

集落における猿の検知および住民への提示システムの開発

生産システム工学専攻 岡崎 正継

Development of Monkey Detection and Indication System for Community People

Masatsugu OKAZAKI

Advanced Course of Production System Engineering, Toba National College of Maritime Technology

Abstract

In recent years, monkeys have frequently been seen in rural area throughout Japan. Cases, such as doing harm to inhabitants or damaging farm products have been products. Monkeys' features are: they cause extended damaged to farm products and farmland because of their high learning capability; to set up a fence is not effective as a preventive measure, because they jump over a fence. It is said that dispel by humans is the most effective countermeasure. However, to solve the following problems: this is become the style following monkeys after they appeared; and it is difficult to discover the monkey behind a tree and so on.

We are developing a system to notify the monkey's appearance to community people on the real time by transmitters and receivers and display the monkey's position on the map on the web page to assist to dispel monkeys. This paper explains is going to its configuration and functions.

This time, we constructed the database to save the monkey's information obtained, and the function to save the information through transmitters attached to the monkeys into the database, the web application to display the monkey's present and past position on Google map by means of the estimated position information. In the future, we would like to automate the function to estimate monkey's position, and develop the notice function by e-mail and so on.

Keywords: monkey detection, indication system, Google map

1. はじめに

近年では全国各地の集落で猿が出没し、住民に危害を加える、農作物を荒らすなどの事例が報告されている。農林水産省の調査によると、猿を含む野生鳥獣による全国の農作物被害額は年間約200億円にもおよび[1]、三重県は2011年には猿による被害額が約1億5000万円で全国2位であった[2]。

猿は柿や栗など甘く栄養価の高いものを好むが、農地を餌場に行っているうちに餌の種類を学習し、多くの農作物の味を覚えることで被害を拡大させる特徴を持つ。また、人慣れした猿の場合、人が近づいても全く動じず、人に対し威嚇や攻撃、さらには民家への侵入といった危害を加えるものまでいる。最近では三重県鳥羽市のような住宅地でも猿の出没が報告されており、放置しておくとも住民に危害を加える可能性があるため対策が必要である。

獣害対策として侵入防止柵の設置が有名であるが、猿の場合は他の四足動物（猪・鹿など）と異なり、柵をよじ登る、木から柵を飛び越えるといった事があるため有効ではない。一方で、猿への

対策としては人が集団になって行う追い払いが最も効果的であるという報告がある[3]。つまり、猿にとって人里は住み心地が悪い、ここへ来ると痛い目を見ろといったことを覚えこませることが重要である。しかし、事前に猿が来るタイミングが分からないため、被害を防ぐためには定期的にパトロールを行う必要があるなどの問題点がある。

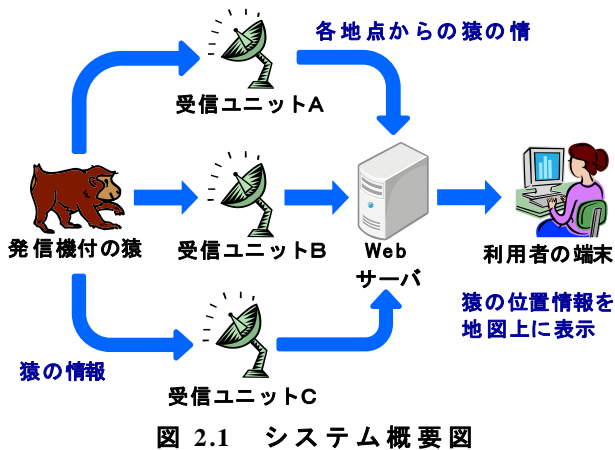
そこで、我々は猿への効果的な対策である人の集団による猿の追い払いを支援し、鳥羽地区の小中学生を主として児童への被害を防ぐため、リアルタイムな猿の位置の通知・表示を行うシステムの開発を行うことにした。猿の検知には市販されている鳥獣被害対策用の発信器・受信機を使用し、猿の位置の表示には Web ブラウザ上で動作する Google マップ[4]を用いた。本システムは小学校職員並びに地方自治体の利用を想定している。

今回は得られる猿の情報を保存するためのデータベースの構築、発信器の情報をデータベースへ保存する機能の実装、保存された猿の推定位置情報をもとに現在および過去の時点での猿の出没位置を表示する Web アプリケーションの作成を行った。

2. システムの構成

2.1. システム概要

システムの概要図を図 2.1 に示す。本システムは猿情報を管理するための Web サーバ（データベース）を中心に猿へ装着する発信器、発信器からの電波を受信して Web サーバへ送信する受信ユニット、猿の位置情報を閲覧する利用者の端末から構成される。



本システムを実現するためには、あらかじめ猿の群れの数頭に発信器を装着しておく必要がある。発信器付の猿が受信ユニットを設置した地域に出没した場合に、受信ユニットが発信器からの電波を受信する。各受信ユニットでは電波強度（受信信号強度）および個体（発信器）識別番号が受信され、受信ユニットで受信した情報と受信機識別番号をモバイル通信回線を介して Web サーバへ送信する。

サーバでは受信プログラムを立ち上げておくことで、送信されてきた情報に日付・時刻を付加してデータベースの電波強度テーブルへ保存する。

次に、電波強度テーブルへ保存された情報をもとに位置推定プログラムによって猿の位置推定を行い、得られた推定位置の情報を位置推定テーブルへ保存する。位置推定の手法については別で研究を進めている[5]ため、本稿では大まかな概要を説明する。あらかじめ受信ユニットを設置して猿の検知を行う地域一帯で発信器と GPS を持ち歩き、発信器の座標毎に得られる電波強度の情報を収集する。ここで、地域一帯を 10m 四方のメッシュで区切ること、発信器の座標を該当するメッシュへ当てはめる。収集したデータより、メッシュ毎における電波強度の平均値分布が求められる。求めておいた平均値分散を利用することで、猿が出

没する際に得られる電波強度の値を入力とした確率計算を行い、猿が存在する位置（メッシュ）を算出する。求めた推定位置の情報は推定位置テーブルへ保存される。

利用者が端末から Web ページへアクセスすると、データベースの推定位置テーブルから猿の推定位置情報が得られる。この情報には日付・時刻が付加されているため、それをもとに利用者が閲覧している日付・時刻の猿情報を取得する。取得した猿の推定位置の情報を Google マップへ表示する。

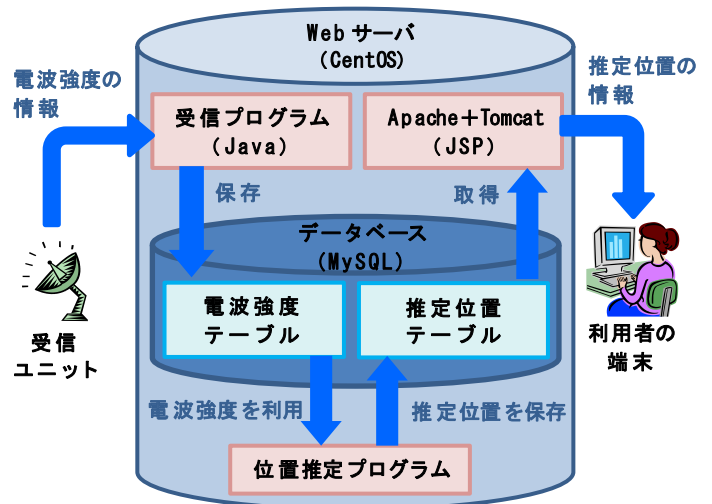


図 2.2 Webサーバ内でのデータの流れ

Web サーバのオペレーティングシステム(OS)にはフリーの Linux 系 OS の 1 種である CentOS 6.3 を用いることにした。データベースサーバアプリケーションとして MySQL 5.1[6]、Web アプリケーションのためのサーバアプリケーションとして Apache Tomcat 6.0[7]を動作させている。受信プログラムの記述言語には Java、Web アプリケーションの記述言語にはサーバ処理部分に JSP、クライアント処理部分に JavaScript を利用した。

2.2. 使用機器

発信器として、サーキットデザイン社製の動物検知通報送信機 LT-01（図 2.3）を利用する。この発信器は 5 秒毎に識別信号を電波として発信する。送信周波数は 142.95MHz を利用しており、通信距離が最大 1km 程度である。発信器識別番号がユニークとなっているため、個体識別が可能である。防水構造となっており、電池寿命は約 2.5 年であるため、長期的な使用が期待できる。重量は約 135g で、電池寿命にあわせてベルト部分が

切れるため、猿にもやさしい設計となっている。
 図 2.4 が猿に装着した様子である。



図 2.3 発信器 (LT-01) 図 2.4 猿に装着した様子

受信ユニット (図 2.5) は発信器からの電波を受信するための受信機 (図 2.6)、受信した情報を仮想的なシリアル通信としてデータベースへ送信するための XPort (図 2.7)、ネットワークを利用するためのルータ・データ通信端末で構成される。

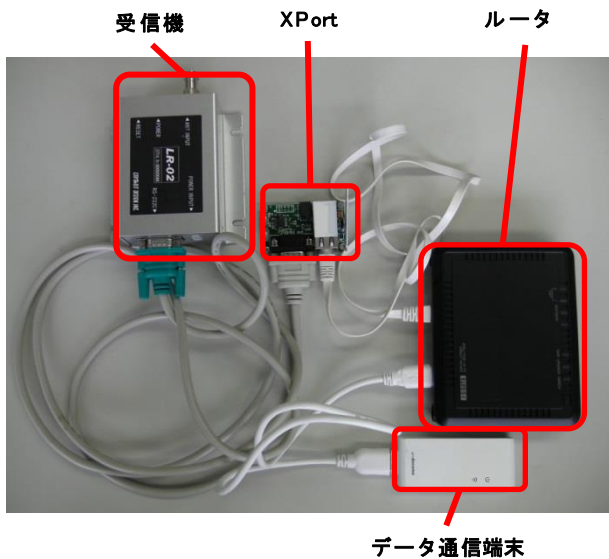


図 2.5 受信ユニットの構成

受信機には同サーキットデザイン社製の動物検知通報用機器組込型受信機 LR-02 を利用する。受信機は発信器からの信号を受信し、受信機識別番号、動物種別番号、発信器識別番号、受信信号強度 (Received Signal Strength Indication : 以下 RSSI) の値をシリアル出力する。ここで、動物種別について猿の場合は「1」、発信器識別番号は

「0000~4095」の範囲で個体ごとに異なる値を表す。RSSI の値は発信器が受信機へ近づくほど値が大きくなる。



図 2.6 受信機 (LR-02)



図 2.7 XPort

受信機が出力するデータを Web サーバへ送信するため、LANTRONIX 社製の組込み用超小型デバイスサーバ XPort を使用する。XPort を用いることで、受信機が出力するシリアルのデータをネットワークを介し、Web サーバ上の受信プログラムへ送信することが可能となる。受信ユニットが Web サーバへデータを送信する際に用いるネットワークについてはモバイル通信回線を利用している。今回は 3 号館や暁寮 B 棟、鳥羽小学校など鳥羽地区の 6 ヶ所に受信ユニットの設置を行った (図 2.8)。

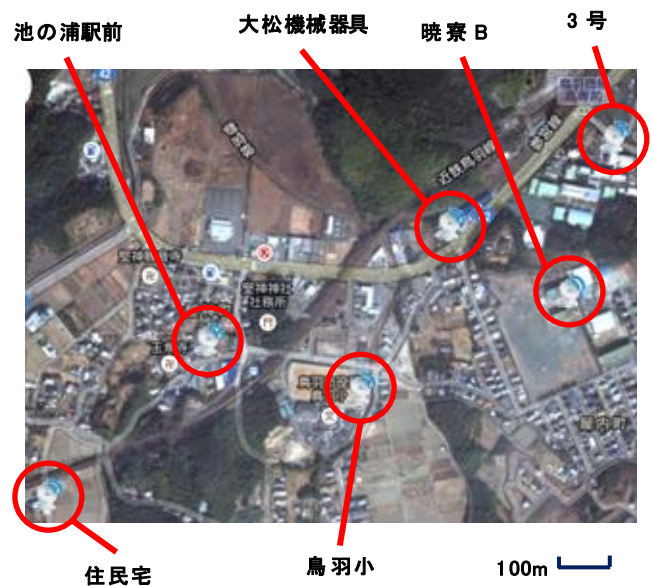


図 2.8 受信ユニットの設置位置

3. 実装したデータベース

本システムで取り扱う情報を保存するためのデータベースとして、今回はデータベース領域“monkey”を作成し、使用した。“monkey”データベース内には、受信ユニットが発信器からの信号を受信した際に得られる電波強度を保存する電波強度テーブル（表 3.1）、受信した電波強度の情報から推定した猿の位置情報を保存する推定位置テーブル（表 3.2）を作成した。

表 3.1 電波強度テーブル (monkey_LR02)

内容	カラム名	型
データ ID	id	bigint(20)
データの日付	date	date
データの時刻	time	time
受信機識別番号	receiver	int(11)
発信器識別番号	transmitter	int(11)
受信信号強度 (RSSI)	rss_i	int(11)

表 3.2 推定位置テーブル (monkey_position)

内容	カラム名	型
データ ID	id	bigint(20)
データの日付	date	date
データの時刻	time	time
発信器識別番号	transmitter	int(11)
緯度	lat	double
経度	lng	double

4. 猿情報閲覧用 Web ページ

4.1. 現在情報閲覧ページ

Web アプリケーションとして、「現在情報閲覧ページ」と「過去情報閲覧ページ」の 2 つの Web ページを実装した。2 つの Web ページでは、データベース内の推定位置情報をもとに猿の出没位置が Google マップ上へ猿のアイコンで表示される。閲覧したい Web ページの選択は Web ページ左のページメニューより選択する。

利用者が Web ページにアクセスした際、もしくはページメニューの「現在」をクリックすると現在情報閲覧ページが表示される。現在情報閲覧ページでは、利用者が Web ページにアクセスしている日時の情報をリアルタイムに閲覧することができる。表示される現在の情報閲覧ページの画面を図 4.1 に示す。



図 4.1 現在情報閲覧ページ

現在情報閲覧ページでは、アクセスした時刻から 2 分前までの推定位置情報がデータベースより読み込まれる。そして、読み込んだ情報から利用者がアクセスした時刻、1 分前、2 分前の時刻での猿の位置を表示する。また、現在情報閲覧ページの場合は 1 分毎に Web ページが自動更新され、リアルタイムな猿の出没を確認することができる。現在情報閲覧ページにおいて表示される Google マップの様子を図 4.2 に示す。



図 4.2 Google マップへの猿の推定位置の表示

利用者がアクセスした時刻での猿の推定位置を示す猿のアイコンが最も色濃く、1 分前、2 分前と時間を遡るほど、その時刻での猿のアイコンが透

明化して表示され、猿のアイコンは時系列に沿って線で結ばれる。受信ユニットについては設置された位置にアンテナのアイコンを表示している。アクセス時刻付近での推定位置情報が存在しない場合は猿のアイコンは表示されない。

4.2. 過去情報閲覧ページ

Web ページ左のメニューから「過去」をクリックすると過去情報閲覧ページへ切り換わる。過去情報閲覧ページでは、利用者が指定した過去の日時 of データを閲覧することができる。表示される過去情報閲覧ページの画面を図 4.3 に示す。



図 4.3 過去情報閲覧ページ

今回は例として、2013 年 2 月 16 日 8 時 40 分頃に人が発信器（発信機番号：302）を持った状態で鳥羽商船から池の浦までを歩いた際の推定位置情報を Google マップで閲覧する場合の操作方法を説明していく。

左のメニューから Web ページの切り換えを行った直後は利用者がアクセスしている日付 1 日分の推定位置情報がデータベースより読み込まれる。閲覧したい日付の指定にはカレンダー（図 4.4）を用いる。カレンダー上では、推定位置情報が存在する日付が黄色く強調して表示され、猿が出没した日付が利用者に明示される。今回は閲覧したい日付が 2013 年の 2 月 16 日であるため、年および日付をセレクトボックスより選択し、表示された 2013 年 2 月のカレンダーから 16 日の日付をクリックすればよい。カレンダー上の日付をクリックすることで、指定した日付 1 日分の推定位置情報が読み込まれる。



図 4.4 日付指定用カレンダー

利用者がスライダー（図 4.5）を操作することで、指定した時刻での猿の推定位置を Google マップ上で閲覧することができる。スライダーには発信器からの信号を 1 日中受信した場合のデータ数を仮定し、 $60(\text{秒}) \times 60(\text{分}) \times 24(\text{時間}) \div 5(\text{信号発信間隔}) = 17280$ 個のきざみ数を持たせた。スライダーのハンドルをドラッグすることで大まかな時刻の指定が行えるほか、キーボードの「←」キー・「→」キーの入力およびアニメーション制御ボタン（図 4.6）のコマ戻しボタン・コマ送りボタンをクリックすることで 1 きざみ（5 秒）毎の細かな時刻の指定が可能である。スライダーのハンドルの位置、Google マップに表示される推定位置情報、表示情報の日時はすべて連動している。



図 4.5 時刻指定用スライダー



図 4.6 アニメーション制御ボタン

今回は 8 時 40 分頃に推定位置情報が存在するため、スライダーのハンドルを 3~4 分目へドラッグして時刻の指定を行う。ハンドルをドラッグしていくと、表示情報の日時が「2013-02-16 08:40:10」といった具合に表示され、その日時で

の推定位置が Google マップへ表示される。その様子を図 4.7 へ示す。



図 4.7 過去情報の表示例

また、過去情報閲覧ページには時刻による変化をアニメーションとして表示する機能が存在する。この機能は指定時刻からの猿の推定位置を時刻に沿って連続で表示させていくもので、この機能によって猿の移動経路を目で追うことができる。このアニメーション機能はアニメーション制御ボタンで制御でき、再生は再生ボタン、停止は停止ボタンをクリックして行う。アニメーションの再生は実際の時間 0.5 秒毎に閲覧している情報の時刻が 5 秒後のものに切り変わっていく。

Google マップには指定した時刻での猿の推定位置を猿のアイコンで表示し、現在情報閲覧ページと同様に指定した時刻での推定位置情報が存在しない場合は猿のアイコンは表示されない。また、過去情報閲覧ページでは Web ページの自動更新は行われない。

5. おわりに

猿の位置を Web ページ上の地図へ表示することで、猿への有効な対策である追い払いを支援するシステムの構築を行った。

猿の位置を地図上へ表示する機能には Google マップを用い、Web ブラウザ上での動作を実現した。Web ページは現在情報閲覧用と過去情報閲覧用の 2 つを実装した。現在情報閲覧用 Web ページでは Google マップへ常にリアルタイムな情報を

表示することで猿の出没状況を知ることができる。過去情報閲覧用 Web ページではカレンダー・スライダーによる日付・時刻の指定といった、直観的な操作による過去の時点での猿情報の表示を可能にした。

本システムは、猿の位置情報の表示を Web ブラウザ上で行うことにより、専用のアプリケーションを別途インストールする必要をなくし、多くの人間が猿の情報を閲覧できるシステムとした。また、JavaScript 対応の Web ブラウザを内蔵するスマートフォンなどを用いることで、屋外で猿の追い払いを行いながら利用することが可能である。

今後は猿の出没をメール等で通知する機能や位置推定を行うプログラムの本格的な実装を行っていきたい。

参考文献

- [1] 「農林水産省/鳥獣被害対策コーナー」
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/index.html> (2014/1/10)
- [2] 「野生鳥獣による都道府県別農作物被害状況(平成 23 年度)」
http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h23/pdf/130625_d.pdf (2014/1/10)
- [3] 山端 直人「集落ぐるみのサル追い払いによる農作物被害軽減効果」『農村計画学会誌』Vol. 28 (2009) pp.273-278.
- [4] 「パソコンと携帯端末の両方で使える地図アプリケーションのためのソリューション - Google Maps JavaScript API v3」
<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=ja> (2014/1/10)
- [5] 西岡 壮大「RSSI の確率地図による猿の位置推定」 専攻科中間発表 (2013/11/25)
- [6] 「MySQL :: 世界でもっとも普及している、オープンソースデータベース」
<http://www.jp.mysql.com/> (2014/1/10)
- [7] 「Apache Tomcat - Welcome!」
<http://tomcat.apache.org/> (2014/1/10)
- [8] 竹形 誠司 (2006) 『Java+MySQL+Tomcat で始める Web アプリケーション構築入門』株式会社ラトルズ