

ARINC 818

Avionics Digital Video Bus : das neue Protokoll

Ein Whitepaper von Tim Keller



*Great River
Technology*

www.greatrivertech.com

ARINC 818: Avionics Digital Video Bus: das neue Protokoll

Standard für Hochleistungs-Videosysteme

Von Tim Keller, Great River Technology

Mit der Einführung von ARINC 818 im Rahmen militärischer Programme müssen Grafiker und Konstrukteure von Videosystemen das Protokoll selbst, mögliche Probleme bei der Umsetzung und die verfügbaren Entwicklungswerkzeuge verstehen.

Einleitung

ARINC 818 ist eine Videoschnittstelle und ein Protokollstandard, der für die digitale Videoübertragung mit hohen Bandbreiten, niedriger Latenz und in unkomprimierter Form entwickelt wurde. Der im Januar 2007 erschienene Standard wurde von ARINC und der Luftfahrtindustrie weiterentwickelt, um die strengen Anforderungen einer digitalen Hochleistungs-Videoübertragung zu erfüllen. Selbst vor dem Erscheinen des Standards wurde ARINC 818 bereits durch zwei bedeutende Luftfahrprogramme übernommen, nämlich die Boeing 787 und den Airbus A400M, und es zeichnet sich ab, dass ARINC 818 zum faktischen Standard für die Hochleistungs-Videoübertragung auch für militärische Zwecke wird.

Hintergrund

An Bord von Luftfahrzeugen werden immer mehr Informationen in Form von Bildern bereitgestellt. Diese Informationen passieren dabei ein komplexes Videosystem bevor sie das Cockpit und die Anzeigen der Besatzung erreichen. Diese Videosysteme umfassen: Infrarot-Sensoren und Sensoren anderer Wellenlängen, optische Kameras, Radar, Flugdatenschreiber, Kartografiersysteme, synthetische Echtzeitsichten („Synthetic Vision“), Bildfusionssysteme, Heads-Up-Displays sowie Heads-Down-Multifunktionsanzeigen, Videokonzentratoren und andere Teilsysteme. Videosysteme werden als Unterstützung auf dem Rollfeld und während des Starts, beim Verladen von Fracht, bei der Navigation, bei der Verfolgung von Zielen, zur Verhinderung von Kollisionen und für andere kritische Funktionen eingesetzt.

ARINC 818 basiert auf dem FC-AV-Protokoll („Fiber Channel Audio Video“ in Übereinstimmung mit ANSI INCITS 356-2002), welches bei den Videosystemen an Bord der F18 und C130AMP ausgiebigen Einsatz fand. Obgleich das FC-AV-Protokoll im Rahmen zahlreicher Programme eingesetzt wurde, war jede genaue Umsetzung des Protokolls *grundsätzlich einzigartig*. ARINC 818 liefert nun die Möglichkeit der **Standardisierung** solcher Hochgeschwindigkeits-Videosysteme.

Übersicht über das Protokoll ARINC 818

ARINC 818 ist ein nach 8B/10B verschlüsseltes serielles Protokoll für die Punkt-zu-Punkt-Übertragung (P2P) von Video- sowie Audioinformationen und Daten. Das Protokoll bedient sich paketierter Daten, ist aber mit Fokus auf die Videoübertragung und dazu sehr flexibel ausgelegt. Es unterstützt eine Reihe komplexer Videofunktionen, einschließlich des Multiplexierens mehrerer Videodatenströme über eine Single-Link-Verbindung oder die Übertragung eines einzelnen Videodatenstroms über eine Dual-Link-Verbindung. Es werden vier verschiedene Videoklassen definiert, die von einem einfachen asynchronen Abbild zu streng pixelsynchronen Systemen erreichen.

Ein Beispiel, das zeigt wie ARINC 818 bei einer farbigen XGA-Übertragung verfährt, liefert eine gute Übersicht über die Möglichkeiten des Protokolls. XGA RGB erfordert ungefähr 141 Megabyte pro Sekunde (MB/s) für die Datenübertragung (1024 Pixel x 3 Bytes pro Pixel x 768 Zeilen x 60 Hz). Unter Berücksichtigung des für das Protokoll erforderlichen Mehraufwands und der Verzögerungszeit ist eine Standard-Übertragungsrate von 2,125 Gigabit pro Sekunde (Gb/s) erforderlich. ARINC 818 paketiert Videobilder mittels sogenannter Fibre-Channel-Bilder (FC). Ein FC-Bild wird in Bild 1 definiert, wobei die maximale Kapazität der Nutzdaten („Payload“) 2112

Bytes beträgt. Jedes FC-Bild beginnt mit einer geordneten Menge aus 4 Bytes, auch SOF genannt („Start of Frame“), und endet mit dem EOF („End of Frame“). Zur Prüfung der Datenintegrität wird ebenfalls eine CRC-Prüfmenge aus 4 Bytes übertragen. Die Nutzdaten des ersten FC-Bildes in einer Sequenz enthalten eingebettete Kopfdaten („Header Data“), die jedes Videobild begleiten.

Jede XGA-Videozeile erfordert 3072 Bytes, was die maximale Länge der Nutzdaten eines FC-Bildes übersteigt. Daher wird jede Zeile in zwei FC-Bilder aufgeteilt. Die Übertragung eines XGA-Bildes erfordert Nutzdaten (die „Payload“) einer Gesamtmenge von 1536 FC-Bildern. Zusätzlich wird ein Header-Bild hinzugefügt, was somit zu einer Gesamtmenge von 1537 FC-Bildern führt, wie in Bild 1 gezeigt. Es sind Leerzeichen zwischen den FC-Bildern erforderlich, weil diese für die Synchronisierung zwischen Sendern und Empfängern notwendig sind.

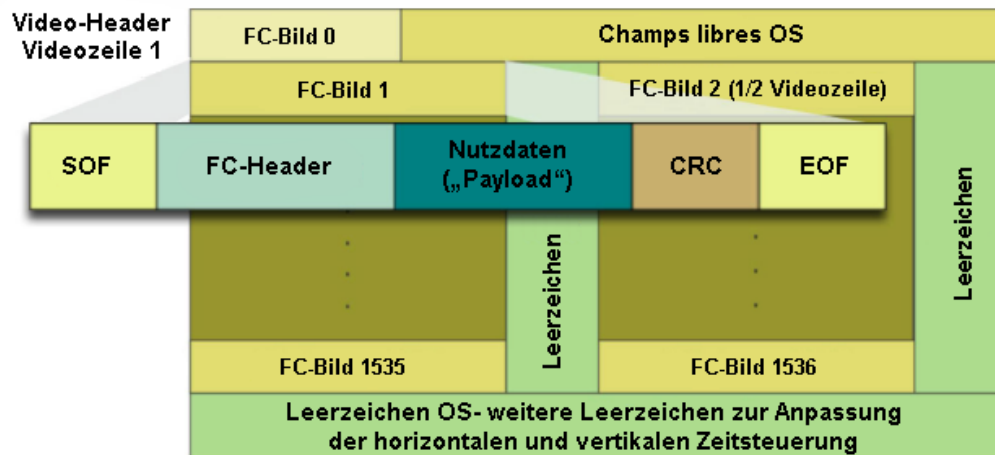


Bild 1. Beispiel der Umsetzung des Protokolls mit einem XGA-Videobild.

Anwendungen: Cockpit-Video, Sensorfusion, Türme und Distanzen

Obleich ARINC 818 speziell für Anwendungen der Avionik entwickelt wurde, wird das Protokoll auch bereits für Anwendungen der Sensorfusion eingesetzt, in denen mehrere Sensorausgangssignale durch Multiplexverfahren über eine einzige Hochgeschwindigkeitsverbindung geführt werden.

Umsetzungen von ARINC 818, die niedrige Geschwindigkeiten erfordern (1,0625 Gbps) können Kupferleitungen (Twinax oder STP) oder Lichtwellenleiter verwenden und Umsetzungen, die höhere Geschwindigkeiten erfordern (2 Gbps+) können entweder Lichtwellenleiter mit Multimodefasern mit einer Wellenlänge von 850 nm (<500 m) oder Lichtwellenleiter mit Einmodefasern mit einer Wellenlänge von 1310 nm (bis zu 10 km) verwenden. ARINC 818 bietet sich bei Anwendungen an, die nur wenige Leiter (Türme mit Gleitkranz), ein niedriges Gewicht (Luft- und Raumfahrt), Beständigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen oder Übertragungen über lange Distanzen erfordern (Luft- und Raumfahrt, Seefahrt).

Vergleich von ARINC 818 mit anderen Video- und Datenbussen

Der ARINC-Ausschuss hat mehrere verschiedene Videobusse zur Verwendung in Erwägung gezogen, aber letztlich den unidirektionalen Fibre Channel aufgrund der Anforderungen an eine niedrige Latenz, der Geschwindigkeitsoptionen, der Datenintegrität, den Anforderungen an die Zeitsteuerung der Anzeigen und die erwiesene praktische Erfahrung beim Einsatz von FCAV in der Avionik gewählt.

Für die Echtzeitfusion von Bildern, beispielsweise den Symbolen oder Cursor-Informationen, die auf digitalen Karten oder Echtzeit-Videodarstellungen im Overlay auftauchen, müssen alle Bilder unkomprimiert sein. Ohne Kompression erfordert die Videoübertragung eine signifikant höhere Bandbreite. Aktuelle Umsetzungen von

ARINC 818 verwenden Geschwindigkeiten von bis zu 3 Gb/s, wobei bis zu 8,5 Gb/s durch bisherige Vorkehrungen möglich wären. Tabelle 1 vergleicht ARINC 818 mit anderen Videobussen.

Tabelle 1: Vergleich von ARINC 818 mit anderen Videobussen

	ARINC 818	Camera Link®	DVI	Firewire	GigE
Geschwindigkeiten	1x, 2x, 4x, 8x FC bis zu 8,5 Gb/s	1,6 Gb/s, dual 4,7 Gb/s	4 Gb/s, dual 8 Gb/s	800 Mb/s	1,0 Gb/s oder 10 Gb/s
Physisch	1 Kupferpaar (1x) oder Lichtwellenleiter (1x+)	5 bis 10 Kupferpaare	4 Kupferpaare	1 Kupferpaar	4 Kupferpaare oder Lichtwellenleiter
Distanz	Kupfer (1x) <15 m, MMF < 500 m	<10 m	<5 m	<5 m (volle Bandbreite)	<15 m (Kupfer), MMF < 500 m
Präzise horizontale und vertikale Zeitsteuerung	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein

Bei großen Luftfahrzeugen können Videoquellen und Anzeigen bis zu 50 m voneinander entfernt sein. Aufgrund der möglichen Bandbreite, Distanz, des Gewichts und der Beständigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen werden Lichtwellenleiter bevorzugt.

ARINC 818 liefert aufgrund der Verwendung von CRC-Prüfwerten für FC-Bilder (Pakete) eine hohe Datenintegrität. Paketierte Videoströme ermöglichen eine leichte Einbettung von Daten und schaffen eine natürliche Möglichkeit zum zeitgesteuerten Multiplexieren mehrerer Videoströme in eine einzelne Verbindung.

Letztlich ist auch die Fähigkeit einer präzisen horizontalen und vertikalen Zeitsteuerung für den Betrieb vieler Anzeigeräte von größter Wichtigkeit.

Flexibilität kontra Interoperabilität

ARINC 818 ist flexibel und kann auf viele Typen von Video- und Datenanwendungen angewendet werden. Es ist ein Ziel der Standardisierung, dass jede Umsetzung von einem kurzen Dokument, welches die Steuerung über die Schnittstelle definiert (kurz ICD oder „Interface Control Document“), begleitet wird. Dieses Dokument legt Schlüsselparameter des Headers, wie beispielsweise die Verbindungsgeschwindigkeit, Videoauflösung, Farbgebung, Größe der Zusatzdaten, Einstufung der Zeitsteuerung oder die verwendeten Bit-Packing-Systeme fest. Die Interoperabilität wird nur für Einrichtungen garantiert, die nach demselben ICD ausgelegt sind.

Erwägungen zur Umsetzung

ARINC 818 verwendet eine physische FC-Schicht, die aus jedem mit FC kompatiblen 8B/10B SerDes aufgebaut werden kann. Diese sind häufig in großen FPGA, wie dem Xilinx Virtex 2 Pro, zu finden.

Sender nach ARINC 818 müssen gültige FC-Bilder zusammenfügen, einschließlich der geordneten Abfolgen am Anfang und Ende des Bildes (SOF bzw. EOF), Headern und CRC-Prüfwerten. Dies lässt sich leicht durch Zustandsautomaten in VHDL erreichen und viele PLD SerDes verfügen bereits über eingebaute CRC-Berechnungen.

Die Flexibilität von ARINC 818 ermöglicht die Umsetzung von Empfängern mit Pufferung des gesamten Bildes oder lediglich Zeilenpuffern. Bei beiden Möglichkeiten muss die Synchronisierung auf Ebene der Pixel, Zeilen und Bilder berücksichtigt werden.

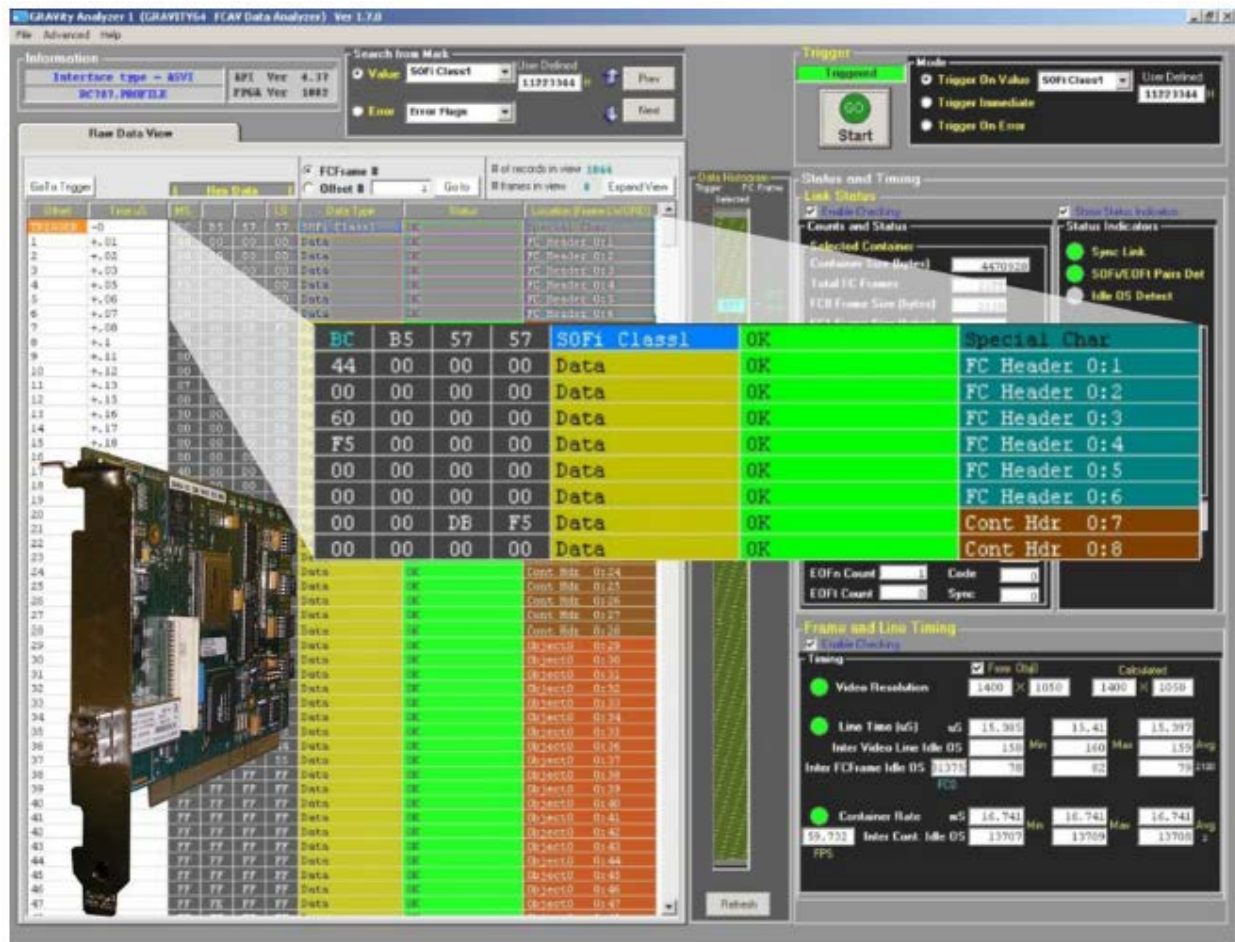


Bild 2: ARINC 818 Protokollanalysator

Empfänger die auf Zeilenpuffern oder FIFO-Puffern basieren erfordern, dass der Sender strengen Anforderungen an die zeitliche Abstimmung der Zeilen der Anzeigeeinrichtung entspricht. Da die horizontale Abtastung der Anzeige präzise sein muss, muss auch die Ankunftszeit der Zeilen präzise abgestimmt sein. Mit ARINC 818 wird beabsichtigt, dass für diese zeitliche Abstimmung relevante Parameter in ein ICD aufgenommen werden, das für das jeweilige Videosystem spezifisch ist.

Die Verfasser von ARINC 818 blicken auf viele Jahre kombinierter Erfahrung in der Übertragung von unterschiedlichen Videoformaten mittels Fibre Channel zurück und die Spezifikation umfasst bereits einige Einzelheiten zur Umsetzung, die eine Schlüsselrolle einnehmen, einschließlich Beispielen häufig vorkommender analoger Formate.

Bestehende Hardware und Entwicklungswerkzeuge

Bereits vor dem Erscheinen bestand für ARINC 818 ein vollständiger Satz an Werkzeugen und eine wachsende Wissensgrundlage, einschließlich Bus- und Protokollanalytoren, Bildfangschaltungen (Frame Grabber), Videogeneratoren, eingebetteten Modulen, IP-Kerne und Whitepapers. Um neuen Anwendern bei der Umsetzung zu

helfen wurde eine neue Branchenwebseite ins Leben gerufen: www.arinc818.com. Dort finden Entwickler Informationen und Möglichkeiten zum Austausch mit anderen Entwicklern zu Problemstellungen. Auch ein Umsetzungsleitfaden („Implementer's Guide“) für ARINC 818 ist über die Webseite zu beziehen. Kommerzielle („commercial off the shelf“) Entwicklungswerkzeuge für Fibre Channel werden durch AIM, ITECH und Finisar vertrieben. Ebenfalls bietet Great River Technology einen Protokollanalysator für ARINC 818 an, der in Bild 2 gezeigt wird. Der ARINC 818 Protokollanalysator zeigt alle wichtigen FC-Daten und Informationen zur Zeitsteuerung der Videoübertragung, beispielsweise dekodierte Header, Protokollkomponenten, Protokollfehler, Verbindungs- und Synchronisationsfehler, die Videoauflösung sowie die zeitliche Abstimmung des Videobildes und der Videozeilen.

Fazit:

ARINC 818 ist ideal für digitale Hochgeschwindigkeits-Videoübertragungen an Bord von militärischen Luftfahrzeugen und aufgrund der Flexibilität des Protokolls auch für eine große Spannweite an Anwendungen geeignet, welche Videoübertragungen, Audioübertragungen und Datenübertragungen mit Hochgeschwindigkeit gemeinsam integrieren. Dank der bereits existierenden Werkzeuge, Hardware und des wachsenden Kenntnisstandes können Ingenieure und technische Leiter diesen neuen Standard mit gutem Gewissen annehmen.

Tim Keller, MSEE, ist Director of Marketing bei Great River Technology und war Mitglied des Ausschusses zu ARINC 818.