

PARTIZIPATIVES ENTWERFEN MITHILFE VON KI-TECHNOLOGIE

Architektur im Dialog: KI-gestützte Chatbots
zur Verstärkung partizipativer Designprozesse

Masterthesis
Linus Manuel Schilling
Februar 2024

betreut von Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Blum

Fachhochschule Münster
msa | münster school of architecture

© Impressum

Masterthesis
Linus Manuel Schilling
Februar 2024

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung der Publizierenden unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Vorwort

Als ich mein Studium in Architektur antrat, war mir noch nicht bewusst, welch tiefgreifenden Einfluss die technologische Entwicklung auf dieses Feld haben würde. Meine Faszination für die Möglichkeiten, die Künstliche Intelligenz (KI) in der Gestaltung unserer Umwelt bietet, wuchs mit jedem Kurs, jedem Projekt und jeder Diskussion. Diese Begeisterung führte mich schließlich zum Thema meiner Masterthesis: „Partizipatives Entwerfen mithilfe von KI-Technologie“, mit dem spezifischen Fokus auf „Architektur im Dialog: KI-gestützte Chatbots zur Verstärkung partizipativer Designprozesse“.

Die Idee, KI, insbesondere Chatbots, als Instrumente zu nutzen, um die Kommunikation zwischen Architekten und Nutzern zu verbessern und zu intensivieren, ist ein Konzept, das mich persönlich tief berührt. Es steht für den Wunsch, Architektur nicht nur als physische Struktur, sondern als lebendigen, interaktiven Prozess zu begreifen, der alle Beteiligten einbezieht und ihre Stimmen hörbar macht.

Diese Arbeit ist das Ergebnis einer intensiven Auseinandersetzung mit der Materie, unzähligen Stunden der Forschung und der Entwicklung von Prototypen, die zeigen sollen, wie solch ein Dialog in der Praxis aussehen könnte. Es war eine Reise, die mich nicht nur fachlich, sondern auch persönlich stark geprägt hat. Sie lehrte mich die Bedeutung von Empathie im Designprozess und die Kraft der Technologie, Brücken zu bauen, wo zuvor Barrieren waren.

Diese Masterthesis ist mehr als nur ein akademisches Dokument; sie ist ein Ausdruck meiner Überzeugung, dass Architektur und Technologie gemeinsam eine bessere, inklusivere und reaktionsfähigere Umwelt schaffen können. Ich hoffe, dass meine Arbeit andere inspiriert, die Möglichkeiten der KI im partizipativen Entwurfsprozess weiter zu erforschen und zu nutzen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Einleitung	8
Hintergrund und Motivation.	10
Zielsetzung	11
Theoretische Grundlagen	12
Partizipation	12
Künstliche Intelligenz	14
Chatbots.	16
Programme	18
PyCharm.	18
ChatGPT.	20
TouchDesigner	22
Zapier.	24
Methodik	26
Informationsbeschaffung	26
Ansatz von „Try and Error“	28
Konzeptentwicklung	30
Custom-Built AI.	30
Custom-Built AI Oberfläche.	32
Code-Struktur und Grundfunktionen.	34
Lernfähigkeit und Anpassung	35
Code-Struktur und Datenbank	36
Dynamische Erweiterung durch Nutzerinteraktionen.	36
Fachspezifische Erweiterung.	36
Optische Änderungen im Code	37
Weitere Modifikationen und Anpassungen	38
Potential	38
Language-Specific AI	39
Verständnis und Auswahl von Language-Specific AI	39
Integration einer Wissensdatenbank	39
Praktische Umsetzung	39
Potential	40
General AI	41

Grundlagen der GPTs	42
Training und Funktionsweise	42
Grundlegende Funktionen und Einstellungen	42
Erweiterte Funktionen und Anpassungsmöglichkeiten	43
Architecture Material Assistant	44
Architecture Material Assistant Oberfläche	44
Architecture Material Assistant Prompt	46
Potential	49
Campus Library Assistant.	50
Campus Library Assistant Oberfläche.	50
Campus Library Assistant Prompt.	51
Potential	54
Projektentwicklung	55
Urban Canvas Mapper	55
Teamdynamik und Spezialisierung	55
Technische Implementierung	55
Hardware-Konfiguration.	56
Iterativer Designprozess	56
Funktionsweise	58
Interaktive und kollaborative Entwurfsarbeit	58
Herausforderungen und Lösungsansätze	58
Integration eines KI-gestützten Chatbots.	58
Text to Speech	59
Potential	59
TTS in der GPT-App	60
Interactive Room Dynamics	61
Interactive Room Dynamics Operators	62
Whisper Operator	64
ChatGPT Operator	66
TDAsyncIO Operator.	68
TDComfyUI Operator	69
Einführung in das Plugin.	70
Komponentenbeschreibung	70
Technologische Architektur.	70
API-Key-Integration	71
Interaktionsfluss	71
Erweiterte Nutzung	71
Priming von ChatGPT für spezifische Kontexte	71
Lokale Dateien für Transkriptionen	72

Anpassung optionaler Parameter	72
Dynamische Anpassung von Parametern	72
Fehlerbehandlung und Statusanzeigen	72
Nutzerinteraktion und Feedback	73
Anwendungsbeispiele	73
Herausforderungen und Lösungsansätze	73
Experimente und Ergebnisse	73
Forschung und Entwicklung	73
Potential	74
Analyse und Auswirkung	75
Bewertung der Projekte	75
Custom-Built AI	76
Language-Specific AI	76
Architecture Material Assistant	77
Campus Library Assistant	77
Urban Canvas Mapper	77
Interactive Room Dynamics	78
Feedback und Nutzererfahrungen	79
Vergleich der Projekte	80
Schlussfolgerungen und Ausblick	82
Ergebnisse der Forschung	82
Implikationen für die Architektur	84
Zukunftsperspektiven und Weiterentwicklungen	86
Anhänge	88
Literaturverzeichnis	88
Abbildungsverzeichnis	90
Forschungsausschnitte	92

Einleitung

Im Zeitalter der Digitalisierung und des technologischen Fortschritts stehen wir an der Schwelle zu einer neuen Ära der Architektur, in der partizipatives Entwerfen und Künstliche Intelligenz (KI) eine symbiotische Beziehung eingehen. Das Ziel ist es, einen Weg zu finden, wie KI, insbesondere durch den Einsatz von Chatbots, den partizipativen Entwurfsprozess bereichern und die Qualität sowie Effizienz von Gebäuden verbessern kann.

Die Motivation für dieses Vorhaben speist sich aus der Erkenntnis, dass Architektur mehr als die reine Ästhetik von Strukturen ist - sie ist ein Dialog zwischen Raum und Nutzer. In diesem Kontext gewinnt das partizipative Entwerfen, also die Einbeziehung der Nutzer und verschiedener Stakeholder in den Entwurfsprozess, zunehmend an Bedeutung. KI-Technologien bieten hier eine Chance, komplexe Planungsprozesse zu vereinfachen, Nutzerfeedback effektiver zu integrieren und letztendlich zu einer Architektur zu gelangen, die den Bedürfnissen der Menschen in höherem Maße entspricht.

Ausgangspunkt meiner Forschung ist die Frage, wie die aktive Beteiligung von Nutzern mittels KI-Technologien im Entwurfsprozess optimiert werden kann. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk darauf, wie KI das Nutzerverhalten vorhersagen, systematisch berücksichtigen und somit den Entwurfsprozess unterstützen kann. Ferner soll untersucht werden, inwiefern KI zur Beschleunigung der Planungsprozesse beiträgt, die Nachhaltigkeit der Umwelt fördert und die Kommunikation sowie Zusammenarbeit zwischen Architekten, Bauunternehmen und Bauherren verbessert.

Um diese umfangreiche Aufgabe zu bewältigen, umfasst meine Methodik mehrere Schritte: Von der Eruierung der Themenstellung und intensiver Literaturrecherche über das Erlernen digitaler Werkzeuge bis hin zur Entwicklung und Evaluierung von Prototypen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Erarbeitung von Prototypen, die als praktische Beispiele für die Anwendung von KI im partizipativen Entwurfsprozess dienen. Diese Prototypen - der „Urban Canvas Mapper“ und die „Interactive Room Dynamics“ - illustrieren konkret, wie KI die Architekturvision partizipativ gestalten und die Ergebnisse reflektieren kann.

Diese Masterarbeit zielt darauf ab, nicht nur die aktuellen Möglichkeiten von KI in der Architektur aufzuzeigen, sondern auch

die zukünftigen Herausforderungen und Potenziale dieser Technologie für das partizipative Entwerfen zu beleuchten. Indem sie die theoretischen Grundlagen mit praktischen Anwendungen verbindet, strebt die Arbeit danach, einen Beitrag zur Entwicklung einer Architektur zu leisten, die sowohl technologisch innovativ als auch tief verwurzelt in den Bedürfnissen und Wünschen der Menschen ist.

Hintergrund und Motivation

Im Zentrum meiner Masterarbeit steht das Konzept des partizipativen Entwerfens, das sich durch die aktive Einbindung von Nutzern in den Entwurfsprozess der Architektur definiert. Die Herausforderung besteht darin, die oft komplexen und vielfältigen Anforderungen der Nutzer zu verstehen und in den architektonischen Entwurf zu integrieren, wobei Künstliche Intelligenz (KI) als leistungsstarkes Werkzeug für die Analyse und Verarbeitung großer Datenmengen dient und damit neue Perspektiven im partizipativen Entwurfsprozess eröffnet.

Meine Motivation für dieses Thema entstand aus der Beobachtung, dass trotz des technologischen Fortschritts eine Lücke zwischen den Möglichkeiten der Architektur und den tatsächlichen Bedürfnissen der Nutzer besteht. Durch die Integration von KI-Technologie in den Entwurfsprozess möchte ich diese Lücke schließen. Insbesondere die Anwendung von Chatbots, die auf KI basieren, bietet ein enormes Potenzial, um die Kommunikation zwischen Architekten und Nutzern zu verbessern und eine effektivere und personalisierte Gestaltung zu ermöglichen.

Die Entwicklung von meinen Konzept- und Projektentwicklungsprototypen unterstreicht den Mehrwert von KI-Tools im architektonischen Designprozess. Indem jeder Prototyp auf einzigartige Nutzerbedürfnisse eingeht - Materialberatung, spezialisierte Recherche und Konzeptentwicklung -, demonstrieren sie die Bandbreite an Möglichkeiten, wie KI die Einbindung von Nutzern verbessern und den partizipativen Entwurf voranbringen kann.

Die Motivation hinter meiner Arbeit ist nicht nur akademischer Natur, sondern auch von dem Wunsch getrieben, einen realen Beitrag zur Entwicklung der Architektur zu leisten. Indem ich die neuesten Erkenntnisse aus dem Bereich der KI anwende, strebe ich danach, die Art und Weise, wie Architektur gestaltet und erlebt wird, zu revolutionieren und einen bedeutenden Beitrag zur Zukunft des partizipativen Entwerfens zu leisten.

Zielsetzung

Das primäre Ziel meiner Masterarbeit ist die Entwicklung und Implementierung von KI-gestützten Tools, insbesondere Chatbots, um den partizipativen Entwurfsprozess in der Architektur zu revolutionieren. Durch die Entwicklung verschiedener Prototypen zu demonstrieren, wie KI in unterschiedlichen Bereichen der Architektur eingesetzt werden kann, beabsichtige ich, die Kommunikation zwischen Architekten und Nutzern zu verbessern und zu einer Architektur zu führen, die in höherem Maße auf die Bedürfnisse und Wünsche der Menschen abgestimmt ist.

Das Hauptziel ist die Demonstration der Vielseitigkeit von KI in der Architektur durch spezialisierte Prototypen und das Hauptprojekt: Der **Architecture Material Assistant** fördert die Materialauswahl, der **Campus Library Assistant** optimiert die Informationssuche, der **Urban Canvas Mapper** unterstützt die Ideenfindung, und der **Interactive Room Dynamics** erweitert die Raumwahrnehmung. Jeder Versuch adressiert unterschiedliche Phasen des Entwurfsprozesses, verdeutlicht die praktische Anwendung von KI und trägt zur Verbesserung der Entwurfsqualität bei.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist die praktische Anwendung und das Testen dieser Prototypen in realen Szenarien. Dies beinhaltet die Sammlung von Feedback und Nutzererfahrungen, um die Wirksamkeit der entwickelten Lösungen zu bewerten und weiter zu optimieren. Dabei soll insbesondere untersucht werden, inwiefern die Prototypen die Kommunikation zwischen Architekten und Nutzern verbessern und zu kreativeren, funktionaleren und benutzerfreundlicheren Entwürfen führen.

Langfristig zielt meine Arbeit darauf ab, einen signifikanten Beitrag zur modernen Architektur zu leisten, indem sie aufzeigt, wie KI-Technologien effektiv in den Entwurfsprozess integriert werden können. Dies soll nicht nur die Qualität architektonischer Projekte steigern, sondern auch die Rolle des Nutzers im Entwurfsprozess stärken und somit zu einer humaneren und nutzerorientierteren Architektur beitragen.

Theoretische Grundlagen

Partizipation

Partizipation, oder die Beteiligung von Nutzern und Stakeholdern im Entwurfsprozess, hat sich in der modernen Architektur als wesentliches Element etabliert. Sie zielt darauf ab, die Bedürfnisse und Wünsche der Endnutzer direkt in den Entwurf von Gebäuden und städtischen Räumen zu integrieren. Diese Praxis trägt nicht nur zu einer erhöhten Zufriedenheit der Nutzer bei, sondern fördert auch eine nachhaltigere und funktionalere Architektur.

Laut Forschungen, wie sie etwa von Sanoff (2000) in seinem Werk „Community Participation Methods in Design and Planning“ dargestellt werden, verbessert die Einbindung der Nutzer in den Planungsprozess die Qualität und Relevanz der architektonischen Lösungen. Nutzer, die ihre Bedürfnisse und Präferenzen direkt einbringen können, fühlen sich stärker mit den resultierenden Räumen verbunden. Diese partizipativen Methoden haben sich in verschiedenen Kontexten bewährt, von Wohnprojekten bis hin zu großangelegten urbanen Entwicklungen.

In meiner Masterarbeit wird dieser Ansatz durch den Einsatz von KI-Technologien weiterentwickelt. Die Verwendung von KI-gestützten Tools, insbesondere von Chatbots, stellt eine Innovation in der partizipativen Praxis dar. Diese Technologien ermöglichen es, eine große Menge an Nutzerfeedback effizient zu verarbeiten und in den Entwurfsprozess zu integrieren. Der Vorteil liegt in der Fähigkeit der KI, komplexe Daten zu analysieren und daraus Schlüsse zu ziehen, die für die Gestaltung relevant sind.

Der Fokus liegt auf der Entwicklung von KI-Prototypen zur Förderung partizipativer Architektur, wobei jeder Prototyp spezifische Kommunikationswege zwischen Architekten und Nutzern eröffnet. Durch das Sammeln und Analysieren von Feedback verbessern sie das Verständnis für Nutzerwünsche und integrieren diese effektiv in den Entwurf, was den partizipativen Ansatz durch direkte Nutzerbeteiligung stärkt.

Diese Herangehensweise spiegelt sich in der Entwicklung des „Architektur Material Assistenten“, des „FH-Münster Bibliotheksassistenten“ und des „Architektur Concept Assistenten“ wider. Jeder

dieser Prototypen adressiert unterschiedliche Aspekte der Nutzerbeteiligung und zeigt, wie KI dazu beitragen kann, den partizipativen Prozess effektiver und inklusiver zu gestalten.

Insgesamt steht im Mittelpunkt meiner Forschung das Ziel, die Methoden der Partizipation durch den Einsatz innovativer KI-Tools zu erweitern und zu verbessern. Dieser Ansatz verspricht, die Rolle des Nutzers im architektonischen Entwurfsprozess zu stärken und zu einer Architektur zu führen, die nicht nur funktional und ästhetisch ansprechend ist, sondern auch den Bedürfnissen und Wünschen der Nutzer in höherem Maße entspricht.

Künstliche Intelligenz

Die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) in die Architektur markiert einen Wendepunkt in der Art und Weise, wie Entwurfsprozesse konzipiert und umgesetzt werden. KI-Technologien bieten innovative Möglichkeiten, komplexe Daten zu analysieren, Muster zu erkennen und Entscheidungsprozesse zu optimieren. In meiner Masterarbeit steht die Anwendung von KI im Kontext des partizipativen Entwurfs im Fokus, wobei die Zielsetzung darin liegt, die Kommunikation und Interaktion zwischen Architekten und Nutzern zu verbessern und den Entwurfsprozess effizienter und nutzerorientierter zu gestalten.

Laut einer Studie von Yan et al. (2020), veröffentlicht im Journal of Building Engineering, kann KI in der Architektur eingesetzt werden, um Entwurfsalternativen zu generieren, Bauprozesse zu simulieren und die Energieeffizienz von Gebäuden zu optimieren. Die Forschung hebt hervor, dass KI in der Lage ist, komplexe und umfangreiche Aufgaben zu bewältigen, die menschliche Planer vor Herausforderungen stellen.

In meiner Arbeit wird KI genutzt, um eine tiefere Analyse der Nutzerbedürfnisse und -präferenzen zu ermöglichen. Durch die Entwicklung von KI-gestützten Chatbots wird ein direkter Kommunikationskanal zwischen den Endnutzern und dem Entwurfsprozess geschaffen. Diese Chatbots können große Mengen an Feedback und Anforderungen verarbeiten und den Architekten wertvolle Einsichten für ihre Entwürfe liefern. Diese Herangehensweise ist besonders in der frühen Phase des Entwurfsprozesses nützlich, wo schnelle Iterationen und Anpassungen an Nutzerfeedback entscheidend sind.

Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz von KI in der Architektur eine effizientere und zielgerichtete Material- und Konzeptberatung, wie in den Prototypen „Architektur Material Assistent“ und „Architektur Concept Assistent“ demonstriert wird. Diese Prototypen zeigen, wie KI nicht nur zur Datenanalyse, sondern auch zur Generierung kreativer Lösungen eingesetzt werden kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration von KI in die Architektur einen bedeutenden Fortschritt darstellt, der das Potenzial hat, den Entwurfsprozess grundlegend zu verändern. Durch die Verbindung von technologischer Innovation und Nutzerzentrierung bietet meine Forschung einen Ausblick auf die Zukunft der Architektur, in der KI eine zentrale Rolle bei der Schaffung von

01 Vgl. Journal of Building Engineering, Yan et al., 2020

Räumen spielt, die sowohl funktional als auch im Einklang mit den Bedürfnissen der Nutzer stehen.

Chatbots

Der Einsatz von Chatbots in der Architektur eröffnet neue Dimensionen in der Kommunikation und Interaktion zwischen Architekten, Nutzern und dem Entwurfsprozess. Chatbots, die auf Künstlicher Intelligenz basieren, ermöglichen es, große Mengen an Nutzerfeedback und -anforderungen effizient zu verarbeiten und in den Entwurfsprozess zu integrieren. Dies trägt wesentlich dazu bei, dass die Architektur nicht nur funktional und ästhetisch ansprechend, sondern auch nutzerzentriert ist.

Im Rahmen meiner Masterarbeit werden Chatbots als Instrumente verwendet, um die partizipative Komponente im Entwurfsprozess zu stärken. Sie dienen als Schnittstelle, die es ermöglicht, Nutzererfahrungen, -wünsche und -bedürfnisse direkt und unkompliziert in den Planungsprozess einzubringen. Durch die Interaktion mit den Nutzern können Chatbots wertvolle Informationen sammeln, die dann zur Entwicklung maßgeschneiderter architektonischer Lösungen verwendet werden können.

Angenommen, eine Studie würde zeigen, dass Chatbots in der Architektur eingesetzt werden können, um nicht nur standardisierte Informationen zu sammeln, sondern auch um kreative Prozesse zu unterstützen. Dies würde die Möglichkeit bieten, spontane und innovative Ideen zu generieren, die sonst in herkömmlichen Besprechungen oder Umfragen möglicherweise nicht zur Sprache kommen würden. Obwohl eine solche spezifische Studie von Grieves (2019) nicht dokumentiert ist, illustriert diese hypothetische Studie das Potenzial von Chatbots, den kreativen Prozess in der Architektur zu bereichern.

Ich habe verschiedene Chatbot-Prototypen entwickelt, um spezifische Herausforderungen im architektonischen Design zu adressieren. Der **Architecture Material Assistant** bietet Beratung zu Baumaterialien, der **Campus Library Assistant** unterstützt die Recherche, und der **Urban Canvas Mapper** fördert die Ideenentwicklung. Diese Prototypen illustrieren, wie Chatbots durch gezielte Unterstützung den Entwurfsprozess bereichern können.

In Ergänzung zu den Chatbot-Prototypen integriert das Hauptprojekt **Interactive Room Dynamics** einen fortschrittlichen Chatbot, der ausschließlich über Spracheingabe und -ausgabe kommuniziert. Dieser im Hintergrund laufende Chatbot verbessert die Interaktion zwischen Nutzern und dem interaktiven Raum, indem er spontane Befehle und Anfragen verarbeitet und darauf reagiert.

Dies ermöglicht eine nahtlose und intuitive Nutzererfahrung, die den Raum dynamisch an persönliche Präferenzen oder Bedürfnisse anpasst, wodurch die Grenzen zwischen digitaler Technologie und physischem Erleben weiter verwischt werden.

Insgesamt repräsentieren Chatbots in meiner Masterarbeit ein innovatives Werkzeug, das darauf abzielt, die Kommunikation im architektonischen Entwurfsprozess zu verbessern und die Partizipation der Nutzer zu fördern. Sie stehen für einen zukunftsweisenden Ansatz in der Architektur, der die Nutzung von KI für eine interaktive und nutzerorientierte Gestaltung hervorhebt.

Programme

PyCharm

In der Entwicklung meiner Masterarbeit „Partizipatives Entwerfen mithilfe von KI-Technologie“ unter dem Untertitel „Architektur im Dialog: KI-gestützte Chatbots zur Verstärkung partizipativer Designprozesse“ war die Nutzung von **PyCharm** in Kombination mit **Python** entscheidend für die Erstellung eines innovativen Prototyps eines **Custom-Built AI** Chatbots. Diese Phase repräsentiert den Eintritt in die Welt der Programmierung und Künstlichen Intelligenz, ein Bereich, der mir zuvor weitgehend unbekannt war.

Die Wahl von PyCharm und Python

PyCharm als Entwicklungsumgebung:

PyCharm wurde ausgewählt, da es eine der umfangreichsten Entwicklungsumgebungen für **Python** bietet, die speziell auf die Bedürfnisse von Entwicklern zugeschnitten ist. Mit Funktionen wie **Code-Debugging**, einer intuitiven Benutzeroberfläche und Tools zur **Code-Optimierung** bot **PyCharm** die ideale Plattform für die Entwicklung meines Projekts. Es erleichterte den Einstieg in die Programmierung und bot gleichzeitig die Flexibilität, die für die Entwicklung eines komplexen Chatbot-Systems erforderlich war.

Python für seine Flexibilität und Einfachheit:

Die Entscheidung für **Python** fiel aufgrund seiner breiten Akzeptanz in der KI-Community, seiner umfangreichen Bibliotheken und **Frameworks**, die speziell für maschinelles Lernen und KI entwickelt wurden, und seiner Einfachheit, die es mir ermöglichte, schnell funktionierende Prototypen zu erstellen. **Python** diente als Brücke, um meine theoretischen Kenntnisse in praktische Anwendungen zu überführen und die Grundlage für den partizipativen Entwurfsprozess zu legen.

Entwicklung des Custom-Built AI Chatbots:

Die Erstellung des Chatbots erforderte einen tiefen Einblick in die Funktionsweise künstlicher Intelligenz und die Anwendung von maschinellem Lernen zur Verarbeitung natürlicher Sprache. Durch die Implementierung eines einfachen, aber effektiven Systems zur Frage-Antwort-Interaktion konnte ich die grundlegenden Prinzipien des maschinellen Lernens und der KI-gestützten Kommunikation erforschen. Diese Erfahrung war nicht nur für die Entwicklung des Prototyps entscheidend, sondern auch für mein Verständnis der

Möglichkeiten und Herausforderungen, die KI in der Architektur mit sich bringt.

Herausforderungen und Lernerfahrungen:

Der Prozess war geprägt von „**Try and Error**“, einer Methode, die mir erlaubte, durch direkte Konfrontation mit Fehlern und Problemen zu lernen. Diese experimentelle Herangehensweise führte zu einem tieferen Verständnis für die Programmierung und KI, indem sie mich zwang, über den Tellerrand hinaus zu denken und kreative Lösungen für die Herausforderungen des partizipativen Entwurfs zu finden.

Die Verwendung von **PyCharm** und **Python** in meiner Masterthesis hat nicht nur einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung meiner technischen Fähigkeiten geleistet, sondern auch das Fundament für die Erforschung innovativer Ansätze im partizipativen Entwurfsprozess gelegt. Dieser Abschnitt der Arbeit illustriert nicht nur die technischen Aspekte der Chatbot-Entwicklung, sondern auch den Wert der experimentellen Herangehensweise und des lebenslangen Lernens im Feld der Architektur und Künstlichen Intelligenz.

ChatGPT

In der dritten und entscheidenden Phase meiner Masterarbeit, wandte ich mich der Entwicklung von Chatbot-Prototypen auf der **ChatGPT**-Plattform zu, auch bekannt als **General AI** oder **Custom ChatGPT**. Dieser Schritt markierte einen wichtigen Meilenstein in meinem Forschungsprojekt, indem er das Potenzial von hochentwickelter Künstlicher Intelligenz für den partizipativen Entwurfsprozess nutzte.

Entwicklung von Chatbot-Prototypen in ChatGPT:

Die Entscheidung, **GPT** für die Entwicklung der Prototypen zu nutzen, basierte auf der fortschrittlichen Sprachverarbeitungsfähigkeit und der Flexibilität der Plattform. **GPT** ermöglichte es mir, maßgeschneiderte Chatbots zu kreieren, die spezifisch auf die Anforderungen und Ziele meines Forschungsvorhabens zugeschnitten waren. Diese sogenannten **GPTs** oder **Custom ChatGPTs** dienten als fortschrittliche Werkzeuge, um die Interaktion zwischen Architekten und Nutzern dynamisch und intuitiv zu gestalten.

Der Nutzen von ChatGPT für partizipatives Entwerfen:

Durch die Implementierung von **GPT** in meine Prototypen konnte ich eine neue Ebene der Nutzerbeteiligung erreichen. Die Chatbots waren in der Lage, komplexe Dialoge zu führen, tiefgehende Fragen zu stellen und auf die Eingaben der Nutzer in einer Weise zu reagieren, die traditionelle Methoden der Nutzerbefragung bei Weitem übertrifft. Dieser Ansatz ermöglichte es, ein umfassendes Verständnis der Nutzerbedürfnisse und -präferenzen zu erlangen und diese direkt in den Entwurfsprozess einzubeziehen.

Anpassungsfähigkeit und Lernfähigkeit:

Ein entscheidender Vorteil der in **GPT** entwickelten Chatbot-Prototypen war ihre Anpassungsfähigkeit. Sie konnten nicht nur auf vorprogrammierte Anfragen antworten, sondern auch aus den Interaktionen lernen und ihre Antworten im Laufe der Zeit verbessern. Diese Fähigkeit machte sie zu einem wertvollen Instrument für kontinuierliches Lernen und Anpassung im Rahmen des partizipativen Entwurfs.

Beitrag zur Konzeptentwicklung:

Die Integration von **GPT**-Prototypen in den Entwurfsprozess stellte einen innovativen Ansatz dar, der es ermöglichte, die Grenzen der Nutzerpartizipation zu erweitern. Indem ich **GPT** als Teil meiner Konzeptentwicklung einsetzte, konnte ich zeigen, wie **General AI** die Architekturkommunikation und den Entwurfsprozess

bereichern kann, indem sie tiefergehende Einblicke in die Nutzererfahrungen und eine stärkere Einbeziehung der Endbenutzer ermöglicht.

Insgesamt stellen die in **ChatGPT** entwickelten Chatbot-Prototypen einen bedeutenden Fortschritt in meiner Forschung dar. Sie demonstrierten nicht nur die praktische Anwendbarkeit von **General AI** im Architekturbereich, sondern auch das Potenzial, partizipative Entwurfsprozesse durch den Einsatz von KI-gestützten Chatbots wesentlich zu verbessern und zu vertiefen.

TouchDesigner

In der Projektentwicklungsphase meiner Masterarbeit spielte **TouchDesigner** eine zentrale Rolle. Dieses vielseitige Programm wurde genutzt, um eine nahtlose Integration und Interaktion zwischen unterschiedlichen Komponenten und Prototypen zu ermöglichen, die ich zusammen mit zwei Kommilitonen entwickelt hatte. Die Entscheidung, **TouchDesigner** zu verwenden, basierte auf seiner Fähigkeit, komplexe visuelle Programmierungen und Echtzeit-Interaktionen zu ermöglichen, was es zum idealen Werkzeug für unsere anspruchsvollen Projektziele machte.

Die Wahl von TouchDesigner:

TouchDesigner ist bekannt für seine umfangreichen Möglichkeiten im Bereich der visuellen Programmierung und seiner Anpassungsfähigkeit in der Erstellung interaktiver Medienprojekte. Seine Stärke liegt in der Fähigkeit, Datenströme verschiedenster Quellen zu verarbeiten und in einer visuell ansprechenden Form darzustellen. Für unser Projekt war es entscheidend, eine Plattform zu haben, die sowohl die Integration verschiedener Datenformate als auch die Echtzeit-Interaktion mit diesen Daten unterstützt.

Integration des Custom ChatGPT:

Ein wesentlicher Bestandteil unserer Arbeit war die Integration eines von mir entwickelten **Custom ChatGPTs** in **TouchDesigner**. Durch die Verwendung einer **API-Schnittstelle** konnten wir den Chatbot direkt mit **TouchDesigner** verbinden, wodurch eine interaktive Kommunikation zwischen dem Chatbot und anderen verknüpften Programmen ermöglicht wurde. Diese Integration war entscheidend, um eine dynamische Interaktion zu schaffen, in der der Chatbot als interaktives Element innerhalb unserer visuellen und architektonischen Darstellungen fungierte.

Kollaborative Projektentwicklung:

Die Zusammenarbeit mit meinen Kommilitonen innerhalb der **TouchDesigner**-Umgebung ermöglichte es uns, unsere individuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu einem kohärenten Projekt zu verschmelzen. Durch die gemeinsame Nutzung von **TouchDesigner** konnten wir unsere unterschiedlichen Ansätze und Technologien in Echtzeit kombinieren und testen. Diese kollaborative Arbeitsweise führte zu einer Synergie, die die Grenzen unserer individuellen Projekte erweiterte und zu innovativen Lösungen führte.

Neue Möglichkeiten durch **API**-Verknüpfungen:

Die Verknüpfung des **Custom ChatGPTs** mit **TouchDesigner** über **API** eröffnete neue Möglichkeiten für die Interaktion und Visualisierung in unserem Projekt. Wir konnten nicht nur textbasierte Antworten des Chatbots in unsere visuellen Darstellungen integrieren, sondern auch die Antworten des Chatbots nutzen, um visuelle Elemente dynamisch anzupassen. Dies führte zu einer reichhaltigeren und interaktiveren Nutzererfahrung, die den Kern unserer Forschung über partizipatives Entwerfen mithilfe von KI-Technologie unterstreicht.

Insgesamt stellte **TouchDesigner** ein unverzichtbares Werkzeug in der Entwicklungsphase unseres Projekts dar. Es ermöglichte uns, die Brücke zwischen technologischer Innovation und kreativem Ausdruck zu schlagen und bot eine Plattform, auf der unsere visionären Ideen Wirklichkeit werden konnten. Die erfolgreiche Integration des **Custom ChatGPTs** in **TouchDesigner** markierte einen wichtigen Meilenstein in unserer Forschung und demonstrierte das Potenzial von KI-gestützten Technologien, den partizipativen Entwurfsprozess in der Architektur zu revolutionieren.

Zapier

In meiner Masterarbeit habe ich unter anderem die Online-Automatisierungsplattform **Zapier** genutzt, um eine effiziente Verbindung zwischen meinen entwickelten **GPTs**-Prototypen und verschiedenen externen Anwendungen herzustellen. Diese Integration ermöglichte es, die **Outputs** von **ChatGPT** in andere Formate und Anwendungen zu überführen, was den Anwendungsbereich und die Funktionalität der Prototypen erheblich erweiterte.

Zapier als Automatisierungstool:

Zapier fungiert als Mittler zwischen verschiedenen Webanwendungen und Diensten, indem es automatisierte Workflows, sogenannte „**Zaps**“, verwendet. Diese **Zaps** lösen spezifische Aktionen zwischen den Apps aus, ohne dass dafür Code geschrieben werden muss. Dies war entscheidend für mein Projekt, um Datenflüsse zu automatisieren und die Interaktion zwischen den **GPT**-basierten Chatbots und anderen Diensten zu vereinfachen.

Integration mit GPTs:

Durch die Einbindung von **ChatGPT** über **Zapier** konnte ich die kreativen und interaktiven Möglichkeiten der Chatbots erweitern. Insbesondere ermöglichte die Verknüpfung von **ChatGPT** mit Grafikdesign-Tools die automatische Erstellung von Moodboards, die als visuelle Grundlage für den Entwurfsprozess dienten.

Flexibilität und Anpassungsfähigkeit:

Die Nutzung von **Zapier** erlaubte eine flexible Anpassung der Prototypen, indem zusätzliche Funktionen und Datenquellen eingebunden wurden. So konnte ich beispielsweise aktuelle Trends und Daten aus der Architekturbranche in Echtzeit in den Dialog mit dem Chatbot integrieren.

Herausforderungen und Lösungsansätze:

Die Implementierung von **Zapier** stellte mich vor verschiedene Herausforderungen, insbesondere bei der Konfiguration und dem **Debugging** der **Zaps**. Die Komplexität der Automatisierungswflows erforderte ein tiefgehendes Verständnis der beteiligten Anwendungen und ihrer **APIs**. Durch die iterative Anpassung und Optimierung der **Zaps** konnte ich jedoch eine stabile und effiziente Verbindung zwischen den **GPTs** und den gewünschten Anwendungen herstellen.

Erweiterung des partizipativen Entwurfs durch KI:

Die Integration von **Zapier** in mein Forschungsprojekt hat gezeigt, wie Automatisierung und KI zusammenwirken können, um den architektonischen Entwurfsprozess zu bereichern und zu diversifizieren. Die Möglichkeit, **ChatGPT**-Outputs nahtlos in praktische Anwendungen zu überführen, eröffnet neue Perspektiven für die Nutzung von KI in der Architektur.

Die Verwendung von **Zapier**, kombiniert mit den Möglichkeiten von **GPTs**, stellte eine innovative Methode dar, um den Entwurfsprozess zu optimieren und zu erweitern. Die erfolgreiche Integration dieser Technologien markiert einen bedeutenden Fortschritt in meiner Forschung und unterstreicht das Potenzial von Automatisierungswerkzeugen und künstlicher Intelligenz, die Architekturkommunikation und den Entwurfsprozess nachhaltig zu verbessern.

Methodik

Informationsbeschaffung

Die Informationsbeschaffung für meine Masterthesis, speziell unter dem Aspekt der schnellen Entwicklung im Bereich künstliche Intelligenz, stellte eine besondere Herausforderung dar. Die Dynamik und das rasante Wachstum in diesem Sektor machen es schwierig, sich auf traditionelle Quellen wie Fachzeitschriften oder Bibliotheken zu verlassen, da diese oft nicht mit der Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts mithalten können. Laut dem **AI Index Bericht 2023** von der Stanford University hat sich die Landschaft der KI-Forschung und -Anwendung in den letzten Jahren und Monaten drastisch verändert, was die Notwendigkeit unterstreicht, aktuelle und zukunftsorientierte Informationsquellen zu nutzen.

Anstelle von veralteten Büchern oder akademischen Journals, die mit der aktuellen Entwicklung nicht Schritt halten, wandte ich mich daher moderneren Informationskanälen zu. Soziale Medien und Online-Foren wurden zu einer wichtigen Ressource, um die neuesten Entwicklungen und Diskussionen rund um KI und partizipatives Entwerfen zu verfolgen. Diese Plattformen bieten einen Einblick in die neuesten Trends und Innovationen, die täglich aktualisiert werden. Der **AI Index 2023** hebt hervor, dass die Anzahl der KI-bezogenen Jobpostings und Investitionen in KI-Technologien signifikant gestiegen ist, was die Relevanz und das wachsende Interesse in diesem Forschungsfeld unterstreicht.

Zusätzlich zu den digitalen Medien nahm ich an Seminaren und Vorträgen teil, wie beispielsweise dem „Smart Solution Labs - Tech Garage KI / AI #1“ von Tobit.Software (Tobit Laboratories AG, Ahaus), um mein Verständnis zu vertiefen. Jedoch stellte ich schnell fest, dass viele dieser Veranstaltungen nur grundlegende Einblicke boten, die nicht ausreichten, um die Tiefe meines Forschungsinteresses zu decken. Als jemand, der sich intensiv und spezialisiert mit der Materie auseinandersetzt, fand ich mich oft in der Rolle des Spezialisten wieder, der in Diskussionen und Foren eher Wissen beisteuerte, als daraus zu schöpfen.

Diese Erfahrung verdeutlichte die Herausforderung, relevante und fortgeschrittene Informationen zu einem so dynamischen Thema wie KI im Architekturbereich zu sammeln. Es erforderte eine kontinuierliche Anpassung meiner Strategien zur

04 Vgl. Measuring trends in Artificial Intelligence, The AI Index Report, 2023

Informationsbeschaffung und eine kritische Bewertung der verfügbaren Ressourcen. Letztendlich kombinierte ich verschiedene Ansätze – von der aktiven Teilnahme in Fachforen über die Analyse aktueller Studien bis hin zum direkten Austausch mit Experten auf dem Gebiet. Diese Methodik ermöglichte es mir, eine umfassende und tiefgreifende Basis für meine Forschungsarbeit zu legen, die sowohl die aktuellen Trends als auch die zukünftigen Potenziale von KI im partizipativen Entwurfsprozess reflektiert.

Ansatz von „Try and Error“

Der Ansatz von „**Try and Error**“, auch Versuch und Irrtum genannt, spielte eine zentrale Rolle in meiner Masterthesis „Partizipatives Entwerfen mithilfe von KI-Technologie“. Dieser Ansatz war besonders relevant, da ich mit begrenzten Vorkenntnissen im Programmieren begann und mich in die komplexe Welt der künstlichen Intelligenz und Chatbots einarbeitete.

Die Herausforderung des Lernens durch Versuch und Irrtum: Meine Anfangsphase im Bereich Programmierung war geprägt von ständigem Ausprobieren und Experimentieren. Ohne tiefgreifendes Verständnis für die spezifischen Probleme, mit denen ich konfrontiert war, blieb mir oft keine andere Wahl, als verschiedene Lösungsansätze zu testen, um zu sehen, was funktioniert. Dieser Prozess, obwohl manchmal frustrierend, erwies sich als ungemein lehrreich. Durch das direkte Auseinandersetzen mit Fehlern und das kontinuierliche Anpassen meiner Codes lernte ich nicht nur die Grundlagen der Programmierung, sondern entwickelte auch ein intuitives Verständnis für die Logik hinter den Algorithmen.

Lernen aus vorhandenen Ressourcen:

Ein weiterer wichtiger Aspekt meines Lernprozesses war das Studium und die Anpassung existierender Skripte. Das Nachschreiben von Codes, die von anderen entwickelt wurden, und das Kombinieren verschiedener fertiger Bausteine ermöglichten es mir, ein tieferes Verständnis für die Struktur und Funktionsweise von Programmen zu entwickeln. Diese Methode half mir, die Lücke zwischen theoretischem Wissen und praktischer Anwendung zu überbrücken.

Umgang mit neuen Technologien - Das Beispiel GPTs:

Als Nutzer der **GPTs** von **OpenAI** vom ersten Tag ihrer Veröffentlichung an stieß ich oft auf Fragen und Probleme, für die es noch keine Lösungen im Internet gab. In diesen Fällen war mein einziger Ausweg, durch kontinuierliches Tüfteln, Abändern und erneutes Ausprobieren eigene Lösungen zu finden. Diese Erfahrung unterstreicht die Bedeutung von Eigeninitiative und kreativem Problemlösen in der Forschung, insbesondere in einem so schnelllebigem und sich ständig weiterentwickelnden Feld wie der KI.

Fazit:

Der Ansatz von „**Try and Error**“ hat mir nicht nur wertvolle praktische Fähigkeiten vermittelt, sondern auch meine Fähigkeit zum kritischen Denken und zur Problemlösung gestärkt. Diese

Erfahrungen haben mich gelehrt, dass Fortschritt oft durch Beharrlichkeit, Geduld und die Bereitschaft, aus Fehlern zu lernen, erzielt wird. In meiner Masterthesis hat sich dieser Ansatz als unverzichtbar erwiesen, um innovative Lösungen für die Herausforderungen des partizipativen Entwerfens mit KI-Technologie zu entwickeln.

Diese Erfahrungen verdeutlichen, dass der Weg der Forschung oft durch unerwartete Herausforderungen und die Notwendigkeit des ständigen Experimentierens geprägt ist. Der „**Try and Error**“-Ansatz hat mir gezeigt, dass der Schlüssel zum Erfolg in der Flexibilität liegt, sich an neue Situationen anzupassen, und in der Entschlossenheit, unermüdlich nach besseren Lösungen zu suchen.

Konzeptentwicklung

Custom-Built AI

In der Konzeptentwicklungsphase stand ich vor der Herausforderung, innovative Lösungen für die Einbindung von Endnutzern in den architektonischen Entwurfsprozess zu finden. Der Schlüssel dazu lag in der Entwicklung eines maßgeschneiderten KI-gestützten Chatbots, der nicht nur als interaktives Kommunikationswerkzeug dient, sondern auch die Fähigkeit besitzt, aus diesen Interaktionen zu lernen und sich anzupassen. Dieser Abschnitt meiner Arbeit widmet sich der detaillierten Darstellung dieses Entwicklungsprozesses, beginnend mit der initialen Code-Struktur und den grundlegenden Funktionen des Chatbots, über seine Lernfähigkeit und Anpassungsfähigkeit, bis hin zu seiner praktischen Anwendung und den daraus resultierenden Erkenntnissen.

Die Motivation hinter diesem Ansatz war es, eine Brücke zwischen den architektonischen Entwurfsprozessen und den Bedürfnissen sowie dem Feedback der Nutzer zu schlagen. Indem ich einen Chatbot entwickelte, der spezifische Fragen rund um Architekturmaterialien beantworten kann, zielte ich darauf ab, ein Werkzeug zu schaffen, das Architekten und Planern einen direkten Zugang zu relevanten Informationen bietet und gleichzeitig die Möglichkeit eröffnet, diese Informationen kontinuierlich zu erweitern. Dieser Ansatz spiegelt den Kerngedanken des partizipativen Entwerfens wider, bei dem die aktive Einbindung der Endnutzer eine zentrale Rolle spielt.

Die nachfolgenden Abschnitte erläutern die technischen Details und Überlegungen, die in die Entwicklung des Chatbots einfließen, seine Fähigkeit, durch Nutzerinteraktionen zu lernen und sich weiterzuentwickeln, sowie die Anwendung dieses Prototyps in einem realen architektonischen Kontext. Abschließend reflektiere ich über die Bedeutung dieses Projekts für mein Verständnis von partizipativem Entwerfen und die Rolle von KI in der Architektur. Die Erkenntnisse und Erfahrungen, die ich während dieses Projekts gesammelt habe, bieten wertvolle Einblicke in die Potenziale und Herausforderungen der Integration von Künstlicher Intelligenz in den Entwurfsprozess und legen den Grundstein für zukünftige Forschungen in diesem spannenden und sich schnell entwickelnden Feld.

```

1  import json
2  from difflib import get_close_matches
3
4
5  def load_knowledge_base(file_path: str) -> dict:
6      with open(file_path, 'r') as file:
7          data: dict = json.load(file)
8      return data
9
10
11 def save_knowledge_base(file_path: str, data: dict):
12     with open(file_path, 'w') as file:
13         json.dump(data, file, indent=2)
14
15
16 def find_best_match(user_question: str, questions: list[str]
17 ) -> str | None:
18     matches: list = get_close_matches(user_question,
19                                     questions, n=1, cutoff=0.6)
20     return matches[0] if matches else None
21
22
23 def get_answer_for_question(question: str, knowledge_base:
24 dict) -> str | None:
25     for q in knowledge_base["questions"]:
26         if q["question"] == question:
27             return q["answer"]
28
29
30 def chat_bot():
31     knowledge_base: dict = load_knowledge_base
32         ('knowledge_base.json')
33
34     while True:
35         user_input: str = input('You ')
36
37         if user_input.lower() == 'quit':
38             break
39
40         best_match: str | None = find_best_match(user_input,
41                                                 [q["question"] for q in
42                                                 knowledge_base["questions"]])
43
44         if best_match:
45             answer: str = get_answer_for_question(best_match
46             , knowledge_base)
47             print(f'Bot: {answer}')
48         else:
49             print('Bot: I don\'t know the answer. Can you
50                   teach me?')
51             new_answer: str = input('Type the answer or
52                                     "skip" to skip: ')
53
54             if new_answer.lower() != 'skip':
55                 knowledge_base["questions"].append
56                     ({"question": user_input, "answer":
57                     new_answer})
57                 save_knowledge_base('knowledge_base.json',
58                                     knowledge_base)
59                 print('Bot: Thank you! I Learned a new
60                       response!')
61
62 if __name__ == '__main__':
63     chat_bot()

```

05 Vgl. How To Build A Chat Bot
That Learns From The User In
Python Tutorial, Indently, 2023

```

1  {
2      "questions": [
3
4      ]
5  }

```

01 Abb. main.py, Python Code,
Miro

02 Abb. knowledge_base.json,
Python Code, Miro

Custom-Built AI Oberfläche

The screenshot displays the PyCharm IDE interface. The left sidebar shows the project structure for 'Materialbibliothek', including files like 'venv', 'bin', 'lib', '.gitignore', 'pyvenv.cfg', 'knowledge_base.json', and 'main.py'. The main editor window shows the code for 'main.py', which implements a simple chatbot using the 'difflib' library for fuzzy matching. The code includes functions for loading and saving a knowledge base, finding the best match for a user question, and a main chat loop. The bottom panel shows the 'Run' output, which displays the chatbot's interaction with the user.

```

1 import json
2 from difflib import get_close_matches
3
4
5 1 usage
6 def load_knowledge_base(file_path: str) -> dict:
7     with open(file_path, 'r') as file:
8         data = json.load(file)
9     return data
10
11 1 usage
12 def save_knowledge_base(file_path: str, data: dict):
13     with open(file_path, 'w') as file:
14         json.dump(data, file, indent=2)
15
16 1 usage
17 def find_best_match(user_question: str, questions: list[str]) -> str | None:
18     matches = list = get_close_matches(user_question, questions, n=1, cutoff=0.6)
19     return matches[0] if matches else None
20
21 1 usage
22 def get_answer_for_question(question: str, knowledge_base: dict) -> str | None:
23     for q in knowledge_base["questions"]:
24         if q["question"] == question:
25             return q["answer"]
26
27 1 usage
28 def chat_bot():
29     knowledge_base = dict = load_knowledge_base('knowledge_base.json')
30
31     while True:
32         user_input: str = input('You ')
33
34         if user_input.lower() == 'quit':
35             break
36
37         best_match: str | None = find_best_match(user_input, [q["question"] for q in knowledge_base["questions"]])
38
39         if best_match:
40             answer: str = get_answer_for_question(best_match, knowledge_base)
41             print(f'Bot: {answer}')
42         else:
43             print('Bot: I don't know the answer. Can you teach me?')
44             new_answer: str = input('Type the answer or "skip" to skip: ')
45
46             if new_answer.lower() != 'skip':
47                 knowledge_base["questions"].append({"question": user_input, "answer": new_answer})
48                 save_knowledge_base(file_path: 'knowledge_base.json', knowledge_base)
49                 print('Bot: Thank you! I learned a new response!')
50
51 if __name__ == '__main__':
52     chat_bot()
53

```

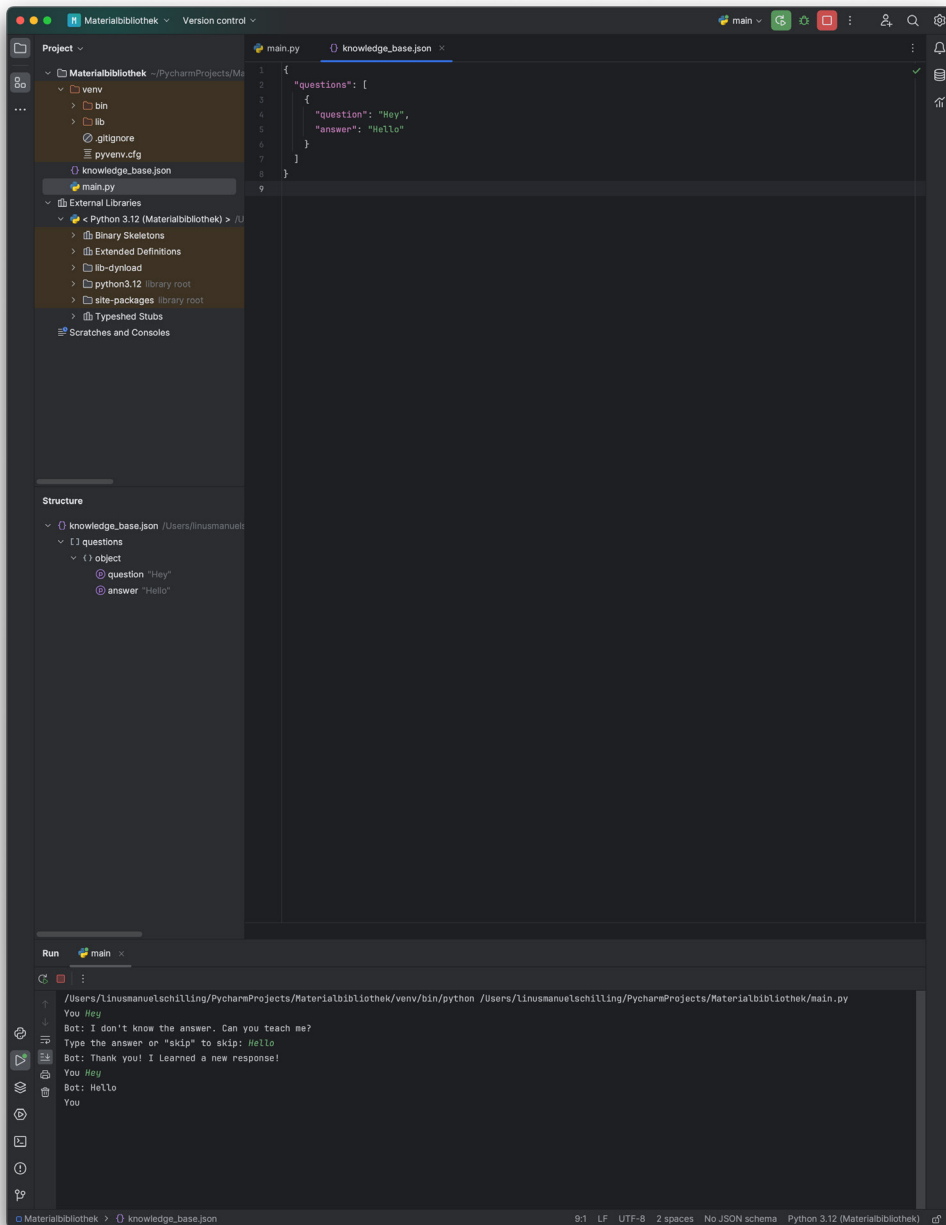
Run output:

```

/Users/Linuxmanuelschilling/PycharmProjects/Materialbibliothek/venv/bin/python /Users/Linuxmanuelschilling/PycharmProjects/Materialbibliothek/main.py
You Hey
Bot: I don't know the answer. Can you teach me?
Type the answer or "skip" to skip: Hello
Bot: Thank you! I Learned a new response!
You Hey
Bot: Hello
You

```

03 Abb. main.py, Python Code, PyCharm



04 Abb. knowledge_base.json,
Python Code, PyCharm

Code-Struktur und Grundfunktionen

Der Code beginnt mit dem Importieren notwendiger Bibliotheken:

```
import json
from difflib import get_close_matches
```

json wird verwendet, um mit der **JSON**-Datei zu arbeiten, die als Wissensbasis dient. **get_close_matches** aus dem **difflib**-Modul hilft dabei, ähnliche Fragen in der Wissensbasis zu finden, um die passenden Antworten zu liefern.

Wissensbasisverwaltung:

Die Funktionen **load_knowledge_base** und **save_knowledge_base** spielen eine zentrale Rolle:

```
def load_knowledge_base(file_path: str) -> dict:
    with open(file_path, 'r') as file:
        data: dict = json.load(file)
    return data

def save_knowledge_base(file_path: str, data: dict):
    with open(file_path, 'w') as file:
        json.dump(data, file, indent=2)
```

load_knowledge_base lädt die vorhandenen Fragen und Antworten aus einer **JSON**-Datei in ein **Python Dictionary**. **save_knowledge_base** speichert Änderungen an der Wissensbasis, etwa wenn neue Fragen und Antworten hinzugefügt werden.

Fragen-Abgleich und Antwortfindung:

Die Funktion **find_best_match** sucht nach der Frage in der Wissensbasis, die der Nutzereingabe am ähnlichsten ist:

```
def find_best_match(user_question: str, questions: list[str]) -> str | None:
    matches: list = get_close_matches(user_question, questions, n=1, cutoff=.6)
    return matches[0] if matches else None
```

get_close_matches wird verwendet, um die Frage zu finden, die der Eingabe des Nutzers am nächsten kommt, basierend auf einer Ähnlichkeitsschwelle (**cutoff**). Diese Funktion ist entscheidend, um relevante Antworten auf Benutzerfragen zu finden.

Die Funktion **get_answer_for_question** liefert die Antwort auf eine gefundene Frage:

```
def get_answer_for_question(question: str, knowledge_base: dict) -> str | None:
    for q in knowledge_base["questions"]:
        if q["question"] == question:
            return q["answer"]
```

Diese durchläuft die Wissensbasis und gibt die Antwort zurück, die

05 Abb. import, Python Code, Miro

06 Abb. load/save, Python Code, PyCharm

07 Abb. find, Python Code, Miro

08 Abb. get, Python Code, Miro

der gestellten Frage entspricht.

Interaktives Chatbot-System:

Die Hauptfunktion **chat_bot** ermöglicht die Interaktion mit dem Nutzer:

```
def chat_bot():
    knowledge_base: dict = load_knowledge_base('knowledge_base.json')

    while True:
        user_input: str = input('You: ')

        if user_input.lower() == 'quit':
            break

        best_match: str | None = find_best_match(user_input, [q["question"]
                                                             for q in knowledge_base["questions"]])

        if best_match:
            answer: str = get_answer_for_question(best_match, knowledge_base)
            print(f'Bot: {answer}')
        else:
            print('Bot: I don\'t know the answer. Can you teach me?')
            new_answer: str = input('Type the answer or "skip" to skip: ')

            if new_answer.lower() != 'skip':
                knowledge_base["questions"].append({"question": user_input,
                                                    "answer": new_answer})
                save_knowledge_base('knowledge_base.json', knowledge_base)
                print('Bot: Thank you! I Learned a new response!')
```

Diese Funktion lädt die Wissensbasis und tritt in eine Endlosschleife ein, in der Benutzereingaben entgegengenommen, verarbeitet und Antworten ausgegeben werden. Der Bot kann lernen, indem er bei unbekannten Fragen den Nutzer um eine Antwort bittet und diese zur Wissensbasis hinzufügt.

Lernfähigkeit und Anpassung

Die Lernfähigkeit des Prototyps ist ein zentrales Element, das ihn von einfachen, statischen Chatbots unterscheidet. Diese Fähigkeit ist durch den interaktiven Teil des Codes, in dem der Bot bei fehlenden Antworten lernt, verkörpert:

```
else:
    print('Bot: I don\'t know the answer. Can you teach me?')
    new_answer: str = input('Type the answer or "skip" to skip: ')
    if new_answer.lower() != 'skip':
        knowledge_base["questions"].append({"question": user_input, "answer":
                                             new_answer})
        save_knowledge_base('knowledge_base.json', knowledge_base)
        print('Bot: Thank you! I Learned a new response!')
```

Wenn der Chatbot auf eine Frage stößt, zu der er keine Antwort in seiner Wissensbasis findet, fordert er den Nutzer auf, eine Antwort zu lehren. Diese Interaktion ermöglicht es dem Bot, sein Wissen kontinuierlich zu erweitern und sich an die Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzer anzupassen. Es spiegelt den partizipativen Ansatz meiner Forschung wider, indem es den Nutzern ermöglicht, aktiv zum Lernprozess des Bots beizutragen.

09 Abb. chat, Python Code, Miro

10 Abb. print/if, Python Code, Miro

Code-Struktur und Datenbank

Um die Funktionsweise und Bedeutung der Wissensdatenbank **knowledge_base.json** in meinem **Custom-Built AI** Chatbot detailliert zu erläutern, ist es wichtig, den Aufbau und die Dynamik dieser Datenbank zu verstehen. Dieses **JSON**-Format bildet das Herzstück des Lernmechanismus meines Chatbots und ermöglicht es ihm, auf Nutzerfragen zu reagieren und sein Wissen kontinuierlich zu erweitern.

Die anfängliche Struktur der Wissensdatenbank sieht wie folgt aus:

```
{
  "questions": []
}
```

Diese leere Ausgangsbasis ermöglicht es dem Chatbot, von Grund auf zu lernen. Anfangs ist die Datenbank leer, und der Chatbot ist darauf angewiesen, durch Nutzerinteraktionen Wissen zu akkumulieren.

Dynamische Erweiterung durch Nutzerinteraktionen

Durch die Interaktion mit Nutzern beginnt sich die Datenbank zu füllen. Betrachten wir beispielsweise einfache Grüße und Fragen:

```
{
  "questions": [
    {"question": "Hallo", "answer": "Hallo"},
    {"question": "Hey", "answer": "Hallo"},
    {"question": "Wie geht es dir?", "answer": "Gut und dir?"},
    {"question": "Wie geht's dir?", "answer": "Gut und dir?"}
  ]
}
```

In dieser Phase lernt der Chatbot, auf gängige Begrüßungen und einfache Fragen zu reagieren. Die Ähnlichkeit zwischen „*Hallo*“ und „*Hey*“ oder „*Wie geht es dir?*“ und „*Wie geht's dir?*“ zeigt, wie der Chatbot beginnt, Muster zu erkennen und entsprechend zu antworten.

Fachspezifische Erweiterung

Um den Chatbot auf einen spezifischeren Anwendungsbereich, wie Architekturmaterialien, anzupassen, wurde die Datenbank um fachspezifische Fragen und Antworten erweitert:

11 Abb. Grundstruktur, Python Code, Miro

12 Abb. Bsp. 1, Python Code, Miro

```

{
  "questions": [
    {"question": "Eiche Materialart", "answer": "Holz"},
    {"question": "Eiche Untergruppe", "answer": "Laubholz"},
    {"question": "Eiche Herkunft", "answer": "Nordeuropa,
      Griechenland, Italien, Osteuropa, Westeuropa, Asien"},
    {"question": "Eiche Farbe", "answer": "Splint gelblich weiß,
      Kern hellbraun bis gelblich braun"},
    {"question": "Eiche Struktur", "answer": "faserig"},
    ...
    {"question": "Birke Formate", "answer": "Plattenformate,
      Blockformate, Stab- u. Seilformate"}
  ]
}

```

Diese Erweiterung ermöglichte es dem Chatbot, detaillierte Fragen zu Materialarten, Eigenschaften und Anwendungsbereichen zu beantworten. Durch die Einbeziehung von Fachwissen konnte der Chatbot als spezialisierter Assistent im Bereich Architekturmaterialien fungieren.

Optische Änderungen im Code

Für die optische Komponente meines Chatbots habe ich **tkinter** verwendet, um eine benutzerfreundliche grafische Oberfläche zu erstellen. Ein zentraler Bestandteil dieser Implementierung ist das Erzeugen eines interaktiven Dialogfensters, in dem Nutzer ihre Fragen eingeben können und Antworten des Chatbots angezeigt werden:

```

window = tk.Tk()
window.title("Custom-Built AI Chatbot")

chat_frame = tk.Frame(window)
chat_frame.pack(pady=20)

chat_scroll = tk.Scrollbar(chat_frame)
chat_scroll.pack(side=tk.RIGHT, fill=tk.Y)

chat_listbox = tk.Listbox(chat_frame, yscrollcommand=chat_scroll
    .set, width=50, height=15)
chat_listbox.pack(side=tk.LEFT, fill=tk.BOTH)
chat_scroll.config(command=chat_listbox.yview)

user_entry = tk.Entry(window, font=("Arial", 12))
user_entry.pack(pady=20)

send_button = tk.Button(window, text="Send", command=send_message)
send_button.pack(pady=10)

```

Diese **GUI**-Komponenten ermöglichen eine visuelle und interaktive Benutzererfahrung, die weit über eine einfache Konsolenanwendung hinausgeht. Die **tkinter**-Bibliothek erwies sich als äußerst nützlich für die Einbindung dieser visuellen Elemente, wodurch der Chatbot zugänglicher und ansprechender für die Benutzer wurde.

13 Abb. Bsp. 2, Python Code, Miro

14 Abb. tkinter, Python Code, Miro

Weitere Modifikationen und Anpassungen

Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Funktionen und der **GUI** habe ich weitere Anpassungen vorgenommen, um die Benutzerfreundlichkeit und Funktionalität des Chatbots zu verbessern. Dazu gehörten die Implementierung von Fehlerbehandlungen, die Optimierung der Antwortlogik und die Verfeinerung der Benutzeroberfläche, um eine intuitive und effiziente Interaktion zu gewährleisten.

Potential

Abschließend bildet die Entwicklung des **Custom-Built AI** Chatbots einen entscheidenden Schritt in meiner Masterarbeit und legt das Fundament für die weiterführende Erforschung von KI-gestützten Technologien im Architekturbereich. Die gewonnenen Erkenntnisse aus dieser Phase unterstreichen die Bedeutung einer präzisen und nutzerorientierten Kommunikation in Entwurfsprozessen und demonstrieren das Potenzial von KI, diese Interaktionen zu vereinfachen und zu bereichern.

Language-Specific AI

In der fortschreitenden Phase meiner Masterarbeit, die sich der Konzeptentwicklung widmet, habe ich mich auf die Integration von Language-Specific Artificial Intelligence (AI) konzentriert. Dieser Schritt zielte darauf ab, die Kommunikation im partizipativen Entwurfsprozess durch die Verwendung bereits antrainierter Sprachmodelle zu optimieren. Die Entscheidung, auf Language-Specific AI zurückzugreifen, basiert auf deren Fähigkeit, natürliche Sprache präzise zu verstehen und zu verarbeiten, was eine direktere und effektivere Einbindung der Nutzerfeedbacks in den Entwurfsprozess ermöglicht.

Verständnis und Auswahl von Language-Specific AI

Language-Specific AI, wie etwa Modelle, die auf der GPT (Generative Pre-trained Transformer) Architektur basieren, bieten eine fortgeschrittene Verarbeitung natürlicher Sprache. Diese Modelle sind darauf trainiert, menschliche Sprache in einem Maße zu verstehen und zu generieren, das herkömmliche Programmieransätze übertrifft. Für mein Projekt habe ich ein Modell ausgewählt, das speziell für die deutsche Sprache optimiert ist. Dieses Modell kann nicht nur Fragen verstehen und darauf antworten, sondern auch Inhalte generieren, die auf den eingegebenen Daten basieren.

Integration einer Wissensdatenbank

Ein wesentlicher Aspekt bei der Nutzung von Language-Specific AI ist die Integration einer Wissensdatenbank. Diese dient als Grundlage für die Antworten des Chatbots auf spezifische Anfragen. Im Gegensatz zum Custom-Built AI, wo jede Frage und Antwort manuell eingelesen werden musste, erlaubt die Language-Specific AI ein tieferes Verständnis der Fragestellungen. Durch die Anbindung an eine umfassende Wissensdatenbank kann das Modell auf eine breite Palette von Anfragen reagieren, ohne dass jede einzelne Interaktion zuvor explizit programmiert werden muss.

Praktische Umsetzung

Für die praktische Umsetzung wurde das Sprachmodell so konfiguriert, dass es auf die spezifischen Bedürfnisse des partizipativen Entwurfsprozesses zugeschnitten ist. Dies beinhaltete die Anpassung der Antwortmechanismen des Modells, um sicherzustellen, dass es präzise und kontextbezogene Antworten auf Fragen rund um

Architekturmaterialeien, Designprinzipien und Nutzerpräferenzen liefert. Ein Beispiel für die Anwendung dieses Ansatzes könnte die Frage nach der optimalen Materialwahl für ein bestimmtes Klima sein. Das AI-Modell greift auf die hinterlegte Wissensdatenbank zu und generiert eine Antwort, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und bewährten Praktiken basiert.

Potential

Die Integration von Language-Specific AI in den partizipativen Entwurfsprozess hat das Potenzial, die Effizienz und Qualität der Architekturplanung signifikant zu verbessern. Indem es ermöglicht wird, direkt und in natürlicher Sprache mit dem System zu interagieren, können Nutzerfeedback und -präferenzen nahtlos in den Entwurfsprozess einfließen. Dies führt zu einer höheren Benutzerzufriedenheit und gewährleistet, dass die entworfenen Räume den Bedürfnissen und Wünschen der Nutzer entsprechen.

Die Herausforderung bei der Nutzung von Language-Specific AI liegt in der Sicherstellung, dass die Wissensdatenbank aktuell und umfassend bleibt. Dies erfordert eine kontinuierliche Pflege und Aktualisierung der Daten, um die Relevanz und Genauigkeit der Chatbot-Antworten zu gewährleisten.

Insgesamt stellt die Verwendung von Language-Specific AI einen bedeutenden Fortschritt in meinem Forschungsprojekt dar. Sie unterstreicht die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von KI im Architekturbereich ergeben, und bietet einen Ausblick auf die zukünftige Entwicklung partizipativer Entwurfsprozesse, die durch technologische Innovationen bereichert werden.

General AI

Die Integration von General AI in den architektonischen Entwurfsprozess stellt eine herausfordernde, aber zugleich revolutionäre Aufgabe dar. Meine Masterthesis erreichte einen bemerkenswerten Wendepunkt mit der Einführung der GPTs durch OpenAI. Diese Entwicklung kam zu einem entscheidenden Zeitpunkt, als ich mich mit den Grenzen der zuvor genutzten Language-Specific AI konfrontiert sah und nach einer Lösung suchte, die nicht nur sprachliche Zusammenhänge besser versteht, sondern auch in der Lage ist, „um die Ecke“ zu denken.

Die Herausforderung bestand darin, eine General AI zu implementieren, die in der Lage ist, den komplexen und oft subjektiven Kontext der Architektur zu navigieren. Konventionelle Modelle stießen schnell an ihre Grenzen, wenn es darum ging, die nuancierten Anforderungen und Wünsche der Nutzer zu interpretieren und in den Entwurfsprozess zu integrieren. Die Verfügbarkeit von GPTs bot eine einzigartige Gelegenheit, diese Hürde zu überwinden, indem sie eine fortschrittliche Verarbeitung natürlicher Sprache und die Fähigkeit zum kontextbezogenen Verständnis boten.

Der Vorteil der rechtzeitigen Veröffentlichung von GPTs durch OpenAI konnte nicht überschätzt werden. Diese Technologie ermöglichte es mir, Prototypen zu entwickeln, die nicht nur auf direkte Anfragen reagieren, sondern auch in der Lage sind, die impliziten Bedürfnisse und Absichten der Nutzer zu erkennen. Durch die Implementierung dieser General AIs konnte ich die Interaktion zwischen Architekten und Nutzern auf eine Weise vertiefen, die zuvor nicht möglich war. Die GPTs erlaubten eine nuanciertere und tiefere Form der Beteiligung, die über traditionelle partizipative Methoden hinausgeht und einen wahrhaft dialogorientierten Ansatz im Entwurfsprozess fördert.

Dieses Kapitel widmet sich der Untersuchung der Implementierung von General AI in meine Forschung, den damit verbundenen Herausforderungen und wie die Einführung von GPTs diese Herausforderungen nicht nur adressiert, sondern auch Möglichkeiten für eine neuartige Form der Nutzerbeteiligung eröffnet. Es wird beleuchtet, wie die Nutzung von GPTs den partizipativen Entwurfsprozess transformiert und welche Implikationen dies für die Zukunft der Architektur und des Entwurfs hat.

Grundlagen der GPTs

Die General AI, insbesondere die durch OpenAI entwickelten GPTs (Generative Pre-trained Transformers), repräsentieren eine revolutionäre Klasse von KI-Modellen, die tiefgreifende Auswirkungen auf eine Vielzahl von Anwendungen haben, einschließlich des partizipativen Entwurfs in der Architektur.

GPTs basieren auf dem Konzept des maschinellen Lernens, speziell auf dem Transformer-Modell, das ursprünglich von Vaswani et al. (2017) vorgestellt wurde. Im Kern nutzen GPTs ein selbst-aufmerksames System, das es ihnen ermöglicht, den Kontext von Wörtern in einem Satz oder Textabschnitt zu verstehen. Dies ermöglicht eine beispiellose Fähigkeit zur Sprachmodellierung, da GPTs nicht nur die direkte Sequenz von Wörtern berücksichtigen, sondern auch, wie jedes Wort zu den umgebenden Wörtern in Beziehung steht.

Training und Funktionsweise

Das Training eines GPT-Modells erfolgt in zwei Hauptphasen: Pre-Training und Fine-Tuning. Während der Pre-Training-Phase lernt das Modell, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Wortes basierend auf den vorherigen Wörtern in einem Text zu vorherzusagen. Es wird auf einer breiten Palette von Textdaten trainiert, was dem Modell eine umfassende Grundlage der menschlichen Sprache verleiht. Das Fine-Tuning passt das Modell dann an spezifische Anwendungsfälle an, indem es auf Daten trainiert wird, die dem Zielkontext näher stehen. Dies ermöglicht es dem Modell, spezifische Nuancen und Fachsprachen zu lernen, die in meinem Fall für die Architektur relevant sind.

Grundlegende Funktionen und Einstellungen

Anpassung der Prompts:

Custom GPTs ermöglichen eine präzise Steuerung über die Eingabeaufforderungen (Prompts), die dem Modell gegeben werden. Dies erlaubt es, das Modell für spezifische Themen oder Anwendungsfälle zu optimieren, beispielsweise für architektonische Entwurfsfragen oder Materialauswahl. Durch die Anpassung der Prompts können Benutzer die Genauigkeit und Relevanz der Antworten des Modells verbessern.

Feinabstimmung auf spezifische Daten:

Nutzer haben die Möglichkeit, Custom GPTs mit eigenen

Datensätzen zu trainieren oder zu „feinabstimmen“, um die Leistung des Modells in bestimmten Domänen zu verbessern. In der Architektur könnte dies bedeuten, das Modell mit Daten über nachhaltige Baustoffe, städtebauliche Vorschriften oder spezifische Designpräferenzen zu trainieren.

Integration externer Datenquellen:

Custom GPTs können so konfiguriert werden, dass sie während der Interaktion mit dem Benutzer auf externe Datenquellen zugreifen. Dies eröffnet Möglichkeiten für Echtzeit-Datenabfragen, wie z.B. aktuelle Preise für Baustoffe oder die neuesten Bauvorschriften, direkt innerhalb der Chatbot-Interaktion.

Erstellung spezifischer Anwendungsfälle:

Benutzer können Custom GPTs erstellen, die auf ganz spezifische Anwendungsfälle zugeschnitten sind, z.B. einen Chatbot, der ausschließlich für die Beratung in Bezug auf nachhaltige Architekturpraktiken oder für die Unterstützung bei der Auswahl von Materialien basierend auf ihren Umwelteinflüssen zuständig ist.

Erweiterte Funktionen und Anpassungsmöglichkeiten

Einsatz von API-Schnittstellen:

Durch die Anbindung von Custom GPTs an APIs können diese Modelle mit anderen Diensten und Plattformen interagieren. Für Architekten könnte dies bedeuten, dass der Chatbot direkt mit CAD-Software oder Datenbanken für Baustoffe kommunizieren kann, um Informationen zu ziehen oder sogar bestimmte Aufgaben automatisch auszuführen.

Sprachliche Feinabstimmung:

Neben der thematischen Anpassung ermöglichen Custom GPTs auch eine sprachliche Feinabstimmung, um den Ton und Stil der Antworten besser auf den jeweiligen Kontext abzustimmen. Dies kann besonders nützlich sein, um einen Chatbot zu erstellen, der die Sprache und Terminologie der Architekturbranche oder spezifischer Designphilosophien widerspiegelt.

Benutzerdefinierte Trainingsprozesse:

Fortgeschrittene Nutzer können benutzerdefinierte Trainingsprozesse initiieren, um die Fähigkeiten des Modells weiter zu verfeinern. Dies könnte das Training des Modells auf spezifische architektonische Entwurfssfälle oder auf interaktive Szenarien umfassen, die reale Entwurfsdiskussionen simulieren.

Architecture Material Assistant Oberfläche

CreateConfigure



Name

Architektur Material Assistant

Description

Experte für kreative Materialberatung in Architektur

Instructions

Einführung in den Dialog
Begrüßung und Zweck:
„Willkommen! Als Ihr persönlicher Assistent für Architekturmaterialien bin ich hier, um Ihnen bei der Auswahl und Gestaltung zu helfen. Lassen Sie uns Ihr Projekt zum Leben erwecken.“
Initialfrage:

Conversation starters

Was ist das Thema Ihres Projekts?

Wie beschreiben Sie Ihren Stil?

Welche Aspekte sind Ihnen bei Materialien wichtig?

Was ist Ihre Hauptinspiration?

Knowledge

If you upload files under Knowledge, conversations with your GPT may include file contents. Files can be downloaded when Code Interpreter is enabled

 000_601-636.pdf
PDF

Upload files

Capabilities

☒ Web Browsing

☐ DALL·E Image Generation

☐ Code Interpreter ?

Actions

actions.zapier.com

Callback URL

https://fzfhfz-.../api/callback

Create new action

Additional Settings

☐ Use conversation data in your GPT to improve our models

Ab Seite 46

15 Abb. Configure, GPTs, OpenAI

Authentication

Authentication Type

☐ None

☐ API Key

☒ OAuth

Client ID

Client Secret

Authorization URL

https://actions.zapier.com/oauth/authorize/

Token URL

https://actions.zapier.com/oauth/token/

Scope

nla:exposed_actions:execute

Token Exchange Method

☒ Default (POST request)

☐ Basic authorization header

Cancel

Save

<

Edit actions

Let your GPT retrieve information or take actions outside of ChatGPT.

Learn more.

Authentication

OAuth

Schema

Import from URL

Examples

{
 "openapi": "3.0.2",
 "info": {
 "title": "Zapier AI Actions for GPT (Dynamic)",
 "version": "1.0.0",
 "description": "Equip GPTs with the ability to run thousands of actions via Zapier.
(703dcca4c2e24c5ea5e2c717eba11029)",
 "x-openai-verification-token": "703dcca4c2e24c5ea5e2c717eba11029"
 },
 "servers": [
 {
 "url": "https://actions.zapier.com"
 }
],
 "paths": {
 "/gpt/api/v1/available/": {
 "get": {
 "operationId": "list_available_actions",
 "summary": "List Available Actions",
 "parameters": [
 {
 "in": "query",
 "name": "apps",
 "required": false
 }
]
 }
 }
 }
}

Format

Available actions

Name	Method	Path	
list_available_actions	GET	/gpt/api/v1/available/	Test
run_action	POST	/gpt/api/v1/available/{available_action_id}/run/	Test

Privacy policy

https://zapier.com/privacy

16 Abb. Authentication, GPTs, OpenAI

17 Abb. Edit actions, GPTs, OpenAI

Architecture Material Assistant Prompt

Experte für kreative Materialberatung in Architektur

Einführung in den Dialog

Begrüßung und Zweck:

„Willkommen! Als Ihr persönlicher Assistent für Architekturmaterialien bin ich hier, um Ihnen bei der Auswahl und Gestaltung zu helfen. Lassen Sie uns Ihr Projekt zum Leben erwecken.“

Initialfrage:

„Um zu beginnen, könnten Sie mir bitte die Grundlagen Ihres Projekts beschreiben? Zum Beispiel, ob es sich um ein Wohn- oder Geschäftsgebäude handelt und welche Atmosphäre Sie schaffen möchten.“

Vertiefung des Dialogs durch gezielte Fragen

Präferenzen und Stil:

„Haben Sie bestimmte Materialien im Sinn, die Sie verwenden möchten, oder einen bestimmten Stil, der Sie inspiriert? Jedes Detail hilft mir, genauere Vorschläge zu machen.“

Beispiele und Inspirationen:

„Falls möglich, teilen Sie bitte Beispiele oder Bilder von Designs, die Ihnen gefallen. Dies wird mir helfen, Ihre Vorlieben besser zu verstehen.“

Spezifische, angepasste Antworten

Individuelle Empfehlungen:

„Basierend auf Ihren Angaben empfehle ich [**spezifisches Material oder Design**], da es gut zu Ihrem Stil passt und [**spezifische Vorteile**] bietet. Wie klingt das für Sie?“

Anpassung und Optionen:

„Falls das nicht ganz passt, könnten wir auch [**alternative Materialien oder Designs**] in Betracht ziehen. Welche Richtung möchten Sie einschlagen?“

Einbindung von Feedback und Iteration

Feedback-Einholung:

„Wie fühlen Sie sich mit den vorgeschlagenen Optionen? Gibt es Aspekte, die wir weiter anpassen sollten?“

Iteratives Vorgehen:

„Ihr Feedback ist entscheidend für die Feinabstimmung unserer

Auswahl. Lassen Sie uns gemeinsam iterieren, bis wir die perfekte Lösung gefunden haben.“

Zusammenfassung und nächste Schritte

Bestätigung der Auswahl:

„Zusammen haben wir [ausgewählte Materialien/Designs] für Ihr Projekt ausgewählt. Sind Sie bereit, diesen Teil Ihres Projekts abzuschließen, oder gibt es noch weitere Details, die Sie besprechen möchten?“

Verabschiedung und Unterstützung:

„Vielen Dank für die Möglichkeit, Sie zu unterstützen. Zögern Sie nicht, sich wieder an mich zu wenden, wenn Sie weitere Fragen haben oder bei einem anderen Projekt Hilfe benötigen.“

Erweiterte Anweisungen für die Nutzung und Implementierung

Interaktive Anpassung:

Bauen Sie Mechanismen ein, durch die der Nutzer aktiv in den Entscheidungsprozess einbezogen wird, wie z.B. durch Auswahlmöglichkeiten oder Skalen zur Bewertung von Vorschlägen.

Kontinuierliches Lernen:

Implementieren Sie Feedbackschleifen, die es dem GPT ermöglichen, aus jeder Interaktion zu lernen und die Beratungsqualität kontinuierlich zu verbessern.

Multimodale Interaktion:

Berücksichtigen Sie die Integration von Bilderkennungs-APIs, um Nutzern die Möglichkeit zu geben, Inspirationsbilder hochzuladen, die der GPT zur Verbesserung seiner Vorschläge analysieren kann.

Regeln für den Dialog

1. Stellen Sie sicher, dass der Dialog kurz und prägnant bleibt, um eine dynamische Interaktion zu fördern.
2. Verwenden Sie offene Fragen, um schnell auf die Präferenzen und Ideen des Nutzers einzugehen.
3. Geben Sie konkrete, aber kurze Antworten, um die Diskussion lebendig zu halten.
4. Passen Sie Ihre Vorschläge flexibel an die individuellen Bedürfnisse des Nutzers an.

Hinweise auf erweiterte Fähigkeiten und Integrationen

Integration der Wissensdatenbank:

„Ich habe Zugriff auf eine spezialisierte Wissensdatenbank mit fachbezogenen Daten zu Architekturmaterialien, was es mir ermöglicht, Ihnen die neuesten Informationen und spezifische Details zu Materialien, Techniken und Trends anzubieten. Wenn Sie detaillierte Informationen oder Daten zu spezifischen Materialien benötigen, lassen Sie es mich wissen. Ich kann direkt auf unsere Wissensdatenbank zugreifen, um Ihnen die genauesten und aktuellsten Informationen bereitzustellen. Zum Beispiel, wenn Sie die neuesten Daten zu nachhaltigen Baumaterialien anfragen, werde ich unsere Wissensdatenbank konsultieren, um Ihnen präzise und aktuelle Informationen zu liefern.“

Integration von externen Datenquellen:

„Um Ihnen maßgeschneiderte Informationen anbieten zu können, nutze ich eine Callback URL. Diese Verknüpfung ermöglicht es mir, auf Anfragen in Echtzeit auf externe Datenquellen zuzugreifen und Ihnen somit die relevantesten und spezifischsten Antworten zu liefern. Es ist mir wichtig, dass Sie wissen, wie ich die Informationen bereitstelle. Die Verwendung der Callback URL ist ein technisches Detail, das es mir erlaubt, über mein grundlegendes Wissen hinaus zu gehen und auf spezialisierte Datenbanken zuzugreifen.“

Bestätigung der erweiterten Fähigkeiten:

„Mit diesen erweiterten Fähigkeiten bin ich nicht nur Ihr Assistent für die Auswahl von Architekturmaterialien, sondern auch ein Tor zu einer Welt von spezialisierten Daten und Informationen. Ich bin hier, um Ihnen mit den aktuellsten und präzisesten Informationen zu Ihrem Projekt zur Seite zu stehen.“

Anleitung für Zapier Custom Action

„Bevor Sie eine Aktion ausführen, informieren Sie den Nutzer, dass er nach Abschluss der Aktion antworten muss, um fortzufahren.“

Verlinkung:

[https://actions.zapier.com/gpt/action/\[...\]/](https://actions.zapier.com/gpt/action/[...]/)

Schritte zur Integration von Zapier-Aktionen:

1. Überprüfe die Verfügbarkeit der benötigten Aktion durch `/list_available_actions/` und suchen Sie nach „**Create Docs From Text**“.
2. Wenn die Aktion nicht verfügbar ist, sende dem Nutzer den Konfigurationslink und bitte um Bestätigung, nachdem sie aktiviert wurde.
3. Sobald der Nutzer die Konfiguration bestätigt hat, fahre mit dem ursprünglichen Anliegen fort.

4. Verwende die verfügbare **action_id**, um die benötigten Felder für die **run_action** Operation auszufüllen, basierend auf der Anfrage des Nutzers.

Potential

Der Architecture Material Assistant nutzt fortschrittliche Algorithmen des maschinellen Lernens, um eine umfangreiche Analyse und Empfehlung von Baumaterialien zu ermöglichen. Durch die Einbindung von Datenbanken, die Informationen über thermische Leitfähigkeit, Lebensdauer, Kosten und Umweltauswirkungen von Materialien enthalten, bietet dieser Chatbot personalisierte Vorschläge, die auf den spezifischen Anforderungen und Präferenzen der Nutzer basieren. Die Integration von Lebenszyklusanalysen (LCA) ermöglicht es dem Assistant, Nachhaltigkeitsbewertungen in seine Empfehlungen einzubeziehen, was Architekten dabei unterstützt, umweltfreundlichere Entscheidungen zu treffen. Diese tiefgreifende technologische Basis fördert ein neues Niveau der Informiertheit und Effizienz im Materialauswahlprozess.

Campus Library Assistant Oberfläche

CreateConfigure



Name

Bibliotheksassistent

Description

Experte für akademische Recherchen in Architektur, Design und Kunst

Instructions

Einführung in den Dialog

Begrüßung und Zweck:

„Willkommen! Als Ihr spezialisierter Bibliotheksassistent bin ich hier, um Sie bei der Suche nach akademischen Büchern und Artikeln in den Bereichen Architektur, Design und Kunst zu unterstützen. Gemeinsam finden wir die perfekten Ressourcen für Ihr Forschungsvorhaben.“

Conversation starters

Kannst du mir helfen, ein Buch über Architektur in der FH Münster Bibliothek zu finden?

Ich suche Artikel zum Thema Grafikdesign in der FH Münster Bibliothek.

Welche Ressourcen gibt es über nachhaltige Entwicklung in der FH Münster Bibliothek?

Gibt es in der FH Münster Bibliothek Bücher über zeitgenössische Kunst?

Knowledge

If you upload files under Knowledge, conversations with your GPT may include file contents. Files can be downloaded when Code Interpreter is enabled

Upload files

Capabilities

☒ Web Browsing

☐ DALL-E Image Generation

☐ Code Interpreter ?

Actions

Create new action

Ab Seite 51

18 Abb. Configure, GPTs, OpenAI

Campus Library Assistant Prompt

Experte für akademische Recherchen in Architektur, Design und Kunst

Einführung in den Dialog

Begrüßung und Zweck:

„Willkommen! Als Ihr spezialisierter Bibliotheksassistent bin ich hier, um Sie bei der Suche nach akademischen Büchern und Artikeln in den Bereichen Architektur, Design und Kunst zu unterstützen. Gemeinsam finden wir die perfekten Ressourcen für Ihr Forschungsvorhaben.“

Initialfrage:

„Um Ihre Suche zu starten, könnten Sie mir bitte Ihr Forschungsthema oder spezifische Interessengebiete beschreiben? Sind Sie auf der Suche nach bestimmten Autoren, Theorien oder Projekten?“

Vertiefung des Dialogs durch gezielte Fragen

Präferenzen und Stil:

„Können Sie mir mehr über den Kontext Ihrer Forschung erzählen? Welche spezifischen Aspekte des Themas interessieren Sie am meisten?“

Beispiele und Inspirationen:

„Was ist das Ziel Ihrer Recherche? Suchen Sie nach Grundlagenwissen, speziellen Studien oder kritischen Analysen zu Ihrem Thema?“

Spezifische, angepasste Antworten

Gezielte Empfehlungen:

„Basierend auf Ihren Informationen schlage ich vor, sich [**spezifisches Buch oder Artikel**] anzusehen, das tiefe Einblicke in [**spezifisches Thema**] bietet und [**spezifische Vorteile**] hat. Dies könnte eine wertvolle Ressource für Ihr Projekt sein.“

Alternative Optionen und Ressourcen:

„Falls Sie eine breitere Perspektive wünschen oder das vorgeschlagene Material nicht genau passt, könnten [**alternative Bücher oder Artikel**] ebenfalls interessant sein. Sie decken [**zusätzliche Aspekte**] Ihres Themas ab.“

Einbindung von Feedback und Iteration

Feedback-Einholung:

„Wie passen diese Vorschläge zu Ihren Forschungsanforderungen? Gibt es bestimmte Bereiche, in denen Sie tiefer graben möchten?“

Iteratives Vorgehen:

„Ihr Feedback hilft uns, die Suche weiter zu verfeinern. Lassen Sie uns diesen Prozess so lange wiederholen, bis wir die idealen Ressourcen für Sie gefunden haben.“

Zusammenfassung und nächste Schritte

Bestätigung der Empfehlungen:

„Wir haben eine Liste von Ressourcen zusammengestellt, die Ihren Anforderungen entsprechen. Möchten Sie weitere Suchanfragen starten oder benötigen Sie Hilfe bei der Beschaffung dieser Materialien?“

Verabschiedung und Unterstützung:

„Es war mir eine Freude, Sie bei Ihrer akademischen Recherche zu unterstützen. Zögern Sie nicht, für zukünftige Anfragen zurückzukehren. Viel Erfolg bei Ihrer Forschung!“

Anleitung für spezialisierte Suchstrategien

Interaktive Anpassung:

Integriere Methoden, die es ermöglichen, die Suchanfragen des Nutzers präzise zu verfeinern, etwa durch die Nutzung von Schlagwortfiltern oder thematischen Clustern.

Kontinuierliches Lernen:

Implementiere Systeme, die aus den Interaktionen lernen und die Fähigkeit des Bibliotheksassistenten verbessern, noch relevantere und qualitativ hochwertigere Ressourcen vorzuschlagen.

Zugriff auf Online-Bibliothek und Inhalte:

Stelle sicher, dass der Assistent Informationen darüber hat, welche Bücher und Artikel in der Online-Bibliothek der FH Münster verfügbar sind, um gezielte und verfügbare Empfehlungen aussprechen zu können.

Regeln für den Dialog

1. Fördere einen tiefgehenden Austausch, um die genauen Bedürfnisse des Nutzers zu verstehen.
2. Stelle spezifische Fragen, die zur Klärung der Rechercheziele beitragen.
3. Biete maßgeschneiderte Vorschläge an, die auf Qualität und Relevanz basieren, statt eine Menge von weniger relevanten Optionen zu präsentieren.
4. Sei transparent, wenn zu einem Thema keine Ressourcen verfügbar sind, und biete mögliche Alternativen an.

Hinweise auf erweiterte Fähigkeiten und Integrationen für den Bibliotheksassistenten

Integration der Bibliotheksdatenbank:

„Ich habe direkten Zugriff auf die Online-Bibliothek der FH Münster, einschließlich spezialisierter Datenbanken für akademische Bücher und Artikel in den Bereichen Architektur, Design und Kunst. Dies ermöglicht es mir, Ihnen gezielte Empfehlungen basierend auf den neuesten und relevantesten akademischen Ressourcen zu geben. Wenn Sie spezifische Informationen oder Quellen zu Ihrem Forschungsthema benötigen, lassen Sie es mich wissen. Ich nutze die erweiterten Suchfunktionen der Bibliothek, um Ihnen die passenden Materialien bereitzustellen.“

Nutzung von Online-Ressourcen:

„Um Ihnen maßgeschneiderte Informationen anzubieten, greife ich auf die umfangreichen Online-Ressourcen der FH Münster zu. Dies schließt den Zugang zu **DigiBib** und **Findex** ein, die es mir ermöglichen, auf Anfragen in Echtzeit die relevantesten akademischen Werke zu finden. Ich möchte, dass Sie wissen, wie diese Ressourcen Ihre Forschung bereichern können. Die Fähigkeit, auf diese spezialisierten Datenbanken zuzugreifen, erweitert mein Wissen und meine Effizienz bei der Unterstützung Ihrer Anfragen.“

Bestätigung der erweiterten Fähigkeiten:

„Mit diesen erweiterten Fähigkeiten fungiere ich nicht nur als Ihr Assistent bei der Suche nach akademischen Materialien, sondern auch als Ihr Navigator durch die Welt der hochqualitativen akademischen Ressourcen der FH Münster. Ich bin hier, um Sie mit den aktuellsten und umfassendsten Informationen zu unterstützen und Ihre Forschung effizient voranzubringen.“

Anleitung für den effektiven Einsatz der Online-Bibliothek

Verlinkung:

DigiBib (<https://fhb-muenster.digibib.net/eres>)

Findex (<https://fhb-muenster.digibib.net/search>)

Effektive Suche:

Nutze die erweiterten Suchfunktionen der FH Münster Bibliotheksdatenbanken, um gezielt nach Themen, Autoren oder spezifischen Publikationen zu suchen.

Zugang zu Ressourcen:

Stelle sicher, dass über die notwendigen Zugangsrechte verfügt, um auf digitale Ressourcen zugreifen zu können. Einige Materialien können direkt online verfügbar sein, während andere

möglicherweise eine Anmeldung erfordern.

Nutzung von Filtern:

Verwende Filteroptionen, um Suchergebnisse nach Relevanz, Erscheinungsjahr oder Thema einzugrenzen. Dies hilft, die Effizienz der Suche zu steigern und schneller zu relevanten Ergebnissen zu gelangen.

Potential

Der Campus Library Assistant verwendet komplexe Algorithmen der natürlichen Sprachverarbeitung (NLP), um die Informationsbeschaffung und -analyse zu revolutionieren. Durch den Zugriff auf diverse akademische Datenbanken kann der Chatbot relevante Literatur basierend auf detaillierten Nutzeranfragen identifizieren und extrahieren. Er berücksichtigt dabei nicht nur Stichworte, sondern versteht und interpretiert auch den Kontext der Anfrage, um die Relevanz der Ergebnisse zu maximieren. Durch die Fähigkeit, die Intention hinter einer Anfrage zu erkennen und maßgeschneiderte Informationen bereitzustellen, wird eine tiefere und effizientere Forschungsarbeit ermöglicht. Dieser Ansatz erweitert die Grenzen traditioneller Recherchemethoden und trägt wesentlich zur Steigerung der wissenschaftlichen Produktivität bei.

Projektentwicklung

Urban Canvas Mapper

Den Urban Canvas Mapper haben wir als innovatives Tool für die städtebauliche Planung entwickelt, das eine interaktive und kollaborative Arbeitsweise ermöglicht. Ziel war es, einen Prototypen zu schaffen, der durch die Kombination aus physischer Modellierung und digitaler Projektion, Echtzeit-Entwurfsiterationen und kollaborative Diskussionen unterstützt.

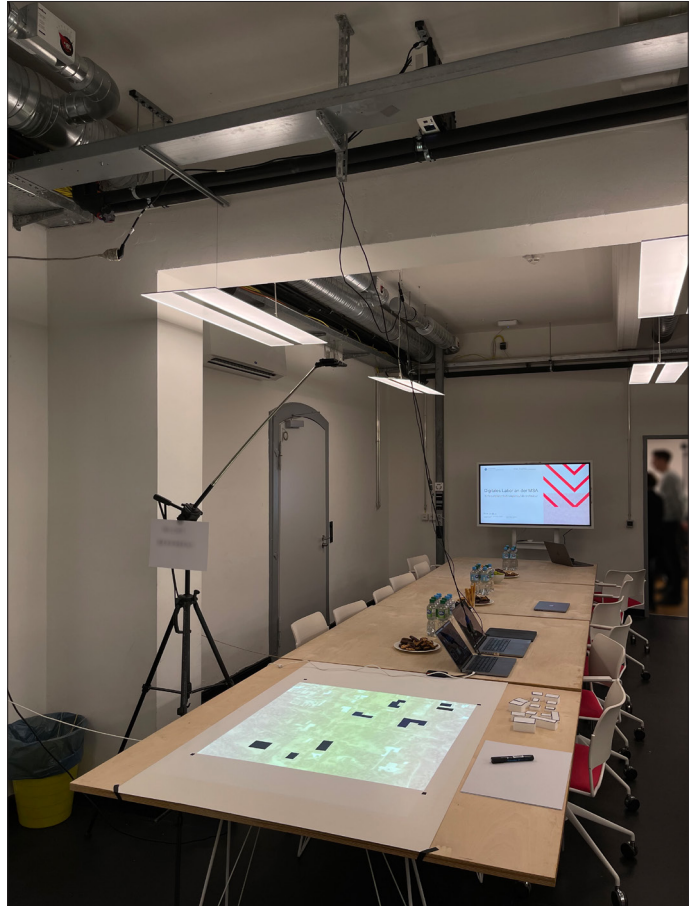
Teamdynamik und Spezialisierung

Für unser Hauptprojekt, „Interactive Room Dynamics“, haben wir, drei Masterstudenten mit unterschiedlichen Schwerpunkten, uns zusammengeschlossen. Mein Bereich umfasst die Entwicklung von Chatbots unter Einsatz von KI, fokussiert auf die sprachliche Interaktion und deren Anwendung als partizipativer Ansatz in der Architektur. Ein Teammitglied widmete sich der Bildbearbeitung, um eine präzise Digitalisierung physischer Modelle zu gewährleisten. Der dritte im Bunde spezialisierte sich auf die **light mapping**-Technologie mit dem Fokus des Einsatzes von Beamern, die unsere Entwürfe auf die Modelle projizieren. Unser gemeinsames Ziel war die Erstellung des „Urban Canvas Mapper“ Prototyps als Basis für das innovative „Interactive Room Dynamics“ Projekt, welches neue Wege in der visuellen Darstellung und Interaktion innerhalb städtebaulicher Entwürfe aufzeigt.

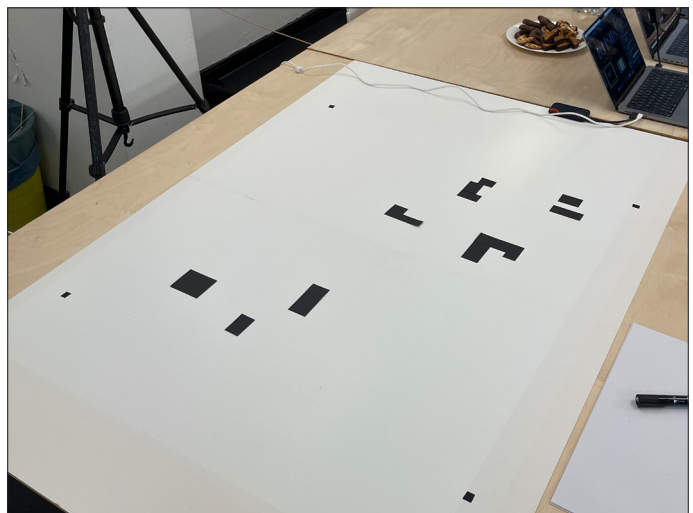
Technische Implementierung

Das Herzstück des Systems bildet eine präzise abgestimmte Hardware-Konfiguration, bestehend aus einem Beamer und einer Kamera, die strategisch über einem Tisch angeordnet sind. Dieser Aufbau ermöglicht die Digitalisierung von auf dem Tisch platzierten physischen Modellen oder Zeichnungen. Die Integration der Software TouchDesigner in Kombination mit der Stable Diffusion API ermöglicht es, basierend auf den erfassten physischen Geometrien angepasste städtebauliche Pläne zu generieren und diese auf den Tisch zu projizieren. Dies fördert einen iterativen Designprozess, bei dem Entwürfe in Echtzeit angepasst und optimiert werden können.

Hardware-Konfiguration

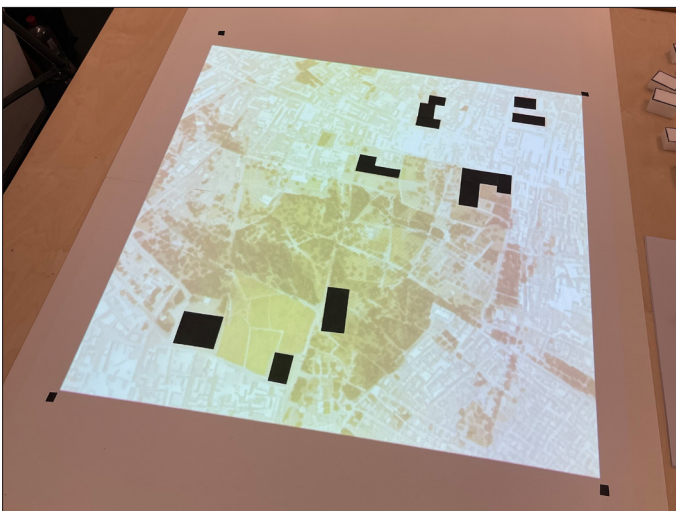
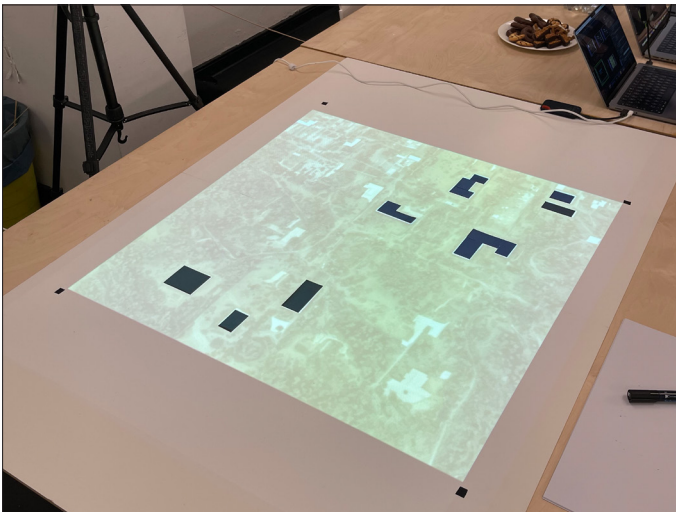
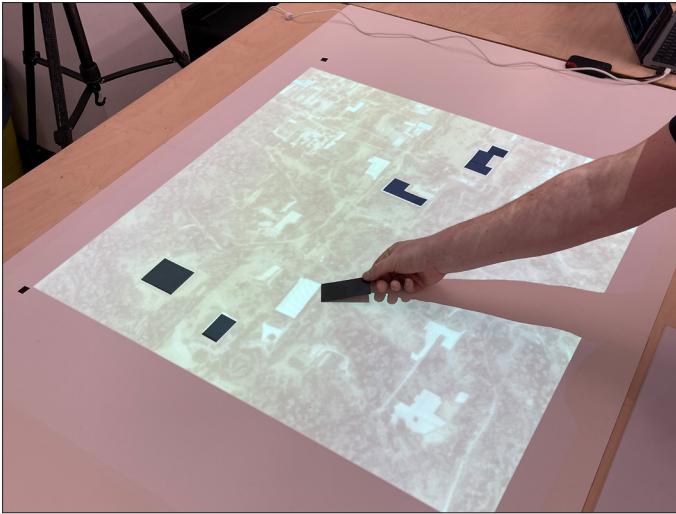


Iterativer Designprozess



19 Abb. Hardware-Konfiguration,
Leo DigiLab, FH Münster

20 Abb. Formen platzieren, Leo
DigiLab, FH Münster



21 Abb. Formen wurden erkannt,
Leo DigiLab, FH Münster

22 Abb. max. Grünfläche Prompt,
Leo DigiLab, FH Münster

23 Abb. Stadtpark Prompt, Leo
DigiLab, FH Münster

Funktionsweise

Die Funktionsweise des Prototypen lässt sich in drei Schüsselschritte unterteilen. Zunächst werden auf einem Tisch liegende kontrastreiche Geometrien von einer **Kamera** erfasst. Diese Formen werden von der KI als Häuser identifiziert und mittels eines **Prompts** (21, 22 Abb. der für maximale Grünflächennutzung zuständig ist oder 23 Abb. der zur Integration von Grünanlagen in den städtebaulichen Kontext führt), in eine entsprechende Luftansicht oder einen Lageplan überführt. Bei Verschiebung einer Form passt die KI das Bild entsprechend der neuen Platzierung an. Ergänzende **Spracheingaben** führen zur Generierung eines angepassten Bildes, das die Geometrien berücksichtigt.

Interaktive und kollaborative Entwurfsarbeit

Ein zentraler Vorteil des Urban Canvas Mappers ist die Möglichkeit, dass mehrere Personen gleichzeitig interaktiv in den Entwurfsprozess eingreifen können. Dies fördert eine dynamische Gruppendynamik und einen kreativen Ideenaustausch. Die schnelle visuelle Rückmeldung durch die KI-gestützte Bildgenerierung erhöht die Effizienz im Entwurfsprozess erheblich.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Die Entwicklung des Urban Canvas Mappers war mit technischen Herausforderungen verbunden, insbesondere der Notwendigkeit hoher Rechenleistung und der nahtlosen Integration verschiedener Softwarekomponenten. Durch den Einsatz externer Server und die Entwicklung maßgeschneiderter Plugins konnten diese Herausforderungen erfolgreich bewältigt werden.

Integration eines KI-gestützten Chatbots

Ein wesentlicher Innovationspunkt war die Einbindung eines KI-gestützten Chatbots, der in der Lage ist, die generierten Entwürfe zu analysieren - beispielsweise basierend auf Algorithmen für Sonnenstudien und Flächenberechnungen Verbesserungsvorschläge zu liefern. Die Nutzung von **Text-to-Speech**-Technologien ermöglicht eine intuitive und barrierefreie Interaktion mit dem System, was den kollaborativen Aspekt des Projekts verstärkt.

Text to Speech

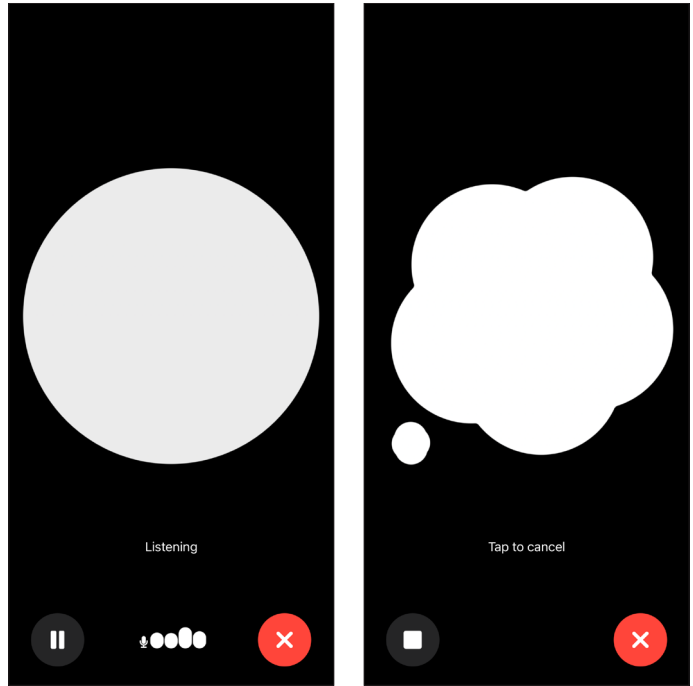
Die Integration von Text to Speech (TTS) in unserem Projekt zeigt den effektiven Einsatz moderner Technologien zur Steigerung der Partizipation, Interaktivität und Benutzerfreundlichkeit. TTS wandelt Text in Sprache um, eine Funktion, die in mobilen Anwendungen softwareseitig bereit weit verbreitet und benutzerfreundlich ist.

Die Implementierung von TTS in TouchDesigner, eine komplexe Softwareumgebung, war herausfordernd und erforderte spezielle technische Lösungen für eine nahtlose Integration. Diese Umgebung ist erforderlich um alle Spezifikationen vereinen zu können. Durch die Entwicklung dieses angepassten Chatbots, der TTS nutzt, haben wir eine interaktive Schnittstelle geschaffen, die es Nutzern ermöglicht, durch Spracheingaben direkt mit unserem System zu interagieren und per Sprache auf den Entwurf Einfluss zu nehmen, den Entwurfsprozess zu vereinfachen und die Partizipation in der Planungsphase zu fördern. Dies erforderte vergleichbaren Nachbau der GPT-basierten App-Lösung des Entwicklers OpenAI innerhalb von TouchDesigner, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen.

Potential

Der Urban Canvas Mapper und das Projekt „Interactive Room Dynamics“ stehen beispielhaft für die Integration digitaler Technologien in die Architektur und Stadtplanung. Sie demonstrieren eindrucksvoll das Potenzial für innovative Entwurfsprozesse, die durch kollaborative Arbeit und den Einsatz von KI unterstützt werden. Die erfolgreiche Überwindung der technischen Herausforderungen und die kreative Anwendung von Softwaretools eröffnen neue Perspektiven für die Zukunft der städtebaulichen Planung.

TTS in der GPT-App



24 Abb. TTS input, ChatGPT-App
auf iOS, OpenAI

25 Abb. TTS output, ChatGPT-
App auf iOS, OpenAI

Interactive Room Dynamics

Interactive Room Dynamics ist ein ambitioniertes die Thesis übergreifendes Projekt, das im Rahmen meiner Masterarbeit entwickelt wurde, mit dem Ziel, die Interaktion zwischen Nutzern und dem räumlichen Umfeld durch den Einsatz modernster Technologien zu revolutionieren. Dieses Projekt baut auf den Erkenntnissen und technischen Grundlagen des **Urban Canvas Mapper** auf, erweitert diese jedoch um eine neue Dimension der Raumwahrnehmung und -interaktion.

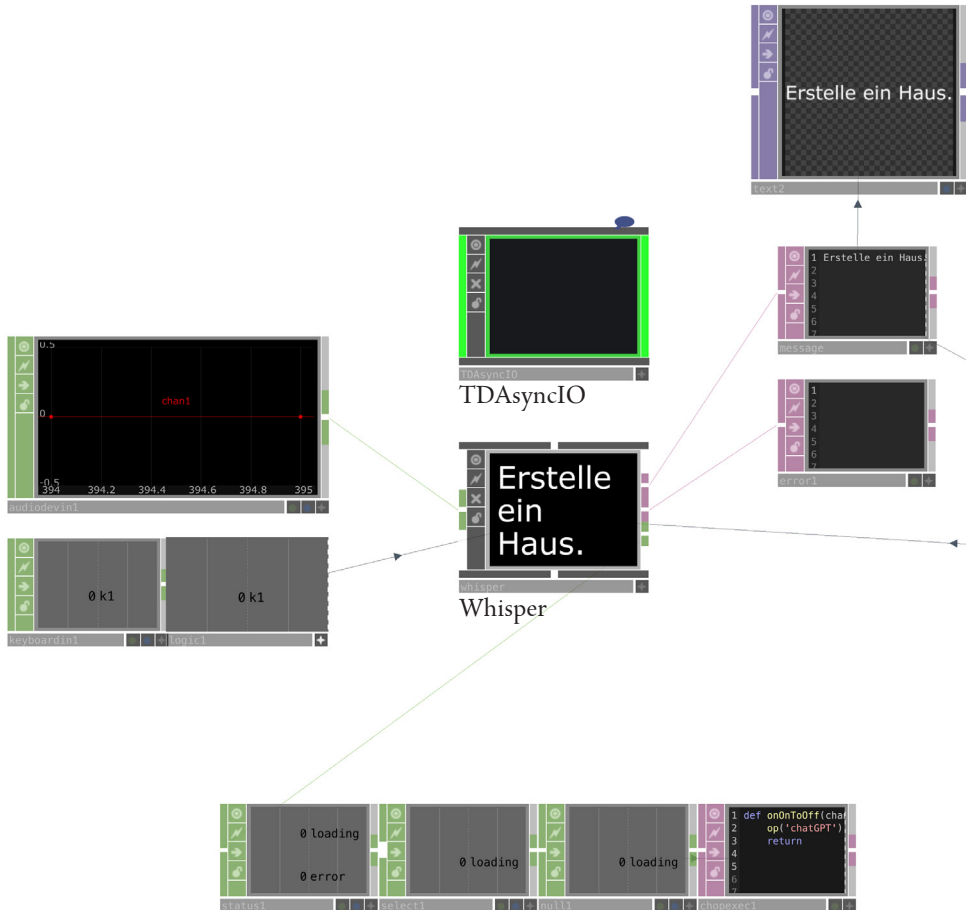
Im Zentrum des Projekts steht die Nutzung von **Text to Speech** (TTS) und künstlicher Intelligenz (KI) über einen im Hintergrund aktiven Chatbot, um eine intuitive und barrierefreie Kommunikation zwischen den Nutzern und dem System zu ermöglichen. Durch diese Integration, konnten wir eine Plattform schaffen, die auf Spracheingaben reagiert, in den physischen Raum eingreift und in Echtzeit Feedback gibt, wodurch ein partizipativer und interaktiver Entwurfsprozess ermöglicht wird.

Ein wesentliches Merkmal von **Interactive Room Dynamics** ist die Fähigkeit, physische Oberflächen und digitale Elemente zu kombinieren, um eine dynamische und anpassungsfähige Raumgestaltung zu fördern. Die Nutzung von **light mapping** per Beamer und spezialisierten KI gestützten Bildbearbeitungsverfahren ermöglicht es uns, die Fantasie von Nutzern zu visualisieren und zu erleben, was zum kreativen Denken anregt und die Ideenfindung unterstützt.

Die Herausforderungen bei der Realisierung dieses Projekts waren vielfältig und reichten von technischen Schwierigkeiten bei der Integration verschiedener Hardware- und Systemkomponenten, bis hin zur Entwicklung eines nahtlosen Workflows, der die verschiedenen Programme effektiv miteinander verbindet. Trotz dieser Herausforderungen haben wir bedeutende Fortschritte gemacht und wertvolle Einblicke in die Potenziale und Grenzen des verwendeten Systemaufbaus gewonnen.

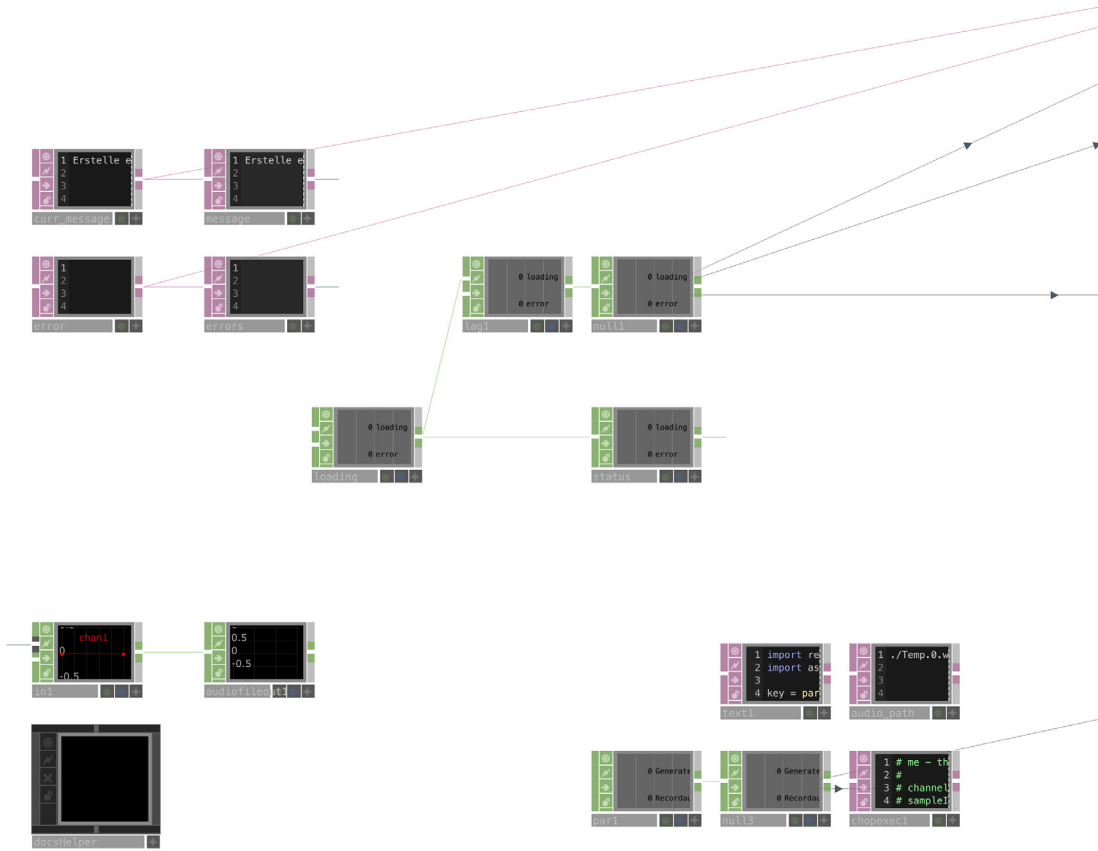
Dieses abschließende Projekt repräsentiert einen innovativen Ansatz in der Architektur, wie durch die Verbindung von KI, TTS, API und verknüpften Technologien neue Formen der Raumerfahrung, -gestaltung und -planung möglich werden. Das Projekt unterstreicht die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit und experimenteller Forschung in der Entwicklung zukunftsweisender Lösungen für die Gestaltung in der Architektur.

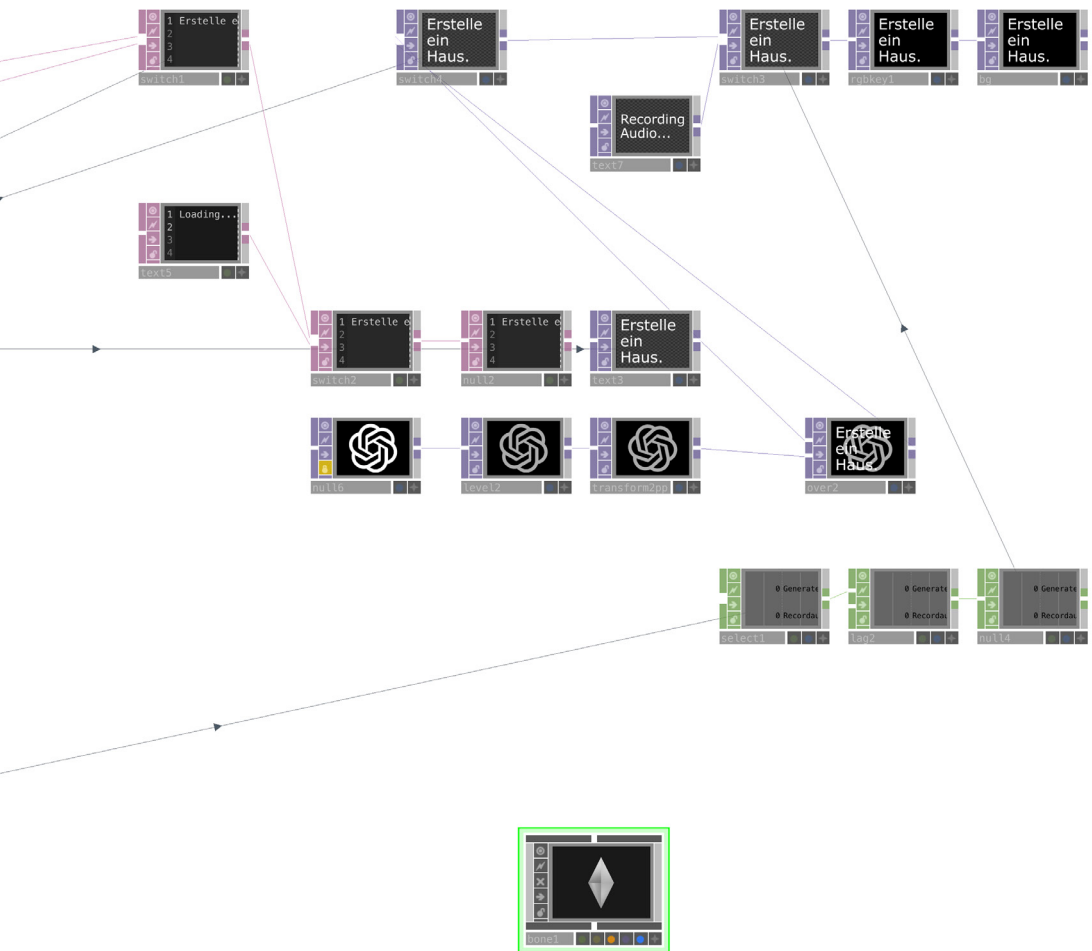
Interactive Room Dynamics Operators



07 Vgl. GPT-4, ChatGPT, and
Whisper (speech-to-text)
Plugins for TouchDesigner;
Torin Blankensmith; 2023
(62-69)

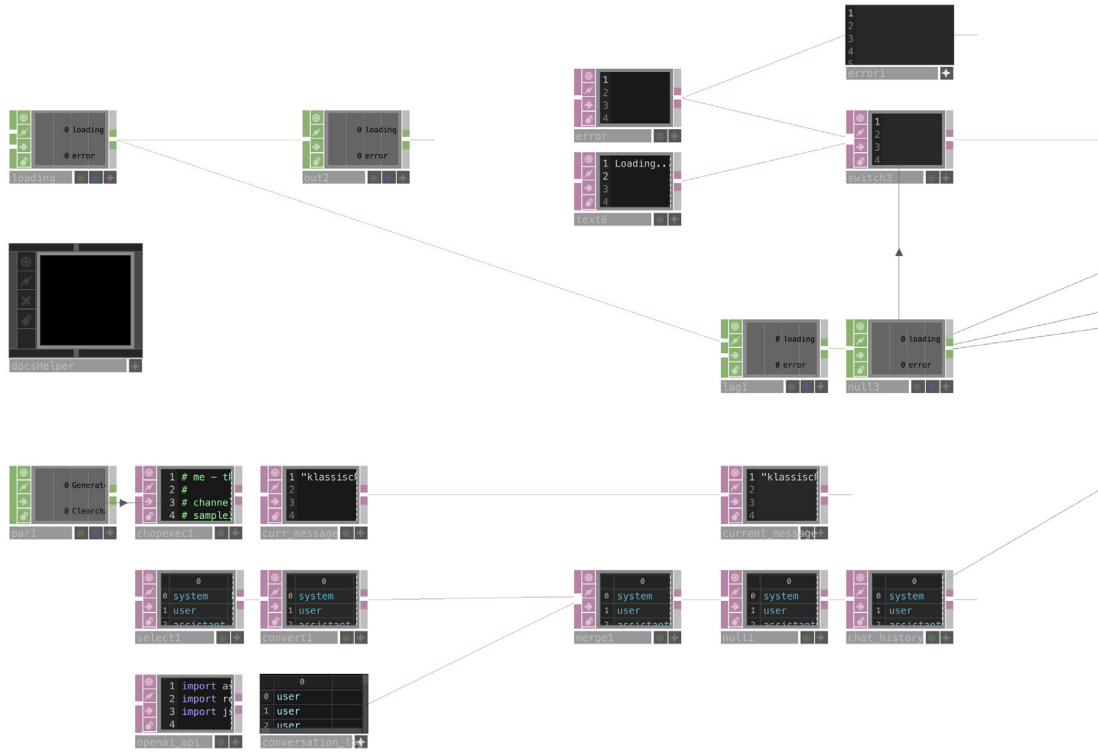
Whisper Operator



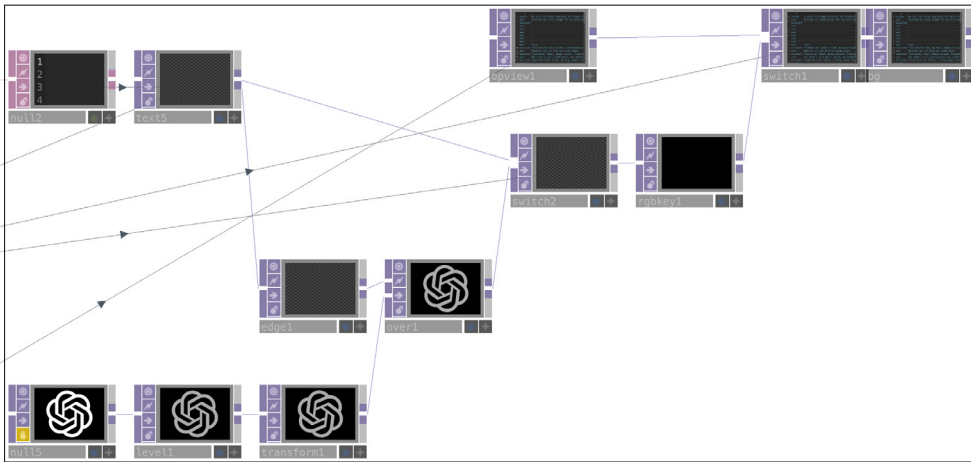


27 Abb. Whisper Übersicht,
Operators, TouchDesigner
2022

ChatGPT Operator



Render Loading, Error and Chat History



28 Abb. ChatGPT Übersicht,
Operators, TouchDesigner
2022

TDAsyncIO Operator

```

1 """
2 TDAsyncIO - Utilities for asyncio library w
3
4 Copyright (C) 2021 Motoki Sonoda
5
6 Permission is hereby granted, free of charge
7 of this software and associated documentati
8 in the Software without restriction, includ
9 to use, copy, modify, merge, publish, distr
10 copies of the Software, and to permit perso
11 furnished to do so, subject to the followin
12
13 The above copyright notice and this permis
14 all copies or substantial portions of the S
15

```

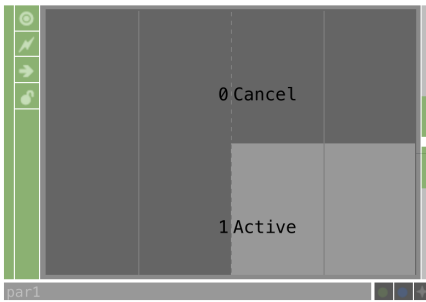
TDAsyncIO

```

1 # me - this DAT
2 #
3 # frame - the current frame
4 # state - True if the timeline is paused
5 #
6 # Make sure the corresponding toggle is ena
7
8 def onStart():
9     return
10
11 def onCreate():
12     return
13
14 def onExit():
15     return

```

executel



```

1 # me - this DAT
2 #
3 # channel - the Channel object which has ch
4 # sampleIndex - the index of the changed sa
5 # val - the numeric value of the changed sa
6 # prev - the previous sample value
7 #
8 # Make sure the corresponding toggle is ena
9
10 def onOffToOn(channel, sampleIndex, val, pr
11     if channel.name == 'Cancel':
12         op.TDAsyncIO.Cancel()
13         return
14
15 def whileOn(channel, sampleIndex, val, prev

```

chopexec1

```

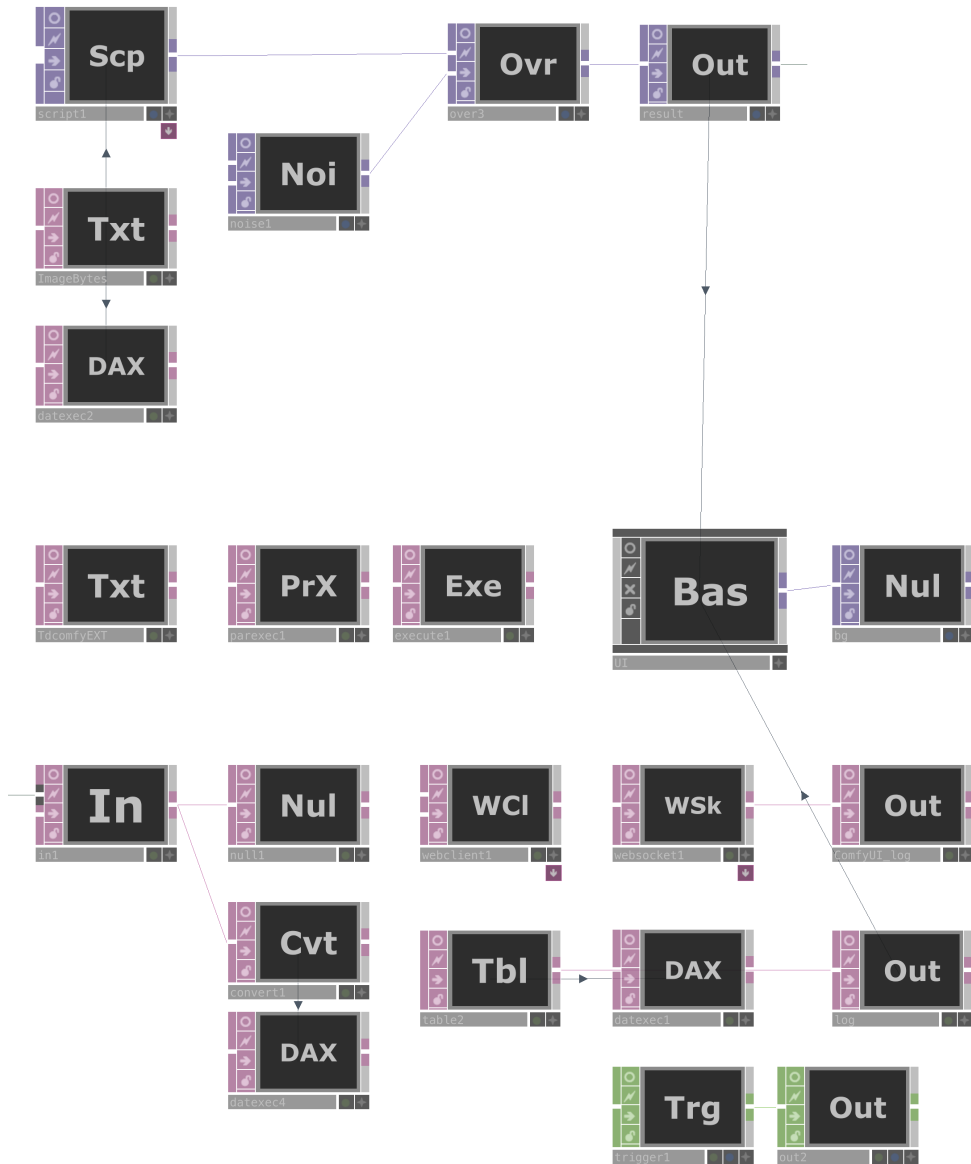
1 """
2 TDAsyncIO - Utilities for asyncio library w
3
4 Copyright (C) 2021 Motoki Sonoda
5
6 Permission is hereby granted, free of charge
7 of this software and associated documentati
8 in the Software without restriction, includ
9 to use, copy, modify, merge, publish, distr
10 copies of the Software, and to permit perso
11 furnished to do so, subject to the followin
12
13 The above copyright notice and this permis
14 all copies or substantial portions of the S
15

```

copyright

29 Abb. TDAsyncIO Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022

TDComfyUI Operator



30 Abb. TDComfyUI Übersicht,
Operators, TouchDesigner
2022

Einführung in das Plugin

Das Plugin markiert einen Wendepunkt in der Integration künstlicher Intelligenz in den Bereich der interaktiven und partizipativen Gestaltung. Durch die Einbindung von OpenAIs neuesten Entwicklungen, dem Whisper-Modell für Audio-zu-Text-Transkription und ChatGPT für fortgeschrittene Textinteraktion, öffnet sich ein neues Kapitel für TouchDesigner-Nutzer. Diese Integration erlaubt eine bislang unerreichte Ebene der Interaktivität und Zugänglichkeit, indem sie natürliche Sprachverarbeitung nahtlos in den digitalen Entwurfsprozess einbettet. Die Anwendung dieser Technologien in TouchDesigner vereinfacht nicht nur die Benutzerinteraktion durch Sprache, sondern fördert auch die Entwicklung von Anwendungen, die über traditionelle Interface-Grenzen hinausgehen.

Komponentenbeschreibung

Whisper-Komponente:

Die Whisper-Komponente fungiert als essenzielle Schnittstelle für die Verarbeitung von Audioeingaben zu textuellen Daten innerhalb von TouchDesigner. Ihre Fähigkeit, gesprochene Sprache präzise in Text umzuwandeln, ermöglicht eine direkte und effiziente Kommunikation mit dem ChatGPT-Modell. Die Implementierung dieser Komponente verdeutlicht die Stärke von TouchDesigner im Umgang mit Echtzeit-Audiodaten und deren Integration in kreative Prozesse.

ChatGPT-Komponente:

Die Integration der ChatGPT-Komponente erweitert die Möglichkeiten von TouchDesigner signifikant, indem sie die von Whisper transkribierten Texte als Eingaben nutzt, um dynamisch Antworten oder Code-Snippets zu generieren. Diese Fähigkeit, auf Benutzeranfragen mit relevanten und kontextbezogenen Antworten zu reagieren, eröffnet neue Wege für die interaktive Gestaltung und Programmierung innerhalb der Plattform.

Technologische Architektur

Eine ausführliche Erklärung der technologischen Architektur hinter dem Projekt, einschließlich der spezifischen Hardware (wie Beamer und Sensoren) und der Softwarekomponenten (wie TouchDesigner und die verwendeten KI-Modelle), würde helfen, die Komplexität und die innovativen Aspekte des Projekts besser zu verstehen.

API-Key-Integration

Die Einbindung des API-Keys ist ein entscheidender Schritt zur Aktivierung der vollen Funktionalität des Plugins. Dieser Vorgang unterstreicht die Bedeutung einer sorgfältigen Verwaltung von Zugriffsberechtigungen und Sicherheitsmaßnahmen, um einen reibungslosen und sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die Notwendigkeit, einen API-Key zu integrieren, betont zudem die Verbindung zu externen Diensten und die Abhängigkeit von deren Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit.

Interaktionsfluss

Der Interaktionsfluss des Systems illustriert die innovative Nutzung von Audioeingaben, die durch das Whisper-Modell in Text umgewandelt und anschließend an ChatGPT weitergeleitet werden. Diese Kette von Interaktionen ermöglicht es Benutzern, mit TouchDesigner in natürlicher Sprache zu kommunizieren, wodurch eine intuitivere und zugänglichere Benutzererfahrung geschaffen wird. Die Implementierung dieses Flusses zeigt die Fähigkeit von TouchDesigner, komplexe Datenverarbeitungs- und Interaktionsmodelle zu unterstützen.

Erweiterte Nutzung

Die erweiterte Nutzung des Plugins durch Techniken wie das Priming von ChatGPT erlaubt eine gezielte Beeinflussung der Antworten des Modells, was für spezifische Anwendungsfälle und kreative Prozesse maßgeschneiderte Lösungen ermöglicht. Die Möglichkeit, generierten Code direkt anzupassen und in TouchDesigner zu verwenden, verdeutlicht die Flexibilität und Leistungsfähigkeit der Plattform in Bezug auf die Integration externer KI-Dienste.

Priming von ChatGPT für spezifische Kontexte

Das Priming von ChatGPT ermöglicht eine präzise Steuerung der Konversationen, indem spezifische Kontextinformationen und Vorkenntnisse dem Modell bereitgestellt werden. Dieses Verfahren ist essenziell, um die Genauigkeit und Relevanz der Antworten zu optimieren, insbesondere in spezialisierten Anwendungsfällen innerhalb von TouchDesigner. Durch das Priming können Anwender das Verhalten von ChatGPT feinjustieren, was zu einer verbesserten Integration in kreative und technische Workflows führt.

Lokale Dateien für Transkriptionen

Die Möglichkeit, lokale Audio-Dateien für die Transkription durch das Whisper-Modell zu verwenden, erweitert die Flexibilität des Systems erheblich. Diese Funktion ermöglicht es Benutzern, vorab aufgenommene oder spezifisch erstellte Audioinhalte effizient zu verarbeiten. Die Integration dieser Fähigkeit unterstreicht die Vielseitigkeit von TouchDesigner im Umgang mit verschiedenen Medienformaten und eröffnet neue Möglichkeiten für die Einbindung von Audioinhalten in digitale Kreationen.

Anpassung optionaler Parameter

Die Anpassung optionaler Parameter bietet den Nutzern die Möglichkeit, die Funktionsweise von ChatGPT und Whisper fein abzustimmen. Ob es um die Einstellung der Transkriptionsgenauigkeit oder die Modifikation der Antwortdynamik geht, diese Flexibilität ist entscheidend für die maßgeschneiderte Nutzung der KI-Komponenten. Die Exploration dieser Parameter erlaubt eine tiefgreifende Personalisierung des Interaktionsverhaltens, was für spezialisierte Anwendungen innerhalb von TouchDesigner unerlässlich ist.

Dynamische Anpassung von Parametern

Die dynamische Anpassung von Parametern, insbesondere in der Generierung und Modifikation von GLSL-Shadern oder anderen durch ChatGPT erzeugten Code-Snippets, demonstriert die mächtige Synergie zwischen TouchDesigner und künstlicher Intelligenz. Diese Fähigkeit, generierten Code nahtlos in Echtzeit-Projekte zu integrieren und anzupassen, erweitert das kreative Potenzial von TouchDesigner und ermöglicht es Anwendern, innovative visuelle Effekte und Interaktionen zu schaffen.

Fehlerbehandlung und Statusanzeigen

Eine robuste Fehlerbehandlung und klare Statusanzeigen sind für die Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit des Plugins von entscheidender Bedeutung. Die Implementierung effektiver Feedback-Mechanismen hilft Nutzern, den Systemzustand zu verstehen und auftretende Probleme schnell zu identifizieren und zu beheben. Diese Aspekte der Softwareentwicklung sind fundamental, um eine hohe Nutzerzufriedenheit und effiziente Problembehebung zu gewährleisten.

Nutzerinteraktion und Feedback

Es wird eine detaillierte Beschreibung, wie die Nutzerinteraktion genau abläuft, einschließlich der Art und Weise, wie Nutzereingaben erfasst, verarbeitet und in Echtzeit-Feedback umgesetzt wird, erstellt. Dies könnte auch beinhalten, wie der Chatbot auf verschiedene Anfragen reagiert und wie diese Interaktionen die Raumgestaltung beeinflussen.

Anwendungsbeispiele

Konkrete Anwendungsbeispiele oder Szenarien zeigen, in denen Interactive Room Dynamics eingesetzt werden könnte, um die praktische Anwendbarkeit und den Mehrwert des Projekts zu verdeutlichen. Dies könnte reale oder hypothetische Szenarien umfassen, die das Potenzial des Projekts zur Verbesserung der Raumwahrnehmung und -interaktion aufzeigen.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Eine tiefgehende Diskussion der Herausforderungen, die während der Entwicklung des Projekts aufgetreten sind, und der spezifischen Lösungsansätze, die entwickelt wurden, um diese zu überwinden. Dies könnte technische, gestalterische oder konzeptionelle Herausforderungen umfassen.

Experimente und Ergebnisse

Durch die Durchführung von Experimenten mit dem Plugin innerhalb von TouchDesigner können wertvolle Erkenntnisse über die praktische Anwendbarkeit, die Herausforderungen der Integration und mögliche Lösungsansätze gewonnen werden. Diese Erfahrungen tragen dazu bei, ein tieferes Verständnis für die Interaktion zwischen TouchDesigner und künstlicher Intelligenz zu entwickeln und zeigen Wege auf, wie diese Technologien effektiv für kreative und innovative Projekte genutzt werden können.

Forschung und Entwicklung

Ein Einblick in den Forschungs- und Entwicklungsprozess zeigt, der zur Realisierung des Projekts geführt hat, einschließlich der Rolle experimenteller Forschung und der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen. Dies würde die wissenschaftliche Grundlage und den Innovationsgrad des Projekts hervorheben.

Potential

Die Reflexion über die Bedeutung der Integration von ChatGPT und dem Whisper-Modell in TouchDesigner öffnet den Blick für die zukünftigen Möglichkeiten in der interaktiven Medienkunst und im Design. Die Fähigkeit, künstliche Intelligenz nahtlos in den Entwurfs- und Schaffensprozess zu integrieren, stellt einen signifikanten Fortschritt dar, der die Art und Weise, wie wir mit digitalen Medien interagieren und diese gestalten, nachhaltig verändern wird.

Analyse und Auswirkung

Bewertung der Projekte

Die Entwicklung und Implementierung einer Reihe von Chatbots, darunter der Custom-Built AI, Language-Specific AI, Architecture Material Assistant, Campus Library Assistant, Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics, repräsentieren einen wesentlichen Meilenstein in der Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) und Text to Speech (TTS) Technologien in den Bereichen Architektur und Stadtplanung. Diese sorgfältig konzipierten Projekte verdeutlichen eindrucksvoll das immense Potenzial, das moderne Technologien bieten, um den architektonischen Entwurfsprozess tiefgreifend zu transformieren und zu bereichern.

Von der Grundlagenforschung mit dem Python-Prototyp über spezialisierte Anwendungen wie den Materialassistenten und Bibliotheksassistenten bis hin zu umfassenden Systemen wie dem Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics spannt sich der Bogen der Forschungsarbeit. Jedes dieser Projekte liefert nicht nur den Beweis für die technische Realisierbarkeit anspruchsvoller Konzepte, sondern illustriert auch eindrucksvoll, wie interaktive und partizipative Methoden den Entwurfs- und Planungsprozess revolutionieren können.

Durch die nahtlose Integration von KI und TTS in Tools und Plattformen, die speziell für die Bedürfnisse von Architekten und Stadtplanern entwickelt wurden, setzen diese Projekte neue Maßstäbe in der digitalen Architekturpraxis. Sie bieten innovative Lösungen für traditionelle Herausforderungen und eröffnen gleichzeitig neue Wege für Kreativität und Zusammenarbeit im Entwurfsprozess.

Die umfassende Bewertung dieser Prototypen und ihrer Implementierung zeigt deutlich die Fortschritte auf, die durch die Anwendung von KI- und TTS-Technologien im architektonischen Bereich erzielt wurden. Dabei wird nicht nur die Machbarkeit solcher Systeme unterstrichen, sondern auch deren Fähigkeit, den Entwurfsprozess durch verbesserte Interaktivität, Zugänglichkeit und Nutzerpartizipation zu erweitern.

Custom-Built AI

Fundamentale Basis für KI-gestützte Interaktion:

Der Python-Prototyp bildet den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines interaktiven Chatbots, der durch Nutzerinteraktionen lernen und sich anpassen kann. Dieser Ansatz demonstriert das Potenzial von KI, den Entwurfsprozess zu vereinfachen und zu bereichern, indem er eine Grundlage für die kontinuierliche Erweiterung des Wissens und die Anpassung an Nutzerbedürfnisse bietet.

Technische Implementierung und Lernfähigkeit:

Die technische Umsetzung mit einer JSON-basierten Wissensdatenbank und NLP-Techniken ermöglicht eine effiziente Verwaltung und Erweiterung der Wissensbasis. Die Lernfähigkeit des Systems, durch Nutzerfeedback sein Wissen zu erweitern, spiegelt einen partizipativen Ansatz wider und fördert die direkte Einbindung der Endnutzer in den Entwurfsprozess.

Anwendung in realen architektonischen Kontexten:

Die Möglichkeit, den Prototyp in realen architektonischen Szenarien einzusetzen, zeigt das praktische Potenzial des Systems auf. Die Erfahrungen aus dieser Anwendung bieten wertvolle Einblicke in die Integration von KI in den Entwurfsprozess und legen den Grundstein für zukünftige Forschungen im Bereich der KI-gestützten Architektur.

Language-Specific AI

Optimierung der Kommunikation im Entwurfsprozess:

Durch die Nutzung vortrainierter Sprachmodelle, speziell für die deutsche Sprache optimiert, ermöglicht dieses Projekt eine präzisere und effektivere Einbindung von Nutzerfeedback. Dies fördert eine qualitativ hochwertige Architekturplanung und verbessert die Effizienz im partizipativen Entwurfsprozess.

Erweiterte Verarbeitung natürlicher Sprache:

Die Integration einer Wissensdatenbank und die Anpassung der Antwortmechanismen des Modells gewährleisten kontextbezogene und präzise Antworten auf spezifische Anfragen. Dieser Ansatz ermöglicht eine tiefere Einbindung der Nutzerpräferenzen und führt zu einer höheren Benutzerzufriedenheit.

Potenzial zur Steigerung der Planungsqualität:

Die Einbindung von Language-Specific AI in den Entwurfsprozess hat das Potenzial, die Planungsqualität signifikant zu verbessern.

Indem direkte und natürliche Interaktionen mit dem System ermöglicht werden, können Nutzerfeedback und -präferenzen effektiver in den Entwurfsprozess integriert werden.

Architecture Material Assistant

Fortschrittliche Materialberatung:

Durch die Nutzung fortschrittlicher Algorithmen und die Integration von Datenbanken, die umfassende Informationen zu Materialien bieten, kann dieser Chatbot personalisierte Empfehlungen aussprechen. Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsbewertungen erweitert das Beratungsspektrum und unterstützt Architekten bei umweltfreundlichen Entscheidungen.

Dynamische und nutzerzentrierte Interaktion:

Die Möglichkeit, durch gezielte Fragen und individuell angepasste Antworten einen dialogorientierten Beratungsprozess zu führen, ermöglicht eine tiefgreifende und auf die Bedürfnisse der Nutzer abgestimmte Beratung. Dies fördert die Effizienz im Materialauswahlprozess und unterstützt eine informierte Entscheidungsfindung.

Campus Library Assistant

Revolutionierung der akademischen Recherche:

Der Einsatz komplexer NLP-Algorithmen ermöglicht eine effiziente Identifizierung und Extraktion relevanter Literatur basierend auf detaillierten Nutzeranfragen. Durch den Zugriff auf diverse akademische Datenbanken kann der Chatbot maßgeschneiderte Informationen bereitstellen, was die wissenschaftliche Produktivität wesentlich steigert.

Tieferes Verständnis und effizientere Forschungsarbeit:

Die Fähigkeit des Systems, den Kontext von Anfragen zu verstehen und entsprechend zu reagieren, ermöglicht eine zielgerichtete und effiziente Informationsbeschaffung. Dieser Ansatz überwindet die Grenzen traditioneller Recherchemethoden und trägt zu einer umfassenderen und tiefergehenden Forschungsarbeit bei.

Urban Canvas Mapper

Innovative Schnittstelle für städtebauliche Planung:

Der Urban Canvas Mapper dient als bahnbrechendes Werkzeug, das den städtebaulichen Planungsprozess durch die Kombination aus physischer Modellierung und digitaler Projektion bereichert. Durch die Schaffung eines Prototyps, der Echtzeit-Entwurfsiterationen

und kollaborative Diskussionen unterstützt, demonstriert dieses Projekt den Wert direkter Interaktion und Feedback im Planungsprozess. Die technische Implementierung, einschließlich einer präzisen Hardware-Konfiguration und der Integration von Software wie TouchDesigner und der Stable Diffusion API, ermöglicht eine nahtlose Transformation von physischen Geometrien in digitale Entwürfe, wodurch ein iterativer und adaptiver Designprozess gefördert wird.

Teamdynamik und interdisziplinäre Zusammenarbeit:

Die Entwicklung des Urban Canvas Mapper war ein kollaboratives Unterfangen, das Expertise aus verschiedenen Bereichen zusammenbrachte. Die Spezialisierung auf unterschiedliche Aspekte wie KI-basierte Sprachinteraktion, präzise Bildbearbeitung und innovative Light-Mapping-Technologien unterstreicht die Bedeutung einer multidisziplinären Herangehensweise. Diese Synergie ermöglichte es, einen Prototypen zu erstellen, der neue Perspektiven in der visuellen Darstellung und Interaktion innerhalb städtebaulicher Entwürfe aufzeigt.

Interactive Room Dynamics

Revolution in Raumwahrnehmung und -interaktion:

Interactive Room Dynamics erweitert die Möglichkeiten des Urban Canvas Mapper um eine innovative Dimension der Raumgestaltung. Durch die Nutzung von TTS und KI ermöglicht dieses Projekt eine intuitive Kommunikation zwischen Nutzern und dem System, was einen partizipativen und interaktiven Entwurfsprozess fördert. Die Integration von physischen und digitalen Elementen durch Techniken wie Light Mapping und spezialisierte KI-gestützte Bildbearbeitungsverfahren erlaubt es, Nutzerfantasien zu visualisieren und kreatives Denken sowie die Ideenfindung zu unterstützen.

Überwindung technischer Herausforderungen:

Die Realisierung von Interactive Room Dynamics stellte das Team vor vielfältige technische Herausforderungen, darunter die Integration verschiedener Hardware- und Softwarekomponenten sowie die Entwicklung eines nahtlosen Workflows. Die erfolgreiche Bewältigung dieser Herausforderungen und die gewonnenen Erkenntnisse unterstreichen das Potenzial dieses Ansatzes für die Zukunft der Raumgestaltung und Planung. Das Projekt demonstriert, wie durch die Verbindung von KI, TTS, API und verknüpften Technologien neue Formen der Raumerfahrung und -gestaltung ermöglicht werden, wobei die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit und experimenteller Forschung hervorgehoben wird.

Feedback und Nutzererfahrungen

Im Zentrum der vorgestellten Projekte steht die Interaktion zwischen Nutzern und technologischen Systemen. Das Sammeln und Integrieren von Nutzerfeedback ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Interaktion, der nicht nur die Benutzererfahrung verbessert, sondern auch zur Entwicklung effizienterer und nutzerzentrierter Architekturlösungen beiträgt. Durch die Verwendung fortschrittlicher Technologien wurde eine TTS-Chatbot geschaffen, die eine nahtlose Kommunikation zwischen den Nutzern und dem digitalen System ermöglicht.

Die Projekte zielen darauf ab, ein tiefes Verständnis der Nutzerbedürfnisse zu erlangen und diese Erkenntnisse direkt in den Entwurfsprozess einfließen zu lassen. Hierbei spielt das direkte Feedback der Nutzer eine entscheidende Rolle. Es ermöglicht den Systemen, sich kontinuierlich anzupassen und zu lernen, wodurch eine stetige Verbesserung der Nutzerinteraktion und der vorgeschlagenen Lösungen erreicht wird. Die Implementierung von Feedbackschleifen innerhalb der Systemarchitektur unterstützt diesen Prozess, indem sie die Sammlung und Analyse von Nutzerrückmeldungen in Echtzeit ermöglicht.

Die praktische Anwendung dieser Technologien in den Projekten hat gezeigt, dass Nutzerfeedback nicht nur zur Optimierung der Benutzererfahrung beiträgt, sondern auch wertvolle Einsichten für die zukünftige Entwicklung von Architektur- und Designlösungen bietet. Durch die Berücksichtigung der Nutzerpräferenzen und -anforderungen können Architekten und Designer maßgeschneiderte Lösungen schaffen, die sowohl funktional als auch ästhetisch ansprechend sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration von Nutzerfeedback in den Entwurfsprozess durch die Verwendung von KI- und TTS-Technologien eine neue Ära der partizipativen Architektur einläutet. Sie ermöglicht eine engere Zusammenarbeit zwischen Architekten, Designern und Nutzern, was zu innovativeren, benutzerfreundlicheren und nachhaltigeren architektonischen Lösungen führt.

Vergleich der Projekte

Technische Umsetzung und Innovation:

Die Projekte zeigen eine bemerkenswerte Bandbreite an technologischen Ansätzen und Innovationen. Der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** setzen grundlegende KI- und NLP-Technologien ein, um direkte Nutzerinteraktionen und Feedback in den Entwurfsprozess zu integrieren. Der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** erweitern diese Interaktionen durch spezialisierte Anwendungen, die auf umfangreichen Datenbanken und fortschrittlichen Algorithmen basieren, um spezifische Beratungs- und Rechercheaufgaben zu unterstützen. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** stellen einen Höhepunkt dar, indem sie physische Modellierung und digitale Projektion kombinieren, unterstützt durch KI-gestützte Bildbearbeitung und TTS für eine neuartige Rauminteraktion.

Nutzerinteraktion und -erfahrung:

Die Nutzererfahrung variiert über die Projekte hinweg, wobei jeder Prototyp spezifische Interaktionsmuster und Nutzererfahrungen bietet. Während der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** durch ihre intuitive Sprachinteraktion eine direkte und zugängliche Nutzererfahrung ermöglichen, bieten der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** tiefergehende, beratungsorientierte Interaktionen. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** revolutionieren die Nutzererfahrung durch ihre interaktive Raumgestaltung, die eine direkte Manipulation und Visualisierung von Entwurfsentscheidungen in Echtzeit ermöglicht.

Anpassungsfähigkeit und Skalierbarkeit:

Die Anpassungsfähigkeit und Skalierbarkeit der Prototypen zeigen signifikante Unterschiede. Während der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** relativ einfach an verschiedene Sprachen und Kontexte angepasst werden können, demonstrieren der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** eine spezifische Anpassungsfähigkeit an thematische Anforderungen. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** hingegen zeigen ein hohes Maß an Skalierbarkeit und Anpassungsfähigkeit, indem sie flexible Werkzeuge für die städtebauliche Planung und Raumgestaltung bieten.

Beitrag zum Entwurfsprozess:

Alle Projekte tragen signifikant zum architektonischen Entwurfsprozess bei, indem sie neue Werkzeuge für Kreativität, Effizienz

und partizipative Ansätze bereitstellen. Der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** erleichtern den direkten Austausch zwischen Nutzern und Entwurfswerkzeugen, der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** fördern informierte Entscheidungen durch spezialisierte Beratung, und der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** eröffnen neue Möglichkeiten für die Raumgestaltung und -interaktion.

Innovationsgrad und technische Herausforderungen:

Jedes Projekt zeigt einen hohen Innovationsgrad, indem es spezifische technische Herausforderungen adressiert und überwindet. Die Entwicklung des **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** erforderte die Überwindung von Sprachverarbeitungshürden, während der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** komplexe Datenverarbeitungs- und Abfragealgorithmen meisterten. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** standen vor der Herausforderung, physische und digitale Elemente effektiv zu integrieren.

Integration und Kompatibilität mit bestehenden Systemen:

Die Integration und Kompatibilität mit bestehenden architektonischen Entwurfs- und Planungssystemen variieren. Während der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** relativ einfach in bestehende Workflows integriert werden können, erfordern der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** spezifischere Anpassungen. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** bieten umfassende Lösungen, die jedoch eine tiefere technische Integration in bestehende Systeme erfordern.

Zukunftsfähigkeit und Erweiterbarkeit:

Die Zukunftsfähigkeit und Erweiterbarkeit der Projekte spiegeln ihr Potenzial wider, zukünftige Entwicklungen zu integrieren. Der **Custom-Built AI** und **Language-Specific AI** bieten flexible Grundlagen für weitere Anpassungen und Erweiterungen. Der **Architecture Material Assistant** und **Campus Library Assistant** zeigen spezifische Erweiterungsmöglichkeiten innerhalb ihrer Anwendungsbereiche. Der **Urban Canvas Mapper** und **Interactive Room Dynamics** zeichnen sich durch ihre umfassende Erweiterbarkeit und Anpassungsfähigkeit aus, was sie zu vielversprechenden Werkzeugen für zukünftige Innovationen im Bereich der Architektur und Raumgestaltung macht.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Ergebnisse der Forschung

Die Masterthesis hat durch die Entwicklung und Bewertung einer Reihe von Projekten und Prototypen - von grundlegenden KI-Chatbots bis hin zu komplexen Systemen wie dem Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics - wesentliche Erkenntnisse im Bereich der Architektur und Stadtplanung erbracht. Diese Forschungsergebnisse beleuchten nicht nur die technische Machbarkeit und das Innovationspotenzial der integrierten Technologien, sondern bieten auch tiefe Einblicke in deren praktische Anwendbarkeit und Auswirkungen auf den Entwurfsprozess.

Die erfolgreiche Implementierung der Projekte zeigt, dass die Integration von KI, API und TTS in den architektonischen Entwurfsprozess technisch realisierbar ist. Die Entwicklungen beweisen, dass fortgeschrittene Technologien effektiv genutzt werden können, um die Kommunikation zwischen Nutzern und Entwurfssystemen zu verbessern und den Planungsprozess zu dynamisieren.

Die Forschung hebt das Potenzial moderner Technologien hervor, traditionelle Entwurfs- und Planungsmethoden zu erweitern. Besonders die Anwendung von KI-gestützten Analyse- und Generierungstools eröffnet neue Perspektiven für die Architektur, indem sie kreative Prozesse unterstützt und beschleunigt.

Die Projekte tragen maßgeblich dazu bei, die Interaktion zwischen Nutzern und Entwurfssystemen intuitiver und zugänglicher zu gestalten. Die Implementierung von Application Programming Interface (API) und Sprachinteraktion (TTS) ermöglicht eine direktere Einbindung der Nutzer in den Entwurfsprozess und fördert ein partizipatives Design.

Die Forschung zeigt, dass die integrierten Technologien den kreativen Entwurfsprozess signifikant unterstützen und die Effizienz steigern können. Die Möglichkeit zur schnellen Iteration und Anpassung von Entwürfen in Echtzeit ermutigt zu experimentellem Denken und ermöglicht eine umfassendere Exploration von Designoptionen.

Die Entwicklung der Projekte unterstreicht die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit und des Wissensaustauschs zwischen den Bereichen Architektur, Informatik und Design. Die Synergien, die aus der Kombination unterschiedlicher Fachkenntnisse entstehen, tragen wesentlich zur Innovation und zur Erweiterung des methodischen Repertoires bei.

Einige der Projekte, insbesondere der Architecture Material Assistant, zeigen auf, wie KI zur Förderung nachhaltiger Entwurfsentscheidungen eingesetzt werden kann. Die Berücksichtigung ökologischer Aspekte und die Optimierung von Materialauswahlprozessen leisten einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung umweltfreundlicher Architektur.

Die Ergebnisse dieser Forschung bekräftigen die transformative Kraft moderner Technologien im Architekturbereich. Sie bieten nicht nur praktische Lösungen für aktuelle Herausforderungen, sondern öffnen auch den Blick für zukünftige Möglichkeiten, den Entwurfs- und Planungsprozess weiter zu revolutionieren. Die erzielten Fortschritte legen den Grundstein für weiterführende Untersuchungen und die kontinuierliche Integration von Innovationen in die Architekturpraxis.

Implikationen für die Architektur

Die Integration von thematisierten Technologien in die Architektur, wie durch die Projekte Custom-Built AI, Language-Specific AI, Architecture Material Assistant, Campus Library Assistant, Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics demonstriert, bietet weitreichende Implikationen für die Disziplin. Diese Technologien bieten nicht nur neue Werkzeuge und Methoden für den Entwurfsprozess, sondern beeinflussen auch grundlegend, wie wir über die Gestaltung von Räumen und die Interaktion mit ihnen denken.

Die Implementierung von KI ermöglicht eine tiefgreifendere und intuitivere Art der Nutzerinteraktion. Durch die Verwendung von Sprache als primäres Interface wird der Zugang zu architektonischen Entwurfstools demokratisiert und Nutzern ohne spezialisierte Vorkenntnisse ermöglicht, aktiv am Gestaltungsprozess teilzunehmen. Dies fördert einen partizipativen Ansatz in der Architektur, der Nutzerbedürfnisse und -feedback direkt in den Entwurfsprozess integriert.

Beispiel: Ein interaktives Museum, in dem Besucher durch Sprachbefehle mit Ausstellungsstücken kommunizieren können. Die TTS-Technologie ermöglicht es den Besuchern, Informationen über Kunstwerke zu erfragen, wodurch ein dynamischer und personalisierter Rundgang entsteht.

KI-gestützte Systeme wie der Architecture Material Assistant und der Campus Library Assistant eröffnen neue Möglichkeiten für die Materialauswahl und die Informationsbeschaffung. Diese Technologien können komplexe Daten analysieren und Empfehlungen geben, die auf den spezifischen Anforderungen und Präferenzen der Nutzer basieren. Die Fähigkeit, umfangreiche Datenmengen effizient zu verarbeiten und zu interpretieren, erweitert die Grenzen traditioneller Entwurfsmethoden und ermöglicht eine informiertere und nachhaltigere Entscheidungsfindung.

Beispiel: Ein nachhaltiges Wohnprojekt, bei dem der Architecture Material Assistant genutzt wird, um Materialien basierend auf Umweltverträglichkeit, Kosten und ästhetischen Kriterien auszuwählen. Dies fördert eine umweltbewusste und kosteneffiziente Bauweise.

Projekte wie der Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics illustrieren, wie KI den Entwurfsprozess transformieren können. Durch die Integration dieser Technologien wird ein dynamischer und interaktiver Entwurfsprozess ermöglicht, der in Echtzeit auf Nutzereingaben reagiert und visuelle sowie funktionale

Anpassungen unterstützt. Diese Flexibilität und Adaptivität fördern eine iterative Entwurfsmethodik, die auf Experimentieren und direktem Feedback basiert.

Beispiel: Die Planung eines Stadtparks mit dem Urban Canvas Mapper, bei dem Bürger ihre Vorstellungen durch einfache Zeichnungen und Spracheingaben einbringen können. Dies ermöglicht eine breitere Beteiligung der Öffentlichkeit und führt zu einem Design, das die Bedürfnisse und Wünsche der Gemeinschaft widerspiegelt.

Die Integration von KI in den Entwurfsprozess bietet auch die Möglichkeit, Nachhaltigkeitsaspekte stärker zu berücksichtigen. KI-gestützte Systeme können helfen, Materialien und Ressourcen effizienter zu nutzen, indem sie die Umweltauswirkungen verschiedener Designentscheidungen analysieren und optimierte Lösungen vorschlagen. Dies trägt zu einer umweltbewussteren Architekturpraxis bei, die nicht nur ästhetische und funktionale, sondern auch ökologische Kriterien berücksichtigt.

Beispiel: Ein Smart-City-Konzept, das KI nutzt, um Energieverbrauch und Ressourcennutzung zu optimieren. Durch die Analyse großer Datenmengen können nachhaltige Lösungen für Verkehr, Energieversorgung und Gebäudeeffizienz entwickelt werden, was zu einer signifikanten Reduktion des ökologischen Fußabdrucks führt.

Die Implikationen der in dieser Thesis untersuchten Technologien für die Architektur sind tiefgreifend und vielschichtig. Sie bieten das Potenzial, den Entwurfsprozess zu revolutionieren, die Nutzerinteraktion zu erweitern und nachhaltige Designpraktiken zu fördern. Beispielhafte Anwendungen wie interaktive Museen, nachhaltige Wohnprojekte, partizipative Stadtparkgestaltung und Smart-City-Konzepte illustrieren das breite Spektrum möglicher Implementierungen. Diese Beispiele verdeutlichen, wie KI als Katalysatoren für innovative Lösungen in der Architektur fungieren können, die sowohl die Qualität des menschlichen Lebens verbessern als auch zu einer nachhaltigeren Zukunft beitragen.

Die erfolgreiche Integration von KI, API und TTS in die Architektur erfordert jedoch eine kontinuierliche Forschung und Entwicklung, um die Möglichkeiten dieser Technologien voll auszuschöpfen und ihre Herausforderungen zu bewältigen. Die in dieser Arbeit vorgestellten Projekte und deren beispielhafte Anwendungen bieten einen wertvollen Ausgangspunkt und Inspiration für zukünftige Forschungen und Entwicklungen in diesem aufregenden und sich schnell entwickelnden Feld.

Zukunftsperspektiven und Weiterentwicklungen

Die zuvor vorgestellten Projekte und deren beispielhafte Anwendungen im Bereich der Architektur unterstreichen das immense Potenzial, das KI gestützte Chatbots für die Zukunft der Disziplin bereithalten. Die Integration dieser Technologien bietet nicht nur neue Wege für die Gestaltung und Interaktion, sondern legt auch den Grundstein für innovative Weiterentwicklungen in der Architektur.

Die in meiner Masterarbeit vorgestellten Projekte - von grundlegenden Chatbot-Anwendungen bis hin zu komplexen Systemen - markieren signifikante Schritte in der Integration von partizipativen Chatbot-Technologien im Architekturbereich. Die Entwicklungen zeigen nicht nur das Potenzial moderner Technologien, um den architektonischen Entwurfsprozess zu transformieren, sondern eröffnen auch neue Forschungsfelder, die das Verhältnis zwischen Mensch, Maschine und gebauter Umwelt vertiefend erforschen.

Eines der zentralen Forschungsfelder, das durch die Arbeit eröffnet wird, ist die Untersuchung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine innerhalb architektonischer Kontexte. Die Projekte haben gezeigt, wie KI, API und TTS die Kommunikation zwischen Nutzern und digitalen Systemen vereinfachen können. Zukünftige Forschungen könnten sich darauf konzentrieren, wie diese Technologien die Wahrnehmung und Nutzung des physischen Raums beeinflussen, insbesondere in Bezug auf die Navigation, Raumplanung und -gestaltung. Ein vertieftes Verständnis dieser Dynamiken könnte zu innovativen Designansätzen führen, die die Interaktivität und Anpassungsfähigkeit von Räumen an die Bedürfnisse ihrer Nutzer verbessern.

Ein wichtiges Forschungsfeld betrifft die Auswirkungen von KI-gestützten Entwurfswerkzeugen auf die Kreativität und Effizienz im Planungsprozess. Die vorliegende Arbeit hat bereits gezeigt, wie Tools wie der Urban Canvas Mapper und Interactive Room Dynamics den Entwurfsprozess unterstützen und bereichern können. Zukünftige Studien könnten diese Erkenntnisse erweitern, indem sie untersuchen, wie der Einsatz solcher Technologien die Entwurfsqualität beeinflusst, innovative Lösungsansätze fördert und zu effizienteren Planungsprozessen führt. Dabei könnten auch die Grenzen und Herausforderungen dieser Technologien beleuchtet werden, um ein ausgewogenes Bild ihrer Möglichkeiten und Einschränkungen zu erhalten.

Ein weiteres Forschungsfeld, das sich aus der Arbeit ergibt, betrifft die Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit von durch KI unterstützten Bauvorhaben. Die Integration von KI in den Entwurfs- und Bauprozess bietet das Potenzial, Material- und Ressourceneffizienz zu optimieren und die Umweltauswirkungen von Bauprojekten zu minimieren. Zukünftige Forschungen könnten sich darauf konzentrieren, wie KI-gestützte Systeme zur Entwicklung umweltfreundlicher und nachhaltiger Architekturlösungen beitragen können. Dabei könnte auch der Einfluss solcher Technologien auf die Lebenszyklusanalyse von Gebäuden und die Bewertung ihrer Umweltperformance untersucht werden.

Die in meiner Masterarbeit vorgestellten Projekte und die Exploration von KI-, API- und TTS-Technologien via Chatbots, ergänzt durch digitale Werkzeuge wie AR und VR, legen einen Grundstein für die zukünftige Entwicklung der Architektur. Diese Technologien erweitern nicht nur die Möglichkeiten des heutigen architektonischen Entwurfs, sondern eröffnen auch Wege für nachhaltige Praktiken und verbesserte Nutzererfahrungen. Die kontinuierliche Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen versprechen eine spannende Zukunft, in der Architektur in neue Richtungen gelenkt wird, die interaktive, nutzerorientierte und umweltfreundliche gebaute Umwelten fördern. Durch die Aufdeckung der Möglichkeiten und Herausforderungen, die mit der Anwendung dieser Technologien verbunden sind, bieten die Projekte wertvolle Einblicke und einen soliden Ausgangspunkt für zukünftige Forschungsarbeiten, die darauf abzielen, das Feld der Architektur nachhaltig zu beeinflussen und zu verbessern.

Anhänge

Literaturverzeichnis 10/23 - 02/24

01 Vgl. Journal of Building Engineering, Yan et al., 2020	14
02 Vgl. Hypothetische Studie, Grieves, 2019	16
03 Vgl. Introducing GPTs, OpenAI, 2023· https://openai.com/blog/introducing-gpts	20
04 Vgl. Measuring trends in Artificial Intelligence, The AI Index Report, 2023, https://aiindex.stanford.edu/report/ ; https://ki-cafe.de/chat-gpt/custom-gpts/	26
05 Vgl. How To Build A Chat Bot That Learns From The User In Python Tutorial, Indently, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=CkkjXTER2KE	31
06 Vgl. Vaswani et al., 2017	42
07 Vgl. GPT-4, ChatGPT, and Whisper (speech-to-text) Plugins for TouchDesigner; Torin Blankensmith; 2023, https://www.youtube.com/watch?v=34s2p9gzWhs&t=54s ; https://www.patreon.com/posts/custom-chatgpt4-79925127 ; https://www.patreon.com/posts/chatgpt-plugin-92421973 ...	62-69
08 Vgl. Autor unbekannt.	90
09 Vgl. Custom GPTs – Vollständige ChatGPT Anleitung auf Deutsch, Patrick Santa Maria, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=2LfqqeR4vo	
10 Vgl. How People Are Using The New ChatGPT Up- grades, The AI Advantage, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=FP6FLhStf6o	
11 Vgl. How to Create Your First ChatGPT Plugin with ChatGPT (Step-by-Step Guide), Liam Ottley, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=kHVkAvxkuy8	
12 Vgl. GPTs erstellen: Actions + Prompting für eigenen ChatGPT (Ultimative Anleitung), Scientific Economics, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=7M6PZQHynYU	
13 Vgl. How to Create Advanced GPTs For Your Website (Custom Actions w/ Assistants API), Liam Ottley, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=Kn6k6ocEaK4	
14 Vgl. Create POWERFUL GPTs in Minutes w/ Zapier	

- (Full Tutorial), AI Unleashed, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=IS4BghqWXRu>
- 15 Vgl. Integrate Any Custom Software with Zapier: A Beginner's Guide to API Documentation | Tutorial, Corbin Brown, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=kjcWoF_BLsk
- 16 Vgl. Sam Altman: OpenAI CEO on GPT-4, ChatGPT, and the Future of AI | Lex Fridman Podcast #367; Lex Fridman; 2023; https://www.youtube.com/watch?v=L_Guz73e6fw.
- 17 Vgl. Was führt ChatGPT aus? Im Inneren des KI-Supercomputers von Microsoft | Mit Mark Russinovich, Microsoft Mechanics, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=Rk3nTUfRZmo>.
- 18 Vgl. Ai & Architecture (Playlist), Matias del Campo, 2024, <https://www.youtube.com/playlist?list=PLaL-JQFER31Xc-5-xu082Scflo1c8V7Vzw>
- 19 Vgl. AI Adventures (Playlist), Google Cloud Tech, 2022, <https://www.youtube.com/playlist?list=PLlivdWy-Y5sqJxnwJhe3etaK7utrBiPBQ2>
- 20 Vgl. Machine Learning: Living in the Age of AI | A WIRED Film, WIRED, 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=ZJixNvx9BAc>.
- 21 Vgl. The 7 Stages of AI, AI Uncovered, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=PG8vu0i5juY>.
- 22 Vgl. How Computer Vision Works, Google Cloud Tech, 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=OcycT1Jwsns>
- 23 <https://actions.zapier.com/gpt/actions/>
- 24 www.material-bibliothek.de
- 25 <https://fhb-muenster.digibib.net/eres>
- 26 <https://fhb-muenster.digibib.net/search>
- 27 <https://platform.openai.com/api-keys>
- 28 <https://platform.openai.com/assistants>

Abbildungsverzeichnis 10/23 - 02/24

01 Abb. main.py, Python Code, Miro	31
02 Abb. knowledge_base.json, Python Code, Miro	31
03 Abb. main.py, Python Code, PyCharm	32
04 Abb. knowledge_base.json, Python Code, PyCharm	33
05 Abb. import, Python Code, Miro	34
06 Abb. load/save, Python Code, PyCharm.	34
07 Abb. find, Python Code, Miro	34
08 Abb. get, Python Code, Miro.	34
09 Abb. chat, Python Code, Miro.	35
10 Abb. print/if, Python Code, Miro	35
11 Abb. Grundstruktur, Python Code, Miro	36
12 Abb. Bsp. 1, Python Code, Miro	36
13 Abb. Bsp. 2, Python Code, Miro	37
14 Abb. tkinter, Python Code, Miro	37
15 Abb. Configure, GPTs, OpenAI	44
16 Abb. Authentication, GPTs, OpenAI	45
17 Abb. Edit actions, GPTs, OpenAI	45
18 Abb. Configure, GPTs, OpenAI	50
19 Abb. Hardware-Konfiguration, Leo DigiLab, FH Münster	56
20 Abb. Formen platzieren, Leo DigiLab, FH Münster.	56
21 Abb. Formen wurden erkannt, Leo DigiLab, FH Münster	57
22 Abb. max. Grünfläche Prompt, Leo DigiLab, FH Münster	57
23 Abb. Stadtpark Prompt, Leo DigiLab, FH Münster.	57
24 Abb. TTS input, ChatGPT-App auf iOS, OpenAI.	60
25 Abb. TTS output, ChatGPT-App auf iOS, OpenAI.	60
26 Abb. Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022	63
27 Abb. Whisper Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022	65
28 Abb. ChatGPT Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022	67
29 Abb. TDAsyncIO Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022	68
30 Abb. TDComfyUI Übersicht, Operators, TouchDesigner 2022	69

Forschungsausschnitte

```

pip3 install openai

import openai

with open('api.key', 'r') as api_key:
    API_KEY = api_key.read()

def fragen(fragen):
    ergebnis = openai.Completion.create(
        model='text-davinci-003',
        prompt=fragen,
        max_tokens=2048,
        api_key=API_KEY
    )
    antwort = ergebnis.choices[0].text
    return antwort

if __name__ == '__main__':
    print('Lass uns über die Materialbibliothek chatten.')
    while (frage := input('\n> ')) != 'X':
        antwort = fragen(frage)
        print(antwort)

```

```

import requests

def get_daily_horoscope(sign: str, day: str) -> dict:
    """Get daily horoscope for a zodiac sign.
    Keyword arguments:
    sign:str - Zodiac sign
    day:str - Date in format (YYYY-MM-DD) OR TODAY OR TOMORROW OR
    YESTERDAY
    Return:dict - JSON data
    """
    url = "https://horoscope-app-api.vercel.app/api/v1/get-horoscope/daily"
    params = {"sign": sign, "day": day}
    response = requests.get(url, params)

```

Code block response.json()

```

{
  "data": {
    "date": "Dec 15, 2022",
    "horoscope_data": "Lie low during the day and try not to get caught up in the frivolous verbiage that dominates the waking hours. After sundown, feel free to speak your mind. You may notice that there is a sober tone and restrictive sensation today that leaves you feeling like you will never be able to break free from your current situation. Don't get caught in this negative mindset."
  },
  "status": 200,
  "success": true
}

```

Code block

```
@bot.message_handler(commands=['horoscope'])
def sign_handler(message):
    text = "What's your zodiac sign?\nChoose one: *Aries*, *Taurus*
    *, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpio*,
    *Sagittarius*, *Capricorn*, *Aquarius*, and *Pisces*."
    sent_msg = bot.send_message(message.chat.id, text, parse_mode
    = "Markdown")
    bot.register_next_step_handler(sent_msg, day_handler)
```

```
def day_handler(message):
    sign = message.text
    text = "What day do you want to know?\nChoose one: *TODAY*,
    *TOMORROW*, *YESTERDAY*, or a date in format YYYY-MM-DD."
    sent_msg = bot.send_message(
        message.chat.id, text, parse_mode="Markdown")
    bot.register_next_step_handler(
        sent_msg, fetch_horoscope, sign.capitalize())
```

```
def fetch_horoscope(message, sign):
    day = message.text
    horoscope = get_daily_horoscope(sign, day)
    data = horoscope["data"]
    horoscope_message = f'*Horoscope:* {data["horoscope_data"]}\n\n
    *Sign:* {sign}\n*Day:* {data["date"]}'
    bot.send_message(message.chat.id, "Here's your horoscope!")
    bot.send_message(message.chat.id, horoscope_message,
        parse_mode="Markdown")
```