

気象データサーバシステムの構築と運用

古谷 雅理[†] 宮村(中村) 浩子[†]
萩原 洋一^{††} 斎藤 隆文[†]

現在、気象観測データは天気予報、災害予測だけでなく、動植物の育成管理等広く利用されている。詳細な気象データは、天候に左右されやすい環境では非常に有用である。しかし、詳細な気象データを入手するには、独自の気象観測装置の設置、管理が必要であるため、構築時だけでなく運用時にも多くのコストを要する。本論文では、気象観測システム構築と運用の両方のコストを減らしながら、複数のユーザが容易に観測データを検索可能な気象観測システムの構築と運用について述べる。本システムを利用することによって、複数の気象観測装置のデータを管理・検索でき、複数の観測機器の同時刻の気象比較グラフを表示できる。さらに、東西南北に天気カメラを設置し、屋外の画像を記録する。これらの天気画像から、雲の動き、空の色を把握できるため、時系列の気象観測データと実際の天気画像を比較できる。これらの観測データから生成したグラフ、天気画像はインターネットブラウザを利用し検索できる。さらに、観測項目と変化量の閾値を設定することにより、気象の急激な変化を通知するシステムを開発した。この通知システムは、変化の様子が把握できるグラフを作成し携帯電話に通知する。観測者がどこにいても携帯電話で状況を確認でき、迅速に対応ができるため観測者の負担を大幅に軽減できる。

Developing and Using of Weather Data Server System

TADASUKE FURUYA,[†] HIROKO NAKAMURA-MIYAMURA,[†]
YOICHI HAGIWARA^{††} and TAKAFUMI SAITO[†]

We propose a new weather data server system. This system is intended to store weather data and sky images. The system also provides simultaneous searches from different locations, and real-time warnings of the abnormal weather. These warnings are automatically alerted to operators' cellular phones. Thus, it is possible for operator to check weather data at any time. We can manage the weather data of multi locations by one system. Therefore, it is possible to generate graphs from weather data of selected locations. This system stores sky images captured with IP cameras installed for north, south, east and west directions. Furthermore, we can check both weather data and sky images at the same time. In order to search for weather data and sky images, search engine using the Internet browser was built. Since this system utilizes general-purpose PCs, IP cameras, cellular phones, low-end meteorological equipments, and exiting networks, it does not require costs for both system configuration and maintenance.

1. はじめに

気象観測データは、幅広い分野で利用されている。農、工学分野だけでなく経済学等においても気象データを利用した研究が行われている。特に、農学分野では、特定植物の詳細な成長の記録や、屋外の植物観測所の環境を制御するために短い間隔の気象データを必

要としている。しかし、このような気象データを入手するには、独自の気象観測装置を設置する必要がある。リアルタイムで気象データを表示する安価な気象観測装置¹⁾が提供されているが、気象データを蓄積、管理するにはPC等の機器と設定技術が必要である。すでにネットワークを利用し、観測データを公開できるシステム²⁾もあるが非常に高価である。また、携帯電話からリアルタイムで状況を把握可能なシステム³⁾も提供されているが、複数の気象観測装置の気象データを比較可能なグラフを作成し、表示することはできない。

本論文では、これらの問題を解決するために安価なPCを利用した気象データサーバシステムについて述べる。本システムは、市販の気象観測装置に安価なPC

[†] 東京農工大学大学院生物システム応用科学府
Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering
Tokyo University of Agriculture Technology

^{††} 東京農工大学総合情報メディアセンター
Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

を接続した気象観測サブシステム、天気画像を撮影する IP カメラ、取得した気象データ、天気画像を管理する PC で構成する。気象データ、天気画像は、すべてネットワークにつながった PC から検索することが可能である。また、観測場所、観測項目、観測時間、期間を指定したグラフ作成機能を提供する。複数観測場所の同時刻の気象データの比較表示だけでなく同一地域内の設置高度が異なる観測機器の気象データの比較ができる。IP カメラを東西南北に設置し、雲の様子を撮影した天気画像を蓄積する。この天気画像と気象データの統計を掲示することで、比較機能を提供する。さらに、あらかじめ観測項目の変化量の閾値を設定しておくことにより、閾値を超えた場合に携帯電話に通知する機能を提供する。このとき、指定範囲を含む気象データのグラフを作成し携帯電話に通知することが可能である。観測した気象データの公開を簡略化するため、観測機器、観測データに関するデータを一部 XML で管理する。

本システムは、複数の観測機器からの観測データ、天気画像を低コストで管理できるものであり、実際に運用されている事例も紹介する。

2. 従来の気象データの取得・管理手法

気象データの取得方法は、2種類に分類できる。公共機関が一般に提供する気象データを利用する方法、研究・教育目的に提供されている気象観測装置を独自に設置し気象データを取得する方法がある。

一般に提供されている気象データを利用する場合、気象観測装置の設置、管理等に要するコストが不要であるが、すでに観測点、観測項目が決まっている⁴⁾ため、任意の場所・項目の気象データを取得できない。また、観測点ごとの過去の気象統計データは1日1回しか更新されない場合が多い。これに対し独自に気象観測装置を設置する場合は、任意の場所の詳細な気象データを取得できる。これらの多くは、気象データのリアルタイム表示と機器設定のためのコンソールを組み合わせた状態で提供されている。そのため、観測した気象データを取得するには、気象観測装置に PC もしくは専用のデータ取得システムを接続する必要がある。したがって、気象観測装置、気象データ取得のための機器、遠隔地に設置する場合は通信制御装置、観測装置の管理等のコストがかかる。最近では、屋外での環境モニタリング用に開発されたセンサネットワークシステム⁵⁾もあるが、気象観測装置として利用するにはカスタマイズが必要である。また、これらの多くは、組み込みシステムを利用しており、容易に機能を

追加することができないといった問題がある。

3. システムの設計

3.1 システム要件

実際に気象観測装置を利用している学内の研究者の意見から気象データの共有により大部分の気象観測装置の統合が可能であること、安価にシステムを構築できるなら大量に気象観測装置を配置したいことが分かった。また、既存のシステムではこれらの要件を満足するものはなかったため、本システムの設計・開発・構築を行った。

気象観測装置の設置場所、使用用途によって気象観測システムに求められる要件は異なる。我々は、2カ所のキャンパス、6カ所のサテライトキャンパス(フィールドミュージアム)での利用を目的とし以下の要件をあげる。

- (1) 気温、気圧、湿度、風速、雨量を観測
- (2) 安価な気象観測装置を利用
- (3) 詳細な気象データを長期間(1年間)保存可能
- (4) 複数観測機器の観測データを一元管理
- (5) VGA サイズ以上のカラー天気画像(東西南北)を3日間蓄積
- (6) 指定した項目のデータを簡易に表示
- (7) 屋外からも気象データを確認可能
- (8) 専用のアプリケーションを利用せずに気象データ、天気画像を検索
- (9) 指定項目、条件による気象データの通知
- (10) 専用の管理者をおかないで運用
- (11) 将来の気象観測装置の増設にも対応

要件(1)、(3)に関しては、現在利用している気象観測装置の機能をもとに決定した。既存の気象データ取得システムでは、取得した詳細な気象データは短期間、気象データの月平均を最長1年間保存している。本システムでは、過去の異常気象時の気象データも詳細に参照できるように1年間保存する。要件(5)、(7)、(9)は、サテライトキャンパス、農場実習での利用を考慮した。要件(8)は、専用アプリケーション作成による利用環境の限定を減らし、検索システム構築コストの削減をする。

以上の条件を満たし、かつ構築・運用コストが低減できるようにシステムを設計する。システム設計の詳細は次節に示す。

3.2 設計方針

前述の要件を満たすために、次のようなシステムの基本設計を行った。

- (A) 気温、気圧、湿度、風速、雨量が観測可能であ

り、詳細な気象データをテキスト形式で出力する機能、汎用の PC との接続機能を備えた気象観測装置を利用（要件（1）、（2））。

- (B) 複数観測機器の 1 年分の気象データと 3 日分の天気画像を蓄積できる保存領域を用意（要件（3）、（4）、（5））。
- (C) VGA サイズ以上のカラー Jpeg 画像を 1 秒間隔で転送可能な IP カメラを利用（要件（5））。
- (D) 専用のアプリケーションを使わない検索システムを作成（要件（6）、（8））。
- (E) 携帯端末を利用し、状況把握できるシステムを作成（要件（7）、（9））。
- (F) 処理を自動化し、専用の管理者を必要としないシステムを作成（要件（10））。
- (G) システム拡張に備え、負荷分散を考慮したシステムを構築（要件（11））。

4. プロトタイプシステムの構築とテスト運用

4.1 プロトタイプシステムの構成

前述の基本設計を満たすためには、気象観測装置から気象データを受信し、定期的にサーバに送信できる安定した性能が要求される。そこで、気象観測装置と接続する制御 PC の性能を評価する目的で、気象観測装置 1 台とネットワークに接続した制御 PC 1 台、IP カメラ 1 台、Web サーバからなる実験システムを構築した。プロトタイプの機器詳細を表 1 に示す。気象観測装置から気象データを取得するのに DAVIS 社⁶⁾の WeatherLink for VP (Windows) を利用する。

気象観測装置において測定した気象データを制御 PC から Web サーバに FTP で転送し、クライアント PC から Web ベースの気象データを表示する。また、IP カメラを校舎の屋上（高度約 30 m）に設置し、撮影した天気画像を制御 PC に転送・管理する。

4.2 テスト運用結果

試作したシステムのテスト運用を半年間行った。観測間隔を 1 分ごとに設定した場合、1 分ごとに観測し

た詳細な気象データは 2 日分、1 日ごとの平均気象データは 8 週間分テキストデータとして保存される。データファイルは、上書き処理により更新される。Web での気象データの表示には、付属のテンプレートファイルを修正することにより、表示形式の変更、グラフの作成が可能だが、任意のスケールでグラフを作成することはできない。また、作成したグラフを Web サーバに転送する際に、通信エラーが数回発生したが作成データの欠損はない。2 日分の詳細なデータのための転送の場合、この現象は確認されなかった。

IP カメラで撮影された画像は 1 秒間隔で制御 PC に FTP 転送した。蓄積した天気画像の管理には CPU に負荷がかかるので気象データの転送と天気画像の管理を同時に処理しないスケジュールを決める必要がある。また、Web ブラウザを利用した画像検索システムによって指定時間内の画像をアニメーション表示可能であった。

2 日分の詳細気象データのファイルサイズは約 160 KB であった。1 年分のデータは約 29 MB である。天気画像 1 枚のファイルサイズは約 45 KB であり、1 日分では、約 3.7 GB であった。4 台の天気カメラで撮影された画像を 3 日分蓄積するには、約 45 GB のディスク容量が必要である。

この気象観測装置と制御 PC を利用したテスト運用の結果から、詳細なテキストデータのための転送なら十分利用できることを示したが、遠隔地から制御 PC の管理をしたい、制御 PC 内で簡単な処理をしたいとの要望があげられた。これらの要件を満たすために、制御 PC は UNIX ベースとし、天気画像を管理する機器が、詳細な気象のテキストデータを取得するシステムを構築する。

5. 気象サーバシステムの構築

5.1 システム構成

プロトタイプシステムから得られた点を活かし、実運用システムの構築を行った。構築に利用した機器について述べる。

本システムの構成図を図 1 に、機器詳細を表 2 に示す。本システムは、気象観測サブシステム 3 セットと、気象データサーバ 1 台、IP カメラ 4 台、携帯電話、ネットワークから構成されている。

気象観測サブシステムは、観測装置からデータを受信し、気象データサーバへの気象データの提供を目的とし、気象観測装置 1 台、制御 PC 1 台から構成される。気象観測装置は、気温、気圧、湿度、風速、雨量が 1 分間隔で観測可能であり、制御 PC から設定変

表 1 プロトタイプの機器詳細
Table 1 SPEC of prototype system.

	型名	スペック
気象観測装置	VantagePro2 (Davis)	気温、気圧、湿度、 風速、雨量が観測可能
制御 PC	AirPC (BUFFALO)	Windows XP PentiumII 266 MHz Memory 512 MB HD 10 GB
IP カメラ	KX-HCM381 (Panasonic)	撮影画像 FTP 機能

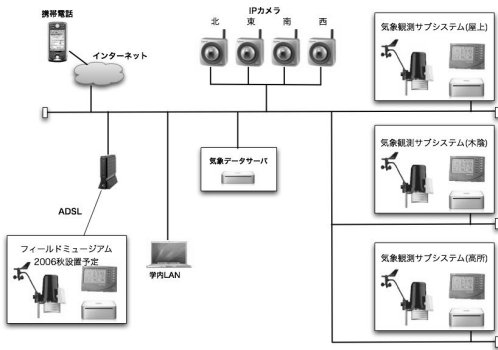


図 1 システム構成図

Fig. 1 System configuration.

表 2 気象観測システムの機器詳細

Table 2 SPEC of weather data acquisition system.

	型名	スペック
気象観測装置	VantagePro2 (Davis)	気温, 気圧, 湿度, 風速, 雨量が観測可能
制御 PC	Mac mini (Apple)	Mac OSX 10.4.6 IntelCoresolo1.5 GHz Memory 512 MB HD 60 GB
気象データサーバ	Mac mini (Apple)	Mac OSX 10.4.6 IntelCoresolo1.5 GHz Memory 512 MB HD 60 GB
IP カメラ	KX-HCM371 (Panasonic)	撮影画像 FTP 機能 任意のファイル名

更である必要がある。制御 PC は、気象観測装置から詳細な気象観測データの取得後、テキストデータとして保存でき、リモートメンテナンス、汎用のスクリプト言語が利用できる必要がある。気象観測装置からのデータ取得、観測間隔はプロトタイプと同様とする。

気象データサーバは、各気象観測サブシステムで観測したデータの総合管理、利用者へ観測データの提供を目的とする。定期的に各気象観測サブシステム内の制御 PC 内にある 2 日分の詳細な気象データを取得でき、IP カメラから送られてきた天気画像を蓄積・管理・検索できる必要がある。また、本システムでは、制御 PC と同じ種類の PC を利用する。このため気象データサーバの障害発生時には、気象観測サブシステムの制御 PC を代理サーバとして利用することが可能である。

IP カメラは、空の撮影に利用する。気象データサーバに対して、1 秒間隔で撮影された画像を転送できる機能を有し、任意の文字列と撮影時刻をファイル名に設定できる必要がある。撮影画像は VGA サイズ以上の Jpeg ファイルとする。

携帯電話は、遠隔地からの気象データ確認、監視状

況の通知に利用する。気象データサーバからのメールを受信でき、インターネット経由で気象データサーバに接続できる必要がある。気象データのグラフを表示する場合、Jpeg 画像が表示できる必要がある。本システムでは、NTT DoCoMo 社製 FOMA と Vodafone 社製 3G 携帯電話で動作を確認した。

制御 PC, IP カメラは、学内ネットワークを中継し、気象データサーバに接続する。

5.2 システム機能

気象データサーバでは、気象観測データ自動管理機能、気象データ検索機能、気象データダウンロード機能、携帯電話への通知機能、気象データ表示機能の 5 つの機能を実現する。これらの機能はすべて分散できるように開発する。検索端末では、Web ブラウザがあればよく、特別なソフトウェアは必要としない。各機能の詳細を下記に示す。

(1) 気象観測データ自動管理機能

本機能は、気象データ管理機能、画像データ管理機能からなる。3 セットの気象観測サブシステムから生成される気象データ、天気画像を検索しやすいように効率良く管理することを目的とする。

気象データ管理機能は、主に観測した気象データの管理を行う。蓄積した気象データは、容易かつ高速に検索できる必要がある。そこで、観測機器から取得した気象データからマスタ気象データファイルを作成し検索の高速化をはかる。マスタ気象データは、NOAA⁷⁾形式のテキストデータとし、他システムのデータの取り込み、データの提供を容易に行えるようにする。また、誤作動等に備え、観測機器から取得した気象データを加工せずに 1 カ月間保存する。携帯電話への通知設定、気象データの検索を行わない場合、1 日に 1 回制御 PC に接続し、1 分ごとに更新される詳細な気象データファイルを取得する。保存してあるマスタ気象データファイル内の日付情報と、取得したファイル内の日付データを比較し、更新部分をマスタ気象データファイルに追加する。気象データファイル取得時に、ファイル名を“download.txt”から、“日付+観測場所.txt”に変更し保存する。過去のデータの検索・グラフ作成にはこのマスタ気象データを利用する。

画像データ管理機能は、主に天気画像の管理を行う。撮影場所、日時等の撮影情報から天気画像を検索するには、撮影情報と天気画像が関連づけられている必要がある。そこで、画像ファイル名を撮影場所と日時から生成し、撮影情報の管理を簡略化する。本システムではファイル名の生成に IP カメラの機能を利用したが、この機能がない IP カメラを利用する場合は別途

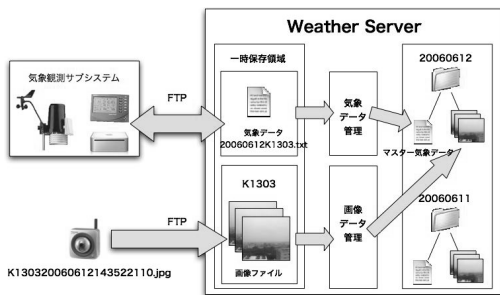


図 2 気象データ・天気画像データの管理
Fig. 2 Management of weather data.

撮影情報と画像データを管理する必要がある。

高速な検索，過去画像の管理が容易にできるように画像データを配置する必要がある。あらかじめ気象データサーバ内にカメラ名をつけたディレクトリを作成し，IP カメラの画像を転送する。画像ファイルはファイル名をもとに適切なディレクトリに移動する。定期的の日付名をつけたディレクトリ，日付名のディレクトリの下にカメラ名をつけたディレクトリを作成し，画像ファイルを撮影日のディレクトリのカメラ名のディレクトリに移動する。また，4 日以上過ぎた日付ディレクトリは削除する。これらの処理はスクリプトにより決まった時刻に自動実行する。図 2 に，本システムでの気象データ，天気画像の流れを示す。天気画像のファイル名“K130320060612143522110.jpg”は，カメラ名“K1303”，撮影時刻“2006/06/12/14:35:22”を示す。カメラは気象データサーバのカメラ名のディレクトリ“K1303”に画像を転送する。定期的ファイル管理機能が稼働し，日付名のついたディレクトリ“20060612”内のカメラ名ディレクトリ“K1303”に画像を移動する。また，4 日前のディレクトリ“20060608”が存在する場合，ディレクトリごと削除する。

(2) 気象データ検索機能

取得した気象データを，日付ごとの数値一覧で表示したのでは，気象状況の変化を把握するのは容易でない。そこで，効率良く必要なデータを表示できる検索機能を提供する。気象データの詳細検索をするためには，観測装置の場所，時刻を指定でき，任意のスケールでグラフ表示できる必要がある。また，天気画像の検索も同様の項目が指定ができ，天気画像を連続表示できる必要がある。これらの検索機能は，ネットワークにつながった様々な PC 環境からの利用が想定される。そのため特定の端末，特殊なソフトウェアを利用しないことが望ましい。そこで，通常の PC から閲覧することが可能であり，ネットワークを利用し，複数の場所からグラフや天気画像の確認を実現するために，

Web サーバを利用した検索システムを開発した。

気象データ，天気画像の検索には，JavaScript が利用可能な Web ブラウザを利用して気象データサーバに接続し，検索画面から検索項目を入力する。気象データの表示は，検索画面から，観測装置の設置場所，日時，観測項目を選択入力する。入力情報をもとに気象データサーバ内の CGI が検索条件にあった気象データを検索しグラフを作成する。このとき，検索項目が昨日以前のデータの場合，マスタ気象サーバファイル内から条件にあったデータを検索する。新しい気象データが必要な場合は，最初に検索 CGI が対象となる気象観測装置に接続し最新のデータをダウンロードする。次に，マスタ気象データファイルに最新の情報を追加し，グラフを作成する。はじめに，指定範囲内の気象データの最大値，最小値，平均値，最大値と最小値の差を求める。次に最大値が 300 に収まるように調整し折れ線グラフを作成する。PC 用のグラフは最大高さを 300 ピクセル，最大幅を 1,440 ピクセルの Jpeg 画像とする。グラフは検索時に作成する。

天気画像の連続表示は，JavaScript のタイマを利用して表示することによって実現した。検索画面から，カメラの向き（東西南北），日時，再生時間を選択入力する。入力情報をもとに気象データサーバ内の CGI が検索条件にあった画像を検索し，画像の保存位置，アニメーション再生用の JavaScript を埋め込んだ HTML ファイルを生成する（図 3）。検索者は新しく表示された画面内にある再生ボタンを選択し連続表示される天気画像を確認する。天気画像の下に撮影情報が表示されるので時刻による天気の変化を確認することが可能である。検索画面を図 4 に示す。画面左側に天気画像，観測項目の検索条件を入力し，表示を選択することにより，右側に結果が表示される。

(3) 気象データダウンロード機能

すでに気象データを研究に利用している場合，気象データサーバに蓄積されているデータのみを引き出し，用途に合わせてデータを加工したい。そこで，気象データのダウンロード機能を提供する。Web ブラウザ上で，気象観測装置，日付，観測項目を指定すると，気象データサーバ内の CGI が条件にあった気象データをマスタ気象データファイルから抽出し，CSV 形式のデータを新しい画面に表示する。ユーザは，この内容をファイルに保存し利用する。

(4) 携帯電話への通知機能

動植物の育成観察時に急激な温度変化がおきた場合，管理者はどのように変化したのかを把握したい。管理者が施設内にいない場合は，直接確認したり，PC で

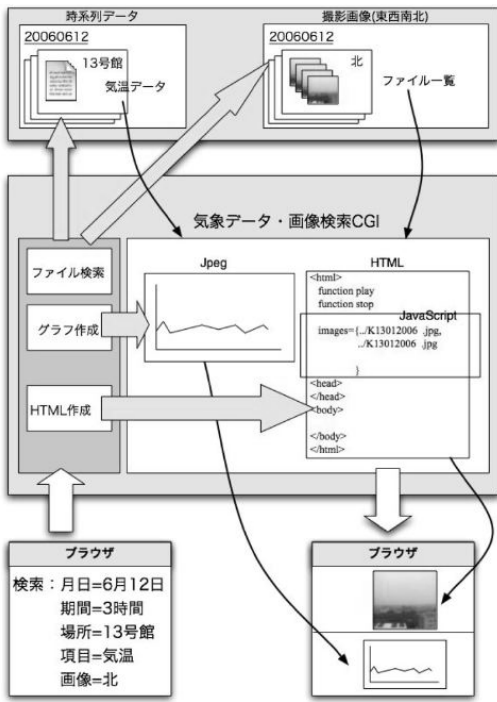


図 3 気象データの検索システム
Fig. 3 Search system for weather data.

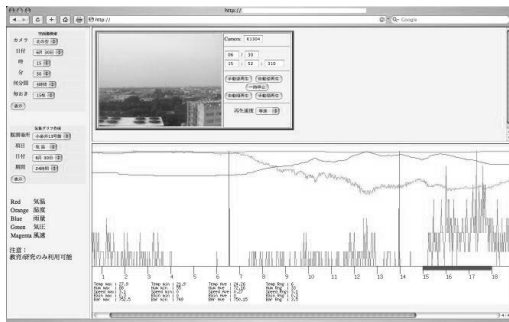


図 4 気象データ・天気画像の検索画面
Fig. 4 Screen shot of search system.

状況を確認することができない。あらかじめ観測項目に閾値を設定しておき、閾値を超えたときに携帯電話に通知するシステムもすでに提供されている⁸⁾。これらのシステムの大部分は、いつ、どの程度閾値を超えたかを通知するだけである。これでは観測項目がどのように推移し、どのような対応をしなければならないのかは判断できない。そこで、本システムでは、閾値を超えた場合、閾値を超える以前の気象データグラフを作成し、携帯電話に通知する。

あらかじめ、登録画面から観測装置、観測項目、閾値、検索間隔を設定しておく。気象データサーバ内のスクリプトが指定された検索間隔で、対象の観測装置

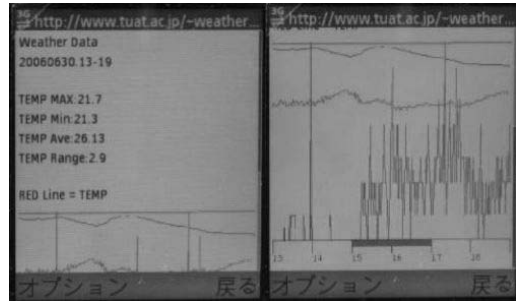


図 5 携帯電話での気象データの表示
Fig. 5 Screen shot of weather data on cellular phone.

```

1: <? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2: <root>
3:   <filename>weatherdata</filename>
4:   <stationnumber>3</stationnumber>
5:   <weatherstation stationid="1">Koganei13</weatherstation>
6:   <weatherstation stationid="2">Koganeikogi</weatherstation>
7:   <weatherstation stationid="3">Koganeilib</weatherstation>
8:   <weather id="1">
9:     <latitude>35.41</latitude>
10:    <longitude>139.45</longitude>
11:    <altitude>39</altitude>
12:    :
13:    :
14:  </weather>
15:  <weather id="2">
16:    :

```

図 6 XML での表示例
Fig. 6 Sample of XML.

から新しい気象データをダウンロードし、過去の観測値と比較する。このとき閾値を超えた場合グラフを作成し、最大値、最小値等の気象データとともにグラフの URL を含んだ HTML ファイルを作成し、メールで通知する。管理者はメールに書かれた URL にアクセスすることにより気象データの変化をグラフから確認できる。検索間隔の最小値は 1 分である。携帯電話での確認画面を図 5 に示す。

(5) 気象データ表示機能

観測した気象データをホームページ等で公開する場合、表示する項目を容易に編集可能であれば、管理が簡略化できる。そこで、各気象観測装置の設置情報、週・月平均気象データを XML ファイルで管理する。気象観測装置の情報管理用 XML ファイルを図 6 に示す。一般に公開可能なデータを含んだ XML ファイルを自動作成し、気象データサーバに保存する。気象データサーバの検索ページに接続すると、XML ファイルの内容が気象データサーバ内の CGI によって HTML に変換され表示される。

6. 実験と評価

6.1 システムの運用

開発・構築したシステムの実運用について述べる。3



図 7 気象観測装置
Fig. 7 Weather equipment.



図 8 IP カメラによる天気画像
Fig. 8 Sky images captured IP camera.

台の気象観測装置を、高さ約 30 m の校舎の屋上 (図 7 左)、高さ 10 m の屋上緑化システム、並木道の木陰 (図 7 中) に設置した。各制御 PC (図 7 右) での気象データ取得、IP カメラで撮影された画像 (図 8) の管理、気象データのマスタ気象データファイルへの追加は自動的に行われる。気象データを検索する場合、学内の PC から気象データサーバの Web ページにアクセスすることで閲覧する。携帯電話への通知機能を設定した場合、通知設定者の携帯電話に通知する。

メンテナンスが必要なのは、制御 PC のセキュリティアップデートと気象観測装置の可動部分 (風向・風速計) の確認である。制御 PC のアップデートに関しては、遠隔操作により行う。現在、気象観測装置の可動部分を定期的に見回することで対処している。今後は、気象観測装置を観察する IP カメラを設置し遠隔地から可動部を確認する。

気象観測サブシステムが故障した場合、予備機との交換で対応する。制御 PC が故障した場合、あらかじめプログラムをインストールした予備機と交換する。気象観測装置とのシリアル通信、ネットワーク設定後にネットワークに接続すれば、通常どおり運用できる。約半年間の実運用では、気象観測装置、制御 PC に故障はなかった。

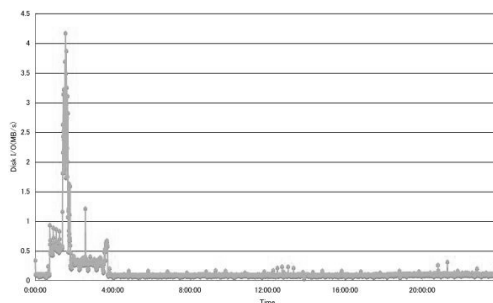


図 9 ディスク I/O
Fig. 9 Disk I/O.

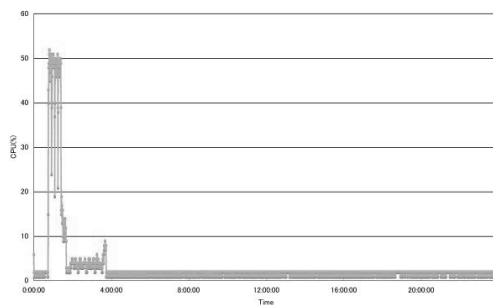


図 10 CPU 利用率
Fig. 10 Usage of CPU.

6.2 システムの性能評価

気象データサーバの性能を評価するために、気象観測サブシステム 3 セット、IP カメラ 4 台における気象データサーバのシステム状態を 30 秒ごとに 24 時間測定した。本システムでは、午前 1 時に画像データ管理機能、午前 3 時 30 分に気象データ管理機能が自動稼働する。

気象データサーバのディスク I/O を図 9 に、CPU 利用率を図 10 に示す。1 日分の天気画像データ約 15 GB (約 35 万枚) を管理する画像データ管理機能の稼働時に、ディスク I/O、CPU 利用率とも高い値を示している。ファイルリスト作成後に移動先を決定するため、リスト作成時に CPU 利用率が高くなっており、最大約 50% に達する。この処理は CPU に大きな負荷をかけているが 1 日 1 回のみであり、他の処理には影響を与えていない。最大値を記録した午前 1 時 30 分は実際にファイル移動が開始された時刻であった。また、午前 3 時 30 分にディスク I/O、CPU 利用率がわずかに高くなったのは、気象データ管理機能が約 400 KB の気象データを受信し加工しているためである。気象データ管理のマスタ気象データファイル作成処理による CPU 利用率は約 10% 以下であることから、気象観測サブシステムの増設が見込める。

さらに、観測した気象データを複製した試験用制御

表 3 気象システムの比較と評価
Table 3 Comparison and evaluation of weather data server system.

本システム	大型気象観測システム (気象機器検定受)	既存小型気象観測システム
システム価格	×	
システムの増設	×	×
運用(メンテナンス)	×	
任意の場所への設置	×	
複数観測点のデータ管理	×	
任意時間でのデータ取得	×	
観測機器の精度		
観測機器の耐久性		
携帯電話のデータ確認	×	
天気画像の表示	×	×

PC 2 台を増設したときのディスク I/O, CPU 利用率を測定したが, 最大値, 平均値とも気象観測サブシステム 3 セットの場合と大きな変化は見られなかった。IP カメラを増設した場合, CPU 利用率, ディスク I/O は最大値, 平均値ともわずかに増加した。また, IP カメラを 1 台増設するあたり, 画像ファイルの移動開始時刻, 処理完了時刻が数分延びた。

これらの調査結果から, 5 セットの気象観測サブシステムでも問題なく運用できることが分かった。今後は, 気象データサーバ 1 台に対し, 気象観測サブシステム 10 セットまでの接続試験をする予定である。また, 画像データの管理スケジュールを調整することにより IP カメラの増設も可能であると推測する。ただし, IP カメラの増設可能台数は, 設置場所の回線速度, 気象データサーバのディスク容量にも依存するため今後調査を進める。

6.3 構築・運用コスト

本システムの構築・運用コストについて述べる。我々は, 気象観測サブシステム 1 セットあたり 20 万円以内での構築を目標としている。本システムでは, 目標額を少し超えたが, 大型気象観測装置の 1/5 以下であり, 本システムと同様に気象観測装置を大量に設置することを目的としたセンサネットワークによる気象観測システムの 1 ノードあたりの費用の約半分である。気象データサーバとして安価な汎用 PC を利用しているため, 1 台の気象データサーバで 10 セット以上の気象観測サブシステムの管理が可能と考えられるので, 大量導入時には気象観測サブシステム数以外にかかるコストの比率は非常に小さいと推測する。運用時にかかるコストは, PC の運用費用と障害等が発生した場合のメンテナンス費用のみである。

気象観測サブシステム増設には, 気象観測装置の設置, 屋内への配線, 制御 PC の設定, 気象データサーバへの登録が必要である。作業時間は設置環境に依存

するが, 今回設置した 3 セットの最長作業時間は 3 時間である。すでに設置してある機器の交換時間は 20 分以内である。

6.4 システムの拡張性

本システムが管理するマスタ気象データファイルは NOAA 形式に準拠している。したがって, 同様のデータ形式を採用し, ネットワークを介してデータを取り出せる観測システムは, 本システムへ接続が可能である。また, 制御 PC から必要な観測項目を取得可能であれば, その他の気象観測装置も利用可能である。ただし, 本システムとの接続に時間がかかる場合, 観測間隔が異なる場合は, 携帯電話への通知機能が利用できない可能性がある。

6.5 他システムとの比較

本システムと他気象観測システムの比較を表 3 に示す。この表から他システムに比べて構築・運用面で優位であることが分かる。気象機器検定を受けている大型気象観測機器は, 耐久性, 信頼性に優れているが, 定期的な機器の校正が必要なため高額な運用費が必要である。本システムで利用する気象観測機器は, 気象機器検定を受けることはできないが, NIST⁸⁾ の基準は満たしている。精度に関しては現在調査中であるため良好とはしていない。学内に設置された気象庁の観測データが一般公開されているので, 現在比較中である。

6.6 今後の課題

現在, 様々な気象観測装置が提供されており, 複数の観測装置が接続可能な気象観測システムの大部分は, 気象データをデータベースに登録し利用している。また, 気象衛星から取得した画像からデータベースを構築する研究^{9),10)} も行われている。しかし, これらのデータベースから情報を容易に引き出すことはできない。各気象観測システムで取得した気象データを統合するシステムを構築すれば, 点在する気象観測装置の

データを容易に利用できると思われる。

また、複数の気象観測装置の気象データは大量であり、この中から重要な情報を短時間で探し出すのは容易ではない。1年間の変化量を折れ線グラフで表示しても変化量をすぐに読み取ることにはできない。そこで、大量のデータを短時間で検索できるシステムを今後開発する必要がある。

7. おわりに

本論文では、複数の気象観測装置を接続する気象観測システムを従来の方式よりも低コストで運用・構築できるシステムについて述べた。また、そのシステムを実際に構築し、運用した事例について述べた。

本システムは、安価で入手可能な気象観測装置、汎用のPC、IPカメラを利用して構築し、現在運用している。気象データと天気画像を同時に記録し管理することが可能である。これらのデータは、Webブラウザを利用し検索可能である。携帯電話への通知機能を開発したことにより、気象状況の変化を遠隔地で確認でき、管理者の負荷が軽減された。また、制御PCと気象データサーバの2種類のPCを利用しているが、気象データの提供のみであれば1台の制御PCのみで構築できる。

今後さらなる気象観測装置の増設や他システムとの連携をすることにより、広範囲を気象データの取得が期待できる。運用を続けながら今後もさらに開発を続けていく。

参 考 文 献

- 1) 総合気象観測装置 Model WS-2310. <http://www.daiwasystem.co.jp/html/ws2310.html>
- 2) ネット気象台システム. http://www.eko.co.jp/eko/a/NetMO/NetEKO_PR.html
- 3) 簡易観測システム. <http://www.fbsys.net/sekou/keisoku/keisoku.html>
- 4) 気象庁. <http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>
- 5) Fukatsu, T. and Hirafuji, M.: Field Monitoring Using Sensor-Nodes with a Web Server, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.17, No.2, pp.164-172 (2005).
- 6) DAVIS. http://www.davisnet.com/home_static.asp
- 7) National Oceanic & Atmospheric Administration. <http://www.noaa.gov/>

- 8) National Institute of Standards and Technology. <http://www.nist.gov/>
- 9) 片山幸治, 小西 修: 知識発見支援のための気象画像データベースの構築, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.SIG5, pp.69-78 (1999).
- 10) 菊地時夫, 喜連川優: GMS-5 気象衛星画像データベースと統合視覚化システムの構築, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.SIG8, pp.148-155 (2001).

(平成 18 年 7 月 10 日受付)

(平成 19 年 1 月 9 日採録)



古谷 雅理 (学生会員)

平成 16 年東京農工大学大学院博士前期課程修了。現在、同大学院生物システム応用科学府博士後期課程在学中。コンピュータグラフィックス、画像処理の研究に従事。



宮村 (中村) 浩子 (正会員)

平成 16 年お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士課程修了。理学博士。同年東京農工大学大学院生物システム応用科学府助手。大規模情報可視化やボリュームビジュアルゼーション等の研究に従事。



萩原 洋一 (正会員)

昭和 54 年東京電機大学卒業。同年東京農工大学工学部数理情報工学科技官。平成元年情報処理センター助手。平成 7 年総合情報処理センター講師。現在、総合情報メディアセンター助教授。主として情報ネットワーク、情報システム運用技術、情報教育の教育と研究に従事。



斎藤 隆文 (正会員)

昭和 57 年東京大学工学部計数工学科卒業。昭和 62 年同大学大学院情報工学専攻博士課程満期退学 (平成 2 年修了)。工学博士。昭和 62 年日本電信電話 (株) NTT 研究所勤務。平成 3~4 年米国ブリガムヤング大学客員研究員。平成 9 年東京農工大学工学部助教授、平成 14 年同大学大学院生物システム応用科学府教授。CG、映像処理、可視化等の研究に従事。