



AUTOKALIBRIERUNG VON PROJEKTORCLUSTERN

Messestände mit gebogenen Wänden, die mit digitalen Videos bespielt werden, virtuelle Bühnendekorationen oder 3-D- und Kuppelkinos – viele Projektionsaufgaben sind nur mit mehreren, zum Cluster zusammengeschlossenen Projektoren zu realisieren. Dabei besteht eine besondere Herausforderung darin, die einzelnen Projektorbilder mit geringem Aufwand so aufeinander abzustimmen, dass ein gleichmäßiges, nahtloses Gesamtbild entsteht. Fraunhofer FIRST hat im Rahmen seines Playoutsystems eine Software entwickelt, die mehrere Projektoren automatisch an jede beliebige Leinwandform und -größe anpassen, die Einzelbilder vereinheitlichen sowie Farb- und Helligkeitsunterschiede ausgleichen kann.

Automatische Kalibrierung

Die Motivationen für den Einsatz von Projektorclustern sind vielfältig.

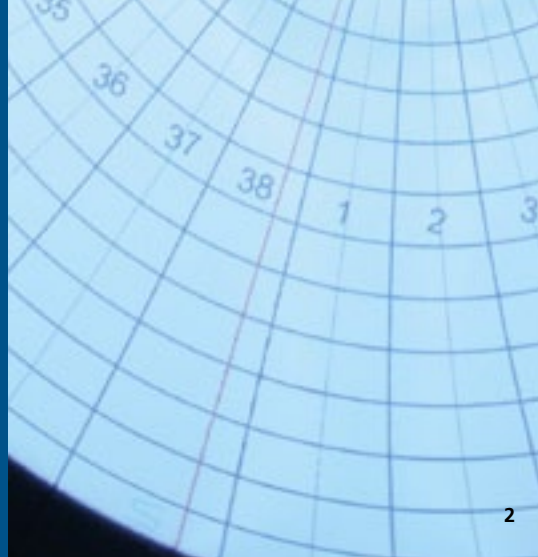
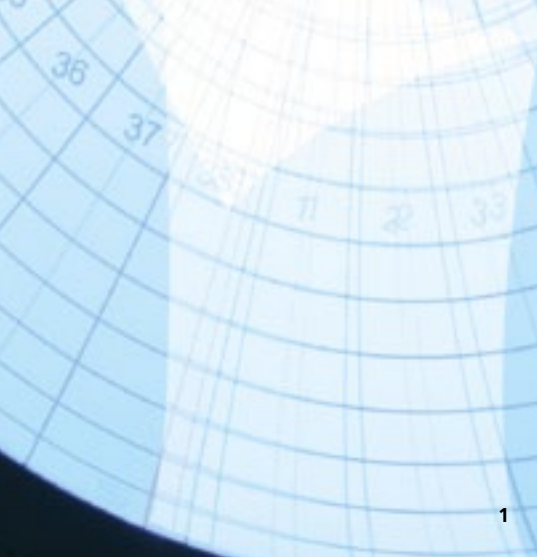
3-D-Stereoprojektionen erfordern zwei übereinander angeordnete Bilder, eins für jedes Auge. Übereinandergelegte Bilder können auch die Leuchtkraft einer Projektion erhöhen. Wird eine große Fläche bespielt, kann das Gesamtbild auf mehrere Projektoren verteilt werden, um die Bildauflösung zu erhöhen, oder wenn bei gekrümmten Flächen eine Teilfläche eine andere verdeckt bzw. ein Objekt zwischen Projektor und Leinwand steht.

Die Schwierigkeit bei all diesen Szenarien besteht darin, die Projektoren mit vertretbarem Zeitaufwand so aufeinander abzustimmen, dass ein homogenes Bild entsteht. Manuelle Verfahren erfordern einen hohen Zeitaufwand und sind sehr unflexibel. Entweder werden die Projektoren mechanisch justiert, dann aber ist eine pixelgenaue Einstellung meist nicht möglich. Oder die Projektorbilder werden elektronisch verzerrt, so dass sie sich einander angleichen. Dabei müssen jedoch die Leinwand und die Position der Projektoren

genau ausgemessen werden; bei jeder Veränderung müssen die Parameter neu eingestellt und das Bild neu verzerrt werden. Vor diesem Hintergrund hat Fraunhofer FIRST ein automatisiertes Kalibrierungsverfahren entwickelt, das sich durch hohe Flexibilität und Geschwindigkeit auszeichnet. Damit können Projektorcluster, die nur grob ausgerichtet sind, in kurzer Zeit pixelgenau aufeinander abgestimmt werden.

Geometrie

Das automatisierte Kalibrierungsverfahren von Fraunhofer FIRST kalibriert sowohl Geometrie als auch Farbe und Helligkeit von Projektionen auf beliebig geformte Flächen. Um eine geometrische Kalibrierung durchzuführen, wird zunächst am Computer ein virtuelles Modell der Projektionsfläche erstellt. Die Kalibrierungssoftware erhält durch Nutzereingaben Daten über die Geometrie der Fläche, die



- 1 Die Projektion vor der automatischen Kalibrierung...
- 2 ...und danach. Unterschiede in Farbe, Helligkeit und Geometrie sind ausgeglichen, es entsteht ein homogenes Gesamtbild.

Anzahl und Position der Projektoren und die Größe der Bereiche, in denen sich die Projektorbilder überlappen. Anschließend werden Testbilder auf die Projektionsfläche projiziert, die mit einer oder mehreren Digitalkameras aufgenommen werden. Mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen erkennt die Software millimetergenau, wie die Projektorbilder auf die Projektionsfläche ausgerichtet sind. Die Bilder werden nun so verzerrt und an die Projektionsfläche angepasst, dass sich ein hoch aufgelöstes, nahtloses Gesamtbild ergibt. An den Stellen, wo sich die Teilbilder der Projektoren überlappen, werden sie automatisch exakt aneinander angepasst. Variiert die Position und damit auch das Bild eines Projektors, startet man den Kalibriervorgang erneut und das Bild wird schnell automatisch wieder in die Gesamtprojektion eingepasst.

Farbe

Zusätzlich zur geometrischen Kalibrierung von Projektorbildern kann die Software von Fraunhofer FIRST eine automatische Farbkalibrierung durchführen. Dies ist notwendig, da die verschiedenen Projektoren in einem Cluster jeweils unterschiedliche Farbtöne hervorbringen. Die Luminanz des Bildes, also die Helligkeit der Bildpunkte, wird wie bei der Kalibrierung durch eine Kamera gemessen und von der Software automatisch korrigiert. Die Chrominanz, das heißt die Farbigkeit der Bilder, wird durch ein Spektrometer ermittelt und anschließend automatisch angepasst.

Hardware

Für die automatische Kalibrierung wird eine Standard-Hardware-Ausrüstung benötigt (herkömmliche PCs mit einer der verbreiteten Windows-Versionen). Es kann jeder beliebige auf dem Markt erhältliche Projektor verwendet werden. Die Anzahl der Projektoren ist beliebig. Die Dauer der Kalibrierung ist abhängig von der Komplexität des Setups, liegt aber stets im Minutenbereich – zum Beispiel dauert der Vorgang für sechs Projektoren, wie in der Fraunhofer FIRST Testkuppel, nur etwa fünf Minuten. Bespielt werden Leinwände und Kuppeln mit einer Auflösung von bis zu 8k x 8k.

Anwendungsbereiche

Automatische Kalibrierung ist für alle Bereiche interessant, in denen digitale Projektoren eingesetzt werden. Dazu gehören Kinos, Planetarien und Vergnügungsparks ebenso wie Multimedia-Events, Simulatoren oder Systeme für Produktpräsentationen. Die Software ist integraler Bestandteil des Medienplayers von Fraunhofer FIRST und kann als Stand-Alone-Lösung genutzt werden um Multiprojektorsysteme zu steuern. Alternativ können einzelne Komponenten lizenziert und in bestehende Visualisierungssysteme integriert werden.

Medienplayer für Aktiv-Stereo-3-D

Der Medienplayer von Fraunhofer FIRST, der in Kooperation mit Carl Zeiss entwickelt wurde, ist seit neuestem auch für

Aktiv-Stereo-3-D verfügbar. Für Aktiv-Stereo-3-D-Projektionen wird nur jeweils die Hälfte der Projektoren im Vergleich zu Passiv-Stereo-Setups benötigt, was für Anwender eine erhebliche Kostenersparnis bedeuten kann. Die Bildwiederholrate der Projektion beträgt bis zu 120 Hz.

Auf einen Blick

- Bildverzerrung, Blending und Farbkorrektur in Echtzeit
- Dauer der Kalibrierung im Minutenbereich
- Auflösung bis zu 8k x 8k
- Aktiv- und Passiv-Stereo-3-D-Projektionen
- Bildwiederholrate bis zu 120 Hz

Ansprechpartner

Ivo Haulsen
Forschungsleiter Interaktionstechnologien
Abteilung Systemarchitektur – STAR

Telefon +49 (0)30 6392-1777
Telefax +49 (0)30 6392-1805
ivo.haulsen@first.fraunhofer.de

Fraunhofer FIRST
Kekuléstr. 7, 12489 Berlin

Weitere Informationen:
www.first.fraunhofer.de/geschaeftsfelder/medientechnik/automatische_kalibrierung/