

Томский государственный университет  
Механико-математический факультет

**Научная конференция студентов  
механико-математического факультета ТГУ**

Сборник конференции

24–30 апреля 2014 г.

Томск – 2014

Редакционная коллегия  
Профессор, д.ф.-м.н. А.В. Старченко  
Доцент, к.ф.-м.н. Н.Н. Богословский

Научная конференция студентов механико-математического факультета ТГУ: Сборник конференции (Томск, 24 – 30 апреля 2014 г.) – Томск: Томский государственный университет, 2014 г. - 89 с.

где  $h$  — — - уровень воды(м) - скорость воды(м/с),  $z$  — пространственная переменная(м),  $t$  - время(с).

Для проведения численных расчетов используется метод Мак-Кормака второго порядка точности [1]:

Для сглаживания разрывов в решении используется модификация метода Бориса – Бука [2]. В ходе численного эксперимента установлено, что коэффициент сглаживания в случае мелкой воды, в отличие от определенного в [2], необходимо брать из промежутка [0.01;0.0167].

Результаты численных расчетов, представленные в виде графиков изменения скорости и уровня воды с течением времени, с коэффициентом сглаживания, взятым из этого промежутка, совпали с данными из [3].

#### Литература

1. Уорминг Р.Ф. Нецентральные разностные схемы второго и третьего порядка точности для решения нелинейных уравнений гиперболического типа /Р.Ф. Уорминг, П. Кутлер, Г. Ломакс//Ракетная техника и космонавтика. – 1973. - т11. - №2. - С 76-85.
2. Войнович П.А. О расчете разрывных течений газа./П.А. Войнович, А.И. Жмакин, Ф.Д. Попов, А.А. Фурсенко. – М.: 1977. – 35 с
3. Богомолов С. В. Моделирование волн на мелкой воде методом частиц/С.В. Богомолов, Е.В. Захаров, С.В. Зеркаль //Математическое моделирование. – 2002. – Т. 14. – №. 3. – С. 103-116.

## РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Семёнов Е. В.

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. Старченко А.В.

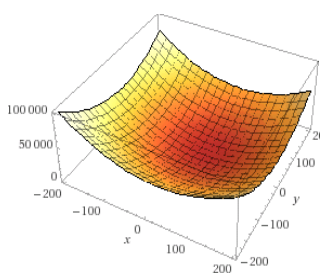
Томский государственный университет

E-mail: semenov.evgeny.92@gmail.com

Искусственные нейронные сети позволяют решать задачи, где обычные алгоритмы и методы применять затруднительно. Определяются нейронные сети, как правило, следующей формулой:

$y = F(Wx^T - b)$ , где  $W$  – матрица весов,  $x$  – вектор входных данных,  $F$  – пороговое значение функции активации, а  $y$  – вектор на выходе сети [1]. Если в качестве функции активации взять линейную функцию вида  $F(x) = x$ , и пороговое значение приравнять к нулю, то формула примет следующий вид:  $y = Wx^T$ . Нетрудно заметить, что эта формула описывает систему линейных алгебраических уравнений относительно переменной  $x$ :  $Ax = b$ . Для случая, когда известны параметры  $A$  и  $b$ , существует множество методов, позволяющих отыскать значение вектора  $x$  (прямая задача). Но когда известны  $x$  и  $b$ , и требуется найти коэффициенты матрицы  $A$  (обратная задача), появляются трудности. В свою очередь, для искусственных нейронных сетей решение обратной задачи не составляет труда. Нейронные сети обучаются путем изменения коэффициентов весов, связывающих отдельные нейроны, по заданной обучающей выборке, включающей в себя векторы входных значений и соответствующие им векторы, которые ожидаются на выходе из сети. Тем самым любая искусственная нейронная сеть вида  $y = Wx^T$  способна решить обратную задачу по нахождению коэффициентов матрицы СЛАУ.

В 1960 году Бернард Уидроу и студент Тед Хофф произвели некоторые модернизации персептрона и ввели в теорию нейронных сетей новое понятие "Adaline" (Adaptive Linear Neuron - адаптивный



линейный нейрон). Правило для нейронных сетей типа Adaline было названо дельта-правило. Оно основано на методе градиентного спуска, где в качестве направления градиента используется направление градиента ошибки. Сама же функция ошибки по виду является эллиптическим параболоидом вращения

$F(Wx^T - b)$ , что позволяет говорить об однозначности решения [2, 3]. По своей структуре Adaline отличается от персептрона тем, что передаточная функция активации является непрерывной (сигмоид или линейная) и не имеет порогового ограничения, тем самым позволяя сети на выходе получать не только бинарные значения, но и значения из  $\mathbb{R}^n$ . Тем не менее, что персептрон, что сеть типа Adaline способны решать лишь линейно отделимые задачи. Конечно, спустя какое-то время на это был сделан акцент и

была введена сеть типа Madaline(Multiple Adaline) которая обходила ограничения перцептрона на линейную отделимость, на выходе такая сеть имела не один нейрон, а несколько. Эта сеть включала в себя множество Adaline подсетей. Сеть такого вида и была использована для решения обратной задачи в представленной работе.

Следует отметить, что искусственные нейронные сети поддаются распараллеливанию. Это связано с тем, что каждый нейрон каждого слоя рассчитывается отдельно от других, у него есть свой набор весов, характеризующих соединение с нейронами предыдущего слоя. Для подсчёта значения нейрона на любом слое, необходимо лишь предоставить вектор выходов нейронов предыдущего слоя каждому процессору. В таком случае мы получим ускорение работы программы на любом слое примерно во столько раз, сколько нейронов на этом слое расположено. Можно рассчитывать отдельно значение каждого элемента выхода предыдущего слоя умноженное на соответствующий ему весовой коэффициент, и после просуммировать все эти значения для каждого нейрона. Тогда каждый нейрон из  $m$  в слое получит одинаковое количество процессоров, откуда получим ускорение примерно в  $mk$  раз.

#### Литература

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Москва: Мир, 1992.
2. Widrow B. and Stearns S.D., *Adaptive Signal Processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.
3. Widrow B. and Lehr M.A., "30 Years of Adaptive Neural Networks: Perceptron, Madaline, and Backpropagation," *Proceedings of the IEEE*, 78(9):1415-1442, September 1990. Also appears as a chapter in *Neural Networks: Theoretical Foundations and Analysis*, C. Lau, ed., pp.27-53, IEEE Press, 1992; and in *Artificial Neural Networks: Paradigms, Applications, and Hardware Implementation*, E. Sanchez-Sinencio and C. Lau, eds., pp.82-108, IEEE Press, 1992.

## ОБ ОДНОЙ СХЕМЕ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ

Ситников Г.И.

Научный руководитель: Старченко А.В.

Томский государственный университет

E-mail:SGI93@mail.ru

В атмосферном пограничном слое наиболее интенсивно протекают термодинамические процессы. Одной из актуальных задач