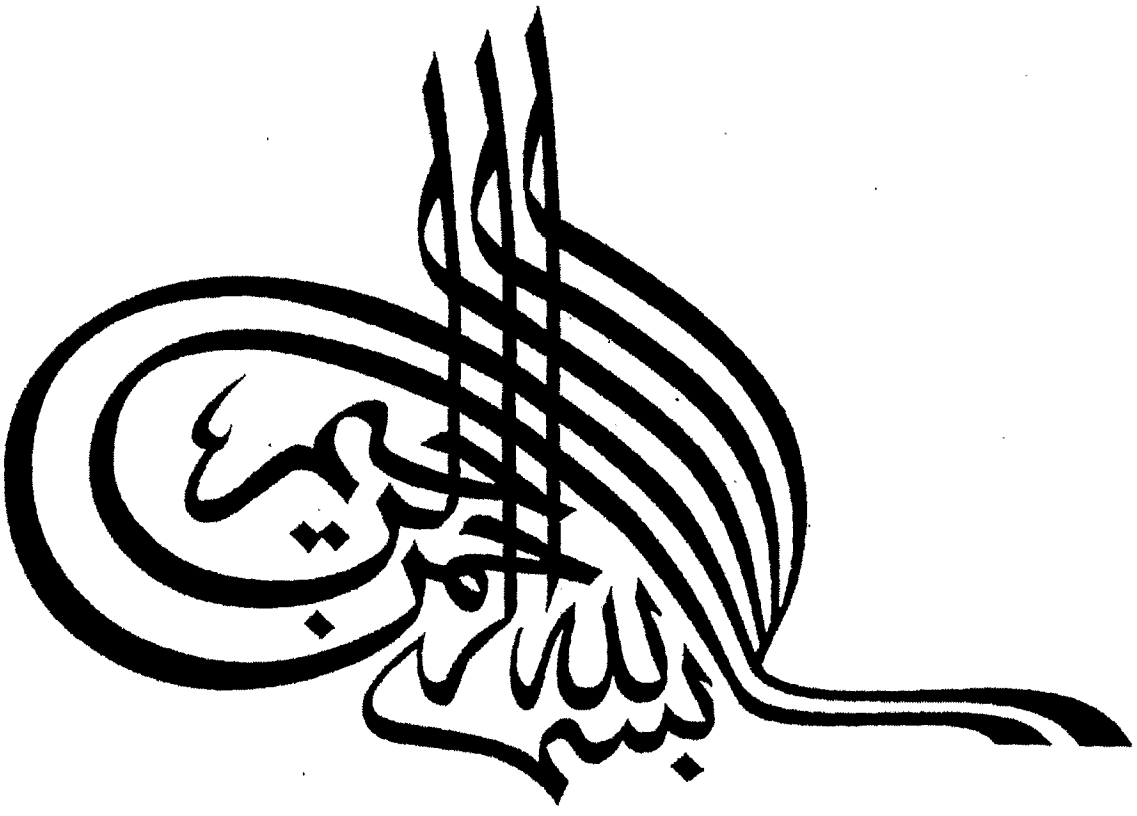

٤٩٤٤٨

دانشکده دانشگاه علم و صنعت ایران و تو

طراحی و پیاده‌سازی یک نمایه‌ساز برای شبیه ساز پرواز بر روی سه مانیتور

۱۳۸۲ /۵/ ۲۰

۱۳۸۲ /۵/ ۲۰

علی جعفری

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک

پایان نـامه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی کامپیوتر– نرم افزار

استاد راهنما:

دکتـر محمد رضا کنگاوری

آذرماه ۱۳۸۱

۴۹۴۴۹

تقدیم به :

پدر و مادرم که به من بال و پر دادند

معلمانم که پروازکردن را به من آموختند

برادر و خواهرانم که با من در اوجند

چکیده

گزارش حاضر نتایج حاصل از بررسی، طراحی و پیاده‌سازی یک نمایه‌ساز برای شبیه‌ساز پرواز بر روی سه مانیتور می‌باشد. این نمایه‌ساز با هدف انطباق بر روی شبیه‌سازهای پرواز موجود در کشور که فاقد سیستم نمایش می‌باشند و یا دارای سیستم نمایه‌سازی ضعیفی هستند، طراحی شده است. این سیستم قادر به نمایه‌سازی صحنه‌های مربوط به پرواز در ارتفاع پائین می‌باشد. با توجه به اینکه در چنین پروازهایی تولید تصاویر مناظر و پستی و بلندیها، بصورت بلادرنگ و با نرخ فریم فعل و انفعالی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، توجه اصلی این پروژه بر روی تولید تصاویر هر چه سریعتر مناظر زمینه، با سطح جزئیات متغیر پیوسته می‌باشد.

از آنجایی که سیستم نمایه‌ساز در ارتباط با دیگر زیر سیستمهای شبیه‌ساز پرواز می‌باشد، در قسمت اول پایان‌نامه، ابتدا ساختار کلی شبیه‌سازهای پرواز بررسی شده است. سپس ساختار و ویژگیهای کلی تولید کننده‌های تصاویر در شبیه‌سازهای پرواز مورد بررسی قرار گرفته است.

در قسمت دوم پایان‌نامه پس از مروری بر گرافیک کامپیوتری، الگوریتمهای مختلف نمایه‌سازی مناظر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. و الگوریتمهای تولید تصاویر مناظر با سطح جزئیات متغیر دسته‌بندی شده‌اند. آنگاه با ارائه دقیقتر دو الگوریتم Progressive Meshes و Roam که تصاویری با سطح جزئیات متغیر پیوسته تولید می‌کنند، پس از مقایسه آنها از لحاظ سرعت تولید تصاویر، الگوریتم Roam برای پیاده‌سازی انتخاب شده است.

سخت افزار مورد استفاده در این پروژه برای تولید تصاویر سه عدد کامپیوتر PC می‌باشد. با توجه به پردازشهای بسیار زیاد لازم در الگوریتم Roam و خط تولید تصاویر، برای تولید تصاویر مناظر بزرگ، کامپیوترهای PC قادر به تولید تصاویر با سرعت مطلوب نمی‌باشند. به همین دلیل بهینه‌سازیهایی در الگوریتم Roam انجام شده است.

بهینه‌سازیهای اعمال شده از طرف نویسنده در الگوریتم Roam شامل تعریف یک واحد خطای جدید می‌باشد، که از بردارهای نرمال مثلثها استفاده می‌کند. این واحد خطای جدید باعث می‌شود، برخی از پردازشهای مربوط به خط تولید گرافیکی، همراه با این الگوریتم انجام شوند.

بهینه‌سازی دیگر در الگوریتم Roam حذف سطوح پشتی، با استفاده از بردارهای نرمال مثلثها، می‌باشد. این حذف در مراحل ابتدایی پردازش الگوریتم صورت گرفته و سطوح مربوط به پشت کوهها که دیده نمی‌شوند، در بقیه پردازشها شرکت نمی کنند. بنابراین در نهایت علاوه بر کاهش زمان اجرای این الگوریتم، تعداد مثلثهای موجود در شبکه مثلث‌بندی که به خط تولید گرافیکی ارسال می‌شوند، بسیار کاهش می‌یابد.

مبنای کار الگوریتم Roam ساخت یک درخت است، که هر گرهٔ درخت، مشخص کننده یک مثلث می‌باشد. پیچیدگی زمانی اجرای این الگوریتم متناسب با عمق این درخت می‌باشد. بنابراین بهینه سازی دیگری که برای کاهش زمان اجرای این الگوریتم، انجام شده است، سعی در کاهش عمق این درخت دارد. در این بهینه‌سازی، با استفاده از ساختار سلسله مراتبی Quadtree کل منظره به نواحی مربعی تقسیم بندی شده است و الگوریتم Roam در هر یک از این نواحی اجرا می‌گردد. با کوچکتر کردن این تقسیم بندی زمان اجرای الگوریتم نیز کاهش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

سنت نیکوی سپاسگزاری از اساتید گرانقدر، کمترین وظیفه‌ای است که ازعهدهٔ سپاسگزار در قبال زحمات و راهنماییهای روشنگر آنان می‌تواند برآید، از اینرو از

- استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رضا کنگاوری که تقبل مسند راهنمایی اینجانب را نمودند و از بدو پژوهش حاضر، زحمت آموزش و همچنین تصحیح و تغییرات آنرا در کلیه مراحل با دقت و حساسیت فوق‌العاده پی‌گیری فرمودند، صمیمانه قدردانی و تشکر می‌نمایم.
- سرکار خانم دکتر هایده اهرابیان و جناب آقای دکتر حق‌جو که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه را تقبل فرمودند و نکات مفیدی را متذکر شدند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از کلیه کسانی که بنده را در مراحل مختلف انجام این پروژه یاری دادند، عزیزانی چون

- جناب آقای مهندس محمد سعیدی که در امر پیاده سازی پروژه کمکهای بسیاری به اینجانب نمودند.
- جناب آقای مهندس سید مجتبی حسینی که در مراحل تحقیقی و طراحی پروژه راهنماییهای مفیدی به اینجانب ارائه کردند.

از آقایان مهندس احمد عفیفی و مهندس محمد رضا اصغری بجستانی و دیگر مسئولین و محققین مجتمع دانشگاهی برق و الکترونیک از دانشگاه صنعتی مالک اشتر بخاطر همکاریها و مساعدتهای لازم کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

علی جعفری

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول - مقدمه

۱-۱) مقدمه ۱

۱-۲) واقعیت مجازی ۱

۱-۳) دلایل استفاده از شبیه‌ساز پرواز ۳

۱-٤) اعتبار شبیه‌ساز پرواز ٤

۱-٤-۱) کابین خلبان ٤

۱-٤-۲) احساس حرکت ٤

۱-٥) احساس حضور ٥

۱-٥-۱) سخت‌افزار واقعی ٥

۱-٥-۲) تصاویر مجازی و صدای مجازی ٥

۱-٦) فعل و انفعال بلادرنگ ٦

۱-۷) عکس‌العمل نیرو ٦

۱-۸) اجزای تشکیل دهنده شبیه‌ساز پرواز ۷

۱-۹) تاریخچه سیستمهای بصری در شبیه‌سازهای پرواز ۸

۱-۱۰) ساختار پایان نامه ۱۰

فصل دوم - سیستم تولید تصاویر در شبیه‌ساز پرواز

۲-۱) سیستم تولید تصاویر ۱۲

۲-۲) ویژگیهای کلی تولید کننده تصاویر در شبیه‌ساز پرواز ۱۳

۲-۲-۱) سرعت تولید تصاویر ۱۳

۲-۲-۱-۱) تولید بصورت بلادرنگ ۱۳

۲-۲-۱-۲) زمان تولید کم ۱٤

۲-۲-۱-۳) هزینه‌ها ۱٥

۲-۲-۲) ویژگیهای کیفیتی تصاویر ۱٥

۲-۲-۲-۱) antialiasing ۱٥

۲-۲-۲-۲) نمایش نقاط نوری ۱۵
۲-۲-۲-۳) بافتها ۱۶
۲-۲-۲-٤) افکتهای دیگر ۱۶
۲-۲-۳) ماهیت بانک اطلاعاتی اشیاء ۱۷
۲-۲-٤) ماهیت سیستمهای نمایش ۱۷
۲-۲-۵) توابع اضافی محول شده به سیستم تولید تصاویر ۱۸
۲-۳) دسته‌بندی مفهومی سیستم تولید تصاویر ۱۹
۲-٤) مسائل دخیل در کارایی سیستم تولید تصاویر ۲۰
۲-٤-۱) پردازش بانک اطلاعاتی ۲۰
۲-٤-۱-۱) ساختار بانک اطلاعاتی ۲۱
۲-٤-۱-۲) مناظر ۲۱
۲-٤-۱-۳) ساختار سلسله مراتبی ۲۲
۲-٤-۱-٤) گزینش سطح جزئیات ۲۳
۲-٤-۱-۵) حذف اشیاء کوچک ۲۵
۲-٤-۱-٦) سربار اضافی ۲۵
۲-٤-۲) انسداد ۲۶
۲-٤-۳) استراتژیهای نگاشت بافت ۲۷
۲-٤-۳-۱) کاربرد بافت ۲۸
۲-٤-۳-۲) مختصات بافت ۲۹
۲-٤-۳-۳) بافت متحرک ۳۰
۲-٤-۳-٤) حافظه بافت و صفحه‌بندی دیسک ۳۰
۲-٤-٤) مه، بخار ۳۰

فصل سوم - گرافیک کامپیوتری

۳-۱) مقدمه ۳۱

۳-۲) مدلسازی سه‌بعدی اشیاء ۳۲
۳-۳) انواع مدلسازی ۳۲
۳-٤) ساختار داده‌ای سلسله مراتبی ۳۷
۳-٥) مدلسازی مناظر ۳۸
۳-٦) تکنولوژی کلاسیک تولید تصویر از مدلهای چندوجهی ٤۰
۳-۷) سیستم‌های مختصات و پردازش‌های هندسی ٤۱
۳-۷-۱) سیستم مختصات مدلسازی یا موضعی ٤۲
۳-۷-۲) سیستم مختصات دنیای مجازی ٤۲
۳-۷-۳)سیستم مختصات چشم یا دوربین ٤۲
۳-۸) اعمالی که در فضای دید انجام می‌شوند ٤٦
۳-۸-۱) برش و حذف سطوح پشتی ٤٦
۳-۸-۲) ناحیه دید ٤۷
۳-۹) فضای نمایش سه‌بعدی ٤۸
۳-۱۰) ساده‌سازی ٤۸
۳-۱۱)تعیین جهت ٤۸
۳-۱۱-۱) چهارتایی ها ٤۹
۳-۱۲) محاسبه اشیاء داخل دید در صحنه‌های پیچیده ٥۰
۳-۱۳) سلسله مراتب تقسیم فضا ٥۱
۳-۱٤) درختهای هشت هشتی ٥۲
۳-۱٥) درختهای دودویی تقسیم‌بندی فضا ٥۳
۳-۱٦) تقسیم‌بندی توافقی با درختهای دودویی تقسیم‌بندی فضا ٥٤
۳-۱۷) درخت‌های BSP و الگوریتم‌های حذف سطوح ناپیدا ٥٥

فصل چهارم – نمایه‌سازی مناظر زمینه

٤-١) مقدمه ٥٩

٤-٢) سطح جزئیات متغیر در مناظر زمینه ٦٠

٤-٣) الگوریتمهای تولید تصویر مناظر زمینه ٦١

٤-٣-١) روشهای شبکه منظم ٦٤

٤-٣-٢) روشهای تقسیم سلسله‌مراتبی ٦٤

٤-٣-٣) روشهای شاخص ٦٦

٤-٣-٤) روشهای تهذیب ٦٧

٤-٣-٥) Decimation Methods ٦٧

٤-٤) Progressive Meshes ٦٨

٤-٤-١) تعاریف ٦٩

٤-٤-٢) نمایش PM ٧٠

٤-٤-٣) ساختPM ٧١

٤-٤-٣-١) تابع انرژی ٧٢

٤-٤-٣-٢) درخت ترکیب ٧٣

٤-٤-٣-٣) واحد خطای چهارتایی ٧٣

٤-٤-٤) تهذیب و ساده سازی انتخابی ٧٣

٤-٤-٤-١) صحت حذف یال ٧٥

٤-٤-٥) Vertex Morphing ٧٦

٤-٤-٦) تهذیب وابسته به دیدPM ٧٧

٤-٤-٦-١) الگوریتم تهذیب انتخابی ٧٨

٤-٥) الگوریتم ROAM ٨١

٤-٥-١) تعاریف ٨٢

٤-٥-٢) نمایش Roam ٨٣

٤-٥-٣) Vertex Morphing ٨٤

٤-٥-٤) الگوریتم‌های مثلث‌بندی ٨٥

٤-٥-٥) صفهای اولویت ٨٧
٤-٥-٦) بهینه سازی ٩٠
٤-٥-٦-١) برش ناحیه دید ٩٠
٤-٥-٦-٢) محاسبهٔ اولویتها ٩١
٤-٦) مقایسه Roam با VDPM ٩٢

فصل پنجم - طراحی نمایه‌ساز برای شبیه ساز پرواز بر روی ۳ مانیتور

٥-١) مقدمه ٩٤
٥-٢) اصول اولیه پرواز ٩٥
٥-٢-١) نیروهای وارد بر هواپیما ٩٥
٥-٢-١-١) نیروی برا ٩٦
٥-٢-١-٢) نیروی جاذبه زمین (نیروی وزن) ٩٧
٥-٢-١-٣) نیروی رانش ٩٧
٥-٣-١-٤) نیروی پسا ٩٧
٥-٢-٢) کنترل های پرواز ٩٨
٥-٢-٢-١) Aileron ها ٩٨
٥-٢-٢-٢) Elevator ٩٩
٥-٢-٢-٣) Rudder ١٠٠
٥-٣) ورودیهای شبیه ساز پرواز ١٠٠
٥-٤) نشاندهنده‌های آلات دقیق در کابین خلبان ١٠٠
٥-٤-١) سرعت سنج ١٠١
٥-٤-٢) ارتفاع سنج ١٠٢
٥-٤-٣) نشان دهنده‌های ژیروسکوپیک ١٠٢
٥-٥) معماری سیستم ١٠٥
٥-٥-١) سیستم شبیه سازی ١٠٥
٥-٥-٢) سیستم حرکتی ١٠٦
٥-٥-٣) سیستم صوتی ١٠٦
٥-٥-٤) سیستم نمایه ساز ١٠٧

۵-۶) سخت افزارها و نرم افزارهای سیستم شبیه ساز ۱۰۸
۵-۶-۱) شبکه ۱۱۰
۵-۶-۲) سیستم نمایش ۱۱۰
۵-۶-۳) سیستم تولید تصاویر ۱۱۱
۵-۷) سناریو ۱۱۲
۵-۸) مدلسازی ۱۱۲
۵-۹) موتور گرافیکی ۱۱۳
۵-۹-۱) تولید تصاویر آسمان ۱۱۴
۵-۹-۲) تولید تصاویر مناظر ۱۱۵
۵-۹-۳) محاسبه بردارهای نرمال مثلثها ۱۱۷
۵-۹-۴) واحد خطا ۱۱۷
۵-۹-۵) محاسبه اولویتها ۱۱۹
۵-۹-۶) حذف سطوح پشتی ۱۱۹
۵-۹-۷) الگوریتم ترکیب مثلث‌ها – Merge ۱۲۲
۵-۹-۸) صفهای اولویت ترکیب و تجزیه ۱۲۴
۵-۹-۹) الگوریتم اصلیRoam ۱۲۵
۵-۹-۱۰) برش ناحیه دید ۱۲۶
۵-۹-۱۱) ساختار سلسله مراتبی Quadtree ۱۲۷
۵-۹-۱۲) ساخت Quad Tree ۱۲۸
۵-۹-۱۳) برطرف کردن سوراخها ۱۲۹
۵-۹-۱۴) پیمایش Quad Tree ۱۲۹

فصل ششم - پیاده سازی و نتایج

۶-۱) مقدمه ۱۳۱
۶-۲) انتخاب زبان برنامه نویسی ۱۳۱
۶-۳) انتخاب واسط کارت گرافیکی ۱۳۲
۶-۳-۱) OpenGl ۱۳۳

٦-٤) پیاده‌سازی نرم‌افزاری سیستم شبیه‌سازی ١٣٤
٦-٤-١) ورودیهای سیستم شبیه‌سازی ١٣٤
٦-٤-٢) حلقه اصلی شبیه‌سازی ١٣٥
٦-٤-٣) ساختارهای داده‌ای و متغیرهای عمومی شبیه‌سازی ١٣٦
٦-٥) مدلسازی ١٣٧
٦-٥-١) مدلسازی مناظر ١٣٨
٦-٥-٢) مدلسازی اشیاء ١٣٩
٦-٥-٣) مدلسازی دنیای مجازی ١٣٩
٦-٦) پیاده‌سازی سیستم تولید تصاویر ١٤٠
٦-٦-١) محاسبات off-line الگوریتم Roam ١٤٢
٦-٦-٢) ساختارهای داده‌ای الگوریتم Roam ١٤٢
٦-٦-٣) ساختار داده‌ای Bintree ١٤٣
٦-٦-٤) تعیین اندازهٔ نهایی مربعها در تقسیم منظره ١٤٤
٦-٧) نتایج و ارزیابی ١٤٥

فصل هفتم – نتیجه‌گیری

٧-١) نتیجه‌گیری ١٥٢
٧-٢) پیشنهادات ادامه کار ١٥٥

مراجع ١٥٧

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱) شبیه ساز پرواز ۳
شکل ۱-۲) بلوک دیاگرام سیستمی شبیه ساز پرواز ۷
شکل ۲-۱) خط تولید تصاویر ۱۹
شکل ۲-۲) دو روش مدلسازی مناظر ۲۲
شکل ۲-۳) ساختار سلسله مراتبی ۲۲
شکل ۲-٤) گره تقسیم منظم و گره تصمیم‌گیری LOD ۲۳
شکل ۲-٥) سوراخهای حاصل از سطح جزئیات متفاوت در مناظر ۲٤
شکل ۲-٦) تغییر شکل اشیاء حاصل از سطح جزئیات متفاوت در مناظر ۲٤
شکل ۳-۱) نحوهٔ ساخت تصاویر دو بعدی از اشکال سه‌بعدی ۳۱
شکل ۳-۲) مدلهای شبکه چند وجهی بدن انسان ۳٤
شکل ۳-۳) مدلسازی شبکه چند وجهی وBi-Cubic Parametric Patches ۳٥
شکل ۳-٤) مدلسازی CGS ۳٦
شکل ۳-٥) ساختار داده‌ای سلسله مراتبی ۳۸
شکل ۳-٦) مناظر ممکن است تمام صفحه نمایش را پر کنند ۳۹
شکل ۳-۷) روش مدلسازی Height Field ٤۰
شکل ۳-۸) خط تولید تصاویر در گرافیک کامپیوتری ٤۱
شکل ۳-۹) اجزای مورد نیاز در سیستمهای دید ٤۳
شکل ۳-۱۰) مشخص کردن بردار N با استفاده از دو زاویه ٤٥
شکل ۳-۱۱) کنترل جهت هواپیما با استفاده از سه زاویه ٤٥
شکل ۳-۱۲) a- Culling b- Hidden Surface Removal ٤٦
شکل ۳-۱۳) View Volume ٤۷
شکل ۳-۱٤) سلسله مراتب تقسیم صحنه ٥۱

شکل ۳-۱۵) سلسله مراتب تقسیم فضای دو بعدی ۵۱
شکل ۳-۱۶) نمایش درخت جهارتایی ۵۲
شکل ۳-۱۷) نمایشهای Quadetree و BSP tree از یک ناحیه ۵۴
شکل ۳-۱۸) ساختار درختی با ۸ سطح ۵۵
شکل ۳-۱۹) ساختار درخت BSP ۵۵
شکل ۳-۲۰) ساخت درخت BSP ۵۶
شکل ۳-۲۱) درخت BSP ۵۷

شکل ٤-۱) تقسیم بندی منظره به tileها ٦۳
شکل ٤-۲) سمت چپ- شبکه منظم شطرنجی زمینه ٦٤
شکل ٤-۳) تقسیم سلسله مراتبی lindstrom ٦٥
شکل ٤-٤) شبکه مثلث‌بندی با نقاط شاخص ٦٦
شکل ٤-٥) شبکه مثلث‌بندی الگوریتم Progressive meshes ٦۸
شکل ٤-٦) اعمال تجزیه رأس و حذف یال ۷۰
شکل ٤-۷) عمل تجزیه رأس و بوجود آمدن یک رأس جدید ۷۱
شکل ٤-۸) حذف یال ۷٤
شکل ٤-۹) پارامتر بندی جدید اعمال تجزیه رأس و حذف یال ۷٥
شکل ٤-۱۰) حذف یال غیر صحیح ۷٥
شکل ٤-۱۱) یک جنگل نمایش دهنده VDPM ۷۷
شکل ٤-۱۲) شبکه تهذیب شده انتخابی ۷۸
شکل ٤-۱۳) شبکه مثلث‌بندی الگوریتم Roam ۸۱
شکل ٤-۱٤) دید از بالای شبکه مثلث‌بندی الگوریتم Roam ۸۱
شکل ٤-۱٥) سه سطح اول یک triangle bintree ۸۲
شکل ٤-۱٦) همسایه‌های یک مثلث ۸۳
شکل ٤-۱۷) تجزیه T باعث بوجود آمدن forced split می‌شود ۸٤
شکل ٤-۱۸) خطای استفاده از یک مثلث بزرگ به جای دو مثلث کوچک ۸۷
شکل ٤-۱۹) محدوده wedgie تودرتو ۸۸
شکل ٤-۲۰) انعکاس wedgie مثلث روی صفحه نمایش ۸۹

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک