



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

«Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΗΧΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ ΤΗΣ INTEL ΚΑΙ Η
ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΟΣ ΗΧΗΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ»

Του φοιτητή:
Στυλιανού Χρήστου Στεφανή
Αρ. Μητρώου: 2024119

Επιβλέπων:
Κοκκώνης Γεώργιος

Ημερομηνία: 18-05-2026

Εισαγωγή:

- Το 2004 η Intel κυκλοφόρησε την αρχιτεκτονική Ήχου Υψηλής Ευκρίνειας, HDA, μία καινούρια αρχιτεκτονική ήχου για τους υπολογιστές.
- Το HDA αντικατέστησε το AC'97, που ήταν το παλαιότερο σύστημα ήχου της Intel για υπολογιστές, προσφέροντας περισσότερες δυνατότητες και υποστηρίζοντας σύγχρονες τεχνολογίες ήχου.
- Η HDA αρχιτεκτονική αποτελείται από ένα ή πολλαπλά codecs, συσκευές που κωδικοποιούν ένα αναλογικό σήμα σε μία δυαδική ροή ή αποκωδικοποιούν ένα ψηφιακό σήμα σε μία αναλογική κυματομορφή, και έναν ελεγκτή, μια συσκευή E/E υπεύθυνη για την μεταφορά δεδομένων μεταξύ της κεντρικής μνήμης και των κωδικοποιητών.

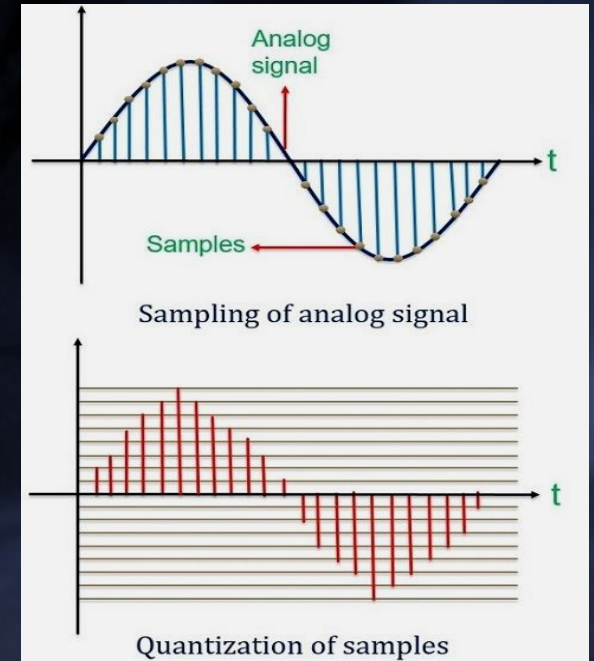
Κεφάλαιο 1ο:
*Βασικές Αρχές Ψηφιακής Επεξεργασίας
Σήματος*

Δειγματοληψία

- Ένα ηλεκτρικό σήμα ήχου είναι ένα αναλογικό μέγεθος, δηλαδή αποτελείται από άπειρες χρονικές στιγμές, όπου σε κάθε μία από αυτές το σήμα μπορεί να λάβει άπειρα διαφορετικά πλάτη.
- Με την δειγματοληψία λαμβάνεται το πλάτος του σήματος ανά ισαπέχουσες στιγμές, υπό μία προκαθορισμένη συχνότητα, ονομαζόμενη συχνότητα δειγματοληψίας.
- Το σύνολο των πλατών που λαμβάνεται δημιουργεί μια ακολουθία τιμών. Ο κάθε όρος ονομάζεται δείγμα και αντιπροσωπεύει μια διαφορετική τιμή του σήματος σε μία διαφορετική χρονική στιγμή δειγματοληψίας.
- Ουσιαστικά η δειγματοληψία επιτρέπει την αναπαράσταση οποιουδήποτε αναλογικού σήματος με μία ακολουθία αριθμών. Όταν τηρούνται ορισμένες συνθήκες, η μετατροπή αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς σφάλματα.

Κβάντιση

- Με την κβάντιση αντιστοιχίζονται οι τιμές της ακολουθίας του δειγματοληπτημένου σήματος, σε ένα πεπερασμένο πλήθος διακριτών τιμών, που ονομάζονται στάθμες.
- Ένα σύστημα κβάντισης αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα, ονομαζόμενα στάθμες.
- Στην διάρκεια της κβάντισης, ο κάθε όρος της ακολουθίας συγκρίνεται με όλες τις στάθμες, και στρογγυλοποιείται στο κοντινότερο επίπεδο.

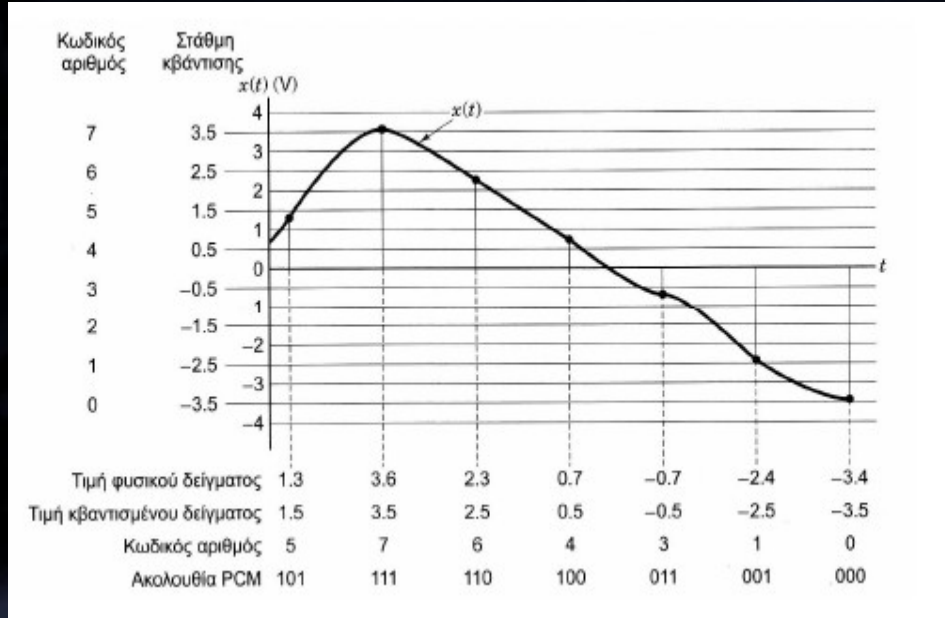


[1]

Κβάντιση

- Καθώς με την κβάντιση επιχειρείται η αναπαράσταση των άπειρων τιμών του σήματος στο πεπερασμένο πλήθος σταθμών, παρουσιάζεται πάντα ένα μικρό σφάλμα κβάντισης.
- Το σφάλμα της κβάντισης επηρεάζεται από το πλήθος αποθηκευτικού χώρου που μπορούμε να διαθέσουμε για ένα δείγμα.
- Όσο αυξάνεται το πλήθος των bits ενός δείγματος θα αυξάνεται και εκθετικά το πλήθος των διαφορετικών τιμών που μπορεί να λάβει και ένα δείγμα.
- Πχ ένα σύστημα A που αφιερώνει 8 bits για ένα δείγμα έχει χειρότερη απόδοση από ένα σύστημα B που μπορεί να διαθέσει 16 bits ανά δείγμα, καθώς ένα δείγμα το A συστήματος μπορεί να λάβει 256 διαφορετικές τιμές, ενώ ένα δείγμα του B μπορεί να λάβει έως και 65.536 διακριτές τιμές.

PCM Κωδικοποίηση



[2]

- Μέχρι τώρα έχουμε μετατρέψει ένα σήμα ήχου σε μία ακολουθία πεπερασμένων τιμών. Θα πρέπει ωστόσο να μεταφραστούν οι κβαντισμένες τιμές του σήματος σε δεδομένα που μπορούν να επεξεργαστούν από έναν υπολογιστή ή ένα ψηφιακό σύστημα.
- Αυτό επιτυγχάνεται με την παλμοκωδική διαμόρφωση, ή αλλιώς PCM, όπου κάθε κβαντισμένη τιμή της ακολουθίας δειγμάτων κωδικοποιείται σε έναν δυαδικό σύμβολο ή αριθμό.
- Άρα, με την PCM κωδικοποίηση μετατρέπεται ένα δειγματοληπτημένο και κβαντισμένο σήμα σε μία ψηφιακή ροή δυαδικών δεδομένων
- Σε συστήματα ψηφιοποίησης ήχου χρησιμοποιείται συνήθως η Linear-PCM κωδικοποίηση, όπου τα επίπεδα κβάντισης ισαπέχουν μεταξύ τους.

Κεφάλαιο 2ο:

*Η Αρχιτεκτονική High Definition Audio:
Codecs, Controller & Δίαυλος Επικοινωνίας*

Η έννοια και λειτουργία ενός Codec ήχου

- Το Codec, που είναι συντομογραφία για coder-decoder, είναι μία συσκευή με βασικό στόχο την κωδικοποίηση ενός αναλογικού σήματος σε μια ροή ψηφιακών δεδομένων και την αποκωδικοποίηση ψηφιακών ροών σε αναλογικά σήματα.
- Στους Η/Υ, ένα codec chip περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και μετατροπείς ADC & DAC για την Linear-PCM κωδικοποίηση αναλογικού ήχου σε ψηφιακά δεδομένα και την μετατροπή των δυαδικών δεδομένων πίσω σε ένα αναλογικό σήμα.
- Άλλα συνηθισμένα χαρακτηριστικά των codecs περιλαμβάνουν πολλαπλές επαναπρογραμματιζόμενες θύρες για είσοδο και έξοδο αναλογικού ήχου, S/PDIF συνδέσεις για μεταφορά ψηφιακού PCM κωδικοποιημένου ήχου, υψηλούς ρυθμούς δειγματοληψίας στα 192 kHz με 24 bits ανά δείγμα και υποστήριξη 7.1 πολυκάναλου ήχου.
- Τα σύγχρονα codec συμμορφώνονται με την HDA αρχιτεκτονική.

Η αρχιτεκτονική ήχου Audio Codec '97

- Το 1997, η Intel κυκλοφόρησε την Audio Codec '97 (συντομογραφία AC'97) αρχιτεκτονική ήχου για τους υπολογιστές. Υποστηριζόταν από Windows 95 και Linux λειτουργικά συστήματα.
- Η αρχιτεκτονική αποτελούταν από πολλαπλά codecs και έναν ελεγκτή, ονομαζόμενο Digital Controller '97. Τυπικά συμπεριλαμβανόταν στο South Bridge της μητρικής.
- Η επικοινωνία των κωδικοποιτών με το controller συνέβαινε μέσω του διαύλου AC Link.
- Για την εποχή του, το AC'97 θεωρούταν αρχιτεκτονική ήχου υψηλής ποιότητας, αφού υποστήριζε αναπαραγωγή και ηχογράφηση στερεοφωνικού ήχου στα 96 kHz με 24 bits για κάθε δείγμα και πολλαπλά DAC & ADC.
- Αρχικά σχεδιασμένο για στερεοφωνικό ήχο, το AC'97 πρόσθεσε και υποστήριξη 5.1 πολυκάναλου ήχου σε επόμενες εκδόσεις.

Η μετάβαση από το AC'97 στο HDA

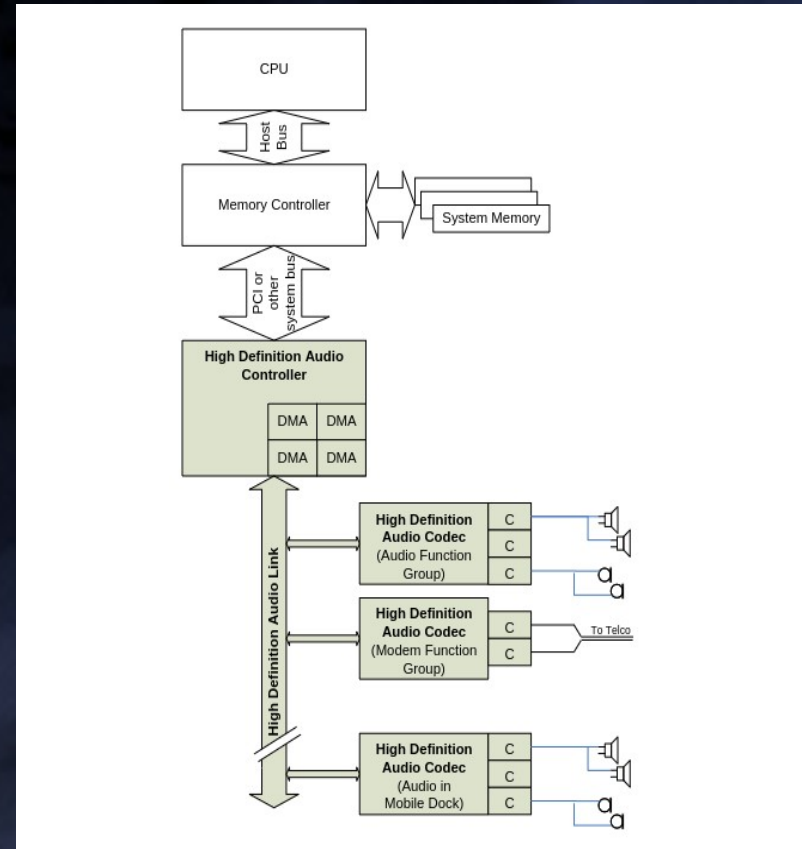
- Στην αρχή του 21ου αιώνα, εισήχθηκαν στην αγορά καινούριες πολυκάναλες τεχνολογίες ήχου με καλύτερη ευκρίνεια, όπως η DTS και Dolby Digital κωδικοποίηση ήχου και τα SACD, όπου δεν υποστηρίζονταν από τις πρώτες εκδόσεις του AC'97.
- Ο υπολογιστής άρχισε πια να χρησιμοποιείται σαν κέντρο ψυχαγωγίας για παρακολούθηση ταινιών και απόλαυση ήχου, σε συστήματα με τηλεοράσεις υψηλής ανάλυσης και πολλών ηχείων.
- Η χρήση του υπολογιστή ως κέντρο ψυχαγωγίας φανέρωσε το βασικότερο πρόβλημα του AC'97, που ήταν η αδυναμία επεξεργασίας πολλαπλών ροών ταυτόχρονα. Δηλαδή δεν ήταν δυνατή η αναπαραγωγή δύο διαφορετικών ροών ταυτόχρονα
- Για παράδειγμα, ήταν απλά αδύνατο για έναν χρήστη να ακούει διαφορετική μουσική από τα ακουστικά του και διαφορετική από τα ηχεία του.

Η μετάβαση από το AC'97 στο HDA

- Με την υιοθέτηση των καινούριων τεχνολογιών από την αγορά και την χρήση του Η/Υ στο σαλόνι, ήταν φανερό πως το AC'97 δεν μπορούσε να ανταπεξέλθει στις καινούριες αλλαγές.
- Το 2004, η Intel κυκλοφόρησε την αρχιτεκτονική ήχου High Definition Audio, ή αλλιώς HDA, σαν αντικατάσταση του AC'97 προτύπου. Αρχικά υποστηριζόμενη από Windows XP λειτουργικά συστήματα, πια έχει ενσωματωθεί και σε Linux, BSD και MacOS .
- Εκτός από την υποστήριξη 8 καναλιών ήχου, το HDA υποστηρίζει ρυθμούς δειγματοληψίας μέχρι τα 384 kHz (αν και τα περισσότερα codecs φτάνουν μέχρι τα 192 kHz), με δείγματα μεγέθους έως και 32 bits.
- Σημαντικότερα, το HDA μπορεί να διαχειριστεί μέχρι 15 streams εξόδου και άλλα 15 streams εξόδου παράλληλα.
- Η αρχιτεκτονική HDA είναι αρκετά παρόμοια με την AC'97, αφού αποτελείται από πολλούς κωδικοποιητές και έναν ελεγκτή, ονομαζόμενο HDA Controller . Η επικοινωνία μεταξύ τους πραγματοποιείται με τον δίαυλο HDA Link.

Το HDA Controller

- Το HDA Controller είναι μια εσωτερική συσκευή Ε/Ε, συνδεδεμένη με το υπόλοιπο σύστημα μέσω του PCI ή PCIe διαύλου.
- Διαθέτει πολλαπλές DMA μηχανές για άμεση προσπέλαση της μνήμης.
- Λαμβάνει και στέλνει δεδομένα με την μορφή streams. Μια DMA μηχανή μπορεί να μεταφέρει μέχρι μία ροή την φορά.
- Ένα stream μπορεί να είναι εισόδου ή εξόδου.
- Κάθε stream διαθέτει μία λεζάντα, αποκαλούμενη Stream Tag, που λειτουργεί ως αναγνωριστικό της κάθε ροής.
- Μία ροή αποτελείται από πολλαπλά κομμάτια δεδομένων, ονομαζόμενα Channels. Κάθε κανάλι αντιστοιχεί και σε ένα κανάλι ήχου.



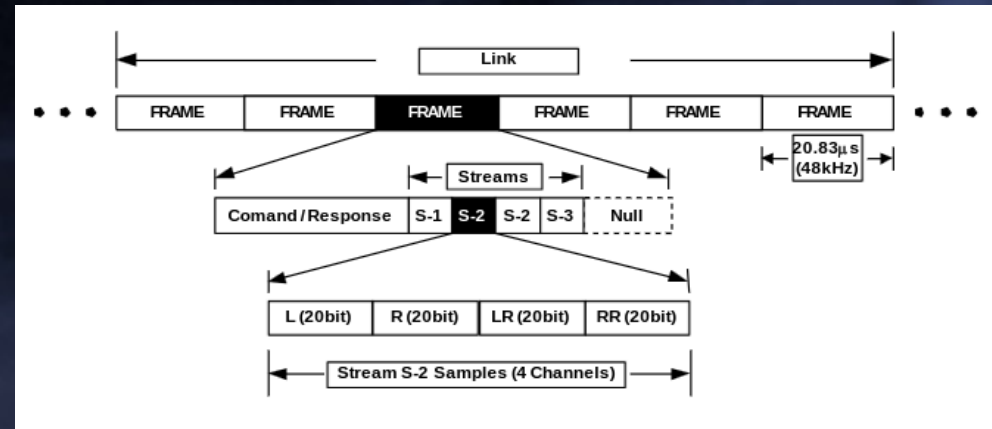
Ο δίαυλος επικοινωνίας HDA Link

- Το HDA Link μεταφέρει σειριακά δεδομένα μεταξύ των κωδικοποιητών και του ελεγκτή.
- Λειτουργεί στα 24 MHz.
- Στον δίαυλο στέλνονται τα εξής σήματα:
 - A) BCLK: Ο 24 MHz παλμός του ρολογιού.
 - B) SYNC: Ένα 48 kHz σήμα που συγχρονίζει τα streams εξόδου και εισόδου.
 - C) RST#: Σήμα επαναφοράς υλικού (Hardware Reset).
 - D) SDO: Μεταφορά σειριακών δεδομένων εξόδου από τον ελεγκτή προς τα codecs.
 - E) SDI: Μεταφορά σειριακών δεδομένων εισόδου από έναν κωδικοποιητή προς τον ελεγκτή.

Δομή πλαισίων

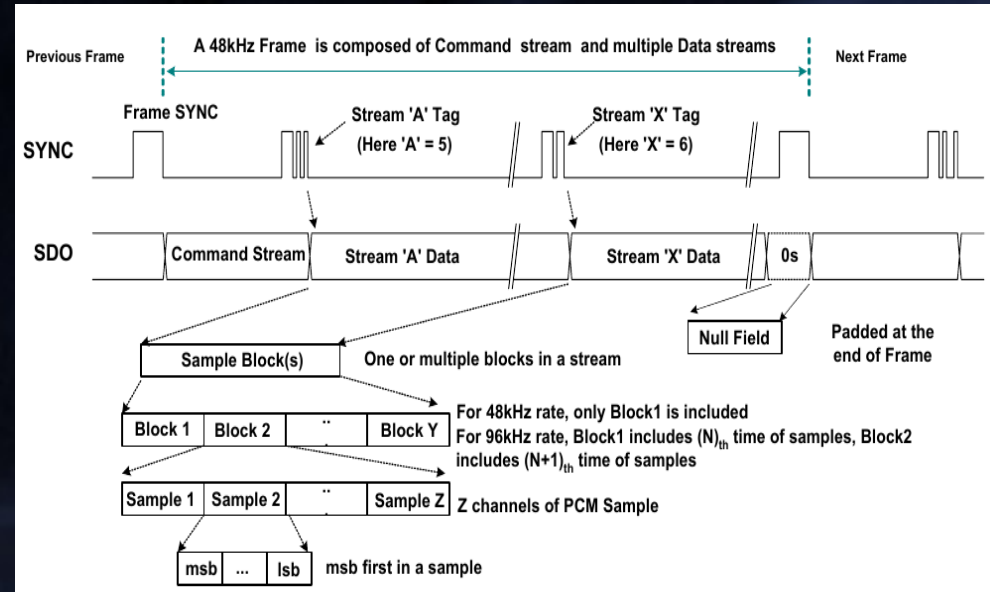
- Τα δεδομένα των SDO & SDI σημάτων χωρίζονται σε κομμάτια, ονομαζόμενα Frames.
- Κάθε Frame διαρκεί 20.83 μ S, σε συμφωνία με τον 48 kHz ρυθμό του SYNC.
- Στην διάρκεια ενός frame λαμβάνονται πολλά blocks δειγμάτων.
- Στο ίδιο frame μπορούν να υπάρξουν blocks διαφορετικών ροών.
- Για μία συγκεκριμένη ροή μπορούν να αντιστοιχούν και πολλά blocks δειγμάτων.
- Ένα block αποτελείται από όσα δείγματα όσα τα κανάλια ήχου της ροής.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα περιεχόμενα ενός block δειγμάτων του Stream S2, που μεταφέρει ένα ηχητικό σήμα με 4 κανάλια.



Σήματα εξόδου SDO & Outbound Frames

- Τα δεδομένα των SDO μεταφέρονται σε όλα τα codecs, όχι σε κάποιο συγκεκριμένο.
- Οι κωδικοποιητές δειγματοληπτούν τα SDO σήματα σε κάθε ακμή του ρολογιού (θετική και αρνητική).
- Κάθε codec και controller που συμμορφώνεται με την HDA αρχιτεκτονική οφείλει να υποστηρίζει τουλάχιστον μία SDO γραμμή. Ωστόσο δεν είναι σπάνια η υποστήριξη και πολλαπλών SDO σημάτων για γρηγορότερη μεταφορά δεδομένων.
- Τα 4 bit Tags των ροών εξόδου μεταφέρονται μέσω του SYNC σήματος, όχι του SDO. Κάθε φορά που μεταφέρεται ένα καινούριο Stream εντός του ίδιου Frame, η SYNC γραμμή θα μεταφέρει και ένα 8 bit σήμα. Τα 4 υψηλά bits αυτού του σήματος σηματοδοτούν αλλαγή stream και τα υπόλοιπα είναι το tag της καινούριας ροής.



- Τα Frames των SDO σημάτων αποκαλούνται Outbound Frames.
- Κάθε Outbound Frame αρχίζει πάντα με ένα 40 bit τμήμα εντολών, εκ των οποίων τα πρώτα 32 bit είναι η ίδια εντολή και τα υπόλοιπα 8 bit είναι δεσμευμένα

[4]

Σήματα εισόδου SDI & Inbound Frames

- Τα σήματα SDI αποτελούν σημείο-σε-σημείο μεταφορά δεδομένων από έναν κωδικοποιητή προς τον ελεγκτή.
- Κάθε codec και controller που συμμορφώνεται με την HDA αρχιτεκτονική οφείλει να υποστηρίζει τουλάχιστον μία SDI γραμμή. Κάποιες φορές υποστηρίζονται και πολλές γραμμές για υψηλότερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων.
- Σε αντίθεση ωστόσο με το SDO, η χρήση πολλαπλών SDI γραμμών γίνεται αποκλειστικά όταν ένα stream εισόδου ξεπεράσει το μέγιστο υποστηριζόμενο bitrate. Τότε, η ροή χωρίζεται σε διαφορετικές υπο-ροές, η κάθε μία με διαφορετικό Tag, και μεταφέρονται από διαφορετικά SDI σήματα.
- Τα frames των SDI σημάτων ονομάζονται Inbound frames και ξεκινάνε πάντα με μία 36 bit απάντηση.
- Τα Tags των μεταδιδόμενων ροών βρίσκονται πάντα στο ίδιο το SDI σήμα και όχι στο SYNC.

Υποστήριξη πολλαπλών ρυθμών δειγματοληψίας από το Link

- Το HDA Link είναι σχεδιασμένο για μεταφορά ροών με ρυθμό δειγματοληψίας των 48 kHz (όσος και του σήματος SYNC).
- Η δειγματοληψία ροών συχνότητας διάφορης των 48 kHz επιτυγχάνεται μεταβάλλοντας την αναλογία των block δειγμάτων της ροής ανά ένα Frame.
- Για streams με συχνότητα πολλαπλάσια της βάσης των 48 kHz, τότε απλά θα αυξάνεται το πλήθος των sample blocks μέσα σε ένα frame. Πχ για ένα stream των 96 kHz, μπορούν να ληφθούν δύο μπλοκ δειγμάτων.
- Για ροές με συχνότητα που είναι υποπολλαπλάσια των 48 kHz, θα απαιτούνται πολλαπλά Frames για την πλήρη δειγματοληψία ενός block. Για παράδειγμα, απαιτούνται 2 Frames για την λήψη ενός μπλοκ δειγμάτων ενός 24 kHz stream.

Υποστήριξη πολλαπλών ρυθμών δειγματοληψίας από το Link

- Η αντιμετώπιση ροών με συχνότητα βάσης τα 44.1 kHz πρέπει να προσεγγισθεί διαφορετικά, προκειμένου να αποφευχθεί η απώλεια δεδομένων.
- Για δειγματοληψία των 44.1 kHz streams ακολουθείται ένα ειδικά μοτίβο, το οποίο αποτελείται από 160 καρέ, όπου τα 147 περιλαμβάνουν το κάθενα από ένα block δειγμάτων και τα υπόλοιπα 13 είναι κενά.
- Οι ροές με συχνότητα υποπολλαπλάσια της βάσης των 44.1 kHz δειγματοληπτούνται με την ίδια ακολουθία, αλλά με περισσότερα κενά frames έχει που θα υπήρχε μόνο ένα.
- Αντίστοιχα, ροές με συχνότητα πολλαπλάσια των 44.1 kHz ακολουθούν το ίδιο μοτίβο, αλλά με περισσότερα μπλοκ ανά ένα Frame.

Κεφάλαιο 3ο:

Δομές δεδομένων & διαχείριση μνήμης για υποστήριξη streams.

Δομές δεμένων στην μνήμη για υποστήριξη streams

- Για τις ανάγκες του HDA πρωτοκόλλου και για την μεταφορά δεδομένων μεταξύ του ελεγκτή και του υπόλοιπου συστήματος, δεσμεύονται στην μνήμη αρκετές θέσεις για την αποθήκευση των streams.
- Δημιουργούνται επίσης στην μνήμη και ειδικές δομές δεδομένων, στις οποίες καταχωρούνται σημαντικές πληροφορίες σχετιζόμενες με τα streams, όπως την φυσική θέση που βρίσκεται μία ροή στην μνήμη ή τις εντολές που πρέπει να σταλούν στο controller

Buffer Descriptor List

- Για την αποθήκευση ενός stream, δεσμεύονται στην κύρια μνήμη πολλαπλές θέσεις, αποκαλούμενες Stream Buffers. Το σύνολο αυτών των θέσεων απαρτίζουν έναν μεγάλο κυκλικό buffer, αναφερόμενο ως Ring Buffer.
- Το Buffer Descriptor List (BDL) είναι μία ειδική δομή που δημιουργείται στην κεντρική μνήμη για να περιγράψει όλα τα buffers που χρησιμοποιούνται από μία ροή.
- Ένα BDL αποτελείται από 2 έως και 256 καταχωρήσεις.
- Η κάθε καταχώρηση του πίνακα ονομάζεται Buffer Descriptor List Entry, είναι 8 byte σε μέγεθος και περιγράφει ένα από αυτά τα buffers. Περιλαμβάνει το μήκος του buffer, την φυσική του διεύθυνση στην μνήμη και bits που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχό του.

DMA Position In Buffer

- Για την απόσταση, ή την μετατόπιση του stream από την αρχή του buffer, χρησιμοποιείται ο πίνακας DMA Position in Current Buffer (DPIB).
- Σε αντίθεση με τις BDL δομές, υπάρχει μόνο μία DPIB δομή και είναι κοινή για όλες τις ροές.
- Κάθε stream διαθέτει μία καταχώρηση στον πίνακα, η οποία διαβάζεται από το σύστημα για να ανακτηθεί το offset μέχρι το οποίο έχουν αποθηκευτεί ή σταλεί δεδομένα, εντός του buffer.
- Όταν το buffer γεμίσει, το stream θα προχωρήσει στην επόμενη περιοχή μνήμης και το offset θα επαναφερθεί, ξεκινώντας την μέτρησή του από το μηδέν. Η φυσική διεύθυνση του επόμενου τμήματος μνήμης εντοπίζεται από το BDL

Command Output Ring Buffer & Response Input Ring Buffer

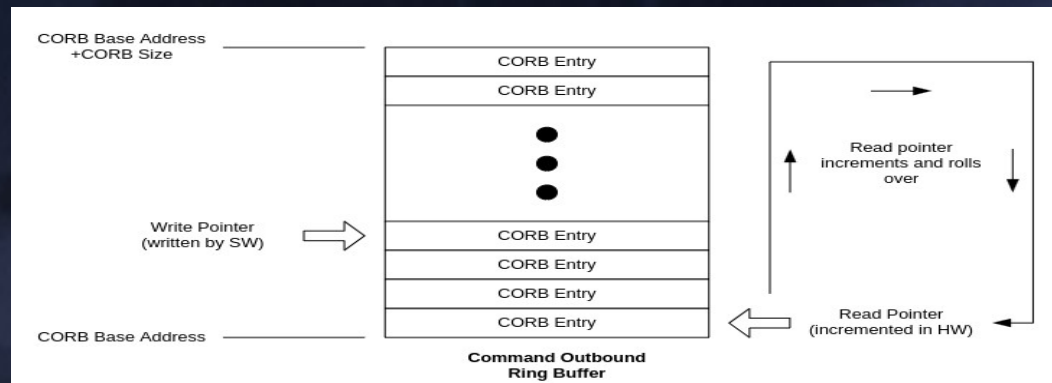
- Το Command Output Ring Buffer (CORB) και Response Input Ring Buffer (RIRB) αποτελούν ειδικές δομές που δημιουργούνται στην μνήμη στις οποίες αποθηκεύονται αντίστοιχα οι εντολές που πρέπει να σταλούν στα codec και οι απαντήσεις που λαμβάνουν από αυτά.
- Οι εκπεμπόμενες εντολές έχουν μήκος 32 bit, όπου τα πρώτα 4 bit δείχνουν την διεύθυνση του κωδικοποιητή, τα επόμενα 8 bits είναι το Node ID και τα τελευταία 20 bits είναι το μήνυμα του συστήματος.
- Οι απαντήσεις των κωδικοποιητών έχουν και αυτές μήκος 32 bits, ενώ χωρίζονται αιτούμενες (solicited) και μη-αιτούμενες (unsolicited).

Command Output Ring Buffer & Response Input Ring Buffer

- Οι αιτούμενες είναι οι απαντήσεις των codecs στις λαμβανόμενες εντολές. Όλα τα 32 bits αποτελούν την ίδια την απάντηση.
- Οι μη-αιτούμενες απαντήσεις αποστέλλονται όταν προκύψει κάποιο πρόβλημα ή σφάλμα στους κωδικοποιητές. Απαρτίζονται από 6 bits για το Tag, της υπομονάδας του κωδικοποιητή από όπου στάλθηκε η απάντηση, 5 bits για το Subtag που χαρακτηρίζουν τον τύπο της απάντησης (πχ σύνδεση ακουστικών) και 21 bits που παρέχουν στο σύστημα γενικές πληροφορίες του codec που ενδέχεται να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος.
- Αξίζει να σημειωθεί πως το Controller και το Link δεν βλέπουν τις εντολές και τις απαντήσεις που στέλνονται. Αυτές είναι ορατές μόνο από τους κωδικοποιητές και το σύστημα.

Η λειτουργία του CORB: Αποστολή εντολών

- Όπως αναφέρθηκε, το CORB είναι ένας κυκλικός buffer που βρίσκεται στην κεντρική μνήμη, υπεύθυνος για να αποθηκεύει και να στέλνει τις εντολές του συστήματος στα codecs.
- Το μέγεθός του CORB μπορεί να είναι 8 bytes (2 καταχωρήσεις), 64 bytes (16 καταχωρήσεις) ή και 1 KB (256 καταχωρήσεις)
- Η προσπέλαση του CORB από τον ελεγκτή γίνεται μέσω των DMA μηχανών του.
- Το controller διαθέτει δύο πολύ κρίσιμους δείκτες, τον δείκτη εγγραφής (Write Pointer) και τον δείκτη ανάγνωσης (Read Pointer), που έχουν φυσική υπόσταση με την μορφή καταχωρητών στο controller.
- Ο δείκτης ανάγνωσης δείχνει το offset της τελευταίας εντολής που διαβάστηκε από τον ελεγκτή.
- Ο δείκτης εγγραφής δείχνει το offset της τελευταίας εντολής που προστέθηκε στο CORB.



Η λειτουργία του RIRB: Λήψη απαντήσεων

- Το RIRB αποτελεί επίσης έναν κυκλικό buffer που βρίσκεται στην κύρια μνήμη, στον οποίον αποθηκεύονται και οι αιτούμενες αλλά και οι μη-αιτούμενες απαντήσεις.
- Ο ελεγκτής προσθέτει στην 32 bit απάντηση των codecs άλλα 32 bits που παρέχουν στο σύστημα περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την απάντηση, όπως το codec προέλευσης και εάν αυτή ήταν αιτούμενη ή όχι.
- Το μέγεθος που δεσμεύεται για το RIRB μπορεί να είναι 16 Bytes (2 απαντήσεις), 128 Bytes (16 απαντήσεις) ή 2KB (256 απαντήσεις)
- Η προσπέλαση του RIRB από το controller γίνεται επίσης με τις DMA μηχανές του.
- Όπως με το CORB, υπάρχουν δείκτες ανάγνωσης & εγγραφής, που δείχνουν αντίστοιχα την τελευταία απάντηση που στάλθηκε από τους κωδικοποιητές και την τελευταία απάντηση που διαβάστηκε από το σύστημα. Ωστόσο ο RP δεν έχει φυσική υπόσταση, σε αντίθεση με τον WP.
- Το σύστημα είναι υπεύθυνο για τον διαχωρισμό των απαντήσεων βάση του κωδικοποιητή προέλευσης και του τύπου της απάντησης

Διαχείριση και εκκίνηση ενός stream

- Ένα stream ορίζεται ως μια λογική σύνδεση μεταξύ ενός ή πολλών codec και πολλών buffer στην κύρια μνήμη.
- Το λογισμικό είναι αποκλειστικά υπεύθυνο για την διαχείριση των ροών και των πληροφοριών που σχετίζονται με αυτές, όπως το μέγεθος ενός δείγματος, τον ρυθμό δειγματοληψίας και το codec προέλευσης.
- Κάθε δείγμα που λαμβάνεται από μία ροή ενθυλακώνεται σε ένα container των 8 bits, 16 bits ή 32 bits.
- Το συνολικό μέγεθος ενός μπλοκ δειγμάτων θα είναι το πλήθος των καναλιών ήχου, πολλαπλασιασμένο με το μέγεθος ενός container .

Διαχείριση και εκκίνηση ενός stream

- Έστω για παράδειγμα ένα 96 kHz stream, με 3 κανάλια ήχου και 24 bits ανά δείγμα
- Τα 24 bits δείγματα ενθυλακώνονται σε έναν όσο πιο δυνατό container είναι εφικτό, άρα σε ένα container των 32 bits.
- Κάθε μπλοκ δειγμάτων αποτελείται από όσα containers όσα και τα κανάλια, άρα στην προκειμένη περίπτωση, ένα block έχει μέγεθος 12 bytes.
- Αφού η ροή έχει ρυθμό δειγματοληψίας 96 kHz, σε κάθε Frame θα περιλαμβάνονται 2 μπλοκ δειγμάτων. Άρα κάθε Frame της ροής, γνωστό ως και πακέτα, θα έχει συνολικά μέγεθος 24 bytes.

Βιβλιογραφία

- [1] “What is Pulse Code Modulation (PCM)? Definition, Block diagram, Advantages and Disadvantages of PCM system,” Electronics Coach, Oct. 09, 2018. <https://electronicscoach.com/pulse-code-modulation.html>
- [2] B. Sklar (επιμ. Ν. Μήτρου), Ψηφιακές Επικοινωνίες (2η έκδοση), Α. Παπασωτηρίου & ΣΙΑ ΙΚΕ, 2012.
- [3] Intel, “High Definition Audio Specification”, Revision 1.0a, Jun. 2010.
- [4] Realtek, “7.1+2 HD Audio Codec With Content Protection”, ALC892 datasheet, Mar. 2011

Ευχαριστώ για την προσοχή σας