

用卫星图像叠加检测城市建设区的发展和密度

Muhammad Rais Abidin, Amal Arfan

望加国立大学地理学系 印度尼西亚 望加锡 90222

摘要: 城市地区的增长动力和土地需求的增加是一系列相互影响的因素。本研究采用的是通过使用地理信息系统的空间分析的定量方法。本研究的目的是利用城市指数 (UI) 方法了解城市地区的发展程度。利用2013年土地利用的建成区地图和2017年建成区的图像解释结果, 通过重叠技术进行了数据分析。研究结果显示, 从2013年到2017年, 建成区面积增加了12.67%。那么从望加锡的总面积来看, 2013年约有60.72%的建成面积, 2017年有明显增加, 达到76.30%。不加控制地扩大建设用地的过程往往会影响到具有生态功能的土地的损失, 然后引发环境问题的出现。为了防止建设用地的发展带来的不利影响, 可以做的事情之一是监测和预测其发展, 以便在不利影响发生之前找到解决方案。

关键词: 地理信息系统 (GIS); Landsat 8 OLI TIRS; 土地利用; 城市指数 (UI); 遥感

Detection of Development and Density Urban Build-Up Area with Satellite Image Overlay

Muhammad Rais Abidin, Amal Arfan

Department of Geography, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90222, Indonesia

Abstract: The growth dynamics of urban areas and the increase in land requirements are a series of factors. The method used in this study is a quantitative method through spatial analysis using Geographic Information Systems. The purpose of this study was to see the extent to which the development of urban areas using the Urban Index (UI) method. Data analysis carried out by overlapping techniques using a map of the built area of Land Use in 2013 and the results of image interpretation for the built area in 2017. The results of the study showed that there was a percentage increase in the built area from 2013 to 2017 of 12.67%. Then from the total area of Makassar City, around 60.72% of the area built in 2013, and there was a significant increase in 2017 to 76.30%. The process of expansion of built-up land without control often impacts on the loss of land that has ecological functions and then impacts on the emergence of environmental problems. One of the things that can be done to prevent the adverse effects of the development of built land is to monitor and predict its development so that solutions can be found before the adverse effects occur.

Keywords: Geographic Information System (GIS); Landsat 8 OLI TIRS; Land Use; Urban Index (UI); Remote Sensing

1. 引言

区域发展是为了鼓励社会发展, 经济良好增长, 并通过保护和环境平衡来保持区域和区域之间生活的可持续性。根据Acemoglu^[1]的说法, 基本上, 发展不能与增长分开, 这意味着区域发展可以引起实体和非实体的增长。换句话说, 增长的形式可以是个人或社区开展的活动的发展/分配或改善^[2]。

城市一般起源于一个小的空间定居点, 占据贸易活动的战略位置。随着时间的推移, 由于人口增长与社会

经济和文化水平的发展, 以及他们与其他城市和周边地区的互动, 城市经历了增长和发展。从物理上看, 一个城市的发展可以从其不断增长、日益拥挤的人口看出, 其建筑物越来越多地聚集, 建设区, 特别是居住区分布越来越广, 以及更完整的城市设施, 支持城市的社会和经济活动^[3]。

城市是人类生活的一种表现形式, 是包含在物质形态中的文化、经济和社会生活的一种适应性。而形态学是城市空间形式的表现, 它不仅包括视觉产品的展示

(城市是产品), 还涉及参与变化过程的非物质元素(城市是过程)^[4]。城市发展受到几个方面的影响, 如人口发展, 城市地区的经济、社会、文化和技术领域的进步, 这将鼓励生活水平和流动水平的提高。城市形态学产品可以看作是生命史演变的结果, 它由规划者和城市的发展过程决策所决定^[5]。

一个城市的进步往往与土地建设的发展有关, 因为城市地区发展的物理特征之一就是不断扩大, 更多的已建成的土地。它遵循的理论是, 城市发展的存在可以从不同的维度来看, 比如城市形态学强调的是城市的物理层面, 反映在道路网络和建筑街区的系统中^[6]。

城市总是会随着其中的社会和经济生活而增长和发展。Richnau^[7]指出, 城市发展受到三方面的影响, 即生态、技术和社会组织。城市的发展也永远离不开城市成长的历史、现状和未来的发展。城市的发展和形态是一个统一体, 不能用城市的形态模式来分离和回顾。城市发展的现象包括城市要素的发展细节、城市的形态和城市法规的发展^[8]。城市还提供各种足够的设施、便利的交通、设施和基础设施, 这样就会影响到人口从村庄到城市的迁移。从另一个意义上说, 城市化是农村居民点向城市居民点的转变, 直接影响到城市环境的变化。

区域发展是建设用地的代名词。已建成的土地是指地球表面经历了人类干扰并对人类生活有特定功能的外观, 受限于已建成的物理外观, 如房屋、工厂、沥青。土地利用与人类在一块土地上的活动有关, 而土地覆盖更多的是覆盖土地的物体的物理表现, 而不问人类在这些物体上的活动^[9]。伴随着快速变化, 城市规划需要实时数据。遥感方法可以帮助快速和经济地提供最新的空间数据。其中一个需要的信息是建筑密度或建筑覆盖率水平。这些数据可以用于建筑密度监测, 监测城市的扩张, 寻找贫民区(贫民窟)以及用于其它方面^[10]。

城市形态的识别可以通过利用遥感来寻找发展方向和区域发展的趋势, 基于可以在地图上显示出来的特定时间内的土地使用状况, 以便于比较。遥感是一种科学或艺术, 通过分析使用工具获得的数据, 而不直接接触要分析的物体、区域或症状, 从而获得有关物体、区域或症状的信息^[11]。经常发生的城市发展是指由于扩张过程而导致的土地建设的发展, 即非建设用地覆盖物向建设用地的变化^[12]。扩张过程会对具有保护功能的土地、耕地和生态的损失产生影响, 这样就会导致环境问题。

遥感数据的多时空分析有助于持续监测城市的发展, 可以用来预测建设用地的的发展。通过在辅助要素的解释

下观察数字图像中土地使用/封闭的每一个外观的基本特征, 对陆地卫星图像进行解释^[13, 14]。遥感是一门科学和艺术, 通过分析用工具获得的数据来获得有关物体、区域或现象的信息, 而不直接接触所研究的物体、区域或现象^[15]。传感器根据地球表面的物体发出的电磁波的反射值, 然后记录地球表面的物体的能量。地球表面有三大类物体可以被传感器探测到, 即: 水、土壤和植被, 每一类物体都会发射电磁能量, 根据每张卫星图像的特点, 来绘制图像。这些频道和特征被遥感用来识别地球表面的物体或土地覆盖类型^[16]。

Landsat TM和Landsat ETM+数字图像具有相同的特征。只是Landsat ETM+数字图像是最新的版本, 有额外的全色频道, 以及通过其空间分辨率锐化的热频道(增强的热波段)。Landsat TM图像上的热频道的空间分辨率为120米, 而在Landsat ETM+图像中, 锐化为60米。有了关于已建土地发展的信息, 可以在规划区域时加以利用考虑^[17, 18]。望加锡作为印度尼西亚东部地区的门户, 由于每年的扩张都在不断增加, 预测其建设用地的的发展是令人振奋的。

2. 研究方法

2.1 位置

本研究选择了望加锡市作为研究对象, 因为它不仅是印度尼西亚东部最大的城市, 也是一个人口城市化的城市。望加锡市是南苏拉威西省的一个地区, 地理上位于南苏拉威西省的西海岸, 坐标为东经119° 18'27.97" - 119° 32'31.03", 南纬5° 00'30, 18" - 5° 14'6.49", 面积为175.77平方公里, 范围如下:

- 北部界限: 庞卡杰内群岛地区
- 南部界限: 戈瓦县
- 东部界限: 马洛西县
- 西部界限: 望加锡海峡

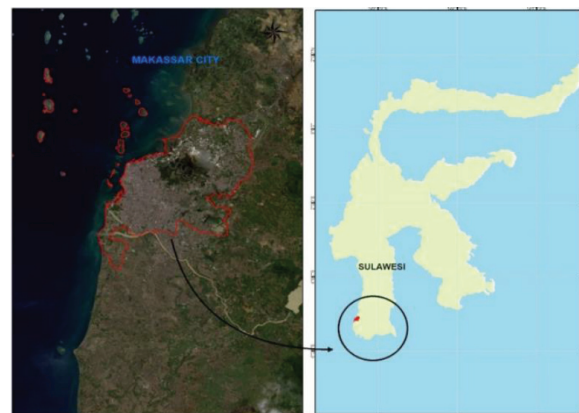


图1 目标区域(望加锡)

2.2 数据收集

本研究使用的数据是Landsat 8 OLI TIRS卫星图像，空间分辨率为30米，来自望加锡市。从不同时间获得数据检索，即2013年4月27日到2017年9月13日。

Landsat 8号拥有有机载陆地成像仪（OLI）和热红外传感器（TIRS）。Landsat有11个波段，其中9个是OLI，另外2个是TIRS。Landsat上的一些波段与Landsat 7卫星图像有相似之处。Landsat 8可以用来确定植被的密度和范围。

表1 Landsat 8波段规格

波段	波长（千分尺）	分辨率（米）
波段1 - 沿海气溶胶	0.43 - 0.45	30
波段2 - 蓝	0.45 - 0.51	30
波段3 - 绿	0.53 - 0.59	30
波段4 - 红	0.64 - 0.57	30
波段5 - 近红外	0.85 - 0.88	30
波段6 - 短波红外1	1.57 - 1.65	30
波段7 - 短波红外2	2.11 - 2.29	30
波段8 - 全色	0.50 - 0.68	15
波段9 - 卷云	1.36 - 1.38	30
波段10 - 热红外1	10.60 - 11.19	100
波段11 - 热红外2	11.50 - 12.51	100

根据Lo^[19]，Landsat是美国NASA（国家航空和航天局）在1970年代早期开发的地球资源计划的结果。Landsat于1972年7月22日发射，名为ERTS-1（地球资源技术卫星-1），后来改名为Landsat 1。

2.3 数据处理和分析

城市指数（UI）是由Kawamura^[20]首先提出的，基于Landsat 5 TM波段7（B7）和波段4（B4）的计算，利用观察到的近红外（0.76 μm - 0.90 μm）和中红外（2.08 μm - 2.35 μm）部分光谱中城市地区亮度的反比关系^[21]。公式1是一个城市指数公式。

$$UI = \left[\frac{B7 - B4}{B7 + B4} + 1 \right] \times 10 \quad (1)$$

城市指数（UI），B7是频道7（中红外II），B4是频道4（近红外）。在频道7上，具有最高光谱反射的物体是旱地物体。在频道4上，具有最高光谱反射的物体是植被物体。从城市指数公式来看，建筑物在城市指数高的情况下会显得明亮，而植被在城市指数低的情况下会显得暗淡。

3. 结果与讨论

在城市地区已建土地是一项令人兴奋的研究。再加

上城市地区土地利用的动态变化非常快。人们为城市土地提取开发了各种方法，从多光谱、基于物体的方法开始，到基于指数的研究。城市指数可以用来很好地检测建筑密度。正如Kawamura^[20]的研究结果表明的，城市指数和建筑密度之间存在明显的正相关。图2和图3显示了使用城市指数（UI）来反映望加锡市已建土地。



图2 2013年按城市指数计算的望加锡市建成区面积



图3 2017年按城市指数计算的望加锡市建成区面积

图2和图3显示，从2013年到2017年，望加锡市的建筑在北部地区（Biringkanaya分区）和城市的东南部（Manggala分区）更加成熟。Biringkanaya地区是望加锡市最大的地区或分区，有48.22平方公里。该地区包括商业、工业和教育区以及人口稠密的居住区。

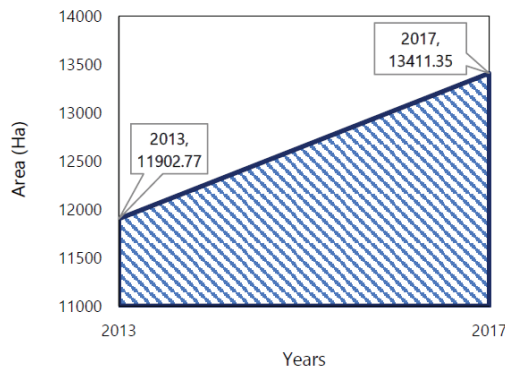


图4 2013年和2017年望加锡市的土地建设面积(公顷)

图4是通过城市指数(UI)方法统计的土地利用和土地覆盖面积。结果显示,2013年建成面积为11902.77公顷,但到了2017年,使用面积明显增加到13411.35公顷。这些结果表明,从2013年到2017年,有一个相当剧烈的增长,约12.67%。这一增长是经济增长和城市地区发展的结果。

城市地区的发展继续增长,伴随着人口的增加。这种增长对城市空间需求的增长产生了影响。它导致城市地区的建筑面积增加,而开放空间减少,促使人们将水田用作住宅区和办公区^[22]。因此,有必要通过空间分析进行研究或评估,以确定一定时期内城市中水田使用的变化^[23]。从区域增长和土地需求增加的动态方面来看,工业、商业和住宅区的增长空间模式可以归结为几个变量,即与社区福利水平相关的经济动态,与区域政策相关的政治动态,可以影响区域的空间模式和社会文化动态,即其对作为活动先锋的社区特征的影响^[24]。上述三个变量是一个基础,可以在一个城市系统中相互影响。这三个变量的互动过程可以形成一种相互关联的关系模式,能够描述一个地区住房增长的空间模式。如果更仔细地看,这三个变量对城市空间结构的影响,其中有功能上的相互依赖,如一个地区的一个部分作为其他地区的服务者^[25, 27]。

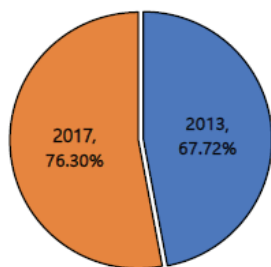


图5 2013年和2017年望加锡市建筑面积百分比

图5显示,在2013年和2017年之间,建筑业有了明显的增长。从望加锡市的建筑面积增加比例可以看

出,2013年望加锡市总面积的60.72%左右,随后扩大到76.30%。观察望加锡市的地图,可以看出绿地相当少,表明缺乏绿色开放空间。事实上,根据1992年在巴西里约热内卢召开的地球会议,以及10年后2002年南非约翰内斯堡峰会上的重申,会议认为一个城市最好至少有城市总面积30%的绿色开放空间^[28, 29]。然而,对于包括望加锡市在内的印度尼西亚城市来说,由于持续增长压力和城市设施及基础设施的需求,如建筑施工和道路线路的发展和扩大,人口持续增加,这似乎将普遍难以实现。绿色开放空间的开发活动与《区域空间规划》和《望加锡市空间详细规划》中的空间规划政策和计划是分不开的。

目前,绿色开放空间的维护没有得到最大限度的有效实施,以至于其范围和质量不断下降^[30]。一个地区的发展过程对其环境有很大的影响或直接关系。最具体的影响是对住房和居住环境的影响,因此,上述变量会导致住房和居住区模式的趋势^[31]。在空间结构层面上形成的区域的空间格局或空间模式的趋势可以从城市的形态学方法来看,这种方法是与一个区域的土地使用方面有关的一种方法,它显示了空间表达或空间表达的变化。它的目的是描述所形成的空间模式,这样可以帮助处理城市设计中的准确性和变化问题,帮助确定城市环境设计中的基本准则。从这个背景下,可以得出结论,住宅和居住区空间模式的趋势可以根据2个变量进行审查,即对土地使用模式和城市地区的空间表达的审查^[32]。持续增长的城市土地使用需求和各种市政设施建设的加速,包括技术、工业和交通的进步,除了经常改变城市土地/景观的自然配置外,还抢占了这些土地和其他各种形式的开放空间。这些以相关和相互可持续方式安排的城市空间有多种规划和发展方式。土地利用、交通系统和公共设施网络系统是管理城市空间的三个主要因素^[33]。在进一步的发展中,城市空间的概念除了与将寻求解决方案的主要城市问题相联系外,还与实现空间规划的目标有关,即谋求公民及其城市的福利、舒适和健康。城市的绿色开放空间有很多功能,如休闲、社会文化、审美、城市物理、生态,并对人类和城市的发展有很高的经济价值^[34, 35]。

4. 总结

从卫星图像中获得的建成区土地使用比例越来越高。由此可以看出,现有的土地使用管理条件没有进行很好的规划,以及土地的分配没有遵循当前的空间和区域规划。如果这一点没有得到正确的管理,那么就会出现不

适当的土地使用。

致谢

本研究得到望加锡国立大学的支持。数学和自然科学学院地理系和国家航空和航天研究所为本研究提供了印度尼西亚国家卫星图像数据。

参考文献:

[1]D. Acemoglu, "Introduction to economic growth," *J. Econ. Theory*, vol. 147, no. 2, pp. 545 - 550, 2012.

[2]E. J. Malecki, "Technology and economic development: The dynamics of local, regional and national competitiveness," 1997.

[3]M. Branch, *Comprehensive city planning: Introduction & explanation*. Routledge, 2018.

[4]M. I. Ali and M. R. Abidin, "Population Density and Intensity of Traffic Connection: Spatial Analysis (Overlay)," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 7, no. 12, pp. 546 - 552, 2018.

[5]S. Kostof, "The city assembled," *Elem. urban form through Hist.*, 1992.

[6]M. I. Ali, A. H. Hasim, and M. R. Abidin, "Monitoring the Built-up Area Transformation Using Urban Index and Normalized Difference Built-up Index Analysis," *Int. J. Eng. Trans. B Appl.*, vol. 32, no. 5, pp. 647 - 653, 2019.

[7]G. Richnau, B. Wiström, A. B. Nielsen, and M. Löf, "Creation of multi-layered canopy structures in young oak-dominated urban woodlands - The 'ecological approach' revisited," *Urban For. urban Green.*, vol. 11, no. 2, pp. 147 - 158, 2012.

[8]M. Schindler and G. Caruso, "Urban compactness and the trade-off between air pollution emission and exposure: Lessons from a spatially explicit theoretical model," *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 45, pp. 13 - 23, 2014.

[9]M. I. Ali, G. D. Dirawan, A. H. Hasim, and M. R. Abidin, "Detection of Changes in Surface Water Bodies Urban Area with NDWI and MNDWI Methods," *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 946 - 951, 2019.

[10]Q. Wu, R. Chen, H. Sun, and Y. Cao, "Urban building density detection using high resolution SAR imagery," in *2011 Joint Urban Remote Sensing Event*, 2011, pp. 45 - 48.

[11]H. Xu, "Extraction of urban built-up land features from Landsat imagery using a thematic-oriented index combination technique," *Photogramm. Eng. Remote Sensing*,

vol. 73, no. 12, pp. 1381 - 1391, 2007.

[12]J. R. Jensen and K. Lulla, "Introductory digital image processing: a remote sensing perspective," 1987.

[13]T. E. Avery and G. L. Berlin, *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation*. Macmillan, 1992.

[14]T. Lillesand, R. W. Kiefer, and J. Chipman, *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons, 2015.

[15]Q. Weng, *Remote sensing of impervious surfaces*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007.

[16]T. M. Lillesand, R. W. Kiefer, and J. W. Chipman, *Remote sensing and image interpretation*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994.

[17]X. L. Chen, H. M. Zhao, P. X. Li, and Z. Y. Yin, "Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes," *Remote Sens. Environ.*, vol. 104, no. 2, pp. 133 - 146, 2006.

[18]A. Lashin and N. Al Arifi, "Geothermal energy potential of southwestern of Saudi Arabia exploration and possible power generation: A case study at Al Khouba area - Jizan," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 30, pp. 771 - 789, 2014.

[19]C. P. Lo, D. A. Quattrochi, and J. C. Luvall, "Application of high-resolution thermal infrared remote sensing and GIS to assess the urban heat island effect," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 18, no. 2, pp. 287 - 304, 1997.

[20]M. Kawamura, S. Jayamana, and Y. Tsujiko, "Relation between social and environmental conditions in Colombo Sri Lanka and the urban index estimated by satellite remote sensing data," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 31, pp. 321 - 326, 1996.

[21]A. Rikimaru and S. Miyatake, "Development of forest canopy density mapping and monitoring model using indices of vegetation, bare soil and shadow," in *Presented paper for the 18th ACRS*, 1997.

[22]M. Hillsdon, J. Panter, C. Foster, and A. Jones, "The relationship between access and quality of urban green space with population physical activity," *Public Health*, vol. 120, no. 12, pp. 1127 - 1132, 2006.

[23]G. Higgs, R. Fry, and M. Langford, "Investigating the implications of using alternative GIS-based techniques to measure accessibility to green space," *Environ. Plan. B Plan.*

Des., vol. 39, no. 2, pp. 326 - 343, 2012.

[24]D. Dai, "Racial/ethnic and socioeconomic disparities in urban green space accessibility: Where to intervene?," *Landsc. Urban Plan.*, vol. 102, no. 4, pp. 234 - 244, 2011.

[25]R. E. Park and E. W. Burgess, *The city*. University of Chicago Press, 1919.

[26]M. Carmona, T. Heath, T. Oc, and S. Tiesdell, *Public places—Urban spaces*. Routledge, 2012.

[27]K. Lynch, *Good city form*. MIT press, 1984.

[28]J. Quarrie, *Earth Summit 1992: The United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro*. Regency Press, 1992.

[29]L. Hens and B. Nath, *The world summit on sustainable development*. Springer, 2005.

[30]M. A. Benedict and E. T. McMahon, "Green infrastructure: smart conservation for the 21st century," *Renew. Resour. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 12 - 17, 2002.

[31]P. H. Gobster, J. I. Nassauer, T. C. Daniel, and G.

Fry, "The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology?," *Landsc. Ecol.*, vol. 22, no. 7, pp. 959 - 972, 2007.

[32]S. W. Myint, P. Gober, A. Brazel, S. Grossman-Clarke, and Q. Weng, "Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery," *Remote Sens. Environ.*, vol. 115, no. 5, pp. 1145 - 1161, 2011.

[33]S.-H. Cho, N. C. Poudyal, and R. K. Roberts, "Spatial analysis of the amenity value of green open space," *Ecol. Econ.*, vol. 66, no. 2 - 3, pp. 403 - 416, 2008.

[34]A. Chiesura, "The role of urban parks for the sustainable city," *Landsc. Urban Plan.*, vol. 68, no. 1, pp. 129 - 138, 2004.

[35]J. R. Wolch, J. Byrne, and J. P. Newell, "Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough,'" *Landsc. Urban Plan.*, vol. 125, pp. 234 - 244, 2014.