

вание центра, на что должна быть направлена работа системной периферии. В какой мере этот идеальный результат оказывается достигнутым в итоге работы периферийных органов, демонстрирует центру обратная санкционирующая афферентация.

В отличие от обратной санкционирующей афферентации эфферентный сенсорный синтез показывает, как создается прогнозируемый результат; он составляет ту часть обратной афферентации, которая поступает от континуальных компонентов результата и на основе которой происходит как творческая корректировка управляющих эфферентных импульсов, так и регуляция соответствующего сенсорного аппарата. Информирование центром периферии и информирование периферией центра дополнительные по самой своей природе, это один из аспектов формализованного, дискретного идеала и конкретно-чувственной, а потому бесконечно вариативной континуальной действительности. Обратная санкционирующая афферентация, будучи ориентированной на идеальный прогнозируемый результат деятельности, детерминируется им по составу своих рецепторных компонентов; имея в виду прогнозируемый результат двигательного поведения, а именно устойчивость статической позы в проекции на плоскость опоры в одной из трех возможных зон устойчивости (зоны восстановления равновесия, сохранения его и оптимальная), обратная санкционирующая афферентация "ориентируется" на идеальную площадь соответствующей зоны и на характер ее идеального контура, что и детерминирует ее рецепторные особенности. Текущая обратная афферентация в составе эфферентного синтеза всегда шире по рецепторному составу, чем обратная санкционирующая афферентация, поскольку она зависит от адаптивных усилий организма, от постоянно ведущегося им ориентировочно-исследовательского поиска оптимального способа реализации прогнозированного поведенческого результата. Активный поисковый характер процесса эфферентного синтеза может быть выражен в проекции на плоскость опоры уже не топологической, а фрактальной размерностью. В применении к психо-физиологическому изучению поведения человека кванты деятельности, описываемые по конечному результату, имеют топологические размерности, а соответствующие психофизиологические процессуальные параметры фрактальны.

Доклад представлен к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.

УДК 303.732.4:004.032.26:364.264

А.В. Воронов, канд. физ.-мат. наук

(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ

Рассмотрены история и основы системного анализа, в том числе понятие системы, общая теория систем, общая теория функциональных систем. Показано, что метод искусственных нейронных сетей может быть эффективным дополнением к методам системного анализа.

Большие научные и прикладные проблемы в области поведения естественных сложных систем трудно поддаются, а в большинстве случаев не поддаются делению на отдельные части и последующему последовательному решению. Кроме того, стремительная тенденция к детализации, дисциплинарной узости научного знания ставят перед исследователем или практиком малопосильную задачу по оперированию множеством разнообразных фактов и сведению их в стройную единую систему знаний. Все это востребует применения и развития системного анализа.

Понятие «системы» употреблялось еще древними греками как «составленное из частей», «соединение», «организм», «устройство», «строй», «руководящий орган», в основном в связи с общественным устройством. Представления о системе развивались Аристотелем, Гегелем и др. Понятие системы предполагает множество элементов, наличие связей между элементами, целостный характер. Системы классифицируют на абстрактные и материальные, естественные и искусственные, символические (математические) и описательные, динамические, кибернетические (управляющие) и др. В качестве компонентов системы могут рассматриваться: состояния, стадии развития, связи, свойства, объекты, отношения и т.д. Системный анализ вобрал в себя идеи общей теории систем, общей теории функциональных систем и др.

Идея общей теории систем (ОТС) была предложена Л. фон Берталанфи в 1937 г. ОТС получила существенное распространение в мире как концепция при изучении сложных систем в различных областях науки и других областях деятельности человека с 1950-х гг. благодаря исследованиям как Л. фон Берталанфи, так и У.Р. Эшби, Р. Мейера, Дж. ван Гига, Р.Л. Акоффа, Ф. Эмери, С. Бира и др. Такие «принципы Берталанфи», как целостность, централизация, дифференциация, ведущая часть системы, открытая система, рост во времени, конкуренция и др. использовались в рамках ОТС при определении понятия системы, анализе систем. Сам Л. фон Берталанфи рассматривал ОТС и как рабочую гипотезу, а развитие ОТС предполагал при взаимодействии эмпирических, интуитивных и дедуктивных методов исследования.

Общая теория функциональных систем (ОТФС) была сформулирована П.К. Анохиным в 1935 г. П.К. Анохин предложил понятие «системообразующий фактор» в качестве ключевой проблемы как определения самого понятия системы, так и всей стратегии применения системного подхода. Вместо понятия «взаимодействие элементов системы», он предложил понятие «взаимосодействие элементов», ведущее к достижению «полезного конечного результата» функциональной системы. Причем взаимосодействие компонентов системы достигается тем, что каждый из них под влиянием обратной связи освобождается от избыточных степеней свободы и объединяется с другими компонентами на основе тех степеней свободы, которые вместе содействуют получению конечного результата.

Среди российских исследователей, наряду с П.К. Анохиным, большой вклад в развитие системного анализа (СА) внесли В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин, А.И. Уемов, К.М. Хайлов и др. Решение с помощью СА широких проблем с множеством неопределенностей при помощи только математических методов в боль-

большинстве случаев оказывается малоэффективным. Целесообразно при СА на первый план выдвигать методологию уяснения, упорядочивания, структуризации проблемы, получение эмпирических данных о системе и т.п. Причем искусственные нейронные сети вследствие способности обучаться на основе данных, извлекать существенные характеристики и обобщать данные могут оказаться эффективным методом СА.

Человек, живущий в современном обществе, должен обладать совокупностью характеристик, обеспечивающих успешное функционирование в обществе, межличностное взаимодействие, психическое здоровье и т.п. Нами, в соответствии с гипотезой о “конформных”, “неконформных” и “гармоничных” свойствах личностей, решалась задача классификации личностей с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС) *Clab* и *MultiNeuron 2.0*. В качестве входных данных для ИНС использовали стандартизованные баллы характеристик, полученные в результате опроса 28 испытуемых по методике диагностики межличностных отношений Т. Лири. ИНС обучали распознавать классы “конформный”, “неконформный” и “гармоничный”, различающиеся величинами баллов характеристик образа “Я”: авторитарный – 1 характеристика; эгоцентрический – 2, агрессивный – 3, подозрительный – 4, подчиняемый – 5, зависимый – 6, дружелюбный – 7, альтруистический – 8. “Конформный” класс характеризовали величинами баллов характеристик 1, 2, 3, 4 < 9 баллов; а 5, 6, 7, 8 > 8 баллов. “Неконформный” – 1, 2, 3, 4 > 8 баллов; а 5, 6, 7, 8 < 9 баллов. “Гармоничный” – 1, 2,..., 8 < 9 баллов. ИНС обучали первоначально на основании данных о принадлежности к классу и величин баллов характеристик только для типичных личностей (с числом характерных признаков, равным и более 6). Затем обучали ИНС классифицировать нетипичные личности, последовательно, по одной, включали данные о классифицированной личности в обучающую выборку и продолжали обучение. Все личности были классифицированы. В результате ИНС вычислений наибольшую значимость (Н) имели характеристики: 2 (Н=0,54), 5 (Н=0,49) и 7 (Н=0,42). Величины значимостей остальных характеристик (1, 3, 4, 6, 7 и 8) составляли менее 0,41. ИНС классификация, учитывающая только характеристики с наибольшей значимостью (2, 5 и 7), качественно оказалась аналогична классификации, учитывающей все характеристики (1, 2,..., 8) изучаемых личностей.

Таким образом, с помощью ИНС была подтверждена гипотеза о существовании “конформных”, “неконформных” и “гармоничных” свойств личностей. Оказалось возможным решение задачи классификации личностей и определение доминирующих характеристик. Была определена реальная структура системы и вычислены значения функции оценки личностей в рамках рассматриваемых моделей. Были получены также данные об изменчивости изучаемых объектов. Применяя искусственные нейронные сети, можно увеличить эффективность экспертно-субъективного анализа данных и достоверность решений, полнее и объективнее учитывать сложную структуру информации. Кроме того, применение искусственных нейронных сетей может быть эффективным при реализации человеко-компьютерных систем типа специалист-нейрокомпьютер, функционирующих в реальном времени деятельности специалиста и анализа им сложной динамиче-

ской системы.

Работа выполнена в рамках плана Дальневосточного отделения научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта.

Доклад представлен к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.

УДК 616.28-008.14-053.4-071(083.41)

Л.В. Горбов, канд. мед. наук,

А.А. Сухинин, канд. мед. наук

(Росцентр функциональной хирургической гастроэнтерологии Росздрава),

С.Л. Коваленко

(Центр аудиологии и слухопротезирования, Краснодар)

АНАЛИЗ КОМПОНЕНТ КРИТЕРИЯ ОДНОРОДНОСТИ – НОВЫЙ ПОДХОД К ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ?

В работе представлена идеология анализа промежуточных результатов вычисления величины критерия однородности χ^2 , позволяющая получить информацию, расширяющую традиционное представление о данной статистике.

Методы работы с качественными (альтернативными) признаками широкому кругу исследователей известны меньше, чем с количественными, и, как правило, их применение сопряжено с некоторыми типичными ошибками. Для статистической оценки взаимосвязи двух и более качественных признаков чаще всего используется анализ таблиц кросстабуляции с применением критерия χ^2 [1, 2].

В работе изучены результаты аудиологического обследования организованного контингента дошкольников (три возрастные группы), посещающих массовые и логопедические группы. Ниже представлены эти данные в классической таблице кросстабуляции (табл. 1).

Таблица 1

Тип группы	Возрастные группы			ВСЕГО
	I	II	III	
Массовые группы, всего	170	356	169	695
Логогруппы, всего	17	171	127	315
ИТОГО	187	527	296	1010

Теоретически, при полном отсутствии зависимости между качественными признаками, ожидаемые частоты каждого класса определяются в соответствии одной из основных теорем теории вероятности – частота одновременного наступления двух независимых событий равна произведению их вероятностей. В данном случае в генеральной совокупности обследованных детей вероятность того, что случайно взятый ребенок посещает массовую группу, равна $695/1010=0,688$, а логогруппу – $315/1010=0,312$ соответственно. Вероятность случайно взятого ребенка войти в первую возрастную группу равна $187/1010=0,185$, вторую – $527/1010=0,522$ и третью – $296/1010=0,293$. Вероятность для ребенка младшего возраста посещать логогруппу равна произведению соответствующих вероятностей.