

Design and implementation of an intermediate view synthesis using point cloud filtering to reduce 3D modeling error

abstract:By increasing the use of laser scanner technology, 3D-modeling objects through point cloud has received much attention recently. On the other hand, Error analysis is one of the main topics in 3D-modeling that plays an important role in the modeling process. ICP is one of the most common methods of point cloud registration which serving as a basis for numerous registration methods. ICP as an iterative algorithm for matching point clouds, tries to find the best matching between two sets of point clouds by using the Euclidean distance. Reducing 3D-modeling error using point cloud filtering is the topic of this study. At the beginning of the research, by pointing to the basic and main concepts, a brief description of 3D system's principle is given. These concepts include general configuration of binocular vision systems, epipolar geometry and matching algorithm by disparity, point cloud concept, reduction of point cloud error using noise error and point cloud registration. In order to implement the proposed method, the desired 3D model was implemented in the 3D-MAX software while the scene was photographed by four target camras located at different angles and locations. Relevant images were processed in MATLAB and the corresponding point cloud were obtained. In the proposed algorithm, by considering one point and its relavent neighboring points in the space, we calculated the normal vector of the plane passing through them, and so we performed this operation for all points. Then, by calculating the angle between each normal point with its neighboring normal points, we determined special geometric shapes such as straight line, corners with the angle of 90^0 and curves with degree of 2 or 3. After identifying points with the mentioned special feature, we applied the ICP algorithm and checked the significant reduction of the point registration error. On the other hand, this algorithm as the method in noise removal, was used to detect points with parallel normal vector. So by comparing the proposed method with other recent methods, we saw an error improvement of up to 2.34272×10^{-5} (m) and an increasing execution speed of up to 322.0568 (s). In the case of noise removal, in another experiment, we saw the detection of 88% of points with the same geometric properties and the removal of 12% of points as noise.

Keyword: point cloud filtering, three-dimensional modeling, three-dimensional modeling error, point cloud registration

طراحی و ساخت سیستم سنتز تصویر میانی با کمک فیلترینگ ابر نقاط برای کاهش خطای مدل‌سازی سه بعدی

چکیده: امروزه با استفاده‌ی روزافزون از تکنولوژی لیزر اسکنرها، مدل‌سازی سه بعدی اشیا از طریق ابرنقاط بسیار مورد توجه قرار گرفته است و از طرفی تئوری خطا به عنوان یکی از مباحث اصلی در مدل‌سازی سه بعدی مطرح شده است. الگوریتم ICP، یکی از متداول‌ترین و کارآمدترین روش‌های هم‌مرجع‌سازی ابرنقاط است که بر اساس آن، روش‌های دیگری برای بهبود کیفیت هم‌مرجع‌سازی ارائه شده است. ICP، یک الگوریتم تکراری برای تطبیق مجموعه‌ی ابرنقاط است که با استفاده از فاصله‌ی اقلیدسی بین نقاط، تطابق بهینه را محاسبه می‌کند. کاهش خطای مدل‌سازی سه بعدی با استفاده از فیلترینگ ابرنقاط، موضوعی است که در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ابتدای تحقیق با اشاره به مفاهیم پایه و اصلی، مختصری از اصول سیستم‌های سه‌بعدی بیان می‌کنیم که این مفاهیم شامل پیکربندی کلی سیستم‌های بینایی دوچشمی، مفهوم هندسه اپی‌پولار، تناظرهایی بین دو تصویر با استفاده از دیسپریتی، ایجاد ابرنقاط، کاهش خطای ابرنقاط با استفاده از الگوریتم‌های کاهش نویز و ثبت ابرنقاط است. به منظور اجرای روش پیشنهادی، مدل سه‌بعدی دلخواه در نرم‌افزار 3D-MAX پیاده‌سازی شد و با استفاده از چهار دوربین تارگت که در زوایا و موقعیت‌های متفاوت قرار گرفته‌اند، از صحنه‌ی موردنظر تصویربرداری شد. سپس تصاویر مربوطه در نرم‌افزار متلب پردازش شده و ابرنقاط مربوطه حاصل گردید. در الگوریتم پیشنهادی موردنظر، با در نظر گرفتن یک نقطه و نقاط همسایه‌ی آن در فضا، بردار نرمال صفحه‌ی گذرنده از آن‌ها محاسبه شد، به طوری که این عمل برای تمام نقاط تکرار گردید. سپس با استفاده از زوایای بردار نرمال هر نقطه با نقاط همسایه‌ی آن، اشکال هندسی خاص نظیر خط صاف، زوایای ۹۰ درجه، منحنی‌های درجه ۲ و درجه ۳ تعیین شد. پس از تشخیص نقاط با ویژگی‌های ذکر شده، الگوریتم ICP را اعمال نمودیم و شاهد کاهش محسوس در خطای ثبت ابرنقاط بودیم. در یک نمونه آزمایش صورت گرفته، تشخیص نقاط با بردار نرمال‌های موازی، به عنوان یک روش حذف نویز به کار گرفته شد که در مقایسه با سایر روش‌های بررسی شده در سال‌های اخیر موفق‌تر عمل نمود. در مبحث ثبت ابرنقاط، شاهد بهبود نسبی خطای ICP تا 2.34272×10^{-5} متر و افزایش سرعت اجرا تا ۳۲۲٫۰۵۶۸ ثانیه نسبت به ICP معمولی بودیم. در نمونه‌ی آزمایش دیگر نیز که در مبحث حذف نویز صورت گرفت، شاهد تشخیص ۸۸٪ نقاط با بردارهای موازی و حذف ۱۲٪ نقاط به عنوان نویز بودیم.

کلید واژه: فیلترینگ ابرنقاط، مدل‌سازی سیستم‌های سه بعدی، خطای مدل‌سازی سه بعدی، ثبت ابرنقاط، الگوریتم ICP، بردار نرمال ابرنقاط