

解説

赤外線による通信ポートエミュレーション

Infrared Communication Port Emulation by Takashi KONDO (Software Research Laboratories, Corporate Research and Development Group SHARP CORPORATION).

近 藤 貴 士¹

¹ シャープ(株)技術本部ソフトウェア研究所

1. はじめに

最近、さまざまな情報処理機器が超小型化・軽量化され、PDA (Personal Data Assistance) やノートサイズのパーソナルコンピュータなどの機器が急速に普及している。

我々がこれらの携帯情報機器に期待するのは、手軽さである。すなわち利用者はこれらを携帯し、いつでも必要なときに取り出し手元で利用できることが重要である。また、必要に応じてほかの機器とのデータ交換を簡単に行えることも重要であり、最近発売されている携帯情報機器は通信機能を充実させたものが多い。

携帯情報機器の通信手段としては、利用者を結線の煩わしさや接点の経年変化から解放する無線接続が有効である。携帯機器の無線通信方式としては一般に、電波による方法と、赤外線による方法がある。本稿では赤外線データ通信に焦点をあて、IrDA (Infrared Data Association) において標準化された通信ケーブルのエミュレーションを行うための標準 IrCOMM と、フロー制御のための規格 Tiny TP について述べる。

2. IrDA とは

2.1 概要

IrDA^{1)~4)} は、異なるメーカー間、異なる機種間で赤外線データ通信の相互運用を実現するため 1993 年に創設された標準化団体である。IrDA は世界の主要な計算機関連ハードウェアベンダ、ソフトウェアベンダ、通信事業社など百数十社から構成されており、我が国からも多数の企業が参加している。

IrDA では、IrDA 標準の制定、赤外線通信の普及、認定ロゴの発行などの活動を行っている。

なお、我が国では社団法人電信電話技術委員会 (TTC) が IrDA 標準に基づいて赤外線データ通信の国内標準を制定する作業を行っている。

2.2 IrDA 標準

IrDA 標準 (以後単に IrDA と呼ぶ) のプロトコルスタックを図-1 に示す。

● IrDA SIR (Serial Infrared)⁵⁾

IrDA の物理層である。通信媒体として赤外線 LED の非コヒーレント光 (ピーク波長は 850~900 nm) を使用する。通信距離は 0~1 m、通信可能角度は ±15 度となっており、送受信部は通信相手と対向させる必要がある。通信速度は後述する IrLAP の折衝によって決定され、最大で 115.2 Kbps (IrDA 1.0) あるいは 1.152 Mbps や 4 Mbps (IrDA 1.1) である。

● IrLAP (Infrared Link Access Protocol)⁶⁾

単一の媒体で送受信を行うためメディアアクセス制御を行い、通信相手との間の論理的な通信路 (コネクション) を提供する。

● IrLMP (Infrared Link Management Protocol)⁷⁾

IrLAP によって提供されるコネクション上に仮想的な複数の通信路を実現する。また、通信相手の実装範囲の識別や、通信に必要なパラメータを問い合わせるサービスである IAS (Information Access Service) 機能を提供する。

● Tiny TP (Tiny Transport Protocol)⁸⁾

フロー制御機能、分割再構成機能を提供する。局間のフロー制御は IrLAP で行われるが、Tiny TP のフロー制御は、IrLMP で多重化した個々のリンクに対して行われる。

● IrCOMM (Infrared COMM)⁹⁾

結線によって伝えているデータや制御情報について、赤外線通信路へのマッピング規則を規定し

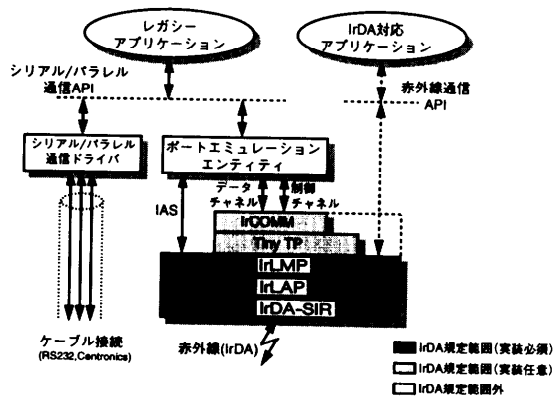


図-1 プロトコルスタック

ている。

IrDA において、IrDA SIR, IrLAP, IrLMP は実装必須であり、Tiny TP および IrCOMM は実装任意である。

3. ポートエミュレーション

IrDA の制定によって、今後携帯情報機器を中心に赤外線データ通信を応用したさまざまな独自ソフトウェアが開発されるであろう。一方、赤外線データ通信規格が制定される前から、シリアル/パラレルケーブルによる通信を前提に膨大な数のアプリケーションが開発され、実用に供されている。赤外線データ通信を汎用的に使用できるようにするには、これらのソフトウェアを修正することなく赤外線データ通信を適用できるようにしたい。IrCOMM 標準では、このようなソフトウェア資産を「レガシーアプリケーション」と呼んでいる。

IrCOMM の目的は、レガシーアプリケーション自身に変更を加えることなく赤外線通信を行わせることにある。このためには、赤外線通信路でシリアル/パラレルケーブルをエミュレーションし、これを用いて通常のシリアル/パラレルポートと同様の API (Application Programming Interface) がアプリケーションプログラムに提供されるようにすればよい。

IrCOMM までのプロトコルを用いることによってレガシーアプリケーションに対して API を提供する機能部を、ポートエミュレーションエンティティと呼んでいる。これは通常通信ドライバやコントローラなどと呼ばれる部分に相当する。

通信ポートの動作やインタフェースは機種やオペレーティングシステムなどによって大きく異なることから、IrCOMM 標準ではポートエミュレーションエンティティの仕様は実装依存であり、API、ポートエミュレーションエンティティ間で交換すべき制御情報、これらと動作との関連については規定していない。

IrCOMM は、IrDA のプロトコルスタックからみればアプリケーション層およびプレゼンテーション層に対応し、アプリケーションプログラムからみれば物理層あるいはデータリンク層に対応する。

次章から、ポートエミュレーションを行うために用いる Tiny TP そして IrCOMM について順に説明を行う。

4. Tiny TP

4.1 概要

Tiny TP は、OSI 参照モデル¹⁰⁾ のトランスポート層に対応する。Tiny TP はトランスポート層の機能として、フロー制御機能と分割再構成の機能を提供する。

●フロー制御

受信側の処理が追いつかないうちに送信側がデータを送信し、受信バッファオーバーフローなど受信処理に支障をきたすのを防ぐため、送信側と受信側との間でデータ転送を調節する機能である。

●分割再構成

IrLMP では IrLAP の折衝により決まる最大パケット長よりも大きなパケットを送信することができない。しかし、送信側の Tiny TP においてパケットを IrLMP で送ることができるよう複数の小さなパケットに分割し、受信側の Tiny TP でそれらを元のパケットに再構成するようにすればより大きなパケットを送ることができる。これを分割再構成機能と呼ぶ。

4.2 フロー制御

図-2 を用いて説明する。今、図の左側の機器から右側の機器へのデータ送信に着目する。

送信元から送信要求されたデータはいったん送信キューに蓄えられる。送信キューのデータは順次 Tiny TP によって取り込まれ、宛先の Tiny TP へ転送される。宛先の Tiny TP では、到着したデータを順次アプリケーションプログラムへ

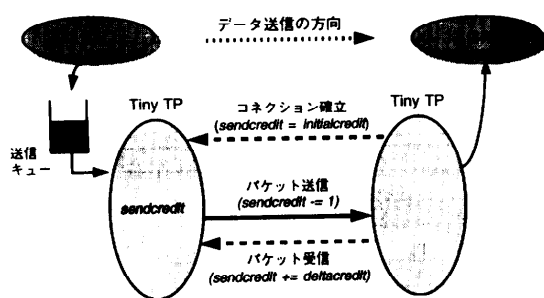


図-2 Tiny TP のフロー制御

渡す。

Tiny TP のフロー制御は、クレジットという値を用いて行われる。クレジットとは、あといくつパケットを相手に送ってよいかの数を表しており、図の sendcredit と示している変数に保持される。

動作は次のように行われる。まず、コネクション確立時に相手側から initialcredit パラメタを受け取り、これがクレジットの初期値となる。クレジットが 1 以上のとき、パケットを送信することができる。パケットを 1 つ送るたびにクレジットを 1 つずつ減少させていき、クレジットが 0 になるとパケットの送信が禁止される。一方、送信されるパケットには、処理が進み新たに受信する空きが生じた分を示す deltacredit パラメタが重畳される。逆方向のデータ転送によって相手から受信されるパケットに含まれる deltacredit を用いてクレジットを更新する。このような仕組みによって、相手局の送信を制御することができる。

1 本の IrLAP リンクには一般に複数の IrLMP リンクが張られるが、Tiny TP のフロー制御機能を用いることで、各リンクに割りあてるバッファを受信側の都合で決めることが可能となる。このことによって 1 本のリンクのトラフィック増大によりほかのリンクがブロックされてしまうのを防止することができる。

5. IrCOMM プロトコル

5.1 概要

IrCOMM は、IrDA で規定された最も上位の層にあたる通信プロトコルの 1 つである。IrCOMM という名称は、赤外線 (Infrared) による COMM ポートのエミュレーションに由来している。IrCOMM を用いることによって、シリア

ル/パラレルケーブルを通過する信号を赤外線データ通信によってエミュレーションすることができる^{11),12)}。

5.2 サービスタイプ

IrCOMM では、エミュレーションによって実現される仮想的なケーブルの種類によって、サービスを区別している。これをサービスタイプと呼ぶ。サービスタイプには次の 4 種類があり、それぞれについて転送可能な情報とそのエンコード方法が規定されている。

- 3-Wire raw: 物理的な 3 線 (送信データ、受信データ、信号接地) をエミュレートする。送受信データのみ通信可能である。
- 3-Wire: 3-Wire raw でエミュレートされる 3 線に加え、シリアルポートのエミュレーションに必要な通信条件 (データ速度、データ長、パリティ、フロー制御コードなど)、ポートの状態情報 (フレーミングエラーの発生通知など)、ブレイク信号を転送できる。
- 9-Wire: 3-Wire で交換できるパラメタに加え、制御用回路 (RTS, CTS, DTR, DSR, CD, RI) の情報を交換可能である。これら制御用回路の情報は、原則として差分が発生したときのみ送信される。
- セントロニクス: パラレルケーブルをエミュレートするため、送受信データおよび IEEE 1284 で規定される状態/モードの問合せ/応答を交換可能である。

3-Wire raw サービスタイプは、Tiny TP を用いないため、ほかの IrLMP リンクのブロックを避ける必要から複数の IrLMP リンクを同時に確立することは禁止されている。それ以外のサービスタイプは Tiny TP を用いるので、フロー制御機能により、複数の IrLMP リンクの同時使用が可能である。

5.3 チャンネル

一般に、IrCOMM は 1 本の IrLMP 赤外線通信リンクの上に、論理的に次の 2 本のチャンネルを提供する。

- データチャンネル: アプリケーションが転送要求したデータを交換するためのチャンネルである。すべてのサービスタイプに共通して存在する。
- 制御チャンネル: ポートエミュレーションエンティティが交換すべき情報を流すためのチャンネル

で、アプリケーションデータ以外のパラメタ、例外、制御用回路などはすべてこのチャネルを用いて交換される。直接アプリケーションがこのチャネルを使うことは想定されていない。

3-Wire raw サービスタイプは、アプリケーションデータ以外は交換しないため制御チャネルは存在しない。

5.4 プロトコルデータ

IrCOMM から送信されるデータチャネルおよび制御チャネルに関する IrLMP 利用者データのフォーマットを図-3 に示す。データチャネルや制御チャネルに転送要求されたデータは、3-Wire raw の場合は IrLMP の、その他の場合は Tiny TP のデータ転送機能を用いて転送される。IrCOMM では、Tiny TP の機能のうち分割再構成機能は使用しないことになっているため、転送可能なプロトコルデータ長は IrLAP の折衝結果により制約を受ける。

3-Wire raw サービスタイプでは、IrCOMM のパケットは LM_Data サービスの利用者データとして交換される。パケットはすべてデータチャネルのデータで占められ、制御チャネルは存在しない。

3-Wire, 9-Wire, セントロニクスの場合は、IrCOMM のパケットは Tiny TP の TTP_Data サービスの利用者データとして交換される。データチャネルの利用者データと制御チャネルのデータは一般に1つのパケット内に多重化して送られる。制御チャネルの情報は、それぞれが識別子 (PI), 長さ (PL), 値 (PV) の組みで送られる。この組みは、フレーム長の制約を守るかぎり同一パケット内に複数個埋め込むことができる。

単一のパケットに重畳された各チャネルのデータの処理順序については、まず制御チャネルのパラメタを先頭から順に処理し、続いてデータチャネルのデータを処理すると規定されている。

5.5 IrCOMM プロトコル動作例

一例として、図-4 の左側の機器から右側の機器に IrCOMM の呼を設定する手順の概略を説明する。

(1) 局 発 見

まず IrCOMM を実装した機器の発見を行う。このために IrLMP の LM_DiscoveryDevices サービスを用いる。このサービスの結果得られる相

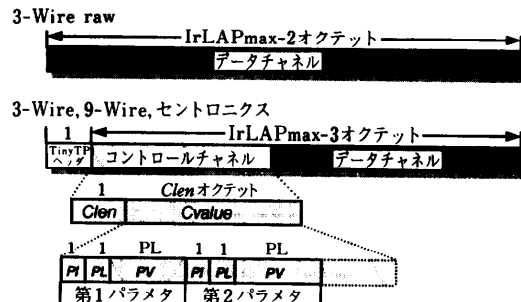


図-3 IrCOMM のプロトコルデータ単位

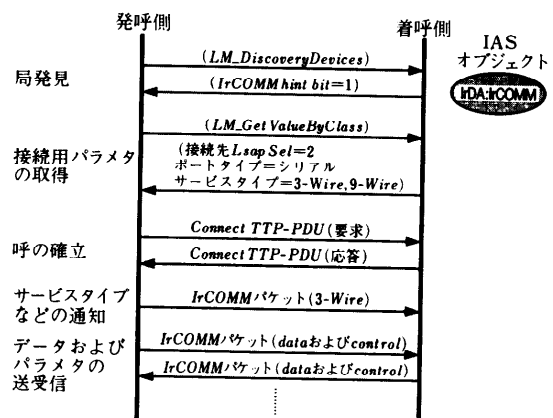


図-4 プロトコルシーケンス例

手からの応答にはビットマップが含まれており、IrCOMM に対応するビットを参照すれば、相手機器が IrCOMM を実装しているかどうかを検出することができる。

(2) 接続用パラメタの取得

IrCOMM を実装した相手局に対し、接続先およびサポートしているポートタイプ、サービスタイプなどコネクション確立に必要なパラメタを問い合わせる。IrCOMM で通信可能な機器はクラスが IrDA:IrCOMM である IAS (Information Access Service) オブジェクトをもっており、IrLMP のサービス LM_GetValueByClass を用いることによってこのオブジェクトの属性を検索し、パラメタを得る。

(3) 呼の確立

前項で得られた接続先に対し、LM_Connect サービス (3-Wire raw の場合) あるいは TTP_Connect サービス (3-Wire, 9-Wire, セントロニクスの場合) を用いてコネクションを確立する。

(4) サービスタイプなどの通知

呼が確立された直後は、3-Wire raw サービスタイプの場合を除き、どのサービスタイプを使用するのか未定であるため、相手が提供可能なサービスタイプの中から用いたいものを選択し、相手へ伝える必要がある。サービスタイプは、データやほかのパラメタの転送に先立ち、TTP_Connect あるいは TTP_Data の利用者データとして送信する。指定しない場合には暗黙にポートタイプ、サービスタイプが決定される。

(5) データおよびパラメタの送受信

以上のように通信路の確保や通信条件の折衝が行われたあと、データやパラメタは TTP_Data あるいは LM_Data を用いて交換される。

6. IrCOMM 事例紹介

現在 IrCOMM を実装したシステムとしては次のようなものが知られている。

●基本ソフトウェア

マイクロソフト社は、Windows 95 用の赤外線通信ドライバを提供している¹³⁾が、これに IrCOMM が含まれている。これを用いることにより、IrDA 準拠赤外線通信デバイスが搭載されたパーソナルコンピュータにおいて通常のシリアル/パラレルポートと同様のインタフェースで赤外線データ通信を行うことができる。

●周辺機器

ヒューレットパッカード社などは、IrDA 1.0 に対応した赤外線通信機能を搭載したプリンタを米国などで販売している。これらに採用されている通信プロトコルは独自規格である IrLPT と呼ばれ IrCOMM ではないが、IrCOMM は IrLPT の上位互換となっており通信可能である。

●試作システムなど

数社から IrCOMM 対応システムの開発、販売が開始されている。筆者らは、図-5 に示したようなアナログデータモデムおよび赤外線通信ポートを搭載した電話器 (IR 電話) を試作した。モデムと赤外線通信ポートはソフトウェア (IrTA サービスエンティティ) によって中継されており、赤外線によってモデムを制御できる。Windows 95 用赤外線ドライバ上で PPP (Point to Point Protocol) と TCP/IP を動作させることによって、パーソナルコンピュータを同電話装置

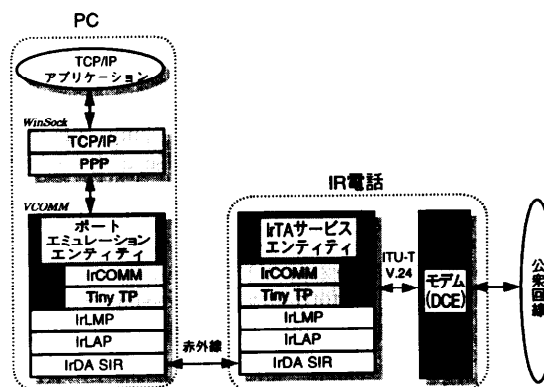


図-5 IR 電話を用いたインターネットアクセス

の前に置くだけでインターネットアクセスを行えることが確かめられた。

7. む す び

IrCOMM はシリアル/パラレルケーブルによる接続を赤外線に置き換えるためのプロトコルであり、IrDA において正式に制定されたものとしては現在のところアプリケーションプログラムが直接使用できる唯一のプロトコルである。IrCOMM によって、従来から開発されてきたシリアル/パラレルケーブルを用いた膨大なアプリケーションプログラムに対して修正することなく、赤外線によりワイヤレスで通信を行うことができる。IrDA においては IrCOMM プロトコルの実装は任意となっているが、アプリケーションプログラムにとっては赤外線および従来の結線の双方で同様に動作するアプリケーションプログラムを開発できるインタフェースが提供される意義は大きいであろう。このことから IrCOMM は IrDA を適用したシステムで今後とも使われ続けられると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 塚本昌彦, 今井 明: 赤外線データ通信技術の動向, 情報処理, Vol. 36, No. 9, pp. 874-880 (Sep. 1995).
- 2) Infrared Data Association: URL <http://www.irda.org/>
- 3) 赤外線通信ハンドブック, ソフトバンク (Nov. 1995).
- 4) IrDA 赤外線通信技術, トリケップス (Mar. 1996).
- 5) Infrared Data Association: Serial Infrared Physical Layer Link Specification (Oct. 1995).

- 6) Infrared Data Association: Serial Infrared Link Access Protocol (IrLAP) (June 1994).
- 7) Infrared Data Association: Link Management Protocol (Jan. 1996).
- 8) Infrared Data Association: 'Tiny TP': A Flow-Control Mechanism for Use with IrLMP (Oct. 1995).
- 9) Infrared Data Association: 'IrCOMM': Serial and Parallel Port Emulation over IR (Wire Replacement) (Oct. 1995).
- 10) ISO 7498: Information Processing Systems — Open Systems Interconnection-Basic Reference Model (1984).
- 11) EIA/TIA-232-E, Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange (July 1991).
- 12) IEEE 1284, Signaling Method for a Bidirectional Parallel Peripheral Interface for Personal Computers (1994).
- 13) マイクロソフト:
URL <http://www.microsoft.com/windows/software/irda.htm>
(平成8年7月1日受付)

**近藤 貴士**

1961年生。1984年大阪大学工学部通信工学科卒業。1986年大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻博士課程前期課程修了。同年シャープ(株)入社。現在技術本部ソフトウェア研究所に勤務。小型機器向け通信プロトコルの研究開発に従事。(社)電信電話技術委員会委員(赤外線通信インタフェース)。電子情報通信学会会員。