

センサネットワークを用いた住民協力型 文化財保護システムの提案

A Proposal of Resident Cooperative Cultural Property Management System Using Sensor Network

大塚孝信^{1*} 伊藤孝行¹
Takanobu Otsuka Takayuki Ito

¹ 名古屋工業大学大学院 情報工学専攻
Nagoya Institute of Technology Department of Computer Science

Abstract: In recent years, damages such as the theft or damage of cultural property have occurred. Shrines and temples can be easily visited by anyone, but it is difficult to monitor by security guards or introduce expensive security systems like large shrines and temples. Also, regarding shrines and temples scattered around mountainous areas and remote islands, infrastructure such as power supply and communication line is not well developed and introduction of existing security system is also impossible. In this paper, we propose a system that monitors the site of shrines and temples that are scattered on mountainous areas and remote islands by self-sustainable sensor nodes by solar power generation, and notifies cooperating residents.

1 はじめに

近年、文化財の盗難や破損などの被害が発生しており、国際問題に発展するなど、大きな問題となっている。神社仏閣はその特性上、誰もが簡単に訪問することができる。しかし、大規模な神社仏閣のように、24時間365日警備員による監視や、高価な警備システムを導入することは困難である。また、山間部や離島などに散在する神社仏閣に関しては、電源や通信回線などのインフラも整備されていないことが多く、既存の警備システムの導入も不可能である。さらに、既存の警備システムの問題点として、離島や山間部においては警備員の派遣が不可能な場合が多い。そのため、都市部近隣や大規模な観光地周辺のみしか導入ができない。

我々は、プライバシーに配慮した在宅高齢者のみまもりシステムや、河川水位の監視システム、および海洋情報収集システムといったワイヤレスセンサネットワークシステムを開発しており、離島や山間部の神社仏閣における文化財保護への利用が可能であると考えている。つまり、神社仏閣に設置されたセンサ情報を用いて、不審者か一般客かを判断し、必要に応じて周辺住民へ通報することで、警備員の存在しない地域における警戒システムが実現可能だと考えている。本論文では、太陽光発電による自立稼働可能なセンサノードにより、

山間部や離島に散財する神社仏閣の敷地内を監視し、協力住民に通報するシステムを提案する。

本論文の構成を示す、まず第1章において、本研究の背景を示す。次に第2章において、本システムの解決すべき課題について明らかにする。第3章では提案するシステムの概要について示し、第4章で関連研究について論じる。最後に第5章にて本論文のまとめと今後の課題について示す。

2 本システムの解決すべき課題

2.1 離島・山間部特有の課題点

本章では、文化財保護システムが解決すべき課題と解決方法について述べる。本システムは、離島および山間部での運用を可能とする。そのため、一般的な警備システムや異常検知システムと異なり、電源と通信速度の制約が大きい。電源と通信速度に制約がない場合には、ネットワーク接続された監視カメラ情報を大規模計算機によりリアルタイム処理することも可能であるが、離島や山間部においては通信網と電源を整備する必要があり、困難である。

また、異常時の通報に関しても、近隣住民への通報を目的としているため、誤検知による通報が多発した場合には、通知される情報の信頼性が下がる。情報の信頼性が下がることにより、実際に犯罪行為が行われている

*連絡先：名古屋工業大学伊藤孝行研究室
〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器町
E-mail: otsuka.takanobu@nitech.ac.jp

場合でも、誰も現場に行かないといった事態が想定される。さらに、必要ではない通報を行うことにより、通信帯域の専有や通信コストの増加を招くことから、本当に必要な場合のみ通報を行う仕組みを構築する必要がある。そのため、通報に関しては人感センサなどの単純なセンサ情報をトリガとしてイメージセンサを起動させ、イメージセンサの情報を通信ノード内で処理することで通報の精度を上げる必要がある。

電源供給に関する課題

離島や山間部においては、AC100V 電源の確保が困難である。特に、特に小規模な神社仏閣が散在している地域においては、見回ることが困難な山間部に位置することが多く、物理的・費用的にも電源工事を行うことが難しい。我々は、太陽光発電を利用した自律稼働可能なWSN 機器を開発しており、太陽光による発電と鉛蓄電池等の二次電池により動作可能である。

しかし、山間部においては、森林などの影響で発電に十分な日照量が確保しづらい。また、不審者によるいたずらを防ぐためにも、できるだけ高い位置に設置することが望ましい。そのため、監視予定エリア近傍に鉄製の支柱を立て、支柱の上方にシステムを設置することが最善と考える。地上高 2.5m 程度の位置であれば太陽光も確保しやすく、かつ不審者によるいたずら被害を防ぐことが可能と考える。

誤通報に関する課題

一般的な警備システムにおいて、誤通報を減少させることは重要である。店舗や会社向けの警備システムは、特定の扉や窓の開閉や、明らかに人間がいない時間や場所においての人感センサなどを用いて異常検知を行っている。それらと比較し、神社仏閣のようなオープンエリアにおいては、特定の経路や異常状態が定義できないため、一般的な警備システムによる監視は不可能である。我々はそのために、3段階のステップを経て誤通報を防止するしくみを提案する。

まずはじめに、検知範囲内に人間が存在すると反応する人感センサを用いてエリア内への侵入を検知する。その後、赤外線イメージセンサを起動する。赤外線イメージセンサは、赤外線投光器と組み合わせることで、夜間においてもイメージの取得が可能である。赤外線イメージセンサから取得されたイメージは、ノードを構成する小型計算機によって画像認識され、人数や重要文化財へ近づいているかどうか、明らかな侵入禁止区域に居入っているかどうかを識別する。その後、明らかに異常であると判断された時点で、近隣の協力住民へ異常発生箇所の情報と、赤外線イメージセンサによって取得し

た画像を送信する。以上のように、通報に至るまでに複数のステップを踏むことにより誤通報を減少させることができる。

実際に利用を想定している人感センサを図1に示し、赤外線イメージセンサを図2に示す。

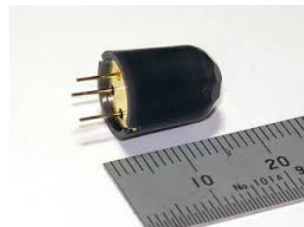


図 1: 人感センサ

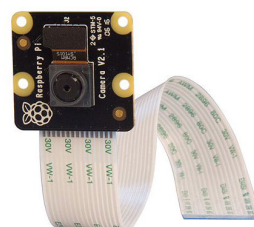


図 2: 赤外線カメラモジュール

通信回線速度に関する課題

電源に関する課題と同様に、インターネット通信回線の確保についても検討する必要がある。一般的な警備システムの場合、高速なインターネット回線を用いて、監視カメラや各種センサ情報をリアルタイムにサーバへ送信することができる。しかし、離島や山間部においては、携帯電話回線網を利用する他なく、通信速度もLTEと比較し低速である。また、IoT向けに販売されているSIMの多くがデータ通信量に応じて料金が決定する従量制課金であり、コスト面から考えても通信料を削減する必要がある。さらに、センサデバイスやイメージセンサと比較して、3G通信装置は電力消費量も多く、できるだけ通信回数・時間を削減する必要がある。そのため、誤通報に関する課題で提案した手法により、必要なとき以外は3G通信を行わず、ノードに用いられる小型計算機により異常かそうでないかの判断を行うことで、通信速度と電力消費に配慮することで、コストを抑えた運用が可能であると考えられる。

以上のように、システムの解決すべき課題と解決方法について述べた、次章においては提案するシステムの概要と通報までのフロー等の詳細を示す。

3 提案システム

3.1 システム構成

本章では、提案するシステムの全体像を示す。システムは主に、神社仏閣に配置されたセンサを接続し、異常検知を行い通報するノード側と、近隣に住む協力住民への通報を行う機能に大別される。各種センサ情報を収集し、異常検知の判断を行う計算機には、消費電力の低い小型 Linux 計算機の利用を想定している。

また、小型計算機が異常と判断した場合には、3G 通信により異常情報をサーバへ通信し、サーバは近隣に存在する住民に対して、見回り等の支援要請を行う。通報を受けた近隣住民（主に青年会や消防団など）は、通知された画像と位置情報により現地を確認し、要すれば警察への通報を行う。犯罪者と鉢合わせした際の安全性などは課題であるが、それらを解決するための住民のネットワークや装備についても引き続き検討していく必要がある。

システムの全体像を図3に示す。

本節では、提案システム全体構成について述べた、次節では、異常検知のフローについて述べる。

3.2 異常検知の流れ

異常時の通報に関しては、近隣住民への通報を目的としているため、誤検知による通報が多発した場合には、通知される情報の信頼性が下がる。情報の信頼性が下がることにより、実際に犯罪行為が行われている場合でも、誰も現場に行かないといった事態が想定される。さらに、必要ではない通報を行うことにより、通信帯域の専有や通信コストの増加を招くことから、本当に必要な場合のみ通報を行う仕組みを構築する必要がある。提案システムでは、人感センサなどの単純なセンサ情報をトリガとしてイメージセンサを起動させ、イメージセンサの情報を通信ノード内で処理することで通報の精度を上げる。具体的なフローを以下に示す。

1. 人感センサに反応
2. 侵入可能区域か侵入禁止区域か判断
3. 侵入不可能区域への侵入であった場合、イメージセンサを起動
4. イメージセンサにより人間と認識された場合は人数も判断

5. 不審者と判断し、近隣住民へ写真と場所を送信
6. 協力住民らが現地確認を行う
7. 現地確認により犯罪行為が行われている場合は警察へ通報を行う

以上のように、現地に設置された小型計算機により異常状態を判断し、近隣住民へ通報する。本手法により、必要なとき以外は3G通信を行わず、ノードに用いられる小型計算機により異常かそうでないかの判断を行うことで、通信速度と電力消費に配慮することで、コストを抑えた運用が可能であると考えられる。

4 関連研究

4.1 警備システムでの利用例

防犯分野で異常を検知するシステムは多く提供されている。代表的なのがセコム株式会社の提供するセコム・ホームセキュリティシステム [1] や ALSOK 総合警備保障の提供するホームセキュリティシステム [2] である。以上のシステムは主に侵入経路と生活空間に設置された人感センサ、窓や玄関などに設置された開閉センサ、警備会社への通報ユニットで構成されている。

4.2 高齢者みまもりの事例

高齢者見守りの分野でも多くのサービスや研究があり、高齢者宅に設置された電気ポットを用いて電気ポットがいつ使われたかといった情報を親族に通知するサービス [3]、人感センサを用いて高齢者の行動パターンを分析し、異常時に通報を送るシステム [4][5]、RFID や 荷重センサを家庭の各箇所に設置して行動パターンを分析し、異常時に通報を送るシステム [6]、ウェアラブルセンサによる体温情報監視システム [7] また、カメラを用いた動画による異常検知システム [8]、などがある。以上のサービス・研究の問題点として一般的にコストが高く・異常通報するシステムでは誤報が多いとシステムの信頼性が保てなくなる。さらに、電源供給や通信回線の存在しない空間においては利用することができない。また、クローズエリアの中での異常検知が主な目的となっており、オープンエリアにおける異常検知は困難である。

我々は、屋外において自律的に稼働可能な WSN 機器を開発してきており、大規模水害発生時における水位把握システム [9] や、グリッド状に配置した気圧センサノードを用いて局所的な異常気象を予測する研究 [10] を行っている。そのため、屋外において自律して稼働可能な異常検知 WSN システムを活用した文化財管理システムを提案する。

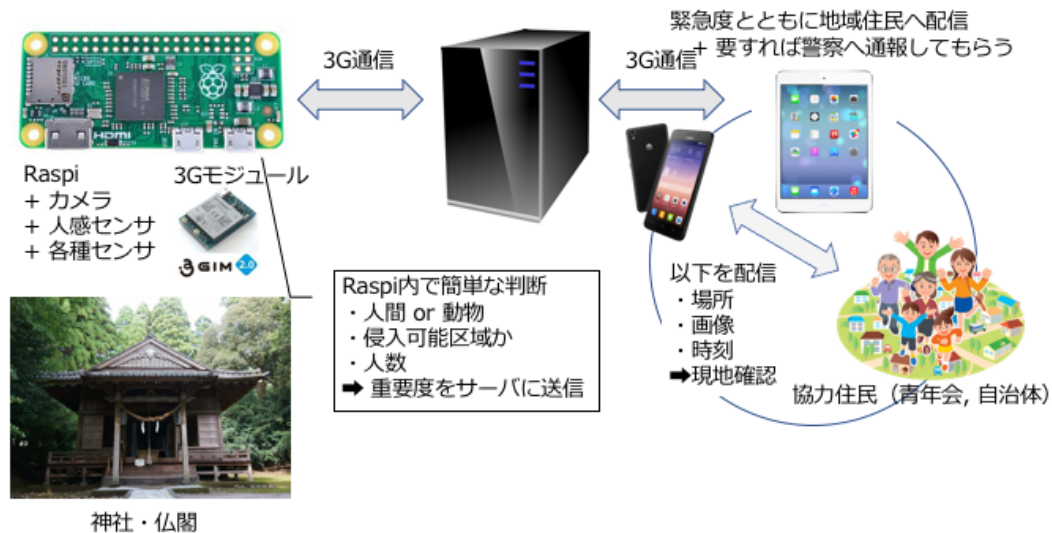


図 3: システム概要

5 まとめ

本論文では、離島や山間部に散在する神社仏閣向けの文化財保護システムについて述べた。本システムを用いることで、従来はされるがままであった文化財の盗難や破損被害を減少させることが出来ると考える。今後の課題としては、協力住民の参加方法や、犯罪者と遭遇した際の安全性をどのように確保するかの問題がある。また、実際に設置することで、異常検知の手法についても最適な方法を導出可能なため、実フィールドにおける実証試験も必要と考える。

参考文献

- [1] セコム株式会社. “セコム・ホームセキュリティシステム”, <http://www.secom.co.jp/homesecurity/plan/kodate/>
- [2] ALSOK 総合警備保障株式会社. “ホームセキュリティシステム”, http://www.alsok.co.jp/person/hs_price.html
- [3] 象印マホービン株式会社, “みまもりホットライン” <http://www.mimamori.net/>
- [4] 青木 茂樹, 大西 正輝, 小島 篤博, 福永 邦雄, “独居高齢者の行動パターンに注目した非日常状態の検出”, 電気学会論文誌 (E), vol.125-E, no.6, pp.259-265, June 2005
- [5] 松岡 克典, “住宅内行動の長期蓄積に基づく以上検知手法の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.102,2003
- [6] 矢崎 俊志, 松永 俊雄, 月江 伸弘, “RFID と生体センシング技術を利用した高齢者向け快適生活支援システム”, 電気学会研究会資料. IIS, 産業システム情報化研究会, 2009.
- [7] 田中 仁, 中内 靖, “ユヒキタスセンサによる独居高齢者見守りシステム”, 日本機械学会論文誌, No.75-760, 2009.
- [8] 関 弘和, 堀 洋一, “高齢者モニタリングのためのカメラ画像を用いた異常動作検出”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, Vol.122, 2000.
- [9] 大塚孝信, 鳥居吉高, 伊藤孝行, “災害被害把握を目的とした自律分散 WSN の課題と実装”, 人工知能学会 論文誌, Vol.31 No.6 (2015, 10) 人工知能学会 30 周年記念特集号
- [10] Takanobu Otsuka, Yoshitaka Torii, Takayuki Ito, “Anomaly Weather Information Detection using Wireless Pressure-Sensor Grid”, Journal of Information Processing Vol.23(2015) No.6, ISSN:1882-7764