

- [2] Tessler L.R., Dai V., Hesse N., Deutscher G. // J. Phys. D: Appl. Phys. 1988. V. 21. P. 1652-1653.
- [3] Gurvitch M., Fiory A.T. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 13. P. 1027-1029.
- [4] Такаги Т. // Pure and Appl. Chem. 1988. V. 60. N 5. P. 781-794.
- [5] Варламов Ю.Д., Врацких В.Ф., Предтеченский М.Р., Рыков А.И., Турбин А.В. Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 22. С. 2068-2070.
- [6] Гапонов С.В. // Вестник АН СССР. 1984. № 12. С. 3-10.
- [7] Yamada I., Такаока Н., Inokawa H., Usui H., Cheng C., Такаги Т. // Thin Solid Films. 1982. V. 92. P. 137-146.
- [8] Barns R.L., Landise R.A. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 17. P. 1373-1375.
- [9] Tzend Y., Holt A., Ely R. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 52. N 2. P. 155-156.

Поступило в Редакцию
7 июля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 6 26 марта 1990 г.

06.3; 07

© 1990

ОСОБЕННОСТИ АССОЦИАТИВНОГО ОПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ НА ПСЕВДОГЛУБОКОЙ ГОЛОГРАММЕ

Ю.Н. Денисюк, Н.М. Ганжерли

Проблема создания голографической ассоциативной памяти является в настоящее время одним из актуальных направлений развития оптических запоминающих устройств [1-8]. Для этой цели используются двумерные [1, 3, 6, 7], трехмерные [2, 4, 5] и волноводные [8] голограммы. Нами было предложено осуществлять ассоциативные операции с помощью так называемых псевдоглубоких голограмм, которые, занимая промежуточное положение между упомянутыми ранее типами голограмм, имеют ряд практических преимуществ [9-11].

Псевдоглубокая голограмма представляет собою наклонную тонкую голограмму, на которой сагиттальной системой пучков зареги-

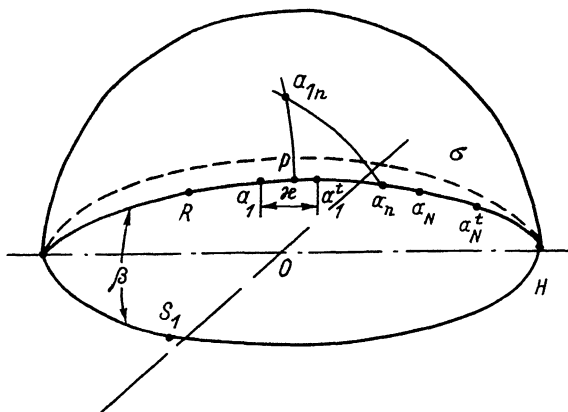


Рис. 1. Схема записи и ассоциативного считывания псевдоглубокой голограммы. H - плоскость, в которой расположена голограмма; σ - плоскость, в которой располагаются объекты - зарегистрированные на голограмме: $\alpha_1 - \alpha_N$, предъявляемый голограмме: $\alpha_1^t - \alpha_N^t$; R - референтный источник.

стрирован одномерный строчечный объект, считываемый при восстановлении только в пределах соответствующей ему строчки. Взаимное расположение световых пучков и голограммы для этого случая изображено на рис. 1 с помощью сферы единичного радиуса. Регистрируемый на голограмме объект $\alpha_1 - \alpha_N$ (страница информации, имеющая вид линии переменной яркости и фазы) и референтный источник R лежат в плоскости H . Голограмма расположена в плоскости σ , наклоненной на угол β к плоскости H .

Одной из важных ассоциативных операций является опознавание предъявляемых памяти страниц информации. В этом случае голограмме, на которой записана страница $\alpha_1 - \alpha_N$, представляется некая страница информации $\alpha_1^t - \alpha_N^t$, которая в общем случае смещена на угловое расстояние ϵ относительно страницы, зарегистрированной на голограмме. Если записанный на голограмме и предъявляемый ей объекты совпадают, то голограмма восстанавливает корреляционное изображение - волну, близкую по направлению распространения к референтной волне, использованной при записи голограммы.

Кроме этой волны возникает также составляющая, соответствующая сопряженным изображениям референтного источника R , а также составляющая, обусловленная рассеянием света на интермодуляционной структуре объекта $\alpha_1 - \alpha_N$. Не останавливаясь на этих компонентах, перейдем к рассмотрению конфигурации корреляционного изображения.

Построение хода лучей, восстановленных в этом случае псевдоглубокой голограммой, удобно выполнять, выбрав в качестве начала отсчета направление штрихов зарегистрированных на ней решеток. В частности, решетка, образованная в результате интерференции излучения референтного источника R и точки объекта a_1 , характеризуется штрихом S_1 , положение которого найдем, проведя перпендикуляр к середине отрезка Ra_1 (см. рис. 1).

В соответствии с [10-11] процесс дифракции любого луча на решетке (например, луча a_n на решетке S_1) можно описать следующим образом. Одну из угловых координат отклоненного решеткой луча найдем из условия, что при взаимодействии плоской волны с решеткой величина проекции волнового вектора этой волны на направление штриха решетки остается неизменной. Как следствие этого, отклоненный луч должен располагаться на окружности, центр которой находится в точке S_1 и которая проходит через точку a_n (см. рис. 1). Вторую координату дифрагировавшего на решетке S_1 луча определим из условия, что проекция волнового вектора этого луча на направление вектора решетки при дифракции получает приращение, равное величине вектора решетки. Как это было показано в работах [10-11], в случае, если угловые размеры объекта и угол наклона голограммы β достаточно малы, то соответствующее построение выглядит следующим образом. Отложим от точки a_n влево отрезок a_1R („отклоняющую силу решетки“). Восстановив к концу этого отрезка — точке P перпендикуляр, найдем дифрагированный луч a_{1n} .

Общая конфигурация построенного рассмотренным способом корреляционного изображения приведена на рис. 2. Кривая $A_{11}^t A_{1N}^t$, ограничивающая это изображение снизу, является изображением объекта $a_1^t - a_N^t$, образованным в результате взаимодействия излучения этого объекта с решеткой, записанной на голограмме излучением точка a_1 объекта $a_1 - a_N$. Кривая $A_{N1}^t A_{NN}^t$ ограничивающая корреляционное изображение сверху, является изображением объекта $a_1^t - a_N^t$, образованным в результате взаимодействия его излучения с решеткой, записанной на голограмме точкой a_N . Все остальные точки корреляционного изображения располагаются между этими кривыми.

Из рассмотренной методики графического построения следует, что изображения, возникшие в результате взаимодействия всех тех точек объектов $a_1 - a_N$ и $a_1^t - a_N^t$, которые расположены на расстоянии $\Delta\alpha$ друг от друга, расположатся на прямой ff , удаленной от референтного источника на расстояние $\Delta\alpha$ (см. рис. 2). В целом такого рода сечения выявляют картины корреляции между различными точками сопоставляемых объектов.

Одно из этих сечений существенно выделено среди остальных. Сечение, располагающееся от точки R на расстоянии α , равному расстоянию между объектами $a_1 - a_N$ и $a_1^t - a_N^t$, соответствует взаимной корреляции одноименных точке объекта. Если объект, которым восстанавливается голограмма, перемещается, то соот-

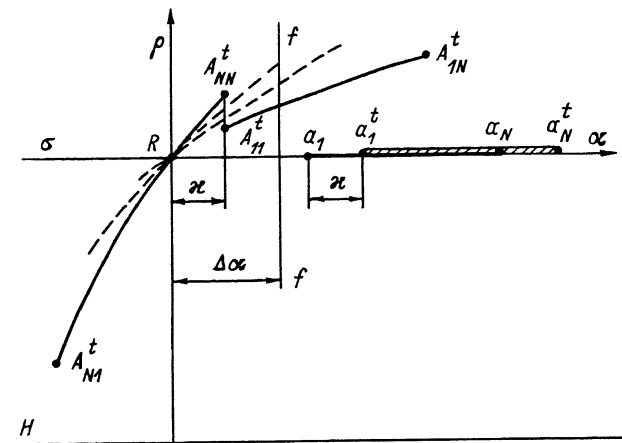


Рис. 2. Общая конфигурация корреляционного изображения. $\alpha_1 - \alpha_N$ - объект, зарегистрированный на голограмме; $\alpha_1^t - \alpha_N^t$ - объект, представляемый голограмме; R - точка, где при регистрации располагался референтный источник; $A_{N1}^t - A_{1N}^t, A_{N1}^t - A_{1N}^t$ - изображения объекта $\alpha_1^t - \alpha_N^t$ на решетках созданных на голограмме крайними точками объекта $\alpha_1 - \alpha_N$. Штрихованная часть соответствует точкам корреляционного изображения.

ответственно будет перемещаться и данное сечение. При совпадении положений объектов это сечение выражается в корреляционный как точку, расположенную на месте референтного источника R .

Интенсивность корреляционного пика при этом существенно возрастает, т.к. образующие его волны, совпадая по направлению, складываются по амплитуде. Этот эффект был назван нами „эффектом вспышки“.

С целью проверки рассмотренных представлений был проведен эксперимент, схема которого в общих чертах совпадала с приведенной в работах [10-11]. В качестве строчечного объекта использовалась узкая полоска, выделенная на диффузоре, который обладал способностью рассеивать свет только в одном направлении - вдоль строчки. Угловой размер объекта был порядка 3° . Угол между референтным источником R и ближайшей точкой объекта был также равен 3° . Угол наклона псевдоглубокой голограммы по отношению к системе регистрируемых лучей составлял 10° .

В ходе экспериментов по распознаванию записанных на голограмме объектов было получено корреляционное изображение, аналогичное тому, которое приведено на рис. 2. При этом в том месте, где коррелировали одноименные точки распознаваемого и представляемого объекта, появлялась яркая черточка, соответствующая отрезку A_{11}^t, A_{NN}^t на рис. 2. При уменьшении угла рассогласования объектов черточка двигалась к точке R , уменьшаясь по

высоте, и соответственно увеличивая свою яркость. При совпадении объектов черточка превращалась в достаточно яркую точку, расположенную там, где при записи был помещен референтный источник R . Диапазон углов рассогласования объектов, в пределах которого черточка выделялась на фоне корреляционного изображения, был равен порядка 3° .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] V a n H e e r d e n P.I. // Appl. Opt. 1963. V. 2. N 4. P. 387-393.
- [2] V a n H e e r d e n P.I. // Appl. Opt. 1963. V. 2. N 4. P. 393-400.
- [3] G a b o r D. // IBM J. Res. Dev. 1969. V. 13. P. 156-159.
- [4] A b u - M o s t a f a Y.S., P s a l t i s D. // Sci. Am. 1987. V. 256. P. 88-93.
- [5] P s a l t i s D. B r a d y D., W a g n e r K. // Appl. Opt. 1988. V. 27. N 9. P. 1752-1759.
- [6] P a e k E.G., V o n L e h m e n A. // Optical engineering. 1989. V. 28. N 5. P. 519-524.
- [7] S o n g S.H., L e e S.S. // Appl. Opt. 1988. V. 27. N 15. P. 3149-3154.
- [8] P s a l t i s D., B r a d y D. // SPIE. 1987. V. 825. N 19. P. 1-7.
- [9] Д е н и с ю к Ю.Н. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 8. С. 84-89.
- [10] Д е н и с ю к Ю.Н., Г а н ж е р л и Н.М. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 14. С. 4-7.
- [11] Д е н и с ю к Ю.Н., Г а н ж е р л и Н.М. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 15. С. 16-19.

Поступило в Редакцию

5 февраля 1990 г.