



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



II FACOLTA' DI INGEGNERIA

Progetto: Progettazione di una stazione di terra avanzata per il coordinamento di una flotta di CUAVs (Civil Unmanned Aerial Vehicles)

1. Introduzione e obiettivi principali.....	2
2. Tecnologie e piattaforma hardware e software.....	3
3. L'interfaccia uomo macchina per il controllo intuitivo della missione	4
4. Estensione a missioni coordinate	7

Candidato:

Francesca Flamigni

Tutor:

Francesca De Crescenzo

1. Introduzione e obiettivi principali

Il progetto riguarda lo sviluppo di un'interfaccia uomo-macchina interattiva per il controllo di missione di UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

Basandosi su un ambiente di visualizzazione di tipo immersivo, costituito quindi da un sistema stereoscopico multi - schermo interattivo, il progetto mira a fornire uno strumento per il controllo remoto di un singolo o di una formazione di UAV in uno scenario tridimensionale.

Esso si basa sull'integrazione di alto livello delle tre principali funzioni demandate alla Ground Control Station di un velivolo senza pilota, individuate nella pianificazione, nel monitoraggio e nel controllo della missione (*tracking, observing, piloting*). La metodologia di gestione del sistema che consente un così elevato grado di integrazione si fonda sulla possibilità di impartire macro-istruzioni seguite da una logica di deduzione automatica dei comandi specifici.

In questo modo si tende ad aumentare la “*situational awareness*” dell'operatore permettendogli di gestire intuitivamente ed efficientemente diversi aspetti della missione proiettando le proprie intenzioni mediante dispositivi di input-output avanzati.

Lo scopo di questo progetto è di migliorare le prestazioni di UAV impiegati nello svolgimento di missioni complesse.



Figura 1

2. Tecnologie e piattaforma hardware e software

La piattaforma tecnologica sulla quale si sviluppa il progetto è il sistema CAVE-like presente presso il laboratorio di Realtà Virtuale dell'Università di Bologna.

L'IRR (Immersive Reconfigurable Room) si ispira al CAVE, acronimo di Cave Automatic Virtual Environment, che rappresenta l'ultima generazione di sistemi virtuali immersivi per la simulazione di ambienti interattivi. La "stanza virtuale" è stata realizzata con tre pareti retroproiettate con tecnologia CRT. Rendendo modulari tre i tre schermi è stato possibile ottenere un sistema particolarmente flessibile in quanto riconfigurabile da "stanza virtuale" a "parete virtuale" o Wall System. Gli schermi retroproiettati di ciascun modulo, inoltre, possono essere posizionati in tutte le configurazioni intermedie tra le due estreme in base alle particolari esigenze dell'utente. E' naturale pensare a quanto siano numerosi i campi di applicazione di questo sistema e quali siano le diverse opportunità di impiego offerte dalle dimensioni estremamente elevate, dalla visualizzazione tridimensionale e dall'interazione real-time. L'IRR si rivolge, infatti, alle applicazioni multi-utente, permettendo la cooperazione in ambiente virtuale di più utilizzatori contemporaneamente, nonché a quelle applicazioni in cui risulti di fondamentale importanza visualizzare grandi scenari o oggetti di dimensioni elevate in scala 1:1. All'interno dell'IRR gli operatori, ciascuno dotato di un paio di occhiali stereoscopici, possono interagire con l'ambiente virtuale scambiandosi informazioni in tempo reale e procedendo all'impartizione dei comandi grazie ai Virtual devices, ossia gli strumenti di interazione, di cui sono provvisti. Il sistema di retroproiezione permette dunque questa duplice interazione, sia con i collaboratori che con lo scenario virtuale.

Il sistema in particolare è gestito da un cluster grafico cioè un sistema formato da tre singole workstation con biprocessore collegate tra loro in rete in modo da realizzare la visualizzazione di scenari tridimensionali sui tre schermi. Il cluster è caratterizzato da una architettura a memoria condivisa alla quale appartengono tutti i computer in cui i differenti processori di sistema hanno accesso alla stessa area di memoria fisica. Le immagini proiettate sugli schermi sono inoltre visualizzate sui rispettivi monitor di servizio, affiancati da un ulteriore monitor ausiliario.



Figura 2

Il software del sistema deve essere in grado di gestire tutti i dispositivi hardware, dal sistema per la visione stereoscopica al sistema di Tracking e Pinch Gloves, la navigazione nell'ambiente virtuale e l'interazione con gli oggetti di tipo VRML (Virtual Reality Modeling language) presenti.

Per lo sviluppo del software è stato utilizzato il linguaggio C++ integrato con Open Inventor, una libreria di oggetti e funzioni basata su OpenGL e ideata per creare applicazioni grafiche tridimensionali (3D) a partire dalle quali costruire lo scenario virtuale tramite una programmazione orientata a oggetti (Object Oriented).

3. L'interfaccia uomo macchina per il controllo intuitivo della missione

Come noto, i velivoli UAV (Unmanned Aerial Vehicles) sono piattaforme volanti prive di piloti a bordo. Assieme all'introduzione di tali velivoli, è stato sviluppato il concetto di Ground Control Station, che rappresenta la stazione remota dalla quale è possibile gestire i diversi aspetti della missione. In particolare le tre principali funzioni della stazione di terra riguardano la pianificazione della missione, il controllo in remoto del volo quando sia disattivato l'autopilota ed infine l'analisi e la manipolazione dei dati monitorati.

Si delinea quindi la necessità di fornire agli operatori che si trovino a dovere gestire e coordinare in tempo reale questa rete di funzioni complesse e di nuova generazione nuovi strumenti di interfaccia

uomo-macchina. Tali strumenti devono essere in grado di soddisfare un insieme di requisiti utente che rendano particolarmente efficiente lo scambio dati operatore-macchina.

Tali requisiti, che dovranno essere successivamente tradotti in specifiche di prodotto, possono essere riassunti in due insiemi principali, caratterizzati l'uno dai canali di input e l'altro dai canali di output.

Ai canali di comunicazione dall'operatore alla macchina è richiesto un alto grado di intuitività ed una logica di impartizione delle istruzioni ottimizzata secondo il principio dell' *Optimum Moding for Data Entry*. L'ottimizzazione riguarda, in particolare, la minimizzazione del numero di singole operazioni necessarie per terminare ciascuna procedura.

Dal punto di vista tecnologico, l'insieme di questi due requisiti primari si traduce nell'utilizzo di sistemi di puntatori che consentono di agire direttamente sulla riproduzione grafica tridimensionale dello scenario.

I requisiti necessari per comunicare all'operatore l'insieme delle informazioni relative allo stato del velivolo remoto o dei dati da monitorare possono ricondursi a completezza, chiarezza, assenza di latenze e supporto per l'interpretazione rapida e non ambigua degli elementi principali (*data retrieval*). Il sistema in grado di soddisfare tali requisiti si basa sull'impiego di tecnologie di visualizzazione avanzata, quali la stereoscopia e la generazione di scenari di tipo "*Augmented*".

Nell'ambito della pianificazione della missione questo tipo di approccio prevede la manipolazione di way points attraverso la selezione e lo spostamento dei punti di controllo che identificano le traiettorie direttamente nello scenario 3D. L'operatore è dotato di un sistema di navigazione dello scenario che gli consente di inquadrare il velivolo da diversi punti di vista e scegliere quello che, istante per istante, gli consente di valutare l'andamento della missione nel modo più chiaro e meno ambiguo possibile. Parallelamente deve potere configurare l'insieme di elementi grafici che, sovrapposti alla ricostruzione fedele dello scenario, hanno lo scopo di aumentare la percezione dello stato di volo seguendo un approccio di tipo "*Augmented Reality*". Le entità rappresentabili in questo modo sono, in pratica, i parametri di volo che descrivono l'assetto del velivolo e le traiettorie 3D eventualmente supportate da riquadri che creano dei tunnel nello spazio aereo di tipo *highway in the sky*.

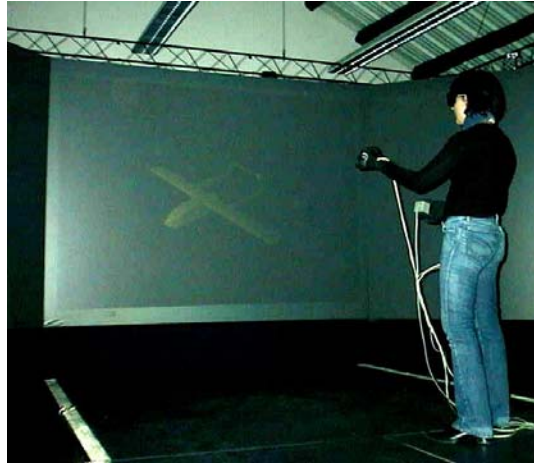


Figura 3

Sia i dati telemetrici sia le immagini provenienti dalle telecamere e dai sensori presenti a bordo degli UAV verranno inviate alla stazione di terra e visualizzate nello scenario virtuale 3D.

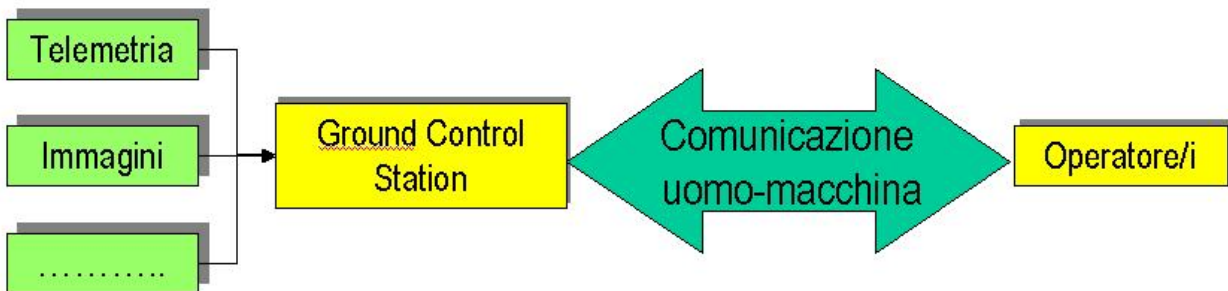


Figura 4

Nel presente progetto si sviluppa prevalentemente la parte relativa alla progettazione e realizzazione di sistemi di comunicazione uomo-macchina basati sull'impiego di nuove tecnologie di Realtà Virtuale.

Queste tecnologie permettono di concepire e valutare un approccio innovativo basato sulla grande integrazione dei ruoli nello svolgimento delle diverse funzioni. Le singole funzioni di *planner*, *observer* e *pilot* possono essere classificate in base alle tre dimensioni individuate dalla visualizzazione, dalla capacità decisionale e dal pilotaggio.

In figura è possibile osservare come la funzione di *observer* possa essere considerata, in un sistema scarsamente integrato, come dotata di strumenti avanzati di visualizzazione e monitoraggio e ridotte capacità di implementazione delle decisioni. Per contro, il pianificatore (*planner*) potrebbe essere colui che possiede gli strumenti per lanciare processi decisionali di alto livello.

L'integrazione consiste proprio nell'incremento di entrambe le dimensioni per ciascun ruolo, fino alla fusione delle due funzioni in una unica.

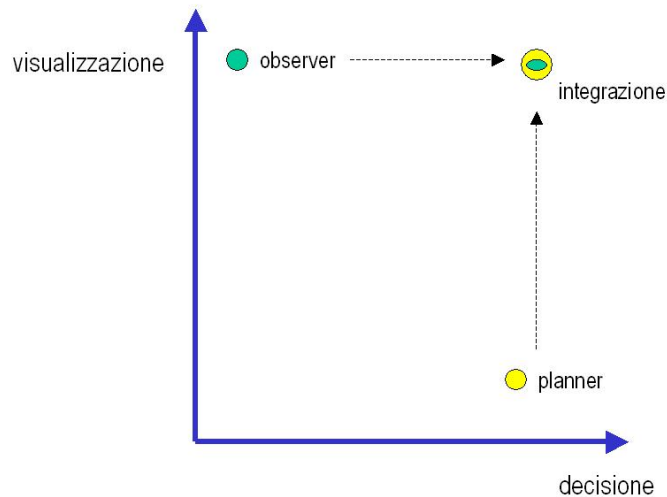


Figura 5

4. Estensione a missioni coordinate

L'interfaccia descritto nel paragrafo precedente verrà sperimentato per la gestione ed il coordinamento di una formazione di UAV per scopi civili.

L'uso di schermi di dimensioni non convenzionali e la possibilità di percepire la profondità dello scenario hanno un impatto significativo sulla percezione di traiettorie definite nello spazio e sulla possibilità di comporre le immagini monitorate dagli UAV in un sistema *tiled*.

Il controllo simultaneo di una flotta di aerei potrà essere gestito da uno o più operatori in una sola stazione di controllo.

La logica del sistema è quella del sensore guida, l'operatore potrà spostare il sensore su un obiettivo e l'intera flotta di UAV modificherà la propria traiettoria di volo per realizzare la missione.