

# 本文章已註冊DOI數位物件識別碼

## ► 東台灣台灣堡圖的等高線數化與應用

Applications of the Digitized Contours of Taiwan Fort Map in Eastern Taiwan

doi:10.30006/JC.201004.0001

地圖：中華民國地圖學會會刊, 20(1), 2010

Journal of Cartography, 20(1), 2010

作者/Author：林祥偉(Shyang-Woei Lin)

頁數/Page：1-10

出版日期/Publication Date：2010/04

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.30006/JC.201004.0001>



*DOI Enhanced*

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



# 東台灣台灣堡圖的等高線數化與應用

## Applications of the Digitized Contours of Taiwan Fort Map in Eastern Taiwan

林祥偉 Shyang-Woei Lin\*

### 摘 要

花蓮港廳自1909年成立至今已屆滿百年，在日治時期地圖的數位典藏研究中，除了地名與行政邊界資料庫的積極建置外，對自然環境與社會變遷研究相當重要的地形與土地利用資料，更是不可忽略的焦點。本研究以東台灣花蓮港廳的花蓮溪流域地區，不含番界地區共計28張台灣堡圖的花蓮溪流域為範圍，建立百年來完整的等高線地形數值資料庫，並針對土石流環境災害，納入具時間縱深的環境分析，與現代地圖的數值高程、集水區型態、河道變遷等環境因素進行分析比較，這個研究不但可以間接的反映出原本不易度量的環境穩定程度，更有助於在人文地理資訊系統的研究領域中，深度拓展地圖學的研究與應用。

關鍵詞：花蓮港廳、人文地理資訊系統、地形數值資料庫

\* 國立東華大學鄉土文化學系助理教授

Assistant Professor, Department of Local Studies, National Dong Hwa University.

## Abstract

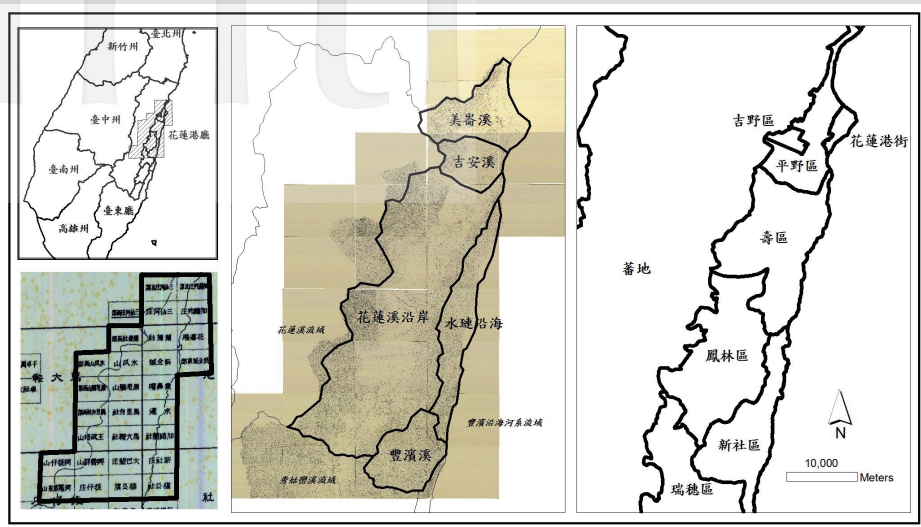
Since its establishment in 1909, Hualien-gang Ting (Hualien Port) has had one hundred years of history. In the digital archives of maps during the Japanese Occupation Period, besides the construction of database for geographic names and administrative borders, much attention has also been paid to data on landform and land use, which are import to the studies of natural environment and social transformations. This study focuses on the Hualien River region in Hualien-gang Ting in eastern Taiwan, covering 28 fort maps of Hualien river region, not including the aboriginal area. It aims to construct the most complete contour landform numerical database in the recent one hundred years, conduct longitudinal environmental analysis on landslide disasters, and compare environmental factors on digital elevation, catchment types, and changes of river channels on the modern maps. This study can indirectly reflect the environmental stability that is difficult to measure, and expand the research and application of cartography in the research of humanity geographic information system.

Keywords: Hualien-gang Ting, Contour Landform Numerical Database, Humanity Geography Information System(HGIS)

## 前言

在資訊社會的環境，地理資訊系統 (Geographic Information System; GIS) 已經逐漸融入人類活動中，並提供許多不可或缺的重要資訊及方法 (Dangermond, 2009; Tomlinson, 2009)。當前的GIS研究，更將問題的焦點鎖定在下面三個主要的發展方向：第一，在網際網路以驚人的速度蓬勃發展的同時，如何充分利用這個優勢，提供更友善的介面及環境，建立研究資源共享的機制。第二，伴隨著電腦在運算速度的提升，如何滿足大多數研究者對GIS在運算速度和資料掌握能力的期待，建立符合傳統概念性模式基礎的GIS操作模式與分析方法。第三，在數值資料累積的速度，遠超過我們消化的能力時，如何正確的將數位典藏的焦點，移到在時間或空間上，更具資料探勘 (Data Mining) 與知識探

索 (Knowledge Discovery) 潛力的地理資料庫。而思考在數位化的環境中，如何利用GIS解決人文或自然環境的問題時，又以第三個研究方向最為重要，也最受到政府或學術單位的矚目。近年來，在國科會數位典藏國家型計畫的推動下，除了文件、器物、錄音、影片、建築…等資料格式之外，古地圖更是研究者非常關注的典藏資料。這些有保存價值的古地圖，不論記錄的是地表各種自然環境相關的地質地形、地景保育、動植物等資料，或是與人文環境相關的語言、文學、考古、生態、社會、經濟、政治、公衛等地理資訊，均可在當代資訊科技普遍應用的環境中，透過數位化科技技術予以保存與利用，讓許多過去不易保存或深入探索的資料，得以配合GIS的空間分析或視覺化技術，讓研究者得已重新發掘先前關心，卻未曾有效擷



(圖左，從堡圖索引看研究區所在範圍；圖中，研究區內主要涵蓋的集水區範圍；圖右，研究區內主要涵蓋的番界與區界的行政界線)

圖1：集水區與行政界線範圍

取的重要知識。

東台灣區域的界線是漸進的、模糊的，不是一個封閉系統，不論是構造地形、氣候型態，族群分布、經濟發展等，都無法獨立於其他鄰近地區，得到完整的解釋(夏黎明，1996)。然而，東台灣卻是一個時空脈絡清晰的歷史文化發展舞台，在這裡生活的住民，最能夠具體感受這裡的在地文化。但是我們仍希望透過不同時期的地圖，將抽象的東台灣的環境感受具體化，期能更細膩的詮釋這一塊土地，提供資訊給所有關心這塊土地的人分享。

日本明治維新後，陸續引進西方科學式的測量方法，並因應戰爭需要，陸續對台灣測繪不同的實測地形圖，其精度要求，與二次世界大戰之後到1970年代大量使用的航空照片相比，毫不遜色。其中，

「臺灣堡圖」是目前現存的環境變遷研究資料中，除了1894年中日甲午戰爭時期，日本陸地測量部測繪的澎湖、台北、台灣全島等地形圖，以及1895年繪製的五萬分之一「台灣地形圖」之外，所能掌握年代最久遠且最精確的臺灣地圖。「臺灣堡圖」於1904年完成調查，1915年台灣日日新報出版，1921年重新修訂，1996年遠流出版社重印，共計466幅經度六分緯度四分的兩萬分之一比例尺，這是日本佔領台灣後，台灣總督府成立的台灣土地調查局，全面進行包括地籍調查、三角測量與地形測量三大土地調查工作的主要成果之一。這份地圖，雖然是日本對台灣建設的依據與統治的藍圖(施添福，1997)，同時也是日後台灣建立地籍資料的基礎，更是研究近百年來台灣土地利用與地形變遷的

1加禮宛庄北部、加禮宛庄、三仙河庄北部、三仙河庄、花蓮港、吳全城東部、薄薄社、吳全城、象鼻嘴、水蓮、加路蘭社、薄薄社西部、木瓜山、原荖腦山、馬里勿社、馬太鞍社、木瓜山西部、原荖腦山西部、馬里勿社西部、王武塔山、新社庄、貓公社、大巴墾庄、貓公溪、興魯群山、扳仔庄、阿扳仔山、阿崙那來山。



重要資料。相較於西部豐富的數位典藏成果，東台灣從日治時期以來，除郭俊麟(2009)針對台灣堡圖歷史地名屬性與行政邊界的研究外，在地形與土地利用的研究仍不完整。

本研究，係針對台灣堡圖的東台灣花蓮港廳，不含番界地區，共計28張台灣堡圖<sup>1</sup>，如圖1左，涵蓋範圍包括花蓮溪流域下游的吉安溪、美崙溪與花蓮溪下游沿岸，及豐濱溪流域的水璉和豐濱溪下游，共計兩個主要集水區，如圖1中；行政界線則是包括花蓮港街、吉野區、壽區、鳳林區、新社區、瑞穗區及部分蕃地，如圖1右。建立等高線地形數值資料庫，以利研究者將之與現代地圖的數值高程、河道、聚落位置與土地利用等做比較，進而分析近百年來東台灣從日治時期至今的都市發展歷程。本研究以土地利用的變遷為例，分析環境敏感地區百年來的地形變遷速率，具以反映出該地區在地質、土壤或植被的穩定程度。在加入時間縱深的環境分析後，期能在人文地理學研究領域中，深度拓展地圖學研究與應用。

## 歷史地圖與視覺化研究

1990年代，地理學家透過套疊近百年來，包括台灣堡圖、台灣地形圖、農航所相片基本圖…等，不同年代地圖的濱線或崖線，定量式的計算台灣西部或是蘭陽平原海岸的前進或後退(石再添，1980；張瑞津、陳翰霖，1999；許民陽、張政亮，2002)。然而，由於濱線位置與定義，可能受到測量員或製圖士主觀認定影響，加上花東海岸坡度陡峭，潮差不如西部海岸(沈淑敏、張瑞津，2003)，因此甚少見到透過歷史地圖的對比，探討東台灣自然環境邊界狀態的變遷研究。

除了自然環境的定量研究外，地理學家同時也嘗試，應用歷史地圖以定性的、視覺化的方式，描述空間形態更複雜的土地利用變遷研究(周素卿、高傳棋，1996)。近年來，在資料探索的研究中，GeoDa、ArcGIS此類GIS軟體經常扮演十分重要的空間分析工具(Eck, et al., 1999)，其中GeoDa(Anselin, 2004)可以運用空間自相關(Spatial Autocorrelation)，展現面資料的聚集與分佈型態；ESRI的ArcGIS空間統計工具(Spatial Statistics Tools)，也能夠進行類似的空間分析研究。在GIS空間分析與資料處理能力大增的影響下，可使歷史地圖在變遷分析與計量統計的應用上，變得更為容易。而這些研究的進展，均有賴於先將傳統的類比地圖資料，轉換成數值化的資訊(賴進貴，2004)。

## 類比地圖資料到數值資料轉換

紙本地圖在掃描後，藉由比對現代地圖中可辨識的地理特徵，可決定定位的資訊。但是「台灣堡圖」的年代距今久遠，許多河流、道路、街廓等地物，均有很大的變化，因此對於這類古地圖的定位，通常不採用橢球體數學方程式的坐標系統轉換，而是以仿射(Affine Transformation)的方式，在假設百年間地形的變動，不致影響山頂的空間絕對位置的前提下，採用古地圖中標註的山頭或三角點為控制點，與現代地圖進行幾何對位(賴進貴、葉高華、王韋力，2004)。

為了瞭解研究區土地利用的變遷，研究區的地形與河道，為主要的向量化標地。「台灣堡圖」使用的等高線包含：計曲線、首曲線、間曲線及助曲線等四種，其中間距50尺首曲線是主要的水平曲線，除高度差隨地圖比例尺的大小而有差距



圖2：台灣堡圖等高線向量化的誤差

外，其他等高線的性質，與現代地形圖所使用的曲線相同。25尺間距的間曲線與12.5尺間距的助曲線，是為了使局部地區的地形更明確，大多僅會出現在坡度15度以下的平緩地形與坡度大於15度之丘陵山地地區。由網格式圖檔轉換為向量式的誤差控制上，本研究定位後的向量化精度要求，限定在2個像素以內，由於掃描影像解析度為1.7公尺，因此數位的誤差控制在3.4公尺以內，如圖2所示。

針對賴逸書 (2006) 於等高線向量化的研究，曾直接網格化向量式的等高線圖層，或是將臨近兩條等高線連結為面資料，再內插求取整個研究區域的數值高程資料。其所採用的這兩個方法不但容易扭曲原有向量資料的特性，且會產生過多碎形的多邊形。因此，本研究選擇將數化的

等高線轉為Triangular Irregular Networks (TIN) 的資料模式，可以因應地表起伏狀態(surface)複雜程度的不同，彈性的利用不同解析度的方式表現，盡可能保留原有等高線的資訊 (Berg, 1997)。土地利用變遷應用。

GIS是針對數值地理資料進行輸入、輸出、蒐集、儲存、更新、檢索、管理、與綜合分析的資訊工程應用技術 (Davis, 2004; Longley, et al., 2005)，其利用地圖直覺呈現空間資訊的圖像表現法，具備了高度整合不同研究領域的能力。GIS透過不同時期地形資料的比對，還原不同時期地形與河流變遷，可以掌握地形的變遷趨勢或變遷量，彰顯多種環境因子間的空間關連，是探討環境變遷時不可獲缺的材料。

以美崙溪與吉安溪河道的變化為例，



圖3：從台灣堡圖看美崙溪與吉安溪河道變遷

在GIS的輔助下，可看出從日治時期至今，美崙山西側的美崙溪河道，已有明顯的變化。美崙溪在入海前，有一條主要支流，與入海口南方，另一條較短的吉安溪河道，同時貫穿目前的花蓮市區。而隨著都市的擴張，目前這兩條河道已不復存在，如圖3。

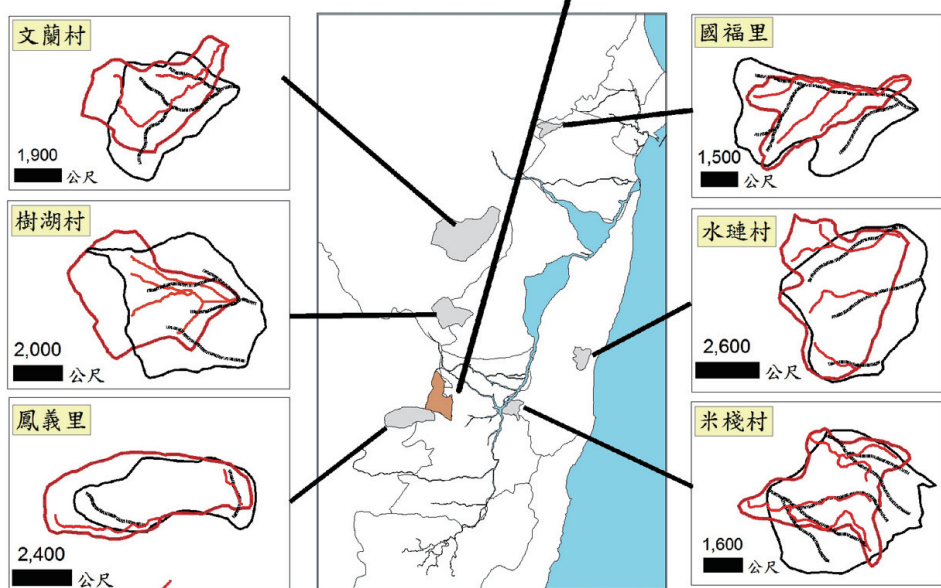
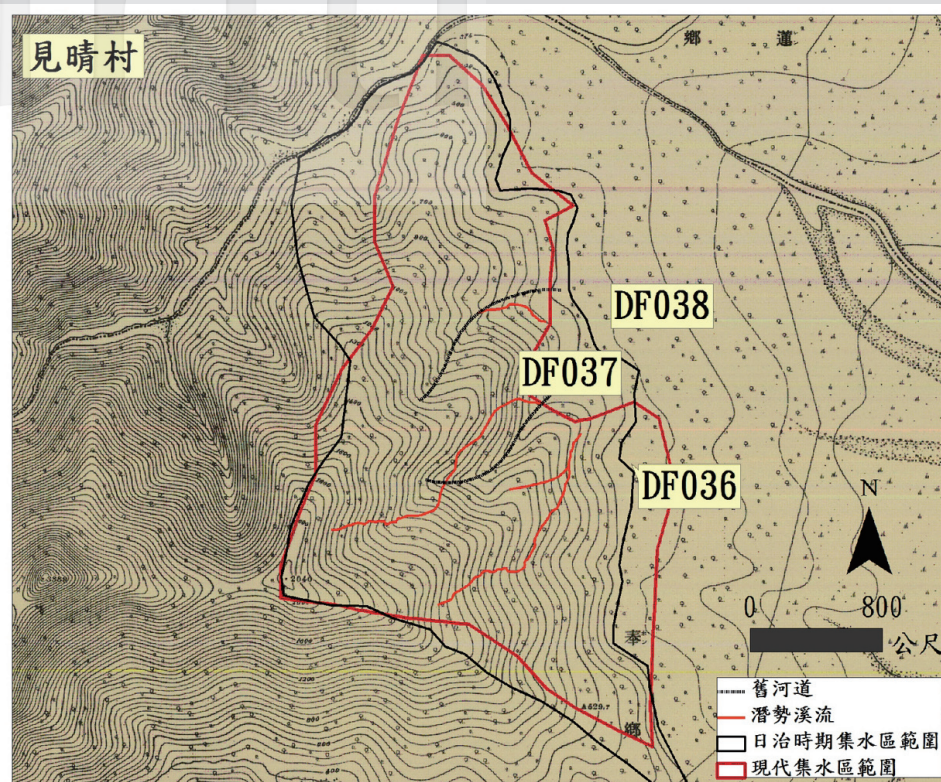
土地利用的變遷納入時間因子後，對環境整體狀況的掌握，會更具備除空間以外的縱深。在土石流的預警監控環境中，除了即時降雨量這個外在因子，當地的地質、土壤與土地利用的現況，常常因為資料不完整，不易完整掌握這個地區的內在環境狀況。從地形變化速度這個角度，卻可以反推當地環境的穩定程度，如果從等

高線資料分析，百年來當地地形幾乎沒有任何改變，就可以推論該地區地質、土壤或植被具有一定程度的穩定性，因此也較不易發生土石流這類環境災害。

以花蓮地區土石流的空間分佈為例，在全部花蓮地區162條農委會發佈的土石流潛勢溪流中，於本研究古地圖數化範圍的花蓮溪流域及豐濱溪流域兩個主要集水區，且位於花蓮地區易致災之治山防洪重點區域，每逢颱風必定造成淹水等重大土石災害，一直是最重要的觀察指標地區，共計花蓮市國福里、壽豐鄉水璉村、米棧村、文蘭村、樹湖村、萬榮鄉見晴村、及鳳林鎮鳳義里七處(聯合報，2009)，如圖4。

從數化後的等高線與現代的地形比對





(圖上為花蓮縣萬榮鄉見晴地區；圖中為索引圖；圖左下與圖右下為研究區範圍內其他六個易致災區)

圖4：土石流潛勢溪流流域集水區地形變遷

表1：花蓮縣北區易致災區今昔沖積扇型態變動

編號	易致災區	農委會水土保持局公告之潛勢溪流編號	集水區面積變化% (日治時期面積-現代面積, 單位Km <sup>2</sup> )	集水區扇面角度變化(日治時期面積-現代面積, 單位度0)	扇頂平均移動距離, 單位m
1	花蓮市國福里	花縣DF153	-46% (266.8-143.1)	-13% (58-51)	467
2	壽豐鄉水璉村	花縣DF144 花縣DF145 花縣DF146	-13% (230.1-198.6)	41% (34-48)	344
3	壽豐鄉米棧村	花縣DF142 花縣DF143	-36.7% (294.4-186.1)	-7.4% (53.5-49.5)	264
4	壽豐鄉文蘭村	花縣DF133	-6% (1584-1490)	-10% (78-70)	1838
5	壽豐鄉樹湖村	花縣DF137 花縣DF138	-23.2% (682-524)	-36.8% (125-79)	450
6	萬榮鄉見晴村	花縣DF035 花縣DF036 花縣DF037 花縣DF038	-15% (606-515)	40% (73-106.5)	272
7	鳳林鎮鳳義里	花縣DF126 花縣DF127	-25% (538-402)	-47% (115-61)	320

註：如為多條潛勢溪流組合的聯合沖積扇，角度變化與扇頂移動距離取平均值

可以發現，這七處山麓沖積扇。不論是單一沖積扇或是聯合沖積扇，從日治時期至今河道與地形的變化均十分劇烈。在集水區面積的變化上，七個易致災區的集水區面積都呈現縮減的狀態，除文蘭村以外，其餘六個易致災區都有13%到46%大小的變化；此外從扇面角度與扇頂平均移動距離來看，雖不似面積有共通縮減狀況的規律變化，但是也可以看出形狀上有程度不小的變動，如表1所示。

## 結論

歷史地圖不但是環境變遷研究不可或缺的素材，配合當代的地形或土地利用數值資料，除了能有效地進行計量統計與空間分析外，更能拓展東台灣環境變遷研究的縱深。「台灣堡圖」可以提供近百年來，東台灣的地形及土地利用之基礎資料，透過GIS還原日治時期的地形與河流變遷，並與當代的地形資料比對下，不但可以掌握地形的變遷趨勢或變遷量，更得以彰顯多種環境因子間的空間關連，是探

討環境變遷時, 不可獲缺的研究材料。以土地利用的變遷為例, 歷史地形變遷的資料, 可以適度的反應出當地地質、地形與植被等環境穩定度的因子, 從地形變化的規模大小, 也可以適度的反映出該地區之所以為土石流環境敏感區的原因。

## 參考文獻

- 石再添 (1980) 台灣西部海岸線的演變及海埔地的開發, 國立臺灣師大地理系地理研究報告, 6: 1-36。
- 沈淑敏、張瑞津 (2003) 圖像資料在臺灣地區地形變遷研究上的應用與限制, 師大地理研究報告, 38: 67-87。
- 周素卿、高傳棋 (1996) 舊地圖與都市土地利用變遷: 以台北加蚋仔地區為例, 地理學報, 21: 1-37。
- 施添福 (1997) 導讀臺灣堡圖—日本治台的基本圖, 《臺灣堡圖》, 臺北: 遠流。
- 夏黎明 (1996) 一個在地區域研究構想的提出與實踐, 《東台灣研究》, 1:3-8。
- 張瑞津、陳翰霖 (1999) 十七世紀以來台灣西南海岸平原主要河網之河道變遷研究, 中國地理學會會刊, 27: 1-27。
- 許民陽、張政亮 (2002) 蘭陽平原海岸後退之研究, 中國地理學會會刊, 30: 57-76。
- 郭俊麟 (2009) 「地名」在東台灣人文GIS應用的現況與挑戰—以1909-1945年的花蓮港廳為例, 《3D歷史圖像與共同記憶研究》, 台灣人文地理資訊系統的案例與研究, 花蓮, 東華。
- 樊先達 (1994) 地理資訊系統空間精度考量—位置誤差視覺化之探討, 地圖, Vol.5:27-36。
- 賴逸書 (2006) 不同時期地形圖等高線品質研究, 臺北: 台灣大學地理環境資源研究所碩士論文。
- 聯合報 (2009) 花蓮16處易致災區, 10月2日。
- 賴進貴 (2004) 台北盆地聚落發展之空間分析, 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫。
- 賴進貴、葉高華、王韋力 (2004) 日治前、中期臺北盆地之聚落空間結構變遷—歷史地理與地理資訊結合初探, 中國地理學會會刊, 34:21-42。
- Anselin, L. (2004) GeoDa 0.9.5-i, An Exploration Spatial Data Analysis(ESDA) software application, GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation, Arizona State University, <http://geodacenter.asu.edu/>, [15, March 2009].
- Berg, M. (1997) Visualization of TINs, Springer Berlin, pp.79-97.
- Dangermond, J. (2009) GIS-Geography in Action, ArcNews Winter 2008/2009 Issue <http://www.esri.com/news/arcnews/winter0809/articles/gis-geography-in-action.html> [10 March 2009].
- Davis, D. E. (2004) *GIS for everyone – exploring your neighborhood and your world with a geographic information system*. ESRI Press.
- Eck, J., Chainey, S., Cameron, J., Leitner, M., Wilson, R. E. (1999) Mapping Crime: Understanding Hot Spots, U.S. Department of Justice, <http://www.ojp.usdoj.gov/nij/maps/ncj209393.htm>,



[9, March 2009].

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2005) *Geographic Information Systems and Science*. 2nd Edition, Wiley.

Tomlinson, R. F. (2009) Changing the Face of Geography: GIS and the IGU, <http://www.esri.com/news/arcnews/spring09articles/changing-the-face.html>, ArcNews Spring 2009, [23 March 2009].

投稿日期：99.01.13

修改日期：99.03.25

接受日期：99.04.15