

Análisis Espaciotemporal de la Movilidad Urbana y Eventos Sísmicos: Identificación de Zonas Críticas para la Gestión de Riesgo

Profesora: Ana Maria Cuadros Valdivia
Alumno: Saúl Arturo Condori Machaca

1. Introducción

La planificación urbana orientada a la gestión de riesgos requiere una comprensión precisa de cómo varía la movilidad de las personas en una ciudad y cómo esta se ve afectada por fenómenos naturales como los sismos. En entornos urbanos de alta densidad, las trayectorias de desplazamiento cambian a lo largo del día, especialmente entre las franjas horarias de mañana, tarde y noche, lo que genera escenarios dinámicos de exposición y vulnerabilidad ante emergencias. Comprender estas variaciones es fundamental para identificar rutas críticas, zonas de alta concurrencia y áreas potencialmente peligrosas en caso de evacuación.

En los últimos años, se han desarrollado enfoques de analítica visual para estudiar la relación entre desastres y movilidad. Chen et al. (2019) introdujeron *EarthquakeAware*, un sistema de visualización de datos geoetiquetados en redes sociales para evaluar impactos humanitarios tras terremotos. Li et al. (2020) propusieron *SEEVis*, una herramienta que genera animaciones narrativas de evacuaciones urbanas simuladas. Yang et al. (2023) diseñaron *EpiMob*, una plataforma para explorar escenarios urbanos bajo distintas restricciones de movilidad. Sin embargo, los tres estudios se basan en datos simulados, lo cual limita su aplicabilidad directa a entornos reales.

Este trabajo propone una aproximación basada en datos reales, integrando trayectorias urbanas extraídas de registros de taxis de la ciudad de Nueva York y eventos sísmicos reportados por el USGS. A través de un análisis espaciotemporal segmentado por franjas horarias, se busca identificar zonas críticas y áreas vulnerables, proporcionando insumos clave para optimizar la planificación urbana y mejorar la gestión del riesgo ante posibles evacuaciones.

2. Contexto, motivación y justificación

La analítica visual aplicada a desastres naturales en entornos urbanos ha sido abordada desde diversas perspectivas, especialmente con el auge de datos geoespaciales y sensores urbanos. Por ejemplo, Chen et al. (2019) presentan *EarthquakeAware*, un sistema

de visualización interactiva de datos de redes sociales geoetiquetados tras terremotos, que integra análisis espacial, temporal y de tópicos para evaluar el impacto humanitario [1]. Li et al. (2020) proponen *SEEVis*, que genera animaciones narrativas (shot design) para resaltar eventos clave, como congestiones o giros de evacuación, en trayectorias de desplazamiento urbano durante sismos [2]. Asimismo, Yang et al. (2023) desarrollaron *EpiMob*, un entorno de visualización interactivo para simular y comparar escenarios de movilidad urbana a gran escala bajo distintas políticas, permitiendo explorar dinámicamente variaciones espaciales y temporales [3].

Cabe resaltar que los tres trabajos mencionados se basan en escenarios y trayectorias generadas de forma simulada, lo que limita la representación del comportamiento real de las ciudades en condiciones normales y de emergencia. En cambio, el presente estudio propone el uso de datos reales de movilidad urbana (provenientes del registro de taxis en Nueva York) y de actividad sísmica (reportada por el USGS), lo cual aporta una mayor fidelidad en la caracterización de patrones y riesgos.

En contextos urbanos densamente transitados, el análisis de trayectorias de movilidad segmentadas por franjas horarias (mañana, tarde y noche) y su relación directa con la ocurrencia de eventos sísmicos no ha sido suficientemente explorado. Esta integración resulta clave para comprender cómo varía la exposición y vulnerabilidad de distintas zonas urbanas a lo largo del día, y así optimizar los procesos de planificación ante situaciones de evacuación o gestión de emergencias. La identificación de rutas críticas y zonas de alta concurrencia en función del comportamiento dinámico de la ciudad permite una toma de decisiones más precisa y contextualizada.

3. Problema

La variabilidad horaria en los patrones de movilidad urbana y la distribución espacial de los eventos sísmicos generan escenarios de riesgo dinámicos en la ciudad, dificultando la identificación precisa de zonas críticas y la evaluación oportuna de áreas vulnerables ante una posible evacuación.

4. Objetivo

Analizar trayectorias de movilidad urbana en distintas franjas horarias, integrando la superposición de eventos sísmicos para identificar zonas críticas y determinar las áreas más vulnerables ante una posible evacuación, con el fin de optimizar la planificación urbana y la gestión de riesgos.

Referencias

- [1] Qing Chen, Shelly When, and Huamin Qu. Earthquakeaware: Visualizing real-time social media data for rapid damage assessment. In *IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, 2019.
- [2] Wenchao Li, Mengchen Liu, and Kwan-Liu Ma. Seevis: Visual analytics with dynamic shot design for understanding urban evacuation events. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Visualization for AI Explainability (VISxAI)*, 2020.

- [3] Yi Yang, Jiayi Zhao, Kun Xu, Zuchao Lin, and Yuntao Wang. Epimob: Visual analytics of epidemic mobility data at scale. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2023.