

IEEE1394 のホームネットワークへの適応：問題とその解決案 Adaptation of IEEE1394 for Home Networks : Problem and Solution

高木 厚伸†
Atsunobu Takagi

佐藤 健哉†
Kenya Sato

1. はじめに

現在, IEEE1394^{[1][2]}は, 情報家電のネットワークとして利用されてきている. IEEE1394 は, プラグアンドプレイをサポートし, ホストデバイスがなくても, 制御コマンドと同時に, 映像や音声のストリームデータの帯域を確保して伝送できるという利点がある. しかし, ホームネットワークのバックボーンとしての利用を考えた場合, 複数デバイス接続時のネットワークの帯域確保, バスリセット時のデータ転送の信頼性低下といった問題がある. これらの問題を解決する方法として, ブリッジの利用が考えられる. 本稿では, ブリッジを通して, 各ネットワークや機器のリソース情報を交換する機構について提案を行う.

2. IEEE1394 の概要

- (1) 高速なデータ転送速度: 100M~3.2Gbps の高速な転送速度をサポートしている.
- (2) Hot Plug In: 活線挿抜が可能である.
- (3) Plug & Play: 新しく装置を追加する場合, ID 等の設定なしに, 接続するだけで利用可能となる.
- (4) 2種類の転送方法のサポート: コマンドの転送と同時に, ストリームデータの帯域を確保することにより, リアルタイム性を保証する.
- (5) ケーブルパワー: ケーブルから電源を供給することが可能である.

3. IEEE1394 のホームネットワークへの適応

3.1 IEEE1394 の現状の問題点

IEEE1394 には, リアルタイム性の保証などの利点が数多く存在するが, ホームネットワークのバックボーンとしての利用を考えたとき, 以下のような問題が存在する.

- バスリセットによる信号の瞬断
IEEE1394 ではバスリセットのために回線が強制的に瞬断される.
- 帯域枯渇問題
IEEE1394 では, バス内で一定のサイクルを保つことによってリアルタイム性を確保しているが, 1 サイクルあたりに伝送可能な帯域は制限される.
- 伝送ホップ数の制限
IEEE1394 では伝送ホップ数が制限されている. 同時に, 伝送距離も制限される.

3.2 問題点の解決手段

これら IEEE1394 の現状の問題点を解決するためには, バスの独立性を保ちつつ, 拡張性を持たせるブリッジの利用が考えられる.

4. IEEE P1394.1 (ブリッジ規格)

4.1 ブリッジの概要

ブリッジ^[3]は 2つの 1394 バスを接続する 2つのポータルから構成される. ポータルは各々独立した 1394 ノードである. バス間の通信は, バスに接続されている間だけ有効な, ノード固有のIDとしてバーチャルノードID (16bitのIDであり, 10bitのバーチャルバスIDと 6bitのバーチャルIDで構成される) を導入することによって行う. バーチャルノードIDは, 各バスのコーディネータによって管理され, バス上の全てのポータルがバーチャルノードIDとローカルノードID (16bitのIDであり, 3FF₁₆固定の 10bitのバスIDと 6bitのノードIDから構成される) の変換テーブルを持つ. ポータルは, 接続されているバス内の各ノードに対するバーチャルノードIDの値を一定に保つことによって, バスリセットによるローカルノードIDのダイナミックな変化に対応している. また, 各ポータルはルーティングテーブルを持ち, 転送するパケットをフィルタリングすることが可能である.

4.2 P1394.1による 1394 バスの改善点

P1394.1 は, 図 1 に示すように, 1394 バスの分割を行うことによって, ネットワークのトラフィックを局所化 (Localization) できる点が大きな利点である. 改善される点としては, バスリセットの局所化, バスの帯域利用の効率化が挙げられる. また, バーチャルバス ID を利用することによって, 接続可能なノード数を 64 台から, 約 64000 台へと大幅に増加させることができる.

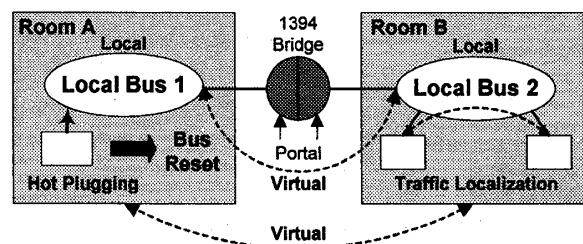


図 1: ブリッジによる 1394 ネットワークの分割

4.3 P1394.1 の問題点

前述の IEEE1394 の問題点は, P1394.1 を導入することによって解決される. しかし, P1394.1 を導入するにあたり, 新たに以下のような問題が生じる.

- レガシーデバイスのサポート
- サービスディスカバリ
- バスの帯域管理

† 同志社大学工学部情報システムデザイン学科

5. 1394 ブリッジに対する提案

5.1 レガシーデバイスのサポート

レガシーデバイスは、ローカルノード ID とバーチャルノード ID の区別と、ポータルが Bridge-aware デバイス (ブリッジを認識できる機器) に向けて送信した Verify メッセージ等のコマンドの認識ができない。

レガシーデバイスを通信可能にするために、このような Bridge-aware となるための機能を他のデバイスが補う手法が考えられる。ここで、機能を代わりに補うモジュールとして、ブリッジプロキシ (Bridge Proxy) を提案する。

図 2 に示すように、ブリッジプロキシは、レガシーデバイスが他のバス上のノードと通信を行う場合に、ノードのバーチャルノード ID を、バス上の空きローカルノード ID に変換することによって通信を可能にする。つまり、ブリッジプロキシが仲介することによって、レガシーデバイスはブリッジプロキシと通信するが、仮想的に他のバスのノードとの通信を可能にするという構造である。

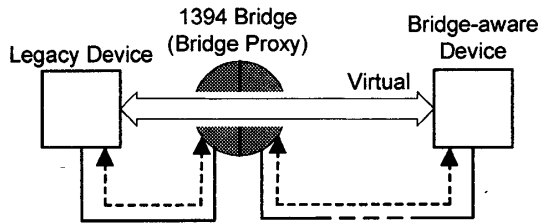


図 2 : Bridge Proxy

5.2 サービスディスカバリ

各ノードがサポートしているサービスを知るためには、各デバイスの Configuration ROM を参照し、実装された機能を順に確認する手法が取られる。しかし、このようにアドレス空間を逐一探索する手法は無駄な時間を要し、ブリッジ接続のように、多数の機器が接続された場合、確認すべき情報の増加と共に、非現実的な手段となる。

効率的なサービスディスカバリを実現するために、新しく初期化・登録シーケンスを設ける手法が考えられる。各ノードが自ノードのサポートする機能についての登録、問い合わせおよび応答のメッセージを定義し、実装する。初期化・登録シーケンスによりローカルバス内の各ノードの機能情報をバス内の上のコーディネータとなるポータルにて一括管理することによって、応答性が高く、バス負荷の少ない仕組みを構築できる。コーディネータではローカルノード ID とバーチャルノード ID の対応表と共に、各ノードのサービス情報を持つ。

サービスディスカバリの手法において、ネットワーク全体のサービス情報を唯一のノードが一括管理を行う手法も考えられるが、管理ノードが不在になった場合に新たなアービトラージョンが起こってしまう問題や、初期化・登録のシーケンスの複雑化と即応性の問題が存在するため、各バスに管理ノードを用意する手法を考えた。

また、図 3 に示すように、この新しい初期化・登録シーケンスをサポートしていないレガシーデバイスについては、サービスプロキシ (Service Proxy) となりうるデバイスが、従来のレジスタアクセスによる手法でレガシーデバイスのサービス情報収集をした後、代理で初期化・登録を行う。

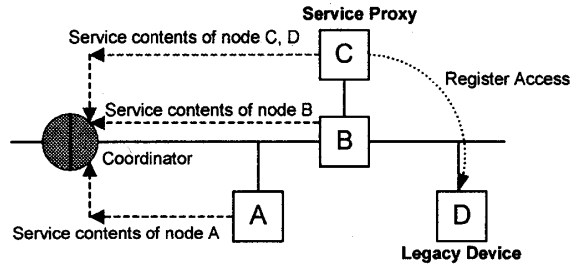


図 3 : サービスの一括管理

5.3 バスの帯域管理

IEEE1394 におけるバスの帯域管理は、バス上で唯一の IRM (Isochronous Resource Manager) に帯域とチャンネル番号のレジスタを用意するという単純なものでしかない。図 4 のように、サポートする帯域の異なるバスを挟んで通信を行う場合、空き帯域もバスごとによって変わってくるため、各バスに帯域の管理が必要となる。帯域の残量は、IRM の BANDWIDTH_AVAILABLE レジスタを参照することによって分かるが、どの機器が使用中であるか、どのチャンネルに該当するかを知ることはできない。これらの問題は、機器間の優先順位を定義する上で問題となる。また、リソース管理プロトコルは、IRM に実装されることが通信トラフィックの点からも望まれるが、IRM となるノードは、ダイナミックに変化し得るため、対策が必要となる。

ブリッジ間で帯域管理するために、IRM がバーチャルノード ID と利用中の帯域のリソース情報との対応表を持つことによって、機器と帯域の管理を一括で行うことができる。また、IRM となるノードのダイナミックな変化をなくし、バーチャルノード ID を扱うことから、コーディネータであるポータルに IRM を実装する。

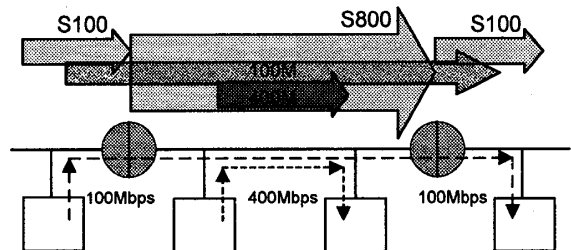


図 4 : バスの帯域管理

6. まとめと今後の課題

本稿では、P1394.1 を用いた通信の利点、問題点の指摘と解決案を提案した。今後は、P1394.1 Annex D をベースにしたネットワーク管理システムの実装、および検討を行う予定である。

参考文献

[1] IEEE Standard for High Performance Serial Bus, IEEE std 1394-1995, IEEE, 1996.
 [2] IEEE Standard for High Performance Serial Bus - Amendment 1, IEEE std 1394a-2000, IEEE, 2000.
 [3] P1394.1 Draft Standard for High Performance Serial Bus Bridges, P1394.1 Draft 3.0, IEEE, 2004.