

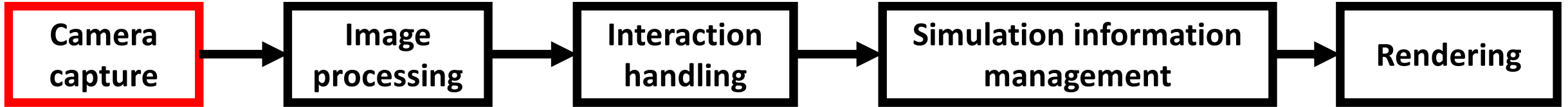
Introduzione alla Realtà Aumentata in Simulazione

Samuele Evangelisti
Simulazione di Sistemi
2019/2020

Contenuti

- Workflow
- Tracking
- Visualizzazione
- Architettura client-server
- Simulazione ad agenti e AR (esempio)
- Riferimenti

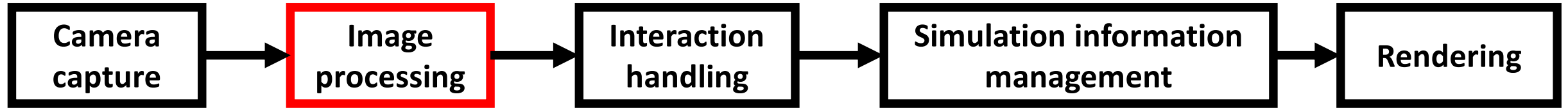
Workflow



- CMOS/CCD camera
- Largamente utilizzate

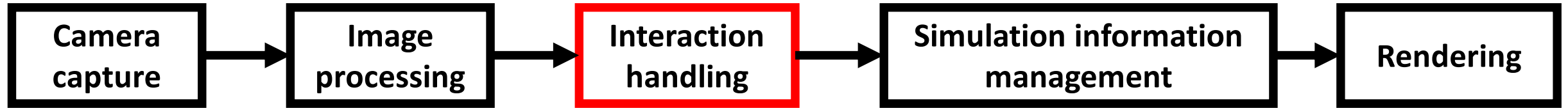


Workflow



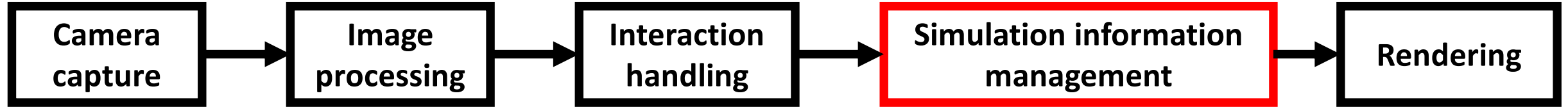
- Algoritmi per processare lo stream di immagini
- Tracking

Workflow



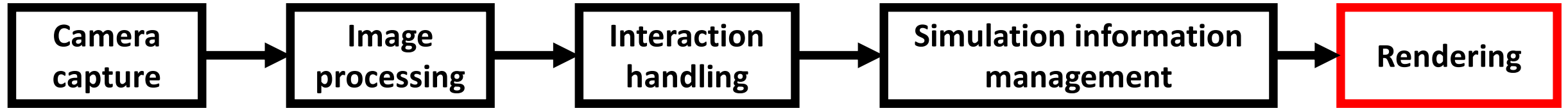
- Gestione dell'interazione con l'utente
- Dispositivi fisici
- Interfacce tangibili
- Interfacce 'a mani nude'
- Sensori

Workflow



- Processamento dei risultati della simulazione

Workflow



- Visualizzazione dei risultati
- Image overlay (chirurgia)
- Radiazioni solari e windflow (ingegneria edile)
- Campi elettromagnetici (fisica)
- Cabina di pilotaggio (progettazione e simulazione)

Tracking

- Percezione e misurazione delle proprietà spaziali
- Posizione dell'utente, orientamento della camera
- Sensor-based tracking
- Vision-based tracking

Tracking (sensor-based)

- Utilizzo di sensori (magnetici, acustici, meccanici, ...)
- Computazione veloce
- Soggetto ad errori
- Inertial measurement unit (IMU)

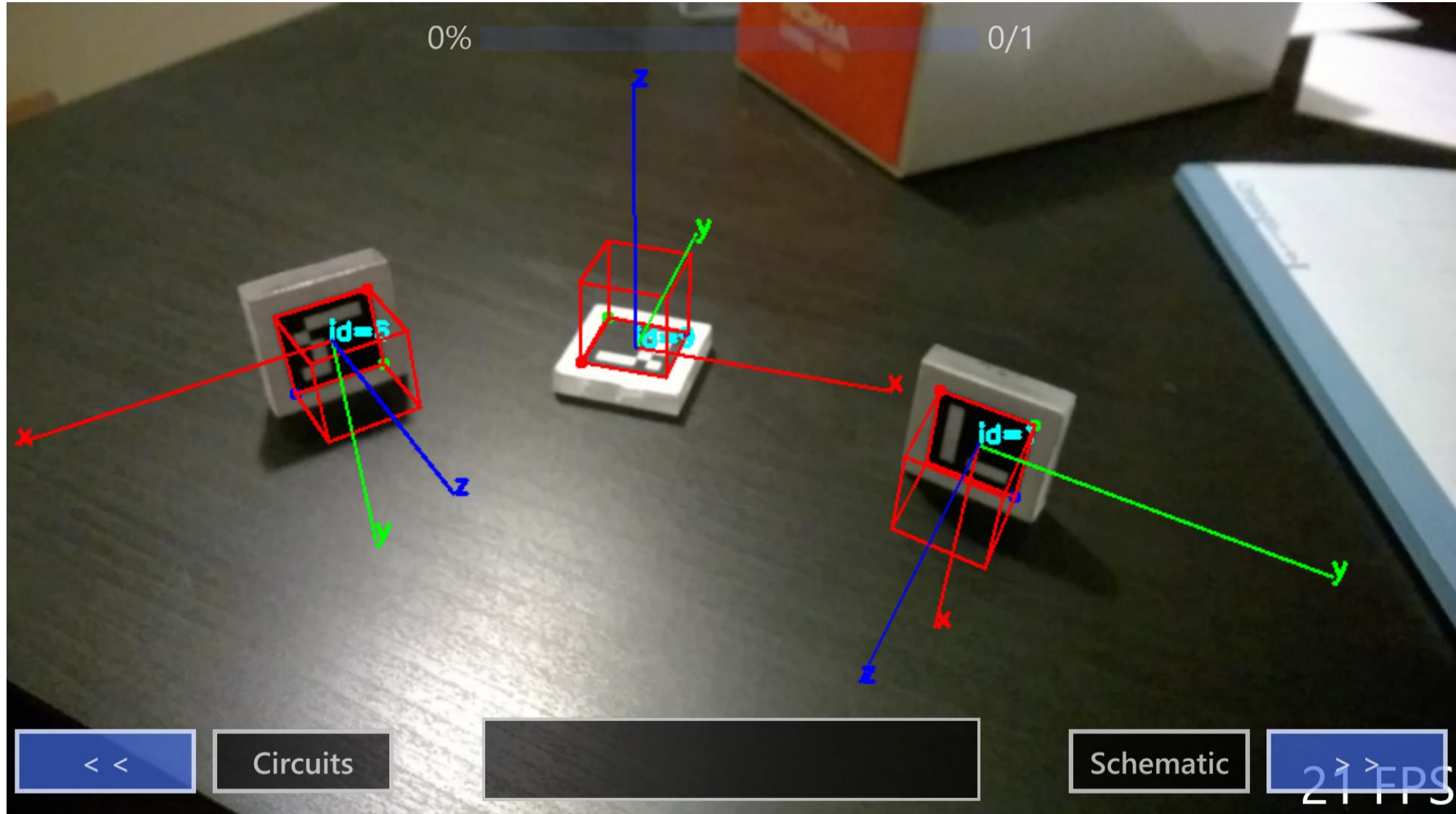
Tracking (vision-based)

- Image processing
- Computazione lenta
- Risultati affidabili
- Marker-based tracking
- Marker-less tracking

Tracking (marker-based)

- Utilizzo di uno o più marker
- Computazione alleggerita
- Risultati stabili anche a bassa risoluzione
- Presenza forzata di oggetti aggiuntivi

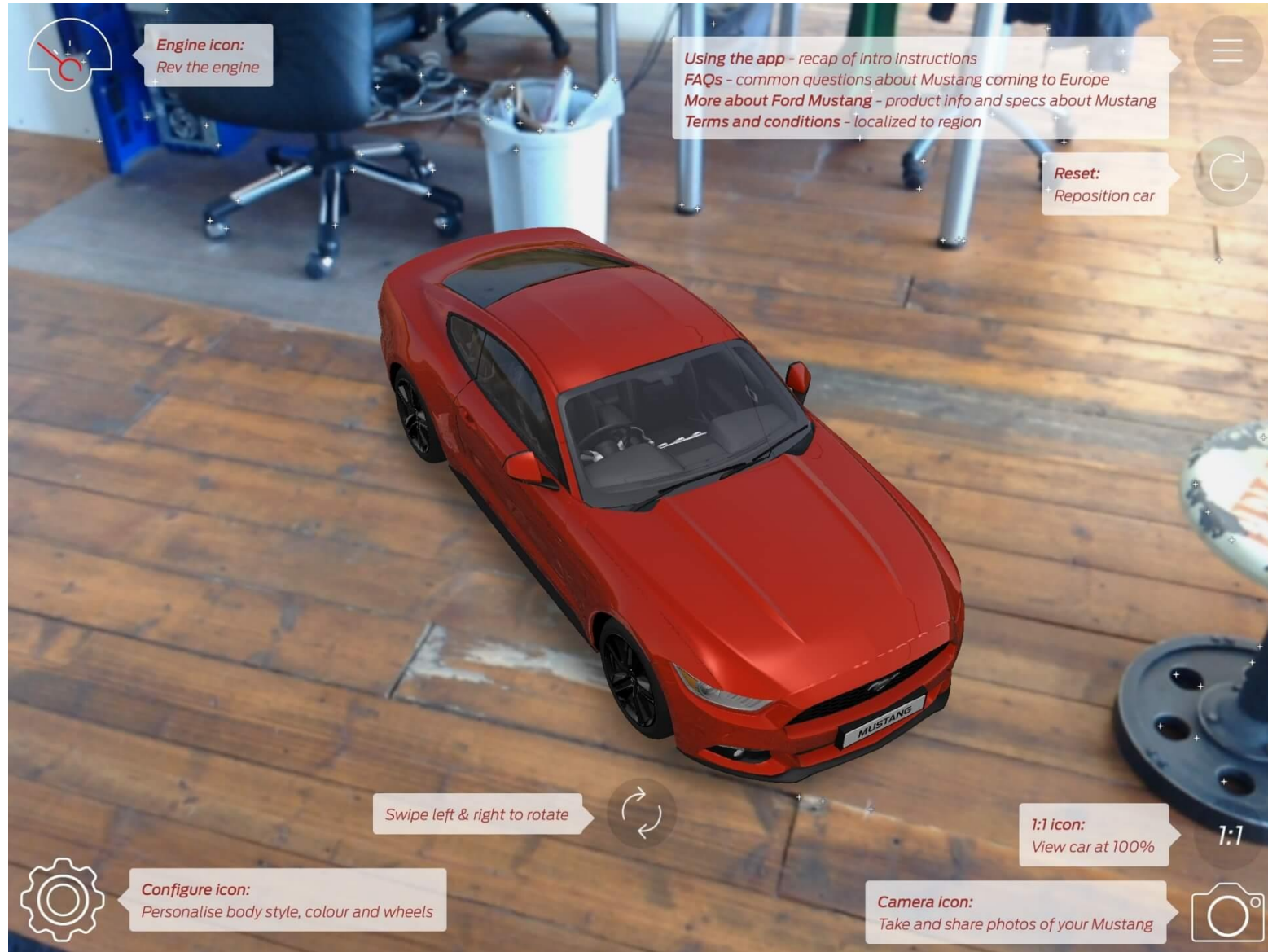
Tracking (marker-based)



Tracking (marker-less)

- Utilizzo delle feature del paesaggio
- Costruzione dei descriptor per rappresentare i punti di interesse
- L'area intorno ai punti di interesse deve essere sufficientemente definita
- Utilizzo dei sensori dei dispositivi mobili per migliorare la precisione all'aperto (GPS, WiFi, Bluetooth, rete mobile, ...)

Tracking (marker-less)



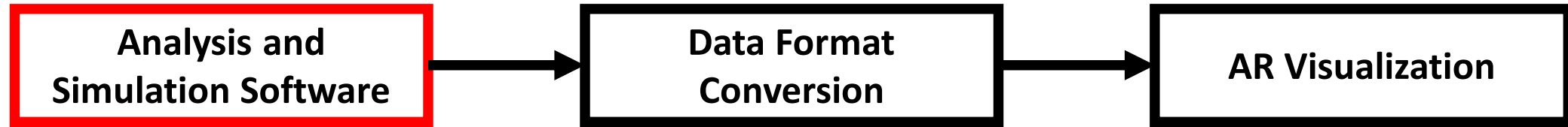
Visualizzazione

- Head mounted devices (HMD)
- Hand held devices (HHD)
- Spatial display (desktop display)

Visualizzazione

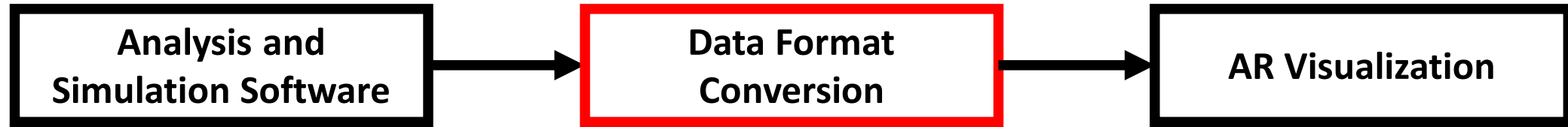
- **Conversione dei risultati** della simulazione e successiva visualizzazione in ambiente AR
- **Near real-time**

Visualizzazione (conversione dei risultati)



- Esecuzione della simulazione
- Esportazione dei dati importanti ottenuti come risultati

Visualizzazione (conversione dei risultati)



- Conversione dei dati in formato per grafica vettoriale
- Utilizzo di software dedicati

Visualizzazione (conversione dei risultati)

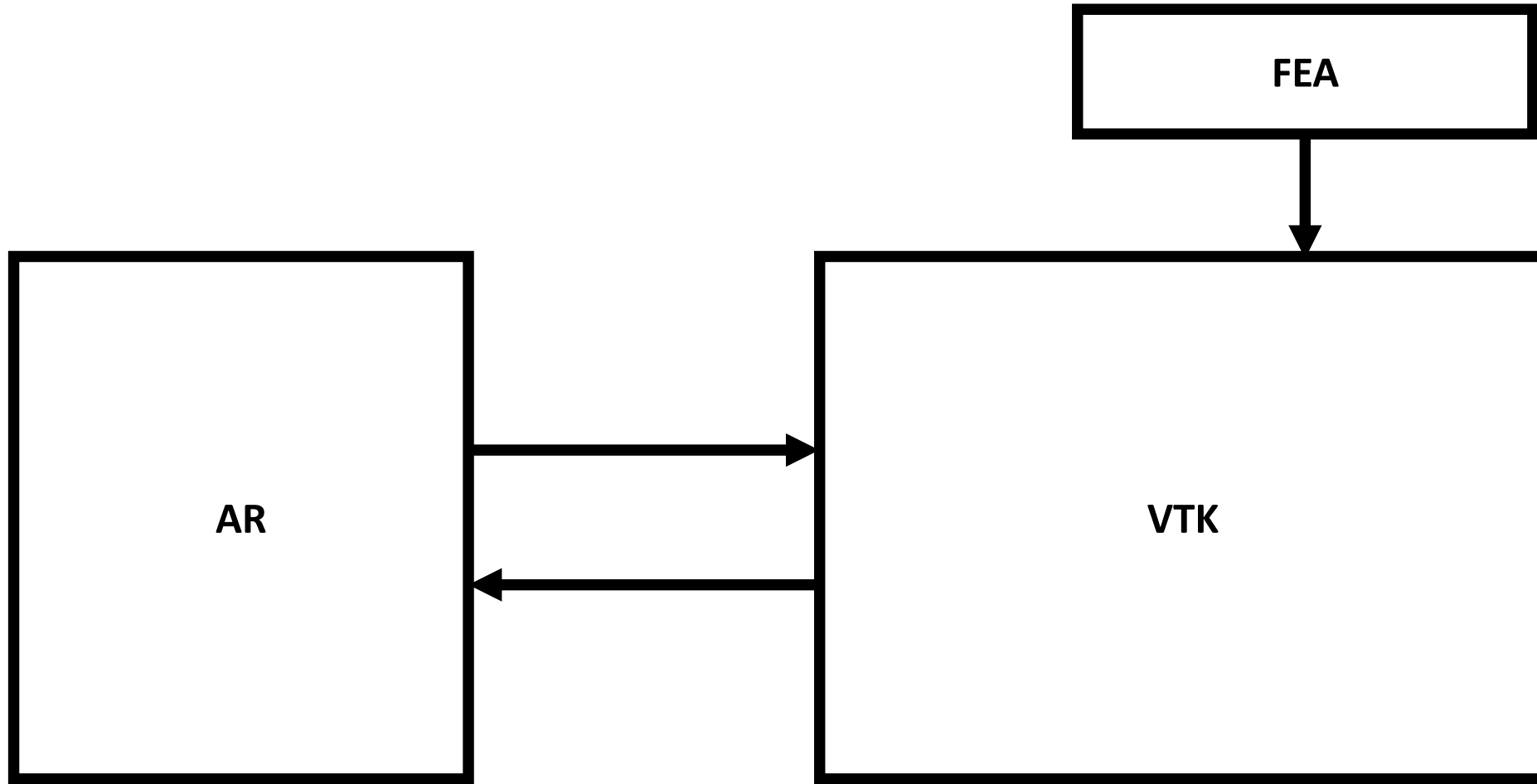


- Importazione dei dati e modifiche alla scena visualizzata
- Utilizzo di toolkit per la realtà aumentata
- E' necessario avere a disposizione tutti i dati per poterli visualizzare

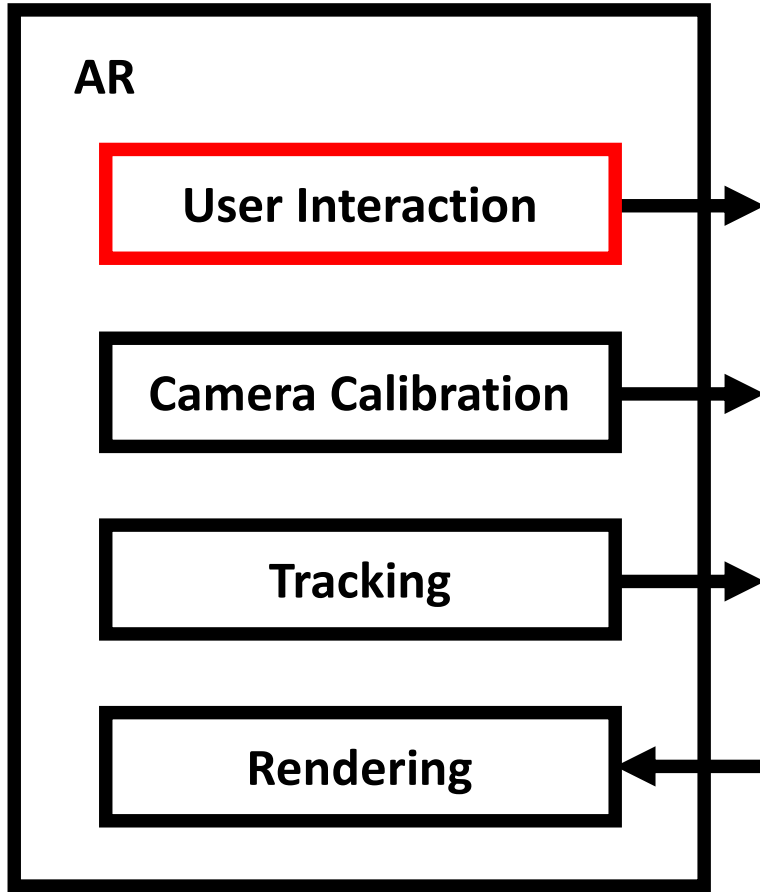
Visualizzazione (near real-time)

- **Visualization toolkit (VTK)**: libreria open-source con vari algoritmi di visualizzazione e rendering
- Ampiamente utilizzate nel tool esistenti
- **VTK4AR**: integrazione delle funzioni base di VTK in ambiente AR

Visualizzazione (near real-time)

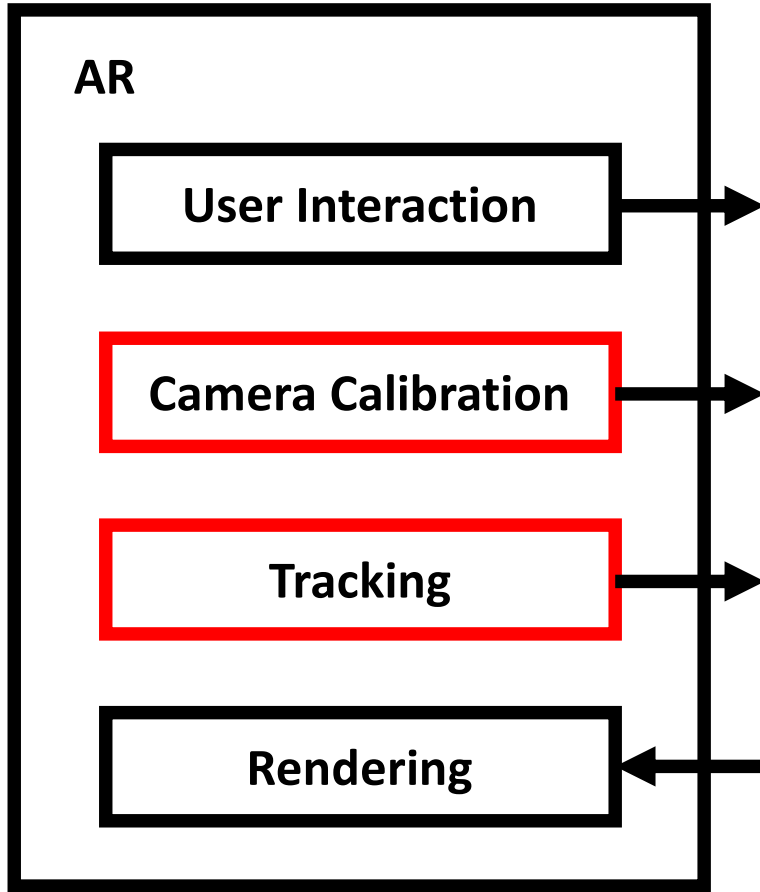


Visualizzazione (near real-time)



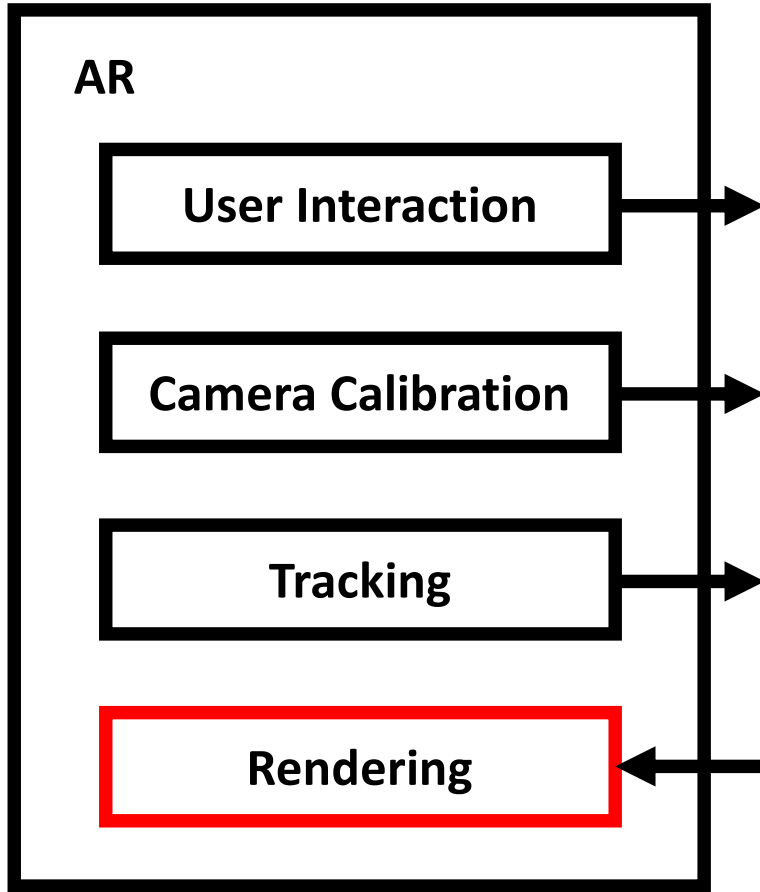
- Interazioni dell'utente
- Modifica dei parametri

Visualizzazione (near real-time)



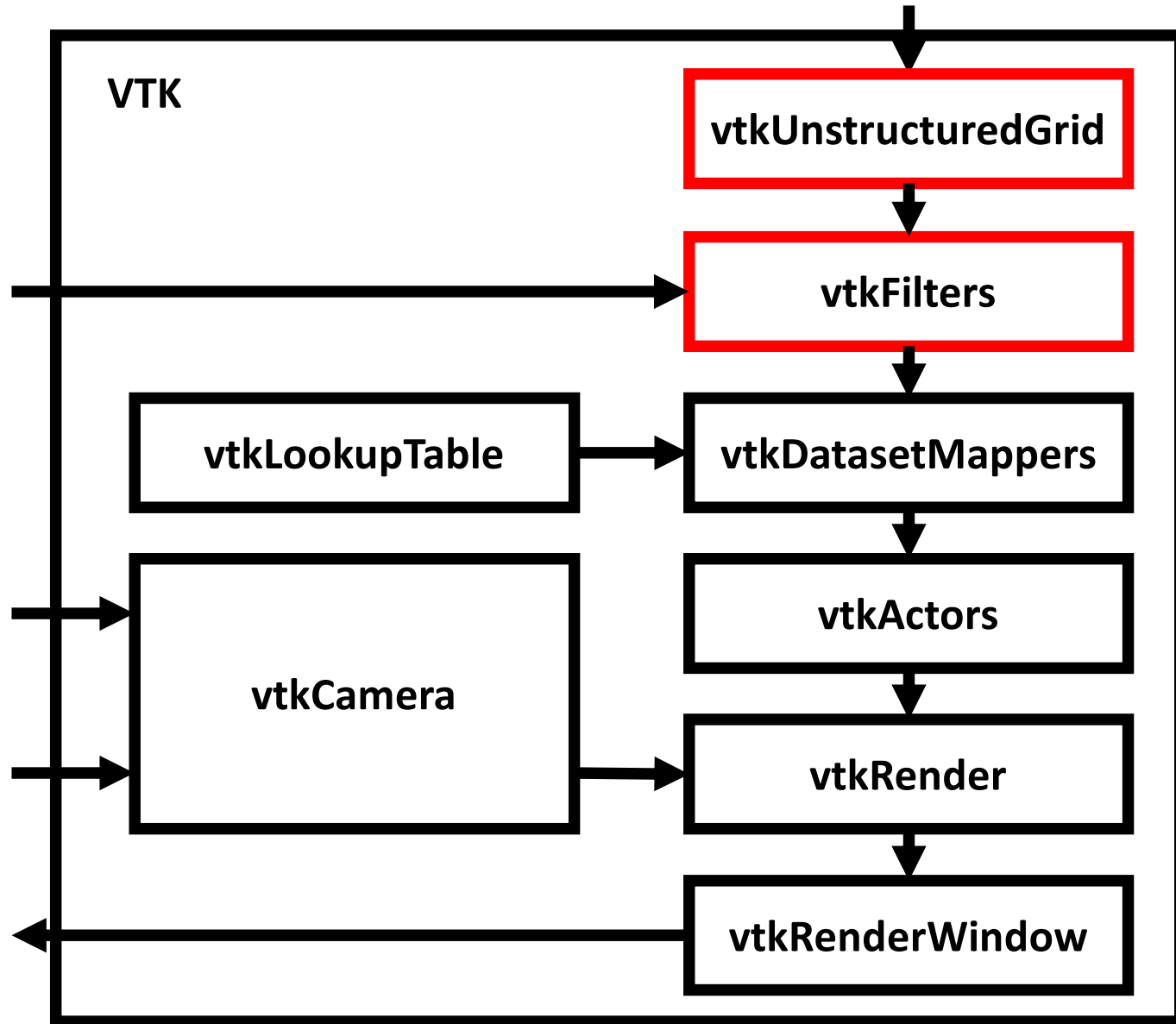
- Orientamento della camera
- Posizione dell'utente

Visualizzazione (near real-time)



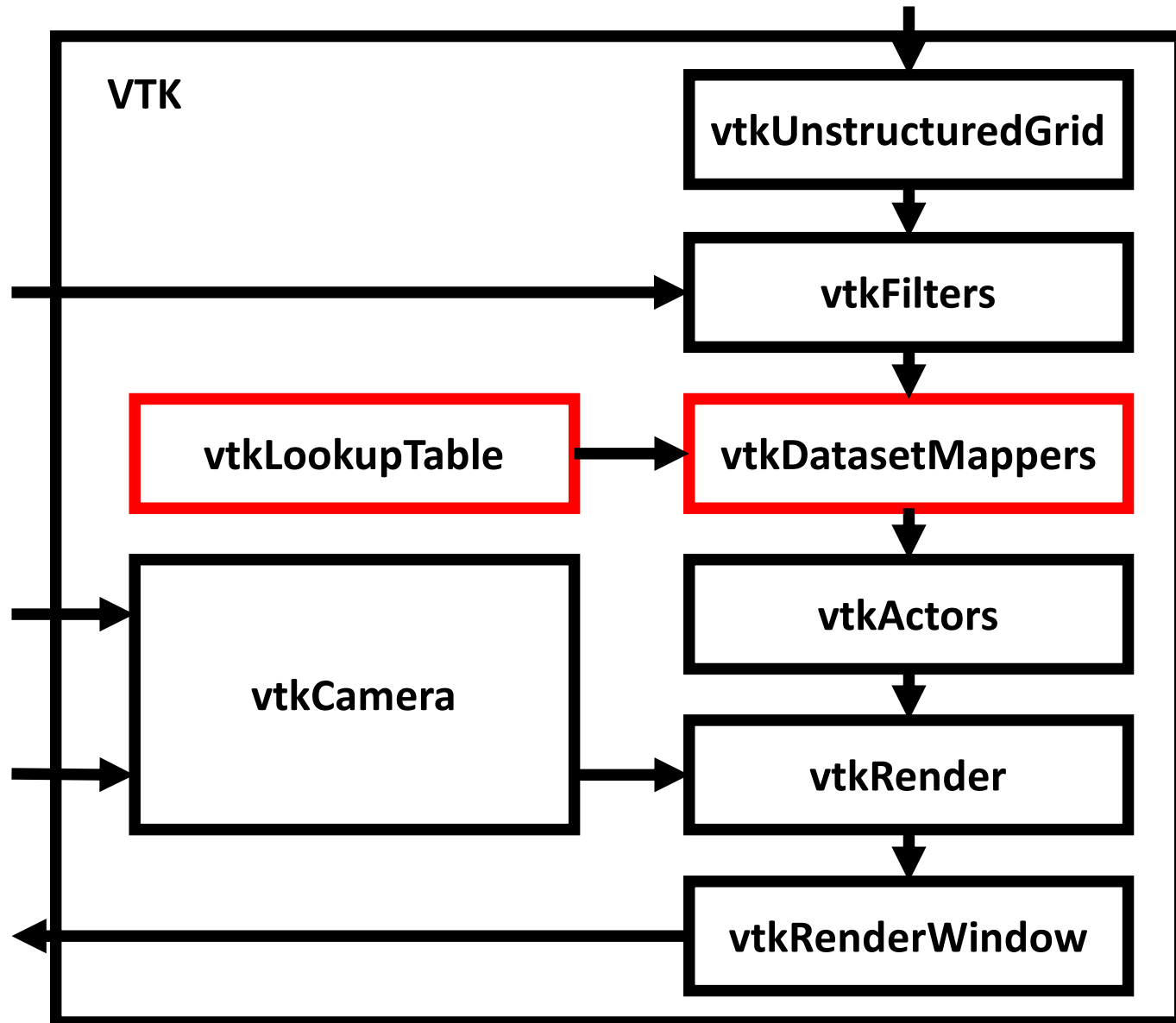
- Visualizzazione dei risultati in ambiente AR

Visualizzazione (near real-time)



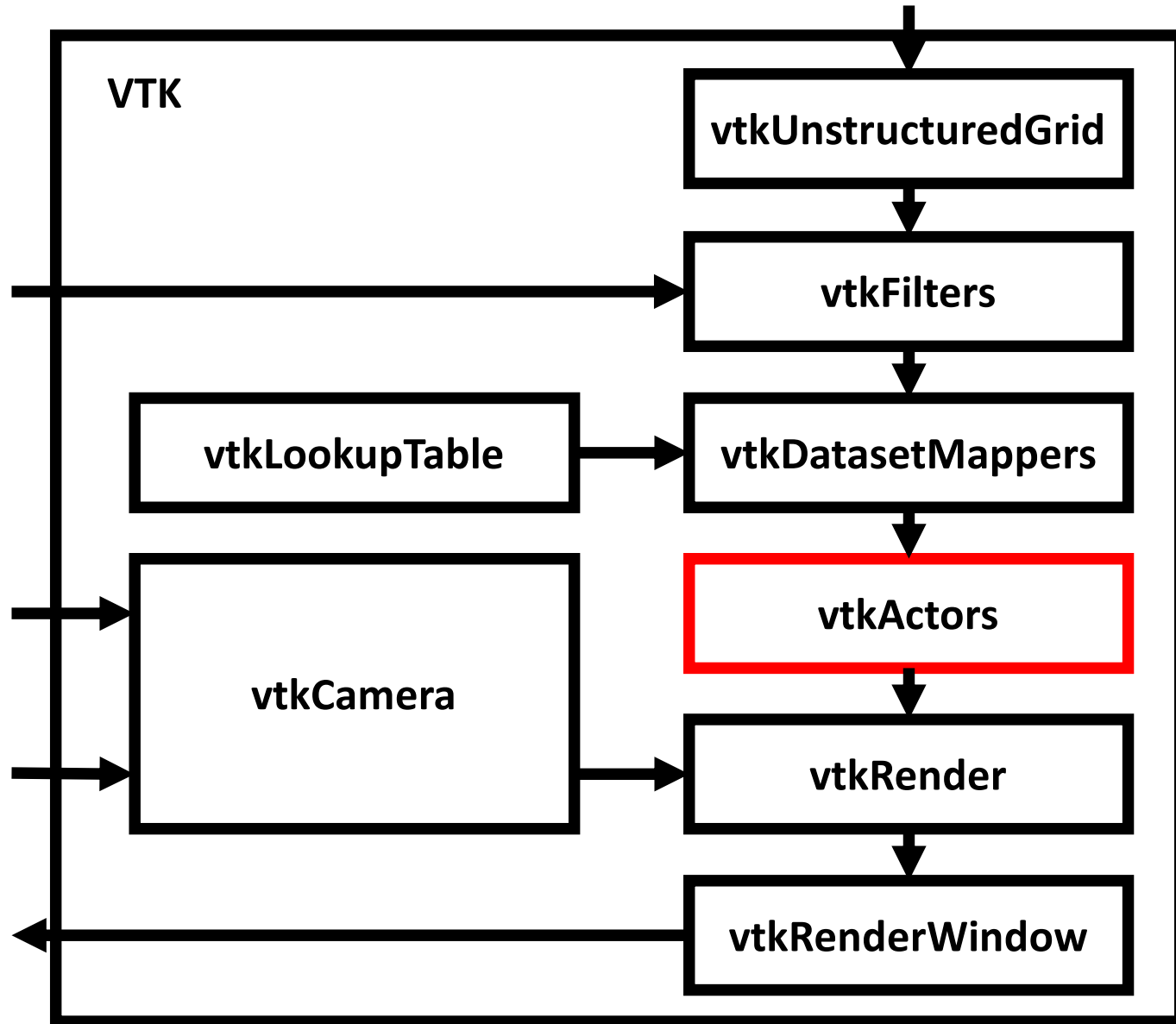
- Dati provenienti dalla simulazione
- Interazione da parte dell'utente

Visualizzazione (near real-time)



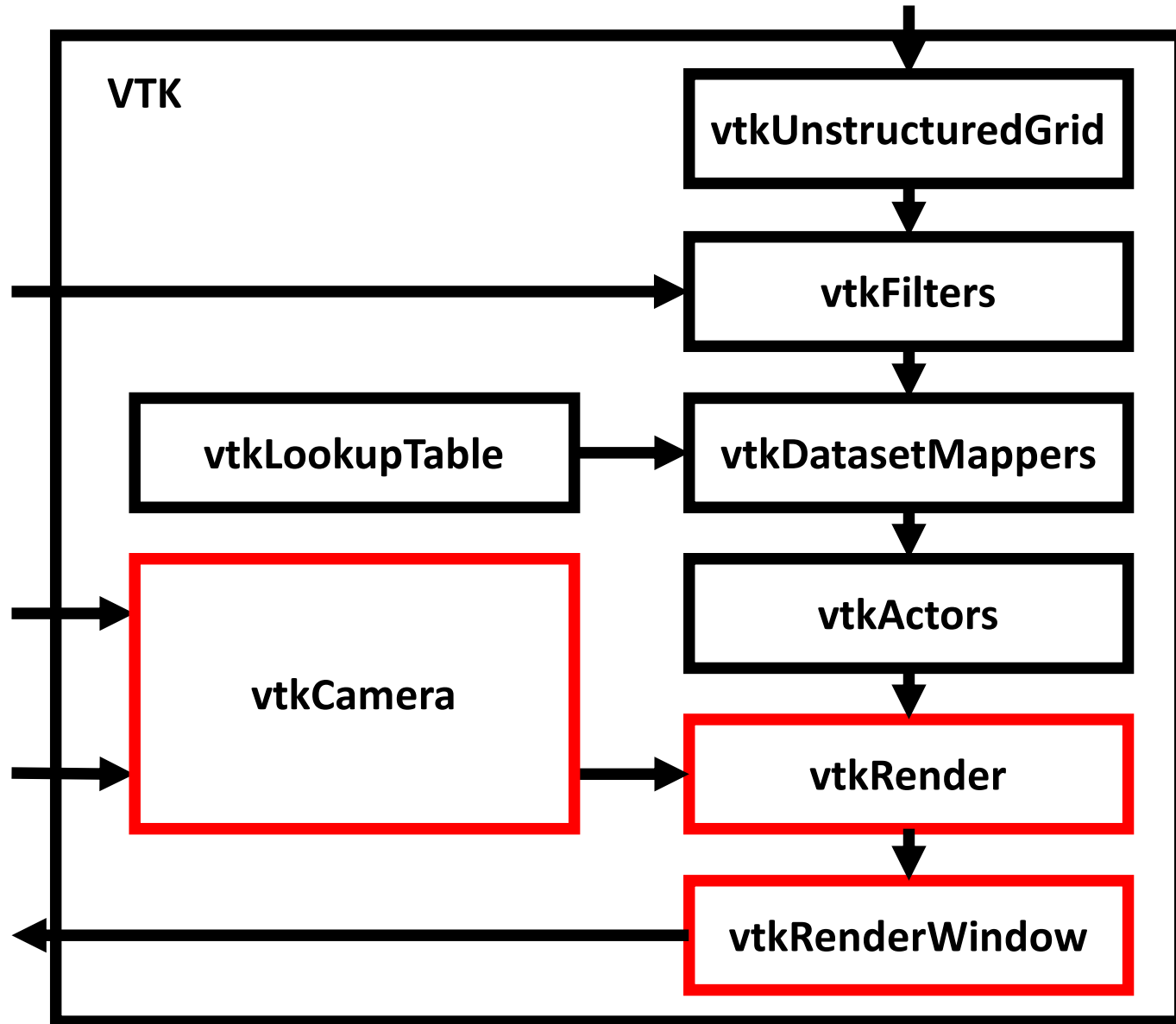
- Inserimento delle proprietà richieste
- Aggiunta dei colori

Visualizzazione (near real-time)



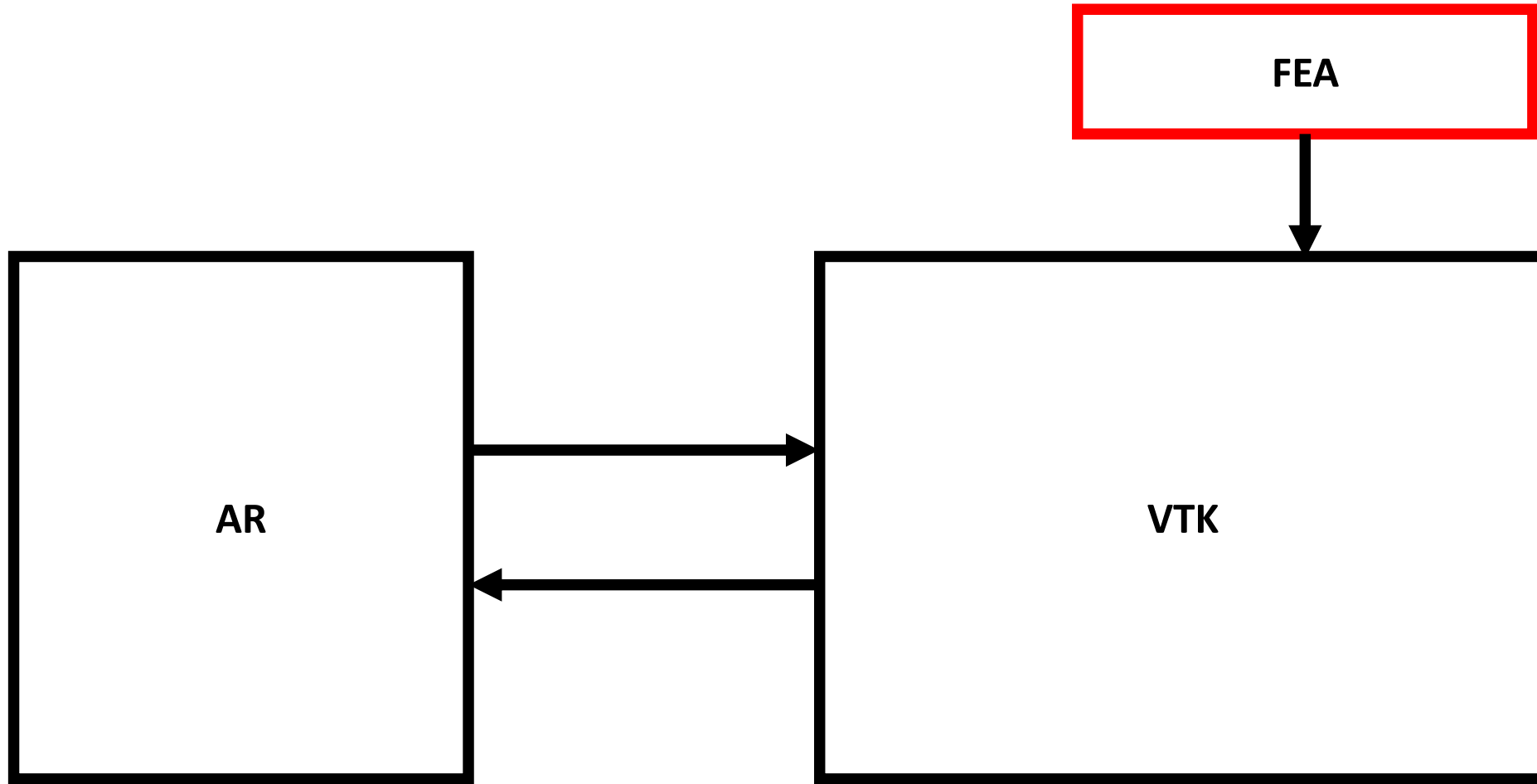
- Generazione degli oggetti virtuali

Visualizzazione (near real-time)

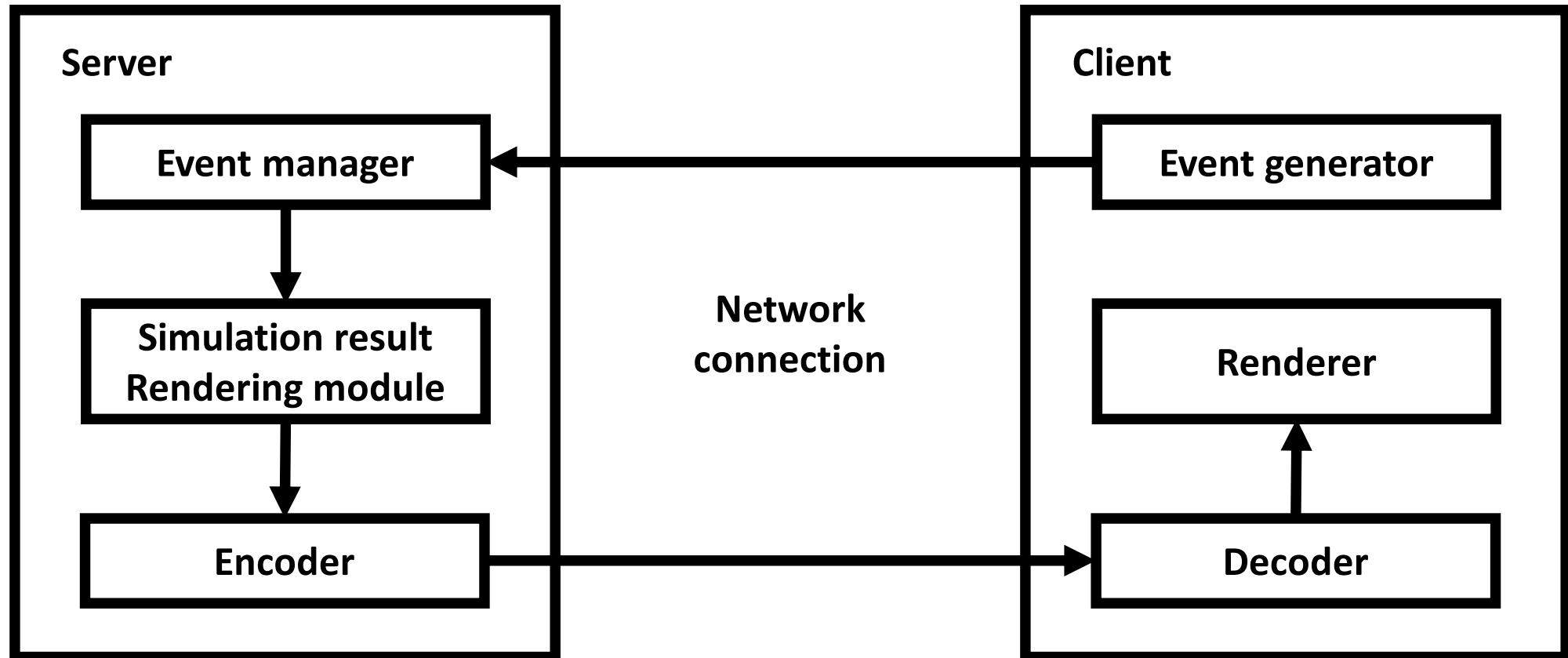


- Stream di immagini della scena reale
- Costruzione della scena con gli elementi artificiali
- Costruzione della window

Visualizzazione (near real-time)



Architettura client-server



Architettura client-server

- Si sfrutta la potenza di calcolo del server
- La portabilità del client rimane invariata
- Il client si riduce a generare eventi e renderizzare i risultati
- Utile in ambienti collaborativi

Simulazione ad agenti e AR

- Il modello trova applicazione in ambito militare per operazioni in campo aperto
- Una 'missione' è definita come il problema di andare da un punto A ad un punto B evitando di essere colpiti dai nemici o impattare contro ostacoli naturali o artificiali
- Il successo della missione è misurato come tempo necessario per completarla e rateo di sopravvivenza degli agenti
- Il comportamento degli agenti è definito in maniera gerarchica e modulare

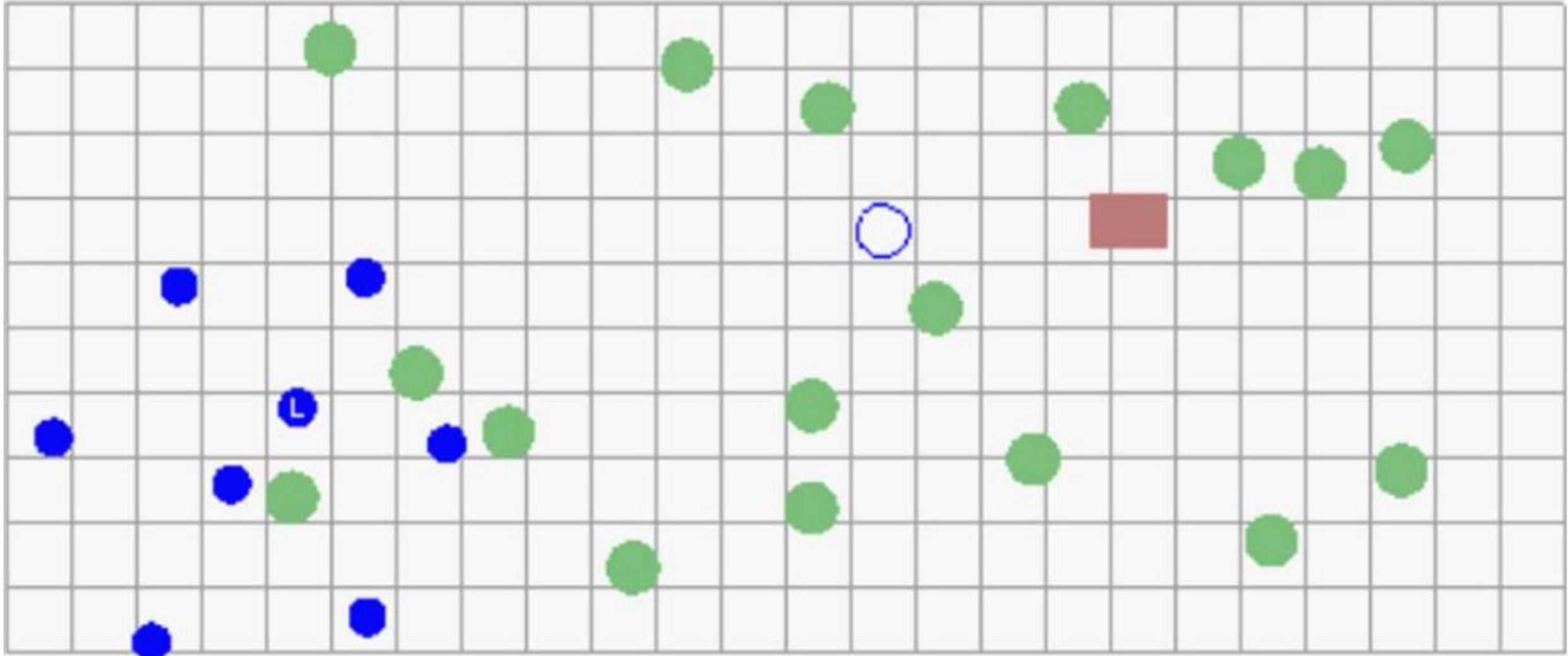
Simulazione ad agenti e AR (moduli)

- **Navigation module:** spostamento da A a B evitando ostacoli o situazioni di pericolo
- **Grouping module:** spostamento in gruppo
- **Imitation module:** imitare il comportamento di un agente con più esperienza
- **Coordinator module:** combinazione ad alto livello delle decisioni prese dai moduli sottostanti

Simulazione ad agenti e AR (navigation)

- Il paesaggio è rappresentato come una griglia
- In ogni scacco le caratteristiche del terreno sono uniformi
- Ogni scacco rappresenta una azione degli agenti
- Gli agenti possono verificare le caratteristiche di uno scacco, la presenza di oggetti, la presenza di nemici
- L'essere colpiti o il colpire un nemico viene definito con una probabilità che dipende dalla posizione dei due e dagli oggetti presenti

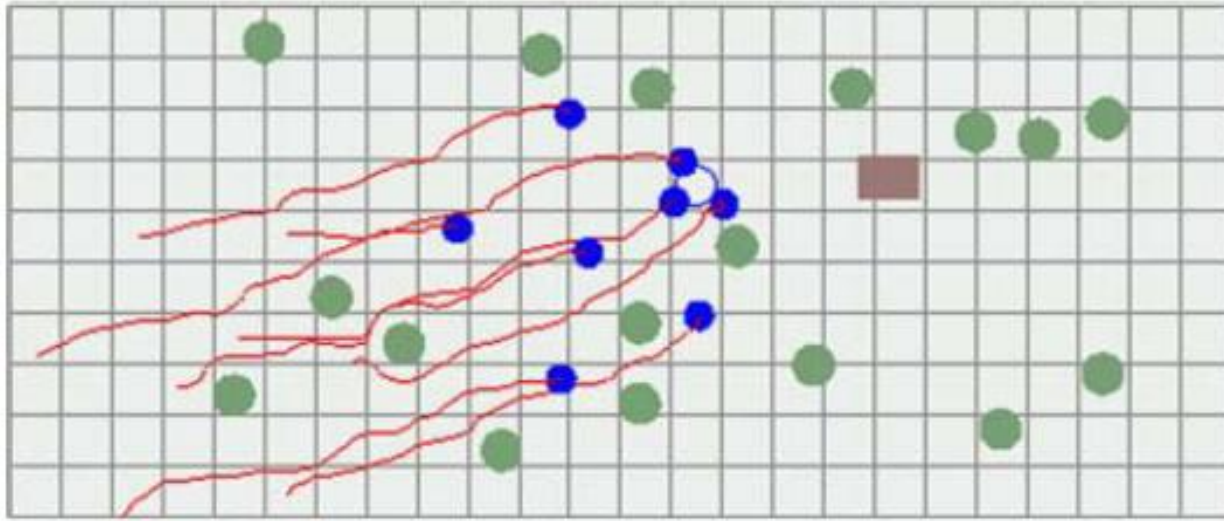
Simulazione ad agenti e AR (navigation)



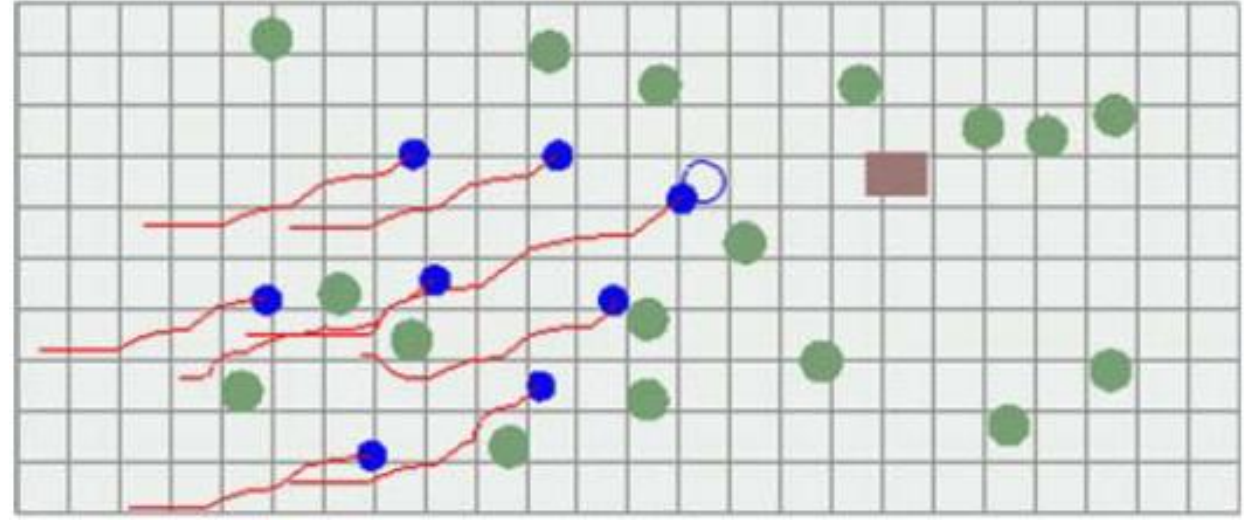
Simulazione ad agenti e AR (grouping)

- **Social potential field:** ispirato alle forze di attrazione e repulsione delle particelle cariche in fisica
- Variando i parametri di ogni forza è possibile definire una diversa politica di gruppo (gruppo semplice, leader, formazione)

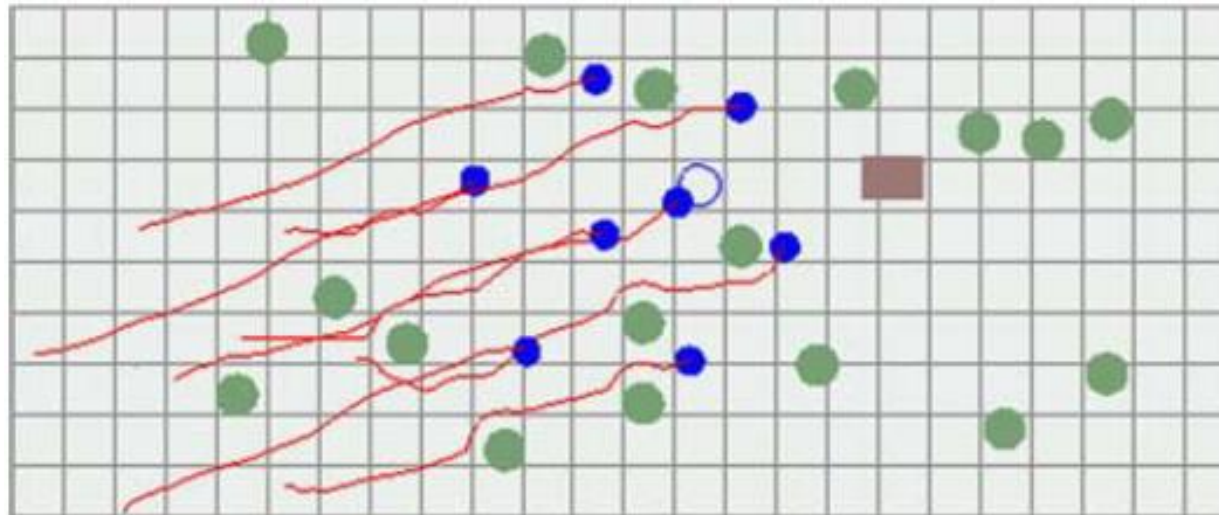
Simulazione ad agenti e AR (grouping)



Gruppo semplice



Leader



Formazione

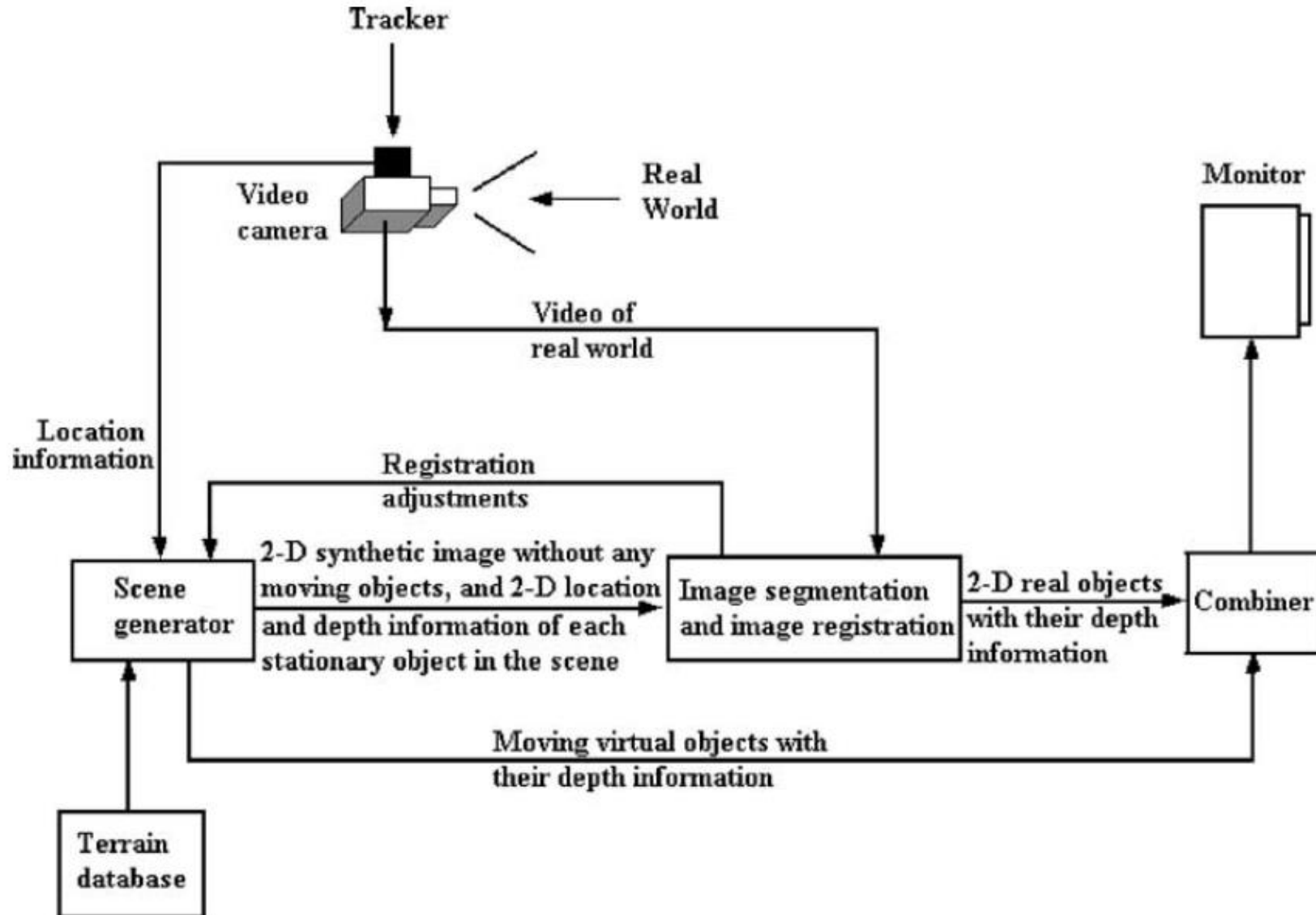
Simulazione ad agenti e AR (premesse)

- Il mondo reale è estremamente più popolato di oggetti rispetto a quelli che verrebbero introdotti artificialmente
- Completamente differente dalle realtà dove sono presenti grandi numeri di oggetti dinamici, tutti artificiali (videogioco interattivo)
- Ci si aspetta delle imprecisioni grafiche che vanno compensate a real-time
- Attraverso una camera si ottiene lo stream di immagini dell'ambiente reale

Simulazione ad agenti e AR (sistema)

- Il mondo 3D reale formato da oggetti stazionari viene rappresentato nel **terrain database** (TB)
- Gli oggetti dinamici, reali e artificiali, sono in numero limitato e vengono rappresentati nel TB
- Gli oggetti artificiali possono essere spostati manualmente o con la simulazione
- Partendo dal TB, conoscendo posizione e angolazione della camera, è possibile costruire la scena che include gli oggetti artificiali

Simulazione ad agenti e AR (sistema)



Riferimenti

- Wenkai Li, A.Y.C. Nee, S.K. Ong. *A State-of-the-Art Review of Augmented Reality in Engineering Analysis and Simulation*
- J.M. Huang, S.K. Ong, A.Y.C. Nee. *Real-time Finite Element Structural Analysis in Augmented Reality*
- Khaled Hussain, Varol Kaptan. *Modeling and Simulation with Augmented Reality*
- Erol Gelenbe, Khaled Hussain, Varol Kaptan. *Simulating Autonomous Agents in Augmented Reality*