

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра прикладної математики

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2  
за дисципліною «Чисельно-аналітичне моделювання»  
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ЛІКУВАННЯ ПНЕВМОНІЇ  
НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ КЛІНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виконали:

студенти групи КМ-41м

Сахаров С. Ю.,

Вергун К. В.,

Борисенко П. Б.,

Федченко О. А.,

Дутчак І. О.

Прийняв:

доцент кафедри прикладної математики,

кандидат біологічних наук

Соловйов С. О.

Оцінка на захисті \_\_\_\_\_

Київ — 2015

## Зміст

Вступ .....	3
1 Постановка задачі .....	4
2 Огляд методів вирішення задач даного класу .....	5
2.1 Баєсові мережі .....	5
2.2 Багатофакторна регресія .....	6
2.3 Нейронні мережі .....	7
3 Пристосування нейронної мережі до вирішення поставленої задачі .	8
3.1 Архітектура мережі.....	8
3.2 Вихідні дані .....	8
3.3 Процес навчання .....	10
3.4 Отримані результати .....	10
Перелік посилань .....	11
Додаток А Вихідні коди .....	12

## ВСТУП

Під час лікування будь-якої хвороби, безумовно, основною задачею є вилікувати хворого. Проте немає єдиного способу вирішити цю задачу, існує деяка множина таких стратегій, покликаних вилікувати пацієнта. Усі вони можуть характеризуватись такими числовими показниками, як ціною лікування, часом лікування, безпечністю лікування тощо. Тому разом із задачею вилікувати хворого постає побічна задача: вилікувати хворого так, щоб певна характеристика процедури лікування задовольняла деякі наперед задані умови.

Наприклад, досить актуальною, безумовно, є задача організації такого стримування пізніх стадій раку, щоб хворий прожив якомога довше [1]. В цій та подібних задачах до уваги беруться параметри, що характеризують стан хворого, а також параметри, що характеризують терапію.

Із розвитком інформаційних технологій та із ростом потужностей обчислювальної техніки дана задача видається такою, яку можна вирішити. В даній роботі будуть розглянуті існуючі математичні моделі, які вирішують задачі такого класу. Разом з тим, визначення параметрів цих моделей потребує відповідної вибірки, яка не може бути отримана безпосередньо з цією метою, адже це порушує морально-етичні принципи. Проте, на щастя, така вибірка може бути отримана із записів про протікання хвороби та лікування, зроблених в межах клінічних досліджень.

Дана робота присвячена пошуку найшвидшої стратегії лікування пневмонії, тобто такої стратегії, за якою пацієнт одужує за мінімальну кількість ліжко-днів.

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 2 ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ДАНОГО КЛАСУ

### 2.1 Баєсові мережі

Баєсова мережа[2] — це грабою множину змінних і ймовірнісній моделі лежить теорема Баєса ймовірності до попередньої.

Баєсова мережа представляє собою граф (рис. 2.1), вершини якого задають умовну залежність між з

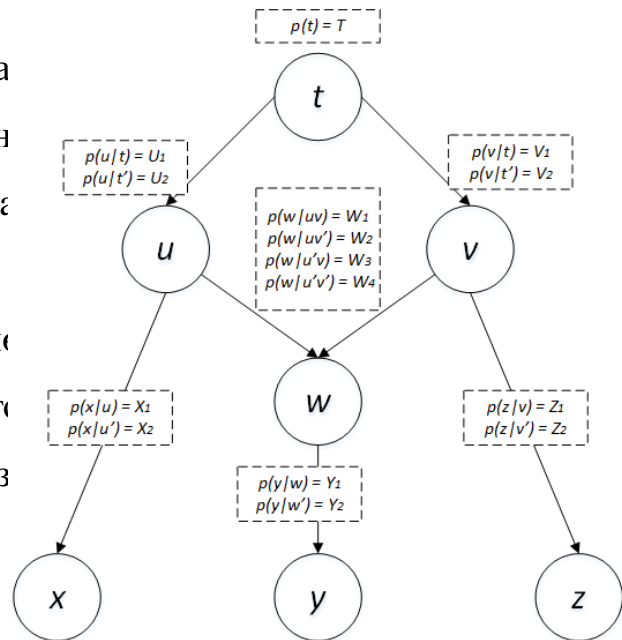


Рисунок 2.1 – Орієнтований ациклічний граф Баєсової мережі

Якщо ребро виходить з вершини  $A$  у вершину  $B$ , то  $A$  називають предком  $B$ , а  $B$  називають нащадком  $A$ . Множину вершин-предків вершини  $X_i$  позначимо  $parents(X_i)$ . Тоді спільний розподіл значень у вершинах можна розписати як:

$$p(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n p(X_i | parents(X_i))$$

Конкретні числові значення ймовірностей знаходяться в процесі навчання Баєсової мережі.

## 2.2 Багатофакторна регресія

Поставлену задачу можна представити у вигляді багатофакторної регресійної моделі[3] (нелінійної в загальному випадку):

$$y = f(\mathbf{x}, \mathbf{w}),$$

де  $y$  — шукана характеристики;  $x$  — вектор незалежних змінних;  $w$  — вектор параметрів. У нашому випадку,  $x$  — параметри хворого та лікування,  $y$  — кількість ліжко-днів витрачених на лікування.

Параметри  $w$  визначаються при мінімізації функції помилки:

$$F(\mathbf{x}, \mathbf{w}, \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^n (y_i - f_i(\mathbf{x}, \mathbf{w}))^2,$$

де  $n$  — об'єм вибірки.

А ця задача зводиться до вирішення однорідної системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial w_1} = 0, \\ \dots \\ \frac{\partial F}{\partial w_m} = 0, \end{cases} \quad (2.1)$$

де  $m$  — кількість параметрів.

Проблема використання багатофакторної регресії полягає у необхідності визначення функції  $f = f(\mathbf{x}, \mathbf{w})$ .

### 2.3 Нейронні мережі

Використання нейронних мереж[4] для вирішення поставленої задачі дещо схоже на використання багатofакторної регресії

$$y = f(\mathbf{x}, \mathbf{W}),$$

але тут вектор параметрів  $W$  має дещо інший характер, а функція  $y = f(\mathbf{x}, \mathbf{W})$  являє собою суперпозицію функцій активації нейронів, вона визначається в процесі навчання мережі.

В процесі навчання відбувається мінімізація функції помилки

$$F(\mathbf{x}, \mathbf{W}, \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^n (y_i - f_i(\mathbf{x}, \mathbf{W}))^2$$

за рахунок зміни вагів  $W$  за алгоритмом зворотного поширення помилки.

### 3 ПРИСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДО ВИРІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

#### 3.1 Архітектура мережі

Нейронна мережа приймає на вхід параметри пацієнта та набір ліжко-днів  $N$ , необхідних для етрами при заданому лікуванню



Рисунок 3.1 – Концептуальна схема процесу роботи нейронної мережі

#### 3.2 Вихідні дані

Параметри пацієнта:

- вікова група;
- наявність супутніх захворювань;
- температура тіла;
- характер мокроти;
- локалізація НП;
- характер поширеності процесу;
- характер рентгенодинаміки;



- рівень лейкоцитів;
- лейкоцитарні зміни;
- рівень ШОЕ;
- загальний стан;
- вірусний агент;
- бактеріальний агент.

Параметри пацієнта:

- антибактеріальний препарат №1;
- тривалість терапії АБ препарату №1;
- антибактеріальний препарат №2;
- тривалість терапії АБ препарату №2;
- антибактеріальний препарат №3;
- тривалість терапії АБ препарату №3;
- антибактеріальний препарат №4;
- тривалість терапії АБ препарату №4;
- протівірусний препарат Х;
- тривалість терапії протівірусного препарату Х;
- тривалість АБ терапії;
- продовження лікування.

### 3.3 Процес навчання

### 3.4 Отримані результати

## ВИСНОВКИ

В даній практичній роботі було розглянуто математичні моделі, що вирішують задачу пошуку оптимальної стратегії лікування пневмонії на основі результатів клінічних досліджень.

З-поміж розглянутих методів було обрано метод нейронних мереж для вирішення поставленої задачі.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Polak S. Artificial neural networks based modeling for pharmacoeconomics application / S. Polak, A. Skowron, J. Brandys, A. Mendyk // *Applied Mathematics and Computation*. — 2008. No. 203. — P. 482–492.
2. Jensen F. V. Bayesian Networks and Decision Graphs / F. V. Jensen // *Statistics for engineering and information science*. — Springer. — New York. — 2001. — p. 268
3. Lindley D. V. Regression and correlation analysis /D. V. Lindley // *New Palgrave: A Dictionary of Economics*, v. 4, pp. 120–23.
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс : пер. с англ. / С. Хайкин. — 2-е изд. — М. : Издательский дом «Вильямс». — 2006. — 1104 с.

Додаток А  
Вихідні коди