

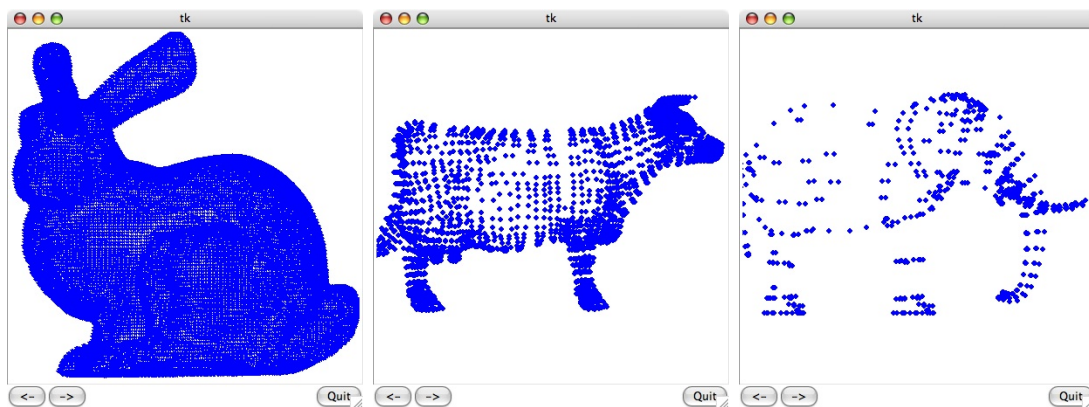
Übungsblatt 4

Aufgabe 1. Schreiben Sie einen einfachen *Punkt-Renderer*, also ein Programm zur Darstellung von 3D-Punktwolken. Beim Aufruf von

```
python pointViewer.py objectPoints
```

soll Ihr Programm die Punkte aus der Datei `objectPoints` einlesen und mittels orthographischer Parallelprojektion in einer initialen Lage darstellen (siehe Abbildung). Gehen Sie hierzu folgendermaßen vor

1. Berechnen Sie die Boundingbox des eingelesenen Modells.
2. Verschieben Sie den Mittelpunkt der Boundingbox des Modells in den Ursprung und skalieren Sie die Boundingbox (und damit das Modell) anschließend in den Bereich $[-1, 1]^3$.
3. Projizieren Sie das Modell mittels orthographischer Parallelprojektion in den Bereich $[-1, 1]^2$ auf die xy -Ebene.
4. Transformieren Sie den Bild-Bereich $[-1, 1]^2$ in den Viewport-Bereich $[0, 0] \times [\text{Fensterbreite}, \text{Fensterhöhe}]$. Beachten Sie dabei, dass der Nullpunkt bei *TKinter* in der linken oberen Ecke liegt.

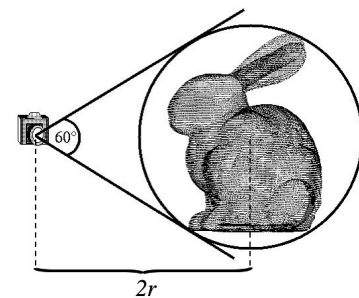


Nachdem das Modell angezeigt wurde, soll es weiterhin mit Hilfe von zwei Buttons in positive und negative Richtung um den Mittelpunkt der Modell-Bounding-Box, um eine Achse parallel zur y -Achse gedreht werden können.

Unter www.mi.hs-rm.de/~schwan/Vorlesungen/GenCG/ finden Sie Punktdaten zum Testen sowie das Programm `pointViewerTemplate.py`. Letzteres können Sie als Schablone für Ihr Programm verwenden.

Aufgabe 2. Erweitern Sie das Programm aus Aufgabe 1 so, dass das Objekt mittels perspektivischer Projektion (auf die xy -Ebene) abgebildet wird. Ihre virtuelle Kamera sollte dabei im Punkt $(0, 0, d)$, also mit dem Abstand d auf der z -Achse des Weltkoordinatensystems, positioniert sein und in Richtung des Ursprungs schauen. Der Up-Vektor der Kamera sei der Vektor $(0, 1, 0)$.

Da der Sichtkegel des menschlichen Auges einen Öffnungswinkel von ungefähr 60 Grad hat, sollte Ihre virtuelle Kamera für eine möglichst natürliche Darstellung ebenfalls diesen Öffnungswinkel haben. Ein geeigneter Abstand d zwischen Kamera und Objekt läßt sich mit Hilfe des *Sichtkugelverfahrens* bestimmen. Hierbei wird zunächst eine (möglichst eng passende) Kugel vom Radius r um das Objekt bestimmt.



Als Abstand vom Kugelmittelpunkt zur Kamera (Projektionszentrum) wählt man nun $d = 2r$. Wegen $\sin(30) = 0.5$ ergibt das einen Öffnungswinkel von 60 Grad. Eine gute Näherung für r ist der Radius der kleinsten Kugel um die Objekt Bounding-Box. Diese Radien ergeben sich einfach als Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Bounding-Box und ihren Eckpunkten.

Probieren Sie weitere Werte für den Abstand d aus. Welche Effekte erhalten Sie bei sehr großen bzw. sehr kleinen Werten von d ?

Mit geeignet zu wählenden Werten für N und F sowie dem Bildseitenverhältnis $aspect = width/height$ erhält man

$$y_t = N \cdot \tan\left(\frac{\pi \cdot 30}{180}\right), \quad y_b = -y_t \quad \text{und} \quad x_r = y_t \cdot aspect, \quad x_l = -x_r$$

und damit als Matrix für die *perspektivische Transformation*

$$\mathbf{T}_{Pers} = \begin{pmatrix} \frac{\cotan\left(\frac{\pi \cdot 30}{180}\right)}{aspect} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cotan\left(\frac{\pi \cdot 30}{180}\right) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-(F+N)}{F-N} & \frac{-2 \cdot F \cdot N}{F-N} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$