

Procedural Generation of Buildings based on Google Street View Images and GIS-data

This thesis explores the synergy of data science and geography, focusing on 3D visualization of geographical data. It builds on prior work at the KU Leuven, which used GIS-data, or Geographical Information System data, to create urban visualizations. In this research we aim to address its shortcomings, like inaccurate architectural attributes. The research question revolves around uniting Unity-based visualization with machine learning-derived data from Google Street View images for precise 3D building representations. More specifically, a detection framework is proposed to locate the window positions and types of a facade and to detect the colours of facades and windows. This additional data makes it possible to create a more reality-based model with a minimum of user input. To this end, GIS-data from the OpenStreetMap database, which is freely available, is used to obtain information about the building shape, and machine learning techniques are used on Google Street View Static API images of a facade to extract window and colour information. Convolutional neural networks are generally used in object detection, in this case the detection of window positions and sizes. Knowing these image features make the classification of the resulting windows possible. Moreover, employing image transformations facilitates the extraction of colour codes for both facades and window frames. Additionally, considerable effort has been done to facilitate the user-program interaction. The resulting application requires three times a user input throughout a single detection and rendering cycle. Firstly, the user needs to provide the OpenStreetMap data file. They then need to select a house and facade on a map. Lastly, they need to indicate the position of the facade corners on a Google Street View Image. In future work the need for the facade indicating step could potentially be eliminated by integrating a facade detection algorithm, further streamlining the pipeline's procedural workflow. Further avenues for future research involve enhancing feature extraction outcomes and integrating geodata from supplementary sources. Expanding the program's capabilities to encompass street-level visualization, beyond singular buildings, is also a conceivable trajectory. In summary, this thesis introduces an innovative method for generating 3D models from existing structures, skilfully achieving a harmony between minimal user input and result accuracy. It's important to note the existing constraints tied to Google Street View image quality and the scarcity of available machine learning training data.

Procedurale Generatie van Gebouwen gebaseerd op Google Street View Afbeeldingen en GIS-data

Deze thesis onderzoekt de synergie tussen datascience en geografie, met de focus op driedimensionale visualisatie van geografische data. Het bouwt voort op eerder onderzoek aan de KU Leuven, die gebruik maakte van GIS-gegevens, oftewel geografische informatiesysteemgegevens, om stedelijke visualisaties te creëren. In dit onderzoek is het doel om tekortkomingen binnen dat onderzoek aan te pakken, hoofdzakelijk de onnauwkeurigheid van architecturale eigenschappen. De onderzoeksvraag draait om het verenigen van een op Unity gebaseerde visualisatie met machine-learning geëxtrageerde gegevens uit Google Street View-beelden met als doel nauwkeurige driedimensionale gebouwrepresentaties. Meer specifiek wordt een detectiemethode voorgesteld om de posities en types van ramen van een gevel te lokaliseren en vervolgens de kleuren van gevels en ramen te detecteren. Deze aanvullende data maakt het mogelijk om een meer realistisch model te creëren met een minimum aan gebruikersinvoer. Hiervoor worden GIS-gegevens uit de OpenStreetMap-database, die vrij beschikbaar zijn, gebruikt om informatie te verkrijgen over de

gebouwworm, en worden machine learning technieken toegepast op Google Street View Static API-beelden van een gevel om venster- en kleurinformatie te extraheren. Convolutionale neurale netwerken worden gebruikt voor objectdetectie, in dit geval voor het detecteren van vensterposities en -groottes. Deze kenmerken maken de classificatie van de resulterende vensters mogelijk. Bovendien maken beeldtransformaties de extractie van kleurcodes voor zowel gevels als raamkozijnen mogelijk. Verder is er aanzienlijke moeite gedaan om de interactie tussen gebruiker en de applicatie te vergemakkelijken. De resulterende toepassing vereist drie keer gebruikersinvoer gedurende een enkele detectie- en weergavecyclus. Ten eerste levert de gebruiker het OpenStreetMap-gegevensbestand. Vervolgens moet een huis en gevel op een kaart geselecteerd worden. Ten slotte moeten ze de positie van de gevelhoeken aangeven op een Google Street View-afbeelding. In toekomstig werk zou de behoefte aan de stap van het aangeven van de gevel mogelijk kunnen worden geëlimineerd door het integreren van een gevel-detectie-algoritme, waardoor de procedurele workflow van de pijplijn verder wordt gestroomlijnd. Verdere onderzoeksmogelijkheden omvatten het verbeteren van resultaten van feature extractie en het integreren van gegevens uit aanvullende bronnen. Het uitbreiden van de mogelijkheden van het programma om straatniveauvisualisatie te omvatten, verder dan afzonderlijke gebouwen, is ook een denkbare koers. Kortom, deze scriptie introduceert een innovatieve methode voor het genereren van driedimensionale modellen uit bestaande structuren, waarbij een balans wordt gevonden tussen minimale gebruikersinvoer en resultaatnauwkeurigheid. Het is belangrijk om de bestaande beperkingen met betrekking tot de kwaliteit van Google Street View-beelden en de schaarste aan beschikbare machinaal leren trainingsgegevens op te merken.