УДК 004.652.4

РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА

Кузин Д.А., Запевалов А.В., Сырчин А.В.

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры», Сургут, e-mail: 2repby@gmail.com

Излагается разработанный авторами подход к представлению структуры и параметров многослойного персептрона в виде реляционной базы данных. Излагается способ представления персептрона при помощи динамических структур данных (двусвязный список) с фрагментами описаний на языке Си. Описывается и приводится в виде диаграммы данных разработанная реляционная структура данных для представления персептрона, состоящая из шести связанных сущностей. Статья может быть полезна специалистам в области компьютерного моделирования нейронных сетей.

Ключевые слова: персептрон, нейронная сеть, нейрон, СУБД, реляционная модель, отношение, сущность

THE RELATIONAL MODEL OF MULTILAYER PERCEPTRON

Kuzin D.A., Zapevalov A.V., Syrchin A.V.

Surgut State University, Surgut, e-mail: 2repby@gmail.com

This article describes the approach developed by the authors to present the structure and parameters of multilayer perceptron in a relational database. A method of representation of the perceptron with dynamic data structures (doubly linked list) with fragments of description in C language. Described and shown in a chart data the relational data structure to represent a perceptron consisting of six related entities. The article may be useful to specialists in the field of computer simulation of neural networks.

Keywords: perceptron, neural network, neuron, DBMS, relational model, relation, entity

В задачах компьютерного моделирования искусственных нейронных сетей возникает необходимость использования специальных наборов данных для представления структуры сети и параметров составляющих ее элементов. Оставляя за рамками настоящей статьи вопросы обучения и использования нейронных сетей, рассмотрим структуру многослойного персептрона [1] (рис. 1). Он состоит из слоя входных элементов (рецепторов), одного или нескольких слоев ассоциативных элементов (нейронов), слоя выходных (реагирующих) элементов. Каждый элемент имеет функцию активации (передаточную функцию), которая в простейшем случае представляет собой алгебраическую сумму всех сигналов, поступающих на вход элемента. Элементы сети связаны между собой послойно. Каждая связь имеет весовой коэффициент, на который умножается сигнал при переходе из одного элемента в другой. Число входов, как и число нейронов в каждом слое, может быть любым. Число слоёв тоже может быть любым, однако пока не доказано наличие преимуществ сети, содержащей более 3-х слоёв.

Представление персептрона при помощи динамических структур данных

Для реализации компьютерной модели нейронной сети в памяти компьютера могут быть использованы динамические структуры данных [2] (рис. 2). Структура «сеть» имеет указатели на «голову» и «хвост» динамического двусвязного списка входов и динамического двусвязного списка слоев. Каждый слой содержит указатели на первый и последний нейрон в слое. Каждый нейрон имеет указатели на «голову» и «хвост» динамического двусвязного списка связей, каждая из которых связывает нейрон с каким-либо нейроном из предыдущего слоя. Пример описания указанных структур данных на языке Си приведен на рис. 3.

С динамическими структурами данных удобно работать в памяти компьютера, однако при сохранении созданной и обученной сети на диск необходимы, очевидно, дополнительные средства. Использование для этих целей типизированных файлов не обеспечивает достаточной скорости чтения, прямого доступа и целостности данных. Традиционно для хранения больших объемов данных используются реляционные СУБД [3]. Данные, описывающие структуру многослойного персептрона, достаточно хорошо структурированы, однако напрямую не могут быть представлены в реляционном виде (для этих целей хорошо подошли бы сетевые или иерархические СУБД, но такие программные средства практически не используются). Для описания структуры персептрона в терминах реляционной модели требуется ее нормализация.

Реляционное представление персептрона

Нормализованная реляционная модель данных, описывающая структуру многослойного персептрона, приведена на рис. 4. Логическая связь между сущ-

ностями «слой-нейрон», «нейрон-связь», «сеть-слой», «нейрон-входная связь», «вход-входная связь», а также «сеть-вход» являются связями типа «один-ко-многим» и реализуются в БД при помощи ограничений целостности внешних ключей.

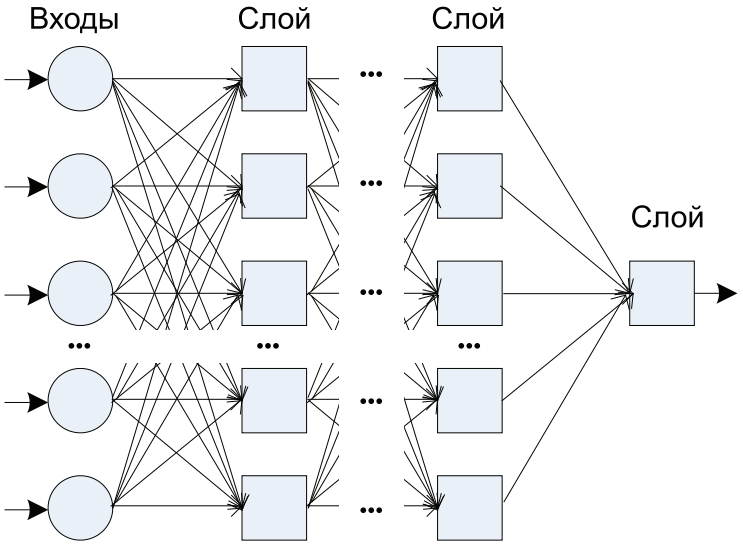

Рис. 1. Многослойный персептрон

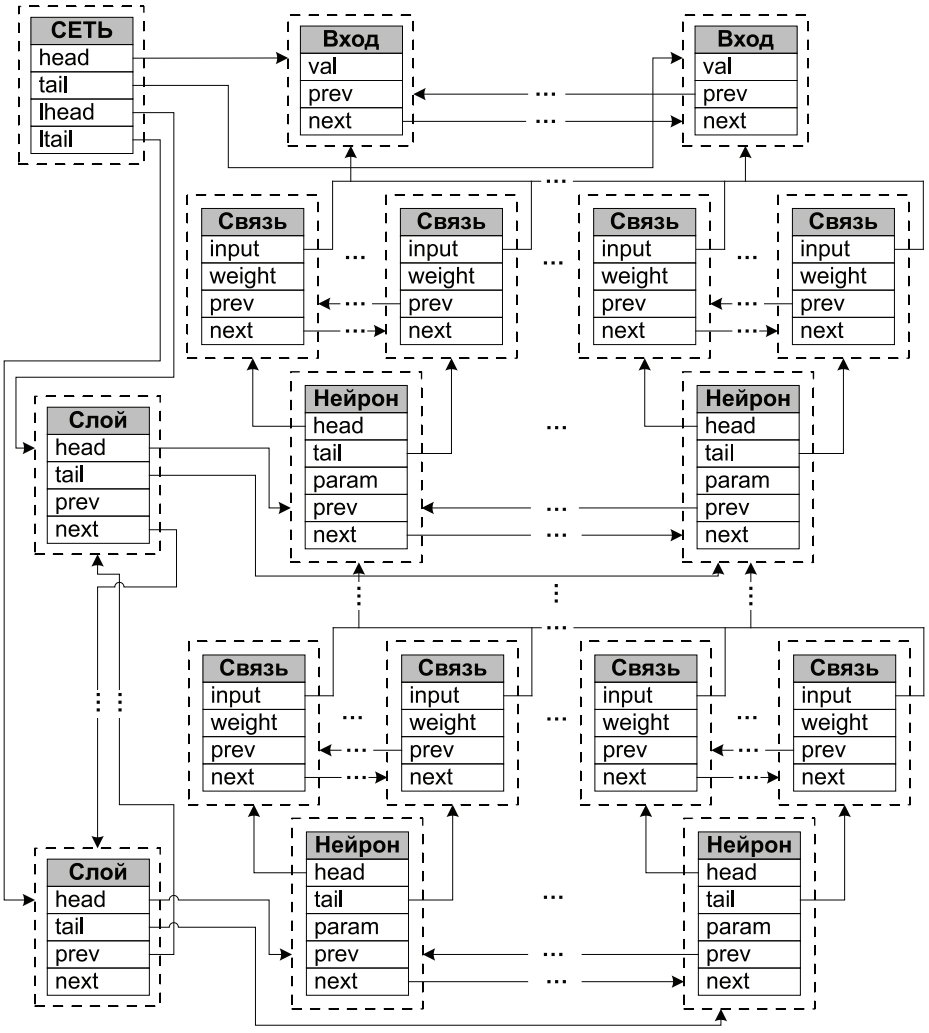

Рис. 2. Представление нейронной сети при помощи динамических структур данных

```
// Связь
typedef struct {
    void            *input;
    float           weight;
    void            *prev;
    void            *next;
} connect;
// Нейрон
typedef struct {
    connect         *chead;
    connect         *ctail;
    void            *prev;
    void            *next;
    float           param;
} neuron;
```

```
// Вход
typedef struct {
    void            *prev;
    void            *next;
    float           val;
} input;
// Слой
typedef struct {
    neuron          *head;
    neuron          *tail;
    void            *prev;
    void            *next;
} layer;
// Сеть
typedef struct
{
    layer           *head;
    layer           *tail;
    input           *ihead;
    input           *itail;
} net;
```

Рис. 3. Пример описания структур данных на языке Си

Известно, что совокупность экземпляров сущностей в реляционной БД представляет собой множество, то есть на уровне БД не может быть определен порядок следования, размещения этих экземпляров. Для нейронов и связей это не является критичным, т.к. результат работы сети будет определяться лишь структурой самой сети. Для входов же сети (input), порядок их следования, размещения является важным, т.к. он определяет способ взаимодействия рецепторов сети с внешней системой. Для этого в сущности «input» определен атрибут «input_seq», при помощи которого будет задаваться «порядковый номер» входа при подаче на него внешнего воздействия.

Порядок следования слоев нейронов может быть определен неявно, как порядок следования входящих в слои нейронов, задаваемый направленными связями. Более того, сама сущность «слой» в некотором смысле является избыточной, т.к. определив при помощи связей порядок следования нейронов, можно сделать вывод о количестве слоев и о распределении нейронов по этим слоям. Тем не менее, присутствие сущности «слой» (layer) с атрибутом, определяющим порядковый номер слоя (layer_seq), в модели желательно, т.к. далеко не все реляционные СУБД поддерживают рекурсивные SQL-запросы, а в отсутствии такого вида запросов нахождение в БД «цепочек» нейронов возможно только алгоритмическим (нереляционным) способом, что, очевидно, сильно снижает преимущества использования реляционного представления данных.

Заключение

Предложенная реляционная модель представления многослойного персептрона может быть использована при разработке систем и средств моделировании нейронных сетей. Возможные количественные ограничения на количество слоев и нейронов сети определяются только возможностями используемой СУБД. Модель инвариантна к типу применяемой реляционной СУБД.

Развитием предложенной модели является реализация дополнительных ограничений целостности, таких как, например, исключение дублирования связей, исключение связей «через слой», обратно-направленных связей. Такие ограничения реализуются при помощи триггеров, которые поддерживаются большинством современных СУБД.

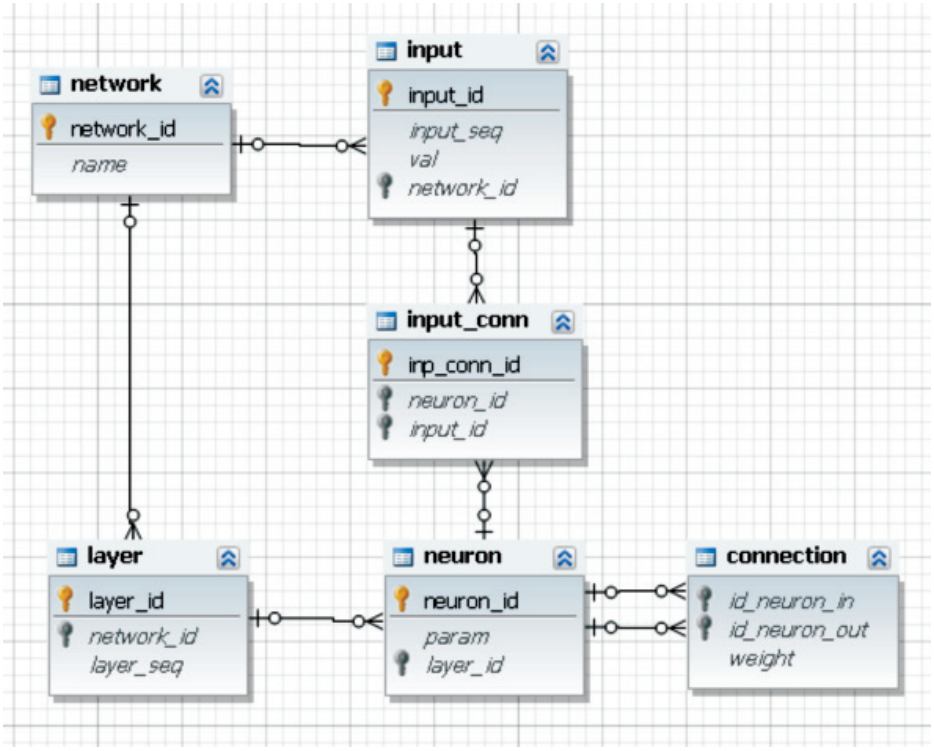

Рис. 4. Реляционная модель представления многослойного персептрона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенблатт, Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга (Principles of Neurodynamic: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms). – М.: Мир, 1965. – 480 с.

2. Роберт Седжвик. Алгоритмы на C + + . Фундаментальные алгоритмы и структуры данных. – М.: Вильямс, 2011. – 1056 с.

3. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных (Introduction to Database Systems). – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1328 с.