
UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ACERCA DEL AGRUPAMIENTO DE TRAYECTORIAS GPS

Gary Reyes

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Universidad de Guayaquil
Guayaquil (Ecuador)
gary.reyesz@ug.edu.ec

Laura Lanzarini, César Estrebou

Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática,
Instituto de Investigación en Informática LIDI (Centro CICPBA)
Buenos Aires (Argentina)
{laural, cesarest}@lidi.info.unlp.edu.ar

Aurelio F. Bariviera

Universitat Rovira i Virgili
Department of Business
Reus (Spain)
aurelio.fernandez@urv.cat

ABSTRACT

Los algoritmos o métodos de agrupamiento para trayectorias GPS se encuentran en constante evolución debido al interés que despierta en parte de la comunidad científica. Con el desarrollo de los algoritmos de agrupamiento considerados tradicionales han surgido mejoras a estos algoritmos e incluso métodos únicos considerados como “novedad” para la ciencia. Este trabajo tiene como objetivo analizar la producción científica que existe alrededor del tema “agrupamiento de trayectorias GPS” mediante la bibliometría. Por lo tanto, fueron analizados un total de 559 artículos de la colección principal de Scopus, realizando previamente un filtrado de la muestra generada para descartar todo aquel artículo que no tenga una relación directa con el tema a analizar. Este análisis establece un ambiente ideal para otras disciplinas e investigadores, ya que entrega un estado actual de la tendencia que lleva la temática de estudio en su campo de investigación.

Keywords Agrupamiento de trayectorias · Trayectorias GPS · Algoritmos de agrupamiento de trayectorias · Bibliometría

1 Introducción

El estudio bibliométrico es una disciplina que ha tenido un crecimiento importante dentro de la comunidad científica en los últimos años. Eugene Garfield, con el establecimiento del Instituto de Información Científica (ISI) en la década de 1960, inició la medición de artículos, revistas, investigadores e instituciones [Merediz-Solà and Bariviera, 2019]. La investigación bibliométrica examina la autoría, la publicación, las citas y el contenido aplicando medidas cuantitativas a un cuerpo (corpus) de literatura [Haddow, 2018]. En la actualidad los artículos científicos se almacenan e indexan en grandes bases de datos científicas, permitiendo medir los parámetros que tienen, como sus palabras claves, números de citas, números de autores, colaboración e impacto del autor, la producción científica anual, entre otros. La idea principal es que al conseguir más citas en un campo científico indica mayor importancia, calidad y es más destacable [Dede and Ozdemir, 2022]. La razón para indexar artículos está dada por lo siguiente: los autores citan otros trabajos por su idea central, esto es debido a la conexión que tienen con el tema central de su investigación o trabajo. Dado que cualquier autor puede seleccionar qué artículo va a citar, incluyendo solamente los más relevantes y relacionados con su artículo, la mayoría de los artículos que se citan podrían demostrar el impacto o la importancia que han tenido dentro de su campo científico. La información que se puede obtener puede ser aprovechada por diversas instituciones, ya que se otorga información valiosa tanto sobre el impacto individual como el agregado. Por lo tanto, podría ayudar en la contratación de maestros o en idear estrategias de investigación en las universidades y los consejos de investigación, sin embargo, los estudios bibliométricos también pueden ayudar con información acerca de la historia que ha tenido cierta

temática, además, de dar a conocer el alcance o la tendencia que lleva dicho tema de investigación. De esta forma se ayuda a los nuevos investigadores a tener una idea sobre el impacto que tiene un tema de investigación en su campo científico [Singh et al., 2023]. Este tipo de análisis se hace posible mediante la disponibilidad de grandes bases de datos bibliográficas como Scopus o Web of Science, entre otros. Estos servicios de indexación son un medio importante para el proceso de evaluación en el ámbito académico.

Scopus es una base de datos bibliográfica que recopila citas y resúmenes de una amplia variedad de fuentes neutrales. Estos recursos son cuidadosamente seleccionado por expertos independientes, quienes son líderes reconocidos en sus respectivos campos disciplinarios. Scopus ofrece a los investigadores una gama de herramientas de descubrimiento y análisis. Esta plataforma no solo facilita la búsqueda y recuperación de información relevante, sino que también promueve la colaboración y el intercambio de ideas entre individuos e instituciones en la comunidad científica. Con un amplio alcance, Scopus indexa contenido proveniente de más de 7000 editores, abarcando una diversidad de disciplinas. Además, alberga una vasta colección de datos, con más de 91 millones de registros, incluyendo más de 94 000 perfiles de afiliación y la contribución de más de 17 millones de autores.

Desde un nivel macroscópico, se pueden determinar métricas que son comunes con muchas revistas y son útiles para diferentes interesados. Sin embargo, algunas características cambian de un contexto o disciplina a otra. Existe una cantidad de investigadores y de revistas que actúan de forma desigual. En los últimos años se ha producido una expansión en el número de revistas y un aumento en los períodos en que se publican, esto puede ser gracias a la expansión del sector académico en varios países, aumentando paulatinamente en la última década en diversos países. Además, las disciplinas científicas tienen diferentes parámetros con respecto a la publicación de un artículo. Por lo tanto, es importante estudiar, sus características y/o temas equivalentes, con el fin de proporcionar una clasificación significativa para los parámetros bibliométricos.

El objetivo de este artículo es analizar la metadata de todos los artículos indexados en la base de datos bibliográfica Scopus que realizan “algoritmos o métodos para agrupamiento de trayectorias GPS”. Se destaca también, que las muestras generadas por la base de datos bibliográfica fueron filtradas manualmente para excluir todos los artículos que no sean parte del campo de estudio. El presente artículo proporcionará información útil sobre las principales revistas que están interesadas en publicar artículos acerca de este tema en particular, así como la evolución que ha tenido su campo científico con el paso del tiempo. Además, se discuten otros aspectos como los autores más citados, las áreas en que más se publican estos artículos, el número de publicaciones por año, los diagramas estratégicos sobre el impacto de los temas, la evolución temática, entre otros.

El análisis bibliométrico viene dado gráficamente por el software VOSviewer que es una herramienta de software para crear mapas basados en datos de red, para visualizar y explorar estos mapas [Van Eck and Waltman, 2010], entre ellos los gráficos de citas, fuentes y autores. Además, se hace uso del paquete bibliometrix y su interfaz gráfica biblioshiny del lenguaje de programación R, que fue desarrollado por Aria and Cuccurullo [2017] para realizar el análisis acerca de la distribución gráfica del autor correspondiente, los artículos más citados, las palabras claves principales, las principales fuentes de publicación, los diagramas estratégicos de las palabras claves y la evolución temática de las palabras claves. Ambos softwares son de código libre, lo que permite al investigador utilizar todas sus funcionalidades, como el artículo más citado, la coautoría, entre otros. El resto del documento está estructurado de la siguiente manera. La sección 2 describe la literatura sobre los estudios bibliométricos o semejantes que se hayan realizados con respecto al tema. La sección 3 detalla los datos bajo el análisis, además, de los principales hallazgos del estudio por medio de bibliometrix y su interfaz gráfica biblioshiny. En la sección 4 se realiza el análisis por medio de VosViewer de los indicadores seleccionados. En la sección 5 se explica las posibles líneas de investigación que pueden desprendese del análisis. Finalmente, la sección 6 extrae las principales conclusiones.

2 Revisión de literatura

La bibliometría es un campo de investigación dentro de las ciencias bibliotecarias y de la información que estudia el material bibliográfico utilizando métodos cuantitativos [Donthu et al., 2021]. Con el paso de los años, la bibliometría se ha convertido en un campo de interés para clasificar y desarrollar resúmenes que representen los principales resultados de una temática en específico. Existen estudios bibliométricos con diversos temas en diferentes campos científicos. Por ejemplo, Liu et al. [2019] realizan un análisis bibliométrico acerca de la investigación de big data. Derudder et al. [2019] realizan un análisis bibliométrico sobre la posición de JTRG (Journal of Transport Geography) en las diferentes agendas o campos de investigación con respecto a las ciencias geográficas y del transporte. Por otra parte, Zhang et al. [2020] realizan un análisis estadístico en profundidad del conocimiento global de la investigación de microplásticos. Ramona et al. [2019] desarrollan un estudio bibliométrico para evaluar la literatura sobre bitcoins a partir de las estructuras y redes de las ciencias publicadas entre 2012 y 2019. Shen et al. [2022] realizan un análisis bibliométrico acerca del enrutamiento de vehículos de distribución de material de emergencia. Azam et al. [2022]

Table 1: Principales áreas de investigación asignadas a los trabajos de la muestra. Fuente: Scopus.

Áreas de investigación	Registros	% de 1094
Ciencias de la computación	391	35,74%
Ingeniería	176	16,09%
Ciencias sociales	125	11,43%
Matemáticas	123	11,24%
Tierra y ciencias planetarias	69	6,31%
Total de las 5 principales áreas de investigación	884	80,80%

realizan un análisis bibliométrico para mapear el estado del arte de la producción científica sobre vehículos autónomos en condiciones de tráfico mixto. Con respecto al tema de estudio, no se identificaron artículos que realicen estudios o análisis bibliométricos. Sin embargo, se menciona un artículo como el de Yuan et al. [2017] que realiza un análisis general de los algoritmos de agrupamiento más representativos que fueron desarrollados, destacando las ventajas y desventajas de cada uno, sus medidas de similitud, resume criterios sobre los resultados de los agrupamientos y por último comenta acerca de los escenarios en que pueden aplicarse. El presente artículo puede convertirse en un punto de partida para los nuevos investigadores que ingresen a este campo, otorgándoles una visión general y completa de las tendencias actuales que existen en torno a los algoritmos o métodos para agrupar trayectorias GPS, identificando, los principales investigadores, las instituciones y revistas que publican artículos relacionados con este campo de investigación.

3 Datos y Resultados

Se trabajó con la metadata bibliográfica (bibliographic metadata) de los artículos que se encuentran indexados en la base de datos bibliográfica Scopus. Por lo tanto, se seleccionaron solamente los artículos que desarrolle o investiguen acerca de la “agrupamiento de trayectorias GPS”. Scopus alberga un total de 559 documentos de la muestra, publicados en 333 fuentes (revistas, libros, etc), durante el período de 2002-2023. Estos documentos fueron (co) escritos por 1416 personas, la gran mayoría de los documentos son de varios autores, sin embargo, solo 11 documentos son de autoría única. La media de autores por documentos es 3,87. Al realizar el análisis se observó que se concentraban en dos áreas de investigación principales: Ciencias de la Computación e Ingeniería. Scopus asigna artículos indexados a una o más áreas de investigación. Los 559 artículos de la muestra fueron asignados a diversas áreas de investigación dando un total de 1094, es decir que pertenecen a más de un área en específico. Las cinco principales áreas de investigación se muestran en la Tabla 1.

El detalle de las publicaciones anuales de artículos se muestra en la Tabla 2. En Scopus se observa que los primeros años tuvieron la acogida de pocos artículos relacionados con el “agrupamiento de trayectorias GPS”, aunque en la última década la cantidad de artículos que se publicaron se han ido incrementado posiblemente por la acogida de la comunidad científica. El total de registros de la muestra cuenta con una tasa de crecimiento promedio por año del 15,6% desde el 2002 hasta el 2023.

3.1 Distribución geográfica del autor correspondiente

La Tabla 3 muestra a China como el principal país cuyos autores han publicado más documentos, seguido por USA como el segundo país que más documentos publicados tiene. Los diez primeros países acumulan el 53,9% de los artículos publicados relacionados con “agrupamiento de trayectorias GPS”. Las siglas PSP, PVP y PVP Ratio corresponden a “Publicaciones de un Solo País”, “Publicaciones de Varios Países” y “Proporción de las Publicaciones de Varios Países”. La Tabla 4 muestra los principales países, ordenados por el número total de citas. El promedio de citas de todos los artículos es de 21,92. China y USA, son los dos países con más artículos publicados y citaciones totales, se sitúan por encima de esta cifra, con un promedio de 19,30 y 34,60 respectivamente. A pesar de que China es el primer país en términos de artículos publicados, tiene el segundo promedio más bajo de citas por artículo entre los países líderes. También es importante destacar que USA es el país con el promedio más alto de citas por artículo, lo que puede utilizarse como un denominador común en la importancia científica media o la calidad de los artículos. Los países que menos colaboran internacionalmente con otros países son Países Bajos y Tailandia al tener una tasa de publicaciones del 0%. El país que más colabora internacionalmente con otros países es China, donde el 30,80% de los trabajos son de este tipo.

Table 2: Número de artículos publicados por año. Fuente: Scopus.

Años	Artículos	Tasa de crecimiento anual
2002	2	-
2003	2	0,0%
2004	1	-50,00%
2005	0	-100,00%
2006	0	-
2007	1	-
2008	2	100,00%
2009	11	450,00%
2010	12	9,09%
2011	12	0,00%
2012	15	25,00%
2013	21	40,00%
2014	30	42,86%
2015	31	3,33%
2016	37	19,35%
2017	48	29,73%
2018	55	14,58%
2019	68	23,64%
2020	57	-16,18%
2021	52	-8,77%
2022	60	15,38%
2023	42	-30,00%
Total	559	15,6%

Table 3: Diez países de autores correspondientes. Fuente: Scopus.

País	Artículos	Frecuencia	PSP	PVP	PVP Ratio
China	203	36,3%	159	44	21,7%
USA	29	5,2%	17	12	41,4%
India	16	2,9%	14	2	12,5%
Italia	13	2,3%	12	1	7,7%
Corea	11	2,0%	8	3	27,3%
Portugal	8	1,4%	4	4	50,0%
Japón	6	1,1%	5	1	16,7%
Australia	5	0,9%	3	2	40,0%
Francia	5	0,9%	2	3	60,0%
Alemania	5	0,9%	3	2	40,0%
Total 10 países	301	53,9%	227	74	31,7%

Table 4: Diez principales citas totales por país. Fuente: Scopus.

País	Total de citas	Citas promedio de artículos
China	3908	19,30
USA	1004	34,60
Turquía	400	400,00
Italia	202	15,50
Hong Kong	173	34,60
Suiza	173	34,60
Grecia	167	33,40
España	156	39,00
Francia	127	25,40
Australia	118	23,60
Total (Todos los países)	7138	21,92

Table 5: Las diez fuentes más relevantes. Fuente: Scopus.

Fuentes	# Artículos	Tipo
Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	38	Actas de Conferencias
ISPRS International Journal of Geo-Information	17	Revista
IEEE Access	15	Revista
GIS: Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems	13	Actas de Conferencias
ACM International Conference Proceeding Series	12	Actas de Conferencias
International Journal of Geographical Information Science	11	Revista
IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	8	Revista
International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives	8	Revista
Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinx/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology Transactions in GIS	7	Revista
	7	Revista

3.2 Principales fuentes de publicación

La Tabla 5 muestra las diez fuentes principales que publican artículos relacionados con “algoritmos de agrupamiento de trayectorias”. Las tres primeras son Lecture Notes in Computer Science (LNCS) (incluida su subserie Lecture Notes en Inteligencia Artificial, LNAI y Apuntes de Conferencias en Bioinformática, LNBI) es una serie de actas de congresos que publica los últimos avances en investigación en todas las áreas de la informática. ISPRS International Journal of Geo-Information que es una revista internacional de acceso abierto revisada por pares sobre geoinformación. IEEE Access que es una importante revista multidisciplinaria de acceso abierto. GIS: Proceedings of the ACM International Symposium On Advances In Geographic Information Systems son Conferencias Internacionales ACM SIGSPATIAL sobre avances en investigaciones interdisciplinarios en todos los aspectos de los sistemas de información geográfica. ACM International Conference Proceeding Series son una serie de Actas de Conferencias Internacionales (ICPS) que proporcionan un mecanismo para publicar los contenidos de conferencias, simposios técnicos y talleres de alta calidad. La International Journal of Geographical Information Science es una revista que permite la revisión por pares, publica temas relacionados con la ciencia de la información geográfica fundamental y computacional entre otros. Cluster Computing-The Journal of Networks Software Tools and Applications es una revista científica revisada por pares sobre procesamiento paralelo, sistemas informáticos distribuidos y redes de comunicación informática. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems es una revista que se publica por medio de IEEE Access, entre el alcance de los temas que publican son: comunicaciones (intervehículo y de vehículo a camino), computadoras(hardware, software), sistemas de información (bases de datos, fusión de datos, seguridad), entre otros. International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences - Isprs Archives es una serie de archivos revisados por pares actas publicadas por la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección (ISPRS). La revista científica Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinx/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology está incluida en la base de datos Scopus, sus principales áreas temáticas de los artículos publicados son Aplicaciones de Ciencias de la Computación, Ingeniería de Sistemas y Control, Modelado y Simulación, y Transporte. Y finalmente Transactions in GIS es una revista internacional revisada por pares que publica artículos de investigación originales, artículos de revisión y notas técnicas breves sobre los últimos avances y las mejores prácticas en las ciencias espaciales.

3.3 Artículos más citados

La Tabla 6 muestra la lista de los 10 principales artículos categorizados como un artículo altamente citado en Scopus. Según González-Betancor and Dorta-González [2015] los trabajos más citados son aquellos que han recibido un número de citas igual o superior que las del percentil q para su campo y año de publicación. Un artículo altamente citado es reconocido por poseer excelencia científica, estableciendo las bases para el campo en que se centra su contexto en el mundo. Por lo tanto, sirven para destacar los artículos importantes de los diferentes campos. Estos artículos se convierten en caminos para la investigación. El primer artículo más citado es propuesto por Yuan et al. [2010] que diseñaron un enfoque de agrupación basada en varianza-entropía para estimar la distribución del tiempo de viaje entre dos puntos de referencia en diferentes franjas horarias. Abul et al. [2008] proponen un concepto novedoso de k-anonimato basado en la co-localización que explota la incertidumbre inherente del paradero del objeto en movimiento. Jing Yuan et al. [2013] diseñaron un enfoque de agrupamiento basado en varianza-entropía para estimar la distribución

Table 6: Los diez artículos más citados, ordenados descendente por el número de citas. Fuente: Scopus.

Autor (año) y Título	Fuente	# Citas
Yuan et al. [2010]. T-drive: driving directions based on taxi trajectories.	GIS: International Conference on Advances in Geographic Information Systems	884
Abul et al. [2008]. Never Walk Alone: Uncertainty for Anonymity in Moving Objects Databases.	2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering	400
Jing Yuan et al. [2013]. T-Drive: Enhancing Driving Directions with Taxi Drivers' Intelligence.	IEEE Xplore	348
Tang et al. [2015]. Uncovering urban human mobility from large scale taxi GPS data.	Physica A: Statistical Mechanics and its Applications	232
Schroedl et al. [2004]. Mining GPS Traces for Map Refinement.	Data Mining and Knowledge Discovery	197
Guo et al. [2012]. Discovering Spatial Patterns in Origin-Destination Mobility Data.	Transactions in GIS	145
Abul et al. [2010]. Anonymization of moving objects databases by clustering and perturbation.	Information Systems	144
Li et al. [2010]. Incremental Clustering for Trajectories.	Springer Berlin Heidelberg	132
Chen et al. [2018]. TripImputor: Real-Time Imputing Taxi Trip Purpose Leveraging Multi-Sourced Urban Data.	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	125
Monreale et al. [2010]. Movement data anonymity through generalization.	Transactions on Data Privacy	125

del tiempo de viaje entre dos puntos de referencia en diferentes intervalos de tiempo. Tang et al. [2015] utilizan una matriz observada del área central en la ciudad de Harbin para modelar los patrones de distribución del tráfico basados en método de maximización de la entropía, y el desempeño de la estimación verifica su efectividad. Schroedl et al. [2004] presentan un enfoque para inducir mapas de alta precisión a partir de trazas de vehículos equipados con receptores GPS diferenciales. Guo et al. [2012] presentan nueva metodología para detectar la ubicación de patrones espaciales y estructuras incrustadas en origen-destino de movimientos. Abul et al. [2010] abordan el problema de la anonimización de bases de datos de objetos en movimiento y proponen un concepto novedoso de k-anonimato basado en la co-localización, que explota la incertidumbre inherente del paradero de objetos en movimiento. Li et al. [2010] proponen un marco de agrupamiento incremental para trayectorias que contiene dos partes, el mantenimiento de microclústeres en línea y la creación de macroclústeres fuera de línea. Chen et al. [2018] proponen un marco probabilístico para inferir propósitos de viaje, tiene una fase que identifica áreas de actividad y calcula probabilidades usando el teorema de Bayes, mientras que la segunda fase agrupa puntos de entrega y coincide con áreas de actividad para respuestas en tiempo real. Finalmente, Monreale et al. [2010] presentan un método que garantiza el anonimato en datos de trayectorias mediante una transformación basada en generalización espacial y k-anonimato, proporcionando una protección formal de datos con un límite superior teórico de reidentificación.

La Tabla 7 muestra los autores más productivos. La tabla fué realizada a partir de una búsqueda manual, ya que, bibliometrix al realizar el análisis del parámetro de los autores, no logra diferenciar entre uno u otro autor que tenga el mismo apellido con la misma inicial de su nombre, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados. En primer lugar, se encuentran Wang Haoyu y Li Jinhong con 7 artículos publicados respectivamente, seguidos por Xu Hao y Liu Xintao con 6 artículos, finalmente Li Yanhua con 4 artículos publicados.

3.4 Palabras claves principales.

La Tabla 8 muestra las diez palabras clave más utilizadas en los artículos de agrupamiento de trayectorias GPS. Scopus proporciona dos tipos de palabras clave: (a) Author Keywords, que son las proporcionadas por los autores originales, y (b) Keywords-Plus, que son aquellas extraídas de los títulos de las referencias citadas. Las Keyword Plus son generadas automáticamente por un algoritmo informático. Las dos palabras clave de autor más frecuentes son “clustering” y

Table 7: Autores más productivos. Fuente: Scopus.

Autores	Institución	# Artículos
Wang Haoyu	Yunnan University, Kunming, China	16
Li Jinhong	North China University of Technology, Beijing, China	15
Li Xue	Shandong University of Science and Technology, Qingdao, China	12
Liu Yizhi	Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, China	12
Li Qing	Shandong University of Science and Technology, Qingdao, China	11

Table 8: Palabras clave principales. Fuente: Scopus.

Palabras clave del autor	# Artículos	Palabras clave plus	# Artículos
clustering	67	trajectories	278
trajectory	34	clustering algorithms	169
trajectory clustering	27	global positioning system	119
gps	26	data mining	105
gps trajectory	24	taxicabs	88
dbSCAN	22	cluster analysis	75
data mining	21	roads and streets	70
gps data	21	gps trajectories	61
gps trajectories	20	trajectory clustering	61
big data	14	gps	57

“trajectory”. Por su parte las Keywords-Plus en sus primeros lugares contienen las palabras “trajectories” y “clustering algorithms”, presentes en artículos como Reyes et al. [2023]. Se observa que al menos cuatro de las principales Keywords en ambos tipos coinciden, posiblemente porque engloban todo lo que tiene que ver con trayectorias y datos GPS, además, de que son utilizados en el proceso de la minería de datos.

3.5 Diagrama estratégico de las palabras claves.

En el diagrama estratégico se pueden observar los temas que están emergiendo, son tendencia, están o han desaparecido de un campo de investigación mediante el análisis de las palabras claves. Cuando se utiliza el análisis de palabras conjuntas para cartografiar la ciencia, se obtienen grupos de palabras clave (y sus interconexiones). Estos grupos se consideran temas. Cada tema de investigación obtenido en este proceso se caracteriza por dos parámetros “densidad” y “centralidad” [Cobo et al., 2011]. El paquete de bibliometrix mediante su interfaz bibloshiny permite crear el mapa temático o diagrama estratégico de las palabras claves, títulos y resúmenes. Dada la interpretación del diagrama estratégico de Cobo et al. [2011], el diagrama otorgado por bibliometrix se analiza de la siguiente manera:

1. Los temas del cuadrante superior derecho están bien desarrollados y son importantes para la estructuración de un campo de investigación. Se les conoce como los temas motores de la especialidad, dado que presentan una fuerte centralidad y alta densidad. La ubicación de los temas en este cuadrante implica que están relacionados externamente con conceptos aplicables a otros temas que están estrechamente relacionados conceptualmente.
2. Los temas en el cuadrante superior izquierdo tienen vínculos internos bien desarrollados, pero vínculos externos sin importancia y, por lo tanto, son de importancia marginal para el campo. Estos temas son de carácter muy especializado y periférico.
3. Los temas del cuadrante inferior izquierdo están poco desarrollados y son marginales. Los temas de este cuadrante tienen baja densidad y baja centralidad, representando principalmente temas emergentes o desaparecidos.
4. Los temas del cuadrante inferior derecho son importantes para un campo de investigación, pero no están desarrollados. Entonces, este cuadrante agrupa temas básicos transversales y generales.

En la Figura 1 y Figura 2 se observan los diagramas estratégicos pertenecientes a las KeyWords Plus y las palabras claves del autor de Scopus. Para la Figura 1 se muestran las KeyWords Plus, su cuadrante superior derecho contiene los temas “trajectories” y parte del tema “gps” considerados como un grupo de subtemas bien desarrollados e importantes para el campo de investigación de los “algoritmos o métodos para agrupamiento de trayectorias GPS”. Su cuadrante superior izquierdo cuenta parcialmente con los temas “gps” y “location”, es decir, que contienen subtemas bien desarrollados, aunque no son de importancia para el campo de investigación. Su cuadrante inferior izquierdo contiene la palabra

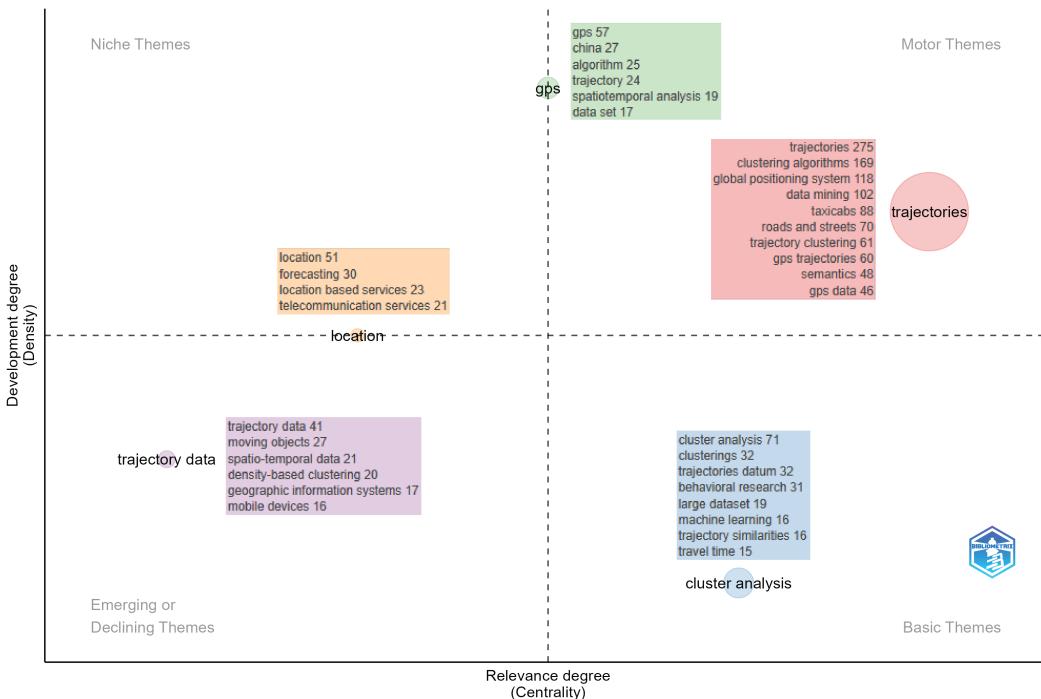


Figure 1: Diagrama estratégico de las KeyWords Plus, generado con bibliometrix. Fuente: Scopus.

clave “trajectory data” y la otra mitad del tema “gps” dentro de estos temas se encuentran subtemas que están pocos desarrollados, no son tomados en cuenta, son emergentes o han desaparecidos. Por último, su cuadrante inferior derecho cuenta con el tema “cluster analysis”, es decir, contienen subtemas importantes, aunque no están del todo desarrollados.

Para la Figura 2 se muestran las palabras clave de autor, su cuadrante superior derecho contiene parte del tema “mobility” considerado como un grupo de subtemas bien desarrollados e importantes para el campo de investigación de los “algoritmos o métodos para agrupamiento de trayectorias GPS”. Su cuadrante superior izquierdo cuenta con el tema “vehicle trajectory” y parcialmente con los temas “mobility” y “urban computing”, es decir, que contienen subtemas bien desarrollados, aunque no son de importancia para el campo de investigación. Su cuadrante inferior izquierdo contiene la otra mitad del tema “urban computing” dentro de este tema se encuentran subtemas que están pocos desarrollados, no son tomados en cuenta, son emergentes o han desaparecidos. Por último, su cuadrante inferior derecho cuenta con los temas “trajectory cluster” y “clustering”, es decir, contienen subtemas importantes, aunque no están del todo desarrollados.

3.6 Evolución temática de las palabras claves.

Para el análisis temático de la evolución de las palabras claves se utilizó el paquete bibliometrix de R con su interfaz gráfica biblioshiny, en el cual, se estableció un rango de años para observar los cambios que existen entre una temática u otra. En la Figura 3 y Figura 4 se muestra la evolución temática de las keyWord Plus y las palabras claves del autor, desde el inicio de los estudios en el campo de investigación hasta la actualidad. En la Figura 3 el tema trajectories se mantiene, aunque se integra con algunos de los subtemas que pertenecían a data location, taxi cabs y trajectory data. Esto forma un nuevo grupo, sin embargo, prevalece el tema clustering posiblemente porque mantiene en su totalidad los subtemas que estaban presentes desde el 2002 hasta el 2018. Los temas “location”, “taxi cabs” y “trajectory data” también se transformaron en nuevos temas que mantienen ciertos subtemas de los temas que existían antes del 2018. Sin embargo, se observa que “gps” ha sufrido cambios menores en los subtemas que se han presentado hasta la actualidad.

En la Figura 4 el tema clustering en la actualidad se ha integrado con algunos de los subtemas que pertenecían a trajectory, trajectory clustering y big data. Así mismo, el tema trajectory clustering se mantiene, aunque algunos de sus subtemas pasaron a ser parte del tema clustering. Otros temas como trajectory mining se conforma en su totalidad con los subtemas que antes del 2018 pertenecían al tema location prediction. En la actualidad han emergido temas como mobility, trajectories y spacio-temporal data cuyos subtemas se han derivado del tema clustering. Finalmente se observa que ninguno de los temas actuales han conservado los subtemas en su totalidad.

Un análisis bibliométrico de la producción científica acerca del agrupamiento de trayectorias GPS

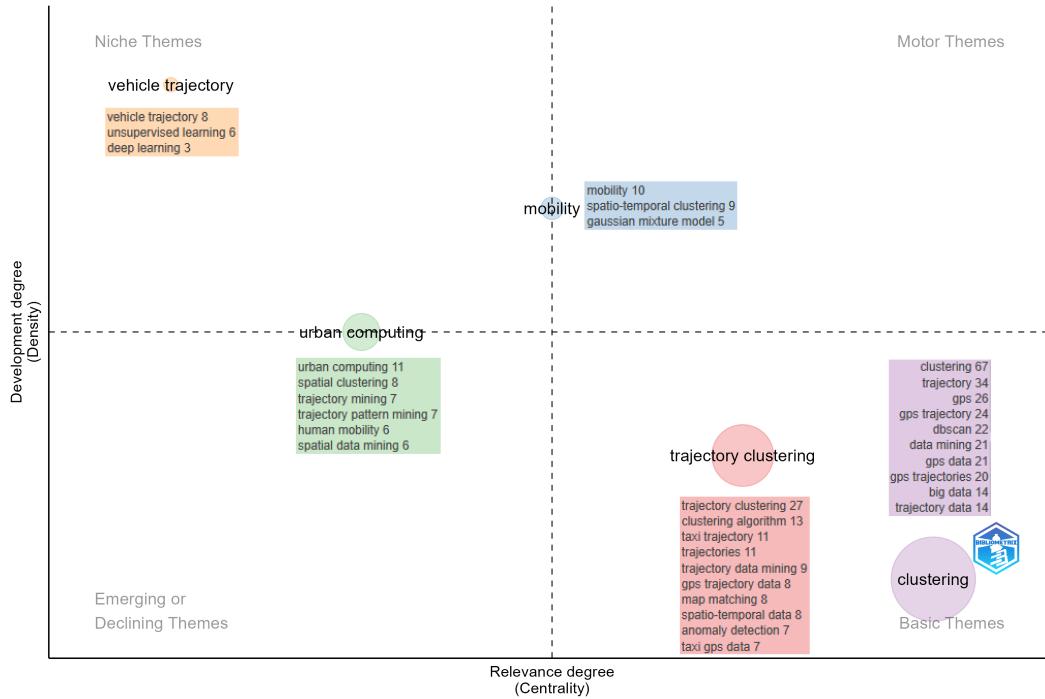


Figure 2: Diagrama estratégico de las palabras clave del autor, generado con bibliometrix. Fuente: Scopus.

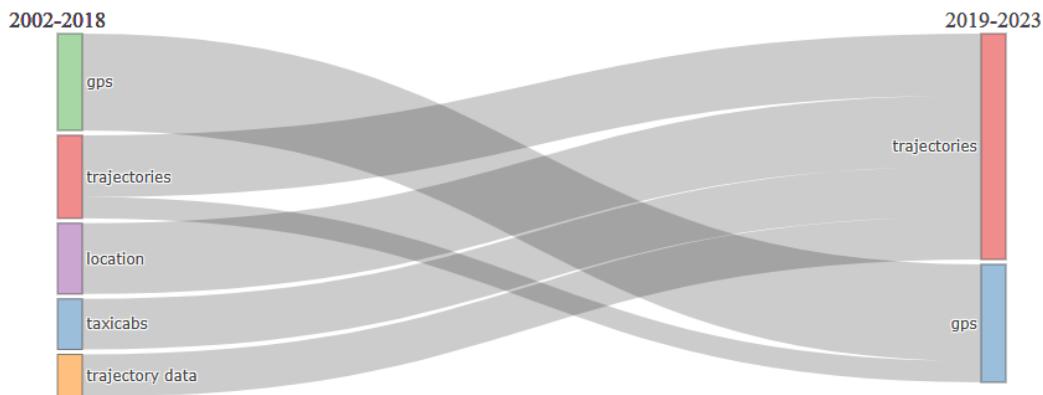


Figure 3: Diagrama estratégico de las palabras clave del autor, generado con bibliometrix. Fuente: Scopus

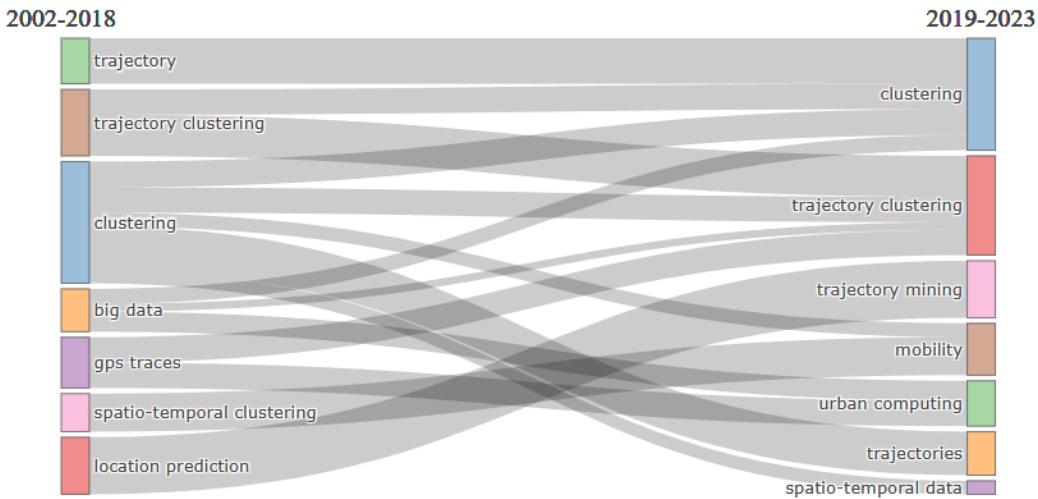


Figure 4: Diagrama estratégico de las palabras clave del autor, generado con bibliometrix. Fuente: Scopus

3.7 Grado de concentración de variables seleccionadas.

En esta subsección se analizan algunas variables bibliométricas, con el fin de mostrar el grado con el que se concentran. Según Stuart [2018] los estudios bibliométricos pueden clasificarse ampliamente como relacionales o evaluativos, ya sea ofreciendo información sobre la relación entre unidades de análisis o ayudando en la evaluación de unidades de análisis. Para realizar este tipo de análisis, se hace uso de la teoría de la información propuesta por Shannon [1948], esta teoría proporciona diferentes métricas que permiten obtener información, como la desviación estándar, la asimetría o la curtosis. Así mismo desarrolló su propia métrica denominada la entropía de Shannon, que mediante una distribución de probabilidad discreta $P = \{p_j; j = 1, \dots, N\}$ con $\sum_{j=1}^N x_i p_j = 1$ la entropía de Shannon se define como:

$$S[P] = - \sum_{j=1}^N p_j \ln(p_j) \quad (1)$$

La entropía de Shannon puede ser interpretada o utilizada de muchas maneras en otros campos científicos. Mejia-Barron et al. [2019] hacen uso de la Entropía de Shannon y un sistema de lógica difusa para diagnosticar fallas de cortocircuitos, en otro artículo Babichev et al. [2019] presenta la tecnología de reducción de perfiles de expresión genética basada en el uso complejo de métodos de lógica difusa, criterios estadísticos y la entropía de Shannon. Por otra parte, Savakar and Hiremath [2020] discuten sobre la detección de falsificación de una imagen utilizando la Entropía de Shannon y medidas de similitud y disimilitud. Finalmente, es utilizada en estudios bibliométricos con el fin de estudiar la distribución de equidad/concentración de diferentes variables importantes como temas de investigación, autores, entre otros [Polyakov et al., 2017]. Para una mejor interpretación de la información, se hace uso de la Entropía de Shannon en su forma normalizada, dividiéndola por su valor máximo. Por lo tanto, el índice de concentración normalizado se define de la siguiente manera:

$$H[P] = \frac{S[P]}{S_{MAX}} = \frac{-\sum_{j=1}^N p_j \ln(p_j)}{\ln N} \quad (2)$$

Bajo la condición de $0 \leq H \leq 1$, donde $H = 1$ significa que todas las categorías están representadas de manera uniforme, es decir, existe ausencia de concentración, y $H = 0$ que la distribución está concentrada en un solo punto. Se calculó el índice de concentración entrópica normalizado para la distribución de autores, fuentes, países, áreas de investigación y citas. Los resultados se observan en la Tabla 9. Donde se observa que los autores se encuentran distribuidos de manera uniforme. Las fuentes también se encuentran distribuidas de manera uniforme, como se observa en la Tabla 5. Los países que publican artículos relacionados con el tema de estudio están muy concentrados en unos pocos países como se muestra en la Tabla 3. Sin embargo, tomando en cuenta el valor del índice de autores y países se presenta que la distribución de los autores dentro de estos países se encuentra distribuidos de manera uniforme. Del

Table 9: Índice de concentración entrópica (H) de las variables seleccionadas. Fuente: Scopus.

Variable	H
Autores	0,9665
Fuentes	0,9211
Países	0,5375
Áreas de investigación	0,6682
Citas de artículos	0,8169

Table 10: Distribución observada del número de autores que escribieron un número determinado de artículos y valores ajustados de la ley de Lotka. Fuente: Scopus.

# Artículos	# Autores	Frecuencia observada	# Frecuencia ajustada
1	1080	0,7627	0,7630
2	184	0,1299	0,1300
3	64	0,0452	0,0450
4	35	0,0247	0,0250
5	17	0,0120	0,0120
6	12	0,0085	0,0080
7	6	0,0042	0,0040
8	6	0,0042	0,0040
9	2	0,0014	0,0010
10	2	0,0014	0,0010
11	4	0,0028	0,0030
12	2	0,0014	0,0010
15	1	0,0007	0,0010
16	1	0,0007	0,0010

mismo modo en las áreas de investigación se detectó una concentración moderadamente baja, esto puede ser observado en la Tabla 1 donde el 74,5% de publicaciones se reparte entre el área de ciencias de la computación, ingeniería, ciencias sociales y matemáticas. Finalmente, los artículos más citados se encuentran moderadamente concentrados como se observa en la Tabla 6.

Una medida alternativa para observar la distribución que siguen los autores según su productividad es la ley de Lokta. Según el hallazgo empírico que realizó Lotka [1926], la ley de Lokta sigue una forma de ley de Zipf. El hallazgo original, fue basado en una base de datos restringidas a la física y a la química. Su ecuación en base a esta restricción se define a continuación:

$$a_n = \frac{a_1}{n^2}, n = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Donde a_n es el número de autores que publican n artículos y a_1 es el número de autores que publican un solo artículo. Lotka [1926] dedujo su ley empírica a partir de una muestra muy específica, sin embargo, para una generalización de su ecuación podría ser:

$$a_n = \frac{a_1}{n^c}, n = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

donde c es un parámetro que debe estimarse para que se ajusten mejor a los datos de la distribución. El valor de $c = 2,52$, con un $R^2 = 0,96$. La Tabla 10 resume la distribución real y ajustada del número de autores que publican n artículos. Se observa que el número real de autores que publican solo 1 artículo es menor que el predicho por la ley de Lokta confirmando que la autoría no está distribuida de manera más amplia y uniforme.

4 Gráficos de citas, fuentes y autores

Las siguientes figuras fueron generadas utilizando la herramienta de software VOSviewer que permite crear mapas basados en red, permitiendo la visualización y la exploración. Desarrollado por Van Eck and Waltman [2010] nos

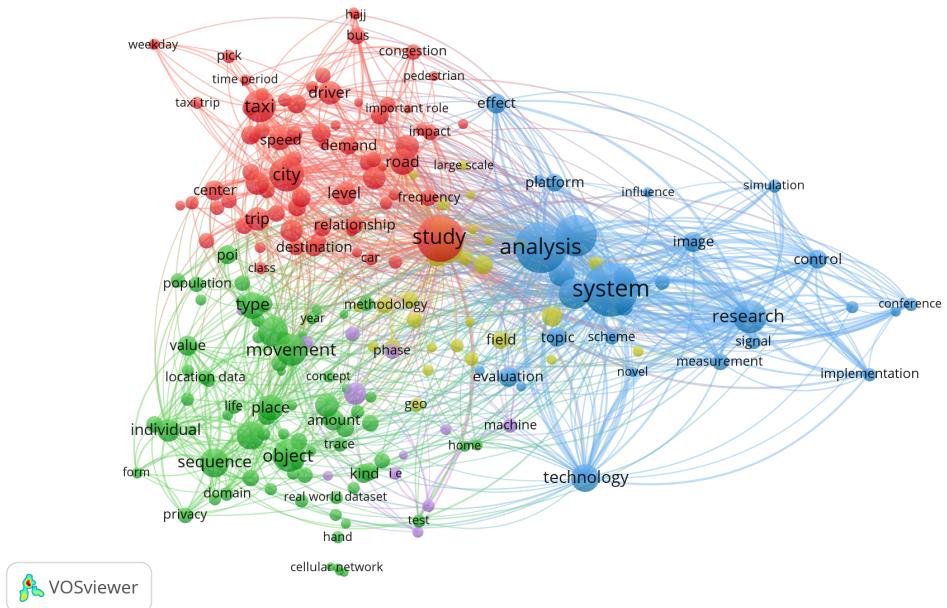


Figure 5: Mapa de nubes de palabras en títulos y resúmenes (recuento completo), generado con VOSviewer. Fuente: Scopus.

permite contar las palabras que aparecen en el título, el resumen y las palabras claves, obteniendo las relaciones que aparecen en los diferentes documentos que se encuentran publicados. La Figura 5 representa el mapa de nubes con las palabras que son relevantes en los artículos. El mapa muestra la cantidad de veces en que las palabras aparecen en los artículos y que tanta es la relación que existe entre ellos. En mapa se divide por grupos, la parte azul tiene una concentración de la palabra sistema, que a su vez se relaciona con la palabra análisis, investigación, tecnología y evaluación. En la parte roja se observan palabras que están relacionadas con la planificación urbana o urbanismo, entre sus palabras están estudio, taxi, carretera, demanda, congestión. En la parte verde, amarilla y morada hacen alusión a los conceptos asociados al movimiento de los objetos y sus diferentes aplicaciones. Se destacan las palabras estudio, ciudad, análisis, sistema y movimiento porque crean los nexos entre todo el conjunto de palabras, esto ha permitido que se detecten nuevas perspectivas de análisis hacia aplicaciones emergentes como la propuesta por Reyes et al. [2022].

La Figura 6 es una representación casi similar a la Figura 5, con la diferencia de que las palabras se cuentan de forma binaria. Esto significa que cuando aparece una palabra, Vos-Viewer solo la va a contar una vez independientemente del número de veces que aparezca en el documento. Esta ligera diferencia puede cambiar los resultados que se obtuvieron con las gráficas anteriores, porque si una palabra se repite mucho no entra en el conteo del resultado final. En el mapa de nubes se observa que la parte amarilla de la Figura 6 se han fusionado con las palabras que tenían que ver con clasificación, tema, estrategia y redes, siendo la principal diferencia entre la Figura 5 y la Figura 6. Sin embargo, aún está presente la parte roja con las palabras que hacen alusión a conceptos asociados a la planificación urbana y sus diferentes aplicaciones, también se mantiene la parte azul y verde con temas muy relacionados a la gestión y eficiencia de problemas derivados del urbanismo.

La Figura 7 muestra el mapa de nubes de las fuentes de los artículos. En el mapa se diferencian las revistas, que hacen referencia a la Tabla 5 cada una de las fuentes publica artículos relacionados con algoritmos o métodos de agrupamiento de trayectorias, agrupamiento de trayectorias GPS, urbanismo, planificación, tráfico, entre otras.

La Figura 8 muestra todos los artículos que pertenecen a la muestra y el tamaño del nodo que se crea depende del número de citas que tienen. Este resultado se puede observar en la Tabla 6 de la subsección de artículos más citados. En la Figura 8 se observa que los dos nodos que más destacan son el de Jing Yuan et al. [2013] publicado en IEEE Xplore con el diseño de un enfoque de agrupación basada en varianza-entropía para la estimación en la distribución de los tiempos de viajes entre dos puntos diferentes, y Schroedl et al. [2004] publicado en Data Mining and Knowledge Discovery que presentan un enfoque para inducir mapas de alta precisión a partir de trazas de vehículos equipados con receptores GPS diferenciales.

Un análisis bibliométrico de la producción científica acerca del agrupamiento de trayectorias GPS

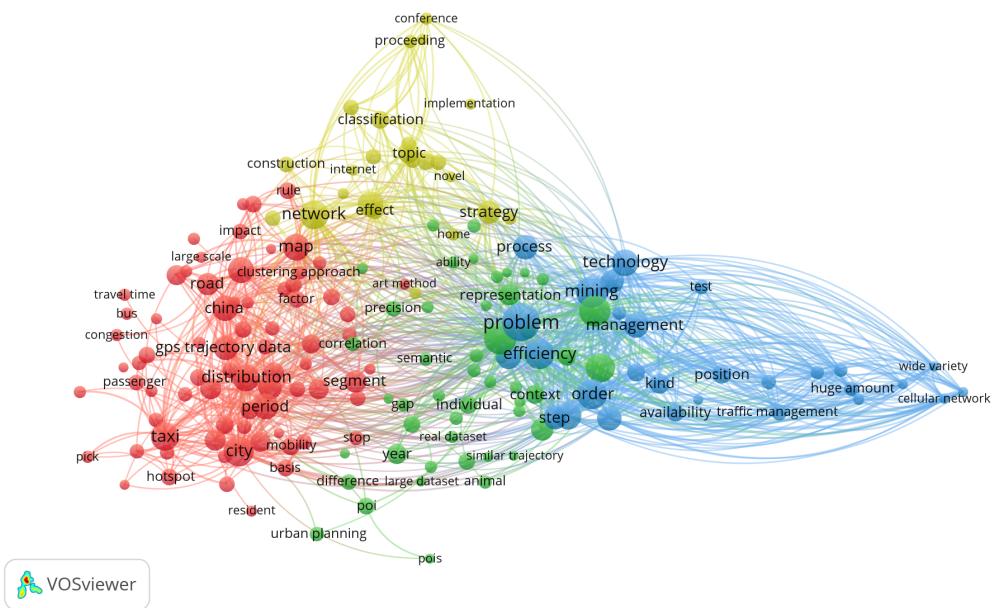


Figure 6: Mapa de nubes de palabras en títulos y resúmenes (recuento binario), generado con VOSviewer. Fuente: Scopus

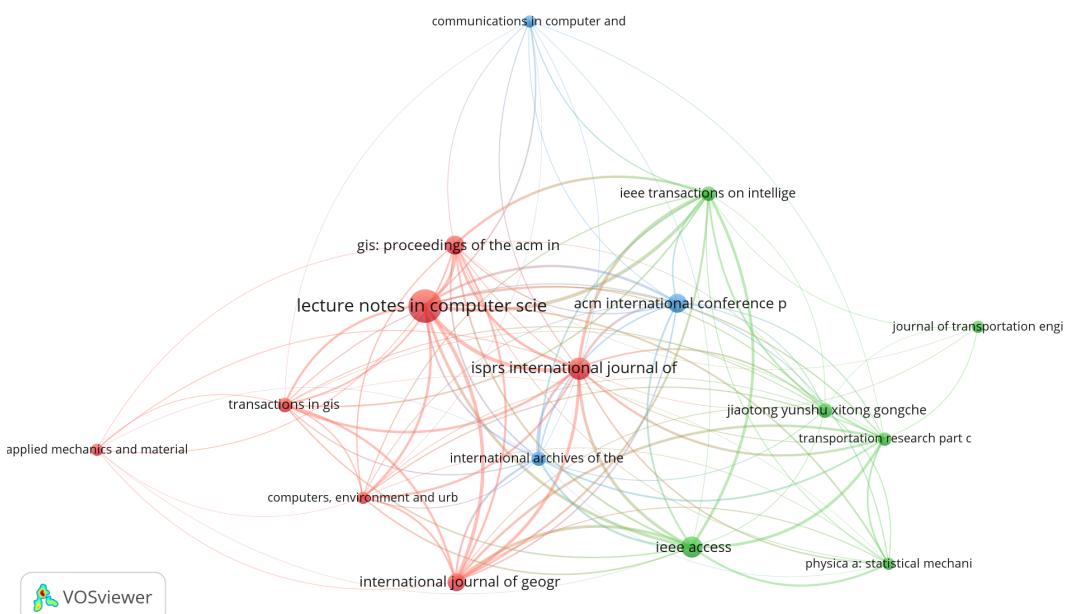


Figure 7: Mapa en la nube de revistas donde se publicaron artículos sobre “agrupamiento de trayectorias GPS”, generado con VOSviewer. Fuente: Scopus

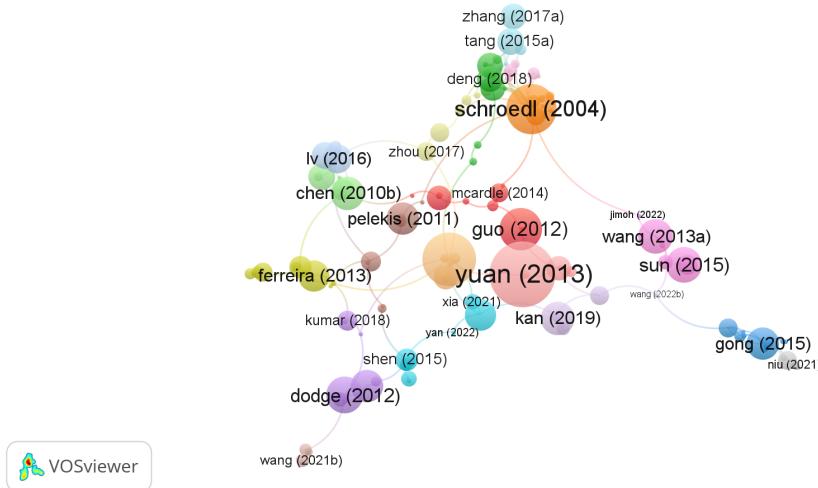


Figure 8: Se publicaron mapas de nubes de revistas de autores con artículos sobre “agrupamiento de trayectorias GPS”, generado con VOSviewer. Fuente: Scopus

También se destacan otros autores por su cantidad de citas como Tang et al. [2015] publicado en *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* o Guo et al. [2012] publicado en *Transactions in GIS*.

5 Posibles líneas de investigación

Aunque existen una gran variedad de algoritmos de agrupamiento para trayectorias, hay muy pocas revisiones bibliográficas o de literatura acerca del funcionamiento o a que campos de investigación pueden ir dirigidos, el único que trata limitadamente es Yuan et al. [2017] con su análisis de los algoritmos de agrupamiento para trayectorias, sin embargo, él lo adapta a un contexto general del tema de estudio. Según la revisión bibliométrica el estudio de los datos GPS que se obtienen a través de los vehículos puede ayudar a resolver problemas tanto viales como urbanos, por lo tanto, en esta línea aún faltan estudios que entreguen pautas de inicio a nuevos investigadores que deseen incurrir en el campo de agrupamiento de trayectorias GPS como por ejemplo, identificar que vías, espacios aéreos o marítimos son los más adecuados para la rápida movilidad de los medios de transporte multimodales, planificar las rutas de urbanizaciones modernas o que se encuentren en fase de construcción para disminuir el tráfico vehicular, analizar que patrones son los que provocan los accidentes de tránsito para así tratar de evitarlos, determinar que rutas son las más factibles para que circulen los vehículos autónomos, establecer caminos, calles o carreteras seguras para las personas que usen un medio de transporte distinto como bicicletas, scooters, patines, entre otros. Finalmente, también se puede incurrir en la revisión de los algoritmos de agrupamiento de trayectorias centrados en otro ámbito, tanto en el análisis de la movilidad o migración de animales, personas, trayectorias de robots, vehículos aéreos no tripulados, análisis de trayectorias de huracanes entre otros. En relación con este aspecto, casi no hay documentos que indiquen la tendencia que llevan los algoritmos o métodos de agrupamiento para trayectorias GPS en este campo de investigación.

6 Conclusión

Este análisis muestra que el agrupamiento para trayectorias GPS comprenden una combinación entre el urbanismo y los efectos que tienen los vehículos en las calles, caminos o carretas. Cabe destacar que esto no sería posible sin Sistemas de posicionamiento global o GPS. Además de la integración de los algoritmos de agrupamiento de trayectorias correctos ya sea TraClus, Kmeans, Tra-Dbscan entre otros. Este artículo constituye un aporte significativo al análisis bibliométrico acerca de los algoritmos o métodos de agrupamiento para trayectorias GPS, que comprende 559 artículos publicados en Web of Science, estos registros permitieron encontrar resultados significativos, tanto en las relaciones que tienen entre palabras claves, autores, citas, entre otros. Se detectó que existen artículos importantes que no se encuentran en Scopus, por ejemplo, Time-focused clustering of trajectories of moving objects de Nanni and Pedreschi [2006], considerado en otras fuentes bibliográficas como un artículo muy citado. En la Tabla 9 se observa una alta concentración de autores de China, aunque la diversidad de países si predomina. Además, se observa en la Figura 8 que

las citas realizadas entre artículos se encuentran muy relacionadas, indicando posiblemente que el tema de estudio se está consolidando.

References

- Osman Abul, Francesco Bonchi, and Mirco Nanni. Never Walk Alone: Uncertainty for Anonymity in Moving Objects Databases. In *2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering*, pages 376–385, Cancun, Mexico, April 2008. IEEE. ISBN 978-1-4244-1836-7 978-1-4244-1837-4. doi: 10.1109/ICDE.2008.4497446.
- Osman Abul, Francesco Bonchi, and Mirco Nanni. Anonymization of moving objects databases by clustering and perturbation. *Information Systems*, 35(8):884–910, December 2010. ISSN 03064379. doi: 10.1016/j.is.2010.05.003.
- Massimo Aria and Corrado Cuccurullo. Bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4):959–975, November 2017. ISSN 17511577. doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007.
- Muhammad Azam, Sitti Asmah Hassan, and Othman Che Puan. Autonomous Vehicles in Mixed Traffic Conditions—A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 14(17):10743, August 2022. ISSN 2071-1050. doi: 10.3390/su141710743.
- Sergii Babichev, Jiří Barilla, Jiří Fišer, and Jiří Škvor. A Hybrid Model of Gene Expression Profiles Reducing Based on the Complex Use of Fuzzy Inference System and Clustering Quality Criteria. In *Proceedings of the 2019 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2019)*, Prague, Czech Republic, 2019. Atlantis Press. ISBN 978-94-6252-770-6. doi: 10.2991/eusflat-19.2019.20.
- Chao Chen, Shuhai Jiao, Shu Zhang, Weichen Liu, Liang Feng, and Yasha Wang. TripImputor: Real-Time Imputing Taxi Trip Purpose Leveraging Multi-Sourced Urban Data. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(10):3292–3304, October 2018. ISSN 1524-9050, 1558-0016. doi: 10.1109/TITS.2017.2771231.
- M.J. Cobo, A.G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1):146–166, January 2011. ISSN 17511577. doi: 10.1016/j.joi.2010.10.002.
- Ercan Dede and Ercan Ozdemir. Mapping and performance evaluation of mathematics education research in Turkey: A bibliometric analysis from 2005 to 2021. *Journal of Pedagogical Research*, page 4, July 2022. ISSN 2602-3717. doi: 10.33902/JPR.202216829.
- Ben Derudder, Xingjian Liu, Song Hong, Shuhe Ruan, Yifei Wang, and Frank Witlox. The shifting position of the Journal of Transport Geography in ‘transport geography research’: A bibliometric analysis. *Journal of Transport Geography*, 81:102538, December 2019. ISSN 09666923. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2019.102538.
- Naveen Donthu, Satish Kumar, Debmalya Mukherjee, Nitesh Pandey, and Weng Marc Lim. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133:285–296, September 2021. ISSN 01482963. doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- Sara M. González-Betancor and Pablo Dorta-González. Porcentaje de artículos altamente citados: Una medida comparable del impacto de revistas entre campos científicos. *Revista española de Documentación Científica*, 38(3): e092, September 2015. ISSN 1988-4621, 0210-0614. doi: 10.3989/redc.2015.3.1230.
- Diansheng Guo, Xi Zhu, Hai Jin, Peng Gao, and Clio Andris. Discovering Spatial Patterns in Origin-Destination Mobility Data. *Transactions in GIS*, 16(3):411–429, June 2012. ISSN 1361-1682, 1467-9671. doi: 10.1111/j.1467-9671.2012.01344.x.
- Gaby Haddow. Bibliometric research. In *Research Methods*, pages 241–266. Elsevier, second edition, 2018. ISBN 978-0-08-102220-7. doi: 10.1016/B978-0-08-102220-7.00010-8.
- Jing Yuan, Yu Zheng, Xing Xie, and Guangzhong Sun. T-Drive: Enhancing Driving Directions with Taxi Drivers’ Intelligence. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 25(1):220–232, January 2013. ISSN 1041-4347. doi: 10.1109/TKDE.2011.200.
- Zhenhui Li, Jae-Gil Lee, Xiaolei Li, and Jiawei Han. Incremental Clustering for Trajectories. In *Database Systems for Advanced Applications*, volume 5982, pages 32–46. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010. ISBN 978-3-642-12097-8 978-3-642-12098-5. doi: 10.1007/978-3-642-12098-5_3.
- Xiaohong Liu, Ruiqing Sun, Shiyun Wang, and Yenchun Jim Wu. The research landscape of big data: A bibliometric analysis. *Library Hi Tech*, 38(2):367–384, December 2019. ISSN 0737-8831. doi: 10.1108/LHT-01-2019-0024.
- Alfred J. Lotka. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of Washington Academy Sciences*, 16: 317–323, 1926.
- Arturo Mejia-Barron, J. De Santiago-Perez, David Granados-Lieberman, Juan Amezquita-Sanchez, and Martin Valtierra-Rodriguez. Shannon Entropy Index and a Fuzzy Logic System for the Assessment of Stator Winding Short-Circuit Faults in Induction Motors. *Electronics*, 8(1):90, January 2019. ISSN 2079-9292. doi: 10.3390/electronics8010090.

- Ignasi Merediz-Solà and Aurelio F. Bariviera. A bibliometric analysis of bitcoin scientific production. *Research in International Business and Finance*, 50:294–305, December 2019. ISSN 02755319. doi: 10.1016/j.ribaf.2019.06.008.
- A. Monreale, G. Andrienko, N. Andrienko, F. Giannotti, D. Pedreschi, S. Rinzivillo, and S. Wrobel. Movement data anonymity through generalization. *Transactions on Data Privacy*, 3(2):91–121, 2010. ISSN 20131631 (ISSN).
- Mirco Nanni and Dino Pedreschi. Time-focused clustering of trajectories of moving objects. *Journal of Intelligent Information Systems*, 27(3):267–289, November 2006. ISSN 0925-9902, 1573-7675. doi: 10.1007/s10844-006-9953-7.
- Maksym Polyakov, Serhiy Polyakov, and Md Sayed Iftekhar. Does academic collaboration equally benefit impact of research across topics? The case of agricultural, resource, environmental and ecological economics. *Scientometrics*, 113(3):1385–1405, December 2017. ISSN 0138-9130, 1588-2861. doi: 10.1007/s11192-017-2523-7.
- Orăștean Ramona, Mărginean Silvia Cristina, and Sava Raluca. Bitcoin in the Scientific Literature – A Bibliometric Study. *Studies in Business and Economics*, 14(3):160–174, December 2019. ISSN 2344-5416. doi: 10.2478/sbe-2019-0051.
- Gary Reyes, Laura Lanzarini, Waldo Hasperué, and Aurelio F. Bariviera. Proposal for a Pivot-Based Vehicle Trajectory Clustering Method. *Transportation Research Record*, 2676(4):281–295, April 2022. ISSN 0361-1981. doi: 10.1177/03611981211058429.
- Gary Reyes, Vivian Estrada, Roberto Tolozano-Benites, and Victor Maquilón. Batch Simplification Algorithm for Trajectories over Road Networks. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(10):399, September 2023. ISSN 2220-9964. doi: 10.3390/ijgi12100399.
- Dayanand G. Savakar and Raju Hiremath. Copy-Move Image Forgery Detection Using Shannon Entropy. In *Applied Computer Vision and Image Processing*, volume 1155, pages 76–90. Springer Singapore, Singapore, 2020. ISBN 9789811540288 9789811540295. doi: 10.1007/978-981-15-4029-5_8.
- Stefan Schroedl, Kiri Wagstaff, Seth Rogers, Pat Langley, and Christopher Wilson. Mining GPS Traces for Map Refinement. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(1):59–87, July 2004. ISSN 1384-5810. doi: 10.1023/B:DAMI.0000026904.74892.89.
- C. E. Shannon. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3):379–423, July 1948. ISSN 00058580. doi: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.
- Jinxing Shen, Kun Liu, Changxi Ma, Yongpeng Zhao, and Chuwei Shi. Bibliometric analysis and system review of vehicle routing optimization for emergency material distribution. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(6):893–911, December 2022. ISSN 20957564. doi: 10.1016/j.jtte.2022.10.001.
- Navjit Singh, Akriti Gupta, and Bharti Kapur. A bibliometric analysis of IJQRM journal (2002–2022). *International Journal of Quality & Reliability Management*, 40(7):1647–1666, July 2023. ISSN 0265-671X. doi: 10.1108/IJQRM-06-2022-0181.
- David Stuart. Open bibliometrics and undiscovered public knowledge. *Online Information Review*, 42(3):412–418, June 2018. ISSN 1468-4527. doi: 10.1108/OIR-07-2017-0209.
- Jinjun Tang, Fang Liu, Yinhai Wang, and Hua Wang. Uncovering urban human mobility from large scale taxi GPS data. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 438:140–153, November 2015. ISSN 03784371. doi: 10.1016/j.physa.2015.06.032.
- Nees Jan Van Eck and Ludo Waltman. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2):523–538, August 2010. ISSN 0138-9130, 1588-2861. doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
- Guan Yuan, Penghui Sun, Jie Zhao, Daxing Li, and Canwei Wang. A review of moving object trajectory clustering algorithms. *Artificial Intelligence Review*, 47(1):123–144, January 2017. ISSN 0269-2821, 1573-7462. doi: 10.1007/s10462-016-9477-7.
- Jing Yuan, Yu Zheng, Chengyang Zhang, Wenlei Xie, Xing Xie, Guangzhong Sun, and Yan Huang. T-drive: Driving directions based on taxi trajectories. In *Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, pages 99–108, San Jose California, November 2010. ACM. ISBN 978-1-4503-0428-3. doi: 10.1145/1869790.1869807.
- Ying Zhang, Shengyan Pu, Xue Lv, Ya Gao, and Long Ge. Global trends and prospects in microplastics research: A bibliometric analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 400:123110, December 2020. ISSN 03043894. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123110.