

WayScience



1st International Scientific
and Practical Internet Conference

«The impact of COVID-19 Pandemic on development
of modern world: threats and opportunities»



I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція

«Вплив пандемії COVID-19 на розвиток
сучасного світу: загрози та можливості»

Editorial board of International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience»

The editorial board of the Journal is not responsible for the content of the abstracts and may not share the author's opinion.

Вплив пандемії COVID-19 на розвиток сучасного світу: загрози та можливості: тези доп. I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 9-10 вересня 2021 р. – Дніпро, Україна, 2021. – 204 с.

(The impact of COVID-19 Pandemic on development of modern world: threats and opportunities: abstracts of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference, September 9-10, 2021. – Dnipro, Ukraine, 2021. – 204 p.)

1st International Scientific and Practical Internet Conference "The impact of COVID-19 Pandemic on development of modern world: threats and opportunities" devoted to exchange of experience between scientists and practitioners from around the world in overcoming problems and finding development opportunities, related to COVID-19 Pandemic, in various fields and sciences.

Topics cover all sections of the International Electronic Scientific and Practical Journal "WayScience", namely:

- public administration;
- philosophical sciences;
- economic sciences;
- historical sciences;
- legal sciences;
- agricultural sciences;
- geographic sciences;
- pedagogical sciences;
- psychological sciences;
- sociological sciences;
- political sciences;
- philological sciences;
- technical sciences;
- medical sciences;
- chemical sciences;
- biological sciences;
- physical and mathematical sciences;
- other professional sciences.

Dnipro, Ukraine – 2021

DATA FARMING НА ОСНОВЕ ПАНДЕМИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Слюсар В.И.

Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины, д.т.н., профессор, ORCID 0000-0002-2912-3149

Как известно, тенденция к внедрению систем искусственного интеллекта (AI) в процесс поддержки принятия решений сталкивается с серьезной проблемой отсутствия необходимых наборов данных, которые возможно задействовать на этапах обучения и тестирования систем AI. Для решения этой проблемы целесообразно использовать технологии так называемого выращивания (культивирования) данных (Data Farming). Одним из вариантов их реализации является применение генеративно-сопоставительных нейронных сетей (GAN), получивших распространение при генерации, например, наборов данных в виде искусственно синтезированных изображений.

Альтернативный подход, предлагаемый автором, заключается в решении проблемы дефицита данных для обучения нейронных сетей, используемых при поддержке принятия решений, опираясь на статистику пандемии COVID'19. При этом может быть использована не только реальная статистика различных регионов мира, но и её аппроксимация на основе какой-либо модификации SIR-модели [1]. Ключевым моментом такого подхода является особая интерпретация параметров течения пандемического процесса, которая гармонично вписывается в различные сценарии антагонистического противодействия, в частности, боевых действий. Преимуществом пандемических наборов данных по сравнению с искусственно сгенерированными последовательностями является учёт реальных закономерностей развития конфликтных взаимодействий, сформированных на основе многомиллионных датасетов.

Концептуальные основы применения пандемических моделей для моделирования антагонистических противодействий были заложены автором в отношении оценки эффективности системы противовоздушной обороны (ПВО) [2, 3]. При этом акцент был сделан на применении математической модели пандемии, получившей наименование Flatten the curve. Она базируется на предложенной в 1927 г. SIR-модели (Susceptible-Infectious-Recovered) [1], описывающей с помощью системы дифференциальных уравнений зависимость количества людей, восприимчивых к инфекции (S), от численности инфицированных (I) и уже прошедших через процесс болезни с позитивным либо негативным исходом (R). В частности, представленные на рис. 1 варианты численного решения соответствующей SIR-системы уравнений показывают зависимости количества новых случаев заражения в процентном отношении к численности популяции при отсутствии карантинных ограничений (кривая с выраженным пиком) и при их наличии в течение определенного периода времени (с 30-го по 75-й день с момента фиксации первого случая заражения).

Согласно предложенной в [2, 3] аналогии, SIR-кривые на рис. 1 характеризуют также возможный ущерб объектам инфраструктуры от ударов воздушного противника при отсутствии средств ПВО (соответствует SIR-кривой без каких-либо карантинных ограничений) либо при наличии системы ПВО, сохраняющей свою эффективность в течение ограниченного периода времени. Подобно второй волне заболеваний, после истощения ресурсов ПВО следствием продолжающихся ударов средств воздушного нападения будет новая волна разрушений. При этом SIR-кривая ущерба имеет менее выраженный пик из-за уменьшения оставшейся доли уцелевших объектов. С другой стороны, снижение вторичного пика SIR-кривой происходит также по причине уменьшения ресурсов атакующего противника вследствие сокращения парка его ударных средств на этапе активного

противодействия со стороны ПВО, авиационных и ракетных ударов по аэродромам, хранилищам авиационных боеприпасов, командным пунктам авиации и т. д.

Таким образом, специфика SIR-модели позволяет применять её для количественного описания процессов противодействия на определенном отрезке времени при продолжительном негативном воздействии. В частности, традиционные карантинные мероприятия, охватывающие физическое дистанцирование, сокращение времени межличностных контактов и прочие ограничения, могут быть интерпретированы как меры общего противодействия обороняющейся стороны атакующему противнику. Примерами такого рода являются не только боевые действия, но и противодействие кибератакам, борьба с вредными насекомыми в сельском хозяйстве и т.д. В целом, концепция применения SIR-модели в качестве основы Data Farming органично вписывается в известный подход к обучению систем AI, получивший наименование глубокого обучения на основе моделей (Model-Driven Deep Learning) [4].

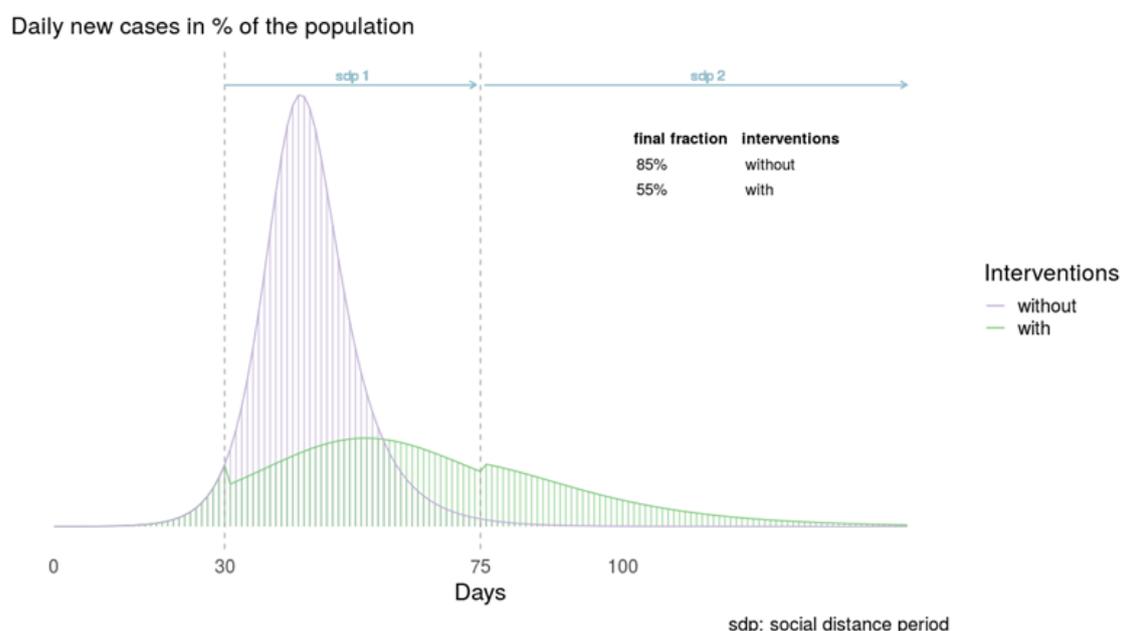


Рисунок 1 - Типичный пример пандемических кривых

Наличие разнообразной статистики в отношении пандемии COVID'19 позволяет применять её для различных сценариев противодействий: на возрастающем или ниспадающем сегментах SIR-кривой, с постоянным или изменяющимся по определённому закону коэффициентом интенсивности R_0 и т. д. На основе этого могут быть сформированы двумерные или многомерные SIR-кривые, то есть осуществлён переход к SIR-плоскости либо гиперплоскости. Многофакторную пандемическую функцию, например, целесообразно использовать для характеристики эффективности различных подсистем, образующих сложную систему. Такой подход позволяет обучать AI-систему поддержки принятия решений на различных по степени благоприятности сценариях развития событий.

Для построения двумерной или многомерной SIR-функции набор из нескольких фрагментов соответствующей статистики следует представить как вектор-строки временных рядов. В этом случае кронекеровское произведение двух разных вектор-строк даст двумерную плоскость (рис. 2). В общем случае формирование многомерных SIR-функций может быть выполнено на основе торцевого произведения матриц [5 -7]. В частности, для двух матриц с одинаковым количеством строк

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ и } B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

результатом торцевого произведения является блочная матрица вида:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \square \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & | & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & | & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & | & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & | & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & | & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & | & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

где \square – символ торцевого произведения матриц [5 -7].

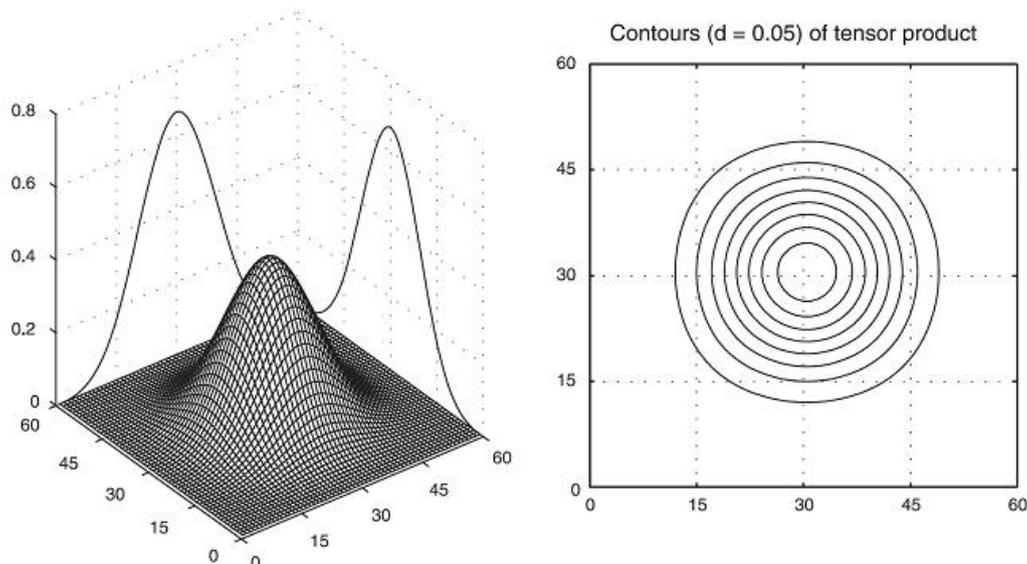


Рисунок 2 - Принцип формирования двумерной пандемической функции путем кронекеровского произведения двух ее векторных проекций

Реализация Data Farming на основе формализованной пандемической модели не требует использования “больших данных”. Такой подход можно использовать для разумного планирования процессов обучения и тестирования систем искусственного интеллекта, применяемых для поддержки принятия решений. Использование базовых имитационных моделей типа SIR позволяет значительно уменьшить объем испытаний, уточнить или модифицировать методы расчета, значительно сократив время и стоимость работ. С другой стороны, возможная интеграция SIR-модели в генераторный канал генеративно-состязательной нейросети (GAN), обслуживающей процесс принятия решений, может значительно сократить объем данных, необходимый для обучения GAN в задачах, связанных с антагонистическим противодействием.

Список литературы:

1. Kermack, W. O.; McKendrick, A. G. (1927). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. // Proceedings of the Royal Society A. 115 (772). - P. 700 – 721. - DOI:10.1098/rspa.1927.0118.
2. Слюсар В.И. К вопросу оценки эффективности ПВО на основе пандемической модели. // 36. матеріалів VIII міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки”. – Київ. – 2020. - С. 187 - 189. DOI: 10.13140/RG.2.2.26421.29929.
3. Slyusar V. On the Issue of Assessing the Effectiveness of Air Defense Based on a Pandemic Model. // EasyChair preprint № 4173. - September 13, 2020. – 4 p. - <https://easychair.org/publications/preprint/kLWP>.

4. Zhao Y., Zhao J., Zhai W., Sun S., Niyato D., Lam KY. (2021) A Survey of 6G Wireless Communications: Emerging Technologies. In: Arai K. (eds) Advances in Information and Communication. FICC 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1363. Springer, pp. 150-170. - https://doi.org/10.1007/978-3-030-73100-7_12.

5. Слюсар В.И. Торцевые произведения матриц в радиолокационных приложениях// Изв. высш. учебн. заведений. Радиоэлектроника.- 1998. - Том 41, № 3.- С. 71 - 75.

6. 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.

7. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Том. 2. Синтез средств информационного обеспечения вооружения и военной техники. / А.И. Минович, В.И. Рудаков, В.И. Слюсар. – Киев: Гранма, 2012. – С. 7 – 98; 354 – 521.