

キャリブレーション班

Calibration group

榊原 清隆
Kiyotsaka Sakakibara

工藤 佑太
Yuta Kudo

村木 翔
Sho Muraki

川口 紘太
Kota Kawaguchi

現在の各プロジェクタからの投影状態を複数台のカメラで撮影し、その画像から得たデータをもとに形補正と色補正を行うためのパラメータを算出する。このキャリブレーション作業は、複数台のカメラを制御する撮影、撮影された画像からデータを得る解析、複数台のカメラから撮影された画像の一つの座標系に統合するための座標変換、画像の解析データを元に補正パラメータを算出する校正という4つのプロセスから成り立つ。

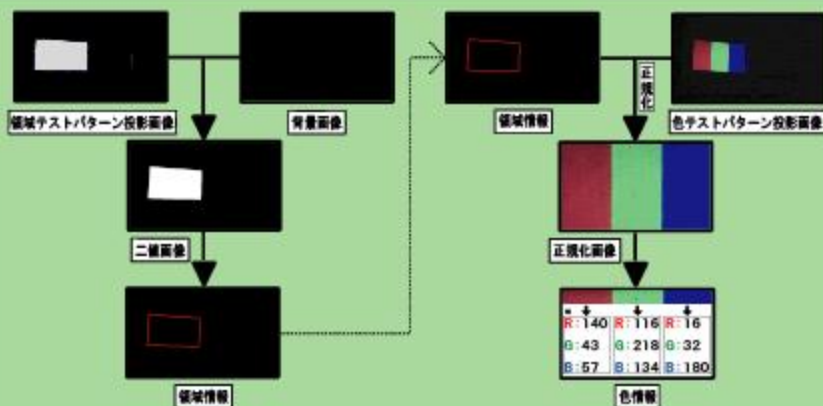
撮影 Capture projector square



現在の各プロジェクタからの投影状態を認識するために、各プロジェクタの投影するテストパターンの形状をいくつかのスレーブ側に接続された複数のカメラから撮影し、個々のプロジェクタの形状と色の情報をネットワークを介して自動的に収集する。複数台のカメラで撮影を行う際には、正確なデータを得るために、すべてのカメラにおいて同等の条件で撮影する必要がある。そのためにはスレーブ側のカメラをマスター側からプログラムを介して制御しなければならない。そこで我々はカメラ制御プログラムを作成し、マスター側からスレーブ側のカメラを制御することを実現した。

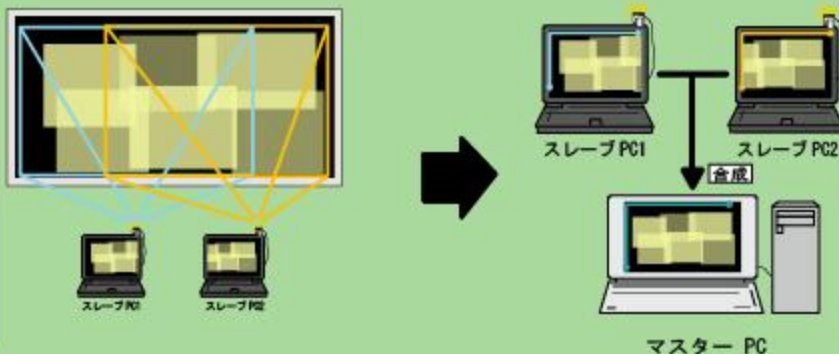
画像解析 Image analysis

補正パラメータを求めるためには、撮影した画像から投影領域や表示色など現在の投影状態を解析し、元となるデータを得る必要がある。投影領域はテストパターンを投影した状態を撮影した画像と、何も投影していない状態を撮影した画像を二値化し、その差分をとって算出する。表示色は、投影領域時とは異なるRGBのテストパターンを投影した状態で撮影した画像を、投影領域のデータをもとに正規化し、RGBそれぞれの色の平均値を算出することで得ることができる。



座標変換 Transform coordinates

投影した状態を複数台のカメラで撮影するため、それぞれの撮影画像はすべて異なる座標系になってしまう。我々はこの問題を解決するために、任意のプロジェクタの投影映像を基準と定め、その基準が撮影されている画像の座標系へ他の撮影画像の座標系を変換し、ひとつの座標系へ統合した。この作業を行うことでカメラ間の差を吸収することができるため、理論上はカメラの台数とプロジェクタの台数を増やせば増やすだけ広大な領域に投影することができるようになる。



校正 Proofreading



これまでに算出したデータを元に、補正して表示する際に必要となる補正パラメータを算出する。各プロジェクタの投影映像の形を補正するための補正パラメータとして射影行列を算出する。射影行列とは3×3の図形を変形させるための行列で、これを表示枠と表示領域から算出し、表示する画像に掛けることで形の補正を行うことができる。色補正パラメータについては、HSV色空間を使い算出した。最終的なパラメータとしては、RGBそれぞれの割合が算出される。他にも、隣接するプロジェクタ間の境界を目立たなくするように補正する、ブレンディング処理のためパラメータも算出する。