

University of West Hungary

Doctoral (PhD) thesis

REMOTE SENSING IN FORESTRY

Géza Király

Sopron

2007

University of West Hungary
Faculty of Forestry
Gyula Roth Doctoral School of Forestry and Wildlife Management
Management of Forest Resources
Supervisor: Dr. István Márkus

Introduction

The remote sensing research started in the early 90s at the Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary. The author joined these works as a student. He has been involved in a number of successful projects, which have led him to be concerned with the topic. The main topic of this research group was the forest ecosystems mapping based upon the medium resolution optical satellite images in those days.

The aim of the research

The main objective of the research was the investigation of the possibilities of extracting forestry information from medium resolution optical satellite images. While the extractable forestry data are limited from single imagery, and the price and other properties of these images make them suitable for monitoring, an additional purpose has been formed: investigation of satellite image time-series on forested land.

Materials and methods

Satellite image time-series have been investigated on a sample area called Soproni-hegység. The available medium resolution optical images were primarily Landsat images within a twenty years' time-span. This time-span – however remarkable it is – is not sufficient for an entire life-cycle of a tree, so it was extended to two hundred and twenty years by application of other digital images. The scanned forms of archive and actual maps and aerial photographs have been studied by image processing techniques.

Several new satellite image classification methods have been elaborated for separation of forest – non forest and coniferous – deciduous classes, such as the vegetation index based classifier and the elliptic-classifier.

A novel two-step transformation method has been worked out for the geo-referencing of the archive topographic maps. A few image processing methods have been developed for forest – non forest classification of these maps.

The processing of the archive and actual aerial photographs has been carried out by the application of digital photogrammetric methods, resulting in orthophoto-mosaics. Some innovations have been launched for mosaicing single ortho images. These ortho-mosaics have been involved in the investigation for the refinement and complement of the time-series analysis.

The dissertation reviews the possibilities of digital surface model production and their application in forestry. Digital surface models of the sample area have been produced from passive optical data, and these models have been involved in the analysis as well.

The author has observed the advantages of a reference vector (such as the forest compartment of the digital forest management maps) based image analysis and classification in contrast to pixel-based classifications. The forming, functioning and applications of such a classification system based upon spectral database have been exposed. All the images and the digital surface models have been integrated to this system.

The monitoring of the sample area by means of the above mentioned methods have been detailed in the dissertation. This analysis has been carried out by the above described image processing techniques and several spatial analysis beyond.

Results and conclusions

The developed classification methods of medium resolution images have been fully tested. These classifiers are suitable for quick and accurate classification of these images after short pre-processing, so they are especially appropriate for image time-series analysis.

The two-step transformation of archive maps resulted in more accurate georeferenced images without discrepancies on the sheet-borders. The classification methods of these maps make the investigation of huge area or full map series possible.

The small innovations of orthophoto-mosaic production led to images suitable for both for visual interpretations and image processing.

The digital surface models produced from different optical data can be applicable – with or without the imagery data – comprehensively in the forestry field. The growth and utilisation of the forest stands can be detected by them, when the optical data is not informative enough.

The classifier based on spectral database, which has been formed by the author is especially proper for monitoring areas with reference data. Several data beyond satellite images – such as digital surface models – can be integrated into the system, and the realisation of other – cadastral, settlement or agricultural – monitoring methods is available.

The monitoring of the sample area showed the general planting of coniferous species at the end of the 19th century, and the effects of the bark-beetle disease in the 90s. The dissertation reviews the possibilities of change-detection based on different spatial analysis, which has been unavailable in the traditional landscape and forest historic researches.

Thesis

1. Several methods have been developed for forest mapping applications of the medium resolution optical satellite images, such as:
 - A vegetation index based classifier has been developed for classification of Landsat MSS/TM/ETM+ images, which is suitable for forest – non forest delineation. This method is also suitable for the separation of coniferous and deciduous forests; and for the delineation of Lake Fertő and the reed-belt of Lake Fertő. The classifier can be applied on any optical image, which contains red and infrared bands.
 - An elliptic-classifier has been developed for the cases, where the previous classifier can not be applied.
 - A simple and fast thresholding method has been developed for the HRV sensor of Spot 1-3 satellites. This forest – non-forest classification method can be applied on any panchromatic images with the adequate spectral range.
2. Several expansions were applied for the production of homogenous orthophoto-mosaics from single ortho-images.
 - A mosaicing method has been developed for ortho-mosaics appropriate for the different applications.
 - A novel algorithm has been developed for colour balancing of ortho-mosaics.
 - A colour transformation was researched for displaying natural looking colour images from infracolour images for easy interpretation for common people.
3. Digital Surface Models (DSMs) have been produced from several passive remotely sensed data. The applications of the DSMs in forestry field were reviewed.
4. The dissertation demonstrates the processing of archive and current images and maps of a sample area. The results were integrated to a GIS. The possibilities of landscape and forest historic researches have been extended by different spatial analyses.
5. An expert system based on spectral database has been introduced. The structure and the functions of the system are detailed. Different remotely sensed data and data processed from those can be integrated to this system. The changes of the forest compartments are easily detectable and analysable by this expert system, so it can help the forest supervisor and planning work in practice.

Relevant publications

Dissertations, Thesis, Essays

- Király Géza (1997): Nagyterületi erdőleltározás digitális űrfelvételek segítségével. Diplomamunka, Sopron, 1997., p 68.

Books

- Dr. habil. Bácsatyai László – Király Géza (2004): Erdészeti alkalmazások (GPS). In Ádám – Bányai – Borza – Busics – Kenyeres – Krauter – Takács: Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004. pp. 387-393.
- G. Király et al. (2006): Georeferencing of historical maps – methods and experiences. In SISTEMaPARC Project Book, Dresden, 2006. In print

Notes, study-aids

- Király Géza (2001): ArcView v3.1 oktatási segédlet. Kézirat
- Király Géza (2003): Digitális képfeldolgozás és digitális fotogrammetriai gyakorlati segédletek. Kéziratok

Reviewed papers

- Dr. habil. Bácsatyai László – Czimber Kornél – Király Géza (2001): A digitális fotogrammetria újabb eredményei a NYME Földmérési és Távérzékelési Tanszékén. In Geomatikai Közlemények IV. MTA GGKI, Sopron, 2001. pp. 83-102.
- Márkus István – Király Géza (2005): Digitális domborzatmodell előállítás a légi lézerszkennelők felvételeiből tájökölógiai és természetvédelmi kutatások céljára. In Geomatikai Közlemények VIII. MTA GGKI, Sopron, 2005. pp. 247-256.
- Király Géza – Brolly Gábor – Márkus István (2007): Földi lézerszkennelés alkalmazása egyes fák vizsgálatára. In Geomatikai Közlemények X. MTA GGKI, Sopron, 2007. pp. 241-250. (Megjelenés alatt)
- Brolly Gábor – Király Géza – Márkus István (2007): Légi lézerszkennelés és QuickBird űrfelvétel integrált elemzése határon átnyúló területeken. In Geomatikai Közlemények X. MTA GGKI, Sopron, 2007. pp. 251-256. (Megjelenés alatt)

Reports

- Márkus I. - Czimber K. - Király G. - Szentesi L. - Bácsatyai L. - Bánky J. - Gál J. - Bartha D. - Várkonyi T. (1996): MERA: MARS & Environment

- Related Applications, Forest Ecosystems Mapping. Final Report. PHARE Programme, Contract 94-0869, University of Forestry and Wood Sciences, Sopron, p. 134.
- Dr. Márkus István - Király Géza (1998): Erdei ökoszisztémák térképezése távérzékelési módszerek, földi adatgyűjtés és egy új erdészeti földrajzi információs rendszer integrált alkalmazásával. Módszertani útmutató, Sopron. p 76.
 - Márkus I. - Bácsatyai L. – Bartha D. – Konkolyné Gyuró É. - Király G. – Czimer K. (1999): Development of GIS of Fertő-Hanság National Park and Szigetköz Land Protection District. Final Report. Trilaterális Phare CBC Ausztria-Magyarország-Szlovákia 1995 Program. p 32.
 - Márkus I. – Király G. – Gyimóthy A. (2001): Az észak-hansági erdők vizsgálata. Kisalföldi Erdőgazdaság RT R-926/2001. sz. kutatási jelentés. Sopron.
 - Márkus I. – Király G. (2003): Digitális fotogrammetriai munkaállomás kiegészítése és fejlesztése sztereofotogrammetriai hardver és szoftver komponensekkel. OMFB-00109/2003. sz. kutatási jelentés. NyME, Földmérési és Távérzékelési Tanszék, Sopron. p 24.
 - Márkus I. – Király G. - Bácsatyai L. – Bányai L. – Kovács Gy. – Czimer K.(2004): Digitális geodatállomány előállítása lézerszkenner-adatokból. Zárójelentés. 2004.11.02. Magyarország-Ausztria Phare CBC Program, Kisprojekt Alap 2001. HU010803-12. p 50.
 - Márkus I. – Király G. – Brolly G. – Bácsatyai L. – Czimer K. – Bazsó T. – Takács G. (2006): Spatial Information Systems for Transnational Environmental Management of Protected Areas and Regions in CADSES – SISTEMaPARC . Progress Report. Project No: 3B038 PP16. (University of West Hungary, Dept. of Surveying and Remote Sensing)

Proceedings

- Király Géza (1998): Multiscale Images in Forestry. In ISPRS International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXII Part 7, ISPRS Commission VII Symposium on Resource and Environmental Monitoring, September 1-4, 1998, Budapest, Hungary. pp 365-369.
- Dr. Márkus István - Király Géza (1999): A Fertő-Hanság NP és a Szigetközi TK földrajzi információs rendszerének kifejlesztése PHARE CBC Project jelentősége az oktatásban. In VIII. Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium KÉE, Budapest, 1999. október 20. pp 67-72.
- Márkus, I., Király, G., Czimer, K., Szentesi, L., (2000): Research of the Application of Remote Sensing and GIS in Forestry. In III. International Symposium: Application of Remote Sensing in Forestry. Proceedings, Zvolen, September 12-14, 2000, pp. 41-48.

- Király Géza (2000): A Fertő-Hanság NP és a Szigetközi Tájvédelmi Körzet térinformációs rendszerének (GIS) kifejlesztése. In Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Konferenciájának előadásai, NyME-EMK 2000. december, Sopron, pp 113-117.
- Márkus I. – Dinka M. - Király G. – Márkus A. (2000): A Fertő nádasainak 1999. évi térképe. In Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Konferenciájának előadásai, NyME-EMK 2000. december, Sopron, pp 119-122.
- Király Géza (2001): A magyar erdők a távérzékelés tükrében. In „Bedő Albert” Doktorandus Nap 1999. november 12. kiadványa, Soproni Egyetem, 2001. pp 43-50.
- Dr. Bácsatyai L. - Dr. Závoti J. - Király G. (2001): Transformations in Geoinformatics. Space and Time GIS and Remote Sensing Conference, Sopron, 2001 szeptember 6-8. http://geoinfo.cslm.hu/events/SAT/presentations/transf_in_geoinf_elemei/frame.htm
- Dr. habil. Bácsatyai László – Czimber Kornél – Király Géza (2002): A digitális fotogrammetria újabb eredményei a Földmérési és Távérzékelési Tanszéken. In X. Wood Tech Erdészeti szakmai konferencia, Sopron, 2002. szeptember 11-12. NyME-EMK pp. 99-112.
- Király Géza (2004): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata. <http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/hundem/prg.htm>
- Király, G. – Márkus, I. (2004): Production of a High Resolution Dem by Means of Laser-Scanning on a Cross-Border Heritage Area, Preliminary Results. In: Proceedings of the ISPRS WG VIII/2, 'Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment' Freiburg, Germany, 03-06 October 2004. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI, Part: 8/W2 pp. 295.
- G. Király – G. Brolly (2006): Estimating Forest Stand Parameters Applying Airborne Laser Scanning And Quickbird Images. In: Proceedings of International Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Vienna, 14th-15th Feb. 2006 pp. 79-90.

Presentations

- Király Géza (1998): Multiscale Images in Forestry. Symposium on Resource and Environmental Monitoring, September 1-4, 1998, Budapest, Hungary.
- Király Géza (1999): Investigation of the Forest Stand Structure on the Grounds of Satellite Images and Aerial Photographs Time-Series, Rogow, IUFRO Conference on Remote Sensing and Forest Monitoring, június 1-3, 1999, Rogow, Lengyelország.

- Dr. Márkus István - Király Géza (1999): A Fertő-Hanság NP és a Szigetközi TK földrajzi információs rendszerének kifejlesztése PHARE CBC Project jelentősége az oktatásban. VIII. Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium KÉE, Budapest, 1999. október 20.
Király Géza (2000): A Fertő-Hanság NP és a Szigetközi Tájvédelmi Körzet térinformációs rendszerének (GIS) kifejlesztése. Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Konferenciája, NyME-EMK 2000. december, Sopron.
- Dr. Bácsatyai L. - Dr. Závoti J. - Király G. (2001): Transformations in Geoinformatics. Space and Time GIS and Remote Sensing Conference, Sopron, 2001 szeptember 6-8.
- Dr. habil. Bácsatyai László – Czimer Kornél – Király Géza (2000): A digitális fotogrammetria újabb eredményei a NYME Földmérési és Távérzékelési Tanszékén. Geomatika Szeminárium MTA GGKI, Sopron, 2000. október
- Király Géza (2003): Second International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Image (MultiTemp2003), Ispra, Olaszország, 2003. július 16-18.
- Király Géza – Dr. Kovács Gyula – Jobbágy Zsigmond (2003): Halszemoptikával készült amatőr zenitfelvételek erdészeti alkalmazása. Geomatika Szeminárium MTA GGKI, Sopron, 2002. október
- Király Géza (2004): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata. HUNDEM-2004 Konferencia. Miskolci Egyetem 2004. 11. 11-12.
- Király, G. – Márkus, I. (2004): Production of a High Resolution Dem by Means of Laser-Scanning on a Cross-Border Heritage Area, Preliminary Results. NATSCAN Conference, International Conference "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment - Instruments, Processing Methods and Applications", 03 October - 06 October 2004, Freiburg im Breisgau, Germany.
- Király Géza (2004): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata. HUNDEM-2004 Konferencia. Miskolci Egyetem 2004. 11. 11-12.
- Márkus István – Király Géza (2004): Digitális domborzatmodell előállítása légi lézerszkennel felvételekből tájökölógiai és természetvédelmi kutatások céljára. Geomatika Szeminárium MTA GGKI, Sopron, 2004. október 28-29.
- Király Géza – Náhlik András (2004): Szarvasok GPS telemetriás mérése és az adatok térinformatikai feldolgozása az élőhely-használat vizsgálatához. Geomatika Szeminárium MTA GGKI, Sopron, 2004. október 28-29.
- G. Király (2005): Monitoring The Forests On Regional Level, Based On Landsat MSS, TM, ETM+ Time Series Imagery. EO for Sustainable Forest Management JRC Workshop, Zólyom, Szlovákia, 2005. október 19-20.

- G. Király – G. Brolly (2006): Estimating Forest Stand Parameters Applying Airborne Laser Scanning And Quickbird Images. International Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Vienna, 14th-15th Feb. 2006.
- Király Géza – Brolly Gábor (2006): Faállomány-paraméterek becslése QuickBird űrfelvétel és légi lézeres letapogatás (ALS) együttes elemzésével. FÉNY-TÉR-KÉP Konferencia, Dobogókő, 2006.10.12-13.
- Király G. – Brolly G. – Márkus I. (2006): Földi lézerszkennung alkalmazása egyes fák vizsgálatára. Geomatika Szeminárium, MTA GGKI, Sopron, 2006.10.26-27.
- Király G. – Bazsó T. – Brolly G. – Márkus I. (2006): A földi lézeres letapogatás, mint a faállomány-mintavételezés új módszere. A Magyar Tudomány Ünnepe, Az erdőrezervátum kutatás eredményei 2001-2006., MTA, Budapest, 2006.11.22.
- Náhlik A. – Király G. (2007): GIS és vadgazdálkodás. GISOpen 2007 Konferencia, Székesfehérvár 2007.03.12-14.
- Király Géza – Szentesi Levente (2007): Űrfelvételek erdészeti felhasználása, különös tekintettel a FORMOSAT-2 felvételre. Spot Image Day, Budapest, FÖMI, 2007.06.06.