دانشکده مهندسی

گروه کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته کامپیوتر

عنوان:

ارزیابی و بهبود ساختارهای تسریع رهگیری نور بر روی پردازشگرها

استاد راهنما:

دکتر عبدالحمید پیله‌ور

پژوهشگر:

علی‌اصغر بهمنش

خرداد ۱۳۹۰

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان: ارزیابی و بهبود ساختارهای تسریع رهگیری نور بر روی پردازشگرها

نام نویسنده: علی‌اصغر بهمنش

نام استاد راهنما: دکتر عبدالحمید پیله‌ور

دانشکده : مهندسی	**گروه آموزشی: کامپیوتر**	
رشته تحصیلی: کامپیوتر	**گرایش تحصیلی: هوش مصنوعی**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۶/۱	**تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۳/۴**	**تعداد صفحات: ۹۴**

چکیده:

امروزه از روش رهگیری نور در ساختن تصاویر واقعی به کمک کامپیوتر استفاده می‌شود. این تصاویر دو بعدی از تبدیل مدل‌های فرضی سه بعدی به وسیله رهگیری نور بدست می‌آیند. این روش با بهره گیری از خصوصیات نور، نور وارد شده به چشم یا دوربین را پیگیری می‌کند تا تصویری با کیفیت بالا ایجاد کند. در تصویر ساخته شده توسط این روش سایه، انعکاس و شکست نور به خوبی قابل مشاهده است. این روش باید میلیون‌ها نور را شبیه سازی و پیگیری کند و به علت محاسبات بالا برای پیدا کردن نزدیکترین برخورد نور با عناصر صحنه، رهگیری نور بسیار کند اجرا می‌شود. راهکارهایی برای تسریع رهگیری نور ارائه شده است، یکی از این راهکارها، استفاده از ساختارهای تسریعی است که عناصر صحنه را نگهداری می‌کنند. در این پایان نامه از ساختار تسریع KD-tree استفاده شده است. این ساختار به دلیل برتری‌هایی که نسبت به ساختارهای دیگر دارد بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. درخت‌های زیادی می‌توان ساخت ولی باید درختی ساخته شود که مناسب آن صحنه باشد تا برای برای پیدا کردن نزدیکترین برخورد نور سریع پیمایش شود. محققین روشی را برای ساخت درخت مناسب ارائه کردند که SAH نامیده می‌شود. این روش با استفاده از یک تابع هزینه، درختی را می‌سازد که کمترین هزینه را دارد. در ساخت تصاویر با دو هزینه روبرو هستیم: زمان ساخت درخت و زمان پیمایش-برخورد (زمان پیدا کردن نزدیکترین برخورد نور با عناصر صحنه در درخت). زمان لازم برای ساخت تصویر مجموع این دو زمان می‌باشد. در این پایان‌نامه این دو هزینه بررسی شده‌اند و روش‌هایی ارائه شده‌اند تا زمان ساخت تصویر را کاهش دهند. در روش اول زمان ساخت درخت افزایش ولی زمان پیمایش- برخورد کاهش یافته است و تصویر سریع‌تر ساخته می‌شود، این روش فقط برای صحنه‌های کوچک کارا خواهد بود و در صحنه‌های بزرگ کارا نیست. برای رفع مشکل روش اول روشی دوم را ارائه دادیم، در روش دوم در تمام صحنه‌های بزرگ زمان ساخت درخت

کاهش چشمگیری نسبت به روش SAH استاندارد داشته است و تصویر سریع‌تر ساخته می‌شود. مشـــکل روش دوم پیـــدا کردن پارامتر K است چون در این روش به صورت تجربی مقدار دهی شده است. توانستیم مقدار K را به صـــورت وفقـــی تخمین بزنیم. در این پایان‌نامه راهکار دیگری برای تسریع رهگیری نور ارائه شده است. به علت مستقل بودن نـــورهـــای خارج شده از چشم یا دوربین، هر نور به صورت جداگانه روی پردازنده‌های مختلف اجرا می‌شوند. موازی ســـازی بـــر روی رهگیری نور بسیار خوب عمل کرده است به طوری که در تمام صحنه‌ها زمان ساخت تصویر حدود ۵۰ درصد کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: رهگیری نور، پیمایش نور، SAH ، تابع هزینه، KD-tree و ساختارهای تسریع

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها، باید نام دانشگاه بوعلی (یا استاد راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم به مادر که سرودن از عشق بدون او هدر دادن واژه است و بس.

برای آنکه هیچ وقت ذره ای از خوبی هایش را سپاس نتوانم گفت: از تو نوشتن، قلمی توانا و هنری بیتا را طلب می کند که مرا توان آن نیست. تو بزرگتر از آنی که قلم شکسته چون منی یارای صعود به بارگاه آسمانی ات را داشته باشد و فخر خاکساری درگاهت و رفیع تر از آنی که بتوانم از لذت اغوایش دل بکنم.

مادر چه کنم که بیان حق شناسی سزاوارانه ات را ندارم. اندیشه قاصرم و قلم ناتوانتر از آنی است که بتواند فرشته ای چون تو را بستاید یا به ادای تکلیف چشمه ای از دریای والامقامت را بشاید مادر!

چه کنم که توشه ای بیش از این در چنته ندارم پس سخاوتمندانه همین دلواژه های نارسم را بپذیر و همای سعادت ستایشت را بر شانه های لرزانم بنشان مادر.

گفتن از کسی که مدار روح انگیزترین گل واژه ها در زیباترین نوشته ها، شعرها، قصه ها، سرودها و سخن وری و همه هنرهای عالم بر محور خورشید است چه سخت می باید.

تقدیر و تشکر

اعتراف می کنم که نه زبان شکر تو را دارم و و نه توان شکر از بندگان تو، و اما بر حسب وظیفه از استاد ارجمند دکتر پیله ور که راهنمایی، مشاوره و هدایت این پایان نامه را بر عهده داشتند کمال شکر را دارم.

و از کلیه اساتید ارجمندم در طول سالهای به یادماندنی شاگردیشان شکر می نمایم. از اساتید عزیز آقایان دکتر دزفولیان، دکتر ختن لو و دکتر منصوری زاده که در این دوران تحصیل و در این تحقیق مشوق اینجانب بوده و همواره از ایده های خوب آنان بهره مند گردیده ام، خاضعانه سپاسگزارم.

از کلیه دانشجویان به خصوص دانشجویان کارشناسی ارشد رشته کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی ورودی ۸۸ به ویژه مهندس بام نشن متشکرم.

از کلیه دانشجویان هم دوره خود به خصوص آقایان، مهندس محمدی، مهندس سالارپور، هاشمی و سرکار خانم افراسیابی متشکرم.

و در پایان از خانواده ام و همه فرشتگانی که بالهای محبت خود را گسترانیدند و با تحمل دشواری ها، سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال و فراغت بال، شوق آموختن در من زنده بماند صمیمانه سپاسگزارم و این نیست جز جلوه ای از لطف و رحمت پرودگاری که از ادای شکر حتی یک نعمت او ناتوانم.

فهرست مطالب

فصل ۱: ۱

۱-۱- مقدمه: ۲

فصل ۲: ۶

مقدمه ای بر رهگیری نور(RAY TRACING) ۶

۲-۱- مقدمه ای بر رهگیری نور ۷
۲-۱-۲- آزمایش برخورد سریع ۱۲
۲-۱-۲-۱- برخورد نور با کره ۱۳
۲-۱-۲-۲- برخورد نور با مثلث: ۱۴

۲-۲- ساختارهای تسریع ۱۷
۲-۲-۱- انواع طرح پارتیشن بندی ۱۸
۲-۲-۲- ساختارهای انطباقی در برابر ساختارهای یکنواخت ۱۹
۲-۲-۲-۲- ساخت ساختار تسریع تطابقی ۲۱

۲-۳- بررسی چند ساختارهای تسریع ۲۲
۲-۳-۱- محدوده فضایی ۲۳
۲-۳-۲- محدوده فضایی سلسله مراتبی ۲۳
۲-۳-۳- درخت پارتیشن بندی مبتنی بر فضا دوتایی ۲۴
۲-۳-۴- Octree ۲۶
۲-۳-۵- شبکه های یکنواخت و غیریکنواخت ۲۸

۲-۴- روش SAH ۳۱

۲-۵- رهگیری نور صحنه های ثابت ۳۴

۲-۶- ساخت Kd–Tree ۳۴
۲-۶-۲- ساختKd-tree مبتنی بر SAH- نمونه برداری ۳۷

۲-۷- پیمایش نور در Kd–Tree ۳۸

۲-۸- سایه زنی: **۴۱**
۲-۸-۲- روشن سازی محلی در برابر روشن سازی سراسری ۴۲
۲-۸-۳- Phong shading ۴۳
۲-۸-۳-۱- بازتاب محدود ۴۳
۲-۸-۳-۲- بازتاب پراکنده[۵۳] ۴۳
۲-۸-۳-۳- بازتاب آینه ای ۴۴
۲-۸-۳-۴- معادله phong ۴۶
۲-۸-۴- Blinn-Phong shading ۴۷

۲-۹- انواع ساختار صحنه های استفاده شده **۴۹**

فصل ۳: **۵۱**

روشی برای ساخت درخت بهینه **۵۱**

۳-۱- مقدمه **۵۲**

۳-۲- ساختار Kd-tree مبتنی بر SAH استاندارد **۵۳**

۳-۳- روش پیشنهادی **۵۷**

۳-۴- نتایج و بحث **۶۰**

۳-۵- نتیجه گیری **۶۲**

فصل ۴: روشی برای ساخت سریع kd-tree **۶۴**

۴-۱- مقدمه **۶۵**

۴-۲- روش پیشهادی **۶۵**

۴-۳- نتایج و بحث **۶۹**

۴-۴- بدست آوردن بهترین K **۷۹**

۴-۵- بدست آوردن مقدار K(محدوده فضای جستجو) به صورت وفقی **۸۲**

۴-۶- نتیجه گیری **۸۴**

پیوست **۸۶**
۵-۴-۱- معرفی ساختار داده ها در ply. و obj. ۸۷
۵-۴-۱-۱- ساختار داده ها در ply ۸۷
۵-۴-۱-۲- ساختار داده ها در obj ۸۹

مراجع ۹۰

فهرست جدول‌ها

فصل ۳: **۵۱**

روشی برای ساخت درخت بهینه **۵۱**

جدول ۳-۱- نتایج بدست آمده از روش SAH استاندارد و روش پیشنهادی ۶۱

فصل ۴: روشی برای ساخت سریع kd-tree **۶۴**

جدول ۴-۲- نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی وقتی که K برابر با$5*10^{-5}$ باشد ۷۰

جدول ۴-۳- نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی وقتی که K برابر با۰.۵ باشد . ۷۲

جدول ۴-۴- نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی۲ وقتی که K برابر با $K=5*10^{-5}$باشد. ۷۵

جدول ۴-۵- نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی۲ وقتی که K برابر با۰.۵ باشد. ۷۶

جدول ۴-۶- نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی وقتی که K برابر با ۱ باشد. ۷۸

جدول ۴-۷- انتخاب بهترین اندازه از روی نمودارها برایK ۸۱

جدول ۴-۸- انتخاب بهترین مقدار برای حدآستانهK در سه جهت محور مختصات. ۸۳

جدول ۴-۹- نتایج حاصل روش SAH استاندارد و روش پیشنهادی ۸۳

پیوست **۸۶**

جدول ۵-۳- ساختار یک مکعب سه بعدی در فایلهای ply و obj ۸۷

جدول ۵-۴- مشخصات مدلهای معیار استفاده شده ۸۹

فهرست شکل‌ها

فصل ۲: ۶

مقدمه ای بر رهگیری نور(RAY TRACING) ۶

شکل ۲-۱- تصویر ایجاد شده گوی بر صفحه تصویر توسط رهگیری نور ۷

شکل ۲-۲- نمایش ساده ای از رهگیری نور بازگشتی ۹

شکل ۲-۳- برخورد نور با کره ۱۴

شکل ۲-۴- برخورد نور با مثلث. ۱۷

شکل ۲-۵- نمونه هایی از ساختارهای تسریع ۲۰

شکل ۲-۶- شکل چپ صحنه نمایش، شکل وسط BV و شکل راست BVH ۲۴

شکل ۲-۷- انتخاب شش صفحه برش l_i، i=1…6 و درختBSP متناظر آن ۲۴

شکل ۲-۸- نمایش درختی BSP ۲۵

شکل ۲-۹- نمایی از Octree ۲۷

شکل ۲-۱۰- فضای تقسیم بندی شده توسط Octree ۲۸

شکل ۲-۱۱- سمت راست uniform grid و سمت چپ non-uniform grid ۲۹

شکل ۲-۱۲- عبور نور از سلولهای یک ساختار شبکه ای با استفاده از الگوریتمDDA ۳۱

شکل ۲-۱۳- ساخت Kd-tree با تقسیمات به صورت بازگشتی ۳۵

شکل ۲-۱۴- محاسبه مقدار NL و NR و SL و SR ۳۷

شکل ۲-۱۵- سه حالت برای پیمایش Kd-tree ۳۹

شکل ۲-۱۶- حالت استثنا در پیمایش ۴۰

شکل ۲-۱۷- رنگ آمیزی ۴۲

شکل ۲-۱۸- بازتاب پراکنده ۴۴

شکل ۲-۱۹- بازتاب آینه ای ۴۵

شکل ۲-۲۰- بازتاب پراکنده و آینه ای بر روی سه طیف آبی سبز قرمز ۴۵

شکل ۲-۲۱-Phong reflection از ترکیب سه بازتاب محدود، پراکنده و آینه ای ۴۵

شکل ۲-۲۲- مقایسه Blinn-Phong و Phong Shading ۴۷

فصل ۳: ۵۱

روشی برای ساخت درخت بهینه ۵۱

شکل ۳-۱- روش SAH استاندارد ۵۳

شکل ۳-۲- تجسم احتمال شرطی P(y/x) که یک نور قطع کند ۵۵

شکل ۳-۳- مثالی از تقسیم صحنه ۵۷

شکل ۳-۴- راس های متناظر شکل ۲ در Kd-tree ۵۷

شکل ۳-۵- مقادیر تابع هزینه برای چهار شی در مرحله اول ۵۸
شکل ۳-۶- صحنه های مختلف ۶۰
شکل ۳-۷- نمودار زمان ساخت درخت برای پنج صحنه با روش پیشنهادی ۶۱
شکل ۳-۸- نمودار زمان پیمایش- برخورد برای پنج صحنه با روش پیشنهادی ۶۲
شکل ۳-۹- نمودار زمان ساخت تصویر برای پنج صحنه با روش پیشنهادی ۶۲

فصل ۴: روشی برای ساخت سریع kd-tree **۶۴**
شکل ۴-۱- مثالی از تابع هزینه (قرمز). براساس SAH ۶۵
شکل ۴-۲- صحنه های مختلف مورد آزمایش توسط روش استاندارد و روش پیشنهادی ۶۹
شکل ۴-۳- مدلهای benchmark مورد آزمایش توسط روش پیشنهادی و روش استاندارد ۷۰
شکل ۴-۴- نمودار زمان ساخت درخت برای روش پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$ ۷۱
شکل ۴-۵- نمودار زمان پیمایش- برخورد برای روش پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$ ۷۲
شکل ۴-۶- نمودار زمان ساخت تصویر برای روش پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$ ۷۲
شکل ۴-۷- نمودار زمان ساخت درخت برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۳
شکل ۴-۸- نمودار زمان پیمایش- برخورد برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۳
شکل ۴-۹- نمودار زمان ساخت تصویر برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۳
شکل ۴-۱۰- نمودار تاثیر K بر زمانهای ساخت درخت، پیمایش برخورد و ساخت تصویر ۷۴
شکل ۴-۱۱- نمودار زمان ساخت درخت برای پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$. ۷۵
شکل ۴-۱۲- نمودار زمان پیمایش- برخورد برای روش پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$. ۷۵
شکل ۴-۱۳- نمودار زمان ساخت تصویر برای روش پیشنهادی وقتی $K=5*10^{-5}$ ۷۶
شکل ۴-۱۴- نمودار زمان ساخت درخت برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۷
شکل ۴-۱۵- نمودار زمان پیمایش- برخورد برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۷
شکل ۴-۱۶- نمودار زمان ساخت تصویر برای روش پیشنهادی وقتی $K=0.5$ ۷۷
شکل ۴-۱۷- نمودار تاثیر K بر زمانهای ساخت درخت، پیمایش برخورد و ساخت تصویر.. ۷۸
شکل ۴-۱۸- نمودار مربوط به مدل teapot ۸۰
شکل ۴-۱۹- نمودار مربوط به مدل atenea ۸۰
شکل ۴-۲۰- نمودار مربوط به مدلelephant ۸۰
شکل ۴-۲۱- نمودار مربوط به مدل venus ۸۱
شکل ۴-۲۲- نمودار مربوط به مدل bunny ۸۱

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

در چند دهه اخیر رهگیری‌نور[1] از رویای اجرا بر روی سوپر کامپیوترهای چند میلیونی به رویای اجرا بر روی لپ‌تاب‌ها در حال حرکت است. با افزایش میزان فریم‌ها در هر ثانیه، رهگیری‌نورتعاملی[2] به منظور گسترش صحنه‌های[3]متحرک و افکت‌ها رشدیافته‌است. این پیشرفت با افزایش رشد سخت-افزارها و بهینه‌شدن کدهای پیشین همراه شد.

در گرافیک‌کامپیوتری رهگیری‌نور و Rasterization روشهایی برای ساخت‌تصاویر از روی صحنه-های سه‌بعدی فرضی هستند. رهگیری‌نور تصاویر را با توجه به میزان روشنایی متقابل با صحنه و دوربین شبیه‌سازی می‌کند. اگر نورهایی که برای ساخت تصویر شبیه‌سازی شده‌اند کافی باشند، تصاویر واقعی‌تری ایجاد می‌شوند. Rasterization فقط صحنه‌ها را برای پیداکردن اشیا قابل مشاهده توسط دوربین بررسی کرده و سپس نمایش می‌دهد، در حالی که، تعامل اشیا و افکت‌های واقعی (سایه‌زنی[4]، انعکاس[5] و شکست[6] نور) را نشان نمی‌دهد. البته با بعضی تکنیک‌ها و تخمین‌ها این افکت-ها در Rasterization قابل شبیه‌سازی هستند، در حالی که، پیچیدگی کد و زمان افزایش خواهد یافت. این دو روش در صنعت فیلم‌سازی و کاربردهایی که نیاز به تعامل ندارند به‌خوبی قابل استفاده هستند[۱]. Rasterization قدمتی بیشتر از رهگیری نور دارد و به عنوان روش معمول در کاربردها بکار گرفته‌شده‌است، از این‌رو سخت افزارهای گرافیکی سازگار با این روش ساخته شده‌اند، سخت افزارهای خاص- منظوره که واحد پردازش گرافیکی[7] نامیده می‌شوند برای Rasterization مورد استفاده قرار گرفتند، این سخت افزارهای خاص منظوره باعث شدند که Rasterization مبتنی بر

[1] Ray tracing
[2] Interactive ray tracing
[3] Scenes
[4] Shadowing
[5] Reflection
[6] Refraction
[7] Graphic Processor Unit (GPU)

GPU سرعتی بیشتر نسبت به رهگیری‌نور مبتنی بر CPU داشته باشد، در حالی که، رهگیری‌نور تصاویر با کیفیت‌تری را ایجاد می‌کند. رهگیری‌نور با استفاده از قوانین فیزیک‌نور می‌تواند نور خارج شده از منبع را شبیه‌سازی و پیگیری کند، تا نزدیکترین برخورد نور ۱ با عناصر موجود در صحنه را بدست‌آورد، و با توجه به شکست نور و بازتاب نور تعیین می‌کند آیا نور وارد دوربین می‌شود یا خیر؟ از این‌رو آنچه برای ما جذابیت دارد این است که نورهای خارج شده از منبع وارد دوربین شوند تا تصویر به روی صفحه‌تصویر[۲] ساخته شود. یک عبور بهینه و عمومی این است که نور به صورت معکوس از دوربین خارج شده و با عبور از صحنه وارد منابع نوری شود. برای اینکه برخورد نور با تمام عناصر موجود در صحنه آزمایش نشود از ساختارهای‌تسریع[۳] برای پیدا کردن نزدیکترین برخورد نور با عناصر موجود در صحنه استفاده می‌شود.

دو مرحله پر هزینه در رهگیری‌نور وجود دارد: یکی ساختن ساختارتسریع و دیگری پیمایش‌نور[۴] در ساختارتسریع برای پیداکردن نزدیکترین برخورد نور(پیدا کردن نزدیک‌ترین برخورد نور با عناصر صحنه، بیش از ۹۰ درصد محاسبات را درگیر خود می‌کند). برای افزایش سرعت رهگیری‌نور کاهش این دو هزینه بخصوص هزینه پیداکردن نزدیک‌ترین برخورد اهمیت زیادی دارد. ساختارهای‌تسریع برای کاهش زمان پیمایش و زمان پیداکردن نزدیکترین برخورد بکار می‌روند. روش‌های ساخت این ساختارها، پیچیدگی زمانی و کارایی متفاوتی دارند، پس در رهگیری‌نور ساختاری باید بکار رود که هزینه ساخت کم و کارایی بالایی داشته باشد. از ساختارهایی که زیاد استفاده می‌شوند می‌توان از Grid [۲]، BVH[۵] [۴،۳]، Octree، BSP[۶] و Kd-tree [۵،۶] نام برد. ساخت Kd-tree به این صورت

[1] Intersection
[2] Image Plane
[3] Structure Acceleration
[4] Ray Traversal
[5] Bounding Volume Hierarchies
[6] Binary Space Partitioning

است که ابتدا جعبه محیطی[1] صحنه با یک صفحه‌برش[2] عمود بر محور مختصات به دو قسمت تقسیم می‌شود، سپس، فضاهای فرزند به همین شکل به فضای کوچکتر تقسیم می‌شوند. بنابراین، مساله‌ای که با آن روبرو هستیم پیداکردن صفحه‌های برشی است که فضاها را تقسیم بندی می‌کنند. زمان ساخت یک تصویر مجموع زمان ساخت درخت و زمان پیمایش درخت برای پیدا کردن نزدیکترین برخورد (زمان پیمایش- برخورد) است. سه روش برای ساخت Kd-tree در ادامه اشاره شده‌اند:

روش میانگین‌عناصر[3] یکی از روش‌های ساخت Kd-tree است که صفحه‌برش انتخاب شده در این روش اولیه‌های[4] موجود در فضا را به طور مساوی در دو طرف خودش قرار می‌دهد، این روش نیاز به محاسبات زیادی دارد و به طور عمومی استفاده نمی‌شود.

میانگین‌فضایی[5]، روشی برای ساخت درخت است که درآن صفحه برش فضای جستجو را به دوقسمت مساوی تقسیم می کند بنابراین زمان محاسباتی ناچیزی دارد، ولی درخت ساخته شده با این روش نامناسب است و زمان رندر کردن زیادی دارد.

روش سوم، مکاشفانه مساحت سطح[6] است که با انتخاب بهترین صفحه‌برش در فضا درختی با کیفیت بالا ایجاد می‌کند، ولی زمان بیشتری برای پیداکردن بهترین صفحه‌برش هزینه می‌کند. دو مشکل اصلی در استفاده از Kd-tree برای رهگیری نور وجود دارد: ساخت Kd-tree و پیمایش Kd-tree. تا کنون تعداد زیادی از محققین روی مشکل دوم کار کرده‌اند وکمتر روی هزینه و پیچیدگی ساخت Kd-tree کار شده است. به هر حال، فقدان الگوریتم ساخت موثر، تبدیل به تنگنایی برای بازدهی رهگیری نور شده است. یک الگوریتم موثر باید درخت بهینه تولید کند، پیچیدگی ساخت را

[1] Bounding Box
[2] Cut Plane
[3] Object Median
[4] primitive
[5] Spatial Median
[6] Surface Area Heuristic(SAH)

کاهش دهد، سرعت ساخت را افزایش داده و در نتیجه بازدهی را بهبود دهد.

در این پژوهش، در ابتدا روشی ارائه داده ایم تا درخت بهتری توسط روش SAH ساخته شـودریا، سپس روشی ارائه داده ایم تا زمان های ساخت درخت و زمان پیمایش-برخورد هر دو کاهش یابند. در انتها موازی سازی را روی رهگیری نور پیاده سازی کرده ایم تا رهگیری نور تسریع شود.

ساختار این پایان‌نامه به صورت زیر است:

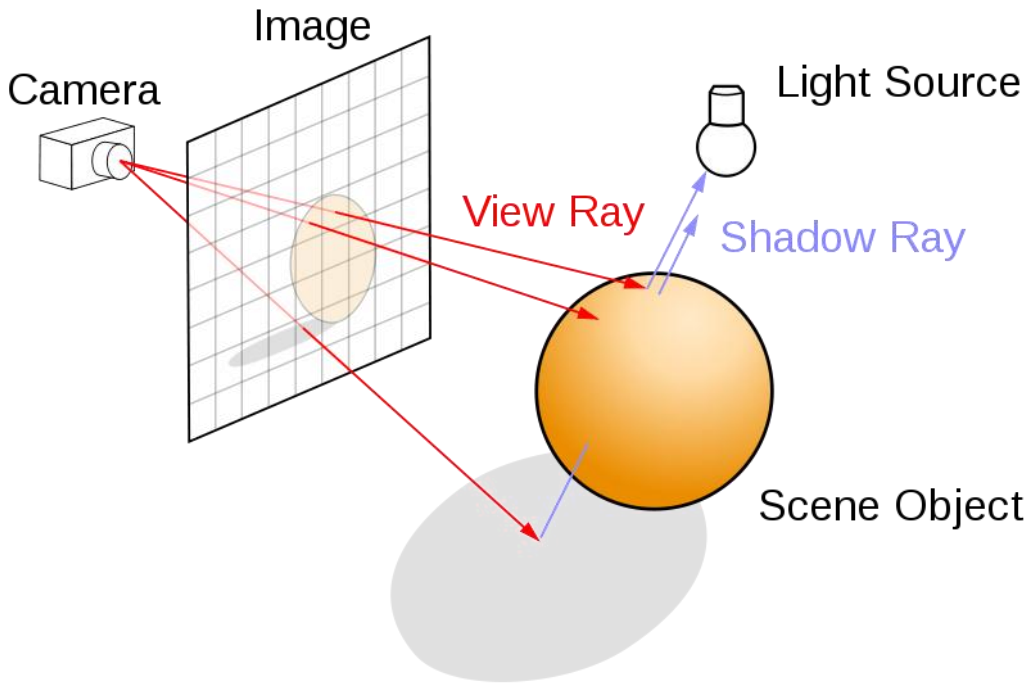
در فصل بعد مقدمه‌ای بر رهگیری نور خواهیم داشت، در فصل ۲ تاریخچه‌ای از رهگیری نور، انواع ساختارهایی که در رهگیری نور استفاده می‌شوند، برخورد نور با اولیه‌ها و موارد مربوط به رهگیری نور توضیح داده شده‌اند. در فصل ۳ یک روش مبتنی بر SAH برای ساخت یک درخت مناسب برای رندر کردن ارائه شده است. فصل ۴ یک روش پیشنهادی مبتنی بر SAH را برای ساخت درخت مناسب در زمان مناسب توضیح می‌دهد. در فصل ۴ یک روش مبتنی بـر SAH ارائـه شـده اسـت کـه مشـکلات روش‌های قبلی را بهبود داده است. در فصل۵ روش موازی سازی برای رهگیری نور پیاده سازی شـده است.

فصل ۲:

مقدمه ای بر رهگیری نور(RAY TRACING)

۲-۱- مقدمه‌ای بر رهگیری نور

الگوریتم رهگیری نور، اولین بار توسط Whitted در سال ۱۹۷۹ معرفی شد[۷] که نسبت به الگوریتم‌های قبلی مانند Rasterization و Ray Casting قابلیت‌های به مراتب قوی‌تر و بیشتری دارد. اولین الگوریتم Ray Casting که در مقابل رهگیری‌نور است، در سال ۱۹۶۸ توسط Arthur Apple معرفی شد[۸]. ایده پشت Ray Casting در این است که پرتوهای نوری از چشم فرستاده می‌شود و برای هر پیکسل، نزدیک‌ترین برخورد نور با جسم را انتخاب می‌کند. با استفاده از مشخصات جنس و تاثیرات نور، این الگوریتم می‌تواند سایه‌زنی[1] جسم را مشخص کند، در نتیجه رنگ آن جسم توسط مدل‌های رنگ‌آمیزی محاسبه می‌شود. جسم‌هایی با جزئیات زیاد که توسط سیستم مدل‌سازی ساخته شده‌اند، به راحتی توسط این روش رندر می‌شوند(شکل۲-۱).



شکل ۲-۱- تصویر ایجاد شده گوی بر صفحه‌تصویر توسط رهگیری‌نور

[1] shading

Ray Casting در گرافیک کامپیوتری برای اولین بار توسط دانشمندان در MAGI [1]در Elmsford در نیویورک بکار گرفته شد. این شرکت برای انجام دادن پرتوافشانی‌ها[2]راه اندازی شد. در بخش دفاعی این شرکت نه تنها چگونگی پرش اشعه‌های گاما از سطح یک جسم محاسبه شد، بلکه آنها چگونگی نفوذ و شکست این اشعه‌ها را هم محاسبه کردند. این استودیوها به دولت کمک کردند که برنامه‌های نظامی را بخوبی به نمایش در بیاورند. وسایل نقلیه‌ای که سربازان را از تابش محافظت کند، طراحی وسایل نقلیه فضاپیما برای بازگشت دوباره به زمین، تحت رهبری دکتر Mittelman ساخته شد. دانشمندان با توسعه روش‌هایی توانستند عکس‌هایی را با همان نرم‌افزار ابتدایی به نمایش در آوردند. این استودیو که در سال ۱۹۷۲ به استودیوی انیمیشن تبدیل شد و در یکی از پروژه‌های خود که فیلم Tron بود، با سیستم Ray Casting بخش عظیمی از آن را انجام دادند. MAGI در سال ۱۹۸۵ از رده تجارت خارج شد. تحقیقات مهم بعدی در سال ۱۹۷۹ توسط Whitted انجام شد. با این حال، Whitted کار خودش را ادامه داد و دریافت وقتی که یک پرتو به سطحی برخورد می‌کند، می‌تواند سه پرتوی سایه، شکست و بازتاب را تولید کند(شکل ۲-۲).

در دو دهه اخیر رهگیری نور به صورت علمی به عنوان یک رقیب برای بهبود روش‌های قبلی مانند Rasterization دنبال می‌شود. شبیه‌سازی و پیگیری مسیر نور در صحنه‌های مجازی راه‌حل بسیار زیبا و انعطاف‌پذیر برای مساله رندر کردن تصاویر می‌باشد که با تلاش کم می‌تواند روی سیستم‌ها اجرا گردد، به همین دلیل رهگیری نور محبوبیت پیدا کرده است. به علت محاسبات بالای رهگیری نور، تمام تلاش‌ها و روش‌های رهگیری نور بر روی کاربردهای غیرتعاملی[3] محدود شده‌اند، که به نوعی، زمان رندرینگ در هر فریم از یک دقیقه به چند ساعت روی سخت‌افزارها منجر شده است.

[1] Mathematical Application Group, Inc.
[2] Radiation Exposure
[3] Non–Interactive