

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ФОРМАЛИЗМЕ ПОЛИКАТЕ- ГОРНОЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Толоконников Г.К.

*(НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина
РАН, МОСКВА, ФНАЦ ВИМ РАН, МОСКВА)*

Для моделирования живых и искусственных нейронов и их сетей используются ведённые автором [1] свёрточные поликатегории (наборы полистрелок с многими «входами» и «выходами», соединяемые друг с другом свёртками – аналогами композиций стрелок в категориях), обобщающие поликатегории Сабо (Szabo, 1975, Garrner, 2008), которые используют лишь простейшие соединения полистрелок «один вход-один выход». Предложена новая модель для нейронов (живых и искусственных) в виде полистрелки поликатегории, соединения нейронов в сеть моделируются свёртками поликатегории. Введено понятие нейрокатегории, включающей высшие полистрелки и свёртки, обобщающие соответствующие объекты высших категорий. Нейрокатегории позволяют моделировать соединения нейронов (аксон-сома), которые ранее не рассматривались. Для свёрточных поликатегорий построен первопорядковый формальный язык, модели которого, собственно, и есть свёрточные поликатегории. Наряду с дуальностью V по полистрелкам (аналогом двойственности в категориях при замене направлений стрелок) найден Δ новый вид дуальности по полиобъектам (стрелки заменяются на объекты). Доказаны принципы двойственности и по V , и по Δ (аналог теоремы Хетчера - Hatcher W.S. «The logical foundations of mathematics», PERGAMON PRESS, 1982 - обосновывающей принцип двойственности в теории категорий). Введены аналоги функторов, естественных преобразований, сопряженности, монад и др., эти понятия и их свойства используются для описания и изучения свойств нейросетей, как свёрточных поликатегорий и нейрокатегорий. Предложены основы (поли)категорной теории систем (не связано с категорным подходом Гогена к системам в индустрии программного обеспечения), в которой формализован системообразующий фактор по

П.К.Анохину и его принципы изоморфизма и иерархии для систем, что позволило преодолеть ряд трудностей теории функциональных систем (см.[1,2]). Категорной системой называется полиграф, то есть набор полистрелок свёрточной поликатегории (ср. с определением системы у М.Месаровича, как отношения на $X \times Y$, где X -входы, Y -выходы). Система составная (простая), если она (не)представима в виде свёрток других систем, называемых подсистемами исходной системы. Для набора систем $\{S_\alpha, S_r\}$, α -индекс, S_r – система-результат, F – эндофунктор, если свёртка Z применима к $\{FS_\alpha, FS_r\}$, то тройка $\{F, S_\alpha, Z\}$ называется системообразующим фактором составной системы $S = Z(F\{S_\alpha\})$, имеющей систему S_r в качестве результата. Каждая полистрелка поликатегории переводится с помощью V в свёртку для полиграфа свёрток, что позволяет последний привести к свёрточной поликатегории, называемой свёрточно дуальной к исходной. Свёртка разлагается на Δ -дуальную часть и вычисление, задаваемое полистрелкой самой свёртки. Искусственные нейронные сети (рекуррентные, свёрточные и т.п.) являются свёрточными нейрографами со свёртками типа корона. Указанное представление свёртки даёт возможность, как собрать систему из отдельных нейронов, так и разложить ее на подсистемы. Систематически вопросы изложены помимо [1-3] в монографии Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. «Биомашсистемы, функциональные системы, категорная теория систем», М., 2018, НИИ норм.физ. им.П.К.Анохина, 450с.

Литература

1. ТОЛОКОННИКОВ Г.К. *Математическая категорная теория систем* // С.22-114 в кн. «Биомашсистемы. Теория и приложения», том 2, М.,2016, 215 С.
2. ЧЕРНОИВАНОВ В.И., СУДАКОВ С.К., ТОЛОКОННИКОВ Г.К. *Категорная теория систем, функциональных систем и биомашсистем*, сб.трудов Междун.науч.-техн. конференции «НЕЙРОИНФОРМАТИКА 2017», т.2, С.131-138 (часть 1), С.139-147 (часть 2).
3. ТОЛОКОННИКОВ Г.К. *Манифест: нейрографы и нейрокатегории* //Биомашсистемы. – 2017. - том 1. - №1. - С. 41-110.