

浮遊球体ドローンディスプレイ

先進技術研究所

やまだ
山田わたる
渉まなべ
真鍋ひろゆき
宏幸いけだ
池田だいぞう
大造

イノベーション統括部

やまだ
山田かずひろ
和宏

浮遊球体ドローンディスプレイは、空間を飛行して任意の場所から映像を表示することができる、世界初の空中に浮遊する球体ディスプレイである。従来、大画面・高解像度のディスプレイをドローンに搭載することは、重量や航空力学上の問題で困難であった。そこで本技術では、残像効果によってディスプレイを表示する技術を応用するとともに、安定して空中を飛び回る球形のディスプレイを実現した。

1. まえがき

SFの世界では、空中に映像を出現させる魔法のような技術が古くより描かれてきた。現実の世界でもこのような技術の実現に向けて、従来からさまざまな検討がされてきた。いくつかの例を挙げると、現実の風景とCGとを合成した映像を提示する拡張現実感（AR：Augmented Reality）^{*1}と呼ばれる技術 [1] や、磁力を用いて金属球を浮かべ映像を投影する技術 [2]、さらにはレーザー光を用いて空气中にプラズマを発生させる技術 [3] などがある。

その中でも、近年高い注目を集めているのがLED（Light Emitting Diode）のような発光体を搭

載したドローンを用いて、空中に映像を表現する技術である。例えばIntel社は、Shooting Starと呼ばれる高輝度LEDを搭載した小型のドローンを数百台同時に制御し、空中に巨大な映像を浮かび上がらせるシステムを提供している [4]。また日本でもマイクロアド社が、SKY MAGICというドローンの群による映像表示システムを提供している [5]。これらの技術は空中に映像を浮かび上がらせることができる新たな手段を確立し、映像表現における新たな領域を開拓した。ただし、従来のシステムでは、1台のドローンは1つまたは複数のLEDを搭載しているに過ぎず、さらに群飛行で同時に制御できる数も数十から数百機と限られているため、実際に空中に

表現できるものは解像度の低い簡易なロゴや図形などに限定されていた。

そこでドコモはドローンの飛行能力を活かしつつ1台当りの表現能力を上げ、自由に映像を表示できるようにすることで、コンサートやライブ会場などにおいて空中を動き回りダイナミックな演出を行ったり、会場を飛び回って広告を提示する新たな広告媒体として活用したりすることが可能な映像提示装置「浮遊球体ドローンディスプレイ」を開発した。

本稿では、浮遊球体ドローンディスプレイの概要と構造、実現にあたっての課題、本技術の利点や今後に向けての改善点について解説する。

2. 浮遊球体ドローンディスプレイ

2.1 概要

従来、ドローンの特長である優れた飛行能力を損なわず、高い解像度や広い映像提示面などをもたせることは技術的に困難であった。なぜならば、高い

表現能力をもたせるために、高密度に大量のLEDを配置したり大きなディスプレイを搭載したりすると、それらによってドローンの気流の阻害や本体重量の増加が発生するために飛行が困難になってしまう。つまりドローンにおいて、従来は飛行能力と映像表現能力がトレードオフの関係にあった。

それに対して、ドコモでは飛行能力を損なわずに高い表示能力をドローンにもたせるために残像ディスプレイと呼ばれる技術を応用した。残像ディスプレイは、光を見たときに、それまで見ていた光や映像が残っているように見える、残像効果と呼ばれる現象を利用し、発光体を点滅させながら移動させ残像効果によってユーザーに発光体の軌跡上に映像を見せる方式である。ドコモはこの残像ディスプレイの技術を応用した球状ディスプレイと、ドローンを融合させ、図1(a)、(b)に示すように全方位に映像表示しながら飛行可能な浮遊球体ドローンディスプレイを実現した [6]。



図1(a) 飛行中の浮遊球体ドローンディスプレイの様子

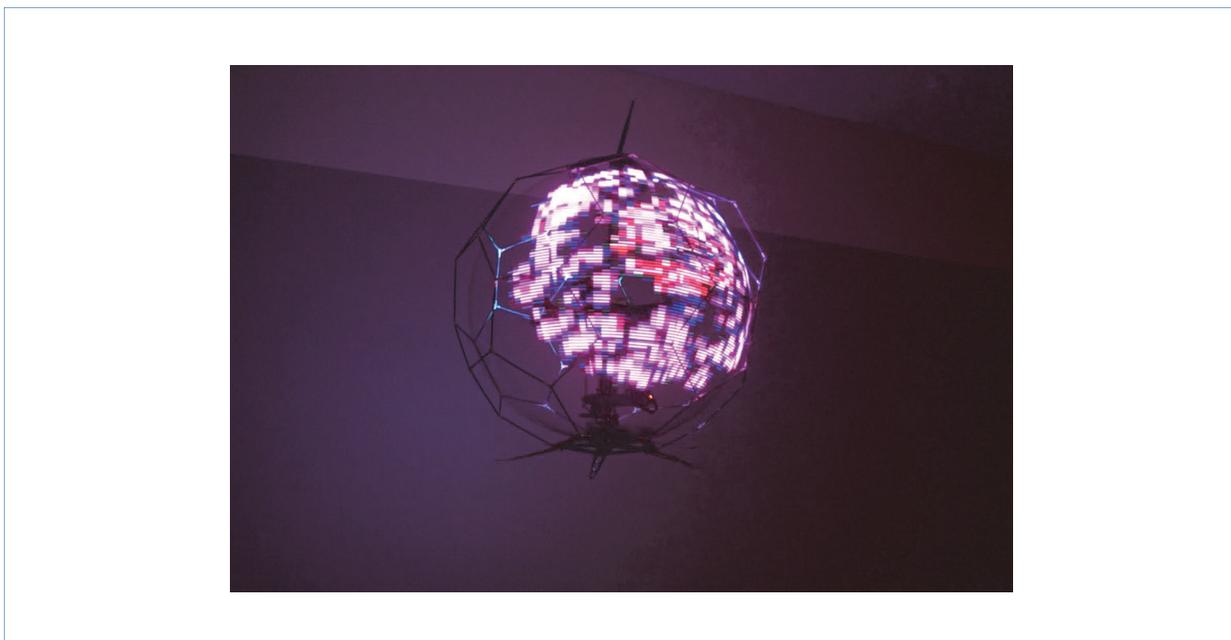


図1(b) ディスプレイの一部に花火の映像を表示した場合の様子

2.2 本体構造

図2, 3に浮遊球体ドローンディスプレイの外観と構造を示す。本装置の直径は88cm, 重量はおよそ4.5kgである。また浮遊球体ドローンディスプレイは、主に内側から順に、以下に示す3つのパーツから構成されている。

- ①飛行するための推力を生み出すためのドローン部
- ②球形の映像を表示するための残像ディスプレイ部
- ③プロペラやLEDを保護するためのプロテクタ部

・ドローン部は、浮遊球体ドローンディスプレイの中心に位置しており、飛行のために4組のモーターと直径13インチのプロペラと、2組の補助用のモーターとプロペラで構成されている。4組のモーターとプロペラはドローン自身の飛行のために使用され、2組の補助用モーターとプロペラは、後述するように残像ディスプレイ部から発生する反力を制御するために使われる。またフレームには剛性と軽

量性を両立するために切削加工したカーボン板を主に利用している。

- ・残像ディスプレイ部は、ドローンを囲むように配置された8本の弧状のLEDテープ*2と、それらを回転させるための機構で構成されている。各LEDテープには144個のLEDが搭載されている。そして8本のLEDテープが秒間3回転し、それと同期してLEDを制御することで球形の映像を表示している。LEDを1周の間に136回点滅させるため、全体の解像度は縦（半周）144×横（1周）136ピクセルである。また8本のLEDを秒間3回転させているため、フレームレートは24fps (frames per second) である。
- ・プロテクタ部は、残像ディスプレイのさらに外側にあり、ドローンのプロペラや回転するLEDが人や障害物に当たらないように保護している。このプロテクタ部は軽量かつ強度を確保するため、カーボンパイプとアルミ製の

*2 LEDテープ：テープ状の基板にLEDが列状に配置されたもの。本技術では1メートルのテープ状の基板の上に144個のLEDが1列に並べられているものを利用している。

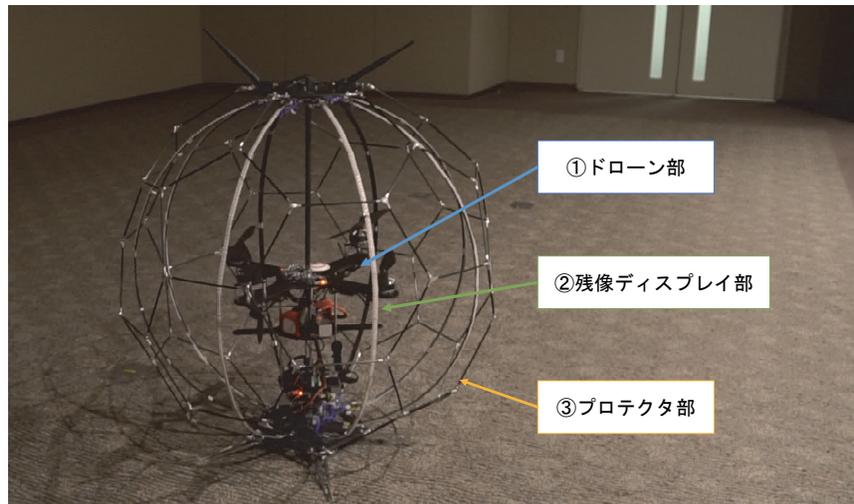


図2 浮遊球体ドローンディスプレイの外観

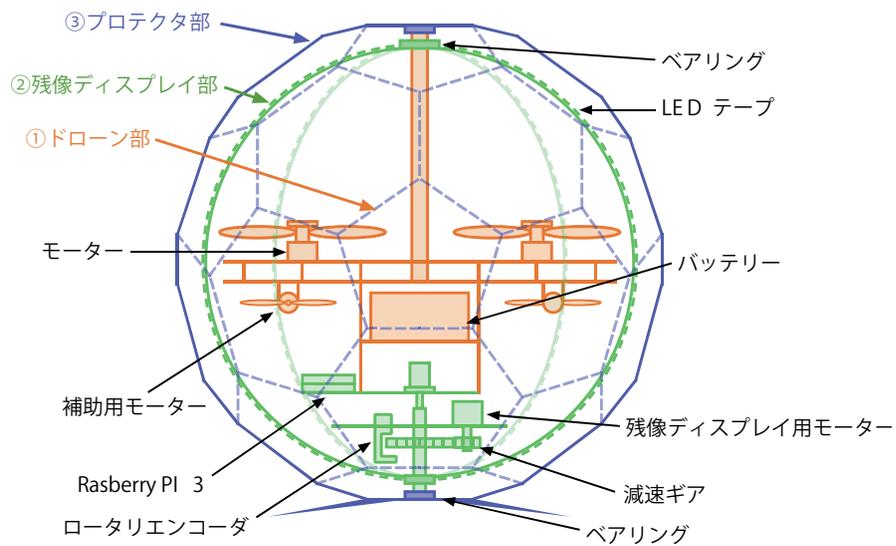


図3 浮遊球体ドローンディスプレイの構造の簡略図

ジョイントを用いた切頂20面体と呼ばれる多面体の構造を用いている。またプロテクタ部とドローン部に対して残像ディスプレイ部は独立して回転する構造になっているため、映像表示中もプロテクタ部が回転することはない。

2.3 実現への課題と対策

本技術はそのアイデアこそシンプルであるものの、その実現には技術的にさまざまな困難があった。それは例えば、重量と強度のバランスの問題やLED制御の高速化など多岐にわたる。その中でも特に問題となったのが、LEDを回転して映像を表示する際に、回転の反作用の力がドローンにかかるため、ドローンが回転してしまい制御不能になることである。そこで、2枚の補助用のモーターとプロペラを追加し、残像ディスプレイの反作用の力を打ち消すようにLEDの回転数に応じてプロペラを回転させることで解決した。

2.4 利点

このように浮遊球体ドローンディスプレイは、球形の残像ディスプレイとドローンを組み合わせたものであるが、この組合せは以下の利点を有している。

- ①見かけ上は高い解像度やドローンを包み込む大きな表示面をもっているにもかかわらず、実際は表示面として複数本の細い弧状のLEDしか搭載されていないため、重量やドローンの気流への影響が最小で済むことが挙げられる。これによって従来では難しかった、高解像度・大型のディスプレイをドローンに搭載することが可能である。
- ②ディスプレイが球形となるため、どの方向からも見える点が挙げられる。これは特に舞台演出や広告に使った際に、会場のすべての方向に映像を届けることができるため、重要な優位性であると考えている。

- ③モーターやプロペラなどのドローンの稼働部や、回転するLEDなどは、すべてプロテクタの内部に納められるため、安全な上、ドローン部分が映像を遮らなくてよく視認性が高い。
- ④発光体として高輝度LEDを使っているため、非常に明るい映像を表示可能なことである。ただし現状では、直射日光下などの場合は映像を視認することは困難であるため、利用にあたっては周囲の明るさや場所を考慮することが望ましい。
- ⑤残像ディスプレイは図1(a)のように全面に映像を表示することもできるが、図1(b)のように部分的に映像を表示することもできる。しかも映像を表示していない部分は、暗所では何もないように見えるため、空中にいきなり映像が出現したかのような演出も可能となる。

2.5 今後の改善点

ドローンの仕組み上、飛行中は非常に大きな騒音が出てしまう問題がある。ただし、騒音についてはドローンショーやライブやコンサートなどの音楽イベントの演出などに使う場合については、音楽を十分大きくすることでその影響を抑えることができる。

また現在の飛行時間はバッテリーの大きさ次第ではあるが、おおむね5分である。現在、バッテリーの軽量化を進めており、10～15分程度の飛行時間は確保できる見込みである。これは、楽曲1～2曲には十分な長さであり、ショーや演出用途であれば有用であると考えている。

また解像度については、従来のLEDを利用したドローンディスプレイに比べると高いものの、一般的なディスプレイに比べると非常に粗い。これはより高密度にLEDを搭載した専用基板を利用することや、隣り合うLEDテープのLEDの位置をずらして配置するなどの工夫をすることで改善できると考えている。

3. あとがき

本稿では、空間に浮かび、全方位に映像を表示可能な浮遊球体ドローンディスプレイについて解説した。本技術は2017年4月17日にドコモ公式Webページを通して発表以降、国内だけでなく海外も含めた数百を超えるテレビ、新聞、Webニュースなどに取り上げられた。また4月30～31日に開催された、ニコニコ超会議2017の「NTT ULTRA FUTURE MUSEUM 2017」にて初めての一般公開飛行を行った。そして同イベントでは、2日間で累計数千人もの来場者にデモンストレーションを行い、大きな注目を集めることができた。本技術の動画については文献 [7] のページをご参照いただきたい。今後は、飛行時間や解像度などの改善を進めるとともに、自律飛行や群飛行技術といった技術を取り込み、新たな空間演出や広告ソリューションとしての実用化を進めていく。

文 献

- [1] T. P. Caudell and D. W. Mizell: "Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes," In Proc. of HICSS '92, Vol.2, pp.659-669, 1992.
- [2] J. Lee, R. Post and H. Ishii: "ZeroN: mid-air tangible interaction enabled by computer controlled magnetic levitation," In Proc. of UIST '11, pp.327-336, 2011.
- [3] H. Kimura, T. Uchiyama and H. Yoshikawa: "Laser produced 3D display in the air," In Proc. of ACM SIGGRAPH 2006 Emerging technologies, No.20, 2006.
- [4] Intel: "Intel-based Drone Technology Pushes Boundaries. (2016)," Retrieved Mar. 2017.
<http://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-overview.html>
- [5] SKY MAGIC Webサイト.
<https://magic.microad.co.jp/skymagic/>.
- [6] W. Yamada, K. Yamada, H. Manabe and D. Ikeda: "iSphere: Self-Luminous Spherical Drone Display," In Proc. of UIST '17, 2017.
- [7] DOCOMO R&D Magazine : "映像を空に映すドローンに、五感を刺激する技術たち——ニコニコ超会議で遭遇したエンタメの未来."
http://style20.jp/rd/article/article_32/