

P. Pascutto

Tecniche di controllo di forza di tipo “non time based”

Controlli di forza/posizione

Obiettivi:

Muovere l'end effector lungo una determinata traiettoria evitando che le forze di interazione con l'ambiente superino dei valori limite

Applicazioni:

- Assemblaggio componenti
- Lavorazioni meccaniche
- [...]
- Robot per riabilitazione



Robot per riabilitazione

CARATTERISTICHE

- Combinano l'esperienza dei terapeuti con esercizi riabilitativi a basso costo effettuati dai robot

- Possono essere usati per differenti categorie di riabilitazione:

neurologica / ortopedica

- Possono essere usati per pazienti in diverse fasi:

acute / subacute / spastiche

Robot per riabilitazione

VANTAGGI

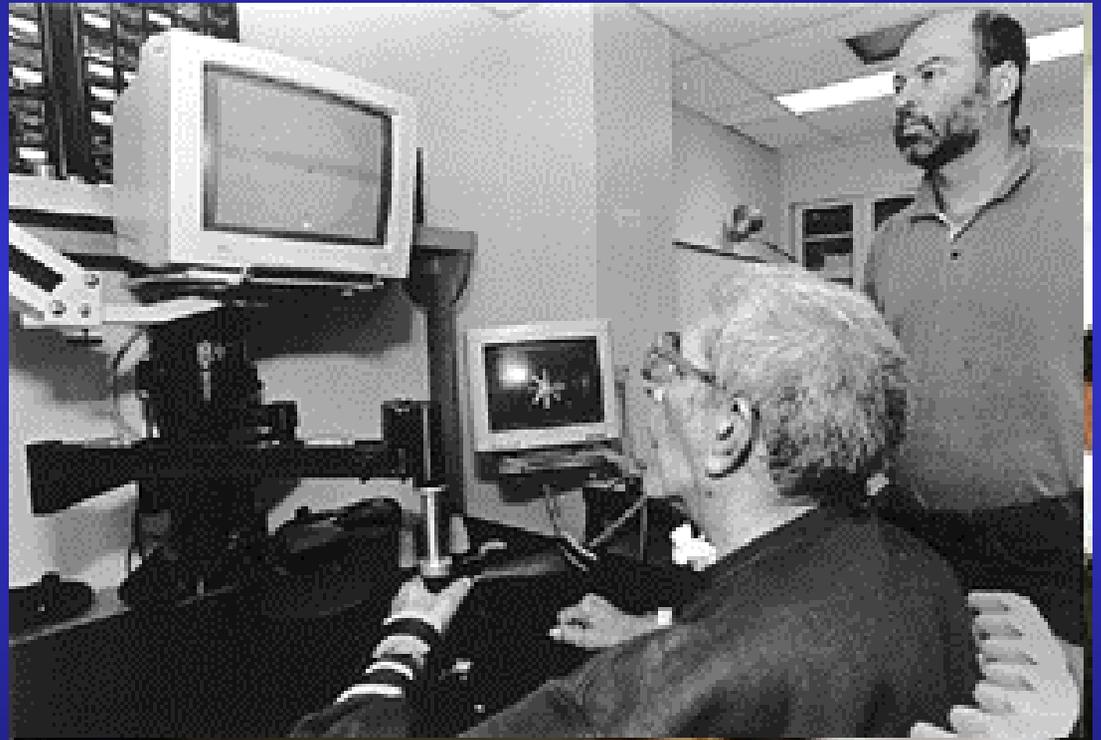
- Terapie con costi minori
- Possono portare ad un incremento del numero di pazienti trattati
- Possibilità di terapie domiciliari
- Le terapie possono durare più a lungo (1-2 ore al giorno)
- E' possibile monitorare i miglioramenti ottenuti mediante quantità misurabili
- Si ottengono gli stessi risultati della terapia standard

Robot per riabilitazione

ESEMPI

Mit Manus (MIT)

Terapia post ictus



Robot per riabilitazione

ESEMPI

Nerebot (PD)

Riabilitazione
neurologica e
ortopedica



Robot per riabilitazione

PROGETTO

- Configurazione meccanica
 - Robot industriali riconvertiti
 - Robots creati Ad Hoc
- Strategia di Controllo
 - Position/Force Control
- Sicurezza
 - Risultato di una adeguata configurazione meccanica e controllo
- Semplicità d'uso
 - Usata da personale non tecnicamente preparato

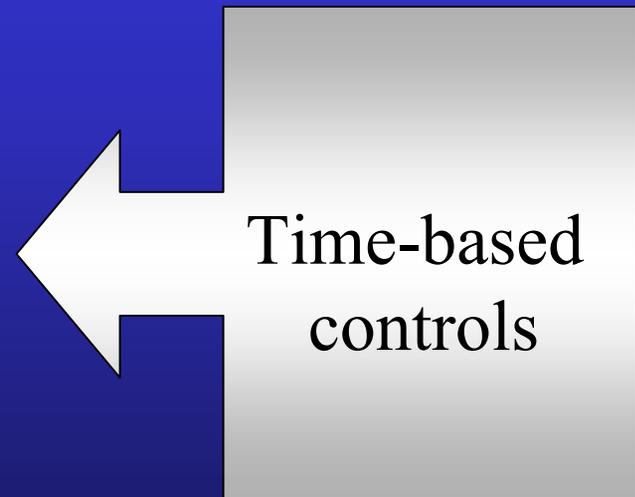
Robot per riabilitazione

Strategia di Controllo

Obiettivi:

Produrre i movimenti desiderati evitando l'insorgere di forze di contatto elevate

- Stiffness control
- Impedance control
- Force control
- Hybrid position/force control
- Parallel force/ position control.



Controlli di forza

Time based controllers:

$$x_d = x_d(t)$$

Tempo è una variabile fondamentale

Connessione rigida tra tempo e posizione di riferimento

NON Time based controllers:

$$x_d = x_d(l)$$

Tempo NON è una variabile fondamentale

La funzione di riferimento è funzione di una variabile l : si perde connessione rigida con il tempo

Controlli di forza

E' necessario
definire la variabile l

NON Time based controllers:



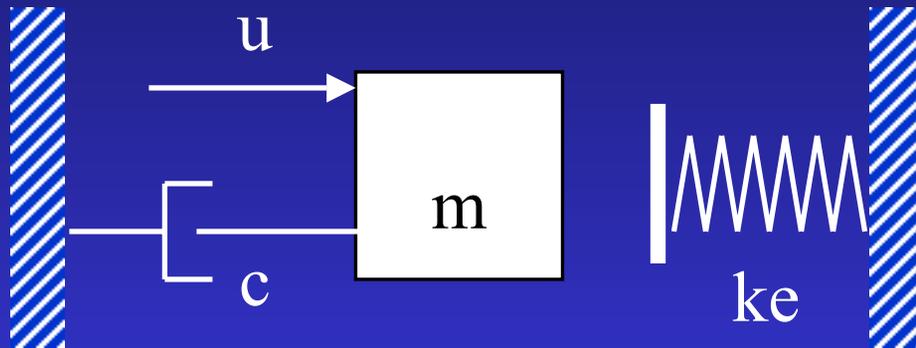
$$x_d = x_d(l)$$

DRC
(Delayed
Reference
Control)

Tempo NON è una variabile
fondamentale

La funzione di riferimento è
funzione di una variabile l : si
perde connessione rigida con
il tempo

Esempio ad 1 gdl: PD classico

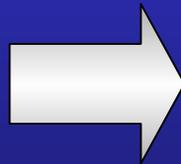


$$m \ddot{x} + c \dot{x} = u + F_c$$

PD classico :

$$u = k_p (x_d - x) + k_d (\dot{x}_d - \dot{x})$$

ostacolo



u aumenta affinché
x insegua x_d

Teoria del DRC

$$x_d = x_d(l) = x_d(t - T)$$

T= Time delay = f(contact force history)

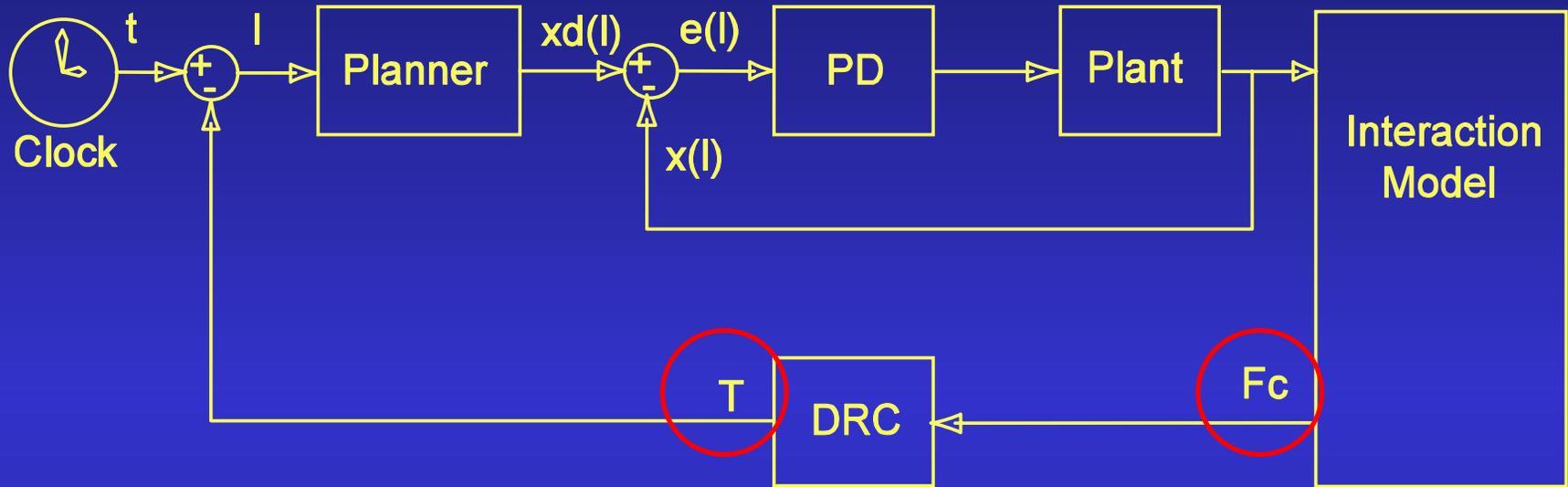
$$T = \int_0^t \alpha F_c(t) dt$$

Concetti fondamentali del DRC

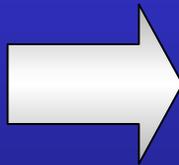
- Si introduce un ritardo temporale
- u ottenuta come in un PD classico

$$u = k_p e + k_d \dot{e}$$

Teoria del DRC



ostacolo



T ritarda il segnale di riferimento xd

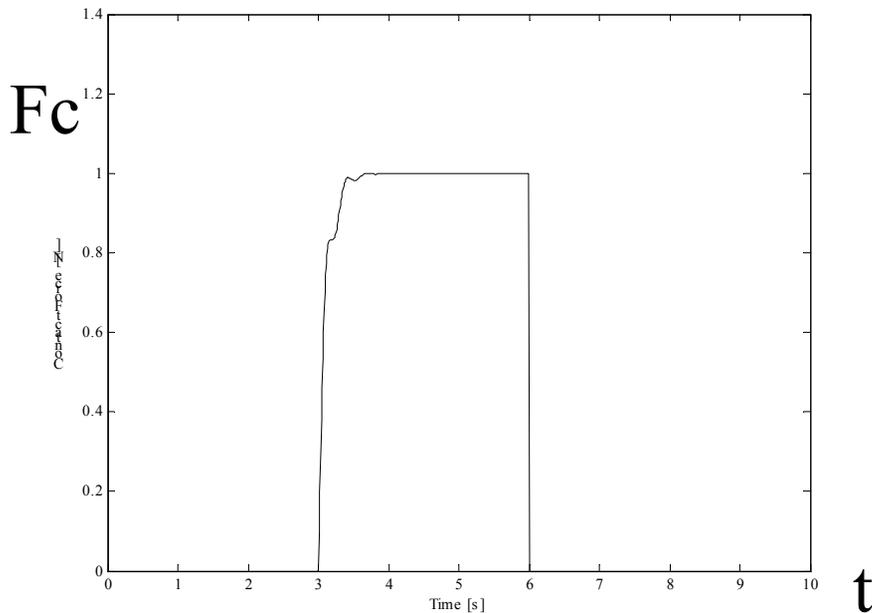
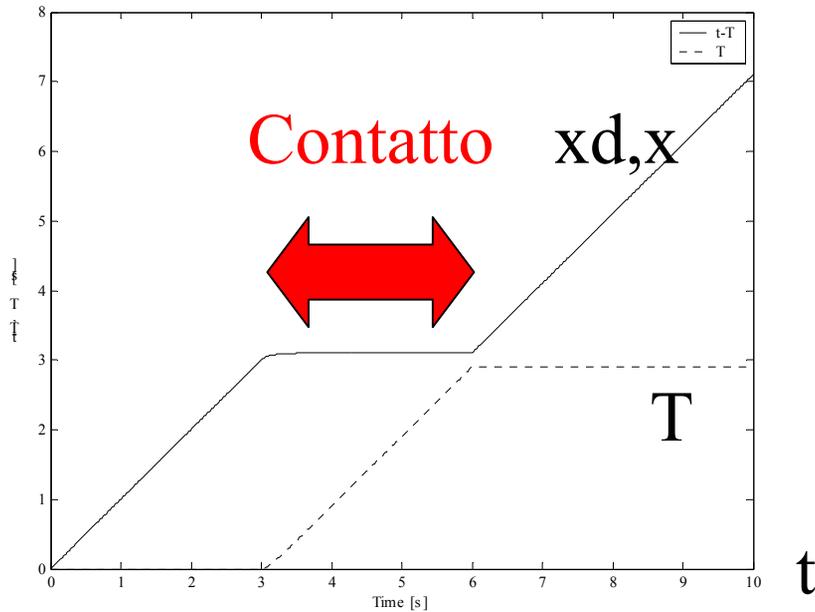
Effetto del DRC

Durante il contatto

- T cresce
- $L = t - T = \text{costante}$
- x_d, x costanti
- u, F_c costanti

Dopo contatto ($F_c = 0$)

- Il moto riprende
- T rimane costante al valore già raggiunto



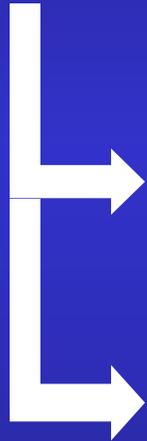
Sviluppi futuri

- Comportamento
 - Forza all'equilibrio
 - Analisi di stabilità
- Test sperimentali
 - Prototipo per la riabilitazione del braccio
- Sistemi 2Dof / MDof

Robot per riabilitazione

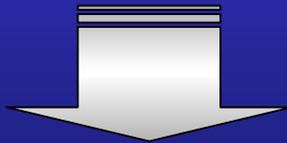
CONFIGURAZIONE MECCANICA

Un collegamento rigido del paziente al robot



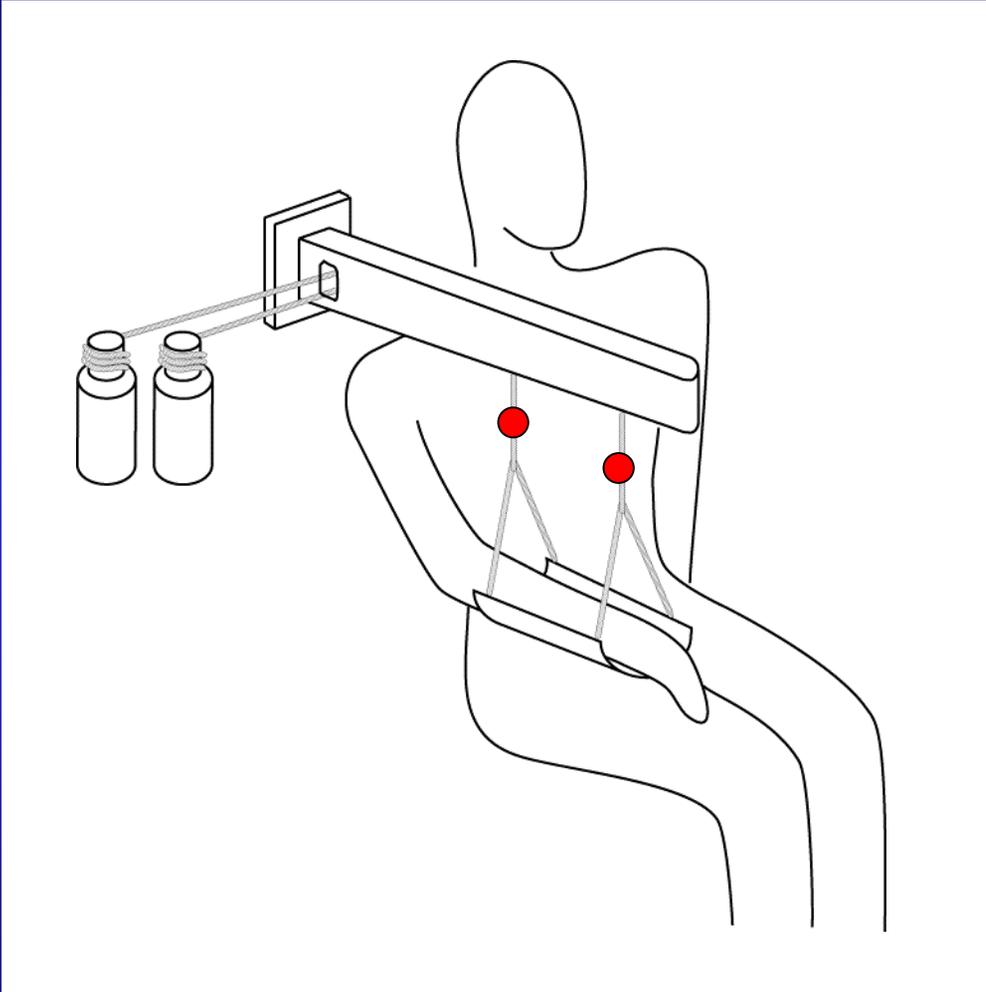
Può essere pericoloso

Può avere un impatto psicologico
negativo (senso di restrizione dei movimenti)



Robot a fili

Schema del prototipo



- Per la riabilitazione del braccio
- Concepito con 2gdl
- Intrinsecamente sicuro (magneti)
- Senso di restrizione ridotto

P. Pascutto

Tecniche di controllo di forza di tipo “non time based”