

Sistemi ad Agenti e Realtà Aumentata

Elaborato per il corso di Sistemi Multi-agente LS

Pironi Lucia

Sommario

In questo lavoro vengono presentati i concetti di Realtà Aumentata e di Sistemi ad Agenti, descrivendo come questi possano interagire e collaborare per creare sistemi in grado di adattarsi sia all'utente sia al contesto in cui l'utente si trova. Scopo di questi sistemi è il supporto in tempo reale alle attività umane.

1 Fra Reale e Virtuale: Realtà Aumentata

Aumentare al realtà consiste nell'aggiungere livelli informativi al livello reale percepito: questo insieme di strati informativi diventa Realtà Aumentata (in inglese *Augmented Reality*, abbreviato *AR*).

Gli elementi virtuali possono arrivare da diverse fonti: dispositivi mobili, PC dotati di webcam, dispositivi di visione (p. es. occhiali VR), di ascolto (auricolari) e di manipolazione (guanti VR). Dal punto di vista più vicino alla tecnologia, la Realtà Aumentata si può definire come un sistema di grafica interattiva che permette di intervenire su un flusso di immagini video live, modificando la realtà con l'aggiunta, in tempo reale, di contenuti ed animazioni virtuali.

Animazioni e grafica 3D sono ottenibili anche con tecniche di Realtà Virtuale e effetti speciali, ma ci sono aspetti dell'AR che ne fanno un concetto nuovo.

Ciò che differenzia la Realtà Aumentata dalla Realtà Virtuale è la quantità di realtà coinvolta: nel caso di Realtà Virtuale l'ambiente è totalmente virtuale e creato per ingannare i sensi dell'utilizzatore e proiettarlo in una dimensione completamente artificiale, la realtà aumentata invece mantiene uno stretto legame con il rea-

le al quale aggiunge elementi virtuali. Inoltre, la realtà aumentata permette di non essere vincolati ad una visualizzazione su schermo, ma qualsiasi superficie può diventare un supporto per visualizzare il flusso video in Realtà Aumentata.

Per quanto riguarda invece la differenza da un video con oggetti 3D ed effetti speciali realizzati con tecniche di post-produzione video è che il software per la Realtà Aumentata opera le integrazioni fra le riprese video e gli oggetti virtuali in tempo reale. Altro concetto fondamentale è l'interattività. Gli oggetti virtuali che aumentano il flusso video live non sono statici, ma possono eseguire movimenti ed animazioni in risposta a delle azioni umane.

Quali sono le possibili applicazioni?

La Realtà Aumentata ha un campo infinito di possibili applicazioni; quelle più conosciute e più datate, relative ai primi esperimenti di AR, sono quelle nel campo militare e medico, così come riportato su wikipedia e in alcuni articoli che circolano nel web. Le potenzialità che si cercano di sviluppare e valorizzare attualmente, però, sono soprattutto relative al campo della comunicazione, del marketing e della pubblicità.

Si stanno facendo sempre più strada applicazioni AR per dispositivi mobili: un esempio per tutti è il browser sviluppato da Layar che è capace di ospitare i livelli creati dagli sviluppatori ed è disponibile per i maggiori sistemi mobili attualmente sul mercato, iPhone e Android. [1]

2 Agent Oriented Programming come nuovo paradigma per sistemi mobili

Negli ultimi anni i device mobili (smartphone e tablet) hanno subito un notevole incremento sia a livello di tecnologie che a livello di presenza sul mercato. Da qui l'esigenza di paradigmi per la comunicazione e la collaborazione fra sistemi in movimento e sparsi sul territorio.

Gli utenti mobili in contatto con altri utenti sempre mobili danno vita a quelle che si possono definire come comunità virtuali nomadiche che costituiscono a tutti gli effetti sistemi distribuiti. Vanno affrontati nuovi problemi: concorrenza, interazioni asincrone (Web sites/Services, social-networks, messaging/mail clients, ecc.), le applicazioni sono sempre più centrate sull'utente e con un comportamento sensibile al contesto (posizione geografica, presenza o assenza di connettività, ecc.).

Il classico paradigma client-server presenta difficoltà nel rispondere a queste esigenze, il paradigma ad agenti mobili risulta più adatto.

Il paradigma ad agenti mobili si basa sulla nozione di mobilità e quella di agente. In sintesi, esso prevede di poter sviluppare un programma, detto agente, che sia in grado di spostarsi tra i vari nodi che compongono una rete di calcolatori attraverso vari domini di protezione. Una volta arrivato a destinazione esso è in grado di decidere quali azioni compiere e su quali nodi spostarsi successivamente, in modo sostanzialmente indipendente dal calcolatore su cui è eseguito. [10]

3 Agenti in un contesto di AR

Vediamo ora come in letteratura vengono relazionati i due aspetti precedentemente citati: applicazioni di Realtà Aumentata mobile e uso del paradigma ad agenti.

3.1 Agent Augmented Community: Human-to-Human and Human-to-Environment Interactions Enhanced by Situation-Aware Personalized Mobile Agents

[8] Un primo approccio all'integrazione Agenti - Realtà Aumentata si può trovare già nell'articolo *Agent Augmented Reality: Agents Integrate the Real World with Cyberspace* dove appare il concetto di Agent Augmented Reality come nuovo campo di ricerca che si propone di usare le tecnologie ad agenti per aggiungere livelli informativi al contesto del mondo reale integrando attivamente informazioni virtuali aggiuntive. Dallo stesso autore i concetti espressi vengono ripresi nell'articolo *Agent Augmented Community: Human-to-Human and Human-to-Environment Interactions Enhanced by Situation-Aware Personalized Mobile Agents*

In questi lavori si parla di agenti come agenti speciali, chiamati *real world agent*: agenti software che possono supportare le azioni dell'utente nel contesto reale, come per esempio dando indicazioni stradali o istruzioni su come realizzare task fisici, e aumentando la conoscenza dell'utente relativamente al contesto fisico. Per poter svolgere questi compiti l'agente deve essere a conoscenza della situazione del mondo reale, questi input posso arrivare da diverse fonti che vanno dal GPS al riconoscimento degli oggetti tramite bar code. Una volta che l'agente ha appreso la situazione corrente dell'ambiente e le intenzioni dell'utente, può aggiungere informazioni utili in modo che il mondo reale e i livelli informativi aggiuntivi siano dinamicamente integrati.

Un *real world agent* è quindi un agente software che riconosce la situazione del mondo reale a cui l'utente appartiene, è modellato per soddisfare al meglio preferenze e interessi dell'utente ed esegue compiti nel mondo virtuale (per esempio Internet). I *Real world agents* possono comunicare con gli utenti usando il linguaggio naturale e con gli altri agenti software usando un apposito linguaggio di comunicazione fra agenti. La conoscenza del contesto permette agli agenti di riconoscere e in alcuni casi predire il compor-

tamento degli utenti e quindi di adattarsi al meglio ai loro bisogni.

3.1.1 Consapevolezza della situazione del mondo reale

I due principali metodi per ottenere una conoscenza del contesto e delle situazioni reali da parte di oggetti virtuali sono *mobile computing* e *ubiquitous computing*.

Il mobile computing è basato su metodi ID-based e di localizzazione. I metodi basati su ID identificano gli oggetti del mondo reale con delle label riconoscibili via software, questo metodo può essere esteso al riconoscimento delle situazioni: per esempio si può identificare una porta con un codice, quando l'utente si trova di fronte alla porta il sistema mobile identifica il codice della porta e può processare le informazioni per capire le intenzioni dell'utente (aprire la porta, chiuderla a chiave, bussare, ecc...). I metodi di localizzazione si basano invece sull'uso di GPS, giroscopi e simili vale a dire strumenti che permettono di capire in modo dinamico la posizione dell'utente o di un oggetto reale di interesse.

Usando invece sistemi pervasivi riconoscere il contesto diventerebbe più semplice perchè si presume di avere piccole device integrate nell'ambiente e negli oggetti reali e possano comunicare quindi informazioni. Questa metodologia risulta comunque più onerosa rispetto al mobile computing.

3.1.2 Interazione uomo-macchina

L'interazione dell'utente con il sistema virtuale può essere molto efficiente grazie alla comprensione del contesto reale corrente da parte del sistema, ma questo implica anche una interazione incomprensibile in caso di disallineamento della situazione vista dal sistema rispetto al mondo reale.

Il contesto reale comprende il luogo in cui l'utente si trova, il tempo, gli oggetti statici o dinamici che lo circondano, le azioni fisiche che possono essere intraprese. La consapevolezza della situazione del mondo reale da parte del sistema permette all'utente di interagire con esse in linguaggio naturale.

3.1.3 Personalizzazione

La personalizzazione adatta il sistema alle esigenze dell'utente, tipicamente si richiede una registrazione che associa all'utente un identificativo a cui vengono a loro volta aggiunte informazioni sulle sue preferenze. Sulla base di questi dati possono essere implementati meccanismi per modificare dinamicamente il comportamento del sistema e adattarlo al meglio alle esigenze dell'utente corrente.

3.1.4 Esempi di Sistemi di Realtà Aumentata

In questo articolo compaiono anche i primi esempi di sistemi che implementano il concetto di AR, è interessante citarli per poi poterli confrontare con i più recenti sviluppati.

Digital Desk Digital Desk Wellner's Digital Desk [12] è una *scrivania aumentata* fornita di una telecamera che registra le attività dell'utente in modo che il sistema possa rispondere adeguatamente. Un proiettore visualizza le immagini sintetizzate dal computer sulla scrivania fisica, queste immagini servono da guida all'utente.

Chameleon Fitzmaurice's Chameleon [4] è un palmare con *consapevolezza spaziale*. Mostra informazioni situate sulla base della sua posizione dello spazio e dell'orientamento del display LDC. Un esempio di applicazione di questo sistema è chiamato Active Map: basandosi su una mappa cartacea del mondo, quando l'utente mette il palmare vicino a certe regioni appaiono sullo schermo informazioni virtuali su tali regioni.

Questo sistema si può considerare come l'antenato degli attuali sistemi AR sempre più spesso usati in ambito turistico e in generale applicazioni che forniscono informazioni sui luoghi. Se ne trovano esempi nel già citato sistema Layar per smartphone.

3.1.5 Agent Augmented Reality

Gli agenti usati nei sistemi che si propongono di integrare AR e agenti prendono il nome di

real world agent. Questi agenti speciali devono essere in grado di riconoscere le situazioni del mondo reale, comunicare con gli utenti per raccogliere le necessarie informazioni per svolgere le elaborazioni nel mondo virtuale e poter così arricchire il reale con informazioni aggiuntive. Un punto delicato del processo è la comunicazione con l'utente, che deve essere il più possibile non disambigua. La conoscenza del contesto da parte dell'agente è parte importante di questa comunicazione.

Comunicazione legata alle situazioni reali La comunicazione, in particolare le conversazioni si basano non solo sul linguaggio, ma anche sul contesto non linguistico della situazione corrente. Di questo aspetto va tenuto conto anche nella comunicazione agente-utente, conversazioni che tengono conto del contesto possono essere definite come *conversazioni situate*. I *real world agents* possono gestire questo tipo di conversazioni in virtù delle proprietà dei sistemi di AR. Conoscere le intenzioni dell'utente è altre si necessario per ottenere una buona comunicazione, questo si può ottenere per inferenza usando una *plan library* [6]: una *plan library* è rappresentata come una rete di eventi in cui i nodi sono eventi con precondizioni ed effetti, e i rami rappresentano le relazioni fra gli eventi. Usando queste informazioni diventa più semplice riconoscere gli intenti degli utenti di fronte a determinate situazioni.

Apprendimento e adattamento Nella gestione della comunicazione e della previsione degli intenti degli utenti entra in gioco anche la capacità di apprendimento e adattamento tipica degli agenti.

In questo caso l'apprendimento consiste nell'acquisire le caratteristiche dell'utente: abitudini, preferenze e interessi. Queste informazioni renderanno l'agente in grado di adattare i parametri del sistema e personalizzarne il comportamento in base alla preferenze dell'utente.

L'adattamento è la modifica del comportamento sulla base delle variabili ambientali, acquisite, come si diceva nei precedenti paragrafi, attraverso diversi canali di input come telecamere, GPS, ID.

Collaborazione Fino ad ora si è considerato un singolo utente e il suo agente reale, però non va dimenticato che l'utente entra in contatto con altri utenti e quindi con altri agenti. Va quindi affrontato il tema della collaborazione.

Un *real world agent* collabora con altri agenti in quello che si può definire un Multiagent System. L'agente comunica con agenti Internet per il reperimento di informazioni e comunica con altri *real world agent* per accrescere la conoscenza sugli altri utenti con cui si potrebbe entrare in contatto.

3.1.6 Architettura per Agent Augmented Reality

L'articolo in esame propone una architettura per un sistema di Agent Augmented Reality.

I problemi da tenere in considerazione sono i seguenti:

1. Connessione fra il mondo reale e i mondi virtuali
2. Comunicazione con l'utente
3. Comunicazione con gli altri agenti
4. Apprendimento per la personalizzazione del sistema
5. Recupero e filtraggio delle informazioni personalizzate
6. Protezione della privacy dell'utente

La connessione reale-virtuale è stata implementata con la tecnica ID-bases: le risorse online sono stata associata a IDs in un formato simile agli URL. Gli agenti recuperano queste informazioni attraverso una rete wireless.

La comunicazione con l'utente è stata progettata per coprire sia la parte linguistica, con un riconoscitore del linguaggio parlato, sia la parte non linguistica legata al contesto, questo con un modulo *situation awareness* strettamente integrato con il modulo per la gestione della conversazione.

La comunicazione fra agenti è basata su una estensione della tecnologia Telescript [13]. La

comunicazione fra agenti è fatta in speciali campi computazionali chiamati *places*. Nell'architettura presentata, ci sono place pubblici e place privati: nei primi vengono collegate le informazioni scambiabili, nei secondi sono mantenute quelle private dell'utente a cui l'agente è legato. La comunicazione interagente avviene quando un agente ottiene l'identificatore di una risorsa online da un oggetto riconosciuto e l'identificatore è associato a un place e al suo corrispondente agente.

L'apprendimento per la personalizzazione richiede l'acquisizione di dati e un modello per la modifica dei processi. Il comportamento dell'utente in una situazione reale viene memorizzato ed è un dato di input per il processo di apprendimento. Il modello usato per la modifica dei processi è basato sull'apprendimento statistico. L'utente può anche dare feedback di tipo emozionale all'agente che vanno a rinforzare l'apprendimento. Questo tipo di input può essere per esempio ottenuto dal riconoscimento del tono della voce (arrabbiato, contento) da parte del modulo di acquisizione vocale.

Altro punto da considerare è il filtraggio e il recupero delle informazioni relative alle preferenze dell'utente, una tecnica è quella di includere nel profilo dell'utente parole chiave e categorizzare le informazioni a cui accede più frequentemente. Attraverso l'algoritmo di apprendimento, l'agente acquisisce il modello degli interessi dell'utente e lo usa per filtrare e recuperare le informazioni.

Trattando informazioni personali di utenti, non si può non tenere conto della privacy. Nell'architettura proposta gli agenti che visitano place personali di altri agenti hanno delle restrizioni sul comportamento: possono solo parzialmente accedere alle informazioni personali e fornire messaggi, non possono inviare response. Se si necessita di response, queste vanno chieste all'agente proprietario del place personale. Sono inoltre previste tecniche crittografiche per proteggere le comunicazioni.

3.1.7 Implementazione di Agent Augmented Reality

L'architettura proposta si basa sulla tecnologia Telescript, gli agenti sono implementati come programmi mobili che sono interpretati in particolare *places*. I places possono effettuare le seguenti operazioni:

- Identificare l'agente
- Interpretare il comportamento programmato dell'agente che arriva nel place
- Fornire gli appropriati diritti di accesso alle risorse
- Mediare la comunicazione fra gli agenti
- Proteggere la sicurezza delle risorse dagli agenti

Per l'implementazione di agenti che possono muoversi sui nodi di una rete è stata scelta la tecnologia Java-bases per agenti mobili.

3.1.8 Applicazioni

Come ultimo punto l'articolo presenta una lista di applicazioni. Come già detto precedentemente, in questo articolo, se pur piuttosto datato si trovano le basi di quelle che sono attualmente le applicazioni di AR per sistemi mobili. Naturalmente gli esempi presentati risultano più grezzi e con meno attenzione all'aspetto grafico, ma concettualmente non sono lontani dagli sviluppi attuali.

ShopNavi: assistente all'acquisto ShopNavi è un sistema per fornire informazioni e guida all'interno di negozi. Il sistema è composto da una lettore di tag wireless (simile a uno scanner per barcode) che permette di identificare gli oggetti, un sensore elettromagnetico tridimensionale per il riconoscimento della posizione delle mani del compratore, un ricevitore a infrarossi per la localizzazione, un schermo LCD portatile per la presentazione di informazioni, un impianto di comunicazione wireless e un sistema per il riconoscimento del linguaggio parlato. (*Tutto questo, o quasi, ora si può*



Figura 1: Il Sistema in uso



Figura 2: Schermo del sistema

comodamente trovare in uno *smartphone*. Le figure mostrano il sistema in azione.

WalkNavi: una guida turistica interattiva WalkNavi è un navigatore interattivo. E' in grado di localizzare l'utente usando il GPS e ID infrarossi, riconosce le intenzioni dell'utente da un input vocale, mostra sullo schermo informazioni locali recuperate dal WWW.

WalkNavi è anche provvisto di funzionalità di tipo agent-oriented. Usa un agente per acquisire l'accesso a servizi online, come la prenotazione di un tavolo al ristorante o l'ordine da negozi online tramite rete wireless.

Nella figura è mostrato lo schermo del sistema.

HyperCampus Il sistema HyperCampus implementa un navigatore personalizzabile per l'interno di un campus universitario. Il sistema determina la posizione dell'utente usando il GPS e gli infrarossi, fornisce informazioni specifiche per l'utente e dipendenti dal contesto sul campus e sulle attività universitarie.

3.1.9 Comunicazione aumentata come supporto alla comunicazione

L'ultimo punto trattato nell'articolo riguarda l'uso di sistemi di Agent Augmented Reality per migliorare la comunicazione fra utenti. I real world agents personalizzati aggiungono informazioni supplementari al contesto delle informazioni personali, questo può aiutare la comprensione dei messaggi scambiati, incrementando quindi l'efficienza della comunicazione.

Gli agenti possono anche aiutare tenendo memoria delle passate conversazioni e mostrando in tempo reale un sommario.

Un esempio di applicazione è un sistema di social-matching che cerca all'interno di un certo contesto persone con gli stessi interessi dell'utente, questo può servire per facilitare la comunicazione.

3.1.10 Riflessioni sull'articolo

L'articolo discute della possibilità di usare tecnologie ad agenti come supporto per le attività

quotidiane. Per ottenere il meglio da questa integrazione è necessario integrare il mondo reale con quello virtuale e la combinazione agenti - AR è proposta come soluzione al problema.

L'interazione fra agenti e utenti è uno dei principali problemi, e nei tre prototipi vengono usati i real world agent come ponte per una comunicazione efficiente.

Come già detto precedentemente, i prototipi risultano rudimentali a causa della scarsa disponibilità di tecnologie adatte. Gli stessi concetti sarebbero, e sono, ora più facilmente implementabili grazie alle potenti device mobili di ultima generazione.

3.2 Shadow Agent: a New Type of Virtual Agent

[9] Quella che si può definire come una evoluzione dei *real word agents* si può trovare nell'articolo *Shadow Agent: a New Type of Virtual Agent*, dove viene illustrato il concetto di *Shadow Agent*, agenti-ombra.

Un shadow agent è un nuovo tipo di agente virtuale intelligente che esplora la metafora *shadow* come media di comunicazione. Gli shadow agents sono basati su una architettura comportamentale ispirata dal modello cognitivo BDI (Belief, Desire and Intention). L'agente percepisce il contesto tramite l'uso di due videocamere e un microfono. L'uso di tecniche di computer grafica avanzate sono usate per identificare i piedi dell'utente e analizzare il suo comportamento. L'agente inoltre compare fisicamente sotto forma di una animazione proiettata sul pavimento (una vera e propria ombra).

Si può dire che l'ombra dell'agente aumenta la realtà percepita e questo approccio può trovare diverse applicazioni pratiche, dai video games alla guide museali.

Gli agenti virtuali intelligenti sono tipi particolari di agenti rappresentati con un front-end grafico o con un corpo robotico. Entrambi gli approcci presentano vantaggi ma anche limitazioni. Nel caso di agenti grafici, la rappresentazione è limitata allo schermo. Usando invece robot fisici si ha un elevato costo implementativo e una limitata espressività.

Gli shadow agents si pongono in mezzo alle due

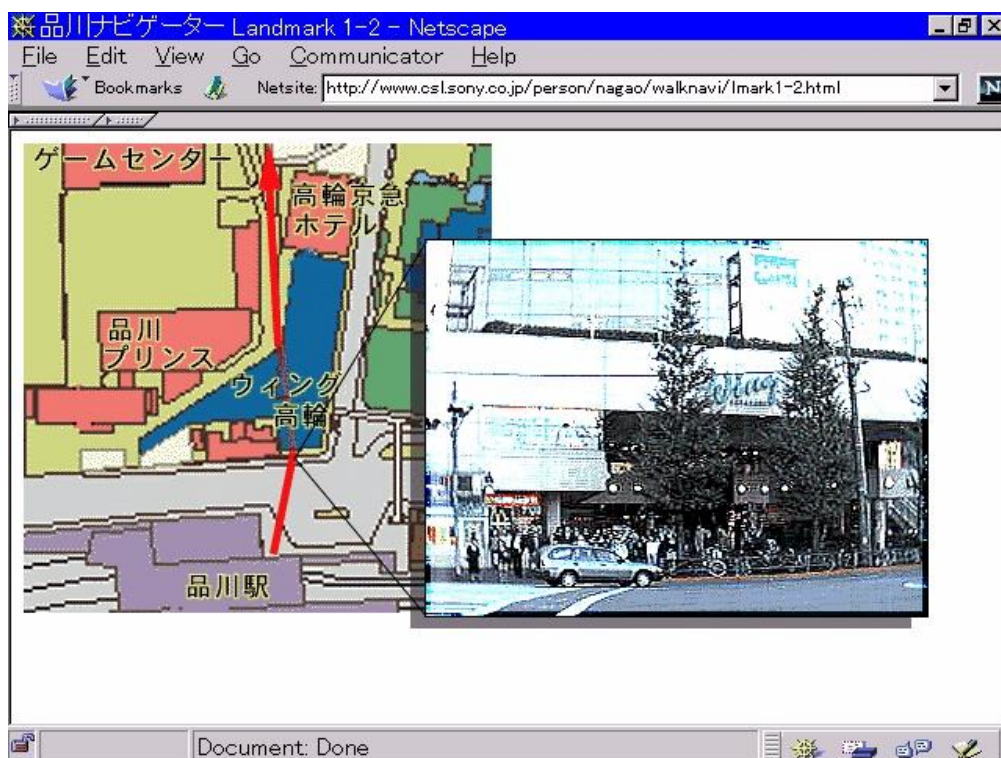


Figura 3: Schermo del navigatore

scelte: un nuovo approccio allo scopo di creare un ponte tra agenti software ed hardware e fornire una interfaccia grafica ma anche tangibile. Nell'articolo viene inoltre descritto il prototipo implementato nel contesto di una opera d'arte interattiva.

3.3 MiRA: Mixed RealityAgents

[5] Questo recente articolo si pone come scopo di unificare i diversi rami di ricerca che trattano l'argomento integrazione fra agenti e AR introducendo un formale campo di ricerca, chiamato Mixed Reality Agents (MiRAs), che è definito come agenti immersi in un contesto di Mixed Reality.

Viene inoltre definita una tassonomia che permette di collocare MiRA in tre aree di ricerca: *agenti* (basati sulla definizione di Wooldridge e Jennings [14]), *corporeal presence*, che descrive il grado di rappresentazione fisica o virtuale di un MiRA, *interactive capacity*, che rappresenta la capacità di interazione ovvero la capacità di percepire l'ambiente e agire nel contesto fisico o reale.

Riassumendo, il corrente articolo tocca i seguenti punti:

- Introduzione del concetto di Mixed Reality Agent (MiRA), allo scopo di definire il campo di ricerca per avere un punto di riferimento comune per gli studi effettuati in questo settore.
- Introdurre le nozioni di *presenza corporea* e *capacità interattiva* per distinguere fra la parte visualizzata del sistema e la sua capacità di interazione con la realtà.
- Definire una tassonomia per MiRA, per permettere discussioni e comparazioni fra i diversi progetti di ricerca.
- Esaminare lo stato dell'arte alla luce della nuova tassonomia.
- Identificare come si sta muovendo e si muoverà la ricerca in questo campo.

3.3.1 Mixed Reality Agents

La collocazione di MiRA rispetto ai campi di ricerca agenti e AR si può rappresentare sfruttando in diagramma di Venn.

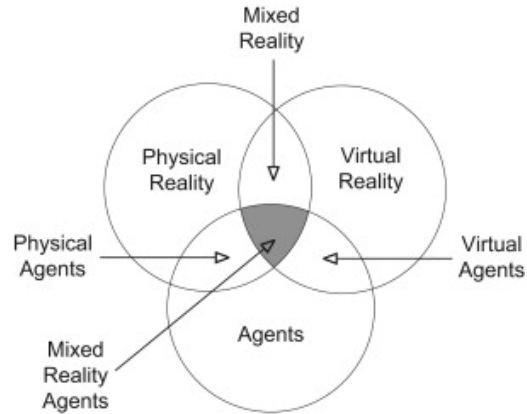


Figura 4: Diagramma di Venn per MiRA

Definizione di MiRA

Un Mixed Reality Agent (MiRA) è un agente immerso in un contesto di Mixed Reality

Definizione di Agente Esistono numerose definizioni per l'entità *agente*, per quando riguarda il corrente lavoro gli autori hanno scelto di basarsi sulla nozione di agente proposta da Wooldridge e Jennings [14] che definisce un agente come una entità hardware o software caratterizzata dai seguenti attributi:

1. Autonomia: un agente può operare senza un intervento umano diretto e avere il controllo sulle sue azioni e sul suo stato interno.
2. Abilità sociali: gli agenti possono interagire con altri agenti e con i loro utilizzatori.
3. Reattività: gli agenti hanno coscienza dell'ambiente in cui si trovano e reagiscono ai cambiamenti che avvengono in esso.
4. Pro-attività: gli agenti compiono azioni di propria iniziativa al fine di perseguire il loro goal.

Si aggiunge la proprietà di *situatedness*, che deriva implicitamente dalle caratteristiche elencate: l'agente opera all'interno di un ambiente, percepisce gli eventi che avvengono e agisce di conseguenza.

Wooldridge e Jennings classificano gli agenti in *weak* e *strong*: un weak agent possiede le caratteristiche di base elencate sopra, un strong agent possiede intelligenza aggiuntiva descritta in termini di conoscenza, credenze, intenzioni e obblighi. Un ben conosciuto modello che gli strong agent è il modello BDI (Belief, Desire and Intention).

Embodiment Occorre dare una definizione anche per il concetto di *agente immerso in un ambiente*, ovvero cosa comporta questo legame. La definizione scelta incorpora una associazione a livello strutturare e elementi di immersione in un contesto sociale. Un agente è immerso in un ambiente (*embodied*) se è situato in un particolare ambiente, ha un corpo, percepisce e interagisce con l'ambiente e con gli altri individui presenti.

Ambienti Mixed Reality L'ambiente di Mixed Reality si colloca al di sopra di Realtà Aumentata e Realtà Virtuale: come dice il nome stesso unisce queste due realtà. Al fine dell'analisi del corrente lavoro, i concetti espressi per agenti nel contesto Mixed Reality sono a mio parere applicabili anche nel contesto di Realtà Aumentata pura.

La definizione di MR appare nel lavoro di Milgram and Kishino [7] che collocano MR fra il reale e il virtuale, come mostrato nella figura sottostante. I sistemi di MR possono offrire al-

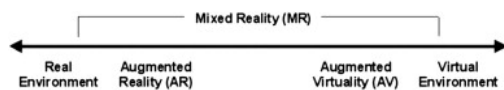


Figura 5: Mixed Reality

l'utente non sono un accrescimento della realtà (come nella AR pura) ma anche un incremento della capacità di interazione dell'utente con il sistema. Viene riportata come esempio il sistema MagicBook [2]. Utilizzando come

supporto un libro reale, combina immagine virtuali con l'esperienza fisica di un vero libro, permettendo a multipli utenti di vedere oggetti di MR condivisi.

Il MagicBook illustra anche la come la MR sia collocata trasversalmente a reale e virtuale: presenta una componente puramente reale (il supporto, che è un libro reale), una componente di AR che mostra, attraverso un display, livelli virtuali aggiuntivi e una componente puramente virtuale che si ottiene visualizzando i contenuti virtuali al di fuori del supporto fisico del libro. Tutte queste esperienze sono internamente consistenti e riunisce in un unico sistema esperienze reali e virtuali.

Definizione della tassonomia per MiRA Il comportamento dell'agente MiRA all'interno dell'ambiente in cui è immerso presenta due diversi aspetti: *capacità di interazione* e *presenza corporea*.

Per capacità di interazione si intende l'abilità di percepire e agire nel contesto fisico e in quello virtuale.

La presenza corporea è il grado di reale e virtuale presente nella rappresentazione dell'agente (un MiRA può essere molto reale, come un robot, oppure completamente virtuale, come un oggetto virtuale senza presenza corporea).

Queste caratteristiche permettono di creare una tassonomia per classificare i diversi tipi di MiRA. Tale tassonomia è rappresentabile con il cubo mostrato nella figura sottostante.

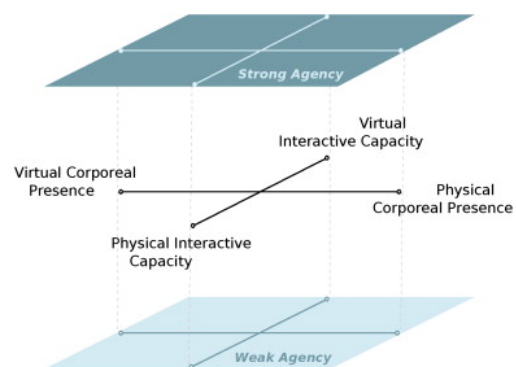


Figura 6: Diagramma della tassonomia MiRA

Correnti progetti di ricerca per MiRA La maggior parte dei progetti di ricerca perseguono il desiderio di integrare elementi virtuali all'interno del mondo reale dell'utente, quindi gli agenti proposti hanno presenza virtuale e buona capacità interattiva virtuale. Sono quasi del tutto assenti progetti di agenti con forte presenza corporea reale.

Nell'articolo vengono riportati diversi riferimenti a progetti sviluppati o in fase di sviluppo, se ne riportano qui alcuni.

1. MARA: guida e assistente personale mobile [11]. MARA è costruito su una macchina a stati gerarchica a due livelli. L'unica presenza corporea nel dominio fisico è il sensore che determina posizione e orientamento dell'utente, mentre la presenza virtuale comprende modelli di edifici e altri oggetti virtuali. L'interazione con l'utente avviene tramite comandi impartiti tramite voce.
2. Ritchie: agente che può colloquiare con l'utente [3]. Ritchie si può muovere tra un ambiente puramente virtuale a uno di Mixed Reality.

Per una lista completa degli esempi si rimanda all'articolo originale [5].

3.4 Conclusioni

La ricerca effettuata fra le pubblicazioni che trattano di Agenti e di Realtà Aumentata fa notare un notevole fermento in questo campo di ricerca.

I moderni sistemi, grazie alla presenza di device sempre più potenti e portabili, tendono a seguire l'utente in tutte le sue attività quotidiane e si prefiggono lo scopo di supportarle. L'aggiunta di livelli di informazioni virtuali sovrapposte al reale si presenta come un comodo sistema di interazione. Poter aggiungere anche intelligenza agli elementi virtuali permette di ottenere sistemi che possono non solo supportare staticamente l'utente ma guidarlo in modo attivo, quasi come ci fosse un colloquio e non sono un recupero di informazioni.

Riferimenti bibliografici

- [1] Wikipedia.
- [2] Mark Billinghurst, Hirokazu Kato, and Ivan Poupyrev. The magicbook: a transitional ar interface. *Computers And Graphics*, 25:745–753, 2001.
- [3] Klaus Dorfmüller-ulhaas and Elisabeth André. The synthetic character ritchie: First steps towards a virtual companion for mixed reality.
- [4] George W. Fitzmaurice. Situated information spaces and spatially aware palm-top computers. *Commun. ACM*, 36:39–49, July 1993.
- [5] Thomas Holz, Abraham G. Campbell, Gregory M. P. O'Hare, John W. Stafford, Alan Martin, and Mauro Dragone. Mira-mixed reality agents. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 69:251–268, April 2011.
- [6] Nagao Katashi. Abduction and dynamic preference in plan-based dialogue understanding. *Proceedings of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 1186–1192, 1993.
- [7] Paul Milgram and Fumio Kishino. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), December 1994.
- [8] Katashi Nagao and Yasuharu Katsuno. Agent augmented community: Human-to-human and human-to-environment interactions enhanced by situation-aware personalized mobile agents. In *Community Computing and Support Systems, Lecture Notes in Computer Science 1519*, pages 342–358. Springer-Verlag, 1998.
- [9] Philippe Pasquier, Eunjung Han, Kirak Kim, and Keechul Jung. Shadow agent: a new type of virtual agent. In *Proceedings of*

the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE '08, pages 71–74, New York, NY, USA, 2008. ACM.

- [10] Marco Rosada. Realizzazione su piattaforma ad agenti mobili jade di un sistema di autenticazione biometrica. Master's thesis, Università degli Studi di Padova, 2011.
- [11] Andreas Schmeil and Wolfgang Broll. Mara - a mobile augmented reality-based virtual assistant. *Virtual Reality Conference, IEEE*, 0:267–270, 2007.
- [12] Pierre Wellner. Interacting with paper on the digitaldesk. *Commun. ACM*, 36:87–96, July 1993.
- [13] J. White. Telescript technology: the foundation for the electronic marketplace. 1994.
- [14] Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10:115–152, 1995.