

Prêt pour la mise en œuvre d'ARINC 818 dans les systèmes avioniques

par Tim Keller – Great River Technology, Inc

ARINC 818, la nouvelle norme intitulée *Avionics Digital Video Bus* (ADVB), est sortie en janvier 2007. Mais bien avant son lancement officiel, des programmes importants initiés par Airbus (A400M) et Boeing (787) ont adopté ce protocole pour leurs sous-systèmes vidéo critiques. En outre, deux programmes militaires majeurs (mais non divulgués) ont aussi adopté ARINC 818 pour leurs sous-systèmes vidéos. Depuis qu'ARINC818 est utilisé dans les avions militaires, commerciaux et les jets privés, nombre d'acteurs dans l'avionique vont devoir l'implémenter, dans un futur proche, pour maintenir la compatibilité. L'encadré 1 montre quelques-uns des systèmes avioniques qui sont concernés.

Systèmes concernés par ARINC 818

- ❖ MFD, PFD
- ❖ HUD, HMD
- ❖ Enregistreur de cockpit
- ❖ Processeurs de mission
- ❖ Concentrateurs vidéo
- ❖ Systèmes de vision améliorés
- ❖ FLIR
- ❖ Systèmes radar
- ❖ Systèmes cartographique et graphique
- ❖ Simulateurs de cockpit
- ❖ Bancs de test automatisés

La genèse d'ARINC 818

Le comité Vidéo numérique de ARINC a proposé cette norme afin de répondre aux besoins spéciaux de la vidéo à bande passante élevée et à faible latence dans des missions critiques pour l'avionique. Ce comité regroupe un vaste panel représentatif de la communauté avionique et de fabricants d'avions, incluant : Airbus, Barco, Boeing, EADS, Goodrich, Honeywell, Kollsman, Lockheed Martin, Rockwell Collins, Smiths Aerospace, Thales, etc...

Avant l'adoption d'ARINC 818, il n'existait pas de standard pour la vidéo avionique, aussi chaque nouvelle conception de cockpit coûte plus chère à cause des formats vidéo propriétaires exigés pour les écrans du cockpit et les systèmes vidéo. Le comité ARINC 818 a examiné plusieurs options technologiques pour le standard, incluant : DVI, GigE et Fibre Channel Audio-Vidéo (FC-AV). Le comité a choisi à l'unanimité FC-AV (défini dans ANSI INCITS 356-2002) comme point de départ pour ARINC 818. Ce choix est dû à sa faible latence, ses options de vitesse, son intégrité des données, ses données embarquées, sa souplesse de synchronisation de l'affichage et l'expérience éprouvée sur le terrain de FC-AV dans les applications militaires tels que le programme de modernisation des avions C-130 et le F/A-18E.



Barco FDU 2000 w/ARINC 818

Comprendre ARINC 818

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec FC-AV, il y a un temps d'apprentissage pour s'habituer au protocole et à sa terminologie. Le point de départ devrait être la spécification elle-même. Tom Johnson, un ingénieur concepteur chez Rockwell Collins HGS témoigne de son expérience : "Il y a six mois, j'avais vaguement entendu parler d'ARINC 818, et aujourd'hui j'ai un design FPGA [pour un HUD, affichage tête haute] qui reçoit et émet. La partie la plus délicate a été de bien

interpréter la spécification." Cette spécification est disponible en ligne sur ARINC, ainsi que d'autres ressources afin de réduire le temps d'apprentissage, en particulier deux sites sur internet : www.fcav.info, et www.arinc818.com, qui définissent les termes et proposent des exemples d'implémentation, des livres blancs et des guides de conceptions.

Un aperçu du protocole ARINC 818

Figure 1: format de la trame de FC
Comme FC-AV, ADVB est une

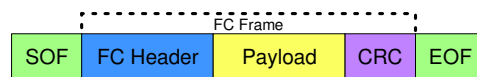


Figure 1: FC Frame Format

adaptation de Fibre Channel mais on lui a ajouté des capacités de transport d'images vidéo. En outre, alors que la norme FC-AV est destinée à supporter un très vaste ensemble d'industries et d'applications, ADVB se focalise plus spécialement sur les besoins en vidéo dans l'avionique. ADVB est plus simple que FC-AV parce ce qu'il est unidirectionnel, et qu'il n'a aucune exigences en terme d'initialisation de liaison, de contrôle de flux ou d'autres échanges du Fibre Channel telle qu'une ouverture de session d'un port. Bien que simplifié, ADVB garde les attributs du Fibre Channel qui sont bénéfiques pour les applications vidéo à mission critique, tels que sa vitesse élevée, sa haute fiabilité, sa faible latence et sa souplesse.

ARINC 818 est un protocole d'encodage point à point, 8B/10B pour la transmission série de vidéo et de données. C'est un protocole par paquets d'information, dédié à la vidéo et très souple, supportant de nombreuses implémentations vidéo complexes incluant le multiplexage de flux vidéo multiples sur une seule liaison ou la transmission d'un seul flux sur une double liaison pour une plus grande bande passante.

Quatre classes de synchronisation différentes sont définies : Classes A à D. La Classe A est asynchrone comme

déplacer un fichier .bmp d'un endroit à un autre, tandis la Classe D est pour les systèmes où chaque pixel doit être strictement synchrone. Des précautions doivent être prises pour faire correspondre, de façon appropriée, les classes aux systèmes ARINC 818 interconnectés.

Christian Matt, ingénieur développeur chez EADS Allemagne, qui a implémenté un transmetteur ARINC 818 sur un générateur de cartes numériques conseille de "définir toutes les options ARINC 818 en détail et très tôt [dans un ICD], et d'utiliser seulement le minimum requis d'options pour faciliter le test".

Poste de pilotage du Boeing 787 utilisant ARINC 818



Structure de paquet ADVB

La norme ARINC 818 se réfère au mécanisme de transport basique comme une trame ADVB. Il est important de faire référence à ces paquets comme étant des "trames ADVB" plutôt que de parler simplement de "trames" afin d'éliminer toutes confusions potentielles avec les trames vidéo.

Le début d'une trame ADVB est signalée par un 'caractère' SOFx et se termine par un 'caractère' EOFx. Chaque trame ADVB a un en-tête comprenant six mots de 32 bits. Ces mots d'en-tête concernent l'origine de la trame ADVB, sa destination prévue et la position des trames ADVB dans la séquence. La " charge utile ou payload" contient soit des paramètres vidéo ou vidéo et données secondaires. La payload peut varier en taille mais elle est limitée à un maximum de 2112 octets. Pour assurer l'intégrité des données, toutes les trames ADVB ont une trame CRC

de 32 bits calculée pour les données entre le SOFx et le mot CRC. Ce CRC est le même que celui du fibre channel à savoir un calcul de polynôme 32 bits.

Structure de ADVB

La spécification ARINC 818, comme FC-AV, définit un "conteneur" en tant qu'ensemble de trames ADVB servant au transport de la vidéo. Dans les autres mots, une image vidéo et les données sont encapsulées dans un "conteneur" qui s'étend sur de nombreuses trames ADVB. Dans un conteneur, ARINC 818 définit les Objets qui contiennent un certain type de données. C'est à dire que certaines trames ADVB dans cet conteneur font parti d'un Objet. Les quatre types d'objets que l'on trouve dans un conteneur sont décrits ci-dessous.

Objet	Donnée
0	Données secondaires
1	Audio (pas utilisée)
2	Vidéo : progressive ou entrelacée impaire
3	Vidéo : entrelacée paire

Dans la plupart des cas, un seul conteneur décrit exactement une unique trame vidéo. Cependant, il est possible d'avoir moins d'une trame vidéo à transporter dans un conteneur. Cela peut être le cas quand l'information du curseur doit être mise à jour plus rapidement que

attribuée au conteneur afin que l'événement Objet 0 des trames ADVB soit plus fréquent. Les données d'emplacement du curseur peuvent être chargées dans les trames ADVB Objet 0 qui se produisent plus fréquemment, voire plusieurs fois par trame vidéo.

Vitesse de liaison

En plus, du débit 1x, 2x, 4x, et 8x du fibre Channel, ARINC 818 permet aussi un débit " intermédiaire " qui n'est pas conforme à Fibre Channel mais qui représente les systèmes FCAV traditionnels. Les implémentations qui utilisent les débits de la Fibre Channel (1,0625, 2,125, 4,25, et 8,5 Gb/s) bénéficieront de la compatibilité avec les outils de développement standard (COTS) Fibre Channel tels que les analyseurs de protocole et le générateur de trafic. La fidélité à ces débits éliminera aussi les risques potentiels dû à l'utilisation de puces et de d'émetteurs/récepteurs Fibre Channel en dehors des vitesses de fonctionnement prévues.

Classifications temporelles

Le standard ARINC 818 lui-même, ne place aucune contrainte de temps sur les trames ADVB durant la transmission ou les méthodes de synchronisation d'un pixel, d'une ligne ou d'un niveau de trame. Les méthodes de synchronisation et les contraintes temporelles d'une trame ADVB doivent être intégrées dans l'ICD. Cependant, l'annexe C d'ARINC 818 établit quatre Classes de

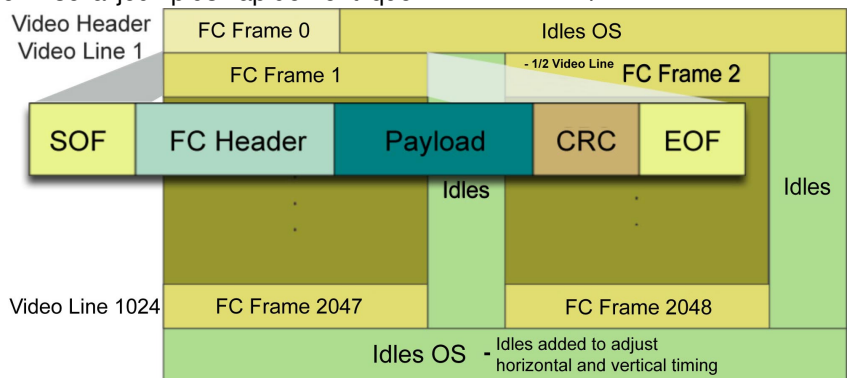


Figure X, Protocol Example with SXGA Video Image

le débit de la trame vidéo. Dans ce cas, une fraction de la trame peut être

Synchronisation et de Segmentation (A-D) qui énumèrent les possibilités

de contraintes temporelles d'une liaison ADVB : asynchrone, trame, ligne, ou pixel synchrone.

Figure X : exemple de protocole avec une image vidéo SXGA

Exemple SXGA

Un exemple sur la façon dont ARINC 818 transmet la couleur SXGA sera un bon aperçu.

RGB SXGA nécessite environ 236 M octets/sec pour le transfert des données (1280 pixels x 3 octets par pixel x 1024 lignes x 60 Hz). En y ajoutant les temps d'overhead et de blanking, on arrive à un débit de liaison standard de 3,187Gb/s. ARINC 818 "empaquette" les images vidéo dans des trames Fibre Channel (FC). La charge utile de la première trame FC dans une séquence contient les données d'en-tête du conteneur qui accompagne chaque image vidéo.

Chaque ligne vidéo SXGA exige 3840 octets, ce qui dépasse la longueur maximum de charge utile FC, par conséquent, chaque ligne vidéo est divisée de façon égale dans deux trames FC. Etant donné que l'affichage commandé par cet émetteur exige des "lignes synchrones", cet émetteur est classé dans Classe C : ligne synchrone.

Le transport d'une image SXGA exige une "charge utile" de 2048 trames FC. Auquel il faut ajouter la trame d'en-tête, soit un total de 2049 trames FC (voir représentation Figure X). Des 'caractères' nuls complémentaires sont nécessaires entre les trames FC parce qu'ils servent à la synchronisation entre le l'émetteur et le récepteur.

Flexibilité et interopérabilité

ARINC 818 permet plus de souplesse lors de la mise en œuvre d'une interface vidéo. Cette souplesse est appréciable à cause des diverses résolutions, échelles de gris, formats de pixel, et débits de trame des systèmes d'affichage aéronautiques. Cependant cette souplesse est un problème pour les fournisseurs

d'équipements qui souhaitent un certain degré d'interopérabilité.

L'ICD spécifiera les paramètres de liaison tels que la vitesse de liaison, la

Stratégie d'évaluation et de planification d'ARINC 818

Il est préférable d'évaluer l'effort d'intégration d'ARINC 818 environ 6 mois avant de devoir l'installer dans un système avionique, en suivant les 4 étapes soulignées ci-dessous. Cette stratégie vous aidera à évaluer le temps, le coût et la main d'œuvre qu'exigera l'implémentation d'ARINC 818.

1. Se familiariser avec la spécification et le protocole ARINC 818

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec Fibre Channel, il leur faudra relire au moins deux fois le document pour se familiariser avec la terminologie et le protocole. Mais avant de lire la spécification, il serait bien de consulter un résumé du protocole sur www.fcav.info, où les termes FC-AV (ARINC 818) sont définis. On y trouve aussi de nombreuses figures très explicites sur le protocole.

2. Comprendre les autres éléments du système

Typiquement, le cockpit MFD ou PFD déterminera la résolution vidéo, la synchronisation, et l'actualisation du débit pour la totalité du système vidéo. Si le HMD est un afficheur haut de gamme, sa latence vidéo sera une caractéristique-clé. Les caractéristiques-clé d'un récepteur aval s'imposent comme celles du transmetteur ARINC 818, placé en amont. Les transmetteurs et récepteurs doivent donc être conçus avec la même classe de synchronisation, définie dans l'annexe C de la spécification ARINC 818.

3. Créer un brouillon d'ICD

Deux systèmes ARINC 818 ne sont pas compatibles sauf s'ils reposent sur le même Document de Contrôle d'interface (ICD). L'annexe B dans la liste des spécifications ARINC 818 fournit les paramètres clés qui peuvent être inclus dans un ICD. Un ICD peut être seulement une page de document qui comprend les paramètres suivants : débit des données, Résolution Vidéo, débit des trames, codage de la couleur, type de balayage (progressif/entrelacé), information de temporisation vidéo, et classe de synchronisation vidéo. Un exemple et un échantillon d'ICD sont proposés sur www.ARINC818.com, ainsi qu'un ICD ARINC 818 sur un calculateur de temporisation qui inclut beaucoup de formats vidéo commun.

4. Examiner le guide d'implémentation d'ARINC 818

C'est une ressource gratuite sur ARINC818.com. Il donne des conseils pratiques sur la façon d'implémenter ARINC 818 dans un FPGA et inclus beaucoup de leçons d'initiations à partir d'exécution réelle, ainsi que des renseignements sur la compatibilité des composants.

5. Evaluer les options d'implémentation

Pour que l'option d'implémentation soit la meilleure dans une application, elle dépend de facteurs tels que la trame temporelle, de l'espace carte, et du budget. La meilleure option pour beaucoup d'applications embarquées qui utilisent déjà un FPGA est d'incorporer le protocole directement dans le FPGA en utilisant un cœur IP ARINC 818 prêt à la commercialisation (COTS), ou si vous avez le temps de créer votre propre IP. Si l'application a assez d'espace, un PMC COTS ou des modules embarqués personnalisés peuvent être utilisés. Des cartes vidéo PCI, PCIe, et PMC pour simulateurs de Cockpit et ATE, des générateurs graphiques, des cartes de conversion DVI et des kits de développement logiciel sont déjà disponibles pour les formats ARINC 818 communs. Dans le cas d'un fabricant ATE, l'intégration d'une carte ARINC 818 COTS peut être réalisée en quelques jours, là où la création IP pour un FPGA depuis la gravure jusqu'à la certification prendrait 6 mois et plus.

La spécification ARINC 818 prévoit qu'un document de contrôle d'interface (ICD) accompagne les implémentations ADVB particulières.

résolution de l'image, le schéma de synchronisation, le débit, etc. Typiquement, un programme militaire,

ou un programme commercial de dans l'avionique aura un ICD associé.

Une pièce particulière de l'équipement qui est conforme avec ARINC 818 n'est pas nécessairement inter-opérable avec d'autres pièces d'équipement en conformité avec ARINC 818, à moins qu'elle n'ait le même ICD.

Mise en oeuvre d'ARINC 818

L'encadré recommande une stratégie pour planifier l'implémentation d'ARINC 818. Procéder par étape économisera du temps dans l'apprentissage du protocole, et facilitera une implémentation en douceur d'ARINC 818. Sur cette implémentation d'ARINC 818 dans un dispositif programmable, Christian Matt d'EADS donne un conseil : "Implémenter une conception complète ARINC 818 dans un circuit programmable, signifie que le

SERDES externe est quelque peu restreint ce qui peut être problématique pour ARINC 818 en raison des exigences de disparité d'exécution de Fibre Channel. Ces limitations sont débattues dans le Guide de mise en œuvre d'ARINC 818. L'utilisation d'un FPGA qui ne fournit pas le support de la couche physique Fibre Channel complique la conception". Mr. Johns chez Rockwell Collins a choisi un circuit qui supporte la Fibre Channel : "J'utilise un Xilinx Virtex 5. Le CoreGen a grandement facilité ma première implémentation. j'avais en simulation un récepteur fonctionnel 2 jours après."

Conclusion

Puisque ARINC 818 se propage à travers les systèmes avioniques tant militaires que commerciaux, consacrer dès maintenant quelques jours pour comprendre le protocole ARINC 818, créer un brouillon ICD, et

examiner les options d'implémentation, permettra d'économiser un temps précieux lors de l'expression d'un besoin ou d'une réponse pour une interface ARINC 818.

A propos de l'auteur : Tim Keller a un MS en ingénierie électrique de l'université de l'Arizona. Il a 17 ans d'expérience à Honeywell en développement de systèmes de contrôle embarqué pour les applications aérospatiales et industrielles. Il occupe actuellement le poste de Directeur du développement Produit et Marketing chez Great River Technology. Mr. Keller a participé au comité ARINC 818 pour les sections Equipements de test et Documents de contrôle d'Interface.