

LEDパフォーマンスのためのWi-Fiを用いたプロトコルの設計と実装

白須 棕介¹ 千住 和¹ 羽田 久一¹

概要: マーチングは大人数で演奏を行い、形を作ることで人々を魅了する。演奏者がLEDを装着し、光ることで色が付き、これまでできなかった複雑な形を表現することができる。本稿では、LEDを用いたマーチングバンドを実現するためのLEDの制御と通信方式に着目した。オーサリングツールでLEDの色を指定し、UDP通信を用いることで転送の高速化と多数のモジュールへの通信を可能にする。これによってLEDを制御することでLEDを用いたマーチングバンド装飾システムを構築する。本システムでは楽器や衣装にLEDを搭載し、時間に伴う光の変化を設計し、それを制御することで新たなマーチングバンドの実現を目指す。

Design and Implementation of Wi-Fi Based Protocol for LED Performance System

RYOSUKE SHIRASU¹ IZUMI SENJU¹ HISAKAZU HADA¹

Abstract: Marching is a performing act which makes some forms of many players with playing music. And it fascinates many people. When players wear LEDs, they colored by shining; players create complex shapes that we could not be seen before. In this paper, we focus on LED control and communication method to realize marching band using LED. Each wifi module controls LED by a message from authoring system. We employ UDP communication that makes fast data transmission and broadcast communication. LEDs are mounted on musical instruments and costumes. In this system, We control LED light emission pattern with time and movement to realize a new marching band performance.

1. はじめに

近年において、LEDを用いたライブパフォーマンスは進歩を遂げてきており、身に着けるLEDという新たな演出を加えた様々な演出方法やシステムが生まれてきている。その中で、マーチングバンドのような複数人で行うような大掛かりなパフォーマンスでの運用例も増え続けてきている。[1]

そこで本研究では、規模の大きい新たなパフォーマンスとして、マーチングバンドに着目した。マーチングバンドは、バンド全体でさまざまな隊形を形成しながら演奏をおこなうパフォーマンスである。大人数で歩きながらの演奏に加え、その統率された動きによって完成する人によって

作られた様々な形は、視覚的にも観客を楽しませる。そこにLEDを用いることで従来のものよりも、より視覚的に強く観客を楽しませることが出来る。楽器や服装にLEDを用いることで、観客への印象も高まる。本稿ではLEDを用いたパフォーマンスを行うためのLEDの制御と通信方式に関して述べる。

2. 関連研究

LEDを用いたマーチングバンドということで、LEDを用いているパフォーマンスと、LEDを制御するための通信方法に関しての研究を以下に述べていく。

LEDを用いたパフォーマンスは増えている。服を光らせるものであったり、楽器を光らせるものであったりと、LEDの用途はさまざまなおところに使われだしている。

藤本らによる「Lighting Choreographer」[2]はLED用

¹ 東京工科大学 メディア学部
Tokyo University of Technology, School of Media Science

いたパフォーマンスの演出の関連として挙げられる。これは、LED を衣服へ利用する新たなパフォーマンスシステムである。全身に LED を散りばめた衣装をパフォーマンスに着せ、LED を制御し、ダンスパフォーマンスに合わせて色を変えていく新たなパフォーマンスで、ダンサーによる新たなパフォーマンスの可能性を見出した。

LED を使う類似のパフォーマンスとして、鼓和-core-[3] が発表している LED ドラムパフォーマンスというものがある。これは、マーチングバンドの打楽器に焦点を当て、演奏をおこなうものである。LED を用いた衣装に加え、マーチングドラムにも LED を装着し、演奏を行う世界初の LED ドラムパフォーマンスを行っている。

そんな中で、2012年にメディアアートの祭典、「アルスエレクトロニカフェスティバル (Ars Electronica Festival)」で発表された「DRONE 100」[4] という作品は、LED を搭載したドローンを夜空に飛ばし、コンピュータ制御して絵を描くというパフォーマンスを行った。名前の通り 100 台のドローンを使用し、空中で統率された動きをとるようにプログラミングされており、シミュレーションと同時に音楽や光り方も合わせる。それにより空中に絵を表現している。特徴的なのは、ドローンの数の多数化に合わせ、アニメーションの方法論を組み合わせることでのデザインの制作である。100 台のドローンの動きをアニメーション的にプログラミングし、無線で通信・制御することができるようになったシステムである。

チームラボが開発した「teamLabBall (チームラボボール)」[5] は、観客がボールに触れるというアクションをとることによって、光の色が変化する。LED を搭載した弾力性のあるボールを観客の頭上に弾ませて、手が触れることによって光の色が変化する。

この「teamLabBall」はアクションのみに限らず、指定した色に一斉に変化させることができる。このシステムは P2P を利用した無線システムである。一つのデバイスから複数に信号を送るネットワーク方式ではなく、P2P (Peer to Peer) 方式によってボール同士を同期させている。

3. LED を用いたマーチングバンド装飾システムの提案

本システムの目的としては、LED を用いたマーチングバンドを実現するための、通信方式の確立と、オーサリングツールにおけるシミュレーションと LED を連動させるためのシステムの構築を目指す。一般的なマーチングでは、楽器を演奏しながら、指定された動きを行いパフォーマンスを行う。本システムは、動きの設計図に LED を組み込むことでのパフォーマンスに新しい視覚的な効果を生み出すものである。

従来におけるマーチングの動きの統率の設計図は、紙媒体が基本的な手法である。近年では、マーチングのオーサ

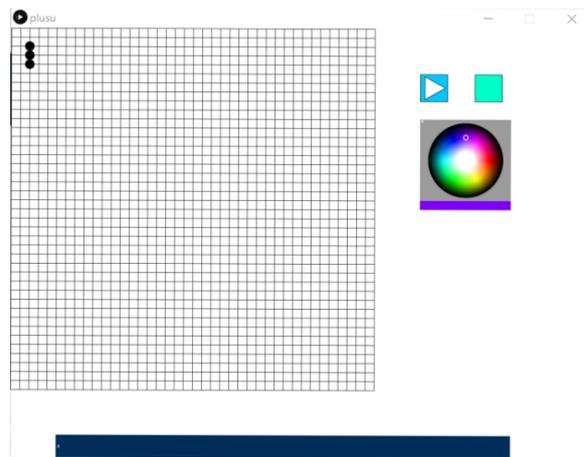


図 1 マーチング LED の GUI

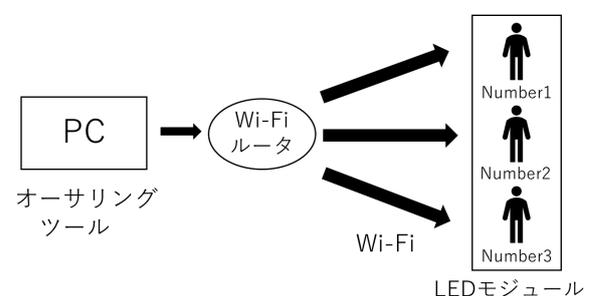


図 2 システムの構成

リングツールなども出てきているが、メジャーなものにはなっておらず、学生が行うようになった場合には操作が難しいものばかりである。しかしながら LED を用いたパフォーマンスを導入するためにはオーサリングツールが必要となる。そこで、容易な操作で移動の指示と、それに伴う LED の変化を作成することのできるシステムを実装した。

マーチングバンドにおいて、演奏者たちは指定された動きを覚える必要があるが、そこにライティングのタイミングなどまでを気にしては負担が大きくなる。そのため、ライティングは保存する形で、時間に伴い切り替わるといった手法をとるのが最も良いと考えられる。

4. システムの概要

前述の通り、本システムは、図1で示している Processing で作成したオーサリングツールと、LED を搭載した Wi-Fi モジュールとで通信を行い、GUI と連動させて LED を制御するものである。

4.1 システムの構成

LED を用いたマーチングバンドシステムの構成を図2に示す。システムの手順に関しては以下の通りである。

1. Processing 開発した GUI を用いて光のパターンを作成する。
2. 作成したパターンを無線通信を用いて、ルータを経由

表 1 LED の制御例

データ	指定された 16 進数
0000FF0000	全てのモジュールの全ての LED を赤に光らせる
020100FF00	2 番のモジュールの一番目の LED を緑に光らせる
03040000FF	3 番のモジュールの四番目の LED を青に光らせる

表 2 16 進数の振り分け

	ボード番号	LED 番号	R	G	B
桁数	2	2	2	2	2
上限	256	256	256	256	256

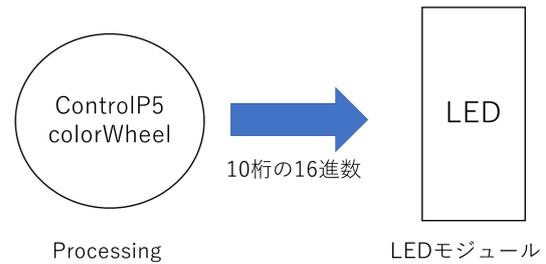


図 3 ControlP5 による制御

してモジュールに情報を送信する。

3. 各 LED のモジュールにデータを書き込む。
4. 保存されたデータが GUI と連動して LED を光らせる。

4.2 LED の制御

LED の制御は Wi-Fi を搭載したマイコンである「ESP-WROOM-02」に書き込んだプログラムを processing で開発したオーサリングツールを使って操作する。LED の光りかたにおいて、色の指定を Processing ライブラリの ControlP5 の colorWheel で行い、モジュールの指定はオーサリングツールで割り振ることで制御する。フルカラー LED を使用し、色の指定として、16 進数を用いている。今回の実装では 10 桁の 16 進数が送受信されるシステムとなっている。[図 3] 表 1 に LED 制御の例を示す。表 1 に示すように、16 進数で表示された 10 桁の文字が LED を制御する上での命令となっている。表 2 には 16 進数で表示された十桁の文字の詳細を表している。左から二桁はモジュールの番号を指定し、どのモジュールを搭載した楽器が光るかを決定する。その隣の二桁は LED の光るポイントを示しており、LED の何番目の場所が光るかを決定する。残りの 6 桁が R, G, B を指定するカラーコードとなっている。それぞれの二桁ずつが 16 進数で書かれるために、この制御方法を用いると、モジュールの数を 255 個まで指定できることになり、LED の番号 255 まで指定が可能である。なおこの二つに関しては、00 を指定することで、全ての番号に対しての選択が可能となっている。カラーコードも同様に RGB それぞれに 1 原色あたりに 8 ビットのを割り当てることができ、1677 万色を再現することが可能となる。

4.3 通信方式

無線のシステムに関しては ESP-WROOM-02 に LED の制御をするためのプログラミングを書き込む。この通信は UDP 通信にて行う。UDP 通信を選択した理由として、転送の高速化と、多数のモジュールに一齐に通信できるブロードキャスト通信が可能であるという点である。マーチングバンドのようなパフォーマンスでは複数人による演出のため、情報を一齐に通信することが求められる。また、今回の場合においては、複数のモジュールに同じデータを

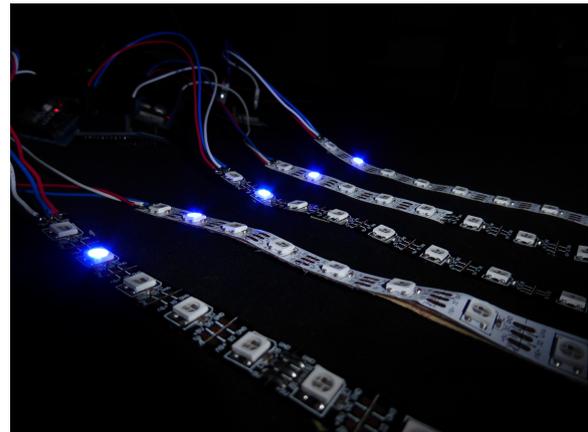


図 4 一齐通信による同時点灯状況

転送しなければいけない。今回は PC 側が送信、モジュール側は受信のみを行うようになっている。

5. 実験

今回の実験には、5つのモジュールとフルカラー LED を用意し、モジュールそれぞれには 16 進数を受け取るためのプログラムを書き込んだ。通信に関しては、Wi-Fi 通信を用いているため、40m 程度の距離では余裕を持って行うことができた。操作面では、GUI との連動は 5つ同時でも体感できるレイテンシがなく 16 進数に変化されている色のデータを正常に反応させることができた。[図 4] また、図 5 のような楽器に LED を装飾してみると、見栄えが良く視覚的な効果は大きくなった。しかしながら、マーチングバンドではそれ以上の数のモジュールが必要となるため、どの程度の個数を増やしても制御が可能になるのかという課題が生まれた。

上記の結果から現段階において大掛かりなパフォーマンスにおいての制御が可能なのかという点は曖昧であるが、オーサリングツールに関しては有用なものである。データの保存と呼び出しが可能であるため、その時々合わせたパフォーマンスを行うことも可能であり、誰でも簡単に手を加えることが可能なシステムとなっている。そのため、学生でマーチングに参加できない部員などでも活躍の場に行うことができる。

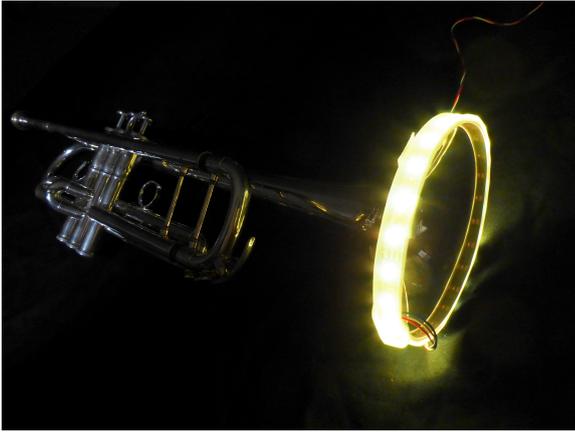


図 5 LED を装飾した楽器

- lab.net/jp.works/teamlab-ball-2) (2009).
- [6] 堀井 絵里 藤代 一成: マーチングバンドにおける演奏者個人を対象とした 移動経路の計量可視化, NICOGRAPH 2016, pp. 119-120.

6. まとめ

本研究では、LED を用いたマーチングバンドを実現するための、LED を用いたマーチングバンド装飾システムの LED の制御と通信方式に関しての実装を行った。

本システムではオーサリングツールでパフォーマンスのタイミング毎の LED の色を指定し、LED を制御する。無線での命令の送受信は Wi-Fi を用いている。これを実装したシステムの実験では、GUI と連動して、遅延もなく 5 つの LED を同時に制御することに成功した。

今後の課題は、制御する LED モジュールの数が増えていく中で、安定した通信をどう構築していくかという問題がある。マーチングバンドを再現するとなればそれ以上のモジュールが必要となり、数を増やす場合の通信方式や工夫を模索していく必要がある。

今後の展望としては、オーサリングツールにおける人数を増やしていき、それに付随したモジュールや LED も増やしていくことで、マーチングバンドの実際の人数により近づけていく必要がある。また、楽器を光らせるのが良いのか、演者の洋服を光らせるのが良いのかという比較もしていくことが新たなマーチングバンドの実現には重要なファクターである。

参考文献

- [1] 柳沢豊, 藤本実: LED 衣装システムの演出装置としてのディペンダビリティについて, 情報処理学会, Vol.2017-GN-100 No.18, Vol.2017-CDS-18 No.18, Vol.2017-DCC-15 No.18, 2017/1/20.
- [2] 藤本実, 藤田直生, 寺田努, 塚本昌彦: Lighting Chereographer: ウェアラブル LED パフォーマンスシステムの設計と実装, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.16, no.3, pp.517525, Sep.2011.
- [3] 鼓和-core- : LED ドラムパフォーマンス, 入手先 (<http://core-percussion.com/>).
- [4] Horst Hrtner, Matthew Gardiner, Roland Haring, Christopher Lindinger, Florian Berger: Spaxels, Pixels in Space A novel mode of spatial display. (2012).
- [5] チームラボ: チームラボボール, 入手先 (<https://www.teamlab.net/jp.works/teamlab-ball-2>).