



**Università degli Studi di Padova**

---

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

**Titolo**

**Tizio Caio 1**

Matricola 1234567

**Tizio Caio 2**

Matricola 0987765

**Tizio Caio 3**

Matricola 2345675

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Realtà aumentata</b>	<b>2</b>
2.1	Storia . . . . .	2
2.2	Applicazioni . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Light estimation</b>	<b>4</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>6</b>

# 1. Introduzione

*ARCore* è un kit di sviluppo lanciato da Google nel mese di marzo 2018, utilizzabile nella maggior parte degli smartphone con Android Nougat o superiore (API level 24+). Tramite esso è possibile sviluppare applicazioni con funzionalità in realtà aumentata, permettendo all'utente di interagire con l'ambiente che lo circonda. In questo documento, dopo una breve panoramica sulla realtà aumentata, verranno analizzate le principali funzionalità e caratteristiche dell'SDK.

Nei primi capitoli vengono presentate le tre funzioni fondamentali del framework ARCore, che permettono al dispositivo di integrare contenuti virtuali al mondo reale:

- Il rilevamento del movimento, che consente ad esso di tracciare la propria posizione nel mondo.
- La comprensione ambientale, che permette la rilevazione della posizione e della dimensione delle superfici.
- La stima della luce, che consente di valutare le condizioni di illuminazione dell'ambiente.

Nei capitoli successivi sono invece presentate le funzionalità aggiuntive del framework, che consentono di migliorare l'integrazione tra virtuale e reale, come ad esempio il rilevamento della profondità, il posizionamento istantaneo, le API *Augmented Images* e *Augmented Faces* e altre importanti funzioni aggiuntive.

## 2. Realtà aumentata

La Realtà Aumentata (Augmented Reality - *AR*) è una tecnologia che permette di compiere esperienze interattive, in cui l'ambiente reale viene arricchito da contenuti virtuali. Similmente alla realtà virtuale, vengono creati elementi grafici sintetici con cui l'utente può interagire attraverso i sensi. Tuttavia, come spiegato in [1], nell'AR l'ambiente reale gioca un ruolo fondamentale: lo scopo della realtà aumentata è proprio cercare di collegare il mondo reale con quello virtuale.

L'AR viene definita in [2] come un sistema che incorpora tre caratteristiche principali: la combinazione tra reale e virtuale, l'interazione real-time e la rappresentazione 3D.

### 2.1 Storia

Il primo rudimentale sistema di realtà aumentata è stato creato da Ivan Sutherland [3] nel 1968. Esso era composto da un display ottico trasparente che veniva montato sulla testa e che poteva mostrare semplici immagini in tempo reale. Nel 1993 George Fitzmaurice ha creato *Chameleon* [4], un dispositivo che tramite un piccolo schermo collegato a una videocamera poteva essere orientato per esplorare uno spazio virtuale 3D. Simile al prototipo di Fitzmaurice, nel 1995 Jun Rekimoto e Katashi Nagao creano *NaviCam* [5], che prendendo in input un flusso video poteva riconoscere in real-time dei marcatori colorati e sovrapporre al video delle informazioni testuali.

Dal 2000 vengono creati altri primi sistemi di realtà aumentata, con applicazioni soprattutto a giochi interattivi, come ad esempio l'estensione *ARQuake* [6] o *Human Pacman* [7], ancora vincolati alle scarse prestazioni dei dispositivi mobili. Solo con l'aggiunta ai cellulari della fotocamera, e poi di schermi touch, vengono quindi create le prime applicazioni commerciali in grado di sfruttare le potenzialità della realtà aumentata. Ne sono esempi *AR Tennis* [8], primo gioco in AR collaborativo per cellulare, e *ARhrrrrr!*, primo gioco mobile in realtà aumentata con contenuti grafici di alta qualità. Vengono quindi sviluppate le prime librerie software per la realtà aumentata, come *ARToolKit*, implementata prima in linguaggio C e poi in C++ nelle versioni più recenti, *OpenCV*, che possiede anche funzionalità per l'AR, e dal 2018 la libreria per Android *ARCore* di Google.

## 2.2 Applicazioni

Le applicazioni della realtà aumentata possono riguardare diversi ambiti, ai quali questa tecnologia può apportare benefici economici o qualitativi, oppure creare servizi innovativi [9].

In particolare, nel corso degli anni la tecnologia AR è stata usata per scopi pubblicitari e commerciali, quali la prova di capi d'abbigliamento senza doverli indossare o l'integrazione al marketing cartaceo di video promozionali tramite riconoscimento delle immagini, o per l'intrattenimento, come nello sviluppo di videogiochi. Trova inoltre applicazioni nella produzione industriale, in cui vengono sovrapposte all'area di lavoro istruzioni virtuali, nell'ambito militare, come l'addestramento al volo dei piloti, o per la formazione e la pratica sanitaria.

### 3. Light estimation

Nel rendering in realtà aumentata è importante che gli oggetti virtuali siano il più possibile integrati con l'ambiente circostante. Una delle caratteristiche principali che permette all'occhio umano di percepire la posizione di un oggetto nello spazio è la luce, cioè il modo in cui esso viene illuminato e l'ombra che proietta. Proprio per questo motivo, il framework ARCore mette a disposizione il *Light estimation API*, che fornisce informazioni dettagliate riguardo l'illuminazione della scena, come spiegato nella documentazione ufficiale [10]. Tali informazioni sono necessarie per imitare i vari effetti che producono gli oggetti reali quando colpiti da una fonte di luce, che sono descritti dalla figura 3.1 a fronte:

- le ombre (*shadows*), che sono direzionali e suggeriscono dove è collocata la fonte di luce;
- l'ombreggiatura (*shading*), cioè l'intensità della luce che colpisce una certa faccia dell'oggetto;
- la lumeggiatura (*specular highlight*), la macchia luminosa che compare su un oggetto lucido quando viene illuminato;
- la riflessione (*reflection*), che può essere con proprietà speculari per oggetti completamente lucidi, come ad esempio uno specchio, oppure di diffusione, non dando un chiaro riflesso dell'ambiente circostante.

La stima della luce viene fatta concretamente tramite la modalità *Environmental HDR*, che combina tre diverse API per replicare la luce reale:

- la luce direzionale (*Main Directional Light*);
- le armoniche sferiche direzionali (*Ambient Spherical Harmonics*);
- una mappa cubica HDR (*HDR Cubemap*).

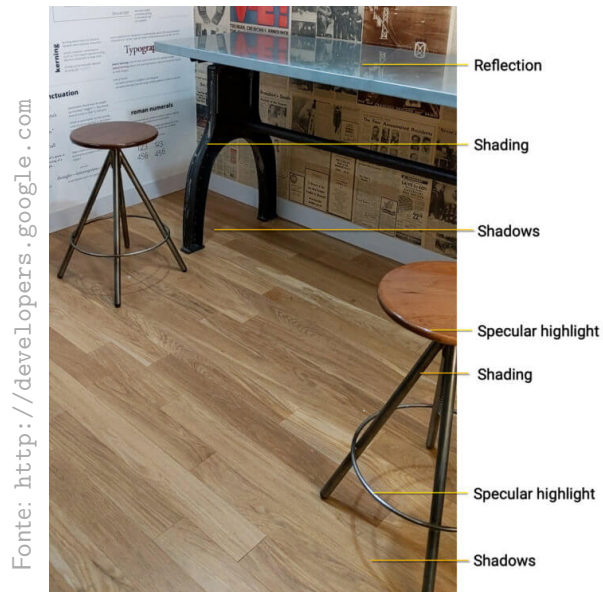


Figura 3.1: Esempio degli effetti prodotti dagli oggetti quando sono illuminati.

Main Directional Light

Ambient Spherical Harmonics

HDR Cubemap

# Bibliografia

- [1] Bimber et al. *Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds*. Ago. 2005. ISBN: 9780429108501. DOI: 10.1201/b10624.
- [2] Ronald T Azuma. «A survey of augmented reality». In: *Presence: teleoperators & virtual environments* 6.4 (1997), pp. 355–385. DOI: 10.1162/pres.1997.6.4.355.
- [3] Ivan E. Sutherland. «A Head-Mounted Three Dimensional Display». In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I. AFIPS '68 (Fall, part I)*. San Francisco, California: Association for Computing Machinery, 1968, pp. 757–764. ISBN: 9781450378994. DOI: 10.1145/1476589.1476686.
- [4] George W. Fitzmaurice. «Situated Information Spaces and Spatially Aware Palmtop Computers». In: *Commun. ACM* 36.7 (1993), pp. 39–49. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/159544.159566.
- [5] Jun Rekimoto e Katashi Nagao. «The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments». In: *Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User Interface and Software Technology. UI-ST '95*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Association for Computing Machinery, 1995, pp. 29–36. ISBN: 089791709X. DOI: 10.1145/215585.215639.
- [6] B. Thomas et al. «ARQuake: an outdoor/indoor augmented reality first person application». In: *Digest of Papers. Fourth International Symposium on Wearable Computers*. 2000, pp. 139–146. DOI: 10.1109/ISWC.2000.888480.
- [7] Adrian Cheok et al. «Human Pacman: A sensing-based mobile entertainment system with ubiquitous computing and tangible interaction». In: gen. 2003, pp. 106–117. DOI: 10.1145/963900.963911.
- [8] Anders Henrysson, Mark Billinghurst e Mark Ollila. «AR tennis». In: (gen. 2006). DOI: 10.1145/1179133.1179135.
- [9] Julie Carmigniani et al. «Augmented reality technologies, systems and applications». In: *Multimedia Tools and Applications* 51.1 (gen. 2011), pp. 341–377. ISSN: 1573-7721. DOI: 10.1007/s11042-010-0660-6.



- [10] Google developers. *Get the lighting right*. Mag. 2022. URL: <https://developers.google.com/ar/develop/lighting-estimation>.