



Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione
Consiglio Nazionale delle Ricerche



MM&A

Micro Manipulation and Assembly

SCOM



SPECIFICHE SISTEMA DI COMUNICAZIONE

ARCHITETTURA SISTEMA DI CONTROLLO DELLA CELLA,
SISTEMA DI COMUNICAZIONE DELLA CELLA

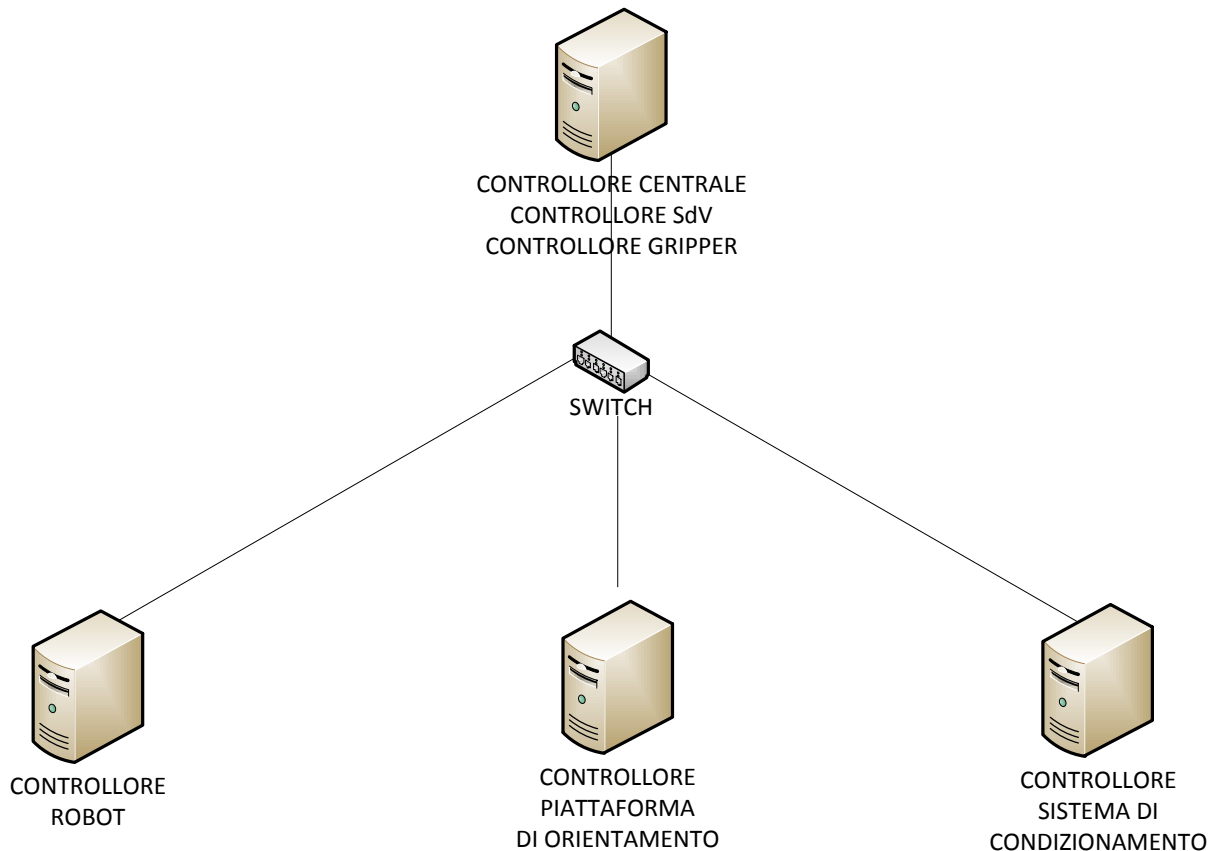
Documento interno		MM&A-PRIN2009-SCOM	
Progetto	PRIN2009	Coordinatore scientifico	Prof. Giovanni Legnani
Data	08/03/2013	N° pagine	12

6			
5			
4			
3			
2			
1	Prima emissione	ITIA/UniBS	08/03/13
Rev.	Descrizione	Autore	Data

Indice

1	Architettura Sistema Di Controllo della Cella	3
2	Sistema di Comunicazione della Cella.....	4
3	Logica Sistema di Comunicazione	4
4	Lessico Sistema di Comunicazione.....	5
4.1	Stato.....	7
4.2	Servo ON/OFF.....	7
4.3	Set Override	7
4.4	Movimento Pto-Pto in Posizione Assoluta (o Relativa).....	8
4.5	Movimento Pick-&-Place.....	8
4.6	Stop Movimento	8
4.7	Reset.....	8
4.8	Chiudere Connessione.....	9
4.9	Acquisire Immagine.....	9
4.10	Aprire/Chiudere Gripper	9
5	Elenco Errori.....	10
6	Esempio Task Pick-&-Place	11

1. ARCHITETTURA SISTEMA DI CONTROLLO DELLA CELLA



Il controllo delle operazioni da effettuare nella cella di micromanipolazione è gestito dal controllore centrale, che invia i comandi e riceve informazioni dai tre dispositivi cooperanti nella cella (controllore robot, controllore piattaforma orientamento, controllore sistema di condizionamento) attraverso un sistema di comunicazione.

Il controllore centrale inoltre è sia controllore del sistema di visione che controllore del gripper del robot. Per questo motivo i comandi e le informazioni di questi dispositivi non viaggiano attraverso il sistema di comunicazione, ma vengono gestiti direttamente dal controllore centrale.

2. SISTEMA DI COMUNICAZIONE DELLA CELLA

Il sistema di comunicazione è via cavo Ethernet con protocollo di comunicazione TCP/IPv4.

Ogni dispositivo sarà identificato da un INDIRIZZO IP.

CONTR. CENTRALE → SLAVE/CLIENT DI RETE

DISPOSITIVI → MASTER/SERVER DI RETE

Lo slave di rete (controllore centrale) apre tre diverse connessioni contemporaneamente verso i master di rete (controllore robot, controllore piattaforma orientamento, controllore sistema condizionamento) e le tiene aperte per tutta la durata del task. I master di rete rimangono in attesa della comunicazione con lo slave di rete. Lo slave di rete manda il comando selettivamente sul canale di connessione del master di rete selezionato. Le comunicazioni tra lo slave e i master di rete sono aperte su porte diverse.

N.B.) La definizione di master e slave di rete hanno solo significato a livello di comunicazione, ma non a livello logico di gestione della cella (dove il controllore centrale è il master e i dispositivi sono gli slave).

	CONTROLLORE CENTRALE (CC)	CONTROLLORE ROBOT (RC)	CONTROLLORE PIATTAFORMA D'ORIENTAMENTO (OPC)	CONTROLLORE SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO (CSC)
INDIRIZZO IP	192.168.0.22	192.168.0.1	192.168.0.2	192.168.0.3
PORTA COMUNICAZIONE CON C.C.		2001	2002	2003

3. LOGICA SISTEMA DI COMUNICAZIONE

Il controllore Centrale (Slave) è in attesa della comunicazione con i dispositivi.

Una volta che tutti i controllori dei dispositivi (Master) sono pronti a comunicare con il controllore centrale (Slave) può iniziare il Task.

Il controllore centrale invia l'istruzione all'indirizzo del dispositivo da interrogare. Il dispositivo interrogato risponde (immediatamente) al comando ricevuto.

Una volta finito il task il Controllore Centrale chiude la connessione con i dispositivi.

4. LESSICO SISTEMA DI COMUNICAZIONE

Istruzione:

L'Istruzione è codificata da una STRINGA di N byte. I primi 3 caratteri rappresentano il comando inviato:

Comando di testa (sempre 3 CARATTERI), Dato da inviare (N CARATTERI), Fine Comando (2 CARATTERI che indicano la fine del dato: Carriage Return + Line Feed, Cr Lf)

Risposta:

La risposta è codificata da una STRINGA di N byte, costituita:

Comando in Testa (sempre 2 CARATTERI), Dato da inviare (N CARATTERI), Fine Dato (2 CARATTERI che indicano la fine del dato: Carriage Return + Line Feed, Cr Lf)

Il comando in testa può essere:

OK: se non si sono verificati Errori. In questo caso il comando di testa è seguito dal dato da inviare (se è previsto).

ER: se si sono verificati Errori. In questo caso il comando di testa è sempre seguito dal numero identificativo dell'errore verificatosi

N.B.)

- Il simbolo Cr indica il carattere Carriage Return (codice ASCII 13)

- Il simbolo Lf indica il carattere Line Feed (codice ASCII 10)

- le coordinate della posa del Robot e della Piattaforma sono rappresentate da numeri Double (32 bit → 4 byte) che vengono poi trasformati in stringhe ASCII (ogni carattere 8 bit → 1 byte).

Il dato rappresentato in caratteri ASCII è così definito:

- lunghezze espresse in mm
- formato ASCII per la rappresentazione delle posizioni [mm] Sxxx.yyy (1 carattere per il segno, 3 caratteri per la parte interna, il carattere '.' e 3 caratteri per la parte decimale) → 8 caratteri
- rotazioni espresse in radianti
- formato ASCII per la rappresentazione delle rotazioni [rad] Sxx.yyyy (1 carattere per il segno, 2 cifre per la parte intera, il carattere '.' e 4 cifre per la parte decimale) → 8 caratteri

- I Numeri interi sono rappresentati da numeri a 16 bit (→ 2 byte) che vengono poi trasformati in stringhe ASCII (ogni carattere 8 bit→ 1 byte).

I numeri interi in caratteri ASCII sono così definiti:

- formato ASCII per la rappresentazione del numero intero Sxxxx (1 carattere per il segno, 5 per il numero decimale). Esempio: 0 = +00000 ; 1 = + 00001 ; → 6 caratteri

ISTRUZIONI:

RISPOSTE:

(Per Robot e Piattaforma)

- STATO	- POSIZIONE, INFO MOVIM., STATO MACCHINA, ERRORE
- SERVO ON/OFF	- OK ESEGUITO/ERRORE
- SET OVERRIDE (0-100 %)	- OK ESEGUITO/ERRORE
- MOVIMENTO PTO-PTO (POSIZIONE ASSOLUTA)	- PARTITO/ERRORE
- MOVIMENTO PTO-PTO (POSIZIONE RELATIVA)	- PARTITO/ERRORE
- MOVIMENTO PICK-&-PLACE	- OK ESEGUITO/ERRORE
- STOP MOVIMENTO	- OK ESEGUITO/ERRORE
-RESET	- OK ESEGUITO/ERRORE
-CHIUDERE CONNESSIONE	- OK ESEGUITO/ERRORE

(Per SdV)

- ACQUISIRE IMMAGINE	- IMMAGINE ACQUISITA/ERRORE
----------------------	-----------------------------

(Per Gripper)

- APRIRE/CHIUDERE GRIPPER	- OK ESEGUITO/ERRORE_
---------------------------	-----------------------

N.B.)

In realtà i comandi ACQUISCI IMMAGINE E APRI/CHIUDI GRIPPER non viaggiano attraverso il sistema di comunicazione perché sono gestiti direttamente dal Controllore Centrale. Per completezza si è deciso di definirli nel caso in cui venissero gestiti da controllori dedicati.

4.1 STATO

Stato del dispositivo:

- INFORMAZIONE DI MOVIMENTO IN CORSO (T: MOVIMENTO ; F: FERMO)
- POSIZIONE (X,Y,Z,C per ROBOT e A,B per PIATTAFORMA)
- STATO MACCHINA (SERVO ON/OFF) → (T:ON ; F: OFF)
- OVERRIDE (0-100%) → velocità del movimento
- ERRORE (NUMERO INTERO CHE RAPPRESENTA L'ERRORE VERIFICATOSI; 0=No Error)

Istruzione: STACrLf → 5 CARATTERI

Risposta:

dal Robot: OK, T oppure F (informazione di movimento), 8 CARATTERI (X), 8 CARATTERI (Y), 8 CARATTERI (Z), 8 CARATTERI (C), T oppure F (stato macchina), 6 CARATTERI (override), 6 CARATTERI (numero errore),CrLf→ TOT 50 CARATTERI

dalla Piattaforma: OK, T oppure F (informazione di movimento), 8 CARATTERI (A), 8 CARATTERI (B), T oppure F (stato macchina), 6 CARATTERI (override), 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → TOT 34 CARATTERI

4.2 SERVO ON/OFF

Accende o spegne i servomotori del dispositivo (Robot o Piattaforma)

Istruzione: - SERVO ON: SRVONCrLf → 7 CARATTERI

- SERVO OFF: SRVOFCrLf → 7 CARATTERI

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

- NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → 10 CARATTERI

4.3 SET OVERRIDE

Setta l'Override (0-100%) del dispositivo

Istruzione: OVR, 6 CARATTERI (rappresentano numero da 0 a 100), CrLf → 11 CARATTERI

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

- NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → 10 CARATTERI

4.4 MOVIMENTO PTO-PTO IN POSIZIONE ASSOLUTA (o RELATIVA)

Istruzione:

per Robot: MOV, A(assoluta) oppure R (relativa), 8 CARATTERI (X), 8 CARATTERI (Y), 8 CARATTERI (Z), 8 CARATTERI (C), CrLf → TOT 38 CAR.

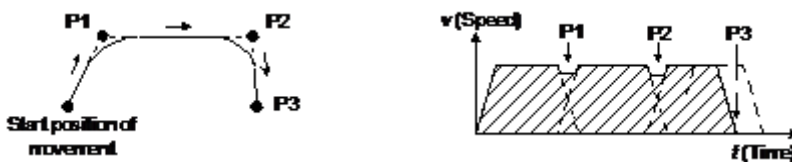
per Piattaforma: MOV, A(assoluta) oppure R (relativa), 8 CARATTERI (A), 8 CARATTERI (B), CrLf → TOT 22 CAR.

Risposta: -PARTITO: OKCrLf → 4 CAR.

- NON PARTITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → 10 CARATTERI

4.5 MOVIMENTO PICK-&-PLACE (solo per Robot)

Movimento continuo costituito da tre tratti raccordati (potrebbero essere anche di più).



Bisogna decidere con UNIBG come definire il comando.

Istruzione: Da definire con UNIBG

Risposta: -PARTITO: OKCrLf → 4 CAR.

- NON PARTITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → 10 CARATTERI

4.6 STOP MOVIMENTO

Ferma il movimento del Robot o della Piattaforma

Istruzione: STPCrLf → 5 CAR.

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

-NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CrLf → 10 CARATTERI

4.7 RESET

Inizializzare il dispositivo e portarlo in uno stato certo e sicuro (HOME). Bisogna decidere le operazioni di reset con UNIBG e UNIPM.

Istruzione: RSTCrLf → 5 CAR.

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

-NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CRLF → 10 CARATTERI

4.8 CHIUDERE CONNESSIONE

Istruzione: CLOCrLf → 5 CAR.

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

-NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CRLF → 10 CARATTERI

4.9 ACQUISIRE IMMAGINE

(in realtà non dovrebbe servire perché il controllore del SdV è lo stesso Controllore Centrale)

Istruzione: ACQ, 6 CARATTERI (ID telecamera), CrLf → 11 CAR.

Risposta: -OK ACQUISTA: OKCrLf → 4 CAR.

-NON ACQUISITA: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CRLF → 10 CARATTERI

4.10 APRIRE/CHIUDERE GRIPPER

(in realtà non dovrebbe servire perché il controllore del gripper è lo stesso Controllore Centrale)

Istruzione: - APRI GRIPPER: HND, 6 CARATTERI (numero identificativo del gripper), OPENCrLf → 15 CAR.

- CHIUDI GRIPPER: HND, 6 CARATTERI (numero identificativo del gripper), CLOSECrLf → 15 CAR.

Risposta: -OK ESEGUITO: OKCrLf → 4 CAR.

-NON ESEGUITO: ER, 6 CARATTERI (numero errore), CRLF → 10 CARATTERI

N.B.)

Caso Gripper a vuoto controllato da 2 valvole 2-2 monostabili, una per l'attivazione del vuoto e l'altra per l'attivazione del soffio.

-N° ID. GRIPPER: 0 → ATTIVAZIONE/DISATTIVAZIONE VUOTO

-N° ID. GRIPPER:1 → ATTIVAZIONE/DISATTIVAZIONE SOFFIO

Esempi:

Istruzione	Risposta	Spiegazione
STACrLf (al Robot)	OKF+010.000-002.000+005.999-01.2322T+00080+00000CrLf	-ROBOT FERMO -POSIZIONE x=10, y=-2 , z= 5.999 , C=-1.2322 -SERVO ON -OVERRIDE = 80 % -NO ERROR *si osservino gli zeri iniziali nei numeri per riempire tutte i caratteri del campo*
SRVONCrLf (alla Piattaforma)	OKCrLf	ACCESI I SERVOMOTORI DELLA PIATTAFORMA
OVR+00050CrLf (al Robot)	OKCrLf	SETTATO L'OVERRIDE DEL ROBOT AL 50%
MOVA+010.000-002.000+005.999-01.2322CrLf (al Robot)	OKCrLf	Muovi Il Robot in posizione x=10, y=-2 , z= 5.999 , C=-1.2322
STPCrLf (alla Piattaforma)	OKCrLf	STOP MOVIMENTO PIATTAFORMA

5. ELENCO ERRORI

Lista provvisoria da completare, correggere ed integrare a cura di UnivPM, UniBG in cooperazione con ITIA, UniBS.

Gli errori sono identificati da Numeri Interi con segno a 5 cifre.

N° errore	Tipo di Errore	Spiegazione/Rimedio
+00000	No errore	
+00001	Errore generico	
+00002	Errore Servomotore 1	

+00003	Errore Servomotore 2	
--------	----------------------	--

6. ESEMPIO TASK PICK-&-PLACE

Esempio di Task: P&P con gripper a vuoto e vacuostato (valore basso = non raggiunta la soglia di depressione, valore alto = superata la soglia di depressione):

- 1) Il CC è in attesa che tutti i controllori dei dispositivi siano pronti a comunicare.
- 2) I dispositivi sono pronti per comunicare
- 3) Il CC invia istruzione di attivare i servomotori a RC e OPC.
- 4) Il CC invia istruzione settaggio OVRD a RC e OPC.
- 5) Il CC invia l'istruzione MOV posizione di HOME a RC e a OPC.
- 6) Il controllore centrale continua a chiedere a RC e OPC se Robot e Piattaforma hanno finito il movimento (istruzione STA a R e a PO).
- 7) Quando R e PO si sono fermati (arrivati in HOME), il CC invia l'istruzione MOV FOTO CAMERA 1 a RC, affinché il robot si sposti nella posizione FOTO CAMERA 1 in cui sia possibile acquisire immagini della zona di presa → In base al setup e agli ingombri della cella questa fase potrebbe non servire.
- 8) Il CC continua a chiedere al RC se il Robot ha finito il movimento (istruzione STA a R)
- 9) Quando il robot si è fermato (arrivato in FOTO CAMERA 1), il CC invia richiesta al SdV di identificare oggetto da prendere (ISTRUZIONE ACQ al SdV)
- 10) In base all'oggetto identificato da dover prendere, il CC invia a OPC la posa per la piattaforma affinché la faccia con l'impronta dell'oggetto identificato sia perpendicolare al gripper e parallela al piano focale del SdV (istruzione MOV alla piattaforma)
- 11) Il CC invia l'istruzione MOV FOTO CAMERA 2 a RC, affinché il robot si sposti nella posizione FOTO CAMERA 2 in cui sia possibile acquisire immagini della zona di rilascio → In base al setup e agli ingombri della cella questa fase potrebbe non servire
- 12) Il CC continua a chiedere al RC e al OPC se Robot e Piattaforma hanno finito il movimento (istruzione STA)
- 13) Quando la piattaforma e il robot sono fermati, il CC invia richiesta al SdV per identificare la cava di rilascio (ISTRUZIONE ACQ al SdV).
- 14) Il CC invia al RC la posizione per prendere l'oggetto (ISTRUZIONE MOV al robot)
- 15) Il CC attiva il vuoto per far prendere al gripper l'oggetto (ISTRUZIONE HND OPEN Gripper 0)

16) Il CC continua a chiedere al RC se il Robot ha finito il movimento (istruzione STA al robot)

17) Se prima che il Robot arrivi nella posizione comandata, il vacuostato del gripper a vuoto passa dallo stato BASSO allo stato ALTO, il CC invia l'istruzione di stop al RC perché l'oggetto è stato preso (istruzione ITR al robot)

18) Quando il Robot è fermo, il CC invia al RC la posizione per rilasciare l'oggetto (ISTRUZIONE MOV al robot)

19) Il CC continua a chiedere al RC se il Robot ha finito il movimento (istruzione STA al robot)

20) Se durante le fasi 18 o 19 il vacuostato del gripper a vuoto non è nello stato ALTO , vuol dire che l'oggetto non è stato preso oppure è stato perso, per cui il CC invia l'istruzione di stop al RC (istruzione ITR), spegne il vuoto (ISTRUZIONE HND CLOSE Gripper 0) e ritorna al punto 7.

21) Quando il robot si è fermato, il CC spegne il vuoto (ISTRUZIONE HND CLOSE Gripper 0) e attiva per pochi millisecondi il soffio (ISTRUZIONE HND OPEN/CLOSE Gripper 1) per il rilascio dell'oggetto.