Департамент Образования города Москвы

Московская городская научно-практическая конференция школьников

по экономике «Шаги в экономическую науку»

**«НЕЙРОННЫЕ СЕТИ. ИХ ПРИМЕНЕНИЕ, РОЛЬ И ЗНАЧИМОСТЬ**

**В СОВРЕМЕННОЙ И БУДУЩЕЙ ЭКОНОМИКЕ»**

**(исследовательская работа)**

**Выполнил**

**ученик 10 класса гимназии №1503**

**Браженко Дмитрий**

**Руководитель:**

**Куприков Александр Васильевич,   
учитель экономики ГБОУ гимназии №1503**

**Москва 2013**

**Нейронные сети. Их применение, роль и значимость в современной и будущей экономике**

**План:**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение……………………………………………………………………………………………  Цели и задачи………………………………………………………………………………………   1. Понятие нейронных сетей, их смысл………………………………………………………    1. Простейшая аналитическая технология………………………………………………    2. Нелинейная задача………………………………………………………………………..    3. Преимущества использования нейронных сетей………………………………………    4. Принцип работы нейронных сетей……………………………………………………… 2. Программные реализации…………………………………………………………………… 3. Применение нейронных сетей………………………………………………………………    1. Прогнозирование изменения котировок……………………………………………...    2. Управление ценами и производством…………………………………………………    3. Исследование факторов спроса………………………………………………………..    4. Оценка недвижимости………………………………………………………………….    5. Анализ потребительского рынка………………………………………………………    6. Борьба с мошенничеством………………………………………………………………    7. Распознавание текста…………………………………………………………………… 4. Эмпирическая часть…………………………………………………………………………    1. Прогнозирование изменения курса USD/RUR…………………………………………    2. Оценка стоимости недвижимости…………………………………………………….. 5. Недостатки использования нейронных сетей ………………………………………………   Заключение ………………………………………………………………………………………  Список литературы………………………………………………………………………………  Приложения……………………………………………………………………………….……... | 3  4  5  5  5  6  6  9  10  10  12  12  13  13  14  14  15  15  16  17  17 |

*Опасность не в том, что компьютер однажды начнет мыслить, как человек, а в том, что человек однажды начнет мыслить, как компьютер.*

(Сидни Дж. Харрис)

**Введение**

В современном мире экономические расчеты должны быть очень точными, опираться на предыдущий опыт. Традиционные методы, такие как прогнозирования спроса на новую продукцию путем общественного опроса анализа полученных данных вручную, анализ качества продукции путем тестирования отдельных экземпляров, управление потенциальными рисками стандартными способами, медленно, но верно отходят на второй план из-за относительно низкой точности.

Нейронные сети представляют собой новую и весьма перспективную вычислительную технологию, которая дает совершенно новые подходы к исследованию динамических задач в экономической области. Изначально нейронные сети открыли новые возможности в области распознавания образов, далее к этому прибавились статистические и основанные на методе поиска сложных взаимосвязей (искусственного интеллекта) средства поддержки принятия решений и решения задач в сфере экономики. [5]

Способность к моделированию нелинейных процессов, работе с зашумленными данными и адаптивность позволяет применять нейронные сети для решения широкого класса задач, которые охватывают самые разнообразные области интересов. Распознавание образов, обработка зашумленных или неполных данных, ассоциативный поиск, классификация, оптимизация, прогноз, диагностика, управление процессами, сегментация данных, сжатие информации, сложные отображения, моделирование нестандартных процессов, распознавание речи. [1]

В последние несколько лет на основе нейронных сетей было разработано множество программных систем для применения в таких вопросах, как операции на товарном рынке, оценка вероятности банкротства банка, оценка кредитоспособности, контроль над инвестициями, размещение займов.

Смысл использования нейронные сетей в экономике заключается вовсе не в том, чтобы вытеснить традиционные методы или изобретать велосипед, а это еще одно возможное средство для решения задач.

Благотворное влияние на развитие нейросетевых технологий оказало создание методов параллельной обработки информации.

Гипотеза состоит в том, что нейронные сети считаются инструментом, способным выявить сложнейшие зависимости. В своей работе я хочу проверить это.

Практическая значимость проводимого мною исследования связана с тем, что сейчас еще не очень большое количество компаний использует нейронные сети в качестве основного инструмента. Поэтому при «обычном» расчете они могут допускать ошибки, которые можно выявить с помощью «нейросетевого» подхода.

Свою работу я разделил на 5 глав. В первой главе я раскрываю общие понятия нейронных сетей, их смысл. Во второй главе я привожу программные реализации, т.е. программы, созданные для работы с нейронными сетями. В главе №3 я привожу подробные примеры использования нейронных сетей на практике. В четвертой главе я выбираю два примера и, используя технологию нейронных сетей, я провожу исследования, результаты которого описываю в работе.

**Цель написания работы:**

* Выявить необходимость использования нейронных сетей в экономике

**Задачи:**

1. Разобраться в системе нейронных сетей, понять, что они из себя представляют
2. Определить экономические задачи, которые можно решать при помощи нейронных сетей
3. Смоделировать нейронную сеть, используя программный нейропакет и при помощи него создать практический пример
4. Дать оценку эффективности использования нейронных сетей в экономических задачах.

**1. Понятие нейронных сетей, их смысл.**

Нейронные сети - это адаптивные системы для обработки и анализа данных, которые представляют собой математическую структуру, имитирующую некоторые аспекты работы человеческого мозга и демонстрирующие такие его возможности, как способность к неформальному обучению, способность к обобщению и кластеризации неклассифицированной информации, способность самостоятельно строить прогнозы на основе уже предъявленных временных рядов, способность находить сложные аналитические зависимости.

Основным их отличием от других методов, например экспертных систем, является то, что нейросети не нуждаются в заранее известной, заданной модели, а формируют ее на основе вводимой информации. Поэтому нейронные сети и генетические алгоритмы вошли в практику всюду, где нужно решать задачи прогнозирования, классификации, управления - другими словами, в области человеческой деятельности, где присутствуют плохо алгоритмизуемые задачи, для решения которых необходимы либо постоянная работа группы квалифицированных экспертов, либо адаптивные системы автоматизации, каковыми и являются нейронные сети. Таким образом, нейронные сети можно считать сложной аналитической технологией, т.е. методикой, которая на основе известных алгоритмов позволяет по заданным данным вывести значения неизвестных параметров.

**1.1. Простейшая аналитическая технология [4]**

Для того чтобы было понятнее, я приведу классический пример простейшей аналитической технологии: теорему Пифагора, позволяющая по длинам катетов определить длину гипотенузы.

с2=а2+b2.

Зная параметры a и b, вычислить c [гипотенузу] отнюдь не сложно.

**1.2. «Нелинейная задача» [4]**

Совершенно другим вариантом аналитической технологии являются способы, с помощью которых информация обрабатывается человеческим мозгом. Примерами такой аналитической технологии являются распознавание известных нам лиц в толпе или эффективное управление множеством мышц при занятии спортом. Эти задачи, которые может решать даже мозг ребенка, пока неподвластны современным компьютерам.

Уникальность человеческого мозга заключается в том, что он может обучаться решению новых задач, например, водить машину, учить иностранные языки и т.д. Не смотря на это, мозг не приспособлен к обработке больших объемов информации - человек не сможет вычислить даже квадратный корень из большого числа в уме, не используя бумаги или калькулятора. На практике очень часто встречаются численные задачи, гораздо более сложные, нежели извлечение корня. Для решения подобных задач необходимы дополнительные инструменты.

Нейронная сеть принимает входную информацию и анализирует ее способом, аналогичным тому, что использует наш мозг. Сеть способна к обучению. Последующие результаты выдаются на основе полученного ранее опыта.

Основной задачей специалиста, использующего нейронные сети для решения некоторой проблемы, - является необходимость выбора наиболее эффективной архитектуры нейронной сети, т.е. правильно выбрать вид нейронной сети, алгоритм ее обучения, количество нейронов и виды связей между ними. К сожалению, эта работа не имеет строгого алгоритма, она требует глубокого понимания различных видов архитектур нейронных сетей, включает в себя много исследований и может занять длительное время.

Применение нейронных сетей целесообразно, если:

• накоплены достаточные объемы данных о предыдущем поведении системы

• отсутствуют традиционные методы или алгоритмы, удовлетворительно решающие проблему

• данные частично искажены, не полны или противоречивы, вследствие чего традиционные методы выдают неудовлетворительный результат

• Нейронные сети наилучшим образом проявляют себя там, где имеется большое количество входных данных, между которыми существуют неявные взаимосвязи и закономерности. В этом случае нейросети помогут автоматически учесть различные нелинейные зависимости, скрытые в данных. Это особенно важно в системах поддержки принятия решений и системах прогнозирования.

**1.3. Преимущества использования нейронных сетей**

Нейросети незаменимы при анализе данных, например, для предварительного анализа или отбора, выявления грубых человеческих ошибок. Целесообразно использовать нейросетевые методы в задачах с неполной информацией, в задачах, где решение можно найти интуитивно, и при этом традиционные математические модели не дают желаемого результата.

Методы нейронных сетей являются прекрасным дополнением к традиционным методам статистического анализа, большинство из которых связаны с построением моделей, основанных на тех или иных предположениях и теоретических выводах (например, что искомая зависимость является линейной или что некоторая переменная имеет нормальное распределение). Нейросетевой подход не связан с такими предположениями - он одинаково пригоден для линейных и сложных нелинейных зависимостей, особенно же эффективен в разведочном анализе данных, когда ставится цель выяснить, имеются ли зависимости между переменными. При этом данные могут быть неполными, противоречивыми и даже заведомо искаженными. Если между входными и выходными данными существует какая-то связь, даже не обнаруживаемая традиционными корреляционными методами, то нейронная сеть способна автоматически настроиться на нее с заданной степенью точности. Кроме того, современные нейронные сети обладают дополнительными возможностями: они позволяют оценивать сравнительную важность различных видов входной информации, уменьшать ее объем без потери существенных данных, распознавать симптомы приближения критических ситуаций и т.д.

**1.4. Принцип работы нейронных сетей**

Быстродействие современных компьютеров составляет около 100 Mflops (10^8 flops) (flops – единица, обозначающая быстродействие компьютера, с плавающей запятой) В мозгу содержится примерно 10^11 нейронов. Время прохождения одного нервного импульса - 1 мс, принято считать, что производительность одного нейрона порядка 10 flops. Эквивалентное быстродействие мозга составит 10^11 \* 10 = 10^12 flops. Если рассмотреть задачи, решаемые мозгом, и подсчитать требуемое количество операций для их решения на обычных ЭВМ, то получим оценку быстродействия до 10^12 flops. Разница в производительности между обычным компьютером и мозгом — 4 порядка! Во многом этот выигрыш обусловлен параллельностью обработки информации в мозге. Следовательно, для повышения производительности ЭВМ необходимо перейти от принципов фон-Неймана к параллельной обработке информации. Тем не менее, параллельные компьютеры пока не получили распространения по нескольким причинам, которые обусловлены техническими сложностями реализации.

Искусственная нейронная сеть – значительно упрощенная модель биологической нейронной сети, т.е. элемента нервной системы. Из биологии заимствованы основополагающие идеи и принципы:

* Нейрон – это переключатель, получающий и передающий импульсы, или сигналы. Если нейрон получает достаточно сильный импульс, то говорят, что нейрон активирован, то есть передает импульсы связанным с ним нейронам. Не активированный нейрон остается в состоянии покоя и не передает импульс.
* Нейрон состоит из нескольких компонентов: синапсов, соединяющих нейрон с другими нейронами и получающих импульсы от соседних нейронов, аксона, передающего импульс другим нейронам, и дендрит, получающего сигналы из различных источников, в т.ч. от синапсов.
* Когда нейрон получает импульс, превышающий определенный порог, он передает импульс последующим нейронам (активирует импульс).
* Синапс состоит из двух частей: пресинаптической, соединенной с аксоном передающей импульс клетки, и постсинаптической, соединенной с дендритом получающей импульс клетки. Обе части синапса соединяет синаптическая щель.

Сигнал от нейрона к другим нейронам передается через аксон, который не связан напрямую с получающими импульс нейронами. Импульс изменяется несколько раз в синапсе: перед отправлением – в пресинаптической части и по получении – в постсинаптической.

Импульс для передачи формируется в нейроне в зависимости от одного или нескольких полученных импульсов. В случае нескольких импульсов нейрон накапливает их. Передаст он импульс или нет, зависит от характера полученных импульсов, кем они переданы и т.д. Таким образом, зависимость между переданными и полученными импульсами нелинейна. Если нейрон передает импульс, то он активирован.

Математическая модель нейрона строится следующим образом:

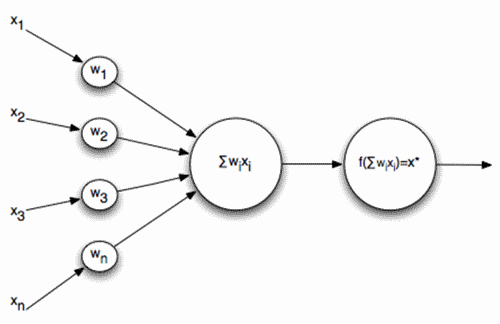


Рис. 1. Модель искусственного нейрона

* Вход модели нейрона X – это вектор, состоящий из большого числа (N) компонент . Каждая из компонент входного вектора Xi – это один из импульсов, получаемых нейроном.
* Выход модели нейрона – это одно число X\*. Это означает, что внутри модели, входной вектор должен быть преобразован и агрегирован в скаляр. В дальнейшем этот импульс будет передан другим нейронам.
* Известно, что при получении импульса синапс нейрона изменяет его. Математически этот процесс изменения можно описать следующим образом: для каждой из компонент входа Xi задают вес. Импульс, прошедший через синапс, принимает вид WiXi. Заметим, что веса могут быть назначены при инициализации модели, а могут быть переменными и измеряться в ходе расчетов. Веса – это внутренние параметры сети, о которых шла речь выше. Говоря об обучении сети, имеют в виду нахождение весов синапса.
* Сложение полученных импульсов. Агрегирование полученных импульсов – это вычисление их суммы ∑WiXi.

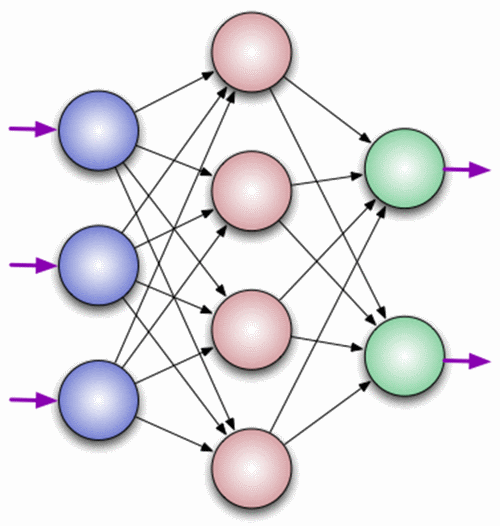


Рис. 2. Пример нейронной сети с одним скрытым уровнем.

Обычно нейроны располагаются в сети по уровням. На иллюстрации приведен пример трехуровневой нейронной сети:

1. На первом уровне – входные нейроны (отмеченные синим), которые получают данные извне и передающие импульсы нейронам на следующем уровне через синапсы.
2. Нейроны на скрытом (втором, красном) уровне обрабатывают полученные импульсы и передают их нейронам на выходном (третьем, зеленом) уровне.
3. Нероны на выходном уровне производят окончательный анализ и вывод данных.

Разумеется, архитектура сети может быть более сложной, например, с большим числом скрытых уровней или с изменяющимся числом нейронов. Модели нейронных сетей классифицируются по трем основным параметрам: [2]

* Вид связи между уровнями нейронов в сети
* Вид передаточной функции;
* Используемый алгоритм обучения сети

Далее важнейшим этапом является обучение нейронной сети. После того как сеть будет обучена, можно считать, что она готова к использованию

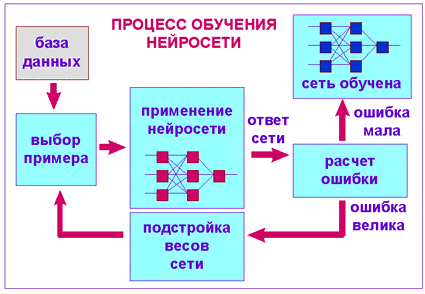


Рис. 3. Процесс обучения нейросети

**2. Программные реализации**

Создание нейронной сети – сложнейший процесс. Лишь крупные компании могут позволить себе создать собственный нейропакет. Обычно используются уже готовые пакеты. Рассмотрим их подробнее.

**MATLAB** (сокращение от англ. «Matrix Laboratory») — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений. Нейронные сети являются компонентом прикладных программ, который впоследствии я буду использовать для создания практического примера [8]

**NeuroShell 2** - программная среда с достаточно понятным интерфейсом, в которой реализованы наиболее распространенные и эффективные нейросетевые архитектуры. Этот программный продукт подойдет как новичку, так и профессионалу. NeuroShell сопровождает целая серия дополнений, которые могут существенно упростить решение ряда специализированных задач.

**GeneHunter** - программный пакет, использующий генетические алгоритмы для решения сложных, очень сложных и очень-очень сложных комбинаторных и оптимизационных задач. GeneHunter является надстройкой Microsoft Excel, т.е. пользователь решает свои задачи непосредственно из рабочего листа, содержащего данные. Кроме того, в состав GeneHunter входит динамическая библиотека функций генетических алгоритмов, что позволяет пользователю создавать системы, использующие генетические алгоритмы. NeuroShell Trader

**NeuroShell Trader** - система, предназначенная для прогнозирования и поиска эффективных торговых стратегий на финансовых рынках. Система ориентирована на трейдеров, инвесторов и всех тех, кто зарабатывает или собирается зарабатывать на биржевой торговле. Она настолько проста в использовании, что начинающие могут быстро освоить ее и начать эффективно использовать. Однако система является настолько мощной, что дает возможность профессионалам решать широкий круг сложнейших задач. Подробно о программном продукте... NeuroShell Series Нейросетевые архитектуры, лежащие в основе программ данной серии, являются самыми последними достижениями научного поиска, результатом которого явилось создание алгоритма "самопостроения" нейронной сети, обладающей рекордными скоростями обучения. Эти программы чрезвычайно просты в использовании. Теперь пользователь должен сосредоточиться только на формулировке задачи, все остальное программы данной серии сделают сами. В состав серии входят: NeuroShell Predictor - Предсказатель NeuroShell Classifier - Классификатор NeuroShell Run-Time Server - Средства автономного использования сетей, полученных в NeuroShell Predictor и NeuroShell Classifier. NeuroShell Predictor дает возможность с легкостью создавать системы для решения задач прогнозирования и предсказания на основе имеющейся базы данных. Это могут быть предсказания следующих значений параметров временного ряда, например, предсказание курса акций, или оценка какой-либо величины, определяемой набором независимых факторов, например, оценка стоимости квартир или подержанных автомобилей.

**NeuroShell Classifier** предназначен для решения задач распознавания образов, связанных с определением принадлежности предъявляемого образа (ситуации) к той или иной категории. Например, по набору биржевых показателей вырабатывать сигнал для покупки или продажи акций той или иной компании.

**3. Применение нейронных сетей.**

Нейронные сети и генетические алгоритмы в настоящее время находят огромное число разнообразных применений. Действительно, в любой области человеческой деятельности есть плохо алгоритмизуемые задачи, для решения которых необходима либо постоянная работа группы квалифицированных экспертов, либо адаптивные системы автоматизации, каковыми являются нейронные сети. Разные компании выбирают разные варианты - одни предпочитают тратить деньги на оплату лучших специалистов и их обучение, другие покупают полностью готовые специализированные нейросетевые системы, а третьи комбинируют эти подходы, создавая собственные системы с нуля или на основе готовых коммерческих пакетов. Каждый из вариантов внедрения новых технологий имеет свои достоинства и недостатки.

Вариант создания собственной системы на основе готового нейропакета подходит для менее крупных компаний и даже для частных лиц - инвесторов, трейдеров, предпринимателей. Впрочем, имеется и несколько примеров крупнейших концернов, избравших этот вариант и добившихся успеха. Так, например, компания DuPont разработала новый материал - безопасное стекло, используя нейросетевой пакет NeuroShell. Также этот пакет используется в крупных западных банках, таких как Citibank, Security Pacific National Bank, The World Bank, Lloyds Bank, The Federal Reserve Board, Federal Reserve Bank of New York, и в страховых компаниях Royal Insurance, Presidential Life Insurance, New York Life Insurance и других. Хотя конкретные методики использования пакетов держатся в секрете, формулировки задач и подходы к их решению известны. Ниже будет рассказано об известных способах использования нейросетей в различных областях бизнеса и технологий.

**3.1. Прогнозирование изменения котировок**

Большинство участников рынка используют различные методы для прогнозирования, предполагая, что присутствует множество скрытых закономерностей.

Такие скрытые закономерности пытался выявить в 30-х годах в серии своих исследований основатель технического анализа Эллиот (R.Elliott).

В настоящее время профессиональные участники рынка используют различные методы прогнозирования, основными из которых являются:

1) экспертные методы прогнозирования. Самый распространенный метод из группы экспертных методов — метод Дельфи. Суть метода заключается в сборе мнений различных экспертов и их обобщение в единую оценку. При прогнозировании этим методом финансовых рынков нам нужно выделить экспертную группу людей, которая разбирается в этой предметной области (это могут быть аналитики, профессиональные трейдеры, инвесторы, банки и т.д.), провести анкетирование или опрос и сделать обобщение о текущей ситуации на рынке.

2) Методы логического моделирования. Основаны на поиске и выявлении закономерностей рынка в долгосрочной перспективе. Сюда входят методы:

* метод сценариев («если — то»), описание последовательностей исходов из того или иного события, с созданием базы знаний;
* методы прогнозов по образу;
* метод аналогий.

3) Экономико-математические методы. Методы из этой группы базируются на создании моделей исследуемого объекта. Экономико-математическая модель — это определенная схема, путь развития рынка ценных бумаг при заданных условиях. При прогнозировании финансовых временных рядов используют статистические, динамические, микро- макро-, линейные, нелинейные, глобальные, локальные, отраслевые, оптимизационные, дескриптивные. Очень значимы для финансовых наук оптимизационные модели, они представляют из себя систему уравнений, куда входят различные ограничения, а также особое уравнение называемое функционалом оптимальности (или критерием оптимальности). С помощью него находят оптимальное, наилучшее решение по какому-либо показателю.

4) Статистические методы. Статистические методы прогнозирования применительно, для финансовых временных рядов основаны на построении различных индексов (диффузный, смешанный), расчет значений дисперсии, мат ожидания, вариации, ковариации, интерполяции, экстраполяции.

5) Технический анализ. Прогнозирование изменений цен в будущем на основе анализа изменений цен в прошлом. В его основе лежит анализ временны́х рядов цен — «чартов» (от англ. chart). Помимо ценовых рядов, в техническом анализе используется информация об объёмах торгов и другие статистические данные. Наиболее часто методы технического анализа используются для анализа цен, изменяющихся свободно, например, на биржах. В техническом анализе множество инструментов и методов, но все они основаны на одном предположении: из анализа временны́х рядов, выделяя тренды, можно спрогнозировать поведение цен.

6) Фундаментальный анализ. Метод прогнозирования рыночной (биржевой) стоимости компании, основанных на анализе финансовых и производственных показателей её деятельности. Фундаментальный анализ используется инвесторами для оценки стоимости компании (или её акций), которая отражает состояние дел в компании, рентабельность её деятельности. При этом анализу подвергаются финансовые показатели компании: выручка, EBITDA (Earnings Before Interests Tax, Deprecation and Amortization), чистая прибыль, чистая стоимость компании, обязательства, денежный поток, величина выплачиваемых дивидендов и производственные показатели компании.

Нейронные сети можно отнести к методам технического анализа, т.к они тоже пытаются выявить закономерности в развитие ряда, обучаясь на его исторических данных.

Задача получения входных образов для формирования обучающего множества в задачах прогнозирования временных рядов предполагает использование метода «окна». Этот метод подразумевает использование «окна» с фиксированным размером, способного перемещаться по временной последовательности исторических данных, начиная с первого элемента, и предназначены для доступа к данным временного ряда, причем «окно» размером N, получив такие данные, передает на вход нейронной сети элементы с 1 по N-1, а N-ый элемент используется в качестве выхода. Качество обучающей выборки тем выше, чем меньше ее противоречивость и больше повторяемость. Для задач прогнозирования финансовых временных рядов высокая противоречивость обучающей выборки является признаком того, что способ описания выбран неудачно. Факторы влияющие на противоречивость и повторяемость: 1) количество элементов обучающей выборки — чем больше элементов, тем больше противоречивость и повторяемость; 2) количество классов на которые перекодировали процентные приращения — при увеличение снижается противоречивость и повторяемость; 3) глубина погружения в финансовый временной ряд («окно») — чем больше глубина, тем меньше противоречивость и меньше повторяемость. При создании обучающей выборки, меняя эти параметры, необходимо найти баланс при котором уровень противоречивости минимален а повторяемость максимальна.

**3.2. Управление ценами и производством.**

Руководители предприятий часто недооценивают потери от неоптимального планирования производства. Так как спрос и условия реализации зависят от времени, сезона, курсов валют и многих других факторов, то и объем производства необходимо гибко варьировать с целью оптимального использования ресурсов. Существуют примеры нейросетевых систем планирования,применяемые совместно со стандартными методами исследования операций, динамического программирования, а также с методами нечеткой логики.

Английское издательство The Times, выпускающее газеты, приобрело у фирмы Neural Innovation Ltd. систему планирования цен и затрат, основанную на нейросети с использованием генетических алгоритмов. На основе исторических данных система обнаруживает сложные зависимости между затратами на рекламу, объемом продаж, ценой газеты, ценами конкурентов, днем недели, сезоном и т.д. После этого возможен подбор оптимальной стратегии с точки зрения максимизации объема продаж или прибыли.

**3.3. Исследование факторов спроса**

Для увеличения прибыльности бизнеса в условиях конкуренции компании необходимо поддерживать постоянный контакт с потребителями - обратную связь. В частности, для этого солидные компании проводят опросы потребителей, выясняющие, какие факторы являются для потребителя решающими при покупке данного товара или услуги, почему в некоторых случаях предпочтение отдается конкурентам, и какие улучшения товара потребитель хотел бы увидеть в будущем. Анализ результатов такого опроса - достаточно сложная задача, так как здесь участвует большое количество связанных между собой параметров.

Нейронные сети идеально подходят для решения этой задачи. Существующие нейросетевые методы позволяют вывлять сложные зависимости между факторами спроса, прогнозировать поведение потребителей при изменении маркетинговой политики, находить наиболее значимые факторы и оптимальные стратегии рекламы, а также очерчивать сегмент потребителей, наиболее перспективный для данного товара.

**3.4. Оценка недвижимости**

В наше время сегмент офисных зданий и сооружений является существенной частью общего рынка недвижимости. Для компаний, управляющих такими объектами, важное значение приобретает рыночная оценка стоимости сдаваемых в аренду офисных площадей. Развитие новых информационных технологий позволяет решить эту задачу.

Сравнительный подход является методом оценки недвижимости, который базируется на информации о недавних сделках с аналогичными объектами на рынке и сравнении оцениваемой недвижимости с аналогами. Этот подход требует множества вычислений, учета большого количества поправок и корректировок. Не всегда удается достаточно точно выявить закономерность, определяющую арендную стоимость недвижимости.

Искусственные нейронные сети обладают способностью выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, выполнять обощение.

**3.5. Анализ потребительского рынка**

Несколько лет назад фирма IBM Consulting выполнила заказ на создание нейросетевой системы, прогнозирующей свойства потребительского рынка. Заказчик - один из крупнейших производителей пищевых продуктов, имеющий огромные рынки сбыта. Одним из основных маркетинговых механизмов заказчика является распространение купонов, которые право покупки определенного товара со скидкой.

Затраты на рассылку купонов довольно велики, решающим фактором является эффективность рассылки, то есть доля клиентов, которые воспользовались скидкой.

Для повышения эффективности купонной системы важно было провести предварительную сегментацию рынка, а затем адресовать клиентам каждого сегмента именно те купоны, которыми они с большей вероятностью воспользуются. В терминах анализа данных здесь требовалось решить задачу кластеризации, что и было успешно сделано с помощью сетей Кохонена. На втором этапе для потребителей каждого из кластеров подбирались подходящие коммерческие предложения, а затем строился прогноз объема продаж для каждого сегмента.

Другой вариант решения этой же задачи избрала компания GoalAssist Corporation, исполняя заказ крупной маркетинговой фирмы. Требовалось исследовать стратегию поощрительных товаров. Присылая 5 этикеток от чипсов Lays, клиент получает бесплатно футболку. Обычные методы прогнозирования отклика потребителей оказались в данном случае недостаточно точны. В результате спрос на футболки оказался слишком велик и многим покупателям пришлось долго ждать получения приза, а другие подарки остались невостребованными. Чтобы повысить точность прогнозирования, было решено веослдствии использовать исторические данные и нейронные сети.

Компания Neural Innovation Ltd. использует при работе с маркетинговыми компаниями конкретную стратегию прямой рассылки. Вначале рассылается 25% от общего числа предложений и собирается информация об откликах потребителей. Затем эта информация поступает на вход нейрокомпьютера, который осуществляет поиск оптимального сегмента потребительского рынка для данного товара. Затем остальные 75% предложений рассылаются в указанный сегмент. При этом эффективность рассылки существенно возрастает.

**3.6. Борьба с мошенничеством [16]**

Общепринятые методы обнаружения и предотвращения мошенничества основаны на проведении индивидуальных расследований с возможным применением компьютерных технологий, а также на поддержке клиентов.

Компьютерные технологии значительно облегчают обнаружение мошенничества, используя такие программные методы, как подготовка отчетов об исключительных ситуациях. В таких отчетах события, удовлетворяющие тем или иным заранее определенным критериям, получат специальную пометку.

К примеру, в отчете об исключительных ситуациях при страховании здоровья могут быть помечены все операции по удалению аденоид, стоимость которых превышает определенный, заранее установленный уровень. Подобные системы используются со вполне разумной и очевидной целью - избежать крупных расходов. Несовершенство этого метода состоит в том, что мошенники могут рассчитать используемые пороговые значения и не превышать их в сфальсифицированных ими документах. При этом факт мошенничества так и не будет раскрыт.

Достаточно большое количество зарубежных фирм применяет технологию нейронных сетей для предупреждения потенциально мошеннических операций. Следует отметить, что здесь идёт речь не только о мошенничестве с пластиковыми картами. Спектр систем, предупреждающих мошенничество, простирается от мошенничества в сфере здравоохранения до мошенничества в кредитной сфере.

Это компания Cybersource. Данная фирма предоставляет услуги онлайновым мерчантам (т.е. службам, позволяющим приинимать платежи с использованием банковской пластиковой карты) по обнаружению и предупреждению случаев мошенничества. Они предоставляют клиентам программный модуль для передачи данных о транзакции и 'пропускают' эту транзакцию через свою систему, построенную на принципе 'нейронных сетей'. Мерчанту они передают обратно оценку риска (Cybersource , например, ранжирует риск от 0 до 99, где 0 - это минимальный риск, а 99 - максимальный риск по транзакции). Мерчант смотрит на оценку риска и, например, если она выше 50, то не посылает эту высокорисковую транзакцию в процессинговый центр. Эффективность данной технологии оценки рисков привела к тому, что Visa заключила договор о сотрудничестве с компанией Cybersource. И Visa применяет к мерчантам, которые превысили допустимую границу по чарджбэкам, значительно более мягкие санкции, если мерчант использовал Cybersource в качестве инструмента минимизации рисков мошенничества. Таким образом, имеется богатейшая статистика для обработки транзакции с помощью программ, основанных на технологии 'нейронных сетей', потому что через них ежечасно проходят тысячи транзакций со всего мира, их системы отслеживают (причём автоматически и динамически) новые уловки и методы онлайновых мошенников, и с каждой новой транзакцией система самосовершенствуется для ещё более эффективной борьбы с фродом.

**3.7. Распознавание отсканированного текста.**

Операция распознавания отсканированного текста является наиболее популярной из всех возможных «нейросетевых операций». Ее используют очень многие: от обыкновенных школьников (которые, например, хотят отсканировать текст и поместить его в реферат) до высших начальников фирм, которым необходимо перевести в электронный вид, к примеру, банковские соглашения.

Принцип распознавание напечатанного текста заключается в следующем: определен язык текста, который будет распознаваться, компьютер имеет образ каждой буквы, (к примеру, одной из 66 в русском алфавите – заглавные и строчные), далее сопоставляет и, используя встроенный словарь, выдает полученный текст. Сейчас наиболее мощными таким программами являются ABBYY FineReader и встроенный инструмент Google Docs. В лучших OCR-системах используется технология распознавания, схожая с человеческим: многоступенчатая.: распознавание отдельных букв, распознавание слова в целом, распознавания предложения в целом.

Сейчас ученые собираются научить компьютер распознавать рукописный текст. Не вижу смысла пояснять необходимость этой операции. Однако сделать это намного сложнее, поскольку у каждого человека свой почерк. Однако, программисты утверждают, что она будет непременно работать и не будет требовать длительного обучения, а будет обучаться практически на ходу

**4. Программный пример [7]**

**4.1. Прогнозирование изменения цен USD/RUR [6]**

В настоящее время многие люди зарабатывают, торгуя валютой: т.е. рассчитывают, в какую валюту лучше вложить средства, как будет прибыльней. Люди давно пытаются найти зависимости движения курса валюты. Эту проблему может помочь решить нейронные сети.

На сайте Банка России есть раздел с историей официального курса валют за определенный период. Я взял курс доллара с 1.01.2000 по 02.02.2013. Далее построил график.

Поскольку моя цель – попытаться спрогнозировать дальнейшее движение валюты, я решил, что Стоимость доллара [D] = f (дня) Это сложная функция, которая в некотором отношении периодична, а некоторые зависимости которой могут быть раскрыты при помощи искусственной нейронной сети. Для обучения нейронной сети в качестве входных данных я использовал номер дня (последовательно, начиная с 1 января 2000). Единственное условие – Банк России не задает курс на выходные, но для простоты расчетов я не стал пропускать номера дней. У меня получилось 3260 дней. А в качестве выходных данных – курс.

Архитектура используемой нейронной сети — многослойный перцептрон с одним скрытым слоем. В качестве алгоритма обучения использую алгоритм L-BFGS. [3]

После длительного (около 180 минут) обучения, система проанализировала все данные и была готова к работе. Я решил спрогнозировать курс валют на последующие 10 дней, задав во входящих значениях №№ 3261 – 3271. Далее получаю целевые данные и предоставляю их в виде графика.

Оказалось, что курс валют был спрогнозирован достаточно точно. (как выяснилось впоследствии). Общая тенденция движения валюты была выявлена абсолютно верно. Для повышения точности можно в дальнейшем изменить архитектуру сети на более подходящую или продолжить тренировать (обучать) сеть.

**4.2. Оценка стоимости недвижимости.**

Рынок недвижимости – это один из самых сложных рынков. Цена на недвижимость зависит не от одного параметра и не от двух, а от нескольких десятков. Основным методом оценки жилой недвижимости

* Площадь [кв.м.]
* Район расположения [рейтинг, составленный экспертами, я брал с сайта rbc.ru] [12]
* Обеспеченность парковкой [1 – обеспечена парковка, 0 – нет парковки]
* Высота этажа [м]
* Глубина этажа [м]
* Качество отделки [оценка по 10-бальной шкале]
* Расстояние до метро [в минутах пешком]
* Этаж [№]
* Этажность [№]
* И др.

Для того чтобы «заставить» Нейронную сеть анализировать все эти данные и искать в них сложные зависимости, необходимо для каждого критерия выбрать числовую единицу. Я их обозначил в квадратных скобках напротив критерия.

Следующим шагом было сделать таблицу с параметрами квартир. Используя аналитический центр (ресурс) Яндекс.Недвижимость, я составил таблицу из 90 элементов, которая включала в себя основные параметры квартиры и цену.

Я выбрал «радиальную базисную функцию» для анализа данных, 4000 эпох для обучения как сеть, предназначенная для поиска сложных зависимостей и предназначенная для выдачи точного конкретного результата. В качестве входных данных я использовал

70 элементов таблицы использовал для первичного обучения, 20 – для финального (завершающего) этапа обучения.

После окончания обучения, я проверяю качество и выбираю случайным образом на аналитическом ресурсе «Яндекс.Недвижимость» несколько квартир. Далее оцениваю их с помощью построенной и обучнной нейросети.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры квартиры | Стоимость, руб | Предложенная стоимость |
| 1 комн.: 35.00/19.00/9.20м², этаж 21/22  Россия, Москва, Неманский проезд, 13к2  м. Строгино, 3 мин. на транспорте  телефон, санузел совмещенный, две лоджии, дом панельный | 6 500 000 | 6 100 000 |
| 2 комн.: 48.00/31.00/7.00м², этаж 11/12  Россия, Москва, Шипиловская улица, 25к1  м. Домодедовская, 3 мин. на транспорте  телефон, санузел раздельный, балкон, дом панельный | 7 200 000 | 8 000 000 |
| 2 комн.: 47.50/37.60/8.80м², этаж 11/12  Россия, Москва, Ташкентская улица, 3к1  м. Выхино, 13 мин. пешком  телефон, санузел раздельный, лоджия, дом панельный | 6 300 000 | 7 500 000 |
| 3 комн.: 63.00/39.00/9.00м², этаж 10/14  Россия, Москва, Братеевская улица, 33к1  м. Борисово, 3 мин. на транспорте  телефон, санузел раздельный, две лоджии, дом панельный | 9 500 000 | 9 400 000 |

По таблице видно, что по тенденция цены на квартиру в зависимости от типа определена верно, но не достаточно точна. Скорей всего это связано с непродолжительным обучением. (В отличие от первого примера).

**5. Недостатки использования нейросетей.**

Главным недостатком использования нейронной сети является сложность их эксплуатации и то, что нейросети в любом случае имеют некоторую погрешность. При обучении простым алгоритмам эта доля ошибки ничтожно мала. В то же время при обучении сложным алгоритмам, доля ошибки значительно выше. Главной особенностью нейронной сети является ее способность к обучению. Таким образом, с каждым следующим разом доля ошибки будет падать.

**Заключение**

Искусственные нейронные сети являются весьма перспективным и очень мощным аналитическим инструментом. Результатом их внедрения повсеместно станут:

* Повышение качества продукции
* Понижение уровня преступности в сфере высоких технологий
* Повышение точности сложных расчетов и предсказаний
* Повышение точности маркетинговых прогнозов
* Упрощение жизни в плане уменьшения количества механической работы.

Созданная мною нейронная сеть смогла достаточно очно спрогнозировать движение валюты, а также рассчитать стоимость квартиры, которые я предложил для анализа. Нейронные сети – это принципиально новый инструмент. Как я говорил ранее, одной из основных особенностей нейронных сетей является поиск сложных зависимостей и взаимосвязей. Таким образом эта система незаменима хотя бы для дублирования, чтобы проверять человека, чтобы не было сильных ошибок. (как с компанией Lays – неправильный расчет количества и цены товара.)

Цель и задачи, которые я поставил для своей работы, я достиг:

* Выявлены способы применений нейронных сетей в экономике
* Показана необходимость их применения
* Проведен практический пример с использованием нейронной сети

В дальнейшем я собираюсь продолжить работу над данной темой: повысить точность расчета стоимости квартиры, увеличив количество факторов и обучив сеть. Далее интересно было бы взять еще какой-нибудь практический пример, который намного сложней и, соответственно, интересней.

Список литературы

1. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004
2. Боровиков В. STATISTIKA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов – СПб.: Питер, 2003
3. Вороновский Г.К., и др. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К.Вороновский, К.В. Махотило, С.Н.Петрашев, С.А.Сергеев. – Х.:Основа, 1997
4. Гольштейн Б.С. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000
5. Krose – an introduction to Neural networks, The university of Amsterdam/1996
6. Лесохин В.З. Разработка бизнес-процессов совместных инвестиций с применением ППП Матлаб – нейронные сети, из-во Санкт-Петербургского государственного университете, 2011
7. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети MATLAB 6/Под общ. ред. к.т.н. В.Г.Потемкина – М.:ДИАЛОГ\_МИФИ,2002
8. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – Мю: ДМК Пресс, 2005
9. Информация сайта <http://www.neuroproject.ru> 10.02.2013
10. Информация сайта <http://md-it.ru/> 15.02.2013
11. Информация сайта <http://sun.tsu.ru> 16.02.2013
12. Информация сайта <http://www.rbc.ru> 20.02.2013
13. Информация сайта http://realty.yandex.ru 14.02.2013
14. Информация сайта <http://www.images.google.>com 24.02.2013
15. Информация сайта <http://www.images.yandex.ru> 14.02.2013
16. Информация сайта [http://bankir.ru/tehnologii 21.02.2013](http://bankir.ru/tehnologii%2021.02.2013)
17. Информация сайта <http://ru.wikipedia.org/wiki> 23.02.2013