

Corso di Bioingegneria Informatica e Elettronica: Biomeccatronica

Ing. Carlo Cosentino

Laboratorio di Biomeccatronica

Università degli Studi Magna Græcia di Catanzaro

carlo.cosentino@unicz.it

<http://wpage.unina.it/carcosen>

Robotica Chirurgica: Criteri di Classificazione 4

		Type of Access		
		Traditional Access	Minimally Invasive Access	Endocavitary/ endoluminal access
Type of Interaction	Autonomous systems	Systems that execute a planned program or automatically define their path		
	Interactive systems	Semi-active systems (decoupled DOF) and synergistic systems (shared DOF)		
	Teleoperated systems	Master-slave systems and systems with direct drive/control		
	Passive systems	Systems with no actuation (not really robotics)		

Robotica Chirurgica: Criteri di Classificazione 4

		Type of Access		
		Traditional Access	Minimally Invasive Access	Endocavitary/ endoluminal access
Type of Interaction	Passive systems	PinPoint	HALS (non robotic)	Given Imaging Norika3 RF
	Autonomous systems	ROBODOC CASPAR	Stereotaxis Inc	MUSYC/EMIL
	Interactive systems	Eye scalpel	AESOP	Act. Catheters
		RinC	MIAS	MINOSC
Teleoperated systems	Mammotome PAKY	da Vinci ZEUS	EMILOC ? Explorer	

Esempio di Sistema Passivo

- Capacità di seguire la posizione dell'oggetto
- Stabilità di posizionamento
- Svantaggi:
 - Segue un solo oggetto
 - Ingombrante
 - Limita la libertà dell'operatore
 - Limitato alla navigazione



Viewing Wand (Elekta)

Capsule Endoscopiche

Given Imaging – M2A

Dimensioni: $l=27\text{mm}$, $d=11\text{mm}$

Tecnologia CMOS

Trasmissione dati a onde radio

Alimentazione a batteria

Nessun meccanismo di moto



Norika 3

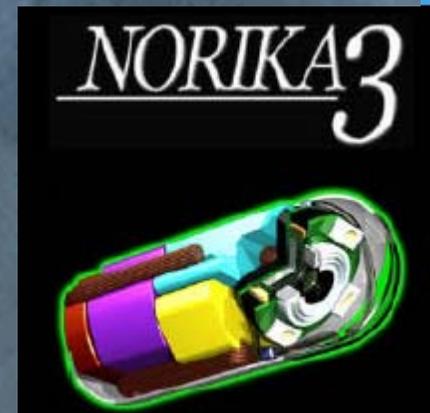
Dimensioni: $l=23\text{mm}$, $d=10\text{mm}$

Tecnologia CCD

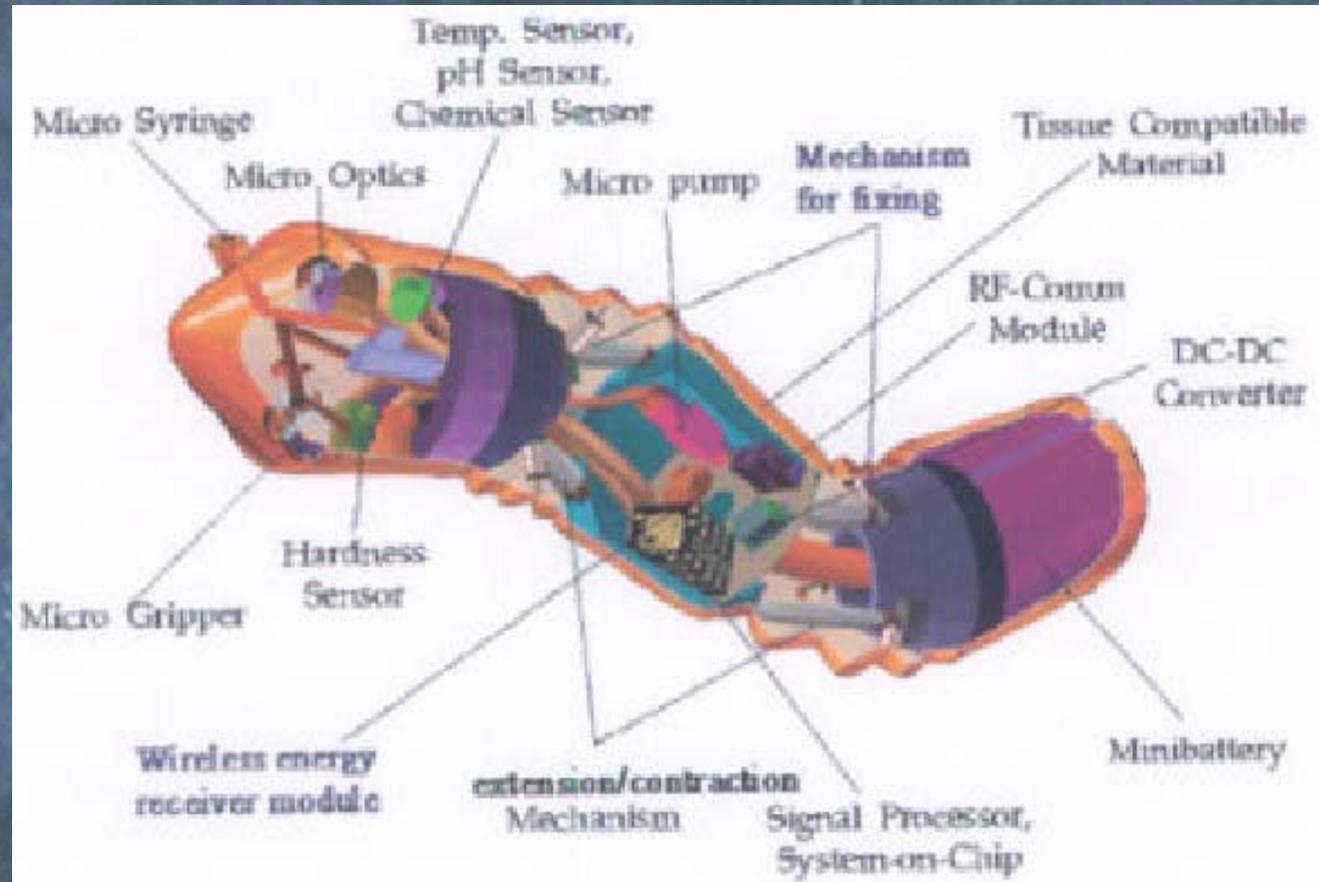
Trasmissione dati a onde radio

No batteria

Meccanismo di rotazione



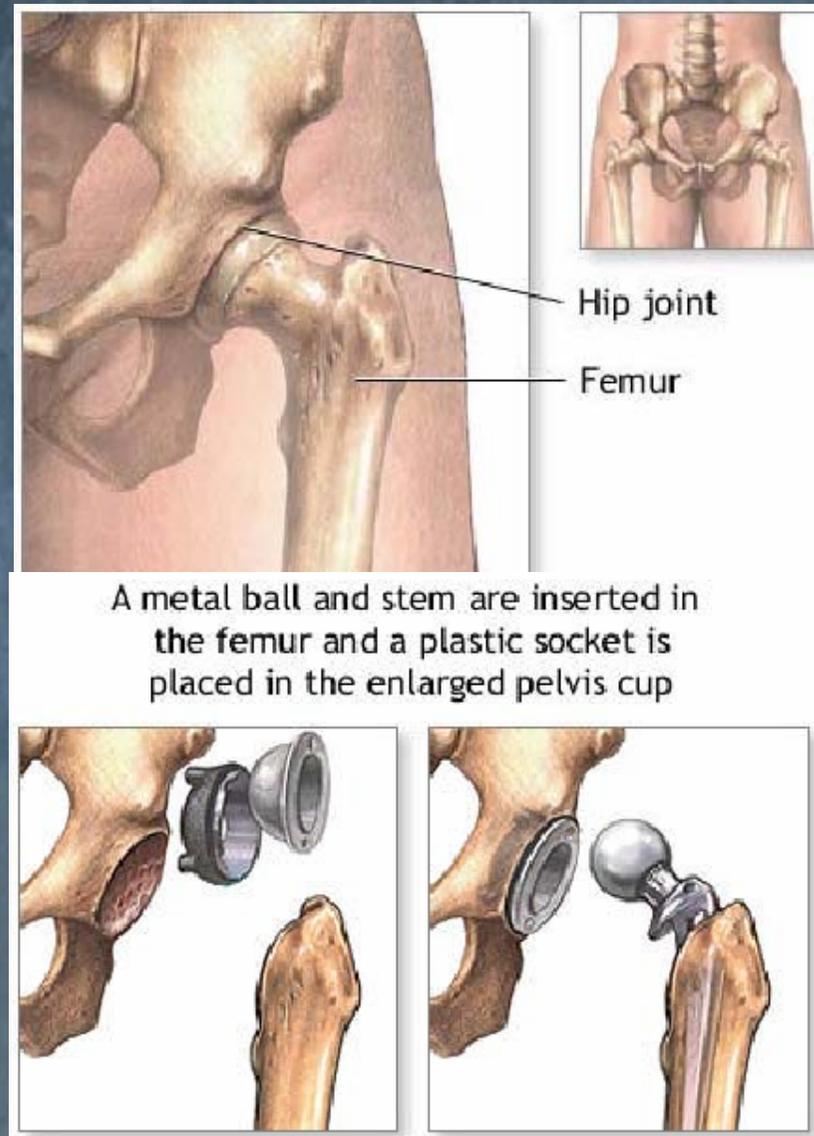
Endoscopic Microcapsule Locomotion



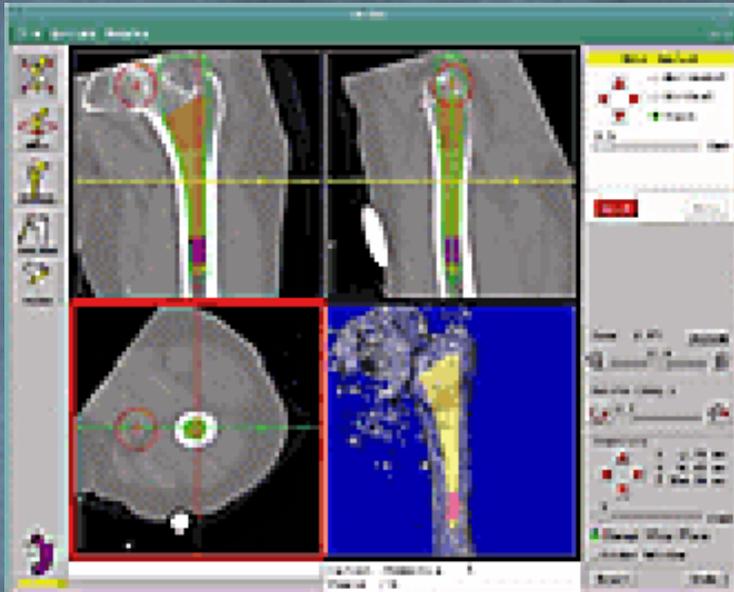
Chirurgia dell'Anca

Problematiche

- Definire precisamente la posizione della protesi secondo criteri geometrici e/o biomeccanici
- Migliorare il metodo di preparazione della cavità in cui viene alloggiata la protesi



Robodoc (sistema autonomo)



1. Pianificazione preoperatoria: Orthodoc

Sensore di forza a 6 DoF

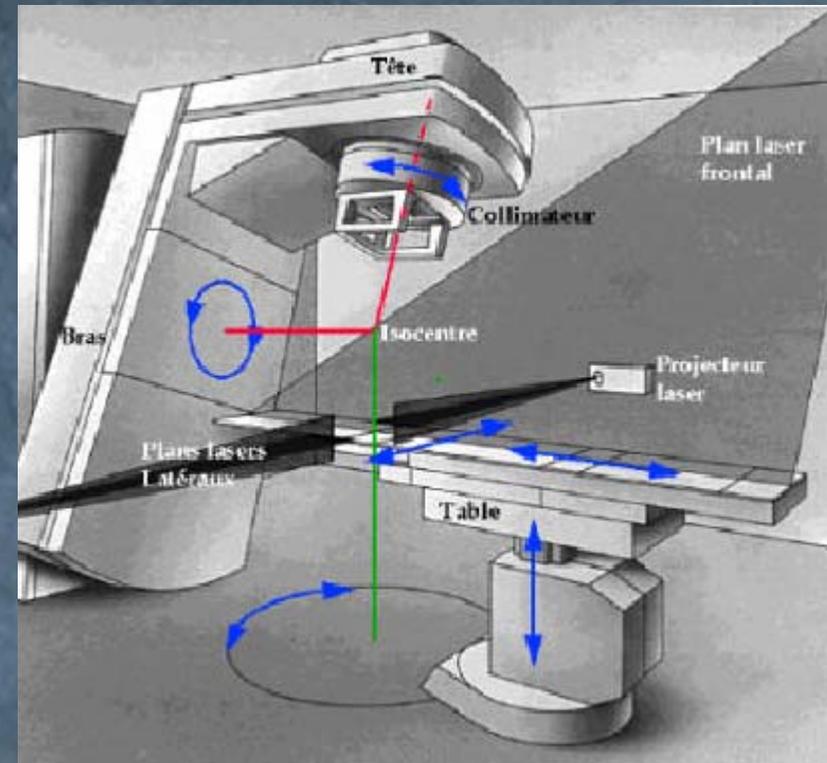
2. Calibrazione mediante marker di titanio impiantati sull'osso (registrazione anatomica in fase di sperimentazione)



3. Tornitura dell'osso intra-operatoria mediante Robodoc

Cyberknife

- Apparecchio per radiochirurgia
- Esecuzione di traiettorie complesse per la distruzione del tumore al cervello
- 6 DoF
- La posizione del paziente viene monitorata in tempo reale
- Strumento molto pesante



Sistemi Interattivi: Caratteristiche e Vantaggi

- La macchina vincola i gradi di libertà del chirurgo, aumentando così la sicurezza e la precisione del gesto
- Possibili approcci
 - Semi-attivi: presenza di un vincolo meccanico fisso
 - Sinergistici: vincolo meccanico programmabile
- Vantaggi
 - Cooperazione uomo-macchina (maggiore sicurezza, minore impatto psicologico)
 - Interpretazione più diretta dei dati aptici

Chirurgia Stereotassica

- Pre-posizionamento: robot
- Azione chirurgica: chirurgo
- Movimenti permessi dal robot
 - Lineare
 - Planare
 - Conico
- Architettura molto specifica

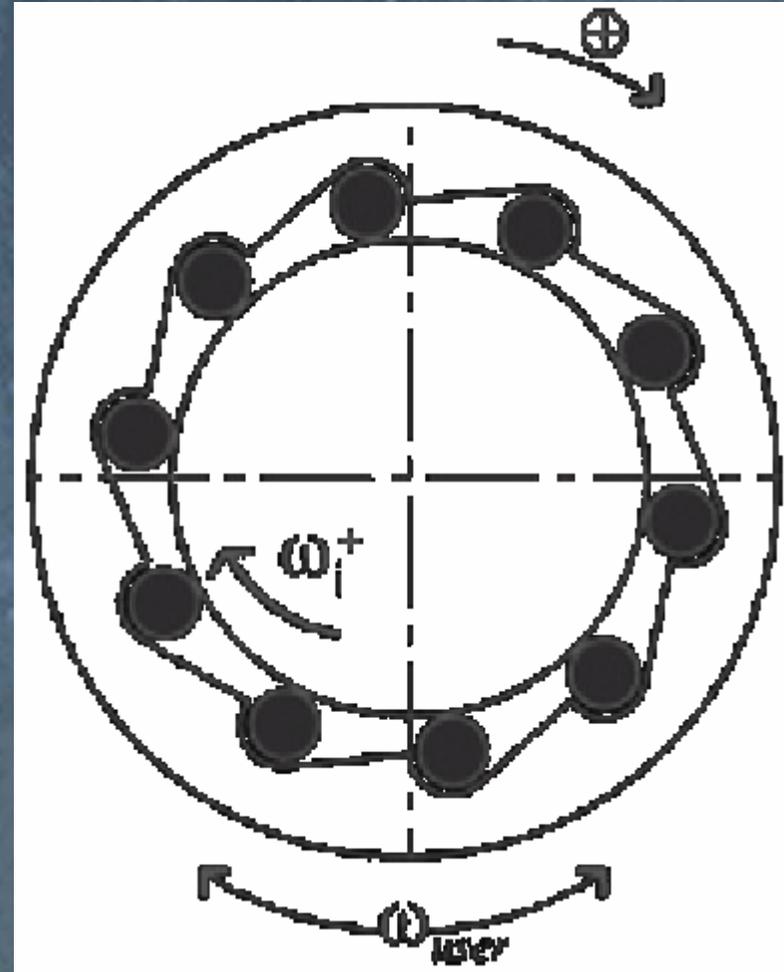


Sistemi Sinergistici

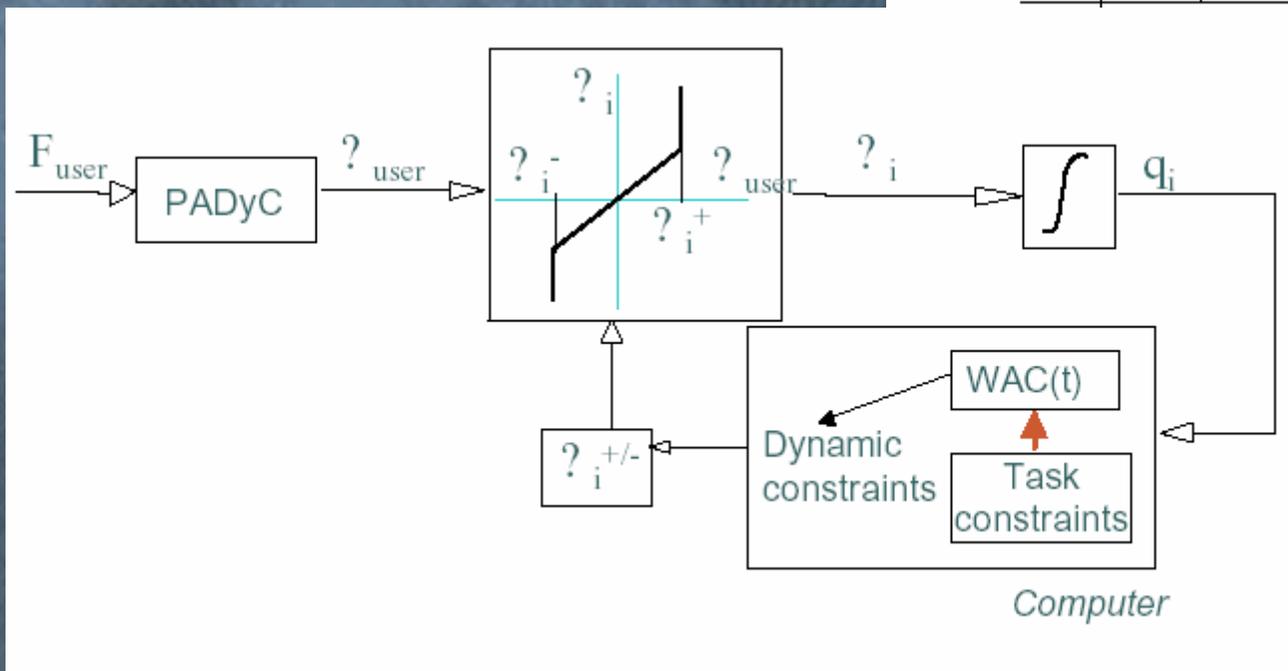
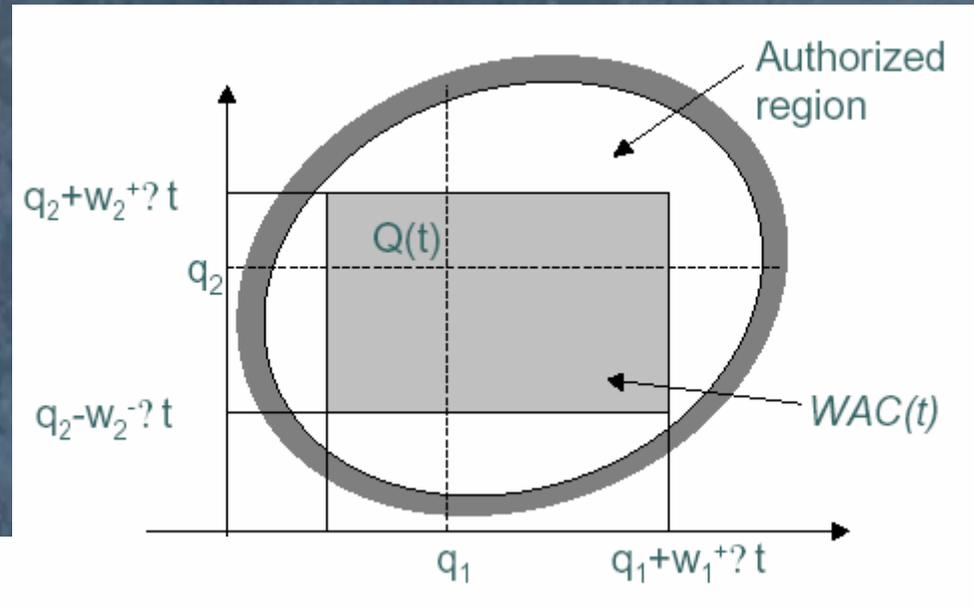
- Permettono di generalizzare i vantaggi dei sistemi semi-attivi
- Guide meccaniche programmabili
- Possono essere realizzati mediante differenti tecnologie
 - Freni programmabili
 - Trasmissione variabile
 - Finestra di velocità ammissibili
 - Robot a vincoli attivi

Freewheels Technology

- $\omega_1^+ = 0 \rightarrow \omega_{user}$ permessa solo in senso negativo, con velocità arbitraria
- $\omega_1^+ > 0 \rightarrow \omega_{user}$ permessa in entrambe le direzioni, ma limitata da ω_1^+ in direzione positiva
- ω_1^+ può essere impostata in maniera variabile da un controllore
- E' possibile combinare due freewheel su un unico giunto per limitare la velocità in entrambe le direzioni



Esempio: Finestra di Velocità Ammissibili

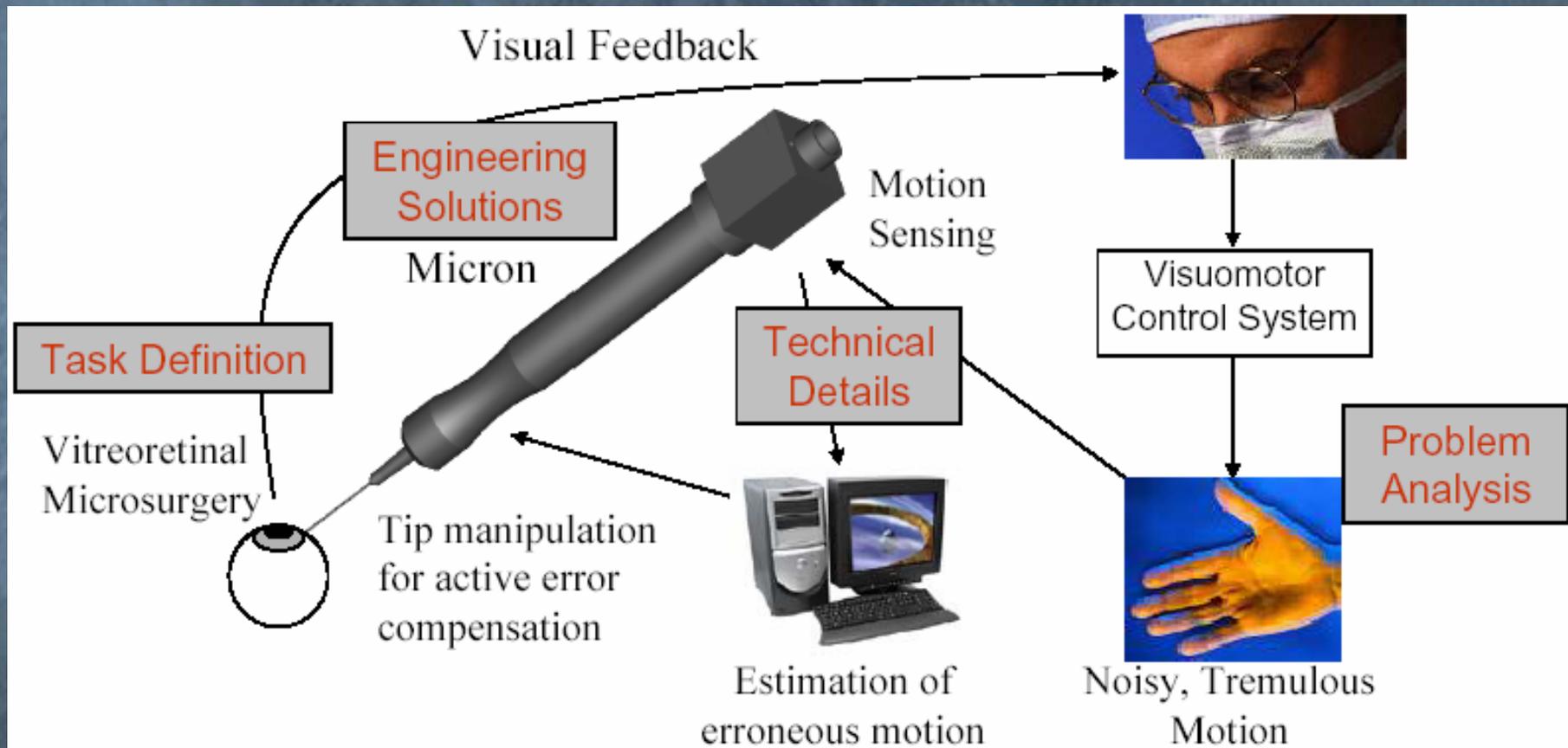


Strumento Meccatronico per Microchirurgia

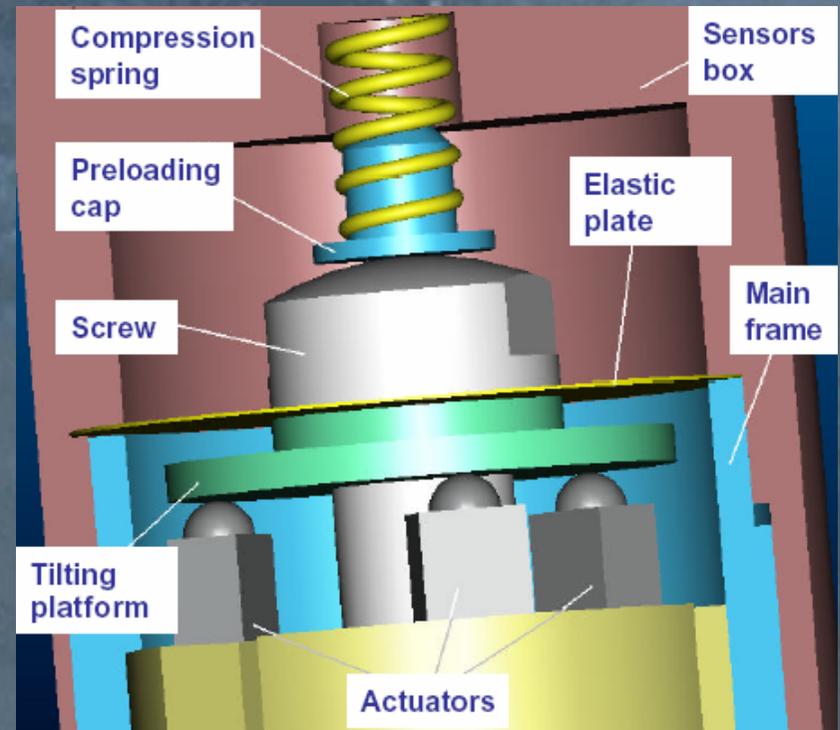
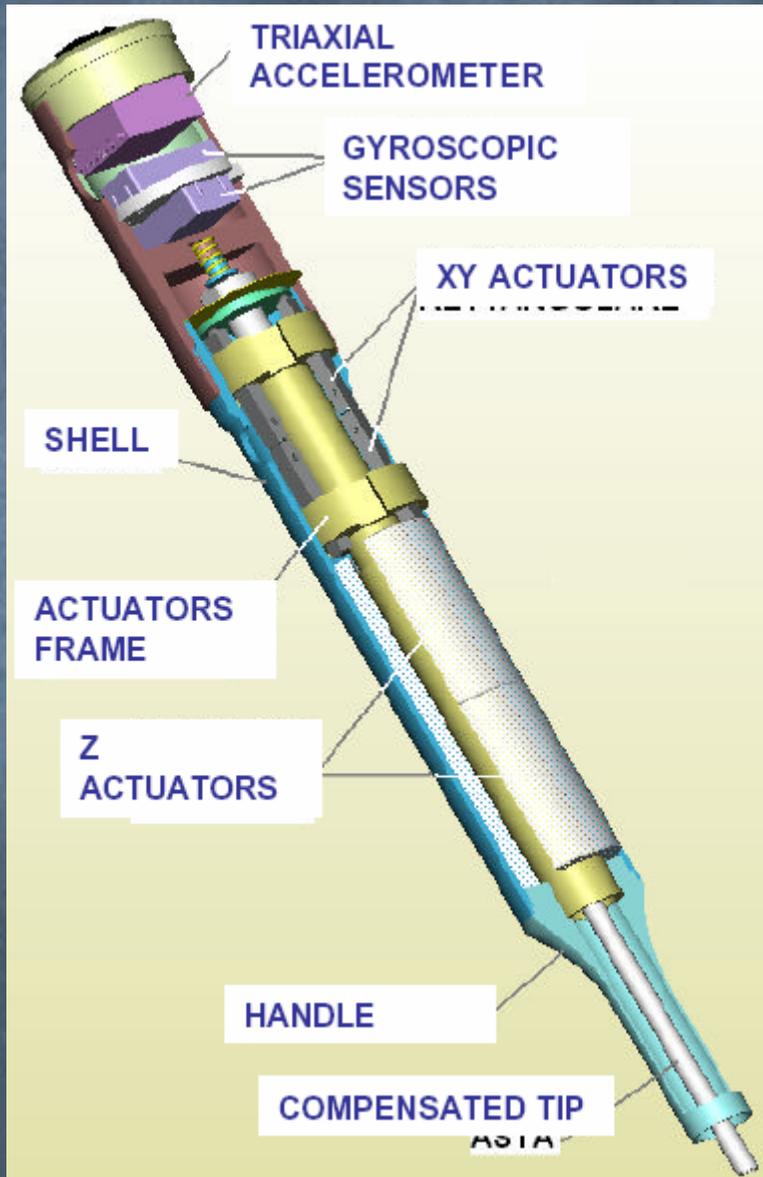
- Soppressione del tremore in interventi di chirurgia oftalmica
- I movimenti involontari della mano rendono molto complicate alcune procedure
- Solo 2 su 10 medici riescono ad eseguire interventi di microchirurgia
- Il tremore è causato da diversi fattori: affaticamento, consumo di caffeina/alcol, esercizio, età



Schema di Funzionamento



Sistema di Attuazione e Sensori



Artroscopia

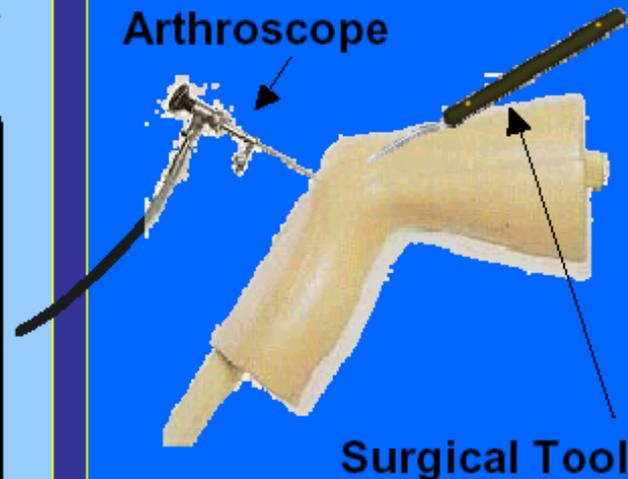
Limitazioni della procedura tradizionale

- Feedback e destrezza limitati → necessità di un lungo training
- A causa della rigidità dello strumento, alcune zone non sono accessibili
- Sicurezza: possibilità di contatti indesiderati e pericolosi con tessuti delicati

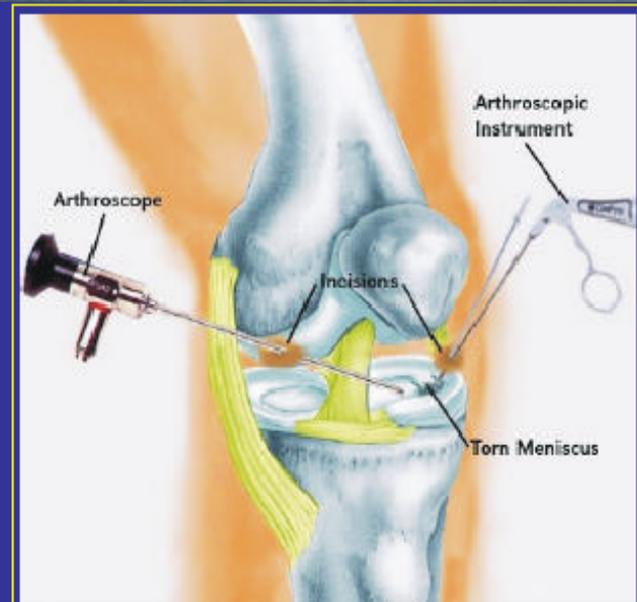
Arthroscope Camera Image



Arthroscope

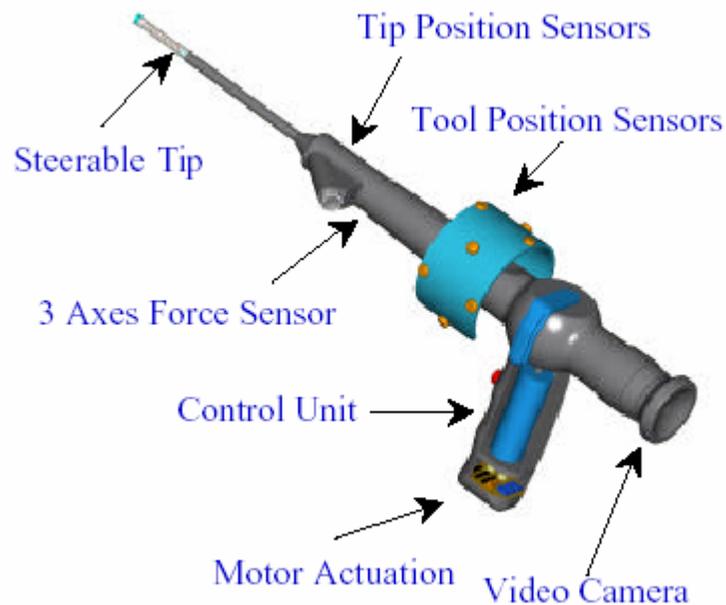


Surgical Tool



Artroscopia Assistita dal Calcolatore

- Punta flessibile con destrezza aumentata e sensori per rilevamento di contatti con i tessuti
- Sistema di navigazione, con HMI
- Sistema di sicurezza per la prevenzione delle collisioni



Navigation System

Minimally Invasive Arthroscopy System (MIAS)

