

Resumen

En el último siglo, Europa ha vivido una fuerte migración del ámbito rural al urbano. Se estima que alrededor del 70% de la población europea (aproximadamente 350 millones de personas) vive en aglomeraciones urbanas de más de 5.000 habitantes (DG REGIO, 2010). La movilidad urbana es fundamental para el desarrollo económico y social de las ciudades pero al mismo tiempo conlleva a una serie de importantes efectos negativos, tales como la congestión o la contaminación del aire. El entendimiento de los patrones de movilidad urbana de los ciudadanos es esencial para que los gestores puedan evaluar cuáles son las políticas y medidas más adecuadas para conseguir un desarrollo urbano sostenible. La mayoría de los estudios empíricos sobre movilidad urbana se apoyan en encuestas, ya que estas proporcionan información detallada sobre los patrones de movilidad de la población aportando al mismo tiempo una gran cantidad de información socio-demográfica. Sin embargo, las encuestas presentan una serie de limitaciones prácticas importantes (Ortúzar & Willumsen, 2011) tales como sus elevados costes económicos o sus largos plazos de ejecución. El uso generalizado de dispositivos móviles por parte de la población abre la posibilidad de recoger de manera anónima y pasiva una gran cantidad de información espacio-temporal de una gran muestra de usuarios, superando algunas de las limitaciones de los actuales métodos de recogida de información. En concreto, los datos de la red de telefonía móvil presentan una serie de ventajas que los posicionan como una de las mejores fuentes de datos para el estudio de la movilidad general de grandes núcleos de población (bajos costes de extracción de los datos, gran tamaño de muestra, amplia cobertura espacial, etc.). En los últimos años, se han llevado a cabo diferentes estudios con datos de telefonía móvil para el análisis de los patrones de actividad de la población en las ciudades (Reades et al. 2007), el estudio de los patrones de movilidad de las personas (Gonzalez et al. 2008), la estimación de volúmenes de tráfico (Cáceres et al. 2012) o el análisis del comportamiento de los turistas (Ahas et al., 2007). No obstante, aún existe un amplio margen de mejora en esta disciplina

en lo referente especialmente a aspectos metodológicos sobre el tratamiento de los datos y un gran número de aplicaciones prácticas por explorar.

El objetivo principal de esta investigación es contribuir a los recientes avances en el campo del análisis de los datos de telefonía móvil mediante el desarrollo y validación de una metodología que permita extraer información de patrones de actividad y movilidad de la población en ámbitos urbanos. La metodología desarrollada presenta una serie de mejoras relevantes con respecto a estudios previos, como la estimación de localizaciones frecuentes distintas de casa y trabajo, la mejora en la estimación de la hora del viaje, procedimientos para la selección y expansión de la muestra o la mejora en la estimación del número de personas en un área específica a partir de los patrones de actividad y movilidad de las mismas. Esta metodología ha sido aplicada en tres casos de uso para: (1) la obtención de estadísticas básicas de movilidad y matrices origen-destino en ámbitos urbanos, (2) el análisis de la influencia de la red social en la movilidad y (3) el estudio de la exposición de la población a la contaminación.

Los resultados muestran el gran potencial de los datos de telefonía móvil para estimar estadísticas básicas de movilidad (número de viajes por persona, distribución de distancia de los viajes, etc.) y matrices origen-destino superando algunas de las limitaciones de los métodos convencionales de recogida de información, como el reducido tamaño de muestra, los altos costes económicos o los largos plazos de ejecución. Los resultados obtenidos con esta nueva metodología han sido comparados con estadísticas procedentes de encuestas. Las grandes similitudes encontradas al comparar ambas metodologías ponen en evidencia, por un lado, el potencial de los datos de telefonía móvil para capturar patrones de movilidad de la población y, por otro lado, la validez de la metodología propuesta.

Adicionalmente, se ha mostrado el potencial de los datos de telefonía móvil para analizar de manera conjunta la red social y la movilidad. Los resultados refuerzan la hipótesis de que 'otras' localizaciones frecuentes distintas de casa y trabajo pueden ser consideradas como lugares donde potencialmente se producen interacciones entre las personas de una

misma red social. Además, se ha observado que la mayoría de los eventos de co-ubicación tienen lugar en 'otras' localizaciones frecuentes y en localizaciones no frecuentemente visitadas por las personas. La información de red social y movilidad extraída de los datos de telefonía móvil puede ayudar a mejorar la definición de los actuales modelos de transporte basados en actividades, aportando nuevas variables a considerar a la hora de simular dónde y cuándo se realizan las distintas actividades. Estas mejoras son de interesante aplicación para el análisis de servicios de movilidad compartida, como por ejemplo el transporte bajo demanda o el carpooling.

En esta investigación también se ha analizado el potencial de los datos de telefonía móvil para mejorar las estimaciones de exposición de la población a la contaminación. Los resultados muestran como la información de presencia de población obtenida a partir de los patrones de actividad y movilidad de la población mejora los resultados de los indicadores de exposición obtenidos mediante metodologías convencionales. Para estudios a nivel de mesoescala, las metodologías tradicionales basadas en datos censales aportan resultados satisfactorios, sin embargo, para estudios a una escala más detallada es fundamental considerar los patrones de actividad y movilidad de la población.

A pesar de las evidentes ventajas que proporcionan los datos de telefonía móvil, también se han observado limitaciones relevantes en los distintos estudios realizados. Las limitaciones vienen derivadas principalmente de las características espacio-temporales de los datos y de la falta de información socio-demográfica asociada a los mismos. Para el caso de la obtención de estadísticas sobre movilidad en ámbitos urbanos se ha identificado la imposibilidad, a día de hoy, de obtener información detallada sobre el motivo preciso de los viajes, el modo y la ruta de los mismos, información socio-demográfica detallada de las personas u opiniones de valor de la población. Para el caso del estudio de la red social y la movilidad, se han identificado limitaciones asociadas a la posibilidad de que existan relaciones sociales que se produzcan por canales de comunicación distintos al teléfono móvil. Además, la resolución espacio-temporal de los datos puede influir en la calidad de los resultados sobre localizaciones compartidas por los miembros de una misma red social. Para el caso de la exposición a la contaminación, la

principal limitación identificada ha sido la posible falta de calidad de la información socio-demográfica disponible, que puede afectar a los procesos de elevación muestral.

Esta investigación abre la puerta a un gran número de futuras líneas de investigación. Se han identificado líneas de mejora metodológicas así como un gran número de futuras aplicaciones prácticas. La información de movilidad extraída de los datos de telefonía móvil ya aporta a día de hoy una información muy valiosa para estudios de movilidad. Es previsible que la mejora en la calidad de los datos de telefonía móvil así como nuevas mejoras metodológicas hagan que esta fuente de datos se posicione como una de las fuentes de datos fundamental e imprescindible para estudios de movilidad en el corto plazo.