



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

Laboratorio di Robotica Avanzata **Advanced Robotics Laboratory**

Corso di Robotica
(Prof. Riccardo Cassinis)

DEAMap

Elaborato di esame di:

**Gianluca Cavagnini, Simone
Dalola, Marco Scalvenzi**

Consegnato il:

29 luglio 2005

Sommario

Il lavoro prevede la realizzazione di una mappa relativa al Dipartimento di Elettronica per l'Automazione (DEA) della facoltà di Ingegneria di Brescia in un formato compatibile con il pacchetto software Aria - MobileEyes distribuito da Activmedia, al fine di agevolare i robot nella navigazione autonoma all'interno dello stesso dipartimento.

1. Introduzione

La disponibilità di efficienti e accurati sistemi di *mapping* per l'esplorazione di ambienti inizialmente sconosciuti è uno dei requisiti fondamentali nella robotica mobile autonoma. Questo lavoro si inserisce all'interno di un progetto più ampio che consiste nella navigazione del robot Speedy all'interno del Dipartimento di Elettronica per l'Automazione.

Per raggiungere le posizioni obiettivo impostate dall'utente il robot deve conoscere l'ambiente in cui si sta muovendo, deve essere in grado di localizzare la propria posizione corrente e quella dei goal in modo tale da poter calcolare, tramite un apposito algoritmo, il percorso da seguire.

Dal progetto "Sistema automatico per la consegna della posta all'interno del Dipartimento di Elettronica della Facoltà di Ingegneria", svolto dagli studenti Copeta e Ragnoli, è stata reperita una descrizione dell'ambiente in oggetto in un formato ormai in disuso e illustrato nei capitoli successivi. Da tale "world description file" è stata ricavata una mappa nel nuovo formato con estensione .map, supportato dal nuovo pacchetto software distribuito da ActivMedia, in seguito alla recente rottura fra quest'ultima e Kurt Konolige, che ha comportato il ritiro di tutto il software, determinando la necessità di cambiare il formato delle mappe preesistenti per poter continuare ad utilizzarle.

2. Il problema affrontato

Si inserisce in questo contesto la necessità di creare un file descrittivo per l'ambiente preso in esame integrabile con il pacchetto software a disposizione. Tale file costituisce la mappa che il robot è in grado di leggere per svolgere operazioni di localizzazione di se stesso e per dedurre l'esatta posizione di tutti gli ostacoli fissi e degli elementi strutturali in rapporto ad un opportuno sistema di riferimento.

Questa mappa viene utilizzata dal robot per pianificare, di volta in volta, il percorso più efficace per raggiungere un determinato obiettivo.

3. La soluzione adottata

Si è pertanto proceduto alla creazione della mappa adottando il seguente schema esecutivo:

- Reperimento delle informazioni sull'ambiente e individuazione degli ostacoli
- Traduzione della mappa in formato .map

3.1. Reperimento delle informazioni

Prima di creare la mappa per il robot è ovviamente necessario disporre di una descrizione dell'ambiente, nel nostro caso costituita dal file DEA_S.MAP realizzato dagli studenti Copeta e Ragnoli all'interno del progetto "Sistema automatico per la consegna della posta all'interno del Dipartimento di Elettronica

della Facoltà di Ingegneria". Tale file contiene le informazioni dimensionali dei corridoi e delle porte degli uffici del DEA.

E' tuttavia stato necessario rilevare ostacoli fissi per la navigazione del robot non descritti nel file sopraindicato; in particolare, si è proceduto alla misurazione in loco della zona occupata dall'attuale "auletta stampanti" che, nella mappa originaria, era un corridoio aperto e della colonnetta sporgente ad essa adiacente.

Per non perdere generalità e per poter utilizzare tale mappa anche in futuro, non sono stati rilevati ostacoli semi-mobili quali armadi e scaffali attualmente presenti.

3.2. Descrizione dei formati utilizzati per le mappe

Analizzando le mappe presenti negli elaborati svolti precedentemente, emerge la presenza di diversi formati per la descrizione degli ambienti, giustificata da differenti file di input accettati dai pacchetti software utilizzati nella stesura dei vari progetti.

Viene ora presentata una breve panoramica di tali formati:

- formato .MAP (utilizzato dagli studenti Copeta e Ragnoli per il file DEA_S.MAP)
- formato .wld di Saphira
- formato .map attualmente supportato dal pacchetto software Aria – MobileEyes.

3.2.1. Formato .MAP

Questo formato si basa sulla definizione di un insieme di procedure per la creazione e l'utilizzo di mappe di ambienti interni. Il mondo reale è definito attraverso l'uso di cinque diversi artefatti e una mappa non è altro che un'insieme di tali oggetti.

Un ambiente interno è generalmente composto da corridoi (artefatto CORRIDOR), porte (DOOR) e muri (WALL), LANE e JUNCTION.

Ogni oggetto è definito tramite cinque parametri (Xcentro ,Ycentro , Th, Lunghezza, Larghezza), come nell'esempio sotto riportato.

```
;;      Xcentro Ycentro Th   Lunghezza Larghezza
CORRIDOR (1) -9600, -32500, 90, 37400, 2300
WALL (1) 0, 400, 0, 2300
DOOR (56) -8300, -41700, 180, 900
JUNCTION (1) -1150, -15400, 0, 2100
```

Le prime tre coordinate (Xcentro ,Ycentro, Th) rappresentano il centro dell'oggetto in millimetri e in gradi rispetto ad un adeguato sistema di riferimento, come riportato in figura 1.

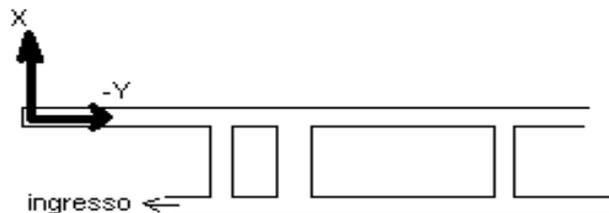


Figura 1: Il sistema di riferimento per i file .MAP

La quarta e la quinta coordinata rappresentano rispettivamente la lunghezza e la larghezza dell'oggetto, come chiaramente espresso nella figura 2.

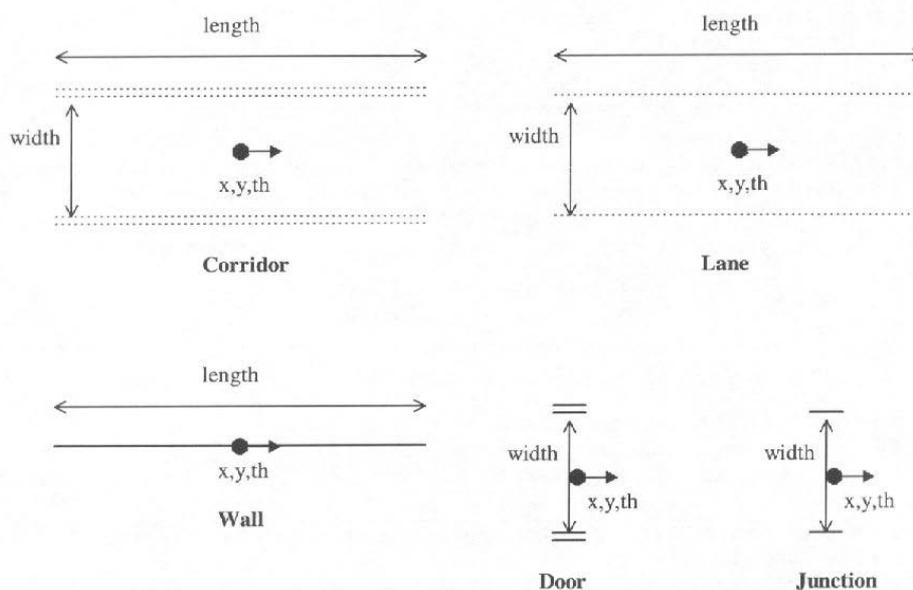


Figura 2: Descrizione degli artefatti

3.2.2. Il formato .wld

In tale formato, l'ambiente è definito da un insieme di linee espresse tramite quattro coordinate (Xstart, Ystart, Xend, Yend) che identificano gli estremi del segmento considerato.

Il sistema di riferimento è quello cartesiano classico illustrato in figura 3.

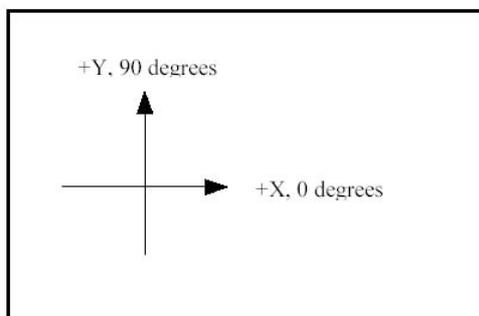


Figura 3: Il sistema di riferimento per file .wld

I file possono essere creati e modificati in due modi:

- I. Tramite il programma Mapper
- II. Manualmente, tramite un qualunque editor di testo

Si consiglia tuttavia di creare e modificare sempre manualmente i file con un editor di testo e non con Mapper, in quanto il salvataggio dei file con questo programma comporta la perdita di tutti i commenti contenuti nel file (specificati dal carattere “;” all’inizio della riga), che aiutano gli utenti nell’identificazione degli oggetti.

È possibile inoltre inserire dei punti-obiettivo (“goal points”) sia utilizzando Mapper che inserendo le seguenti righe:

```
Start Goal x y "goal_name"
End
```

Ulteriori informazioni non menzionate in questo paragrafo si possono reperire nel vecchio manuale Saphira.

3.2.3. Il formato .map

➤ **Attenzione: la mancanza di documentazione ActivMedia non consente di illustrare approfonditamente questo formato di mappa.**

Ad un esame superficiale non sembra che le informazioni contenute nei file .map e .wld siano molto differenti, tranne per il fatto che i file .map possono contenere descrizioni di oggetti effettuati per punti anziché per linee; queste descrizioni derivano dalle letture del sensore laser SICK, utilizzato per il Self Localization and Mapping. La documentazione del formato .map sembra essere inesistente.

I file .map possono essere creati e modificati in tre differenti modi:

- I. Manualmente, tramite un qualunque editor di testo
- II. Tramite il programma Mapper, che produce in uscita file .wld da convertire con il programma “Converter” disponibile sul sito web del Laboratorio di Robotica Avanzata (ARL).
- III. Mediante il programma Mapper3 Basic, che legge solo file .map e produce file .map, oltre che in vari formati grafici.

Anche in questo caso è possibile inserire dei punti-obiettivo (“goal points”) sia utilizzando Mapper e Mapper 3 Basic che inserendo la seguente riga:

```
Cairn: Goal x y th "" ICON "nomeGoal"
```

È possibile anche indicare la “home position” del robot sia in Mapper e Mapper 3 Basic che inserendo la seguente istruzione:

```
Cairn: RobotHome x y th "" ICON "Home"
```

È inoltre possibile indicare linee e aree proibite interdette al robot tramite Mapper 3 Basic oppure inserendo le opportune istruzioni, come in esempio:

```
Cairn: ForbiddenArea 13862 -18332 0 "" ICON "" 13862 -18332  
50950 -10918
```

```
Cairn: ForbiddenLine 23267 -1268 0 "" ICON "" 23267 -1268 20629  
-1268
```

Si consiglia tuttavia di creare e modificare sempre manualmente i file con un editor di testo e non con Mapper 3 Basic, in quanto il salvataggio dei file con questo programma comporta la perdita di tutti i commenti contenuti nel file (semplicemente inseriti nel file di testo), che aiutano gli utenti nell’identificazione degli oggetti.

3.3. Creazione della nuova mappa

Una volta acquisite tutte le informazioni necessarie relative alle dimensioni fisiche e alla struttura del DEA, si è proceduto alla creazione di un world description file nel formato .map secondo le modalità illustrate nel paragrafo precedente.

Nonostante la possibilità di redigere la mappa tramite Mapper 3 Basic, si è preferito l’inserimento manuale delle coordinate tramite editor di testo per ottenere una maggior precisione.

Successivamente, tramite Mapper3 Basic, sono state definite alcune aree proibite.

Il pianificatore delle traiettorie contenuto in Arnl funziona correttamente solo se il file di descrizione del mondo (.map) contiene sia le linee che descrivono il bordo degli ostacoli, sia gli ostacoli stessi rilevati sotto forma di punti da un laser range scanner. Dal momento che siamo sprovvisti dei punti dei singoli ostacoli, tramite il programma “Conditioner”, disponibile sul sito dell’ARL, abbiamo associato ad ogni linea un certo numero di punti, non posizionati esattamente sulla linea ma spostati di 10 mm a destra e di altrettanti in alto. Per ulteriori indicazioni sull’utilizzo di Conditioner, si consulti il Technical Report “Preparazione delle mappe per robot Pioneer” del professor R. Cassinis.

Sono state realizzate diverse versioni della stessa mappa in funzione delle esigenze di impiego:

- DEA.map: versione completa della mappa;
- DEA_noPorte.map: versione della mappa senza le porte, in quanto il robot, a causa della scarsa sensibilità dei sensori, ha difficoltà a distinguere una porta chiusa dal muro.

A tali mappe sono poi stati aggiunti sei goal e sono stati realizzati rispettivamente i file DEA_goal.map e DEA_noPorte_goal.map.

Successivamente, tramite il Conditioner, sono stati aggiunti i punti alle linee dei file sopra elencati e si sono definiti rispettivamente i file DEA_punti.map, DEA_noPorte_punti.map, DEA_goal_punti.map e DEA_noPorte_goal_punti.map.

4. Modalità operative

Si descrivono ora le indicazioni utili per i principali possibili utilizzi dei file realizzati, come l’installazione, l’utilizzo e la modifica.

4.1. Componenti necessari

L’utilizzo dei file realizzati necessita l’installazione dei pacchetti software Aria, Arnl, MobileEyes (ed eventualmente MobileSim per la simulazione) ed ovviamente di un editor di testo o del programma Mapper3 Basic. Tutti questi software sono disponibili sul sito web <http://robots.activmedia.com/>.

4.2. Modalità di installazione

Una volta installato il software necessario, è sufficiente copiare i file .map forniti in una directory accessibile in scrittura all’utente.

4.3. Modalità di utilizzo

I pacchetti software di ActivMedia sono forniti sia per i sistemi operativi Windows 9x/2000/XP che per Linux. Tuttavia, visto che il loro funzionamento risulta più stabile ed affidabile per quest’ultimo S.O., vengono di seguito illustrate le modalità di utilizzo da adottare nei diversi software nel S.O. Linux:

- **MobileSim**: all’interno della finestra principale di MobileSim, per caricare un world description file è sufficiente indicare il path e la mappa desiderata e cliccare sul pulsante “Load Map” nella schermata iniziale.
- **guiServerSonar**: dopo essersi recati nella directory /usr/local/Arnl/examples, digitare nella shell (\$ indica il prompt)

```
$ ./guiServerSonar -map /mapPath/mapName.map
```

dove “mapPath” indica la directory dove è situato il file della mappa e “mapName” indica la mappa stessa.

- **MobileEyes**: avendo l’accortezza di lanciare guiServerSonar con l’opportuna mappa prima di MobileEyes, il guiServerSonar provvede a passare la mappa specificata a MobileEyes.

- **Mapper3 Basic:** è sufficiente caricare la mappa selezionando la voce “Open” dal menù “File” ed indicare il mondo scelto. Successivamente è possibile modificare la mappa, inserire i goal e indicare le aree proibite, avvalendosi degli appositi comandi.

4.4. Note sui punti-obiettivo predefiniti

Nella mappa sono stati definiti alcuni goal che indicano le posizioni di punti da far raggiungere al robot. Un semplice modo per far raggiungere al robot i punti specificati è quello di utilizzare la funzione “Tour Goals” di MobileEyes.

4.5. Avvertenze

- **Visti i continui aggiornamenti del software, si tenga presente che questa relazione è riferita all’impiego delle seguenti release: MobileSim 0.1.1, Aria 2.3.3, SonARNL 1.3.3, MobileEyes 1.2.2 e Mapper3Basic 1.2.1.**

5. Conclusioni e sviluppi futuri

In conclusione, si sono realizzati otto world description file per la navigazione autonoma del robot all’interno del Dipartimento di Elettronica per l’Automazione.

Nelle figure sotto riportate sono rappresentate le mappe del DEA, rispettivamente con (figura 4) e senza porte (figura 5), così come visualizzate con Mapper3 Basic. Si notino, in color arancione, le zone proibite al robot.

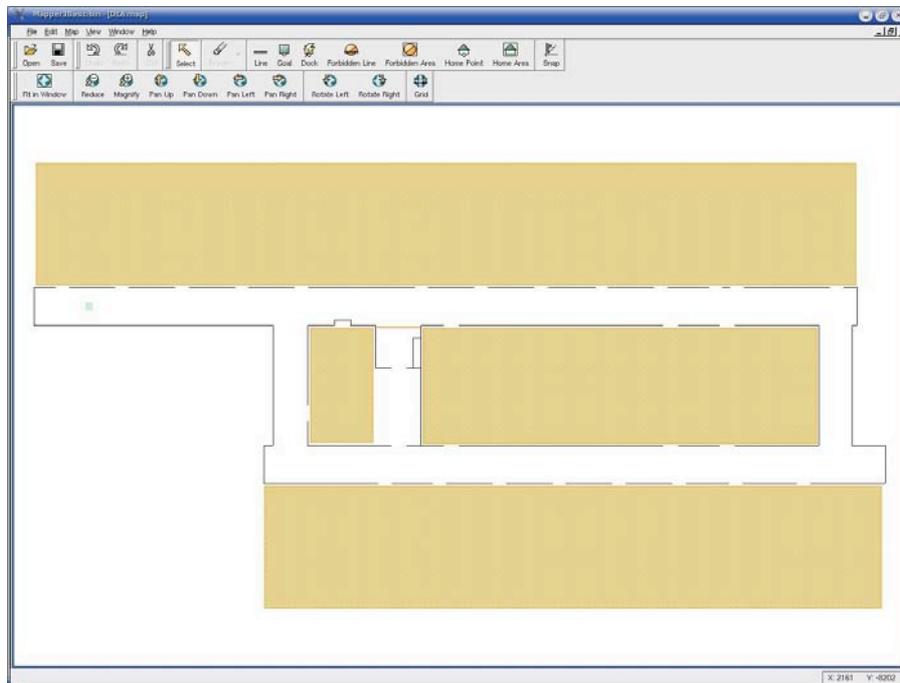


Figura 4: Mappa DEA.map

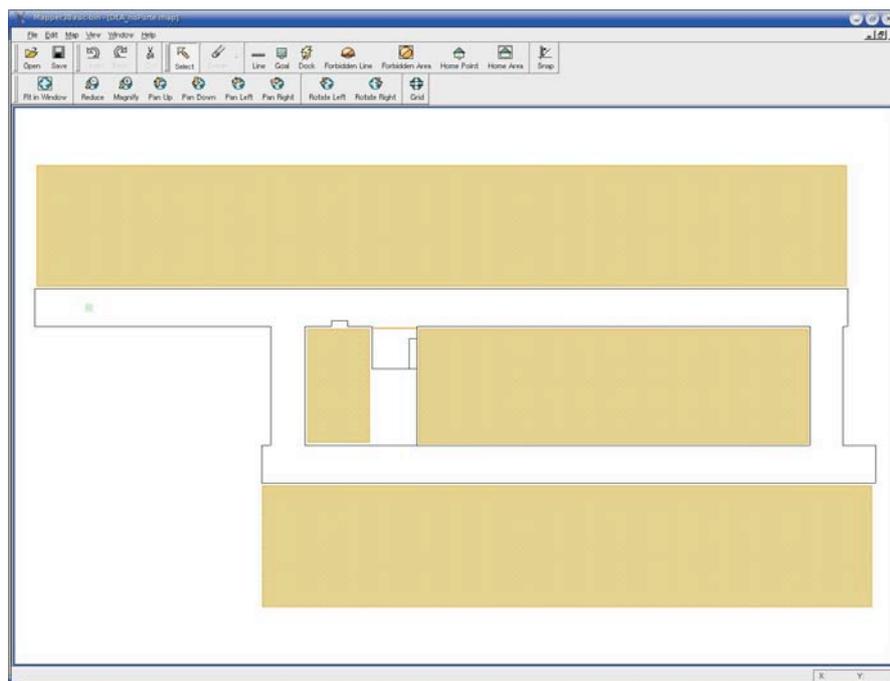


Figura 5: Mappa DEA_noPorte.map

La struttura dei file delle mappe consente di modificare ed espandere facilmente la mappa stessa in vista di un possibile uso futuro.

A titolo di esempio, viene di seguito riportato il listato della mappa DEA.map , in cui sono chiaramente indicati, con i relativi commenti, i corridoi e le porte che costituiscono il DEA.

```

2D-Map
Resolution: 0
LineMinPos: 0 -10750
LineMaxPos: 51200 1150
NumLines: 61
Cairn: ForbiddenArea 23391 -8326 0 "" ICON "" 23391 -8326 47088 -1305
Cairn: ForbiddenArea 16610 -8262 0 "" ICON "" 16610 -8262 20374 -1315
Cairn: ForbiddenArea 121 1323 0 "" ICON "" 121 1323 49429 8733
Cairn: ForbiddenArea 13862 -18332 0 "" ICON "" 13862 -18332 50950 -
10918
Cairn: ForbiddenLine 23267 -1268 0 "" ICON "" 23267 -1268 20629 -1268
Cairn: RobotHome 3300 0 0 "" ICON "Home"
LINES

Parete superiore del corridoio superiore

0 1150 1300 1150
2100 1150 4900 1150
5700 1150 8500 1150
9300 1150 12100 1150
12900 1150 15700 1150
16500 1150 22900 1150
23700 1150 26500 1150
27300 1150 30100 1150
30900 1150 33800 1150
34500 1150 37300 1150

```

38100 1150 40600 1150
41400 1150 41900 1150
42700 1150 47900 1150
48700 1150 49500 1150

Parete inferiore del corridoio superiore

0 -1150 14350 -1150
16450 -1150 18050 -1150
18050 -1150 18050 -810
18050 -810 19050 -810
19050 -810 19050 -1150
19050 -1150 20550 -1150
23250 -1150 24650 -1150
25550 -1150 37850 -1150
38750 -1150 41250 -1150
42150 -1150 47200 -1150
49200 -1150 49500 -1150

Parete superiore del corridoio inferiore

13800 -8450 14350 -8450
16450 -8450 21500 -8450
22400 -8450 24650 -8450
25550 -8450 37850 -8450
38750 -8450 41250 -8450
42150 -8450 47200 -8450
49200 -8450 51200 -8450

Parete inferiore del corridoio inferiore

13800 -10750 20700 -10750
21500 -10750 24000 -10750
24800 -10750 27600 -10750
28400 -10750 31200 -10750
32000 -10750 34800 -10750
35600 -10750 38400 -10750
39200 -10750 41800 -10750
42600 -10750 45900 -10750
46700 -10750 51200 -10750

Primo corridoio verticale

14350 -1150 14350 -8450
16450 -1150 16450 -6050
16450 -6950 16450 -8450

Secondo corridoio verticale

20550 -1150 20550 -3730
23250 -1150 23250 -8450
20550 -3730 21500 -3730
22400 -3730 23250 -3730
22790 -3730 22790 -1900
22790 -1900 23250 -1900

Terzo corridoio verticale

```

47200 -1150 47200 -8450
49200 -1150 49200 -8450

Chiusura corridoio superiore SX

0 1150 0 -1150

Chiusura corridoio superiore DX

49500 1150 49500 -1150

Chiusura corridoio inferiore SX

13800 -8450 13800 -10750

Chiusura corridoio inferiore DX

51200 -8450 51200 -10750

DATA

```

Bibliografia

La bibliografia deve essere indicata seguendo uno standard ben preciso. Lo stile da usare è lo stile “Biblio”, che numera automaticamente i riferimenti.

- [1] “Saphira Software Manual”, http://www.ing.unibs.it/~cassinis/docs/documentation/Aria-Saphira_documentation/Old/saphman62c.pdf
- [2] “Saphira Reference Manual”, http://www.ing.unibs.it/~cassinis/docs/documentation/Aria-Saphira_documentation/Old/Saphira-Reference.pdf
- [3] Cassinis, R.: Technical Report “Preparazione delle mapper per robot Pioneer”, <http://www.ing.unibs.it/~cassinis/docs/documentation/Internal reports/Rapporto mappe.pdf>.
- [4] Copeta, M. et Ragnoli, R.: Elaborato “Sistema automatico per la consegna della posta nel Dipartimento di Elettronica della Facoltà di Ingegneria”, http://www.ing.unibs.it/~cassinis/docs/projects/Nav_01.pdf
- [5] Bartolini, P. et Schutz, M.: Technical Report “World description file per la navigazione in ARL e nel cortile di facoltà”, http://www.ing.unibs.it/~cassinis/docs/projects/Nav_14.pdf

Indice

SOMMARIO	1
1. INTRODUZIONE.....	1
2. IL PROBLEMA AFFRONTATO	1
3. LA SOLUZIONE ADOTTATA	1
3.1. Reperimento delle informazioni	1
3.2. Descrizione dei formati utilizzati per le mappe	2
3.2.1. Formato .MAP	2
3.2.2. Il formato .wld	3
3.2.3. Il formato .map	4
3.3. Creazione della nuova mappa	4
4. MODALITÀ OPERATIVE.....	5
4.1. Componenti necessari	5
4.2. Modalità di installazione	5
4.3. Modalità di utilizzo	5
4.4. Note sui punti-obiettivo predefiniti	6
4.5. Avvertenze	6
5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	6
BIBLIOGRAFIA	9
INDICE.....	10