

地域環境データ自動集計のためのモバイルセンサーの開発

中西 功*¹, 洲脇 匠*²

Mobile Sensor for Automatic Environmental Data Collection

Isao NAKANISHI*¹, Takumi SUWAKI*²

キーワード : 地域環境データ, 自動データ集計, モバイルセンサー

Key Words : Automatic Environmental Data Collection, Mobile Sensor

1. まえがき

環境と共生しながら地域の持続的発展を図るためには、地域環境に関するデータを集計し、それに基づき地域の特性を理解することが重要となる。ただし、気温や雨量、日照量、風速などの地域環境に関するデータは、測定日時が異なれば、天候も異なるため、国や自治体が提供する統計的なデータを用いるだけでは信頼性の高い比較・検討が困難である。そのため、より正確に地域環境を理解するためには、共通した条件の下で測定を行う必要が生じる。

しかしながら、共通した条件下で測定を行うには人手と労力が必要となる。例えば、若らは鳥取砂丘での風力発電の可能性を調査するため、砂丘内に風向計と風速計を設置し、測定データが自動記録されるシステムを導入しているが、データの回収は RAM カードの手作業による交換で行っている^[1]。この場合は一箇所での測定であったが、測定箇所が多点かつ遠方になる場合、手作業でのデータ回収は大きな手間となる。加えて、環境データの場合、人里離れた場所に測定器を設置する場合もあり、その場合、電源確保の問題も生じる。

そこで、測定データを自動的に集計用コンピュータに送信することができれば、効率的な測定が可能となり、直接コンピュータでデータを処理することもできる。また、測定器も今日の携帯電話程度の消費電力であれば、電池による数日間の連続測定が可能となる。本論文ではこのような機能をもつシステムを、「モバイルセンサー」と呼ぶことにする。モバイルセンサーを用いた自動データ集計システムを概念を図1に示す。測定データを集計用コンピュータに送信する方法としては、有線や無線のネットワーク(LAN)を用いることも考えられるが、有線LANの場合はケーブル長に制限があるため、測定器の設置場所の自由度が低くなる。一方、無線LANの場合も電波の到達距離が短いために設置場所が限られる。本論文で定義するモバイルセンサーとは設置場所に関する自由度が高いものを指す。

以下、2章では自動データ集計システムにおいて核となるモバイルセンサーの機能について検討する。3章では2章で明らかにした機能を実機の組み合わせにより構成できることを示す。また、自動送信用の制御用プログラムを開発し、実機を動作させることにより機能の検証を行う。そして、最後に4章でまとめとする。

* 1 鳥取大学 教育地域科学部 地域設計学講座 助教授

* 2 鳥取大学 教育学部 総合科学課程 理数情報コース (平成14年度卒業)

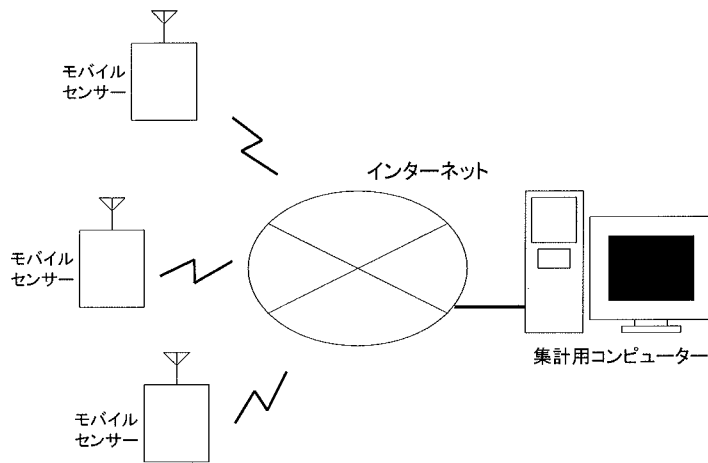


図1 モバイルセンサーを用いた自動データ集計システムの概念図

2. モバイルセンサー

データの自動計測・送信機能を実現したシステムは既にくつか提案されている。CatRace は気温データの教育利用法を探ることを目的に開発されたもので、気温の自動連続計測とそのデータの自動送信を行うシステムである^[2]。市販の温度記録器を RS-232C を通じてコンピュータにより制御し、測定されたデータはコンピュータにより電話回線(パソコン通信またはインターネット)を通してデータ集計用サーバーに送信される仕組みとなっている。

土砂災害の監視用に開発されたシステムもある^[3]。測定器ならびに送信部分は小型ソーラーシステムでの長期稼働が可能のように低消費電力設計となっている。通信には免許申請不要な特定小電力無線を用いており、送信距離があまり長くない(見通し約 2~5km)ため、近場にインターネット回線が必要となる。

NTTドコモが提供する DoPa というパケット通信網を利用して、運輸車両の車両位置確認や配送状況報告システム、自動販売機の販売上データ通信システムなどが提供されている。モバイルアークと呼ばれる専用通信機や DoPa 対応の携帯電話などを用いて通信を行うため、サービスエリア内であれば場所を選ばず、移動も容易であるという特徴を持つ。

スマートダストは現在カリフォルニア大学で開発中の無線通信機能がついた超小型センサーである^[4]。体積は現時点で約 100 立方ミリメートル、完成品は 1 立方ミリメートル以下になるという。この超小型のデバイスは、20 メートルの無線通信機能を持ち、他のスマートダストとネットワークを構築し、サーバーコンピュータへデータを送信することができる。モバイルセンサーの将来的な形として期待される。

以上の既存の技術・システムの比較から、モバイルセンサーとしての必須の機能が見いだされる。すなわち、目的となるデータを取得するための測定部、データ送信のための無線通信部、そしてこれらの機能を制御する制御部の3つである。それぞれの機能の関係を図2に示す。

メモリは測定データを一時的に保持しておくバッファとして機能する。制御部は測定部に一定時間ごと

に測定命令を出し、メモリに測定データが蓄えられる。一方、蓄えられたデータは一定間隔毎に読み出され、無線通信部を通して送信される。特に、モバイルセンサーであるためには広範囲での通信能力を有していることが求められる。

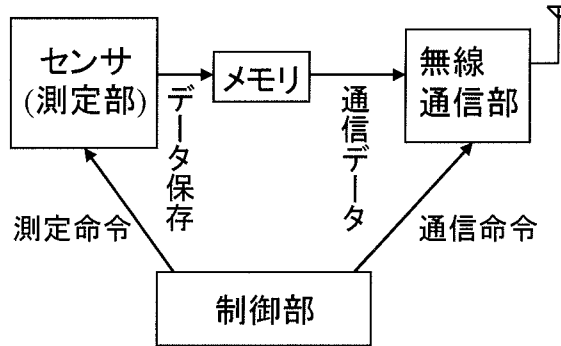


図2 モバイルセンサーの機能説明図

3. システム実現

前章で見いだしたモバイルセンサーの機能を、既存のシステムを組み合わせることにより実現し、その動作を確認する。

3.1 ハードウェア構成

3.1.1 測定器

測定器は制御器と接続するためのインターフェースを有する必要がある。今回測定器には計測技研社のSpringDAQを使用した。これは、後述する制御器専用の測定器であり、PCカード・インターフェースを用いて接続される。図3には温度センサーを取り付けた場合の写真を示す。SpringDAQはセンサー部分を変更することにより様々なデータの測定に対応できる。



図3 温度センサーを取り付けた測定器

3.1.2 制御器

制御器は、測定器、通信機の双方にアクセスできるインターフェースを持ち、それぞれが自動的に制御できなければならない。また、測定器からのデータを送信するまでの間、一時的に記憶しておくメモリ機能も必要である。さらに、モバイルセンサーとしては、機器の大きさや消費電力も考慮する必要がある。そこで、今回は Handspring 社の VISOR という PDA を使用した。PDA とは、Personal Digital Assistant の略で、小型、省電力を特徴とする携帯用情報端末である。機器の写真を図4に示す。VISOR では PalmOS と呼ばれる OS が動作し、プログラム開発環境も提供されているため、使用者が独自のプログラムを作成し、実行させることが可能である。制御器がプログラム機能を有することにより、様々な目的に応じて柔軟に計測内容を変更することができる。

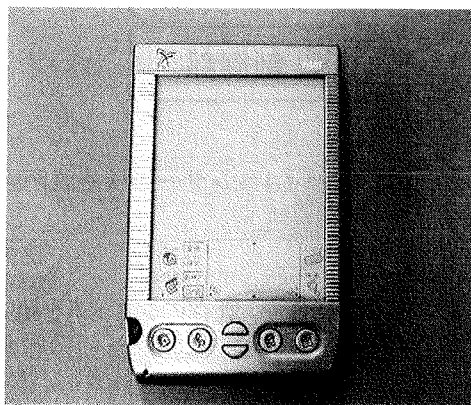


図4 制御器としての PDA

3.1.3 通信機

モバイルセンサーにおける通信機としては無線による通信が必須である。無線通信は大別すると、専用の無線システムを用いる方法と、携帯電話等の既存の無線通信網を利用する方法に分かれる。前者は、遠距離で使用するには大きな電力が必要となり(消費電力は通信距離の2乗から4乗に比例)、コスト、保守の面で課題が残る。例えば、前章で示した KGA-301 システムは太陽電池で動作する専用の長距離無線データ転送システムを用いているが、送信距離は 5km 程度であり、モバイルセンサーとしては不十分である。一方、公衆回線を使用する方法は、通信網が使用地点をカバーしている必要があり、回線使用料も必要になるが、安価で、消費電力も少ない送信装置が実現できる。また、インターネットを利用すれば、通信範囲は全世界規模に広がる。以上のことから、モバイルセンサーの通信には、既存の無線通信網を利用することにした。

具体的には、小型で低消費電力である汎用の携帯電話を通信機とし、携帯電話の回線を経由してインターネットに接続し、電子メール機能により測定データを送信する。また、制御器である VISOR と通信機である携帯電話とのインターフェースには IrGEAR という赤外線通信機能を使用する。ただし、携帯電話は標準では赤外線通信機能を有していないため、赤外線通信アダプタを導入した。これは、使用した VISOR にインターフェース用の PC カードスロットが1つしかなく、それを測定器とのインターフェースに使用したためである。通信機の機能として赤外線通信が必須である訳ではない。制御器が複数の PC カード・インターフ

ェースを有するか、もしくは、通信機と接続可能な別なインターフェースを有していれば良い。

以上の機器を組み合わせて構成したモバイルセンサーの実現例を図5に示す。また、その実際の写真を図6に示す。携帯電話の下部に見えるのは赤外線通信用のアダプタである。

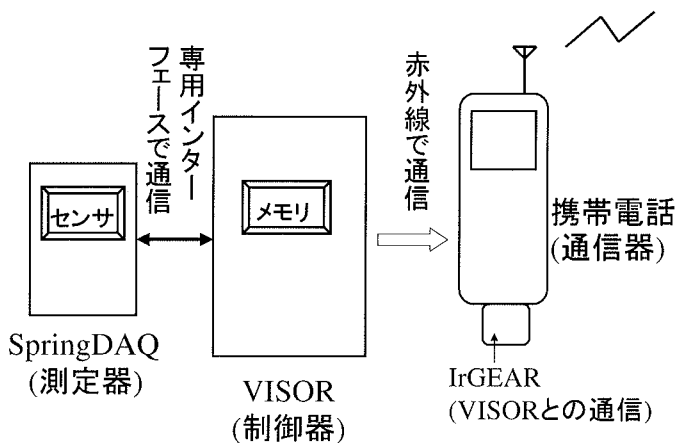


図5 モバイルセンサーの実現例



図6 モバイルセンサーの実機による構成

3.2 制御プログラム

本節ではモバイルセンサーを制御するためのプログラムについて述べる。プログラムが必要となるのは、測定器を制御して自動測定を行う部分と、通信機を制御して自動的にデータを送信する部分の2つである。

- ・ 自動測定用プログラム

一定時間ごとに測定器に対して自動的に測定命令を出し、測定結果であるデータを制御器内のメモリに保存することが要求される。ただし、この部分は今回測定器に使用した SprinDAQ に付属しているため、それを使用することで対応できる。

- ・ 自動送信用プログラム

制御器内に蓄えられた測定データを一定時間ごとに電子メール機能を用いてインターネット上の集計用のコンピュータ(メール・サーバ)へ送信するため、測定データをメールサーバが扱うことのできる形式(プロトコル)に変換することが要求される。この部分のプログラムは独自に開発する必要がある。

プログラムの開発言語としては、Metrowerk 社の Codewarrior Lite for PalmOS (PalmOS 上で動作するプログラムを Windows 上で開発するためのツール)を用いた^[5,6]。自動送信用プログラムのフローチャートを図7に示す。以下に処理の流れを説明する。

- ・ メインループ処理

プログラムが起動されると、初期設定(画面表示処理など)を行い、メイン画面が表示される。この画面では、メール送信のためのアドレスと送信する時間間隔を設定する。これらの処理は待機処理にて行われる。終了処理が割り込まれると、待機処理を終了し、プログラムを終了する。

- ・ 待機処理

アドレス、送信時間間隔等の設定を行い、設定時間ごとにメールを送信する。イベント(何か入力が行われるか、設定した時間が経過)が発生するまで処理を待機しておく。ここで、入力としては 2 通り存在する。SMTP サーバー(電子メールを送信する際に経由させるサーバー)名、送信先アドレス等の文字情報と、メール送信の間隔を決める送信時間情報である。文字情報が入力された場合、その入力事項が保持され、メールの送信時に利用される。送信時間が設定されると、Interval 変数に設定時間値が代入される。この変数は時間経過の判定において参照される。入力処理が終了すれば再度待機状態に戻る。設定時間が経過すればメール送信の処理が行われる。

- ・ メール送信処理

メール送信処理では、まず携帯電話の回線を通してダイヤルアップ接続によりインターネットへ接続される。次に待機処理において設定された SMTP サーバーへ状態確認が行われる。異常が生じたならば処理を中断してインターネットを切断し、待機処理に戻る。正常であれば SMTP サーバーに接続し、測定データを読み出し、電子メールとして送信を行う。最後に、メールを送信した後、インターネットを切断して待機処理に戻る。

自動送信用プログラムはこの流れを繰り返し、定期的に測定データの記されたメールを集計用コンピュータに送信する。

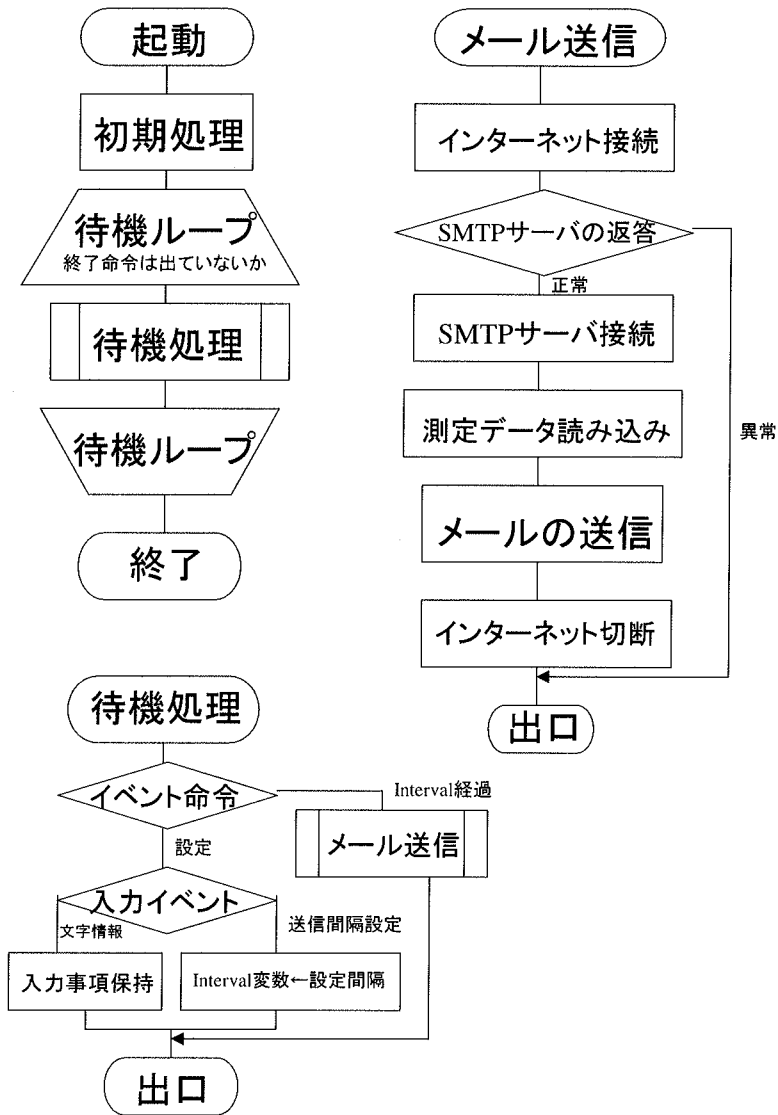


図7 自動送信プログラムの流れ図

3.3 動作の検証

実機による構成と開発した制御プログラムを用いて実際に動作の確認を行った。ただし、自動測定用のプログラムは製品版であり、検証は不要であることから、今回は、独自に開発したデータの自動送信部分だけを検証した。

自動送信プログラムのメイン画面における設定項目の説明は以下の通りである。

- SMTP: 送信メールサーバーの設定

- To: 送信先アドレスの設定
- From: 送信者アドレスの設定
- Subj: メールの題名の設定
- Interval: 自動送信の時間の間隔を設定。ボタンには 1m, 1h, 1d, off があり、それぞれ 1 分、1 時間、1 日、自動送信しないが選択できる。
- TestBody: メールの本文を記述する部分
- TestSend: テスト用の送信ボタン

動作検証は SMTP が設定できるメールアカウントを取得し、そのアカウントを用いて行った。設定を行ったメイン画面例を図8に示す。なお、画面例では時間設定前のため、IntervalはOFFとなっている。図9はInterval に“1m”を設定した場合に集計用コンピュータにおいてメールを受信した画面である。画面右端の受信時間欄を見ると1分ごとにメールが受信されていることがわかる。

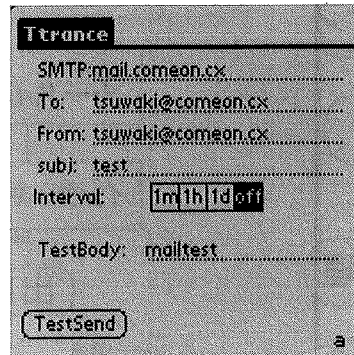


図8 メイン画面による設定例

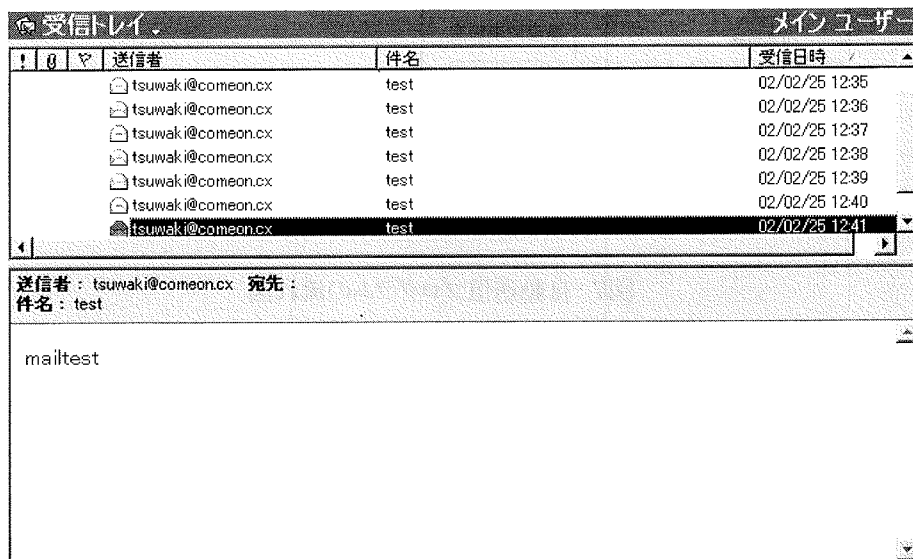


図9 集計用コンピュータに自動送信されたメール(データ)

また、TestBody に記述された内容がメールの本文として表示されている。ただし、測定データはメイン画面で書き込むものではなく、本来は制御器 VISOR のあるメモリ領域に格納されているものを、メール・フォーマットに組み入れて送信することにより実現されるものである。しかしながら、どのメモリ領域に格納されるのかという情報が公開されていないために今回は検証できなかった。測定データのメール化については今後の課題である。

4. まとめ

地域環境データの自動集計システムにおいて核となるモバイルセンサーの機能について検討を行い、既存システムの組み合わせで実現できることを示した。また、データの自動送信のためのプログラムを作成し、実際に動作させることによりその実現性について検証を行った。

今回の提案システムで用いた測定器(SpringDAQ)は単4アルカリ乾電池2本で連続駆動の場合なら70時間動作する。制御器としてのVISORは、単4アルカリ電池2本で連続15時間動作する。通信機である携帯電話は連続動作させる必要はなく、通信時のみ動作させれば良いため、消費電力は少なくて済む。今回は既存のシステムを組み合わせることで実現したため、不必要な機能(例えば、液晶表示)を含んでいる。専用のシステムとして実現することにより電池による数日間の動作が可能になると期待される。また、電池とともに小型の太陽電池パネルを補助的あるいは相補的に用いることでより長期間の観測が可能になる。

最後に、システムの大きさは、図6の写真からも分かるように現状でも十分に携帯性に優れたものになっている。消費電力と同様、不必要な機能を取り除き、専用のシステムを開発することで、より小型化が実現できると考える。

今後は、今回未検証だった測定データのメールへの自動出力機能の実現と、測定からデータ送信、さらには、データの自動集計までを含めたシステム全体の動作確認が課題である。

参考文献

- [1] 若良二, 林農, 原豊, 劉薇, “鳥取砂丘における風力発電の可能性に関する調査研究,” 鳥取大学教育地域科学部紀要 地域研究, 第1巻, 第2号, pp.65-82, Feb. 2000
- [2] <http://www-sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/catrace/>
- [3] <http://www.acnavi.ne.jp/~keisoku/new/new.htm>
- [4] <http://robotics.eecs.berkeley.edu/%7Epister/SmartDust/>
- [5] Neil Rhodes, Julie McKeethan 共著, 青柳龍也 監訳, 佐藤信彦 訳, Palm プログラミング Palm/WorkPad アプリケーション開発ガイド, Dec. 1999
- [6] 3Com 著, オーパス・ワン 訳, 山田達司 監訳, Palm OSバイブル PDAアプリケーション開発のすべて, Mar. 1999