

5GHz 帯無線 LAN による無線 A/V データ伝送システム

和久津 隆司 渋谷 尚久 鎌形 映二
松本 高明 永堀 泰司 坂本 岳文
畝川 康夫 田上 清人 芹澤 睦

(株)東芝

〒212-8520 川崎市幸区堀川町 580-1

E-mail: takashi.wakutsu@toshiba.co.jp

あらまし IEEE802.11a 無線 LAN をベースとした SD(Standard Definition) 品質の MPEG 映像伝送システムを開発した。本システムは、無線伝送用の Baseband LSI (BB LSI)、MPEG2 TS パケットの遅延ジッタ抑制機能や TV 機器用機能を搭載した Audio / Video (A/V) I/F LSI、MPEG2 codec LSI から構成される。本稿では、無線 A/V データ伝送における要求仕様を示し、A/V 伝送に特化した機能を実装した AV I/F LSI の構成、について述べる。

キーワード 無線 LAN, IEEE802.11a, MPEG2 TS, 赤外線リモコンコマンド

IEEE802.11a Based Wireless A/V Data Transmission System

Takashi WAKUTSU Naohisa SHIBUYA Eiji KAMAGATA
Takaaki MATSUMOTO Yasushi NAGAHORI Takafumi SAKAMOTO
Yasuo UNEKAWA Kiyohito TAGAMI Mutsumu SERIZAWA

TOSHIBA CORPORATION

580-1, Horikawa-Cho, Saiwai-Ku, Kawasaki, 210-8520, Japan

E-mail: takashi.wakutsu@toshiba.co.jp

Abstract

The MPEG Audio/Video Standard Definition (SD) data transmission system using IEEE802.11a LAN is developed. This system mainly consists of the baseband LSI, the Audio/Video (A/V) LSI and the MPEG2 codec LSI. The baseband LSI takes charge of wireless LAN signal processing, and A/V I/F LSI takes charge of the A/V specific signal processing including the timing jitter removal function. In this report, requirements for A/V data transmission using wireless LAN are shown. Moreover, each architecture of the A/V data transmission system, the baseband LSI and the A/V I/F LSI is presented.

Keyword Wireless LAN, IEEE802.11a, MPEG2 TS, IR Remote Control Command

1. はじめに

5GHz 帯を用いた無線 LAN(IEEE802.11a[1])は、MPEG2 TS エンコードされた標準画像の伝送に対して、十分な伝送容量を有している。伝送路の無線化は、パーソナルコンピュータ分野のみでなく、Audio/Video(A/V)分野においてもシステムの自由度を高め魅力的な付加サービスを提供する上で非常に重要である。例えば、チューナーと表示部をワイヤレスで分離することによって、家庭内でのディスプレイの設置場所の自由度が向上すると同時に、A/V 情報を集約管理するホームサーバー上のコンテンツを家庭内に配信することが可能となる。

しかしながら、無線 LAN を用いて A/V データの伝送を行う際には、A/V 特有の信号処理機能や I/F を準備する必要がある。

本稿では、開発を行った無線 A/V データ伝送システム(WAVS)に関し、無線 A/V データ伝送における要求仕様を示し、A/V 特有の信号処理機能を実装した AV I/F LSI の構成について述べる。

2. 無線 A/V データ伝送システムの要求仕様

図 1 に無線 A/V データ伝送システムのアプリケーションを示す。この種の A/V 応用では、無線伝送に起因する遅延ゆらぎやデータ損失率の低減、赤外線リモコンや制御シリアル I/F など A/V 応用特有の機能への対応が必要とされる。

本無線 A/V データ伝送システムでは、A/V 応用特有の機能を収容した専用 LSI を用いることで、これらの要求仕様に対応した。本専用 LSI の諸元については、次章で述べる。

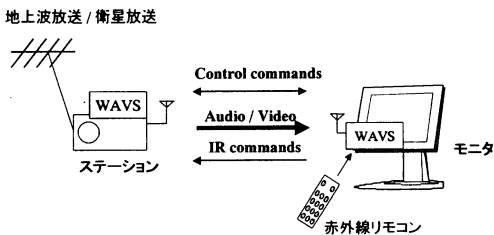


図 1 無線 A/V データ伝送システムの応用

3. 無線 A/V データ伝送システム用 LSI

3.1. システム構成

既存の映像機器に対して無線機能を拡張する際の課題について図 2 を用いて説明を行う。

既存の映像機器に対して無線機能を拡張するためには、既存の回路構成の修正箇所を最小限に抑えることが望まれる。本無線 A/V データ伝送システムでは、

図 2 に示すように、無線機能を拡張した際の A/V データの流れを考慮し、無線拡張の切り口を ITU-R601/656[2][3]および PCM Audio I/F とした。

無線拡張部では、A/V データを MPEG2 TS エンコードし、無線 LAN LSI に渡す信号形式に変換して、無線 LAN LSI に渡される。逆に受信したデータは、専用の I/F を介して MPEG2 TS デコーダ LSI に渡される。今回、無線 LAN LSI との接続のために開発した A/V I/F LSI には、その他 A/V 特有の信号処理機能を併せて収容した A/V I/F LSI を開発した。次節以降において、詳細について報告する。

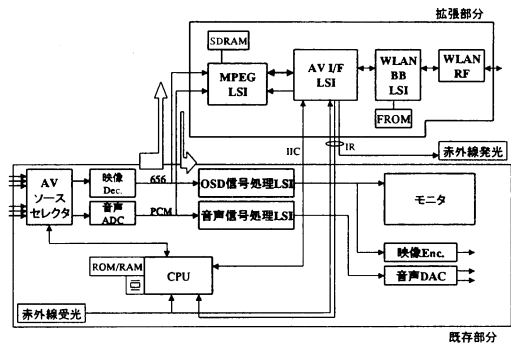


図 2 映像機器への無線拡張

3.2. MPEG2 TS データに対するジッタ除去

IEEE802.11 仕様の無線 LAN では、無線区間での伝搬誤りによってパケット損失が発生した場合に、予め設定した最大再送回数まで再送制御を行う仕様となっている。これによって、データ伝送の際の信頼性向上が図られている。しかしながらその結果、周囲の無線環境の変換に応じて受信側でのデータの到着タイミングに揺らぎが発生する。さらに無線 LAN の MAC 層におけるキュー管理や、所謂リンクアダプテーションによってもジッタが発生し、A/V データのスムーズな再生が阻害される。そのため、A/V 応用においては、ジッタ除去のための施策の導入が必須となる。

本無線 A/V データ伝送システムでは、このタイミングジッタを、受信側に吸収するためのバッファを持たせることにより除去することとしている。具体的には、送信側において入力された MPEG2 TS パケットにタイムスタンプを付与し、ARIB-B24 準拠の TS パケットを生成する。受信側では、パケットに付与されているタイムスタンプ値に従い、出力を行う。なおタイムスタンプ値は、27MHz クロックにより計数される。

さらに本ジッタ除去機能には、送信側と受信側の周波数オフセットに起因して、タイムスタンプ値がシフトすることを避けるため、バッファメモリに一時保存

されるデータ量を元に送受信間の周波数差を吸収する同期機構を備えた。

図3にMPEG2 TSデータに対するジッタ除去機能の概要構成を示す。

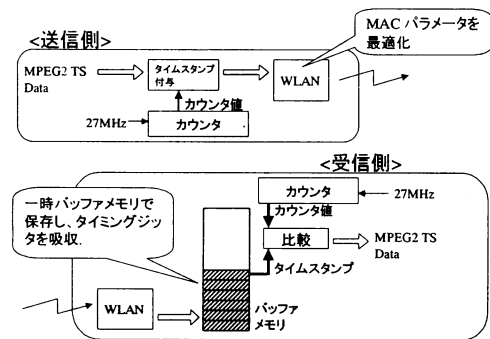


図3 MPEG2 TSデータに対するジッタ除去機能

3.3. 赤外線リモコンコマンド転送

赤外線リモコンは、一般にA/V機器の制御用にA/V機器の付属品として提供される。その赤外線リモコンのコマンド形態は、残念ながら規格化されているとは言えない状況にある。

前述した無線A/Vデータ伝送システムにおいては、通常、ユーザーはモニタ付近に存在している。つまり、赤外線リモコンを使用するユーザーは、A/V機器の近傍には、存在していない。しかしながら赤外線リモコンは、対象とするA/V機器の近傍においてのみ有効である。このようなことから、モニタ近傍に存在するユーザーが赤外線リモコンを使用可能な環境を提供することが望まれる。

そのため本A/V I/F LSIでは、赤外線受光モジュールが検波した信号を常にオーバーサンプリングし、パケット化する機能を備えた。このパケットは、無線LANを介して、A/Vデータの送信側に転送される。赤外線リモコンコマンドの波形応答の例を図4に示す。



図4 赤外線リモコンコマンド波形の例

A/Vデータの受信側では、図5に示したような赤外線受光モジュールからの信号をサンプリングし、64Byte長のパケットを生成する。A/Vデータの送信側では、赤外線リモコンコマンドパケットを再生し、予め設定されたキャリア周波数によってAM変調した後

に、IRシステムケーブルに出力される。なお赤外線リモコンコマンドが発光されていない場合には、0が出力される。

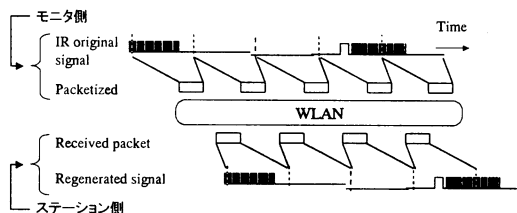


図5 赤外線リモコンコマンド波形の packets 化

この機構により、種々の規格が混在する赤外線リモコンに対応することが可能となる。

3.4. システム CPU 間通信

映像機器では、種々の制御を行うためのI/Fとしては、IICバスI/Fが主流であり、事実、映像機器用LSIは、IICバスI/Fを備えていることが多い。そのため、無線を介して映像機器機能を分割する場合にも、IICバス伝送規格に準拠したI/Fを提供することが望まれる。

さらにこの種の機器では、付加価値の高いサービスを提供することで差別化を行う必要がある。その際には、システムCPU同士が協調して動作できるように、専用の通信手段を提供することが望まれる。

そのため本A/V I/F LSIでは、図6に示すように、2種類のIICバスI/Fを備えた。IIC Bus I/F2は、上述したシステムCPU間の協調動作を行う際の制御情報のやりとりにも適用可能なI/Fである。本I/Fは、VBI(垂直帰線区間)領域の情報(Teletext / Closed captionなど)の伝送にも使用可能である。

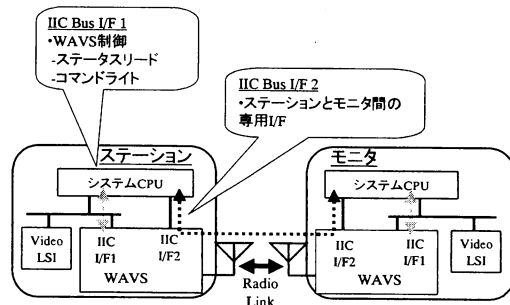


図7 IICバスI/F

3.5. 無線機器間のステータス管理

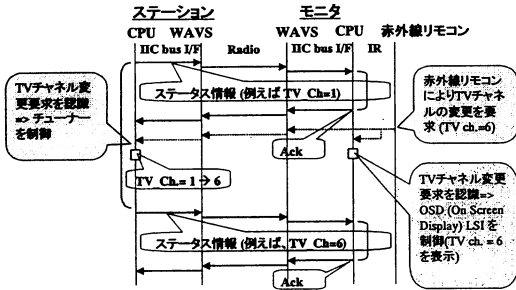


図 8 チャンネル変更時のシーケンス

A/V 機器は一般に家電の性格が強く、PC における無線 LAN のように、無線であることを理由にパケットロスが許容されることは無い。そのため、無線伝送による機器の不整合状態は、最大限回避しなければならない。無線伝送におけるパケットロスが引き起こす状態の不整合の例について、図 8 を用いて説明する。

A/V 機器を無線拡張により機能分割した場合には、各機能は、ある命令に対して独立に処理を実行するようになる。つまりこのシステムは、分散システムのように動作する。

図 8 は、ユーザーが赤外線リモコンによりチューナーのチャンネル設定を変更した場合のシーケンスの例である。ステーション CPU およびモニター CPU は、チャンネル設定変更命令に対して、各々独立して制御を実行する。そのため、制御命令がパケットロスにより廃棄された場合には、状態の不一致が発生してしまう。当然のことながら、無線部 LAN においては、送達確認伝送がなされるため、実際の事象はこのように単純ではない。しかしながら、無線伝送である以上、最悪の場合にはパケットロスが発生し、状態の不一致が引き起こされる。

このような状況を避けるため、本無線 A/V データ伝送システムでは、機器の状態を管理し、常に状態を一致させる機構を備えた。

3.6. LSI 諸元

図 9 に開発した A/V I/F LSI (TC6405) の構成を示す。本 LSI には、前述した A/V 用機能が実装されている。

図 10 に無線 LAN BB LSI (TC35672) の構成を示す。本 LSI 内部に実装された RISC CPU (Tx39) は、80MHz で動作し、無線 LAN の MAC (Medium Access Control)、PHY の制御の他、A/V I/F LSI の制御も行う。本 LSI では、PHY 層の信号処理の他、MAC 層のプロトコルを含め、大部分がハードウェアにより実装されている。

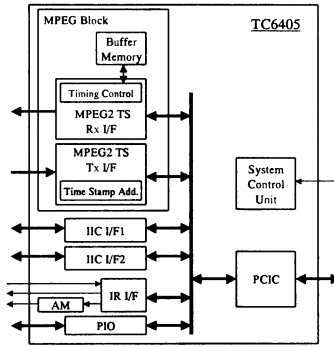


図 9 A/V I/F LSI の構成

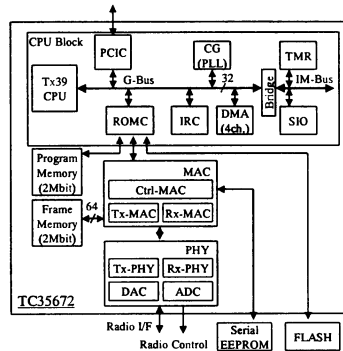


図 10 無線 LAN BB LSI の構成

図 11 に無線 LAN BB LSI のチップ写真を示す。本 LSI には、2Mbit の SRAM が 2 系統搭載されており、本 RAM は、各々無線 LAN 信号処理用、Tx39 用のインストラクションメモリとして使用される。

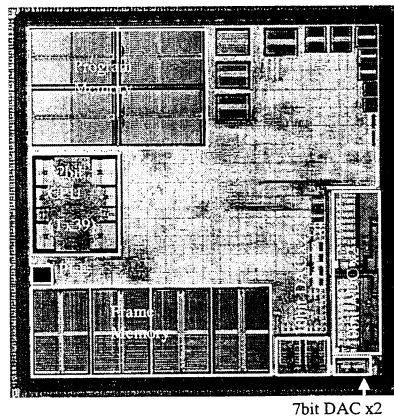


図 11 無線 LAN BB LSI

以下に、無線 LAN BB LSI および A/V I/F LSI の主要諸元を示す。

無線 LAN LSI(TC35672)

Process	0.18um CMOS 6layer metal (Random: 1.27Mgates, Memory: 4.29Mbits)
Chip Size	10.9 x 10.9 mm
Package	361pin PFBGA(Plastic Fine pitch Ball Grid Array)
Supply Voltage	Core: 1.5V, Analog: 2.5V, I/O: 3.3V
Frequency	20/40/80MHz

AV I/F LSI(TC6405)

Process	0.18um CMOS 5layer (Random: 251Kgates, Memory: 1.63Mbits)
Chip Size	7.1 x 7.1 mm
Package	217pin PFBGA (0.8mm pitch)
Supply Voltage	Core: 1.5V, I/O: 3.3V
Frequency	27/33MHz

4. 伝送特性

無線 A/V データ伝送システムは、規定の最大送信電力でデータ伝送を行えば、家庭内応用において十分な伝送能力を有している。そのため、厳しい条件として、会議スペースを挟んだ部屋間伝送時の結果について報告する。図 12 に伝送実験環境を示す。なお、無線 LAN の PHY レートおよび MPEG 符号化レートを固定して測定を行った。またダイバーシチ受信は OFF している。

・測定環境 (closed meeting room)

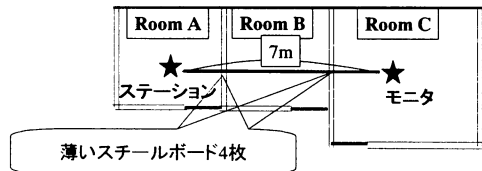


図 12 伝送実験環境

以下に結果を示す。送信電力を 0dBm に低減した場合においても、標準画像(MPEG 符号化レート 6.0Mbps)の伝送が可能である。

PHYレート	MPEG符号化レート	通常送信電力時	送信電力0dBm時
24 Mbps	14.4 Mbps	○	×
12 Mbps	6.0 Mbps	○	○
6 Mbps	2.7 Mbps	○	○

無線伝送特性は、アンテナ配置に大きく依存する。送信電力を 0dBm に設定した場合には、PHY レート 24Mbps での伝送に失敗することが多かったが、この場合においても、アンテナを微調整することで受信可能となる。

本無線伝送システムでは、無線伝送路の品質に応じて適応的に MPEG の符号化レートを变化させることで

安定した画像伝送を行う機構を備えた。図 13 に MPEG2 符号化レートの変更手順例を示す。本システムでは、選択ダイバーシチ受信モードで動作し、現在の MPEG2 の符号化レート、無線 LAN の受信電界強度、パケット誤り率、などの情報を元に、MPEG2 符号化レートの変更を行う。

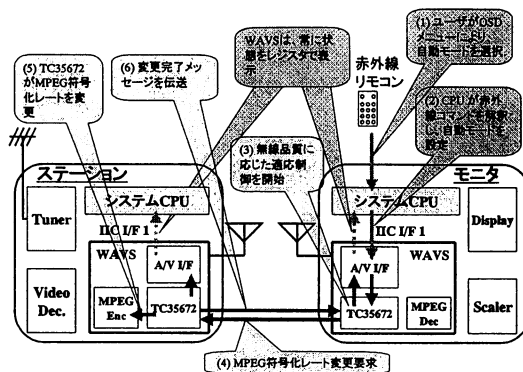


図 13 MPEG2 符号化レートの変更手順

5. まとめ

本稿では、無線 A/V データ伝送で求められる要求仕様を示し、開発を行ったシステムの構成、A/V 応用において求められる機能を収容した A/V I/F LSI の構成について述べた。

現在、HD(High Definition)データストリームの安定 A/V 伝送機器に対する関心が高まっている。そのため、100Mbps 程度の伝送が可能な新たな広帯域無線伝送規格が登場するまでの間、IEEE802.11a/e による高速、安定伝送を行うための技術開発が行われるものと思われる。HD 伝送においては、コンテンツ保護機能の実装は必須であり、さらにネットワーク化の要求は、避けられない。今後もこのような要求を満足する LSI の開発を進めてゆく。

文 献

- [1] "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," ANSI/IEEE Std.802.11 1999 Edition, August 1999.
- [2] "Studio Encoding Parameters of Digital Television for Standard 4:3 and Wide-screen 16:9 Aspect Ratios," Rec.ITU-RBT601-5,1995.
- [3] "Interfaces for Digital Component Video Signals in 525-line and 625-line Television Systems Operating at the 4:2:2: Level of Recommendation ITU-R BT601(Part A)," Rec.ITU-R BT656-4,1998