

Praktikum Augmented Reality

Abgabetermin:

Die Lösung zu diesem Übungsblatt ist bis zum 23.06.2004 abzugeben.

Aufgabe 20 (P) Hot-Spot Kalibrierung

Hot-Spot Kalibrierung berechnet den *offset* p_h der Spitze eines Zeigegerätes im Koordinatensystem des verwendeten Markers mit der Position p_t und Orientierung \mathbf{R}_t . Zu diesem Zweck bewegt der Benutzer das Zeigegerät derart daß die Spitze etwa auf einem Tisch immer an der selben Stelle steht und der Zeiger auf einer Kugelschale um die Spitze rotiert wird (siehe Abbildung 1). Dadurch erhalten wir eine Reihe von Messpunkten i welche jeweils die Gleichung

$$\begin{pmatrix} p_w \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_t^i & p_t^i \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_h \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

erfüllen. Hierbei ist p_w die Spitze des Zeigegerätes in Weltkoordinaten. Es ist offensichtlich daß p_h and p_w konstant aber unbekannt sind. Wir kobnsturieren uns nun das folgende lineare Gleichungssystem,

$$\begin{pmatrix} \mathbf{R}_{t^1} & -\mathbf{I} \\ \mathbf{R}_{t^2} & -\mathbf{I} \\ \vdots & \vdots \\ \mathbf{R}_{t^n} & -\mathbf{I} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_h \\ p_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -p_{t^1} \\ -p_{t^2} \\ \vdots \\ -p_{t^n} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

und lösen dieses stark überbestimmte System (sechs Unbekannte und hunderte von Messwerte, jeder mit drei Gleichungen) nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate.

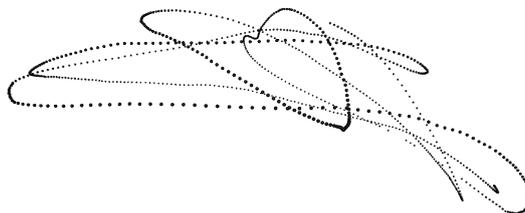


Abbildung 1: Hot-Spot Kalibrierung: Visualisierung der Messpunkte während der Kalibrierung.

Dies maachen wir mit Hilfe der Singulärwertzerlegung (SVD) von \mathbf{A} , welche uns

$$\mathbf{A} = \mathbf{U}\mathbf{\Sigma}\mathbf{V}^T. \quad (3)$$

gibt, wobei Σ eine Diagonalmatrix ist welche in den Diagonalelementen die Einträge $\frac{1}{w_i}$ enthält. Damit ergibt sich für die Lösung des Gleichungssystems die Formel:

$$\begin{pmatrix} p_h \\ p_w \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\mathbf{U}_{(i)} \cdot \mathbf{b}}{w_i} \right) \mathbf{V}_{(i)}$$

mit $\mathbf{U}_{(i)}$ die i -te Spalte von \mathbf{U} sowie $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} -p_{t^1} \\ -p_{t^2} \\ \vdots \\ -p_{t^n} \end{pmatrix}$. (Numerical Recipes, Eq. 15.4.17)

Zusätzlich kann man aus den Werten in Σ mit dem relativen Verhältniss des größten zum kleinsten Wert die Kondition der Matrix \mathbf{A} als Mass für die Qualität der Lösung erhalten. Abhängig von der Qualität kann man nun die Kalibrierungsprozedur wiederholen lassen oder zumindest den Wert ausgeben.

- Implementieren Sie die Hot-Spot Kalibrierung entsprechend dem obigen Algorithmus.
- Geben Sie die Qualität der Kalibrierung aus.
- Zeigen Sie dem Benutzer *online* die Messpunkte sowie die Schätzung für den Hot-Spot. Zeichnen Sie dazu etwa eine Linie vom Schwerpunkt der verwendeten Marker zum errechneten Hot-Spot.

Aufgabe 21 (P) Dokumentation

In dem Gebiet der Augmented Reality spielt eine gute Dokumentation eine große Rolle. Die folgenden Aufgaben sollen die Wiederverwendbarkeit Ihrer im Praktikum implementierten Aufgaben gewährleisten.

- Checken Sie alle von der Übungsleitung akzeptierten Aufgaben in das CVS, wie auf Blatt 2 beschrieben, ein. Vergessen Sie dabei nicht die Pattern und jeweils ein Readme File beizulegen.
- Machen Sie von allen bisherigen Programmieraufgaben einen schönen Screenshot. Schicken Sie die Screenshots an die Praktikumsleitung und checken Sie diese zusätzlich im cvs bei den jeweiligen Aufgaben ein.
- Passen Sie Ihre Makefiles entsprechend der Musterlösung zu Blatt 2 so an, daß mit dem Befehl 'install' das entsprechende Programm zusammen mit sämtlichen benötigten Patterns installiert wird, und mit dem Befehl 'uninstall' diese wieder deinstalliert werden. Achten Sie bitte hier auch auf geeignete Benennung der Dateien!

Aufgabe 22 (P) Projektaufgabe

Nächste Woche sollen die Projektaufgaben beginnen. Dazu werden in dieser Aufgabe die Projektvorschläge konkretisiert und Arbeitsziele definiert.

Legen Sie zusammen mit Ihrem Projektteam eine Wikiseite an, auf der Sie einen Projektplan und eine Projektbeschreibung mithilfe geeigneter MockUps (Screenshots) erstellen. Zusätzlich sollen die Anforderungen und eine Funktionalitätsbeschreibung auf dieser Seite abgelegt werden.

Diese Seite gilt als Diskussionsgrundlage für die erste Besprechung mit Ihrem Betreuer.