with emphasis on LED illumination.

ВЪВЕДЕНИЕ

Проекционното моаре като профилометричен метод е добре познат в оптичната метрология за заснемане на 3D обекти. Информацията се извлича от фазата на деформирания модел на ивиците, образуван чрез изобразяване на обекта върху CCD камера след проектиране на структуриран светлинен модел (моаре картина) върху неговата повърхност. Разнообразието от алгоритми за възстановяване на фазата изисква проекцията на синусоидални ивици. Тънките дифракционни синусоидални решетки при кохерентно осветление са подходящ избор за генериране на ивици с добро качество, фокусирани в голям измервателен обем. Като основният недостатък на кохерентната проекция е спекъл шумът. Страничното разстояние между ивиците, създадени от

кохерентно осветената синусоидална решетка, не зависи от дължината на вълната. По този начин, източник на светлина с по-широк спектър би могъл да се използва за намаляване на спекъл шума за проектираните ивици, записани от CCD камерата, при условие че пространствената кохерентност на източника се запази непокътната. Целта на настоящия доклад е да се докаже намаляването на спекъла в интерференчните ивици, проектирани със синусоидална фазова решетка (SPG) чрез използване на ниско кохерентен точков светлинен източник от тип LED осветление.

B14 - Nazarova, D, Stoykova, E, Nedelchev, L, Ivanov, B, Berberova, N, Malinowski, N, Monitoring of a drying process in polymer water solutions by dynamic speckle detection, (2016), BULGARIAN CHEMICAL COMMUNICATIONS, Volume 48 Special Issue G, Page 49-52, ISSN: 0324-1130

ABSTRACT

Observation of speed of processes by dynamic speckle analysis has been applied to different samples of industrial or biological nature. The method allows for indicating regions of lower or higher activity on the sample surface through statistical processing of the speckle patterns formed on this surface under laser illumination. The aim of the paper is to check applicability of dynamic speckle technique for detection of the drying process in polymer water solutions. For the purpose, we recorded several sets of 256 correlated in time speckle patterns of a transparent drop of PAZO water solution on a glass plate illuminated by a He-Ne laser. The sets were separated by intervals of 5 minutes, and the last set was recorded 75 minutes after the start of the experiment. For statistical description of activity on the observed sample we chose evaluation of a temporal structure function. The obtained two-dimensional maps of the structure function at different time lags demonstrated efficiency of dynamic speckle analysis for monitoring of drying processes in polymer water solutions.

РЕЗЮМЕ

Наблюдаването на скоростта на протичане на процеси с помощта на динамичен спекъл анализ е прилагано към различни образци от индустриално или биологично естество. Методът позволява да се посочат областите с по-ниска и по-висока активност върху повърхността на образца чрез статистическа обработка на спекъл картините, формирани върху тази повърхност при осветяване с лазер. Целта на настоящата работа е да се провери приложимостта на техниката на динамичния спекъл за детектиране на процеса на съхнене на водни разтвори на полимери. За осъществяване на проверката са записани няколко серии от 256 корелирани във времето спекъл картини на прозрачна капка на воден разтвор на PAZO полимер върху стъклена подложка, осветена с He-Ne лазер. Сериите бяха разделени с пет минутни интервали, като последната серия е записана 75 минути след капването на капката. Статистическото описание на активността в наблюдавания образец е проведено чрез пресмятане на времева структурна функция. Получените двумерни разпределения на тази функция за различни времеви лагове потвърдиха ефективността на динамичния спекъл анализ за наблюдаване на процеси във водни разтвори на полимери.

**B15 - Stoykova, E., Nikova T., Ivanov, B., Kim, YM, Kang, HJ,
Elimination of zero-activity regions in dynamic laser speckle coating
drying experiments, (2016) BULGARIAN CHEMICAL
COMMUNICATIONS Volume 48 Special Issue G, Page53-57, ISSN:
0324-1130**

ABSTRACT

Dynamic laser speckle method is a useful approach for monitoring the speed of processes by statistical processing of speckle patterns formed on the surface of diffusely reflecting object at laser illumination. The most popular algorithms are the intensity-based pointwise algorithms which rely on capture of correlated in time speckle patterns. These algorithms fail at non-uniform illumination and require pointwise normalization to produce correct results. The normalized processing encounters difficulties in detection of non-varying regions on the object surface. The paper proposes usage of a specially designed estimator to eliminate these regions.

РЕЗЮМЕ

Динамичният спекъл метод е полезен подход за мониторинг на скоростта на протичане на процеси чрез статистическа обработка на спекъл картините, образуващи се върху повърхността на дифузно отразяващи обекти при осветяване с лазер. Най-популярни са интензитетно-базираните алгоритми, които изискват запис на корелирани във времето спекъл изображения. Тези алгоритми не са ефективни при неравномерно осветяване и се налага провеждането на поточно нормиране за постигане на коректни резултати. Обработката с поточно нормиране среща трудности при детектирането на области без промяна върху повърхността на обекта. В статията се предлага използването на специално изградена оценка за отстраняване на тези области.