

ИНТУИТИВНОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ НЕЙРОСЕТЯМИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ГРУППЕ

М.Г. Доррер

Сибирский государственный технологический университет,

660049, Красноярск, пр. Мира 82

E-mail: dorrer@sibstu.kts.ru

В работе решается задача моделирования и прогнозирования системы взаимоотношений в группе на основе состояния и поведения исследуемых. Задача решается при помощи нейросетевых технологий с использованием нейроимитатора *MultiNeuron* на баз психологических и социологических методик – социометрии и минимизированного психологического опросника. Показано, что искусственная нейронная сеть позволяет с удовлетворительной точностью предсказывать отношения типа «человек-человек» и «человек-группа», а также может служить вспомогательным механизмом при разработке психологических методик.

1. Проблема оценки взаимоотношений

В работе практических психологов, имеющих дело с подбором персонала или исследующих взаимоотношения внутри уже сложившихся групп (примером первого может служить психолог-консультант по подбору персонала, примером второго - офицер по работе с личным составом в частях, классный руководитель в школе) постоянно возникает задача установления и прогноза межличностных отношений в группе. Под отношением в данной работе понимается психологический феномен, сутью которого является возникновение у человека психического образования, аккумулирующего в себе результаты познания конкретного объекта действительности (в общении это другой человек или группа людей), интеграции всех состоявшихся эмоциональных откликов на этот объект, а также поведенческих ответов на него [2]. Кроме того, общение обыкновенно происходит в условиях определенной ситуации: в присутствии других людей, которые для общающихся в разной степени субъективно значимы, на фоне какой-то конкретной деятельности, при действии каких-либо экспериментальных факторов.

2. Общая задача экспериментов

В данной работе была поставлена задача смоделировать и, по возможности, спрогнозировать систему взаимоотношений в группе на основе состояния и поведения исследуемых, оставляя в стороне такие аспекты формирования отношений между людьми, как внешний облик, приписываемые человеку цели и мотивы [2]. Оценке и прогнозу подвергались межличностные «статусно-ролевые» [11] отношения в группах. Оценка совместимости «человек-человек» и «группа-человек» велась по оценке статуса исследуемых - индивидуальной (от каждого к каждому) и групповой (от группы к человеку).

Задача моделирования и прогнозирования взаимоотношений людей в группе (коллективе) неоднородна - она может быть условно подразделена на следующие подзадачи:

- прогноз вхождения исследуемого в сложившийся коллектив;
- прогноз совместимости между собой двух исследуемых.

Кроме того, при проведении экспериментов предполагалось апробировать к задаче прогноза межличностных отношений методику интуитивной выдачи предсказания минуя создание описанной (дескриптивной) [3] реальности.

3. Применяемые в экспериментах психологические методики

Для определения фактических отношений в исследуемых группах применялась социометрическая методика. Данная методика позволяет определить положение исследуемого в системе межличностных отношений той группы, к которой он принадлежит. Социометрическое исследование группы обычно проводится тогда, когда группа включает в себя не менее 10 человек и существует не менее одного года. Всем членам исследуемой группы предлагается оценить каждого из товарищей (включая и самого себя - появляется возможность изучения самооценки исследуемых). В стандартном варианте методики оценка ведется по трехступенчатой шкале предпочтений - «приемлю - безразличен - отвергаю». Однако для получения большей разрешающей способности методики шкала была модифицирована до десятибалльной. В используемом варианте социометрического исследования применялось следующее задание: «Оцените своих товарищей, задав себе вопрос: «Насколько я бы хотел работать с этим человеком в одной группе?». Поставьте в соответствующей графе оценку от 1 до 10 баллов по следующему принципу: 1 - не хочу иметь с ним ничего общего, 10 - с этим человеком я бы хотел работать сильнее всего».

Результатом исследования для каждого из испытуемых в группе являлась стеновая оценка статуса и экспансивности. Стен [1] представляет собой усредненную оценку, нормированную в предположении, что оценки распределены по закону нормального распределения и, следовательно, выполняется правило «трех сигм». Статусом именуется стеновый балл всех оценок, сделанных данному члену группы, экспансивностью - стеновый балл всех оценок, сделанных данным испытуемым всем остальным представителям группы.

В процессе экспериментов предполагалось подтвердить (или отвергнуть) гипотезу о том, что нейросеть позволяет на основе психологических особенностей людей (представителей группы) моделировать взаимоотношения в группе и выдавать прогноз по вхождению в группу нового члена и по взаимоотношениям двух индивидуумов. Предполагалось также оценить качество прогноза - возможные значения ошибок и их распределение.

Описание личностных качеств испытуемых предполагалось получить на основе опросника, составленного А.Г. Копытовым (ППФ КГУ). Опросник включает в себя три субтеста, каждый из которых составлен из вопросов, предназначенных для определения константных свойств человеческой личности - темперамента, эмоциональности, контактности и т. п. Общее число вопросов - 90, в первом субтесте - 29, во втором - 25 и в третьем - 36.

Сбор данных производился путем проведения одновременного анкетирования в студенческих учебных группах по опроснику А.Г. Копытова и социометрического исследования. Затем результаты социометрии обрабатывались на специально разработанной программе, рассчитывающей стеновые оценки статуса и экспансивности. Эксперименты по обучению нейронных сетей производились на нейросетевом имитаторе MultiNeuron v2.0 в режиме предиктора, то есть нейросети, имеющей на выходе вещественное число (подробное описание MultiNeuron v2.0 - см. [13], [15]).

4. Эксперименты по предсказанию группового статуса

В этой серии экспериментов предполагалось проверить, насколько нейронные сети способны моделировать вхождение в группу отдельного человека.

По вышеописанной методике были обследованы три студенческие группы - третьего, четвертого и пятого курсов, общее число собранных анкет - 48 (19, 17 и 12 по группам соответственно). Результаты анкетирования каждой из групп был составлен задачник, представляющий собой реляционную таблицу, включающую следующие поля:

№ - автоиндексируемый номер записи, *ID* - номер испытуемого по списку группы, *w1_1* - *w1_29* - ответы на вопросы первого субтеста, *w2_1* - *w2_25* - ответы на вопросы второго субтеста, *w3_1* - *w3_36* - ответы на вопросы третьего субтеста, *to1* - *to30* - оценки, выставленные данным испытуемым членам группы (строка социометрической матрицы), *St* - значение стеновой оценки статуса данного испытуемого, *Ex* - экспансивности.

Для первого и третьего субтестов, у которых вопрос имел два варианта ответа («Да»/«Нет»), ответ кодировался по принципу 1 - «Да», 2 - «Нет». Вторым субтестом, имеющим три варианта ответов («а», «б», «в») - 1 - вариант «а», 2 - «б», 3 - «в».

При формировании структуры задачника поля *w1_1* - *w3_36* были обозначены как входные, поле *Ex* - как выходное. Нейросеть в процессе обучения должна была приобрести умение предсказывать статус члена группы по его ответам на опросник А.Г. Копытова.

На первом этапе были проведены эксперименты для выяснения оптимальных параметров нейросети, предназначенной для решения задачи предсказания статуса члена группы. Из-за малочисленности выборок эксперименты велись в режиме «скользящего тестирования», когда для решения задачи обучается столько же сетей, сколько задач в задачнике. При обучении каждой из сетей одна задача исключалась, и потом сеть тестировалась по ней. Для оценки качества предсказания $H_{выб}$ применялся средний модуль

Таблица 1

Результаты экспериментов по подбору оптимальных параметров нейросети, решающей задачу предсказания статуса исследуемых.

№№	Характеристики сети		$H_{выб}$
	N_{neu}	σ	
1	16	0,1	2,475
2	16	0,4	2,791
3	16	0,7	2,488
4	32	0,1	2,569
5	32	0,4	3,006
6	32	0,7	3,384
7	64	0,1	2,891
8	64	0,4	2,703
9	64	0,7	2,676

ошибки $H_{выб} = \frac{\sum |H_i|}{n_{выб}}$, чем ниже значение - тем, соответственно лучше предсказание.

Результаты этого этапа экспериментов сведены в таблицу 1.

Значения чисел нейронов - N_{neu} - были взяты из следующих соображений: нейросети с числом нейронов менее 16 обучались решению задачи неустойчиво, процесс оптимизации постоянно заходил в тупик, а $H_{выб}$ во всех таких экспериментах превышало 3 (30% относительной погрешности). 64 является максимально допустимым значением числа нейронов для программы *MultiNeuron v.2.0*. Значения характеристических чисел нейронов были распределены в интервале от 0.1 до 0.7, поскольку данный интервал является, по опыту, накопленному в группе «НейроКомп» [4], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [13], [15], интервалом, в котором как правило лежат оптимальные характеристические числа нейронов.

Таким образом, по результатам данной серии экспериментов оптимальным было признано количество нейронов, равное 16, и характеристический параметр нейрона равный 0.1,

поскольку данные значения обеспечивают наилучшую выборочную оценку качества прогноза $H_{\text{выб}}$.

Следующим этапом работы была серия экспериментов, позволяющих оценить точность предсказания статуса исследуемых внутри групп. Для каждой из групп было выполнено обучение сетей для проведения скользящего контроля. Затем результаты скользящего контроля фиксировались и сводились в табл. 2.

Однако, по опыту применения нейроимитаторов, известно, что на одних и тех же

Таблица 2

Результаты экспериментов по установлению точности предсказания статуса исследуемых внутри групп

№	Количество испытуемых	$H_{\text{выб}}$
1	19	2,587
2	17	2,854
3	12	2,475

обучающих выборках предсказание выдаваемое сетью может существенно различаться. Причина этого в том, что начальная карта синаптических весов генерируется случайным образом. Для преодоления данной проблемы в практике создания нейросетей (см. например [7]) используется предсказание ответов группой сетей, обученных на одних и тех же данных - консилиумом.

Решено было применить этот метод и для данной задачи. При проведении скользящего контроля по выборке для каждого из случаев обучалась не одна нейросеть, а десять. Фиксировались средние выборочные значения ошибки предсказания статуса каждым из экспертов, а затем, оценивалась погрешность предсказания всем консилиумом.

Таблица 3

Оценки погрешностей предсказания статуса исследуемых в группах консилиумами сетей.

$N_{\text{иссл}}$	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_{10}	$H_{\text{ср}}$	$H_{\text{выб}}$
19	3,02	3,68	3,88	4,13	3,14	3,38	4,09	3,46	2,82	3,32	3,49	2,83
17	3,32	4,80	4,33	4,50	4,46	3,15	3,72	4,31	3,20	4,51	4,03	3,84
12	2,20	2,68	3,23	2,59	3,86	2,96	2,82	3,28	3,52	2,58	2,97	2,41

Для этого в качестве ответа на каждую из задач скользящего контроля подавалось среднее значение ответов десяти нейросетей - экспертов. Результаты этого эксперимента представлены в табл. 3.

Здесь $N_{\text{иссл}}$ - число исследуемых в данной группе, $H_1 - H_{10}$ - средние ошибки предсказания статуса для каждой из сетей консилиума, $H_{\text{ср}}$ - среднее значение ошибки по всем сетям консилиума, $H_{\text{выб}}$ - ошибка предсказания всем консилиумом.

Таким образом, по трем группам средний модуль ошибки составляет 3,08 (или, в относительных цифрах, средняя погрешность составляет 30,8%).

Такая погрешность является удовлетворительной для задачи предсказания статуса членов группы, поскольку как правило не выводит испытуемого из групп классификации - «лидер»-«средняк»-«аутсайдер», то есть отражает тенденцию вхождения в группу нового человека.

Кроме того, при статистическом исследовании экспериментальных выборок было вычислено среднее расстояние d между случайными оценками x_i и x_j

$$d = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i,j}^N |x_i - x_j| : i \neq j,$$

где N - количество элементов выборки.

Можно считать, что d характеризует математическое ожидание расстояния между двумя случайными примерами выборки.

Для экспериментов установления статуса тестируемых в группе $d = 4.033$, или 40.33%. Таким образом можно утверждать, что полученная сеть погрешность (30,8%) значительно отличается от случайной.

Следующая серия экспериментов производилась с целью уяснения, насколько можно предсказывать результаты вхождения в одну группу на базе опыта, накопленного сетью по другой группе.

В ходе экспериментов для каждой из групп был обучен консилиум из десяти нейросетей (их характеристики, как и в предыдущих экспериментах, $N_{neu}=16$, $\sigma=0,1$). Здесь задачник подавался для обучения полностью, то есть сеть обучалась предсказанию статуса по всем представителям группы. Затем на сетях этого консилиума тестировались две другие группы.

Для сглаживания фактора случайности при генерации сетей в качестве вычисленных значений при расчете ошибки определения статуса брались по каждой оценке средние значения из вычисленных десятью

сетями консилиума. Результаты этой серии экспериментов представлены в табл. 4.

Здесь **Об.** - порядковый номер группы, по которой обучались нейронные сети консилиума, **Тст.** - порядковый номер группы, по которой сети тестировались.

При анализе данной серии экспериментов заметны следующие закономерности:

- предсказание социального статуса испытуемых нейронными сетями,

Таблица 4

Результаты перекрестного тестирования

Об.	Тст.	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₇	H ₈	H ₉	H ₁₀	H _{ср}	H _{выб}
1	2	1,87	3,96	2,85	3,65	4,62	1,82	2,82	1,97	1,77	4,32	2,97	2,48
1	3	2,26	3,98	3,58	3,61	2,36	2,46	3,64	2,16	2,55	3,11	2,97	1,79
2	1	4,31	4,03	3,92	3,48	4,17	3,66	3,83	4,33	4,03	3,78	3,95	3,5
2	3	3,82	1,81	2,91	3,43	2,75	3,13	3,08	2,53	2,57	3,06	2,91	2,05
3	1	3,4	4,09	3,21	2,91	2,76	3,65	3,03	2,56	2,89	3,51	3,20	2,79
3	2	3,60	3,28	3,72	2,94	4,24	4,30	3,91	4,35	3,60	4,13	3,81	3,77

обученными по другим группам (не по тем, в которой производилось определение статуса при социометрическом опросе) по своему качеству несколько хуже, чем такое же предсказание, сделанное нейросетями, обученными на этой же группе;

- однако, в большинстве случаев (в двух третях из проведенных экспериментов) оценка качества (средний модуль ошибки $H_{выб}$) является приемлемой (менее 3 баллов или, в относительных значениях - менее 30%);

- хорошо видно, как при предсказании статуса испытуемых в группах реализуется принцип создания надежных систем из ненадежных элементов, заложенный в концепцию нейронных сетей: ошибка предсказания одной нейросетью может составлять

неприемлемо большую величину, однако консилиум из нескольких нейросетей решает задачу

существенно лучше - ошибка предсказания консилиумом сетей меньше большинства из ошибок отдельных сетей, она также всегда меньше чем среднее значение ошибок отдельных сетей консилиума.

После оценки качества предсказания между группами решено было проверить гипотезу о том, что нейросеть может накапливать опыт не только по отдельной группе, но и аккумулировать его по любой заданной последовательности испытуемых. Для проверки гипотезы была предпринята следующая серия экспериментов: данные по всем группам были объединены в один задачник, по которому проводилось скользящее тестирование консилиума из десяти сетей - экспертов. Результаты данной серии из 480 экспериментов представлены в табл. 5.

Видно, что, как и в предыдущей серии экспериментов, погрешность каждого из экспертов (и, как минимум, математическое ожидание погрешности) выше, чем погрешность консилиума, то есть математическое ожидание оценок по консилиуму сетей всегда (или, вернее, в большинстве случаев) ближе к верному ответу, чем оценки отдельных экспертов.

Кроме того, легко заметить, что предсказание статуса исследуемых в группе улучшается с накоплением выборки - оценка погрешности предсказания, сделанного нейросетями, обученными по объединенной выборке лучше, чем в любых других экспериментах.

Иначе говоря, нейросети обладают возможностью аккумулировать опыт предсказания социометрического статуса исследуемых в группе, причем этот опыт не локален - навык, полученный на исследуемых одной группы значим и для оценки исследуемых, принадлежащих к другим группам.

Этот результат подтверждает тезис, приведенный в [18], о том, что оценки равных в группе устойчивы и, видимо, на них не влияет изменение состава группы. Причина этого феномена, предположительно, в том, что при предсказании статуса испытуемых информация о них существенно ограничена - отсутствуют данные анамнестического плана, данные об их социальном положении.

Этим практически исключается из состава используемых в прогнозе данных информация о внешнем облике, принадлежности к социокультурной или национальной группе - то есть вся социальная история личности и коллектива в целом, хотя известно, что эти факторы могут вызвать существенное различие в поведении людей со схожим типом личности.

Информация же о константных психологических качествах испытуемых относительно однородна от группы к группе, что позволяет нейросети накапливать опыт, основанный на ней.

Таблица 5
Результаты тестирования консилиумов сетей, обученных по полной выборке.

№	$N_{\text{выб}}$
1	3,02
2	2,56
3	2,88
4	3,04
5	2,94
6	2,88
7	2,74
8	2,46
9	2,59
10	3,12
Весь консилиум	2,32

5. Нейросетевое исследование структуры опросника

Следующим этапом работ по прогнозу статуса испытуемых в группах было определение значимости вопросов опросника и исключение из него наименее значимых вопросов.

Согласно результатам главы 2 это может привести к улучшению качества прогноза, выдаваемого нейросетью. Для решения данной задачи была использована возможность вычисления значимости параметров, заложенная в MultiNeuron.

Были обучены пять нейронных сетей по задачку, включающему все три группы исследуемых, затем, средствами MultiNeuron, определены числовые значения значимости сигналов, соответствующих вопросам опросника.

После этого список вопросов был отсортирован по среднему значению величины значимости. В результате была получена следующая картина (вопросы размещены по убыванию значимости):

1_6. Вы обычно говорите без запинок?

1_23. Вы обычно предпочитаете делать несложные дела, не требующие от Вас большой энергии?

1_7. Легко ли Вы можете найти другие варианты решения известной задачи?

3_24. Самое трудное для Вас - это справиться с собой.

3_28. Вы склонны принимать все слишком близко к сердцу.

3_22. Вам нетрудно внести оживление в довольно скучную компанию.

1_2. Легко ли Вам выполнять работу, требующую длительного внимания и большой сосредоточенности?

1_1. Легко ли Вы генерируете идеи, связанные с работой?

3_10. Вы не раз замечали, что незнакомые люди смотрят на Вас критически.

3_8. Иногда у Вас пропадает или изменяется голос, даже если Вы не простужены.

2_3. Окружающим известно, что у меня много разных идей, и я почти всегда могу предложить какое-то решение проблемы.

1_19. Обычно Вы предпочитаете легкую работу?

1_27. Дрожат ли у Вас иногда руки во время ссоры?

3_20. Некоторые так любят командовать, что Вам все хочется делать наперекор, хотя Вы знаете, что они правы.

2_25. Бывает, что я говорю незнакомым людям о вещах, которые кажутся мне важными, независимо оттого, спрашивают меня, или нет.

2_19. Если начальство или члены семьи меня в чем-то упрекают, то, как правило, только за дело

3_3. Дурные предчувствия всегда оправдываются

2_24. Обычно я спокойно переношу самодовольных людей, даже когда они хвастаются или другим образом показывают, что они высокого мнения о себе.

2_11. Устаревший закон должен быть изменен

3_29. Вы любите готовить (пищу)

3_35. Вы вели дневник.

1_8. Вы когда-нибудь опаздываете на свидание или работу?

2_5. Ко дню рождения, к праздникам (я люблю делать подарки / затрудняюсь ответить / считаю, что покупка подарков несколько неприятная обязанность)

1_9. Часто ли Вам не спится из-за того, что вы поспорили с друзьями?

2_21. При равной продолжительности дня мне было бы интереснее работать(столяром или поваром / не знаю, что выбрать / официантом в хорошем ресторане)

1_3. Испытываете ли Вы чувство беспокойства, что Вас неправильно поняли в разговоре?

1_5. Быстры ли у Вас движения рук?

- 3_4. Вы очень часто не в курсе дел и интересов тех людей, которые Вас окружают.
- 1_28. Испытываете ли Вы тягу к напряженной ответственной деятельности?
- 3_7. Нравятся ли Вам “первоапрельские” шутки?
- 1_17. Трудно ли Вам говорить очень быстро?
- 1_15. Всегда ли Вы платили бы за провоз багажа на транспорте, если бы не опасались проверки?
- 3_25. Временами Вам так нравится ловкость какого-нибудь преступника, что Вы надеетесь, что его не поймают.
- 1_10. Нравится ли Вам быстро бегать?
- 3_33. Ваши родители и другие члены семьи часто придираются к Вам
- 2_2. У меня бывают такие волнующие сны, что я просыпаюсь
- 3_18. Вы совершаете много поступков, о которых потом жалеете (больше и чаще чем другие)
- 2_10. Думаю, что обо мне правильнее сказать, что я (вежливый и спокойный / верно нечто среднее / энергичный и напористый)
- 3_34. Временами, когда Вы плохо себя чувствуете, Вы бываете раздражительными.
- 3_12. Держитесь ли Вы обычно “в тени” на вечеринках или в компаниях?
- 1_20. Медленны ли Ваши движения, когда Вы что-то мастерите?
- 3_2. Иногда Вам очень хотелось навсегда уйти из дома
- 3_31. Вы стараетесь избегать конфликтов и затруднительных положений.
- 3_16. Иногда по несколько дней Вы не можете отделаться от какой-нибудь пустяковой мысли.
- 3_11. Вы знаете, кто виноват в большинстве Ваших неприятностей.
- 1_21. Вы обычно предпочитаете выполнять только одну операцию?
- 1_18. Дрожат ли у Вас иногда руки во время ссоры?
- 1_14. Все ли Ваши привычки хороши и желательны?
- 3_14. Не все Ваши знакомые Вам нравятся.
- 3_15. Предпочитаете ли Вы иметь поменьше приятелей, но зато особенно близких Вам.
- 3_13. Иногда Вы не уступаете людям не потому, что дело действительно важное, а просто из принципа.
- 3_26. Если Вам не грозит штраф, то Вы переходите улицу там, где Вам удобно, а не там, где положено.
- 2_7. Мне нравится работа разнообразная, связанная с частыми переменами и поездками, даже если она немного опасна
- 1_29. Нравится ли Вам быстро говорить?
- 3_9. Вам неловко входить в комнату, где уже собрались и разговаривают люди
- 2_20. Бывает, что я говорю незнакомым людям о вещах, которые кажутся мне важными, независимо оттого, спрашивают меня, или нет.
- 3_21. Вы предпочитаете не заговаривать с людьми, пока они сами к Вам не обратятся.
- 3_23. Когда Вы узнаете об успехах близкого знакомого, у Вас появляется чувство, что Вы неудачник.
- 1_24. Сосет ли у Вас под ложечкой перед ответственным разговором?
- 2_14. Мне доставляет удовольствие совершать рискованные поступки только ради забавы
- 3_6. Временами в голову приходят такие мысли, что лучше о них никому не рассказывать
- 2_13. Иногда какая-нибудь навязчивая мысль не дает мне заснуть
- 2_8. Я предпочел бы иметь дачу (в оживленном дачном поселке / предпочел бы нечто среднее / уединенную, в лесу)
- 2_1. Я предпочитаю несложную классическую музыку современным популярным мелодиям?
- 2_22. Когда мною пытаются командовать, я нарочно делаю все наоборот
- 3_17. Вы часто беспокоитесь о чем-нибудь.
- 1_22. Бывает ли так, что Вы говорите о вещах, в которых не разбираетесь?

- 1_16. . Обычно Вам трудно переключать внимание с одного дела на другое?
2_4. У меня бывают такие волнующие сны, что я просыпаюсь
1_11. Испытываете ли Вы постоянную жажду деятельности?
3_19. В гостях Вы держитесь за столом лучше, чем дома.
3_36. Вы легко смущаетесь.
3_30. Вы не осуждаете того, кто стремится взять от жизни все, что может.
2_16. Если бы я работал в хозяйственной сфере, мне было бы интереснее
1_25. Считаете ли Вы свои движения медленными и неторопливыми?
3_32. Справляетесь ли Вы с делом лучше, обдумывая его самостоятельно, а не обсуждая с другими.
2_12. Если кто-то разозлился на меня (Я постарался бы его успокоить / я не знаю, что бы я предпринял / это вызвало бы у меня раздражение)
1_12. Быстро ли Вы читаете вслух?
3_5. Иногда Вы так настаиваете на чем-нибудь, что люди начинают терять терпение
2_18. Обычно я могу сосредоточенно работать, не обращая внимания на то, что люди вокруг меня очень шумят
1_26. Ваша речь обычно медленна и нетороплива?
2_17. Вечер, проведенный за любимым занятием, привлекает меня больше, чем оживленная вечеринка
2_15. Я делаю людям резкие критические замечания, если мне кажется, что они того заслуживают
1_4. Любите ли Вы игры в быстром темпе?
1_13. Если Вы обещали что-то сделать, всегда ли Вы выполняете свое обещание независимо от того, удобно это Вам или нет?
2_9. Я провожу много свободного времени, беседуя с друзьями о тех прежних событиях, которые мы вместе пережили когда-то.
2_6. Иногда у меня бывали огорчения из-за того, что люди говорили обо мне дурно за глаза без всяких на то оснований.
3_27. Вы часто испытываете тягу к новым впечатлениям, к тому, чтобы встряхнуться, испытать возбуждение.
2_23. Люди относятся ко мне менее благожелательно, чем я того заслуживаю своим добрым к ним отношением.
3_1. Часто ли Вы переходите на другую сторону улицы, чтобы не встречаться с кем-нибудь из знакомых?

Для определения значимости субтестов теста было произведено вычисление средней значимости по вопросам каждого из них. Субтесты распределились в следующем порядке: наиболее значимый - 1-й, далее - 3-й и наименее значимый - 2-й. Данное распределение можно проиллюстрировать гистограммой (рис. 1). Для построения этой гистограммы все вопросы, отсортированные в порядке убывания значимости, были разбиты на девять десятков, а затем для каждой из них было подсчитано число вхождений вопросов, принадлежащих первому, второму и третьему субтесту.



Рис. 1. Диаграмма распределения вопросов теста по их значимости для предсказания статуса испытуемых.

Для вопросов первого субтеста виден эксцесс распределения в сторону большей значимости, второго - в сторону меньшей, а вопросы третьего - относительно равномерно распределены по всему интервалу.

Была произведена серия экспериментов с целью выяснить достаточный для нейросети объем опросника. На каждом этапе исключалась половина из имеющихся вопросов опросника.

При исключении половины вопросов скользящий контроль консилиума сетей, обученных на выборке по всем группам, дал среднюю погрешность в 24%, при исключении трех четвертей вопросов - в 28% и, наконец, при исключении семи восьмых нейросети обучиться не смогли.

Таким образом, примерно половина вопросов и без того изначально минимизированного теста оказалась для нейросети избыточной, даже приводящей к ухудшению оценки качества предсказания. Оптимальным можно признать опросник из половины вопросов, максимальных по своей значимости для нейронной сети, поскольку результаты тестирования для него лучше, чем для всех остальных вариантов, включая и полный набор вопросов.

6. Оценка оптимизации задачника нейросетью с позиций теории информации

Разницу между первоначальным (заданным психологом) и требуемым нейросети для успешного решения задачи объемом опросника можно оценить с позиций теории информации [17].

Начальное количество информации, содержащейся в тесте можно оценить исходя из того, что вопросы первого и третьего тестов бинарны (варианты ответов «Да» и «Нет», вероятность наступления каждого из них - 0.5), а ответы на вопросы второго - могут с равной вероятностью соответствовать наступлению одного из трех событий, которые будем считать равновероятными (варианты ответов «А», «Б» и «В», $p=0.333$). Тогда, исходя из формулы Шеннона

$$I(\xi, \xi) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

и учитывая, что количество вопросов в первом субтесте - 29, во втором - 25 и в третьем - 36 можем вычислить суммарное количество информации, содержащееся в ответах на вопрос теста:

$$I_{места} = - \sum_{i=1}^{2^{29}} \frac{1}{2^{29}} \log_2 \frac{1}{2^{29}} + - \sum_{i=1}^{3^{35}} \frac{1}{3^{35}} \log_2 \frac{1}{3^{35}} + - \sum_{i=1}^{2^{36}} \frac{1}{2^{36}} \log_2 \frac{1}{2^{36}} = 104.62.$$

После исключения половины вопросов из-за их малой значимости для нейронной сети в оптимизированном опроснике осталось 16 вопросов первого субтеста, 9 - второго и 20 - третьего. Количество информации, оставшееся после оптимизации:

$$I_{места} = - \sum_{i=1}^{2^{16}} \frac{1}{2^{16}} \log_2 \frac{1}{2^{16}} + - \sum_{i=1}^{3^9} \frac{1}{3^9} \log_2 \frac{1}{3^9} + - \sum_{i=1}^{2^{20}} \frac{1}{2^{20}} \log_2 \frac{1}{2^{20}} = 50.26,$$

то есть количество информации при оптимизации сократилось несколько более чем вдвое.

7 Эксперименты по предсказанию парных взаимоотношений

В этой серии экспериментов предполагалось установить, способны ли нейросети воспроизвести взаимоотношения пары испытуемых.

Обучающие выборки имели следующую структуру: № - номер примера, ID_From - номер оценивающего, ID_To - имя оценивающего, ID_To - номер оцениваемого, Name_To - имя оцениваемого, w1_1_From - w3_36_From - ответы на вопросы опросника А.Г. Копытова, данные оценивающим, w1_1_To - w3_36_To - ответы на вопросы опросника А.Г. Копытова, данные оцениваемым, Ocen - данная оценка.

В задачник включались строки, соответствующие всем клеткам социометрической матрицы кроме диагональных, отвечающих за самооценку испытуемых.

Был сформирован задачник по группе 5-го курса. В него вошли 132 примера, по которым было произведено обучение соответствующего числа сетей по методике скользящего контроля.

В силу большой трудоемкости задачи обучения по выборкам такого объема и размерности (обучение одной сети занимает около 40 мин.) обучения консилиумов не проводилось.

Результат скользящего контроля следующий: средняя относительная ошибка предсказания парных взаимоотношений в группе составила 33,1%.

Затем было вычислено среднее расстояние d между случайными оценками x_i и x_j , вычисляемое, как и в п.3.4, по формуле

$$d = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i,j} |x_i - x_j| : i \neq j,$$

где N - количество примеров обучающей выборки.

Данная величина составила 6.612 (или, относительно шкалы измерения признака, 66.12%), то есть отличие предсказания сети от случайного почти двукратное.

Таким образом, можно говорить, что нейронные сети могут предсказывать не только усредненный статус члена группы, но и взаимоотношения между двумя произвольно взятыми личностями.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "ИНТЕГРАЦИЯ" (проект № 68, напр. 2.1.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анастаси А. Психологическое тестирование. - М. Педагогика, 1982 - кн.1 - с.320, кн.2 - с.360.
2. Бодалев А.А. О взаимосвязи общения и отношения // Вопросы психологии - 1994 - №1 - с.122-126.

3. Бурлачук Л.Ф., Коржова Е.Ю. К построению теории измеренной индивидуальности в психодиагностике. // Вопросы психологии - 1994 - №5 - с.5-12.
4. Гилев С.Е. Сравнение характеристических функций нейронов. // Тезисы докладов III всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». - Красноярск: изд. КГТУ, 1995 - с.82.
5. Гилев С.Е., Горбань А.Н., Миркес Е.М. и др. Определение значимости обучающих параметров для принятия нейронной сетью решения об ответе. // Нейроинформатика и нейрокомпьютеры: Тезисы докладов рабочего семинара, 8-11 октября 1993 г. - Красноярск: Институт биофизики СО РАН, 1993. - с.8.
6. Гилев С.Е., Коченов Д.А., Миркес Е.М., Россиев Д.А. Контрастирование, оценка значимости параметров, оптимизация их значений и их интерпретация в нейронных сетях // Тезисы докладов III всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». - Красноярск: изд. КГТУ, 1995 - с.66-78.
7. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей.- М. СП ПараГраф - 1990.
8. Горбань А.Н., Миркес Е.М. Контрастирование нейронных сетей. // Тезисы докладов III всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». - Красноярск: изд. КГТУ, 1995 - с.78-79.
9. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. - Новосибирск: Наука, 1996 - с.144.
10. Зеличенко А.И. Интеллектуальные системы и психологическое знание. // В книге: Компьютеры и познание. - М.: Наука, 1990 - с.69-86.
11. Коченов Д.А., Россиев Д.А. Аппроксимация функций класса $C[a, b]$ нейросетевыми предикторами // Тезисы докладов рабочего семинара «Нейроинформатика и нейрокомпьютеры», Красноярск, 8-11 октября 1993 г.. - Красноярск, 1993 - с.13.
12. Практическая психология для преподавателей. / под ред. М.К.Тутушкиной // М.: Филин, 1997 - с. 167.
13. Россиев Д.А., Винник Н.Г. Предсказание «удачности» предстоящего брака нейросетевыми экспертами. // Нейроинформатика и ее приложения: Тезисы докладов II всероссийского рабочего семинара, 7-10 октября 1994 г. - Красноярск, 1994. - с.45.
14. Россиев Д.А., Гилев С.Е., Коченов Д.А. MultiNeuron, версии 2.0 и 3.0 // Тезисы докладов III всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». - Красноярск: изд. КГТУ, 1995 - с.14.
15. Россиев Д.А., Головенкин С.Е., Назаров Б.В. и др. Определение информативности медицинских параметров с помощью нейронной сети // Диагностика, информатика и метрология - 94: Тезисы научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 28-30 июня 1994 г. - С-Пб., 1994. - с.348.
16. Россиев Д.А., Коченов Д.А. Пакет программ «MultiNeuron» - «Configurator» - «Tester» для конструирования нейросетевых приложений. // Нейроинформатика и ее приложения: Тезисы докладов II всероссийского рабочего семинара, 7-10 октября 1994 г. - Красноярск, 1994. - с.30.
17. Шеннон К. Работы по теории информации в кибернетике, пер. с англ., М., 1963, с. 243-332.
18. Шнейдерман Б. Психология программирования. М.: Радио и связь, 1984 - с.139.
19. Россиев Д.А. Глава 5. Медицинская нейроинформатика // Нейроинформатика / А.Н.Горбань, В.Л.Дунин-Барковский, А.Н.Кирдин, Е.М.Миркес и др. Новосибирск: Наука, 1998.