

高速赤外線通信プロトコル IrSimple の標準化

Standardization of IrSimple, a High-Speed Infrared Communications Protocol

直江 仁志^{*1} 深江 文博^{*1} 酒井 宏仁^{*1} 大澤 昇平^{*1}
 Hitoshi Naoe Fumihiro Fukae Koji Sakai Shohei Osawa
 神之門 司^{*2} 中島 孝士^{*3} 豆田 憲治^{*4}
 Tsukasa Kaminokado Takashi Nakajima Kenji Mameda

要 旨

近距離ワイヤレス通信の一つとして赤外線光を用いた IrDA[®]注¹ (Infrared Data Association) 方式がある。この IrDA 方式は国際標準化された通信方式として携帯電話等で広く普及しているがデータ通信の手順が複雑なため通信時間が長く、使用用途は名刺データ等の小さなデータの交換に限られてきた。今回この IrDA 方式をベースに、写真データを含む大きなデータの交換にも適用できるように高速化した IrSimple[™]注¹ を開発した。この IrSimple は IrDA にて国際標準化を行い、2005 年 8 月に国際標準仕様となった。本稿ではこの IrSimple の特徴や概要、国際標準化の流れについて述べる。

注¹ : IrDA[®], IrSimple[™]は、IrDA の商標である。

The authors developed IrSimple as an improvement on IrDA, which is a short range infrared communications protocol standard. While the latter is widely used on mobile phone handsets and other mobile devices, its low transfer rate due to its complicated protocol limits its use to exchange of relatively small data such as business card information. IrSimple provides faster transfer and is capable of handling larger data including photographs.

This paper gives an outline of IrSimple and describes its features as well as our standardization activities that led to its approval as International Standard in August 2005.

まえがき

近年、携帯電話が高機能化しておりそれに伴って扱えるデータ量は増大している。特に撮像素子の画素数は飛躍的に向上している。しかしながら携帯電話の表示画面の画素数は撮像素子のそれに比して大きく乖離しており、携帯電話で撮像した高画質画像を携帯電話の表示画面では十分に表現できない状況である(図 1)。

携帯電話から高速で簡単に他の機器に伝送することが可能になれば、撮像した高画質画像をテレビに送り大画面で閲覧したり、プリンタで高品質に印刷したりするといった用途に展開が可能となる。

今回この高速で簡単に他の機器と伝送する方式として、赤外線光を使用した IrDA 方式を改良し IrSimple 方式を開発し、国際標準化を行った。この IrSimple を

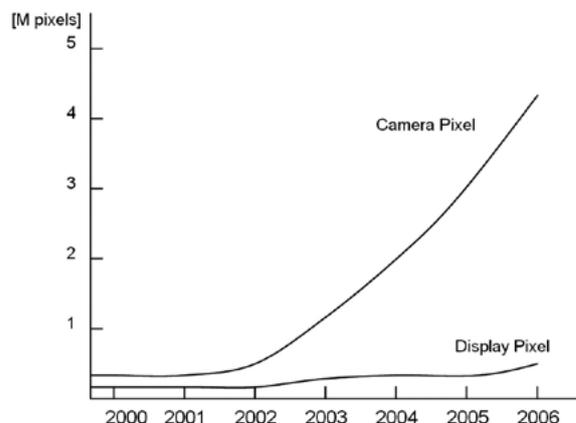


図 1 ディスプレイと撮像素子の動向
 Fig. 1 Resolution trend of Displays and Cameras.

^{*1} 電子デバイス開発本部 先端技術開発研究所 第2開発室

^{*2} 人事本部 人事部

^{*3} AVC 液晶事業本部 開発センター 第1開発部

^{*4} 技術本部 プラットフォーム開発センター ホーム PF 開発室

用いると、200万画素の画像データを接続からデータ交換終了まで約1秒で完了することが可能となる。

本解説では、この IrSimple 方式の特徴や概要、標準化活動について述べる。

1. IrSimple の概要

IrSimple とは赤外線を使用した通信方式であり、IrDA 規格をベースとし、データリンク層からトランスポート層を新たに規定するプロトコル層仕様と、使用方法を規定したプロファイル仕様からなっている。

IrSimple には表 1 に示すように、双方向／片方向の二つのプロファイルを持ち、接続確立時間が短く、転送効率が良いという特長がある。

表 1 IrDA と IrSimple の比較

Table 1 Comparison of IrDA and IrSimple.

	IrDA	IrSimple
通信プロファイル	双方向	双方向／片方向
接続時間	1～3S	0.1～0.2S
転送効率	10～40%	90%以上
通信形態	1対多	1対1

片方向通信プロファイルは IrSimple プロファイル仕様において Home Appliance Profile として定義されており、アプリケーション名で“IrSimpleShot™”もしくは“IrSS™”と呼ぶ機能である^{注2}。片方向通信はその名の通り、片方向にのみデータおよびフレームを転送する通信である。送信機は受信機からの信号を必要とせずデータを送信し、受信機は送信機からのデータに対し、何も返信せずに受信を行うため、受信機の実装コストを下げる事が可能である。

双方向通信プロファイルは IrSimple プロファイル仕様において Tiny Object Exchange Profile として定義されている。双方向通信は従来の IrDA 通信と同様の通信機能であり、IrDA 機器と IrSimple 機器との互換接続モードを持ち、対向機器の応答により IrDA/IrSimple を判別して自動的に接続プロトコル切り替える機能を持つ。

光を使用する通信の場合、向かい合わせでの通信となるため、特に携帯電話のような機器では通信時間を極力短くすることがユーザーの利便性を増すことになる。したがって両プロファイルとも接続時間の短縮およびデータ転送効率の改善を行っている。

接続時間の短縮として、従来の IrDA では相手機器をサーチし、発見した後に各レイヤの接続を行うため、接続完了に数秒程度かかっていたが、IrSimple ではこ

のシーケンスを見直すことによって、サーチと各レイヤの接続を同時に行い、接続時間を 0.1～0.2 秒程度に短縮した。

また、データ転送時において、IrDA では 64kByte までのバースト転送が可能であったが、一般的には 1 フレーム単位である 2kByte を転送の 1 単位としてハンドシェイクしながら通信を行っているために、非常に通信効率が悪かった。IrSimple においては、片方向通信時には実使用上無制限に近いサイズ(2Gbyte)のバースト転送を可能とし、双方向通信時にはバースト転送するサイズのデフォルトを 256kByte にすることで、通信効率を飛躍的に向上させた。

以下に各特長についての詳細を述べる。

注2：IrSimpleShot™, IrSS™は、IrDA の商標である。

2. IrSimple のレイヤ構造

IrSimple のレイヤ構造を図 2 に示す。

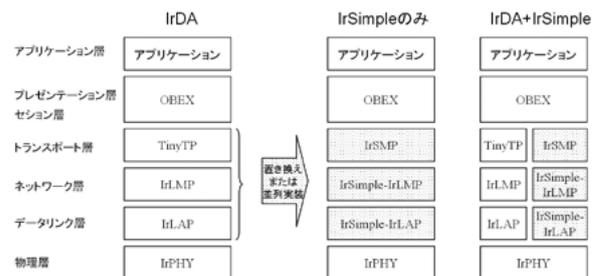


図 2 IrSimple のレイヤ構造

Fig. 2 IrSimple layer structure.

IrDA/IrSimpleはOSI7階層モデルで構成されている。IrSimple は物理層とセッション層である OBEX 以上を IrDA と共用し、データリンク層である IrLAP、ネットワーク層である IrLMP、トランスポート層である TTP をそれぞれ、IrSimple-IrLAP、IrSimple-IrLMP、IrSMP と置換、もしくは並列的に存在している。

3. IrSimple の 2 つのプロファイル

IrSimple は片方向通信を行う Home Appliance Profile と双方向通信を行う Tiny Object Exchange Profile という 2 つのプロファイルを持つ。この 2 つのプロファイルにおける簡単な通信シーケンスを図 3 に示す。

片方向通信プロファイルは、簡潔な動作、簡単な実装を目的に作成されており、送信側は接続、データ交

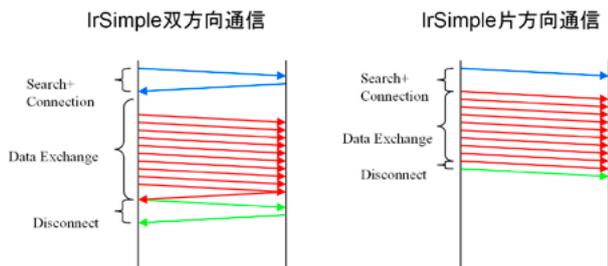


図3 IrSimpleの通信シーケンス
Fig. 3 IrSimple communication sequence.

換，切断までを連続して行い，受信側はデータが完全に受信できたかどうかのみを確認し，完全に受信できた場合は，表示や印刷等の処理を行い，データの受信に失敗したことを検出した場合には通信を終了する。以上のように送信側では通信は受信側が受信に成功したか失敗したかに関わらず終了し，受信側の表示や印刷等の動作で通信が正常に終了したかどうかを確認し，必要ならユーザが再送信を行う必要がある。この使用法は例えていうなら，リモコンで操作したにもかかわらず機器が所望の動作を行わなかった場合に，再操作を行う行動と似ている。

双方向通信プロファイルは，一般的な通信と同様に送信機と受信機の間でデータの完全性をチェックし，受信を失敗した場合には自動で再送動作を行い，送信機，受信機ともに通信が成功したかどうかを確認することができる。

4. 高速接続

IrSimple は接続時間が非常に短いという特徴を持っている。

この特徴は，IrDA で行っていた機器サーチから各通信層の接続を行うために必要な複数のフレーム交換を一对(片方向通信の場合は一個)のフレームに集約することで一对(一個)のフレームで機器サーチから各通信層の接続までを完了するためである。

IrDA と IrSimple の接続シーケンスを図4に，使用するフレームの略図を図5に示す。

IrDA と IrSimple は既に述べたように OSI7 階層に準じた層構造を持っている。IrDA は OSI7 階層の層の交換が可能という思想から，下位層から上位層へ順に接続する。また IrDA は主として PC と周辺機器を接続する目的で作成されたため，1 対多の通信を行うための機器検索の機能を持っている。機器検索においては複数の XID フレームと呼ばれる主に機器検索を行うフレームを用いる。XID フレームのアドレ

スはブロードキャストアドレスとなっており，そのフレームを受信した受信機は，全 XID フレーム数からランダムに返信するフレームを決め，その XID フレームにレスポンスを返信する。送信機は XID フレームエンドを送信し，レスポンスを受けているため機器検索を終了する。続いて送信機はフレーム交換用の7ビットのアドレス（コネクションアドレス）をブロードキャストアドレスにし，レスポンスフレームに記載された32ビットアドレスを Destination アドレスに設定し，そのレスポンスを返信した機器に対して次のフレームからお互いに使用するコネクションアドレスと通信速度などのネゴシエーションパラメータを記載した SNRM フレームを送信する。受信機は SNRM を受けてパラメータのネゴシエーションを行い UA フレームを返信する。この SNRM フレームと UA フレームの交換で IrLAP 層の接続が終了する。以後，ネゴシエーションされたパラメータのフレームを用いて，IrLMP, TTP, OBEX と上位層の接続を行っていく。

IrSimple は，1 対 1 の通信に限定しているため，XID フレームを用いた複数の機器検索を行うためのシーケンスを省くために，IrDA の SNRM/UA フレームを拡張することで接続時間の短縮を図った。まず，SNRM のコネクションアドレスと Destination アドレスを共にブロードキャストアドレスに設定し，受信機はこのフレームを受信することができるようにしている。(注：IrDA 仕様では両方のアドレスがブロードキャストの SNRM フレームは違反であり，受信機は無視することとなっている。したがって，IrDA 機器はこのフレームは扱われないことになり，現行の機器では通信障害を起こさない。)この拡張を行うことにより，機器サーチなしで，SNRM フレームおよび UA フレームによる接続を行うことが可能となる。更に，SNRM フレームおよび UA フレームに上位層の接続時に必要なネゴシエーションパラメータや，接続コマンドを格納する機能を持たせる。この拡張を行うことにより，SNRM/UA フレームの交換のみで IrSimple-IrLAP 層から OBEX などの上位層までの接続を完了することができる。

以上のように IrSimple では接続にかかるフレーム数を極力削減した。特にこの接続時のフレームは IrLAP 層の接続完了までは 9600bps で行われる非常に遅い通信であるため改善効果が大きく，IrDA で 1~3 秒程度かかっていた接続時間を 0.1~0.2 秒で完了できるようになった。

5. データ転送効率の向上

IrSimple はデータ転送効率が非常に高いという特徴を持っている。

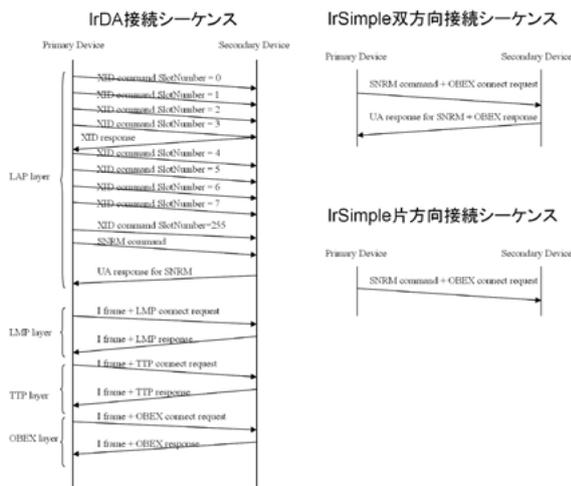


図4 IrDA/IrSimpleの接続シーケンス
Fig. 4 IrDA/IrSimple connection sequence.

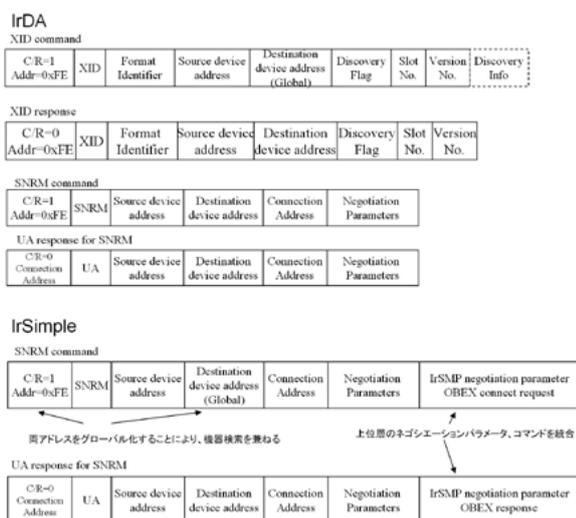


図5 IrDA/IrSimple フレーム略図
Fig. 5 IrDA/IrSimple frame structure.

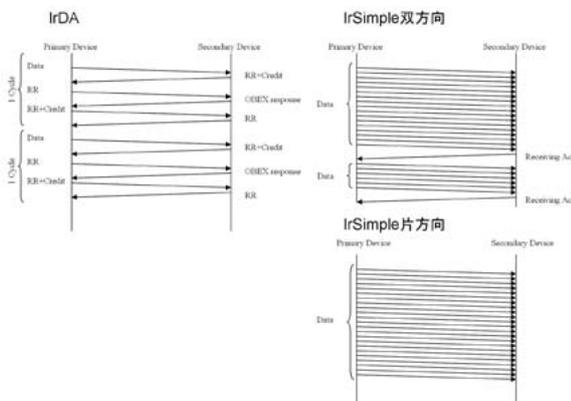


図6 IrDA/IrSimpleのデータ転送シーケンス図
Fig. 6 IrDA/IrSimple data transfer sequence.

この特徴はデータ転送時に多数フレームの連続転送を行う機能を持たせたためである。IrDA/IrSimpleのデータシーケンス図を図6に示す。

IrDAにおいて、データ交換はI (Information) フレームを用いて行われる。IrDAにおいてもフレームの連続転送は可能であり、7個(拡張仕様で127個)まで対応できる。Iフレームには送信/受信機で管理されるフレーム番号を格納するフィールドがあり、IrLAP層でこの番号を管理している。IrLAP層は通信時にこのフィールドとFCSコード(Field Check Sequenceコード:ビットエラーを検出するコードでありCRC(Cyclic Redundant Code)と同義)を確認することで通信エラーを検出する。IrLAPはエラーが検出された場合は、再送要求を行うが再送方法として、エラーが発生したフレームのみ再送、エラーが発生したフレームから再送など複数の再送方法が存在している。

また、IrDAではTTP層でフレームのフロー管理を行う。この機能はクレジット交換という形で実現され、連続して受けることのできるTTPフレーム数をクレジットという形で対向機器に渡し、フレーム受信毎にクレジットが1減少し、クレジットが0になった場合は受信ができないことを示す。受信の準備が可能となった場合に、再度クレジットを渡すことでフロー制御を実現している。

更にOBEX層においてはPUTというコマンドを用いてデータ送信を行う。一つのPUTコマンドで送信できるデータの最大サイズは64kByteであり、大きいサイズのオブジェクトの場合、複数のPUTコマンドを用いて転送を行う。OBEXのコマンドに対してはレスポンスを返す必要があり、この64kByteがIrDAにおける仕様上の連続転送可能サイズの上限になっている。

しかしながら、携帯電話ではIrLAPの再送処理の複雑さや、IrLAPの連続サイズとTTPのクレジットサイズとOBEXのコマンドサイズが同期の取れない値で合った場合など実装の複雑化を敬遠して、IrLAPの連続転送可能数を1(つまり連続で転送しない)、クレジットを1、OBEXコマンドサイズを2kByte(フレーム1個分)としている。つまり、2kバイトのフレームに対して、IrLAPの受信確認返信(RRフレーム)、クレジット譲渡、OBEXレスポンスの3個のフレームをデータの受信機側から送信機側に渡す必要があり、それに対して送信機は受信機に送信権委譲(RR)フレームおよびクレジット譲渡フレームを送信するため、合計3対のフレームを必要とする(実装によってはクレジット委譲を他のフレームとマージすることにより2対になっている場合もある)。

IrSimpleにおいてはデータ転送にUI(Unnumbered Information)フレームを使用する。このUIフレームは

フレーム番号を持っていないため、無制限に連続してフレーム転送を行うことが可能である。ただし、フレーム番号を持っていないため、IrSimple-IrLAP 層では FCS のチェックは行えるが、フレームの抜けなどの確認ができなくなる。そこで、IrSimple では IrSMP 層にて、UI フレームの抜けが無く受信できているかを確認する。IrSMP 層は UI フレームに 20bit のシーケンシャルなフレーム番号を振る。このフレーム番号を元に UI フレームの抜けを検出する。また、双方向通信時における再送方式に関しては、受信を失敗した UI フレーム以降の UI フレームの再送という一つの方式に限定することで、再送処理を簡素化している。また、IrSimple においては OBEX において、オブジェクト転送の途中のコマンドに対するレスポンスを不要としている。この対応により最大 64kByte に一度必要であったレスポンスが無くなり、オブジェクト 1 個に対して 1 度のレスポンスのみになる。したがって、オブジェクト単位での連続フレーム転送が可能となる。

以上のように、IrSimple ではデータ転送時において連続転送を可能としており、従来 IrDA において 10～40% であった通信効率を 90% 以上まで改善することが可能となった。

6. IrSimple 双方向通信の IrDA 互換機能

IrSimple 双方向通信は IrDA 通信との互換接続通信機能を保有している。IrSimple 双方向通信の接続時のフレームについて図 7 に示す。

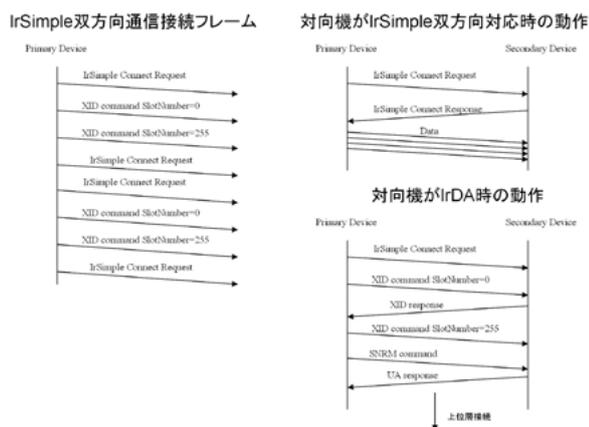


図 7 IrSimple 双方向通信の接続フレーム
Fig. 7 Connection frames of IrSimple bi-directional mode.

送信機は、IrSimple 双方向の接続フレームを送信し、相手機器からのレスポンスを一定時間待った後、IrDA

の機器サーチシーケンスを行う。この動作を繰り返し行い、レスポンスを確認することで受信機が IrSimple/IrDA に対応しているかを判別し、レスポンスに対応したプロトコルで接続する。

受信機は IrSimple 双方向通信/片方向通信の接続フレームを受信した場合は、IrSimple の双方向、または片方向の通信を行うように対応し、IrDA の機器サーチフレームを受けた場合は一度目はレスポンスを返さず、連続して受けた際にはレスポンスを返信するような動作を行う。この動作によって、対向機が IrSimple 双方向通信での接続要求の場合は必ず IrSimple 双方向で接続されることになる。

7. IrSimple 国際標準化

IrSimple 仕様はシャープが主体となり、NTT ドコモ、ITX-EG、早稲田大学の 4 社が中心に標準化を行った。IrDA において、シャープは規格化を検討するための SIG (Special Interest Group) の議長となり、主要執筆者として仕様書を作成した。

2004 年 9 月の IrDA 総会で MRD (Market Requirement Document : SIG の設置を要望するためのドキュメント) 発行を行い、SIG を創設した。以後わずか 1 年間で仕様策定を完了した。さらに仕様策定後わずか半年で NTT ドコモのシャープ製携帯電話 (SH902iS) に世界で始めて IrSimple を搭載した。

以下に IrDA における標準化の略歴を示す。

- 2004 年 9 月 IrSimple 提案 (MRD 発行)
- IrSimpleConnect SIG 発足 (議長: 直江)
- 2005 年 1 月 仕様書 Ver0.1 提案
- 2005 年 3 月 仕様書 Ver0.5 提案
- Directional Vote にて承認
- 2005 年 7 月 仕様書 Ver0.8 提案
- 2005 年 8 月 Draft Vote, Final Vote にて正式な規格として承認
- 2005 年 11 月 一般公開

むすび

赤外線を用いた高速赤外線通信方式として、IrDA をベースに IrSimple という新しい通信方式を規格化し、国際標準通信方式とした。今後は更なるオブジェクトサイズの増加にも対応するため、IrDA で規定されている 16Mbps, 100Mbps への IrSimple 拡張へ向けて検討を行う。

現在本方式を採用した SH902iS 等の携帯電話、見楽る等の複合機が発売されている。今後簡便な近距離無線通信方式の一つとして普及することが期待される。

謝辞

本方式の規格化, 標準化, 商品搭載にご尽力頂きました NTT ドコモ様, ITX-EG 様, 早稲田大学様, 技術本部, 情報システム事業本部, AV システム事業本部, オプトアナログデバイス事業部, LSI 事業部の関係者様に感謝致します。

参考文献

- 1) Infrared Data Association Serial Infrared Physical Layer Specification Version 1.4, May 30 2001.
- 2) Infrared Data Association Serial Infrared Link Access Protocol (IrLAP) Version 1.1, Jun 16 1996.
- 3) Infrared Data Association Link Management Protocol Version 1.1, Jan 23 1996.
- 4) Infrared Data Association 'Tiny TP' : A Flow-Control Mechanism for use with IrLMP Version 1.1, Oct 20 1996.
- 5) Infrared Data Association Object Exchange Protocol OBEX Version 1.3, Jun 3 2003.
- 6) IrDA Serial Infrared Link Access Protocol Specification for IrSimple Addition Version 1.00, Oct 14 2005.
- 7) IrDA Serial Infrared Link Management Protocol Specification for IrSimple Addition Version 1.00, Oct 14 2005.
- 8) IrDA Serial Infrared Sequence Management Protocol for IrSimple Version 1.00, Oct 14 2005.
- 9) IrSimple (Infrared Simple) Profile Version 1.00, Oct 14 2005.
- 10) 直江仁志, 深江文博, 神之門司, 松本充司, "赤外線通信を用いた高効率プロトコルの標準化提案", 電子情報通信学会 2005 年総合大会予稿集 B-10-154 (2005).
- 11) 直江仁志, 深江文博, 神之門司, 西田正樹, "赤外線通信を用いた高効率プロトコル(IrSimple)", 電子情報通信学会 2005 年ソサイエティ大会予稿集 B-15-14 (2005).
- 12) 山口久美子, 中土昌治, "携帯電話への IrSimple 適用に関する検討", 電子情報通信学会, 2005 年ソサイエティ大会予稿集 B-15-15 (2005).
- 13) 直江仁志, 深江文博, 山口久美子, 松本充司, "IrDA 次世代高速赤外線通信標準方式「IrSimple」", 画像電子学会, 第 35 巻 P598-602 (2006).

(2006 年 11 月 6 日受理)