Ein Intelligentes Fenster zum Hamburger Hafen: Entwicklung einer AR-Fensterscheibe für Ausstellungen und Museen

Jan Jessen, Eike Langbehn
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
jan.jessen@haw-hamburg.de, eike.langbehn@haw-hamburg.de

Abstract: VR-Anwendungen in Ausstellungen und -Museen haben Nachteile wie Benutzerzurückhaltung und hohe Betreuungskosten. Smartphone-AR ist eine gängige Lösung, aber hat eigene Einschränkungen. Wir haben eine AR-Fensterscheibe als Outdoor-Ausstellungsstück für den Hamburger Hafen entwickelt. Die Umsetzung umfasst AIS-Datenempfang, Tiefenkamera zur Betrachtererfassung und ein T-OLED-Display. Die AR-Fensterscheibe zeigt Potenzial, aber Latenz und Displayhelligkeit müssen verbessert werden. Die Lösung bietet eine inklusive Alternative für Ausstellungen und Museen.

Keywords: Augmented Reality, Smart Window, AR-Fensterscheibe

1 Einleitung

In den letzten Jahren haben Virtual-Reality-Exponate (VR-Exhibits) in Ausstellungen und Museen zunehmend an Beliebtheit gewonnen [BBM18]. Sie bieten Besuchern die Möglichkeit, interaktive und immersive Erfahrungen zu machen. Trotz ihrer Attraktivität sind VR-Exhibits jedoch mit einigen Nachteilen verbunden, die ihre praktische Anwendung in Ausstellungen und Museen einschränken.

Ein Hauptproblem besteht darin, dass viele Menschen Hemmungen haben, VR-Brillen zu tragen, da sie sich in ihrer äußeren Erscheinung unsicher fühlen. Darüber hinaus erfordert die Nutzung von VR-Exhibits einen hohen Betreuungsaufwand seitens des Personals, da Erklärungen, Unterstützung und Sicherheitsmaßnahmen bereitgestellt werden müssen. Die Reinigung der VR-Brillen stellt ebenfalls eine Herausforderung dar, da sie anfällig für Verschmutzungen und hygienische Probleme sind.

Ein weiteres Hindernis für die Nutzung von VR-Exhibits ist die hohe Hürde zum Ausprobieren. Dies führt dazu, dass einige Besucher von der Teilnahme abgeschreckt werden und die VR-Exponate nicht nutzen möchten. Zudem leiden manche Menschen unter Motion Sickness, was die Nutzung von VR-Brillen unangenehm macht. Zusätzlich sind VR-Exhibits oft nicht barrierefrei und können Brillenträger, technisch unerfahrene Personen oder Kinder ausschließen.

Um die genannten Probleme zu umgehen, greifen Ausstellungen und Museen häufig auf

Smartphone-Augmented-Reality (AR) als Alternative zurück [ZCW22]. Diese Lösung setzt jedoch voraus, dass die Besucher ein eigenes leistungsfähiges Smartphone besitzen. Zudem erfordert die Nutzung von Smartphone-AR eine Entkopplung des Betrachters vom eigentlichen Inhalt, da das Smartphone als Schnittstelle verwendet wird. Unterschiedliche Nutzer haben unterschiedliche Erfahrungen, abhängig von der Leistungsfähigkeit und den Funktionen ihrer Smartphones.

In Anbetracht dieser Probleme und Einschränkungen stellt sich die Frage, ob es möglich ist, eine alternative Lösung zu entwickeln, die die Nachteile von VR-Exhibits und Smartphone-AR überwindet. Diese Arbeit zielt darauf ab, eine Antwort auf diese Frage zu finden, indem die Entwicklung einer AR-Fensterscheibe als mögliche Lösung untersucht wird [HWH+19]. Durch die Anzeige von perspektivkorrekten Inhalten im Hintergrund auf einem transparenten OLED-Display im Vordergrund soll eine immersive Erfahrung geschaffen werden. Die AR-Fensterscheibe ermöglicht es den Besuchern, den eigentlichen Inhalt zu betrachten, ohne auf eine VR-Brille oder ein eigenes Smartphone angewiesen zu sein. Beispielhaft entwickeln wir eine Anwendung für die AR-Fensterscheibe, die die Bewegungen der Schiffe (und Zusatzinformationen wie Herkunftsland, Zielort, usw.) im Hamburger Hafen abbildet als "Intelligentes Fenster zum Hamburger Hafen", und die für eine Outdoor-Ausstellung geeignet ist.

2 Umsetzung

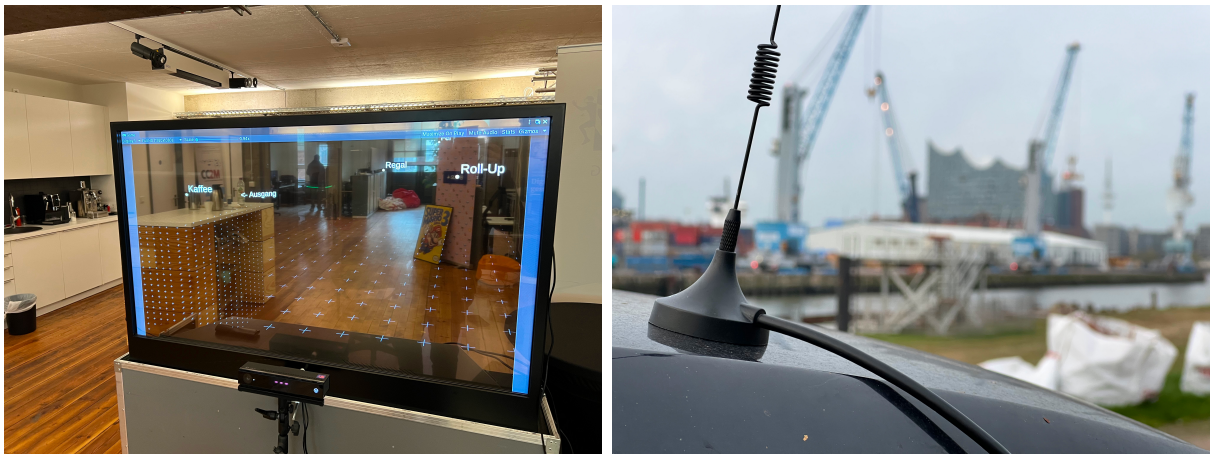

Abbildung 1: Das Setup der AR-Fensterscheibe in einer Indoor-Testumgebung: Transparentes OLED-Display und Kinectv2 (links) und Radioantenne zur Erfassung der AIS-Daten (rechts). Final wird die AR-Fensterscheibe Outdoor im Hamburger Hafen aufgestellt, und die Positionen der Schiffe werden aus einer egozentrischen Perspektive für den Betrachter visualisiert. Aufgrund der Transparenz des Displays kann weiterhin der reale Hafen durch die Fensterscheibe gesehen werden.

Die Umsetzung der AR-Fensterscheibe erfordert die Berücksichtigung mehrerer Kompo-

nenten, darunter die Erfassung und Darstellung der AIS-Daten (Automatic Identification System, ein Funksystem im Schiffsverkehr) über die Schiffe im Hafen, die Erfassung der Betrachterposition mittels Tiefenkamera und die Auswahl eines geeigneten Displays.

Für die Erfassung der AIS-Daten wurde entschieden, einen eigenen Empfang zu implementieren, anstatt auf kostenpflichtige Web-Services wie Vesseltracker zurückzugreifen. Hierfür wurde eine generische Radioantenne in Verbindung mit einem RTL-SDR (Software Defined Radio) verwendet (siehe Abb. 1 rechts). Die Daten wurden mithilfe von Open-Source-Software decodiert und in der Unity-Engine dargestellt. Die gemessene Latenz betrug etwa 10-15 Sekunden, abhängig vom Verkehrsaufkommen und der AIS-Klasse der Schiffe. Diese Latenz ist für den gewünschten Anwendungsfall ausreichend, insbesondere mit der implementierten Kursvorhersage für fahrende Schiffe. Die Reichweite der empfangenen AIS-Daten betrug je nach Antenne, Hindernissen und Ground-Plane etwa 3-4 Kilometer, was definitiv ausreichend für den Sichtbereich der AR-Fensterscheibe ist.

Für die Erfassung der Betrachterposition wurde eine Tiefenkamera ausgewählt. Es wurden vier Optionen getestet: iPhone ARKit, Microsoft Kinectv2, Azure Kinect und Realsense D345. Das iPhone ARKit (13Pro) erwies sich als genau genug mit einer Bildwiederholrate von 60 Hz. Allerdings wurde eine ungleichmäßige Ruckelbewegung festgestellt, möglicherweise aufgrund der Übertragung über WLAN. Zudem wurde die Genauigkeit mit zunehmender Entfernung ungenauer, und die maximale Reichweite war begrenzt. Das iPhone ARKit war auch teuer und schwer in ein endgültiges Produkt zu integrieren. Die Realsense D345 zeigte zum Zeitpunkt des Tests keine out-of-the-box-Face-Tracking-Funktion und hatte rauschige Tiefeninformationen sowie eine unzuverlässige RGB-Kamera und IR-Beleuchtung. Die Kinectv2 erwies sich als das größte Gerät, wurde jedoch aufgrund ihrer akkuratesten Tiefendaten und der Möglichkeit, bis zu sechs Skeletons im Bild zu erkennen und zu identifizieren, ausgewählt. Die Kinectv2 hat eine Bildwiederholrate von 60 Hz und die geringste beobachtete Latenz.

Für die Darstellung der Inhalte wurde ein transparenter OLED-Display (55EW5F) verwendet. Das Display hatte eine Bildwiederholrate von 60 Hz, was einer minimalen Latenz von 16 ms entspricht. Die Helligkeit des Displays betrug 400 Nits bei 25% APL (Average Picture Level) und 150 Nits bei 100% APL. Diese Helligkeit ist für Outdoor-Anwendungen unzureichend. Es wurde festgestellt, dass ein ausreichend helles Display für Outdoor-Anwendungen auf dem Markt nicht verfügbar ist. Für eine Outdoor-Anwendung, einschließlich der Betrachtung des realen Umfelds durch die AR-Fensterscheibe, wäre eine starke Dimmfolie auf der Rückseite des Displays erforderlich.

3 Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Umsetzung der AR-Fensterscheibe auf der Erfassung von AIS-Daten, der Betrachterpositionserfassung mittels Tiefenkamera und der Verwendung eines transparenten OLED-Displays basiert. Obwohl einige Herausforderungen wie Latenz und Helligkeit des Displays identifiziert wurden, war die gewählte Kombination der

Komponenten vielversprechend für eine erfolgreiche Implementierung der AR-Fensterscheibe. Weitere Forschung und Optimierung sind jedoch erforderlich, um die bestmögliche Leistung und Benutzererfahrung zu gewährleisten. Vor allem eine Reduzierung der Latenz ist essentiell, um ein flüssiges und immersives AR-Erlebnis zu gewährleisten. Darüber hinaus ist eine höhere Displayhelligkeit erforderlich, um die Anforderungen von Outdoor-Anwendungen zu erfüllen.

Insgesamt zeigt die Arbeit das Potenzial der AR-Fensterscheibe als Alternative zu bestehenden Lösungen in Ausstellungen und Museen auf. Durch die Kombination von AIS-Daten, Tiefenkamera und transparentem OLED-Display können ansprechende und informative AR-Inhalte erstellt werden.

In zukünftigen Arbeiten konzentrieren wir uns auf die Optimierung der Latenz, die Erhöhung der Displayhelligkeit und ein bestmögliches Nutzungserlebnis. Ziel ist es, eine inklusive, stabile und für den Dauereinsatz geeignete Technologie zu entwickeln, die es ermöglicht, perspektivkorrekte Inhalte auf einem T-OLED-Display im Vordergrund anzuzeigen, während im Hintergrund Echtzeitinformationen wie AIS-Daten über Schiffe im Hamburger Hafen visualisiert werden.

Literatur

[BBM18] Loris Barbieri, Fabio Bruno, and Maurizio Muzzupappa. User-centered design of a virtual reality exhibit for archaeological museums. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 12:561–571, 2018.

[HWH+19] Chun-Yen Huang, Li-Hung Wang, Wei-Lin Hsu, Kuo-Ping Chang, Fu-Ren Lin, Heng-Yin Chen, Kuan-Ting Chen, and Jia-Chong Ho. A design of augmented-reality smart window using directive information fusion technology for exhibitions. In *Human-Computer Interaction. Recognition and Interaction Technologies: Thematic Area, HCI 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26–31, 2019, Proceedings, Part II 21*, pages 447–457. Springer, 2019.

[ZCW22] Yuting Zhou, Juanjuan Chen, and Minhong Wang. A meta-analytic review on incorporating virtual and augmented reality in museum learning. *Educational Research Review*, page 100454, 2022.