Patologías nerviosas, musculares,a ccidentes, cansancio/agotamiento/sobrecarga de músculos… -> exoesqueleto

Exoesqueletos de rehabilitación, potenciación, asistencia, háptica

* Rehabilitación: que el cuerpo humano pueda volver a hacer lo que hacía antes
* Potenciación: que haga más de lo que haría un humano
* Háptica: que limite lo que hace el humano
* Asistencia: que el humano llegue al nivel normal

Repaso de bases sobre la mano: 22 gdl en un x% del volumen del cuerpo, que es bastante poco. Repaso de huesos, tendondes, donde están los músculos, tipos de movimiento

Repaso de agarres más comunes. Cuáles se quieren asistir.

Formulación de requisitos: guante ligero, por la parte superior para evitar pérdida de sensibilidad y que no limite el movimiento de la mano, NO INFRAACTUADO.

Repaso del estado del arte: formas de actuar sobre una mano: importancia de la coincidencia de ejes de rotación en aproximaciones convencionales

Definición de aproximación convencional VS aproximación x nuevas tecnologías: precio, accesibilidad, facilidad de trabajar con ello, experiencia en la carrera.

Tipos de soluciones (el diagrama este tan guay). Nos quedamos con coincidencia de ejes de rotación, se descarta coincidencia directa xq 1) en el nudillo no se puede a no ser que sean índice y meñique, 2 en los demás quedaría muy aparatoso. Resultado, utilizar mecanismos de centro remoto de rotación.

Introducir qué son, los dos principales, raíl curvo VS doble paralelogramo. Comparación de complejidad, encumbrance y ocupación de espacio según se mueve el mecanismo.

Nos quedamos con el deoble paralelogramo. Vamos a la versión normal xq estudiarlo es tfg de mecánica y optimizarlo un tfm.

Síntesis del mecanismo para un dedo dado.

Simulación del mecanismo en SAM

Construcción del mecanismo: impresión 3D, tolerancias, cojinetes de boli bic

Comparación con otros mecanismos del estilo en el estado del arte

Actuación y sensorización del mecanismo

Motor lo más pequeño posible, con la salidaen uno de los ejes, perpendicular al plano del mecanismo. Para ello se usa un motor con caja reductora de tornillo sin fin. Recomendsable cambiar a rueda trapezoidal para que sea backdriveable, sino se puede conectar por presión la pieza y al superar un cierto torque empieza a deslizar y ya no se hace pupa la persona.

Motores surtidos, pero al final el más barato de aliexpress. Comprobar motores paso a paso para ejercer par en bloqueo como futura mejora.

Elección de parámetros el motor: dado que el doble paralelogramo se puede modelar como una transmisión 1:1, la velocidad del motor será la misma que la del actuador. Queremos el máximo par con la máxima velocidad, es decir, la potencia mecánica. Primero limito la velocidad que es la más fácil de medir, con medidas empíricas determino que una velocidad de cierre satisfacotria de la mano son 0.5s, es decir, 90º cada articulación en 0,5s, o para ser más exacto, el nudillo, uqe es la primera a actuar. Esto nos da una velocidad angular de X rpms, que es el parámetro por el que se catalogan los motroes. Hora de elegir, ahora tenemos otra variable, la tensión de alimentación, 3V, 5V o 12V. voy a descartar los 3V xq el Arduino va a 5 alimentado, por lo que tenemos la opción de alimentar la potencia a lo mismo que el micro: 5 o la abtería me da 12. 3 no tengo a mano. Calculo primero con los de 12, tengo uno ligeramente por debajo y otro por encima, luego calculo con los de 5, solo hay uno, más por encima que el anterior a 12. Cojo la opción intermedia por mayor versatilidad.

Sensorización: posibilidad de encoder en el culo del motor, con un potenciómetro sobra y es to barato. Banco de pruebas del pote. Una cuadrícula polar. Apunto valores y hago recta de regresión. R2=0,99 asi que me seirve.

Montaje del actuador: sensor, motor con reductora y mecanismo. Total: 20g de actuador, medidas de ancho, largo alto.

Control: péndulo invertido gobernado por un motor DC. Modelado y puntos de trabajo, normal, a.k.a en velocidad y libre, o e bloqueo, a.k.a fuerza como salida. Mido la fuerza indirectamente con la intensidad que consume el motro. Banco de pruebas intensidad VS fuerza. En la zona central, es lineal con una pendiente de 0,4g/mA. Identificación del motro con la reductora, midiendo resistencia e inductancia.

Control en posición: empírico: primero todo/nada. Ni tan mal pero error constante dependiendo del punto de inicio por la inercia. Si hago todo/nada bidireccional empieza a oscilar que da gusto.

P: a ojo el máximo hasta que oscila, ni tan mal, termina con un error constante

PI: acaba con el error pero por la zona muerta no va tan tan bien

D: no hace falta, cumple con el tiempo de respuesta

Respuesta ante rampa: ni tan mal

Respuesta ante rampa, siguiendo al dedo con sensor de flexión: banco de pruebas del sensor, identificar pote y luego el sensor de flexión con un divisor de tensión. Filtro paso bajo y tan feliz. Le doy un ofset para que no bloquee el dedo y funciona perfe.

Plataforma en la mano hecha a medida, aunque no es la idea. Regulable en x pero no en y.

Cambio de control: sensor de electromiografía, cuando detecta más de X señal consideramos que está agarrando, pasa de control en posición a control en fuerza. Se aplica una fuerza constante calibrada para suplir la falta de fuerza del usuario. Se puede poner una ruedecita o algo para calibrar de más a menos potencia en vez de ser personalizado.

Control en posición frente a rampa + control en fuerza frente a escalón. Estaría bien hacer una medida directa pero bueno.

Concatenar dos de estos actuadores. Tres ya no xq no hay sitio y además apoyaría sobre la uña y eso molesta. Además (por comprobar) la falange distal es para precisión no potencia.

Respuesta de dos encatenados frente a escalón, rampa y en fuerza escalón

Resultados: se ha conseguido hacer un actuador diminuto en volumen y peso con un precio y una tecnología super asequible para lanzarlo al mercado pronto y que la gente se lo pueda comprar o hacer. No solamente sirve para asistencia, si le pones unas cintas te sirve para rehab, si lo enganchas a un guante tocho lo puedes usar como potenciador como en shields et al, también se puede utilizar en háptica para teleoperación y VR o para aplicaciones que ni siquiera tengan que ver con la mano humana y simplemente necesiten un centro remoto.

Future work: añadir mvto. Abrir/cerrar dedos, hacer estudio de mercado, poner medida directa, acondicionar sensores bien, placa con imanes, centro regulable en x e y, tamaños estándar de barras S M L XL… sensor de EMG en una manga, eficiencia energética, protocolos de seguridad, estanquedad de los actuadores. Reducir el tamaño como el robot médico ese. Hacer una pcb chula y buscar componentes más adecuados, así como un micro que pueda con la cantidad de entradas analógicas que necesitaría un guante completo: mínimo 3/ falange actuada.