

Resultados de un trabajo de campo sobre agarres utilizados en tareas cotidianas

M. Vergara, J. Serrano Cabedo, P.J. Rodríguez Cervantes, A. Pérez González

Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I
vergara@emc.uji.es

El conocimiento del agarre humano es fundamental para el desarrollo de sistemas artificiales que replacen la mano natural por sistemas mecánicos, como prótesis u otro tipo de ayudas. Un dato fundamental para orientar el desarrollo y la programación de estos manipuladores artificiales es el análisis de la frecuencia con la que se utilizan los diferentes tipos de agarres. A este respecto existen pocos trabajos en la bibliografía. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio de campo sobre el agarre humano en actividades cotidianas en la vida diaria no profesional. El análisis se ha realizado a través de la filmación de diferentes tareas representativas de los diferentes ámbitos de la vida personal como aseo personal, preparación de comida, comer, limpieza y orden en casa, conducción, etc. No se han tenido en cuenta tareas laborales, ya que por su especificidad deberían ser abordadas por separado. Se han realizado casi 200 filmaciones, de las cuales se han seleccionado como representativas para un análisis en profundidad 64 vídeos de 24 personas. El análisis ha consistido, en la división de la tarea en agarres elementales y, de cada uno de ellos, registrar el tipo de agarre utilizado (de una clasificación específica de 9 tipos desarrollada para este trabajo), la acción realizada, las manos y zonas de las manos implicadas y su duración, para tener una idea de la importancia y frecuencia con que se usan. Los resultados muestran que los tipos de agarre más utilizados en tareas cotidianas son: el agarre de pinza, el agarre no prensil, el cilíndrico, la pinza lateral y el lumbrical. Aunque el agarre de pinza es el más frecuente a nivel general, su presencia en los distintos ámbitos de la vida cotidiana es muy diferente, siendo muy utilizado en la preparación de comida, y muy poco utilizado en el ámbito de la conducción.

1. INTRODUCCIÓN

La mano es una potente herramienta. Su pérdida causa graves inconvenientes no sólo físicos sino, también, psicológicos. Se ha teorizado que el sentimiento de inferioridad, debido a la pérdida de funcionalidad, puede producir una sobrecompensación que conduzca a una personalidad narcisista, agresiva y beligerante [1].

El conocimiento del agarre humano es fundamental en el desarrollo de sistemas artificiales para el remplazo de la mano natural por sistemas mecánicos. Sin embargo, se encuentran pocos estudios en la bibliografía [2] que aborden el análisis de la frecuencia con la que los diferentes tipos de agarres se dan en la vida diaria, dato fundamental para orientar el desarrollo y la programación de manipuladores artificiales para actividades cotidianas. La investigación en robótica debe ir, cada vez más, asociada al estudio de la manipulación humana, especialmente en el área de la robótica de servicio, donde el robot debe moverse en un entorno humano y manipular objetos habituales de la vida diaria [3]. Para los requerimientos funcionales del diseño de las más recientes manos protésicas, como la SmartHand [4], se tuvieron en cuenta los resultados de una entrevista entre amputados que utilizaban prótesis mioeléctricas [5], así como el porcentaje aproximado de utilización de los principales tipos de agarre durante las actividades de la vida diaria [6]. No obstante, esta clasificación es poco detallada (agarres de potencia, 50%; de precisión, 30% y agarre lateral, 20%), y no especifica diferentes agarres entre los grupos considerados.

Existen trabajos como la American Time Use Survey (ATUS, oficialmente comenzada en 2003) [7] que consisten en una encuesta continua sobre el uso del tiempo en los Estados

Unidos. El objetivo de esta encuesta es medir cómo las personas dividen su tiempo entre las actividades de la vida diaria. Sin embargo, no se especifica el tiempo de uso de las manos ni, evidentemente, el tipo de agarre utilizado.

En este trabajo, se presentan los resultados preliminares de un estudio de campo sobre el agarre humano en actividades cotidianas de la vida diaria, excluyendo las actividades profesionales. El objetivo principal ha sido obtener la frecuencia con la que se utilizan los diferentes tipos de agarre. Para ello, se ha analizado el agarre humano en actividades cotidianas reales, mediante trabajo de campo, incluyendo la observación, filmación y clasificación de los agarres empleados, así como determinando la frecuencia con la que se presenta cada tipo de agarre en diferentes actividades de la vida diaria.

2. MATERIAL Y MÉTODO

El estudio de campo ha consistido en la realización y selección de filmaciones representativas de los diferentes ámbitos de la vida diaria, utilizando más grabaciones en aquellos ámbitos donde las tareas son más variadas. Una vez seleccionadas las filmaciones, se han analizado en detalle para obtener datos de frecuencia y tiempo de uso de los diferentes tipos de agarres. A continuación se describe en detalle cada paso.

2.1 Elección de filmaciones

Se realizaron unas 180 filmaciones de tareas cotidianas en ambientes reales (no fueron tareas simuladas sino las que hacían los sujetos en su vida normal), de las cuales se eligieron para analizar en profundidad 64. El análisis ha consistido, entre otras cosas, en registrar el tipo de agarre utilizado y su duración, para tener una idea de la importancia y frecuencia con que se usan. La elección de las filmaciones se ha realizado intentando que sean representativas de todas las tareas y ámbitos, comprobando que, en las no analizadas, la forma de realizar las acciones era similar a las analizadas. Los vídeos analizados han sido: 9 tareas de preparación de comida, 6 de alimentación (comer y tareas asociadas como servir comida), 10 de aseo personal, 12 de limpieza y orden en casa, 3 realizando compras, 6 relacionadas con la conducción y transporte, 8 relacionadas con el ocio diario (ver TV, lectura, escuchar música, etc.) y 10 de otros ámbitos como hablar por teléfono, desplazarse por la casa, etc. No se han tenido en cuenta tareas laborales, ya que por su especificidad deberían ser abordadas por separado. En las filmaciones analizadas han participado un total de 24 personas diestras (11 hombres y 13 mujeres), con una edad media de 30 años.

2.2 Análisis de las filmaciones

El primer paso ha consistido en la división de la tarea en agarres elementales. Se considera como agarre elemental cualquier acción completa en que se adopta una postura de las manos, más o menos constante, o con movimientos similares para realizar una acción concreta. Una vez dividida la tarea en agarres elementales, para cada uno de ellos, se han recogido una serie de datos como mano o manos implicadas, tipo de agarre utilizado, tiempo total del agarre y zonas de contacto de la mano con el objeto. Además, para cada tarea, se han recogido datos de las personas participantes (edad y algunas dimensiones corporales) y de los objetos agarrados (tamaño, peso).

2.3 Clasificación de agarres

En la bibliografía existen diferentes clasificaciones y sub-clasificaciones de los agarres con distintos propósitos. En algunas ocasiones las clasificaciones están orientadas a facilitar la modelización matemática de la mano, incluyendo en estos casos un nivel de detalle que las hace inviables en un ámbito real (por ejemplo la orientación de la mano respecto al objeto, número de dedos implicados, etc.) [8-9]. Una clasificación muy utilizada en trabajos de robótica es la taxonomía de Cutkosky [10], que es una clasificación muy extensa. En otros casos, las clasificaciones de agarres no incluyen acciones funcionales de la mano por no ser agarres propiamente dichos (por ejemplo frotar con un trapo un cristal sin agarrar el trapo, solo presionando sobre él, que sería un agarre no prensil). Por todo ello, se ha utilizado una clasificación de agarres específica para este estudio, basada en la clasificación de Edwards

et al. [11], pero no tan detallada como ésta. Se han agrupado los agarres en función del tipo de interacción de la mano con el objeto, y no se han tenido en cuenta para clasificar los agarres, por ejemplo, el número de dedos implicados ni la forma del objeto, sino que estos datos han sido registrados como datos adicionales.

La clasificación consta, finalmente, de 9 agarres que se consideran habituales en el uso de objetos cotidianos. En la tabla 1 se describen y en la figura 1 se muestra un ejemplo de los 9 agarres de la clasificación utilizada.

Agarre cilíndrico (Cyl)	Interviene la palma. El pulgar está en oposición directa a los dedos (en abducción o posición neutra)
Agarre palmar oblicuo (Obl)	Variante del cilíndrico. Interviene la palma, pero el pulgar está en aducción.
Agarre de gancho (Hook)	No intervienen ni el pulgar ni la palma. El peso del objeto lo soportan los dedos.
Agarre lumbrical (Lum)	Interviene el pulgar y la parte más proximal de los dedos (hasta la base de los nudillos), pero no interviene la palma
Agarre intermedio de potencia-precisión (IntPP)	Interviene algo la palma pero tanto el pulgar como el índice estabilizan el agarre
Pinza (Pinch)	Se utiliza el pulgar y las yemas de los dedos (uno o varios)
Pinza lateral (LatP)	Se utiliza la parte lateral de los dedos (uno o varios) y normalmente también el pulgar.
Pinza especial (EspP)	Se utiliza el pulgar, para algunos dedos la parte lateral y para otros las yemas
Movimiento no prensil (NonP)	Se manipulan objetos sin ser agarrados

Tabla 1. Descripción de agarres de la clasificación utilizada

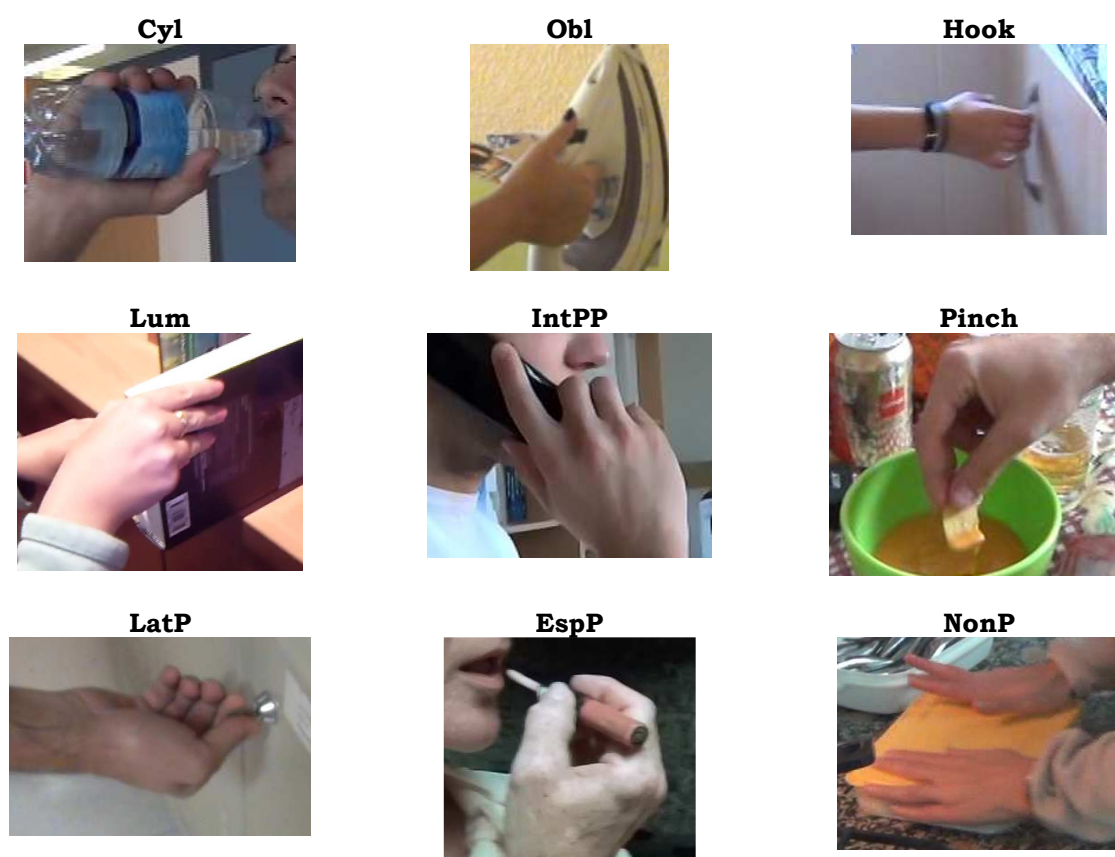


Figura 1. Agarres de la clasificación utilizada

2.4 Análisis de los datos registrados

En primer lugar, debido a que el tiempo de filmación de cada ámbito no ha sido porcentualmente el mismo que se dedica de media a cada ámbito en la vida real, se ha realizado una ponderación de los datos para que las frecuencias y tiempos calculados sean respecto a un día. Para ello, se ha tenido en cuenta, por una parte, el estudio de ATUS [7] que recoge el tiempo medio que dedica cada estadounidense a diferentes ámbitos de la vida y, por otra, el porcentaje de tiempo de cada ámbito en que se utilizan las manos (aunque se dedique mucho más tiempo a ver la televisión que a conducir por ejemplo, el tiempo en que se usan las manos viendo la televisión es menor). Se utilizaron los datos más recientes disponibles del informe ATUS, los del año 2010, pero adaptándolos a los ámbitos considerados en nuestro estudio, ya que son ligeramente diferentes. La estimación del porcentaje de tiempo en que se usan las manos de cada ámbito se ha realizado a partir de filmaciones propias en las que se grabaron largos periodos dedicados a tareas de cada ámbito y, de ellos, se obtuvo el porcentaje de tiempo en que se utilizan las manos.

En resumen, se estimaron las horas al día que se utilizan las manos en cada ámbito. Con estas estimaciones, y con el tiempo analizado de cada ámbito, se calcularon unos coeficientes de ponderación. De esta forma, los análisis de frecuencias de uso de cada agarre y los tiempos totales obtenidos son siempre sobre un día.

Se presentan análisis descriptivos de los datos y, en algunos casos, también ANOVAs para comprobar si las diferencias observadas resultan significativas estadísticamente o no. Los análisis se realizaron con el software IBM SPSS Statistics 19.

3. RESULTADOS

La tabla 2 recoge las horas al día medias que se utilizan las manos en los ámbitos considerados (datos del ATUS y de las filmaciones realizadas). Se utilizan las manos durante algo más de 5 horas al día, sin contabilizar las tareas laborales. De estas 5 horas y 3 minutos que se usan las manos al día, un 55% del tiempo (2h 46') se usan las dos manos a la vez, colaborando en la misma tarea, un 31% del tiempo (1h 34') se usa únicamente la mano derecha y un 14% del tiempo (41') se usa únicamente la mano izquierda.

Ámbito	Horas/día
Preparación de comida	0,504
Comer y tareas asociadas	1,15
Aseo personal	0,76
Limpieza y orden de la casa	0,5415
Comprar	0,315
Conducción y desplazamiento	0,41
Ocio	1,086
Otras	0,3325
TOTAL	5,099

Tabla 2. Horas al día estimadas de uso real de las manos en función del ámbito de la vida cotidiana

La frecuencia diaria con que se utiliza cada tipo de agarre de la clasificación (número de agarres elementales de ese tipo) y el tiempo total en que se utiliza cada uno de los agarres en un día se muestra en la tabla 3. Se observa que los totales de tiempo y frecuencias no suman el 100% de los datos. Esto se debe a que, aproximadamente en un 3% de los casos (y aproximadamente también del tiempo), se agarran varios objetos a la vez como es el caso mostrado en la figura 2. Este tipo de agarre resulta más complejo ya que, por ejemplo (ver figura 2) se utilizan unos dedos en oposición a la palma y otros en oposición del pulgar, siendo imposible asignarlo a un tipo de agarre de la clasificación utilizada. En la tabla 3, se ha etiquetado la fila referente a estos casos como 'Sin analizar'.

Agarre	Frecuencia	% frec.	Tiempo	% tiempo
Cyl	578	12,3%	0:28	9,4%
Obl	282	6,0%	0:36	12,0%
Hook	148	3,1%	0:07	2,5%
Lum	469	10,0%	0:32	10,6%
IntPP	153	3,2%	0:17	5,9%
Pinch	1750	37,2%	1:51	36,6%
LatP	435	9,2%	0:20	6,8%
EspP	130	2,8%	0:16	5,4%
nonP	606	12,9%	0:23	7,7%
TOTAL AGARRES	4551	96,7%	4:54	97,1%
Sin analizar	156	3,3%	0:09	2,9%

Tabla 3. Frecuencia y tiempos (formato horas:minutos) totales al día de cada tipo de agarre



Figura 2. Agarre fuera de la clasificación.

Los tipos de agarre más utilizados (por tiempo de uso) en tareas cotidianas son, en este orden: el de pinza, el oblicuo, el lumbrical, el cilíndrico y el no prensil. Sin embargo, si se observa la frecuencia del agarre (número de veces que se utiliza), el orden cambia ligeramente: el agarre de pinza, el no prensil, el cilíndrico, el lumbrical y la pinza lateral. Esto se debe a que el tiempo de uso medio de los diferentes agarres es diferente. La tabla 4 muestra los tiempos medios de duración de cada agarre. Para comprobar si las diferencias observadas, en el tiempo de duración media de cada agarre, son significativas, se ha realizado un ANOVA. Sí que existen diferencias significativas entre agarres ($p < 0,05$): la tabla 4 muestra los grupos homogéneos de agarres ordenados de menor a mayor tiempo. Para definir los grupos, se ha utilizado la prueba post-hoc de Tukey con nivel de significación de 0,05. Los grupos deben interpretarse de forma que no existen diferencias significativas entre los agarres de cada grupo. Por tanto, las diferencias principales son entre los agarres IntPP y Obl con todos los demás, a excepción del EspP. Esto confirma por qué el agarre oblicuo (Obl) resulta, en tiempo de uso, de los más utilizados pero no en frecuencia. Ocurre lo contrario para la pinza lateral (LatP), que tiene una duración media del agarre muy baja.

Agarre	Tiempos medios GRUPO 1 (s)	Tiempos medios GRUPO 2 (s)
nonP	2,51	
LatP	3,20	
Pinch	3,36	
Cyl	3,49	
Hook	3,91	
Lum	4,06	
EspP	5,53	5,53
IntPP		8,19
Obl		8,89

Tabla 4. Tiempos medios de duración de cada tipo de agarre. Los grupos representan agarres entre los que no existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo medio.

La figura 3 muestra la distribución de frecuencias con que aparece cada agarre de forma global (datos de frecuencia de la tabla 3) y separados por ámbito para su comparación. Casi

todos los agarres se utilizan en todos los ámbitos aunque, en éstos, su distribución cambia considerablemente. Por ejemplo, en conducción se utiliza mucho más el agarre oblicuo y mucho menos el de pinza. El agarre cilíndrico destaca en los ámbitos de comprar, conducir y limpieza de la casa, y se usa muy poco en preparar comida y aseo personal. También destaca el lumbrical en el ámbito de comprar. La frecuencia del agarre de pinza, en preparación de comida, es superior al 50% mientras que se usa muy poco conduciendo.

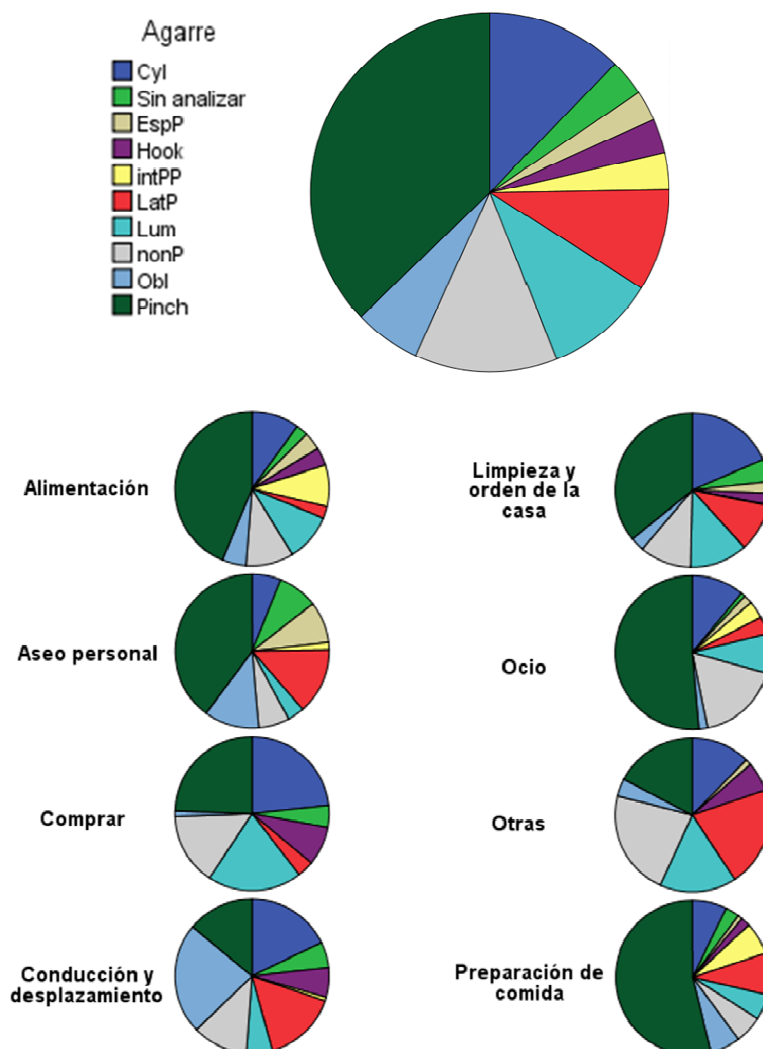


Figura 3. Frecuencias de cada tipo de agarre totales (arriba) y por ámbito

La figura 4 muestra los porcentajes de tiempo en que se usa cada mano de forma global y para cada agarre. Casi todos los agarres se utilizan con ambas manos aunque, en algunos casos, el porcentaje cambia considerablemente. Por ejemplo, el agarre de pinza especial (EspP) prácticamente no se usa con la mano izquierda, mientras que el agarre no prensil (nonP) se usa mucho más con la izquierda. Esto puede deberse a que el agarre de pinza especial es un agarre que requiere más destreza (todos los participantes eran diestros) por lo que se utiliza fundamentalmente con la mano derecha. Sin embargo, el no prensil requiere menos destreza y se utiliza, en muchos casos, de apoyo a la otra mano, por lo que se utiliza mucho más tiempo con la mano izquierda.

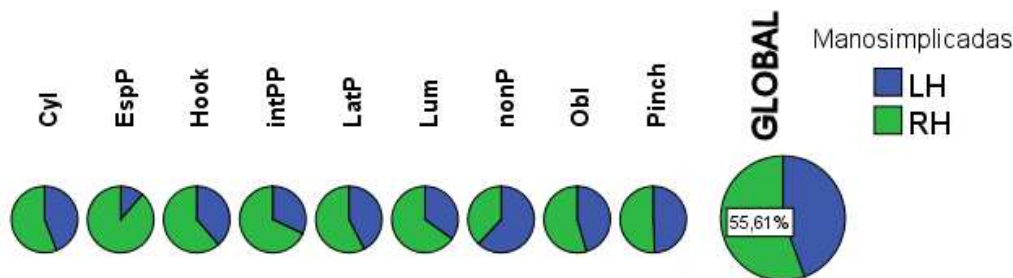


Figura 4. Porcentaje de tiempo de cada agarre con cada mano

La figura 5 muestra los mismos porcentajes de tiempo en que se usan ambas manos colaborando y cada mano por separado, en este caso, distinguiendo por ámbitos. Las diferencias aquí también son apreciables. Por ejemplo, en ocio y limpieza de la casa se utilizan mucho tiempo las dos manos a la vez colaborando en la misma tarea mientras que en comprar y otras tareas (teléfono, abrir puertas, etc.) los tiempos en que colaboran ambas manos son mucho más reducidos, destacando en uso principalmente la mano derecha aislada. El único ámbito en que la mano izquierda supera en porcentaje la mano derecha (por muy poco, de hecho, son prácticamente iguales) es en conducción, ya que la mano izquierda está casi siempre sobre el volante.

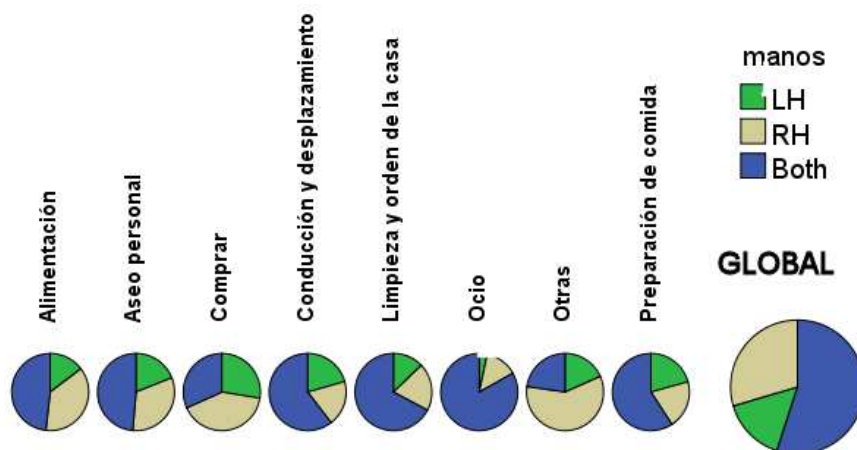


Figura 5. Porcentaje de tiempo que se usan ambas manos y cada mano por separado, por ámbitos

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo, se han registrado las frecuencias de diferentes agarres durante el desarrollo de tareas cotidianas. Estos datos son necesarios para poder optimizar el diseño de manipuladores artificiales en actividades que permitan aumentar la independencia de los sujetos que necesitan de ellos. Por otra parte, los resultados del estudio pueden servir también para entender mejor el funcionamiento y uso de las manos.

Así, por ejemplo, se ha comprobado que el tiempo total de uso de las manos, sin incluir la jornada laboral, es de más de 5 horas diarias, de las cuales, más de la mitad se utilizan las dos manos a la vez para realizar la misma tarea. Según el informe ATUS [7], el porcentaje de tiempo al día que no se está ni durmiendo ni trabajando de media no llega al 40%, unas 9 horas y media, de las cuales más de 5 se necesitan las manos y, de éstas, casi 3 ambas a la vez. Son tiempos elevados que demuestran la importancia del presente estudio.

En este trabajo, se ha utilizado una clasificación de agarres adaptada de otros trabajos de la literatura basada en tan sólo 9 agarres. Entre ellos se ha incluido un *Movimiento no prensil*, falto en la mayoría de clasificaciones de agarres, ya que no se puede considerar como agarre propiamente dicho, pero se ha comprobado que la manipulación de objetos sin ser agarrados es el segundo agarre más frecuente (casi el 13% de los agarres). Sin embargo,

pese a que los agarres de la clasificación utilizados son menos en número que los que utilizan otros estudios [2,9], se dispone de más información, ya que de cada agarre se han registrado también las zonas de la mano en contacto con el objeto (estos resultados no se han incluido aquí). En el único estudio conocido por los autores hasta la fecha [2] se utiliza la clasificación de Cutkosky [10] y se llega a la conclusión de que solo se utilizan unos cuantos agarres, al menos en el ámbito de su investigación (mantenimiento de máquinas y tareas del hogar), por lo que utilizar una clasificación más simple es razonable.

El agarre más utilizado, en tiempo y frecuencia, es el de pinza. Otros agarres también frecuentes (en tiempo y número de veces) son el cilíndrico, el lumbrical y la manipulación no prensil. Se ha comprobado que el tiempo de uso medio de los diferentes agarres es diferente, diferencias que van desde los 3 segundos de la pinza lateral hasta los casi 9 segundos de media del agarre oblicuo. Por lo que, si se atiende a tiempo de uso, el oblicuo pasa a ser de los más utilizados mientras que, si se atiende a frecuencia de uso, lo es la pinza lateral.

Se ha comprobado que la distribución de los agarres y las manos de uso es muy diferente entre los diferentes ámbitos. Así, por ejemplo, aunque el de pinza es el más frecuente a nivel general, es muy utilizado (54%) en la preparación de comida y poco utilizado en el ámbito de la conducción (14%).

Respecto al uso de diferentes agarres con cada mano, también se han encontrado diferencias en la frecuencia. Por ejemplo, el de pinza especial prácticamente no se usa con la mano izquierda (sólo el 11% de los casos registrado con ella, el resto con la derecha).

Finalmente, cabría indicar que estos datos servirán para poder caracterizar más a fondo, en ensayos de laboratorio, los agarres más frecuentes encontrados.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación y de FEDER, a través del proyecto DPI2010-18177 en el cual se enmarca este trabajo.

6. REFERENCIAS

- [1] A. Gohritz, K. Knobloch, P.M. Vogt, C. Bonnemann, O. Aszmann. *Potential Influence of One-Handedness on Politics and Philosophy of the 20th Century*. J.Hand Surg.Am., 2009, Vol. 34, 1161-1162.
- [2] J.Z. Zheng, S. de la Rosa, A.M. Dollar. *An investigation of grasp type and Frequency in Daily Household and Machine Shop Tasks*. 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 4169-4175.
- [3] C.C. Kemp, A. Edsinger, E. Torres-Jara. *Challenges for Robot Manipulation in Human Environments*. IEEE Robotics & Automation Magazine, march. 2007.
- [4] C. Cipriani, M. Controzzi, M.C. Carrozza. *The SmartHand. Transradial Prosthesis*. J.Neuroeng Rehabil., 2011, Vol. 8, 29.
- [5] C. Pylatiuk, S. Schulz, L. Doderlein. *Results of an Internet Survey of Myoelectric Prosthetic Hand Users*. Prosthet.Orthot.Int., 2007, Vol. 31, 362-370
- [6] C. Sollerman, A. Ejekkar. *Sollerman Hand Function Test. A Standardised Method and its use in Tetraplegic Patients*. Scand.J.Plast.Reconstr.Surg.Hand Surg., 1995, Vol. 29, 167-176.
- [7] <http://www.bls.gov/tus/data.htm>
- [8] <http://www.csc.kth.se/grasp/>
- [9] T. Feix, H. Schmiedmayer, J. Romero, D. Kragić. *A comprehensive grasp taxonomy*. 2009. Robotics, Science and Systems Conference: Workshop on Understanding the Human Hand for Advancing Robotic Manipulation
- [10] M.R. Cutkosky. *On Grasp Choice, Grasp Models, and the Design of Hands for Manufacturing Tasks*. IEEE Trans. Robot. Automat., 5(3), (1989) 269-279
- [11] S.J. Edwards, D.J. Buckland, J.D. McCoy-Powlen. *Developmental & Functional Hand Grasps*. 2002. Slack Incorporated.