

TURUN YLIOPISTO  
Informaatioteknologian laitos

AROLA, ANTTI:

Kolmiulotteisen polygonin piirron perusteet

Diplomityö, 97s.  
Ohjelmistotekniikka  
Kesäkuu 2010

---

Kolmiulotteista grafiikkaa käytetään hyväksi esimerkiksi elokuvissa sekä tietokoneohjelmissa, erityisesti peleissä ja CAD-suunnitteluohjelmissa. 3D-grafiikassa kolmiulotteisista geometrisista kappaleista koostuvasta maailmasta tuotetaan valitusta kuvakulmasta kaksiulotteinen kuva tai kuvia, jotka näyttävät kolmiulotteisilta. Erityisesti reaaliaikaista 3D-grafiikkaa tuottaessa maailman muodostavat geometriset kappaleet esitetään joukkona polygoneja, eli monikulmioita, jotka muodostavat kappaleen pinnan. Polygonit puolestaan määritellään kulmapisteiden eli verteksen avulla, jotka siirretään kolmiulotteisesta maailmasta kuvan kaksiulotteisiksi koordinaateiksi, jolloin polygonit voidaan piirtää.

Tämän tutkielman aiheena on tarkastella miten kolmiulotteisessa maailmassa määritelty polygoni saadaan piirrettyä kaksiulotteiseen kuvaan. Tutkielmassa käsitellään geometriset transformaatiot, transformaatioliukuhinna ja kaksiulotteiseen polygoniin kuuluvien kuvapisteiden selvitys. Lisäksi käytännön osuutena on toteutettu ohjelmistopohjainen renderöintiliukuhinna, jossa esiteltyä teoriaa on sovellettu käytäntöön.

Geometriset transformaatiot perustuvat matriisialgebraan, ja niillä voidaan muuttaa polygonin paikkaa, kokoa ja orientaatiota. Homogeenisten koordinaattien avulla transformaatioille saadaan yhtenäinen esitysmuoto, joilloin niitä on mahdollista yhdistää. Yhdistämällä transformaatioita voidaan polygonille soveltaa useaa transformaatiota yhdellä matriisien kertolaskulla, jolloin tarvittavan laskennan määrä vähentyy.

Geometriset transformaatiot ovat tärkeä osa transformaatioliukuhinnaa, jolla kolmiulotteisen avaruuden polygonin kulmapisteet muutetaan vastaaviksi kaksiulotteisen kuvan koordinaateiksi. Transformaatioliukuhinnassa polygoneja siirretään avaruudesta toiseen, jolloin lopulta polygonit sijaitsevat oikeassa suhteessa toisiinsa ja pisteeseen josta kolmiulotteista maailmaa katsotaan. Suorittamalla projektio tähän avaruuteen, saadaan kolmiulotteisen maailman polygoneista kaksiulotteinen esitysmuoto, jolloin ne voidaan piirtää valitsemalla polygonien sisällä olevat kuvapisteet.

Asiasanat: kolmiulotteinen grafiikka, polygoni, geometrinen transformaatio, homogeeninen koordinaatisto, transformaatioliukuhinna, rasterointi

UNIVERSITY OF TURKU  
Department of Information Technology

AROLA, ANTTI: Basics of Three-Dimensional Polygon Rendering

Master of Science in Technology Thesis, 97p.  
Software Engineering  
June 2010

---

Three dimensional graphics is widely used in movies and computer software, especially in games and CAD software. In 3D-graphics two-dimensional pictures are rendered from a world created of three-dimensional objects. Especially when rendering real-time 3D-graphics, the objects are represented by a set of polygons which form the surface of the object. A polygon is defined by its corner points which are called vertices. The vertices of the polygon are transformed from the three-dimensional space to the coordinates of a two-dimensional picture, after which the polygon can be drawn to the picture.

This thesis explains the basics of how a polygon defined in a three-dimensional space can be rendered to a two-dimensional picture. The topics of the thesis are geometric transformations, transformation pipeline and selection of the pixels inside a two-dimensional polygon. Thesis includes also an implementation of a rendering pipeline which presents how the theory can be used in practice.

Geometric transformations are used to transform the place, size and orientation of a polygon. Transformations are executed by matrix operations and by using the homogeneous coordinates all the transformations can be executed by matrix multiplications. The homogeneous coordinates thus enable the concatenation of the transformations which decreases the amount of the needed computation as many transformations can be applied with only one matrix multiplication.

Geometric transformations have an important role in the transformation pipeline, which transforms the three-dimensional vertex coordinates into the two-dimensional picture coordinates. In transformation pipeline the polygons are moved from one coordinate system to another until they are in right relation to each other and to the point from where the three-dimensional world is viewed. Then the projection is executed which finally transforms the three-dimensional coordinates to the two-dimensional picture coordinates after which the polygons can be rendered to the picture by drawing the pixels which are inside the polygon.

Keywords: Three-Dimensional Graphics, Polygon, Geometric Transformation, Homogeneous Coordinates, Transformation Pipeline, Rasterization