

07;12

Оптоэлектронная нейроподобная система обработки выходных данных волоконно-оптической измерительной сети

© Ю.Н. Кульчин, И.В. Денисов, О.Т. Каменев

Дальневосточный государственный технический университет,
Владивосток

Поступило в Редакцию 20 ноября 1998 г.

Представлены результаты исследования оптоэлектронной нейроподобной системы обработки выходных данных распределенной волоконно-оптической измерительной сети томографического типа. В основу системы обработки положен принцип работы оптического персептрона, в котором матрица межнейронных связей реализована на базе набора амплитудных голограмм, записываемых на дисковом голографическом носителе. Экспериментально показано, что данная система позволяет осуществлять восстановление функций пространственного распределения исследуемой физической величины с точностью не хуже 20%.

Для исследования природных и искусственных физических объектов и полей, распределенных на некоторой площади, требуется применение информационно-измерительных систем (ИСС), в которых сбор данных осуществляется с использованием распределенных волоконно-оптических измерительных сетей томографического типа. Как показано в [1], применение принципов нейросетевой обработки информации позволяет решить проблему однозначного восстановления томографических данных. Наилучшие результаты при реализации нейроподобных вычислительных систем типа персептрон могут быть достигнуты с использованием оптических элементов, что обеспечивает обработку данных в реальном времени. При этом основу такой вычислительной системы может составить голографический диск, используемый в качестве оптической матрицы связи нейронной сети, что позволит существенно повысить быстродействие.

К настоящему времени известно несколько оптических цифровых нейросистем, в которых используется голографический диск [2,3].

Однако для обработки выходных данных волоконно-оптических измерительных сетей более удобно использовать аналоговые нейросистемы, что существенно повысит быстродействие и снизит погрешность.

Поэтому целью работы явились разработка и исследование нейроподобной оптоэлектронной системы, предназначенной для обработки выходных данных волоконно-оптической измерительной сети.

Рассматриваемая нейроподобная система осуществляет обработку выходных сигналов измерительной сети, в используемой для восстановления распределения исследуемого внешнего воздействия по исследуемой области. В качестве волоконно-оптической измерительной сети применяется набор волоконно-оптических измерительных линий (ВОИЛ), уложенных на квадратной области, как показано на рис. 1. В центре каждого участка находится узел (пересечение трех ВОИЛ), который регистрирует воздействие силы тяжести, приложенной к закрепленному на нем объекту. Измерительные линии созданы на основе одноволоконного двухмодового интерферометра, в котором интенсивность излучения на выходе каждой ВОИЛ пропорциональна сумме внешних воздействий, регистрируемых теми узлами, через которые она проходит [4].

Расчет элементов матрицы межнейронных соединений оптического персептрона производится с использованием компьютерной модели персептрона. Полученные значения элементов w_{ij} матрицы связи применяются для определения дифракционной эффективности η_{ij} голографических дифракционных решеток, которые записываются на дисковом носителе в виде амплитудных голограмм оптического персептрона:

$$\eta_{ij} = \frac{w_{ij}}{I_{0i} \cdot \Delta} \cdot I_0, \quad (i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, M),$$

где I_{0i} — интенсивность лазерного излучения на выходе i -й измерительной линии при записи голограмм; I_0 — интенсивность опорного излучения при экспонировании фотоматериалов; Δ — константа, которая определяется значением максимальной дифракционной эффективности голограмм.

На рис. 1 представлена схема исследуемой оптоэлектронной нейроподобной системы обработки на основе внеосевой голографической схемы. При изучении распределения исследуемой физической величины излучение от каждого выхода волоконно-оптической измерительной сети

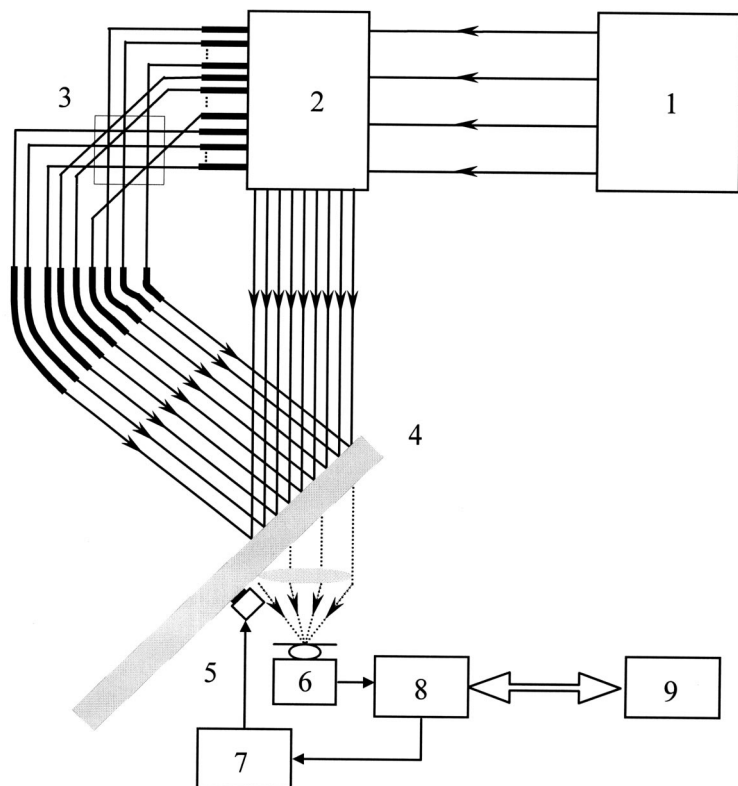


Рис. 1. Схема экспериментальной установки оптоэлектронной нейроподобной системы обработки выходных данных волоконно-оптической измерительной сети: 1 — источники оптического излучения, 2 — блок разделения лучей, 3 — волоконно-оптическая измерительная сеть, 4 — голографический диск, 5 — шаговый двигатель, 6 — фотоприемник, 7 — блок управления, 8 — аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), 9 — персональный компьютер (ПК).

последовательно поступает на набор голографических решеток, относящийся к каждому узлу измерительной сети. Таким образом формируется массив выходных данных оптического персептрона, характеризующий распределение исследуемой физической величины. После детектиро-

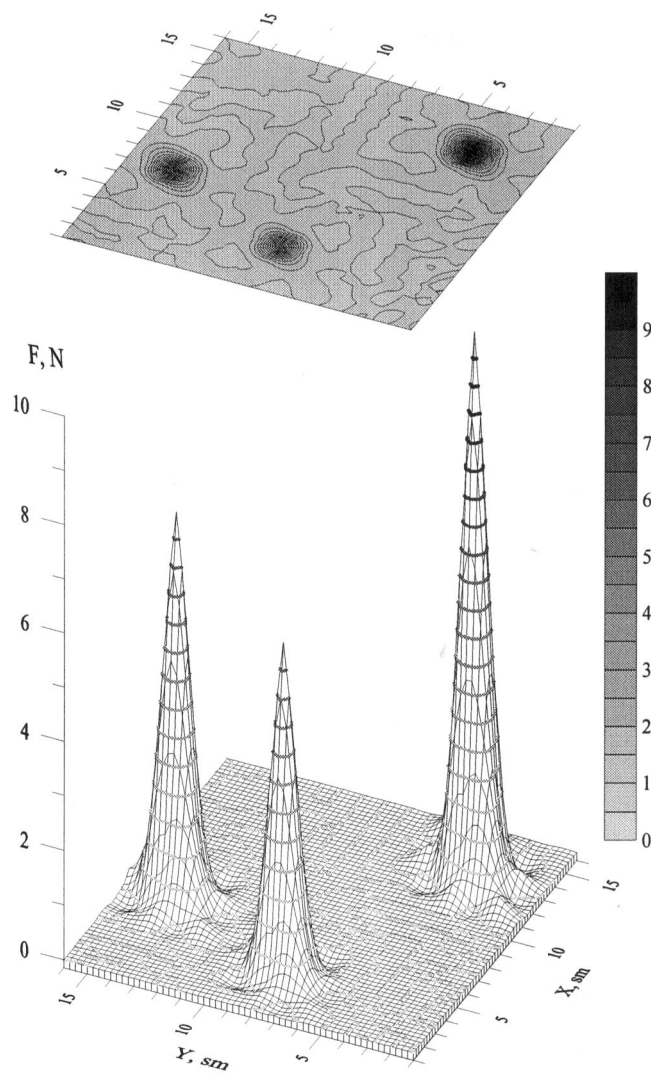


Рис. 2. Результат восстановления оптоэлектронной нейророботной системой обработки деформационного воздействия силы тяжести в трех узлах измерительной сети.

вания фотоприемником эти данные через АЦП поступают в ПК, где производится их корректировка согласно выражению:

$$z_k = \sigma \cdot \psi \left(\sum_{i=1}^N I_{ij}^d - \sum_{i=1}^N w_{ij} \cdot b_i \right),$$

где k — номер узла измерительной сети; N — число измерительных линий; I_{ij}^d — интенсивность излучения, дифрагировавшего на голографической решетке с соответствующим коэффициентом эффективности дифракции η_{ij} ; ψ — передаточная функция фотоприемника и усилителя АЦП; b_i — свободный член линейных передаточных функций всех узлов вдоль i -й измерительной линии. Поправочный коэффициент σ определяет степень несовпадения интенсивностей на выходах измерительных линий на стадии записи голограмм I_{0i} с интенсивностями I'_{0i} на их выходах непосредственно перед проведением измерений и вычисляется по следующей формуле

$$\sigma = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{I_{0i}}{I'_{0i}}.$$

На рис. 2 представлен результат экспериментального восстановления эталонного деформационного воздействия поля силы тяжести в трех узлах измерительной сети размерности 16×16 , разбитой на 256 элементарных участков. Точность восстановления зависит от пространственной частоты измерительной сети. Результаты экспериментов показали, что относительная погрешность, вносимая разработанным оптическим перцептроном, определяется качеством обучения его модели и в нашем эксперименте составила 6%. В то же время нестабильность источников излучения и температурный дрейф рабочих точек ВОИЛ приводят к возрастанию погрешности до 20%.

Таким образом, в настоящей работе представлена оптоэлектронная нейроподобная система обработки выходных данных волоконно-оптической измерительной томографической сети, которая позволяет осуществлять параллельную обработку оптической информации с целью восстановления функции пространственного распределения исследуемой физической величины.

Список литературы

- [1] *Kulchin Yu.N., Kamenev O.T., Denisov I.V. et al. // Opt. Memory & Neural Networks. 1997. V. 6. N 2. P. 149.*
- [2] *Kutanov A., Abdrisaev B., Dordoev S. // Opt. Lett. 1992. V. 17. N 13. P. 952.*
- [3] *Mikaelian A.L., Gulanyan E.H., Kretov B.S. et al. // Opt. Memory & Neural Networks. 1992. V. 1. N 1. P. 7.*
- [4] *Кульчин Ю.Н., Витрик О.Б., Кириченко О.В. и др. // Автометрия. 1995. № 5. С. 32.*