



UNIVERSITÀ DI BRESCIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Dipartimento di Elettronica per l'Automazione

Laboratorio di Robotica Avanzata
Advanced Robotics Laboratory

Corso di Robotica Mobile
(Prof. Riccardo Cassinis)

Morgul docking Recovery

Elaborato di esame di:

**Paolo Derocchi, Mauro Vallati,
Maurizio Vitale**

Consegnato il:

03 Luglio 2008

Sommario

Per rientrare nella docking station, Morgul è guidato da due marker posti dietro la stazione di ricarica. Con l'ausilio di una telecamera, il robot sfrutta i marker per il corretto allineamento d'ingresso. Può però capitare che il direzionamento non sia sufficientemente preciso e che il robot urti contro le pareti laterali della stazione. Proprio per questa evenienza esiste una procedura di recovery. La soluzione precedentemente implementata prevedeva unicamente l'arretramento del robot di alcuni metri; sarà illustrata una nuova implementazione che propone delle strategie diverse, a seconda della tipologia di errore d'attracco.

1. Introduzione

Il robot oggetto del presente elaborato si chiama Morgul. Esso fa parte della scuderia di robot appartenente al Laboratorio di Robotica Avanzata presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia. Morgul è un robot della serie Pioneer 3 fornito dalla Mobile Robots ed è utilizzato principalmente per ricognizione all'interno del laboratorio di robotica.

In questo elaborato si analizza e si risolve uno dei problemi più gravi che assillano Morgul: il corretto rientro nella stazione di ricarica al termine dei percorsi di ricognizione. La procedura di attracco sfrutta dei marker, posti dietro la docking station, per permettere il corretto allineamento del robot. Nella maggior parte delle situazioni, il metodo risulta sufficiente per consentire un'entrata corretta. Alcune volte però, accade che Morgul non sia direzionato correttamente verso l'ingresso della docking station; questo comporta l'urto del robot contro le pareti della stazione e il fallimento della procedura.

Nei capitoli seguenti verranno illustrati esaurientemente il problema e le soluzioni adottate.

2. Il problema affrontato

Alla fine dei percorsi di pattugliamento, Morgul deve rientrare nella docking station per potersi ricaricare. In linea puramente teorica, essendo i percorsi predefiniti, il robot dovrebbe sempre rientrare perfettamente nella stazione di ricarica, senza bisogno di alcun aiuto esterno. A causa di errori dovuti principalmente all'odometria, quanto appena detto può non essere vero. Per questo motivo esiste una procedura che si occupa dell'operazione di attracco, denominata "goHome", che fornisce una ragionevole sicurezza di un rientro corretto, pur tenendo conto dei fattori prima presentati.

Per il rientro, la procedura si avvale della telecamera del robot e di due lampadine poste dietro la docking station. Le lampadine sono allineate lungo l'asse centrale della stazione di ricarica. Individuandole e analizzando la posizione relativa che le luci assumono, Morgul è in grado di stabilire in che direzione si debba spostare per accedere alla docking station. Rumore di fondo o una posizione particolarmente defilata sono le principali cause del fallimento della procedura "goHome". Vi è inoltre un fattore che può portare il robot a deviare dalla traiettoria prevista: lo strato di sughero posto all'ingresso della stazione, con lo scopo di rendere più dolce il dislivello tra il pavimento e la base della docking station. Questo è deformato e caratterizzato da uno spessore variabile, il che può comportare lo slittamento delle ruote di Morgul, deviandole dalla traiettoria.

Dall'esperienza sul campo, si è scoperto che gli errori portano all'urto di Morgul contro le pareti della docking station. Gli urti più frequenti sono quelli riportati nelle figure 1 e 2, che illustrano i casi in cui il robot non riesce ad allinearsi correttamente con i due marker.

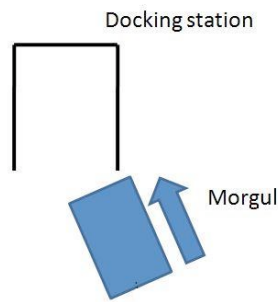


Fig. 1 - Urto contro la parete destra

Nelle immagini, la freccia indica la direzione del robot.

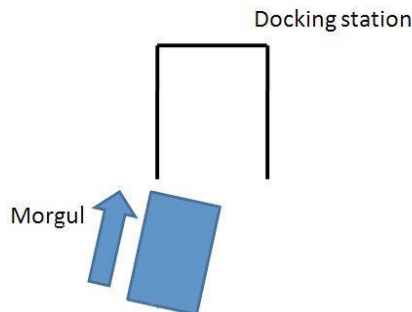


Fig. 2 - Urto contro la parete sinistra

La soluzione attualmente utilizzata di questo problema è costituita da una procedura che prevede l'arretramento di circa tre metri di Morgul, indipendentemente dalla tipologia dell'urto. Al termine del movimento viene effettuato un nuovo tentativo di attracco alla stazione di ricarica. Il tentativo viene ripetuto tre volte. Se entro questi termini Morgul non riesce ad arrivare a destinazione, si ferma nel punto in cui si trova e si spegne.

3. La soluzione adottata

Il paraurti anteriore del robot è dotato di cinque bumper, cui daremo una numerazione da 0 a 4, partendo da sinistra.

La procedura di recovery viene richiamata quando uno dei bumper di Morgul urta contro un ostacolo.

In seguito all'urto il robot blocca immediatamente i motori. Questo in genere fa lievemente indietreggiare Morgul, con il risultato di liberare il bumper premuto. In tal modo la procedura di recovery viene spesso richiamata senza sapere con quale bumper si è urtato contro l'ostacolo. Per questo motivo la prima operazione svolta, consiste nel far avanzare il robot finché non urta nuovamente. A questo punto si è in grado di decidere quale strategia applicare.

Sono state implementate tre diverse strategie di recovery, da utilizzarsi a seconda del bumper (o dei bumper) premuti.

Se vengono premuti i bumper 0 o 1, per quanto più sopra esposto, si suppone che Morgul abbia urtato contro la parete sinistra della docking station. Il robot viene quindi fatto indietreggiare con un

movimento ad “s” come riportato in figura 3. La freccia accanto a Morgul indica la direzione del robot al momento del contatto.

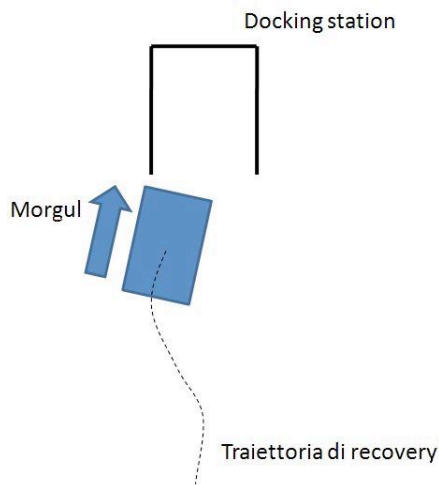


Fig. 3 - Strategia adottata per contatto anteriore sinistro

La prima parte della traiettoria ha lo scopo di riportare Morgul verso l'asse centrale della docking station, mentre la parte finale si occupa di dirizzarlo correttamente.

In caso di pressione dei bumper 3 o 4, il comportamento è simmetrico.

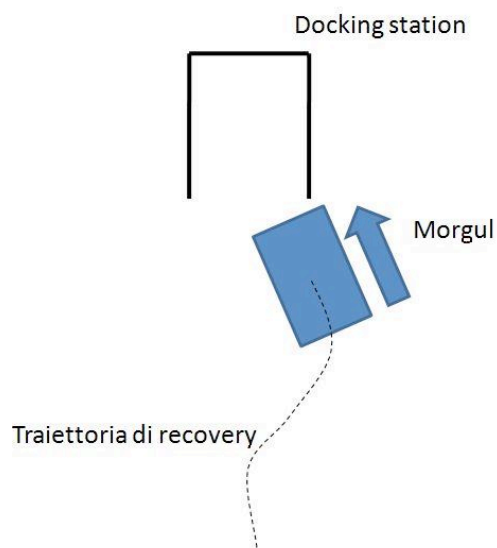


Fig. 4 - Strategia adottata per contatto anteriore destro

Come si evince dalla figura 4, in questo caso viene eseguita una traiettoria ad “s” rovesciata, con i medesimi obiettivi di quella descritta per la strategia precedente.

Nel caso di contatto con il bumper 2, situato al centro del paraurti anteriore, non è possibile adottare una delle tattiche illustrate. Il grosso problema di questo caso è la mancanza di informazioni che consentano di fare supposizioni sulla posizione. In caso di urto perfettamente centrale, l'unica strategia ragionevolmente perseguibile è quella di far indietreggiare Morgul in linea retta. In tal modo la procedura di docking, al tentativo successivo, dovrebbe permettere di calcolare una traiettoria migliore in virtù della maggiore distanza dalla docking station.

La valutazione dei bumper premuti avviene in sequenza, seguendo l'ordine (0,1,3,4,2). Questo per evitare conflitti nel caso di più bumper premuti. L'ordine, frutto di attente riflessioni, favorisce sempre i contatti dai quali è possibile ricavare utili informazioni. La strategia che fa solamente indietreggiare Morgul è applicata solo se nessun altro bumper, oltre al centrale, è stato urtato.

Il tempo di esecuzione di una singola strategia è di circa otto secondi. Le traiettorie ad “s” sono ottenute attivando per i primi quattro secondi un'azione che fa indietreggiare e ruotare il robot in un verso, per i restanti quattro secondi l'azione che lo fa indietreggiare ruotando nel verso opposto. Tali azioni sono state implementate ex novo, pesando attentamente i valori dei parametri di delta heading e di speed.

Durante l'esecuzione delle strategie sono sempre attivi i sonar posteriori, che causano l'arresto di Morgul nel caso in cui arrivi a meno di 25 centimetri da un ostacolo e ne provocano il rallentamento se si trova a meno di 60 centimetri. Il timeout impostato è quello sopraccitato di otto secondi.

4. Modalità operative

Il software in analisi viene richiamato dalla procedura “goHome” nel caso di un eventuale urto contro la docking station, come descritto nei capitoli precedenti. La chiamata della procedura “recoverdock” è senza parametri; le eventuali parametrizzazioni vanno fatte direttamente all'interno del codice, prima della compilazione.

4.1. Componenti necessari

Il codice sorgente è costituito dai seguenti file:

- main.cpp
- main.h
- ArActionRecDockDx.cpp
- ArActionRecDockDx.h
- ArActionRecDockSx.cpp
- ArActionRecDockSx.h

Altra componente necessaria per la corretta compilazione ed installazione del software, ma l'unica non fornita unitamente allo stesso, è la libreria “Aria”.

Infine, unitamente al pacchetto software, viene fornito anche un “Makefile”; esso è opportunamente configurato per compilare ed installare il software a bordo del robot “Morgul”. Per l'installazione su robot diversi è consigliabile verificare tale file.

4.2. Modalità di installazione

Per l'installazione si utilizza, con i privilegi di root, il comando “make install” che deve essere richiamato all'interno della directory del progetto; tale comando provvede a compilare i file del progetto e a copiare il compilato nelle apposite directory.

4.3. Parametrizzazioni

I parametri impostati per le azioni, sono quelli sperimentalmente risultati ottimali. Gli esperimenti sono stati svolti nell'ambiente in cui è stato sviluppato il software, ovvero il laboratorio di robotica avanzata dell'Università degli Studi di Brescia. Se lo si ritiene necessario, è possibile modificare tale parametrizzazione. Modificando la velocità (parametro speed con cui vengono create le ArAction dei gruppi “indietro_sx”, “indietro_dx” e “indietro_tutta”), si può modificare la distanza dalla docking station a cui si porta il robot per i diversi tentativi di rientro. Modificando il delta heading all'interno del codice sorgente delle ArActionRecDockSx e ArActionRecDockDx, si può modificare l'ampiezza delle

“s” che il robot compie. Rimane il fatto che gli effetti di tali modifiche sono da verificare di volta in volta empiricamente.

4.4. Avvertenze

Per avere una probabilità maggiore di riuscita della procedura “goHome”, anche nel caso di un iniziale errore, è consigliabile dare alla procedura “recoverdock” almeno 4 o 5 possibilità di intervento prima di decidere che ci si trova in una situazione irrecuperabile. Così facendo, “recoverdock” può portare Morgul all’attracco mediante piccoli miglioramenti iterati.

5. Conclusioni e sviluppi futuri

Il problema dell’errato ingresso di Morgul nella docking station si può ritenere ragionevolmente risolto. La procedura implementata e precedentemente descritta si è dimostrata particolarmente efficace. Si deve comunque sottostare a determinate condizioni; in particolare è fondamentale che Morgul riesca a individuare i marker per potersi direzionare in maniera corretta verso la stazione di ricarica e che non vi siano ostacoli che ne impediscono l’accesso.

Un possibile sviluppo futuro consiste nel dotare Morgul di laser. Mediante il laser e un’idonea mappa del laboratorio, è possibile un’identificazione abbastanza precisa della posizione del robot rispetto alla docking station. Sfruttando tali informazioni si potrebbero applicare delle politiche più accurate per il direzionamento di Morgul.

Bibliografia

- [1] ActivMedia Robotics: “Pioneer 3 & Pioneer 2 H8-Series Operations Manual”, www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Pioneer_3_documentation/P3-P2H8OpMan3.pdf, versione 3, agosto 2003.
- [2] ActivMedia Robotics: “ARIA overview 2.4.1”, www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Aria-Saphira_documentation/Current/ARIA_docs/, 2005.

Indice

SOMMARIO	1
1. INTRODUZIONE	1
2. IL PROBLEMA AFFRONTATO	1
3. LA SOLUZIONE ADOTTATA	2
4. MODALITÀ OPERATIVE	4
4.1. Componenti necessari	4
4.2. Modalità di installazione	4
4.3. Parametrazioni	4
4.4. Avvertenze	5
5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	5
BIBLIOGRAFIA	5
INDICE	6