

電話を応用した遠隔制御及び データ取得システムの構築 その2

Remote Control which applied Telephones and Construction of Data Acquisition System-2

金野 茂男

KINNO Shigeo

1. はじめに

本論文の主要文献は参考文献(1)である。これ以降の説明は、参考文献(1)を読了していることを前提として話を進める。これ以降、携帯電話とPHSを区別しないで表現する場合のために、携帯電話とPHSを、本論文では1つの単語「移動電話」で総称しよう。日本では、携帯電話とPHSを異なった電話システムとして使い分けている。が、単語的には携帯電話(=日本語)=PHS(=英語)と思っているのは著者だけであろうか？ どちらの電話を持っても、それらの通信システムが異なっていようと、利用者には感心がないことである。持ち運びができ、ダイヤルし、会話ができていれば、携帯電話であろうと、PHSだろうと全く同じ単一の電話である。

移動電話を利用した遠隔制御システムについては幾つか既報である^{(1)、(2)、(3)}。その一つでは、制御側の移動電話(携帯電話、PHSのどちらでも良かった)のキーボタンを押すことで、制御される側(PHSを装着)に、キーに予約した動作をさせるシステムであった。^{(2)、(3)}簡単に言って、遠隔制御ができるロボットシステムであった。制御側で予約のキーを押す毎に、ロボットは前後左右に動いたり、首も前後左右に動かすことができた。このシステムでは、制御される側の情報を、或いは得られた情報を、制御する側で取得するまでの機能を持たせていなかった。簡単に言って、情報は一方通行であった。

引き続きシステム⁽¹⁾では、制御される側(=移動局)が取得したデータを、制御する側(=固定局)の要求に応じて、制御する側で取得できるシステムとした。このシステムでは、使用する電話は、固定局及び移動局ともにPHSを使用した。制御にはキーのDTMF信号を、データの送受信には、データ情報をDTMF信号に置き換え、得られたこのDTMF信号を音声回路を経由して行った。このシステムでは、両方の電話として、P

HSを使用すれば、システムは正常に動作する。が、PHSを携帯電話に置き換えると動作不良を起こすことも報告はしていた。その原因は、PHSと比較すると、デジタル通信時の携帯電話のボーレートの低さにあり、そのため音声回路を経由してのDTMF信号の正確な波形が送受信できないという点に原因があると断定していた。

このシステムを、電話の種類に特定されず、汎用性のあるシステムとするためには、携帯電話でも、正常に動作するシステムとする必要があることも言及していた。今回、携帯電話の使用でも正常に動作するシステムを構築することができた。即ち、移動電話を利用した遠隔制御及びデータ取得システムとすることができた。制作した本システムの固定局及び移動局に、PHS及び携帯電話の種類にはとらわれることなく使用しても、本システムは正常に動作することは確認した。

以下、本システムの構築過程について報告する。

2. システムの設計及び制作

図1は本システムの概略図である。文献(1)のそれと同じである。が、使用する電話は移動電話(携帯電話でもPHSでも)である。

図2に、今回のシステムの詳細図を示している。文献(1)の対応図と比較すると、固定局側からはDTMF信号デコード部分は削除され、その代わりに、マイクエアホンから鳴り響く音声を増幅するためのアンプと、その音声信号から、パルス波を形成する回路が付加されている。移動局側からはDTMF信号エンコード回路を削除し、その代わりに制御マイコンから、設定した音波領域周波数のパルス列を出力させている。それを音波と見なす。電話のエアホンマイク回路に、その音波を入力する。入力信号がオーバーフローしないようにするため、一応、可変抵抗を用いた減衰器を付加し、音声回路への入力レベルの調整ができるようにしている。

文献(1)のシステムでは、PHSの替わりに携帯電話を装着し、音声回路を経由してのDTMF信号の送受信は不調であることは文献(1)中で既に述べている。従って、音声回路を経由してのデータの送受信方式として、DTMF信号方式は放棄する。それに換えて、かつて、固定電話を利用し、コンピュータ間でデータ送受信をするために使用されていた方式である、音響カップラー方式を採用することとした。可聴音の音パルス列でデジタルデータを編成し、それを電話の音声回路を経由して、伝送する方式である。過去のものとなった方式であるが、本システムを、移動電話全ての種類(生産メーカー、機種、メーカーの国などを問わず)で使えるようにするには格好の方式であると考えている。この方式は化石になっている感が否めないが、過去の事ながら、確実に実績がある。

図3、4に、採用した音声回路を経由して送受

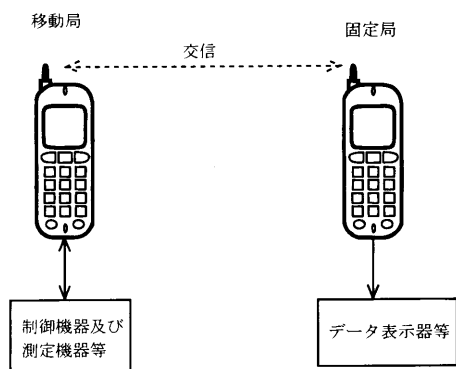


図1 システム概略図

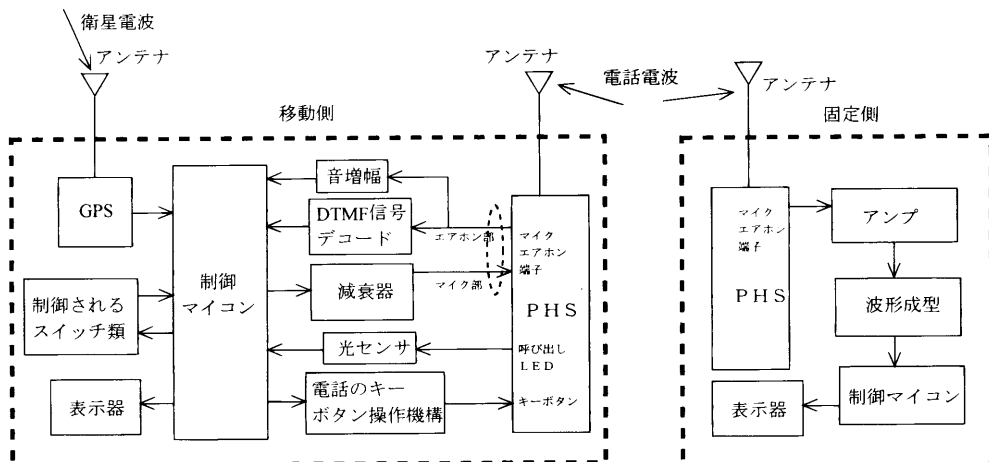


図2 システム詳細図

信する音パルス列デジタルデータ構成図を示している。Hレベルの1ビットは、10ms幅内に500Hzのパルスを5つ内蔵させ、その後40ms幅のLレベルを付加して作成する。余計と思われる40ms幅のLレベルの時間幅の付加の理由については後述している。Lレベルの1ビットは、50ms幅のLレベルとして作成する。図に示しているとおりである。1データは、スタートビット1ビット+8ビットデータ(ASCIIコードに則ったデータ)+ストップビット1ビットの合計10ビットから形成する。スタートビット及びストップビットは、Hレベルビットで代用する。10ビット分の時間幅は500ms、その後40ms幅のLレベルの余白を付加し、結局、1データ長幅は540msとなる。1データ長時間幅が短ければ、短いほどデータの転送速度は速くなり、長ければ長いほど転送速度は遅くなる。ここで選んだ540msは結構長い時間幅となっている。理由は以下のためである。

図3で図解しているHレベルで分かるように、Hレベルに40msの「余計」な時間幅を付加している。これがなければ、良いと思われるが、この余計な時間幅がなければ、音パルスの正確な送受信が保証されないのである。移動局から発せられた音パルス列を、固定局で受信した様子を図4に示している。

移動局から発せられた500Hzで5パルスからなる音波は、固定局のエアホンから、図中の一番上に描いているように出力される。それを増幅すると、その下のグラフ波形となる。リングング

やオーバーシュートが結構大きく長いのである。試験中に得られた結果では、これらはPHS使用時は小さく短いが、携帯電話の使用時には大きく長い。いくらデータ転送レートを上げて、不正確なデータ転送では使い物にならないことは明らかである。従って、携帯電話でも安定したデータの送受信が行われる条件を探したら、Hレベルの発音には、Lレベルとして40ms程度の余分な時間幅を付加しておけば、リングングやオーバーシュートの影響を抑えることができたと言うわけである。受信し、増幅した音波信号から、単安定

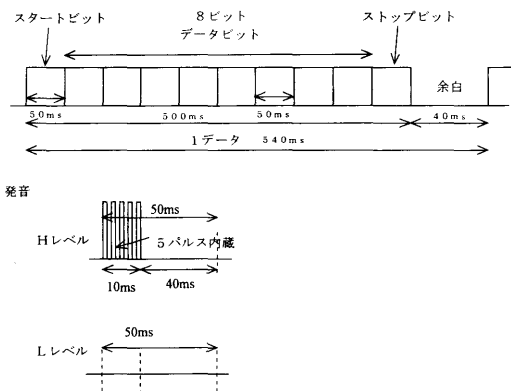


図3 送信データパルスの定義

動作のパルス波形成回路を通過させる。スタートビットが入力してくると、図のような、パルス長=Hレベル(=40ms)+Lレベル(=10ms)=50msの単一パルス波形を得る。このパルスをPICが認識することになる。

スタートビットが入力し、PICがそのHレベルを認識してから約5ms+50ms遅れて、データビットの先頭ビットを解釈する。このレベルがHレベルならば、このビットはHレベル、LレベルならばLレベルと判断させる。その後50ms間隔毎に同じことを繰り返し、8ビットのデータの判断を行う。最後に、ストップビットを判断する。ストップビットのHレベルを認識した場合、一連の処理で判断したデータは移動局から送信されてきた10ビット長データとして判断させる。そしてそれをPICのプログラムにデータとして取り入れる。ストップビットを付加した理由は以下の通りである。

音声回路には、様々な雑音が混入する場合もある。また、キーを押したりした時、鳴り響くエコー音もある。呼び出し待機時に鳴り響くエコー音もある。呼び出し時に鳴り響く音もある。等々、予定しているデータの音パルス列以外に余計な単発音(=雑音)が音声回路を経由して鳴り響く。これら雑音が固定局のエアホーンで鳴り響くと、その電圧レベルが大きければ、PICはそのパルスをスタートビットとして認識し、雑音の解析に

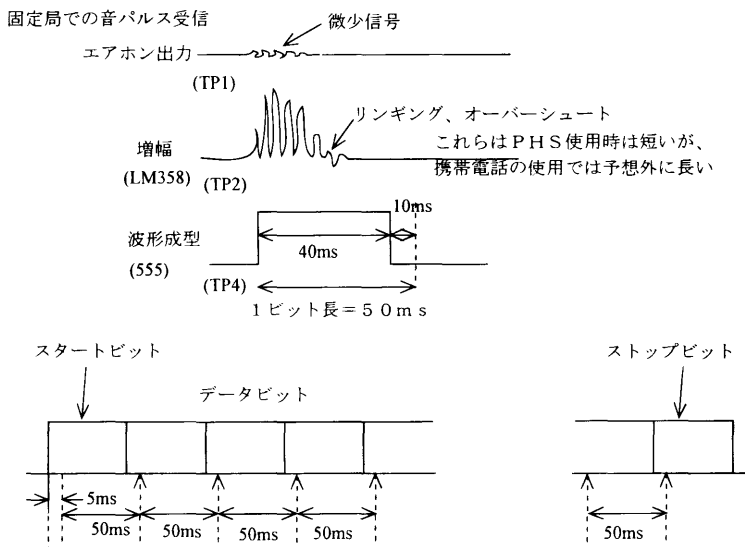


図4 固定局でのデータパルス受信

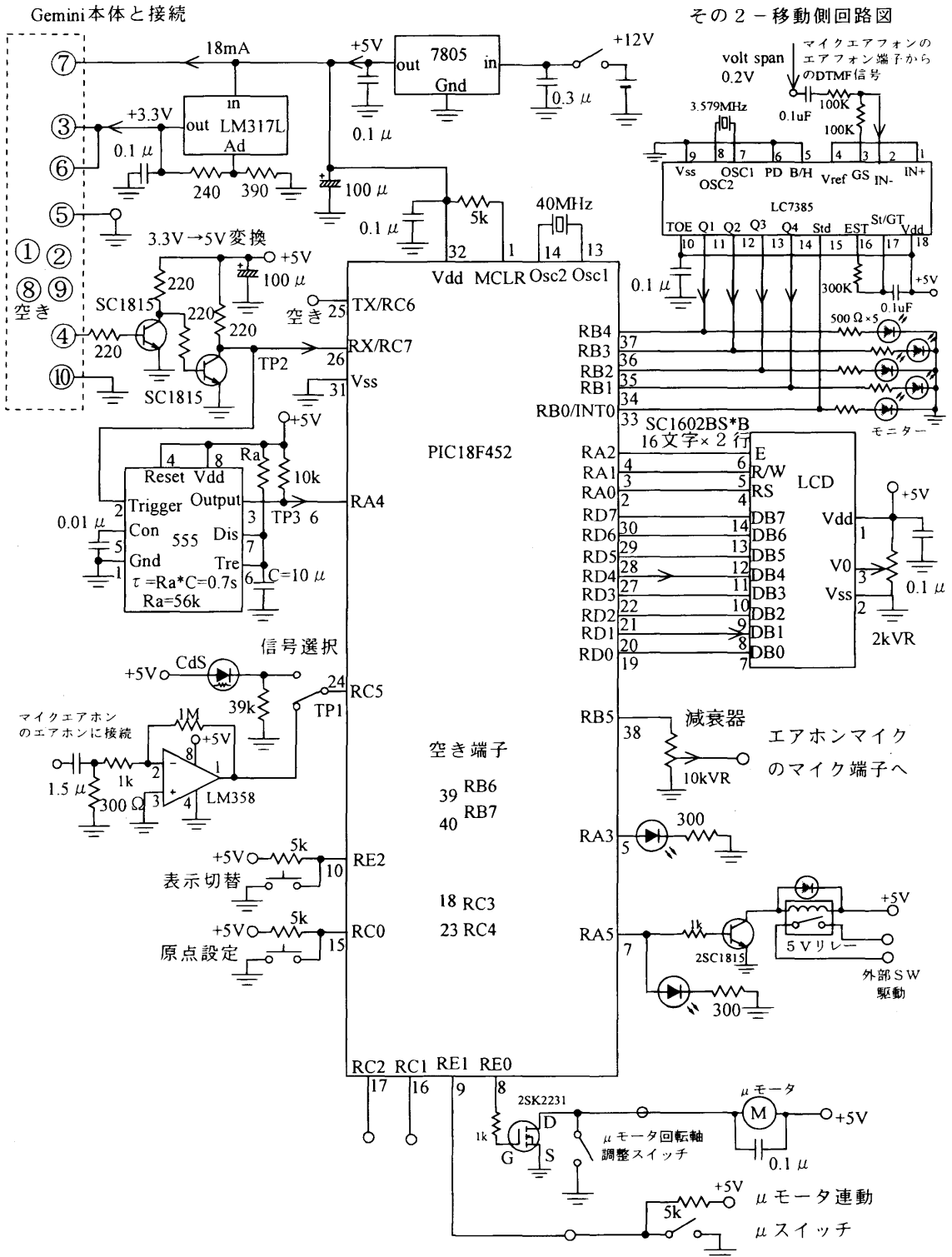


図6 移動局の回路図

の拡大である。実際の使用に当たっては、電話の呼び出しLED部分に密着して使用する光センサ部分は、周囲の明るさで誤動作しないようにしておくためには、昼間では遮光が必要であろう。

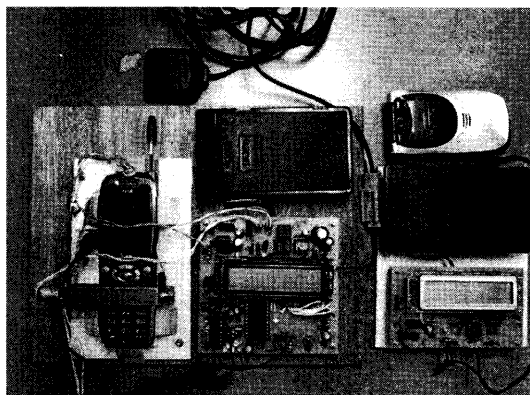


写真1 システム全体

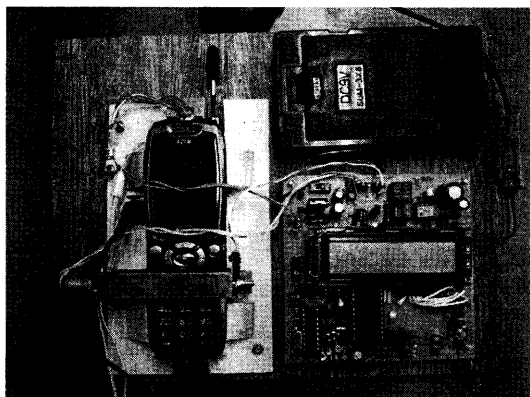


写真2 移動局

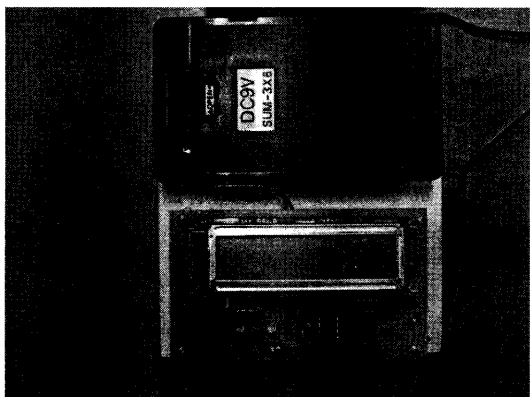


写真3 固定局

3. アセンブラプログラムとフローチャート

固定局及び移動局のPICに書き込んだアセンブラプログラムのフローチャートを図7、8に示している。文献(1)のフローチャートとほとんど変わるところはない。アセンブラはマイクロチップ社純正のMPASM, ライターは同じくPICSTART Plusである。

アセンブラソースプログラムは著者のURLからダウンロードできよう。従来通り、プログラム中に注釈を多用して、プログラムの理解を図っている。プログラムの内容、詳細はそれに譲る。

なお、移動局側のPICに書き込んでいるアセンブラプログラムは結構長い。GPS計測、実数演算、関数演算を行っているせいもある。

4. システムの使用方法

文献(1)と同じである。実際には、文献(1)のPHSの単語を携帯電話と読み替える必要がある。

システムを動作させると、各々の局の感応動作が遅く感じられるであろう。これはそれなりの理由による。携帯電話の音声回路では、著者からすれば、余分なエコー音が響くことは既に記述している。このエコー音は制御操作開始時に引き続く形で発音される場合が多い。従って、制御操作をした後、若干の時間遅延を行った後、エアホンからの信号の受理をするようにしているためである。

制御側の操作の間違いにより、移動局側の電話が宙ぶらりんとなり、固定局側の制御操作に 응답しなくなってしまう場合が考えられる。特に、固定局側で、相互通信終了の予約キーである”#”を押さずに、通常の電話の通信終了キーを押してしまう場合が十分に考えられる。そのようにしてしまった場合には、再度、固定局から移動局を呼び出しても、移動局は通話中の状態になっているので、応答できない。このような事態に対する対処は考慮している。このような事態に至っても、移動局自身で復帰できるように、移動局側のアセンブラプログラム中にタイマーを設定している。凡そ3分以上、固定局から制御信号が送られてこなければ、移動局側の電話は自動的に自分の通信終了のキーボタンを押す。従って、電話は初期の待機状態に復帰することになる。この対応方法は文献(1)でも紹介している。

電話を応用した遠隔制御及びデータ取得システムの構築 その2

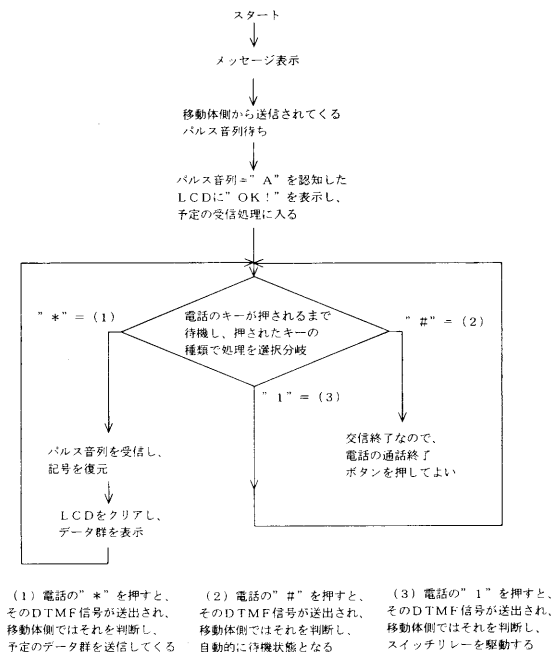


図7 固定局のアセンブラプログラムのフローチャート

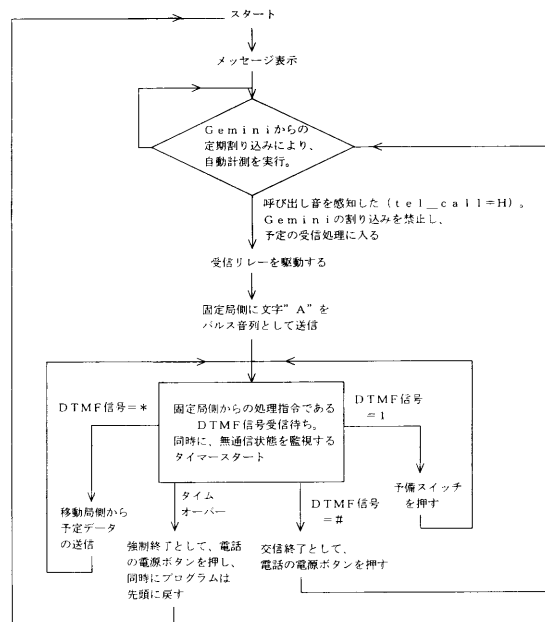


図8 移動局のアセンブラプログラムのフローチャート

5. 終わりに

システムの設計及び製作過程において気が付いた点を列記する。

(1) 本システムではコードデータは8ビットであり、コードデータをASK I Iコードに対応させている。従って、一応256個の文字・記号の送受信が可能となっている。文献(1)ではDTMF信号だけ(16個の文字・記号だけ)を送受信していたので、格段に性能は拡張されている。アルファベット以外に、カタカナも使用できる。

(2) 携帯電話の使用に於いて、大事なのは電波環境である。電話のモニター画面に、電波状況を示すアンテナとその脇に表示される縦棒がある。システムの安定した使用は、縦棒が3本表示されている状況(良好な通信状態である)とする。2本以下の電波環境では正しいデータの相互通信は保証できない。

(3) 現時点ではデモ動作を考えて、移動局側のGPSで獲得した、自身の位置データ(経度、緯度、高度)だけを、固定局側の要求に応じて固定局側で受信している。

本論文を読み込めば、移動局側で得られる移動量データ、その他任意の測定データなどを、固定局側で獲得できるようにすること。その他に、固定局側の他のキーボタンを押すことで、移動局側に各種動作処理をさせるようなシステムにすることはそれほど困難ではないと思う。

(4) 移動局の電話は、固定局側から呼び出されると、受信を知らせるLEDが点滅する。これは一般のPHSや携帯電話に備わっている機能と考えている。本システムではこのLEDに密着させてCdS光センサを取り付けている。これからの出力をPICのRC5ポートで読み出している。RC5ポートのレベルがHレベルとなった時、呼び出しが来たと判断させている。

電話の種類によっては、このLEDの発光強度が小さく、RC5ポートをHレベルとできない場合も考えられる。そのようなことも考えれば、トランジスタのスイッチング回路をこの間に挿入した方がより確実に動作し、汎用性を持った回路となる。

(5) 最近販売されている携帯電話のある機種で

は、今まで丸形ジャックであったエアホンマイク端子が、平型端子となっている事に気が付いた。そのような移動電話を使用する際には、変換コード端子を使用することで簡単に対応はできるであろう。

参考文献

- (1) 「電話を利用した遠隔制御及びデータ取得システム」、小山高専電子制御工学科、金野茂男、2005年5月。著者のURLで公開。
- (2) 「DTMF信号を応用した遠隔制御」、小山高専電子制御工学科、金野茂男、亀井崇光、2002年11月。著者のURLで公開。
- (3) 「DTMF信号を応用した遠隔制御－その2」、小山高専電子制御工学科、金野茂男、2003年11月。著者のURLで公開。

E-mail kinno@oyama-ct.ac.jp

URL <http://www.oyama-ct.ac.jp/D/kinnoken>

「受理年月日 2005年9月20日」