TITLE PAPER

**ABSTRACT**

**CCS Concepts**

**• Information systems~Multimedia information systems   • Computing methodologies~Virtual reality • Information systems~Multimedia information systems   • Human-centered computing~Graphical user interfaces • Applied computing~Life and medical sciences.**

**General Terms**

Design, Experimentation, Performance.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from [Permissions@acm.org](mailto:Permissions@acm.org).  
REHAB 2016, October 13-14, 2016, Lisbon, Saudi Arabia   
© 2016 ACM. ISBN 978-1-4503-4765-5/16/10…$15.00   
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/3051488.3051517>

**Keywords**

Virtual Rehabilitation; Rare Diseases; Physical Therapy; Numbness; Tingling; Range-of-motion; Grip strength.

# INTRODUCTION

Definition of Rare Diseases (one paragraph)

Las instituciones de salud públicas y privadas han expresado el objetivo principal de "asegurar las condiciones en las que las personas puedan estar sanas", generando soluciones si aparecen problemas de salud inesperados o persistentes o factores ambientales que ponen en riesgo a grandes poblaciones.

Las instituciones de salud trabajan con profesionales de diferentes áreas para investigar las causas que ponen en riesgo la vida y la salud de las poblaciones con el fin de prevenir, mitigar o suprimir los inconvenientes generados. Sin embargo, esta acción no ocurre con las enfermedades conocidas como raras, que afectan a pocos sujetos y están dispersas en el mundo con una variedad de trastornos y síntomas debido a variaciones genéticas o a la etapa de aparición en el sujeto (Chaves, 2017; Lippe, Diesen, & Feragen, 2017) (Kole & Faurisson, 2009; MedigenePress, 2017).

Las enfermedades raras (RE), o "enfermedades huérfanas", son a menudo enfermedades graves, crónicas y progresivas, llamadas así en función de la prevalencia de la enfermedad en cada país. La Unión Europea considera una enfermedad rara si 1:2.000 sujetos la padecen (Eurordis, 2014); en Noruega, 1:10.000 sujetos la padecen (Helsenorge, 2016); en Taiwán, 1:10.000 sujetos (mediográfico, 2015); en Italia, 1:20.000 sujetos (mediográfico, 2015); en Estados Unidos, 1:5.000 sujetos (Cortés, 2015; Centro de Información de Enfermedades Raras y Genéticas, 2017a); en Japón, 1:2.500 sujetos (Cortés, 2015).

Existen entre 5.000 y 8.000 DR, el 80% son de origen genético y la diferencia se debe a infecciones bacterianas o virales, factores ambientales o alergias ([Alonso, Hawrylak, & Gómez, 2010](#_ENREF_4); [Boycott et al., 2013](#_ENREF_26); [Institute of Medicine National Academies of Sciences, 2010](#_ENREF_108)). Estos generan alteraciones en el desempeño de las actividades de la vida diaria (ADLs); a pesar de su gravedad, algunas enfermedades raras son compatibles con una buena calidad de vida si se diagnostican a tiempo y se tratan de forma óptima (Boycott, Vanstone, Bulman, & MacKenzie, 2013)

Los pacientes con enfermedades raras, además de enfrentarse a los síntomas de su patología, deben experimentar la falta de conocimiento y experiencia de los expertos clínicos, a lo que se suman las limitaciones de acceso a los sistemas de salud y la baja disponibilidad de medicamentos ([Antiñolo & Lozano, 2010](#_ENREF_7)); esto provoca retrasos en el diagnóstico, tratamiento inadecuado e incluso tratamientos dañinos, pudiendo afectar a los sujetos en sus capacidades mentales, conductuales y sensoriales ([Budych, Helms, & Schultz, 2012](#_ENREF_29)).

La información de diagnósticos, terápias, tratamientos e investigaciones sobre ER es a menudo escaso o de difícil acceso para los profesionales de la salud, pacientes e investigadores. Las ER permanecen ocultas debido al inadecuado registro de datos en sistemas de información aislados e independientes. El Sistema de Salud necesita generar una estrategia para el Registro Nacional y Mundial de ER.

Las DR más comunes son: la Enfermedad de Huntington, la Espina Bífida, el Síndrome de X frágil, el Síndrome de Guillain-Barré, la Enfermedad de Crohn, la Fibrosis Quística, la Distrofia Muscular de Duchenne y la Esclerosis Lateral Amiotrófica (Alonso et al., 2010; Chaves Restrepo, 2011) (2017).

Las DR más frecuentes en los infantes son Osteogénesis u Osteogénesis Imperfecta, Fenilcetonuria, Albinismo Oculocutáneo, Acondroplasia y la menos frecuente es Encefalopatía (McTague 2016).

La encefalopatía, es una enfermedad del encéfalo, que afecta de forma estructural y funcional al cerebro, incluyen muchos síndromes relacionados con la edad, con tipos específicos de convulsiones y características neurológicas. Un sujeto con encefalopatía generalmente tiene 1) estado mental alterado; 2) disminución de la capacidad cognitiva e intelectual; 3) ausencia de concentración; 4) espasmo involuntario a nivel muscular; 5) movimiento ocular rápido e involuntario; 6) temblores; 7) atrofia y/o debilidad muscular; 8) demencia; 9) convulsiones; y 10) pérdida de la capacidad del habla (Standen et al., 2015).

Un tipo particular de encefalopatía es, la Encefalopatía Epiléptica (EE) que tiene un panorama de mutaciones genéticas (por ejemplo, KCNQ2, SCN1A, SCN2A) asociados con trastornos neurológicos y epilepsias, que proliferan nuevos tipos de enfermedades raras.

Los sujetos con EE tienen convulsiones muy frecuentes y graves (Dulac, 2001; Nickels & Wirrell, 2017), que causan disfunción cerebral progresiva (Khan & Al Baradie, 2012), periodos de regresión en el desarrollo cognitivo (Berg 2010), deterioro mental y neurológico a nivel cognitivo, sensorial y/o motor. (Capovilla, Wolf, Beccaria, & Avanzini, 2013).

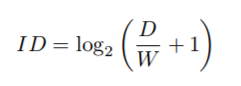
La disfunción cerebral es una alteración de menor gravedad que, afecta a niños y presenta déficits en el aprendizaje (dislexias, discalculia, disortografía y disgrafía), trastornos psicomotores, trastornos en los procesos cognitivos (memoria, razonamiento y funciones ejecutivas) y trastornos del lenguaje oral (Portellano, 2005).

La pérdida de la memoria provoca el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (DCD). Un sujeto con DCD experimenta dificultades en el desarrollo de habilidades motoras y déficit en las habilidades espaciales (Schoemaker et al., 2001)

Nosotros estamos preocupados por los efectos de las enfermedades raras, por lo tanto, desarrollamos una aplicación en Unity con Leap Motion ll (RARESPATIAL) que apoye la recuperación de las habilidades espaciales (ubicación y posicionamiento) con orden, constancia y diversión. Para el desarrollo de la aplicación nos enfocamos en los principios de Perfetti y la Ley de Fitts.

Perfetti o llamado también Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo**,** es un método rehabilitador, que pretender activar los procesos cognitivos en la recuperación motora, realizando ejercicios con ojos abiertos y ojos cerrados. Perfetti permite recuperar la percepción, memoria, lenguaje, etc, permitiendo al sujeto relacionarse con el mundo exterior. Perfetti respeta la progresión de aprendizaje, por lo tanto, su aplicación será con diferentes niveles de dificultad.

La Ley de Fitts controla los límites del movimiento y la interacción humano-computador (HCI). La ley de Fitts establece que, el tiempo requerido para mover, adquirir o seleccionar un objetivo con un puntero (Ej: el cursor del mouse, mano de Leap Motion) está en función de la distancia al objetivo(D) dividida para el tamaño del objetivo(W), Estos dos parámetros geométricos se combinan en el índice de dificultad (ID) (Soukoreff & MacKenzie, 2004).

(1)

El índice de dificultad es linealmente proporcional al tiempo de movimiento (MT), cuanto mayor sea la distancia y menor sea el tamaño del objetivo, más tiempo tomará. Según su ley, los movimientos rápidos y los blancos pequeños dan como resultado mayores tasas de error, debido a la compensación de velocidad-precisión.

 (2)

Cuando se comparan condiciones experimentales, se recomienda medir el rendimiento humano (TP). Esto proporciona una única medida, la combinación de la velocidad y la precisión en alcanzar un objetivo, haciendo un promedio sobre el rango de índices de dificultad. El rendimiento tiene las unidades de bits por segundo, análogas a la cantidad de información, y se define como el índice de dificultad a lo largo del tiempo de movimiento:

 (3)

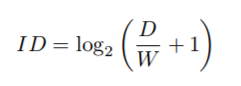
El software fortalece la percepción cognitiva, acelera la reacción del conocimiento de la ubicación espacial, con niveles de enseñanza aprendiza. El nivel básico con 2 paneles (arriba-abajo o izquierda-derecha), nivel intermedio con cuatro paneles (izquierda-arriba, izquierda-abajo, derecha-arriba, derecha-abajo) y el nivel avanzado con 9 paneles (izquierda-arriba, izquierda-abajo, derecha-arriba, derecha-abajo, izquierda-centro, derecha-centro, arriba-centro, abajo-centro y medio-centro).

La aplicación brinda un proceso de enseñanza, luego un proceso de aprendizaje y finalmente un proceso de verificación del nivel de aprendizaje a través de interactuar con la aplicación a través del Leap Motion. La aplicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje brinda retroalimentación visual y auditiva y para el proceso de validación utiliza retroalimentación auditiva y táctil en entornos virtuales.

En este artículo, nosotros presentamos los resultados de la experimentación del aprendizaje de las habilidades espaciales, con niños sanos de 5 a 10 años. Pretendemos evaluar la efectividad de la Ley de Fitts y del método de Perfetti y el rendimiento del movimiento en ambientes virtuales.

Rare diseases are often serious, chronic and progressive diseases, that generate geopositioning alterations in the performance of activities of daily living (ADLs). Despite their severity, some rare diseases are compatible with a good quality of life if diagnosed early and treated optimally (Boycott, Vanstone, Bulman and MacKenzie, 2013).

Fitts’ Law is one of the most well studied relationships for human-computer input.2 It relates the movement time of human targeting motion to both the size of the target (W) and the distance to the target (D). These two geometrical parameters are combined in the index of difficulty (ID), which is presented here in the popular Shannons’ Formulation:(Soukoreff & MacKenzie, 2004)

 (1)

The index of difficulty is linearly proportional to the movement time (MT), which provides the Fitts’ Law relationship:

TAREAS ALOCENTRICAS Y EGOCENTRICAS

DESIBICACION DE OBJETOS DE UN SUJETO

MEMORIA ESPACIAL A CORTO PLAZO.

LEY DE FITTS PARA aplicar en el desarrollo.

Common of rare diseases in childhood (different paragraphs)

Main cause of rare diseases (genetic and non-genetic)

Main drawbacks at the present time related to rare diseases: 1) lack of information; 2) low availability of drugs; 3) high social cost; 4) poor profitability; 5) patient’s uncertainty; 6) experimental treatments

A rare disease can affect the subjects in their mental, behavioral and sensory abilities

Definition of epileptic encephalopathy (one paragraph)

Types of epileptic encephalopathy

Symptomatology of epileptic encephalopathy

Traditional rehabilitation techniques of epileptic encephalopathy.

Physical rehabilitation (one paragraph)

Sensory rehabilitation (one paragraph)

Cognitive rehabilitation (one paragraph)

# RELATED WORK

Examples of Virtual Rehabilitation in patients with neurological disorders.

Examples of Virtual Rehabilitation in childhood with disorders (children with Cerebral Palsy, children with Autistic spectrum disorders, etc)

Técnica de perffeti con las 2 etapas que tiene, describiendo las 2 etapas, pasado en el correo de Sergio.

Rehabilitacion virtual donde se ha aplicado la técnica perfetti, pasados en el correo.

There are no studies of technological systems based on virtual Rehabilitation for children with epileptic encephalopathy by using the perfetti method.

# METHODS

## The Participants

1. Grupo de control de niños de 5 años. Grupo experimental de niños de 9 y 10 años (10 niños) Muestras independientes por tener edades diferentes. Niños sin ningún tipo de lession sin desordenes.
2. Analizar de la varianza ttest SPSS o R. Graficas de Barras percentiles
3. Reacción a nivel kinematico Tiempos de reacción, Tiempo para completar la tarea.
4. Memoria espacial a corto plazo.
5. Validar en base a la ley de Fitts. En función del grado de complejidad que quieres alcanzar un obejtivo, te custa mas ti
6. Los tiempos para completar una tarea son mayores en función dela edad de un niño.
7. seran

## The System

Our technological system is comprised of

## VR exercises

# PROCEDURE

Before the first session, the therapist tested all the participants

Figure 2. Participant using the system.

.

# RESULTS

# DISCUSSION AND CONCLUSIONS

# ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the support of Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE in Ecuador. This project was funded by the Gobierno de Aragón, Departamento de Industria e Innovación, y Fondo Social Europeo "Construyendo Europa desde Aragón".

# REFERENCES

1. Kostopoulos D. Treatment of carpal tunnel syndrome: a review of the non-surgical approaches with emphasis in neural mobilization. J Bodyw Mov Ther 2004; 8:2–8.
2. Heuser A, Kourtev H, Winter S, Fensterheim D, Burdea G, Hentz V, Forducey P. Telerehabilitation using the Rutgers Master II glove following carpal tunnel release surgery: proof-of-concept. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2007Mar;15(1):43-9.
3. Thiese MS, Gerr F, Hegmann KT, Harris-Adamson C, Dale AM, Evanoff B, Eisen EA, Kapellusch J, Garg A, Burt S, Bao S, Silverstein B, Merlino L, Rempel D. Effects of varying case definition on carpal tunnel syndrome prevalence estimates in a pooled cohort. Arch Phys Med Rehabil. 2014 Dec;95(12):2320-6.
4. Castro, A. do A. e, Skare, TL, Nassif PAN, Sakuma AK, Barros WH Sonographic diagnosis of carpal tunnel syndrome: a study in 200 hospital workers. Radiologia Brasileira. 2015;48(5), 287–291.
5. Alfonso C, Jann S, Massa R, Torreggiani A. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. Neurol Sci. 2010 Jun;31(3):243-52.
6. Newington L, Harris EC,Walker-Bone K. Carpal tunnel syndrome and work. Best Practice & Research. Clinical Rheumatology. 2015; 29(3), 440–453.
7. Fu T, Cao M, Liu F, Zhu J, Ye D, Feng X, Xu Y, Wang G, Bai Y. Carpal tunnel syndrome assessment with ultrasonography: value of inlet-to-outlet median nerve area ratio in patients versus healthy volunteers. PLoS One. 2015 Jan 24;10(1):e0116777.
8. Phalen GS.The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years’ experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. J Bone Joint Surg Am 1966; 48: 2112228.
9. Madenci E, Altindag O, Koca I, Yilmaz M, Gur A. Reliability and efficacy of the new massage technique on the treatment in the patients with carpal tunnel syndrome. Rheumatol Int. 2012 Oct;32(10):3171-9.
10. Fernández-de-Las Peñas C, Ortega-Santiago R, de la Llave-Rincón AI, Martínez-Perez A, Fahandezh-Saddi Díaz H, Martínez-Martín J, Pareja JA, Cuadrado-Pérez ML. Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial. J Pain. 2015 Nov;16(11):1087-94.
11. Johansson BB. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. Front Hum Neurosci. 2012 Apr 9;6:60.
12. Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Strand LI, Becker F, Sanders AM, Pallesen H, Kristensen T, Michielsen M, Verheyden G. Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES): study protocol for a randomized controlled multicenter trial. BMC Neurol. 2014 Sep 28;14:186.
13. Albiol-Pérez S, Gil-Gómez JA, Llorens R, Alcañiz M, Font CC. The role of virtual motor rehabilitation: a quantitative analysis between acute and chronic patients with acquired brain injury. IEEE J Biomed Health Inform. 2014 Jan;18(1):391-8.
14. Albiol-Pérez S, Forcano-García M, Muñoz-Tomás MT, Manzano-Fernández P, Solsona-Hernández S, Mashat MA, Gil-Gómez JA. A novel virtual motor rehabilitation system for Guillain-Barré syndrome. Two single case studies. Methods Inf Med. 2015;54(2):127-34.
15. Merians AS, Poizner H, Boian R, Burdea G, Adamovich S. Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke? Neurorehabil Neural Repair 2006; 20:252–267.
16. Tansel H, Sinan K, Doga D, Marc W., Kyle E. MoMiReS: Mobile mixed reality system for physical & occupational therapies for hand and wrist ailments. Innovations in Technology Conference (InnoTek), 2014 IEEE.
17. Gil-Gómez J.-A., Gil-Gómez H., Lozano-Quilis J.-A., Manzano-Hernández P., Albiol-Pérez S., Aula-Valero C.: SEQ: suitability evaluation questionnaire for virtual rehabilitation systems. Application in a virtual rehabilitation system for balance rehabilitation. In Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth '13). 335-338 (2013).