

TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Sistemas de Rehabilitación

Sensorial y Motora

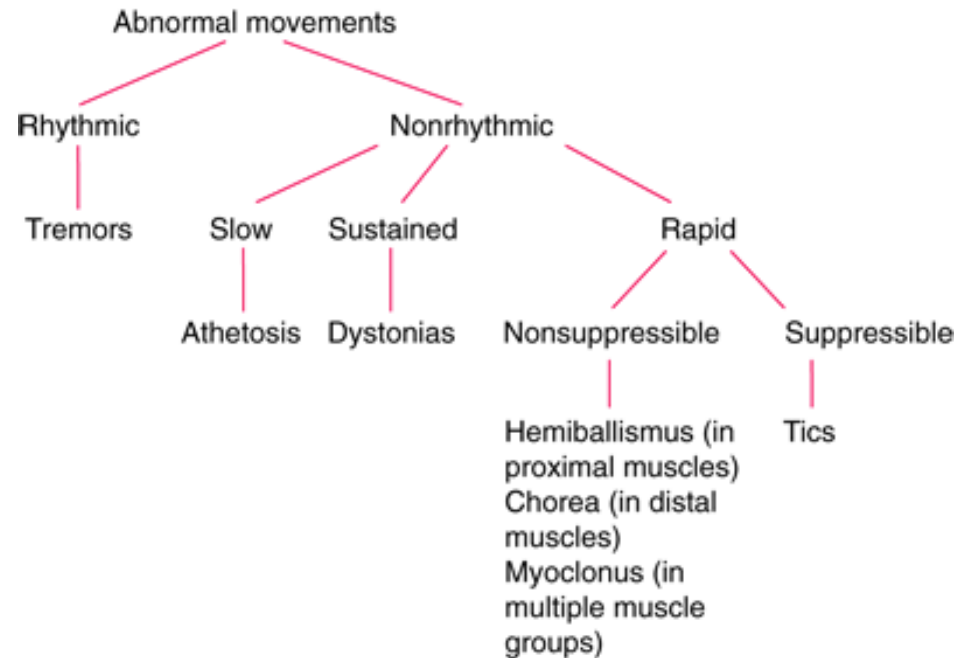
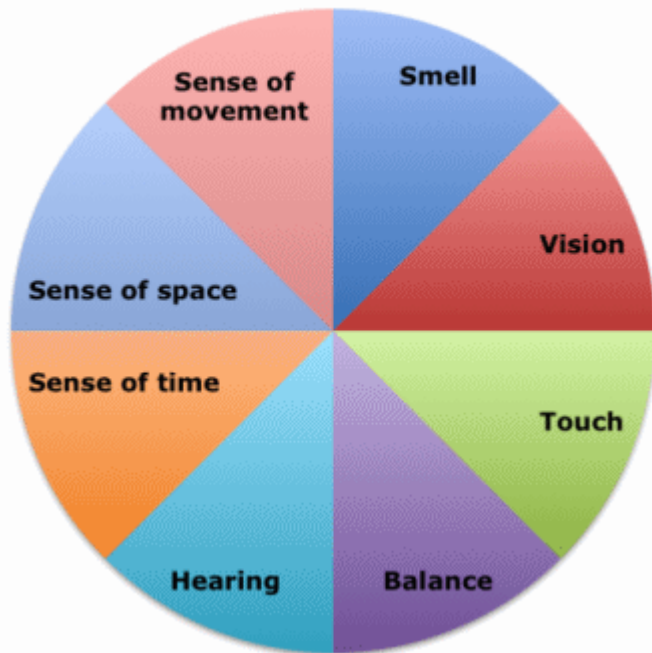
Qué vamos a ver hoy...

- Robótica Asistencial
- Ingeniería de la Rehabilitación

Disfunciones Sensoriales y Motoras

- *El cuerpo humano es una máquina muy compleja*
- *Lesiones y enfermedades pueden dar lugar a una gran variedad de disfunciones*
 - Sensoriales (visión, audición, equilibrio, etc.)
 - Motoras (locomoción, agarre de objetos, ...)

Potential Senses Affected by SPD



¿cómo cambia la tecnología una situación de discapacidad?



Stephen Hawking

- *Muy galardonado*
- *Cátedra Lucasian en Cambridge (antes Newton)*
- *Padece esclerosis lateral amiotrófica (ALS)*
- *Degeneración progresiva del control muscular*
- *Otras complicaciones*
- *Pero... ha llegado muy lejos... ¿cómo?*

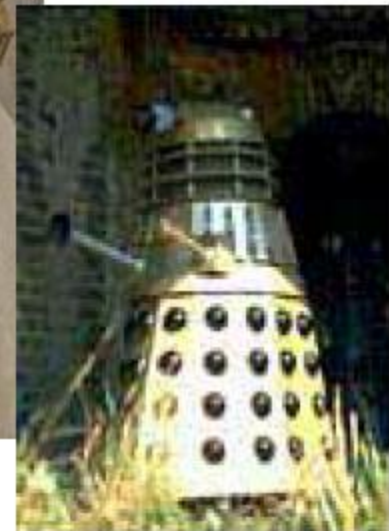
La tecnología en la Rehabilitación

Ha supuesto un avance fundamental

- *Robots*
- *Sistemas mecatrónicos*
- *Software*
- *Realidad Virtual y Aumentada*



¿Qué es un robot?



Definición

- *“Un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas, o dispositivos especializados mediante movimientos programados variables, para el desempeño de diversas tareas”*

–Robot Institute of America

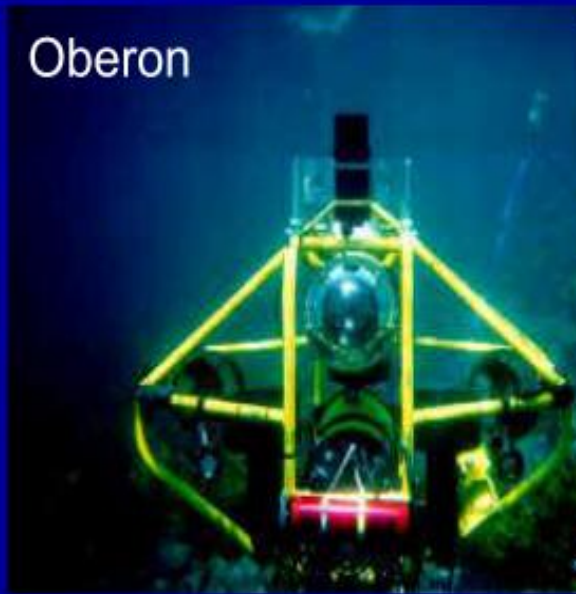
Definiciones avanzadas

- *“La integración de tecnologías y atributos que incluyen manipuladores, movilidad, sensores, y control jerárquico capaz de complementar las empresas humanas en entornos desestructurados u hostiles.”*
 - Department of Trade and Industry – Advanced Robotics Initiative (1987)
- *“La mecatrónica es la combinación sinérgica de ingeniería mecánica de precisión, control electrónico y sistemas con vistas al diseño de productos y procesos.”*
 - Festo Didactic GmbH Co 1998

son robots?



Oberon



Beagle 2



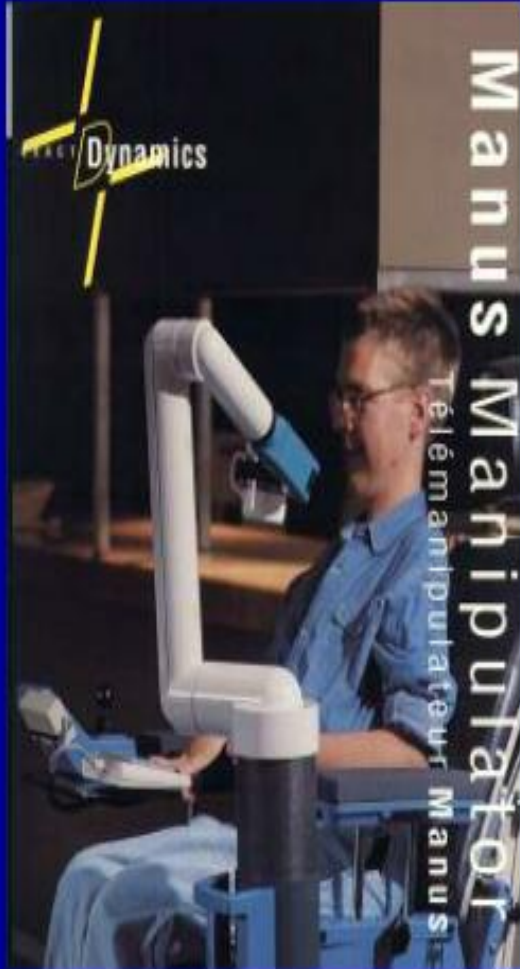
Helpmate



Ingeniería de la Rehabilitación

- *Es la aplicación sistemática de tecnologías, métodos de ingeniería, o principios científicos para cubrir las necesidades y superar las barreras a que se enfrentan las personas con discapacidad en áreas como educación, rehabilitación, empleo, transporte, vida independiente y ocio.*

Algunos ejemplos



¿Y estos...?



Possum
Freeway



Antecedentes históricos (principios de los años 60)

- *Case Institute of Technology*

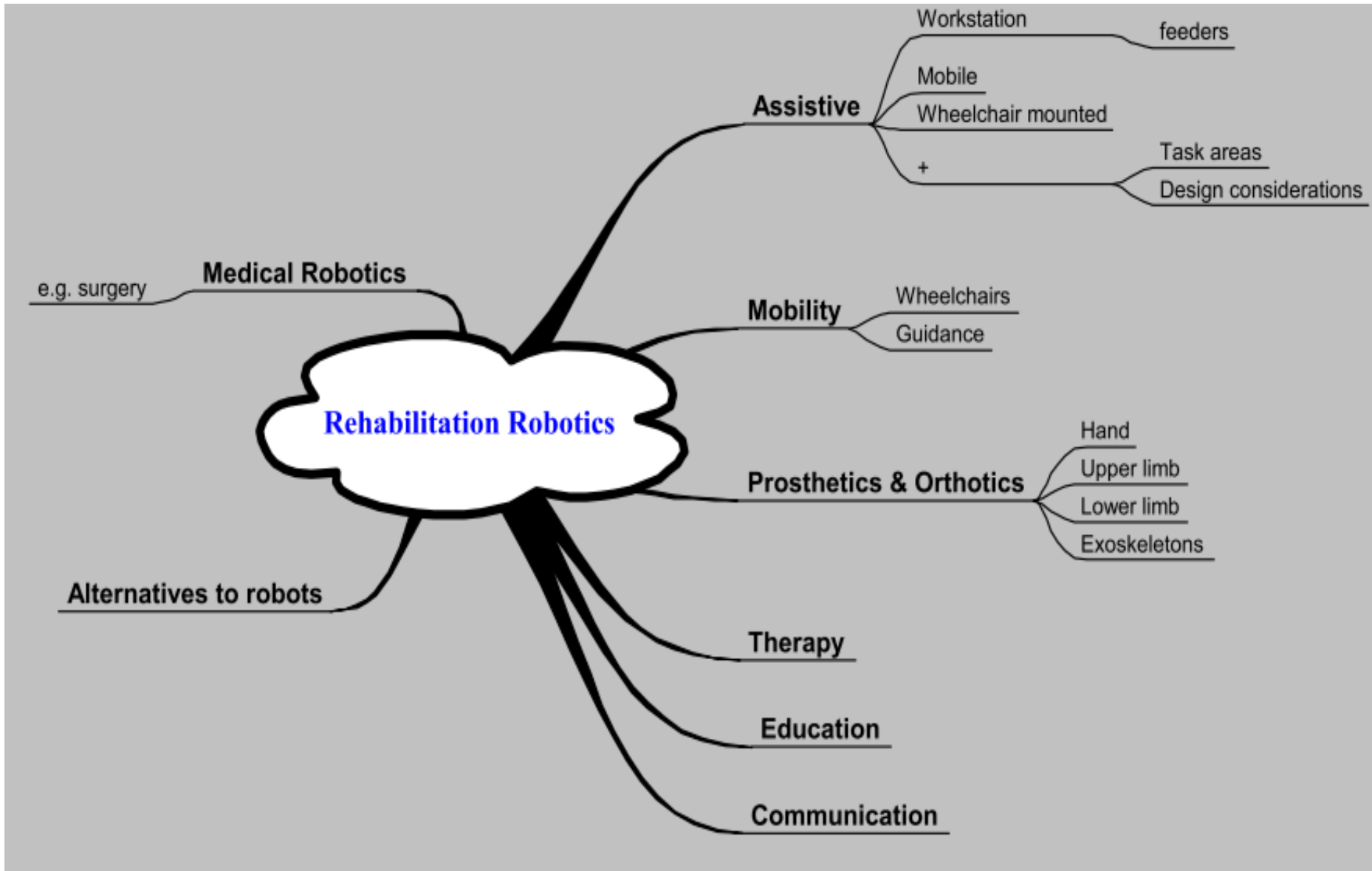
- Ortosis exoesquelética de brazo
- 4 grados de libertad
- Actuadores neumáticos
- Tareas pre-grabadas

- *Rancho Los Amigos*

- Ortosis “Golden Arm”
- 7 grados de libertad
- Actuadores eléctricos
- Control de cada articulación



Clasificación



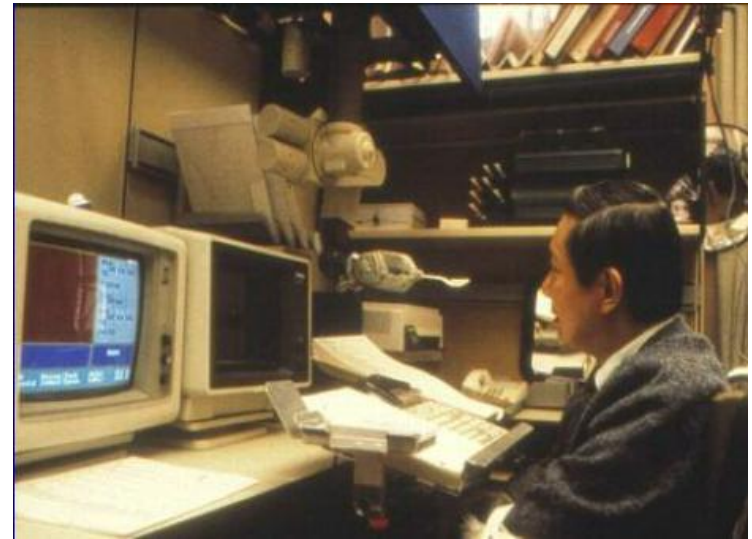
Distintas opciones

- *“Workstation” (lugar fijo)*
 - Robots para dar de comer
- *Móviles*
- *Montado en silla de ruedas*

Áreas de aplicación

- *Comer y beber*
- *Higiene personal*
 - Lavado, afeitado, maquillaje
- *Trabajo y ocio*
 - Uso de ordenadores, equipos de música, consolas, TV
- *Movilidad*
 - Puertas, ventanas, botones de ascensores
- *Ayuda en el alcance de objetos*
 - Desde el suelo o desde una estantería
- *No olvidemos: el robot es una herramienta de uso general*

- *DeVAR III – ADL*
- *DeVAR IV – Vocational*
- *Basado en Puma 260*
- *Integración en entorno*
- *Trabajo independiente*
- *Coste: \$50-\$100,000*



Robots de la serie RT de UMI

- *RTX*
- *RT100, RT200*
- *R-theta*
- *Boeing*
- *Master - Francia*
- *HADAR – Suecia*
- *RAID*
- *Software especial (CURL)*

Master



RAID - OxIM



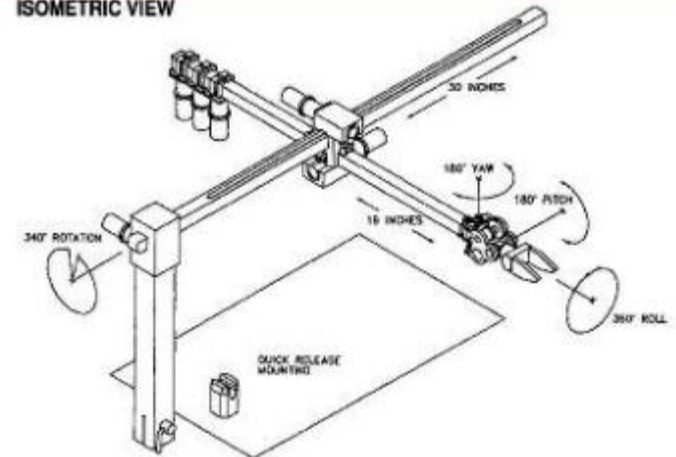
William Cameron

– Neil Squire Foundation (Canada)

- *Regenesis* – diseño y construcción de un manipulador mejor adaptado a las tareas y entornos
- *Ventajas:*
 - Más adecuado a tareas y entornos
 - No necesita dispositivos comerciales
- *Desventajas*
 - Mayor coste
 - Mayor tiempo de desarrollo
 - Fiabilidad frente a estándares comerciales



ISOMETRIC VIEW

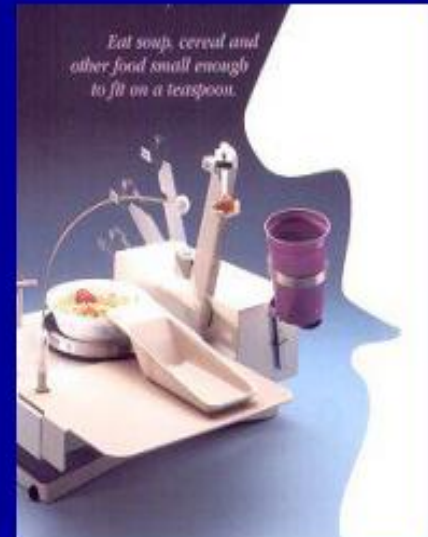


Alimentadores (¿robots?)

Manus - Rehab Robotics



Winsford



Neater Eater - programmable



MySpoon



Robots móviles

MoVar - Stanford

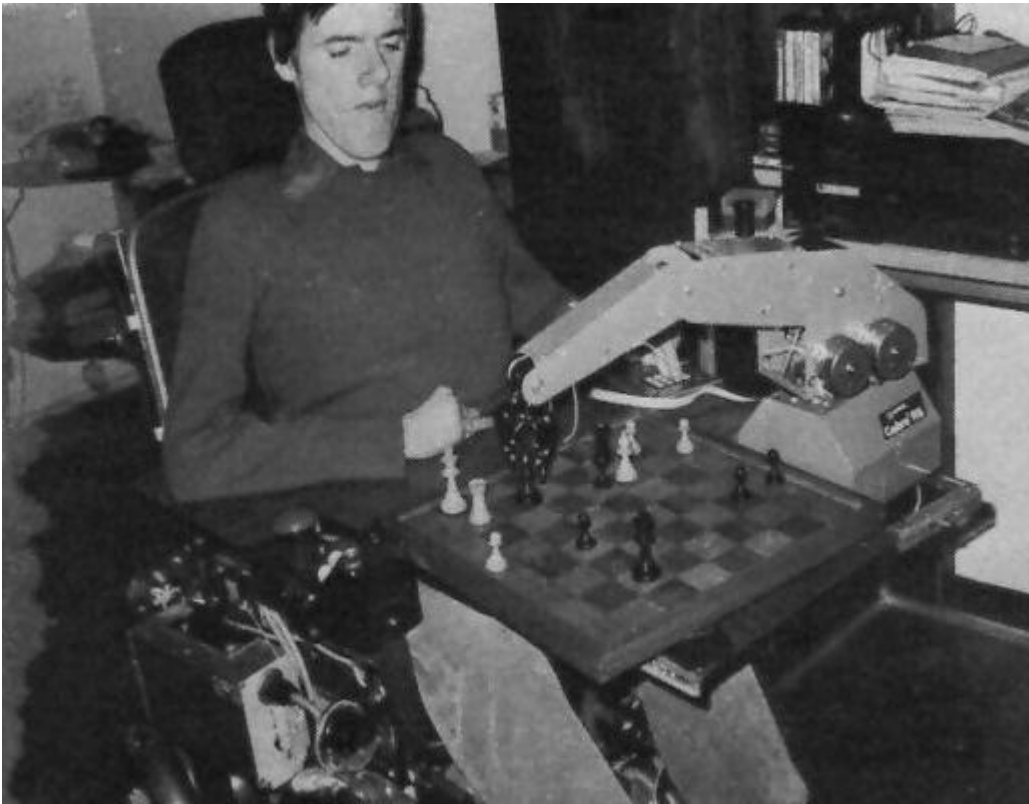


HelpMate – Pyxis Corp.

Joe Engelberger

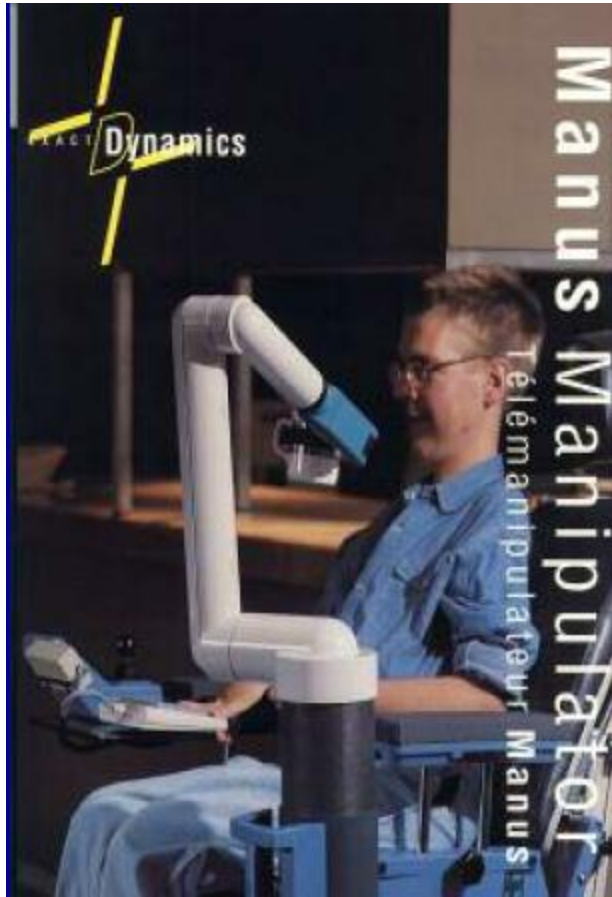


Robots montados en silla de ruedas



- *Zeelenberg*
- *Robot educativo sencillo*
- *Controlado por pulsaciones de botón*
- *El usuario interviene*
- *Tareas:*
 - ajedrez
 - teléfono
 - Abrir puertas (=> Manus)

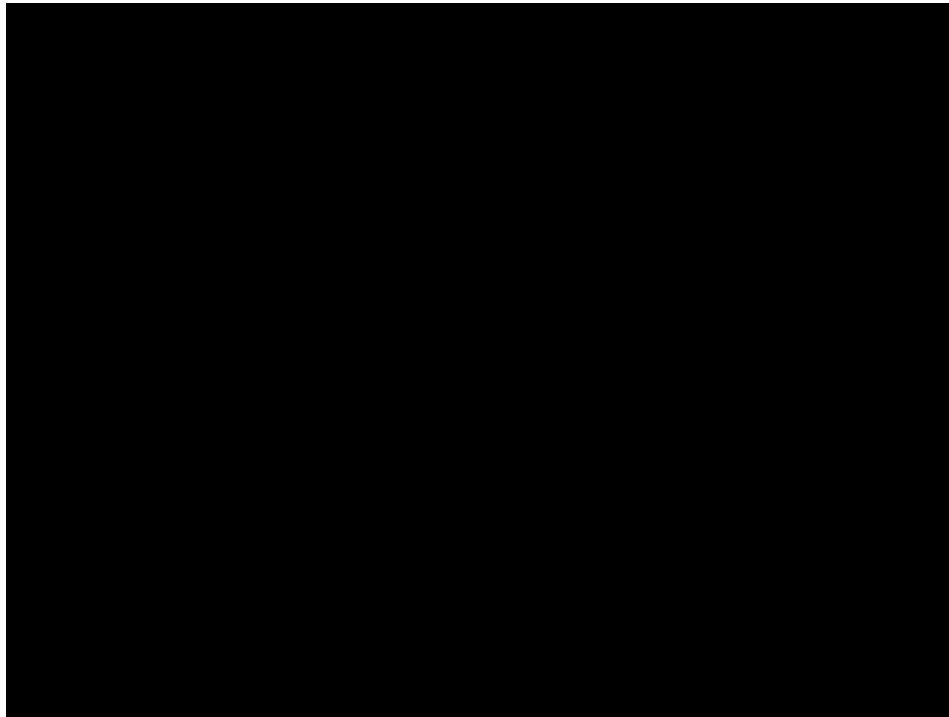
Manus



- *1984: Hok Kwee*
- *IRV – Institute for Rehabilitation Research (Hoensbroek)*
- *Institute for Applied Physics & TNO – Delft*
- *Netherlands Institute of Preventive Health Care*
- *Exact Dynamics*
 - Ventas > 150
 - Coste £21,000

Exact Dynamics

- <http://www.exactdynamics.nl/site/?page=projects>
- <http://www.youtube.com/watch?v=LBUyiaAPCcY>
- <http://www.youtube.com/watch?v=DwAY37-EpZQ>



Raptor



- *Phybotics*
- *En comparación con Manus*
 - 4 grados de libertad
 - Coste £7500
 - Para mercado americano
- *También: Focal (Holanda)*

Distintas opciones



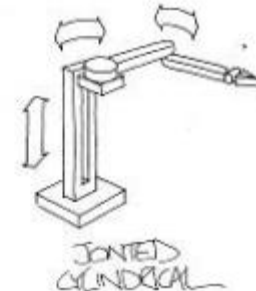
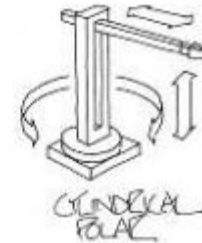
¿Por qué hacer un diseño a medida?

- *Requisitos:*

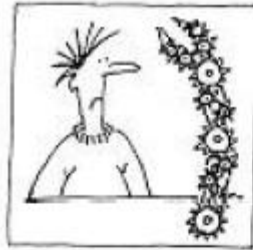
- Patrones de movimiento que se necesitan
- Entorno en que se va a usar
 - Workstation
 - Base móvil
 - Silla de ruedas
 - Entorno desestructurado centrado en el humano
- Especificaciones cuantitativas
 - Carga, alcance, rigidez, velocidad, consumo, etc.
- Aspectos estéticos

Decisiones mecánicas

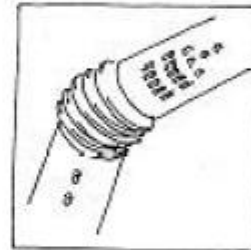
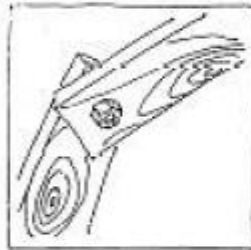
- *Configuración*
- *Energía:*
 - hidráulico
 - neumático
 - eléctrico
- *Transmisión:*
 - Motores en la base o en el brazo
 - poleas
 - Cables
 - Varillas
 - Engranajes
- *Materiales / estructura*



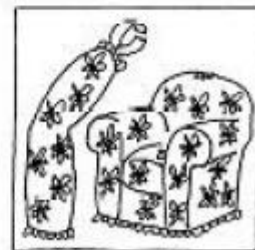
Estética



mechanical or macabre ?



traditional or technological ?



laboratory or lounge ?

- *Fuente de alimentación (suministro de energía)*
- *Procesador central*
- *Bus de comunicaciones*
 - Paralelo / serie
 - I2C
 - M3S / CAN
- *Procesamiento distribuido*
- *Control de motor y transmisión*
- *Sensores*

- *Lenguajes de programación*
 - C/C++, Forth
 - Lenguajes especiales en robótica: CURL
- *Arquitectura (organización del programa)*
 - Ejecución: Drivers para motores
 - Coordinación: Planificación de movimiento
 - Organización: Entrada de control del usuario vs. control inteligente...

Interfaces Persona-Máquina

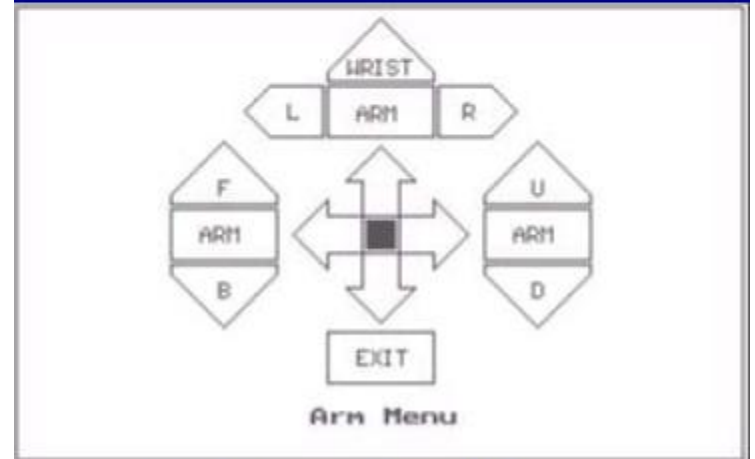
- *Workstation / móvil*
 - “esclavo”
 - Órdenes para tareas específicas
- *Montado en silla de ruedas*
 - “tercer brazo”
 - Control directo

Entradas de usuario

- *Botón / joystick*
- *Teclado (keypad) / ratón*
- *Soplado/aspirado*
- *Control por voz o gruñido*
- *Posición de la cabeza*
- *Detección de mirada*
- *Amplificación de movimientos disponibles*
- *EMG (señales musculares)*
- *Cerebro (EEG) (¿implantes?)*



Wessex – switch input



Weston - Joystick

Seguridad

- *Los robots industriales se mantienen separados de los humanos*
- *Pero los robots de rehabilitación necesitan interactuar con humanos*
- *Separación*
- *Baja potencia*
- *Sensores*
- *“Stop”*
- *Fiabilidad del software*
- *Aspectos humanos – espasmos, autolesión*
- *Estabilidad*

Movilidad

- *Asistencial (actividades de la vida diaria, trabajo, alimentación)*
- *Movilidad* ←
- *Prótesis / Ortesis*
- *Terapia*
- *Educación*
- *Comunicación*

Movilidad – ¿Una silla de ruedas es un robot?



- *Sillas de ruedas modernas con batería*
- *2 grados de libertad*
- *Funciones eléctricas*
- *Controlador programable*
- *Son sofisticadas, pero no son robots*

Sillas “inteligentes” (“smart”)



- *Smart wheelchairs Call Centre – Edinburgh*
- *Sensores – reacción al entorno*
 - Seguimiento de paredes
 - Búsqueda de puertas
 - Colocarse en una mesa
- *Adaptación de una silla existente o completamente nueva.*
- *¿Quién controla?*
 - Movilidad independiente
 - Silla de ruedas autónoma

iBOT



Dateline NBC

- *iBOT*
- *Dean Kamen (Segway HT (Human Transporter) \$4950 en Amazon)*
- *Johnson & Johnson*
 - Sensores giroscópicos
 - Equilibrio sobre dos ruedas
 - Subida de escaleras
- *Otras aproximaciones a la movilidad personal*
- *P. ej. Sillas de ruedas que caminen.*



MelDog (1977)



- *Mechanical Engineering Labs
Tsukuba Science City, Japón*
- *Movilidad para invidentes*
 - Mapas precargado
 - Sensores de posición
- *Justificación*
 - Costes comparables a los de un perro guía
- *Si lo rehiciesen hoy en día:*
 - Sería un dispositivo portable en mano o en la ropa
 - Basado en GPS

Prótesis y ortosis

- *Asistencial*
- *Movilidad*
- *Prótesis / Ortosis* ←
- *Terapia*
- *Educación*
- *Comunicación*

Ortesis y prótesis

- *Aspectos de integración*
 - Diseño
 - Peso/consumo
- *ToMPAW – Leverhulme hand + Edinburgh arm*



- *Blatchford – Endolite Intelligent Knee*
- *Sensores para regular el doblado de la rodilla*
- *Depende de:*
 - El paso al caminar
 - Valores programables por el sujeto
- *Más pasivo que activo*

Exoesqueletos



- *Manejo de cargas*
- *Aplicaciones militares*
- *Discapacidad*
- *HAL-5 Sankai – Univ de Tsukuba (Japón)*
- *Bleex – Berkeley Lower Extremity Exoskeleton*

Terapias con ayuda de robots

- *Asistencial*
- *Movilidad*
- *Prótesis / Ortesis*
- *Terapia* ←
- *Educación*
- *Comunicación*

Aplicaciones terapéuticas

- *Potencial*

- ¿es la terapia efectiva?
- ¿es más efectiva que las actuales con fisioterapeutas?
- ¿es rentable?

Aplicaciones terapéuticas actuales



- *Pasivo: movimiento externo impuesto por el robot, con el paciente relajado.*
- *Activo: El paciente inicia el movimiento, y el robot le ayuda a seguir un trazado programado.*
- *Activo con resistencia: El paciente debe vencer una resistencia generada por el robot.*



Robótica educativa

- *Asistencial*
- *Movilidad*
- *Prótesis / Ortesis*
- *Terapia*
- *Educación* ←
- *Comunicación*

Usos Educativos

Cambridge University



University of Hertfordshire “Aurora” project



Comunicación

- *Asistencial*
- *Movilidad*
- *Prótesis / Ortesis*
- *Terapia*
- *Educación*
- *Comunicación* ←

Lengua de signos automática



- *Dexter (David Jaffe – Stanford)*
- *Mano para hacer signos para ciegos/sordos*
- *Entrada: Texto escrito en un teclado*
- *Salida: Movimientos de la mano*

Pasadores de páginas



- *Pasar página – una prioridad en el desarrollo de robots asistenciales.*
- *Pero:*
 - Voluminosos
 - Caros
 - Poco fiables
 - Poco flexibles
- *Necesita mayor desarrollo (¿tiene sentido con los libros en versión electrónica?)*

Progreso de la robótica asistencial

	Rehab robotics	Mainstream robotics	Surgical robotics	Wheelchairs	Fiction	Technology
1920-29					RUR Metropolis	
1930-39		DeVilbiss		E&J 1 st modern" wheelchair		
1940-49		Asimov Laws of robotics				Transistor
1950-59		Unimation		E&J 1 st powered wheelchair		IC invented
1960-69	CASE, Rancho Los Amigos					Apollo 11
1970-79	Workstation wheelchair				Star Wars	Microprocessor
1980-89	DeVar Manus Handy1		Early work	E&J - 1 millionth		IBM PC
1990- date	ICORR conferences	750,000 industrial in use	1600 worldwide	J&J iBot		Windows
2000- date	Therapy robots					Portable computing Web services

Alternativas a los robots

- *Tecnología específica*
 - Para discapacitados (Electronic Assistive Technology)
 - Para el público en general
- *Tecnología integrada – Domótica*
- *Ordenador / mundos virtuales*
- *Animales – Perros - monos*
- *Cuidadores humanos*
- *Avances médicos y quirúrgicos*

Conclusiones

- *Mayor orientación a la producción*
- *Equilibrio función vs. coste*
- *Tecnologías robóticas, más que dispositivos*
 - Flexibles con múltiples funciones o
 - Inteligentes con única función
- *¿realmente hace falta un robot?*