

IP@home:IP over IEEE1394 の QoS

1 G-5

太田 昌孝(東京工業大学) 籠 浩昭(早稲田大学) 木幡 誠(早稲田大学)
 阪田 史郎(日本電気) 下條 真司(大阪大学)

1 はじめに

IP@home の究極は、電気スタンドなども含めてすべての家電製品を IP プロトコルを理解するようにしてインターネットに接続することである。

そのためには、システムの低価格化が重要で、低価格のネットワークインターフェースとして IrDA の上に IP を載せたり、あるいは家庭用 AC 100V の電源に IP を載せたりする必要があるであろう。

しかし、IP@home の中間段階としては、IP を理解できる家電製品は、複雑な制御が正当化される「高級」なものが主流であろう。つまり、用途の多くは、AV 機器であろう。現在でも、赤外線リモコンを当然のようにそなえているのは、AV 機器くらいである。

しかし、逆に、AV 機器のデータ伝送は、帯域などの品質保証を必要とする。現在インターネットプロトコルとして品質保証要求をインターネット上で伝達する RSVP は一応の完成をみているが [1]、インターネットのすべてのメディアが品質保証付きの通信を提供できるわけではない。

そこで、IP@home の中期的目標として、AV 機器向けのメディアの上での品質保証の実現方法について考察する必要がある。もちろん、IP@home の最終段階においても、AV 機器での品質保証の重要性が薄れることはなく、本研究の結果は有効である。

現在のデジタル化された AV 機器では、インターフェースとして IEEE1394 を持つことが主流となってきた。IEEE1394 は、品質保証のメカニズムをもっており、伝送速度も最低でも 100Mbps と動画像の伝送にも十分であるため、AV 機器メーカーの関心を集めたわけである。

結局、IP@home にとっては、IEEE1394 のうえに、品質保証を考慮しつつ IP を載せる方式を検討することが重要となるわけである。

品質保証が必要ないときの IEEE1394 での IP の

利用方法は IETF において検討されている [2] が、一般には、メディアのパケットに IP パケットを埋め込むためのヘッダの形式 (Encapsulation) を規定し、ヘッダ中の MAC アドレスと IP アドレスの対応方法 (ARP(Address Resolution Protocol)) を与える必要がある。Encapsulation が決まれば、伝送できる最大 IP パケットの大きさ (MTU(Maximum Transfer Unit)) も決まることになる。MTU は、少なくとも 68 バイトあればすべての IPv4 パケットは伝送できるので、MTU が問題となることはまずない。

しかし、IEEE1394 では、品質保証のための通信形式は他の通信形式とは異なるので、対応を別に考える必要がある。

2 IEEE1394 の品質保証

IEEE1394 においては、品質保証を伴った通信は、Isochronous Stream というものとして実現される。

IEEE1394 機器は、8KHz のクロックに同期して 125 μ 秒の周期で動作するが、各クロック周期の最初の部分は、Isochronous Stream のために優先して使われる。

IEEE1394 ネットワークでは、互選により 1 台のマネージャを選出され、Isochronous Stream のデータを送り出したいホストは、その帯域に応じて事前にマネージャに対して必要なタイムスロット長を申請しておき、また、Isochronous Stream を識別するための 6 ビットの channel を取得する。Isochronous Stream のデータは、4 バイトのヘッダと 8 バイトの CRC をもち、ホストは、125 μ 秒の周期で申請しただけのタイムスロットを利用してデータを伝送する。

3 インターネットの品質保証モデル

インターネットでの品質保証のためには、インターネットで標準化されている品質保証のモデルを、その帯域と遅延に関する要求をみたしつつ、個々のメ

IP@home:QoS Mapping for IP over IEEE1394
 Masataka Ohta(Tokyo Institute of Technology), Hiroaki Kago(Waseda University), Makoto Kobta(Waseda University), Shiro Sakata(NEC Corporation), Shinji Shimojo(Osaka University)

ディアの持つ品質保証機構と対応させる必要がある。これを、QoS マッピングという。

また、インターネットでの品質保証の単位は、フローと呼ばれ、行き先アドレスと行き先でのTCPやUDPのポート番号等によって識別されるので、行き先アドレスしかみないARPだけでは不十分で、個々のメディアがフローを識別し優先扱いするための固有のラベルをポート番号と対応させる必要がある。これを、フローマッピングという。

4 IEEE1394のインターネットでの利用

IEEE1394の品質保証能力をインターネットで利用するためには、EncapsulationとMTUの他に、QoSマッピングとフローマッピングを定義する必要がある。

このうち、QoSマッピングに関しては、IEEE1394の品質保証モデルが、帯域固定で遅延は1/8000秒と単純かつ高性能なものであるため、ほとんど考慮の必要はない。帯域の割り当ての際にヘッダの大きさのぶん余分な帯域を確保しておけば、それで十分である。

また、フローマッピングは、ARPの一種でありIsochronous Streamを利用する以上、channelをメディアのラベルとして利用して、マネージャによるマッピングを行うしかないだろうし、それで十分である。

Encapsulationについても、Isochronous Streamのヘッダ形式をそのまま利用するしかないと思える。

ところが、本来もっとも問題にならないはずのMTUが、IEEE1394での品質保証の大きな難点となる。

IPv4では、MTUが異なるメディアをまたいでパケットが伝送される時、パケットの大きさが次のメディアのMTUより大きくなったら、パケットはフラグメントというものに分割されて以後は個々のフラグメントがパケットとして送られる。

ところが、品質保証を考慮した通信では、ヘッダの大きさまで考慮した帯域予約を行わなければならないため、フラグメント化によりヘッダの量が増えると、予約していたはずの帯域では足りなくなる。

そこで、インターネットの品質保証モデルでは、フラグメント化は禁止されており、品質保証の可能なメディアは十分に大きなMTUを提供する必要がある。

どのくらいが十分に大きいかについては議論の余地があるが、IPv6では、1500バイトが強く推奨され、最低でも1280バイトが要求されている。

ところが、IEEE1394では、125 μ 秒の周期で繰り返し品質保証を行うが、その間に100Mbpsでは1560バイト程度しか流せない。そこで、フローが2本以上あると、それぞれが125 μ 秒の期間に1280バイトのパケットを送ることは不可能である。

そこで、リンクフラグメンテーションという技法を導入し、IEEE1394ネットワーク内部でのみパケットをリンクフラグメントに細分し、出口では、フラグメント化による余分なヘッダが見えなくなるように、またくつつける必要がある。リンクフラグメントの一部がなくなったり順序がかわったりする可能性を考えるとこれは大変な作業である。

しかし、幸い、Isochronous Streamではデータの順序が伝送中に変わることはないため、各リンクフラグメントにchannelごとの通し番号をつければ、リンクフラグメントの分解と合成は管理できる。通し番号としては、1バイトあれば十分であり、Isochronous Streamのヘッダの直後にフラグメントヘッダとして付け加える。

5 おわりに

IEEE1394の品質保証能力を、インターネットで生かすことができることが示された。

参考文献

- [1] R. Braden, Ed., L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification.", RFC2205, September 1997.
- [2] P. JOhansson, "IPv4 over IEEE 1394", draft-ietf-ip1394-ipv4-05.txt, Nov.1997.