

令和元年6月7日現在

機関番号：37102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12572

研究課題名(和文) 地方文化施設を基盤とする「Flight プラネタリウム」の開発と研究

研究課題名(英文) Development and Research on "Flight Planetarium" based on local cultural facilities

研究代表者

星野 浩司 (HOSHINO, koshi)

九州産業大学・芸術学部・教授

研究者番号：60552205

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、上空に投影スクリーンをDroneのフライト技術やホバリング技術にて適性位置に安定設置し、地上からスクリーンに向けて複数台のプロジェクターにて高輝度の映像や画像を解説者の進行に合わせて展開する実世界とプラネタリウムの虚像世界を融合させる世界初の屋外型プラネタリウムを開発するものである。今回の研究では、Droneの自動フライトプログラムの完成と飛行を想定した屋内での投影実験における天体コンテンツの開発に関しては当初の予定通りに進んだが、実験用Droneとして採用したDJI社製の機体における度重なる不具合とペイロードにおける問題が生じ、実機によるスクリーンの飛行と投影までは至っていない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られる成果は、近年、研究が進む携帯型学習支援システムの視線の移動という問題を伴うことなくシームレスな観覧が可能となり、屋内鑑賞が主流のプラネタリウムにおいて実物との比較鑑賞が可能となる屋外型天体学習を実現する。また、鑑賞者は上空の天体とスクリーンで展開されるバーチャルな解説と比較鑑賞することで、体験型教材としてより具体的で訴求力の高い教育効果が望める。今回、開発した自動飛行プログラムはDrone事故を誘発する人的ミスを招くことなく、GPSの位置情報を基準に上空の正しい位置へ複雑な操作を伴うことなく携帯アプリ形式のコントローラーで移動することが可能となり、上空への安定設置が可能となる。

研究成果の概要(英文)："In this research, we will develop the world's first outdoor planetarium that integrates the real world and the virtual world. The projection screen is stably installed in the appropriate position using the drone's flight and hovering technology, and high-luminance videos and images are projected onto the screen from the ground using several projectors. In this study, the completion of the drone's automatic flight program and the development of the astronomical content of the indoor projection experiment were carried out as planned. However, due to payload issues in addition to the frequent troubles occurring from the simulator drone model developed by DJI, we have yet to achieve the flight of the screen and projection using actual drone models."

研究分野：情報学

キーワード：バーチャルリアリティ 複合現実感 ミュージアム 情報システム

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

博物館や美術館は地域の社会教育や文化向上などの役割を担っているが、同時に観光施設としての機能も内包している。特に、近年、人口が減少するなか、各地域において観光施設としての側面はより強くなっている。ただし、施設の老朽化に加え、スタッフ数の削減や予算の縮小といった厳しい状況下において、既存の地方文化施設における来館者数の減少傾向は強まる一方である。将来において、これら地方の文化施設が来館者数の増加と観光機能をはじめとする存在価値を高めていくには、それぞれの地方における特性と地域に根ざした独自の展示企画を行っていく必要がある。本研究では、先進技術として注目を集める **Drone** やプロジェクションマッピングの技術を応用し、実物と解説コンテンツのシームレスな展示を実現する新たな展示手法を用いることで、これまでにない多くの参加者が鑑賞できる体験型学習支援システムを開発するものである。また、本研究基盤である地方施設でしか実現できない重要な点として、規制の少ない広範囲のロケーションや天体観測において人口施設からの照明の影響を受けないという地方としての強み加わることで、そこでしか体験できないという訴求力が来館者を牽引する要素になり得ると考える。

2. 研究の目的

本研究は、来館者数が減少傾向にある地方科学系博物館を基盤とし、Drone のフライト技術やホバリング技術とプロジェクションマッピング技術による高輝度特性を活かした実世界とプラネタリウムの虚像世界を融合させる世界初の屋外型プラネタリウムを開発するものである。本システムでは、屋外の上空にスクリーンを Drone のフライト技術やホバリング技術にて適性位置に安定設置し、地上からスクリーンに向けて複数台のプロジェクターにて高輝度の映像や画像を解説者の進行に合わせて展開する。屋内と異なり、大きな視点の移動を伴うこと無く上空の天体とスクリーンで展開されるバーチャルな解説と比較しながらライブ鑑賞することで、体験型教材としてより具体的で訴求力の高い教育効果が望める。

3. 研究の方法

本研究で構築するシステムは下記の作業工程を経て完成される。

最終的に、本工程を経て完成したシステムを用いた実証実験を行う。

- (1) 先進事例調査と開発システムの基本設計と詳細設計
- (2) 投影スクリーンの詳細設計と開発
- (3) プログラム稼働 Drone の詳細設計と開発
- (4) 展示コンテンツの企画・構成
- (5) 上村の郷（大分県 杵築市）における実証実験と評価考察

4. 研究成果

■平成28年度

国内の先進事例の調査と分析、資料収集

国内の先進事例について調査・研究を行い、それらについて問題点や課題点を抽出し、これまでの研究で蓄積した諸データと総合することで、次年度の基本設計における基礎データとした。

(調査対象)

- ・天空 東京スカイツリータウン・満天東京 ・池袋の「サンシャインシティ・日本科学未来館
- ・ベルギー ゲント「光の祭典」（プロジェクションマッピング）・フランス（Parrot社）

■平成29年度

屋外型プラネタリウム“Flight プラネタリウム”の設計と開発

前年度の調査・研究基礎データを資源とし、投影スクリーンやプログラム稼働 Drone の設計と開発、展示コンテンツの企画・構成を行った。

(屋外型プラネタリウム“Flight プラネタリウム”の特徴)

プログラム稼働 Drone による投影スクリーンの座標情報による適正設置

今回、開発した Drone オートパイロット・アプリは、GPS による座標情報取得し、天体の位置を確認、適正位置にプログラム制御で移動し、昼間、星が確認できない時間帯に事前設置を設定可能である。

■平成30年度

「上村の郷（大分県 杵築市）」における、「屋外型プラネタリム Flight プラネタリウム」の実証実験の実施、実験データの解析と考察

(1) “屋外型プラネタリム Flight プラネタリウム”の設置・調整、実証実験の実施

前年度で開発した当システムを用いて、自動運行システムと投影スクリーンの完成によるフライトテストと投影実験を行っている。フライトテストは大分県杵築市にある地域交流施設「上村の郷」のグラウンドにて機材等持ち込み、実証実験を行った。前年度に進めた自動運行システムの詳細設計に基づきシステムプログラムを完成させ、大分県杵築市にある上村の郷グラウンドにてフライト実験を実施した



図-1 自動運行システムのフライト実験

(図-1)。

(2) 実験データの整理と分析

天候により GPS の精度に多少の誤差が生じることや積載荷重や上空で吹く風の影響により、予想以上に高度や位置の誤差を発生させることが検証された。ただし、完成したシステムでは、位置情報を予めプログラムへ学習させ、その後、開発したアプリのボタン操作のみにて定位置へ自動飛行し、プログラムの正常動作が確認された (図-2)。実機による投影スクリーンの搭載実験では、ペイロード (ドローンにおける最大積載量) の問題や IMU キャリブレーション不足にてローリングを起こす障害が生じており、積載荷重の課題が確認された。(図-3) また、投影スクリーンにおいては、屋外上空への飛行状態を想定し、屋内での飛行設置とコンテンツの投影実験を行った (図-4, 5)。



図-2 システムの位置学習実験



図-3 投影スクリーンの搭載実験



図-4 実験用投影コンテンツ



図-5 投影スクリーンの設置位置

まとめ

今回の実践研究により、以下の点を今後の課題として検証分析している。

(1) Drone による重量物の引揚げと厳密な屋外条件

本来、重量物を積載し飛行する Drone は積載物を本体に一体設計されているものが一般的であり、これは、上空の大気の流れが多大な力となって Drone 本体に負荷をかけ、Drone の飛行そのものに大きく影響する。

今回の実験で設計したスクリーンは板状のスクリーンをそのまま搭載し、上空へと揚げることから、スクリーンが大気の流れを直接受けるため、Drone が想定するペイロード (MAX 荷重) を大きく上回る力が加わり、飛行困難となる状況を招くことが飛行実験により確認された。これは、当初予定した計画以上に屋外の飛行においては、厳しい飛行環境が課されるという事が実験を通して実証された。

(2) Drone の旋回動作による制御不能状態の発生

Drone は多くのセンサーにより機体を水平に保つことで安定したホバリングを実現している。このセンサーを正常動作させるのが IMU キャリブレーションによる傾斜範囲における限界域の学習機能である。ただし、このセンサーの限界域を超えた場合、機体は正常動作を継続することが不可能となり、制御不能によるローリングまたは傾斜飛行での墜落を招く可能性がある。今回の実験では、大型のスクリーンを Drone 2機で上空へ引き上げるため、スクリーン上辺の両端に積載具を固定し Drone 本体下部へつなぎ合わせる。2機で引き上げるため、両機はそれぞれ反対方向へと傾いた状態でホバリングすることとなる。(図-6) 本来、Drone は機体の垂直真下へ荷重がかかる事が理想であり、斜め下方向に引っ張られた場合、機体を地面に水平に保とうとするセンサー本来の機能が働くため、複数搭載されたプロペラそれぞれに異なる負担がかかり、スクリーンとの固定部分を中心にローリング現象を引き起こすことが確認された。

(図-7) ローリング現象は Drone 飛行において制御不能状態を引き起こす非常に危険な状態であり、今回の多人数が天体を観測しながら屋外のプラネタリウムを鑑賞する実験の内容において大きな瑕疵となるため、設計そのものの見直しが必要であると考え。今後の課題解決策としては、スクリーンの荷重が地上に向かって真下に負荷がかかる事が理想であり、Drone 単体での引揚げが想定される。(図-8)

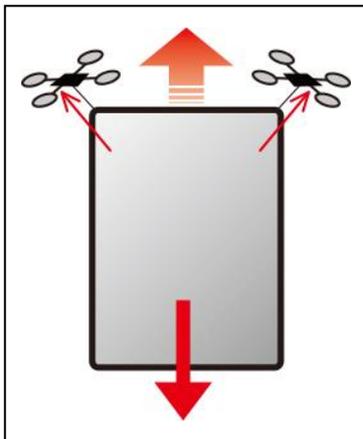


図-6 傾斜状態でのホバリング

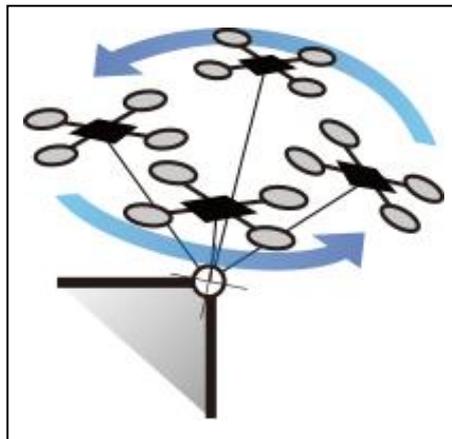


図-7 ローリング現象



図-8 理想的な負荷設計

(3) プロジェクションマッピング時のスクリーン投影補助システムの必要性

Drone によるホバリング技術を応用し、上空に大型スクリーンを安定設置することで上空にプラネタリウムコンテンツを投影する本実験において、上空の大気の流れによるスクリーンの挙動は傾きや上下左右のズレを発生させ、プロジェクター投影における障害となった。

今後の研究課題としては、スクリーンの傾きやズレを補正するため、スクリーンとプロジェクターへの投影における理想的な位置を自動補正するスクリーン投影の補助システムの開発が必要であると考え。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

- ① 星野 浩司、屋外型プラネタリム「Flight プラネタリウム」の開発と実証実験、FIT2019 第 17 回情報科学技術フォーラム、2019 年 9 月 4 日

〔図書〕（計 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8 桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：一般社団法人日本ドローン協会（代表理事）溝部 公憲
ローマ字氏名：MIZOBE, Kiminori

研究協力者氏名：福岡教育大学（名誉教授）平井 正則
ローマ字氏名：HIRAI, Masanori

研究協力者氏名：大分杵築市 上村の里（課長）宇都宮 敏雄
ローマ字氏名：UTSUNOMIYA, Toshio

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。