1E-06

複数種のLCDを配置した半球ドーム型高臨場感ディスプレイシステムの構築手法

神原 利彦 † 三上 学 †

† 八戸工業大学電気電子システム学科

1 序論

近年、多様な映像コンテンツを高い臨場感で人間に提示しようという研究が盛んに行われている。その映像例として、全天球画像のように水平方向360度、垂直方向180度のあらゆる角度から1点にやってくる光線の輝度情報を画像として記録した画像が挙げられる。この全天球画像を撮影する装置として、リコー製のTHETAなどが市販されている。その一方で、その全天球画像をそのまま球状の曲面に提示できる映像装置は限られるほどしか存在しない。そこで筆者[1]は液晶ディスプレイ(以下、LCDと略す)を凹型半球面の内側に多数並べて、タイルドディスプレイ[2]の技術を応用して1枚の高解像度な曲面動画像を映し出す手法を提案した。この手法では、解像度は高くなるものの、LCD間のわずかな隙間に映像を映すことができないという問題点もあった。そこで、この隙間領域を最小化する改良手法[3]を提案した。その一方で、これらの配置手法はあくまでLCD間の隙間面積を最小にするという評価尺度のみで最適化していたため、実際に画像を映した場合の感性的な評価尺度がまったく加わっていなかった。そこで映像を映した場合の見え方をシミュレートする手法[4]を提案した。その結果から、新たなLCDの配置手法を提案する。

2 配置手法の概要

2.1 LCDのロール回転を許さない手法

筆者らの手法[1]では、まず最初にLCDを半球凹面の裾野から稜線に沿って頂点まで隙間無く並べる。この稜線にそって並べたLCDひとつひとつが段を形成し、それぞれの段で円周に沿って整数個のLCDを並べる。この方法でLCDを並べた例を図1左に示す。赤いLCDが稜線に沿って並べたものである。この図のように、整数個しか並べられないので大きな隙間ができる。そこで、スクエア型のLCDだけでなくワイド型のLCDも使う改良手法を提案した。その例を図1右に示す。左の黄色いスクエア型LCDが右ではワイド型LCDに置き替わり隙間が小さくなっている。

2.2 LCDのロール回転を許す改良手法

図1右の結果で示した改良手法では、LCDに対して、方位角の回転と仰角の回転を許容してはいるが、ロール回転を許していないため、頂点に近づくにつれ、隙間面積が大きくなるという問題点があった。そこで、

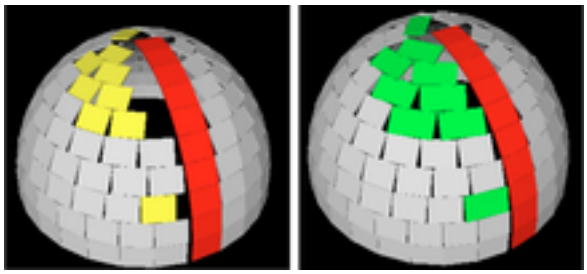

図1: LCDのロール回転を許さない配置手法の結果

筆者はロール回転を許容して探索で隙間面積を最小にするLCDの配置方法を導出する手法[3]を提案した。だが、実装にあたって単純計算でも(LCDの数×3角度)のべき乗オーダーで組み合わせの数が爆発するためなんらかの枝刈りをしないと探索が終了せず、最適解にたどり着けないことも明らかとなった。

一方で、そもそも隙間面積最小という尺度がシステムの高臨場感を損ねない評価値となっているのかが疑問となっていた。人間が重点的に見る天頂付近の隙間は小さい方が良いが関心の少ない裾野付近の隙間は大きくても、あまり問題にならないのではないかという考え方もあった。そこで、隙間面積最小化という概念よりも、実際にLCDに映像を映した場合に人間が感じる臨場感を損ねる度合いを最小にする概念を導入する。

3 映像の見え方のシミュレーション

3.1 シミュレーション概要

見え方のシミュレーションを行うための素材として、全天球画像を使用する。シミュレーション手法の詳細は文献[4]に記述しているので省略するが、概要のみを紹介する。全天球画像が横軸を方位角、縦軸を仰角で表した表記方法なので、各LCDにおける座標(i, j)の画素が全体から見てどれだけの方位角、どれだけの仰角になるかを換算して色情報を決定し、部分画像を生成する。そして、その部分画像を対応するLCDにテクスチャマッピングする。

3.2 手動でLCDを配置する手法

前述のように、全探索を行おうとすると組み合わせの爆発という問題が発生する。そこで、本手法では、手法[1]でLCDを配置した状態を初期状態として、そこから人間が対話的にLCDを球面に沿って動かして、隙間を小さくする配置を探していく手法を提案する。この手法であれば、最適解は求まらないかもしれないが、初期状態から、見え方の尺度を取り入れた上で、より良い配置を有限回の操作で実現可能である。

Development of a Hemispherical Dome Type Immersive Display System Arranged by Some Kinds of LCDs

Toshihiko KANBARA† and Manabu MIKAMI†

†Dept. of Electric and Electronic Systems, Hachinohe Institute of Technology

031-8501, Hachinohe, Aomori, Japan

{kanbara, g132044}@hi-tech.ac.jp

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3.3 頂点を起点とした配置手法

その一方で、見え方のシミュレーション実験を通して、天頂付近の隙間が、感性的にかなり煩わしく感じることがわかった。そこで、手法 [1] の配置手法を改良する。具体的には、頂点を起点にして、頂点付近をなるべく詰めて並べる。それらの改良手法を以下に示す。

(1) 頂点に LCD を置き、そこを起点とする。

(2) 稜線に沿って、頂点から左右の両方向に詰めながら LCD を並べていく。

(3) 手順 (2) で配置した LCD が縦方向の段を形成する。

(4) それぞれの段において、詰めながら手前方向と奥方向の両方に、裾に到達するまで整数個並べる。

4 実験

4.1 見え方のシミュレーション実験

図 1 の例とは、半球の半径や LCD サイズなどを変更して新たな配置モデルを生成した。具体的には、$R = 1.5[m]$、$W = 0.4[m]$、$H = 0.3[m]$ とした。ただし、一種類の LCD のみで配置モデルを生成し、ロール角度は 0 °とした。その結果、段の数は 7 で、 LCD の総数は 102 個となった。

次に、[4] の手法で部分画像を生成した結果を図 2 に示す。さらに、これらの画像を LCD に模した CG 直方体にテクスチャマッピングして、半球の中心部分から見上げた形の見え方をシミュレートした結果を図 3 に示す。

図 2: 部分画像の生成例

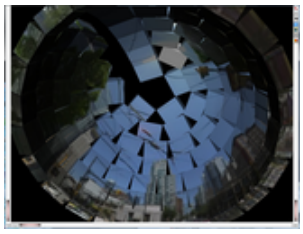

図 3: 部分画像をテクスチャマッピング

4.2 手動で LCD を配置する実験

3.2 節で述べた手法を実装し、頂点の LCD を微小移動させた例を図 4 左に示す。また、その移動させた先で、ロール回転させた例を図 4 右に示す。この図では、例として頂点の LCD のみを移動・回転させたが、他の LCD についても LCD の番号を切り替えては方位角、仰角、ロール角を微小変更させるシミュレーションを実装した。

4.3 改良手法で LCD を配置する実験

3.3 節で述べた手法を実装した。配置の結果を図 5 に示す。左がドームの外側から観測した図で、右が内側から観測した図である。手順 (1) の天頂を緑色、(2) の左右に並べた稜線を赤色、(4) の最初の段を紫色で示す。従来手法では、102 個並べられたのに対し、改良手法では 101 個であった。裾の LCD が地面から下にはみ出している部分や逆に地面に届かず隙間となっている部分もあるため、従来手法の配置と同条件での定量的な比較は難しい。だが、定性的に天頂付近の隙間を煩わしいと感じる領域では、隙間を小さくできた。

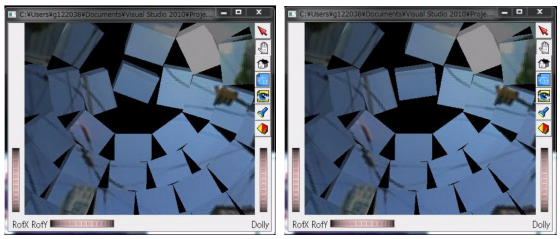

図 4: 手動での LCD の微小移動と微小回転

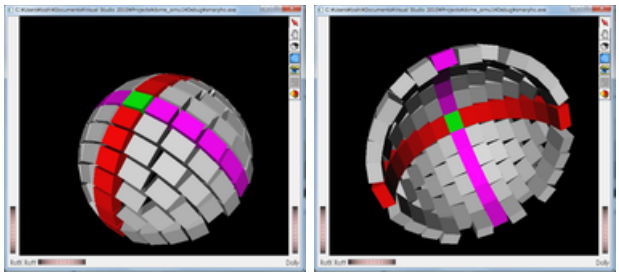

図 5: 頂点を起点とした改良手法による配置

5 結論

長方形の LCD を半球凹面の内側に並べ、タイルドディスプレイの手法を適用し、全天球画像の上半分を高解像度で映し出せる高臨場感ディスプレイの構築手法を提案した。複数種類の LCD を使い、LCD のロール回転を許して隙間面積を小さくする一方で、見え方のシミュレーションを行い、隙間面積の最小化以外に評価すべき感性的な尺度を見つけ出そうと試みた。その結果、半球の頂点付近の隙間は、感性的に煩わしいことがわかり、頂点を起点とした LCD 配置の改良手法を提案し、配置の実験でその妥当性を確認した。この配置モデルに部分画像を貼り付け、手動での微小移動、微小回転の実験へと進めることと、被験者実験などを行って感性的に臨場感を損なう尺度の定量化を進めることを今後の課題とする。

参考文献

[1] 神原「半球凹面状の高解像度ディスプレイの開発」信学会エレソ大会論文集，p185，2009.

[2] 江原ほか、「タイルドディスプレイを用いた高解像度天体観測画像のリアル表示システム」日本 VR 学会大 13 回大会，250-251，2008.

[3] 神原ほか「多種 LCD を用いた半球ドーム型高臨場感ディスプレイシステムの構築手法」情報処理学会東北支部第 2 回研究会,2012.

[4] 神原ほか「複数種の LCD を配置した半球ドーム型高臨場感ディスプレイシステムの構築手法」情報処理学会第 78 回全国大会, 2016.

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.