

گرافیک رایانه‌ای

ویرایش چهارم

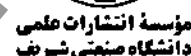
جلد اول

دانشکده شیرین
ام. پاولین پیکر
وارن کارپترز

ترجمه
دکتر بهروز قلی‌زاده



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



by:Donald Hearn, M. Paulin Baker, Warren Carithers

جلد اول

pearson, 2011

تأليف دانيال هيرن، ام. پائولين بيكر، وارن كاريترز

ترجمہ بہروز قلی زادہ

امور گرافیکی: علی صادقی کیا

مؤسسه انتشارات علمی، دانشگاه صنعتی، شریف

جَابِ اَوَّلِ : ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰

بہا: ۲۴۰۰۰۰ روپيا

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

شایک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۶۰-۱

شایک دورہ ای: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۶۲-۵

دفتر مرکزی: خیابان آزادی دانشگاه صنعتی شریف
تلفن: ۶۶۰۱۳۱۳۹-۶۶۱۶۴۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰

دفتر فروش: میدان انقلاب- خیابان شهید منیرى جاوید (اردیبهشت)- ساختمان ۲۵۳- طبقه چهارم- واحد ۴۰۲

تلفن: ۶۶۴۰۵۱۳۲-۶۶۹۶۷۸۹۶ پست الکترونیک: publication@mehr.sharif.edu

سرشتاسه: هيرن، دانلد.
عنوان و نام پديدآور: گرافيك رايانماي(دانلد) هيرن، امپاتولين بيكر، ولرن كلريتز؛
[ترجمه] بهروز قلي زاده.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری: ۳۴۶ ص. ج. مصور (رنگی)، جلوه.
شابک: 978-964-208-060-1
وضعیت فهرست نویسی: فیا.
يادداشت عنوان اصلی: computer graphics with OpenGL, 4th ed., c2011.
يادداشت اوليه و نامنامه.
موضوع: ۵۷۰-۵۸۰-۵۹۰-۶۰۰-۶۱۰-۶۲۰-۶۳۰-۶۴۰-۶۵۰-۶۶۰-۶۷۰-۶۸۰-۶۹۰-۷۰۰-۷۱۰-۷۲۰-۷۳۰-۷۴۰-۷۵۰-۷۶۰-۷۷۰-۷۸۰-۷۹۰-۸۰۰-۸۱۰-۸۲۰-۸۳۰-۸۴۰-۸۵۰-۸۶۰-۸۷۰-۸۸۰-۸۹۰-۹۰۰-۹۱۰-۹۲۰-۹۳۰-۹۴۰-۹۵۰-۹۶۰-۹۷۰-۹۸۰-۹۹۰-۱۰۰۰-۱۰۱۰-۱۰۲۰-۱۰۳۰-۱۰۴۰-۱۰۵۰-۱۰۶۰-۱۰۷۰-۱۰۸۰-۱۰۹۰-۱۱۰۰-۱۱۱۰-۱۱۲۰-۱۱۳۰-۱۱۴۰-۱۱۵۰-۱۱۶۰-۱۱۷۰-۱۱۸۰-۱۱۹۰-۱۲۰۰-۱۲۱۰-۱۲۲۰-۱۲۳۰-۱۲۴۰-۱۲۵۰-۱۲۶۰-۱۲۷۰-۱۲۸۰-۱۲۹۰-۱۳۰۰-۱۳۱۰-۱۳۲۰-۱۳۳۰-۱۳۴۰-۱۳۵۰-۱۳۶۰-۱۳۷۰-۱۳۸۰-۱۳۹۰-۱۴۰۰-۱۴۱۰-۱۴۲۰-۱۴۳۰-۱۴۴۰-۱۴۵۰-۱۴۶۰-۱۴۷۰-۱۴۸۰-۱۴۹۰-۱۵۰۰-۱۵۱۰-۱۵۲۰-۱۵۳۰-۱۵۴۰-۱۵۵۰-۱۵۶۰-۱۵۷۰-۱۵۸۰-۱۵۹۰-۱۶۰۰-۱۶۱۰-۱۶۲۰-۱۶۳۰-۱۶۴۰-۱۶۵۰-۱۶۶۰-۱۶۷۰-۱۶۸۰-۱۶۹۰-۱۷۰۰-۱۷۱۰-۱۷۲۰-۱۷۳۰-۱۷۴۰-۱۷۵۰-۱۷۶۰-۱۷۷۰-۱۷۸۰-۱۷۹۰-۱۸۰۰-۱۸۱۰-۱۸۲۰-۱۸۳۰-۱۸۴۰-۱۸۵۰-۱۸۶۰-۱۸۷۰-۱۸۸۰-۱۸۹۰-۱۹۰۰-۱۹۱۰-۱۹۲۰-۱۹۳۰-۱۹۴۰-۱۹۵۰-۱۹۶۰-۱۹۷۰-۱۹۸۰-۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۰-۲۰۲۰-۲۰۳۰-۲۰۴۰-۲۰۵۰-۲۰۶۰-۲۰۷۰-۲۰۸۰-۲۰۹۰-۲۱۰۰-۲۱۱۰-۲۱۲۰-۲۱۳۰-۲۱۴۰-۲۱۵۰-۲۱۶۰-۲۱۷۰-۲۱۸۰-۲۱۹۰-۲۲۰۰-۲۲۱۰-۲۲۲۰-۲۲۳۰-۲۲۴۰-۲۲۵۰-۲۲۶۰-۲۲۷۰-۲۲۸۰-۲۲۹۰-۲۳۰۰-۲۳۱۰-۲۳۲۰-۲۳۳۰-۲۳۴۰-۲۳۵۰-۲۳۶۰-۲۳۷۰-۲۳۸۰-۲۳۹۰-۲۴۰۰-۲۴۱۰-۲۴۲۰-۲۴۳۰-۲۴۴۰-۲۴۵۰-۲۴۶۰-۲۴۷۰-۲۴۸۰-۲۴۹۰-۲۵۰۰-۲۵۱۰-۲۵۲۰-۲۵۳۰-۲۵۴۰-۲۵۵۰-۲۵۶۰-۲۵۷۰-۲۵۸۰-۲۵۹۰-۲۶۰۰-۲۶۱۰-۲۶۲۰-۲۶۳۰-۲۶۴۰-۲۶۵۰-۲۶۶۰-۲۶۷۰-۲۶۸۰-۲۶۹۰-۲۷۰۰-۲۷۱۰-۲۷۲۰-۲۷۳۰-۲۷۴۰-۲۷۵۰-۲۷۶۰-۲۷۷۰-۲۷۸۰-۲۷۹۰-۲۸۰۰-۲۸۱۰-۲۸۲۰-۲۸۳۰-۲۸۴۰-۲۸۵۰-۲۸۶۰-۲۸۷۰-۲۸۸۰-۲۸۹۰-۲۹۰۰-۲۹۱۰-۲۹۲۰-۲۹۳۰-۲۹۴۰-۲۹۵۰-۲۹۶۰-۲۹۷۰-۲۹۸۰-۲۹۹۰-۳۰۰۰-۳۰۱۰-۳۰۲۰-۳۰۳۰-۳۰۴۰-۳۰۵۰-۳۰۶۰-۳۰۷۰-۳۰۸۰-۳۰۹۰-۳۱۰۰-۳۱۱۰-۳۱۲۰-۳۱۳۰-۳۱۴۰-۳۱۵۰-۳۱۶۰-۳۱۷۰-۳۱۸۰-۳۱۹۰-۳۲۰۰-۳۲۱۰-۳۲۲۰-۳۲۳۰-۳۲۴۰-۳۲۵۰-۳۲۶۰-۳۲۷۰-۳۲۸۰-۳۲۹۰-۳۳۰۰-۳۳۱۰-۳۳۲۰-۳۳۳۰-۳۳۴۰-۳۳۵۰-۳۳۶۰-۳۳۷۰-۳۳۸۰-۳۳۹۰-۳۴۰۰-۳۴۱۰-۳۴۲۰-۳۴۳۰-۳۴۴۰-۳۴۵۰-۳۴۶۰-۳۴۷۰-۳۴۸۰-۳۴۹۰-۳۵۰۰-۳۵۱۰-۳۵۲۰-۳۵۳۰-۳۵۴۰-۳۵۵۰-۳۵۶۰-۳۵۷۰-۳۵۸۰-۳۵۹۰-۳۶۰۰-۳۶۱۰-۳۶۲۰-۳۶۳۰-۳۶۴۰-۳۶۵۰-۳۶۶۰-۳۶۷۰-۳۶۸۰-۳۶۹۰-۳۷۰۰-۳۷۱۰-۳۷۲۰-۳۷۳۰-۳۷۴۰-۳۷۵۰-۳۷۶۰-۳۷۷۰-۳۷۸۰-۳۷۹۰-۳۸۰۰-۳۸۱۰-۳۸۲۰-۳۸۳۰-۳۸۴۰-۳۸۵۰-۳۸۶۰-۳۸۷۰-۳۸۸۰-۳۸۹۰-۳۹۰۰-۳۹۱۰-۳۹۲۰-۳۹۳۰-۳۹۴۰-۳۹۵۰-۳۹۶۰-۳۹۷۰-۳۹۸۰-۳۹۹۰-۴۰۰۰-۴۰۱۰-۴۰۲۰-۴۰۳۰-۴۰۴۰-۴۰۵۰-۴۰۶۰-۴۰۷۰-۴۰۸۰-۴۰۹۰-۴۱۰۰-۴۱۱۰-۴۱۲۰-۴۱۳۰-۴۱۴۰-۴۱۵۰-۴۱۶۰-۴۱۷۰-۴۱۸۰-۴۱۹۰-۴۲۰۰-۴۲۱۰-۴۲۲۰-۴۲۳۰-۴۲۴۰-۴۲۵۰-۴۲۶۰-۴۲۷۰-۴۲۸۰-۴۲۹۰-۴۳۰۰-۴۳۱۰-۴۳۲۰-۴۳۳۰-۴۳۴۰-۴۳۵۰-۴۳۶۰-۴۳۷۰-۴۳۸۰-۴۳۹۰-۴۴۰۰-۴۴۱۰-۴۴۲۰-۴۴۳۰-۴۴۴۰-۴۴۵۰-۴۴۶۰-۴۴۷۰-۴۴۸۰-۴۴۹۰-۴۵۰۰-۴۵۱۰-۴۵۲۰-۴۵۳۰-۴۵۴۰-۴۵۵۰-۴۵۶۰-۴۵۷۰-۴۵۸۰-۴۵۹۰-۴۶۰۰-۴۶۱۰-۴۶۲۰-۴۶۳۰-۴۶۴۰-۴۶۵۰-۴۶۶۰-۴۶۷۰-۴۶۸۰-۴۶۹۰-۴۷۰۰-۴۷۱۰-۴۷۲۰-۴۷۳۰-۴۷۴۰-۴۷۵۰-۴۷۶۰-۴۷۷۰-۴۷۸۰-۴۷۹۰-۴۸۰۰-۴۸۱۰-۴۸۲۰-۴۸۳۰-۴۸۴۰-۴۸۵۰-۴۸۶۰-۴۸۷۰-۴۸۸۰-۴۸۹۰-۴۹۰۰-۴۹۱۰-۴۹۲۰-۴۹۳۰-۴۹۴۰-۴۹۵۰-۴۹۶۰-۴۹۷۰-۴

به نام خدا
فهرست مطالب

نه	پیشگفتار مترجم
سیزده	پیشگفتار مؤلف
۱	۱ مروری بر گرافیک رایانه‌ای
۲	۱.۱ نمودارها
۲	۲.۱ طراحی به کمک رایانه
۳	۳.۱ محیط‌های واقعیت مجازی
۴	۴.۱ بصری‌سازی داده‌ها
۴	۵.۱ آموزش و کارآموزی
۵	۶.۱ هنر رایانه‌ای
۶	۷.۱ سرگرمی
۶	۸.۱ پردازش تصویر
۷	۹.۱ فصل - کاربرهای گرافیکی
۷	۱۰.۱ خلاصه
۷	منابع
۹	۲ سخت‌افزارهای گرافیک رایانه‌ای
۱۰	۱.۲ دستگاههای نمایش وینوئی

۲۳	۲.۲ سیستمهای پوش رستری
۲۷	۳.۲ ایستگاههای کاری و دستگاههای دید
۲۷	۴.۲ دستگاههای ورودی
۳۲	۵.۲ دستگاههای نسخه چابی
۳۳	۶.۲ شبکههای گرافیکی
۳۴	۷.۲ گرافیک در اینترنت
۳۴	۸.۲ خلاصه
۳۵	منابع
۳۵	تمرینها
۳۹	۳ نرم افزارهای گرافیک رایانهای
۴۰	۱.۳ نمایشهای سیستم مختصات
۴۲	۲.۳ توابع گرافیکی
۴۲	۳.۳ استانداردهای نرم افزاری
۴۴	۴.۳ بستههای گرافیکی دیگر
۴۴	۵.۳ مقدمهای بر OpenGL
۵۳	۶.۳ خلاصه
۵۳	منابع
۵۴	تمرینها
۵۷	۴ مبناهای خروجی گرافیکی
۵۸	۱.۴ چهارچوب مرجع مختصات
۵۹	۲.۴ مشخص کردن چهارچوب مرجع مختصات جهانی دو بعدی در OpenGL
۶۰	۳.۴ توابع نقطه در OpenGL
۶۳	۴.۴ توابع خط در OpenGL
۶۴	۵.۴ توابع منحنی در OpenGL
۶۵	۶.۴ مبناهای سطح - پر
۶۶	۷.۴ سطوح پر چندضلعی
۷۷	۸.۴ توابع سطح - پر کن برای چندضلعیها در OpenGL
۸۳	۹.۴ آرایه های رؤس در OpenGL
۸۶	۱۰.۴ مبناهای آرایه - پیکسلی
۸۶	۱۱.۴ توابع آرایه - پیکسلی در OpenGL
۹۱	۱۲.۴ مبناهای نویسه ها
۹۳	۱۳.۴ توابع نویسه در OpenGL
۹۴	۱۴.۴ افراز تصویر
۹۴	۱۵.۴ فهرستهای نمایش در OpenGL

۹۷	۱۶.۴ توابع تغییر شکل پنجره - نمایش در OpenGL
۱۰۰	۱۷.۴ خلاصه
۱۱۰	منابع
۱۱۰	تمرینها
۱۱۳	۵ ویژگیهای مبناهای گرافیکی
۱۱۴	۱.۵ متغیرهای حالت OpenGL
۱۱۴	۲.۵ رنگ و تراز خاکستری
۱۱۷	۳.۵ توابع رنگ در OpenGL
۱۲۳	۴.۵ ویژگیهای نقطه
۱۲۳	۵.۵ توابع - ویژگی نقطه OpenGL
۱۲۴	۶.۵ ویژگیهای خط
۱۲۵	۷.۵ توابع - ویژگی خط OpenGL
۱۲۸	۸.۵ ویژگیهای منحنی
۱۲۹	۹.۵ ویژگیهای سطح پر
۱۳۰	۱۰.۵ توابع - ویژگی سطح پر OpenGL
۱۳۶	۱۱.۵ ویژگیهای نویسمها
۱۳۹	۱۲.۵ توابع - ویژگی نویسه OpenGL
۱۴۰	۱۳.۵ توابع آنتی الیاسینگ OpenGL
۱۴۱	۱۴.۵ توابع استعلام OpenGL
۱۴۲	۱۵.۵ گروههای ویژگی OpenGL
۱۴۳	۱۶.۵ خلاصه
۱۴۵	منابع
۱۴۵	تمرینها
۱۴۹	۶ پیادسازی الگوریتمها برای مبناهای گرافیکی و ویژگیها
۱۵۰	۱.۶ الگوریتمهای ترسیم خط
۱۵۷	۲.۶ الگوریتمهای موازی برای خط
۱۵۹	۳.۶ قرار دادن مقادیر در فریم بافر
۱۶۱	۴.۶ الگوریتمهای تولید دایره
۱۶۷	۵.۶ الگوریتمهای تولید بیضی
۱۷۶	۶.۶ منحنیهای دیگر
۱۷۹	۷.۶ الگوریتمهای موازی برای منحنی
۱۷۹	۸.۶ نشانی دهی یکسلی و هندسه جسم
۱۸۲	۹.۶ پیادسازی ویژگیها برای پاره خطها و قطعه منحنیها
۱۸۸	۱۰.۶ الگوریتم پویش - خطی عمومی برای پر کردن چندضلعی
۱۹۲	۱۱.۶ پر کردن چندضلعیهای محدب به روش پویش - خطی
۱۹۳	۱۲.۶ روش پویش خطی برای پر کردن نواحی با مرزهای خمیده

۱۹۳	۱۳.۶ روشهای سطح - پر کن برای سطوح یا مرزهای نامنظم
۱۹۷	۱۴.۶ روشهای پیادهسازی برای شبکههای پرکردگی
۲۰۰	۱۵.۶ روشهای پیادهسازی آنتی-آلیاسینگ
۲۰۸	۱۶.۶ خلاصه
۲۰۹	منابع
۲۰۹	تمرینها
۲۱۵	۷ تبدیلات هندسی دوبعدی
۲۱۶	۱.۷ تبدیلات هندسی دوبعدی مبنا
۲۲۲	۲.۷ نمایشهای ماتریسی و سیستم مختصات متجانس
۲۲۵	۳.۷ تبدیلات معکوس
۲۲۵	۴.۷ تبدیلات مرکب دوبعدی
۲۳۹	۵.۷ سایر تبدیلات دوبعدی
۲۴۴	۶.۷ روشهای رستری برای تبدیلات هندسی
۲۴۶	۷.۷ تبدیلات رستری در OpenGL
۲۴۷	۸.۷ تبدیلات بین سیستم مختصات دوبعدی
۲۴۹	۹.۷ توابع تبدیلات هندسی دوبعدی در OpenGL
۲۵۳	۱۰.۷ مثالهای برنامه‌نویسی تبدیلات هندسی در OpenGL
۲۵۵	۱۱.۷ خلاصه
۲۵۶	منابع
۲۵۶	تمرینها
۲۵۹	۸ دید دوبعدی
۲۶۰	۱.۸ خط - لوله دید دو بعدی
۲۶۱	۲.۸ پنجره برش
۲۶۳	۳.۸ نرمالیزه کردن و تبدیلات درجه دید
۲۶۸	۴.۸ توابع دید دوبعدی در OpenGL
۲۷۶	۵.۸ الگوریتمهای برش
۲۷۷	۶.۸ برش نقطه دو بعدی
۲۷۸	۷.۸ برش خط دو بعدی
۲۹۱	۸.۸ برش ناحیه - پر چندضلعی
۳۰۰	۹.۸ برش منحنی
۳۰۱	۱۰.۸ برش متن
۳۰۱	۱۱.۸ خلاصه
۳۰۵	منابع
۳۰۵	تمرینها

پیوستها	پ ۱
پیوست الف ریاضیات برای گرافیک رایانه‌ای	پ ۳
پیوست ب قالبهای فایل‌های گرافیکی	پ ۴۷
پیوست ج تاریخچه OpenGL	پ ۶۳
واژه‌نامه انگلیسی - فارسی	پ ۹۳
واژه نامه فارسی - انگلیسی	پ ۱۰۱
پلاکهای رنگی	

www.ketab.ir

پیشگفتار مترجم

ارتباطات گرافیکی هنری قدیمی است و در عصر جدید رقمی سازی نیز، گاهی لازم است ارتباطات به صورت گرافیکی انجام شود. فاصل - کاربرهای مبنا - گرافیکی از دنیای تخیلی سینما و تلویزیون تا زمینه های بسیار کاربردی تر مثل طراحی قطعات مکانیکی و رشته های مهندسی دیگر به کار می روند. بنابراین جای تعجب نیست که امروزه شاهدیم گرافیک رایانه ای در برنامه های آموزشی همه دانشگاهها و مؤسسات آموزشی در دوره های کارشناسی و تحصیلات جایگاه ویژه ای دارد. در کشور ما این درس با عناوینی مثل گرافیک رایانه ای ۱، گرافیک رایانه ای ۲، گرافیک رایانه ای پیشرفته، مدلسازی سه بعدی، و مفاهیم پیشرفته برای دوره های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در رشته هایی مثل فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، مهندسی کامپیوتر و غیره ارائه می شود.

ویرایش نخست این کتاب (حدود ۳۰۰ صفحه) از سوی شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری مرجعی درسی برای گرافیک رایانه ای انتخاب شده است اما ویرایش چهارم آن (حدود ۹۰۰ صفحه) با توجه به جامع بودن و در برداشتن مطالب جدید به ویژه گرافیک سه بعدی و مفاهیم پیشرفته در گرافیک رایانه ای می تواند با انتخاب فصلها یا بخشهای مناسب، مرجعی برای دروس جدید مدلسازی سه بعدی، گرافیک رایانه ای ۲، گرافیک رایانه ای پیشرفته، و مفاهیم پیشرفته باشد. ترجمه این کتاب در دو جلد عرضه می شود. جلد اول آن می تواند کتاب درسی برای گرافیک ۱ باشد. در جلد اول موضوعات گرافیک دوبعدی بررسی می شوند. جلد دوم نیز می تواند کتاب درسی برای گرافیک ۲، مدلسازی سه بعدی، یا مفاهیم پیشرفته باشد که در آن به مباحث مدلسازی سه بعدی و مفاهیم پیشرفته دیگر پرداخته می شود و با توجه به عنوان درس می شود فصلها یا قسمتهایی از آنها را برای پوشش محتوای درس انتخاب کرد.

gholizad@alzahra.ac.ir

دکتر بهروز قلی زاده

پاییز ۱۳۹۱

پیشگفتار مؤلف

گرافیک رایانه‌ای هنوز هم یکی از زمینه‌هایی است که در فناوری نوین، رشدی سریع و مهیج دارد. از زمان ویرایش نخستین این کتاب، گرافیک رایانه‌ای به خصیصه‌ای استاندارد در کاربردهای نرم‌افزاری و اغلب سیستم‌های رایانه‌ای تبدیل شده است. روش‌های گرافیک رایانه‌ای به‌صورتی متداول در طراحی اکثر سازه‌ها، آموزش شبیه‌سازها، تولید موزیک - ویدئوها و آگهی‌های بازرگانی، فیلم‌های سینمایی، تحلیل داده‌ها، پژوهش‌های علمی، روش‌های پزشکی، و در بسیاری از کاربردهای دیگر استفاده می‌شود. در حال حاضر، انواع زیادی از فناوری‌ها و دستگاه‌های سخت‌افزاری برای کاربردهای گوناگون اشاره شده در بالا استفاده می‌شوند و یا در دست تکوین‌اند. اکثر پژوهش‌های گرافیک رایانه‌ای، به بهبود کارایی، واقع‌گرایی، و سرعت تولید تصاویر مربوط می‌شوند. در حالی که پردازش تصویر، پویانمایی، و بازنمایی اشیاء هنوز هم زمینه‌های تحقیقاتی عامه‌پسندی‌اند ولی مشکلات ناشی از رندرسازی واقع‌گرایانه مواد پیچیده مثل مو، پارچه، سیالات، توجه پژوهشگران را به خود معطوف کرده است. در دسترس بودن سخت‌افزار - گرافیکی پیشرفته به‌عنوان ابزاری تسهیل‌کننده به این معنی است که عملاً هر رایانه‌ای قادر به خلق تصاویری با کیفیت‌های عالی است و استفاده از واحدهای پردازش - گرافیکی برنامه‌پذیر یکی از زمینه‌های تحقیقاتی پرطرفدار و پرمحصول است.

تازه‌ها برای ویرایش چهارم

مطالب این ویرایش، صورت تکمیل شده جزوه‌های مورد استفاده در دروس مختلف مثل گرافیک رایانه‌ای مقدماتی، گرافیک رایانه‌ای پیشرفته، بصری‌سازی علمی، مباحث ویژه، و پروژه‌های درسی است و مطالب جدید اضافه شده نسبت به ویرایش قبلی عبارت‌اند از:

- فصلی مقدمه‌وار برای سایه‌پردازهای برنامه‌پذیر از طریق زبان سایه‌پرداز OpenGL (GLSL)
- مطالب نشان‌دهنده تحولات OpenGL، ارزیابی مختصری از تغییرات در OpenGL 3x, 4x و معماری GPU - گذشته، حال، و آینده.
- توضیحات مربوط به استفاده از OpenGL در زبان‌هایی غیر از C و C++، مثل جاوا و پیتون.
- ترکیب الگوریتم‌های پیاده‌سازی برای میناهای گرافیکی و ویژگی‌ها در فصلی واحد.
- سازمان‌دهی روش‌های نورپردازی، بافت - نگاری، و نورپردازی جامع در فصل‌هایی جداگانه و متمرکزتر.
- گنجاندن بحث‌های مدل‌سازی سلسله‌مرتب و پویانمایی در فصل‌هایی جلوتر.
- تجدید ساختار مطالب بازنمایی‌های اشیاء سه‌بعدی.
- تجدید ساختار تبدیلات و دید دوبعدی و سه‌بعدی.

ترتیب موضوعی انعطاف‌پذیر

دروس گرافیک رایانه‌ای مقدماتی با استفاده از تنوعی گسترده از مجموعه موضوعات و رویکردها تدریس می‌شوند. به همین دلیل برای فراهم آوردن انعطاف‌پذیری بیشتر در نحوه ارائه مطالب، در ترتیب فصلها و نیز در محتویات بسیاری از آنها تجدیدنظر شده است. برای مثال، روشهای پیاده‌سازی برای میناها و ویژگیها در فصلی واحد گروه‌بندی شده‌اند و فصلهای بزرگ‌تر که تنوعی گسترده از موضوعات را پوشش می‌دادند برای فراهم آوردن بخشی متمرکزتر بر روی موضوعات، به چندین فصل کوچک‌تر تقسیم شده‌اند.

۱۵۰ تمرین جدید و مجموعه-تمرینهای جدید

همچنین، نزدیک به بیش از ۱۵۰ تمرین جدید نسبت به ویرایش قبل بازنگری یا اضافه شده‌اند و در بخش، تمرین هر فصل موضوع جدیدی تحت عنوان «تمرینهای بیشتر» اضافه شده است. در اکثر حالتها این تمرینها یک پیوستگی فصل - به - فصل فراهم می‌آورند تا دانشجویانی که موضوعات پیشرفته را به صورت مرحله‌به‌مرحله مطالعه می‌کنند بتوانند برنامه‌های OpenGL خود را توسعه دهند.

تغییرات در OpenGL

با مهیا بودن GPUهای برنامه‌پذیر، بسیاری از APIهای گرافیکی (از جمله OpenGL) برای فراهم آوردن دسترسی مستقیم به توانایی سخت‌افزار گرافیکی به سمت استفاده از سایه‌پردازهای برنامه‌پذیر پیش می‌روند. به همین دلیل برای معرفی این رویکرد بسیار انعطاف‌پذیر برای رندر سازی، مطالبی به کتاب اضافه شده است که از آن جمله پیوست جدیدی شامل مطالب: تحولات OpenGL، استفاده از OpenGL در زبانهای C و C++، و مقدمه‌ای بر قابلیت‌های GPUها است. OpenGL از زمان انتشار ویرایش قبلی این کتاب تا به حال به‌طور شگرفی تکامل پیدا کرده است. در آن موقع OpenGL نزدیک به بالای یک دهه موجودیت داشت و نسخه 1.5 آن تازه ارائه شده بود. با اینکه OpenGL در آن موقع به درجه‌ای از تکامل رسیده بود ولی هنوز هم با استفاده از مدل خط - لوله تابع - ثابت اولیه پیاده‌سازی شده بود. از آن پس برای استفاده بهتر OpenGL از سخت‌افزار گرافیکی فعلی، تغییرات شگرفی در ساختار داخلی آن به وجود آمد که به‌نوبه خود باعث تغییراتی چشمگیر در API OpenGL شد.

در دوره تدارک برای ویرایش فعلی این کتاب بحث ما این بود که آیا در مورد مقدمه بر OpenGL خود به‌طور کامل تجدیدنظر کرده و API جدیدی ارائه دهیم یا نه. پس از بحثهای طولانی و نظرخواهی از اساتید تدریس‌کننده این درس تصمیم گرفتیم که استفاده از فاصل قبلی را در بحثها و مثالهای ویرایش جدید بر پایه عوامل زیر ادامه دهیم:

- کتاب، مقدمه‌ای بر OpenGL فراهم می‌آورد، و API اولیه شاید برای دانشجویانی که تازه می‌خواهند درس گرافیک را یاد بگیرند، ساده‌تر باشد.
- مبنایی گسترده از کد OpenGL فعلی وجود دارد (و برای آینده‌ای قابل پیش‌بینی، وجود خواهد داشت) که از API اولیه استفاده می‌کند.
- نسخه‌های جدید OpenGL هنوز هم API اولیه را در مدی سازگار، پشتیبانی می‌کنند.
- برای برخی از سیستمهای عامل مردمی، تنها پیاده‌سازیهای OpenGL قابل دسترسی فقط API اولیه را پشتیبانی می‌کنند.

در مورد عکس روی جلد

تصویر روی جلد فریمی را از شبیه‌سازی شکسته شدن یک تابلوی مربعی شکل موقع برخورد آن با پرتابه‌ای صلب نشان می‌دهد. شبیه‌سازی با استفاده از برنامه‌ای عنصر-متناهی که توری را در حین پیشرفت شبیه‌سازی به‌صورتی شگرف بازسازی

می‌کند، محاسبه شده است. بازسازی توری همچنین تفکیک‌پذیری توری را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که جلوه‌های فیزیکی و پیچیده شکسته شدن به نحو مطلوبی حل شود. این روش با جزئیات بیشتر در مرجع زیر^۱ توضیح داده شده است.

مثالهای برنامه‌نویسی

در این ویرایش با استفاده از کتابخانه مربوط به روتینهای گرافیکی که در بسته OpenGL عمومی، در دسترس‌اند بیش از بیست برنامه کامل C++ وجود دارد. این برنامه‌ها، کاربردهای روشهای ساخت - تصویر مینا، تبدیلات هندسی دوبعدی و سه‌بعدی، روشهای دید، پروجکشنهای پرسپکتیو، ساخت اسپلاینها، روشهای فراکتالی، ورودی - ماوس محاوره‌ای، اعمال گلچین، نمایش منوها و ریزمنوها، و روشهای پویانمایی را به تصویر می‌کشند. افزون بر این، برای نشان دادن نحوه پیاده‌سازی الگوریتمهای گرافیک رایانه‌ای برای برش، اثرات نورپردازی، پرداخت رویه، بافت‌نگاری، و بسیاری از روشهای گرافیک رایانه‌ای دیگر، بیشتر از صد قطعه برنامه C++/OpenGL ارائه شده است.

پیش‌نیاز

هیچ آشنایی مقدماتی با گرافیک رایانه‌ای لازم نیست ولی فرض بر این است که خواننده، یک زبان برنامه‌نویسی رایانه‌ای را می‌داند و با ساختمان داده‌های پایه مثل آرایه‌ها، لیستهای اشاره‌گر، فایلها، و رکوردها آشناست. در الگوریتمهای گرافیک رایانه‌ای از بعضی از روشهای ریاضی استفاده می‌شود که ما درباره این روشها، با جزئیات بیشتر در پیوست (الف) بحث می‌کنیم. این مطالب شامل روشهایی برای هندسه تحلیلی، جبرخطی، تحلیل برداری و تانسوری، اعداد مختلط، اعداد چهارتایی، حساب، و محاسبات عددی است.

این ویرایش می‌تواند کتابی درسی برای دانشجویانی باشد که با گرافیک رایانه‌ای آشنا نیستند و یا مرجعی برای حرفه‌ای‌های گرافیک رایانه‌ای باشد. تأکید روی اصولی است که برای طراحی، استفاده، و درک سیستمهای گرافیک رایانه‌ای لازم است. برای این منظور و برای به تصویر کشیدن روشها و کاربردهای هر مبحث از برنامه - مثالهای متعدد استفاده شده است.

توصیه

درس یک و/یا دو ترمی

با توجه به اهداف درس موردنظر، برای درسی یک ترمی می‌توان زیرمجموعه‌ای از مباحث مربوط به روشهای دوبعدی یا ترکیبی از مباحث دوبعدی و سه‌بعدی را انتخاب کرد. یک درس دو ترمی می‌تواند شامل الگوریتمها و مفاهیم گرافیکی مینا در ترم اول و روشهای سه‌بعدی پیشرفته در ترم دوم باشد.

درسی گرافیک رایانه‌ای مقدماتی در سطح کارشناسی را می‌توان با انتخاب مطالبی از فصلهای ۲ تا ۱۰ و ۱۷ تا ۲۰ برنامه‌ریزی کرد. بخشهای انتخاب شده از این فصلها می‌توانند به گونه‌ای باشند که روشهای دوبعدی یا فقط روشهای سه‌بعدی (یا ترکیبی از هر دو روش) را با انتخابهایی محدود و گزینشی از مباحث رنگ و نورپردازی پوشش دهند. مباحث دیگر مثل بازنماییهای فراکتالی، منحنیهای اسپلاین، بافت‌نگاری، یا روشهای بافر عمق را می‌توان در درس گرافیک رایانه‌ای ۱ ارائه داد.

برای درسی مقدماتی در مقطع کارشناسی ارشد یا دکتری، یا یک درس گرافیک رایانه‌ای پیشرفته در مقطع کارشناسی می‌توان روی دید سه بعدی، مدل‌سازی سه‌بعدی، روشهای نورپردازی، و روشهای رندر سازی رویه‌ها تأکید کرد. با وجود این، عموماً، یک درس دو ترمی می‌تواند چهارچوبی مناسب برای پوشش کامل روشهای گرافیک رایانه‌ای دوبعدی و سه‌بعدی مقدماتی و نیز شامل نمایشهای اسپلاینی، رندر سازی رویه‌ها، و تعقیب شعاع باشد.

1. Martin Wike, Daniel Ritchie, Bryan M. Klinger, Sebastian Bruke, Jonathon R. Shewchuk, and Jame F. O'Brien, "Dynamic Local Remeshing for Elastoplastic Simulation", in the proceedings of ACM SIGGRAPH 2010, article 49:1-11 (July 2010)

درسی مفاهیم پیشرفته با پیش‌نیاز گرافیک رایانه‌ای مقدماتی را می‌توان با انتخابهایی از روشهای بصری‌سازی، هندسه فراکتالی، روشهای اسپلاین، تعقیب شعاع، پرتوسنجی، و پویانمایی رایانه‌ای در یک یا دو زمینه، ارائه داد.

مطالعه انفرادی

برای مطالعه انفرادی می‌توان ابتدا فصلهای آغازین کتاب را برای آشنایی با مفاهیم گرافیک رایانه‌ای خواند و سپس بنابر نیاز، دیگر فصلها را برای مطالعه انتخاب کرد.

خلاصه فصل - به - فصل

با نگاهی گذرا به تصاویر متعدد فصل ۱ که افراد مختلف با نرم‌افزارهای گرافیکی آن را تولید کرده‌اند، به‌خوبی متوجه تنوع کاربردهای گوناگون گرافیک رایانه‌ای می‌شویم. در فصل ۲ مفاهیم مبنای گرافیک رایانه‌ای با مقدمه‌ای بر اجزای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستمهای گرافیکی ارائه شده است. فصل ۳ شامل مقدمه‌ای تفصیلی بر OpenGL و یک برنامه مثال کامل از OpenGL است. روشهای پایه برای بازنمایی و نمایش اشیای ساده، بحث در مورد روشهای تولید مبناهای تصویری مثل چندضلعیها و دایره‌ها، و قرار دادن رنگ، اندازه، و دیگر ویژگیها برای اشیاء در فصلهای ۴ تا ۶ ارائه شده‌اند. فصلهای ۴ و ۵ این موضوعات را ارائه و در مورد نحوه به‌کارگیری آنها در OpenGL بحث می‌کنند؛ فصل ۶ نیز الگوریتمهای بنیادی را برای ترسیم مبناهای و تغییر ویژگیها پوشش می‌دهد. در فصلهای ۷ و ۸ الگوریتمهای انجام تبدیلات هندسی مثل دوران و بزرگنمایی و تبدیلات دید در صحنه‌های دوبعدی بحث شده‌اند؛ فصلهای ۹ و ۱۰ همین کارها را در فضای سه‌بعدی انجام می‌دهند. روشهای مدل‌سازی سلسله‌مراتبی سیستمهای پیچیده در فصل ۱۱ ارائه شده‌اند. ساز و کارهای پویا نمایی رایانه‌ای در فصل ۱۲ بررسی می‌شوند. روشهای تولید نمایش برای اشیای پیچیده مثل رویه‌های درجه ۲، اسپلاینها، فراکتالها، و هندسه صلب ساختاری در فصلهای ۱۳، ۱۴، و ۱۵ بحث شده‌اند. در فصل ۱۶ روشهای گوناگون گرافیک رایانه‌ای برای شناسایی اشیای مرئی در یک صحنه سه بعدی مطرح می‌شود. روشهای نورپردازی و روشهای اعمال شرایط نوری برای یک صحنه در فصل ۱۷ بررسی شده‌اند. بافت - نگاری و روشهای بازنمایی جزئیات - رویه در فصل ۱۸ بررسی شده است. فصل ۱۹ شامل ملاحظات مربوط به طراحی رنگ و نیز شامل مدل - رنگهای گوناگونی است که در گرافیک رایانه‌ای مفید هستند. روشهای ورودی - گرافیکی محاوره‌ای و روشهای طراحی فاصل - کاربرهای گرافیکی در فصل ۲۰ ارائه شده‌اند. مفاهیم مربوط به نورپردازی جامع در فصل ۲۱ آمده است. سایه‌پردازهای برنامه‌پذیر در فصل ۲۲ ارائه شده‌اند. فراکتالها، سیستمهای ذره‌ای، و دیگر روشهای مدل‌سازی الگوریتمی در فصل ۲۳ بررسی شده‌اند. بصری‌سازی مجموعه‌های داده‌ای نیز در فصل ۲۴ بحث شده است.

قدردانی

برای تدوین این کتاب، افراد زیادی به روشهای گوناگون، طی سالیهای متمادی با ما همکاری کرده‌اند. ما دوباره از سازمانها یا اشخاصی که در تولید تصاویر یا مطالب دیگر همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌کنیم. همچنین قدردان نقطه‌نظرهای بسیار ارزنده دانشجویان خود در درسهای گوناگون گرافیک رایانه‌ای، بصری‌سازی، و سمنارها هستیم. ما خود را مدیون همه اشخاصی می‌دانیم که برای بهبود محتوای این کتاب، نقطه‌نظرات، پیشنهادها، و انتقاداتی ارائه داده‌اند.