マイクロコンピュータの 斜め視程計測への応用†

専門会員 池田 紘一*

森田 卓司*

専門会員 中山 昌春*

名誉会員 小原 清成*

1. はじめに

現在、当研究室では研究の一環として斜め視程計測に関する研究を行っており、マイコンシステムは研究を進めていく上で重要な位置を占めている。今回それらのマイコンシステムを中心に説明する。

まず初めに、「斜め視程計測」とは何かについて簡単に説明する。現在われわれが仕事や旅行などによく使用し、日常的な交通手段となったものに航空運輸がある。その運用面に際して、視程情報（一般にパイロットが目標を確認できる距離と考えて良い）は、パイロットにとって非常に重要な情報であるといわれている。なぜならば今日航空機技術が発達してきたとはいえ、盲目着陸が完全にできるまでには進んでおらず、離着時に最終的にはパイロットの目視に頼っており、また航空機事故の多くはこの離着時に起きているからである。また、計器誘導着陸システムも、コストの面で大空港は高精度のものを設置できるが、ローカル空港では、高精度のものはすぐには設置できない状況で、当面は視程情報に頼らざるを得ない状況である。

そのため、空港側では視程情報を得るために RVR（滑走路視距離）を測る測定器を用いて、滑走路上の視程を測定している¹⁾。しかしパイロットは進入路上にいるため、大気の状態によっては、この測定値がかなり異なることがある。そこで当研究室ではレーザーレーダを進入路に出し、空港側とパイロット側の視程のギャップをうめるための研究を行なっている。

2. 測定システムの概要と特徴

研究を進める上で当研究室では、現在2種類の特徴的なレーザーレーダシステムを試作、開発中であり、それに使用される2台のマイコンシステムは互いに接続することで、測定器の制御、測定、自動化、データ収集、処理、蓄積の面で非常に大きな力を発揮している。

図1 システムの全体図(a)と概念図(b)

測定システムの用途を中心としたシステム全体図と概念図を図1に示す。またそれぞれの測定システムの具体的なシステムブロック図を図2、図3に示す。

図2 ルビーレーザーレーダシステム

図2に示すルビーレーザーレーダシステムは、パルスレーザーレーダであり、一発の強力なパルスレーザー光（光半値幅30 [nS]、出力約30 [MW]）を空に出し、大気中のエアロゾルによる後方散乱光強度を一発のパルスごとにとらえ、瞬時に距離分解能を持ったデータとして処理を行なう方法である。このシステムに対応するマイコンシステムは高速でかつ大量のデータ処理を行なう必要がある。また無

† Application of Micro Computer to Measurement of Slant Visual Range

* 東京理科大学 Koichi Ikeda, Takuji Morita, Masaharu Nakayama, Kiyoshige Obara

図3 アルゴンレーザレーダシステム

図4 マイコンシステムブロック図

人測定ができるように、ルビーレーザ本体の自動制御を行なう必要がある。

図3に示すアルゴンレーザレーダシステムは、ルビーレーザレーダシステムとは違い、大気の透過率や気象条件と後方散乱光との相関を調べるが主体のシステムである。

レーザは、アルゴンガスレーザという連続光を出すものを使用しており、出力は連続光式なのでルビーレーザより小さく、本システムでは出力を0.3[W]一定にして測定を行なう。このレーザ光をライトチョップにかけて125[Hz]の光のパルスにして空中に出し、その後方散乱光をAC増幅し、バンドパスフィルタをかけることにより背景光による影響を小さくし、S/Nを良くした後に絶対値変換し、時定数20[S]の積分器に入れDCのデータ出力を得ている。

したがって、前述のルビーレーザレーダのように距離分解能を持ったデータではない、またHe-Neレーザを光源として用いた大気の透過率計を製作し、その受光器に生ずる透過光強度を測定する。またレーザの出力変動によるデータの測定誤差を消すために、それぞれのレーザに出力モニターをつけ出力を測定する。また気象条件として、大気の水蒸気量などを調べるため²⁾、電子式乾球温度・湿球温度計により、それぞれ乾球温度、湿球温度を測定しておく。

このシステムに対応したマイコンシステムは、ルビーレーザレーダシステムの高速な測定対象に比較して、低速（ほとんどDCレベル）ではあるが、多種類の測定データを収集する必要がある。またそれぞれのデータをリアルタイムで処理して、必要なデータをいろいろな形で出力することや、データを蓄積して長期間にわたる各データの相関を簡単に見れるようにする必要がある³⁾⁴⁾。さらに無人で測定できるように自動化する必要がある。

3. マイコンシステムの概要

図4は、マイコンシステムをより具体的に表わしたブロック図であり、また実際のマイコンシステムを図5に示す。

1台は日立H68SBCシステムを中心として、メーカー製のボードと自作のボードを組み合わせたものである。

このシステムには、主に計測の制御とデータの収集の役目を持たせており、このマイコンシステムの概要をまとめると以下ようになる。

図5 マイコンシステム全景

(1) CPUに6800を用いたものであり、クロックの速さは1[MHz]である。

(2) メモリ容量は約64Kバイトである。

(3) プログラム言語はすべて機械語であり、そのためEMS*というモニターを持っており、プログラムの開発が容易にできるようになっている。

(4) ターミナルとの接続のため、シリアル伝送線を備えており、自作ターミナル(TTLレベル)とFM8のシリアルポート(RS232Cレベル)との両方に切り換えて用いている。

(5) 8ビット並列I/OポートであるPIA(ペリフェラル・インタフェース・アダプタ)の一つを通して、計算専用のナンバークランチャという素子につないでおり、関数計算が可能となっている。

(6) 計測専用のI/Oとして、入力側7ポート、出力側1ポートのPIAを持っている。

もう1台は、富士通のFM8マイコンシステムである。このシステムには、SBCの制御とデータ処理、データの蓄積といった仕事を持たせる。このシステムの概要をまとめると以下ようになる。

(1) CPUにSBCと同じ系の6809を使用しており、クロックの速さが2[MHz]である。

(2) プログラム言語はBASICを使用している。

(3) シリアルI/Oポート(RS232Cレベル)を標準で装備している。またそれに対応する割り込み処理の命令がBASIC上に装備されている。

(4) CRT上に640×200ドットのグラフィックが可能である(SBCではグラフィックは不可能である)。

* EMS: EXECUTIVE MONITOR SYSTEM の略称。

また 2 台のマイコンを接続して使用する背景には、**FM 8** にデータのグラフィック処理をさせるほかに、将来的に割り込み処理を使用して、2 台のマイコンシステムをそれぞれ並行処理をさせ、全体的に効率よく使用するといった意図がある。

マイコン側の処理を 図 6 のフローチャートに示す。これは、SBC と FM 8 の仕事の分担と処理を簡略的に示したものである。その中で SBC の出力ポートの状態を 図 7 に示す。まとめると次のようになる。

图 7 PIA 出力状态图

- 以下にこのシステムの仕事の分担とその内容を示す。

SBC 側は以下になる。

(1) FM 8 からの測定開始命令を受ける。
 (2) 12ビット A/D 変換器からのデータを8ビットのPIA で収集。一度12ビットのデータをラッチし、上位4ビットと下位8ビットに分けて収集する方法を使う。それに対応する電氣的制御、2種類の12ビットデータを2個のPIA でそれぞれ収集する。

(3) 4種類ある8ビットA/D変換器によるデータを、4個の8ビットPIA でそれぞれ収集する。
 (4) 16進データを10進データに変換する。
 (5) 収集したデータを順にFM 8 に送信する。

FM 8 側で測定時は以下になる。

(1) SBC に一定時間ごとにデータ収集を指示する。
 (2) SBC からデータを受け取る。
 (3) データ処理してCRT にグラフィック表示、必要なデータを表示する。

(4) 必要なデータをプリンタで出力する。
 (5) 収集データに必要な事項を加え、ミニフロッピディスクに蓄積する。

FM 8 側は、測定後や長期のデータが蓄積された後に以下の仕事をする。

(1) フロッピディスクから指示したデータを取り出す。
 (2) 各種相関計算をする。
 (3) グラフィック表示を行なう。
 (4) 結果をプリンタに出力する。

図 8 フローチャート 2 (アルゴリズム: 測定時)

この SBC と FM 8 のソフトの測定時のフローチャートを図 8 に、FM 8 の測定後の相関計算プログラムのフローチャートを図 9 に示す。

ミニフロッピディスクにデータを蓄積する形式として、ランダムアクセスファイル形式を用いている。このファイル形式を当研究室の例を使用して説明すると、以下のよう

図 9 フローチャート 3 (アルゴリズム: 相関計算)

になる。

FM 8 のミニフロッピディスクの場合、1枚のディスク当たり両面で80本のトラックがある。1本のトラック当たり16個のセクタがあり、1個のセクタに256バイトのデータがある。ランダムアクセスファイル形式とは、簡単に述べるとマイコン側でトラックとセクタを指定してデータを読み出す方式である。したがってセクタ内のデータを整理して書き込んでおくことにより、たとえばある範囲や条件のデータを抽出することができる。

図 10 ミニフロッピディスクの内容と入力例

当研究室の場合は、図 10 に示すように1回ごとのデータで消費するバイト数は、年月日、時分秒を入れて20バイトである。したがって1セクタを効率よく使うために、データバッファに左づめで10個のデータセットをつないで入れ、残ったエリアに6バイトの天気情報と20バイトのメモを入れる。残った30バイトは将来の拡張用使用する。

実際にプログラムを動かした場合の例を、図11～図14に示す。

(1) 図 11 は測定時のディスプレイの様子。右上の表示は時間を表す。

(2) 図 12 は相関計算プログラムの様子である。ここでマイコン側は、相関計算のMENUを提示して尋ねる。ここでTNは透過光強度、KNは後方散乱光強度、GENは

図 11 測定結果のグラフ表示 (昭和57年5月20日のデータ)

図 12 相関計算のプログラム表示

減衰係数, SVR は斜め視程, SUI は水蒸気量, SHI は湿度の意味である。また相関やグラフ処理は、直線のほか片対数、両対数の種類がある。

図 13 後方散乱光強度と透過光強度との相関係数計算結果の表示 (データは図11と同じ)

(3) 図 13 は、その中で昭和57年5月20日の霧が発生したときの TN-KN を調べた例である。グラフ表示後、コマンド待ちとなりSを入力すると相関結果が出る。図 14 はその場合であり、右下にデータ数Nと相関係数Sが表示されている。またHを入力すると画面のハードコピーがと

図 14 水蒸気量と後方散乱光強度との相関を示すグラフ

れ、新しい日付を入力すると前のデータに続いて相関計算を進める。このことによって長期間のデータの相関を見ることができる。また、Nを入力するとこのプログラムから脱出して MENU 表示になり、他の相関を見ることができる。

(4) 図 14 は、昭和57年5～6月のデータをまとめたもので、縦軸に KN (後方散乱光強度) の対数、横軸に SUI (水蒸気量) をとった計算例を示す。

5. あ と が き

現在はここまでのシステムであり、将来当研究室はルーレーザの向きを指定するなどのシステムのロボット化や、アルゴンレーザシステムに距離分解能を持たすことを計画しており、現在開発を進めている。

この点からも、今後ますますマイコンシステムの負担が大きくなり、1台のマイコンシステムでは処理に多くの時間がかかるようになると思われる。そのため私どもは2台のマイコンにより処理を分散させ、割り込み処理を行なうことでマイコンシステムを効率よく使用しようと考え、前述のシステムを採用した。しかし現在のところ割り込み処理をじょうずに使用しておらず、今後、割り込み処理をじょうずに使用したソフトを開発していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 伊藤 博編:「航空気象」東京堂出版
- (2) 日本工業規格 湿度測定方法 JIS Z8806-1965
- (3) 「環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究」昭和55年度特別研究報告 環境庁国立公害研究所
- (4) 第8回, 第9回レーザ・レーダ(ライダー) シンポジウム 予稿集 (昭57, 58) レーザ・レーダ研究会 (受付1984年1月30日)