

FOTOGRAMETRİDE GÖRSELLEŞTİRME ÜRÜNLERİ VE TEKNİKLERİ

M.Yakar¹, A.Yılmaz² F.Yildiz¹

¹Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fotogrametri Bölümü, Konya, yakar@selcuk.edu.tr.

²Harita Genel Komutanlığı, Kartografya Dairesi Başkanlığı, Ankara, ayilmaz@hgk.mil.tr.

ÖZET

Bu yazının amacı, fotogrametride mevcut görselleştirme ürün ve teknikleri hakkında bilgi vermektir.

Gelişen toplumların çoğunluğu, bugünlerde, daha çok kullanıcı kolaylığına, daha etkili servis desteğine önem veren, kullanıcı yetkisini ve insan etkileşimini destekleyen, kullanıcıya yardımcı bir Bilgi Toplumunu tasavvur etmektedirler. Fotogrametri, bu tasavvur edilen toplum ve ekonomik çevrede, gelişmek, katkı sağlamak ve iş yapmak için kendi yolunu çizmeye çalışmaktadır.

Bilgisayar sistemlerinin gelişmesinden sonra, görselleştirme tekniklerine olan ihtiyaçlar yavaş yavaş artmıştır. Bugünlerde, üç boyutlu nesnelerin ve dünyaların görselleştirilmesi, coğrafya gibi pek çok disiplin ile birlikte fotogrametri tarafından da ihtiyaç duyulan önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Konumsal objeleri görselleştirmedeki olağanüstü ilerleme, üç boyutlu perspektifler, interaktif VRML (Virtual Reality Modeling Language-Sanal Gerçeklik Modelleme Dili) gezintileri ile görülebilir. Herhangi bir görselleştirme algoritmasının çalışacağı donanım ve yazılım da uygulama gibi çeşitlilik gösterir: Şimdilerde, PC'ler, grafik çalışma istasyonları, en son sunum aletleri ve yüksek performanslı bilgisayarlar her çeşit görselleştirme problemini çözmeye çalışmaktadır. Bu yeni bir disiplin olan Bilimsel Görselleştirmeyi ortaya çıkarmıştır. Bu genç disiplin, algoritmalar, yazılım paketleri ve ileri interaktif araçlar sunmaktadır.

Yazının bölümlerinde, mevcut görselleştirme ürün ve yazılımları tanıtılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Fotogrametri, Üç Boyutlu Modelleme, Görselleştirme, Sanal Gerçeklik.

ABSTRACT

VISUALISATION PRODUCTS AND TECHNIQUES IN PHOTOGRAMMETRY

Much of the developed world is envisaging nowadays a user-friendly Information Society, where the emphasis is on greater user-friendliness, more efficient services support, userempowerment, and support for human interactions. In this envisaged societal and economic environment Photogrammetry has been trying to find its own way of evolvement, contribution and doing business.

Since the introduction of computer graphics the demands for visualisation techniques have grown continuously. Today, the visualisation of three-dimensional scenarios and worlds seems to be a pretentious task requested by many geo-related disciplines, among others also photogrammetry. Tremendous progress to visualize spatial objects can be observed providing 3D perspectives, interactive VRML walk-throughs, high performance rendering. The corresponding hardware and software to run any visualisation algorithm is equally diverse as the application itself: nowadays PCs, PDAs, graphic workstations, high end rendering machines and high performance computers are used to solve visualisation problems of all kind. This has led to a new discipline called Scientific Visualisation. This young discipline offers algorithms, software packages and advanced interactive tools.

Keywords: Photogrammetry, 3D Modelling, Visualisation, Virtual Reality.

1. GÖRSELLEŞTİRME ÇAĞINDA FOTOGRAMETRİ

Gelişen toplumların çoğunluğu, bugünlerde, daha çok kullanıcı kolaylığına, daha etkili servis desteğine önem veren, kullanıcı yetkisini ve insan etkileşimini destekleyen, kullanıcıya yardımcı bir Bilgi Toplumunu tasavvur etmektedirler. On yıl içinde, bu tasavvur edilen toplum ve ekonomik çevrede, Fotogrametri, gelişmek, katkı sağlamak ve iş yapmak için kendi yolunu bulmalıdır. Bundan dolayı, orta ve uzun vadedeki amaçlarımızın “kolektif görüş” doğrultusunda yapılması fotogrametriciler için daha faydalı olacaktır. Fotogrametri, daima, maliyet etkinliği olan 3B (üç boyutlu), detaylı, doğru veri sağlayan bir teknik olmuştur. Diğer tekniklerle kıyaslandığında, Fotogrametri belirgin avantajlar göstermektedir. Fotogrametri bazı durumlarda verilerini diğer algılayıcılar ve diğer tekniklerle birleştirmeye ihtiyaç duyar. Fotogrametrinin üstünlüğünü gösteren avantajları şunlardır:

- Değişik ölçeklerde ve çözünürlüklerde, geniş alanların veya tek objelerin, sadece fotogrametrik ölçülerle veya diğer ölçü çeşitlerinin birleşimi ile büyük oranlarda veri sağlar.

- Şu andaki teknoloji olanaklarıyla $\frac{1}{3}$ ile $\frac{1}{10}$ piksel boyutlarında çok doğru veri üretir. Daha da önemlisi, tüm işlem düzenli olarak doğruluğun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Sadece doğruluk değil, doğruluğa ilişkin istatistiksel bilgiler de elde edilebilir.
- İster tüm bir alana, ister şehir veya küçük bir arkeolojik bir buluntuya ait olsun 3-Boyutlu veri sağlar. Fotogrametri, doğası gereği objelerin 3B yüzeyini detaylı ve doğru bir şekilde tekrar kurgular.
- 3B vektör veri yanı sıra, doku verisi de sağlar. Teknik, yeniden kurgulanacak objelerin görüntülerine dayandığından, bu normaldir. Doku verisi, yeniden kurgulanan objelere doğal bir görünüm vererek kullanıcıların bilişini arttırdığı için çok önemlidir. Daha da önemlisi, doku 3B obje geometrisini de taşır. Vektör veriyle eşleştirildiğinde metrik özelliklere sahiptir.
- Hem vektörel hem dokusal olarak yüksek çözünürlüklü ve detaylı veri sağlar. Zamanımızda teknolojideki yüksek gelişmelere bağlı olarak, fotogrametrik algılayıcılar, sürekli gelişen, etkin otomatik yöntemlerle işlenen daha detaylı veri toplamaktadır. Santimetre seviyesinde piksel boyutları artık orta ölçekli haritacılıkta olağan karşılanmaktadır ve yakın mesafe haritacılıklarında milimetre seviyesi veya daha azına doğru gitmektedir.
- Yerel veya global koordinat sistemlerinde koordinatlı veri sağlar. Bilinen yer koordinat sistemlerine referans olarak verilerin metrik özellikleri bir önemli avantaj daha kazanır: Hepsi gerçek dünya geometrisindedir.
- Fotogrametri verileri toplama, işleme ve sağlama işlemlerini gerçekleştirdiğinden, normal olarak, veriler hakkında bilgi anlamına gelen metaveri sağlar. Metaveri, hem orijinal hem de işlenmiş olanlar için orijinal kaynaklar, veri çekim zamanı, kaliteleri, metrikleri, hatta verinin sahibi hakkında bilgi verdiği için dolaylı olarak faydalıdır.
- Yukarıdakilere ilaveten; teknik, tanımsal olarak stereoskopik görüntülere dayandığından 3B verilere stereo görüş imkanı sağlar. Diğerleri içerisinde, bu fotogrametrinin ayırt edici bir özelliğidir ve diğer tekniklerle paylaşılmaz.

Fotogrametrinin göreceli avantajını kendi menfaatine kullanması için iki seçenek vardır:

- Çıktı verileri halka hitap edecek şekilde, yani mümkün olduğunca fazla kullanıcıya ve uygulamaya hizmet edecek şekilde getirmek,
- Tekniği halka hitap edecek, fotogrametrici olmayan, mümkün olduğunca son kullanıcılara kolaylık veren bir hale getirmek (Patias, 2004).

Bilgisayar sistemlerinin gelişmesinden sonra, görselleştirme tekniklerine olan ihtiyaçlar yavaş yavaş artmıştır. Bugünlerde, üç boyutlu senaryoların ve dünyaların görselleştirilmesi, coğrafya ile ilgili disiplinler ve diğerlerinin arasında ve ayrıca fotogrametri tarafından ihtiyaç duyulan gösterişli bir iş olarak görülmektedir. Konumsal objeleri görselleştirmedeki olağanüstü ilerleme, üç boyutlu perspektifler, interaktif VRML (Virtual Reality Modeling Language-Sanal Gerçeklik Modelleme Dili) gezintileri ile görülebilir. Herhangi bir görselleştirme algoritmasının çalışacağı donanım ve yazılım da uygulama gibi çeşitlilik gösterir: Şimdilerde, PC'ler, grafik çalışma istasyonları, en son sunum aletleri ve yüksek performanslı bilgisayarlar her çeşit görselleştirme problemini çözmeye çalışmaktadır. Bu yeni bir disiplin olan Bilimsel Görselleştirmeyi ortaya çıkarmıştır. Bu genç disiplin, algoritmalar, yazılım paketleri ve ileri interaktif araçlar sunmaktadır.

Eğer, bilimsel görselleştirmeyi bilgisayar oyun araçlarıyla birleştirme şansı varsa, denemeliyiz. Yine de şu soruyu sormalıyız: Bilimsel görselleştirme, hâlâ fotogrametrik servis sağlayıcıları, şirketler ve satıcılar için bir meseledir? Genel yanıt, hayırdır. Sadece birkaç proje karmaşık yazılım ve donanım kullanılmaktadır. Bundan dolayı, yukarıdaki giriş, fotogrametrik projelerin, veri işlemenin ve iş akışlarının gerçekleriyle uyuşturulmalıdır. Çoğu 3B haritacılık uygulamaları için genel amaçlı yazılım ve donanım mevcuttur: standart bir Kişisel Bilgisayar (Pentium IV, >2GHz, >60GB hard disk, 32 MB grafik kartı, herhangi bir Internet tarayıcı) ve yüksek çözünürlüklü bir ekran-biz bunu, fakir adam görselleştirme ortamı olarak adlandırıyoruz. Bilgisayar grafiklerinin günlük kullanıcıları olarak bizler, performans/yatırım oranımızı maksimize etmek için düşük fiyatlarda yüksek kaliteli görselleştirmeleri amaçlıyoruz (Fritsch, 2003).

Fotogrametrinin görselleştirmedeki durumu şöyledir:

- Görselleştirme araçları fotogrametriciler tarafından geliştirilmemiş olup, ihtiyaçları da göz önünde tutulmamıştır. Sonuçta, küçük ve basit veri setleriyle çalışmakta fakat, büyük hacimli, karışık fotogrametrik verilerle ne yapacağı bilinmemektedir. Bu tür büyük verilerle çalışabildiğini iddia eden sistemler en üst seviyedeki sistemlerle çalışabilmektedirler.
- Fotogrametricilerin, çoğunlukla en üst seviyedeki verileri görselleştirmede en düşük seviyedeki araçları kullanmaları beklenmektedir. Bunun alternatifi, kendi araçlarını kendilerinin yapmasıdır. Sonuç şudur: Son beş yıldır gösterilen fotogrametrik görselleştirme örneklerinin ve uygulamalarının çoğu jeneriktir ve araçların mevcut düşük seviyedeki yeteneklerine dayanmaktadır. Bu, çok ciddi bir sonuç doğurmaktadır: Fotogrametrinin üstünlüğünü gösteren avantajına zarar vermektedir. Fotogrametrik verilerde yer alan kıymetli bilgiler görselleştirilebilmek için özetlenmektedir. Verinin doğruluğu elenmektedir (yazılımların çoğunluğu tek duyarlık

kullanılmaktadır), coğrafi konumlandırma kaybolmaktadır (çoğu araç sadece kendi koordinatlarını kullanılmaktadır), vektörlerin ve dokunun yüksek çözünürlüğü kullanılmamaktadır (akıllı doku haritacılığı ve etkili LoD (Level of Detail-detay seviyesi) oluşturma çoğu görüntüleyici de arka plandadır), büyük miktarlardaki veri her derecedeki etkileşimi engellemektedir (sadece en üst seviyedeki sistemlerde izin vermektedir) ve meta veri bilgileri görüntülerle birlikte taşınmamaktadır (mevcut veri formatı buna izin vermemektedir). Sonuçta olan, fotogrametricilerin mevcut olan şeye razı olduklarıdır. Fakat, oldukça geliştirilmiş böyle bir verinin görselleştirilmesi son kullanıcıları çekmediği gibi, yeni uygulamalar yönünde de cesaretlendirmemektedir. Dahası, görselleştirme yüksek maliyetli fotogrametrik verilerin hakkını vermemektedir, çünkü düşük seviyeli, özetlenmiş verileri zaman ve maliyet olarak etkin kullanan diğer teknikler vardır. Böylelikle fotogrametrinin avantajı kaybolmaktadır.

- Görselleştirme yazılımları, son beş yılda o kadar hızlı geliştiler ki fotogrametriciler kullanmaya ve anlamaya fırsat bulamadılar. Mevcut teknoloji ve devam eden fotogrametrik araştırmalar tarafından bakıldığında, fotogrametricilerin teknolojideki gelişmeleri yakından takip etmediklerini söyleyebiliriz. Son üç yılda çok geri kaldılar ve fark gelişen teknoloji ile birlikte açılmaya devam etmektedir.
- Günümüzde fotogrametri, görselleştirme alanında diğer disiplinlerden geridedir. Fotogrametriciler, gelecek nesil görselleştirme araçlarında duyulacak ihtiyaçlar için standartların tartışılacağı uluslararası forumlarda yer almamaktadırlar. Bu devam ederse, daha önce bahsedilen problemler var olmaya devam edecektir (Patias, 2004).

2. 3B ANİMASYONLAR VE SANAL GEZİNTİ/UCUŞLAR

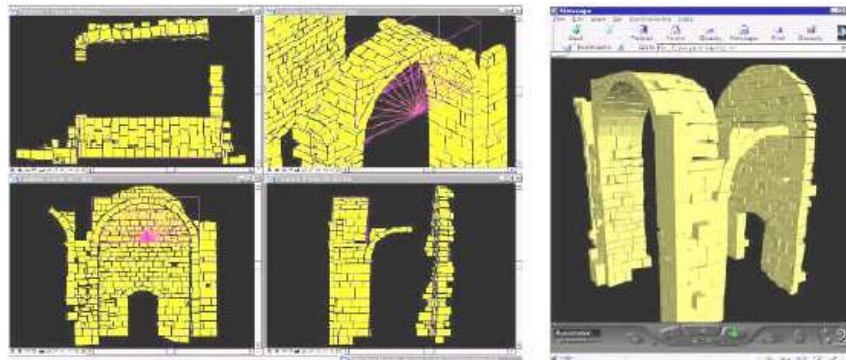
Animasyonlar, tarihi olarak ilk görselleştirme araçlarıdır. Animasyonlar, bir CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım) paketinin çıktıları olan çekilmiş çerçeveler dizisidir. 3B obje, farklı bakış noktalarından görüntülenir ve her görüntü bu diziye bir çerçeve olur.

CAD paketlerinin bu tip görselleştirmeye katkısı beklenenden çok daha büyüktür: Onlar, hemen hemen de 3B dünyayı modellemede kullanılan araçlardır.

Animasyonların hızlı bir sonucu olarak, Gezintiler ve Uçuşlar mümkün olmuştur. Başlangıçta, gerçekte oldukça sınırlı olan CAD paketlerinin yeteneklerine bağlıydı. Tüm dezavantajlarına rağmen, bu sınırlı araçlarla bile, ilk animasyonlar ve gezintiler etkileyiciydi ve daha karmaşık görselleştirmeler için bir hazırlık olmuştur.

90'lı yılların ortaların itibaren bir yıldan kısa sürelerde gelişen teknoloji ile birlikte her şey oldukça değişmiştir. CAD paketleri, özellikle 3B kurgulanmış modellerin sunulması için daha çok görselleştirme olanakları sağlamaya başladılar. Görsel koninin dışında kalan objelerin etkin ayıklanmasını ve en düşük seviyeli bilgisayarlarda bile hızlı ve ikna edici sunumunu mümkün kılmıştır. Marketin ilerlemesinden dolayı (çoğunlukla fotogrametrik disiplinin dışında), 3B vektör veriler, görüntüler ve öznitelik veriler için standartlar geliştirildi. Hızlı ortaya çıkan sonuçlardan birisi de, bu standartlar ile uyumlu olarak ortaya çıkan yazılım ve veri tabanı yapılarındaki gelişmedir. Sonuçta, bu verinin ulaşılabilirliğini ve taşınabilirliğini arttırmıştır.

Bunun yanında, İnternet'in gelişimi, CAD paketlerini, VRML gibi web standardında çıktı vermeye zorlamıştır.



Şekil 1: MicroStation ve VRML'in Çıktı Sonuçları

CAD paketleri görselleştirme çıktısını ilk veren paketler olmasına rağmen, GIS (Geographic Information System-Coğrafi Bilgi Sistemi-CBS) paketleri onları yakından takip etmişlerdir. Örneğin, ArcInfo ve ArcView paketleri, hem grafik hem de öznitelik verilerine bağlı olarak gezintiler ve animasyonlar olanağını sunmuştur. Örneğin Monti, ArcInfo ve ArcView yazılımlarını heykellerdeki taş bozulması gibi tematik bilgilerle 3B görselleştirmeyi zenginleştirmek amacıyla kullanmıştır.

3. PANORAMİK GÖRÜNTÜLER

Panoramik görüntüler çok popüler görselleştirme araçlarıdır. QTVR (Quick Time Virtual Reality-Kısa Süreli Sanal Gerçeklik) yaklaşımları aşağıda sunulmuştur.

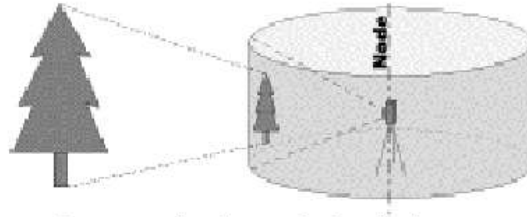
3.1 Quick Time Virtual Reality - QTVR

3.1.1 QTVR Panoramalar

QTVR panoramalar, uzaydaki tek bir noktadan, düğüm olarak adlandırılan merkezi gözlem noktasından çevreye doğru olan görüntüdür. Panoramalar birçok yöntemle oluşturulabilirler, örneğin:

- Sabit Kamera ve Lensler,
- Video Kamera,
- Panoramik Kamera.

Görüntüler, tek bir panorama oluşturmak için QTVR araçları kullanılarak birbirlerine bağlanırlar. Panoramalar için kaynak görüntüler, 360°'lik panoramik bir görüntüyü sahnedeki herhangi bir noktadan dışarıya aktarma yeteneği olan 3B sunum ve CAD uygulamaları aracılığı ile de oluşturulabilirler.



Şekil 2: Uzaydaki tek bir noktadan panorama görüntüsü

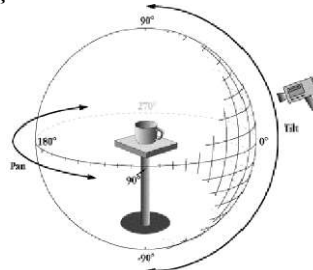
QTVR Panoramalar ayrıca sıcak nokta alanlarının üretimini de destekler. Bu sıcak nokta alanları, panoramaların, diğer QTVR panoramalar, QTVR objeler, QTVR sahneler veya grafikler, yazılar, videolar ve sesler gibi diğer medya ile bağlantısını sağlamakta kullanılırlar. Alternatif olarak, aynı sıcak noktalar, QTVR panorama bir web sayfasında yer aldığı zaman World Wide Web (Dünya Çapında Web-internet)'i referanslamak için kullanılırlar. Sıcak alan, kullanıcıya imleçteki bir değişiklikte kendisini gösterir.

Şu anda, çoğu QTVR geliştiricileri 768x512 çözünürlüğünde kaynak görüntüler kullanmaktadır. Bunlar, sonuç QTVR panoramaları 500–800 KB büyüklüğündeki bir komşulukta yaratırlar (lenslere bağlı olarak) ve düşük seviyeli makinelerde bile yeterli tekraralama imkânı sağlarlar. Sonuç QTVR panoramalar, Adobe Photoshop gibi bir piksel editleme programında hacimleri küçültülerek, internet gibi ortamlarda çalıştırmak için küçük boyutlara getirilebilirler.

3.1.2 QTVR Objeleri

QTVR objeleri aslında QTVR panoramaların tersidir. Uzaydaki çok sayıda noktadan tek bir nokta veya obje üzerine olan görüntülerdir. QTVR panoramaların, tek bir silindirik görüntüden oluştuğu yerde, objeler çekilen veya sunulan çok sayıda görüntüden oluşmaktadır. Ayrı görüntüler birleştirilmemiştir, fakat bunun yerine, kullanıcıya görüntüden görüntüye bir obje üzerinde çok sayıda görüntü değiştirme olanağı veren, sıralı bir dizide yerleştirilmişlerdir.

Objeler hakkında düşünülebilecek tek yol belki de, bir objeyi çevreleyen görünmeyen bir kürenin yüzeyinden çekilmiş ayrı görüntüler kümesi olarak düşünmektir.



Şekil 3: Bir küre etrafında noktaların homojen dağılımı

Çekilen veya toplanan görüntülerin sayısına bağlı olarak, obje filmi, tam veya kısmi dikey veya yatay hareket aralığı sağlamak üzere ayarlanabilir. İlave olarak, animasyon çerçeveleri, herhangi bir dikey veya yatay görüntü ile ilişkilendirilebilir.

3.1.3 QTVR Görüntüleri

QTVR görüntüleri, QTVR panoramalarının ve/veya obje filmleri arasında navigasyonun yer aldığı sıcak noktalar kümesi aracılığı ile birbirine bağlı bir veya birden çok QTVR panoramaları ve/veya obje filmlerinin toplamıdır. Görüntüdeki her panorama ve obje düğüm olarak görülür. Tüm bağlantılar ve bağlantı özellikleri tanımlandıktan sonra, sonuç QTVR dosyası yaratılır. Bu dosya, herhangi bir QTVR haberli uygulamalarla bağımsız bir proje gibi hareket eden müstakil dosya içerisinde QTVR panoramaları ve objeleri içerir veya bir internet sayfasıyla veya QTVR API(Application Programming Interface-Uygulama Programlama Arayüzü)'yi tanıyan bir multimedya sunum ortamıyla işbirliği içine girebilir.

4. ETKİLEŞİMLİ 3B NAVİGASYON

Önceden kurgulanmış animasyonlardan farklı olarak, gezintiler ve panoramik görüntüler, etkileşimli 3B navigasyon daha çok dikkat çekmektedir. Birkaç yıl önce, kullanıcı etkileşimi birkaç pakette başarılı, fakat web'e çıktı verilememiştir.

Bugün, web dışındaki etkileşimli görselleştirme neredeyse anlamsızdır. Bu son gereksinim, yinede gerçek zamanla ilgili birçok problem yaratmaktadır.

Burada, VRML dilini web'deki 3B etkileşimli navigasyon araçlarının en popülerlerinden birisi olarak sunacağız. Bunun yanı sıra, OpenGL Graphics Library de sunacağız. OpenGL bir dil olmayıp, grafik donanımlar için bir yazılım arayüzüdür. Burada sunmamızın sebebi, 3B navigasyon için olan çoğu yazılım paketinin onu kullanıyor olmasıdır.

4.1 Sanal Gerçeklik Modelleme Dili - VRML

VRML "Virtual Reality Modelling Language-Sanal Gerçeklik Modelleme Dili"nin kısaltmasıdır. Belki de en popüler görselleştirme aracıdır. Şu andaki standart, taslak halinde VRML 2 olarak bilinen VRML 97'dir. VRML 97, VRML 1 dili üzerine getirilmiş birçok değişikliği içerir. Audio, etkileşimli objeler, davranış ve diğer şeyler arasında senaryo yazımı gibi şeyler getirmektedir. Bu bağlamda, VRML 97, VRML 1'den çok daha karmaşıktır.

VRML, kullanıcılarına, bir VRML tarayıcısı yardımı ile gezinebileceği dinamik 3B görüntüleri belirlemeye olanak tanır. VRML görüntüleri internet üzerinden dağıtılabilir ve çoğunluğu Netscape ve Internet Explorer için ek yazılımlar olan özel VRML tarayıcısı ile göz atılabilir. VRML www ile iyi kaynaşmış durumdadır. Örneğin, VRML görüntüler, diğer VRML görüntüleri (ve diğer www formatları ile) ile URL'ler aracılığıyla ilişkilendirilebilir. VRML üretmenin 3 ana yolu vardır:

1. VRML yardımcı editörünü kullanarak VRML kodlayarak,
2. VRML destekleyen bir Modelleyici kullanarak. Temel olarak iki çeşit araç vardır:
 - Bir obje üretme aracı,
 - Bir uzay (veya gezinme) üretme aracı.
3. 3B formatları VRML'e dönüştürmek için bir filtre kullanmak.

4.1.1 Etkileşimli VRML

Bir VRML dünyası ile etkileşim çok form gerektirebilir, fakat temel prensip aynıdır. Kullanıcı faaliyetini (dosya yükleme, bir objeye tıklama, bir objeye yaklaşıma gibi) izleyen dünyada çeşitli algılayıcıları yerleştirebiliriz ve bu birkaç animasyonu başlatır.

Etkileşimli dünyaları programlamanın mantığı, geleneksel GUI programlama ile yaklaşık olarak aynıdır. Tarayıcının hangi OLAY'ı başlatacağı, bunlarla kimin uğraşacağı ve nasıl uğraşılacağını tanımlamanız gerekir. Fark, tüm VRML düğümlerin olaylar yaratıp ve alabileceğidir. ROTA'lar ne kadar farklı VRML'in birbirine bağlı olduğunu tanımlayacaktır (birbirini etkileyen).

Bazı durumlarda, kullanıcı tarafından başlatılan olaylar ilk olarak bir senaryo düğüme yönlendirilir. VRML'deki senaryolar bir çeşit VRML düğümleridir, fakat ölçüm yapabilmekte ve her çeşit açık VRML alanında değişiklikler yapabilmektedir.

Daha gelişmiş animasyonlar bazı algılayıcılar ile başlatılırlar, (örneğin bir obje üzerine tıklamalar), tarayıcı tarafından başlatılan olay zamanlayıcıyı başlatacak olan bir senaryoya yönlendirilirler. Zamanlayıcı, bir VRML objesini (örneğin, bir dönüşüm düğümünün konum alanı) etkileyen bir motoru (örneğin, hareket eden objeler için konum hesaplayıcı) başlatacaktır.

4.1.2 VRML Tarayıcılar

Farklı VRML tarayıcılarının farklı kullanıcı ara yüzleri (örneğin, navigasyon ve obje inceleme için) vardır. Cisimleri biraz farklı olarak sunarlar. Çoğunluğu bir “kalite” seçeneği sunarlar (örneğin, hızlı sunum ve düşük kaliteye karşı yavaş sunum fakat iyi kalite).

Çok bilinen navigasyon yöntemleri şunlardır:

- “Düzlem” Gezinti: x-y veya x-y-z eksenlerinde sınırlı gezinti, y-z eksenlerinde başlar yukarı/aşağı vb.
- Uçuş: uçuşu başlatma/durdurma ve hızlandırıp/yavaşlatma.
- “İşaret et” (veya “araştır”). Bir objeye atlama veya bir zıpkınla seçme ve birkaç basamakta yaklaşma.
- “İnceleme” modu özeldir. Tüm görüntüyü veya seçilen bir objeyi (veya her ikisini) incelemekte (döndürme ve büyütme) kullanılabilir.

Bazı tarayıcılar (örneğin VrWave), hem görüntüleme (kamera durdurulmuş) ve hem de hareket (objelerin etrafında hareket ve dönme) için görüntü tipini belirlemeye olanak verir.

4.1.3 GeoVRML

GeoVRML, coğrafi bilimler alanında, herhengi bir web tarayıcısı ilave yazılımında bulunamayacak yetenekler sağlar. Bu, web üzerinde dağıtılabilen ve etkileşimli olarak standart bir tarayıcı kullanarak görselleştirilebilen, dinamik 3B verileri modelleme yeteneğidir. Bu standardın varlığı ve normal masaüstü bilgisayarları için çok sayıda düşük maliyetli 3B hızlandırıcıların son zamanlarda ortaya çıkmasıyla, sahne, araştırmacılara, eğitimcilere ve işadamlarına zengin 3B coğrafi ürünlerini, web üzerinden geniş bir izleyici kitlesine sunmalarına olanak tanıyacak konuma gelmiştir. Örneğin, GeoVRML, 3B arazi modelleme, hava durumu simülasyonu, gözlem hattı belirleme, şehir planlaması, batimetrik görselleştirme, olağanüstü durum planlaması, GPS veri görselleştirmesi, sanal taşınmazlar ve sanal turizm gibi birbirinden farklı uygulamalara imkân verir. Java uygulamaları açık bir kaynak olarak serbest bırakılmıştır ve GeoVRML verilerinin oluşturulması için çeşitli araçlar sağlamaktadır. Bütün bu araç ve gereçler coğrafi bilimcilere, karmaşık 3B coğrafi verilerini, dinamik, etkileşimli ve web üzerinden ulaşılabilir bir formatla sunma imkanı sağlamaktadır (URL5).

4.2 Açık Grafik Kütüphanesi - The Open Graphics Library - OpenGL

OpenGL grafik donanımlara yönelik bir yazılım arayüzüdür. Arayüz, yüksek kaliteli grafik görüntüler, özellikle de 3B objelerin renkli görüntülerini üretmekte kullanılan obje ve işlemleri belirlemede programcıya olanak tanıyan birkaç yüz adet prosedür ve fonksiyon kümesi içerir.

OpenGL, 3B ve 2B temel grafik işlemler üzerinde doğrudan kontrol sağlar. Bu, dönüşüm matrisleri, aydınlatma eşitlik katsayıları, kenar yumuşatma yöntemleri ve piksel güncelleme operatörleri gibi parametrelerin özelliklerini içerir. Karmaşık geometrik modelleri modellemek ve tanımlamak için araçlar sağlamaz (URL3).

5. STEREOSKOPIK ÜRÜNLER

5.1 Stereo Görüntülerin Sahnelenmesi

Bir PC veya web üzerinde görüntülenmek üzere stereo görüntülerin oluşturulması için birkaç yöntem vardır. En yaygın görüntüler şunlardır:

- Anaglif görüntüler,
- Obtüratörlü gözlüklerle izlenebilen sayfa döndürülmüş görüntüler,
- Obtüratörlü gözlüklerle ve takılan kafalarla izlenebilen doğrusal değişen görüntüler,
- Mercekleli ekranlarda izlenen Sıkıştırılmış Yan Yana görüntüler,
- Polarize gözlüklerle izlenen polarize görüntüler.

6. MEVCUT GÖRSELLEŞTİRME ARAÇLARININ SINIFLANDIRILMASI

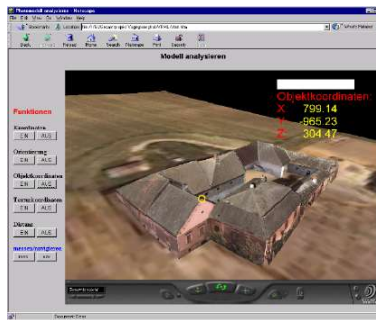
Görselleştirme araçları farklı renklerde ve çeşitlerde ortaya çıkmaktadır. Yetenekleri oldukça farklı olup ve kullanıcıya sundukları gereksinimler de farklıdır. En önemlisi, her gün yeni araçlar ortaya çıkmaktadır. Bundan

dolayı, mevcut araçların sınıflandırılması ve araştırılması tam bir Sisyphus işidir: Kaya, tepenin zirvesine her çıkarılışında tekrar aşağı yuvarlanmaktadır. Mevcut araçların tam bir sınıflandırma ve araştırılması yerine, geniş sınıflar kuruluş karakteristik özellikler sunulacaktır. Bu geniş sınıflar şunlar olabilir.

- **Jenerik Araçlar**, jenerik diller (GML, VRML veya OpenGL gibi) veya modül takımlarıdır (DirectX gibi). Amaçları gerçek görselleştirme araçlarının gelişimini desteklemektir.
- **İlkel Araçlar**, (PolyTRIM gibi) test sürümüyle görselleştirmeyi destekleyen serbest yazılımlardır. Bazıları hâlâ gelişme safhasındadır ve kullanımları problemlidir. Oyun Araçları, bu kategoriye girmektedir. Yetenekleri oldukça geniş bir yayılmıştır. Normalde, bu kategorideki araçlar yukarıda bahsedilen Jenerik Araçların gelişmesine bağlıdır. Bazı istisnalar (örneğin çoğu Oyun Araçları), her iki sınıfın da sınırlarını belirlemeyi oldukça zorlaştırmaktadır.
- **Programlanabilir Görselleştirme Araçları**, (TGS OpenInventor C++ gibi) veya RSI'nın IDL gibi Jenerik ve/veya İlkel Araçların üzerine inşa edilmiştir ve onlardan bir seviye yüksektir. Amaçları, görselleştirme araçları olmaktan ziyade, hırslı geliştiriciler için görselleştirme araçları sağlamaktır. Diğer sınıflardan farkı, yüksek programlanmış modüller sağlaması nedeniyle geliştirici için temel programlama gerektirmeyişidir.
- **Yüksek Seviyeli Görselleştirme Araçları**, (Erdaş Virtual GIS veya PCI Geomatics FLY! Gibi), anahtar yaklaşımlar sunan ve kullanıcı programlaması gerektirmeyen ve az da olsa biraz serbestlik veren araçlardır. Büyük veri setleriyle, yüksek çözünürlüklü görüntülerle başa çıkabilen ve sürekli gelişme sağlayan araçlardır. Amaçları yüksek teknolojili görselleştirme kısmında olmayıp, normal görselleştirme ihtiyaçlarını karşılamaktır. Sonuç çözümler verecek diğer fonksiyonlarla (örneğin Fotogrametri (VirtualGIS), Uzaktan Algılama (örneğin FLY!). GIS(örneğin ArcInfo)) görselleştirmeyi birleştirmekte fakat bazı belirgin problemleri (çok büyük veri setleri için sayfalama yapmamaktadır, TerraPage veya OpenFlight gibi) çözmek için diğer özellikli paketleri dikkate almamaktadır. Kısacası, programcı olmayan birisi tarafından kullanılmalrı kolaydır, normal görselleştirme ihtiyaçlarını karşılamaktadır, fakat özellikli işler için güvenilemezler, genellikle büyük alanların görselleştirmesini tercih ederler (3DS max hariç) ve sadece marjinal olarak yakın mesafe objeleriyle ilgilenirler.
- **Düşük Seviyeli Görselleştirme Araçları**, (ShapeCapture veya PhotoModeller gibi), yüksek seviyeli araçlar gibi programlamaya ihtiyaç duymazlar ve daha az görselleştirme ürününe ihtiyaç duyarlar. Yakın mesafe objeleriyle ilgilenirler ve görselleştirmeyi yeniden kurgulama ile birleştirirler. Her ne kadar ShapeCapture ve PhotoModeller 3B yeniden kurgulama işleminde iki uçta olarak da kabul edilse de, görselleştirme yönünden çok benzer sonuçlar sunarlar (Patias, 2004).

7. GÖRSELLEŞTİRME VE ÖLÇÜ ALIMI

Ölçü araçları (koordinatlar, yönelmeler, uzaklıklar, vb.) dış modüller kullanılarak eklenebilir. Bir tanıtımda, Zischinski (Zischinski et al, 2000), programcılara bir web sayfası ile gömülü bir VRML tarayıcısı arasında bağlantı kurmaya olanak veren bir EAI (External Authoring Interface) arayüzü kullanmıştır. Böylelikle, web sayfasındaki kullanıcı isteklerine göre VRML sahneleri kullanılabilir. Sunulan bir ilk örnekte (Bitelli et al, 2000), rektifiye edilmiş bir görüntünün sunulduğu web sayfasına bir bağlantı konularak bu başarılmıştır. Bir Java uygulaması ve basit bir prosedür ile, Mouse ile seçilen bir poligonun alanının veya iki nokta arasındaki mesafenin ölçülmesi mümkün olmuştur. Java dilinin yaygın olmasına bağlı olarak, bu tip uygulama; Internet sitesindeki herhangi bir kullanıcı tarafından ve herhangi bir platformda, sanal sahnede gezinilerek, sadece web tarayıcının kaynakları kullanılarak objeler üzerinde metrik analizler yapılarak, kullanılabilir.



Şekil 4: VRML Görselleştirme ve EAI kullanarak koordinat ölçümü (Zischinsky, 2000'den sonra)

Bu gibi teşebbüsler sadece başlangıç adımları olmasına rağmen, ölçüm işlemleri için Web'deki görselleştirme araçlarını kullanmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Bunun arkasındaki mantık, fotogrametrik olarak toplanmış 3B ürünlerde, bu tip ürünlerin kullanıcı sayısını arttıracak, uzaktan ölçümler yapabilmek için Web'i yaygın olarak kullanmaktır. Fotogrametrik prosedürler son çıktığı için, stereo olarak ölçüm, burada belki de temel problem değildir. Yine de, doğruluk belirteçleri, metaveri ilavesi ve koordinatlandırma temel meselelerdir. Yazarın tahmini, görselleştirme araçlarının şu anki gelişimi, daha öncekinden fazla bu tip gelişmelere müsaade etmektedir. Eğer, bu başarılırsa, fotogrametricilerin amaçlarından birisi başarılmış olacaktır (Patias, 2004).

8. GÖRSELLEŞTİRME VE WEB-TABANLI FOTOGRAMETRİ

Digital Fotogrametrinin gelişiminin karşılaştırmalı bir analizi gelişmeler için tahminde bulunmaya iyi bir bakış açısı getirmektedir. Düşük maliyetli donanımın ortaya çıkışı, sistem gelişmesinde daima bir itici güç olmuştur. Bunu, web-bazlı fotogrametrik prosedürlerdeki neredeyse sıfır maliyetli donanım/yazılımların kullanımına kadar genişletmek çok mantıklıdır.

Web-tabanlı Fotogrametrinin gelişmesine ilişkin ilk teşebbüsler eğitimi hedeflemektedir. Sarjakoski (Sarjakoski et al, 1998), Web-bazlı Fotogrametri olarak algılanabilmesi için gelişmiş araçların fonksiyonel gerekliliklerini ortaya koymaktadır. Özet olarak şu özelliklere haiz olmalıdır: (a) yaygın olarak kullanılan bir web tarayıcısına dayanmalıdır; (b) bir grup ulaşılabilir görüntüye ulaşip bir veya birkaçını seçebilmelidir, (c) genel bir görüntüden bir çalışma alanı seçilebilmeli ve ölçümler için uygun çözünürlük seçilebilmelidir; (d) stereo görüntüleme ve stereo ölçme olanağı sağlamalıdır; (e) verilerin zamanında erişimi için ağ trafiğini azaltmalıdır; (f) kullanıcı tarafında veri ve çıktı depolama sağlamalıdır.

Bütün bu ihtiyaçları söylemek yapmaktan daha kolaydır. Bazı temel gelişmelere ihtiyaç duyulmaktadır ve mevcut teknoloji belki de uygun değildir. Şu andaki belli başlı dezavantajlar, yükleme ve işlem zamanı, Java'nın değişkenliği ve müşteri disklerine okuma/yazma işlemlerini yasaklayan Java güvenlik kısıtlamalarıdır. Bunun yanı sıra, görünen mevcut zorluklara rağmen, yeni Internet-bazlı araçların gelişmesinin Web-tabanlı fotogrametriye yeni olanaklar sunması beklenmektedir (Patias, 2004).

KAYNAKLAR

Biteli, G., M-A Tini ve L. Vittuari, 2000, Close-range Photogrammetry, Virtual Reality and their integration in Archaeology, IAPRS, Vol. XXXI, Part B5/1, Com. V, Vienna, 1996, pp. 316-322.

Fritsch D., 2003: 3D Building Visualisation – Outdoor and Indoor Applications, Photogrammetric Week '03, Wichmann Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 281-290.

Patias P., 2004: Photogrammetry in the Visualization Era, FIG Working Week 2004, Athens, Greece, May 22-27, 2004.

Patias P., 2001: Photogrammetry and Visualization, Institute of Geodesy and Photogrammetry of ETH Zurich, İsviçre, September, 2001, pp. 5-43.

Sarjakoski T., and P. Myllyniemi, 1998, Webtop Photogrammetry- A tool for distributing photogrammetric imageries and knowledge, IAPRS, Vol. XXXII, Part 4, Com. IV Symposium, Stuttgart, pp. 505-510.

Zischinsky T., L. Dorfiner ve F. Rottensteiner, 2000, Application of new model helicopter system in architectural photogrammetry, IAPRS, Vol. XXXIII, Part B5, Com. V, Amsterdam, Hollanda, 2000, pp. 177-183.

URL 1, :<http://www.opengis.net/gml/01-029/GML2.html>:GML page

URL 2, :<http://www.w3.org/>:The World Wide Web Consortium ana sayfası.

URL 3, <http://www.opengis.net/techno/specs.htm#abstract>:OpenGIS Simple Feature Specification

URL 4, :<http://www.geovrml.org/>