

А.А. Питенко
НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ В
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Красноярск – 2000

Нейросетевой анализ в геоинформационных системах. Питенко А.А.

Представленная в работе технология нейросетевого анализа в ГИС предназначена для решения широкого спектра задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Разработанные в рамках технологии методы ориентированы на следующие применения:

- автоматизированное построение нейросетевых блоков для решения задач оценки, диагностики и прогнозирования на основе эмпирических данных в составе существующих геоинформационных систем;
- построение и исследование нейросетевых моделей решения задач анализа данных в ГИС;
- представление и анализ средствами ГИС многомерных данных произвольной природы.

Издание подготовлено при поддержке ФЦП «ИНТЕГРАЦИЯ», проект А0020, направление 2.1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРОБЛЕМА АНАЛИЗА ДАННЫХ В ГИС.....	7
1.1. ГИС СРЕДИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	7
1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ В ГИС.....	8
1.2.1. Классификация.....	9
1.2.2. Районирование и типология	10
1.2.3. Временные характеристики	10
1.3. ТРУДНОСТИ В КЛАССИФИКАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	
.....	10
1.3.1. Местоположение географических явлений и	
пространственные особенности	11
1.3.2. Плохая формализация.....	11
1.3.3. Лишние данные и различная степень значимости	
исходных показателей	12
1.3.4. Признаки разной природы.....	12
1.3.5. Несоответствие модели решаемой задаче.....	13
1.3.6. Нормировка исходных показателей.....	13
ИНС и ГИС	13
2. ГИС КАК СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА	
ДАННЫХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ	15
2.1 ВВЕДЕНИЕ В ГИС.....	15
Данные.....	16
Объекты	16
Слой	16
Объект слоя.....	16
Легенда карты	16
Карта.....	16
2.2 МОДЕЛИ ГИС.....	17
Растровые модели	17
2.3 ОСНОВНЫЕ ИДЕИ МЕТОДА АНАЛИЗА ДАННЫХ В ГИС С ПОМОЩЬЮ	
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	19
Обобщение задач	19
Формальная постановка	20
2.4 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ГИС, РЕШАЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ	
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	21
Построение (дополнение) слоя.....	21
Восстановление легенды слоя	22
Районирование и типология	23
Создание моделей поверхностей.....	23
Интерполяция и прогнозное картирование	24
Временной анализ.....	24
Выбор значимых признаков.....	25

2.5 ОСНОВНЫЕ ИДЕИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ	25
<i>Описание задачи</i>	26
<i>Объекты метода</i>	27
3. НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ СВЯЗИ МЕЖДУ СЛОЯМИ	32
3.1. МЕТОДЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СЛОЯМИ	32
3.1.1. <i>Проблема построения и использования нейросетей в геоинформационных системах</i>	32
3.1.2. <i>Технология построения нейросетевых моделей в составе геоинформационной системы</i>	36
3.1.3. <i>Задачи для нейронных сетей</i>	50
3.2. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА И ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	52
3.2.1. <i>Реализация программного комплекса для нейросетевого анализа данных в ГИС</i>	52
<i>Программная реализация системы</i>	56
3.2.2. <i>Решение задачи восстановления пропусков</i>	57
4. ТЕХНОЛОГИЯ КАРТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДАННЫХ	66
4.1. УПРУГИЕ КАРТЫ.....	66
4.1.1. <i>Введение</i>	66
4.1.2. <i>Постановка задачи</i>	68
4.1.3. <i>Построение упругой карты</i>	70
4.1.4. <i>Проектирование многомерных данных на двумерную сетку</i>	71
4.1.5. <i>Использование карты для анализа распределения данных</i>	74
4.2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДАННЫХ К КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ.....	75
4.2.1. <i>Раскраска по признакам</i>	76
4.2.2. <i>Раскраска по плотности данных</i>	77
4.2.3. <i>Восстановление данных, регрессия и прогноз</i>	79
4.2.4. <i>Проблема экстраполяции</i>	82
4.3. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ТАБЛИЦЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	82
<i>Атлас №1, №2 информационных раскрасок</i>	84
АТЛАС ИНФОРМАЦИОННЫХ РАСКРАСОК №1	86
АТЛАС ИНФОРМАЦИОННЫХ РАСКРАСОК №2.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
ЛИТЕРАТУРА.....	89

Введение

Необходимость проанализировать картографические данные, накопленные в Географических информационных системах (ГИС), возникает у представителей различных профессий. Прежде всего, это актуально для управляющих структур, владеющих большими массивами информации, на основе которых принимаются решения. В этом также нуждаются специалисты, оценивающие и прогнозирующие состояние какой-либо области человеческой деятельности, например, рынков сбыта продукции, загрязнения территории и т.п. Нарастающие информационные потоки в современном обществе, разнообразие информационных технологий, повышение сложности решаемых на компьютере задач увеличивают нагрузку на пользователя этих технологий и ставят задачу переноса проблемы выбора и принятия решений с человека на ЭВМ. Одним из путей решения этой задачи является применение аналитических систем, которые могут быть составной частью ГИС.

Далеко не все ГИС снабжены возможностями специализированного анализа. Это связано с тем, что четкой схемы проведения таких работ не существует и организации, занимающиеся ими, предпочитают производить анализ по собственным методикам и правилам. Работа со специфическими данными специфическим образом является характерной чертой этого типа анализа. Кроме того, взгляды на приемы его проведения могут меняться с течением времени. Поэтому такие возможности в ГИС представляются средствами создания приложений самими пользователями. Сложность состоит в том, что для каждой специализированной области возникает необходимость создавать отдельное приложение к ГИС и часто даже свою методику обработки. Это не всегда возможно и часто дорого.

Географические комплексы плохо поддаются формализации. Существующий математический аппарат недостаточно приспособлен для решения географических задач. Формулировки географических задач, описания явлений допускают некоторый произвол или двоякое толкование, по крайней мере, на современном этапе исследований. Строгие алгоритмы многомерной классификации могут не соответствовать уровню строгости и точности самих задач. Это иногда приводит к результатам, не отвечающим существу и содержательному смыслу. В плане решения данной проблемы внимание исследователей (географов и не географов) привлекает теория искусственного интеллекта и попытки разработки на ее основе методов решения таких задач.

ГИС являются хорошей средой для внедрения методов искусственного интеллекта и экспертных систем. Это вызвано, с одной стороны, разнообразием и сложностью данных в ГИС, с другой — наличием большого числа аналитических задач при использовании ГИС. Одновременно с этим большинство проблем и задач в ГИС слабо структурировано и слабо формализовано.

Построение традиционных математических моделей для решения

таких проблем затруднено или сопряжено со значительными затратами, превышающими ожидаемый от модели эффект. Это связано с невозможностью полного исследования внутренних взаимодействий в системе, большим числом влияющих факторов, неполнотой или неточностью описания объектов, динамикой или малой изученностью предметной области. Традиционно такие задачи решаются на неформальном уровне экспертами – специалистами в предметной области. В современных условиях для решения подобных задач используются искусственные нейронные сети.

Нейросетевые модели претендуют на то, чтобы стать универсальным аппаратом, решающим разные специфические задачи из разных проблемных областей в ГИС. Такая универсальность обуславливается тем, что нейросетевые технологии дают стандартный способ решения многих нестандартных задач.

Интеграция основанных на нейросетевых технологиях средств решения слабоформализованных задач и геоинформационных систем позволит существенно повысить качество и скорость обработки информации, расширить их возможности в прикладных, исследовательских, учебных и других задачах.

Представленная в работе технология нейросетевого анализа в ГИС предназначена для решения широкого спектра задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Разработанные в рамках технологии методы ориентированы на следующие применения:

- автоматизированное построение нейросетевых блоков для решения задач оценки, диагностики и прогнозирования на основе эмпирических данных в составе существующих геоинформационных систем;
- построение и исследование нейросетевых моделей решения задач анализа данных в ГИС;
- представление и анализ средствами ГИС многомерных данных произвольной природы.