

УДК 535.015

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОММУТАТИВНОЙ ЛОГИКИ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИИ ФУРЬЕ

Соловьев Н.А. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Павлов А.В. (ИТМО)

Введение. Насущной проблемой искусственного интеллекта является задача реализации некоммутативной логики, которая применима к человеческим рассуждениям и характеризуется зависимостью результата от порядка следования операндов. Одно из решений – обращение к математическому формализму квантовой механики, т.е. представление логического вывода последовательным проецированием вектора состояния системы на подпространства, содержащие независимые операнды [1].

В работе [2] показано, что для реализации такого подхода необходимо наличие связи между подпространствами, содержащими независимые образы, там же теоретически и экспериментально доказано формирование таковой за счет появления разностных частот при записи наложенных голограмм Фурье на регистрирующие среды с квадратичной нелинейностью экспозиционных характеристик (ЭХ ГРС). В настоящей работе рассмотрен один из основных аспектов такого подхода – выделение восстановленного образа из его свертки с функцией корреляции входного и второго эталона, выводы подтверждены численным моделированием.

Основная часть. Задача рассмотрена для двух ортогональных эталонов А и В, последовательно записанных на наложенных голограммах Фурье с угловым мультиплицированием точечных внеосевых опорных источников. Вследствие квадратичной нелинейности ЭХ ГРС в среде самостоятельно формируются квадратичные субголограммы. При предъявлении входного образа, содержащего эталоны А и В, субголограмма На дает отклик, представляющий собой свертку эталона А с результатом корреляции эталона В и входного образа. Восстановленные субголограммой поля анализировались при различном отношении длин реализаций эталонов В и А. Эталоны во входном образе были пространственно разнесены, варьировалась длина образа В. Детектирование эталона А в восстановленном поле осуществлялось корреляционным методом, эффективность детектирования характеризовалось отношением сигнал/помеха.

Выводы. Показано, что квадратичная субголограмма связывает ранее, т.е. при записи голограммы, не связанные ортогональные эталоны А и В, тем самым демонстрируя, что для формирования искомой связи и, как следствие, реализации некоммутативной логики, необходима нелинейность записи эталонов в память системы, т.е. нелинейность записи наложенных голограмм.

Исследован характер этой связи – квадратичная субголограмма производит инверсию отношения удельных весов эталонов А и В в восстановленном поле относительно как исходного отношения весов, т.е. в восстановленном поле, так и во входном поле. В результате более слабый по отношению к В образ А выделяется тем сильнее, чем меньше его удельный вес.

Список использованных источников:

1. Busemeyer, J.R. A quantum theoretical explanation for probability judgment “errors” / J.R. Busemeyer, E.M. Pothos, R. Franco, J.S. Trueblood // Psychological Review. – 2011. – Vol.118, Issue 2. – P. 131-135.
2. Павлов, А.В. Моделирование механизмов квантовой логики методом наложенных голограмм Фурье, основанным на нелинейности экспозиционных характеристик

голографических регистрирующих сред / А.В. Павлов, В.В. Орлов // Квантовая электроника.
– 2019. – Т. 49, № 3. – С. 246-252.