

С.О. МКРТЧЯН, А.Г. НАВАСАРДЯН

## МАШИННЫЙ СИНТЕЗ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Լուսարանված է անհուսալի ձևական ներդրումներից հուսալի ցանցերի համադրման խնդիրը: Խնդիրը լուծված է ըստ արգումենտի 4, 5 և 6 բվերի (չափողականության): Հողվածում բերված են համադրման մեքենայական ալգորիթմը և լուծման օրինակ:

Посвящена синтезу надежных нейронных сетей из ненадежных формальных нейронов. Задача решена для числа аргумента (размерности) 4, 5 и 6. Приведены машинная программа алгоритма решения и пример решения задачи.

Библиогр.: 1 назв.

This paper is devoted to the synthesis of reliable neural networks out of unreliable neurons. The problem is solved for the numbers of arguments (dimensionality) 4, 5 and 6. Problem solution algorithm's computer program and example are presented.

Ref. 1.

Нейроны и нейронные сети являются "элементарными" структурно-функциональными "модулями", из которых состоит нервная система (мозг) человека и высших позвоночных животных. Это уникальная система переработки информации с удивительными и с технической точки зрения чрезвычайно важными свойствами и способностями.

Пусть дана некоторая произвольная, но полностью определенная логическая функция  $F$ . Требуется синтезировать сеть из формальных нейронов, которая безошибочно выполняет эту функцию. Предполагается, что все нейроны сети, в том числе и выходной, являются ненадежными, т.е. в их функциональной диаграмме, кроме 0 и 1, содержатся также буквы  $p$  ( $p \in (0, 1)$ ) [1].

При синтезе надежной нейронной сети естественным является стремление использовать возможно менее надежные нейроны, так как повышение надежности реальных нейронов почти всегда сопровождается повышением их стоимости изготовления и других затрат. Кроме того, если нейроны выпускаются промышленностью в массовом масштабе, то их надежности в среднем близки друг к другу и практически одинаковы. Учитывая это, при составлении сети вероятностных диаграмм надо стремиться, с одной стороны, максимизировать общее количество букв  $p$  в сети, а с другой - чтобы количество букв  $p$  в различных диаграммах было приблизительно одинаковым. Таким образом, возникает следующая задача. Дана некоторая произвольная функциональная диаграмма  $\{F\}$ , не содержащая букв  $p$ , и по ней требуется составить сеть вероятностных диаграмм, которые содержали бы возможно большее и в среднем приблизительно одинаковое число букв  $p$ . Такая задача для трехмерной ( $\delta=3$ ) двухранговой сети (триплетная структура) была решена [1]. Но при увеличении  $\delta$  ( $\delta=4, 5, 6 \dots$ ) задача становится громоздкой и трудно решаемой обычными средствами. Поэтому на языке Паскаль была

составлена программа, которая корректно решает эту задачу при  $\delta = 3, 4, 5$  и  $6$  для двухранговой сети. Программа работает в диалоговом режиме: сперва запрашивается количество нейронов на первом ранге ( $\delta$ ), после чего вводится некоторая функциональная диаграмма  $\{F\}$  в виде вектора или одномерного массива, число элементов которого равно  $2^\delta$ . При этом на содержание буквы  $p$  накладывается запрет. Затем запрашивается желаемое количество букв  $p$  на первом ранге и их распределение по ячейкам.

Доказано, что при максимизации числа букв  $p$  в диаграммных уравнениях (ДУ) надо на первом ранге записать только одну единицу [1]. Затем рассчитываются и выдаются на экран всевозможные варианты (количество  $p$  на каждом варианте меняется в пределах с  $1$  по  $\delta - 1$ ), и на экране появляется новый вопрос о максимальном количестве букв  $p$  больше  $\xi$ . После ввода некоторого числа (от  $1$  по  $\delta - 1$ ) на экран выдаются избранные варианты, у которых количество букв  $p$  больше  $\xi$ , но меньше  $\delta$ . Затем автоматически или вручную выбираются варианты, и при заданных условиях на экране строится нейронная сеть, которая практически безошибочно выполняет данную нами логическую функцию. При этом отдельно друг от друга рассчитывается надежность двух рангов сети по известным выражениям [1]. Потом для той же функции выдается сообщение для выбора другого набора запросами "Yes/No". При ответе "Yes" на экран снова выдается сообщение о возможных вариантах и выборе количества букв  $p$ , который на этот раз можно изменить и получить другой набор, и все это продолжается в соответствии с вышеописанной последовательностью. Выход из программы возможен только при ответе "No".

Ниже приводится пример решения задачи для количества нейронов второго ранга  $\delta = 4$ , для следующей выходной функциональной диаграммы  $\{F\}$ :  $F(1) = F(7) = F(13) = 1$ , а остальные  $F(i) = 0$ . ДУ нейрона выходного ранга  $\{U\}$  представляется в виде:  $U(6) = P$ ,  $U(9) = P$ ,  $U(12) = 1$ , а в остальных ячейках -  $U(i) = 0$ . В результате вычислений получаем:

$F(0) = 0$	$U(0) = 0$	$W(0\ 0) = 0$	$W(0\ 1) = 0$	$W(0\ 2) = 0$	$W(0\ 3) = 0$
$F(1) = 1$	$U(1) = 0$	$W(1\ 0) = 1$	$W(1\ 1) = 1$	$W(1\ 2) = 0$	$W(1\ 3) = 0$
$F(2) = 0$	$U(2) = 0$	$W(2\ 0) = 0$	$W(2\ 1) = 0$	$W(2\ 2) = 0$	$W(2\ 3) = 0$
$F(3) = 0$	$U(3) = 0$	$W(3\ 0) = 0$	$W(3\ 1) = 0$	$W(3\ 2) = 0$	$W(3\ 3) = 0$
$F(4) = 0$	$U(4) = 0$	$W(4\ 0) = 0$	$W(4\ 1) = 0$	$W(4\ 2) = 0$	$W(4\ 3) = 0$
$F(5) = 0$	$U(5) = 0$	$W(5\ 0) = 0$	$W(5\ 1) = 0$	$W(5\ 2) = 0$	$W(5\ 3) = 0$
$F(6) = 0$	$U(6) = P$	$W(6\ 0) = P$	$W(6\ 1) = 1$	$W(6\ 2) = P$	$W(6\ 3) = 1$
$F(7) = 1$	$U(7) = 0$	$W(7\ 0) = 1$	$W(7\ 1) = 1$	$W(7\ 2) = 0$	$W(7\ 3) = 0$
$F(8) = 0$	$U(8) = 0$	$W(8\ 0) = 0$	$W(8\ 1) = 0$	$W(8\ 2) = 0$	$W(8\ 3) = 0$
$F(9) = 0$	$U(9) = P$	$W(9\ 0) = P$	$W(9\ 1) = 0$	$W(9\ 2) = 1$	$W(9\ 3) = P$
$F(10) = 0$	$U(10) = 0$	$W(10\ 0) = 0$	$W(10\ 1) = 0$	$W(10\ 2) = 0$	$W(10\ 3) = 0$
$F(11) = 0$	$U(11) = 0$	$W(11\ 0) = 0$	$W(11\ 1) = 0$	$W(11\ 2) = 0$	$W(11\ 3) = 0$
$F(12) = 0$	$U(12) = 1$	$W(12\ 0) = 0$	$W(12\ 1) = 0$	$W(12\ 2) = 0$	$W(12\ 3) = 0$
$F(13) = 1$	$U(13) = 0$	$W(13\ 0) = 1$	$W(13\ 1) = 1$	$W(13\ 2) = 0$	$W(13\ 3) = 0$
$F(14) = 0$	$U(14) = 0$	$W(14\ 0) = 0$	$W(14\ 1) = 0$	$W(14\ 2) = 0$	$W(14\ 3) = 0$
$F(15) = 0$	$U(15) = 0$	$W(15\ 0) = 0$	$W(15\ 1) = 0$	$W(15\ 2) = 0$	$W(15\ 3) = 0$

Для рассмотренного варианта параметры надежности нейронов [1] равны:  $E(u) = 0,1250$ .  $E(w) = 0,0625$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети. - М.: Энергия. 1971 - 200 с.

ГИУА

5.09.1995

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. XLIX, № 2, 1996, с. 114-117.

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԻՉՆԵՐ

### ՌԱԴԻԿ ՄԱՐՏԻՐՈՍԻ ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ ՇՆՆԴՅԱՆ 60 - ԱՄՅԱԿԻՆ

Լրացավ ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի բնագավառի ակնազարկ ներկայացուցիչ, պետական մրցանակների դափնեկիր, «ԳԱԱ ակադեմիկոս», «ԳԱԱ ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտի տնօրեն, ԵՊՀ-ի ռեկտոր ՌԱԴԻԿ ՄԱՐՏԻՐՈՍԻ ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆԻ ծննդյան 60-ամյակը:



Ռադիկ Մարտիրոսի Մարտիրոսյանը ծնվել է 1936 թվականին Լեոնային 'Լարաբալի Մաղակերտի շրջանի Մատաղիս գյուղում լավագույն ընտանիքում: 1953 թ. ավարտել է հայրենի գյուղի դպրոցը, իսկ 1958 թ.՝ Երևանի պետական համալսարանի ֆիզիկամաթեմատիկական ֆակուլտետը՝ աստղաֆիզիկոսի որակավորմամբ:

Գիտական գործունեությունն սկսել է «ԳԱԱ Բյուրականի աստղադիտարանում» որպես կրտսեր զիտաշխատող: 1960 թվականից աշխատում է «ԳԱԱ ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտում»:

1961 թվականին Ռ. Մարտիրոսյանն ընդունվել է ԽՍՀՄ գիտությունների ակադեմիայի Պ. Լեբեդևի անվան ֆիզիկայի ինստիտուտի ասպիրանտուրան, որտեղ Նորբյան մրցանակի դափնեկիր, ակադեմիկոս Ա. Պրոխորովի ղեկավարությամբ զբաղվել է ռադիոաստղագիտության ոլորտում կիրառ-