



**HAL**  
open science

## Création de jeux sérieux à l'aide d'un langage dédié pour des expériences incarnées en réalité virtuelle

Florent Alain Sauveur Robert, Hui-Yin Wu, Marco Winckler, Lucile Sassatelli

### ► To cite this version:

Florent Alain Sauveur Robert, Hui-Yin Wu, Marco Winckler, Lucile Sassatelli. Création de jeux sérieux à l'aide d'un langage dédié pour des expériences incarnées en réalité virtuelle. Les journées Françaises de l'Informatique Graphique, Nov 2021, Biot, France. hal-03464373

**HAL Id: hal-03464373**

**<https://inria.hal.science/hal-03464373>**

Submitted on 3 Dec 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

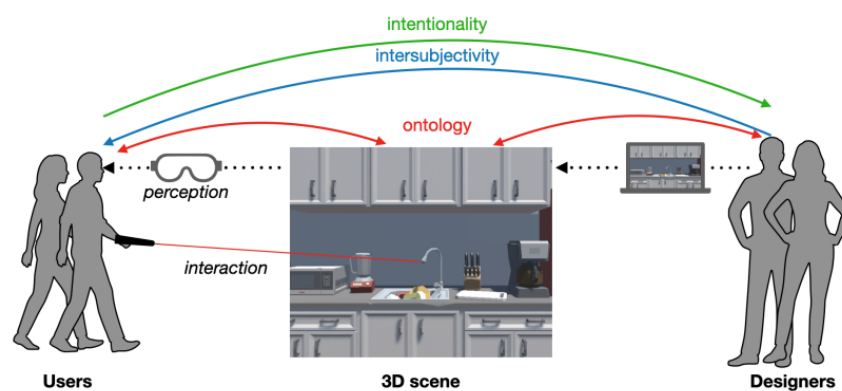
# Création de jeux sérieux à l'aide d'un langage dédié pour des expériences incarnées en réalité virtuelle

F. Robert<sup>1,2</sup>, H. Wu<sup>1</sup>, L. Sassatelli<sup>2,3</sup>, M. Winckler<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centre Inria d'Université Côte d'Azur, France

<sup>2</sup> Université Côte d'Azur, CNRS, I3S, France

<sup>3</sup> Institut Universitaire de France



**Figure 1:** Axes de travail pour réduire l'écart de communication entre conceptrices et joueuses: ontologie, intersubjectivité et intentionnalité.

## Abstract

La création d'un jeu sérieux en réalité virtuelle (VR) implique que les utilisatrices puissent interagir avec l'environnement et qu'elles aient un but bien défini permettant de les exposer à une expérience de jeu. Cela est utile pour divers domaines comme l'éducation ou encore de la réhabilitation. La mise en place d'un scénario de jeu peut s'avérer être un processus complexe pour les conceptrices pour deux raisons principales : (1) le grand nombre d'objets différents composant une scène et leur disposition dans celle-ci, rendant complexe la prise en compte de tous les paramètres (ce que l'utilisatrice voit, peut toucher, les interactions possibles, ...), et (2) la diversité des tâches de difficulté variable que l'utilisatrice doit-être capable de réaliser. Un moyen de définir pour l'utilisatrice un objectif réaliste, atteignable et lui donner l'impression de progresser dans le jeu est de lui fournir de l'aide au fur et à mesure en fonction de ses besoins. Ce projet présente un système permettant la création de scénarios en réalité virtuelle. Ce système utilise un DSL (Domain Specific Language ou langage dédié) pour aider la conceptrice dans la création de scénarios et dans le suivi de l'utilisatrice, il permet à cet effet trois fonctionnalités : (1) annoter les différents éléments de la scène selon le type d'objet ainsi que sa localisation, (2) définir les tâches composant un scénario et les différentes contraintes et aides qui y sont liées et (3) d'enregistrer une partie de l'expérience de l'utilisatrice lorsqu'elle joue le scénario de jeu. La conceptrice peut ainsi créer des scénarios qui apportent une assistance progressive à l'utilisatrice tout en prenant en compte les différentes propriétés des objets de la scène puis analyser son expérience par la suite afin de l'aider dans ses objectifs. Ce système est implémenté sous Unity.

## CCS Concepts

•Human-centered computing → Systems and tools for interaction design; User studies; •Computing methodologies → Virtual reality; Ontology engineering;

## 1. Introduction

La réalité virtuelle est en pleine croissance, de plus en plus utilisée dans divers domaines professionnels pour de l'éducation ou pour de la réhabilitation. Elle permet un contrôle total de l'environnement 3D et donc un suivi efficace de l'utilisatrice tout au long de son expérience. Il est pour cela intéressant d'utiliser divers environnements, des environnements dangereux comme une ville avec un trafic routier ou encore des environnements complexes comme une maison comportant des murs obstruant la vision et de nombreux objets aux propriétés diverses. Il faut ensuite donner aux conceptrices en charge de l'environnement les outils nécessaires pour qu'elles puissent observer et analyser l'expérience de la joueuse<sup>†</sup> afin d'apporter un suivi à sa réhabilitation ou à sa formation. Les intentions de la joueuse et de la conceptrice ne correspondant pas toujours, il n'est pas forcément aisé de communiquer les intentions entre les deux parties, d'autant plus que la VR offre la possibilité d'explorer librement l'environnement 3D et propose donc un parcours de progression non linéaire multipliant les possibilités de perception.

Dans la création d'expériences incarnées interactives, de multiples possibilités de perception sont simultanément présentes. Inspiré des travaux de Dourish sur la théorie de l'embodiment [Dou04], nous identifions trois parties importantes sur lesquelles travailler afin de réduire l'écart de compréhension de l'environnement immersif entre conceptrices et joueuses :

1. **Ontologie** : l'identification des différents objets et éléments composant la scène 3D afin de représenter l'environnement et les interactions qui y sont possibles.
2. **Intersubjectivité** : La définition d'objectifs précis afin de transmettre la vision de l'expérience de la conceptrice à la joueuse.
3. **Intentionnalité** : La compréhension par la joueuse des interactions qu'elle peut effectuer et de la manière d'accomplir les différents objectifs.

Les écarts de perception entre l'utilisatrice, la conceptrice et le système peuvent se produire à tous ces niveaux (voir Figure 1).

Pour mettre en place ces trois parties, nous avons conçu un système de création de jeux sérieux en réalité virtuelle, GUsT-3D (Guided Users Tasks, un outil aillant pour but la création de tâches interactives dans un environnement 3D). Cet outil utilise un DSL pour permettre la création d'une ontologie et de décrire un environnement 3D comme un environnement interactif. Une fois l'environnement décrit, il permet à la conceptrice de créer des scénarios de jeux jouables par l'utilisatrice durant lequel son expérience sera enregistrée.

Le reste de cet article va dans un premier temps parler de l'état de l'art lié à ce sujet dans la section 2. La section 3 décrira le fonctionnement technique du système mis en place et la section 4 présentera les évaluations et résultats récupérés sur le sujet. Enfin en section 5 nous concluons et discuterons des travaux futurs.

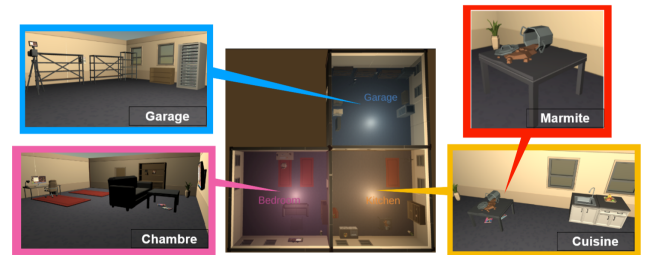
<sup>†</sup> Ce papier utilise le genre féminin par défaut pour désigner les différentes atrices du système.

## 2. État de l'art

Un certain nombre de systèmes utilisant des ontologies ont déjà été créés pour diverses tâches, ayant un but comparable à notre outil GUsT-3D dont voici quelques exemples :

- **RSG-DSL** [BB14] pour la robotique, un DSL permettant de représenter le modèle du monde robotique sous forme de graphe de scène, qui permet l'attachement de blocs fonctionnels au graphe de scène pour établir le flux de travail du robot.
- **Scenique** [FDG\*19], développé pour les applications d'apprentissage automatique dans des environnements 3D afin de générer des ensembles de données à partir d'une description de scène pour entraîner des systèmes de perception comme ceux de la conduite autonome.
- **Plan-It** [WLW\*19] permet à l'aide d'un DSL la génération de scènes d'intérieur 3D à partir d'une définition de graphe de scène de haut niveau.
- **GIGL** [CG18] pour les applications de jeux a été récemment introduit pour générer procéduralement des cartes de jeu telles que les donjons dans les jeux RPG.

Le plus largement populaire et s'approchant le plus de notre outil GUsT-3D s'appelle **X3D** [BDR04], un DSL conçu pour les environnements 3D. Il s'agit d'un langage basé sur le langage XML qui permet de décrire des environnements de réalité virtuelle en annotant les objets de diverses propriétés bas niveau (rotation, position, texture, couleur, ...). C'est là que réside la différence entre X3D et GUsT-3D.



**Figure 2:** Environnement 3D du projet représentant une maison. Une marmite est posée sur la table de la cuisine.

X3D a pour but de décrire l'environnement avec des propriétés bas niveau. Par exemple la marmite dans la cuisine de la Figure 2, X3D décrirait la marmite et la table comme ayant une position (x, y, z) sans faire de liens potentiels entre les deux objets. GUsT-3D est une ontologie visant à décrire les interactions incarnées afin de mieux comprendre l'expérience de la joueuse dans l'environnement, en apportant une description de plus haut niveau avec les relations et propriétés des objets et de la joueuse. GUsT-3D décrirait alors la marmite comme étant posé sur la table et la table comme servant de support pour la marmite.

## 3. Workflow de l'outil GUsT-3D

Ce papier présente l'outil GUsT-3D, un système permettant de créer des jeux sérieux et d'analyser l'expérience de la joueuse. Il

est composé de trois parties principales, visant à incarner les trois éléments de la théorie de l'embodiment de Dourish [Dou04] :

- **Le DSL**, permettant la description de l'environnement 3D et des objets qui le compose, permettant de créer une ontologie décrivant l'environnement et les différentes interactions qui y existent.
- **La GUTask**, permettant la création de scénarios de jeu par la conceptrice jouable par l'utilisatrice, ayant pour but d'incarner l'intersubjectivité.
- **Les enregistrements et le langage de requête (QL)**, permettant de guider la joueuse, d'analyser et comprendre son expérience afin d'avoir une vision de l'intentionnalité.

Le workflow de l'outil consiste en 5 étapes principales :

1. **La définition du vocabulaire** du DSL permettant de décrire l'environnement. Celui-ci fonctionne avec des couches, correspondant aux types d'éléments que le langage comprend. Par exemple les couches interactives représentent les objets pouvant interagir avec d'autres éléments dans l'environnement. Un objet possédant la couche `conteneur` pourra contenir d'autres éléments et un objet possédant la couche `déplaçable` pourra être déplacé par la joueuse. Il est ainsi possible pour la conceptrice d'étendre le vocabulaire du DSL en ajoutant d'autres couches afin de décrire au mieux l'environnement qu'elle souhaite utiliser.
2. **L'annotation de l'environnement 3D**. Une fois le vocabulaire défini, la conceptrice va pouvoir assigner les couches aux éléments composant la scène afin de décrire l'environnement et pouvoir permettre à la joueuse de l'utiliser comme un environnement immersif avec lequel elle pourra interagir. Il est aussi nécessaire d'assigner une localisation aux différents éléments représentant le sol de la scène afin de permettre au DSL d'assigner automatiquement une localisation à tous les objets de la scène au cours du temps.
3. **La création d'un scénario de jeu**. L'environnement décrit, la conceptrice peut maintenant créer un scénario sous forme d'une liste de tâches. Chaque tâche est décrite par une condition d'échec (entre en collision avec un certain type d'objet, après un certain temps limite, ...), une condition de succès (se rendre à une localisation, récupérer un objet, déplacer un objet, ...), et divers types d'aides apportées à l'utilisatrice (un texte, un chemin, ...) suivant le type de tâche et ses besoins.
4. **La joueuse effectuant le scénario de jeu**. L'expérience de la joueuse est enregistrée tout au long du jeu, c'est-à-dire les éléments qu'elle regarde ou avec lesquelles elle interagit, les localisations où elle s'est rendue. Cela permet de pouvoir analyser son expérience de jeu au cours du temps afin de comprendre ses potentielles difficultés et besoins.
5. **L'analyse de l'expérience de la joueuse**. Après l'expérience de la joueuse, la conceptrice peut observer les enregistrements au cours du temps. Cela lui permet de voir à l'instant T où se trouve l'utilisatrice, quels sont les objets qu'elle a en vue (au centre ou en périphérie de son champ de vue) et avec quels éléments elle est en train d'interagir. La conceptrice peut ainsi analyser ces différents éléments afin de comprendre l'expérience de l'utilisatrice et de lui fournir des retours détaillés sur ses difficultés, ce qu'elle a manqué, ce qu'elle aurait dû faire.

Un dépôt APP a été créé pour ce système afin de protéger les propriétés intellectuelles le composant.

#### 4. Évaluation et résultats

Pour évaluer l'efficacité de l'outil, nous avons effectué des tests utilisateurs avec plusieurs développeuses et développeurs ayant de l'expérience dans la création d'environnements en 3D et VR. Le but de cette étude est d'améliorer l'outil en récupérant des retours et critiques de la part de potentielles utilisatrices de l'outil. Pour cela, nous avons effectué des tests individuels sous forme d'entretiens sur la création d'un jeu sérieux dans un environnement d'intérieur (une maison composée de 3 pièces, voir la Figure 2).

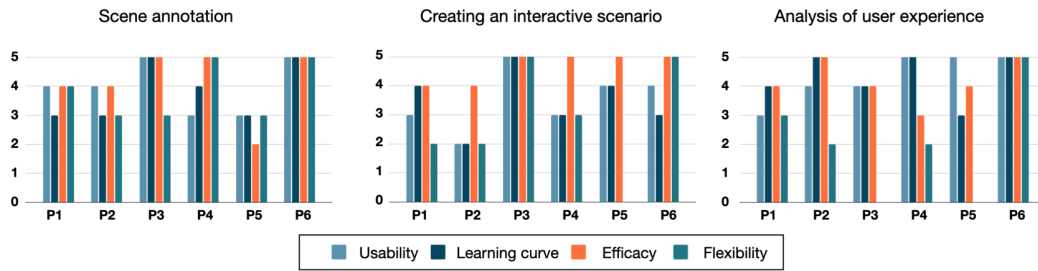
Nous avons recruté 6 utilisatrices expertes (3 hommes, 3 femmes). Le nombre d'années d'expérience en moyenne des participantes dans le développement d'applications 3D immersives est de 3 ans (min 1, max 7). Concernant l'expérience avec les outils disponibles sur le marché, les six participantes ont déclaré avoir une expérience avec Unity et certaines ont de l'expérience avec d'autres logiciels comme Blender et Unreal Engine.

L'entretien s'est déroulé en trois parties : la présentation de l'étude, des questions démographiques, puis une mise en situation avec et sans notre outil afin d'évaluer plusieurs éléments de celui-ci. En raison de la situation sanitaire, les entretiens ont été effectués en vidéo conférence.

La mise en situation de la création du scénario de jeu en intérieur était au coeur de l'étude. Dans un premier temps, nous avons fourni à la participante une scène composée de 3 pièces : une cuisine, une chambre et un garage (voir Figure 2). Les participantes ont ensuite été invitées à évaluer la facilité d'utilisation perçue de l'outil pour effectuer les étapes suivantes :

1. **Annotation de scène** : implique l'ajout et l'annotation d'un objet dans une scène existante afin d'y ajouter des propriétés interactives,
2. **Création d'un scénario interactif** : consiste à définir les tâches que l'utilisatrice doit effectuer dans le scénario (c'est-à-dire allez dans la chambre, puis prenez la lampe posée sur le bureau, allez dans la cuisine, puis placez la lampe sur la table),
3. **Exécution du scénario** : implique que l'utilisatrice exécute les tâches définies en temps réel et
4. **Analyse de l'expérience utilisatrice** : consiste à interroger et à visualiser les enregistrements créés lors du scénario afin d'observer et de comprendre l'expérience utilisatrice.

Un aperçu de ces évaluations reçues lors des entretiens avec les participantes est résumé dans la Figure 3, montrant les réponses de chaque participante sur chaque métrique pour les trois étapes principales du workflow. Dans l'ensemble, les participantes ont trouvé que les outils rendaient le workflow plus efficace et les réponses pour les trois étapes étaient positives. Les participantes ayant plus d'expérience dans le développement 3D ont été plus critiques sur la flexibilité des outils. Elles ont indiqué que cela dépendait du scénario et de la scène qu'elles essayaient de créer, pouvant potentiellement être restreints aux limites imposées par l'outil dans la création de ceux-ci. Nous observons également que l'étape la plus difficile, la création et gestion d'un scénario de jeu présentait une courbe d'apprentissage plus raide, mais avec une efficacité notable.



**Figure 3:** Réponses des participants concernant l'utilisabilité, l'apprentissage, l'efficacité et la flexibilité des fonctionnalités principales.

199 Nous avons collecté des retours détaillés sur l'avis des partic- 224  
 200 ipantes sur les différentes parties. Les utilisatrices trouvent glob- 225  
 201 alement l'outil facile à utiliser et efficace (voir Table 1). Elles ont 226  
 202 apporté de nombreuses suggestions sur ces point, notamment sur 227  
 203 l'interface qui est un élément souvent revenu lors des entretiens. 228  
 204 Nous avons récupéré des retours plus spécifiques comme une per- 229  
 205 sonne travaillant dans le domaine de la musique qui aimerait pou- 230  
 206 voir annoter les sons et leurs propriétés dans l'environnement.

## 207 5. Discussions et travaux futurs

208 Dans cet article, nous avons présenté un système basé sur la théorie 224  
 209 de l'embodiment de Dourish possédant de multiples capacités à 225  
 210 concevoir et analyser des expériences incarnées en VR. Le DSL 226  
 211 de GUsT-3D nous permet d'établir une ontologie représentant la 227  
 212 scène, la définitions des tâches utilisatrice guidées nous permet de 228  
 213 créer un scénario de jeu afin d'établir une intersubjectivité et les 229  
 214 outils pour l'analyse et visualisation de l'évolution de la scène et 230  
 215 du comportement des utilisatrices permettent d'apporter une base 231  
 216 pour des travaux futurs sur l'intentionnalité. Le système est im- 232  
 217 plémenté et son utilisation évaluée à travers des entretiens avec 233  
 218 des expertes. L'ontologie GUsT-3D a le potentiel d'être modifiée 234  
 219 et étendue, permettant aux conceptrices d'adapter le vocabulaire à 235  
 220 leurs besoins. Les retours des entretiens avec les expertes nous ont 236  
 221 également fourni des informations précieuses sur les défis liés à la 237  
 222 conception d'outils de visualisation et d'analyse pour mieux com- 238  
 223 prendre l'expérience incarnée. 239  
 240  
 241  
 242  
 243  
 244  
 245  
 246  
 247  
 248

Un certain nombre d'orientations futures sont possibles pour ce projet. La principale sur laquelle nous allons travailler concerne l'intentionnalité qui est l'élément le moins approfondi pour le moment, consistant en l'analyse de l'expérience vécue par l'utilisatrice. Notre système permet d'apporter des aides tout au long de son expérience, mais des questions se posent pour apporter une aide optimale :

1. Quand proposer une aide à la joueuse et de quel type d'aide a-t-elle besoin pour progresser ?
2. Comment faire remonter les besoins de la joueuse expérimentant le jeu à la conceptrice afin de l'aider dans la construction de son environnement ou dans le suivi de ses utilisatrices ?

L'analyse du comportement physique et émotionnel de l'utilisatrice à l'aide de divers éléments (conductance de la peau, oculométrie, ...) nous permettra de mieux comprendre l'expérience ressentie et vécue par l'utilisatrice au cours de son expérience. Couplé à l'enregistrement déjà mis en place des interactions de l'utilisatrice avec l'environnement, cela nous permettra de comprendre quelles interactions et tâches provoquent chez l'utilisatrice certaines réactions. Pouvoir étudier ces comportement serait intéressant dans de nombreux domaines comme la création d'application de formation, de réhabilitation, de systèmes de recommandations, ou encore pour des domaines scientifiques comme l'informatique, la santé, les neurosciences où comprendre l'utilisatrice est un atout majeur.

**Table 1:** Explications données sur les points négatifs et positifs du système.(P1, 2) est un retour a été donné par les participantes 1 et 2.

Étapes du workflow	Retour positif	Retour négatif
Annotation de la scène	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gain de temps (P1, 2)</li> <li>- Pratique pour non-développeurs (P2, 3)</li> <li>- Permet de tester en temps réel (P2)</li> <li>- Facile à apprendre (P1, 3, 4, 6)</li> <li>- N'importe quel objet peut-être ajouté (P2, 5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indication de chemin peu claire (P4, 5, 6)</li> <li>- Syntaxe du langage de requête complexe (P2)</li> <li>- Trop de fenêtres séparées (P1, 2, 4, 5)</li> <li>- Annotation de sons impossible (P6)</li> <li>- Pas utilisable avec d'autres logiciels (Unreal) (P6)</li> </ul>
Création d'un scénario de jeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile à apprendre (P1, 2, 3, 5, 6)</li> <li>- Gain de temps (P2, 3, 4)</li> <li>- Pratique pour des non-développeurs (P2, 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limité aux fonctionnalités de l'outil (P2, 5)</li> <li>- Pas de tâches en parallèle (P5)</li> <li>- Noms dans l'interface pas clairs (P1, 4, 6)</li> </ul>
Analyse de l'expérience utilisatrice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Graphe de scène facile à comprendre (P4)</li> <li>- Affichage d'informations au fil du temps (P3, 5, 6)</li> <li>- Informations utiles pour diverses analyses (P5, 6)</li> <li>- Montre les interactions scène/utilisatrice (P4)</li> <li>- Génération du graphe de scène automatique (P1, 2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une seule méthode de visualisation (P3, 4, 6)</li> <li>- Manque d'une vue globale (P4)</li> <li>- Compliqué à lire si il y a trop d'éléments (P2, 5)</li> <li>- l'Interface manque d'auto-complétion (P1, 4)</li> <li>- Graphe de scène non personnalisable (P2, 5)</li> </ul>

249 **References**

- 250 [BB14] BLUMENTHAL S., BRUYNINCKX H.: Towards a domain specific  
251 language for a scene graph based robotic world model, 2014. [arXiv:  
252 1408.0200](https://arxiv.org/abs/1408.0200). 2
- 253 [BDR04] BEHR J., DÄHNE P., ROTH M.: Utilizing x3d for immer-  
254 sive environments. In *Proceedings of the Ninth International Con-  
255 ference on 3D Web Technology* (New York, NY, USA, 2004), Web3D  
256 '04, Association for Computing Machinery, p. 71–78. URL: [https:  
257 //doi.org/10.1145/985040.985051](https://doi.org/10.1145/985040.985051). 2
- 258 [CG18] CHEN T., GUY S.: Gigl: A domain specific language for proce-  
259 dural content generation with grammatical representations. In *Proceed-  
260 ings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive  
261 Digital Entertainment* (Edmonton, Canada, 2018), vol. 14(1), AAAI. 2
- 262 [Dou04] DOURISH P.: *Where the action is: the foundations of embodied  
263 interaction*. MIT press, USA, 2004. 2, 3
- 264 [FDG\*19] FREMONT D. J., DREOSSI T., GHOSH S., YUE X.,  
265 SANGIOVANNI-VINCENTELLI A. L., SESHIA S. A.: Scenic: a lan-  
266 guage for scenario specification and scene generation. In *Proceedings  
267 of the 40th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language De-  
268 sign and Implementation* (New York, NY, USA, 2019), Association for  
269 Computing Machinery, pp. 63–78. 2
- 270 [WLW\*19] WANG K., LIN Y.-A., WEISSMANN B., SAVVA M.,  
271 CHANG A. X., RITCHIE D.: Planit: Planning and instantiating indoor  
272 scenes with relation graph and spatial prior networks. *ACM Transactions  
273 on Graphics (TOG)* 38, 4 (2019), 1–15. Publisher: ACM New York, NY,  
274 USA. 2