

赤外線静止画通信の試験法の検討

若原俊彦^{*1}、渡部瑞枝^{*2}、大西 拓^{*2}、松本充司^{*1}、富永英義^{*1}

*1: 早稲田大学 国際情報通信研究センター

*2: 早稲田大学 大学院理工学研究科

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 55S-06-02

Tel: 03-5286-3114, Fax: 03-5292-7897

Email: wakahara@tom.comm.waseda.ac.jp

あらまし

近年、パソコン(PC: Personal Computer)の小型化が図られ携帯端末としてノートPCの普及が進み、これらには赤外線インタフェースが標準的に搭載されるようになってきた。さらに、パソコンの周辺機器としてデジタルカメラ、プリンタ、公衆電話機などにも赤外線インタフェースが搭載され、オフィス内でのカメラ間相互の近距離通信や公衆電話機を介した遠隔の機器との相互通信が可能になってきた。これらの情報機器を持ち歩き、会社のオフィスだけでなく出張先や自宅からアクセスして、これらの機器間で情報共有を行って仕事を進めるSOHOやモバイルオフィスなどが、最近、急速に普及してきた。このような中で、赤外線通信プロトコルの標準化がIrDA (Infrared Data Association)において進められているが、実際に製造された機器を用いて各種機器の相互接続が可能かどうかを調べるインタオペラビリティ試験の重要性が増している。

本論文では、デジタルカメラやノートPCの赤外線インタフェースを用いて静止画伝送を実現する静止画転送プロトコル(Ir Tran-P: Infrared Transfer Picture Protocol)を対象に、赤外線通信の相互接続試験方法について述べるとともに、この試験を効率的に行うための簡易テストを開発するとともに、これを用いた試験の方法、結果および今後の課題などについて述べる。

キーワード

携帯端末、赤外線通信、静止画転送、オフィス、インタオペラビリティ試験

A Study on the Infrared Picture Transfer Communication Test

Toshihiko Wakahara^{*1}、Mizue Watanabe^{*2}、Taku Ohnishi^{*2}、
Mitsuji Matsumoto^{*1} and Hideyoshi Tominaga^{*1}

*1: Global Information Telecommunication Institute, Waseda University

*2: Dept. of Electronics Information and Communication Engineering, Waseda University

55S-06-02 3-4-1 Ookubo, Shinjuku-ku Tokyo 〒169-8555

Tel: 03-5286-3114, Fax: 03-5292-7897

Email: wakahara@tom.comm.waseda.ac.jp

Abstract

Recently, personal computers (PC: Personal Computer) are miniaturized and note PCs are widespread and the infrared (IR) interface has come to be installed in these portable terminals. Then, the IR interface is installed also in a digital camera, the printer, and the pay phone, etc. as peripherals of the computers in the offices. Therefore, the interoperability among these equipments which is examined whether the intercommunication of these equipments is possible or not has become to be important.

In this paper, the method of examining the interoperability of the IR communication for still-picture transfer protocol (Ir Tran-P: Infrared Transfer Picture Protocol) by which the still picture transmission is achieved is described by using the infrared interface of digital camera and note PCs. Then a simple tester to do this examination efficiently has been developed, and the experimental results are also described.

key words

PDA, Infrared communication, Still picture transfer, Office, Interoperability Test

1. まえがき

近年、パソコン(PC:Personal Computer)の小型化が図られ携帯端末としてノートPCの普及が進み、これらの携帯情報端末に赤外線インタフェースが標準的に搭載されるようになってきた。さらに、パソコンの周辺機器としてデジタルカメラ、プリンタなどにも赤外線インタフェースが搭載され、オフィス内でのカメラ間相互の近距離通信やカメラで撮影した静止画像をパソコンに取り込んで編集を行ったり、これらの情報機器を持ち歩き、会社のオフィスだけでなく出張先や自宅からアクセスして、これらの機器間で情報共有を行って仕事を進めるSOHO(Small Office Home Office)やモバイルオフィスなどが、最近、急速に普及してきた。このような中で、赤外線通信プロトコルの標準化がIrDA(Infrared Data Association)において進められ、実際に製造された各種IrDA製品の相互接続が可能かどうかを調べるインタオペラビリティ試験の重要性が高まったことから、IrDAの中に試験委員会が設けられ、テストガイドラインなどを規定するとともに実際に相互接続試験も行っている。

本論文では、デジタルカメラやノートPCの赤外線インタフェースを用いて静止画伝送を実現する静止画転送プロトコル(Ir Tran-P: Infrared Transfer Picture Protocol)を対象に、赤外線通信の相互接続試験方法について述べる。具体的には、この試験を効率的に行うために新たに開発した簡易テストについて述べるとともに、これを用いた試験の方法および今後の課題などについて述べる。なお、IrTran-Pプロトコルの試験法として、以下の3つからなる相互接続試験を中心に評価結果について述べる。

(1)赤外線通信インタフェースを有する2つの機器(同機種異社製品間、異機種異社製品間をメイン)を相互に接続し、通信パラメータがネゴシエーションにより最適値に選択されるかを確認する。

(2)上記で選択されたパラメータに基づいた通信を行うか確認する。

(3)基本的な静止画通信を行う簡易テストを開発し、これと試験対象装置との相互接続試験を行い、動作確認する。

2. オフィスにおける赤外線通信

2.1 オフィスにおける情報共有

オフィスワーカーは、携帯情報端末、デジタルカメラ、スキャナやノートPCなどから取り込んだマルチメディア情報をデスクトップPCに転送したり、パソコンで編集した後プリンタで印刷したり、これらの機器類を利用しながらマルチメディアドキュメントの作成・編集などの作業を進める。すなわち、デスクトップPCはオフィス内のネットワークに常時接続されているが、前者のモバイル端末群はオフィス内のネットワークに常時接続しているわけではなく、必要に応じてアドホックにデスクトップPCと接続することになるので、取り付け・取り外しが簡単で、高信頼で高速な転送が要求される。この条件を満たす通信方式として、近年、赤外線通信が注目を集めている。図1にオフィスにおける情報共有の形態の例を示す。ここで、赤外線通信の特徴としては、以下の項目があげられる。

(1)非接触であり、ケーブルなどが不要であるため、接触不良などの障害がない。

(単に赤外線モジュールを近づけるだけで良い)

(2)小型で低価格であり、携帯型の端末にはほぼ標準的に搭載されているので、あらためてPCM-CIAカードなどのNICが不要である。

(3)赤外線デバイスの発見を自動的に行っており、

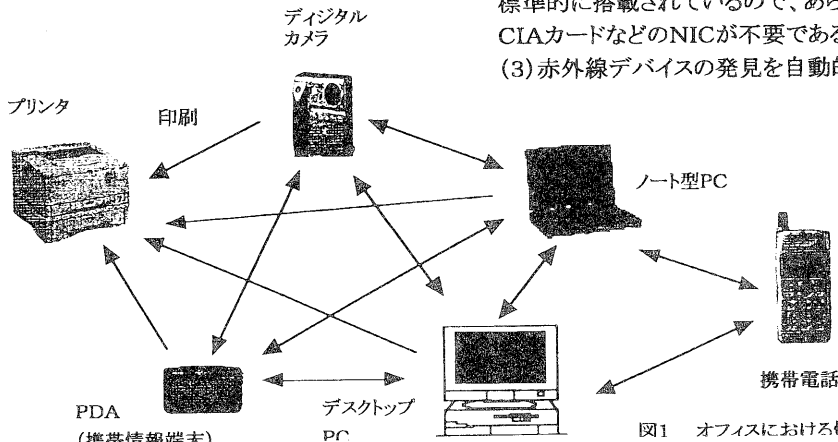


図1 オフィスにおける情報共有の例

アドレス設定などの作業は不要で、簡単に通信ができる。

しかし、赤外線通信を使用する際には以下の条件を考慮する必要がある。

- (1) 1:1のポイント・ポイント通信が基本であり、1m以内の通信に限定される。
- (2) 赤外線モジュールは、指向性が強いのでモジュールを対向させ30度以内の位置に配置し、途中の遮蔽物を取り除く必要がある。
- (3) 微弱電波を受信するので、他の光波などの影響を受け易い。

2.2 赤外線通信の概要

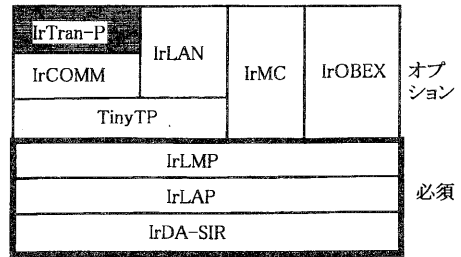
赤外線は、波長が可視光線より長い波長帯(850nm-900nm)の光を用いている。このため、直進性が強く、円錐状の光ビームで伝播される。光の進行方向に遮蔽物があると反射し、微弱電力で送受信するため、遠距離通信には向いていない。さらに、赤外線モジュールがカバーする範囲は限定されているので、相手端末との通信は赤外線ビームにより1:1のポイント・ポイント通信が基本となる。また、赤外線デバイスを構成するモジュールの送信部と受信部の構造上、発光ダイオード(LED)が発光中は、受信部の受講ダイオード(PD)が直接検出してしまうので、赤外線ビームの送信と受信を時間的に交互に切り替える半2重通信が基本である。表1に主要諸元を示す。

赤外線通信は上記の条件を考慮し、2つの不特定装置の間でアドホックに通信する事を目的としており、以下の特徴を有する。

- (1) 赤外線の通信範囲内にある装置を発見する機能を有する。

表1 赤外線通信IrDA-SIR (Ver.1.0)の主要諸元

項目	諸元
波長	850nm-900nm
通信方式	調歩同期、半2重、パリティ無 1ストップビット、8ビット長
符号形式	RZ(Return to Zero)
伝送速度	9.6-115.2kbps
パルス幅	3/16
伝送方式	半2重ベースバンド伝送
通信距離	最大1m
ビーム幅	±15° (オプション: ±30°)
誤り率	10 ⁻⁹ 以下



IrOBEX: Infrared Object Exchange
 IrMC: Infrared Mobile Communications
 IrLAN: Infrared Local Area Network
 IrTran-P: Infrared Transfer Picture
 IrCOMM: Infrared Serial and Parallel Port Emulation over IR
 Tiny TP: Tiny Transfer Protocol
 IrLMP: Infrared Link Management Protocol
 IrLAP: Infrared Link Access Protocol
 IrDA-SIR: IrDA Serial Interface

図2 赤外線通信の protocols

- (2) 相手が特定できないので、固定したアドレスを割り振る事が出来ない。
- (3) 通信速度を前もって規定できず、通信開始時に装置間のネゴシエーションによって決定する。

2.3 赤外線通信 protocols

赤外線通信 protocols は IrDA で標準化が進められており[1]、現在までに IrDA で規定されている赤外線通信 protocols [2] を図2に示す。同図に示すように、レイヤ1は物理層 (IrDA-SIR: IrDA :Serial Interface)、レイヤ2はリンク層 (IrLAP: Infrared Link Access Protocol) およびこれを多重化する IrLMP (Infrared Link Management Protocol)、レイヤ4はフロー制御を行うトランスポート層 (Tiny Transport Protocol) でその上位に IrCOMM (Infrared Serial and Parallel Port Emulation over IR (Wire Replacement)) がある。IrLMP までが必須の機能であり、これ以上の機能はオプションである。また、カメラ-カメラ間、カメラ-PC間、PC-プリンタ間、カメラ-プリンタ間の静止画転送を可能とする静止画転送 protocols (Tran-P)、イーサネットなどの LAN に接続する IrLAN protocols、ノート PC を携帯電話に接続しリアルタイムの音声伝送を実現する移動通信用 IrMC (Mobile Communications) および携帯電話機間や PC 間で電話帳やメッセージ交換を行うオブジェクト交換 IrOBEX (Object Exchange) protocols も規定されている。

2.4 静止画通信 protocols (Ir Tran-P)[3]

静止画通信 protocols は、2つのサブレイヤ (SC

EP: Simple Command Execute ProtocolおよびbFTP: binary File Transfer Protocol)と静止画情報(UPF: Uni Picture Format)の3つから構成される[4].

(1) SCEPの機能

IrCOMM上にコネクションを確立するとともに、通信路を管理し、コマンドを実行する。具体的には、コネクション確立時にはそれぞれのマシンID、通信時の最大パケット(PDU:Protocol Data Unit)長、認証に必要なユーザ名およびパスワードを交換する。表2にネゴシエーション項目を示す。また、最大PDU長より長いデータが上位から転送された場合には、最大PDU長のパケットに分割するとともに、受信側ではこれを元のデータに再構成する。さらに、上位からのコマンドに対して実行および実行結果通知、実行中断などの処理を行う。

(2) bFTPの機能

bFTPはSCEP上で実行され、問い合わせ機能とコマンド実行機能からなる。前者は、送信側の装置から受信側の装置に能力や状態を問い合わせ(Query)、以下の3種類の情報を適応的に変化させて受信側に転送する。表3にこれを示す。

i) 受信可能な画像情報(RIMG);

デフォルト(VGA:680X480)以外の画像が送信できる場合、受信側でその画像を受信・表示ができるかを問い合わせる。(デフォルトの場合は省略)

ii) 受信側の状態(RINF);

全部の画像を送信しても受信側のバッテリーとメモリ容量が確保できるかを問い合わせる。

iii) コマンド処理能力(RCMD);

複数枚の静止画像が受信可能かどうかを問い合わせる。

なお、受信側はそれぞれのQueryコマンドに対して必ずAckまたはNackを返送する必要がある、Nackの場合には、送信側はデフォルトで規定された形式で画像を転送する。また、画像を送信する場合は、PUTコマンドで1枚分の画像データをバイナリ形式で転送する。受信側では、すべての画像データを受信し終わると、元の画像に戻して送信側に受信完了を通知する。

(3) UPFの機能

静止画のデータ構造として、ヘッダ領域とデータ領域から構成され、前者はさらにファイルヘッダとエントリエリアからなる。画像形式としては、JPEGのベースラインをベースとしている。また、画像の付属情報として、撮影年月日/時間、撮影方向、撮影者、

表2 IrTran-Pネゴシエーション項目

項目	内容
最大受信PDU長	512、1024、2048、4096バイト (デフォルトは512バイト)
製品ID	製造メーカー名、型番、モデル番号
認証	ユーザ名(最大32バイト) パスワード

コメントなどの情報は、データ領域のテーブルデータエリアに格納される。

3. 相互接続試験

3.1 相互接続試験の目的[5]

マルチベンダ環境におけるIrDA機器の相互接続試験に当たっては、限られた時間の中で出来るだけ多くの不具合を発見する事が目的であり、その評価としては、規定のテストデータを用いて短時間で問題を発見できる事が目安となる。なお、本来のインタオペラビリティが目指す相互接続性としては、すべての製造会社(メーカー)のすべての機種を対象に接続試験を行うのが望ましいが、これを実施するためには総当たりの対向試験を行う必要があり、機種の数が増加するとその2乗のオーダで試験時間が増加するので、対象機種がある程度以上になると全機種試験は不可能になる。

赤外線通信は、他の通信方式と異なりモバイル型の端末間で”その場限りの通信”を実現する場合が多く、接続相手が固定的に決まっているわけではないので、相手を発見する手順から始まる。このため接続に際して、相手の通信能力(通信速度、データサイズ、ターンアラウンドタイムなど)を通知し合って、最適の値が選択される。相互接続試験に当たっては、これらのパラメータ選択が正常に行われるか否か、この選択パラメータに従った通信が行われるか否かが重要なポイントにな

表3 IrTran-P問い合わせ(クエリ)項目

項目	内容
RIMG	<ul style="list-style-type: none"> 解像度:VGA, SVGA, XGAなど 標本化:4:2:0 (デフォルトはVGA, 420)
受信側の静止画処理情報	
RINF	<ul style="list-style-type: none"> メモリ:受信可能容量 バッテリー:残量 (デフォルトは大、大)
受信側の状態	
RCMD	<ul style="list-style-type: none"> PUTコマンドの実行回数 (セッション設定中) (パラメータ未設定の場合は1回)
受信側で実行可能なコマンド	

る。これが、プロトコルの正常性をチェックするコンフォーマンクス試験とは基本的に異なる点である。

上記を考慮し、効率的に相互接続試験を実施するため、以下の方針で試験を行うものとする。

(1) 試験対象となるプロトコル(Tran-P)以外については、簡易なプロトコルテストを用いて予備試験を行い、試験を簡略化する。(2) 異業者異機種相互間での相互接続試験をメインに相互接続試験を行うものとし、同一業者異機種間および異業者同機種間の装置については必要に応じて試験を行う。

基本的には、新規に開発された製品の自社内の試験は試験プログラムなどを用いて完了し、動作確認が一通りなされていることを前提と考える。したがって、相互接続試験としては、他メーカ製造の製品および自社の異なる機種との相互接続試験を主対象とする。

3.2 簡易プロトコルテストの開発

プロトコルテストとしては、対象とするプロトコルの相互接続試験を効率的に行うため、基本的な試験(Tran-Pの場合には、静止画1枚転送)を実現するものとする。したがって、簡易プロトコルテストの持つ機能としては、

- (1) IrDAプロトコルの下位レイヤ機能(必須部分)を実現し、パラメータを選択して基本的な接続が可能かどうかを確認する
 - (2) 対象とするプロトコルレイヤ機能の基本部分が仕様通り実装されているかを確認する
- の2つを実現するものとする。

表4 簡易テストの主要諸元

項目	諸元
テストパターン	カラーバー :7kB 円 :56kB キャンパス風景:58kB (3種類)
解像度	VGA (640X480画素)
プロトコル	IrTran-P準拠
画像転送	テストパターンを1枚送信 コネクション設定 クエリー(RIMG、RINF、RCMD) テストパターンのbFTP転送 コネクション解放
下位レイヤプロトコル	IrCOMMプロトコル TinyTPプロトコル IrLMPプロトコル IrLAPプロトコル Ir-SIRプロトコル

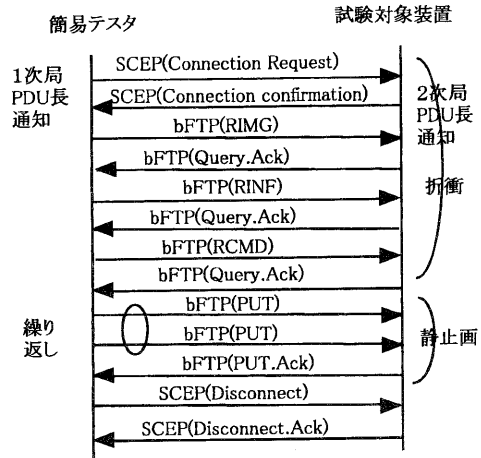


図3 静止画転送(Tran-P)シーケンス

このため、簡易プロトコルテストとして、物理層のIr-SIR機能、IrLAP機能、IrLMP機能、TinyTP機能およびIrCOMM機能を実装し、IrTran-P機能としては基本的なテスト画像(3枚)を送信できる機能を持たせる事とした。表4に、開発した簡易プロトコルテストの主要諸元を示す。図3に、簡易テストを用いて試験対象装置と試験を行う場合の静止画転送シーケンスを示す。同図に示すように、まず転送するPDU長を送信・受信の双方で合意し、解像度など画像情報(RIMG)、受信側状態(RINF)、コマンド処理能力(RCMD)を2次側に問合せ(Query)て、この情報に基づいて静止画をバイナリ転送(bFTP)する。転送が完了し、Ackを受信するとコネクションを開放する。

3.3 Tran-P相互接続試験

先にも述べたように、相互接続試験はコンフォーマンクス(適合性)試験と異なり、基本的には個別のプロトコル試験(各レイヤ毎のプロトコルの正常性の確認)は既にクリアしたものを見做して、

- (1) 異機種接続試験(同一業者)
- (2) 異業者接続試験(同機種)
- (3) 異業者接続試験(異機種)

を主対象に試験を行う。例えば、静止画転送プロトコルの場合には、同一社内で製造されたカメラ同士の工場出荷試験転送試験はすでに終了しているものとし、カメラとプリンタ、カメラとパソコン、パソコンとプリンタなどの異機種接続や他製造業者が製造したカメラとの同機種やパソコンなど異機種装置との相互接続試験を対象とする。また、正常系の接続試験を主対象とし、規定の範囲内で動作を確認する。IrTran-Pは3つのサブレイヤ(SCEP、bFTP、UPF)から構成される

表5 IrTran-プレイヤーの試験項目

項目	試験項目	
SCEP機能	最大PDU長の確認	送信側から通知したPDU長と受信側から通知したPDU長から設定されたPDU長の確認と、bFTPで実際に転送されるパケット長を確認する。
	マシンIDの確認	実際に送受信するパケットに付加されるマシンIDが同一かを確認する。
bFTP機能	複数枚転送	複数の静止画を連続転送し、最後まで転送するか確認する。
	解像度変更	XGAなどマシンの有する解像度で転送し、デフォルトがVGAとなることを確認する。
UPF	静止画情報の確認	受信した静止画情報のアスペクト比、インデックスイメージの大きさ、サンプリング・ビット数、ファイル拡張子UPFなどを確認する。
	付属情報の確認	撮影年月日、撮影者、パノラマ撮影、サムネイルの正常転送を確認する。
総合	静止画転送・表示の確認	静止画転送を行い、表示が正常に行われるかを確認する。

ので、それぞれ個別に試験を行う。最後に総合的な静止画転送および表示の確認試験を行って評価を行う。表5に、Ir Tran-P試験項目を示す。

(1) SCEP試験

コマンドやデータを送信するためのセッション(コネクション)が設定できるか、送信側および受信側で通知するPDU長を確認し、実際にデータを送信するbFTPのパケットの長さをそれぞれ確認する。また、マシンIDが正常に付加され、通信中は送信・受信とも同一のIDを保持するか確認する。

(2) bFTP試験

静止画を1枚および複数枚連続転送し、正常に受信できるかを確認する。また、送信側および受信側でVGA以外の解像度を有する場合には、SCEPの問合せ(Query)手順に基づいてネゴシエーション(受信静止画情報:RIMG、受信状態:RINF、受信コマンド:RCMD)が正常に行われ、誤りなく転送が行われ正常に受信できるかを確認する。

(3) UPF試験

受信した静止画情報のアスペクト比、インデックスイメージの大きさ、サンプリング・ビット数、ファイル拡張子などを確認するとともに、静止画情報に付属して受信した撮影年月日、時間、撮影者、編集時

間、編集者、パノラマ撮影、サムネイルなどの情報を正常に受信したかどうかを確認する。

(4) 総合試験

1枚および複数枚の静止画転送を行い、受信側で正常に受信するとともに、受信装置で送信側の静止画と同品質で表示ができることを確認する。

3.4 試験とその結果

異業者で製造された静止画カメラ間のインタオペラビリティ試験、カメラとパソコン間、カメラとプリンタ間で赤外線Tran-Pによる静止画転送実験を行った。これら2装置の中間に赤外線プローブを配置し、授受するパケットをTran-プレイヤーでモニタした。簡易テストは、まずこれら試験対象装置との1次試験に用い、これとの相互接続が成功したものを選定して、実際のカメラ、パソコン、プリンタとの相互接続試験を行った[6]。ここで、静止画転送の相互接続試験を行った結果、下記の問題点が見受けられた。

(1) マシンIDはオプションであるが、間違っていて設定している場合もあり、転送の途中で誤りとなって転送失敗するケースがあった。

(2) 転送前に折衝するパケット(PDU)長の長さが、合意したものと異なる場合があり、転送途中で再送したり、受信エラーを起こして転送不可となるケースがあった。

(3) パケット長が送受信で合意した長さよりも短ければ転送は可能であるが、これが短く多数のパケットに分割されて転送されたため、転送効率が低いものがあった。

これらの課題を抽出し、問題点を各製造業者に指摘し、改造を行った。その結果、表6に4社カメラ間静止画転送試験の結果の例を、表7にカメラとパソコン、カメラとプリンタ間の相互接続試験の結果の例を示す。ここで、通信距離は1m以内で装置間でばらついているが、仕様上、問題にはならない。

なお、Tran-Pの最終的な製品にはこれらを反映させることが出来、同表に示すように良好な試験結果が得られた。これにより、Tran-Pより下位レイヤの動作確認を含め、効率的に相互接続試験を行うことが出来た。また、本相互接続試験の考え方および手法については、IrDAのTran-Pテストガイドラインに反映させている[7]。

表6 4社間カメラ相互接続試験結果

受信 \ 送信	A社カメラ	B社カメラ	C社カメラ	D社カメラ
A社カメラ		○(75cm)	○(35cm)	○(52cm)
B社カメラ	○(65cm)		○(32cm)	○(51cm)
C社カメラ	○(28cm)	○(43cm)		○(47cm)
D社カメラ	○(93cm)	○(100cm)	○(73cm)	

()内は通信距離を示す。

表7 異社間異機種相互接続試験結果

受信 \ 送信	A社カメラ	B社カメラ
C社パソコン	○(89cm)	○(100cm)
D社プリンタ	○(30cm)	○(26cm)

()内は通信距離を示す。

4. まとめ

赤外線通信を用いた静止画転送プロトコルの試験法を検討し、新たに簡易テストを開発するとともに、これを用いて効率的にインタオペラビリティ試験を行うことが出来た。この結果を、Tran-P製品群に反映させ、高品質な製品が得られる見通しを得た。

今後の課題としては、本方式の自動化を図ること、各レイヤの異常性確認により仕様の記述ミスや漏れがどの程度あるのか、長時間試験による信頼度試験、性能試験方法などの検討が必要である。また、今後、赤外線インタフェースは、携帯電話(IrMC)や腕時計(IrWW)などの実装も検討が進んでおり、これらの効率的な相互接続試験も課題である。

参考文献

- [1]松本充司, "赤外線通信の動向", 画像電子学会誌 第27巻 第3号pp192-195(1998)
- [2]北角権太郎, "赤外線通信プロトコル", トリックス社(1999)
- [3]IrDA: IrTran-P Infrared Transfer Picture (1998)
- [4]高川、下倉、今枝, "赤外線通信を利用した画像通信プロトコルIrTran-Pの開発とその応用", 画像電子学会誌 第27巻 第5号pp466-474(1998)
- [5]大西、温、渡部、松本、富永, "DSC用赤外線通信のインタオペラビリティに関する一検討", 画像電子学会第26回年次大会一般セッション12, pp.23-24(1998)
- [6]松本充司, "テストラボの意義と意味", エレクトロニクス, 1997年9月号(1997)
- [7]IrDA: IrTran-P: Infrared transfer Picture Conformance Tests and InterOperability Tests Guideline(1999)