+МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«**Вятский государственный университет**»

**(«ВятГУ»)**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Отчет по лабораторной работе №3

по дисциплине «Теория принятия решений»

Выполнил студент группы ИВТ-32 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Щесняк Д. С./

Проверил доцент кафедры ЭВМ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Скворцов А. А./

Киров 2017

1. Задание на лабораторную работу

Получить выборку в инструментальной оболочке ANIES и проверить её результаты с помощью нейронной сети в NeuroPro.

1. Исходные и выходные данные

ГИПОТЕЗЫ:

Язык {C++, Java, Python, Pascal, C#, JS, Ruby, PHP}

ПАРАМЕТРЫ:

Скорость\_выполнения {Высокая, Средняя, Низкая}

Скорость\_разработки {Высокая, Средняя, Низкая}

Тип {Компилируемый, Интерпретируемый}

Среда\_выполнения {Кроссплатформенный, Не\_кроссплатформенный}

Сложность {Высокая, Средняя, Низкая}

Востребованность {Высокая, Средняя, Низкая}

Уровень {Высокий, Низкий}

Веб\_разработка {Да, Нет}

Таблица 1. Входные данные обучающей выборки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| EXSP\_H | EXSP\_N | EXSP\_L | DIFF\_H | DIFF\_N | DIFF\_L | LEVEL\_H | LEVEL\_L | POP\_H | POP\_N | POP\_L |
| 0,5 | -0,5 | -0,5 | 0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,65 | 0,65 | 0,5 | -0,5 | -0,5 |
| -0,7 | -0,7 | 0,7 | -0,85 | -0,85 | 0,85 | 0,8 | -0,8 | 0,7 | -0,7 | -0,7 |
| -0,7 | 0,7 | -0,7 | -0,85 | 0,85 | -0,85 | 0,65 | -0,65 | 0,75 | -0,75 | -0,75 |
| -0,65 | -0,65 | 0,65 | -0,65 | -0,65 | 0,65 | 0,7 | -0,7 | 0,85 | -0,85 | -0,85 |
| 0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | 0,7 | -0,65 | 0,65 | -0,65 | -0,65 | 0,65 |
| -0,45 | 0,45 | -0,45 | -0,65 | -0,65 | 0,65 | 0,55 | -0,55 | -0,65 | 0,65 | -0,65 |
| 0,7 | -0,7 | -0,7 | 0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,75 | 0,75 | 0,75 | -0,75 | -0,75 |
| -0,75 | -0,75 | 0,75 | -0,8 | 0,8 | -0,8 | 0,9 | -0,9 | -0,85 | 0,85 | -0,85 |
| 0,7 | 0 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0,8 | 0 | 0,35 | 0 | 0 |
| 0 | 0,65 | 0 | 0 | 0,65 | 0 | 0 | 0,65 | 0 | 0,65 | 0 |
| -0,95 | -0,95 | 0,95 | -0,35 | -0,35 | 0,35 | -0,85 | 0,85 | -0,5 | -0,5 | 0,5 |
| 0 | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 0,85 | 0 | 0,85 | 0 | 0 | 0,75 |
| -0,8 | 0,8 | -0,8 | -0,65 | 0,65 | -0,65 | -0,8 | 0,8 | -0,75 | 0,75 | -0,75 |
| -0,85 | -0,85 | 0,85 | -0,85 | -0,85 | -0,85 | -0,8 | 0,8 | -0,45 | -0,45 | 0,45 |
| 0,65 | 0,65 | 0 | 0,7 | 0,7 | 0 | 0,8 | 0 | 0,75 | 0,75 | 0 |
| 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,55 | 0,55 | 0 | 0,75 | 0 | 0,5 | 0,5 |
| 0,65 | 0 | 0,65 | 0,6 | 0 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0 | 0,7 |
| 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,15 | 0,15 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 0,8 | -0,8 | -0,8 | -0,8 | 0,8 | -0,8 | -0,75 | 0,75 | 0,8 | -0,8 | -0,8 |
| -0,6 | -0,6 | 0,6 | -0,75 | 0,75 | -0,75 | 0,7 | -0,7 | -0,7 | -0,7 | 0,7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Таблица 2. Входные данные для обучающей выборки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DEVSP\_H | DEVSP\_N | DEVSP\_L | TYPE\_COMP | TYPE\_NOTCOMP | ENV\_CROSS | ENV\_NOTCROSS | WEB\_YES | WEB\_NO |
| -0,8 | -0,8 | 0,8 | 0,7 | -0,7 | 0,65 | -0,65 | -0,7 | 0,7 |
| 0,85 | -0,85 | -0,85 | -0,65 | 0,65 | 0,7 | -0,7 | -0,45 | 0,45 |
| -0,65 | 0,65 | -0,65 | 0,4 | 0,4 | 0,75 | -0,75 | -0,65 | 0,65 |
| -0,65 | 0,65 | -0,65 | -0,7 | 0,7 | 0,8 | -0,8 | 0,85 | -0,85 |
| -0,7 | -0,7 | 0,7 | 0,65 | -0,65 | 0,7 | -0,7 | -0,75 | 0,75 |
| -0,9 | -0,9 | 0,9 | -0,45 | 0,45 | -0,6 | 0,6 | -0,5 | 0,5 |
| 0,75 | -0,75 | -0,75 | 0,75 | -0,75 | 0,95 | -0,95 | 0,75 | -0,75 |
| -0,75 | -0,75 | 0,75 | -0,65 | 0,65 | 0,75 | -0,75 | 0,7 | -0,7 |
| 0,9 | 0 | 0 | 0,85 | 0 | 0,8 | 0 | 0,75 | 0 |
| 0 | 0,75 | 0 | 0 | 0,65 | 0 | 0,6 | 0 | 0,4 |
| -0,8 | -0,8 | 0,8 | -0,9 | 0,9 | -0,4 | 0,4 | -0,45 | 0,45 |
| 0 | 0 | 0,85 | 0 | 0,9 | 0 | 0,85 | 0 | 0,9 |
| -0,5 | 0,5 | -0,5 | -0,25 | 0,25 | -0,75 | 0,75 | -0,55 | 0,55 |
| -0,85 | -0,85 | 0,85 | -0,75 | 0,75 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,7 |
| 0,75 | 0,75 | 0 | 0,7 | 0 | 0,7 | 0 | 0,65 | 0 |
| 0 | 0,75 | 0,75 | 0 | 0,55 | 0 | 0,55 | 0 | 0,65 |
| 0,75 | 0 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,7 |
| 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,35 | 0,35 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| -0,85 | 0,85 | -0,85 | -0,8 | 0,8 | 0,75 | -0,75 | -0,7 | 0,7 |
| -0,75 | 0,75 | -0,75 | 0,25 | -0,25 | -0,9 | 0,9 | 0,85 | -0,85 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 3. Выходные данные обучающей выборки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OUT\_CPP | OUT\_JAVA | OUT\_PYTHON | OUT\_PASCAL | OUT\_CS | OUT\_JS | OUT\_RUBY | OUT\_PHP |
| 0,99989 | -0,2912 | -0,93545 | 0,9747 | 0,86865 | -0,95582 | -0,69207 | -0,99241 |
| -0,99778 | 0,86274 | 0,99999 | -0,99816 | -0,85084 | 0,00523 | 0,93485 | 0,99174 |
| 0,92783 | 0,99917 | 0,97779 | -0,89012 | 0,93105 | 0,91297 | 0,96463 | 0,29064 |
| -0,99842 | 0,89633 | 0,9994 | -0,99985 | -0,99848 | 0,99875 | -0,62172 | 0,99986 |
| 0,99757 | -0,85579 | -0,89024 | 0,99938 | 0,86821 | -0,99386 | -0,77296 | -0,98957 |
| 0,0695 | -0,19642 | -0,3937 | 0,95178 | 0,81188 | -0,7373 | 0,45322 | -0,41965 |
| 0,97286 | -0,00487 | 0,53778 | -0,99893 | -0,98978 | 0,92469 | -0,9891 | 0,72401 |
| -0,99453 | 0,73768 | 0,96003 | -0,99862 | -0,94649 | 0,99414 | 0,95682 | 0,96618 |
| -0,74112 | -0,45328 | 0,78047 | -0,99907 | -0,90066 | 0,52677 | -0,98012 | 0,6675 |
| -0,31658 | 0,81325 | -0,70546 | 0,767 | 0,93998 | 0,86882 | 0,87718 | -0,77638 |
| -0,8854 | -0,95516 | 0,68551 | 0,80005 | -0,8784 | -0,77749 | 0,81089 | -0,93116 |
| -0,21667 | -0,99668 | -0,35879 | 0,99974 | 0,90784 | -0,99821 | 0,36232 | -0,99668 |
| 0,61477 | 0,48353 | -0,93556 | 0,97289 | 0,98269 | 0,39097 | 0,7199 | -0,94328 |
| -0,89687 | -0,95756 | 0,60795 | 0,934 | -0,95741 | -0,38325 | -0,65342 | 0,285 |
| -0,87154 | 0,95796 | 0,95637 | -0,99974 | 0,42353 | 0,98643 | -0,53829 | 0,9537 |
| 0,53785 | -0,29441 | -0,83536 | 0,9926 | 0,93749 | -0,48715 | 0,76858 | -0,95971 |
| -0,78919 | -0,97231 | 0,83473 | -0,78308 | -0,65891 | -0,89747 | -0,9677 | -0,66742 |
| -0,69702 | 0,43254 | 0,04529 | -0,57424 | 0,43694 | 0,40679 | -0,6827 | -0,7838 |
| 0,99763 | 0,97282 | 0,77495 | 0,24593 | 0,87524 | 0,77061 | 0,8515 | -0,91193 |
| -0,99982 | -0,93147 | -0,95916 | -0,57517 | 0,57598 | 0,95677 | -0,93449 | 0,75198 |
| 1 | -1 | -1 | 0,9 | 0,5 | -1 | -1 | -1 |
| -0,5 | 1 | -0,1 | -0,5 | -0,5 | 0,8 | -0,3 | 0,7 |
| -1 | -0,5 | 1 | -0,9 | -0,5 | -0,5 | 0,9 | -0,5 |
| 1 | -0,2 | -1 | -1 | -0,4 | -0,2 | -0,6 | -1 |
| -0,4 | 0,9 | -0,3 | 0,35 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | -0,5 |
| -1 | -0,5 | 1 | 1 | -0,5 | -0,5 | -0,4 | 1 |
| -1 | 0,2 | 1 | -1 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,7 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | -0,3 | 0,2 | -0,6 | -0,7 |
| 0,9 | 0,95 | 0,9 | -1 | -0,2 | 0,7 | -0,5 | 0,7 |
| -0,2 | -0,2 | -0,3 | -0,2 | 0,7 | 0,4 | 0,9 | -0,2 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | -0,2 | -0,7 | -0,5 | -0,7 |

1. Выполнение лабораторной работы

**1. Network (10-10-10)**

Прогноз сети представлен в таблицах 4 и 5. Средняя ошибка - 0,123

Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C++ | | OUT\_JAVA | | OUT\_PYTHON | | OUT\_PASCAL | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 1 | 0,823 | -0,515 | -0,749 | -0,988 | -0,867 | 0,873 | 0,640 |
| 2 | 0,833 | 0,968 | 0,930 | 0,807 | 0,986 | 1,024 | -1 | -0,917 |
| 3 | 0,693 | 0,632 | 0,985 | 1,104 | 0,986 | 1,078 | 0,162 | 0,230 |
| 4 | -1 | -1,01 | -0,193 | -0,273 | -0,927 | -0,686 | -0,997 | -1,187 |
| 5 | 0,990 | 0,66 | -0,992 | -0,718 | -0,968 | -0,8 | 1 | 0,979 |
| ∆ | 0,142 | | 0,166 | | 0,132 | | 0,119 | |

Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C# | | OUT\_JS | | OUT\_RUBY | | OUT\_PHP | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 0,794 | 0,755 | -0,980 | -1,099 | -0,905 | -1,066 | -0,998 | -1,11 |
| 2 | -0,589 | -0,624 | 0,436 | 0,121 | 0,801 | 0,886 | -0,365 | -0,479 |
| 3 | 0,408 | 0,489 | 0,700 | 0,821 | 0,659 | 0,874 | 0,898 | 0,745 |
| 4 | -1 | -0,857 | 1 | 0,895 | -1 | -0,931 | 1 | 0,983 |
| 5 | 0,992 | 1 | -1 | -0,947 | -0,372 | -0,29 | -1 | -1,10 |
| ∆ | 0,061 | | 0,142 | | 0,122 | | 0,099 | |

**2. Network2 (10-20-10)**

Прогноз сети представлен в таблицах 6 и 7. Средняя ошибка – 0,083

Таблица 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C++ | | OUT\_JAVA | | OUT\_PYTHON | | OUT\_PASCAL | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 1 | 0,957 | -0,515 | -0,574 | -0,988 | -0,828 | 0,873 | 0,911 |
| 2 | 0,833 | 0,935 | 0,930 | 0,865 | 0,986 | 0,961 | -1 | -1,056 |
| 3 | 0,693 | 0,993 | 0,985 | 1,073 | 0,986 | 1,03 | 0,162 | 0,258 |
| 4 | -1 | -0,982 | -0,193 | -0,142 | -0,927 | -0,933 | -0,997 | -0,967 |
| 5 | 0,990 | 0,927 | -0,992 | -1,061 | -0,968 | -0,890 | 1 | 0,849 |
| ∆ | 0,105 | | 0,066 | | 0,062 | | 0,074 | |

Таблица 7.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C# | | OUT\_JS | | OUT\_RUBY | | OUT\_PHP | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 0,794 | 0,777 | -0,980 | -0,695 | -0,905 | -0,999 | -0,998 | -0,882 |
| 2 | -0,589 | -0,647 | 0,436 | 0,337 | 0,801 | 0,922 | -0,365 | -0,374 |
| 3 | 0,408 | 0,475 | 0,700 | 0,826 | 0,659 | 0,873 | 0,898 | 0,857 |
| 4 | -1 | -0,923 | 1 | 0,958 | -1 | -0,980 | 1 | 0,937 |
| 5 | 0,992 | 0,838 | -1 | -1,104 | -0,372 | -0,318 | -1 | -0,958 |
| ∆ | 0,075 | | 0,131 | | 0,1 | | 0,054 | |

**3. Network3 (8-8-8)**

Прогноз сети представлен в таблицах 8 и 9. Средняя ошибка – 0,142

Таблица 8.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C++ | | OUT\_JAVA | | OUT\_PYTHON | | OUT\_PASCAL | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 1 | 0,860 | -0,515 | -0,621 | -0,988 | -1,231 | 0,873 | 0,751 |
| 2 | 0,833 | 0,948 | 0,930 | 0,799 | 0,986 | 0,793 | -1 | -1,112 |
| 3 | 0,693 | 0,512 | 0,985 | 0,855 | 0,986 | 1,176 | 0,162 | 0,076 |
| 4 | -1 | -1,120 | -0,193 | -0,316 | -0,927 | -0,788 | -0,997 | -0,946 |
| 5 | 0,990 | 0,930 | -0,992 | -0,785 | -0,968 | -0,831 | 1 | 1,054 |
| ∆ | 0,1232 | | 0,139 | | 0,180 | | 0,085 | |

Таблица 9.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C# | | OUT\_JS | | OUT\_RUBY | | OUT\_PHP | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 0,794 | 0,590 | -0,980 | -1,079 | -0,905 | -0,692 | -0,998 | -0,877 |
| 2 | -0,589 | -0,738 | 0,436 | 0,215 | 0,801 | 0,922 | -0,365 | -0,433 |
| 3 | 0,408 | 0,378 | 0,700 | 0,995 | 0,659 | 0,749 | 0,898 | 0,726 |
| 4 | -1 | -0,892 | 1 | 1,024 | -1 | -0,763 | 1 | 0,730 |
| 5 | 0,992 | 0,874 | -1 | -0,716 | -0,372 | -0,543 | -1 | -0,944 |
| ∆ | 0,1218 | | 0,185 | | 0,166 | | 0,137 | |

**4. Network4 (15-15-15)**

Прогноз сети представлен в таблицах 10 и 11. Средняя ошибка – 0,080

Таблица 10.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C++ | | OUT\_JAVA | | OUT\_PYTHON | | OUT\_PASCAL | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 1 | 1,080 | -0,515 | -0,628 | -0,988 | -1,078 | 0,873 | 0,816 |
| 2 | 0,833 | 0,911 | 0,930 | 0,874 | 0,986 | 1,095 | -1 | -0,960 |
| 3 | 0,693 | 0,699 | 0,985 | 0,927 | 0,986 | 0,878 | 0,162 | 0,288 |
| 4 | -1 | -0,959 | -0,193 | -0,141 | -0,927 | -0,887 | -0,997 | -0,871 |
| 5 | 0,990 | 0,895 | -0,992 | -1,033 | -0,968 | -0,924 | 1 | 1,132 |
| ∆ | 0,06 | | 0,064 | | 0,078 | | 0,096 | |

Таблица 11.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | OUT\_C# | | OUT\_JS | | OUT\_RUBY | | OUT\_PHP | |
|  | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | Neuro  Pro | ANIES | NeuroPro | ANIES | Neuro  Pro |
| 1 | 0,794 | 0,879 | -0,980 | -0,834 | -0,905 | -0,995 | -0,998 | -0,854 |
| 2 | -0,589 | -0,630 | 0,436 | 0,323 | 0,801 | 0,954 | -0,365 | -0,393 |
| 3 | 0,408 | 0,506 | 0,700 | 0,766 | 0,659 | 0,701 | 0,898 | 0,779 |
| 4 | -1 | -0,978 | 1 | 1,067 | -1 | -0,989 | 1 | 1,062 |
| 5 | 0,992 | 0,855 | -1 | -1,179 | -0,372 | -0,266 | -1 | -0,998 |
| ∆ | 0,077 | | 0,1142 | | 0,080 | | 0,071 | |

1. Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были получены навыки работы с программой NeuroPro 0.25. В NeuroPro результат несколько расходится с значением, полученным в ANIES. Это можно объяснить тем, что качество работы нейронной сети зависит от количества данных, полученных на этапе обучения. Выборка состояла из двадцати примеров, что недостаточно для хорошей экспертной системы.

Самой оптимальной из четырех созданных нейронных сетей является сеть Network4, так как эта сеть в отличии от других имеет наименьшую среднюю погрешность и ее значения максимально близкие к результату.