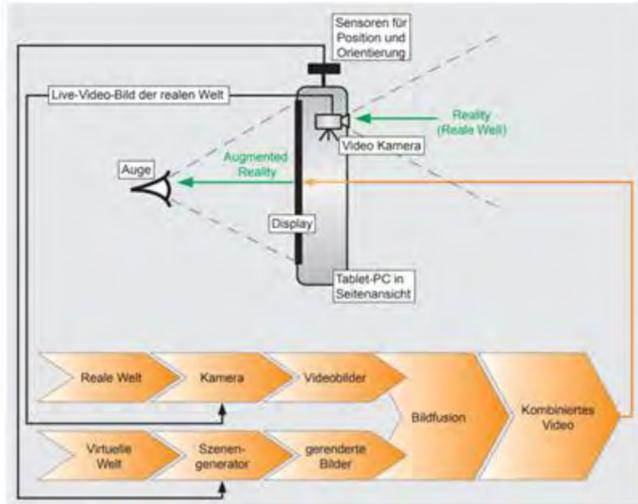


Konzeption einer AR-Anwendung zur Veranschaulichung wechselnder Wasserstände in Auengebieten

Bachelor-Thesis



Einleitung

Das Naturschutzzentrum Karlsruhe-Rappenwört plant mit dem Projekt Umwelt 4.0 den bestehenden Naturerlebnispfad mit digitalen Inhalten zu erweitern. Für eine Station soll mit Hilfe einer AR-App wechselnde Wasserstände in Auengebieten simuliert werden. Dabei werden verschiedene Hochwassersituationen im Naturschutzgebiet als AR-Einblendung dargestellt. Dadurch, dass die Informationen unmittelbar vor Ort sichtbar sind, werden diese besser wahrgenommen. Außerdem ist eine bessere Interpretation der Daten gegeben. Durch die Hochwasser-App soll den Besuchern die Gefahr von Hochwasser vermitteln und bewusst gemacht werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die entsprechende AR-App mit der Spiele-Engine Unity entwickelt. Außerdem wurde untersucht, welche Abweichungen in AR-Anwendungen vorkommen dürfen, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu gewährleisten.

Fehler in AR-Systemen

In AR-Systemen gibt es grundsätzlich zwei Arten von Fehlern, die statischen und die dynamischen Fehler. Statische Fehler treten auf, sobald das System aktiv ist. Hierzu zählen mechanische Ausrichtungsfehler, Fehler in den optischen Komponenten, sowie Messfehler des Trackingsystems. Diese Fehler können oft bestimmt und teilweise eliminiert werden (z.B. Kalibrierung der Kamera). Dynamische Fehler treten nur bei Bewegung im System auf, also z.B. wenn sich der Nutzer zur Seite dreht. Diese Fehler werden durch Zeitverzögerungen zwischen den Datenströmen der realen und virtuellen Bilder verursacht. Die Folge ist, dass das virtuelle Objekt an der falschen Position eingeblendet wird. Diese Fehler können unter anderem durch das Anpassen der Datenströme, durch die Vorhersage des Nutzerstandortes, durch Sensorfusion und dem Einsatz von Filter-Methoden (z.B. Kalman-Filter, Partikel-Filter) reduziert werden. Durch den Einsatz graphischer Ansätze kann die Auswirkung der Abweichungen auf das Nutzererlebnis verringert werden. Beispielsweise wirkt sich das Hinzufügen von Tiefeninformationen, die einen Bezug zum Untergrund herstellen positiv auf die Wahrnehmung der virtuellen Objekte aus. Einen großen Einfluss auf die Genauigkeit des gesamten Systems hat das eingesetzte Trackingverfahren. Hier ist es entscheidend welche Sensoren eingesetzt werden. Die maximal erreichbare Genauigkeit des AR-Systems wird im Wesentlichen von der Genauigkeit der Positionsbestimmung des Nutzers und der virtuellen Objekte bestimmt. Das bedeutet, dass ein virtuelles Objekt nur so genau in der realen Welt platziert werden kann, wie die Positionsbestimmung des Nutzers erfolgt.



Die Erstellung der AR-App

Die AR-Anwendung wurde mit der Spiele-Engine Unity entwickelt. AR-Inhalte können über das Framework AR Foundation hinzugefügt werden. Innerhalb von Unity kann so mit verschiedenen AR-Plattformen gearbeitet werden. Für eine Nutzung für Android-Endgeräte, wie in diesem Fall vorgesehen, wird die Plattform ARCore von Google verwendet. Diese stellt verschiedene Funktionalitäten zur Verfügung. Die wichtigsten, die für diese App verwendet werden sind:

- Bewegungstracking
- Umgebungserkennung
- 2D Image-Tracking
- Session-Management
- Occlusion (Verdeckung)

Der große Vorteil von ARCore ist, dass die AR-App mit einem handelsüblichen Smartphone verwendet werden kann. Es sind keine zusätzlichen Sensoren notwendig.

Die erstellte App ist in zwei Screens gegliedert. Der Startbildschirm wird über das Hauptmenü realisiert. In diesem kann ausgewählt werden, welche Hochwassersituation in der AR-Ansicht dargestellt wird. Gewählt werden kann zwischen sieben verschiedenen Szenarien, bei verschiedenen Rheinabflüssen. Es kann eingestellt werden, ob die Wasserfläche halbtransparent oder deckend dargestellt wird. Außerdem werden Informationen zu der ausgewählten Hochwassersituation angezeigt. Durch einen Button kann die AR-Ansicht gestartet werden. Hier sieht der Nutzer das Kamera-Livebild auf dem Display des Smartphones. Zusätzlich wird die virtuelle Wasserfläche eingeblendet. Um die Wasserfläche an der richtigen Stelle in der realen Welt zu platzieren, wird auf die gemessene GPS-Position des Smartphones zugegriffen. Um die Geräteposition und Orientierung zu verfolgen, werden außerdem die Magnet- und Orientierungssensoren des Smartphones verwendet. Da die Bestimmung der absoluten Höhe mit Hilfe satellitenbasierter Verfahren für diese Anwendung nicht die gewünschte Genauigkeitsanforderung erfüllt, wird die Höhe in Relation zu einem zuvor definierten Höhenbezugspunkt festgelegt. Dieser ist in Form eines Markers (Target), der in der vorliegenden Umgebung platziert wird vorhanden. Die Höhe des Wasserspiegels wird nach Erfassung und Verfolgung des Targets relativ zu diesem festgelegt (markerbasiertes Tracking). Dafür werden die Inertialsensoren des

Smartphones, sowie bildbasierte Trackingverfahren, welche über ARCore zur Verfügung gestellt werden, verwendet. Die Realisierung der Verdeckung virtueller Objekte durch reale Gegenstände (z.B. durch davor gelegene Bäume), wird mit Hilfe von Tiefeninformationen, die über einen LiDAR-Sensor des Smartphones ermittelt werden, umgesetzt. Die Interaktion mit der AR-Anwendung erfolgt mit entsprechenden UI-Elementen, wie ein Dropdownmenü, Toggle oder Slider, die über das Display mit dem Finger bedient werden. Über einen Slider kann die Hochwassersituation direkt verändert werden. Außerdem können Zusatzinformationen, sowie eine Übersichtskarte über das Gebiet eingeblendet werden.

Mindestgenauigkeit einer AR-Anwendung

Die maximal zulässige Abweichung in AR-Systemen muss für jede AR-Anwendung einzeln betrachtet werden. Dies ist von dem jeweiligen Einsatzgebiet und dem damit verbundenen Zweck der Anwendung abhängig. Steht das virtuelle Objekt in einem direkten Bezug zu einem realen Objekt, gibt es hohe Anforderungen an die Positionierungsgenauigkeit. Bereits kleinste Abweichungen wirken sich negativ auf das immersive Erlebnis aus. Ein Beispiel hierzu ist die Einblendung einer geplanten Fassade über der bereits bestehenden. Ist hingegen kein direkter Bezug zu einem realen Objekt vorhanden, ist die Toleranz für auftretende Abweichungen größer. Bei der vorliegenden AR-App gibt es beispielsweise eine geringe Genauigkeitsanforderung an die Lage. Für den Nutzer ist es nicht relevant, ob die Wasserfläche an der vorgegebenen Stelle mit einer Genauigkeit von wenigen cm oder von 10 m eingeblendet wird, da aufgrund der Größe des virtuellen Objekts immer der komplette Sichtbereich von der Wasserfläche ausgefüllt wird. In diesem Fall wichtiger ist die Darstellung der richtigen Höhe der Wasserfläche. Die Wassertiefe wird mit einer Genauigkeit von 2 cm dargestellt. Dies sind typische Werte, für das eingesetzte markerbasierte Tracking.

In vielen Anwendungsfällen ist für ein immersives Erlebnis weniger die numerische Genauigkeit, sondern vielmehr eine realitätsnahe Darstellung von Bedeutung. Hier sollte darauf geachtet werden, dass das virtuelle Objekt stimmig in das reale Umfeld integriert wird und nicht als Fremdkörper wirkt. Eine realitätsnahe Verdeckung muss in jedem Fall garantiert sein, da sonst die räumliche Orientierung in der Umgebung verloren geht.