

Design Document

Projektphase

Gruppenmitglieder

Berger, Bruno
Scherrer, Till

Thema

In unserer Projektphase möchten wir eine von der Natur inspirierte Erholungsszenerie erzeugen, die basierend auf der Form der realen Umgebung generiert wird, um in der Augmented Reality erlebt werden zu können. Die simulierte Umgebung soll dabei helfen, sich am potenziell stress behafteten Arbeitsplatz zu entspannen. Während der Arbeit im Büro und im Homeoffice sind viele Menschen lange von der Natur abgekapselt, obwohl sich der Aufenthalt in der Natur positiv auf das körperliche und geistige Wohlbefinden auswirkt und bei der Erholung von arbeitsbedingtem Stress hilft [1][2].

In einer einjährigen Studie mit Strafgefangenen, die entsprechend besonders stark von der Natur abgekapselt sind, begingen Probanden, die regelmäßig Videos mit Natur sahen, 26% weniger Verstöße und gaben an durch das Schauen der Naturvideos im allgemeinen gelassener zu sein [3]. Auch das künstliche Erleben von Natur in Form von 360°-Videos mit einer VR- (Virtual Reality) Brille wirkt sich positiv auf das Stresslevel und die geistige Gesundheit aus [4][5].

Weil eine VR-Brille allerdings die reale Umgebung vollständig verdeckt, können diese Ansätze nicht während dem regulären Arbeitsprozess eingesetzt werden. Der hier verwendete Ansatz soll dieses Problem lösen und bereits während der Arbeit Stress reduzieren. Mit Augmented Reality Brillen sieht der Nutzer seine echte Umgebung durch das Glas, wie bei einer regulären Brille, und lediglich die platzierten virtuellen Objekte verdecken den entsprechenden Sichtausschnitt.

Auf diese Weise wird in diesem Projekt die echte Umgebung mit virtuellen Elementen angereichert, die den Arbeitsplatz für den Nutzer zu einem naturnahen Ort aufwerten sollen und die Arbeitsroutine dabei möglichst erhalten. Es ist besonders wichtig, dass die virtuelle Generierung in AR auf die reale Umgebungsform angepasst ist, um die Orientierung des Nutzers nicht zu stören und sich optisch schöner einzufügen.

Forschungsfrage

Das Projekt behandelt die Frage, wie sich eine umgebungsabhängig generierte AR-Umgebung auf die Entspannung am Arbeitsplatz auswirkt. Die umgebungsabhängige

Generierung beschreibt dabei die Generierung in der ungefähren Form der realen Umgebung. Zusätzlich zur dieser Formabhängigkeit soll die Generierung kontextabhängig funktionieren, sodass einerseits wichtige Funktionselemente, wie der Arbeitsmonitor, nicht verdeckt werden und andererseits optisch möglichst passende Elemente eingefügt werden. Entspannung bezeichnet hier ein niedriges Stresslevel.

Der Entspannungsgrad wird also als Umkehrung des Stresslevels definiert. Zum einen werden hierfür mit Stress korrelierende Faktoren, wie die Herzschlagrate, direkt gemessen. Außerdem wird aber auch das persönlich empfundene Stresslevel mit einem klassischen Fragebogen nach dem Versuchsdurchlauf aufgenommen. In der Gesamtauswertung wird der persönlich empfundene Stress doppelt gewichtet mit dem gemessenen Stress zusammengeführt. Mit dem Arbeitsplatz ist in der Forschungsfrage ein Arbeitsplatz im Büro oder Homeoffice an einem PC gemeint, weil diese Arbeitsumgebung für viele Menschen besonders statisch und naturfern ist, sodass die AR-Anwendung dort den potentiell größten Mehrwert hätte.

Stil

Als Stilrichtung soll sich die Generierung an japanischen Miniaturgärten bzw. einem Zen-Garten orientieren. Dieser Stil eignet sich besonders, weil der naturverbundene Rückzugsort gezielt harmonisch konstruiert wird und die möglichen filigranen Ausformung gut auf viel-förmige Arbeitsumgebungen projiziert werden können. Im Vergleich dazu ließe sich ein Wald mit großen Bäumen schlecht in die Form eines Tisches mit Kaffeetassen umwandeln. Die folgende Kollektion in Abbildung 1 stellt den geplanten Stil beispielhaft dar:

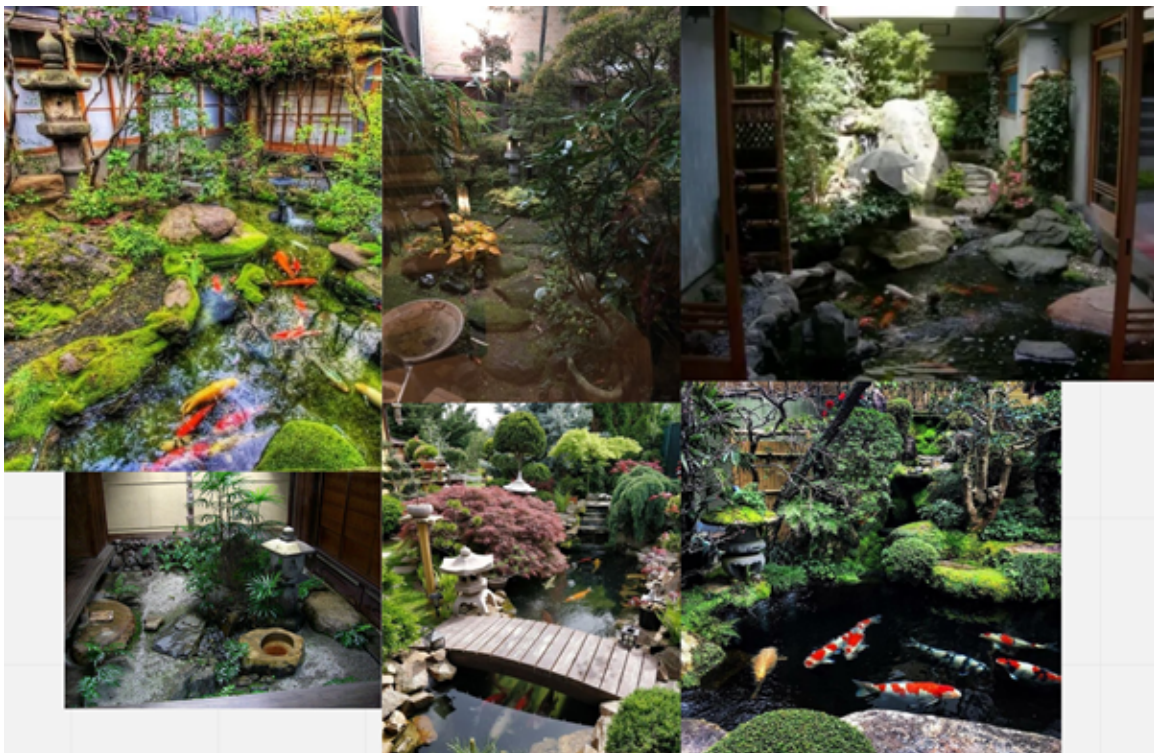


Abbildung 1: Bildbeispiele eines Zen-Gartens [6–11]

Funktionsweise

Das Erzeugen einer passenden AR-Szene lässt sich in drei wesentliche Arbeitsschritte unterteilen. Für die Erstellung einer AR-Anwendung für die HoloLens 2 mit der Unity Engine wird grundsätzlich das Microsoft Mixed-Reality Featuretool verwendet [12–14].

Im ersten Arbeitsschritt wird die reale Umgebung erfasst. Dafür filmen die Kameras der AR-Brille alles Umliegende in einem großen Winkelbereich. Die aufgenommenen Oberflächenformen werden dann durch die SceneUnderstanding SDK von Microsoft in eine virtuelle 3D-Repräsentation umgewandelt, um innerhalb der Software genutzt werden zu können [15]. Da von den Oberflächen oft nur grobe Formen erkannt werden, soll eine zusätzliche Objekterkennung eingebaut werden.

Zurzeit wird Objekterkennung für die HoloLens 2 jedoch nur als Suche nach bekannten 3D-Modellen unterstützt [16]. Für die HoloLens (erste Generation) gibt es die Azure 310 Objekterkennung, welche mit einer KI auf einem Server ähnliche Bilder abgleicht [17]. Diese Anbindungen müssten dann auf die hier verwendete HoloLens 2 angepasst werden. Dabei stellt besonders die dreidimensionale Positionszuordnung der erkannten Objekte eine Herausforderung dar.

Im zweiten Arbeitsschritt werden die Daten weiter interpretiert. Dabei werden bestimmte Formen, wie horizontale oder vertikale Flächen, für bestimmte Zusammenhänge markiert, wie Boden oder Wand, und erkannte Objekte werden von dem 3D-Umgebungsmodell subtrahiert, um bei der Generierung gesondert behandelt werden zu können.

Im dritten Arbeitsschritt werden die interpretierten Daten benutzt, um eine passend geformte AR-Umgebung im Stil eines Zen-Gartens zu generieren. Dabei sollen die Anordnung und Ausformungen in der Szene möglichst an Prinzipien ausgerichtet werden, die zu einem glaubhaften und harmonischen Gesamtbild beitragen. Außerdem können weitere dekorative Objekte zufällig zum Beispiel durch eine „Dart-Throwing-Platzierung“ ergänzt werden [18].

Die drei grundlegenden Arbeitsschritte, um eine AR-Umgebung für die echte Umgebung zu erzeugen, werden in Abbildung 2 abstrakt visualisiert. In Abbildung 3 wird die Funktionsweise durch ein vereinfachtes Systemdiagramm dargestellt. Das Systemdiagramm wird voraussichtlich während der Umsetzung des Projektes weiter angepasst werden.

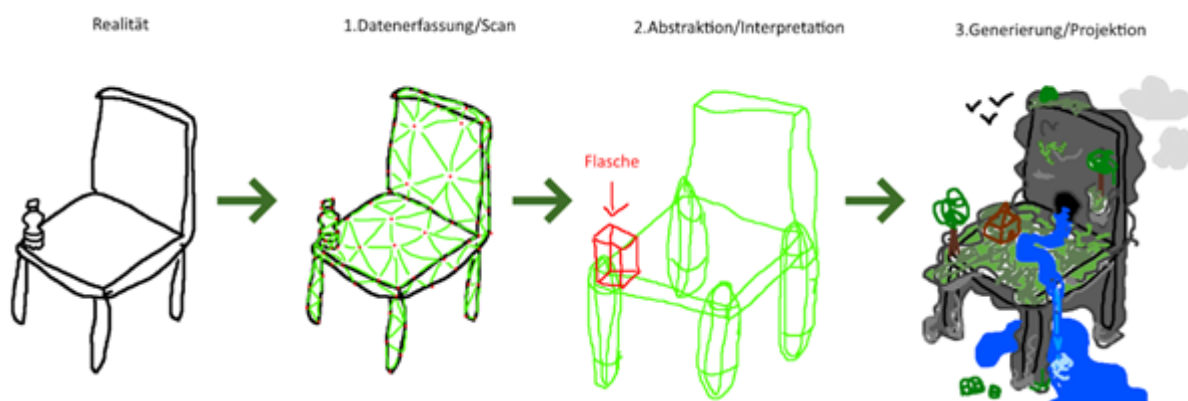


Abbildung 2: Visualisierung der Arbeitsschritte

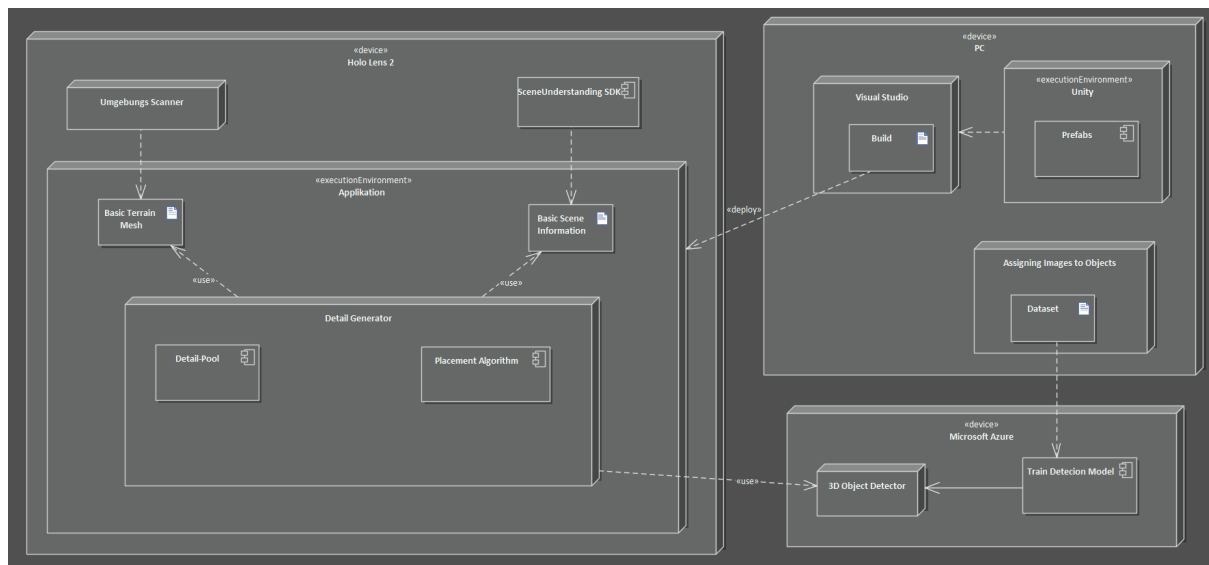


Abbildung 3: Systemdiagramm

Umgebungs-Generierung

Der finale Algorithmus zur Generierung der Umgebungsdetails steht zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht fest und das erforschen und testen von verschiedenen Ansätzen wird einen Hauptteil der Arbeit in diesem Projekt darstellen.

Möglich wäre ein Ansatz der mehrere Perlin-Noise maps nutzt als Gewichtung zum zufälligen Spawnen von Details. Die maps für jede Kategorie von Detail-Objekt könnte mit einer Heightmap des Terrains kombiniert werden, um zu beeinflussen wo grob im Terrain welche Details platziert werden können. Bei diesem Ansatz wäre es allerdings schwierig Beziehungen und Regeln zwischen den einzelnen Detail-Typen zu definieren.

Eine andere Möglichkeit wäre das Einsetzen eines "Wavefunction Collapse" Algorithmus. Damit ist es möglich von einem Beispiel Input Regeln zu extrahieren und dann nach diesen Regeln ein komplett neuen Output zu generieren. Damit könnte es möglich sein, anhand einer manuell erstellten Teil-Umgebung die oben erwähnten Regeln eines Japanischen Gartens dem System "beizubringen". Es müsste noch weiter geforscht werden inwiefern es möglich das gescannte Terrain in die Generierung durch den Wavefunction Collapse Algorithmus eingebaut werden kann. Eine weitere Hürde wäre die passende Parametrisierung der Input Umgebung, sodass der Algorithmus gut damit umgehen kann. Bisherige Implementierungen nutzten bisher Tile- oder Voxel-Systeme.

Evaluationsphase

Die Evaluationsphase muss zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht im Detail geplant werden. Stattdessen wird hier der ungefähre Evaluationsablauf definiert, um das Projekt in einem geeigneten Kontext zu entwickeln. Grundsätzlich soll evaluiert werden, ob sich die

AR-Umgebung positiv auf das Stresslevel beim Arbeiten auswirkt. Dafür müssten die Nutzer jeweils mit aktiver und deaktivierter AR-Umgebung Aufgaben lösen. Die AR-Brille wird dabei allerdings in beiden Fällen getragen, um diesen möglichen Störfaktor auszugleichen. Währenddessen wird das jeweilige Stresslevel mit entsprechenden Geräten gemessen und ergänzend mit einem anschließenden Fragebogen festgehalten.

Anhand der Messergebnisse können in der Auswertung die zuvor definierten Entspannungsparameter verglichen werden, um auf den Nutzen der AR-Umgebung zu schließen. Statt das Programm lediglich mit dem Kontrolldurchlauf ohne aktive AR-Umgebung zu vergleichen, wäre auch ein zusätzlicher Vergleich mit anders generierten AR-Umgebungen hilfreich, um herauszufinden, welche Aspekte der AR-Umgebung für die potentielle Wirkung verantwortlich sind.

Minimalziel

Die zu generierende AR-Umgebung soll basierend auf der echten Umgebungsform erzeugt werden, um Verwirrung und Unfällen entgegenzuwirken. Um das zu erreichen, muss die Umgebungsform erfasst werden, sodass darauf ein Untergrund generiert werden kann, auf dem Objekte platziert werden. Die Minimalanforderungen der Untergrund-Generierung sind erfüllt, wenn ein Untergrund direkt nach der gescannten Umgebung geformt wird oder die gescannten Punkte als Heightmap genutzt werden, um einen Boden zu generieren. Auf diesem Untergrund würden Objekte zufällig verteilt werden. Damit das kleine Sichtfeld der AR-Brille die virtuelle Umgebung nicht zu hart von der echten Umgebung abgrenzt, verblassen die virtuellen Objekte zum Bildrand hin mit einem Nachbearbeitungseffekt der virtuellen Kamera.

Erwartetes Ziel

Um dem angestrebten Ziel erwartungsgemäß zu entsprechen, soll der Umgebungsscan mit einer arbeitsplatz-geeigneten Objekterkennung erweitert werden. Die Form der erkannten Gegenstände soll möglichst von der virtuellen Untergrundgenerierung subtrahiert werden, sodass für die erkannten Gegenstände, anstatt Untergrund, passende Objekte eingefügt werden können. Die Untergrundgenerierung selbst soll sich zwar an der gescannten Umgebungsform orientieren, aber um spezifische Anpassungen erweitert werden, wie organische Kantenübergängen, Felsen an Vertikalen und Gras an Horizontalen, um den natürlichen Stil des Settings besser zu vermitteln.

Weitere virtuelle Objekte sollen teilweise zufällig, jedoch mit Rücksicht auf ein einfaches Regelwerk platziert werden. So könnte sich zum Beispiel an einem besonders niedrigen Bereich ein Teich befinden und Moos könnte an Ecken nach unten hängen. An den Bildrändern des sichtbaren Bereiches sollten alle projizierten Elemente auf objekt-unspezifische Art verschwinden/erscheinen, zum Beispiel indem sie in die gescannte Oberfläche hinein versinken bzw. daraus hervorkommen. Um die Immersion zu erhöhen, soll von der virtuellen Umgebung eine subtile Geräuschkulisse ausgehen mit zum Beispiel rauschenden Blättern, plätscherndem Wasser oder ruhiger Musik.

Maximalziel

Die hier aufgeführten Funktionalitäten sind optionale Erweiterungen und Verbesserungen des zu entwickelnden Systems, von denen die meisten wahrscheinlich nicht mehr im Rahmen dieses Projekts umgesetzt werden können: Für die Generierung einer Umgebung nach einem harmonischen Gesamtkonzept könnte die gescannte Umgebung abstrahiert interpretiert werden, sodass geprüft wird, wie bestimmte Formen zueinander stehen und welchen Teil eines Zen-Gartens dieser Zusammenhang am besten abbilden kann.

Die erkannten Objekte können klassifiziert werden, sodass die Auswahl der zu platzierenden virtuellen Objekte in Wechselwirkung mit der Untergrundgenerierung adaptiv und gesamtheitlich aufeinander abgestimmt werden können. Am Randbereich des Sichtfeldes können der Untergrund und die Objekte organisch verschwinden und erscheinen, zum Beispiel indem Pflanzen wachsen oder eingehen.

Die AR-Szenen können mit entsprechendem User-Interface gespeichert und geladen werden. Mit der Umgebung könnte interagiert werden, indem zum Beispiel die Jahreszeit und das Wetter der Simulation eingestellt werden können.

Zeitplan

<https://github.com/BrunoBerger/mvg-project/projects/1>

Literaturverzeichnis

- [1] U. K. Stigsdotter, O. Ekholm, J. Schipperijn, M. Toftager, F. Kamper-Jørgensen und T. B. Randrup, „Health promoting outdoor environments--associations between green space, and health, health-related quality of life and stress based on a Danish national representative survey“ (eng), *Scandinavian journal of public health*, Jg. 38, Nr. 4, S. 411–417, 2010, doi: 10.1177/1403494810367468.
- [2] K. Korpela und U. Kinnunen, „How Is Leisure Time Interacting with Nature Related to the Need for Recovery from Work Demands? Testing Multiple Mediators“, *Leisure Sciences*, Jg. 33, Nr. 1, S. 1–14, 2010, doi: 10.1080/01490400.2011.533103.
- [3] N. M. Nadkarni, P. H. Hasbach, T. Thys, E. G. Crockett und L. Schnacker, „Impacts of nature imagery on people in severely nature-deprived environments“, *Front Ecol Environ*, Jg. 15, Nr. 7, S. 395–403, 2017, doi: 10.1002/fee.1518.
- [4] T. Knaust, A. Felnhöfer, O. D. Kothgassner, H. Höllmer, R.-J. Gorzka und H. Schulz, „Exposure to virtual nature: the impact of different immersion levels on skin conductance level, heart rate, and perceived relaxation“, *Virtual Reality*, 2021, doi: 10.1007/s10055-021-00595-2.
- [5] W. Veling, B. Lestestuiver, M. Jongma, H. J. R. Hoenders und C. van Driel, „Virtual Reality Relaxation for Patients With a Psychiatric Disorder: Crossover Randomized

Controlled Trial“ (eng), *Journal of medical Internet research*, Jg. 23, Nr. 1, e17233, 2021, doi: 10.2196/17233.

[6] Themeisle, *15 Japanese Koi Ponds For Your Garden – Top Diy Ideas*. [Online].

Verfügbar unter:

<https://topdoityourself.com/15-japanese-koi-ponds-for-your-garden/d74a914c8f30fd47ea2b6356806fe9511/> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[7] weheartit.com, *ImageAbout*. [Online]. Verfügbar unter:

<https://www.pinterest.de/pin/292030357098012989/> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[8] Bio Friendly Gardens, *Water Features, Ponds Design Berkeley :Bio Friendly Gardens*.

[Online]. Verfügbar unter: https://www.biofriendlygardens.com/water_features.html (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[9] freesplans.com, *DecorateGuide*. [Online]. Verfügbar unter:

<https://ar.pinterest.com/pin/366973069606143048/> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[10] T. Sumiyoshi Ryokan, *Small Japanese atrium/garden* (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[11] QuotesQueen, *Estanque de las carpas*. [Online]. Verfügbar unter:

<https://www.pinterest.de/pin/857443216524394458/> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[12] Sean-Kerawala, *Willkommen beim Mixed Reality-Featuretool - Mixed Reality*. [Online].

Verfügbar unter:

<https://docs.microsoft.com/de-de/windows/mixed-reality/develop/unity/welcome-to-mr-feature-tool> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[13] Unity Technologies, *Unity Engine*. [Online]. Verfügbar unter: <https://unity.com/de> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[14] Microsoft, *HoloLens 2 – Preise und Optionen | Microsoft HoloLens*. [Online]. Verfügbar

unter: <https://www.microsoft.com/de-de/hololens/buy> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[15] SzymonS, *Szenenverständnis SDK - Mixed Reality*. [Online]. Verfügbar unter:

<https://docs.microsoft.com/de-de/windows/mixed-reality/develop/unity/scene-understanding-sdk> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[16] Craigktreasure, *Schnellstart: Erstellen einer HoloLens-App mit Unity und MRTK - Azure Object Anchors* (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[17] DrNeil, *HoloLens (1. Generation) und Azure 310: Objekterkennung - Mixed Reality*. [Online]. Verfügbar unter:

<https://docs.microsoft.com/de-de/windows/mixed-reality/develop/unity/tutorials/mr-azure-310> (Zugriff am: 26. Mai 2022).

[18] D. Cline, S. Jeschke, K. White, A. Razdan und P. Wonka, „Dart Throwing on Surfaces“, *Computer Graphics Forum*, Jg. 28, Nr. 4, S. 1217–1226, 2009, doi:

10.1111/j.1467-8659.2009.01499.x.