

赤外線通信方式における転送効率向上に関する一検討

深町 文範[†] 松本 充司[‡] 若原 俊彦[‡]

Fuminori Fukamachi Mitsuji Matsumoto Toshihiko Wakahara

早稲田大学大学院国際情報通信研究科[†] 早稲田大学国際情報通信研究センター / T A O[‡]

抄録：携帯端末への楽曲配信サービスを想定し，5MB のコンテンツを，3～10 秒以内にケーブルレスで転送させること，ラスト 1m の無線通信を解決すべく 4Mbps 以上の高速転送速度の実現が目標のひとつである．IrDA 赤外線通信方式での実現を考えると，ボーレートが最高 4Mbps の IrDA-SIR Ver.1.1 実装デバイスの実効転送速度は，半 2 重通信などにより転送効率が低下するといった問題がある．そこで本研究では，転送効率低下の要因を検討し，IrLAN 上の TCP/IP 間で 4Mbps 以上の実効転送速度の実現において，ボーレートが最高 16Mbps の IrDA-SIR Ver.1.4(VFIR)搭載が有効である事を確認した．

1. まえがき

赤外線通信方式は，赤外線を利用して通信するので国際的な法的規制がほぼ皆無であること，ポイント&シュートを基本とする秘匿性，ボーレート 10Mbps 以上の高速化が可能であることから，有望なケーブルレス通信方式である．

例えば，図 1 のような，コンビニエンスストアのキオスク端末や自動販売機からモバイル携帯端末への楽曲の配信を想定する．この場合，1 タイトル分の楽曲を MP3 形式で圧縮した 5MB のコンテンツを，購入者が携帯端末の赤外線通信ポートを所定の向きに保持したら直ちに，具体的には 3～10 秒以内にケーブルレスで転送させることが求められていて，つまり，4Mbps 以上の実効レートの実現が必要条件である．

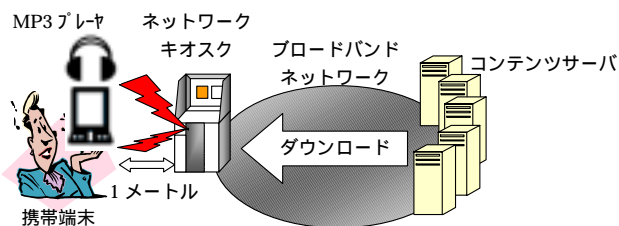


図1 システムイメージ

こうした要求に赤外線通信方式 IrDA プロトコル（以後単に IrDA と呼ぶ）で応えるべく，ボーレートが最高 16Mbps の VFIR における転送効率に主眼を置き，その有効性に付いて論ずる．

IrTran-P	OBEX	IrLAN	IrCOMM	IrMC	IrFM	IrBurst
LM-IAS		Tiny TP (フロー制御)				
IrLMP (複数のデータリンクを提供)						
IrLAP (メディアアクセスルールを規定)						
SIR Ver1.0 9600bps ~ 115.2kbps	SIR Ver1.1 0.576Mbps 1.152Mbps	SIR Ver1.1 (FIR) 4Mbps	SIR Ver1.4 (VFIR) 16Mbps	UFIR 100Mbps		

図2 IrDA プロトコルスタック(灰色部は審議中)

2. IrLAN 層間の転送効率

本研究では，図 2 に示す IrDA のプロトコルスタックのうち太枠内に注目し，IrLAP 層間および IrLAN 層間の転送効率について，検討する．

IrLAN の機能は，IrDA と Ethernet 間のメディア変換を行うことである．最近のオフィスや家庭への LAN の普及状況として，ADSL モデムやブロードバンドルータなども含めて，Ethernet 機器が主流を占めている．したがって，IrDA のボーレート向上を受けて，コンテンツサーバから携帯端末へデータを受け取る手段を考えた場合，IrLAN への期待は大きい．

また，IrDA-SIR 層ではボーレート向上に際して，下位互換性を保持しつつ，フレームフォーマットの拡張を行っている．そのため，IrLAP 層情報部のサイズ (DS) に対しフレーム長が長くなる．そして，フレームフォーマットと変調方式から鑑みて，IrLMP 層から見て，IrLAP 層から SIR 層を経由したフレーム割合は理論上，ボーレート 115kbps に対して 99.7%以下，4Mbps に対して 98.7%以下，そして 16Mbps に対して平均 78.2%以下である．ボーレート向上の一方で，SIR 層経由のオーバーヘッドは大きくなり，VFIR の実効レートは平均 12.5Mbps が理論上の最大値であると予想できる．

IrLAN の機能は，Ethernet またはトークンリングの LAN へのアクセス，もしくは IrDA デバイ

A study on the transmission efficiency improvement in the infrared data communication system

[†]Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University

[‡]Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University / TAO

スどうしのリンク上で Ethernet をエミュレートすることであり，その上位層プロトコルについては任意である．ここでは，インターネットに代表される広域分散ネットワークからコンテンツを受信するサービスモデルを想定し，Ethernet を経由して，TCP/IP プロトコルを用いた場合の転送効率について検証する．

TCP/IP, Ethernet そして IrDA は何れも可変長フレームを用いており，そのフレーム変換のルールを考慮した場合の転送効率を，次の評価式より求めた．計算結果を図 3 および図 4 に示す．

$$\text{転送効率} = (\text{実効レート} / \text{ボーレート}) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{実効レート} = \text{送信データビット長} / \text{転送時間} \quad (2)$$

$$\text{転送時間} = \text{データ転送時間} + \text{総オーバーヘッド時間} \quad (3)$$

オーバーヘッドには，ヘッダ長，Min TAT，エラーリカバリ，コネクション時間，TCP/IP の応答，Ethernet のストアアンドフォワード，および処理時間が含まれる．

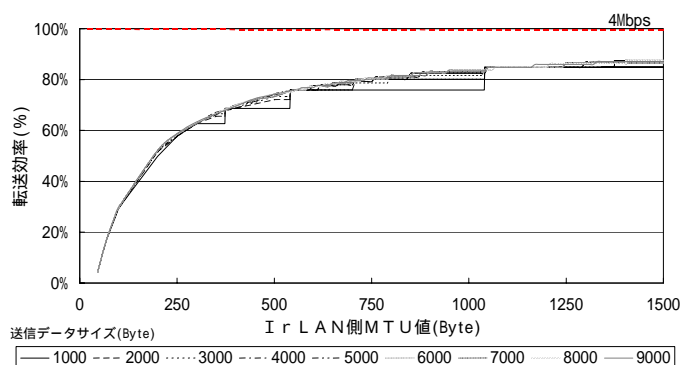


図 3 IP パケットサイズ(MTU 値)と転送効率 (計算値)
(4Mbps, DS=2048, MinTAT=0.01ms, WS=1)

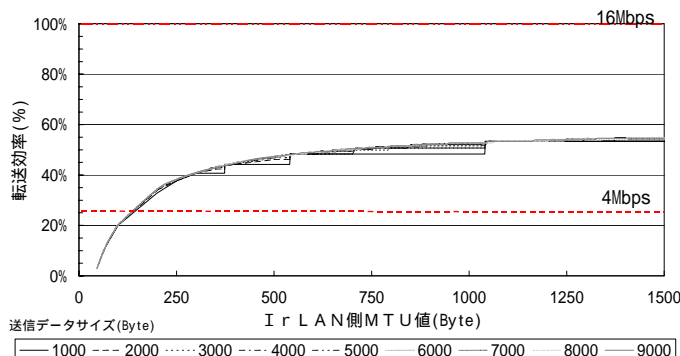


図 4 IP パケットサイズ(MTU 値)と転送効率 (計算値)
(16Mbps, DS=2048, MinTAT=0.01ms, WS=1)

転送効率低下の傾向は総じて，IP パケットサイズの最大値 (MTU 値:Maximum Transmission Unit) が小さく，送信データサイズが小さく，DS が小さく，最小ターンアラウンドタイム

(MinTAT) が長いほど認められる．オーバーヘッドの内訳を見ると，TCP/IP プロトコルによる影響が，全体を通じて最も大きい．これは ACK の応答に起因している．次に大きいのがフレームのオーバーヘッドで，特に VFIR では常に 15%以上と，4Mbps の場合 2~20%程度あるのと比較して大きな割合を示している．

5MB のデータの転送時間を求めると，Ethernet 側のボーレートが 100Mbps で，DS=2048，MinTAT=0.01ms，WS=1，MTU=1500 のとき，赤外線区間のボーレートが 4Mbps の場合に 12 秒 (転送効率 88%) で，16Mbps の場合に 4.8 秒 (転送効率 55%) である．以上より，目標の 3~10 秒以内で転送するためには，ボーレート 16Mbps より高速の赤外線通信システムが必要になる．

3. まとめ

VFIR, IrLAN, TCP/IP プロトコルで構成されたシステムは，大容量コンテンツを 3~10 秒以内に配信するのに有効な手段となりうる事が確認できた．より迅速なサービスを目指し，符号化方式，および TCP/IP の処理に起因する OH の軽減が，今後の課題である．

文献

- [1] 深町文範，松本充司，若原俊彦 “赤外線通信方式における性能向上に関する一検討”，電子情報通信学会 信学技報 MoMuC2002-61, 2002 年 11 月
- [2] 渡邊剛志，若原俊彦，松本充司 “携帯端末における赤外線通信の全二重化に関する検討”，平成 12 年前期情報処理学会全国大会 2ZC-05, 2000 年 3 月
- [3] 松本充司，若原俊彦，富永英義 “モバイル環境における通信メディアの評価”，電子情報通信学会 オフィスシステム信学技報 (OFS99-54), pp.1-7, 2000 年 1 月
- [4] Infrared Data Association, “Serial Infrared Physical Layer Specification Version 1.4”, 2001
- [5] Infrared Data Association, “LAN Access Extensions for Link Management Protocol IrLAN Version 1.0”, 1997