

# 360° 映像を利用したパトロールシステムの開発

## Development of a Patrol System using 360-degree view

東芝エネルギーシステムズ(株)	尾崎 健司	Kenji OSAKI	Member
東芝エネルギーシステムズ(株)	大島 朋美	Tomomi OSHIMA	Member
東芝エネルギーシステムズ(株)	相川 徹郎	Tetsuro AIKAWA	
東芝エネルギーシステムズ(株)	金子 智一	Tomokazu KANEKO	
東芝エネルギーシステムズ(株)	畠山 誠	Makoto Hatakeyama	
東芝エネルギーシステムズ(株)	吉田 光明	Mitsuaki YOSHIDA	
東芝エネルギーシステムズ(株)	亀井 政昭	Masaaki KAMEI	

### Abstract

From a viewpoint of safe operation and the improvement in an operating ratio of equipment, Efficient maintenance engineering and inspection work is needed. Therefore, we developed a patrol system using 360-degree camera and self-localization technology. A 360-degree camera which can photo the image of all the directions was used for this system. It can record the spherical image of an inspection worker, and enables the inspection image of the direction to need. Moreover, early detection of change of an on-site situation was made possible by difference processing with the past spherical image. In this paper, the prototype under development is reported.

**Keywords:** Patrol system, 360-degree camera, Simultaneous Localization and Mapping

## 1. はじめに

発電所などでは、工事進捗管理や異常検知のため、定期的な巡回点検が実施される。巡回点検では、確認事項の記録の他、現場状況の写真での記録が行われる。撮影された箇所以外を把握する必要が生じた場合は再度撮影する必要がある。このような追加作業の削減など、現場確認作業の効率化を目的として、巡回点検の際に、点検した箇所の位置情報とともに全方位の映像（360° 映像）を記録、閲覧できるシステムを開発した。

ここでは、プロトタイプでの評価結果を報告する。

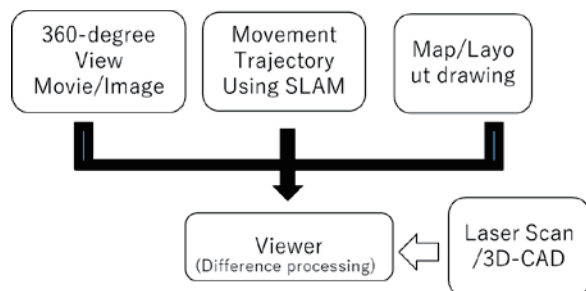


Fig. 1 System configuration

## 2. システム概要

図1にシステムの構成を示す。点検員は、360°カメラとSLAM（Simultaneous Localization and Mapping\*1）技術による自己位置推定機能を搭載した端末を所持して巡視点検を行う。360°映像（動画）の撮影と同時にSLAM技術により1秒間隔で自己位置を推定し移動軌跡（3次元座標）を記録する。映像と移動軌跡は同期しており、レイアウト図などの地図情報に軌跡を重ね合わせることで、軌跡上で選択した任意の位置での全方位の映像を閲覧できるようになる。図2に360°カメラで撮影した映像の例を示す。360°カメラは、背面合せした魚眼カメラで取得された映像を合成したものであり、閲覧する際は、補正して表示する。

図3に閲覧システム画面の例を示す。当社工場内にある動力管理設備にて試験的に取得したものである。図3（1）は設備のレイアウト図であり、それぞれのデータが登録されている位置を●で示している。図3（2）から（4）にそれぞれ360°映像、レーザスキャン、3D-CADのデータを示す。ここで、360°映像については、移動軌跡のうち、比較するポイントのみを抽出して

いる。こうすることで、同じ場所での360°映像、レーザスキャン、3D-CADのデータを切り替えて比較できる。設計データや建設、改造工事後の現場状況の変化などの把握に活用できる。また、詳細な情報はレーザスキャンで取得し、容易に取得できる360°映像で補完して記録する方法が効果的と考えられる。



Fig. 2 Sample of 360-degree image

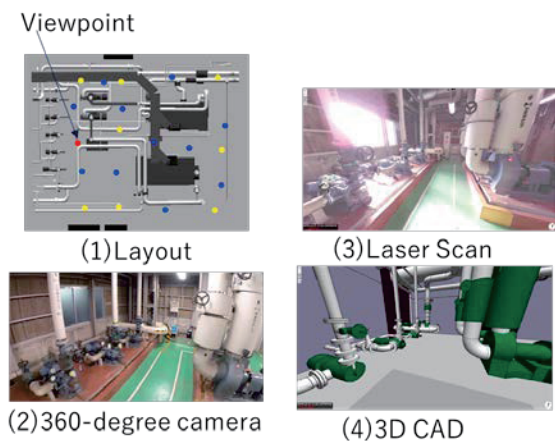


Fig. 3 Sample image of Viewer

### 3. 映像差分処理

機器の配置や漏洩による変色など、現場状況の変化を自動的に検出することを目的として、2つの360°映像の変化を検出する技術を開発した。ここでは、機器の配置状況の変化に対して、差分処理の適用性を評価した結果を示す。図4に差分処理のアルゴリズムを示す。360°カメラの動画映像をトラッキングし映像中の特徴点を抽出して、3次元点群データ化する。次にSLAM技術にて測定したカメラの位置と向きの情報と3次元点群データの情報から構造物の位置を算出する。同様な処理を同じ場所で別の時刻に撮影された映像に対しても行い、構造物の位置を算出する。ここで、SLAM技術により撮影場所を特定することで同じ場所での映像の比較を可能としている。

図5に工場にて撮影した撮影日の異なる2つ映像に対する差分処理の結果を示す。図中の視点がカメラの中心

であり、差分処理の結果、機器の配置が変化した部分(①②)をボクセル表示している。①と②はそれぞれ、移動された機器と新たに配置された機器を示す。カメラからの距離5m程度で、約30cm以上の機器の配置変化を検出できることを確認した。

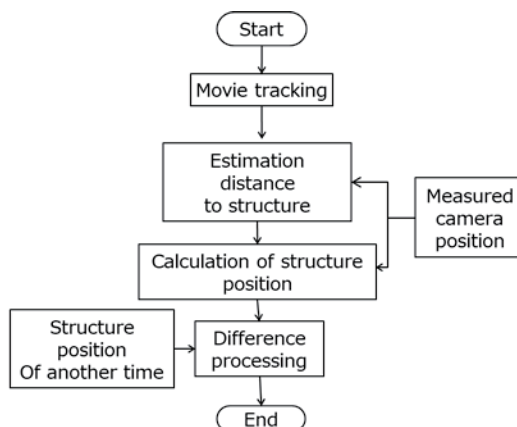


Fig. 4 Algorithm for differential processing

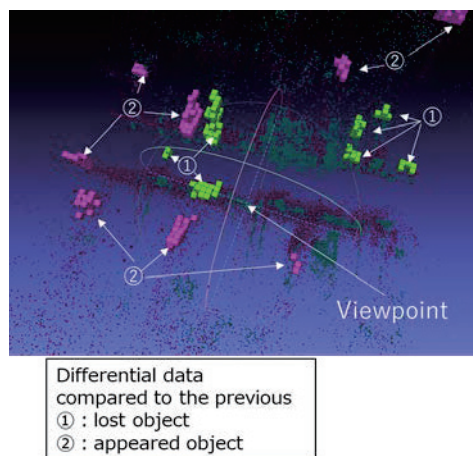


Fig. 5 Result of differential processing

### 4. まとめ

360°カメラとSLAM技術による自己位置推定機能により、屋内でも地図上の任意の位置の全方位映像を閲覧できるシステムを開発した。また、差分処理により異なる映像から構造物の配置の変化を検出できることを確認した。今後、実プラントでの機能検証や差分処理の高精度化を進める。

### 参考文献

[1] Jorge F., et al., Visual simultaneous localization and mapping: a survey, Artificial Intelligence Review, Vol 43, 2012, pp 55-81