

Guerrilla Display: 汎用大型LEDディスプレイ構築システムの 設計と実装

秋田 純一¹⁾ 森脇 裕之²⁾

¹⁾ 金沢大学 ²⁾ 多摩美術大学

Guerrilla Display: Huge LED Display Configuration System – Its Design and Implementation

Junichi Akita¹⁾ Hiroyuki Moriwaki²⁾

¹⁾Kanazawa University ²⁾Tama Art University
akita @ is.t.kanazawa-u.ac.jp

概要

近年、その豊かな表現力や高い演出効果から、広告知や広告媒体として大型のディスプレイを見かける機会が多くなった。しかし、建築物に取り付けるタイプの大型ディスプレイの場合は予算的・作業工程面の制約が多く、従来では、単発的なイベントや、変則的な形状では採用を見送られるケースも多く見受けられる。また、クリスマス時期のイルミネーションに用いられるライン状に並んだ光源の点滅制御では、限定的な点滅パターンを上回るような表現効果を得ることが難しい。

本稿では、このようなニーズをふまえ、簡単な構成で自由に画素を配置し、規模の大きい画面を構築できる汎用性の高いディスプレイシステム Guerrilla Display の設計について述べる。このような自由度の高いシステムにより、大型映像によるダイナミックな空間演出がより身近なものになるばかりでなく、従来は実現が困難であった曲面や不定形な形状物への設置なども容易になり、飛躍的に演出表現の幅が広がることが期待できる。

Abstract

Recently we have a lot of chances to see huge displays in towns for their great effect on publicity and advertisement. There exist the restrictions on both budget and setup in huge displays on buildings, and they often prevent huge displays from being used for single event or irregular base shape. Lighting control for lights arranged in line, for example illuminations in Christmas season, has the limit for appealing more power of expression.

In this paper, we describe the design of LED display system with large degree of freedom in pixel arrangement, ease of setup, as well as its implementation and its expected applications. This system enables the users to implement dynamic representation with huge image displays, as well as applications for free-shaped walls, where we have no way to set up displays before.

1 はじめに

近年、その豊かな表現力や高い演出効果から、広告知や広告媒体として大型のディスプレイを採用した建物などが都市風景に彩りを添えている光景をよく見かける。大型ディスプレイの光源は、かつては電球が用いられていたが、近年は高輝度化によって表現力の増してきたLEDが普及し、また液晶によるフルカラーモジュールなども採用されている。しかし、建築物に取り付けるタイプの大型ディスプレイの場合は予算的・作業工程面の制約が多く、従来は、単発的なイベントや変則的な形状の設置箇所では、効果的な演出を期待できるにもかかわらず、大型ディスプレイによる演出が採用を見送られるケースも多く見受けられる。また一方で、クリスマスシーズンに登場するイルミネーションに用いられるライン状に並んだ光源の点滅制御では、限定的な点滅パターンを上回るような表現効果を得ることが難しい。

本稿では、このようなニーズをふまえ、簡単な構成で自由に画素を配置し、規模の大きい画面を構築できる汎用性の高いディスプレイシステム Guerrilla Display の設計について述べる。このような自由度の高いシステムにより、大型映像によるダイナミックな空間演出がより身近なものになるばかりでなく、従来は実現が困難であった曲面や不定形な形状物への設置なども容易になり、飛躍的に演出表現の幅が広がることが期待できる。

2 GDシステムの設計と実装

2.1 先行事例とその問題点

本稿で対象とするような、高輝度LEDを用いて大型ディスプレイを構築するためのシステムとしては、いくつかの製品・事例が存在する。

コマデン(株)の大型ディスプレイ構築システムであるImage-Mesh[1]は、298mm×298mmの穴あき薄型基板に25mm間隔で高輝度LEDを実装したモジュールを単位として、これを並べて大型ディスプレイを構築することができる。穴あきの薄型基板は光の透過率が56%であり、背面にあるものを生かした大型ディスプレイを構築することができる。各モジュールは光ケーブルを用いたDMX規格のケーブルで接続され、各モジュールのLEDの点灯状態を専用の制御システムから制御する。また同じくコマデン(株)の大型ディスプレイ構築システムであるSEE-THROUGH VISION[2]は、高輝度LEDを備える制御モジュールを100mm間隔で短冊状に486個接続したものを単位として、これを並べることで面状ディスプレイを構成するシステムである。発光部を含む各制御モジュールは、柔軟性の高いケーブルで接続されているため、曲面形状の物体表面への設置なども可能である。

ヒビノ(株)のルーミックスライン[3]はSEE-THROUGH VISIONと似た構成の大型ディスプレイ構築システムであり、1個の高輝度LEDを備える制御モジュール96個を35mmまたは70mm間隔で接続した短冊状の設置単位を並べて面状ディスプレイ

を構築する。各LEDの輝度は16段階で制御可能である。

これらの大型ディスプレイの構築システムは、屋内外の大型ディスプレイへの適用事例が多くあるが、共通の問題点として以下のような点があげられる。

- 使用するLED数や間隔の変更が困難(特に短冊状のシステムの場合はLED数が固定されている場合がほとんどである)
- ディスプレイに表示するコンテンツの生成のためにPCや専用システムを用いる必要があり、これらの物理的な設置環境・安定性に制限が生じる。

2.2 システムの設計方針

前節で述べたような既存システムの問題点を踏まえ、本稿では、これらの問題を解決する、設置・運用の柔軟性の高い大型ディスプレイ構築システム Guerrilla Display(以下GDと略す)システムについて述べる。GDシステムの設計にあたっては、次の3点を基本的な設計方針として設定した。

1. LED点滅パターンの制御方法の汎用性と使いやすさ
2. 制御可能なLEDの数や種類に関する汎用性
3. 設置の容易さ

これらに基づいて設計したGDシステムの全体構成を図1に示す。GDシステムは、接続されたLED(1台あたり最大16個)の輝度を制御するGD端末ユニット(GDu)と、それらを制御するGD制御ユニット(GDc)からなる。GDシステム全体の接続可能LED数の上限は128×128とし、設置するLED数に応じて必要数のGD端末ユニットGDuを接続する。

まず1.のLED点滅パターンの制御方法の汎用性と使いやすさとして、各LEDの制御をGDcから各GDuに送られる制御コマンド列によって行う構成をとり、そのGDcが発行するコマンドを、PCから個別制御やNTSCビデオ信号からの自動取得によって生成することとした。後者のNTSCビデオ信号からの自動取得は、入力されたNTSCビデオ信号から画面上の128点×128点の輝度を抽出し、それに応じてそれぞれの位置に対応するLEDの輝度を制御する制御コマンド列を自動的に発行する。これにより、NTSCビデオ信号を出力する様々な映像ソースを用いることが可能となり、例えばビデオカメラを用いたインタラクティブな大型LEDディスプレイシステムや、DVDプレーヤなどの映像ソースの再生を行う大型LEDディスプレイシステムの構築が可能となる。

次に2.の制御可能なLEDの数や種類に関する十分な汎用性を確保するために、GDuのLED制御回路にはオープンコレクタ式の電流ドライバを採用し、またLED電源を回路の電源と分離して、使用するLEDの種類・数等に応じて必要なLED電源電圧を使用できるようにした。また設置するLEDディスプレイを構成するLEDの数に応じて、必要な数のGDuを間引いて接続できるようなスケラビリティを備えるようにした。

そして3.の設置の容易さのために、各ユニットを接続するケーブルとして汎用のLANケーブル(CAT-5

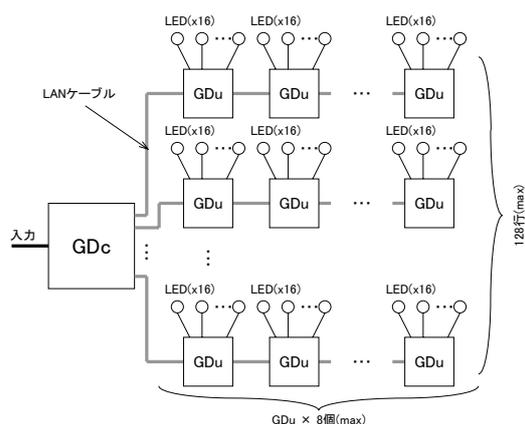


図 1: GD システムの全体構成

などのツイストペア線)を採用する. これにより市販ケーブルを利用した迅速なシステム構築が可能となり, 各ユニット間の距離の変更にも対応が容易となる. ただし全体の構成に応じて, 例えば LED 間の距離をのばす必要がある場合には, GDu 間の接続ケーブルとして LAN ケーブル以外のものを用いる構成も可能である.

なお 1 台の GDu が制御する LED の数は, 設置の容易さとシステム全体のコストのバランスと深い関係がある. 1 台の GDu が制御する LED の数が, 例えば 1 個のように少なすぎると, システム全体を構成する GDu の数が膨大になり, システム全体のコストの大幅な上昇を招く. また 1 台の GDu が制御する LED の数が, 例えば 100 個のように多すぎると, 1 台の GDu と LED を接続するケーブルが非常に長くなり, また LED の間を通るケーブルの数が非常に多くなるため, 設置の困難性が増し, 設置の自由度の低下を招く. これらの条件を勘案し, 今回の GD システムでは, 1 台の GDu が制御する LED の数を, 我々の経験的から 16 個と設定した.

また 1 台の GDu で, 少ない本数のケーブルによって多数の LED を制御する方法としては, 時分割で一行ごとに LED の点滅を制御するダイナミック駆動方式も考えられる. しかしダイナミック駆動方式では, ディスプレイ全体の点滅 (チラツキ) を完全になくすことが極めて困難であるため, ディスプレイが表示する画質を高く保つために, 本稿で述べる GD システムではダイナミック駆動方式を採用せず, 各 LED を個別に常時駆動するスタティック駆動方式を採用する.

すなわちこの GD システムの構成は, 高い画像品質を保ちつつ, 設置の容易さ・自由度とシステム全体のコストのバランスから最適なものであると考えられる.

2.3 GD 制御ユニット GDC

試作した GD 制御ユニット GDC を図 2 に示す. 各 LED の制御信号として, PC からのシリアル通信に



図 2: 試作した GD 制御ユニット GDC



図 3: 試作した GD 端末ユニット GDu

よる制御のコマンド, あるいは NTSC ビデオ信号を与えることができる. 前者は, 各 LED の輝度を個別に制御することができるため, PC 上のプログラムによって生成される LED 点滅パターンを用いる場合に有用である. また後者は, ビデオカメラや DVD プレーヤなどの映像出力信号を与えると, 対応する位置の LED の制御コマンドを自動的に送出する.

GDC からの制御コマンドの送出は差動伝送である RS-485 を用い, 各ケーブルを 100[m] 程度まで延長することが可能である. また制御コマンドの転送レートは 115,200[bps] とし, 各 LED の輝度は 4 ビット (16 段階) で設定することとした. この制御コマンドが, 16 バイトのフレーム開始ヘッダとあわせて画面全体を 32 分割した各領域に対して GDC から 32 系統で GDu に送出されるため, 各バイトのスタートビット・ストップビットを考慮すると, 各 LED の輝度の更新レートは, およそ

$$\frac{115,200[\text{bps}]}{5[\text{bit/LED}] \times 128[\text{LED}] \times 4[\text{line}]} = 45[\text{fps}]$$

となり, 視覚的には十分滑らかな映像が得られると考えられる.

2.4 GD 端末ユニット

試作した GD 端末ユニット GDu を図 3 に示す. 各 GDu には 16 個の LED が接続され, また GDC からの制御コマンド 1 系統につき画面全体

の4行分のLEDが制御されるため、1系統につき128[個]×4[行]÷16[個]=32[個]のGDuがディージーチェーン接続されることになる。また各GDuは5ビット(0~31)のIDをもち、必要なGDuを選択して接続することで画面全体を構成するLED数を間引いた構成も容易に実現できる。制御コマンドの受信とLED輝度制御はマイコン(Cypress CY8C29466[5])により行い、またLEDの駆動はオープンコレクタ式ドライバULN2803を用いることで、LEDに印加する電圧を、用いるLEDに応じて自由に設定できる。

3 GDシステムの実運用結果

本節では、開発されたGDシステムを実際に設置・運用した事例について、その考察を含めて述べる。

3.1 ペットボトルを用いた簡易型ディスプレイ「ペットロン」

ペットボトルの空き瓶のふたの部分にLEDを取りつけて底部を照らすと、ペットボトルの底部は効率的に光を拡散し、視認性が向上する。ふた部分にLEDを取りつけたペットボトルを多数集積して、ペットボトルによるディスプレイを構築するプランを我々は「ペットロン」と名づけた。平面パネル状に組み上げて壁面ディスプレイにした場合でも、ペットボトル自体は非常に軽量で安価であり、入手性にも優れる。すなわちGDディスプレイシステムの主旨である「突如出現するゲリラ的なディスプレイ」を体現するプランであると考えられる。

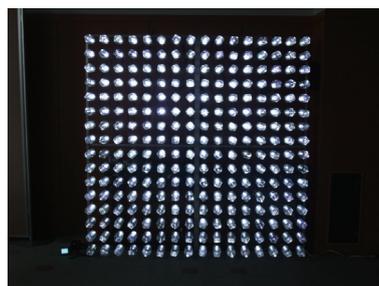
この「ペットロン」の設置・運用として、2008年10月29日から31日に開催された「エンタテインメントコンピューティング2008」において、500mlのペットボトルを用いて図4(a)のようなデモンストレーションを行った[6]。画素(LED)数は16×16、設置の所要時間は約1時間である。映像ソースとしては鑑賞者へ向けたビデオカメラの信号を用い、鑑賞者の姿が「ペットロン」全体に表示されるような演出とした。

また2008年11月8日の「Make: Tokyo Meeting 02」においても、2lのペットボトルを用いて図4(b)のようなデモンストレーションを行った。映像ソースとしては、DVDプレーヤの映像信号をビデオ信号トランスミッタで無線送信し、頭上に設置された「ペットロン」本体へ転送して表示させた。

3.2 「ペットロン」の運用結果の考察

前節で述べた、GDシステムの実運用例「ペットロン」の2回の運用を通して得られた考察を以下に述べる。

まず設置時間に関しては、前述の2回の運用では、いずれも設置に要した時間は実質的には1時間程度であり、また解体はそれ未満の時間で完了した。これにより、設置の容易さ・仮設性に優れたディスプレイを



(a)



(b)

図4: 開発したGDシステムを用いた「ペットロン」の設置・運用の結果。(a)「エンタテインメントコンピューティング2008」会場、(b)「Make: Tokyo Meeting 02」会場。

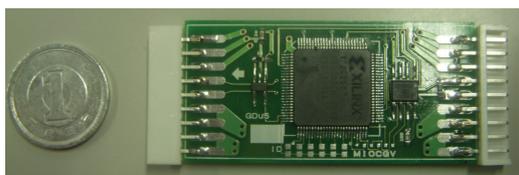


図 5: 改良型 GD 端末ユニット GDu2

開発するという GD システムの目標は達成できたと考えられる。

また「Make: Tokyo Meeting 02」での設置では、「ペットロン」本体が非常に軽量であることを活かし、会場の上部にワイヤーで吊り上げて空中に浮かぶように設置をすることができた。これも GD システムの設置の容易性・高い汎用性を実証するものであると考えられる。またこの際に用いる映像信号は、地上にある映像プレーヤからの NTSC ビデオ信号を、小電力型無線機によって上部に設置された「ペットロン」本体の受信機に転送した。上部の「ペットロン」本体は電源 (AC100V・10W 程度) を供給するのみであり、表示するコンテンツの操作はすべて地上から行うことができるようにした。GD システムでは、表示するコンテンツを NTSC ビデオ信号で与えるため、汎用の無線ビデオ送信機などの伝送手段も用いることができる。すなわち映像信号の与え方においても、GD システムの有用性を実証するものであると考えられる。

また今回の「ペットロン」においては、表示単位として白色 LED をとりつけたペットボトルの空き瓶を用いている。これは、本来は光学的に LED の発光を適度に拡散させる効果を狙ったものであったが、ペットボトルの空き瓶という、日常的になじみがあり、入手しやすい素材を集積してディスプレイ画面を構築したことで、日頃から抱いていたペットボトルのイメージとは全く異なる驚きの発見という効果も得られたと考えられる。

なお今回の「ペットロン」では、1つの白色高輝度 LED に対して1本のペットボトルを用いたが、今回の2回の実運用の場面ではやや光量が不足しており、特に2Lのペットボトルを用いた運用では、明るい会場での視認性は十分とはいえなかったと考えられる。そのためには、更に消費電流の大きい、より高輝度の LED を用いたり、複数の LED を並べて1つのペットボトルに装着するなどの改良が必要であると考えられる。ただし GDu 自体の電流駆動能力はまだ十分余裕があり、また LED の駆動電圧も自由に設定できるように設計されているため、これらの対策は十分に実現可能である。

なおこれらの運用を通して、GD 端末ユニット GDu に対して、以下のような改善すべき点が明らかになった。

- GD 端末ユニット GDu と LED への接続を取り外すことは、設置・運用上ほとんどない。
- LED 用電源システムを、信号システムで用いている LAN ケーブルと別にするには、設置・運用の煩雑さが大幅に増す。

- GD 端末ユニット GDu のコネクタ (LAN ケーブルコネクタ, LED 用コネクタ) はケース加工に適していない。

以上の改善点を踏まえ、GDu の改良型 GDu2 (図 5) を設計・試作した。制御部には、将来的な機能の拡張性を確保するために CPLD (Xilinx XC2C256-TQ100) を用いており、コネクタを含む外形寸法は 60mm×25mm である。LED との接続ケーブルは GDu2 の裏側に直接半田付けで接続し、GDu2 間の接続ケーブルには LED 用電源システムを含めて 9 本のケーブルを束ねて使用する。また GDu2 の基板寸法が小型であるため、全体を熱収縮チューブで覆って外装とすることができ、ケース加工の問題も解消されると考えられる。

4 期待される GD システムの応用例

以下では、GD システムの特長を生かした運用例のアイデアについて述べる。

4.1 立体ディスプレイ

GD システムの設計主旨を反映させた典型的な応用例としては、映像の立体化があげられる。例えば日本科学未来館の Geo-Cosmos (図 6(a)) は、小型の液晶ディスプレイを球体状に配置することで球体のディスプレイを実現している。しかし多くの大型ディスプレイ装置はフレーム構造で構成されるため、専用の構造体以外では取り付けることはできない。

GD システムは、画素間をつなぐのがケーブルだけであるため、任意の位置に画素を配置できる支持体を用意すれば曲面などの任意の形状の画面を構成できる。またライトイルミネーションのメッカともいわれるアメリカ・ラスベガスでの目玉となっているイルミネーション回廊 (図 6(b)) のような場合でも、GD システムであれば、非常に容易に設置が可能である。

さらに、展示造形では大型液晶モニタ画面にマスクをして任意の形状をつくり出しているケースがあるが、GD システムの場合、必要とされる任意の画素を抽出して、任意の自由形体に配置することで映像画面を構成することができる。たとえば人間型にくりぬかれたベース板では、その形状のままのディスプレイとなるわけである。

4.2 空気膜造形への応用

ライン状に整列させて配置してゆく GD システムの特徴を生かし、空気膜造形への応用も考えられる。空気膜造形とは、袋状に縫製された布の内部にファンで空気を送り込んでふくらまし立体化する手法で、主にアミューズメント用途や宣伝用に用いられている。GD システムの画素ラインをチューブ状の袋の内部に取り付け、そのチューブを多数配列することで、任意の形状をもった立体型ディスプレイを構築する。



(a)



(b)

図 6: 既存の立体ディスプレイの例. (a) 日本科学未来館の Geo-Cosmos, (b) イルミネーション回廊.



図 7: クリスマスツリーへの応用イメージ.

チューブの内部では LED の光が拡散されて、立体物と光源が一体感をもって感じられる構築物ができる。

たとえば、チューブを縦列にして円錐状となるように組み合わせることによって、表面にさまざまなイメージ映像を映し出すことのできる形体ができあがる。これは年末のイルミネーション・シーズンに、図 7 のように新規性のあるクリスマスツリーへの応用例となると期待される。

なお GD システムでは光源に LED を採用している。空気膜造形の場合、布に光源を密着させることもあるが、LED の発熱は極めて少ないために、加熱による火災の心配はない。また撤収時には空気を抜いて折りたたんで保管や運搬を行うが、プラスチックパッケージの LED では、衝撃による破損などの心配もないので、このような用途にも適しているといえる。

4.3 仮設大規模ディスプレイへの応用

GD システムの仕様として、各 GDu 間の距離を 100[m] 近くとることができる。この特長を生かせば、屋外環境において、各々の画素の間隔を広げて非常に大規模な仮設ディスプレイを設置することが可能となる。図 8[4] は、広大な更地に多数の白熱電球と制御ユニットを配置して構成した大型ディスプレイの例であり、街の景観を一変するような巨大なディスプレイを目指したものである。しかしこの例では、光源として白熱電球を用いているために非常に消費電力が大き



図 8: 既存の屋外の大型ディスプレイの例 [4]

く、また専用の制御システムを用いているために多額の設置・運用費用がかかる。

GD システムでは、GDu 間の距離を 100[m] 程度まで離すことが可能であるため、このような用途への応用も可能である。

5 まとめ

本稿では、簡単な構成で自由に画素を配置し、規模の大きい画面を構築できる汎用性の高いディスプレイシステム Guerrilla Display の設計と、期待される応用例、およびいくつかの実運用例について述べた。今後は、試作した GD システムを用いた作品の製作と、その過程を通じた GD システムの改良を進める。

参考文献

- [1] コマデン (株), 「Image-Mesh」,
http://www.komaden.co.jp/products/image_mesh.html.
- [2] コマデン (株), 「SEE-THROUGH VISION」,
<http://www.komaden.co.jp/products/stv.html>
- [3] ヒビノ (株), 「ルーミックスライン」,
<http://www.hibino.co.jp/chromatekled/lumixxline.html>.

- [4] 森脇裕之, 「トレイヨ=グラフィー」 柏の葉キャンパスシティまちびらきイルミネーションイベント「未来観測」, 2006.12.
- [5] Cypress Semiconductor Corp., PSoC Mixed-Signal Array Final Data Sheet, 2004.12.
- [6] 秋田, 森脇, Guerrilla Display: 汎用大型 LED ディスプレイ構築システムの設計と実装, エンタテインメントコンピューティング 2008 予稿集, pp.73-76, 2008.

秋田 純一



1993 年東京大学工学部電子工学科卒業。1998 年東京大学大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程修了。博士 (工学)。1998 年金沢大学工学部電気・情報工学科助手。2000 年公立ほこで未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科講師。2004 年金沢大学大学院自然科学研究科電子情報科学専攻講師。2008 年同准教授。集積回路とその応用システムに興味を持つ。電子情報通信学会, 情報処理学会, 映像情報メディア学会会員, 芸術科学会会員。

森脇 裕之



1986 年筑波大学芸術専門学群卒業。1989 年筑波大学大学院芸術研究科デザイン専攻修了。修士 (芸術)。1998 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科講師。1999 年同助教授。2001 年多摩美術大学情報デザイン学科助教授。2007 年同准教授。デバイスを用いたインタラクティブなメディア・アート作品の制作に従事。日本デザイン学会会員。