

кардинально изменить роль программного обеспечения в экономике Республики Беларусь, скорость его разработки и массовость его распространения. При этом возрастет также внимание и желание помогать и инвестировать в данную сферу у серьезных международных организаций, небольших организаций и даже отдельных разработчиков, повышается имидж страны. А в страну с высоким имиджем в информационной сфере начинают приходить инноваторы и инвесторы не только в сфере программного обеспечения, но и в совершенно других.

Таким образом можно сделать вывод, что программное обеспечение с открытым или свободным исходным кодом при правильном подходе способно стать тем инструментом, который может кардинально повлиять на инновационное развитие экономики Республики Беларусь и значительно повысить желание

инвесторов вкладывать в нее деньги и усилия. Это может стать настоящим поворотом по сравнению с тем, куда мы движемся сейчас, а также тем самым опытом, который будут изучать и перенимать у Республики Беларусь.

1. TheDocumentFoundation – Проекты / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.documentliberation.org/projects/>.
2. Журнал научных публикацийМеждународный опыт перехода на свободное программное обеспечение в государственных учреждениях [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.jurnal.org/articles/2014/inf1.html> – Дата доступа: 02.09.2017
3. ВебАрхив – Миграция на свободное ПО [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.webcitation.org/66do9j8oC> – Дата доступа: 03.09.2017.

УДК 658

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПЛАНИРОВАНИИ

Мелюшин П.В., Лукьяненко А.Ю.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Искусственные нейронные сети (далее просто: нейронные сети или нейросети) входят в комплекс интеллектуальных информационных систем (ИИС). Задача этих систем – осуществление поддержки деятельности и поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке. Нейросети выделяются в этом комплексе тем, что они не программируются в привычном смысле этого слова, а представляют собой сложную модель, которая способна обучаться. Эта возможность – одно из главных преимуществ нейронных сетей, а само обучение технически заключается в нахождении коэффициентов связей между блоками данных (нейронами). Несмотря на то что при построении таких сетей обычно делается ряд допущений и значительных упрощений, отличающих их от биологических аналогов, искусственные нейронные сети демонстрируют удивительное число свойств, присущих мозгу, – это обучение на основе опыта, обобщение, извлечение существенных данных из избыточной информации. В процессе работы нейронная сеть способна находить многоуровневые зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Обученная сеть может быть устойчивой к некоторым отклонениям входных данных.

Определенная близость нейросетей к принципам работы мозга позволяет использовать

их там, где обычным программам самостоятельно справиться с задачей не под силу. Одними из таких направлений являются планирование и прогнозирование. Несомненно, существуют самые сложные программы, базы данных, динамические математические модели с графическими интерфейсами. Но все они имеют серьезные недостатки: они неспособны отреагировать на ту ситуацию, которая в них не заложена; они опираются на те принципы, которые заложены в них эксперты и программисты; программу нередко приходится серьезно перестраивать при изменении рабочих условий.

Существует и множество других проблем у «обычных» программ по сравнению с нейросетями, что лишь усиливает сравнительный потенциал последних. Это также подтверждается тем, что именно прогнозирование на основе нейросетей наиболее полно реализовано в сфере финансов и в экономике. Ниже перечислены области сфер планирования и прогнозирования, в которых эффективность применения нейронных сетей уже доказана на практике:

Для финансовых операций: прогнозирование поведения клиента; прогнозирование и оценка риска предстоящей сделки; прогнозирование возможных мошеннических действий; прогнозирование остатков средств на корреспондентских счетах банка;

прогнозирование движения наличности, объемов оборотных средств; прогнозирование экономических параметров и фондовых индексов.

Для планирования работы предприятия: прогнозирование объемов продаж; прогнозирование загрузки производственных мощностей; прогнозирование спроса на новую продукцию.

Прогнозирование - это предсказание будущих событий. Целью прогнозирования является уменьшение риска при принятии решений. Прогноз обычно получается ошибочным, но ошибка зависит от используемой прогнозирующей системы. Предоставляя прогноз больше ресурсов, можно увеличить точность прогноза и уменьшить убытки, связанные с неопределенностью при принятии решений. Процессы планирования и прогнозирования тесно связаны с такими явлениями, как: неполнота полезных данных; наличие «шума» (бесполезных данных); возможная ошибка человека; очень сложные и не видимые человеку взаимосвязи между отдельными факторами; необходимость использовать опыт, извлеченный из операций планирования в прошлом.

При определении того, что нужно прогнозировать, обычно указываются переменные, которые анализируются и предсказываются. Здесь очень важен требуемый уровень детализации. Система планирования может требовать прогноз требуемого количества продукции в единицах по каждому виду. С другой стороны, менеджер по продаже может потребовать только прогноз общей суммы продажи продукта в долларах. В первом случае прогнозирование построено на единичном базисе, во втором - на обобщенном базисе. Пока требуется результирующая информация первого или второго типа нельзя однозначно выбрать анализируемые переменные.

Второй важный этап при построении прогнозирующей системы - это определение следующих трех параметров: периода прогнозирования, горизонта прогнозирования и интервала прогнозирования. Выбор периода и горизонта прогнозирования обычно диктуется условиями принятия решений в области для которой производится прогноз. Для того, чтобы прогнозирование имело смысл, горизонт прогнозирования должен быть не меньше, чем время, необходимое для реализации решения принятого на основе прогноза. Таким образом, прогнозирование очень сильно зависит от природы принимаемого решения. В некоторых случаях, время, требуемое на реализацию решения не определено. Существует методы работы в условиях подобной неопределенности,

но они повышают вариацию ошибки прогнозирования.

Третьим аспектом прогнозирования является требуемая форма прогноза. Обычно при прогнозировании проводится оценка ожидаемого значения переменной, плюс оценка вариации ошибки прогнозирования или промежутка, на котором сохраняется вероятность содержания реальных будущих значений переменной. Этот промежуток называется предсказуемым интервалом.

Далее описаны примеры задачи с помощью чего их можно решить - обычный ПК или нейронные сети. Простые и средние по сложности, принцип решения которых известен: легкие уравнения; распечатка документа; запуск программы. Подобные задачи решаются с помощью обычного ПК. Мало- среднесложные задачи с частичным знанием решения: прогнозирование ситуации; нахождение погрешности; приблизительные ответ уравнения. Такие задачи решаются при помощи статистики. Высокая сложность задачи с неизвестным решением: сложное прогнозирование; распознавание речи; распознавание образов. Данные задачи решаются только при помощи нейронных сетей (или людей).

Методы нейронных сетей могут использоваться независимо или же служить прекрасным дополнением к традиционным методам статистического анализа при планировании и прогнозировании. Нейросетевой подход 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, что очень помогает при составлении прогноза.

Преимущества нейросети при прогнозировании и планировании: отсекание шума входных данных - после обучения нейросеть способна решать, какие данные являются мусором, искажающим результаты прогноза; адаптация к изменениям - возможность адаптации нейросетей к изменениям позволяет им работать даже в критической ситуации; самообучение - самое важное свойство нейросетей; отказоустойчивость - при не критическом повреждении системы выдаваемые ей ответы логичны и правильны; быстрота работы - составление прогноза и планирование может идти намного быстрее и при

этом точнее, чем при использовании обычных алгоритмов, что очень ценно в критических ситуациях.

Казалось бы, нейросети – это идеальное решение всех существующих проблем, но это совсем не так, поскольку недостатки у них тоже есть. Эта система не есть панацея – это лишь отличный дополнительный функционал для решения тех или иных задач. Основные проблемы: приблизительный ответ – нейронные сети не способны выдавать точный ответ. Они могут помочь составить более точный прогноз, нежели человек сделает это сам, но полностью уйти от неопределенности не могут даже нейронные сети; многошаговые решения – нейросеть не способна шаг за шагом решить задачу в привычном понимании этого процесса, поскольку это система с распределенной и параллельной работой с данными; вычислительные процессы – нейросети не могут полноценно решать вычислительные задачи из-за двух вышеописанных недостатков.

В общем и целом – потенциал нейронных сетей в планировании и прогнозировании огромен, поскольку сильные стороны нейросетей как раз и проявляются в данных процессах. При этом слабые стороны (например, приблизительные ответы) проявляются слабее в связи с самой природой процессов планирования и прогнозирования. Порой даже «слабые стороны» нейросетей работают лучше, чем те инструменты, которые используются сейчас.

Нейросети умеют практически все, но их работа пока напоминает черный ящик. Даже

команда, которая создаст какую-нибудь конкретную нейросеть для решения конкретной задачи, не сможет ответить как именно внутри этой нейросети протекают процессы. Всё, что они смогут – это обучить нейросеть. При этом при работе с нейронными сетями самым сложным и трудоемким процессом является именно обучение ИНС решать ту или иную задачу. Необходимо учитывать каждую деталь, каждую мелочь, поскольку даже незначительная ошибка или отсутствие минимальной части данных приведет к неправильной работе всей нейронной сети в целом.

В конечном счете, можно сделать вывод, что нейросети – это очень мощный и по-своему уникальный инструмент в прогнозировании и планировании. Однако он не является панацеей, и следует четко понимать, где его можно использовать, а где – нецелесообразно.

1. Нейронные сети: на пороге будущего / [КомпьютерПресс / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://compress.ru/article.aspx?id=9663> – Дата доступа: 05.09.2017.
2. Искусственные нейронные сети (ИНС) – что такое нейросети, как они работают [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://goo.gl/JhN31P> – Дата доступа: 03.09.2017.
3. Нейронные сети: варианты использования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://md-it.ru/articles/html/article19.html> – Дата доступа: 04.09.2017.