



Estimación de Modelos Predictivos para Accidentes Viales en el Eje 5 Oriente

Artículo

Estudiante: Angulo Payán Carmen Gabriela

Fecha: November 20, 2024

Resumen: La Ciudad de México, una de las metrópolis más transitadas del país, enfrenta desafíos constantes en la gestión de su tránsito debido a la interacción diaria entre vehículos de transporte público, de emergencia, motocicletas y automóviles particulares. Entre las zonas con mayor incidencia de accidentes destaca el Eje 5 Oriente, es por ello que para abordar esta problemática, se utiliza el método de Bayes Empírico como modelo predictivo, con el objetivo de analizar cómo distintos atributos de las intersecciones influyen en la ocurrencia de accidentes. Este análisis incluyó la creación de modelos diferenciados para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, lo que permitió un enfoque más específico y detallado en la evaluación de riesgos.

Palabras clave: Bayes Empírico, predicción de accidentes, Eje 5 Oriente, intersecciones.

Contents

1 Base de datos

2 Metodología

3 Conclusiones

Bibliografía

Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de lesiones y muertes a nivel mundial, con una incidencia alarmante: aproximadamente 1,19 millones de personas están involucradas en estos eventos cada año, y entre 20 y 50 millones sufren heridas (OMS, 2023). En el contexto metropolitano, aunque existen datos sobre el tipo y frecuencia de estos accidentes, su análisis es complejo debido a la influencia de múltiples factores, como las condiciones climáticas, la infraestructura vial y el comportamiento de los conductores.

A pesar de estos desafíos, se propone el desarrollo de un modelo predictivo que, a partir de

las características físicas de las vialidades y los factores climatológicos, permita identificar condiciones de alto riesgo y anticipar zonas con mayor incidencia de accidentes. Este modelo emplea el método bayesiano empírico, una herramienta eficaz para estimar la probabilidad de accidentes en ubicaciones específicas, como intersecciones o tramos de carretera, considerando tanto modelos generales como datos históricos.

En el caso de la Ciudad de México, este enfoque resulta particularmente relevante debido al registro sistemático de accidentes realizados por la Secretaría de Seguridad Ciudadana en sus diferentes alcaldías. Este análisis no solo podría contribuir a reducir la ocurrencia de accidentes, sino también a mejorar la planificación urbana y las políticas de seguridad vial.

1 Base de datos

Para desarrollar el modelo, se generó una base de datos que comprende información sobre el Eje 5 Oriente durante el periodo de 2020 a 2023. En el caso de los incidentes de tránsito, estos se obtu-

vieron del Portal de Datos abiertos de la CDMX por parte de la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC) y se complementaron con información climática disponible por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). En total, se analizaron 418 incidentes, 317 para intersecciones semaforizadas y 101 para intersecciones no semaforizadas.

La información disponible en la base de datos del SSC son:

- Folio
- Fecha de evento
- Hora de evento
- Tipo de evento
- Tipo de vehiculo
- Latitud, longitud
- Punto 1, Punto 2
- Alcaldía
- Colonia
- Tipo de intersección
- Clasificación de la vialidad
- Personas lesionadas, personas fallecidas

En la base de la CONAGUA:

- Precipitación pluvial en mm mensual

parámetro de sobredispersión que aborda situaciones en las que la variabilidad de los datos supera el promedio. Este ajuste permite manejar discrepancias entre las predicciones del modelo y los valores observados, mejorando así la precisión del análisis.

El modelo combina información histórica específica del lugar con proporciones de resultados modelados, lo que refina la predicción final de accidentes. Se basa en principios ampliamente aceptados en el análisis de seguridad vial, estimando el número esperado de accidentes $E(\lambda)$ en función del volumen de tráfico, las características geométricas de las vialidades y factores externos. Este enfoque sigue la línea de estudios anteriores, como los de Hauer (1995) e Ivan (2004), quienes emplearon modelos log-lineales para incorporar múltiples factores de riesgo.

El modelo generalizado tiene la siguiente forma:

$$E(\lambda) = e^{\alpha + \beta \ln(Q) + \sum \gamma_i X_i} (1)$$

Donde $E(\lambda)$ es el número esperado de accidentes, Q es el volumen de tráfico, X_i son los factores de riesgo adicionales, como características geométricas o climáticas y α, β, γ_i son parámetros que se calibran mediante los datos observados. Al aplicar la transformación logarítmica, este modelo se reescribe como:

$$\ln(E(\lambda)) = \alpha + \beta \ln(Q) + \sum \gamma_i X_i \quad (2)$$

2 Metodología

En este modelo bayesiano, la modelación del fenómeno para contextos interurbanos o rurales permite una variedad de formas funcionales. Este enfoque utiliza una distribución binomial negativa para modelar el término de error, incorporando un

Este formato log-lineal facilita la interpretación de los coeficientes y la estimación mediante métodos estadísticos como los Modelos Generalizados Lineales (GLMs). En este estudio, se utiliza una variante adaptada para intersecciones urbanas, considerando tanto el volumen de tráfico como factores geométricos y climáticos que influyen en el

número de choques registrados. El modelo utilizado es el siguiente:

$$\ln(\text{choques}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{TPDA}) + \beta_2 \text{intY} + \beta_3 \text{intCruz} + \beta_4 \text{intT} + \beta_5 \text{precipitacion}$$

Donde $\ln(\text{choques})$ representa el logaritmo del número de accidentes esperados en una intersección, TPDA es el Tránsito Promedio Diario Anual, intY , intCruz , intT es el número de intersecciones respectivamente, precipitación es la variable climática que representa la precipitación media, β_0 el término independiente y β_i para $n = 1, 2, 3, 4, 5$ los coeficientes a estimar.

3 Conclusiones

References

- [1] P Thordason, Chem Soc. Rev. 2011, 40, 1035-1323.
- [2] Pauling L. The diamagnetic anisotropy of aromatic molecules. J Chem Phys 1936, 4:673–677.
- [3] Queralt, N., Taratviel, D., de Graaf, C., Caballol, R., Cimiraglia, R., & Angeli, C. (2008). On the applicability of multireference second-order perturbation theory to study weak magnetic coupling in molecular complexes. Journal of computational chemistry, 29(6), 994-1003.
- [4] Roca-Sanjuán, D., Aquilante, F., & Lindh, R. (2012). Multiconfiguration second-order perturbation theory approach to strong electron correlation in chemistry and photochemistry. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science, 2(4), 585-603.
- [5] Jiménez Rosas. C.A.S (2022). Estudio topológico del flujo de corriente eléctrica en compuestos tipo ML_4 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. TESIUNAM.
- [6] Gaussian 16, Revision B.01, M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, X. Li, M. Caricato, A. V. Marenich, J. Bloino, B. G. Janesko, R. Gomperts, B. Mennucci, H. P. Hratchian, J. V. Ortiz, A. F. Izmaylov, J. L. Sonnenberg, D. Williams-Young, F. Ding, F. Lipparini, F. Egidi, J. Goings, B. Peng, A. Petrone, T. Henderson, D. Ranasinghe, V. G. Zakrzewski, J. Gao, N. Rega, G. Zheng, W. Liang, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, K. Throssell, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. J. Bearpark, J. J. Heyd, E. N. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. A. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. P. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, J. M. Millam, M. Klene, C. Adamo, R. Cammi, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, O. Farkas, J. B. Foresman, and D. J. Fox, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2016.
- [7] Y. Zhao & D.G. Truhlar (2006). “The M06 suite of density functionals for main group thermochemistry, thermochemical kinetics, noncovalent interactions, excited states, and transition elements: Two new functionals and systematic testing of four M06-class functionals and 12 other functionals”. Theor Chem Acc. 120 (1–3): 215–241.
- [8] Weigend, F., & Ahlrichs, R. (2005). Balanced basis sets of split valence, triple zeta valence and quadruple zeta valence quality for H to Rn: Design and assessment of accuracy. Physical Chemistry Chemical Physics, 7(18), 3297-3305.
- [9] AIMAll (Version 19.02.13), Todd A. Keith, TK Gristmill Software, Overland Park KS, USA, 2019 (aim.tkgristmill.com)
- [10] A. Henderson, ParaView Guide, A Parallel Visualization Application. Kitware Inc., 2007.

- [11] Bader, R. F. (2002). Atoms in molecules. Encyclopedia of computational Chemistry, 1.
- [12] F. London, Z. Phys. 63, 245 (1930)
- [13] S. Grimme, J. Comput. Chem. 25, 1463 (2004).20A.
- [14] D. Becke and E. R. Johnson, J. Chem. Phys. 123, 154101 (2005). 21S.
- [15] Grimme, J. Comput. Chem. 27, 1787 (2006).
- [16] Boys, S. F., & Bernardi, F. J. M. P. (1970). The calculation of small molecular interactions by the differences of separate total energies. Some procedures with reduced errors. Molecular Physics, 19(4), 553-566.
- [17] Simon, S., Duran, M., & Dannenberg, J. J. (1996). How does basis set superposition error change the potential surfaces for hydrogen-bonded dimers?. The Journal of chemical physics, 105(24), 11024-11031.