

HDMI 1.3 – מה עדיף, נחושת או סיב?

סטיב דראם, מנהל פיתוח שיווק בחטיבת רכיבי האלקטרוניקה של אומרון אירופה, מדבר על ממשק המולטימדיה כ-HD, ה-HDMI, ובוחר סוגיות הקשורות לביצועי שידור אותות וידאו HD ומדוע התעשייה מתחילה להבין את היתרונות הטמונים בשימוש בסיב אופטי מולטימוד (MMF) כחלופה המובילה והמועדפת לכבלי הנחושת (בעיקר CAT5) כשמדובר בשידור למרחקים ארוכים.

מסגרת ה-HDMI 1.3

ביוני 2006 פרסם ה-HDMI Licensing LLC שיפורים חשובים למפרט ה-HDMI 1.3, וביחד עם שבע החברות המייסדות של ה-HDMI (היטאצ'י, Matsushita Electric Industrial (פנסוניק), Royal Philips Electronics, Silicon Image, סוני, Thomson וטושיבה) פרסמו את מפרט ה-HDMI 1.3 שכול התעשייה חיכתה לו בכיליון עיניים. השיפור לגרסה 1.3 יקדם את הדור הבא של ההתקנים ההיקפיים לקישוריות HD, ובמיוחד מכשירי טלוויזיה, מחשבים אישיים ונגני DVD המאפשרים להציג תכנים במיליארדי צבעים.

מפרט ה-HDMI 1.3 עוזר להכפיל את רוחב הפס המקורי ואף יותר מכך. ביחד עם פורמטי השמע הדיגיטליים החדשים (ה-Dolby® TrueHD וה-DTS-HD Master Audio™), שניהם פורמטים דיגיטליים של רצועות שמע ללא אובדן פרטים, כלומר lossless), ועם יכולת הסינכרון האוטומטית של שמע/וידאו ("lip sync correction") צפוי מפרט ה-HDMI 1.3 להפוך לתקן קישוריות HD המקובל והמועדף בתעשייה עבור יישומי צריכה ויישומים עסקיים.

כיוון שתקן ה-HDMI 1.3 מציע תאימות לאחור עם DVI (באמצעות השימוש בפרופיל ה-CEA-861), יותר ויותר יצרניות בוחרות לאמץ את ה-HDMI עבור המוצרים החדשים שלהן.

אז מה עצם יכול ה-HDMI v1.3 לספק?

מהירות גבוהה

ה-HDMI 1.3 מגדיל את רוחב הפס של קישור יחיד (קצב שעון מרבי) מ-165 מגהרץ (קצב נתונים מצטבר של 4.95 גיגהביט לשנייה) ל-340 מגהרץ (10.2Gbps) כדי לעמוד בדרישות של התקני תצוגה עתידיים מסוג HD. באופן תיאורטי, הגדלה כזו מאפשרת לתמוך ברזולוציות גבוהות עד 1440p/W-QXGA (2560x1600). בנוסף היא עוזרת להשיג קצבים גבוהים יותר של מסגרות (רענון) עד 120 הרץ (120 מסגרות לשנייה) – מהירות גבוהה פי שניים מזו של קצב הרענון המרבי בתקן ה-HDTV הנוכחי.

Deep colour™

ה-HDMI 1.3 תומך בעומקי צבע של 30 ביט, 36 ביט ו-48 ביט (RGB או YCbCr), שיפור ניכר בהשוואה לעומקי 24 ביט בגרסאות הקודמות של מפרט ה-HDMI. רוב התכנים של וידאו מוקלט ושל נגני המדיה הקיימים כיום אינם עולים על 16 ביט של צבע, אבל נחמד לדעת שקיים פוטנציאל לפיתוח עתידי. בנוסף, תמיכה בתקן הצבע החדש xvYCC משמעה שניתן לשחזר מיליארדי צבעים (יותר מ-2.8 טריליון)

ללא color banding, מה שמוביל למעברי צבע בלתי נראים לעין, עם יחס ניגודיות (קונטרסט) גבוה במיוחד.

אבל לפני שניסחף בהתלהבות מכל השיפורים הללו, יש לזכור שכמו בכל דבר בחיים, גם כאן לשיפורים יש מחיר.

שיקולי כבלים ומגבלות נחושת

הכבלים זמינים בדרך-כלל בשתי קטגוריות:
לקטגוריה 1 מהירות של 74.25 מגהרץ
לקטגוריה 2 מהירות של 340 מגהרץ

כל כבלי האותות, האנלוגיים או הדיגיטליים, נתקלים בקשיים כאשר נדרשת מהירות גבוהה על-פני מרחק שידור גדול. כאשר הרזולוציה ועומק הצבע גדלים (ראו טבלה 1), הריצוד (ג'יטר) מתחיל לבלוט יותר. לכן, גם בלי קשר לקטגוריית הכבלים, ל-אי-התאמת עכבה, להפרעות או לכל גורם רעש אחר, כבלי הנחושת מוסיפים ריצוד למערכת. במערכת וידאו זה מוביל להפרעות נראות-לעין באיכות התמונה כאשר התמונה מתחילה "להימרח" (טשטוש או רעש) ומאבדת חדות ופרטים. התמונה עלולה לכלול תופעות כמו "זהרורים", שגיאות במסגרות פיקסלציה (בלוקים) ואפילו היעדר תמונה מוחלט. לרוע המזל, הרבה פעמים הצרכנים מעלימים עין מבעיות ביצועים אלה, במיוחד כאשר הם סובלים ממגבלות תקציב בהתקנות מסחריות.

Interface Description	Standard	Format	Pixel Resolution	Refresh Rate	Colour Depth	Bit Rate Gbits/sec per channel	Number of colours	Cable cat
Extended Graphics Array	XGA	PC	1024 x 768	60	8 bit	0.650	16.7M	
Super Extended Graphics Array	SXGA	PC	1280 x 1024	60	8 bit	1.080	16.7M	1
Ultra Extended Graphics Array	UXGA	PC	1600 x 1200	60	8 bit	1.620	16.7M	1
Wide Extended Graphics Array	WXGA	PC	1366 x 768	60	8 bit	1.540	16.7M	1
Wide Super Extended Graphics	WSXGA	PC	1600 x 900	60	8 bit	1.540	16.7M	1
Wide Super Extended Graphics	WSXGA	PC	1680 x 1050	60	8 bit	1.540	16.7M	1
Wide Ultra Extended Graphics	WUXGA	PC	1920 x 1200	60	8 bit	1.540	16.7M	1
DisplayPort 1.1 (HDMI 1.3a)	WQXGA	PC	2560 x 1600	50/ 60	6 - 16 bit	1.62/ 2.7	16.7M	1
DVI/ HDMI	720p	CE/ HDTV	1280 x 720	50/ 60	8 bit	0.742	Billions	1
DVI/ HDMI	1080i	CE/ HDTV	1920 x 1080	30	8 bit	0.742	Billions	1
DVI/ HDMI	1080p-8	CE/ HDTV	1920 x 1080	60	8 bit	1.485	Billions	1
DVI Limit (Single Link)		CE/ HDTV	1920 x 1200	60	8 bit	1.650	Billions	1
HDMI 1.3	1080p-12	CE/ HDTV	1920 x 1080	60	12 bit	2.227	Billions	1
HDMI ...	< Future >	CE/ HDTV		120		3.400	Billions	2

טבלה 1. השוואה בין תקני תצוגה מובילים בתעשייה

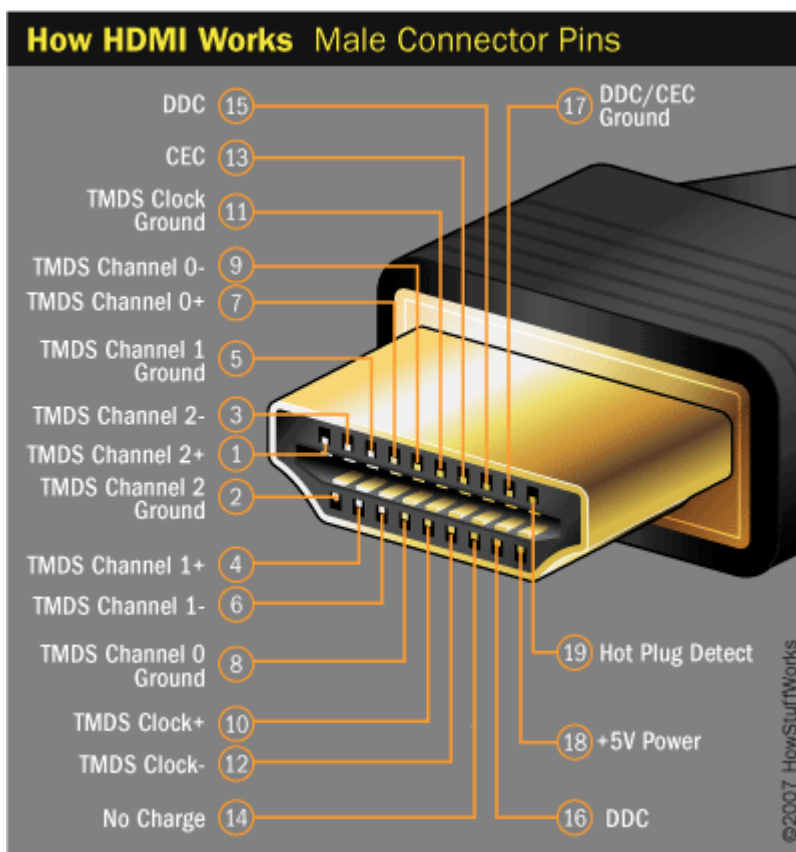
תקן ה-HDMI אמנם אינו מגדיר מרחקים מרביים, אבל ביצועים מוצלחים צריכים להתאפשר במרחקים של עד 15 מטר, עם השימוש בכבלים בקטגוריה 1 (מקסימום 74.25 מגהרץ) עבור רזולוציות של עד 1080i/ 720p, ועם כבלים מקטגוריה 2 (מקסימום 340 מגהרץ) עבור רזולוציה של 1080p ומעלה. בשני המקרים הכבלים הללו מורכבים מחוטי נחושת.

מפרט ה-HDMI 1.3 אינו מתייחס למרחק השידור המרבי המותר. לעתים קרובות הצרכנים אינם נותנים את הדעת לביצועי הכבלים, ולא אחת הם גם סובלים מאילוץ תקציב בהתקנות מסחריות.

למרבה המזל ישנם בשוק מגברים המסוגלים לקודד, לפענח, לפתוח נעילות וכיוב', אבל עד היום כל הפתרונות הללו לא נהנו מרמה טובה של מכירות בעיקר בגלל המורכבות והעלויות הגבוהות שבהן כרוכה הוספת קופסת ממיר בכל נקודה לאורך הכבל שבה יש ירידה משמעות באיכות האות.

במקום מערך שבבים HDMI שילבו היצרניות השוואת כבלים אקטיבית (equalization) ובפועל שיפרו את מרחק השידור. עם זאת, השוואה אקטיבית כזו מטפלת רק באחד מכמה גורמי הריצוד (במקרה זה, בהפרעה אינטר-סימבולית).

פונקציות וארכיטקטורות חיבור



איור 1. חיבורי HDMI (מקור HowStuffWorks)

בתוך מחבר ה-HDMI נעים האותות מזוגות שזורים של כבלי נחושת, ואליהם. רוב החיבורים עשויים משלושה אותות (בצבעים אדום, ירוק, כחול). זוגות מוגדרים סימטרית של ערוצי וידאו ווידאו מקודד דיגיטלי, המבוססים על TDMS (Transition Minimized Differential Signaling) ושעון TDMS מאפשרים להתקנים לסנכרן את הנתונים הנכנסים. לכל אחד מארבעת הזוגות הללו יש חוט סיכוך שמגן עליו מפני הפרעות שעלולים לגרום שכניו.

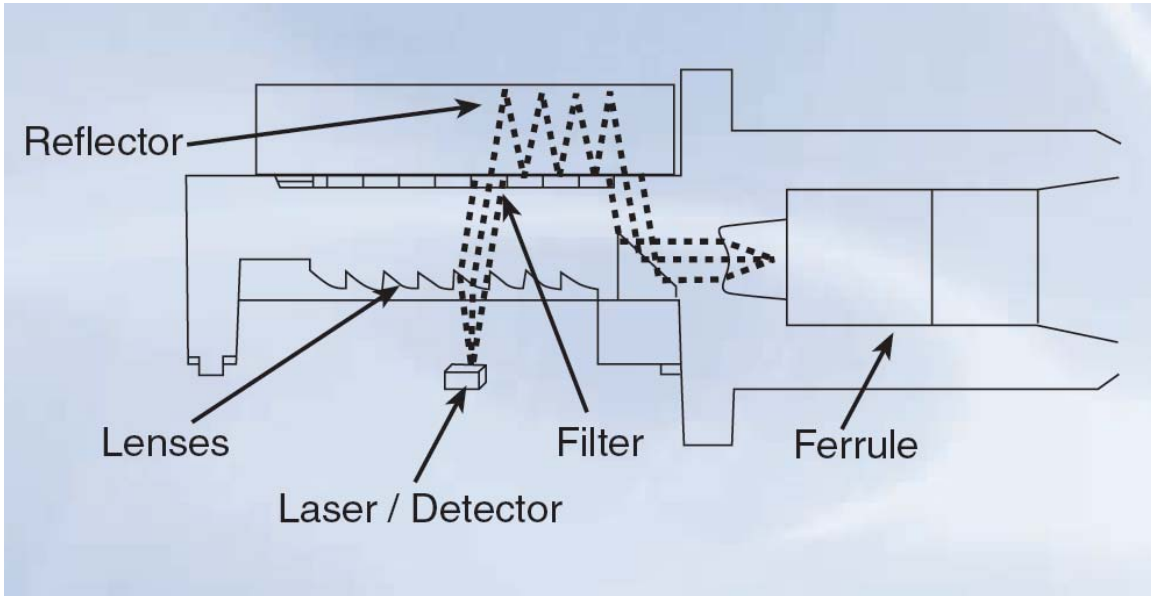
כל שאר האותות מצריכים רק פין חיבור אחד וכוללים CEC (ערוץ אלקטרוניקה צרכנית). אם התצוגה או התקן המקור שלכם תומכים בכך, ערוץ זה מאפשר להם לשלוח הוראות זה לזה. שיטת עבודה כזו מאפשרת ליצרניות להציע תכונות מוכוונות-צרכן, מה שעוזר להן לייחד את עצמן בתחרות. הערוץ המאחר "חיבור חם" יכול להרגיש בכל פעם שאתם מחברים או מנתקים התקן, ומסוגל ליזום מחדש את קישור ה-HDMI כשיש צורך בכך. ה-DDC (ערוץ נתוני תצוגה) נושא את נתוני ההתקן ואת נתוני הצפנת ה-HDCP (הגנה על תוכן בחדות גבוהה) הקשורים להגנת זכויות יוצרים. ערוצים אחרים נושאים נתוני הצפנה ואת החשמל להנעת התקשורת בין התקנים.

אז ככה זה עובד. מספר אותות ברמה נמוכה בתדרים גבוהים ונמוכים דחוסים כולם בתוך מרחב חיבור קטן ולאחר מכן מונעים דרך כבל נחושת. כאשר מדובר במרחקים של יותר מ-15 מטר זה יכול להיות מתכון לאכזבה במונחים של איכות התצוגה. הקיבוליות הופכת לבעיה של ממש עם העלייה באורך הכבל. במצב כזה מובן שיש הפסד החדרה. ניתן להתמודד עם זה באמצעות השוואת כבל אקטיבית או באמצעות מעגלי פיצוי, אולם בכל מקרה יש לתת את הדעת על סוגיות של תוספת עלות, של פריסה בפועל, של הספק וכיוב'.
ה-TDMS הוא אות דיפרנציאלי – באופן עקרוני מדובר בזוג אותות דיגיטליים לא דחוסים המשקפים זה את זה כמראה. סידור כזה מיועד לבטל כל רעש common mode אפשרי, זמזומים וכדומה. עם זאת, כבלים ארוכים גורמים לאותות החיוביים והשליליים המדויקים לאבד תזמון אחד בהשוואה לשני. החסרה של שני האותות בנקודת הקליטה מובילה לעיוות של האות. 1s או 01 המתוזמנים בצורה גרועה ייחשבו לרעש common mode והתוצאה היא ביטול אותות שגורם לירידה נראית לעין באיכות התמונה המוצגת ("זהורים"). בכבל של 15 מטר בתדרים גבוהים יכולה סטיית התזמון (skew) לעבור את ה-1,000 pS. מפרט ה-HDMI 1.3 מציין שכדי להבטיח ביצועים מיטביים, אסור שתהיה שגיאת סטיית תזמון של יותר מ-150pS. לכן יהיה עליכם לבחור את הכבל שלכם בקפידה ולזכור שיש תמורה להשקעה הכספית.

סיב מולטי-מוד (MMF)

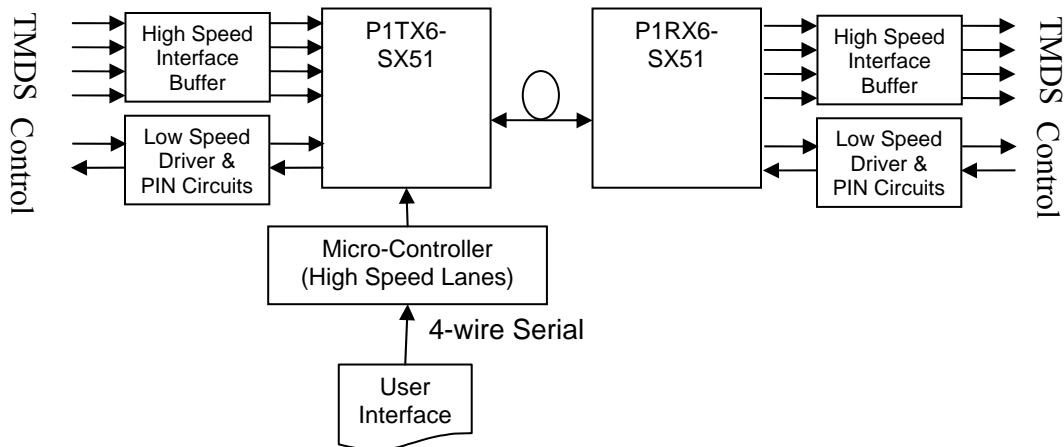
האם ישנן חלופות לכבלי הנחושת? התשובה היא כן. חלופה חכמה ומוכחת אחת היא ה-MMF – סיב מולטי-מוד, שמסתמן כשיטת השידור המועדפת. ברגע שהאות מומר לממד האור הוא כבר אינו נתון להשפעה של הפרעות חשמליות ועמיד מאוד בפני מקורות מגנטיים. בנוסף, כעת ניתן להאריך את המרחק באופן משמעותי לכמה קילומטרים, ובמקביל להשיג ביצועים אמיתיים ללא אובדן פרטים (lossless). יתרון נוסף שכדאי לציין, במיוחד כאשר יש כמה התקנים המצריכים קישוריות (מיתוג מטריצה והפצת אות וידאו רב-ערוצי), הוא הירידה המשמעותית במשקל ההתקנה. ה-MMF אמנם לא הצליח עדיין להשתוות לכבלי הנחושת מבחינת עלות, אבל יתרונות הביצועים באופן כללי מדברים בעד עצמם.

אומרון פיתחה סדרה של OSAs (תתי-מכלול אופטיים) המתוכננים לעמוד בתקנים של שידור HDMI ו-DVI. הדגם החדש, SX51, הוא זוג TOSA/ROSA המתוכנן במיוחד להציע פתרון מתקדם של הרחבת Bidirectional MMF, ומרחיבים (extenders) ומתגים (קונבנציונליים ומטריצה) בנקודת מחיר פחות גבוהה, הקרובה יותר לזו של מוצרים המבוססים על CAT5 מנחושת. פתרון כזה התאפשר, באופן חלקי תודות לפיתוח של מבנה מקורי ומוגן פטנט המשתמש באופטיקת "זיגזג" בשילוב עם מסנני CWDM ואופטיקה יצוקה, לרבות תושבת לפרולת SC (ראו איור 1).



איור 2. מבנה מוגן פטנט של אומרון עם תכונה של נתיב אופטי "זיגזג"

ה-SX51 TOSA לא משנה את האותות המיושמים בשום צורה ואופן, הוא פשוט ממיר את אותות הכניסה ה-LVDS או CML (מצומד AC) החשמליים לממד האופטי, ומשדר אותם ל-ROSA, שבתורה פשוט ממירה את האותות האופטיים המתקבלים בחזרה לאותות חשמליים מסוג CML. כתוצאה מכך שהאותות משודרים בממד האופטי אין כל סיכוי שהפרעות חשמליות, מגנטיות או קיבוליות יגרמו לירידה באיכות התמונה או לאובדן פרטים. באופן עקרוני ניתן להשיג שמע או וידאו שלמים לגמרי (lossless).



איור 3. דיאגרמת בלוקים של פונקציונליות ה-SX51 TOSA/ROSA עבור HDMI 1.3a

ה-SX51 TOSA יכול לשדר עד ארבעה ערוצי נתונים או וידאו (כל אחד עד 3.5Gbps) ושני ערוצים דו-כיווניים במהירות נמוכה (אחד שידור ואחד קליטה), כולם על MMF אחד. ההתקן כולל TIA (מגבר טרנסאימפדנס) משולב לגמרי, מגבר הגבלה ודרייבר לייזר, ההופכים את התכנון לפשוט יותר.

ל-SX51 TOSA מפרט המוגדר ב"נדיבות". המרחק הממשי שניתן להשיג יהיה תלוי במידת הקושי הכרוך בהנעת ה-VCSELS של כל ערוץ, אבל, לדוגמה, כאשר משתמשים ב-Enhanced MMF 62.5um (100 מגהרץ לק"מ) ניתן להשיג מרחקי שידור אמינים עד ק"מ עם התקן מסוג SX51V.

לכל ערוץ יש שיא עצמה אופטית של 0dBm. למעשה, כשאנחנו מדברים על מרחקי שידור מה שאנחנו בעצם בוחנים היא ה-OMA (משרעת אפנון אופטי). ה-OMA משקפת את הפרשי העצמה בין "1" לוגי מאופנן של הלייזר לבין מוצא "0" לוגי. ה-SX51 ROSA צריך לא רק לחוש את עצמת האור המגיע לגלאי האור, אלא גם להבדיל בין שתי הרמות הלוגיות. ל-ROSA שלנו יש רגישות OMA של -16.0dBm (אופייני). פירוש הדבר שה-ROSA יכול להבדיל בין רמות עצמה שהמרחק ביניהן לפחות -16.0dBm. ל-TOSA שלנו יש OMA מינימלי של -6.25dBm, מה שאומר שהוא יקבע רמות עצמה עבור "1" לוגי ו"0" לוגי המצויים במרחק של לפחות -6.25dBm. זה מזה. לכן, על-פני מרחק, ה-OMA שלנו עלול לרדת בביצועים עד -16.0dBm ועדיין להישאר נטול שגיאות בצד של הקליטה.

מסקנות

כשמדובר בשידור לטווח קצר ובתנאי שידור נוחים, אין כל בעיה ליישם HDMI 1.3 על כבל נחושת. עם זאת, השימוש בסיב מולטימוד מביא עמו קשת רחבה של יתרונות, תמורת תוספת עלות קטנה. מרחק השידור גדל בסדר גודל או יותר. וחשוב מכך, ניתן להבטיח איכות תמונה גבוהה ועקבית, בלי קשר למרחק השידור ולבעיות כמו רעש חשמלי לאורך הדרך.