تکنولوژی پیشرفته و انیمیشن

گذر از مرزها

امیررضا معتمدی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بنابر نظر کارشناسان، رشد و توسعه صنعتی بشر در قرن بیستم به تنهایی به‌اندازه تمام نوزده قرن گذشته بوده و عوامل بسیاری در این زمینه مؤثر بوده‌اند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها ماشینی به نام رایانه است که به هیچ وجه نمی‌توان حضورش را در عرصه صنعت امروزی نادیده گرفت.

این ابزار هنوز توانایی کاربردی برای جایگزینی قدرت خلاقه و ابتکار عمل انسانی را نیافته ولی به راحتی جایگزین مهارت‌های فیزیکی فردی گردیده است و روز به روز این جایگزینی فراگیر و گسترده‌تر می‌گردد. دیگر رسیدن به دقت بالا در مهارت‌های فردی یک آرزو نیست بلکه ابزار مدرن امروزی تحت نام رایانه این وظیفه را به عهده گرفته و توانایی‌های خلاقه انسان اکنون با فراغ خاطر و دور از دغدغه‌های مهارتی در پهنای ذهن آدمی جولان می‌دهند.

انیمیشن هم همانند تمامی دستاوردهای متفکرانه و خلاقانه بشر آمیخته‌ای از علم و هنر است. علم چگونگی استفاده از ابزارهای موجود در هر زمان برای خلق یک اثر و هنر خلق، ثبت و انتقال زیبایی‌ها و مفاهیم ذهنی توسط علم مورد نظر انیمیشن این هنر مدرن مانند هر هنر مدرن دیگری دارای زبان خاصی است، زبانی که به مرور مانند هر زبان دیگری رشد و توسعه یافته و با رشد و نمو خود دارای قدرت تأثیرگذاری بیشتری بر روی مخاطب خود می‌گردد. زبانی که در هر زمان متناسب با مقتضیات و نیازهای همان زمان تعریف می‌گردد و این همان پایه هنری در هنر مدرن انیمیشن است. اما از سوی دیگر پایه علمی این هنر مدرن بر ابزار استوار است، ابزارهایی که از ابتدا شامل «دوربین‌های تک فریم»، «نورهای مینیاتوری»، «ادوات آرماتوربندی» و ... گرفته تا ابزارهای پیشرفته امروزی شامل «دیجیتایزرهای فیزیکی و اپتیکی» تا «موشن کپچر و تکسچر» «اسکنرهای پیشرفته» و «نرم‌افزارهای تخصصی استوری بورد»، «مادلینگ»، «متحرک‌سازی»، «مونتاژ» و «صداگذاری»... که در اشکال مدرن امروزی رایانه هسته اصلی آن‌ها را شکل می‌دهد.

امروزه انیمیشن آنچنان پیشرفت کرده که مفهوم عنصری لاینفک از سینمای روز را یافته است. به ندرت امروزه می‌توان فیلمی را یافت که با تکنیک‌های پیشرفته روز ساخته و پرداخته شده باشد و از انیمیشن مدرن بهره‌های اساسی نبرده باشد. زبان تصویر دیگر با ابزارهای سنتی

پاسخ‌گوی عطش مخاطب امروزی نبوده بگونه‌ای که مخاطب ما هر روز با زبانی پیچیده‌تر و گویاتر دریافت‌های بصری خود را می‌جوید.

از نمونه‌های انیمیشن خالص می‌توان Incredibles, Oscar, Finding nemo, Ice Age, را نام برد که از تمامی امکانات بروز در عرصه انیمیشن بهره برده‌اند. انیمیشن‌های فتورئالیستیک هم که در فیلم‌های سینمایی کاربرد فراوان یافته‌اند را نیز باید همچون Lord of Rings, Harry Potter, King ,Kong X-Men, Hell Boy نام برد.

در این فیلم‌ها که با بهره‌گیری از انیمیشن‌های فتورئالیستیک ساخته و پرداخته شده‌اند با وجودی که مخاطب می‌داند که سوژه‌ها واقعی نیستند ولی به دلیل رعایت اصول فتورئالیسم در فضای فیلم آن‌ها را باور کرده و حضور آن‌ها را به طور واقعی پذیرا می‌گردد. آنچه که یک انیمیشن را واقع‌گرایانه یا فتورئالیستیک می‌نماید بر سه عنصر جنس و نور و حرکت بنا گردیده است.

آنچه امروز انیمیشن‌های فتورئالیستیک یا واقعیت‌گرا را از انیمیشن‌های دیگر متمایز می‌نماید قابلیت استفاده از این انیمیشن‌ها در ساختار یک فیلم رئال به طور باورپذیر است و فتورئالیسم در این انیمیشن‌ها مرهون فرآیندی است که توسط نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای پیشرفته امروزی ساخته و پرداخته می‌گردند. اولین پایه فتورئالیسم در هر کاراکتر انیمیشنی مدل و جنسیت آن است. امروزه سوژه‌های انیمیشن کامپیوتری که علاوه بر روش‌های کلاسیک که از روی طرح‌های ابتدایی توسط نرم افزارهای مدل‌ساز ساخته می‌شوند، توسط دیجیتایزرهای دستی یا اپتیکال از الگوهای فیزیکی همانند مجسمه‌های گچی یا خمیری نمونه برداری می‌گردند که این روش به لحاظ سرعت و دقت بر روش قدیمی ارجحیت دارد. استفاده از دیجیتایزرهای دستی صرفاً در مورد سوژه‌های کم حجم کاربری دارند و دیجیتایزرهای اپتیکال علاوه بر سوژه‌های کوچک، در مورد سوژه‌های بزرگ همچون مجسمه‌های عظیم، ساختمان‌های بلند و یا کوهستان نیز کاربری دارند. پس از نمونه برداری دیجیتالی و اعمال اصلاحات لازمه روی مدل اولیه تعیین جنسیت مدل دیجیتالی توسط تصاویر اسکن شده از روی نمونه‌های اصلی یا تصاویر سنتز شده براساس تعاریف اولیه صورت می‌گیرد. در این مورد دوربین‌های دیجیتالی و پردازشگرهای تصویری رایانه‌ای نقش اصلی را ایفا می‌کنند. در پایان این مرحله مدل دیجیتالی اصلاح شده با جنسیت مناسب مرحله بعدی می‌گردد.

مرحله بعدی متحرک‌سازی است که بسته به اینکه نوع مدل دیجیتالی که از نوع «ارگانیک» یا «غیر ارگانیک» باشد، از سیستم‌های حرکتی متفاوتی تبعیت می‌نمایند. مدل‌های غیر ارگانیک توسط سیستم‌های مفصلی و «کینماتیک کلاسیک» متحرک‌سازی می‌گردند. حال آن که درمورد نمونه‌های ارگانیک همچون انسان یا حیوان از الگوبرداری دیجیتالی استفاده می‌گردد. این الگو برداری گاه توسط سیستم «روتوسکپی» و انطباق حرکت مدل دیجیتالی با نمای تصویربرداری شده انجام می‌گیرد که درمورد حیوانات و سوژه‌ها با درجه اهمیت پایین در انیمیشن کاربری دارند. اما

درمورد سوژه‌های اصلی از سیستم الگوبرداری موشن کپچر استفاده می‌گردد. در این سیستم حس‌گرهایی به مفاصل حرکتی موجود زنده متصل شده و اطلاعات حرکتی تک تک مفاصل توسط این سیستم ثبت و ضبط می‌گردد. اساساً دونوع موشن کپچر وجود دارد، «موشن کپچرهای رادیویی» و «موشن کپچرهای اپتیک». در نوع اول ثبت موقعیت و حرکت حس‌گرها توسط گیرنده‌های رادیویی و درنوع دوم توسط یک دوربین دیجیتالی که به یک پردازشگر رایانه‌ای متصل هستند صورت می‌گیرد.

درمورد ثبت حرکت‌اندام‌هایی چون انگشتان دست از حسگرهای ویژه‌ای استفاده می‌گردد که دارای دقت بالاتری هستند. این حسگرها به شکل دستکشی هستند که گیرنده‌هایی در تمام مفاصل آن قرارداده شده و به صورت «ماتریسی» و یا «کششی» حرکت تک تک مفاصل دست را ثبت و به نرم‌افزار مربوطه ارسال می‌کنند.

درمورد ثبت حرکت صورت از نشانه‌گذاری بر روی مفاصل حرکتی صورت و استفاده از دوربین‌های دیجیتالی و پردازشگر رایانه‌ای برای تجزیه و تحلیل و ثبت حرکت آن مفاصل و انتقال به نمونه دیجیتالی استفاده می‌گردد.

مرحله بعدی در اجرای یک انیمیشن فتورئالیستیک، نورپردازی دقیق بر اساس نور صحنه اصلی است به طوری که وقتی کاراکتر انیمیشنی در صحنه اصلی با فیلم ترکیب می‌گردد کاملاً در همان محیط و تحت تأثیر همان نورها احساس گردد. این امر در باورپذیری محصول کار نقش بسزایی دارد.

تصاویر با طیف نوری فعال (HDRI) High Dynamic Range Image

در این گونه موارد باید اطلاعات نوری محیط رئال از پیش یا در زمانی مشابه زمان فیلم‌برداری به طور دیجیتالی ثبت و در هنگام ساخت و یا ترکیب انیمیشن سه بعدی از آن استفاده کرد.

رمز این روند دیجیتالی در شرح تصاویری با طیف نوری دینامیک مستتر است.

تصاویر دنیای دیجیتالی حاوی اطلاعات و مختصات رنگی و نوری در طیفی از ۰ تا ۲۵۵ برای هریک از اجزای RGBA می‌باشند. یعنی مشخصات رنگی آبی، قرمز و سبز هم‌چنین کانال آلفا که اجزای سازنده یک تصویر دیجیتالی هستند، هریک شامل ۸ بیت (Bit) اطلاعات تصویری هستند که در مجموع ۲۴ بیت رنگی و ۸ بیت شفافیت را شامل می‌گردند. اما تصاویر HDRI کمی فراتر رفته و حاوی اطلاعات شدت نور نیز می‌باشند، که در نورپردازی محیط‌های انیمیشنی سه بعدی، کاربری بسیار مهمی را دارا می‌باشند. این تصاویر ابتدا با روش‌های فیزیکی توسط دوربین‌هایی که مجهز به آیینه‌های مقعر بودند به دست می‌آمد. ولی اکنون با روش‌هایی ساده‌تر توسط نرم افزارهایی که «اکسپوز»های مختلف یک کادر را در هم ترکیب می‌نمایند به دست می‌آیند.

از آنجا که در روش عکاسی کلاسیک شدت نور بالا در یک منطقه از تصویر منتج به پدیده‌ای بنام Over Expose در همان قسمت از تصویر می‌گردد، این قسمت در یک تصویر دیجیتالی عادی با مقدار سفیدی ثبت می‌گردد. ولی در

تصاویر HDRI همان منطقه با وجود شدت بالای نور اکسپوز شده و با تغییر پارامتر اکسپوز می‌توان به اطلاعات آن منطقه از تصویر دسترسی یافت. هرچند این اطلاعات صرفاً برای مقاصد نورپردازی کاربری داشته و در عکاسی کلاسیک دیجیتال کاربری ندارند.

ترکیب تصاویر دوبعدی و سه بعدی

ابتدا باید تعریف کنیم که به چه تصاویری دو بعدی و به چه تصاویری سه بعدی می‌گوییم. تصاویری را که حاوی اطلاعات مختصاتی X,Y هستند دو بعدی و تصاویری را که حاوی اطلاعات مختصاتی X,Y,Z هستند تصاویر سه بعدی می‌نامیم. کوچک‌ترین جزء هر تصویر که یک «پیکسل» (Pixel) نامیده می‌شود مجزا از مشخصات رنگ و نور و کانال آلفا حاوی اطلاعات فضایی موقعیتی یعنی مختصات مکانی است. درصورتی که فقط مختصات X و Y آن تعریف شده باشد آن پیکسل بخشی از یک تصویر دو بعدی و در صورتی که علاوه بر X و Y مختصات مکانی محور Z نیز برای آن پیکسل تعریف شده باشد، بخشی از یک تصویر سه بعدی است. به عبارتی X و Y موقعیت یک پیکسل را در سطح (طول و عرض) تصویر تعریف می‌کنند در حالی که مقادیر محور Z موقعیت عمقی (دوری یا نزدیکی) همان پیکسل را تعریف می‌کند. کلیه تصاویری که از یک دوربین معمولی سینمایی یا ویدیویی استخراج و در کامپیوتر ذخیره می‌گردند همگی تصاویری با مختصات دوبعدی هستند و کلیه تصاویری که در نرم افزارهای سه بعدی ساخته و پرداخته می‌گردند و یا خروجی دیجیتالی دوربین‌های «هیبرید» (دوربین‌هایی با دو نوع ورودی آنالوگ و دیجیتال) که در استودیوهای مجازی کاربری دارند، تصاویری با مختصات سه بعدی را در اختیار ما قرار می‌دهند.

حال ببینیم که این اطلاعات مضاعف که مختصات عمقی یک پیکسل را در تصویر مشخص می‌نمایند چه استفاده‌ای در دنیای جلوه‌های بصری دارند.

توسط نرم افزارهای مربوطه وقتی اطلاعات عمقی یک تصویر در اختیار کاربر قرار می‌گیرد امکان ایجاد یا دستکاری عمق میدان، مه و غبار هم‌چنین افکت‌های Pyro به طور کاملاً باورپذیر بر روی این تصاویر به دست می‌آید.

کاربری تصاویر HDRI در انیمیشن‌های واقعیت‌گرا

همان طور که در قسمت قبل توضیح دادیم یکی از اساسی‌ترین دغدغه‌ها در جلوه‌های بصری سینمایی ترکیب تصاویر دو بعدی و انیمیشن‌های سه بعدی به طور غیر قابل تمییز است. در این رابطه به اهمیت نورپردازی در انیمیشن‌های واقعیت‌گرا و ساختار تصاویر با طیف نوری فعال اشاره کردیم. اکنون به شرح دقیق‌تری در این رابطه می‌پردازیم.

وقتی در ساختار اجرایی جلوه‌های بصری به پلانی ترکیبی از تصاویر رئال و انیمیشن می‌رسیم نسخه برداری از نور محیط صحنه برای ساخت انیمیشن و ترکیب دقیق آن با پلان رئال جزو لاینفک اجرای انیمیشن سه بعدی واقعیت‌گرا بوده که با روش ثبت تصاویر «پانورامیک» اجرا می‌گردد. در این روش بسته به نوع فضا چندین تصویر پانورامیک از محیط صحنه ثبت می‌گردند که تفاوت آن‌ها فقط در میزان اکسپوز

نوری آن‌هاست که سپس از طریق یک نرم افزار پردازشگر تصاویر با هم ترکیب و یک تصویر پانورامیک با ساختار HDRI خواهیم داشت. این تصویر در نرم افزارهای سه بعدی به عنوان منبع نوری صحنه مجازی سه بعدی به کار رفته و سوژه مورد نظر با توجه به حفظ جهت حرکت در صحنه اصلی تحت نورپردازی با این تصویر قرار می‌گیرد. نتیجه این روند به دست آمدن انیمیشنی است که سوژه آن تحت تأثیر نوری مشابه با نور محیط رئال مورد نظر قرار گرفته است. مرحله بعدی ترکیب این انیمیشن با تصاویر رئال است که در قسمت‌های گذشته به آن‌ها اشاره گردیده است.

وقتی از تصاویر HDRI برای نور پردازی استفاده می‌کنیم درحقیقت بازتابی از نور واقعی را در محیط انیمیشن اعمال می‌کنیم که همان ویژگی‌های نور را داشته و نباید آن را یک تصویر فرض کنیم. برای مثال وقتی انعکاس تصویر HDRI را تحت تأثیر افکت‌های تصویری قرار می‌دهیم احساس واقعیت بیشتری را نسبت به تصاویر معمولی خواهیم داشت.

در تصاویر فوق سمت راست بازتاب HDRI تحت تأثیر Motion Blur و در پایین تحت تأثیر Gaussian Blur قرار گرفته است، در حالی که در سمت چپ از تصویری معمولی استفاده گردیده است. همان طوری که ملاحظه می‌کنید بازتاب نوری در تصاویر سمت راست تقلید بهتری از وضعیت نور در لنز دوربین‌های واقعی را ارایه می‌دهند.

پس سه مرحله اصلی را در ساخت یک انیمیشن فتورئالیستیک با هم مرور کردیم. با استفاده از این تکنیک‌ها انیمیشن‌های ابتدایی مرزهای باورپذیری را درهم شکسته و جایگزین واقعیت‌های تصویری امروزی شده‌اند. هر روز در سینمای مدرن شاهد انیمیشن‌های پیشرفت‌های هستیم که هر روز شکاف فاصله خود با واقعیت را باریک‌تر کرده‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی