

سینمای دیجیتالی

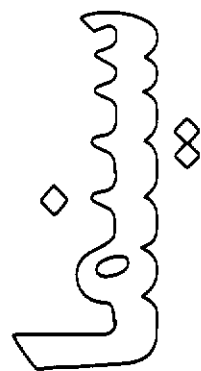
دکتر محمدباقر قهرمانی

مقدمه

بیش از یک قرن از ابداع سینماتوگراف می‌گذرد اما اصول اولیه سینمایی بر مبنای سلولید و امولسیون و «عکاسی متحرک» تا سال‌های اولیه قرن بیست و یکم میلادی هنوز دوام آورده است، هر چند دیجیتالی شدن سینما شروع شده است و در عکاسی که پایه اولیه آن با سینما مشابهت دارد، دوربین‌های دیجیتالی فراگیر شده‌اند، اما هنوز در عالم سینما در کلیه مراحل این تبدیل خیلی پیش نرفته است.

تصویربرداری دیجیتالی مخصوصاً در فیلم‌هایی که جلوه‌های ویژه کامپیوتری دارند، اهمیت فراوانی پیدا کرده است. برای مثال سازندگان فیلم «جنگ ستارگان: قسمت اول: تهدید شیخ» تمام ۲۲۰۰ نمای آن را با کامپیوتر اسکن و پس از به انجام رساندن جلوه‌های ویژه و تدوین و صداگذاری و موسیقی، مجدداً به فیلم برگرداندند. انقلاب رایانه‌ای و دیجیتالی در حله نخست

پس از کمک به جلوه‌های ویژه در سینما، در همان راستا، در تسریع تدوین به کار گرفته شد. در چند سال اخیر تعداد قابل توجهی از فیلم‌سازان جهان به تدوین دیجیتالی برای تولید فیلم‌های سینمایی روی آورده‌اند که متأسفانه در تبدیل فیلم به شکل دیجیتال و سپس به فیلم برای پخش، کیفیت آن تا حدی افت می‌کند. به علاوه این فرایند تبدیل هزینه‌آور هم می‌باشد، برای مثال،



تبدیل تصاویر به دیجیتال و سپس به ۳۵ میلی متری برای پخش فیلم «تهدید شیخ» گفته می شود که حدود دو میلیون دلار هزینه داشت.

اما برنامه ریزی برای فیلم برداری پنجمین قسمت «جنگ ستارگان: قسمت دوم: حمله کلون ها» (۲۰۰۲)، سینما را وارد مرحله جدیدی کرده است که تمامی بخش های تولید و پخش را شامل می شود و چشم انداز آینده تا اندازه ای روشن شده است.

شاید بیش از هر کس جورج لوکاس، کارگردان فیلم «جنگ ستارگان ۱» (۱۹۷۷) در روند فن آوری دیجیتالی در سینما نقش داشته باشد. بیست سال پیش او سوند دروید^۲ و ادیت دروید^۳ را به وجود آورد که اولین سیستم تدوین صدا و تصویر غیرخطی بودند. این دستگاه ها کمک کردند که انقلابی در تدوین صورت پذیرد و بدین صورت تدوین گر می توانست، بدون این که در صدها متر فیلم غرق باشد، بر روی یک کادر کار کند.



لوکاس می گوید که پیشرفت صنعت سینما به سوی دیجیتالی شدن یک حرکت انقلابی نبوده

و کاملاً یک تحول طبیعی و انتقالی است: «همان گونه که ما از فیلم صامت به صدا دار رسیدیم، و از سیاه و سفید به فیلم رنگی، دوربین های دیجیتالی نیز ابزار اضافی هستند که با آن سینما را خلق می کنیم.»^۴



تاریخچه

اولین گام ها به سوی تصویر برداری دیجیتالی در سینما برای سری «جنگ ستارگان» برداشته شد. ریک مک کالوم Rick McCallum، یکی از تهیه کنندگان این مجموعه، می گوید که در اواخر سال ۱۹۹۵ جورج لوکاس با او در مورد احتمال استفاده از یک دوربین دیجیتالی برای «قسمت

سینمای دیجیتالی

دوم: حمله کلون‌ها» که زمان فیلم‌برداری آن اواخر ژوئن ۲۰۰۰ برنامه‌ریزی شده بود صحبت کرد.

او می‌گوید که «فکر کردم سونی بهترین جایی باشد که بتوانیم شروع کنیم.^۵ برای این که این موضوع عملی شود لازم بود که یک دگرگونی در بخش تولید کمپانی سونی ایجاد شود. در سال ۱۹۹۶ میلادی ریک مک کالوم با کمپانی سونی قرار گذاشت که بتواند یک دوربین با وضوح بالا^۶ که ۲۴ کادر در ثانیه باشد و یک سیستم هماهنگ برای تدوین تهیه کند.

علاوه بر دوربین مخصوص، به خاطر حساسیت متفاوت دوربین ویدیویی و فیلم ۳۵ میلی‌متری، سونی مجبور بود لنزهای متفاوتی نیز تولید کند. به همین دلیل، مک کالوم به ملاقات جان فراند John Ferand، رئیس پاناویشن Panavision، سازنده دوربین و لنزهای سینمایی، می‌رود و ایده را با او در میان می‌گذارد. مک کالوم می‌گوید «بعد از دومین جلسه فراند با دست دادن موافقت خود را اعلام کرد که یک نمونه لنز زوم که با آن بتوانیم کارمان را آزمایش کنیم شروع کند. او قول داد که تا زمان شروع فیلم‌برداری لنزهای لازم و با کیفیت عالی را آماده کند.^۷»

مقدمات کار فراهم می‌شود. در سال ۱۹۹۸ یک گروه فنی از مهندسين سونی، پاناویشن Panavision و لوکاسفیلم Locuefilm تشکیل و در سه سال بعد با جلسات متعدد، تقریباً هر دو ماه یک بار، جزئیات سیستم و تمامی تولیدات مربوط به نرم‌افزار و سخت‌افزار را که لازم بود ایجاد شود بررسی می‌کرد.

مک کالوم می‌گوید «صادقانه بگویم که این موضوع بسیار حیرت‌انگیز بود که سه کمپانی با یکدیگر مشارکت کنند بدون این که یک قرارداد رسمی آنها را متعهد کرده باشد. در حقیقت، هیچ وکیل دعاوی در این ارتباط حضور نداشت. باور کردنی نیست که بشود این همه کار را فقط با حسن نیت انجام داد.^۸»

در نوامبر ۱۹۹۸ اتفاق دیگری روی می‌دهد که حرکت به سمت دیجیتالی شدن را تسریع می‌نماید و داگ دارو Darrow Dug از تکراس اینسترومنت^۹ به تهیه کننده فیلم «حمله کلون‌ها» زنگ می‌زند و اعلام می‌کند که اولین نمونه پروژکتور (تصویر تاب) دیجیتالی آنها آماده آزمایش است و از دست‌اندرکاران فیلم می‌خواهد که آن را ببینند. پروژکتور امتحان می‌شود و نتیجه اولیه رضایت‌بخش است.

دیوید تاترسال David Tattersall فیلم‌بردار «حمله کلون‌ها» با لوکاس به صورت آزمایشی قسمتی از «تهدید شب» (۱۹۹۹)، را هم دیجیتالی امتحان کردند ولی او می‌گوید که فن‌آوری در آن زمان هنوز آماده چندان رضایت‌بخش نبود که بتواند یک فیلم کامل را به این صورت انجام دهند.

«جنگ ستارگان: قسمت دوم حمله کلون‌ها» با شروع فیلم‌برداری در ژوئن سال ۲۰۰۰ به اولین فیلم سینمایی عمده تبدیل شد که به وسیله این سیستم ۲۴ کادری دیجیتالی و دوربین ویدیویی (تصویری) و نوار ویدیویی اصطلاحاً «فیلم‌برداری» شد. مک کالوم می‌گوید: «ما فیلم‌برداری را بدون هیچ‌گونه سیستم پشتیبانی فیلمی شروع کردیم. دل به دریا زدیم. ما در صحرا فیلم‌برداری کردیم، جایی که هفته‌ها حرارت به بیش از ۱۲۵ درجه (فارنهایت) می‌رسید.

ما درباران سیل آسا و در پنج کشور مختلف در سراسر جهان فیلم برداری کردیم. و تمام این مراحل بدون مشکل پیش رفت.^{۱۱}

فیلم برداری

در اواخر نوامبر ۱۹۹۹ هم سونی و هم پاناویژن اولین دوربین ۲۴ کادری و لنزها را تحویل می دهند. در شش ماه بعد در موقعیت های مختلف سازندگان فیلم «حمله کلون ها» آنها را آزمایش می کنند و تغییرات لازم را سفارش می دهند.

دوربین اولیه به آزمایش گذاشته شد و تصاویر تولید شده از طریق سه سیستم متفاوت به فیلم ۳۵ میلی متری تبدیل شد: چاپگر لیزری مخصوص سونی، چاپگری که اینداستریال لایت اند مجیک ساخته بود و چاپگر لیزری متعلق به کمپانی ای فیلمز^{۱۲}. هم چنین فیلم معمولی هم استفاده شد که سیستم و کیفیت مقایسه شود.

نتایج در کنار هم بخش شد و با سیستم دیجیتالی موافقت شد. هر چند لوکاس در آن زمان دوربین دیجیتالی را محدود می دید و خواستار آن بود که در طراحی های آینده این موضوع مدنظر قرار گرفته شود.

بالاخره آخرین مدل دوربین یک هفته قبل از شروع فیلم برداری اصلی برای «حمله کلون ها» دریافت می شود. دستگاه جدید سونی دیجیتال فیلم سیستم^{۱۳} نامیده شد هر چند به جای فیلم از نوار ویدئو، کمی کوچک تر از یک نواروی اچ اس^{۱۴} برای ضبط استفاده می شد.

تاثیر سال در مورد مزیت فیلم برداری دیجیتال می گوید که «هرگز هیچ شکلی در مورد این که در پس زمینه چیزی دیده می شود وجود ندارد. در فیلم، وقتی نمایی که گرفته شده است را از طریق ویدئویی که کیفیت خوبی هم ندارد بازبینی می کنید، اغلب سخت است که بتوانید جزئیات را به خوبی ببینید. اما با ویدئویی با وضوح بالا، به هیچ عنوان شکلی در مورد آن چه لنز دوربین دریافت کرده است وجود ندارد. بازبینی در مانیتور آن کاملاً شفاف است. هر چیزی که بخواهی ببینی می توانی با آن ببینی یا هر چیزی که نخواهی ببینی»^{۱۵}.

از نظر هزینه فیلم خام به مراتب گران تر از نوار ویدئویی تمام می شود و هم چنین در تصویر برداری ویدئویی فرایند آزمایشگاهی و شیمیایی وجود ندارد و تدوین می تواند بلافاصله شروع شود. به علاوه چنانچه بودجه کفاف ندهد امکان چند بار استفاده کردن از یک نوار ویدئویی وجود دارد.

فیلم حمله کلون ها با شش دوربین ۲۴ کادری دیجیتال سونی HDW-F900 HDCAM فیلم برداری شد. هر کدام از این دوربین ها فعلاً حدود ۱۰۰۰۰۰ دلار قیمت گذاری شده است و به مراتب ارزان تر از دوربین ۳۵ میلی متری پاناویژن مشابهی می باشد که حدود ۲۵۰۰۰۰ دلار قیمت دارد.

ریک مک کالوم می گوید که آنها حدود ۲۲۰ ساعت نوار دیجیتالی مصرف کردند و هزینه آن ۱۶۰۰۰ دلار شده است. اگر آنها می خواستند همین مقدار ساعت فیلم استفاده کنند هزینه خرید آن حدود ۱۸۰۰۰۰۰ دلار می شد.

سینمای دیجیتالی

استفاده از دوربین دیجیتالی در فیلم «حمله کلون ها» باعث صرفه جویی در زمان هم شد. به

خاطر آن که دیگر لازم نبود منتظر شوند که فیلم از آزمایشگاه برگردد تا بتوانند روزانه‌ها^{۱۴} را ببینند و سپس با اطمینان پیش بروند، روند فیلم برداری سریع‌تر پیش می‌رفت. بلافاصله پس از تصویربرداری می‌توان حتی مراحل تدوین را هم شروع کرد و مراحمی که امروزه صنعت سینما به خاطر جلوه‌های ویژه مجبور است فیلم ظاهر شده را با کامپیوتر اسکن کند و بعد از انجام جلوه‌ها مجدداً به فیلم تبدیل کند، حذف شده است.

نکات فنی سینمای دیجیتال

دوربین سینمایی دیجیتالی مشابه دوربین‌های ویدئویی کار می‌کند. دوربین تصاویری را که از طریق لنز دریافت می‌شود را برای تقسیم به سه نور اصلی یعنی قرمز، سبز و آبی، از یک منشور می‌گذرانند؛ سپس تراشه‌های دیجیتالی که به نور حساس هستند تصویر را مجدداً تجزیه کرده و اطلاعات به صورت دیجیتالی بر روی نوار مغناطیسی ضبط و ذخیره می‌شود. البته بدین صورت اطلاعات می‌تواند با هر رسانه‌ای مانند سخت‌افزار یک کامپیوتر و یا یک دیسک ضبط و آماده استفاده شود. بعد از ضبط، اطلاعات تصاویر برای تدوین و مراحل پس از تولید به رایانه سپرده می‌شود. بعد از اتمام مراحل پس تولید، برای پخش دیجیتالی، فیلم کامل شده برای سینماها ارسال و پخش می‌شود اما برای پخش به صورت فیلم ۳۵ میلی‌متری یا هر اندازه دیگر، تصاویر توسط چاپگرهای لیزری به روی فیلم سینمایی منتقل شده که از آن می‌توان نسخه‌های پخش سالن‌های سینمایی را تکثیر کرد.

سینمای دیجیتال در حقیقت یک تحول از زاویه صنعت است که آن را از فیلم جدا کرده و به جای فرایند شیمیایی از فرایند رایانه‌ای (یعنی استفاده از ۱ و ۰) برای ضبط اطلاعات استفاده می‌شود.

فیلم و ویدئو از لحاظ شفافیت تصویر، عمق وضوح و حدود رنگ تفاوت اساسی دارند. در ویدئو هر کادر به دو قسمت دامنه تبدیل می‌شود. روپش خطوط افقی به صورت یک در میان تصویر را ایجاد می‌کند. یعنی برای ایجاد یک تصویر که با توجه به سیستم‌های موجود در جهان (سکام، پال و ان تی اس سی) به حدود ۶۰۰ خط نیاز است، اول خطوط فرد ایجاد شده و سپس خطوط زوج. تعداد کادر در هر ثانیه در فیلم سینمایی ۲۴ کادر در ثانیه و در ویدئو و تلویزیون که با روش روپش انجام می‌شود نسبت به سیستم مورد استفاده از ۲۵ تا ۳۰ متغیر است.

دوربین‌های ویدئویی با استفاده از CCD (charge-coupled device) نور را به علائم الکترونیکی تبدیل و سپس با استفاده از تبدیل آنالوگ به دیجیتال اطلاعات داده شده را به ۱ و ۰ که پایه زبان رایانه‌ای است تغییر می‌دهند.

نحوه روپش هم تغییر کرد و هر کادر این دوربین‌های دیجیتال از تصاویر کامل و خطوط پشت سرهم ایجاد شده است نه یک در میان. محدودیت نور و عمق وضوح این دوربین و لنزها نیز به همین صورت افزایش پیدا کرده است.

یکی دیگر از کارهایی که کمپانی سونی با همکاری کمپانی اینداستریال لایت‌اند میجیک لازم بود انجام دهد ایجاد نرم‌افزاری بود که بتواند تصاویر دیجیتالی را با انواع مختلف فیلم خام که در تولیدات سینمایی استفاده می‌شود مطابقت دهد که این کار نیز انجام شد.

پخش و نشان دادن هنگام تابش

یکی از امتیازات دیگر سینمای دیجیتالی، در هنگام پخش معلوم می‌شود. می‌دانیم که در هر پخش فیلم معمولی کمی از کیفیت فیلم کاسته می‌شود و نسبت به پروژکتور فیلم (فیلم تاب) و موقعیت مکان پخش، به تدریج فیلم خش پیدا کرده و کثیف می‌شود. اما در پخش دیجیتالی حتی هزارمین پخش مثل پخش اولیه شفاف و تمیز خواهد بود.

شاید یکی از جنبه‌های مهم اقتصادی سینمای دیجیتالی نحوه پخش آن باشد. تهیه کنندگان فیلم هزینه زیادی برای تکثیر نسخه‌های پخش متحمل می‌شوند و هم چنین هزینه ارسال و پست حلقه‌های متعدد و سنگین فیلم به سینماهای شهرهای مختلف و نیز در سطح جهان کم نیست. با دیجیتالی شدن مواد اولیه، سنگینی و حجیم بودن فیلم دیگر مطرح نیست، و هزینه

پست در نهایت کم می‌شود. به علاوه می‌توان این ارسال را از طریق

ماهواره‌های مخابراتی و یا خطوط تلفنی به صورت

اطلاعات رایانه‌ای انجام داد و به سرعت یک فیلم را از این

سر جهان به آن سر جهان ارسال کرد. هزینه ارسال به

نسبت آن قدر ناچیز هست که می‌توان آن را نادیده

شمرد. برای تهیه کننده، دیگر فرقی نمی‌کند که

فیلم‌اش را در یک سینما نشان دهد یا در ده یا صد سینما.

هم چنین در سینماهایی که به صورت مجموعه اداره

می‌شوند تصمیم‌گیری برای نشان دادن یک فیلم در سالن‌های متعدد راحت‌تر

می‌شود. اگر بلیت یک سالن فروش رود می‌توانند یک سالن دیگر اضافه کنند و

دستگاه پروژکتور را با سیم به دستگاه دیگر وصل کرده و هم زمان آن را نشان

دهند.

آن چه در آخر مهم است کیفیت نهایی در هنگام پخش است. بعضی می‌گویند که

فعلاً کیفیت نهایی یک فیلم دست‌نخورده و تازه هنگام پخش از پروژکتوری که خوب

کار می‌کند به نسبت از پخش دیجیتالی بهتر است اما در پخش‌های بعدی نمایش دیجیتالی به

همان صورت اولیه باقی مانده ولی فیلم در هر پخش کثیف‌تر و معیوب‌تر می‌شود.

می‌توان آن را با نوار صوتی و دیسک صوتی مقایسه کرد. نوار احتمال خراب شدنش و

تدریجاً از دست رفتن کیفیت آن با توجه به حرکت مکانیکی حلقه‌ها و هم چنین تماس هد با نوار

بیشتر است اما دیسک صوتی در هزارمین پخش نیز نهایتاً هیچ‌گونه احتمال کم شدن کیفیت آن

وجود ندارد مگر آن که اتفاقی صدمه ببیند.

دستگاه پخش دیجیتالی با آینه‌های بسیار ریزی^{۱۷} کار می‌کند، بدین صورت که با گذشتن نور

از یک منشور و تجزیه آن به نورهای اصلی، هر نور به یک تراشه برخورد می‌کند که با یک

میلیون آینه ریز پوشیده شده است و نسبت به اطلاعات داده شده هر آینه به نوعی نور را

منعکس خواهند کرد و از مجموع این آینه‌ها یک تصویر با دقت و وضوح بالا بر روی پرده

نمایش داده می‌شود.

سینمای دیجیتالی

فعلاً آن‌طور که از گزارش‌ها و مصاحبه‌های دست‌اندرکاران فیلم و فیلم‌سازان معلوم



می‌شود، آن چه تا به حال در گسترش پخش دیجیتال در کشورهای پیشرفته وقفه ایجاد کرده است هزینه تغییرات در سالن‌های سینمایی و احتمال تحولات جدیدتر است. مدیران سالن‌ها می‌گویند که هزینه تبدیل هر سالن حدوداً ۱۵۰۰۰۰ دلار است و آنها امیدوارند که به کمک و مشارکت استودیوهای فیلم‌سازی و تهیه‌کنندگان، این هزینه را انجام دهند.

پژوهش‌های بازاریابی نشان داده است که عموماً تماشاچیان پخش و نمایش دیجیتال در سینما را به روش سنتی ترجیح می‌دهند اما عده‌ای از فیلم‌سازان هنوز در این مورد شک دارند. کمپانی بوئینگ^۸ که در ساخت هواپیما شهرت دارد برای پروژکتور دیجیتال و پخش کلی سرمایه‌گذاری کرده است و آنها امیدوارند که بتوانند از تخصص‌شان در مخابرات ماهواره‌ای بهره‌برده و پخش به مراکز مختلف را تحت سیطره خود درآورند.

رقیب اصلی برای کنترل پخش دیجیتال فیلم در آمریکا، کمپانی کوالکام^۹ است که خدمات تلفن همراه ارائه می‌دهد و با تکنیک کالر^{۱۰} برای ایجاد سیستم پخش سراسری از طریق کابل فیبری همکاری می‌کند.

مدیر انجمن صاحبان سینماها در آمریکا جان فیتیان John Fithian می‌گوید که قیمت یک پروژکتور (فیلم تاب) خوب حدود ۳۰۰۰۰ دلار می‌باشد که برای ۲۰ تا ۲۵ سال کار می‌کند. اما فیلم تاب‌های دیجیتال حدود ۱۵۰۰۰۰ دلار هزینه می‌برند و با در نظر گرفتن دستگاه‌های مختلف رایانه‌ای آن، حدود ۲۰۰۰۰۰ دلار هزینه لازم است که یک سالن سینمای دیجیتال ایجاد کرد. با توجه به تحول سریع و خیره‌کننده محصولات الکترونیکی شاید تا دو یا سه سال دیگر این دستگاه‌ها قابل استفاده نباشند. با این وجود، از میان تقریباً ۷۵۰۰۰ سینما در جهان فقط ۵۰ سینما به سیستم پخش دیجیتال مجهز هستند.

استقبال از سینمای دیجیتال باعث شده است که حتی تولیدکنندگان فیلم خام نیز به فکر سرمایه‌گذاری در این مقوله بیافتند تا بتوانند سهم خود را در بازار جهانی سینما حفظ یا تقویت کنند. برای مثال، رابرت میسون Robert Mayson، معاون پخش سینمایی^{۱۱} کمپانی کداک Kodak، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان فیلم خام عکاسی و سینمایی، می‌گوید که «ما آماده‌ایم در این بازار جدید نقش اساسی ایفا کنیم و متعهد هستیم که نه تنها تصاویری با کیفیت برتر بر روی پرده داشته باشیم بلکه با صنایع همکاری کنیم که مطمئن شویم سیستم ما برای همه توجیه خلاقانه، فنی، عملی و تجاری داشته باشد.»^{۱۲}

تخمین زده می‌شود که چنان‌چه سیستم پخش دیجیتال جایگزین سیستم فعلی تکثیر و پست شود هالیوود سالانه حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ دلار در چاپ، پست و بایگانی حلقه‌های فیلم صرفه‌جویی خواهد کرد.

حرف آخر

مسئله نهایی و کنونی شاید این نباشد که فیلم بهتر است یا دیجیتال. اما برای اولین بار، یک کارگردان و فیلم‌بردار (تصویربردار، مدیر فیلم‌برداری، سینماتوگرافر...) قدرت انتخاب دارند. فیلم و ویدئوی دیجیتال تا مدت‌ها در سینما با هم خواهند بود، به هم کمک خواهند کرد و هم‌چنین با هم رقابت خواهند کرد. اما آن چه مهم است این است که علی‌رغم آن که چگونه

فیلم ضبط می‌شود وقتی که دیجیتالی پخش شود، تماشاگر اولین اکران و آخرین، هردو، تصویری شفاف و ثابت خواهند داشت که پرده را تسخیر خواهد کرد. در یک آگهی چاپ شده در روزنامه هالیوود ریپورتر^{۳۳}، لوکاس اعلام می‌کند که تصاویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتالی ۲۴ کادره کاملاً از فیلم «غیر قابل تشخیص است.» موفقیت فیلم «جنگ ستارگان: قسمت دوم: حمله کلون‌ها» هم از نظر فن آوری و هم از دید تماشاچیان که به کیفیت پخش نهایی اهمیت می‌دهند راه را برای سرمایه‌گذاری‌های بعدی آماده کرده است. و احتمالاً آینده سینما دیگر فقط با نام فیلم، امولسیون، سلولوئید و... مترادف نخواهد بود. روند رو به رشد تحولات الکترونیکی و دیجیتالی باعث خواهد شد که مرز بین فن آوری تلویزیونی ویدئویی و سینمایی ملموس نباشد. البته این به معنای از بین رفتن سینما نیست بلکه شاید راه را برای خلاقیت‌های بیشتر فردی با توجه به پایین آمدن هزینه باز کند و در نتیجه این تجربه هنری جمعی بصری فراگیرتر شود.



پی‌نوشت‌ها:

- ۱- Star Wars
- ۲- SoundDroid
- ۳- EditDroid
- ۴- سایت Star Wars Episode II "Digital Filming" mymovies.net, ۲۰۰۲
- ۵- سایت خبری جنگ ستارگان, McCallum at ShoWest: Journey to Digital Cinema, مارس ۲۰۰۲
- ۶- high definition
- ۷- سایت خبری جنگ ستارگان.
- ۸- سایت خبری جنگ ستارگان.
- ۹- Texas Instrument
- ۱۰- سایت نیویورک تایمز, A Catalog Grows as DVD's Boom Peter M. Nichols, ۱۲ آوریل ۲۰۰۲
- ۱۱- Industrial Light and Magic
- ۱۲- E-Films
- ۱۳- Sony Digital Film System
- ۱۴- VHS
- ۱۵- سایت خبری جنگ ستارگان.
- ۱۶- Dailies, rushes
- ۱۷- Micromirror
- ۱۸- Boeing Company
- ۱۹- Qualcomm
- ۲۰- Technicolor
- ۲۱- Cinema Operations for Kodak's Entertainment Imaging division
- ۲۲- سایت کدک, Kodak Digital Cinema System Demonstrated at ShoWest, چهارم مارس ۲۰۰۲
- ۲۳- The Hollywood Reporter