

Zur fotografischen Aufnahme und Wiedergabe von Panoramen

Günter POMASKA

Panoramafotografie und damit verbunden begehbare Einrichtungen (historische Rotunden) zur Betrachtung der großformatigen Abbildungen gibt es schon seit den frühen Jahren der Fotografie. Bereits vor mehr als 100 Jahren fand in englischen Theatern das „moving panorama“ Anwendung. Ein großformatiges Panoramabild wurde hinter einem Fenster mechanisch vorbeigezogen und täuschte den Eindruck von Bewegung beim Besucher hervor. Seit Einführung der Internettechnologien wurde diese alte Technik den neuen Medien angepasst. Panoramatechnologie ist heute bei existierenden und virtuellen Objekten anwendbar. Mit Unterstützung von VRML und Java ist die Integration von Panoramen in virtuelle Welten ein erster Schritt zu „augmented Reality“.

Der Beitrag behandelt die unterschiedlichen Techniken der Panoramaaufnahme von „swing-lens-Kameras“, segmentierten Verfahren, rotierenden Kameras bis zum Einsatz von 8mm sphärischen Fischaugen-Objektiven. Die digitale Weiterverarbeitung der Panoramaaufnahmen bis zum Endprodukt als zylindrisches, sphärisches oder kubisches Panorama wird am Beispiel verfügbarer Softwarelösungen vorgestellt. Die Betrachtung und Publikation im Internet erfordern die Einbindung in HTML-Dokumente unter Verwendung von Java-Applets oder Plug-Ins. Bildformate, Verknüpfungen und Darstellungsvarianten sind zu diskutieren.

1 Methoden und Kameras für Panorama-Fotografie

Man kann fünf grundlegende Techniken der Panoramafotografie unterscheiden. Bei der konventionellen Methode wird das Bild am oberen und unteren Bildrand beschnitten. Der horizontale Bildwinkel bleibt jedoch unverändert. APS Kameras benutzen diese Methode zur Vortäuschung eines Panoramabildes. Eine Bildserie, aufgenommen von einem festen Standpunkt bei rotierender Aufnahmerichtung, wird durch Montage benachbarter Bilder zu einem Panoramabild. Diese Vorgehensweise ist eine der ältesten Techniken. Digitale Bildbearbeitung verhilft dem Verfahren der segmentierten Panoramen zu neuer Popularität. Der Prozess des Zusammenfügens (stitching) verläuft automatisch. Die Anzahl notwendiger Bilder ist vom Öffnungswinkel des Objektivs abhängig. Bildwinkel bis zu 180 grad erreicht man mit den sog. „swing-lens-Kameras“ oder mit sphärischen Fischaugen. Schon mit zwei Bildern könnte man so ein 360 grad Panorama erhalten.

Beispiele für „swing-lens-Kameras“ sind Noblex von Kamerawerke Dresden oder Horizon aus Russland. Bei diesen Modellen ist das Objektiv auf einem rotierenden Zylinder montiert, die Filmfläche ist mit dem Zylinderradius gekrümmt. Während der Aufnahme rotiert das Objektiv und zeichnet das Bild durch einen Schlitzverschluss auf.

Bei der rotierenden Methode wird eine Kamera verwendet, die um 360 Grad um den Brennpunkt rotiert, während der Film gegen die Kameradrehrichtung gezogen wird. Diese Technik hat den Vorteil, dass auch bewegte Objekte problemlos aufgenommen werden können. Bei Anwendung des segmentierten Verfahrens können bewegte Objekte mehrfach erscheinen. Die Kamera Roundshot ist der wohl populärste Vertreter dieser Art von Aufnahmesystemen. Sowohl die Noblex als auch Roundshot sind für 120er Filme (Mittelformat) konzipiert. Mittlerweile existieren auch etliche hochauflösende digitale Lösungen wie EyeScan M2 metric oder PanoCAM von Spheron.



Abb. 1: Kamera mit sphärischem Fischaugen-Objektiv montiert auf einem Panoramakopf der Firma Kaidan.

Eine weitere Methode besteht in der Verwendung sphärischer Fischaugenobjektive, 7,5 mm oder 8 mm Brennweite für Kleinbildformate. Zwei um 180 Grad unterschiedliche Aufnahmen genügen zur Erfassung eines sphärischen Panoramas. Im Nahbereich eine praktikable Lösung. Bei weiteren Entfernungen wird der Abbildungsmaßstab zu klein für eine hinreichende Auflösung. Auch die synchrone Bildbelichtung mit zwei Kameras ist vorstellbar. Eine derartige vollständige Raumerfassung wird dann auch den Fotografen in das Bild bringen. Software zur Umbildung zweier Fischaugenaufnahmen in ein Panorama ist nicht so verbreitet wie für die segmentierte Methode. Abbildung 1 zeigt eine 35 mm Kamera mit 8 mm Objektiv montiert auf einem speziellen Panoramakopf, der für die segmentierte Panoramaaufnahme unerlässlich ist.

Bekannt sind auch Forschungsarbeiten über Panoramaaufnahmen mittels hyperbolischer Spiegel. Hierbei wird das Abbild des Objektes in einem hyperbolischen Spiegel fotografiert. Versuche mit dieser Art von Aufnahmetechnik wurden bereits seit einiger Zeit durchgeführt, erlangen aber erst Bedeutung mit der digitalen Bildverarbeitung.

2 Segmentierte Panorama -Fotografie

Ein präzises Panorama mit gleichmäßiger Änderung der Aufnahmerichtung kann man nur mit Kameramontierung auf einem speziellen Panoramakopf erhalten. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Kamera horizontal um das Projektionszentrum rotiert. Die Überlappung benachbarter Aufnahmen sollte etwa 20% betragen. Bei Benutzung des Hochformates vergrößert sich die Anzahl der Aufnahmen aber gleichfalls wird der größere vertikale Bildwinkel genutzt.

Die Anzahl der Bilder richtet sich nach der verwendeten Brennweite und dem Filmformat. 16 Photos können bei einem 35 mm Objektiv hinreichend für Außenaufnahmen im Hochformat sein. Wählt man das Querformat, dann sind 12 Bilder ausreichend.

Es gibt einige wenige Regeln, die bei der Panoramafotografie zu beachten sind. Auf eine korrekte Justierung der Kamera auf dem Stativkopf ist zu achten. Nach Drehung der Kamera keine Parallaxen zwischen nahen und entfernten Objekten auftreten. Praktisch ist die Justierung einmalig wie folgt zu realisieren: Stellen Sie die Kamera so auf, dass im linken Bildbereich ein entferntes Objekt (Kirche, Schornstein) erscheint. Platzieren Sie einen Stab (Besenstiel) im Objektraum so, dass dieser mit dem entfernten Ziel eine Linie bildet. Drehen Sie die Kamera nach links. Im rechten Bildbereich muss das entfernte Ziel mit dem Nahziel nun immer noch in einer Linie liegen. Ist das nicht der Fall, verschieben Sie die Kamera entsprechend auf dem Stativkopf. Nach Justierung markieren Sie die Position oder notieren die Einstellungen für das benutzte Objektiv.

Zwischen den Aufnahmen dürfen keine Änderungen der Fokussierung oder Brennweite vorgenommen werden. Kontrollieren Sie den Überdeckungsbereich, drehen Sie die Kamera immer um den gleichen Winkel. Alle Aufnahmen sollten mit gleicher Belichtung ohne Automatik durchgeführt werden. Vermeiden Sie Gegenlicht. Die besten Ergebnisse erzielt man bei Bewölkung und hohem Sonnenstand in der Mittagszeit. Achten Sie auf bewegte Objekte. Fahrzeuge, Personen u.a. dürfen nur einmal in Ihrem Panorama erscheinen, sonst entstehen bei der Montage "Geistereffekte"

In gleicher Weise wie die fotografische Aufnahme erfolgt, kann innerhalb eines CAD-Modells diese Prozedur auch im virtuellen Raum durchgeführt werden. Definieren Sie eine Kamera und einen Standpunkt, unterteilen Sie einen Kreis um den Kamerastandpunkt in gleiche Teile zur Konstruktion der Betrachtungsrichtungen und berechnen Sie die Einzelbilder. Im CAD System haben Sie keine Belichtungsprobleme, das Sonnenlicht kann immer mit der Kamera mitwandern. Verschiedene CAD-Programme unterstützen die Berechnung von sphärischen und zylindrischen Panoramen auch mit eigenen Funktionen.

3 Stitching - Montage der Panoramen

Die Liste der Softwarelösungen zur Montage (stitching) der digitalen Einzelbilder ist lang. Hersteller digitaler Kameras fügen die Software ihren Produkten bei. Der Leistungsumfang macht sich häufig beim automatischen Zusammenfügen weniger präzise durchgeführter Aufnahmen bemerkbar.

Eine umfangreiche Liste von Softwareanbietern findet sich unter www.panoguide.com. Empfehlenswert ist u.a. PhotoVista von MGI Software. Die Ausgabeformate dieses Programms sind QTVR Movie-Dateien, JPEG-Dateien oder Bilder im hierarchischen Flashpix-Format. Photovista erzeugt eine zusätzliche IVR-Datei (image-based virtual reality) zur Kommunikation mit dem MGIZoom-Viewer für die spätere interaktive Betrachtung innerhalb eines Internetbrowsers.

Zur Vorbereitung eines Montagevorganges müssen die Bilder alle in gleicher Größe vorliegen und in die richtige Reihenfolge gebracht werden mit digitalen Kameras ist das bei der Aufnahme bereits realisiert. Der eigentliche Vorgang vollzieht sich in drei Schritten: Registrierung – Blending – Warping.

Das Ergebnis ist ein kubisches, sphärisches oder zylindrisches Panorama. Registrierung ist der Vorgang zur Verknüpfung der Einzelbilder. In benachbarten Bildern werden identische Bildinformationen in Übereinstimmung gebracht. Mit Warping bezeichnet man die Bildtransformation auf die resultierende Abbildungsebene, z.B. von der Bildebene auf einen Zylinder mit dem Radius der Brennweite. Dieser Vorgang muss bei der Benutzung von Bildern aus einer „swing-lens-Kamera“ abschaltbar sein. Die radiometrische Korrektur in den Überlappungsbereichen wird als Blending bezeichnet. In einem guten Panorama erkennt man keine Nahtstellen.

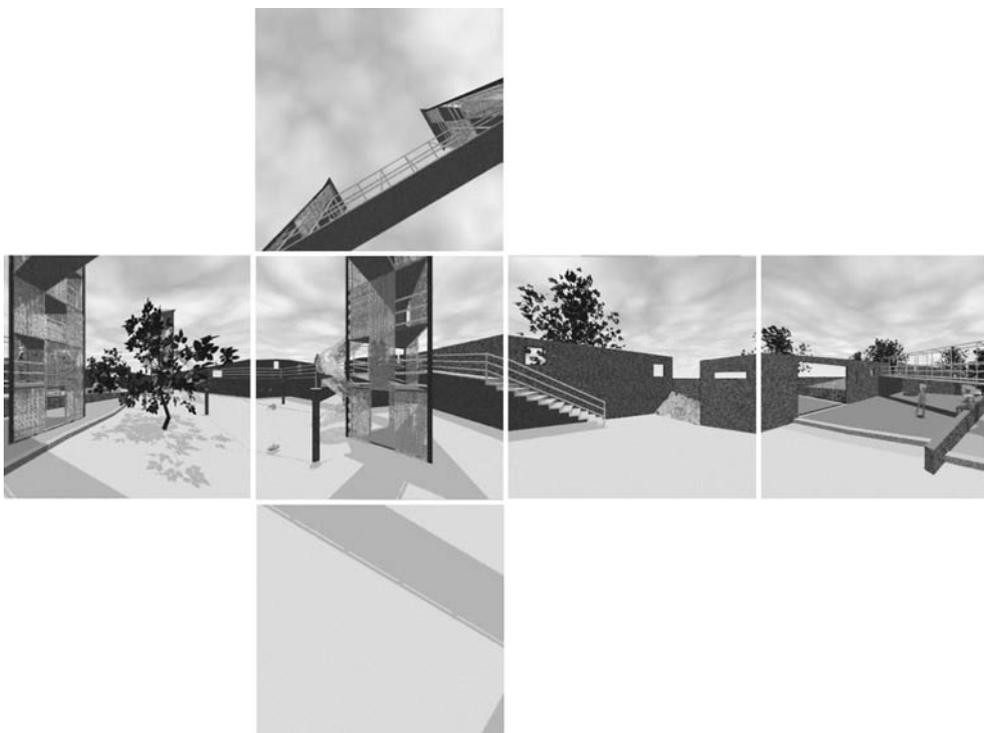


Abb. 2: Kubisches Panorama mit den Bildern der Betrachtungsrichtungen links, vorn, rechts, hinten, oben und unten. Die Anordnung der Bilder innerhalb einer Bilddatei muss den Konventionen der Wiedergabe-Software entsprechen.

Mit Panoweaver ist eine Software verfügbar, die das automatische Zusammenfügen von zwei Fischaugenaufnahmen ermöglicht. Aus zwei Einzelbildern, vordere und hintere Hemisphäre, wird ein Bild im Formatverhältnis 2:1, 360 grad horizontal und 180 grad vertikal, erzeugt. Diese Textur wird bei der Betrachtung auf eine Kugel abgebildet, wobei der Beobachter sich fest im Zentrum der Kugel befindet aber die Betrachtungsrichtung und den Zoomfaktor frei wählen kann.

4 Publikation - Betrachtung von Panoramen

Unter der Internetadresse www.panorama-museum.de findet man Informationen über das Museum in Bad Frankenhausen. Dort ist das Monumentalgemälde „Frühbürgerliche Revolution in Deutschland“ von Werner Tübke auf einer Fläche von 14 m x 123 m in Panoramaaanordnung zu betrachten. Weitere Einrichtungen dieser Art befinden sich u.a. in Moskau und Luzern.



Abb. 2: Versuchsanordnung zur Betrachtung von Panoramen in der FH Bochum.

Mit der Abbildung 3 wird eine Versuchsanordnung der Fachhochschule Bochum vorgestellt, bei der ein Betrachter ebenfalls das Innere eines Panoramas betritt und somit einen entsprechenden räumlichen Eindruck der Szene vermittelt bekommt. Durch den Einsatz von Projektionstechniken wird bei derartigen Anordnungen ein Eintauchen in animierte Welten möglich. Beeindruckende Beispiele hierzu werden dem Besucher der AutoStadt in Wolfsburg geboten. Die angeführten Beispiele sollen den immensen Aufwand von Panorama-Einrichtungen dokumentieren. Es ist naheliegend die Verfahren und Methoden in Rechnerumgebungen zu übertragen.

Zur Betrachtung von Panoramen mit einem Internetbrowser benötigt man ein Java-Applet oder ein Plug-In. Plug-Ins haben den Nachteil, dass diese einmalig vom Benutzer installiert werden müssen, sind dafür i.d.R. aber leistungsfähiger als Applets. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Benutzung von Janorama, einem frei verfügbaren Applet von Sven Meier. Im HTML-Quellcode ist die Einbindung mittels eines Applet Tags ersichtlich. Die Bedeutung der hier tlw. angeführten Parameter kann der Applet-Beschreibung auf der Web-Site des Anbieters entnommen werden. Eine interessante Alternative, die aber lizenzpflichtig ist, stellt das Applet PMVR (poor mens virtual reality) dar. Hierbei wird die Panoramaansicht mit der Richtungsdarstellung im Grundriss kombiniert. Ein professionelles Plug-In ist der MGI ZoomViewer, vgl. ww.mgisoft.com.

Nachfolgend der HTML-Quellcode Beispiel zur Einbindung eines Java Applets, abgebildet wird das Panoramabild basilika.jpg.

```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>Applet-Einbindung Janorama</TITLE>
  </HEAD>
  <BODY BGCOLOR="#660000">
    <DIV ALIGN="center">
      <APPLET CODE="Janorama.class" CODEBASE="../java"
        ALT="Panorama"
        WIDTH="640" HEIGHT="360" VSPACE="10" HSPACE="10">
        <PARAM NAME="image"      VALUE="basilika.jpg">
        <PARAM NAME="horizont"   VALUE="409">
        <PARAM NAME="auto"       VALUE="1">
        <PARAM NAME="start"      VALUE="0">
        <PARAM NAME="font"       VALUE="12">
        <PARAM NAME="color"      VALUE="ffcc66">
        <PARAM NAME="spot0"      VALUE="0,800;4110,800;
          4110,818;0,818">
        <PARAM NAME="comment0"   VALUE="Basilika">
      </APPLET>
    </DIV>
  </BODY>
</HTML>
```

Mit Hilfe des Applet-Tags bindet man ein Java-Programm in eine HTML-Seite ein. Das Attribut CODE definiert die zu benutzende Java-Klasse. Mit dem Tag CODEBASE wird ein Verzeichnis abweichend von der HTML-Seite angegeben. Java-Klassen können in einer Archivdatei komprimiert sein. Das gilt auch für die darzustellenden Objekte. Komprimiert wird mit dem Werkzeug JAR des Java Development Kits. Alternativ hierzu kann das Programm CABarc von Microsoft benutzt werden. Das Attribut ARCHIVE (im obigen Beispiel nicht aufgeführt) verweist auf komprimierte Dateien. Mit WIDTH und HEIGHT wird die Größe der Darstellungsfläche festgelegt, HSPACE und VSPACE sind die Abstände zu den umgebenden Inhalten der HTML-Datei. An das auszuführende Java - Applet werden Daten mit dem Tag PARAMETER übergeben. Die NAMEN im Tag müssen mit den im Java-Programm spezifizierten identisch sein. Bei fehlenden Angaben wird null übergeben, das Java-Programm sollte entsprechende Vorbesetzungen aufweisen.

Bei zylindrischen Panoramen ist der horizontale Blickwinkel gegenüber sphärischen Panoramen eingeschränkt. Die Benutzung eines kubischen Panoramas wurde bereits erwähnt. Abbildung 2 ist aus einem sphärischen Panorama berechnet. Die Darstellung zeigt das virtuelle Modell eines geplanten Kinderspielplatzes der Landesgartenschau 2001 in Oelde. In dieser Anordnung können die Bilddateien mit QuickTime VR aus einer Datei heraus wiedergegeben werden. Eine weitere Einsatzmöglichkeit für kubische Panoramen besteht als Hintergrundanzeige in VRML-Dateien. Die Einzelbilder werden im

Background-Knoten angegeben und werden entfernungsunabhängig als jeweiliges Hintergrundbild benutzt. Die Notation eines VRML Background-Knoten ist folgende:

```
Background {
  skyColor [
    1.0 1.1 1.0, 0.0 0.0 0.5, 0.0 0.0 0.0
  ]
  skyAngle [ 1.57,3.14 ]
  groundColor [
    0.0 0.0 0.0, 0.8 0.8 0.8
  ]
  groundAngle [1.57 ]

  frontUrl  "front.jpg"
  leftUrl   "linkesbild.jpg"
  rightUrl  "linkesbild.jpg"
  backUrl   "back.jpg"
  topUrl    "himmel.jpg"
  bottomUrl "boden.jpg"
}
```

VRML (virtual reality modeling language) ist eine Beschreibungssprache zur Modellierung virtueller Welten. Dateiformate werden mit einem VRML-Browser (CosmoPlayer, Blaxxun, u.a.) gerendert. Interaktive Betrachtung und freie Navigation in der virtuellen 3D-Welt ist möglich. Erste Versuche kann man mit dem oben beschriebenen Datensatz unternehmen. Geben Sie den Quelltext mit einem Texteditor ein. Stellen Sie als erste Zeile die Bezeichnung # VRML V2.0 utf8 voran und speichern Sie die Datei mit der Erweiterungsbezeichnung wrl. Wählen Sie für die Auflösung der Bilddateien eine Größe von etwa 1024 px x 1024 px. Geeignete Motive sind Wald, Berge oder Wolken oder auch Innenraumansichten wie Wände, Decke und Boden. Die Hintergrundangaben können auch unvollständig sein. Mit Doppelklick auf die Datei starten Sie einen Internetbrowser mit VRML Plug-In; MSIE 6.x sollte es tun. Hiermit ist die Wirkungsweise eines kubischen Panoramas als Hintergrundbild und die einfache Handhabung von interaktiven Panoramabetrachtungen dokumentiert.

Mit der Abbildung 4 wird ein zylindrisches Panorama in einer Kombination aus bestehenden und projizierten Objekten vorgestellt. Links im Hintergrund befindet sich eine denkmalgeschützte Wassermühle. Geometrie und Textur der Mühle wurden mit digitaler Photogrammetrie erstellt. Der geplante Anbau und der Bereich der neuen Gastronomie sind zunächst nur als CAD-Modell verfügbar. Das Panorama wurde aus dem gemeinsamen CAD-Modell berechnet.

Alle oben angeführten Techniken sind mit digitaler oder analoger Fotografie und Softwarewerkzeugen (Shareware) anwendbar. Benötigen werden lediglich eine Stitching-Software, einen Texteditor, ein Panorama-Applet oder Plug-in und einen Internetbrowser. Weitere ausführliche Hinweise finden Sie in der angegebenen Literatur und natürlich im Internet.



Abb. 4: Ein erster Schritt zu „augmented Reality“. Panorama mit visuellen und virtuellen Elementen. Projektiertes Bauvorhaben der LGS-Oelde 2001 mit einem bestehenden denkmalgeschützten Mühlengebäude.

5 Literatur

Gatermann, Harald (2001): *First Step to Augmented Reality: Combining VRML and Panoramas*. CIPA International Symposium, Potsdam, Germany

Pomaska, Günter (1999): *Documentation and Internet Presentation of Cultural Heritage Using Panoramic Image Technology*. CIPA International Symposium, Recife, Brazil

Pomaska, Günter (2002): *Internet-Präsentation von Bauprojekten*. Bauwerk-Verlag, Berlin, (www.my-vr-world.com), www.bauwerk-verlag.de

World Wide Web:

www.panoguide.com

www.duckware.com

www.mgisoft.com

www.meiers.org/sven/janorama/theory.html

www.imagework.de

www.imagefact.de