

Accélérer l'inventaire des bâtiments grâce aux photos à 360 degrés et à l'intelligence artificielle

Contexte

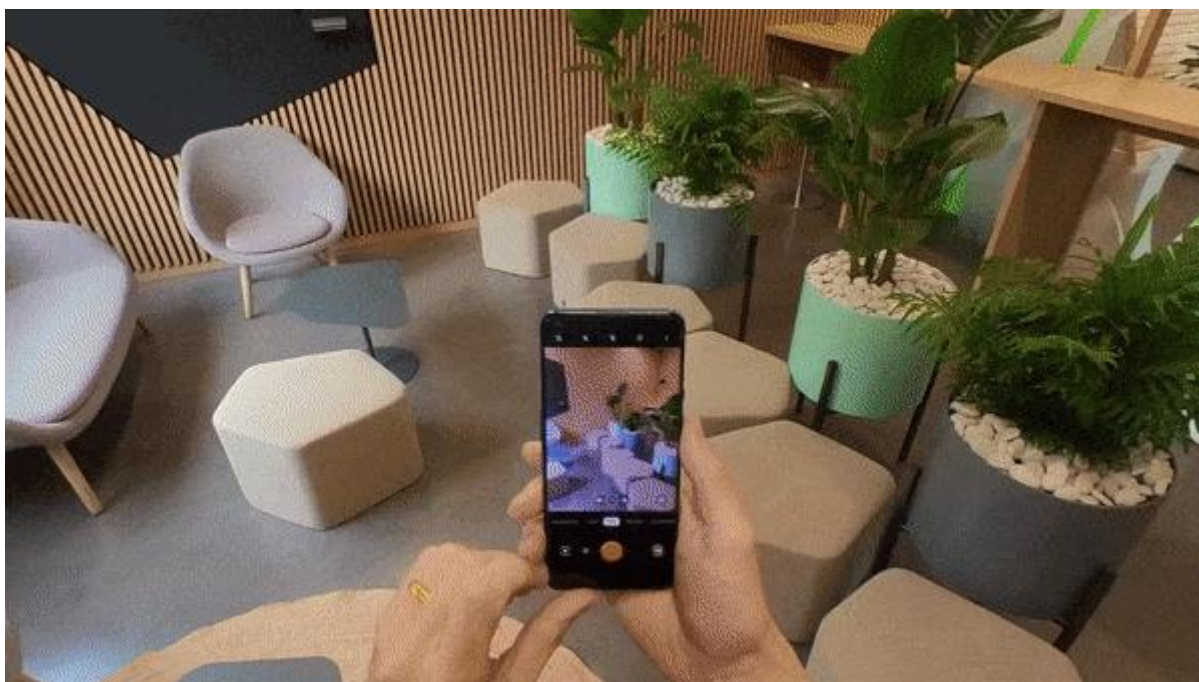
L'inventaire des éléments intérieurs réutilisables est fastidieux, mais révèle être d'une grande importance pour la construction circulaire. Dans quelle mesure la technologie peut-elle faciliter ce processus ? Pour répondre à cette question centrale, deux cas d'étude ont été réalisés pour [Rotor ASBL](#) dans le cadre des projets [DigitalDeConstruction](#) et [FCRBE](#), tous deux soutenus par Interreg Europe du Nord-Ouest.

Faits

Un [premier cas d'étude](#) a montré comment de simples photos permettaient d'inventorier automatiquement des objets grâce à l'IA. Cependant, l'inventaire des objets ou des matériaux pour un bâtiment entier prend encore beaucoup de temps avec cette méthode; l'utilisation d'un appareil ordinaire nécessiterait de prendre de nombreuses photos par locaux. Ce second cas d'étude a donc permis de trouver une solution rapide au problème en effectuant la reconnaissance IA sur des photos à 360 degrés plutôt que sur des photos ordinaires. Voici tout d'abord une brève explication de la photographie à 360 degrés.

Photographie à 360 degrés

Comme illustré ci-dessous, un appareil photo ordinaire nécessite de prendre de nombreuses photos pour documenter complètement un local.



Documentation d'un local avec plus de 10 photos ordinaires de smartphone.

Si, en revanche, on utilise une caméra dite à 360 degrés, une seule ou, tout au plus, quelques photos suffiront. Les photos sphériques panoramiques qui en résultent sont semblables à celles dans lesquelles il est possible de regarder autour de soi, comme c'est le cas avec Google Streetview.



Documentation avec la caméra à 360 degrés : une seule photo suffit.

Telle est la force des [photos à 360 degrés](#) : pouvoir documenter en un rien de temps les bâtiments ou les lieux dans leur intégralité (sol et plafond y compris), comme le montre la vidéo ci-dessus. Cette méthode est non seulement beaucoup plus rapide, mais elle réduit également le risque de devoir retourner sur les lieux parce qu'une grande partie de l'inventaire n'a accidentellement pas été photographiée.

Comme tout est documenté, les mêmes photos peuvent également être utilisées pour effectuer une visite virtuelle du site; en témoigne l'exemple ci-dessous correspondant à une visite virtuelle, créée à l'aide d'un logiciel, du nouveau bâtiment principal du CSTC à Woluwe-Saint-Etienne.



Visite virtuelle du nouveau bâtiment principal du CSTC.

Comme mentionné précédemment, les photos à 360 degrés présentent le grand avantage de capturer en une seule photo l'intégralité, ou dans tous les cas une grande partie, de l'espace environnant. Ainsi, pour la première fois, il devient possible de documenter une maison entière en quelques minutes seulement.

La complexité de la photographie à 360 degrés réside dans le fait qu'elle a un design différent. Contrairement aux photos ordinaires, les photos à 360 degrés sont destinées à être affichées sous la forme d'une sphère dans laquelle on peut regarder autour de soi. Par conséquent, la photo semble assez déformée lorsqu'elle est traitée par un viewer ordinaire. Les figures ci-dessous illustrent cette différence.



Photo ordinaire.



Photo à 360 degrés.

La forme particulière d'une image à 360 degrés doit être prise en compte afin de permettre des inventaires IA de haute qualité. Pour les besoins de ce cas, on a donc utilisé un algorithme adapté à cette forme particulière que l'on a ajouté au pipeline d'IA développé pour le premier cas d'étude.

Pour les besoins de ce second cas d'étude, le CSTC a assisté à un inventaire régulier des bâtiments réalisé par Rotor ASBL. Une caméra à 360 degrés sur un trépied a été utilisée et une ou plusieurs photos ont été prises par locaux en fonction de leur taille. Les photos ont ensuite été transmises au pipeline d'IA, installé sur un ordinateur portable ordinaire. Le résultat a montré qu'il était possible d'effectuer une reconnaissance et un inventaire d'objets au moyen de l'IA et à partir de photos à 360 degrés prises rapidement. En quelques minutes, les photos ont été automatiquement analysées pour détecter la présence de fenêtres, de carreaux, de luminaires et

de cheminées. La figure ci-dessous donne un exemple de reconnaissance des luminaires et des fenêtres.



Les luminaires et les fenêtres ont été reconnus, comme indiqué par des cadres jaunes et verts.

La plupart des éléments ont été correctement reconnus, mais il y a eu malgré tout des exceptions où un objet était confondu avec un autre. La photo ci-dessous d'une cuisine ouverte montre que la fenêtre et l'éclairage ont été correctement reconnus. Nous constatons tout de même une exception (soulignée en rouge) : un morceau de verre a été considéré comme un éclairage.



Photo d'une cuisine ouverte avec reconnaissance des lumières et des fenêtres. Un cadre rouge indique une petite fenêtre qui a été reconnue à tort comme un éclairage.

L'exemple ci-dessous montre également que l'éclairage du plafond a été correctement détecté. Cependant, un cadre rouge en bas à droite de l'image indique que la réflexion dans le sol des plafonniers a également été considérée comme un éclairage.



Reconnaissance de l'éclairage. Le cadre rouge dans le coin inférieur droit marque un endroit du sol que l'on pensait éclairé en raison de sa réflexion.

Les deux reconnaissances incorrectes ci-dessus peuvent être évitées assez facilement. Chacune d'elles est accompagnée d'un nombre indiquant la précision estimée. Pour la photo du haut, il est de 47 %, tandis que pour les reconnaissances correctes dans la photo, il est de 85 % ou plus. Pour la photo du bas, les chiffres sont respectivement de 29 % et 90 %. La solution dans ce cas est donc de filtrer les reconnaissances dont le taux de précision est inférieur à un seuil fixé.

Il existe aussi des exemples de problèmes de reconnaissance automatique relativement moins faciles à résoudre. Dans l'image de la cuisine ouverte ci-dessus, on peut voir qu'il y a deux armoires basses sous la fenêtre de gauche et sous la fenêtre de droite. Le contexte permet de conclure que ces armoires contiennent des radiateurs, mais qu'ils ne sont pas reconnus comme tels, car ils sont largement protégés par l'armoire. Ces radiateurs non reconnus illustrent l'état actuel de l'IA basée sur les réseaux neuronaux. Pour une reconnaissance robuste d'un objet, il est nécessaire d'alimenter le réseau non seulement avec des photographies standard (ici, des radiateurs), mais aussi avec des cas exceptionnels comme celui-ci, où les caractéristiques habituelles d'un radiateur sont donc à peine visibles (car contenu dans une armoire). Si le réseau n'a pas encore rencontré d'exemples de ces exceptions, également appelées *edge cases*, elles ne seront pas reconnues comme telles.

Première conclusion

Ce second cas d'étude a permis de déterminer s'il était possible d'appliquer la reconnaissance automatique d'objets par l'IA à des photos à 360 degrés afin de permettre un inventaire rapide des éléments de construction. Comme nous l'avons montré, cette méthode permet d'analyser des bâtiments entiers et de générer une vue d'ensemble des objets présents, où et en quelle quantité. Outre ce résultat, ce cas présente également certaines limites. L'inventaire a été réalisé pour quelques types d'objets, et ce nombre peut certainement être augmenté pour obtenir un inventaire plus complet. En outre, il est possible d'améliorer la qualité des reconnaissances automatiques elles-mêmes qui dépend du nombre d'apparences de l'objet en question. Plus il y a d'apparences, plus il est important que cette diversité se reflète dans les exemples fournis au réseau d'IA. Par exemple, on peut comprendre que pour des objets ayant une ou plusieurs formes caractéristiques (fenêtres, p. ex.), une bonne reconnaissance automatique puisse être obtenue plus rapidement que pour des objets pouvant avoir des formes très diverses. Pour ces derniers, il est donc important d'investir le temps nécessaire pour qu'ils soient également reconnus avec une grande qualité.

Seconde conclusion

Ce cas d'étude a examiné comment la construction circulaire pouvait être soutenue par la technologie, ici dans le contexte de l'accélération de l'inventaire des éléments de construction.

Les résultats ont montré que la reconnaissance automatique des éléments de construction pouvait être combinée avec l'utilisation de photos à 360 degrés pour permettre un inventaire accéléré. L'étape suivante pourrait consister à reconnaître automatiquement un plus grand nombre de types d'objets et à améliorer la robustesse des reconnaissances elles-mêmes.

Les projets suivants ont permis la réalisation de ce cas d'étude :

