

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького
Черкаський інститут банківської справи
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

*Всеукраїнська науково-практична
Інтернет-конференція*

**Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології у
виробництві та освіті:
стан, досягнення,
перспективи розвитку**

11-21 березня 2021 року

м. Черкаси

предметної області «фармацевтичний менеджмент та маркетинг» був створений словник та тезаурус в межах об'єму навчального курсу «фармацевтичний менеджмент та маркетинг». Це дозволило у подальшому розробити онтологію класів предметної області «фармацевтичний менеджмент та маркетинг».

Після побудови онтології проводився графологічний аналіз отриманих структур фармацевтичних знань. За результатами досліджень на персональному комп'ютері з застосуванням сучасних пакетів прикладних програм проведена генерація змісту онтології на мові OWL (Web Ontology Language) [2].

Отримана онтологія класів предметної області «фармацевтичний менеджмент та маркетинг» надає можливість додавати інтелектуальні сервіси до інформаційних систем, які використовуються у фармацевтичній діяльності та адаптивних системах електронного навчання з формуванням персональної траєкторії навчання для провізорів та фармацевтів.

Запровадження нових інтелектуальних інформаційних технологій в діяльність фармацевтичних підприємств дозволить суттєво скоротити час, що потребується для підготовки проєктів підприємства, виключити можливість допущення помилок в підготовці планів та звітної фінансової документації та найголовніше – значно модернізувати процес і технології виробництва фармацевтичної продукції.

Список використаних джерел

1. Палагин А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография / А. В. Палагин, С. Л. Кривый, Н. Г. Петренко. - Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012.-324 с.
2. Редактор онтологій Protégé: сайт. – URL: <https://protege.stanford.edu/products.php> (дата звернення: 02.03.2021). – Текст: електронний.

Слюсар В.И., д.т.н., проф.

*Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины, Киев*

ТЕНЗОРНО-МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОСЕТЕЙ

Для уменьшения времени реакции нейронных сетей может быть предложена реализация развитой автором тензорно-матричной теории

на основе проникающего торцевого произведения матриц [1]. Целью доклада является описание соответствующего такому подходу модели типовой нейросети.

Согласно определению, предложенному автором в 1998 г. [1], проникающим торцевым произведением $r \times g$ -матрицы \mathbf{A} и n -мерного тензора \mathbf{B} , развёрнутого в блочную матрицу строк или столбцов $\mathbf{B}=[B_n]$ ($n > 1$), содержащих $r \times g$ -блоки, является матрица вида:

$$\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B} = [\mathbf{A} \circlearrowleft B_r], \quad (1)$$

где $\mathbf{A} \circlearrowleft B_r$ представляет собой произведение Адамара.

Если тензор \mathbf{B} записан как блок-строка, получим:

$$\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B} = [\mathbf{A} \circlearrowleft B_r] = [\mathbf{A} \circlearrowleft B_1 \parallel \mathbf{A} \circlearrowleft B_2 \parallel \dots \parallel \mathbf{A} \circlearrowleft B_r \parallel \dots].$$

Например:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{111} & b_{121} & b_{112} & b_{122} & b_{113} & b_{123} \\ b_{211} & b_{221} & b_{212} & b_{222} & b_{213} & b_{223} \\ b_{311} & b_{321} & b_{312} & b_{322} & b_{313} & b_{323} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B} = \begin{bmatrix} a_{11} \cdot b_{111} & a_{12} \cdot b_{121} & a_{11} \cdot b_{112} & a_{12} \cdot b_{122} & a_{11} \cdot b_{113} & a_{12} \cdot b_{123} \\ a_{21} \cdot b_{211} & a_{22} \cdot b_{221} & a_{21} \cdot b_{212} & a_{22} \cdot b_{222} & a_{21} \cdot b_{213} & a_{22} \cdot b_{223} \\ a_{31} \cdot b_{311} & a_{32} \cdot b_{321} & a_{31} \cdot b_{312} & a_{32} \cdot b_{322} & a_{31} \cdot b_{313} & a_{32} \cdot b_{323} \end{bmatrix}.$$

В данном случае матрицу \mathbf{A} можно рассматривать как исходную матрицу пикселей изображения на входе нейросети. При этом каждый блок матрицы \mathbf{B} будет соответствовать блоку весовых коэффициентов нескольких нейронов в одном слое нейронной сети. Дальнейшие шаги обработки данных в такой модели нейросети зависят от структуры и типа слоев. В случае свёрточной нейросети блок-строку $\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}$ следует умножить на единичный вектор. При этом можно получить: вектор-строку $\mathbf{1}^T(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B})$; вектор $(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}) \times \mathbf{1}$, где \times символ обычного матричного умножения, $\mathbf{1}$ – вектор единиц; матрицу $(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}) [\times] \mathbf{1}$, где $[\times]$ – символ блочного обычного произведения матриц, $\mathbf{1}$ – блок-вектор единиц; скаляр $\mathbf{1}^T(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}) \mathbf{1}$. Результаты такого умножения необходимо использовать в качестве аргумента функции активации нейрона, например: $\tanh[(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}) \times \mathbf{1} + \mathbf{d}]$ или $\text{SReLU}[\mathbf{1}^T(\mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{B}) \mathbf{1} + \mathbf{d}]$, где \mathbf{d} является вектором (скаляром).

В числе свойств проникающего произведения заслуживает внимания его связь с торцевым произведением матриц:

$$\mathbf{A} \square \mathbf{A} = \mathbf{A} \circlearrowleft (\mathbf{A} \otimes \mathbf{1}^T), \quad \mathbf{c} \square \mathbf{A} = \mathbf{A} \square \mathbf{c} = \mathbf{c} \circlearrowleft \mathbf{A} = \mathbf{A} \circlearrowleft \mathbf{c},$$

где \square – символ торцевого произведения [2], \otimes - произведение Кронекера, $\mathbf{1}^T$ – вектор-строка единиц, \mathbf{s} – вектор. Эти свойства позволяют применить для выполнения проникающего торцевого произведения оператор «tf.multiply», встроенный в библиотеку машинного обучения TensorFlow, поскольку данный оператор обеспечивает торцевое умножение вектора и матрицы. Однако такой подход не работает в отношении произведения матриц и требует предварительной векторизации матрицы меньшей размерности \mathbf{A} в сочетании с векторизацией блоков [3] согласованной с ней блочной матрицы \mathbf{B} . Необходимая для решения этой задачи процедура блочной векторизации также реализуется в рамках TensorFlow.

В интересах обработки данных в многоуровневых иерархиях кластеров нейронных сетей предлагается использовать обобщённое проникающее произведение или его транспонированную версию [3, 4]. В тех случаях, когда одно и то же изображение или видеопоток анализируются параллельно несколькими нейросетями, следует применить *проникающее прямое (кронекеровское) произведение*. Суть его сводится к обобщению операции (1) на случай, когда тензоры \mathbf{A} и \mathbf{B} развёрнуты в блочные матрицы с блоками одинаковой размерности:

$$\mathbf{A} [\square] \mathbf{B} = [\mathbf{A}_{ij} \square \mathbf{B}] = [\mathbf{A}_{ij} \circ \mathbf{B}_{mr}].$$

При этом каждый блок матрицы пикселей \mathbf{A} поэлементно умножается на все блоки матрицы коэффициентов нейросети \mathbf{B} .

Данный подход позволяет обеспечить обработку данных в периферийных устройствах в реальном масштабе времени.

Список использованных источников

1. Слюсар В.И. Семейство торцевых произведений матриц и его свойства// Кибернетика и системный анализ. – 1999.- Том 35; № 3.- С. 379-384.- DOI: 10.1007/BF02733426
2. Слюсар В.И. Торцевые произведения матриц в радиолокационных приложениях// Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника.- 1998. - Том 41, № 3.- С. 71 - 75.
3. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Том. 2. Синтез средств информационного обеспечения вооружения и военной техники. / А.И. Миночкин, В.И. Рудаков, В.И. Слюсар. – Киев:«Гранма», 2012. – С. 7 – 98; 354 – 521.
4. Слюсар В.И. Обобщенные торцевые произведения матриц в моделях цифровых антенных решеток с неидентичными каналами.//Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника.- 2003. - Том 46, № 10. - С. 15 - 26.

<i>Шевченко Н.Ю., Мамонова К.Д.</i> ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ЯКІСНИМ СКЛАДОМ ҐРУНТУ	270
<i>Шевченко Н.Ю., Душко С.В.</i> ПРОЕКТУВАННЯ МОДУЛЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА.....	272
<i>Шевченко Н.Ю., Шпаченко Н.О.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ ЗВІЛЬНЕННЯ СПІВРОБІТНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	274
<i>Боровик О.В., Боровик Л.В.</i> ВАРІАНТ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛІЙ.....	277
<i>Мельников О.Ю., Кадацький М.А.</i> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РІШЕННЯ НИЗКИ ЗАДАЧ ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ ШТОВХАННЯ ЯДРА.....	279
<i>Рижов О.А., Стротеєва Н.І.</i> РОЗРОБКА ОНТОЛОГІЇ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГУ	281
<i>Слюсар В.И.</i> ТЕНЗОРНО-МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОСЕТЕЙ	283
<i>Любченко К. М., Ільченко Д. Ю.</i> ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ РОБОТА В ІГРОВІЙ ФОРМІ	286
<i>Іванов О.А.</i> РОЗРОБКА СЕРВІСУ ДЛЯ БОРОТЬБИ З КІБЕРБУЛІНГОМ.....	288
<i>Станиціна В.В., Артемчук В.О.</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА НОВІ ВИКЛИКИ.....	290
<i>Красношлик Н.О.</i> ПОБУДОВА АНСАМБЛІВ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	292
<i>Елішис Д.О.</i> КОНЦЕПТ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СФЕРІ ТУРИЗМУ	294
<i>Куценко О.А.</i> ОРГАНІЗАЦІЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ КОНТЕНТУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	296
<i>Юхимець М.В.</i> ШАХОВІ ДВИГУНИ	299
<i>Пшенишний О.В.</i> ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ІГРАХ.....	301