

CÁC ĐỊNH DẠNG ÂM THANH, HÌNH ẢNH VÀ VIDEO KỸ THUẬT SỐ PHỔ BIẾN

Các định dạng âm thanh, ảnh và video codec, cùng các chuẩn màu sắc được cập nhật ngày càng tiến bộ và áp dụng rộng rãi, mang đến những trải nghiệm mới cho con người trong thời công nghệ số.

Bảng 1 - Các định dạng và tiêu chuẩn âm thanh phổ biến (theo chất lượng giảm dần)

TT	ĐỊNH DẠNG	RA ĐỜI	ĐẶC ĐIỂM, ƯU NHƯỢC ĐIỂM	ỨNG DỤNG
1	DSD	1999	Định dạng âm thanh ở 32bit 2.8MHz, 5,6MHz, 11,2MHz với bitrate 319,5 - 1278 Mbps . File rất lớn đến hàng trăm megabyte, thậm chí đến gigabyte; ít được hỗ trợ rộng rãi.	Chuẩn cho đĩa/ file Super Audio ở phòng thu và stream nhạc Highend như trên HighResAudio.
2	Hi-Res Audio (WAV/WAVE)	1991	Định dạng ở 24-32bit 88,2kHz, 96kHz, 176,4kHz, 192kHz và 384kHz với bitrate 4.234 - 43.818 kbps ; Hỗ trợ thông tin phụ trợ (tên album, nghệ sĩ, tiêu đề). Dung lượng file lớn ~50-80MB ; Hiện rất phổ biến.	Chuẩn cho đĩa/ file Hi-Res Master Audio ; Và stream như Tidal Maste, Qobuz.
3	AIFF	1988	Giải pháp thay thế WAV của Apple , hỗ trợ thông tin phụ tốt hơn WAV	Không quá nổi tiếng.
4	FLAC	2001	Dung lượng chỉ bằng một nửa WAV và lưu trữ thông tin phụ trợ. Được hỗ trợ rộng rãi (trừ Apple) như Spotify, Youtube Premium, Amazon Music HD, Tidal Premium, Qobuz,...	Tiêu chuẩn cho tải về và stream các album nhạc chất lượng cao
5	ALAC	2001	Định dạng Lossless của Apple , có ưu điểm tương tự như FLAC, được tối ưu cho sử dụng trên các thiết bị macOS và iOS của Apple.	Thay thế FLAC trên iTunes và Apple Music
6	MQA (Master Quality Authenticated)	2014	Định dạng Lossless chất lượng tương đương FLAC, ALAC. Hiện đang được mở rộng hỗ trợ, như Spotify, Youtube Premium, Amazon Music/HD, Tidal Premium, Qobuz,...	Stream và tải về nhạc trực tuyến chất lượng cao.
7	Dolby AC-4	12/2014 bởi Dolby Lab	Định dạng âm thanh vòm 3D tiên tiến, có hiệu suất nén cao mà chất lượng âm thanh rõ ràng, chi tiết và sống động . Hỗ trợ cả âm thanh kênh truyền thống và âm thanh Dolby Atmos đa chiều với 22.2 kênh . Cung cấp không gian âm thanh 3D , âm thanh bao quanh cho nhiều loại nội dung khác nhau, từ phim ảnh, truyền hình UHDTV (như ở công nghệ truyền hình số ATSC 3.0 ở Mỹ) đến âm nhạc trực tuyến .	Bắt đầu triển khai cho truyền hình UHDTV 4K và 8K từ 2015, phim rạp từ 2018. Nhiều nền tảng phát trực tuyến hiện đã hỗ trợ như Netflix, Disney+.
8	DTS:X	2013 bởi DTS .Inc	- Công nghệ âm thanh vòm 3D tiên tiến không giới hạn số kênh âm thanh, tạo ra không gian âm thanh đa chiều và bao quanh người nghe từ mọi hướng ; Hỗ trợ âm thanh ở 24 bit 48-176 kHz và 192-384 kHz , bitrate 4.5-18 Mbps (Blu-ray), 6-18 Mbps tối đa 24.5 Mbps cho sự kiện trực tiếp hoặc không gian lớn như rạp phim, nhà hát. - Có thể hoạt động với nhiều hệ thống loa khác nhau, từ 2 đến hàng nghìn loa các hướng. DTS:X linh hoạt hơn Dolby Atmos bởi không yêu cầu loa trên trần nhưng file lớn hơn , và mức phổ biến ít hơn.	Hệ thống âm thanh tại gia cao cấp và trong các rạp phim, nhà hát, SVĐ hiện đại; một số smartphone và tai nghe cao cấp cũng hỗ trợ. Chưa có dịch vụ trực tuyến hỗ trợ.
9	Dolby Atmos	6/2012 bởi Dolby Laboratories	- Hỗ trợ âm thanh vòm 3D 22.2 kênh , tạo ra không gian âm thanh đa chiều và bao quanh người nghe từ mọi hướng , kể cả từ trên cao. - Mã hóa thông tin về vị trí và chuyển động của các đối tượng âm thanh vào tín hiệu âm thanh ở 16-24 bit, 48-96 kHz và 176-192kHz ; hỗ trợ bitrate 768 kbps (Blu-ray), 640 kbps (streaming), và 4.5-18 Mbps cho sự kiện trực tiếp hoặc không gian lớn như rạp phim, nhà hát. - Hoạt động với nhiều hệ thống loa khác nhau, từ 2 đến hàng chục loa các hướng (cả trên cao), tạo ra không gian âm thanh 3D bao trùm.	Hệ thống âm thanh trong các rạp phim, nhà hát, SVĐ hiện đại. Và nhiều hệ thống âm thanh tại gia cao cấp ; một số smartphone và tai nghe cao cấp . Ngoài ra, được nhiều dịch vụ trực tuyến hỗ trợ.
10	DTS (Digital Theater Systems)	1993 bởi DTS .Inc	Cơ bản giống Dolby Digital 5.1 nhưng DTS nén ít ; hỗ trợ 16-24bit 48 - 96 kHz , bitrate 1.5 Mbps (Blu-ray) và 768 kbps (DVD). Các phiên bản tiên tiến hơn DTS-HD High Resolution hỗ trợ âm thanh 7.1.4 24bit 192 kHz , bitrate 4.5 Mbps (Blu-ray), 6-18 Mbps cho các không gian lớn. DTS-HD Master hỗ trợ Audio lossless 22.2 kênh ở 24bit 192-384 kHz , bitrate cho Blu-ray 4-18 Mbps tối đa 24.5 Mbps . Nhiều thiết bị hiện đại, phần mềm , một số dịch vụ trực tuyến hỗ trợ.	Chủ yếu trong thu âm và nghe nhạc , mang đến âm thanh vòm 3D đa chiều và bao quanh người nghe. Ngoài ra, được triển khai ở phòng nhạc, rạp hát .
11	Dolby Digital/ Dolby AC-3	2/1991 bởi Dolby Laboratories	Hỗ trợ từ 2 kênh stereo đến 5.1 ở 16-24bit 48 - 96 kHz , tốc độ bit 640 kbps (Blu-ray), 448 kbps (DVD) và 192 kbps (streaming). Các kênh độc lập toàn dải (loa trung tâm, loa trái, phải trước, loa surround trái và phải) và kênh thứ 6 chuyên tần số thấp cho loa siêu trầm. Các phiên bản tiên tiến hơn Dolby Digital Plus hỗ trợ âm thanh 7.1 cho rạp phim có bitrate đến 1.7 Mbps ; Dolby TrueHD hỗ trợ âm thanh 7.1.4 bitrate 768 kbps (Blu-ray), 560 kbps (streaming), 1.5 - 6 Mbps hoặc cao hơn cho các sự kiện trực tiếp hoặc các không gian lớn. - Không cho "chuyển đổi" giữa dạng 2 kênh và 5.1/ 7.1 . - Được hỗ trợ bởi hầu hết thiết bị giải trí hiện đại, từ TV, đầu DVD/Blu-ray, âm thanh gia đình, máy game, và nhiều dịch vụ trực tuyến .	- Phổ biến trong sound track của phim rạp , truyền hình số HDTV . - Hệ thống âm thanh ở jazz club, concert hall, hay sân vận động . - Tiêu chuẩn cho âm thanh trên DVD/ Blu-ray , nhiều thiết bị khác, và nền tảng phát nhạc trực tuyến .
12	Lossless (Dolby Digital, DTS-HD)	1995-1999	Định dạng âm thanh ở 16-24bit, tần số 44,1kHz 48,1kHz với bitrate 1.411-2.304 kbps và 1.524 - 6.096 kbps . Dung lượng file vừa phải.	Định dạng tiêu chuẩn cho CD/ file Audio phát hành.

13	Opus	9/2012 bởi Xiph.Org và IETF chuẩn hóa	Kế thừa và cải tiến các định dạng trước đó như Vorbis , hiệu quả nén tốt với độ trễ thấp, cung cấp chất lượng âm thanh cao , đặc biệt phù hợp cho cả giọng nói và âm nhạc . Được hỗ trợ bởi nhiều phần mềm và nền tảng , bao gồm các trình phát media phổ biến, hệ điều hành và các dịch vụ trực tuyến .	Phát trực tuyến âm nhạc như Spotify, Discord; Ứng dụng thoại như Skype, WhatsApp. Cho ứng dụng thời gian thực như trong game và VR, AR.
14	Dolby Pro Logic	1987	Cải thiện so với Dolby Surround: Nhấn mạnh sự định vị của âm thanh bằng tăng biên độ các âm trong kênh tương ứng phương hướng. Làm phân biệt rõ ràng giữa các kênh . Ngoài ra, còn trích một kênh ở Center để đặt giọng nói, hát vào, giúp những sound effects như tiếng bom nổ, phi cơ bay qua đầu, nhạc và giọng nói được thể hiện rõ ràng.	Ít dùng trong thu âm và nghe nhạc , nhưng rất có hiệu quả với phim , rạp chiếu phim , nhà hát .
15	Vorbis	5/2000 Xiph.Org	Nguồn mở, chất lượng tương đương MP3, có tốc độ bit thấp hơn và hỗ trợ nhieu bitrate khác nhau. Hầu hết trình phát media phổ biến và các trình duyệt web hiện đại đều hỗ trợ.	Nhiều mục đích khác nhau, từ âm nhạc đến hiệu ứng âm thanh.
16	SRS	1982 Arnold Klayma, SRS Labs	Âm thanh 3D tâm lý học áp dụng các hàm truyền liên quan đến đầu (HRTF), tạo ra trường âm thanh 3D đắm chìm, trung thực cao chỉ với hai loa , cùng các tín hiệu định vị cho các nhạc cụ riêng biệt trong bản phối; cho cảm giác không gian rộng rãi hơn. SRS hoạt động tốt nhất với khả năng tái tạo âm thanh toàn dải. SRS không phải là bộ giải mã âm thanh vòm nhưng hoạt động tốt với các bản ghi âm thanh nổi. Năm 2012 , DTS .Inc đã mua lại SRS Labs với hơn 1.000 bằng sáng chế	Nhiều TV tích hợp SRS để giúp âm thanh tích hợp nghe "to hơn". Triển khai trong nhiều thiết bị như máy nghe nhạc và trong phần mềm như Windows Media Player.
17	Dolby Surround	1982	Tạo môi trường nghe cân bằng trong bối cảnh với những âm thanh chính được phát từ kênh trái và kênh phải . Giọng hát và nói phát ở kênh giữa , âm hưởng (ambience) phát từ sau lưng người nghe, cho cảm giác tự nhiên với âm thanh xung quanh người nghe. Những kênh phía sau vẫn là thụ động , thiếu phương hướng chính xác về âm thanh. Sự phân biệt giữa các kênh ít hơn trong Stereo.	Rất phổ biến trong thu âm , âm thanh , âm nhạc 1982-1990s, cho cảm giác tự nhiên hơn, với cảm giác âm thanh chuyển động xung quanh.
18	MP3, AAC	1991	Âm thanh ở 8-16bit/ dưới 44,1 kHz và có bitrate cao nhất đến 320kbps . Dung lượng nhỏ; phù hợp với phổ thông .	Phổ cập cho CD và stream nhạc phổ thông trên rất nhiều loại thiết bị.
19	Quadraphonic	1968	Mã hóa thông tin từ 4 kênh để thu xuống 2 kênh, mang lại những chi tiết về không gian với những hiệu ứng âm thanh gắn vào một bản thu chỉ có hai kênh . Đem đến âm thanh rạp hát với amplifier có bộ giải mã phù hợp và nhiều hơn 2 loa .	Chủ yếu trong thu âm và nghe nhạc với những chi tiết về không gian và những hiệu ứng âm thanh ở một bản thu chỉ có 2 kênh .
20	SurroundSound	1960	Âm thanh bao quanh người nghe: tiếng chim hót ở bên trái, tiếng đạn bắn bên phải, tiếng bom nổ đằng sau. Hiện vẫn đang được dùng khá phổ biến với hệ thống từ 4 loa trở lên.	Chủ yếu áp dụng trong mô tả những âm thanh diễn ra xung quanh; tạo cảm giác thực nhất khi xem phim.
21	Stereo Sound	1930	- Hỗ trợ âm thanh stereo đến 2.1 , chia ra 2 kênh riêng biệt: Một số phần tử âm thanh được chuyển về kênh trái , những phần tử khác được đưa về bên phải . Yếu tố monophonic cũng được cộng vào, giúp người nghe cảm nhận được vị trí của nhạc cụ trong một dàn nhạc. Ngoài ra, có thể mix âm thanh giọng hát và nói vào cả 2 kênh, mang lại cảm nhận giọng hát và nói ở kênh giữa của loa trái và loa phải. - Thiếu thông tin không gian và âm hưởng tự nhiên , như sự vang dội ở phía sau, làm người nghe cảm nhận tất cả mọi thứ đều ở phía trước.	Rất phổ biến trong thu âm và nghe nhạc đến 1990. Từ 1960s gần như không sử dụng cho điện ảnh và cho sự kiện trực tiếp hoặc không gian lớn, như rạp phim , nhà hát
22	Mono Sound	1910	Chỉ có một kênh, âm thanh như được phát ra từ một điểm ở một hướng. Có thể gắn vào một nguồn monophonic , tạo ra một kênh ảo (phantom channel) ở giữa hai loa. Với thính giác, tất cả những chi tiết của âm nhạc, như là giọng hát, âm nhạc cụ, v.v như được phát ra từ một điểm trong không gian.	Phổ biến trong thu âm , nghe nhạc và điện ảnh đến 1930s. Chỉ cần dùng một amplifier và một loa để phát lại.

• **Ấn tượng mới về âm thanh** là hệ thống "Sphere Immersive Sound" dựa trên mảng loa ma trận X1 của Holoplot gồm **1.586** loa cố định và **300** loa di động lắp trên vòm hình cầu 53.880m² của đấu trường **Sphere** ở Las Vegas khai trương vào **9/2023**. Mỗi mảng X1 bao gồm mô-đun âm thanh MD96 và MD80-S, được trang bị lần lượt **96** và **80** trình điều khiển, cung cấp âm thanh vòm **3D** với âm lượng **nhất quán** đến tất cả **18.600** chỗ ngồi ở phạm vi **110 m**, mang đến **hiệu ứng thính giác** đầy chân thực và sinh động hơn bất kì sân khấu hay rạp hát nào trên Thế giới.

Hà Nội 6/2024, updated 31/8/2024.

Bảng 2 - Các định dạng hình ảnh kỹ thuật số phổ biến (theo chất lượng giảm dần)

TT	ĐỊNH DẠNG	RA ĐỜI	ĐẶC ĐIỂM, ƯU NHƯỢC ĐIỂM	ỨNG DỤNG chủ yếu
1	RAW	1990 , phát triển bổ sung 2000	Đặc điểm: Gồm hàng chục, hàng trăm định dạng khác nhau, phát triển bởi các nhà sản xuất máy ảnh kỹ thuật số. Ảnh thô chưa xử lý, lưu trữ toàn bộ thông tin thu được từ cảm biến máy ảnh với dung lượng lớn. Ưu điểm: Độ linh hoạt cao trong chỉnh sửa với nhiều chi tiết và dải động rộng , giúp khôi phục chi tiết bị mất trong vùng sáng hoặc vùng tối của ảnh. Nhược điểm: Cần phần mềm chuyên dụng để mở và chỉnh sửa; file rất lớn .	Nhiếp ảnh chuyên nghiệp, cần chỉnh sửa ảnh chi tiết.
2	PSD và PSB (Photoshop Document)	1987 bởi Thomas và John Knoll	Đặc điểm: Định dạng hình ảnh độc quyền của Adobe Photoshop - trở thành công cụ được sử dụng nhiều nhất cho nghệ thuật kỹ thuật số chuyên nghiệp , đặc biệt là trong chỉnh sửa đồ họa raster . mới nhất là Ps CC6 2022 . Ưu điểm: Chất lượng rất cao , đáp ứng chuyên nghiệp cao nhất . Nhược điểm: Dung lượng file rất lớn ; đòi hỏi cấu hình máy tính mạnh.	Trong nhiếp ảnh chuyên nghiệp ; Công nghiệp in ấn , nhất là với yêu cầu cao cấp như tạp chí thời trang
3	AI	1987 bởi Adobe Systems	Đặc điểm: Định dạng file đồ họa vector độc quyền tạo bởi Adobe Illustrator cho: Thiết kế đồ họa 3D chuyên nghiệp, đồ họa kỹ thuật số, thiết kế nội dung trang web, video và xây dựng nội dung,...và cho phép gần 20 phần mềm sử dụng định dạng này trong chỉnh sửa, chuyển đổi dạng. Ưu điểm: Chất lượng rất cao , đáp ứng chuyên nghiệp cao nhất . Nhược điểm: Dung lượng file rất lớn; đòi hỏi cấu hình máy tính mạnh.	Công nghiệp in ấn , nhất là các yêu cầu cao cấp catalo, tạp chí thời trang,... Đồ họa kỹ thuật số chuyên nghiệp ,...
4	TIFF (Tagged Image File Format)	1980 , thành chuẩn 1986	Đặc điểm: Ảnh không nén hoặc nén lossless không mất dữ liệu, lưu trữ nhiều thông tin về ảnh (<i>ánh sáng, màu sắc, cân bằng trắng, độ nét và độ tương phản</i>). Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh cực cao , hỗ trợ nhiều màu sắc và độ phân giải. Nhược điểm: Dung lượng file lớn, không phổ biến rộng như JPEG và PNG.	Ảnh kỹ thuật , ảnh y tế, ảnh bản đồ, ảnh để in ấn.
5	APNG (Animated Portable Network Graphics)	8/2004 bởi Mozilla Foundation	Đặc điểm: Phiên bản nâng cấp của PNG, hỗ trợ hình ảnh 24 bit hoặc 48 bit, cũng như nền trong suốt alpha đầy đủ. APNG được W3C* chấp nhận từ 9/2021 ; APNG 3.0 công bố 25/10/2022 , khuyến nghị sử dụng từ 21/9/2023 . Ưu điểm: Hỗ trợ nhiều khung hình động, chất lượng cao; kích thước thư viện nhỏ hơn và tương thích với các triển khai PNG cũ hơn. Nhược điểm: Một số trình duyệt và phần mềm không hỗ trợ .	Tương tự như PNG nhưng chất lượng cao hơn.
6	PDF (Portable Document Format)	1993 bởi Adobe Systems. Tiêu chuẩn mở vào 2008 bởi ISO*	Đặc điểm: Ra đời 1/1993 hỗ trợ Windows và OS/2. Kể từ 2008, PDF thành chuẩn mở được kiểm soát bởi một ủy ban thuộc ISO* . Một số cập nhật chính: Phiên bản PDF 1.1 (1994) hỗ trợ mật khẩu, mã hóa (MD5, RC4 40bit), màu sắc độc lập với thiết bị, luồng và liên kết. PDF 1.5 (2003) hỗ trợ JPG2000; PDF 1.6 (2004) hỗ trợ tác phẩm nghệ thuật 3D; PDF 1.7 cấp độ 3 (2008) hỗ trợ mã hóa AES 256-bit ; PDF 1.7 cấp độ 8 (2014) tích hợp Flash/SWF trong XFA), AES-256 xử lý mật khẩu khác so với trong PDF 1.7 cấp độ 3. PDF 2.0 2017 loại bỏ tất cả các yếu tố độc quyền, cập nhật, nâng cao và làm rõ tài liệu, đồng thời thêm nhiều tính năng mới; mới nhất là PDF 2.0 2020 . Ưu điểm: Dung lượng nhỏ, chất lượng cao, được tối ưu hóa để hiển thị các trang hình ảnh trên bất kỳ màn hình và nền tảng nào, với tính bảo mật cao. Nhược điểm: Chất lượng chưa đủ cho công nghiệp in ấn; file khá lớn.	Chia sẻ, hiển thị tài liệu gồm văn bản và hình ảnh giữa các máy tính và thiết bị di động ở các nền tảng khác nhau , không phụ thuộc thiết bị và chuẩn màu.
7	JPEG 2000	1998 , thành chuẩn 2000	Đặc điểm: Phiên bản cải tiến của JPEG truyền thống, khả năng nén linh hoạt hơn và hỗ trợ nhiều tính năng tiên tiến hơn. Ưu điểm: i) Chất lượng hình ảnh tốt hơn , nhất là ở các vùng có chi tiết cao hoặc có nhiều đường viền. ii) Cho lựa chọn mức độ nén khác nhau. iii) Cho phép xem và chỉnh sửa hình ảnh ở các độ phân giải khác nhau. Nhược điểm: Thuật toán nén phức tạp hơn JPEG nên thời gian xử lý hình ảnh lâu hơn. ii) Phần mềm và thiết bị hỗ trợ JPEG 2000 ít hơn so với JPEG.	Lưu trữ hình ảnh với chất lượng cao và file nhỏ . Một số hệ thống truyền hình KTS . Lưu trữ và truyền tải hình ảnh y tế .
8	PNG (Portable Network Graphics)	1995 , thành chuẩn 2000	Đặc điểm: Định dạng nguồn mở, hỗ trợ ảnh tĩnh và động , nén không mất dữ liệu, đảm bảo chất lượng hình ảnh gốc; Hỗ trợ nền trong suốt. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh tốt, không vỡ, giữ nhiều chi tiết nhỏ. Nhược điểm: Dung lượng file lớn hơn JPEG. Một số trình duyệt hỗ trợ không đầy đủ các tính năng của PNG.	Logo, icon, ảnh đồ họa, ảnh cần chất lượng cao hiển thị và truyền tải trên Web .
9	BMP (Windows bitmap)	1991 ra đời	Đặc điểm: Định dạng ảnh 2-24bit không nén bằng bất kỳ thuật toán nào, lưu trữ dưới dạng bitmap (.BMP hoặc .DIB - Device Independent Bitmap). Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh cao. Nhược điểm: Dung lượng file lớn . Ít tương thích với nhiều thiết bị.	Hiển thị độc lập hình ảnh trên các thiết bị Window
10	JPEG (Joint Photographic Experts Group)	1992 , thành chuẩn 1993	Đặc điểm: Nén bằng thuật toán lossy, loại bỏ một phần thông tin ảnh, nhưng mắt thường khó thấy khác biệt về chất lượng, trừ khi phóng ảnh rất to . Ưu điểm: Dung lượng nhỏ, chất lượng khá tốt , hỗ trợ nhiều màu sắc. Nhược điểm: Chất lượng hình ảnh giảm dần khi nén nhiều lần , không phù hợp với ảnh có nhiều chi tiết nhỏ hoặc ảnh cần độ chính xác cao.	Ảnh chụp thông thường, ảnh web, hình ảnh minh họa.

11	SVG (Scalable Vector Graphics)	1999 bởi W3C*	Đặc điểm: Chuẩn mở định dạng đồ họa vector 2D lưu trữ trong các file XML; Hỗ trợ tương tác và hoạt hình . Các file SVG có thể tìm kiếm , lập chỉ mục , viết mã và nén ; Cũng gồm các khả năng cơ bản của mô tả trang như PDF , cho đặt từng ký tự hình và hình ảnh vào vị trí đã chọn trên trang in. Bản cập nhật SVG 1.1 (Second Edition) công bố 16/8/2011. SVG 2.0 được W3C* khuyến nghị sử dụng từ 15/9/2016; Các phiên bản sửa đổi được công bố vào ngày 7/8/2018 và ngày 4/10/2018. Bản mới nhất được phát hành vào ngày 8/3/2023. Ưu điểm: i) Kích thước thu nhỏ mà không làm giảm chất lượng; ii) Không yêu cầu plugin, cho phép SVG được trộn lẫn với nội dung khác và cải thiện độ tin cậy của việc kết xuất và tạo tập lệnh. iii) Cho phép nhúng nội dung SVG vào trong các tài liệu HTML. iv) Hỗ trợ các nền tảng di động từ 2003. Nhược điểm: i) Thiếu hỗ trợ ở các bản Internet Explorer cũ. ii) Có thể gây ra rủi ro bảo mật vì có thể lưu trữ các tập lệnh hoặc CSS* tạo lỗ hổng bảo mật.	Các Logo, icon, ảnh đồ họa, ảnh SVG được hiển thị và truyền tải bởi tất cả các trình duyệt Web cho PC từ 2011. Cho các nền tảng di động phổ biến như Opera Mobile từ 2005, Firefox Mobile 4.0b2 trên Android ,...
12	PICT (Picture)	1984 bởi Apple	Đặc điểm: Định dạng siêu tệp, chứa nhiều đối tượng đồ họa khác nhau trong cùng một tệp, gồm cả dạng raster và vector . Sử dụng một số kỹ thuật nén. Ưu điểm: i) Cho phép tạo các hình ảnh phức tạp, bao gồm đồ họa và văn bản . Hỗ trợ nhiều bảng màu khác nhau, từ đơn sắc đến màu. ii) Dung lượng nhỏ. iii) Hỗ trợ nhiều nền tảng và trình duyệt, và nhiều trình điều khiển máy in. Nhược điểm: Có phần lỗi thời so với các định dạng hiện đại như JPEG, PNG, Hiện PICT vẫn được hỗ trợ bởi một số phần mềm chuyên dụng.	Xử lý hình ảnh trên máy Mac . Hiện cho: i) Mở và chỉnh sửa file hình ảnh cũ. ii) Một số ứng dụng Mac cho mục đích cụ thể.
13	PCX (PiCture eXchange)	1985 bởi ZSoft Corporation (Mỹ)	Đặc điểm: Sử dụng một số kỹ thuật nén đơn giản ; Có thể lưu trữ nhiều màu sắc, tùy thuộc vào bảng màu áp dụng . File PCX có cấu trúc khá đơn giản, gồm 3 phần chính: i) Thông tin cơ bản như kích thước, độ sâu màu,... ii) Các pixel của hình ảnh. iii) Bảng màu: Các màu sắc sử dụng trong hình ảnh. Ưu điểm: Giảm kích thước file so với các định dạng bitmap đơn giản khác; Được hỗ trợ bởi nhiều ứng dụng đồ họa và văn phòng. Nhược điểm: Hiện nay ít được sử dụng bởi hỗ trợ nén không tốt và hạn chế về màu sắc so với các định dạng hiện đại như JPEG, PNG, nhất là với hình ảnh thật hỗ trợ màu sắc 24-bit hoặc 32-bit.	Trước đây cho đồ họa, văn bản và chế bản điện tử,... Hiện cho: i) Mở và chỉnh sửa các hình ảnh cũ. ii) Phát triển trò chơi hoặc ứng dụng retro có phong cách cổ điển.
14	GIF (Graphics Interchange Format)	1980 , thành chuẩn 1985	Đặc điểm: Định dạng ảnh động, hỗ trợ nền trong suốt. Ưu điểm: Dung lượng nhỏ. Hỗ trợ nhiều nền tảng và trình duyệt. Nhược điểm: Số lượng màu giới hạn , chất lượng hình ảnh không cao.	Truyền tải và hiển thị hình ảnh qua đường truyền có lưu lượng nhỏ; bảng hiệu, Qcáo.

Chú thích: **W3C***: World Wide Web Consortium; **3GPP***: Một nhóm tiêu chuẩn viễn thông quốc tế thuộc ITU; **ISO***: Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế; **ITU**: Liên minh Viễn thông Quốc tế; **CSS***: Ngôn ngữ lập trình markup dùng để định dạng các trang web.

Ngoài ra, còn nhiều định dạng hình ảnh **ít phổ biến** như **MNG** (Multiple-image Network Graphics) công bố năm **2001** bởi cùng một nhóm tạo ra PNG. Hoặc định dạng hiện đã **lỗi thời** như **TGA** (Targa) ra đời năm **1984** (TGA 2.0 phát hành 1989) bởi AT&T EPICenter - định dạng cho hiển thị độc lập hình ảnh trên các máy tính IBM trước đây. Hay định dạng **Scitex CT** (Scitex Continuous Tone) phát hành vào những năm **1960-1970** bởi Scitex cho công nghiệp in ấn và xử lý hình ảnh chuyên nghiệp. v.v.

Hà Nội 8/2024, updated 15/8/2024.

Bảng 135 (8/2024) - Tiêu chuẩn và định dạng video kỹ thuật số phổ biến (theo chất lượng giảm dần)

TT	ĐỊNH DẠNG	RA ĐỜI	ĐẶC ĐIỂM, ƯU NHƯỢC ĐIỂM	ỨNG DỤNG chủ yếu
1	15/70 mm IMAX	1968-1972 bởi Graeme Ferguson, Roman Kroitor, Robert Kerr và William C. Shaw.	Đặc điểm: i) IMAX là hệ thống độc quyền gồm các máy quay có độ phân giải cao (16K x12K), định dạng phim IMAX GT , máy chiếu phim theo chiều ngang và rạp chiếu phim có màn hình (18-20 x 24-27) m, cuộn phim IMAX có chiều rộng 70mm , 15 lỗ xích (perforations) trên mỗi khung hình phim, tỉ lệ khung hình 1,43:1 hoặc 1,90:1 . Ban đầu là phim nhựa, đến 2008 ra đời phim Digital IMAX sử dụng hai máy chiếu kỹ thuật số 2K chiếu trên màn hình 1.90:1. Và đến 2014 Digital IMAX được phân phối với máy chiếu Laser 4K ,... ii) Digital IMAX hiện sử dụng máy quay IMAX 3D Phantom 65 và máy quay 2D Arri Alexa IMAX cho hình ảnh cực nét (8-22K) với khung hình lớn gấp 3lần định dạng Todd-AO của phim 70 mm thông thường. Âm thanh DTS đa kênh sống động, công suất lớn. Vào 9/2020 , ra mắt chương trình "Filmed for IMAX" chứng nhận máy quay KTS đáp ứng tạo phim định dạng IMAX. Thách thức: Cần đến ống kính có góc rộng và độ phân giải cao để ghi hình. Nhiều rạp IMAX sử dụng màn hình cong để tăng cường hiệu ứng thị giác.	- Sản xuất và phát hành phim rạp như phim Hollywood, Disney,... - Làm tiêu chuẩn cho thiết bị trong ngành điện ảnh, như máy quay phim Digital IMAX, hệ thống máy tính xử lý hậu kỳ,...
2	H.266 còn gọi VVC (Versatile Video Coding)	7/2020 bởi VCEG* và MPEG*	Đặc điểm: i) Kế thừa và cải tiến H.265, H.266 sử dụng các thuật toán nén tiên tiến hơn AV1 encoding, hiệu suất nén cao hơn đáng kể, giúp giảm dung lượng tới 50% so với H.265 mà không làm giảm chất lượng hình ảnh. Nhờ sử dụng mã hóa phức tạp hơn H.265, H.266 cải thiện chất lượng hình ảnh,	i) Truyền hình kỹ thuật số độ phân giải cực cao (8K và cao hơn) với chất lượng hình ảnh

	hay MPEG-I Part 3		nhất là ở các vùng có chi tiết cao và chuyển động nhanh; hỗ trợ khung hình từ 0 đến 120 Hz và cao hơn, độ phân giải từ rất thấp đến 4K, 8K và 16K. ii) H.266 hỗ trợ các không gian màu YCbCr 4:4:4, 4:2:2 và 4:2:0 với 8-10 bit cho mỗi thành phần, gam màu rộng BT.2100 và HDR hơn 16 bậc (HDR10+ và Dolby Vision với độ sáng tối đa từ 1.000, 4.000 đến 10.000 nit), các kênh phụ (độ sâu, độ trong suốt, v.v.); có khả năng mở rộng cho tỷ lệ khung hình, không gian (độ phân giải), SNR, gam màu và phạm vi động, mã hóa đa góc nhìn, định dạng toàn cảnh và mã hóa hình ảnh tĩnh. iii) H.266 hỗ trợ tốt hơn các dạng video mới như video 360°, video HDR, và video tốc độ khung hình cao. Hiện tại, VVC có độ phức tạp mã hóa cao hơn đến 10 lần so với HEVC, tùy thuộc vào chất lượng của thuật toán mã hóa. Độ phức tạp giải mã của VVC cao hơn khoảng 2 lần so với HEVC. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh rất cao; Hỗ trợ đa dạng video. Dễ dàng mở rộng và thích ứng với các công nghệ mới trong tương lai. Nhược điểm: i) File H.266 vẫn có thể khá lớn, nhất là với video độ phân giải cao. ii) Việc sử dụng H.266 có thể yêu cầu trả phí bản quyền. Thách thức: i) Cần có phần cứng hỗ trợ H.266 khi mã hóa và giải mã. ii) Đòi hỏi hiệu năng thiết bị và đường truyền hơn so với H.265.	tuyệt vời và băng thông thấp. ii) Các dịch vụ video trực tuyến như YouTube, Netflix tương lai. iii) Camera giám sát và thiết bị di động thế hệ mới. iv) Truyền tải nội dung VR/AR/ MR với độ trễ thấp và chất lượng cao.
3	Super Hi-Vision	2012 bởi ITU	Đặc điểm: Nguồn mở, hỗ trợ video H.265 và âm thanh vòm Dolby AC-4 22.2 kênh (như UHDTV của NHK, BBC hay ATSC 3.0 của Hoa Kỳ); Tỷ lệ khung hình thường là 16:9; Tần số quét đến 120Hz. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh siêu cao, cả khi xem ở khoảng cách gần với hình ảnh chân thực đến từng chi tiết, có chiều sâu và không gian rộng lớn. Thách thức: Cần băng thông rất lớn. Thiết bị 8K như TV, máy quay, nội dung 8K vẫn còn đắt đỏ. Số lượng nội dung 8K hiện nay còn ít.	- Cho truyền hình 8K như BBC và NHK từ 2015. - Sản xuất, chiếu phim 8K từ 2018. - Streaming cao cấp đã hỗ trợ phát 8K như Netflix, Disney+
4	TS (Transport Stream, có phần mở rộng: .ts, .tsv, .tsa, .m2t, .m2ts, .Tod)	7/1995 bởi ISO và IEC; Bản mới nhất phát hành 9/2022	Đặc điểm: - Định dạng container, gồm video phổ biến (AVI, MOV, MP4, MKV, H.262, H.264, H.265,...), âm thanh (AAC, MP3, Dolby Digital,...), phụ đề và các thông tin khác như EPG (Electronic Program Guide). - Mỗi luồng TS được cắt thành (tối đa) các phần 188 byte và xen kẽ với nhau, bao gồm: i) Tiêu đề: Thông tin về gói dữ liệu, như ID gói, số thứ tự, cờ chỉ thị lỗi,...; ii) Trường thích ứng: Điền đầy các gói dữ liệu nhỏ hơn 188 byte. iii) Tải trọng: Chứa dữ liệu thực tế của luồng, gồm video, âm thanh, phụ đề,... Ưu điểm: i) Hỗ trợ nhiều chuẩn mã hóa, từ đó cho truyền tải đồng thời nhiều luồng dữ liệu khác nhau. ii) Đảm bảo sự đồng bộ hóa giữa các luồng dữ liệu khác nhau, giúp người xem có trải nghiệm liền mạch. iii) Nhờ cơ chế sửa lỗi tích hợp, TS truyền tải hiệu quả hơn với khả năng phục hồi dữ liệu bị mất hoặc hư hỏng trong quá trình truyền tải. Nhược điểm: i) Cần có phần cứng hỗ trợ TS khi mã hóa và giải mã. ii) Đòi hỏi hiệu năng máy tính. iii) File lớn, nhất là với độ phân giải cao.	- Làm chuẩn của đĩa DVD, Blu-ray 4K/8K. - Dùng cho hệ thống truyền hình số như HDTV (DVB, ATSC, và IPTV) và UHDTV (NHK, ATSC 3.0). - Nhiều dịch vụ trực tuyến sử dụng TS để truyền tải nội dung. - Lưu trữ các chương trình truyền hình, phim và các nội dung video khác.
5	AV1 (AOMedia Video 1)	2018 bởi Alliance for Open Media (gồm Google, Netflix, Amazon, Apple, Facebook, Microsoft, và nhiều Cty khác.	Đặc điểm: Định dạng video mở, miễn phí bản quyền với hiệu suất nén cao hơn VP9 và HEVC (H.265). AV1 sử dụng nhiều kỹ thuật nén tiên tiến, giảm kích thước file mà không làm giảm đáng kể chất lượng video; Hỗ trợ âm thanh hiện đại như Dolby TrueHD, Dolby Atmos. Ưu điểm: i) Cải tiến hỗ trợ nhiều định dạng màu sắc và độ phân giải khác nhau, từ SD đến 8K. ii) Được hỗ trợ bởi nhiều trình duyệt web, hệ điều hành và phần mềm mã hóa/giải mã video. iii) Cung cấp chất lượng hình ảnh rất tốt, đặc biệt ở các tốc độ bit thấp. iv) Hiệu suất mã hóa/giải mã cao, giúp giảm tải cho CPU và GPU. Nhược điểm: i) Thuật toán mã hóa của AV1 phức tạp, đòi hỏi thiết bị có cấu hình mạnh để xử lý. ii) Một số thiết bị không hỗ trợ giải mã.	- Dùng cho truyền phát các dịch vụ video 4K/ 8K như YouTube, Netflix với chất lượng cao và tốc độ bit thấp. - Hội nghị truyền hình; camera giám sát và ghi hình. - Sử dụng cho nội dung VR, AR, MR.
6	H.265 hay HEVC (High Efficiency Video Coding)	2013 bởi VCEG* và MPEG*	Đặc điểm: Kế thừa và cải tiến H.264, H.265 nén video với mã hóa AV1 encoding có hiệu suất nén cao hơn gấp đôi ở H.264. Nhờ sử dụng các thuật toán nén tiên tiến hơn, H.265 mang lại chất lượng hình ảnh sắc nét, chi tiết hơn, nhất là ở các vùng có độ tương phản cao và chi tiết nhỏ. H.265 hỗ trợ độ phân giải cao như 4K, 8K và thậm chí cao hơn. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh rất cao; Dung lượng file nhỏ hơn H.264. Đặc biệt H.265 hỗ trợ nhiều tính năng nâng cao như HDR (High Dynamic Range), WCG (Wide Color Gamut), và các định dạng âm thanh hiện đại như Dolby Digital Plus, Dolby TrueHD. Nhược điểm: i) Cần có phần cứng hỗ trợ H.265 khi mã hóa và giải mã video H.265. ii) Quá trình đó đòi hỏi hiệu năng máy tính hơn so với H.264. iii) File H.265 có thể khá lớn, nhất là với video độ phân giải cao. iv) Hạn chế khả năng mở rộng cho các định dạng video mới.	- Truyền hình số độ nét cao và siêu nét cao đến 8K. - Tiêu chuẩn cho đĩa Blu-ray video 4K/8K và các dịch vụ trực tuyến như Netflix, YouTube với băng thông thấp. - Camera giám sát và thiết bị di động thế hệ mới.
7	VP10 (coder-decoder)	2015 bởi Google	Đặc điểm: Thế hệ 2 của chuẩn mở codec VP9 (6/2013), sử dụng nhiều kỹ thuật nén tiên tiến, giảm kích thước file mà không làm giảm đáng kể chất lượng video; Hỗ trợ âm thanh hiện đại như Dolby TrueHD. Ưu điểm: i) Cải tiến hỗ trợ nhiều định dạng màu sắc và độ phân giải khác nhau, từ SD đến 4K. ii) Được hỗ trợ bởi nhiều trình duyệt web, hệ điều hành và phần mềm mã hóa/giải mã video. iii) Cung cấp chất lượng hình ảnh rất	- Dùng cho truyền phát các dịch vụ video đến 4K như YouTube, Netflix với và tốc độ bit thấp.

			tốt, đặc biệt ở các tốc độ bit thấp. iv) Hiệu suất mã hóa/giải mã cao, giúp giảm tải cho CPU và GPU. Nhược điểm: i) Thuật toán mã hóa của VP10 khá phức tạp, đòi hỏi thiết bị có cấu hình mạnh để xử lý. ii) Một số thiết bị không hỗ trợ giải mã.	- Hội nghị truyền hình; camera giám sát và ghi hình. - Sử dụng cho nội dung VR, AR, MR.
8	H.264/AVC (Advanced Video Coding) hay MPEG-4 Part 10	5/2003 bởi VCEG* và MPEG*	Đặc điểm: Sử dụng các thuật toán nén video 10-12 bit có hiệu suất nén cao hơn đáng kể H.262 mà vẫn giữ chất lượng hình ảnh tốt, cả ở tốc độ bit thấp. H.264 sử dụng cả nén khung hình nội (I-frame) và nén khung hình liên (P-frame, B-frame). Hình ảnh được chia thành các khối nhỏ (macroblocks) để xử lý nén hiệu quả hơn. Đồng thời sử dụng các thuật toán bù trừ chuyển động phức tạp để theo dõi các đối tượng chuyển động. H.264 hỗ trợ định dạng âm thanh hiện đại như Doboly AC-3. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh cao hơn với kích thước file nhỏ hơn so với H.262. Được hỗ trợ rộng rãi bởi hầu hết các thiết bị điện tử, từ smartphone, table, TV, PC và các thiết bị phát trực tuyến. Nhược điểm: i) File H.264 khá lớn, nhất là đối với video độ phân giải cao. ii) Cần có phần cứng hỗ trợ H.264 khi mã hóa và giải mã video H.264. iii) Quá trình đó đòi hỏi hiều tài nguyên máy tính hơn so với H.262.	- Truyền hình kỹ thuật số độ nét cao và siêu cao 4K. - Tiêu chuẩn cho đĩa Blu-ray và các dịch vụ trực tuyến video độ nét cao như YouTube, Netflix. - Camera giám sát và Hội nghị truyền hình.
9	WebM	5/2010 bởi Initially On2, Xiph và Matroska	Đặc điểm: Định dạng container nguồn mở được xây dựng trên nền tảng Matroska, thường sử dụng các codec video VP8 hoặc VP9, có hiệu suất nén cao và chất lượng hình ảnh tốt; Hỗ trợ âm thanh Vorbis hoặc Opus, các bản phụ đề dạng văn bản WebVTT, giúp dễ dàng truy cập ở nhiều ngôn ngữ. Ưu điểm: i) Cho video chất lượng cao với tốc độ bit thấp, dung lượng nhỏ. ii) Ngày càng nhiều trình duyệt web và thiết bị hỗ trợ. iii) Thay thế miễn phí cho video HTML5, giúp dễ dàng nhúng vào trang web và ứng dụng web. Nhược điểm: So với MP4 được hỗ trợ rộng rãi hơn với nhiều tính năng hơn.	- Cho các dịch vụ truyền phát video trực tuyến như YouTube, Vimeo. - Là lựa chọn tốt để lưu trữ các video trên máy tính hoặc các thiết bị di động. - Nhúng video vào các ứng dụng web.
10	MKV (Multi media Matroska Video)	2002 bởi Steve Lhomme	Đặc điểm: Chuẩn mở, định dạng container, bao gồm các phần mở rộng .mkv cho video (có thể bao gồm phụ đề hoặc âm thanh), .mk3d cho video 3D và .mka cho tệp âm thanh (có thể bao gồm phụ đề). Ưu điểm: Định dạng đa phương tiện linh hoạt, có thể chứa nhiều luồng video, âm thanh, hình ảnh hoặc phụ đề trong một tệp duy nhất. Nhược điểm: File lớn; Một số nền tảng không hỗ trợ phát trực tiếp video.	- Lưu trữ và truyền phát nội dung đa phương tiện. - Sử dụng cho nội dung VR, AR.
11	MP4 (Moving Picture Expert Group 4)/ MPEG-4 Part 14	2001 bởi ISO và IEC	Đặc điểm: Phiên bản sửa đổi của MPEG-4 Part 1 công bố 1999, cho phép truyền phát qua Internet. MP4 là định dạng container, chứa đa phương tiện số, gồm video và âm thanh, và dữ liệu khác như phụ đề và hình ảnh tĩnh. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh tốt với dung lượng thấp; Hỗ trợ rộng rãi trên hầu hết các thiết bị và nền tảng kỹ thuật số. Nhược điểm: Một số nền tảng không hỗ trợ phát trực tiếp video.	- Sử dụng cho các video trực tuyến như YouTube, Facebook và trên thiết bị; video trên thiết bị điện tử. - Sử dụng cho nội dung VR, AR, MR
12	H.262 (MPEG-2 Part 2)	1996 bởi VCEG* và MPEG*	Đặc điểm: Hỗ trợ nhiều loại video khác nhau, gồm video interlaced (video quét xen kẽ) và video progressive (video quét tiến từng dòng); Sử dụng cả nén khung hình nội (intra-frame coding) và nén khung hình liên (inter-frame coding) để giảm kích thước file video mà vẫn giữ được chất lượng hình ảnh khá tốt; Và tận dụng sự tương đồng giữa các khung hình liên tiếp. Ưu điểm: Cải tiến so với H.261, hiệu suất nén cao hơn và hỗ trợ nhiều tính năng nâng cao hơn. Chất lượng hình ảnh và âm thanh tốt. Nhược điểm: Không hiệu quả bằng chuẩn mới hơn như H.264 và H.265.	- Sử dụng cho truyền hình số độ nét cao HDTV. - Là tiêu chuẩn của DVD, video trực tuyến, và nhiều hơn nữa.
13	H.263 (MPEG-1 Part 2)	1995 bởi VCEG* và MPEG*	Đặc điểm: Thay thế phù hợp cho H.261 ở tất cả các tốc độ bit, mã hóa video với chất lượng tương đối tốt. Nhược điểm: Chất lượng thấp hơn các chuẩn mới hơn như H.262 và H.264.	- Hội nghị truyền hình kỹ thuật số; video trực tuyến.
14	MPEG-4	1998 bởi ISO và IEC	Đặc điểm: Phiên bản nâng cấp của định dạng MPEG (Moving Picture Experts Group). MPEG-4 sử dụng các công nghệ mã hóa và giải mã video và âm thanh, cải tiến hiệu suất và tỷ lệ nén so với các tiêu chuẩn MPEG-1 và MPEG-2; Hỗ trợ các tính năng mới như hình ảnh động, tương tác. Ưu điểm: Là tiêu chuẩn rất phổ biến, chất lượng khá cao; Tương thích với các thiết bị di động và mạng. Nhược điểm: Không hiệu quả bằng các chuẩn mới hơn như H.264 và H.265.	- Sử dụng cho các video trực tuyến, và trên thiết bị. - Dùng cho nội dung các ứng dụng tương tác như VR, AR
15	MPEG-2	11/1994 bởi ISO/IEC; Xuất bản 1996 ITU-T và ISO/IEC	Đặc điểm: Chuẩn cho "mã hóa tổng hợp của hình ảnh chuyển động và thông tin âm thanh liên quan", cho phép lưu trữ và truyền phim. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh khá tốt; Tương thích ngược với nhiều phần cứng và phần mềm hiện có và cũ. Nhược điểm: Không hiệu quả bằng các chuẩn mới hơn như H.262 và H.264.	- Truyền hình kỹ thuật số qua sóng vô tuyến (HDTV). - Là chuẩn cho DVD-Video.
16	DivX	1999 bởi công ty DivX Inc.	Đặc điểm: Bộ giải mã/mã hóa video sử dụng nén video với tỷ lệ nén cao; là một phần của tiêu chuẩn MPEG-4. DivX cho phép người dùng thiết lập các tùy chỉnh chất lượng và độ phân giải video. Ưu điểm: File kích thước nhỏ mà giữ được chất lượng hình ảnh khá tốt, nhất là xem trên các thiết bị có màn hình nhỏ hoặc chất lượng không quá cao.	- Lưu trữ video trên thiết bị đời cũ dung lượng hạn chế. - Chia sẻ video với băng thông thấp.

			Nhược điểm: Chất lượng hình ảnh <i>thấp hơn</i> ở cùng một bitrate so với các định dạng video hiện đại <i>tiên tiến hơn hẳn</i> , như H.264, H.265 và TS.	- Xem video trên thiết bị cũ có thể chỉ hỗ trợ DivX.
17	MOV (QuickTime File Format)	1991 bởi Apple	Đặc điểm: Định dạng container sử dụng thuật toán nén của Apple. Ưu điểm: Chất lượng tốt, tương thích tốt với các thiết bị của Apple. Nhược điểm: File lớn; Một số nền tảng <i>không hỗ trợ</i> phát trực tiếp. Hiện bị cạnh tranh mạnh bởi các định dạng <i>tiên tiến hơn</i> , như MP4, H.264, H.265.	- Lưu trữ và chia sẻ video, nhất là các video bằng thiết bị macOS và iOS. - Sử dụng cho nội dung VR, AR, MR .
18	AVI (Audio Video Interleave)	11/1992 bởi Microsoft	Đặc điểm: Định dạng container hỗ trợ nhiều mã hóa video và âm thanh khác nhau, được Windows, Linux và Mac hỗ trợ. Ưu điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh khá cao. Nhược điểm: Do kích thước <i>file lớn</i> và <i>hạn chế</i> về chất lượng, nên dần bị thay thế bởi các định dạng <i>tiên tiến hơn</i> như MP4 và MKV.	Lưu trữ và phát video và âm thanh trên máy tính.
19	FLV (Flash Video Format)	2/2005 bởi YouTube	Đặc điểm: Được YouTube hỗ trợ, ban đầu giới hạn dung lượng tải lên. Ưu điểm: Dung lượng nhỏ; Chất lượng tương đối tốt. Nhược điểm: Chất lượng không cao nên hiện nay bị thay thế bởi những định dạng <i>tiên tiến hơn hẳn</i> , như MP4, WebM, VP10 .	Cho video trực tuyến (YouTube) và trình duyệt web
20	WMV (Windows Media Video)	1990 bởi Microsoft	Đặc điểm: Định dạng đa phương tiện được Windows hỗ trợ. Ưu điểm: Dung lượng <i>file nhỏ nhất</i> cho trực tuyến và PC. Nhược điểm: Chất lượng hình ảnh và âm thanh tương đối thấp nên hiện nay bị thay thế bởi nhiều định dạng <i>tiên tiến hơn hẳn</i> , như MP4, WebM, VP10 .	Dùng cho nội dung trực tuyến và trình duyệt web 1990s với Windows.

Chú thích: **ISO***: Tổ chức Tiêu chuẩn Quốc tế; **IEC***: Ủy ban Điện kỹ thuật Quốc tế; **VCEG***: Nhóm chuyên gia mã hóa video của ITU-T (ITU-T Video Coding Experts Group); **MPEG***: Nhóm chuyên gia hình ảnh động của ISO/IEC (ISO/IEC Moving Picture Experts Group); **HDR*** (High Dynamic Range): Công nghệ *thể hiện chi tiết* màu sắc ở cả những cảnh *rất sáng* và *rất tối*. Định dạng **container***: Định dạng đa phương tiện chứa nhiều loại dữ liệu khác nhau như video, âm thanh, hình ảnh, văn bản,...

Ngoài ra, còn nhiều định dạng video *ít phổ biến* như **MPEG-3** được ISO/IEC công bố **1998** dành cho HDTV, sau đó được kết hợp vào MPEG-2. v.v.
Hà Nội 8/2024, updated 16/8/2024.

Bảng 4 – Một số định dạng và công cụ cho nội dung VR, AR và MR

Thông số	Nội dung VR	Nội dung AR	Nội dung MR	Nội dung XR
Các định dạng chung	360 độ: Định dạng phổ biến nhất, cho phép người dùng quan sát toàn cảnh một không gian 3D.	Marker-based: Sử dụng các hình ảnh hoặc vật thể thực để kích hoạt nội dung AR	Hologram: Tạo ra các đối tượng 3D nổi trong không gian thực.	
	180 độ: Giới hạn tầm nhìn của người dùng, thường được sử dụng trong các video tương tác.	Location-based: Liên kết nội dung AR với một vị trí địa lý cụ thể.	Spatial mapping: Tạo bản đồ 3D của môi trường xung quanh để đặt các đối tượng ảo vào.	
	Video 3D: Tạo cảm giác chiều sâu cho hình ảnh, tăng cường trải nghiệm thực tế.	Image-based: Nhận diện hình ảnh và chồng chất nội dung AR lên đó.	Hình học, texture, ánh sáng, animation.	
	Mô hình 3D tương tác: Cho phép người dùng tương tác trực tiếp với các đối tượng trong không gian ảo.	Object recognition: Nhận diện các vật thể 3D và tương tác với chúng.		
Các định dạng file phổ biến	Video: MP4, MOV, MKV (được mã hóa với codec như H.264, H.265)	Video: MP4, MOV (được mã hóa với codec như H.264, H.265)	Video: MP4, MOV (được mã hóa với codec như H.264, H.265)	
	Hình ảnh: JPG, PNG, TIFF	Hình ảnh: JPG, PNG	Hình ảnh: JPG, PNG	
	Mô hình 3D: FBX, OBJ, GLTF	Mô hình 3D: FBX, OBJ, GLTF	Mô hình 3D: FBX, OBJ, GLTF	
Định dạng file đặc biệt		ARKit (Apple) cho nền tảng AR iOS; ARCore (Google) cho nền tảng AR Androi.	HoloLens cho nền tảng MR của Microsoft.	
Công cụ tạo nội dung miễn phí	Unity và Unreal Engine: engine game phổ biến, còn cho tạo ra các nội dung VR với đầy đủ tính năng. Blender: nguồn mở, cho phép tạo các mô hình 3D cho VR. Godot: engine game 2D và 3D nguồn mở, hỗ trợ tạo nội dung VR. Google Blocks: Công cụ trực tuyến cho tạo mô hình 3D cơ bản.	Spark AR Studio do Facebook phát triển, cho phép tạo các hiệu ứng AR cho Instagram và Facebook Stories. Unity 3D: engine game mạnh mẽ, còn cho tạo nội dung AR. Hỗ trợ kết hợp với các SDK như Apple ARKit và Google ARCore , giúp tạo ra các AR sống động. Unreal Engine: engine game hàng đầu với đồ họa đẹp mắt và hiệu suất cao, cung cấp các công cụ mạnh mẽ để tạo		

	Tilt Brush: Ứng dụng vẽ 3D cho phép tạo ra các tác phẩm nghệ thuật 3D trong VR. - Các công cụ di động: AWS Allumette: Cho phép khám phá và ghi lại thế giới xung quanh theo góc nhìn 360° cho video VR trực tiếp bằng smartphone. VRoid Studio: Chủ yếu để tạo các nhân vật 3D anime, nhưng cũng cho tạo ra các cảnh đơn giản và xuất sang các công cụ VR khác. CoSpaces Edu: Tập trung vào tạo các VR <i>tương tác</i> trong giáo dục với nhiều mẫu và công cụ.	ra các AR chất lượng cao, nhất là trong lĩnh vực kiến trúc và thiết kế sản phẩm. Blender: Phần mềm 3D nguồn mở miễn phí, mạnh mẽ và linh hoạt, cho phép tạo các mô hình 3D, animation, và cả các trải nghiệm AR đơn giản. Tinkercad: Công cụ thiết kế 3D trực tuyến đơn giản, cho người mới bắt đầu. TurboCAD: Phần mềm CAD 2D và 3D cho tạo các mô hình 3D đơn giản. AWS Sumerian: Nền tảng giúp tạo các VR và AR nhanh chóng và dễ dàng. - Các công cụ di động: ZapWorks Studio: Cho phép tạo các AR đơn giản mà không cần viết code. Vuforia Studio: Cung cấp giao diện trực quan cho tạo các AR đơn giản.		
Công cụ tạo nội dung trả phí	Maya: Phần mềm 3D <i>chuyên nghiệp</i> được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp điện ảnh và game, cung cấp các công cụ mạnh mẽ để tạo ra các mô hình 3D, animation và hiệu ứng phức tạp. 3ds Max: Phần mềm 3D chuyên nghiệp khác, được sử dụng rộng rãi trong kiến trúc và thiết kế sản phẩm, cung cấp các công cụ để tạo ra các môi trường 3D phức tạp và các mô hình thực tế. Cinema 4D: Phần mềm 3D nổi tiếng với giao diện trực quan và dễ sử dụng, cung cấp các công cụ để tạo ra các hiệu ứng đặc biệt, motion graphics và các mô hình 3D chất lượng cao.	Maya: Phần mềm 3D <i>chuyên nghiệp</i> cung cấp các công cụ mạnh mẽ để tạo ra các mô hình 3D, animation và hiệu ứng đặc biệt phức tạp. Unity Pro và Unreal Engine Enterprise: Cung cấp nhiều tính năng nâng cao, hỗ trợ nhiều nền tảng và các công cụ chuyên nghiệp để tạo ra các trải nghiệm AR chất lượng cao. PTC Creo AR: Cho phép trực tiếp chuyển đổi các mô hình CAD thành trải nghiệm AR tương tác, rất phù hợp cho các ứng dụng trong công nghiệp và thiết kế sản phẩm. Vuforia Studio Enterprise: Cung cấp các tính năng quản lý, phân tích và bảo mật nâng cao, phù hợp cho triển khai các giải pháp AR <i>quy mô lớn</i>.	Tạo mô hình 3D: Các phần mềm như Blender, Maya, 3ds Max, Cinema 4D sử dụng để tạo ra các đối tượng 3D sống động và chân thực. Phần mềm như Unity 3D, Unreal Engine, Blender cho phép tạo ra các cảnh 3D phức tạp, bao gồm địa hình, ánh sáng, vật liệu và các hiệu ứng đặc biệt. Các phần mềm như Vuforia, ARKit, ARCore giúp các nhà phát triển đóng gói các nội dung MR vào các ứng dụng di động hoặc các nền tảng khác.	
Công cụ chỉnh sửa và xuất bản nội dung	Pano2VR: Giúp chuyển đổi hình ảnh toàn cảnh 360° thành các VR tương tác với thêm âm thanh, văn bản và các yếu tố tương tác khác. Kuula: Tương tự Pano2VR, Kuula cho phép tạo các tour ảo tương tác từ hình ảnh toàn cảnh 360°. MarziPlay: Cho phép tạo và chia sẻ các trò chơi VR đơn giản.	Zappar: Nền tảng toàn diện để tạo, quản lý và phân phối các AR, bao gồm cả AR trên web và AR trên ứng dụng. Adobe Aero: Cho phép tạo các AR tương tác và chia sẻ với người khác. Sketchfab: Nền tảng để chia sẻ và trình diễn các mô hình 3D, và cho tạo các trải nghiệm AR đơn giản. Azure Spatial Anchors: Tạo anchor ảo trong thế giới thực, hỗ trợ nhiều người cùng tương tác các đối tượng AR.	Microsoft HoloLens: Thiết bị MR độc lập, cho phép người dùng tương tác với các đối tượng 3D trong không gian thực. Magic Leap: Thiết bị MR tập trung vào việc tạo ra các trải nghiệm thực tế tăng cường sống động.	
Các công cụ hỗ trợ khác	- Google Street View: Dù không phải là công cụ tạo nội dung VR chuyên dụng, nhưng Google Street View cung cấp một nguồn tài liệu khổng lồ các hình ảnh toàn cảnh 360° có thể sử dụng làm nền cho các trải nghiệm VR và AR. - Các ứng dụng chỉnh sửa ảnh phổ biến như Adobe Photoshop, Lightroom Mobile cũng có thể sử dụng để chỉnh sửa và xử lý hình ảnh toàn cảnh 360° trước khi đưa vào các công cụ tạo VR. - Các công cụ quét 3D: Tạo các mô hình 3D từ các vật thể thực tế.	8th Wall: Nền tảng cho phép tạo các AR web, tức có thể truy cập các trải nghiệm AR trực tiếp từ trình duyệt web mà không cần tải xuống. Adobe Photoshop: Chỉnh sửa hình ảnh và tạo các texture cho mô hình 3D. Adobe After Effects: Cho tạo các hiệu ứng đặc biệt và animation. Adobe Premiere Pro: Dùng để chỉnh sửa video và tạo các video 360°. - Thư viện JavaScript Three.js cho tạo các đồ họa 3D và ứng dụng AR web. - Framework A-Frame dựa trên Three.js, giúp dễ dàng tạo các VR và AR bằng HTML. - Thư viện JavaScript Babylon.js cung cấp công cụ tạo các trò chơi và ứng dụng 3D.	Google ARCore: Nền tảng phát triển MR cho các thiết bị Android. Apple ARKit: Nền tảng phát triển MR cho các thiết bị iOS.	

• **Ấn tượng là hệ thống 4D** ở đấu trường **Sphere**, Las Vegas vào 7/2024, gồm 15.000 m² màn hình vòm **16K** hiệu ứng **3 lớp** hình ảnh, **âm thanh 3D** 16 kênh với **1.900** loa, các hệ thống **phản hồi xúc giác** và **hiệu ứng môi trường** cho cảm nhận **gió thổi**, thay đổi **nhệt độ** và **mùi hương**. Hà Nội 8/2024, updated 31/8/2024.