

MODELO PREDICTIVO PARA EVUALAR EL RIESGO POTENCIAL DE EXISTENCIA DE EPIDEMIA

Aristides Dasso, Ana Funes

Departamento de Informática / Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales /
Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950, D5700HHW San Luis, Argentina

+54 (0) 266 4520300, ext. 2126

{ arisdas, afunes}@unsl.edu.ar

RESUMEN

Como parte integral de una línea de investigación en el desarrollo de modelos de evaluación de sistemas complejos, y considerando que la determinación de la existencia de una posible epidemia, o inclusive de una pandemia, en un área o población determinada, es de máxima importancia, y que una alerta temprana es una herramienta de prevención para que las autoridades competentes puedan comenzar a tomar las medidas preventivas necesarias, es que presentamos los objetivos, lineamientos generales y resultados esperados de un trabajo de investigación sobre la creación de modelos de evaluación de epidemias.

Esta investigación tiene como objetivo la creación, puesta a punto y aplicación de modelos que permitan obtener indicadores del nivel alcanzado en la evaluación de alertas tempranas ante la posibilidad de presencia de una epidemia.

La metodología a seguir para el desarrollo de dichos modelos de evaluación está basada en la aplicación del método Logic Score of Preference (LSP) [15]. Asimismo, tomamos como referencia para la creación del modelo, algunas de las recomendaciones de organismos tales como el Center for Disease Control (CDC) de los EEUU [9], el European Centre for Disease Prevention and Control (ECDPC)

[11], así como de otras publicaciones como [1], [7], [8], [9], [16].

Palabras clave: Epidemia. Pandemia. Métodos de Evaluación Multicriterio. Evaluación cuantitativa. Logic Score of Preference (LSP).

CONTEXTO

El trabajo de investigación aquí presentado se encuentra enmarcado dentro del ámbito de la Universidad Nacional de San Luis, ejecutándose dentro de una de las líneas de investigación del Proyecto de Ciencia y Técnica PROICO 03-2020 “Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube”, dirigido por el Dr. Daniel Riesco. El mismo se encuentra acreditado con evaluación externa y financiamiento de la Universidad Nacional de San Luis.

INTRODUCCIÓN

La determinación temprana de la posible presencia de una pandemia en un territorio es una tarea de suma importancia para los organismos de salud y gubernamentales.

Se pueden encontrar, en la literatura, múltiples propuestas para evaluar dicha posibilidad, tales como las de Carter C. Price and Adrienne M. Propp [8], J. Li et al.[16], Pluchino et al. [1], entre otras.

Muchos de estos trabajos están basados en anteriores epidemias de influenza como, por ejemplo, la herramienta IRAT [10] o el trabajo de C. Reed et al. [7], quienes han creado un marco de trabajo (framework) para evaluar los efectos en la salud pública de una epidemia emergente. Por su parte, el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades (European Centre for Disease Prevention and Control) ha examinado dicho framework y ha concluido que se trata de un paso adelante en el análisis realizado con un acercamiento único [11].

Para evaluar los efectos de una enfermedad en un área dada y la probable transformación en una epidemia, deben considerarse un número de factores, atributos o parámetros tales como la severidad de la enfermedad, el número de personas afectadas, entre otros. A su vez, estos factores pueden verse afectados por otros parámetros tales como la población, la estación del año, el índice R_0 [18], la tasa de fatalidad, la inmunidad subyacente de la población, etc. Todo ello puede servir para detectar el preludio de una epidemia o pandemia o simplemente de un pequeño brote.

Que un organismo de salud pública posea un modelo que permita evaluar la posibilidad cierta de que una enfermedad pueda ser una amenaza grave a la salud pública es claramente de la máxima importancia para los servicios de salud y, si bien contar con esos modelos constituye una necesidad importante, la construcción de los mismos no es una tarea sencilla.

Múltiples aspectos deben ser considerados en esta tarea, teniendo en cuenta diversos criterios de decisión, como los antes mencionados. Sin embargo, la adopción de un método sistemático de desarrollo de modelos de evaluación multicriterio como el método Logic Score of Preferences (LSP) puede ayudar a lidiar con esta complejidad y poner orden en todo el proceso. Debido justamente a la complejidad de muchos de los frameworks propuestos en la literatura, obtener un indicador global podría ser una tarea dificultosa, aún cuando muchos de esos frameworks adoptan un método de evaluación

simple como lo son los métodos aditivos. Sin embargo, gracias al método iterativo y jerárquico de agregación de características propuesto por el LSP, los atributos identificados pueden ser adecuadamente tratados para producir, no sólo un indicador global y una conclusión con respecto a una posible epidemia, sino también obtener información parcial o focalizada.

Asimismo, cabe destacar que LSP presenta una serie de ventajas frente a otras técnicas aditivas de evaluación multicriterio:

- Permite construir una Estructura de Agregación (EA), a partir de un conjunto de operadores de una lógica continua (CLP), que refleja las características del razonamiento humano [14], permitiendo modelar condiciones de: simultaneidad, neutralidad y reemplazabilidad. De tal forma, LSP puede comportarse como una técnica compensatoria o no compensatoria, permitiendo al decisor elegir los criterios que pueden ser compensados y cuales presentan restricciones al respecto.
- Provee un conjunto de operadores de agregación, que van desde un grado máximo de reemplazabilidad, pasando por la neutralidad hasta llegar a la máxima simultaneidad [13]. En consecuencia, brinda la base para evaluar una preferencia con distintos grados de intensidad.
- En el contexto de la toma de decisiones, no todas las evaluaciones se definen por el grado de conjunción o por el grado de disyunción entre factores. Algunas veces, la preferencia entre factores, no puede establecerse como completamente reemplazable o simultánea. En este sentido, LSP proporciona las bases para construir operadores más complejos que responden a esta necesidad, caso del operador compuesto CPA (Conjunctive Partial Absorption).

Asimismo, para la selección de los factores o parámetros intervinientes en el modelo de decisión se analizarán diversas propuestas, dadas como bases para frameworks, que se encuentran en la literatura, como, por ejemplo,

los propuestos en Manoj Gambhir et al. [17] que sirven para predecir epidemias.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La línea de investigación en la que se enmarca el trabajo presentado, es parte de una investigación sobre la construcción de modelos de evaluación de sistemas complejos, que viene desarrollándose desde hace tiempo en el marco de un Proyecto de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Luis, donde se han obtenido resultados plasmados en diversas publicaciones (ver, por ejemplo, [2][3][4]).

Los principales ejes del presente trabajo de investigación giran en torno a los siguientes puntos:

- Conceptualización del problema de decisión en cuestión, analizando y definiendo los factores específicos que deben ser tenidos en cuenta en este contexto particular.
- Modelización, a partir de los factores intervinientes para la toma de decisión, aplicando un método de evaluación multicriterio, que permita la obtención de un valor numérico útil como indicador para la toma de decisión en un contexto de epidemia.
- Validación del modelo propuesto por contrastación con datos obtenidos de epidemias previas.

RESULTADOS Y OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es elaborar y validar un modelo que permita, a través de múltiples factores, decidir sobre la posibilidad de la existencia de una epidemia.

Objetivos Específicos

- Definición de una jerarquía de factores: El primer paso en el desarrollo consiste en realizar la descomposición del problema en una jerarquía con tantos niveles como sean necesarios. Esto brinda una visión del problema y sirve

para identificar un conjunto de atributos o factores intervinientes en la toma de decisión. A partir de la revisión de la literatura, se ha observado que existen diversas propuestas que servirían de base para la creación de dicha jerarquía (Árbol de Preferencias en LSP).

- Normalización los atributos: Una vez que se han identificado los atributos, es necesario normalizarlos. Esto, en LSP, es la etapa donde se definen funciones llamadas criterios elementales que transforman los valores de los atributos a valores en el intervalo [0,100].
- Clasificación de los atributos: Una vez que se tiene la jerarquía de atributos, es necesario clasificarlos en obligatorios, opcionales y deseables para poder, luego, crear la EA.
- Elaboración de la función multicriterio o EA: El objetivo de esta etapa es agregar preferencias elementales y parciales, por medio de los operadores LSP, para obtener una preferencia global que sirva para decidir, ante una determinada situación, si los valores asignados a los atributos están o no indicando la presencia de una epidemia. Esto es posible debido al método de evaluación adoptado, que va más allá de un simple método de evaluación aditivo, permitiendo que puedan darse no solo mayor o menor peso a distintos ítems, sino admitiendo la posibilidad de modelar condiciones de simultaneidad, neutralidad y reemplazabilidad.
- Validación del modelo: A partir de datos obtenidos de epidemias previas, se realizarán evaluaciones que sirvan para contrastar los resultados obtenidos con el modelo contra los de la realidad.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La línea de investigación sobre evaluación de sistemas complejos que se viene desarrollando en el marco del Proyecto de Ciencia y Técnica PROICO 03-2020 "Ingeniería de Software: Estrategias de

Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube”, ha dado lugar a numerosas publicaciones y tesis de grado y de posgrado. En este sentido, creemos que la propuesta de investigación acá presentada seguirá dando sus frutos, tanto en publicaciones nacionales e internacionales (p.e. [5], [6]) como en la formación de recursos humanos (dos tesis de maestría presentadas más una tesis de maestría en ejecución). Asimismo, de momento, se ha encarado la posibilidad de la ejecución de una nueva tesis de maestría basada en los objetivos que aquí nos hemos propuesto.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Pluchino, A. E. Biondo, N. Giuffrida, G. Inturri, V. Latora, R. Le Moli, A. Rapisarda, G. Russo & C. Zappalá. “A novel methodology for epidemic risk assessment of COVID-19 outbreak”. *Scientific Reports* (2021) 11:5304 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82310-4>. www.nature.com/scientificreports
- [2] Ana Funes, Aristides Dasso, Germán Montejano, Daniel Riesco. “A SAMM-based model for assessing Cybersecurity Implementations”, actas de CoNaIISI 2018, 29 y 30 de Noviembre de 2018, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- [3] Aristides Dasso y Ana Funes, “Threat and Risk Assessment Using Continuous Logic”, *Encyclopedia of Organizational Knowledge, Administration, and Technologies*, 1st. edition. IGI Global. Aceptado para su publicación en 2020.
- [4] Aristides Dasso, Ana Funes, Germán Montejano, D. Riesco, R. Uzal, Roberto, N. Debnath; “Model Based Evaluation of Cybersecurity Implementations”. ITNG 2016. Las Vegas, Nevada, USA, 11-13 abril 2016. In S. Latifi (ed.), *Information Technology New Generations, Advances in Intelligent Systems and Computing* 448. DOI: 10.1007/978-3-319-32467-8_28. Springer International Publishing, Switzerland 2016.
- [5] C. Gallardo, A. Funes, H. Ahumada. “Soporte para la Medición y Evaluación de la Accesibilidad al Contenido en Aplicaciones Web”, *Anales de ASSE 2019 (JAIIO 2019)*, Salta, Argentina. pp. 56-70.
- [6] C. Gallardo, A. Funes. “Un Modelo para la Evaluación de la Calidad de la Accesibilidad al Contenido Web”, *CONAISI 2015*, Bs. As., Argentina.
- [7] C. Reed and M. Biggerstaff and L. Finelli and L. Koonin and D. Beauvais and A. Uzicanin and A. Plummer and J. Bresee and S. Redd and D. Jernigan. “Novel Framework for Assessing Epidemiologic Effects of Influenza Epidemics and Pandemics”. *Emerging Infectious Diseases*, 2013, volume 19, pages 85 – 91.
- [8] Carter C. Price, Adrienne M. Propp. “A Framework for Assessing Models of the COVID-19 Pandemic to Inform Policymaking in Virginia”. Published by the RAND Corporation, Santa Monica, Calif. © Copyright 2020 RAND Corporation.
- [9] CDC “Pandemic Severity Assessment Framework (PSAF)”. November 3, 2016. <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/national-strategy/severity-assessment-framework.html>
- [10] CDC Summary of Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) Results, Pandemic Influenza (Flu), https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/monitoring/irat-virus-summaries.htm?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fflu%2Fpandemic-resources%2Ftools%2Firat-virus-summaries.htm.7/8/2021
- [11] European Centre for Disease Prevention and Control “Epidemiologic framework for assessing the severity of influenza epidemics and pandemics”. 11 Jan 2013
- [12] Farzaneh Sadat Tabataba, Prithwish Chakraborty, Naren Ramakrishnan, Srinivasan Venkatramanan2, Jiangzhuo Chen2, Bryan Lewis2 and Madhav Marathe1,2 A framework for evaluating

- epidemic forecasts. *BMC Infectious Diseases* (2017) 17:345. DOI 10.1186/s12879-017-2365-1
- [13] J. Dujmović, & H. Nagashima. 2006. LSP Method and its Use for Evaluation of Java IDEs. *International Journal of Approximate Reasoning*. 41, 3-22.
- [14] Jozo Dujmović, Andness and Orness as a Mean of Overall Importance. *Fuzzy Systems (Fuzz-IEEE), 2012 IEEE International Conference on*, 10-15 June 2012. 2012. 1-6.
- [15] Jozo Dujmović. “Soft Computing Evaluation Logic. The LSP Decision Method and Its Applications”. © 2018 John Wiley & Sons, Inc.
- [16] JunHua Li, Pradeep Ray, Holly Seale, Raina MacIntyre AN E-HEALTH READINESS ASSESSMENT FRAMEWORK FOR PUBLIC HEALTH SERVICES – PANDEMIC PERSPECTIVE. 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences. Jan. 4 2012 to Jan. 7 2012. Maui, Hawaii USA. ISBN: 978-0-7695-4525-7.
- [17] Manoj Gambhir, Catherine Bozio, Justin J. O’Hagan, Amra Uzicanin, Lucinda E. Johnson, Matthew Biggerstaff, and David L. Swerdlow. “Infectious Disease Modeling Methods as Tools for Informing Response to Novel Influenza Viruses of Unknown Pandemic Potential”. *Clinical Infectious Diseases*® 2015;60(S1):S11–9. Published by Oxford University Press on behalf of the Infectious Diseases Society of America. DOI: 10.1093/cid/civ083
- [18] Wikipedia, “Ritmo reproductivo básico”. https://es.wikipedia.org/wiki/Ritmo_reproductivo_básico