

Vers une visualisation située d'une cartographie sensible des villes

Qualification par apprentissage automatique de la perception de l'espace urbain par un piéton en situation pour un affichage de compléments d'information en Réalité Augmentée.

Mots clés

Visualisation sensible, vision par ordinateur, CNN, urban design qualities, Réalité Augmentée

Enjeux, difficultés et objectifs

La prise de connaissance d'information contextuelle en situation de mobilité urbaine est un enjeu qui se décline selon la temporalité et la finalité de l'action de l'utilisateur sur la ville : 1/ en amont, *eg.* la conception de villes durables et résilientes, 2/en situation, *eg.* la gestion de crise sanitaire, 3/en aval, *eg.* l'analyse de phénomène climatique.

Cependant l'accès à cette information située reste difficile du fait de la mobilité de l'utilisateur qui est au mieux muni d'équipement léger (terminaux mobiles la plupart du temps) et de la mise en relation entre l'information fournie, souvent conjointement de données spatiales et temporelles, et le contexte immédiat, qui est source de nombreuses perturbations attentionnelles (avertisseurs sonores ou lumineux très ponctuels, par exemple).

Il est donc nécessaire d'assurer un accès direct et en situation à cette information en exploitant au mieux les éléments du contexte.

Quantification de la perception des villes

En réaction aux descriptions cartographiques traditionnelles - où l'espace est perçu et restitué graphiquement dans sa globalité et en surplomb - de nombreuses initiatives notamment en cartographie sensible ont vu le jour qui visent à restituer une expérience immergée des territoires (Olmedo 2011). Les *Urban design qualities* telles que proposées par (Ewing *et al.* 2009, Ewing *et al.* 2016, Clemente *et al.* 2005) participent de ce mouvement qui vise à dépasser les seules D-variables ("*design, density, diversity, destination accessibility, and distance to transit*", extrait de (Yin 2017)) synthétiques pour "mesurer le non-mesurable" (Ewing *et al.* 2009) et quantifier la perception des qualités urbaines de la ville vécue par les experts de l'urbanisme comme par les piétons, assimilés à des experts de "l'expérience ordinaire" (Thibaud 2010).

Cette tentative d'objectivation des caractéristiques fines (à "micro-échelle") du paysage de la rue susceptibles de conditionner l'expérience des piétons sous forme d'*Urban design quality* a été traduite en indicateurs ("*imageability*", "*enclosure*", "*human scale*", "*transparency*" et "*complexity*") et modélisée et simulée dans le contexte de la géomatique (Yin 2017).

Des Réseaux de Neurones pour identifier les qualités urbaines

D'autres travaux ont cherché, par l'utilisation de réseaux de neurones artificiels, à identifier et mesurer ces qualités sur un large corpus d'images de vues piétonnes (Ye *et al.* 2019). Des réseaux

de neurones convolutifs (CNN) peuvent aussi servir à calculer des cartes de saillances urbaines (Huang *et al.* 2019) .

La Réalité augmentée comme outil de médiation adaptée aux environnements urbains

Or, comme le relève (Thomas *et al.* 2018), les usages potentiels des indicateurs de qualité de conception urbaine sont d'un grand intérêt lorsqu'on les présente, sur site, à des professionnels en utilisant l'approche de l'*analyse située* et plus particulièrement lorsque celle-ci est immersive en Réalité Augmentée (RA) (Whitlock *et al.* 2020).

Les systèmes et les algorithmes de Réalité Augmentée (RA) ont évolué et permettent désormais à (Grubert *et al.* 2017) de présenter le concept de RA généralisée (*Pervasive Augmented Reality, PAR*) où le système s'adapte constamment au contexte de l'utilisateur afin de permettre une utilisation prolongée à travers plusieurs tâches poursuivant des buts différents. Sans aller jusqu'à des systèmes de RA généralisés, la RA mobile permet déjà la géovisualisation sur site d'information spatialisée (Devaux *et al.* 2018). Afficher des informations situées "augmente" pour l'utilisateur la perception de l'environnement immédiat en relation avec sa tâche courante (Kjeldskov *et al.* 2013), l'information affichée devant être adaptée à l'environnement et au comportement de l'utilisateur pour ne pas gêner sa marche en ville (Lages *et al.* 2019).

Hypothèses, apports de cette recherche et plan de travail

Nous remarquons que ces "qualités" urbaines qu'elles soient extraites d'images réelles ou dérivées de simulation en maquette numérique ne sont pas comparées ni combinées pour l'instant. Cette comparaison va constituer un des premiers apports de ce travail. Elle sera enrichie d'une longue lignée de travaux spécifiques développés au sein du laboratoire AAU, relatifs aux indicateurs urbains sensibles et plus particulièrement à la couleur des façades (Petit 2015), à l'aéroulque urbaine (Belgacem 2019), aux zones géoclimatiques et la vulnérabilité aux surchauffes urbaines (Rodler & Leduc 2019).

Les cartes de saillances urbaines, combinées à l'analyse de la perception sur site en déplacement, permettront d'identifier des zones de saillance où afficher des informations pertinentes en déplacement pour le piéton.

Dans ce travail nous nous intéresserons, à partir du positionnement sur site du piéton, à ce que ce dernier perçoit dans son environnement en liant les informations extraites des images perçues aux indicateurs calculés par simulation en environnements virtuels issus de maquettes 3D simplifiées de la ville, à l'aide de réseaux de neurones pour mettre en perspective information "perçue" par un réseau sur une image et information calculée sur une carte 3D de la même zone en temps réel ou à partir d'information pré-calculées. Ces réseaux, pour traduire les perceptions piétonnes de l'espace urbain, seront entraînés de deux manières, à l'aide d'interactions avec des

professionnels de l'urbanisme mais aussi à l'aide d'interaction avec les "experts" d'un lieu, à savoir les habitants. Cette perception numérique, calculée de la ville va nous donner accès aux zones "importantes" qu'il importe de mettre en relief dans le paysage du piéton et celles qui peuvent être masquées. Ces deux recueils d'expertises complémentaires vont permettre la mise en tension et le partage de ces deux points de vue qui sera un autre enjeu majeur de ce travail.

Le positionnement d'éléments caractéristiques dans la ville (comme des objets du mobilier urbain) est assimilable à la distribution spatiale d'un ensemble de « marqueurs » permettant la localisation indépendamment d'autres infrastructures lorsqu'ils sont reconnus (Antigny et al. 2018). La ville peut devenir à la fois l'interface et la zone de projection. Ces travaux à travers les échelles, le choix des données à afficher et les types de représentation vont permettre via une médiation avec des données urbaines grâce à une localisation sur site un échange de points de vue situés entre professionnels et habitants.

Pour résumer, la ville vue par le piéton devient une interface de médiation entre un calcul de « qualités urbaines » reflétant une perception et une visualisation de ces mêmes informations ou d'autres informations localisées en utilisant la RA comme médiation avec ces données. Cela nous ouvre à de nouveaux usages d'une telle interface à étudier à la fois pour le grand public et les professionnels pour aller vers une co-construction de l'espace urbain.

Ce travail sera co-supervisé par M. Servières, T. Leduc et V. Tourre du laboratoire AAU.

Références

N. Antigny, M. Servières, and V. Renaudin, "Fusion of 3D GIS, Vision, Inertial and Magnetic Data for Improved Urban Pedestrian Navigation and Augmented Reality Applications," *Navig. J. Inst. Navig.*, vol. 65, no. 3, pp. 431–447, 2018.

O. Clemente, R. Ewing, S. Handy, and D. R. Brownson, "measuring urban design qualities an illustrated field manual." p. 35, 2005.

A. Devaux, C. Hoarau, M. Brédif, and S. Christophe, "3D urban geovisualization: In situ augmented and mixed reality experiments," *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 41–48, 2018.

R. Ewing and S. Handy, "Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability," *J. Urban Des.*, vol. 14, no. 1, pp. 65–84, 2009.

R. Ewing, A. Hajrasouliha, K. M. Neckerman, M. Purciel-Hill, and W. Greene, "Streetscape Features Related to Pedestrian Activity," *J. Plan. Educ. Res.*, vol. 36, no. 1, pp. 5–15, 2016.

- J. Grubert, T. Langlotz, S. Zollmann, and H. Regenbrecht, "Towards Pervasive Augmented Reality : Context-Awareness in Augmented Reality," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 23, no. 6, pp. 1706–1724, 2017.
- K. Huang and S. Gao, "Image saliency detection via multi-scale iterative CNN," *Vis. Comput.*, 2019.
- J. Kjeldskov, M. B. Skov, G. W. Nielsen, S. Thorup, and M. Vestergaard, "Digital urban ambience: Mediating context on mobile devices in a city," *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 9, no. 5, pp. 738–749, 2013.
- W. S. Lages and D. A. Bowman, "Walking with adaptive augmented reality workspaces: Design and usage patterns," *Int. Conf. Intell. User Interfaces, Proc. IUI*, vol. Part F1476, pp. 356–366, 2019.
- É. Olmedo, « Cartographie sensible, émotions et imaginaire ». Visions cartographiques. Les blogs du Monde diplomatique. <https://blog.mondediplo.net/2011-09-19-Cartographie-sensible-emotions-et-imaginaire>, 2011.
- A. Petit, « Effets chromatiques et méthodes d’approche de la couleur dans la démarche de projet architectural et urbain » (Ecole Centrale de Nantes, France). Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01248894>, 2015.
- A. Rodler, and T. Leduc, "Local climate zone approach on local and micro scales: Dividing the urban open space. Urban Climate", 100457. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100457>, 2019.
- J.-P. Thibaud, La ville à l’épreuve des sens. Ecologies Urbaines : États Des Savoirs et Perspectives, 198–213. Retrieved from <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00502591>, 2010.
- Bruce Thomas, Gregory Welch, Pierre Dragicevic, Niklas Elmqvist, Pourang Irani, et al.. Situated Analytics. Immersive Analytics, 11190, Springer, pp.185-220, 2018, Lecture Notes in Computer Science, {10.1007/978-3-030-01388-2_7}. {hal- 01947243}
- M. Whitlock, S. Smart, and D. Albers Szafir, "Graphical Perception for Immersive Analytics," *IEEE Conf. Virtual Real. 3D User Interfaces*, 2020.
- Y. Ye, W. Zeng, Q. Shen, X. Zhang, and Y. Lu, "The visual quality of streets: A human-centred continuous measurement based on machine learning algorithms and street view images," *Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci.*, vol. 46, no. 8, pp. 1439–1457, 2019.
- L. Yin, "Street level urban design qualities for walkability: Combining 2D and 3D GIS measures," *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 64, pp. 288–296, 2017.