

LAZER TARAMA VERİLERİNDEN BİNA DETAYLARININ ÇIKARILMASI VE CBS İLE ENTEGRASYONU

F. Karşı

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı, Trabzon, fkarsli@ktu.edu.tr

ÖZET

CBS için önemli bir veri kaynağı olan Lazer tarama sistemleri sıklıkla Sayısal Yüzey Modeli (SYM) üretme amacıyla kullanılmaktadır. Hava lazer tarama teknolojisi, çok kısa bir zaman içinde veri toplamadaki üstün kabiliyeti ile değişik yapıdaki objelere (arazi ve arazi üstü) ilişkin bilgileri ortaya çıkaran önemli bir yöntemdir. Bu teknoloji, üç boyutlu kent modeli verisine ihtiyaç duyulan kent planlama, telekomünikasyon, çevre izleme, trafik ve güvenlik gibi çok çeşitli alanlarda yüksek duyarlılıkla kullanılmaktadır. Lazer verisi ve görüntülerden objelerin otomatik olarak çıkarılması son zamanlarda önemli araştırma konuları arasında yer almaktadır. Lazer tarama teknolojisi ile SYM ve bu modelden Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretiminin yanında, ürettiği yoğun verilerden bina ve ağaç gibi yer üstü objelerin çıkarılması da mümkün hale gelmiştir. Bu verilerin sınıflandırılmasıyla bina, ağaç gibi objeler ortaya çıkarılabilir ve ayrıca yalın arazi yüzeyi de belirlenebilmektedir. Kentsel alanların değişim hızını etkileyen binalar üç boyutlu modelleme için önemli objelerdir. Bu sebeple bu objelerin etkin ve hızlı bir biçimde belirlenmesi gerekir. Günümüzde bu gereksinim görüntü ve lazer verilerini kullanan birçok sistem tarafından karşılanabilmektedir.

Bu çalışmada, hava lazer tarama verileri kullanılarak bina detayları otomatik olarak çıkarılmıştır. Çalışma alanı olarak Stuttgart şehri kent merkezi seçilerek, bu bölgeye ait veriler ISPRS 3. komisyonunun filtreleme tekniklerinin değerlendirilmesine yönelik ürettiği verilerden alınmıştır. İlk ve son atım (puls) şeklinde üretilen bu verilerin daha iyi temsil edeceği düşünülerek ilk puls verileri kullanılmıştır. Bölgeye ait yoğun nokta bulutu verileri kullanılarak siyah beyaz ve yoğunluk görüntüleri üretilmiştir. Bu işlem için Surfer 8 yazılımı kullanılmıştır. Üretilen görüntülerden MATLAB yazılımı ile görüntü işleme modülü kullanılarak muhtemel bina detayları çıkarılmıştır. Binalar sınıflandırılarak sınırları çevrilmiştir. Elde edilen binalar aynı bölgeye ait sayısal arazi modeli ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma, lazer verilerinden bina ve benzeri yer üstü objelerinin hızlı bir biçimde ortaya çıkarılabileceğini göstermiştir. Üretilen çizgisel bina detay bilgilerinin CBS ile hızlı bir şekilde entegre edilebileceği görülmüştür. Sonuç olarak lazer verilerinin hızlı üretim ve otomatik değerlendirme açısından önemli bir teknik olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen sonuç ürünlerin sayısal olması, üç boyutlu modelleme, üç boyutlu verinin görselleştirilmesi, yönetilmesi ve CBS ortamında sunulması gibi farklı uygulama alanlarında da kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Fotogrametri, Görüntü İşleme, Lazer Tarama, Sayısal Yüzey Modeli, CBS.

ABSTRACT

BUILDING EXTRACTION FROM LASER SCANNING DATA AND ITS INTEGRATION WITH GIS

Laser scanning systems being an important data source for GIS is generally used to generate Digital Surface Model (DSM). Airborne laser scanning (LIDAR) technology, ability to collect data very fast in a short time and measure the various objects types like bare earth and aboveground objects, is a critical method. This technology has high accurately been used in many application areas, which are needed 3D urban model data, such as urban planning, telecommunication, environmental monitoring, traffic and safety. Nowadays, automatic feature extraction from laser data or images has been an important research topic. With laser scanning technology, either digital surface and terrain models (DSM and DTM) or off-terrain objects such as buildings and trees are possible to have been classified and extracted as well classification of this data the objects like building and tree or bare earth can be determined. Buildings which are effecting the changing in urban areas are very important for 3D modeling so that these objects have effectively been determined very fast. On those days, these requirements have been accomplished by many system used image and laser data.

In this study, using airborne laser scanning data buildings were automatically extracted. Stuttgart city center was selected as study area and the laser data, which are utilized before to evaluation of filtering techniques by ISPRS Commission III, belonging to this area was used. First pulse data were selected from the data produced as first and last pulse. B/W and intensity images were produced for study area using point clouds data. To do this, Surfer 8 software were employed. Building details were extracted from the images produce before using MATLAB Image processing Toolbox. Buildings were classified and driven theirs boundaries. Produced buildings were compared with the DTM belonging to the same area.

In this study, it was shown that the objects like building and trees can quickly be extracted from laser data; as well vector building details can be integrated with GIS. As a result, laser data have been presented as an important technique aspects fast production and automatic evaluation. Because of the fact that the result products is being digital, it has been used in many applications areas such as 3D modeling, presentation and orientation 3D data, integration 3D data with GIS.

Keywords: Photogrammetry, Image processing, Laser Scanning, Digital Surface Model, GIS.

1. GİRİŞ

Hava görüntülerine dayalı fotogrametrik tekniklerin yanında LIDAR algılayıcılarından gönderilen nokta bulutları yardımıyla üç boyutlu bina modelleri üretme işlemi son zamanlarda önem kazanmıştır. Bu gelişmenin başlangıcı, hava lazer tarayıcıları ile sağlanan yoğun nokta bulutları ile veri elde edilmesine imkân veren sensör teknolojilerindeki ilerlemelere dayanmaktadır. Nokta yoğunluğu birim alana bir nokta düşen LIDAR verisi kullanarak sadece binaları ve yaklaşık taslaklarını (model) saptamakla kalmaz, ayrıca bu nokta bulutu ile düzlem çatı satırlarını çıkarmak ve çatı yapılarını aynen yansıtan modelleri oluşturmak da mümkündür (Rottensteiner ve Briese, 2002).

Bina detaylarının çıkartılması iki adımda gerçekleştirilir. İlk önce, binalar LIDAR verilerinden elde edilen görüntülerde belirlenmelidir ve yaklaşık bina taslakları çıkarılmalıdır. Daha sonra, üzerinde çalışılacak olan alanlarda binalar geometrik olarak yeniden düzenlenmelidir. Böylelikle binalara ait polihedral modeller üretilmiş olur (Brenner, 2000).

Geçmişte baktığımızda, LIDAR verileri ile bina detaylarını ortaya çıkarma konusunda pek çok deneme yapılmıştır. Bu denemelerin çoğunda LIDAR noktaları arazi, bina veya bitki örtüsü vb. gibi diğer objelere göre sınıflandırılmıştır. Sayısal yüzey modelinden (SYM) elde edilen sayısal arazi modelini (SAM) LIDAR verileri yardımıyla üretmede çoğunlukla morfolojik filtreler veya ‘rank’ filtreler kullanılmıştır. Normalize edilmiş sayısal yüzey modeline yüksekliğe göre eşik değerleri uygulanarak ilk bina maskesi elde edilmiş olur (Weidner, 1997). İlk sınıflandırma işlemi, bitki örtüsü olan alanların çıkarılması için değerlendirilmelidir. Brunn ve Weidner (1997) bu işlemi Bayesian ağında çeşitli yüzey çizgilerini birleştirmek için kullanılan bir algoritma ile başarmıştır. LIDAR noktalarından binaları saptamada kullanılan diğer bir algoritma ise Kraus ve Pfeifer (1998) in sayısal arazi modeli üretmede kullandığı “robust enterpolasyonu” yöntemidir. Binaların geometrik olarak yeniden düzenlenmesi iki yolla yapılabilir:

1. Yeterli bilgi bulunduğu takdirde parametrik yöntemler kullanılır ve veriye tatbik edilir.
2. Düzlem alanlar, LIDAR yoğun nokta bulutlarından oluşturulan sayısal yüzey modelinden saptanabilir ve polihedral bina modelleri bu düzlem alanların gruplandırılması yardımıyla elde edilebilir.

Parametrik yöntemler çoğu kez dikdörtgen bir ize sahip olduğundan, bu yöntemler özellikle bina taslaklarının tam konumunu veren iki boyutlu zemin planları mevcut olduğunda kullanılır (Brenner, 2000; Vosselman ve Dijkman, 2001).

Lazer tarayıcı verileri çeşitli haritalama ve üç boyutlu modelleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi için ümit verici bir veri kaynağı olarak günümüzdeki yerini almıştır. Lazer tarayıcıların en önemli uygulama alanlarından biri üç boyutlu kent modelleri oluşturmada binaların modellenmesi ve detayların çıkarılmasıdır. Son yıllarda bu konu ile ilgili yayımlanmış pek çok çalışma mevcuttur (Haala ve Brenner, 1999a, 1999b; Maas ve Vosselman, 1999; Morgan ve Tempfli, 2000; Vögtle ve Steinle, 2000; Vosselman ve Suveg, 2001; Fujii ve Arikawa, 2002; Rottensteiner ve Briese, 2002).

Bina çıkarımı ve modellenmesi işlemi genellikle iki adımda incelenebilir. Bunlar; binanın saptanması (belirlenmesi) ve binanın yeniden düzenlenmesi işlemleridir. İlk işlemde binalar yer yüzeyinden ve diğer objelerden (örneğin ağaçlar) ayrılmalıdır. Bu işlemden sonra binaların üç boyutlu modelleri üretilmiş olur (Matikainen vd., 2003).

Bina saptamada kullanılan yöntemler çoğunlukla binalardan başka objelerin çıkarılması için verilerin sınıflandırılmasını esas alır. Bazı yöntemler lazer tarayıcı verilerine ek olarak uydu görüntülerini veya hava fotoğraflarını kullanır (Haala ve Brenner, 1999b; Vögtle ve Steinle, 2000). Sınıflandırma işlemi piksel tabanlıdır, fakat ayırma işlemi normal olarak bölgeleri elde etme sürecinin bazı aşamalarında uygulanır.

Bu çalışmada, yoğun lazer nokta bulutu kullanılarak farklı tipte ve nitelikteki kentsel alanlarda bina detayları belirlenip çıkarılmaya çalışılmıştır. Bina detayları çıkarımı, lazer verilerinden üretilen gri düzeyli görüntülerin sınıflandırılması ve filtrelenmesi ile ilgili detayların belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Elde edilen sonuç görüntülerin otomatik sayısallaştırılması ve sayısallaştırma bilgilerinin CBS ile entegrasyonu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

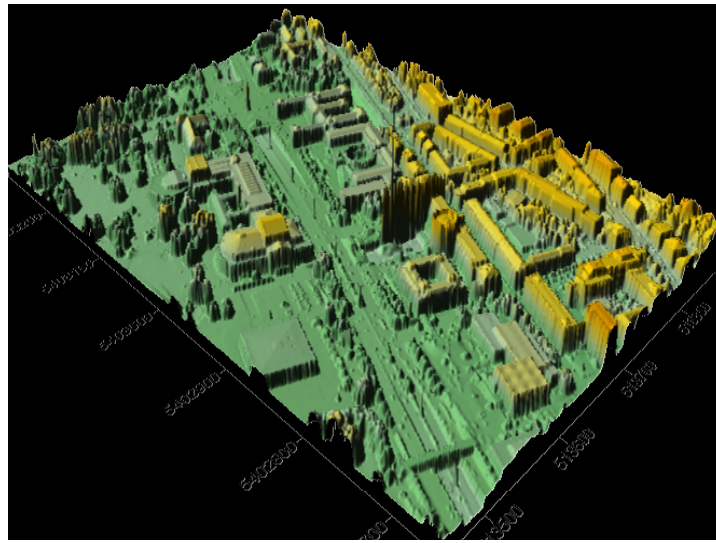
Lazer tarama verisi haritalama ve CBS için topografya ve obje yüksekliğini elde etmede artan bir taleple kullanılmaktadır. Belli bir bölge için çok değerli bilgiler üretilebilmekte, bunun yanı sıra 2 boyutlu bina detaylarının lazer verilerinden üretimi ve 3 boyutlu yapıya dönüştürülmeleri mümkün olmaktadır. Özellikle kentsel modelleme

için bu veri tipi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada lazer ham verileri kullanılarak bina detayları otomatik olarak elde edilmiştir. Bu detayların vektörizasyon bilgileri CBS için girdi verisi olarak kullanılabilirler.

2.1. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veriler

Bu çalışmada, hava lazer tarama verileri kullanılarak bina detayları otomatik olarak çıkarılmıştır. Çalışma alanı olarak Stuttgart şehri kent merkezi seçilerek, bu bölgeye ait lazer verileri ISPRS 3. komisyonunun filtreleme tekniklerinin değerlendirilmesine yönelik ürettiği verilerden alınmıştır. İlk ve son atım (puls) şeklinde üretilen bu verilerin yer üstü objelerini temsil eden ilk puls verileri kullanılmıştır. Bütün veriler kentsel yoğunluğun dolayısıyla bina detaylarının fazla olduğu üç farklı bölgeyi içermektedir. Bu bölgeler sırasıyla Kent 2, Kent 3 ve Kent 4 olarak isimlendirilmiştir.

Çalışmada 2 (Kent 2), 3 (Kent 3) ve 4. (Kent 4) bölgeye ait veriler değerlendirilmiştir. 2. bölge büyük binalar ve düzensiz bina şekillerini içermekte, 3. bölge daha düzenli binalarla birlikte bitki örtüsünü, 4. bölge ise bina ve tren istasyonu verilerini içermektedir. Lazer verileri bütün bölgeler için metrekaresine 0.67 nokta düşecek biçimde 1-1.5 m planimetrik doğrulukla üretilmiştir. Üretilen veri formatı X,Y ve Z koordinat bilgisi ile bu noktalardaki yoğunluğu (renk bilgisi) içermektedir. Çalışma alanına ait üç boyutlu model şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1: Çalışma bölgesi üç boyutlu yüzey modeli

2.2. Verilerin Hazırlanması

Bina detay yoğunluğu olan 3 farklı bölgeye ilişkin ilk ve son atım (puls) biçimindeki veriler ilk puls verilerine göre sınıflandırılmıştır. Surfer yazılımı ile, ilk puls verileri kullanılarak nokta bulutu Kriging enterpolasyon metodu ile 0.5 m aralıklı gridlere ayrılmıştır. Bu gridleme yöntemi bütün bölgeleri içeren verilere uygulanmıştır. Her bir alan için elde edilen düzgün grid verisi .tiff (tagged image file format) formatında görüntü dosyası şeklinde saklanmıştır.

Bütün bu hazırlık işlemleri Surfer 8.0 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra aynı veri setinden gölgeli rölyef görüntü, eşyükselti eğrili görüntü de elde etmek mümkündür. 0.5×0.5 m grid aralıklı görüntü örneği şekil 2’de gösterilmektedir.

Şekil 2’de Kent 2 bölgesine ait grildenmiş görüntüde, beyaz tona yakın renkler yerüstü objeleri olan bina ve ağaç detaylarını, siyah renkler ise diğer objeleri ağırlıklı olarak zemini temsil etmektedir. Her bir çalışma bölgesi için aynı biçimde görüntüler elde edilmiştir. Bütün bölgelere ait görüntü dosyaları MATLAB yazılımında kullanılmak üzere bu yazılıma transfer edilmiştir.



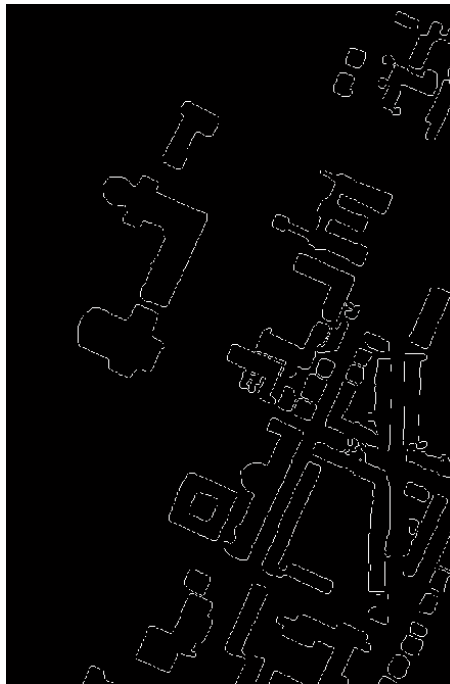
Şekil 2: Grildenmiş lazer verisi ile elde edilen siyah-beyaz görüntü (Kent 2)

2.3. Bina Detaylarının Çıkarılması

Bu çalışmada bina detaylarının çıkarılmasındaki ana amaç bu detaylara ait sadece 2 boyutlu vektörel bilgileri elde etmektir. 3 boyutlu bina bilgisi elde etme yönünde herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Siyah beyaz görüntüler üzerinde görüntü işleme teknikleri ve buna bağlı görüntü iyileştirme ve filtreleme algoritmaları kullanılarak bina detayları görüntü üzerinde belirgin hale getirilmiştir. Bunun için gri düzeyli (siyah-beyaz) önce görüntüye histogram eşitleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen yeni görüntü bina detayların korunması şartıyla eşiklenmiştir (Şekil 3). Bunun yanında bina detayı dışındaki belirli gruplar halinde görüntü üzerinde aynı renk grubuna ait nesneler yine görüntü işleme teknikleri ile görüntüden çıkarılmıştır. Bu aşamadan sonra bina detayları kenar belirleme algoritmaları ile tespit edilmiş ve hem çizgisel veri hem de sadece bina geometrisinin bulunduğu görüntüler elde edilmiştir (Şekil 4,5). Bu bölümdeki bütün işlemler MATLAB yazılımı Görüntü İşleme Modülü ile hazırlanan program ile gerçekleştirilmiştir. Burada bina detaylarını sınıflandırmaya yönelik uygulanan metot, ham lazer verilerini kullanmayıp, bu verilerden üretilen görüntüler yardımı ile detay çıkarma işlemi olarak tanımlanabilir. Her üç bölge için aynı değerlendirmeler yapılarak farklı tipteki bina yoğunluğunun olduğu bölgelerde elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca üç bölgeye ait yükseklik modeli verilerinde belirgin olan binalar görüntüden elde edilen binalarla karşılaştırılmıştır.



Şekil 3: Görüntü işleme sonucu elde edilen görüntü (Kent 2)

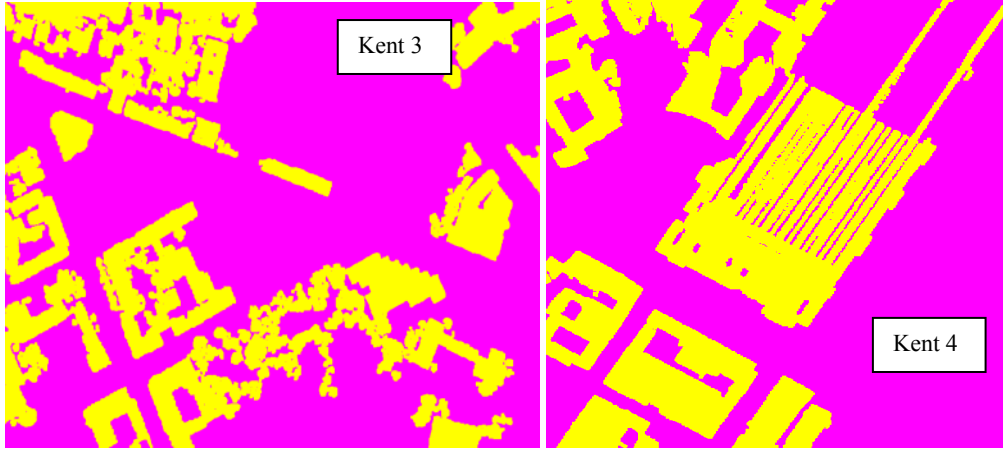


Şekil 4: Bina kenar çizgileri belirlenmiş görüntü (Kent 2)



Şekil 5: Renklendirilmiş bina detayları (Kent 2)

3 ve 4. bölgeler içinde, 2. bölgede uygulanan işlemler tekrarlanmış, bu bölgelere ait sırasıyla filtrelenmiş görüntü, bina kenar detaylarını içeren görüntüler elde edilmiştir. Bu iki bölge (Kent 3 ve Kent 4) için sadece bina kenar çizgilerinin tespit edilip renklendirildiği sonuç ürünleri verilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Renklendirilmiş bina detayları (Kent 3 ve 4)

3. İRDELEME ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, lazer verilerinden üretilen gri düzeyli görüntüler kullanılarak bina detayları otomatik olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, bina yoğunluk değişiminin farklı olduğu üç ayrı bölgede MATLAB yazılımı ile geliştirilen program aracılığıyla değerlendirmeler yapılmıştır. Bütün bölgeler içinde en iyi çözüm 2. bölgede elde edilmiştir. Bu bölgeye ait verilerden elde edilen gri düzeyli görüntüdeki bina objeleri diğer objelerden renk değeri açısından farklılık arz etmesi detayların iyi tespit edilmesindeki en önemli faktördür. Ayrıca büyük ve çevresinde yer üstü obje niteliğinde detay bulunmayan binalar daha kolayca tespit edilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde, orijinal görüntüsünde bina ve bitki örtüsü objelerinin iç içe olmasından dolayı özellikle 3. bölgede bina detay çıkarımı istenilen düzeyde olmamıştır. Bütün bölgeler için söylenebilecek genel bir olumsuzluk; görüntü işleme tekniğinin uygulanması ile elde edilen detayların keskin sınırlara sahip olmayışındır. Ancak verinin hızlı bir şekilde elde edilmiş olması da bunun yanında önemli bir üstünlük olarak düşünülebilir.

Otomatik sayısallaştırma ve objelerin otomatik belirlenmesinin önem kazandığı günümüzde bina detaylarının bu biçimde hızlı elde edilip, daima etkin ve sağlıklı veri kullanan CBS ortamına aktarımı oldukça önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çalışma sonucunda, lazer tarama verilerinin bina detaylarının çıkarımı ve CBS için önemli bir veri kaynağı olduğu kanaatine varılmıştır. Buna ilaveten, hava lazer tarama sisteminin başka veri kaynaklarına ihtiyaç duymayan güçlü bir veri elde etme aracı olduğu da ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Brenner, C., 2000. *Dreidimensionale Gebäuderekonstruktion aus digitalen Oberflächenmodellen und Grundrissen*. PhD Thesis, Institute of Photogrammetry, Stuttgart University, DGKC 530.

Fujii, K., Arikawa, T., 2002. *Urban object reconstruction using airborne laser elevation image and aerial image*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 40(10), pp. 2234-2240.

Haala, N., Brenner, C., 1999a. *Virtual city models from laser altimeter and 2D map data*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 65(7), pp. 787-795.

Haala, N., Brenner, C., 1999b. *Extraction of buildings and trees in urban environments*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 54, pp. 130-137.

Kraus, K., Pfeifer, N., 1998. *Determination of terrain models in wooded areas with aerial laser scanner data*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 53 (4), pp. 193-203.

Maas, H.-G., Vosselman, G., 1999. *Two algorithms for extracting building models from raw laser altimetry data*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 54, pp. 153-163.

Matikainen, L., Hyypä, J., Hyypä, H., 2003. *Automatic detection of buildings from laser scanner data for map updating*. In: IAPRSIS XXXIV / 3W13, pp. 218-224.

Morgan, M., Tempfli, K., 2000. *Automatic building extraction from airborne laser scanning data*. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Amsterdam, The Netherlands, Vol. XXXIII, Part B3, pp. 616-623.

Rottensteiner, F., Briese, Ch., 2002. *A new method for building extraction in urban areas from high-resolution lidar data*. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Graz, Austria, Vol. XXXIV, Part 3A, pp. 295-301.

Vosselman, G., Dijkman, S., 2001. *3D building model reconstruction from point clouds and ground plans*. IAPRS 34 (3W4), pp. 37-43.

Vosselman, G., Suveg, I., 2001. *Map based building reconstruction from laser data and images*. In: Baltsavias et al. (eds.): Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images (III), A. A. Balkema Publishers, Lisse, pp. 231-239.

Vögtle, T., Steinle, E., 2000. *3D modelling of buildings using laser scanning and spectral information*. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Amsterdam, The Netherlands, Vol. XXXIII, Part B3, pp. 927-934.

Weidner, U., 1997. *Gebäudeerfassung aus digitalen Oberflächenmodellen*. PhD Thesis, Institute of Photogrammetry, Bonn University, DGK-C 474.