



LA RE-EXTRACCIÓN DE ÁREAS URBANIZADAS BASADA EN LAS IMÁGENES DE LUCES NOCTURNAS DE ALTA RESOLUCIÓN

Zheng, Qianhui ^{1*}

Remisión inicial: 2019-05-31; **Remisión definitiva:** 2019-10-13; **Publicación:** 2019-12-21

Citación: Zheng, Q. (2019). La re-extracción de áreas urbanizadas basada en las imágenes de luces nocturnas de alta resolución. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8486. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8486>

Resumen

Independientemente de la escala regional o global, la definición del área urbanizada es una base importante para el monitoreo y la gestión del desarrollo urbano, y una condición importante para el estudio de las políticas sociales, la economía, la cultura y el medio ambiente. Gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología, la expansión urbana está creciendo rápidamente. El método de extraer áreas urbanizadas de manera rápida y precisa se ha convertido en el foco de la investigación. En la década de los setenta, con el comienzo del Programa de satélites meteorológicos de defensa (Defense Meteorological Satellite Program, DMSP), naciendo las imágenes de luces nocturnas que proporcionan un nuevo método para la extracción de áreas urbanizadas. Sin embargo, debido a los límites de la resolución espacial y el rango espectral, es cierto que existen defectos en la extracción de áreas urbanizadas basada en las imágenes de luces nocturnas de OMSP-OLS. En los últimos años, con el desarrollo de la tecnología de teledetección, surgieron datos de teledetección con una resolución más alta, lo que proporciona una fuente de datos efectiva y aplicable para el monitoreo de la planificación urbana.

Se supone que las imágenes de luces nocturnas con resolución más alta tengan una mayor precisión que las viejas en la extracción de áreas urbanizadas. Este trabajo ha dedicado las imágenes de luces nocturnas (NPP-VIIRS y Luojia1-01) y las imágenes de áreas urbanizadas (FROM-GLC 2017) a construir un modelo de regresión logística para evaluar y comparar la precisión de las dos imágenes de luces nocturnas en la extracción de áreas urbanizadas. Y espero explorar las ventajas de las imágenes de luces nocturnas del satélite de nueva generación Luojia1-01 en los estudios de la escala menor. En primer lugar, se aprenden los conocimientos de imagen de luces nocturnas para resumir y determinar los métodos necesarios, incluidos los métodos de procesamiento de datos, de extracción de áreas urbanizadas, de evaluación y etc. En segundo lugar, se procesan las imágenes y los datos en Arcgis para obtener los valores de cada píxel como variables, y realizaré un modelo de regresión logística de los datos originales y logarítmicos en SPSS. Además, Se calcula la tabla cruzada de los 4 resultados con el valor de urbanización para obtener la probabilidad y Kappa. Por último, se compara y analiza la probabilidad y Kappa, y los umbrales obtenidos a Arcgis para realizar la re-extracción de áreas urbanizadas.

Abstract

The definition of urbanized areas, both regionally and globally, is an important basis for urban development monitoring and management, as well as an important condition for studying social policies, economics, culture and the environment. Thanks to the development of science and technology, urban expansion is developing rapidly. The method of extracting urbanized areas quickly and accurately has become the focus of research. In the 1970s, with the beginning of the Defense Meteorological Satellite Program (DMSP), the images of night lights that provide a new method for the extraction of urbanized areas were born. However, due to the limits of spatial resolution and spectral range, it's true that there are defects in urbanized area extraction based on OMSP-OLS nightlight images. In recent years, with the development of remote sensing technology, remote sensing data with a higher resolution emerged, providing an effective and applicable data source for urban planning monitoring.

I suppose that the images of night lights with a higher resolution have greater precision than the old ones in the extraction of urbanized areas. This work has dedicated the images of night lights (NPP-VIIRS and Luojia1-01) and the

¹ Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV), Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). <https://orcid.org/0000-0003-1497-3033>. * Correo de contacto: qianhuizheng0712@gmail.com



images of urbanized areas (FROM-GLC 2017) to construct a logistic regression model to evaluate and compare the accuracy of the two images of night lights in the extraction of urbanized areas. And I hope to explore the advantages of the night light images of the new generation satellite Luojia1-01 in the smaller scale studies. First, I will learn the knowledge of night light imaging to summarize and determine the necessary methods, including methods of data processing, urbanized area extraction, evaluation and etc. Second, I will process the images and data in Arcgis to obtain the values of each pixel as variables, and I will make a logistic regression model of the original and logarithmic data in SPSS. In addition, I will calculate the cross table of the 4 results with the urbanization value to obtain the probability and Kappa. Finally, I will compare and analyze the probability and Kappa, and pass the thresholds obtained to Arcgis to perform the re-extraction of urbanized areas.

Palabras Clave: Luojia1-01; NPP-VIIRS; Teledetección satelital

Key words: Luojia1-01; NPP-VIIRS; Satellite remote sensing

1. Introducción

La ciudad lleva la civilización humana, encarna las actividades humanas, también es un testigo del progreso humano. Y la ciudad constituye un microcosmo de las actividades humanas, por lo tanto, la investigación sobre su estado y desarrollo es un medio importante de estudiar las actividades humanas.

La urbanización se define como el proceso de transformación de lo no urbano a lo urbano, también el proceso de la migración de la población agrícola, la transformación de las funciones urbanas y la de los productos agrícolas a los productos urbanos. No obstante, la característica más destacada de la urbanización es el cambio en el tipo de uso del suelo, el suelo rural se transforma gradualmente en el suelo urbano, es decir, las áreas urbanizadas.

A partir del siglo XXI, la urbanización ha entrado un período de rápido desarrollo (Kuang W H, Liu J Y & Zhang Z X, 2013). El acceso a la extracción precisa de áreas urbanizadas tiene una orientación importante para la construcción, la gestión y la investigación urbana, asimismo es uno de los indicadores más relevantes que reflejan la fuerza económica integral urbana y el nivel de urbanización de la ciudad.

En vista de la importancia de la función de las áreas urbanizadas y la importante influencia de la urbanización en la modernización urbana. La definición de áreas urbanizadas tiene una gran importancia para el desarrollo, la gestión y la investigación de la ciudad, por lo tanto, es especialmente importante investigar métodos para extraer las áreas urbanizadas con precisión. Los Métodos de extracción de las áreas urbanizadas se derivan en primer lugar de la extracción de datos estadísticos y de teledetección.

En la década de los setenta, Estado Unidos comenzó el Programa de satélites meteorológicos de defensa (Defense Meteorological Satellite Program, DMSP). Algunos de los satélites en el programa estaban equipados con el sistema de escaneo lineal operativo (Operational Linescan System, OLS) para capturar la débil radiación de luz durante la noche y producir una serie de luces nocturnas sin nubes. El nacimiento de las imágenes de luces nocturnas proporciona un nuevo método para la extracción de áreas urbanizadas. (<https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>)

En 1978, Croft descubrió que los datos de teledetección de las luces nocturnas estaban estrechamente relacionados con las actividades humanas (Croft TA, 1978). Desde entonces,



han surgido una gran cantidad de estudios relacionados y se han aplicado ampliamente en las proyecciones demográficas, GDP, índice de pobreza, riesgo de desastres, monitoreo de expansión urbana, evaluación de eficiencia económica, investigación de consumo de energía, características espaciales del desarrollo urbano y etc.

En 1997, Elvidge y otros encontraron que los datos de teledetección de las luces nocturnas también podrían utilizarse para la extracción de áreas urbanizadas (Elvidge C D, Baugh K E y Kihn E A, 1997). Sin embargo, debido a los límites de la resolución espacial y el rango espectral, es cierto que existen defectos en la extracción de áreas urbanizadas basada en las imágenes de luces nocturnas de DMSP-OLS.

Con el desarrollo de la tecnología de teledetección, surgieron datos de teledetección con una resolución espacial más alta, lo que proporciona una fuente de datos efectiva y aplicable para el monitoreo de la planificación urbana.

En octubre de 2011, se lanzó un nuevo satélite de Asociación nacional de órbita polar (National Polar-Orbiting Partnership, NPP), se equipa el radiómetro de imagen infrarrojo visible de nueva generación (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, VIIRS). (https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html)

El sensor VIIRS tiene una andana de 3000 km y una resolución espacial de unos 500 m, que puede tomar imágenes dos veces al día en la misma área y tiene una mayor sensibilidad a la iluminación nocturna. En comparación con DMSP-OLS, puede reflejar las informaciones espaciales de las actividades económicas humanas con mayor abundancia y precisión. En seguida, Shi y otros también verificaron la aplicación de los datos de NPP-VIIRS a la extracción de áreas urbanizadas (Shi K, Huang C y Yu B, 2014).

En 2018, el exitoso lanzamiento del satélite de teledetección LuoJia1-01 de la Universidad de Wuhan de China, proporcionando una nueva imagen de luces nocturnas de alta calidad para la investigación urbana. En comparación con los predecesores, su mayor resolución espacial, un Rango espectral más amplio y una información dinámica más rica indican su gran potencial en las investigaciones futuras, por lo que podremos estudiar la dinámica urbana más detallada. Los datos se pueden descargar gratis en el sistema de observación terrestre de alta resolución del centro de datos y aplicaciones de Hubei. (<http://59.175.109.173:8888> , consultado en junio de 2018). La comparación de los parámetros de los datos DMSP- OLS, NPP- VIIRS y LuoJia1-01 se muestran en la Tabla 1 y Figura 1.

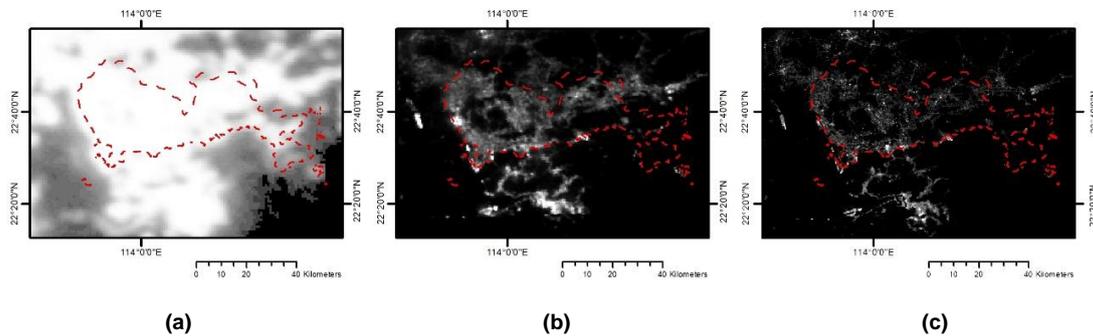
Tabla 1. Comparación de parámetros

Variable	DMSP-OLS	NPP-VIIRS	LuoJia1-01
Tiempo disponible	1992-2013	Noviembre de 2011-Presente	Junio de 2018-Presente
Longitud de onda	400-1100 μm	505-890 μm	480-800 μm
Resolución espacial	2.7km	740m	130m
Andana	3000km	3000km	250km
Resolución espectral	0.5-0.9 μm	0.5-0.9 μm	0.46-0.98 μm
Pixel saturado	Sí	No	No
Resolución temporal	12h	12h	15d
Resolución radiométrica	6 bits	14 bits	14 bits
Calibración	No	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Imagen de luces nocturnas de DMSP-OLS, NPP-VIIRS Y Luojia1-01 en Shenzhen, China



(a) es DMSP-OLS en 2013, (b) es NPP-VIIRS en mayo de 2018, (c) es Luojia1-01 de diciembre de 2018.
Fuente: Elaboración propia

Actualmente hay pocas investigaciones en las que se aplica los datos de Luojia1-01 en el mundo, especialmente en el urbanismo. Además, por la limitación de la precisión de los datos anterior, la mayoría de las investigaciones en China todavía está en el nivel provincial o superior.

Se espera aprovechar la ventaja de la calidad de imagen de Luojia1-01 y hacer un intento con precisión en la escala menor para explorar el potencial de los datos de Luojia1-01 en las investigaciones urbanas.

2. Metodología

La metodología se estructura en las tres fases siguientes.

(1) Fase teórica

A través de recopilar las informaciones y leer los estudios, aprenda los conocimientos de imagen de luces nocturnas, seleccione el área de estudio apropiada y recopile los datos necesarios para el estudio posterior, incluidos datos de imágenes y estadísticas.

(2) Fase práctica

① Procesamiento de datos

- Proyectar las imágenes de luces nocturnas (NPP-VIIRS y Luojia1-01) y de áreas urbanizadas (From GLC 2017, <http://data.ess.tsinghua.edu.cn/fromglc2017v1.html>) a un mismo sistema de coordenadas geográficas
- Extraer el área urbanizada, es decir, la capa de superficie impermeable, según la clasificación de From GLC 2017.
- Transformar la resolución de las imágenes a la resolución más alta de ellas (From GLC 2017, 30m), y las convertir a puntos para extraer los valores de luces (número digital) y de urbanización (área urbanizada=1, área no urbanizada=0) de cada píxel.
- Crear una nueva columna del logaritmo de valor de luces como variable nueva y exportar la tabla de datos.

② Construcción del modelo

- Importar la tabla a SPSS y realizar una regresión logística con el valor de luces como independiente y el valor de urbanización como dependiente, y guardar la probabilidad y el grupo como nuevas variables. (Si la probabilidad ≥ 0.5 , el grupo será 1; la probabilidad < 0.5 , el grupo será 0.)
- Seleccionar los datos que tienen el valor de urbanización = 1 pero se califican como píxeles no urbanizados y Repetir de forma iterativa para verificar si hay omisiones hasta que el resultado no cambie.
- Realizar los mismos pasos con los datos logarítmicos, y finalmente se obtienen 4 resultados basados en dos imágenes y dos conjuntos de datos.

(3) Fase de evaluación y conclusión

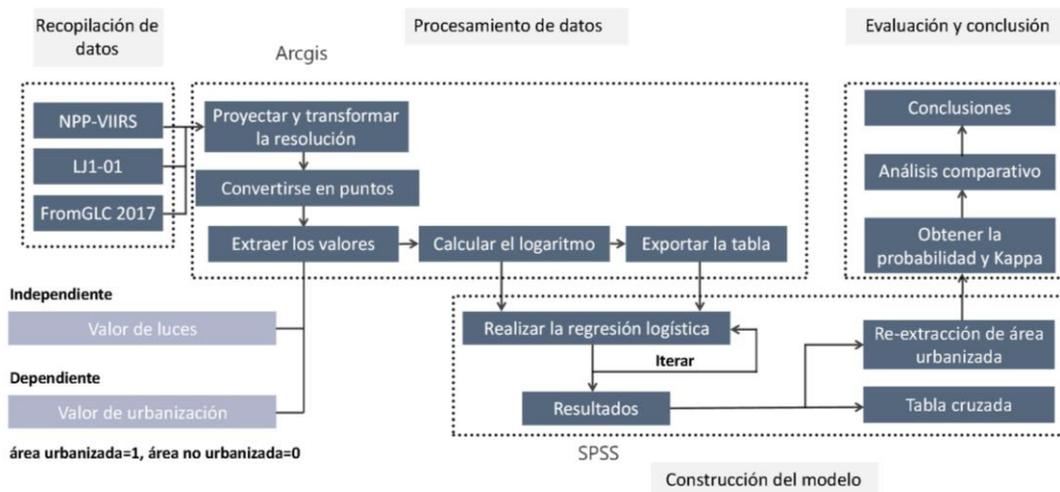
① Evaluación

- Verificación de precisión
- Calcular la tabla cruzada de los 4 resultados con el valor de urbanización para obtener la probabilidad y Kappa.
- Análisis comparativo
- Comparar y analizar la probabilidad y Kappa, pasar los resultados obtenidos a Arcgis para realizar la re-extracción de áreas urbanizadas.

② Conclusión

- Ordenar las tablas y gráficas obtenidas, reflejar el proceso de estudio y los métodos utilizados, y realizar las conclusiones.

Figura 2. Síntesis metodológica



Fuente: Elaboración propia

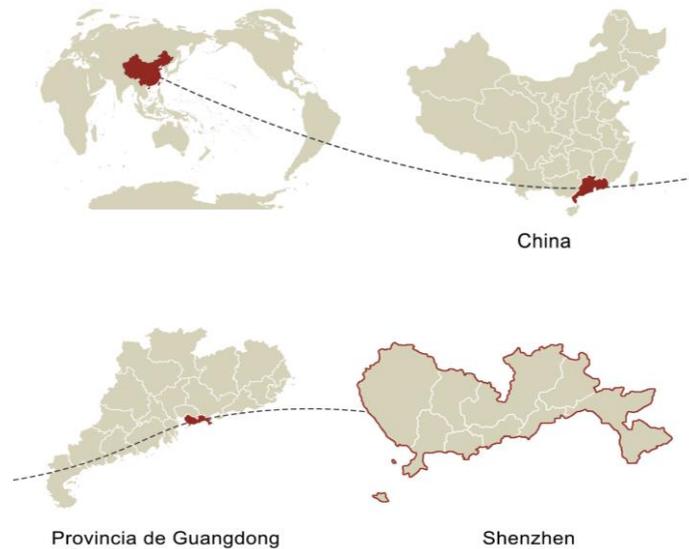
3. Área de estudio

En este trabajo, se selecciona el municipio Shenzhen, de la provincia Guangdong, de China como área de estudio. Desde su establecimiento en 1980, ha experimentado un rápido proceso

de urbanización. En 2004, la tasa de urbanización alcanzó el 100%, convirtiéndola en la primera ciudad completamente urbanizada de China.

Por lo tanto, la investigación de la urbanización y el área urbanizada en Shenzhen tiene un significado típico en China. Según el Anuario estadístico de Shenzhen, a partir de 2018, la superficie total de Shenzhen es de 1997.47 km², el área urbanizada es de 927.96 km², la población residente es de 1302.66 millones y la población urbana es de 1302.66 millones.

Figura 3. Localización

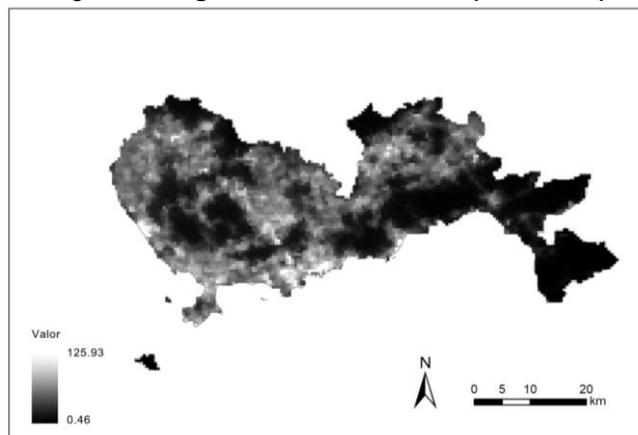


Fuente: Elaboración propia

4. Fuente de datos

Para asegurar la consistencia del tiempo obtenido de los datos, en este trabajo se escoge los datos de NPP-VIIRS para comparar con los de LuoJia1-01 y las imágenes más recientes de cobertura del suelo (FromGLC 2017) como datos auxiliares y de verificación.

Figura 4. Imagen de luces nocturnas (NPP-VIIRS)



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Imagen de luces nocturnas (LuoJia1-01)

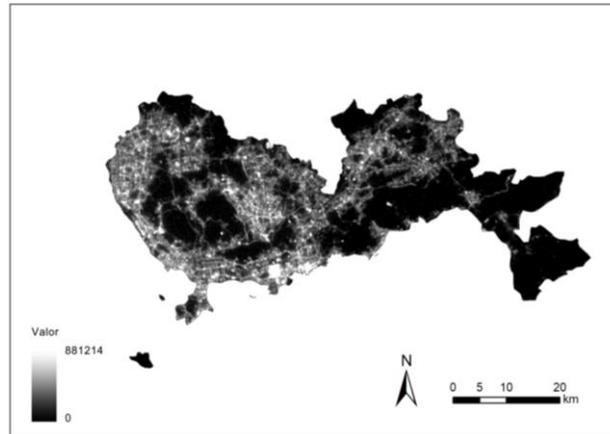
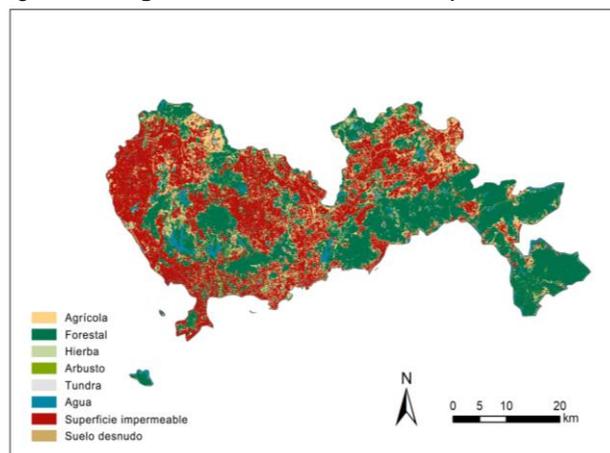


Figura 6. Imagen de cobertura de suelo (FromGLC 2017)

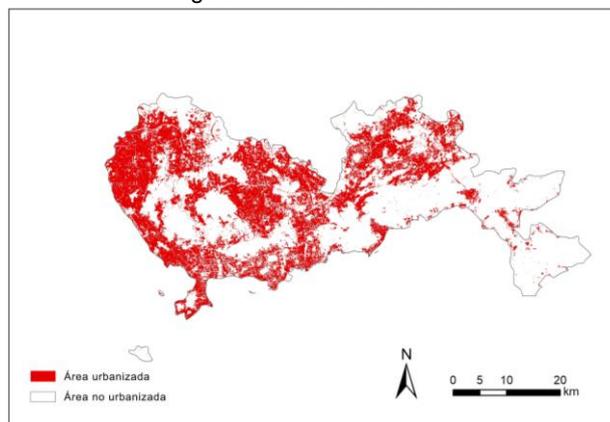


Fuente: Elaboración propia

5. Resultado

La Figura 7 muestra el área urbanizada del área de estudio obtenida de FromGLC 2017.

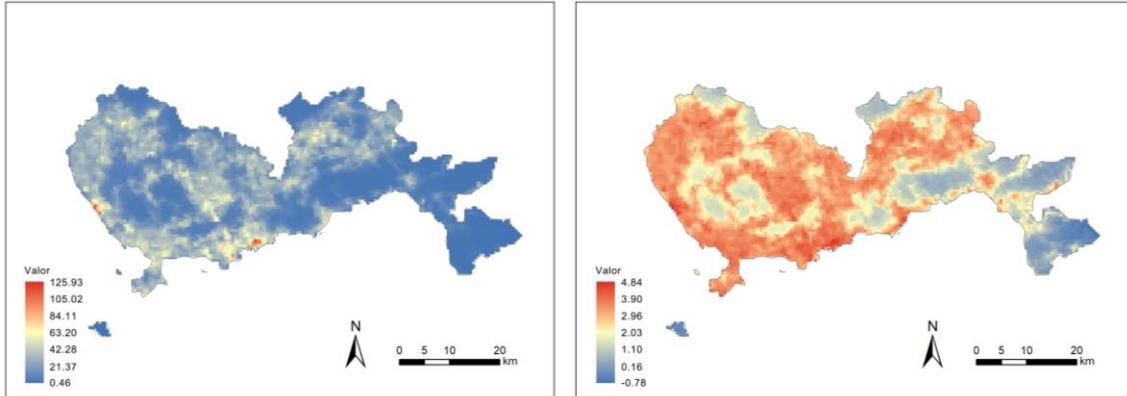
Figura 7. Área urbanizada



Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 8 y 9 son las imágenes originales y logarítmicas de NPP-VIIRS y Luojia1-01.

Figura 8. NPP-VIIRS



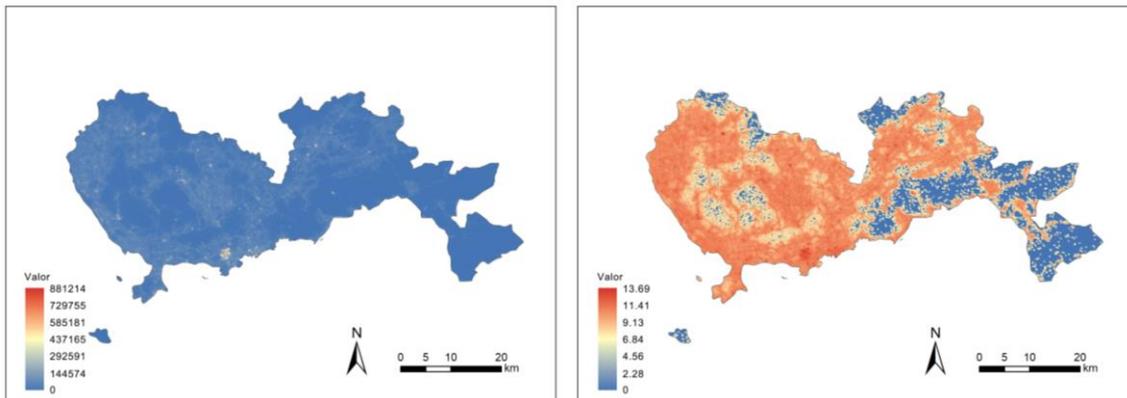
(a)

(b)

(a) NPP-VIIRS original, (b) NPP-VIIRS logarítmica.

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Luojia1-01



(a)

(b)

(a) Luojia1-01 original, (b) Luojia1-01 logarítmica.

Fuente: Elaboración propia

5.1 Modelo de regresión logística

Después de convertir los datos en puntos, se obtiene un archivo con 2,226,653 puntos. Exporte a una tabla y cree un modelo de regresión logística en SPSS. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente:

a) NPP-VIIRS original

En el caso de NPP-VIIRS original, el modelo obtiene los resultados después de 5 iteraciones. El porcentaje correcto del área no urbanizada es 84.7%, el área urbanizada alcanza al 64.9% y el área total tiene una precisión de 77.5%. Como se refleja en el coeficiente Kappa (0.578), los resultados de NPP-VIIRS no están bien.

Tabla 2. Área urbanizada & NPP-VIIRS original

		PRG_NPP-VIIRS		
		0	1	Total
Área urbanizada	Recuento	1195746	215490	1411236
	0 % dentro de Área urbanizada	84.7%	15.3%	100.0%
	% dentro de PRG_NPP-VIIRS	80.7%	28.9%	63.4%
1	Recuento	285842	529575	815417
	% dentro de Área urbanizada	35.1%	64.9%	100.0%
	% dentro de PRG_NPP-VIIRS	19.3%	71.1%	36.6%
Total	Recuento	1481588	745065	2226653
	% dentro de Área urbanizada	66.5%	33.5%	100.0%
	% dentro de PRG_NPP-VIIRS	100.0%	100.0%	100.0%

Medidas simétricas				
	Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo Kappa	0.506	0.001	756.832	0.000
N de casos válidos	2226653			

Fuente: Elaboración propia

b) *Luojia1-01 original*

El modelo de regresión logística desarrollado con Luojia1-01 original obtiene mejores resultados, también se obtienen resultados después de 5 iteraciones. Se encuentra que el área no urbanizada tiene una efectividad de 87.3%, cuando el área urbanizada cubre el 64.4%. Para el área total, se encuentra una precisión de 78.9%. El coeficiente Kappa alcanza al 0.533. Por lo que, las imágenes de Luojia1-01 tienen mayor precisión que la de NPP-VIIRS en la extracción de áreas urbanizadas.

Tabla 3. Área urbanizada & Luojia1-01 original

		PRG_Luojia1-01		
		0	1	Total
Área urbanizada	Recuento	1232523	178713	1411236
	0 % dentro de Área urbanizada	87.3%	12.7%	100.0%
	% dentro de PRG_Luojia1-01	81.0%	25.4%	63.4%
1	Recuento	290031	525386	815417
	% dentro de Área urbanizada	35.6%	64.4%	100.0%
	% dentro de PRG_Luojia1-01	19.0%	74.6%	36.6%
Total	Recuento	1522554	704099	2226653
	% dentro de Área urbanizada	68.4%	31.6%	100.0%
	% dentro de PRG_Luojia1-01	100.0%	100.0%	100.0%

Medidas simétricas				
	Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo Kappa	0.533	0.001	800.339	0.000
N de casos válidos	2226653			

c) *NPP-VIIRS logarítmica*

El modelo de NPP-VIIRS logarítmica obtiene los resultados después de 6 iteraciones. El porcentaje correcto del área no urbanizada es 80.0%, el área urbanizada llega al 76.1% y el área total tiene una precisión de 78.6%. Y tiene un coeficiente Kappa de 0.548. Con lo que podemos ver que se puede extraer el área urbanizada más precisa con los datos transformados logarítmicamente.

Tabla 4. Área urbanizada & NPP-VIIRS logarítmica

		PRG_ NPP-VIIRS logarítmica		
		0	1	Total
Área urbanizada	Recuento	1128841	282395	1411236
	0 % dentro de Área urbanizada	80.0%	20.0%	100.0%
	% dentro de PRG_ NPP-VIIRS logarítmica	85.3%	31.3%	63.4%
1	Recuento	195010	620407	815417
	% dentro de Área urbanizada	23.9%	76.1%	100.0%
	% dentro de PRG_ NPP-VIIRS logarítmica	14.7%	68.7%	36.6%
Total	Recuento	1323851	902802	2226653
	% dentro de Área urbanizada	59.5%	40.5%	100.0%
	% dentro de PRG_ NPP-VIIRS logarítmica	100.0%	100.0%	100.0%

Medidas simétricas				
	Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo Kappa	0.548	0.001	821.037	0.000
N de casos válidos	2226653			

Fuente: Elaboración propia

d) *Luoja1-01 logarítmica*

En cuanto al modelo de Luoja1-01 logarítmica, obtuvo el resultado después de 7 iteraciones, que tiene un porcentaje correcto del área no urbanizada de 80.0% y un 82.9% del área urbanizada. Totalmente, el porcentaje correcto llega al 81.0%. Y el coeficiente Kappa es 0.606, que es el mejor de todos los resultados.

Tabla 5. Área urbanizada & Luoja1-01 logarítmica

		PRG_Luoja1-01 logarítmica		
		0	1	Total
Área urbanizada	Recuento	1128619	282617	1411236
	0 % dentro de Área urbanizada	80.0%	20.0%	100.0%
	% dentro de PRG_Luoja1-01 logarítmica	89.0%	29.5%	63.4%
1	Recuento	139363	676054	815417
	% dentro de Área urbanizada	17.1%	82.9%	100.0%
	% dentro de PRG_Luoja1-01 logarítmica	11.0%	70.5%	36.6%



Total	Recuento	1267982	958671	2226653
	% dentro de Área urbanizada	56.9%	43.1%	100.0%
	% dentro de PRG_Luojia1-01 logarítmica	100.0%	100.0%	100.0%

Medidas simétricas

	Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo Kappa	0.606	0.001	912.970	0.000
N de casos válidos	2226653			

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6 es un resumen de los resultados de los cuatro modelos.

Antes de la transformación logarítmica, podemos ver que la imagen LJ1-01 con mayor resolución muestra una mayor precisión que la imagen NPP-VIIRS en la extracción de áreas urbanizadas. Después de la transformación logarítmica, se puede ver que la transformación logarítmica consigue un éxito en la optimización del modelo, que todos los resultados se han mejorado en diversos grados.

En el caso de NPP-VIIRS, el porcentaje correcto del área no urbanizada aumenta de 64.9% a 76.1%, mientras que el porcentaje total aumenta de 77.5% a 78.6%, y el coeficiente Kappa también varía de 0.506 a 0.548. Y en el caso de Luojia1-01, el porcentaje correcto del área no urbanizada tiene un gran incremento de 64.4% a 82.9%, y el porcentaje correcto total ha aumentado de 78.9% a 81.0%, y el coeficiente Kappa también ha aumentado mucho de 0.533 a 0.606.

Al comparar la aplicación de la transformación logarítmica en diferentes productos, se encuentra que la aplicación de la transformación logarítmica tiene una mayor mejora en el caso de Luojia1-01 que en el caso de NPP-VIIRS. Creemos que debido a que el rango de distribución y la desviación estándar de Luojia1-01 son demasiado grandes, la transformación logarítmica tiene una mejora más obvia relativamente en el caso de Luojia1-01.

Finalmente, se encuentra que el modelo de NPP-VIIRS logarítmica tiene mayor precisión que el modelo de Luojia1-01 original, que indica que en la extracción del área urbanizada un buen método puede compensar muchos defectos de la imagen original.

Tabla 6. Comparación de los 4 modelos

	No urbanizada (%)	Urbanizada (%)	Total (%)	Kappa
NPP-VIIRS original	84.7	64.9	77.5	0.506
Luojia1-01 original	87.3	64.4	78.9	0.533
NPP-VIIRS logarítmica	80.0	76.1	78.6	0.548
Luojia1-01 logarítmica	80.0	82.9	81.0	0.606

Fuente: Elaboración propia

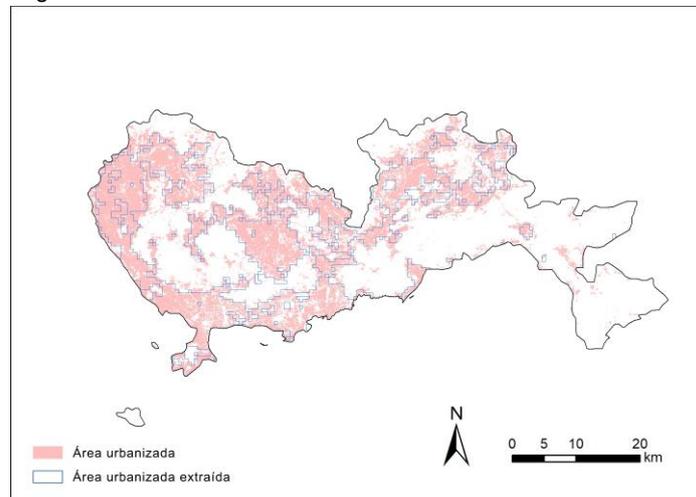
5.2 Re-extracción del área urbanizada

Después de tener todos los resultados, los pasamos a Arcgis para realizar la extracción de áreas urbanizadas. Se muestran los umbrales de los 4 modelos en el siguiente:

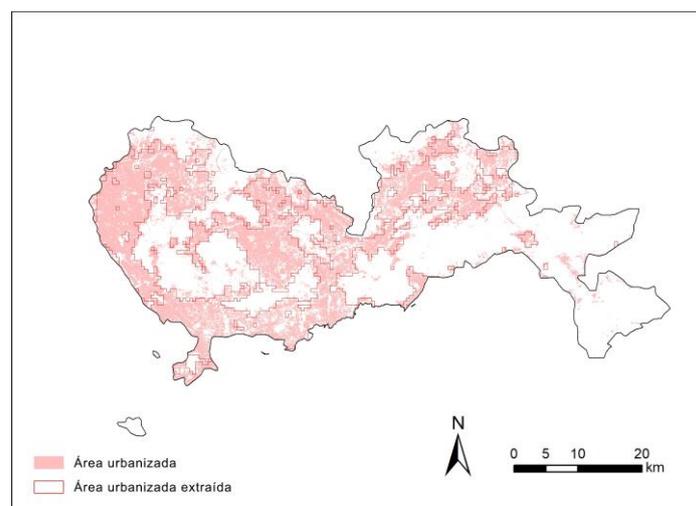
- NPP-VIIRS original: 26.47, NPP-VIIRS logarítmica: 3.12 (DN original: 22.65).
- Luojia1-01 original: 33212, Luojia1-01 logarítmica: 10.06 (DN original: 23389).

Se indica que el área urbanizada extraída con la transformación logarítmica cubre mayor área. En la Figura 10 y 11, se puede ver claramente que, debido a la diferencia de la resolución, la precisión de la extracción del área urbanizada de Luojia1-01 es mucho mayor que la de NPP-VIIRS. En primer lugar, el área urbanizada extraída por NPP-VIIRS original está mal, solo se puede extraer el área urbanizada principal. Sin embargo, se ha mejorado significativamente después de la transformación logarítmica y se extrae básicamente el área urbanizada completa. En cambio, Luojia1-01 tiene mayor precisión en la extracción urbanizadas y puede obtener más detalles, pero se encuentran algunas fragmentaciones en algunas áreas. Y Luojia1-01 logarítmica puede capturar más detalles del interior y el borde de la ciudad, con la que se puede adquirir el área urbanizada con una gran precisión.

Figura 10. Re-extracción de áreas urbanizadas de NPP-VIIRS



(a)

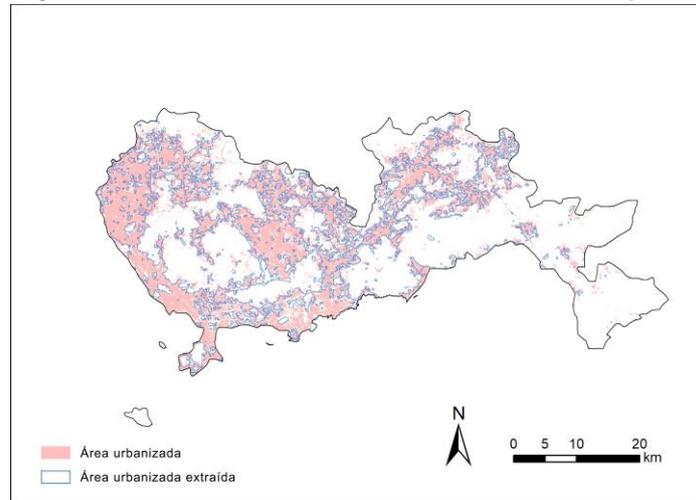


(b)

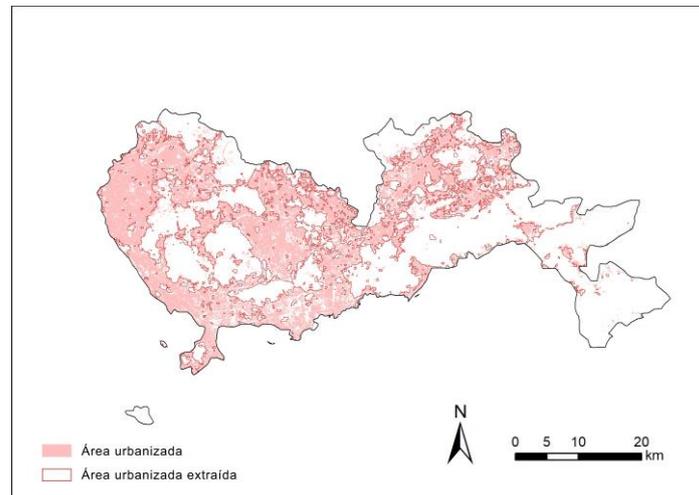
(a) NPP-VIIRS original, (b) NPP-VIIRS logarítmica.

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Re-extracción de áreas urbanizadas de Luojia1-01



(a)



(b)

(a) Luojia1-01 original, (b) Luojia1-01 logarítmica.
Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones

Después de realizar los trabajos, los resultados muestran que la imagen de luces nocturnas de Luojia1-01 con una resolución más alta tiene mayor precisión en la extracción de áreas urbanizadas que la de NPP-VIIRS.

Las conclusiones principales son:

1. En la construcción de modelo de regresión logística de las imágenes de luces nocturnas y áreas urbanizadas, NPP-VIIRS original tiene un porcentaje correcto de área total de 77.5% y el coeficiente Kappa de 0.506, mientras que Luojia1-01 tiene una precisión de 78.9% y el coeficiente Kappa de 0.533, que indica que las imágenes de luces nocturnas tienen una gran relación con el área urbanizada y la imagen LJ1-01 con mayor resolución muestra una mayor precisión que la imagen NPP-VIIRS en la extracción de áreas urbanizadas.



2. Como los resultados obtenidos no son ideales, realizamos una optimización del modelo con la transformación logarítmica y con la que conseguimos un éxito, que todos los resultados se han mejorado en diversos grados.

En el caso de NPP-VIIRS, el porcentaje correcto del área no urbanizada aumenta de 64.9% a 76.1%, mientras que el porcentaje total aumenta de 77.5% a 78.6%, y el coeficiente Kappa también varía de 0.506 a 0.548.

Y en el caso de Luojia1-01, el porcentaje correcto del área no urbanizada tiene un gran incremento de 64.4% a 82.9%, y el porcentaje correcto total ha aumentado de 78.9% a 81.0%, y el coeficiente Kappa también ha aumentado mucho de 0.533 a 0.606.

También se encuentra que la aplicación de la transformación logarítmica tiene una mayor mejora en el caso de Luojia1-01 que en el caso de NPP-VIIRS.

3. Además, como hemos obtenido todos los resultados, realizamos la re-extracción de 4 modelos con los umbrales siguientes:

- NPP-VIIRS original: 26.47, NPP-VIIRS logarítmica: 3.12 (DN original: 22.65).
- Luojia1-01 original: 33212, Luojia1-01 logarítmica: 10.06 (DN original: 23389).

Se puede ver que el área urbanizada extraída con la transformación logarítmica cubre mayor área y es más similar al área urbanizada real. Finalmente, este trabajo no es perfecta y se necesita investigar y explorar en mayor profundidad. Se desea que más académicos puedan realizar una investigación más profunda con los datos del satélite de teledetección Luojia1-01 en el futuro.

Bibliografía

Arellano, B. & Roca, J. (2016). Landscapes Impacted by Light, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B8, 813-820.

Arellano, B. & Roca, J. (2017). "Defining urban and rural areas: a new approach," *Proc. SPIE 10431, Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments II*, 104310E; DOI <https://www.doi.org/10.1117/12.2277902>

Arellano, B. & Roca, J. (2018) "The urbanization impact in China: a prospective model (1992-2025)", *Proc. SPIE 10767, Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability XV*, 107670A; DOI <https://www.doi.org/10.1117/12.2321267>

Croft TA. (1978) Nighttime images of the earth from space [J]. *Scientific American*, 239(86-98)

Elvidge C D, Baugh K E, Kihn E A, et al. (1997). Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(6): 727-734.

Kuang W H, Liu J Y, Zhang Z X, et al. (2013) Spatiotemporal dynamics of impervious surface areas across China during the early 21st century. *Chinese Science Bulletin*, 58(5):465-478.

Shi K, Huang C, Yu B, et al. (2014). Evaluation of NPP-VIIRS nighttime light composite data for extracting built-up urban areas [J]. *Remote Sensing Letters*, 5(4): 358-366.