

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y
PROSPECCIÓN DE MINAS

MASTER INTERUNIVERSITARIO EN
DIRECCIÓN DE PROYECTOS

TRABAJO FIN DE MASTER

Metodología de Test de Usuario y Pruebas Subjetivas de Métodos de Introducción de Texto para Aplicaciones iDTV

Autora: Dña. Aurora Barrero López

Director: Dr. Vicente Rodríguez Montequín

Codirectores: Dr. Xabiel García Pañeda

Dr. David Melendi Palacio

Julio de 2012

Agradecimientos

En primer lugar a Vicente Rodríguez Montequín, Xabiel García Pañeda y David Melendi Palacio, mis directores de proyecto, por la dedicación y el apoyo que ha brindado a este proyecto, por las ideas y sugerencias que han hecho que este trabajo haya llegado a buen puerto.

A Alberto por su paciencia, comprensión y ayuda incondicional en todo momento.

A mis compañeros del Máster, en especial a Patricia, Saray y Cristina por hacer amenas las interminables horas de clase.

A mis amigas, Carolina y Azucena por estar ahí en todo momento para brindarme su consejo tanto profesional como personal. Y, por enseñarme a afrontar los obstáculos con alegría disfrutando del tiempo libre que muchas veces ni siquiera tenía.

A mis padres, por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr cualquier objetivo que me marque.

A todos los participantes de las experimentaciones, porque sin su tiempo, colaboración y enorme paciencia este proyecto no hubiera sido posible.

Y por último a todas las personas que han aportado su granito de arena, en particular a los integrantes del Grupo de Investigación DMMS de la Universidad de Oviedo cuya ayuda, apoyo y consejo han sido indispensables.

A todos.

GRACIAS.

Aurora Barrero López, Julio 2012.

ÍNDICE

ÍNDICE	5
FIGURAS.....	11
1 INTRODUCCIÓN	15
1.1 VISIÓN GENERAL	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3 ÁMBITO Y ALCANCE DEL PROYECTO	17
2 OBJETIVOS.....	19
3 ESTRUCTURA DE LA DOCUMENTACIÓN	21
4 ESTADO DEL ARTE	23
4.1 MÉTODOS DE INSERCIÓN DE TEXTO	23
4.2 RECOMENDACIONES Y REGLAS IDTV.....	28
4.2.1 <i>Interacción con la Televisión</i>	29
4.2.1.1 Navegación/Interacción	30
4.2.1.2 Entrada de Datos.....	30
4.2.2 <i>Diseño de la Interfaz</i>	31
4.2.2.1 Características Generales sobre el Diseño de Interfaz.....	31
Leyes de Gestalt	31
Colores	32
4.2.2.2 Características Específicas del Entorno de la Televisión	32
4.3 ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO (UX).....	33
<i>ISO FDIS 9241-210:2009</i>	34
<i>ISO 9241-11:1998</i>	34
4.4 GOAL QUESTION METRIC.....	34
5 CONCEPTOS PREVIOS.....	39
5.1 MÉTODOS DE ENTRADA DE TEXTO	39

5.1.1	<i>Teclados Virtuales</i>	39
5.1.1.1	Teclado QWERTY	39
5.1.1.2	Teclado Alfabético.....	40
5.1.1.3	Teclado Genético	40
5.1.2	<i>Teclados tipo teléfono móvil (SMS)</i>	41
5.1.2.1	Multitap.....	41
5.1.2.2	Multitap con T9	41
5.1.2.3	2-Key	43
5.2	MANDOS A DISTANCIA.....	44
5.2.1	<i>Problemática</i>	44
5.2.2	<i>Estándar Europeo MHP</i>	45
6	METODOLOGÍA	47
6.1	FASES.....	47
	<i>Fase 1. Definición</i>	48
	Tarea 1.1 Estudiar las métricas del campo a estudiar.....	48
	Tarea 1.2 Definir Objetivos.....	48
	Tarea 1.3 Definir Métricas	49
	<i>Fase 2. Diseño de la Prueba</i>	49
	Tarea 2.1. Selección de Métodos y Dispositivos a Evaluar	49
	Tarea 2.2. Proceso de Evaluación	49
	Tarea 2.3. Diseño del Entorno de Experimentación.....	49
	<i>Fase 3. Selección de la población</i>	50
	Tarea 3.1. Selección de participantes	50
	Tarea 3.2. Tamaño de la Muestra.....	51
	Tarea 3.3. Contrabalanceado.....	51
	<i>Fase 4. Adquisición de equipamiento</i>	51
	Tarea 4.1. Equipamiento del Entorno de Pruebas	51
	Tarea 4.2. Equipamiento Específico de la Prueba.....	51

<i>Fase 5. Prototipo</i>	51
Tarea 5.1. Diseño del Prototipo.....	52
Tarea 5.2. Desarrollo del Prototipo	52
Tarea 5.3. Adaptación del prototipo.....	52
<i>Fase 6. Recogida de datos</i>	53
Tarea 6.1. Adiestramiento	53
Tarea 6.2. Realización de la Prueba	53
<i>Fase 7. Validación de datos</i>	53
<i>Fase 8. Análisis de Datos y Extracción de Conclusiones</i>	53
Tarea 8.1. Analisis de Datos	53
Tarea 8.2.Extracción de Conclusiones	54
7 CASO DE ESTUDIO	55
7.1 RESUMEN.....	55
7.2 TEST PLAN.....	56
7.2.1 <i>Objetivos y Métricas</i>	56
7.2.2 <i>Características de los Participantes</i>	56
7.2.3 <i>Test metod.</i>	57
7.2.4 <i>Task List</i>	58
7.2.5 <i>Testbed designed</i>	59
7.3 EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INTRODUCCIÓN DE TEXTO.....	62
7.3.1 <i>Experimentación 1: Evaluación de Métodos Básicos</i>	62
7.3.1.1 Task Plan	62
7.3.1.2 Resultados del Experimento	64
Análisis de la velocidad de escritura	64
Análisis de la Tasa de Error	67
Perfiles de aprendizaje	69
Impresiones subjetivas	71
7.3.2 <i>Experimentación 2: Evaluación de Métodos Optimizados</i>	71

7.3.2.1	Task Plan	71
7.3.2.2	Resultados del Experimento	75
	Análisis de la velocidad de escritura	75
	Análisis de la Tasa de Error	78
7.3.3	<i>Experimentación 3: Evaluación de Métodos con Caracteres Especiales</i>	80
7.3.3.1	Task Plan	80
7.3.3.2	Resultados del Experimento	84
	Análisis de la velocidad de escritura	84
	Análisis de la Tasa de Error	86
7.3.4	<i>Experimentación 4: Evaluación con Diferentes Mandos a Distancia</i>	87
7.3.4.1	Task Plan	87
7.3.4.2	Resultados del Experimento	90
	Análisis de la velocidad de escritura	90
	Análisis de la Tasa de Error	92
8	CONCLUSIONES	94
9	TRABAJOS FUTUROS	97
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	105
	ANEXO A. CUESTIONARIO INDIVIDUAL.....	105
	ANEXO B. HOJAS DE EVALUACIÓN.....	108
	ANEXO C. SOFTWARE.....	113
	<i>EVENTHOST</i>	<i>113</i>
	Instalación de EventGhost.....	114
	Configuración de EventGhost	115
	<i>KEYBOARD_TEST</i>	<i>119</i>
	Instalación de Adobe® AIR®.....	119
	Instalación de Keyboard_Test.....	121
	<i>PAQUETE ESTADÍSTICO R</i>	<i>123</i>

Instalación de R.....	124
Instalación de R-Commander en Windows.....	127
ANEXO D. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	130

Figuras

Figura 1. Ejemplo Mando a Distancia.....	29
Figura 2. Esquema conceptual de GQM.....	35
Figura 3. Fases de un proyecto fases de GQM.....	36
Figura 4. Ejemplo Disposición del Teclado Qwerty	39
Figura 5. Ejemplo Disposición del Teclado Alfabético.....	40
Figura 6. Ejemplo Disposición del Teclado Genético	40
Figura 7. Ejemplo Disposición del Teclado Multitap	41
Figura 8. Secuencia de teclas introducidas para escribir la palabra “móviles”	42
Figura 9. Ejemplo Disposición del Teclado 2-Key.....	43
Figura 10: Ejemplo de Mandos a distancia[2]	44
Figura 11. Fases y Tareas de la Metodología	47
Figura 11. Características de los participantes.....	57
Figura 12. Interfaz de la aplicación con la frase a escribir, mostrando un teclado QWERTY y el sistema de recomendación inspirado por MacKenzie et al [11]......	60
Figura 13. Implementación del método multitap (sms) en nuestra aplicación.	61
Figura 14. Extracto de una traza de usuario	61
Figura 15: QWERTY Keyboard	62
Figura 16: Square Alphabetic Keyboard.....	62
Figura 17: Genetic Keyboard	63
Figura 18: Multitap Keyboard	63
Figura 19: Velocidad de escritura media por método y sesión.....	65
Figura 20: Comparación por pares de la velocidad media de escritura en la Sesión 5.....	66
Figura 21: Valores de la media y desviación estándar de la velocidad de escritura por método y edad.....	67
Figura 22: Tasa de Error por método y sesión	68
Figura 23: Comparación por pares de la tasa de error en la sesión 5.....	68

Figura 24: diferencias estadísticamente significativas para los métodos con un 95% de intervalo de confianza.	69
Figura 25: Predicción de la mejora de velocidad de escritura con la experiencia.	70
Figura 26: Predicción de la mejora de la tasa de error con la experiencia.	70
Figura 27: Ranking de impresiones subjetivas y puntuaciones medias por método y sesión	71
Figura 28: Mando Firefly. Teclas Espacio y Borrar.	72
Figura 29: Interfaz del Teclado Multitap-T9.....	72
Figura 30: Interfaz teclado 2-Key (selección de grupo).....	74
Figura 31: Interfaz teclado 2-Key (selección de letra).....	74
Figura 32: Comparación por pares de la velocidad media de escritura en la Sesión 2.....	76
Figura 33: Diferencias entre la primera experimentación y la Segunda	76
Figura 34: Dependencia de la velocidad de escritura por hábitos.....	77
Figura 35: Valores de la media y desviación estándar de Velocidad de Escritura por Método.....	78
Figura 36: Comparaciones por pares de la tasa de error en la última sesión.....	79
Figura 37: Diferencias en la tasa de error entre la primera experimentación y la segunda experimentación	79
Figura 38: Capa del Teclado Qwerty y Genético de Caracteres Especiales.....	81
Figura 39: Capa del Teclado Qwerty caracteres en minúsculas.....	81
Figura 40: Capa del Teclado Genético de caracteres en minúsculas	81
Figura 41: Capa del Teclado Qwerty de caracteres en mayúsculas	81
Figura 42: Capa del Teclado Genético de caracteres en mayúsculas.....	82
Figura 43: Capa del Teclado Multitap de caracteres en minúsculas.....	82
Figura 44: Capa del Teclado Multitap de caracteres en mayúsculas	83
Figura 45: Capa del Teclado Multitap de caracteres numéricos.....	83
Figura 46: Capa del Teclado Multitap de caracteres especiales	83
Figura 47: Velocidad de escritura dependiente de los hábitos de los usuarios.....	85
Figura 48: Comparación por pares de la tasa de error	86
Figura 49: Mandos a distancia usados en el caso de estudio.	88

Figura 50: Mando "remote # 1". Experimentaciones 1, 2 y 3. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.	89
Figura 51: Mando "remote # 2". Experimentación 4. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.	89
Figura 52: Mando "remote # 3". Experimentación 4. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.	89
Figura 53: Valores de la media y desviación estándar de la velocidad de escritura por método.....	90
Figura 54: Comparación por pares de la velocidad de escritura por cada método y mando a distancia	91
Figura 55: Valores de la media y desviación estándar de la tasa de error por método	92
Figura 56: Comparación por pares de la tasa de error para el mando #2 (izquierda) y mando #3 (derecha)	92
Figura 57: Comparaciones por pares de la tasa de error por método y mando a distancia.....	93
Figura 58. Captura de Pantalla EventGhost. Elección del Idioma.	114
Figura 59. Captura de Pantalla EventGhost. Elección de carpeta destino.	115
Figura 60. Captura de Pantalla EventGhost. Interfaz del programa.	116
Figura 61. Captura de Pantalla EventGhost. Ventana de Opciones.	116
Figura 62. Captura de Pantalla EventGhost. Interfaz con cambio de Idioma.	117
Figura 63. Captura de Pantalla EventGhost. Nueva Interfaz con el entorno adecuado.	117
Figura 64. Captura de Pantalla EventGhost. Vinculación Tecla - Acciones.	118
Figura 65. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Descargar.	119
Figura 66. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Aceptar instalación.	120
Figura 67. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Proceso de instalación.	120
Figura 68. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Finalización del proceso de instalación.....	120
Figura 69. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Finalización del proceso de instalación.....	121
Figura 70. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Aceptar proceso instalación.....	121
Figura 71. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Ubicación de Instalación.	122
Figura 72. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Proceso de Instalación.	122

Figura 73. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Inicio de la aplicación	122
Figura 74. Página web del proyecto R.....	124
Figura 75. Página web The Comprehensive R Archive Network	124
Figura 76. Captura de Pantalla del Inicio de Instalación de R	125
Figura 77. Captura de Pantalla Opciones de Configuración.....	125
Figura 78. Captura de Pantalla Modo de distribución de Ventanas.	126
Figura 79. Captura de Pantalla Acceso a Internet	126
Figura 80. Captura de Pantalla Inicial de R.....	127
Figura 81. Captura de Pantalla Instalación de paquetes en R.....	127
Figura 82. Captura de Pantalla. Izquierda: Espejos; Derecha: paquetes Instalables.	128
Figura 83. Captura de Pantalla.Cargar paquetes en R	129
Figura 84. Captura de Pantalla. Interfaz R-Commander.	129



1 Introducción

1.1 Visión general

En los últimos años se ha visto una importante proliferación de los tests de usuario y evaluaciones subjetivas de productos y servicios que tratan de buscar la opinión y el comportamiento del usuario ante el uso de los mismos.

Los test de usuario son aquellas pruebas en las que se somete a una persona al uso de un dispositivo, máquina, aplicación informática etc. y se observa su comportamiento, reacciones o manejo. De esta forma es posible mejorar el diseño del mismo, detectar patrones de comportamiento no contemplados inicialmente, vicios, etc. Normalmente se define un entorno de prueba lo más realista posible y se monitoriza el comportamiento de la persona que participa en el test. Para ello, pueden utilizarse cámaras, micros, sistemas biométricos o cualquier otro tipo de sistemas de monitorización.

Las evaluaciones subjetivas son aquellos test en los que se hace a un usuario probar un servicio, producto o material y le preguntamos por su opinión al respecto. En este caso no se busca analizar la reacción de usuario ante el uso del producto, si no que sea él mismo el que nos de su opinión. El proceso suele ser similar al de los test de usuario, se prueba el producto o sistema y posteriormente se rellena un cuestionario.

Normalmente los tests de usuario y las evaluaciones subjetivas suelen ir de la mano. Es posible plantear una serie de test y recoger tanto las reacciones del usuario como su valoración. De esta forma se consigue disponer tanto de datos objetivos como subjetivos que son complementarios y cuyo cruce produce unos resultados muy apreciados a nivel científico y comercial.

Tanto los test de usuario como las evaluaciones subjetivas, se pueden realizar en diferentes fases del modelo productivo, desde la investigación, incluso antes de tener un prototipo desarrollado, pasando por la de innovación, en la que se evalúan y se corrigen diseños, hasta las fases de despliegue comercial, en los que es habitual comparar los productos o servicios con los de la competencia.



Los test de usuarios se pueden desarrollar en muchos entornos, si bien, para que los resultados sean extrapolables es necesario realizarlos en unas condiciones controladas y a la vez reconocidas por los organismos internacionales.

Por otro lado, este trabajo pretende centrarse en test de usuarios y evaluaciones subjetivas en un área específica, la evaluación de métodos de introducción de texto en aplicaciones de Televisión Digital Interactiva (iDTV).

Hasta hace unos años, los principales distribuidores de contenidos digitales eran compañías privadas de satélite o de cable, que competían con una oferta variada de contenidos pero sin servicios de valor añadido. Sin embargo, la llegada de la Televisión Digital Terrestre ha dinamizado este mercado, de forma que los proveedores se han visto forzados a ofrecer servicios cada vez más avanzados. Una línea de desarrollo de negocio es la de los servicios de iDTV, que queda patente con la aparición de servicios de Internet TV [1] como los integrados por fabricantes como Samsung, LG o Sony en sus nuevos productos audiovisuales. Uno de los inconvenientes de estos servicios, es que las interacciones se realizan principalmente con un mando a distancia, dispositivo no adecuado a la hora de escribir texto. Lo cual se incrementa con la falta de estandarización de estos dispositivos, lo que dificulta el aprendizaje psicomotriz de los usuarios[2].

No existen muchos trabajos en los que se trate el tema específico de la escritura de texto en aplicaciones de televisión [3][4]y muchos de estos trabajos presentan conclusiones basadas en los modelos de predicción de Fitt[5]. En otros trabajos se ejecutan evaluaciones con usuarios reales pero se selecciona un grupo o muy reducido de personas o con características muy similares: comúnmente jóvenes y con experiencia en nuevas tecnologías.

Tras una exhaustiva revisión de los antecedentes y estado del arte en la materia, el objetivo de este trabajo será proponer una metodología ágil y sencilla, cuya aplicación será medir tanto la usabilidad, como la satisfacción de los usuarios en métodos de inserción de texto en televisión digital interactiva y dar solución a la escasez de trabajos en estos ambientes.

Por lo tanto, este trabajo pretende avanzar en la interacción humana en estos ambientes y sus resultados podrán ser muy interesantes tanto para investigadores y como para diseñadores de aplicaciones IDTV.



1.2 Justificación

En este trabajo se presenta una metodología de test de usuario y evaluaciones subjetivas de métodos de introducción de texto para aplicaciones iDTV. Como no existen muchos trabajos en el tema específico de la escritura de texto en aplicaciones de televisión, y la evaluación de la experiencia de usuario (UX) o de calidad de experiencia (QoE) siguiendo los métodos convencionales, se ha vuelto un proceso demasiado complejo; resultará interesante utilizar algún método o proceso que facilite la realización de las tareas necesarias para realizar las experimentaciones.

Uno de los problemas al que nos enfrentamos es abordar, de manera eficiente, el elevado número de pruebas que es necesario hacer, puesto que el tiempo y los recursos para realizar este tipo de pruebas suele ser relativamente elevado: hay que configurar correctamente los equipos y aplicaciones, es necesario diseñar las experimentaciones que queremos realizar, configurar los escenarios en los que se va a desarrollar cada experimento y recoger todos los datos necesarios para analizar posteriormente.

Por tanto, resultará interesante utilizar de algún método o proceso que facilite estas tareas y permita definir los entornos de pruebas, los pasos a seguir a la hora de realizar dichas experimentaciones y el análisis de los resultados, de manera que sea fácil automatizar los procesos.

Este trabajo propone una metodología ágil y sencilla, cuya aplicación será medir tanto la usabilidad y como la satisfacción de los usuarios en métodos de inserción de texto en televisión digital interactiva. Pretende dar solución por un lado a la escasez de trabajos en estos ambientes, y por otro a la necesidad de realización de estas pruebas en el grupo de investigación DMMS de la Universidad de Oviedo.

1.3 Ámbito y alcance del proyecto

El objeto de este trabajo no consiste en un simple proceso de revisión de trabajos publicados en los que se encuentran resultados de experimentaciones similares, sino que es un proceso dirigido a generar valor para el grupo de investigación DMMS en aquellas actividades críticas del proceso de realización de Test de Usuario y Pruebas Subjetivas de métodos de introducción de texto en aplicaciones iDTV.



Dicha metodología debe establecer un método que abarque todas las etapas de la experimentación, desde la definición de métricas y objetivos, pasando por el diseño de la experimentación, el desarrollo de prototipos, la realización de las pruebas de usuario y finalizando con la recogida, validación de datos y análisis de resultados. Finalmente, con el presente proyecto se pretende elaborar una metodología de apoyo que genere conocimiento interno al grupo DMMS de la Universidad de Oviedo.



2 Objetivos

Dado que se trata de un trabajo de investigación, este proyecto tiene dos objetivos principales: Uno será estudiar el estado del arte actual de las líneas de investigación en la materia y el otro el objetivo será proponer una metodología ágil y sencilla, para medir tanto la usabilidad, como la satisfacción de los usuarios en métodos de inserción de texto en televisión digital interactiva.

Para ello, se proponen unos objetivos concretos para lograr su solución:

- Estudiar el estado del arte y las líneas de trabajo abiertas en relación a los métodos de introducción de texto en aplicaciones iDTV.
- Analizar métodos de inserción de texto aplicables a un mando a distancia, como pueden ser los teclados virtuales o los métodos heredados de los teclados numéricos de los teléfonos móviles.
- Identificar y evaluar optimizaciones en los métodos de inserción de texto aplicables a un mando a distancia que permitan mejorar su rendimiento y/o experiencia de usuario.
- Identificar entornos y analizar métodos específicos de IDTV, tales como la escritura de otros tipos de caracteres como los números, los símbolos de puntuación u otros especiales.
- Estudiar las métricas de rendimiento estándar que se utilizan para evaluar métodos de inserción de texto.
- Estudiar la herramienta GQM para medir el proceso y los resultados de evaluaciones de test de usuario.
- Estudiar las principales recomendaciones y reglas iDTV en relación con la interacción con la Televisión y el diseño del interfaz.
- Diseñar métricas de rendimiento, de cara a realizar las evaluaciones y a disponer de un conjunto de datos que permita la consecuente extracción de conclusiones. Estas tendrán que evaluar, tanto aspectos subjetivos (facilidad, sencillez, comodidad, etc.), como aspectos objetivos (caracteres por minuto, tasa de errores, etc.)
- Diseñar e implementar plataformas de experimentación, para los dispositivos y métodos planteados en la investigación, que permitan interactuar con los usuarios que participen en los experimentos y capturar los datos que posteriormente serán analizados.
- Realizar estudios de rendimiento según las métricas y plataformas diseñadas utilizando usuarios reales.



- Diseñar una metodología para evaluar la usabilidad de los métodos de introducción de texto con usuario reales.
- Planificar y ejecutar los test de usuario y pruebas subjetivas con usuarios reales.
- Analizar estadísticamente los resultados de las pruebas y obtener conclusiones.



3 Estructura de la Documentación

La documentación de este proyecto fin de máster se encuentra estructurado en 10 capítulos y 4 anexos.

En el capítulo uno, se da una primera aproximación a la temática que se aborda en este trabajo. Así como, la justificación y el ámbito y alcance de este trabajo y

Los objetivos principales que se persiguen con este trabajo serán tratados en el capítulo 2.

En el capítulo cuatro, se realiza un estudio de la situación actual, analizando los trabajos previos relacionados con la línea de investigación de este proyecto, esto es, test de usuario y pruebas subjetivas de métodos de introducción de texto para aplicaciones IDTV.

El material necesario para comprender los conceptos básicos a los que haremos referencia a lo largo de todo este proyecto se puede encontrar en el capítulo cinco, donde se explican los métodos de introducción de texto utilizados en el experimento y la problemática de los mandos a distancia.

La descripción de la metodología que se ha desarrollado en este trabajo se concentra en el capítulo seis.

En el capítulo siete, se muestra el caso de estudio que se llevó a cabo y los resultados obtenidos. Este capítulo concentra gran parte del trabajo realizado ya que en este caso de estudio se realizaron cuatro experimentaciones.

En el capítulo ocho, se resumen los resultados finales obtenidos tras la realización del este trabajo, y en el capítulo nueve las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto.

Por último, el capítulo diez contiene las referencias bibliográficas utilizadas para la realización de este trabajo.

En cuanto a los anexos, contienen los cuestionarios y hojas de evaluación utilizadas en las experimentaciones. También contienen los instaladores del software utilizado en el trabajo.





4 Estado del Arte

4.1 Métodos de inserción de Texto

El estudio y la comparación de métodos de entrada de texto es un campo que ha generado una gran cantidad de investigaciones. Sin embargo, a nuestro entender, la más reciente revisión de esos puntos, ha indicado que casi toda esta investigación se refiere a dispositivos móviles tales como PDAs (con o sin lápiz), pantallas táctiles o teléfonos móviles [6]. A pesar de que algunos resultados se pueden reutilizar para la televisión digital interactiva, hay que considerar varios aspectos. En primer lugar, los usuarios interactúan con un mando a distancia, y no con un teclado, lápiz óptico o pantalla táctil. En segundo lugar, las teclas y la pantalla se encuentran en diferentes dispositivos, por lo tanto, los usuarios no pueden ver el dispositivo de interacción y la pantalla al mismo tiempo. Con la llegada de la televisión digital interactiva, los métodos de entrada de texto se han convertido en un nuevo desafío.

En el área de los dispositivos móviles hay varios estudios sobre teclados virtuales. Bellman y MacKenzie [7] comparan dos tipos de teclados virtuales. El primero fue el bien conocido QWERTY, y el segundo fue un diseño optimizado llamado FOCL (Fluctuating Optimal Character Layout). El método FOCL consiste en cambiar la posición de las letras del teclado de modo que, después de seleccionar una letra, las letras más probables se establecen más cerca de la seleccionada. Para comparar estos dos métodos ellos diseñaron un experimento *within-subjects* (los sujetos se pueden utilizar más de una vez o combinarse) con once sujetos, la mayoría de ellos estudiantes de la misma universidad que los autores. Cada participante tenía que escribir frases con los dos métodos durante diez sesiones de quince minutos. Las frases fueron seleccionadas de varios artículos de Internet. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre ambos métodos, y que los participantes no fueron capaces de escanear los teclados FOCL de manera óptima.

Zhai et al [8] presentan un nuevo diseño de teclado virtual. Según ellos, los actuales diseños de teclados, y más específicamente la distribución QWERTY, están destinados a ser utilizados con las dos manos y por lo tanto no son apropiados para ciertos dispositivos, tales como PDAs, teléfonos móviles o tablets. Con el fin de aumentar la velocidad de escritura en estos dispositivos, se desarrolló un nuevo diseño llamado Metrópolis y resultó ser un 40% más rápido que el teclado QWERTY. Brewbaker [9] persiguió el mismo objetivo usando otro método basado



en un algoritmo genético que le permitía personalizar la dimensión y el idioma del teclado. Los resultados obtenidos fueron similares a los de Zhai et al [8]. Desafortunadamente, estas dos disposiciones no se han probado con usuarios reales y por lo tanto, no se sabe si serían de utilidad para los usuarios a pesar de que son más rápidos.

Aparte de los teclados virtuales, existen otros métodos de entrada de texto móviles que han sido estudiados en trabajos anteriores. Silfverberg et al [10] comparan tres técnicas de introducción de texto en teléfonos móviles: multi-press (con y sin tiempo de espera), two keys y T9. La evaluación se llevó a cabo con doce voluntarios de 23 a 47 años, casi todos de los cuales eran usuarios regulares de teléfonos móviles. Los resultados mostraron un mejor rendimiento en el método de entrada de texto T9. MacKenzie et al [11] hicieron otra prueba de entrada de texto para móviles con una técnica de desambiguación basada en probabilidad de prefijos: LetterWise. Esta técnica tiene como objetivo ayudar a los usuarios proporcionando desambiguación mediante la utilización de una base de datos con las probabilidades de los prefijos en lugar de un diccionario de desambiguación como en T9. Para comparar estos dos métodos, se realizó una prueba tipo *between-subjects* (los sujetos solo pueden ser usados una vez) a veinte sujetos, los cuales fueron remunerados. Se realizaron veinte sesiones de unos 25-30 minutos en las que los participantes tuvieron que introducir frases de un conjunto elaborado por los autores. Las velocidades fueron muy similares en la primera sesión, pero la última sesión mostró una diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, no pudo establecer una diferencia significativa entre las tasas de error.

En MacKenzie y Soukoreff [6] y MacKenzie y Tanaka-Ishii [12] los autores revisaron varios métodos que permiten la desambiguación para el método de teléfono móvil. En primer lugar, presentar el método two-Key también llamado *método matriz*, que consiste en pulsar sucesivamente dos teclas para introducir una letra: la primera para seleccionar un grupo de letras, y la segunda para seleccionar la letra que desea insertar. Por ejemplo, para introducir el carácter A, el usuario tiene que pulsar la tecla 2 para seleccionar el grupo de letras "ABC" y luego 1 para seleccionar la letra A [13]. A continuación, ellos introdujeron la bien conocida técnica de predicción y de uso común: T9. En la gran mayoría de los casos, este método de desambiguación permite a los usuarios introducir palabras pulsando una sola tecla por letra. Finalmente, los autores presentan la entrada por completación. Similar a la anterior, consiste en presentar al usuario una lista de palabras que corresponden a la secuencia introducida. Por ejemplo, pulsando la secuencia 4-6-6, sistema que propone una lista de palabras, incluyendo palabras



como "bueno", "casa", etc. El usuario sólo tiene que seleccionar la palabra correcta de la lista. La ventaja sobre el T9 es que los usuarios sólo tienen que pulsar una tecla por letra. MacKenzie y Tanaka-Ishii [12] también mostraron las medidas características para teclados de teléfono ambigüos y explicaron cómo evaluar un teclado usando el número de pulsaciones por carácter y por palabra (KSPC / KSPW) desarrollando un modelo.

El método 2-Key ha sido también estudiado, pero sólo en un contexto móvil. En Silfverberg, MacKenzie y Korhonen [10] los autores proponen un modelo matemático basado en la ley de Fitt que permite la comparación de los teléfonos móviles de entrada de texto-técnicas. En su estudio, se compararon tres métodos: multitap, 2-Key y T9 en un experimento de dos fases. Doce usuarios, con edades comprendidas entre 24 a 47 y de 23 a 41 han participado respectivamente en cada fase. Los resultados muestran que el método de 2-Key es significativamente más lento (respectivamente 22 ppm y 25 ppm) que los métodos multitap (25 ppm y 27 ppm respectivamente) y T9 (41 ppm y 46 ppm respectivamente). Estos resultados son confirmados por Buttsy Cockburn [13] pero en un intervalo menor de la velocidad (de 6,4 ppm a 7,2 ppm para el método multitap y 5,5 ppm para el método de 2-Key). Además, los autores pidieron a los participantes dar una puntuación a cada método, pero la valoración subjetiva no destacó diferencias significativas entre los métodos.

En el ámbito de los dispositivos móviles, existen otras técnicas denominadas técnicas concurrentes y tienen el objetivo de combinar dos métodos simultáneamente. Aunque hay varios estudios de este tipo, los resultados de Widgor y Balakrishnan [14] fueron particularmente notables. Llevaron a cabo un estudio comparativo sobre la mejora de la velocidad de escritura cuando se utiliza este tipo de técnicas. En este caso, se agregaron tres teclas extra a un teléfono móvil clásico y los usuarios tenían que combinar con una tecla numérica para escribir una letra o un número. El experimento se llevó a cabo con quince usuarios que estaban familiarizados con los teléfonos móviles mostrando una mejora significativa de rendimiento. Por otra parte, Oniszczak y MacKenzie [15] presentaron una nueva técnica llamada "RollPad". Se trata de un teclado numérico blando de 12 teclas, donde se combina la presión de cada tecla con los movimientos con efecto deslizamiento. Por ejemplo, para escribir "a" el usuario tiene que presionar la tecla número 2 y realizar un leve deslizamiento del dedo hacia la izquierda. Ellos compararon esta técnica con el método tradicional Multitap en un experimento con 14 participantes de 18 a 35 años. Aunque los resultados no muestran ninguna diferencia significativa en la velocidad de entrada y la tasa de error, el número de



pulsaciones por caracter con RollPad era significativamente menor ya que requiere menos esfuerzo físico, mientras que la carga cognitiva es mayor (porque no hay diferencia entre las velocidades).

Muy poco estudios antes del 2006 habían profundizado en el campo de la televisión interactiva y los métodos de introducción de texto mediante mandos a distancia, como se indicó en Iatrino y Modeo [16]. A nuestro entender, esa situación ha continuado desde ese año.

Los mandos a distancia se puede utilizar de dos formas para la introducción de texto: utilizando las flechas y la tecla de OK, o usando las teclas numéricas, como en los teléfonos móviles. Iatrino y Modeo [16] evaluaron ambas formas, mediante la realización de un experimento within-group (todos los sujetos de prueba responden a todas las combinaciones de tratamiento). Se probaron tres métodos: el método multi-press (como en un teléfono móvil), el método multi-press con información visual y un teclado virtual (en este caso, con un diseño QWERTY). Participaron treinta y seis sujetos en el experimento y tenían que resolver dos tareas con cada método. La primera tarea consistía en escribir una dirección de correo electrónico, y la segunda en escribir una breve frase en italiano. De las conclusiones destacan los problemas de localización de teclas y que el método multi-press parecía ser el mejor.

En Ingmarsson et al [17], los autores del experimento introdujeron una nueva técnica de introducción de texto llamada TNT. El sistema se basa en una cuadrícula de 3x3 de 9 celdas y cada celda subdividida en nueve celdas más pequeñas. Cada una de las celdas más pequeñas tiene un caracter, haciendo un total de 81 posibles caracteres. Para introducir un caracter, el usuario tiene que seleccionar una de las células principales mediante el teclado numérico del mando a distancia, y luego seleccionar el caracter de nuevo con el mando a distancia. Como podemos ver, todos los caracteres de la red son accesibles con solo dos movimientos. Cinco participantes de edades comprendidas entre los 27 y 32 años probaron el sistema duran 10 sesiones de 45 minutos para escribir una novela en Sueco. Los resultados mostraron que la velocidad de escritura era comparable o superior a la escritura con métodos PDA o multi-tap. Los participantes encontraron el método fácil de usar y de entender.

Más recientemente, Geleijnse et al [3] han comparado tres técnicas de mando a distancia (RC) (multitap, T9 y un diseño de teclado en pantalla virtual) y dos, usando un teclado QWERTY estándar (con y sin auto-completado). El objetivo del experimento era encontrar videos en Youtube introduciendo el "artista" y la "canción", usando cada uno de estos métodos. La



evaluación se basó en las respuestas para el cuestionario "HED/UT" de 22 participantes, de entre 21 y 32 años y su tiempo para completar la tarea. A pesar de que los autores no especifican las actitudes de los usuarios hacia la tecnología, no es sorprendente ver que los resultados muestran una diferencia significativa entre las técnicas de mando a distancia y el teclado físico usando una entrada de texto inteligente. Lo que sin duda es sorprendente es que los autores no encontraron diferencias significativas entre las técnicas de RC. Concluyeron que, bajo las condiciones del experimento: "Los test no mostraron indicios de que los usuarios no aceptan el teclado en una sala de estar". Esta conclusión contrasta con las de Orbist et al [4] que abogan por sistemas basados en la voz. Los resultados de su estudio etnográfico indican que no es realista confiar en la popularidad de los dispositivos externos de TV.

En su artículo, Gargi y Gossweiler [18] presentan un nuevo sistema de predicción de la intención de mejorar la velocidad de entrada de texto en los teclados *QuickSuggest*. Su técnica inserta un anillo que recubre la letra actual alrededor, y que contiene los cuatro caracteres más comunes después de la introducción del carácter actual. Al introducir un carácter, el anillo aparece, y si el siguiente carácter se incluye, el usuario sólo tiene que seleccionar y pulsar Ok para insertarlo. El cursor se mueve inmediatamente a la tecla correspondiente del teclado. Si el carácter no está presente, el usuario tiene que pasar a la posición que contiene el carácter correcto. Este método requiere un mínimo de dos pulsaciones por carácter. Los autores realizaron el estudio en dos pasos: en el primer paso, realizaron un análisis teórico del método, mientras que en el segundo se completó el estudio con 10 participantes. Utilizaron las pulsaciones de tecla por carácter (KSPC) como métrica en ambos estudios, pero también el tiempo de espera de la actuación de los usuarios en tiempo, es decir, en el segundo uno.

En los últimos años, los dispositivos de control de juegos también han sido estudiados con el fin de comprobar si las características del periférico utilizado para introducir el texto pueden influir en la velocidad de entrada. En MacKenzie, López y Castellucci [19], los autores comparan la velocidad de entrada de texto y la tasa de error entre los iPhone de Apple y la Nintendo Wii con un teclado en pantalla. Dieciséis sujetos (edad media = 24.7 años) participaron en un experimento *2x8 within-subjects*. El objetivo era introducir tres frases durante cada bloque utilizando ambas técnicas. Una sesión dura aproximadamente 45 minutos. Los resultados muestran una diferencia significativa entre las velocidades de entrada, el iPhone es mucho más rápido que la Wii (velocidad media para *iPhone* : 18,5 ppm, *Wii* : 9.2 ppm). Los autores atribuyen esta diferencia a la concentración que los usuarios necesitan para introducir texto con la Wii en



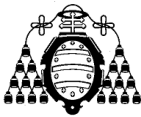
comparación con el *iPhone*. Ellos mostraron que existía demasiada diferencia significativa entre las tasas de error: el *iPhone* es más propenso al error que la *Wii* (7,7% versus 2,8%). Esto se explica por el "*problema del dedo gordo*", que consiste en la dificultad para seleccionar la tecla correcta cuando su tamaño o el espacio entre ellos es muy pequeña (Siek et al., [20]).

Por su parte, Költringer, Isokoski y Grechenig [21], estudiaron la Microsoft Xbox Game Controller 360. Los investigadores compararon una nueva técnica llamada TwoStick al tradicional teclado QWERTY suave. El método TwoStick es similar al método Quickwriting descrito por Perlin [22] y el método de TNT descrito por Ingmar et al.[17]. Esta técnica se basa en una cuadrícula de 3x3 de 9 celdas y cada celda subdividida en 9 celdas más pequeñas. La disposición final contiene 56 caracteres (letras A a la Z, números del 0 al 9 y caracteres especiales). Las teclas de espacio y retroceso han sido asignadas en cada zona en las teclas centrales (izquierda y derecha). La tecla central de cada zona no se utiliza. Para pasar de una zona a otra, los usuarios tienen que utilizar el joystick hacia la izquierda, y para moverse en una zona, utilizan el joystick derecho. En este experimento, bastantes participantes de edad comprendida entre 22 a 29 años tuvieron que completar 20 sesiones, donde tuvieron que introducir frases usando ambos métodos. En la última sesión, el método de TwoStick es significativamente más rápido que el método QWERTY (14.87 ppm frente a 12.9 ppm). Además, los resultados mostraron una diferencia significativa entre la tasa de error de los métodos en la primera sesión, pero no en la última. En el caso del método TwoStick, la mala sincronización de los movimientos de los sticks fue la mayor causa de errores. Esto sucede cuando los participantes empezaron a mover el stick de subzona (stick izquierdo) antes de estar situado en la zona correcta (stick derecho).

Como hemos visto, existen pocos estudios acerca de la introducción de texto en entornos de TV y menos aún con resultados obtenidos de usuarios reales. Por lo tanto, este trabajo avanza sobre todo en la interacción humana en estos ambientes y sus resultados son muy interesantes para los investigadores y diseñadores de aplicaciones iDTV.

4.2 Recomendaciones y Reglas iDTV

La creación de una interfaz adaptada al entorno de la televisión no debe de hacerse al azar y, por ello, tiene que seguir una serie de reglas [23] y recomendaciones[24]. El principal elemento que tenemos que tener en cuenta es la relación específica que existe entre un usuario y la televisión a través del mando a distancia.



4.2.1 Interacción con la Televisión

Complemento indispensable a la televisión, el mando a distancia, puede ser considerado como el principal medio de interacción con ella. De hecho, la adaptación de un entorno informático al de la televisión no está exenta de problemas en la forma de interactuar con este nuevo entorno. Se pueden identificar dos tipos de problemas: hardware y software.

El problema de tipo hardware es la variedad de tipos de mandos que existen, es decir, las concepciones de los mandos pueden variar muchísimo. Por ejemplo, una persona que tiene un set-top box de una marca determinada puede tener un tipo de mando específico de esta marca y otra persona que tiene un set-top box diferente tendrá un mando distinto. Un ejemplo de mando es el que se muestra en la Figura 1 , que está compuesto por los siguientes elementos:



Figura 1. Ejemplo Mando a Distancia

- Un teclado de televisión: esta parte tiene los botones tradicionales de un mando a distancia de televisión que permiten cambiar de cadena, el volumen, etc.
- Un teclado numérico: este teclado agrupa a teclas de números (de 0 a 9).
- Un teclado interactivo: este teclado se divide en subconjuntos de teclas. Un conjunto de flechas (con la tecla “OK”) que permite la navegación dentro de las interfaces, un conjunto de teclas de control de vídeo (“Play”, “Pause”, etc.) y un conjunto de teclas especiales (teclas de color: rojo, verde, amarillo y azul).



El otro tipo de problema que surge es a nivel del software. Se puede subdividir en dos: la navegación/interacción (como navegar/interactuar en una aplicación con un mando) y la entrada de datos (cómo introducir datos con solo un mando).

4.2.1.1 Navegación/Interacción

Mientras la navegación en una aplicación informática se realiza con un ratón (o un teclado con uso de teclas de acceso rápido) de la forma “this is were I want to point” (“es aquí donde quiero apuntar”), la televisión sólo permite un estilo “OK, to get over here, I first do UP, and then LEFT, LEFT” (“OK. Para venir aquí, primero hago UP y después LEFT, LEFT”). Con la televisión, la navegación directa se convierte en secuencias de acciones y por consecuencia, aumenta el número de pasos para ir de un sitio a otro. Dos tipos de navegación pueden ser considerados [25][26][27] :

- La navegación usando las flechas de direcciones (por ejemplo para pasar de un ítem a otro en una lista).
- La navegación usando las teclas numéricas (asociando un número a los elementos de una lista a las teclas del mando).

En lugar de ser excluyentes, estos dos métodos pueden ser complementarios. La evaluación de tres interfaces por [28] demostró que los usuarios preferían la interfaz que requiere más tiempo y clics. Es más, los usuarios no basaban la elección de una interfaz por su eficiencia sino por el placer y la relajación procurados. Sin embargo, [29] demuestra en sus experimentos sobre la accesibilidad, que los discapacitados visuales preferían una navegación basada en las teclas con números.

4.2.1.2 Entrada de Datos

La entrada de datos a través de la televisión es uno de los problemas recurrentes en el tema. Aunque es aconsejable evitarlo, la introducción de texto puede ser solucionada con dos técnicas: el uso de un teclado virtual [30] o el uso de las teclas de números como las de un teléfono móvil del tipo SMS [31]. Ambas soluciones no están carentes de problemas. El principal inconveniente de los teclados actuales (QWERTY) es que, como apunta [8] , están diseñados para usar ambas manos y por consecuencia pierden su eficacia cuando se teclea con un solo dedo. En el mismo trabajo se recomiendan diseños más compactos como el OPTI II, que en el caso de teclados virtuales donde se seleccionan los caracteres desplazándose con las teclas de



dirección, se aumenta notablemente la rapidez de escritura. Además, podríamos ir más allá incorporando algoritmos genéticos para mejorar la eficiencia de los teclados, como se comenta en [9].

Por otro lado, los sistemas basados en el método “SMS” presentan el problema de que no todos los mandos están dotados de letras acompañando a los números (Figura 1), y además aumentan el número de teclas necesarias para usar la aplicación. La utilización de este método obliga al usuario a mirar hacia el mando mientras que con otros sistemas basados en teclas de dirección (flechas) no es necesario (o solo cuando se empieza a escribir), si bien se puede resolver una parte del problema añadiendo una imagen del mando en la interfaz.

Actualmente se trabaja en el diseño de nuevos teclados para televisión que solucionen todos estos inconvenientes, aunque estos todavía están en fase de prototipo y no se han realizado despliegues masivos para comprobar su eficacia.

4.2.2 Diseño de la Interfaz

El diseño de una interfaz para la televisión se apoya sobre diversas técnicas y recomendaciones. Algunas de ellas son específicas a este entorno, pero otras pueden ser reutilizadas directamente desde el entorno PC.

4.2.2.1 Características Generales sobre el Diseño de Interfaz

Leyes de Gestalt

Están basadas en una corriente psicológica desarrollada a partir de 1920, en la cual se enfatiza que los seres humanos perciben objetos de forma visual, como patrones bien organizados y no como partes separadas. Aunque se cuenta con 114 leyes, se pueden considerar las de figura/fondo, proximidad, similaridad y simetría como las más importantes [32]:

- Ley de figura/fondo: un objeto (figura, texto) tiene que distinguirse del fondo. Basado en el contraste entre ellos, esta ley se usa por ejemplo con el rollover de un texto: cuando el ratón pasa sobre un enlace, el color cambia. Esta ley es muy importante para la realimentación del usuario.
- Ley de proximidad: elementos ubicados unos cerca de otros se perciben como elementos de un mismo grupo, mientras que si se encuentran alejados se perciben como grupos distintos.



- Ley de similaridad: elementos que son parecidos entre sí (forma, tamaño, color...) se perciben como pertenecientes a un mismo grupo.
- Ley de simetría: elementos organizados simétricamente respecto a otros se interpretan como una unidad que crea estructuras fuertes.

Otras leyes que, sin ser tan críticas, son de merecida mención, son las que siguen:

- Ley de continuación: elementos visuales organizados en una cierta continuidad se perciben como una misma cosa.
- Ley de simplicidad: elementos organizados de forma simple y consistente atraen la percepción visual.
- Ley de experiencia: la percepción visual siempre tiende a relacionar objetos (figuras, texto...) con experiencias vividas o existentes completando automáticamente patrones incompletos.

Colores

Los colores juegan un rol importante en la estética y en la funcionalidad ya que dan orientación, estructura, clarifican diferencias entre elementos visuales y facilitan el acceso a la información.

4.2.2.2 Características Específicas del Entorno de la Televisión

A partir de estas consideraciones sobre la interactividad en un entorno de televisión, podemos sacar varios principios relativos a la conversión de una interfaz PC a una interfaz de televisión. Para el diseño de una interfaz de televisión, tenemos que tener en cuenta dos parámetros esenciales: las características físicas inducidas por la televisión y sus limitaciones.

En primer lugar, cuando se ve la televisión, el televidente se encuentra a una distancia de 2 a 3,5 metros, mientras que con un ordenador, el usuario se sitúa a unos 50 centímetros [29] [31][33] . Bajo esas condiciones, aunque el tamaño de la pantalla de televisión sea más grande, el incremento de distancia hace que la resolución percibida por el telespectador sea más pequeña. Según [30] eso se debe a la disminución del ángulo visual, haciendo necesario un aumento del tamaño del texto. Sucede una reacción en cadena: quien dice texto más grande, dice menos elementos por pantalla y por consecuencia más pantallas (lo que implica también más navegación).



Por lo que lo primero que hay que modificar es el tamaño del texto. Referencias [26] y [31] recomiendan usar un tamaño de letra superior a 18 puntos, idealmente superior a 22, además de no usar más de 90 palabras por pantalla. La consecuencia directa de todo eso, es que cada componente que contiene texto (como los botones, las listas...) tendrá que ser más grande y entonces, no se podrá utilizar la misma organización de interfaz en los dos entornos.

En segundo lugar, el hecho de que el mando a distancia sea el único medio de interactuar con la televisión nos obliga a tener cuidado con los componentes que queremos usar. En [31] se nos recuerda que elementos como los botones radio, las barras de scroll o los menús jerárquicos no tienen equivalentes en la televisión y por lo tanto, no pueden ser utilizados tal cual.

Otro problema inducido por el mando a distancia, es el problema de las manipulaciones de componentes. Acciones como el drag/drop o el movimiento de un cursor no pueden ser reproducidos con este. Así que como podemos ver, todas las interfaces que requieren elementos evolucionados no son usables en el entorno de la televisión

4.3 Análisis de la Experiencia de usuario (UX)

En la actualidad, la evaluación de la experiencia de usuario (UX) o de calidad de experiencia (QoE), siguiendo los métodos convencionales (basados en la calidad de video o audio), se ha vuelto cada vez más complicada. Las especificaciones de los servicios, y las posibilidades de los usuarios, son cada vez más diversas y complejas.

Cada vez es más frecuente contar con aplicaciones como tele-presencia, video en 3 dimensiones u otros servicios compuestos, que ponen en relevancia la necesidad de evaluaciones más profundas de la experiencia de usuario. Factores como la fatiga, la sensación de presencia y otras muchas respuestas psicológicas deberán ser consideradas en las evaluaciones.

Las pruebas necesarias para recoger métricas tan dispares, provoca que sea complejo y caro realizar adecuadamente test de usuario. Sobre todo, la variedad de las aplicaciones y casos de estudio, hacen que sea necesario tener un entorno de evaluación flexible.

Existe una diferencia entre métodos de usabilidad, que tienen el objetivo de mejorar el rendimiento de las interacciones del ser humano; de los métodos de experiencia de usuario, que tienen como objetivo mejorar la satisfacción del usuario. Sin embargo, la mayoría de las organizaciones, consideran los dos términos bajo el concepto de experiencia de usuario.



ISO FDIS 9241-210:2009

ISO FDIS 9241-210:2009. Ergonomics of human system interaction - Part 210: Human-centered design for interactive systems (formerly known as 13407). International Organization for Standardization (ISO). Switzerland.

Este estándar [34], proporciona requisitos y recomendaciones para los principios de diseño centrados en el ser humano y las actividades en todo el ciclo de vida de los sistemas informáticos interactivos. Está destinado a ser utilizado por los procesos de diseño de gestión, y se ocupa, de las formas en que ambos componentes, de hardware y software de los sistemas interactivos, pueden mejorar la interacción hombre-sistema.

ISO 9241-11:1998

ISO 9241-11:1998, Ergonomics of Human System Interaction: Guidance on usability.

El estándar ISO 9241-11 1998 [35] define la usabilidad, como “La medida en que un producto puede ser empleado por usuarios específicos, para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un determinado contexto de uso”.

4.4 Goal Question Metric

La técnica GQM [36] que fue definida inicialmente en 1984 por Basili y Weiss. Permitirá medir el proceso y los resultados de un proyecto. En principio fue desarrollada para evaluar procesos de desarrollo de productos o software, pero se puede extrapolar y aplicar fácilmente a todas las fases necesarias para realizar los test de usuario y/o las evaluaciones subjetivas.

GQM se divide en tres niveles diferentes:

1. *Goals (nivel conceptual): los objetivos marcarán lo que se quiere conseguir respecto a un producto, a un proceso o a un recurso.*
2. *Question (nivel operacional): las preguntas se emplearán para abordar cómo satisfacer un objetivo. La idea es caracterizar el objetivo con aspectos medibles.*
3. *Metric (nivel cuantitativo): buscar respuestas a las preguntas con un conjunto de datos.*

El concepto que explica la idea principal es que cualquier medición que se haga se tiene que hacer orientada al objetivo (*Goals*) que se persigue. De esta manera, el programa de medición será más preciso. Por tanto, el primer paso será definir un objetivo y para comprobar que lo se



ha alcanzado, se tendrá que dar respuesta a una serie de preguntas (*Questions*). La información para contestar a dichas preguntas se extrae de las métricas (*Metrics*).

En la Figura 2 se muestra la relación que puede existir entre las tres entidades involucradas: para cada objetivo puede haber una o varias preguntas asociadas y a su vez, cada pregunta puede referenciar varios objetivos. Además, por cada pregunta puede haber más de una métrica. Y las métricas se pueden aplicar a más de una pregunta.

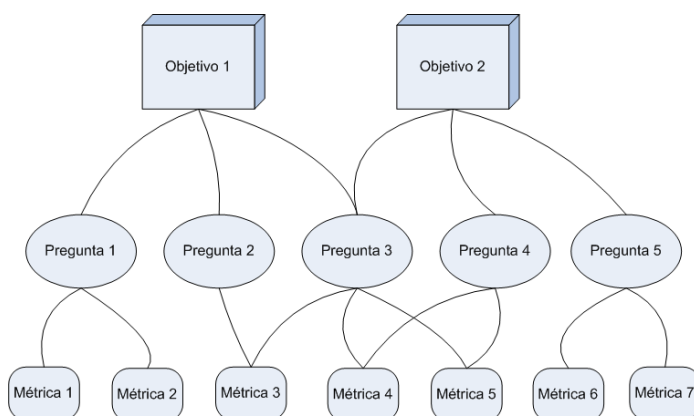


Figura 2. Esquema conceptual de GQM

La aplicación de esta técnica se puede organizar en un proceso de 6 pasos: en los primeros se definen las métricas en base a los objetivos que se persiguen. En los últimos pasos se recogerán los datos y la información medida para calcular dichas métricas y comprobar si se ha cumplido el objetivo. A pesar de que GQM se define en un proceso de seis pasos, no se puede implementar como un proceso secuencial estricto. De hecho, muchos autores defienden que la implementación de GQM tiene que estar integrada con la planificación y gestión de un proyecto.

Los pasos serán los siguientes:

- ❑ Paso 1: definir los objetivos: En este paso se establecen varios puntos:
 - ¿qué vamos a estudiar?
 - ¿cuál es la motivación y el propósito de las medidas?
 - ¿desde qué punto de vista se definen las metas?
 - ¿qué alcance tendrá? (entorno)
- ❑ Paso 2: generación de preguntas: formular las preguntas que definan los objetivos marcados. Para comprobar si se ha alcanzado el objetivo hay que encontrar respuesta a



dichas preguntas. En este paso vamos de un nivel conceptual a un nivel operacional por medio de las preguntas que nos planteemos. Por tanto, resulta evidente que las preguntas no pueden ser muy abstractas ya que entonces no encontraremos una relación entre las preguntas y las métricas.

- ❑ Paso 3: especificar las métricas: las métricas se utilizan para responder a las preguntas planteadas en el paso anterior.
- ❑ Paso 4: preparar la recogida de datos: diseñar el sistema que permita recoger los datos necesarios que nos permitan evaluar las métricas. Es necesario determinar qué datos son necesarios para calcular las métricas del paso 3. También es preciso definir cómo se recogen esos datos. Lo ideal sería llevar a cabo un plan de medidas, en el que describimos las medidas, los resultados posibles, quién va a llevar a cabo cada medida, en qué momento y con qué herramientas.
- ❑ Paso 5: recogida de datos, validación y análisis de los mismos: una vez recogidos los datos se comprueba su validez mediante el análisis de la información, verificando que sean correctos, estén completos y sean consistentes.
- ❑ Paso 6: analizar los datos: un análisis de los datos concluirá si se han cumplido los objetivos.

Se puede establecer una relación entre los distintos pasos que son necesarios llevar a cabo en GQM y las fases de un proyecto.

En la gráfica anterior (Figura 3) se aprecia que los primeros pasos (1-5) se corresponden con una fase de planificación, donde se define y caracteriza el proyecto y se recoge toda la información necesaria para el inicio.



Figura 3. Fases de un proyecto fases de GQM



La fase de definición se correspondería con los pasos 1-3. En la definición, además de las preguntas y las métricas, se definen las medidas, indicando qué se va a medir, el propósito, con qué enfoque, el punto de vista y el contexto. Por último habrá que comprobar que las métricas definidas son consistentes y completas. Además, hay que definir cuándo se deben realizar las mediciones y con qué herramientas.

La recopilación de datos se corresponde con los pasos 4 y 5. En la recopilación de datos se recogen todas las métricas definidas.

La interpretación (donde se procesan los datos recopilados) se corresponde con los pasos 5 y 6 del proceso de Basili. En la fase de interpretación se preparan los datos para su análisis y extracción de resultados, de manera que podamos obtener respuestas a las preguntas planteadas para saber si se ha cumplido el objetivo.

Para aplicar correctamente GQM habrá que fijar objetivos explícitos y especificarlos. Hay que evitar los casos de: “podemos obtener estos datos, vamos a ver qué podemos hacer con ellos”. Además, cuando analicemos los datos, tenemos que tener en mente los objetivos, y no analizar los datos para ver qué comportamientos descubrimos.

También es importante tener en cuenta el contexto, considerando los factores de variación que puedan existir e identificando qué métricas responden a la pregunta formulada.

Además será necesario tener una infraestructura que soporte el sistema de mediciones, ya que la realización y almacenamiento de las mediciones supone un trabajo extra importante y es necesario tener controlados una gran cantidad de datos. Por otro lado hay que ser conscientes de que las medidas no son el objetivo, si no una herramienta: no deberemos perder de vista el objetivo.

Por tanto, con GQM podemos identificar qué métricas resultan significativas y tienen relación con los objetivos propuestos.





5 Conceptos Previos

5.1 Métodos de Entrada de Texto

Un mando a distancia tiene dos modos posibles de uso para introducir texto: usando las flechas y la tecla OK, para desplazamientos y selección de caracteres sobre el diseño de un teclado, o utilizando el teclado numérico del mando, tal y como se hace en los teléfonos móviles.

En este trabajo se han evaluado entre todas las fases varios métodos de entrada de texto, basados en diseños de teclado virtuales tipo ordenador y en formato móvil, utilizando las teclas numéricas del mando a distancia. Los teclados virtuales corresponden con los teclados Alfabético, QWERTY (conocido y utilizado mundialmente), y Genético (según Brewbaker [9]). Para probar los teclados tipo móvil, se han utilizado un diseño Multitap, Multitap con T9 y 2-Key.

5.1.1 Teclados Virtuales

5.1.1.1 Teclado QWERTY

Es el teclado virtual tradicional, hoy en día es el más popular. Como ha subrayado Zhai et al [8], su principal desventaja es que este esquema fue diseñado para ser utilizado con las dos manos y pierde toda su precisión cuando se utiliza sólo con "un dedo". El lado positivo de este teclado es que ya es conocido por un gran número de personas familiarizadas con los ordenadores, lo que significa que no necesita un período de aprendizaje. Por el contrario, este teclado no es adecuado para usuarios no expertos.

q	w	e	r	t	y	u	i	o	p
a	s	d	f	g	h	j	k	l	ñ
x	c	v	b	n	m	z			

Figura 4. Ejemplo Disposición del Teclado Qwerty



5.1.1.2 Teclado Alfabético

En este teclado la posición de las teclas sigue el orden alfabético. Este teclado se supone que es más "fácil" en el sentido de que cada persona que conoce el alfabeto sería capaz de utilizarlo sin un proceso de aprendizaje. De este modo, para los usuarios no expertos sería muy fácil de usar de acuerdo con Zhai et al[37].

a	b	c	d	e	f
g	h	i	j	k	l
m	n	ñ	o	p	q
r	s	t	u	v	W
x	y	z			

Figura 5. Ejemplo Disposición del Teclado Alfabético

5.1.1.3 Teclado Genético

Diseño basado en la idea de Brewbaker [9]. Se ha utilizado un algoritmo genético (Ver Anexo B) para generar un nuevo diseño de forma que se obtenga una mejoría respecto a la eficiencia de los teclados tradicionales. Utilizando el Quijote como texto de referencia para el lenguaje castellano, el algoritmo posiciona las teclas de forma que las letras más frecuente utilizadas aparezcan en la parte central del teclado.

	i	d	m	g	k
v	n	e	r	b	z
y	o		a	l	h
f	t	s	p	ñ	
x	c	u	q	w	

Figura 6. Ejemplo Disposición del Teclado Genético



5.1.2 Teclados tipo teléfono móvil (SMS)

5.1.2.1 Multitap

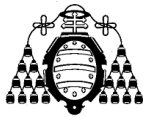
Diseño basado en el sistema de telefonía móvil, este método utiliza las teclas numéricas para escribir texto. Debido a que estas teclas se encuentran disponibles en casi todos los mandos a distancia es posible utilizar este mecanismo para los sistemas de IDTV. Este método de introducción de texto es muy popular entre los usuarios jóvenes que forman parte de la llamada "generación móvil". En pocos años el número de usuarios expertos de este método será enorme y no se necesita una fase de aprendizaje del uso de aplicaciones basadas en este método. Esta situación combinada con el hecho de que trabajos anteriores muestran que es más eficiente que los teclados virtuales en entornos de IDTV [16], son las razones por las que hemos considerado este método para la evaluación.

1 ←	2 a b c	3 d e f
4 g h i	5 j k l	6 m n o ñ
7 p q r s	8 t u v	9 w x y z
	0 └┘	

Figura 7. Ejemplo Disposición del Teclado Multitap

5.1.2.2 Multitap con T9

Es una versión mejorada del método Multitap. La idea es pulsar una sola tecla para cada letra de la palabra que queremos escribir y no de forma tradicional pulsando tantas veces la tecla como posiciones se encuentre la letra deseada. En la mayoría de los casos, la palabra que aparece después de introducir una secuencia de letras la que se quería. Un ejemplo se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Sin embargo, en los casos donde hay más de una posibilidad de coincidencia de la secuencia introducida, los usuarios pueden navegar entre un conjunto de resultados utilizando las teclas de flecha arriba y abajo.



<i>Tecla presionada</i>	<i>Palabra mostrada</i> <i>(palabra más frecuente)</i>
6	m
6	no
8	onu
4	novi
5	movil
3	movile
7	moviles

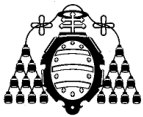
Figura 8. Secuencia de teclas introducidas para escribir la palabra “móviles”

Multitap con T9 VS. Multitap simple

En el sistema Multitap simple, el usuario presiona cada tecla una o más veces para especificar el caracter de entrada.

Uno de los problemas más señalados de este método es la segmentación, como ya se comentó anteriormente. Cuando un caracter está situado en la misma tecla que el introducido previamente, el sistema debe determinar cuándo la nueva pulsación pertenece aún al caracter anterior o representa uno nuevo. Por lo tanto, se requiere un mecanismo para especificar el comienzo de una nueva letra.

La utilización de sistemas predictivos, como el T9, disminuye en gran medida el número de teclas a pulsar, aumentando así la rapidez de entrada de texto. Si se toma como ejemplo la escritura de la palabra “HOLA”, utilizando el método Multitap simple se necesitan 9 pulsaciones: 2 sobre la tecla 4 para obtener la H, 3 sobre la tecla 6 para obtener la O, 3 sobre la tecla 5 para obtener la L y 1 sobre la tecla 2 para obtener la A. Sin embargo, haciendo uso del sistema T9 se requieren únicamente 4 pulsaciones, ya que cada tecla se oprimirá solo una vez. Además desaparece el problema de la segmentación.



5.1.2.3 2-Key

El nombre del método 2-Key se inspira directamente en la forma en la que funciona. El usuario presiona dos teclas sucesivamente para especificar un carácter de entrada. La primera tecla pulsada selecciona el “grupo” de caracteres y la segunda se encarga de elegir la letra deseada dentro del conjunto seleccionado [13]. De esta forma, se utilizarán las teclas numéricas 1, 2, 3 o 4 para indicar la posición que ocupa el carácter dentro del grupo. Por ejemplo, para seleccionar la letra K, el usuario deberá presionar 5-2 (K es el segundo carácter del grupo 5).

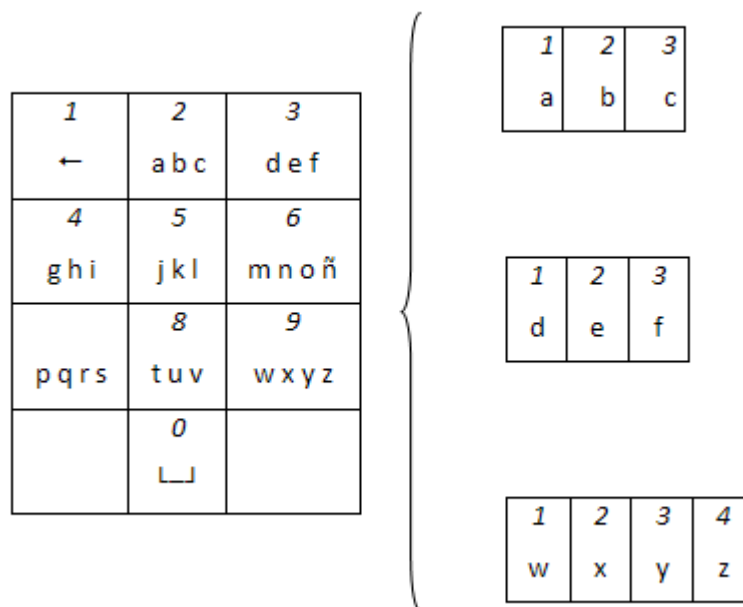
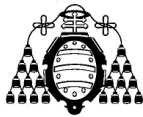


Figura 9. Ejemplo Disposición del Teclado 2-Key

El método 2-Key es aparentemente muy simple. No hay tiempos de espera ni aparece el problema de la segmentación como ocurría en el Multitap. Cada letra de la **A** a la **Z** es introducida, en ausencia de error, con dos pulsaciones exactamente.

El método 2-Key no es muy utilizado para la introducción de caracteres latinos. Sin embargo, en Japón existe un método muy similar de uso muy extendido para escribir caracteres Katakana.



5.2 Mandos a distancia

5.2.1 Problemática

Aunque las tecnologías relacionadas con los servicios IDTV han evolucionado mucho, hay que tener en cuenta, que si se desarrollan aplicaciones complejas también tenemos que diseñar métodos eficaces para la interacción con el usuario. En este entorno, las interacciones no pueden ser muy complejas ya que el principal dispositivo de interacción para ello es el mando a distancia. Esto se convierte en un problema cuando hay que introducir texto con los mandos a distancia ya que no han sido diseñados para este propósito.

En la actualidad existe una falta de normalización respecto al diseño de mandos a distancia como señala Jacob Nielsen en “Remote Control Anarchy” [2], solo existen recomendaciones generales como el estándar europeo MHP [38].

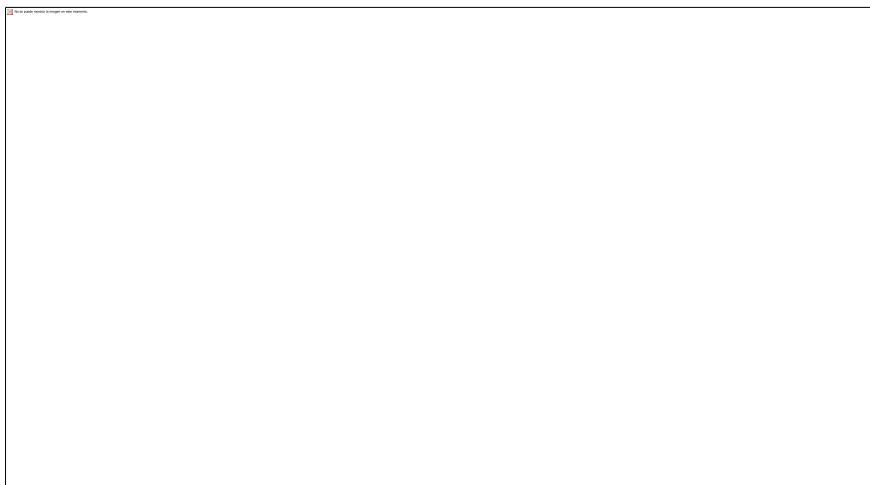


Figura 10: Ejemplo de Mandos a distancia[2]

Según Nielsen [2] los problemas que los usuarios encuentran en los mandos a distancia, además de la diferencia de diseño entre los mismos, son la complejidad de los mismos, el elevado número de botones, interfaces de usuario inconsistentes y problemas de integración. En definitiva graves problemas de usabilidad.



5.2.2 Estándar Europeo MHP

MHP (Multimedia Home Platform) es un sistema intermediario abierto, diseñado por el proyecto DVB y estandarizado por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute). MHP define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de la televisión digital, independiente tanto del proveedor de servicios interactivos como del receptor de televisión utilizado. De este modo, MHP favorece la creación de un mercado horizontal donde aplicaciones, red de transmisión y terminales MHP pueden ser suministrados por proveedores o fabricantes independientes. MPH además ofrece una serie de sugerencias de utilización de botones del mando a distancia y mecanismos de entrada de texto.

Algunas de las características que, según MHP, serían deseables en un mando a distancia se podrían organizar en tres bloques:

- Bloque de Color [C]
 - Teclas con 4 colores: rojo, verde, amarillo, azul
 - Tecla de Teletexto
- Bloque de Flechas [A]
 - Teclas con las 4 flechas: arriba, abajo, izquierda y derecha
 - Tecla de confirmación u "OK"
- Bloque Numérico [N]
 - Teclado numérico (10 teclas) : del 0 al 9

En función de en que orden aparezcan los bloques de teclas en el mando a distancia tendremos varios tipos de mandos: CAN, CNA, ACN, ANC, NAC, NCA.

Errores más comunes en los mandos a distancia

MHP también señala que los errores más comunes de los mandos a distancia en primer lugar son:

- Demasiado pequeños
- Forma equivocada
- Poco espacio
- Mal situado
- Difícil de ver en el fondo, especialmente en términos de color y contraste.

En segundo lugar, puede ser difícil de encontrar la clave correcta para la prensa debido a:



- Número excesivo de teclas
- Uso inconsistente de la terminología
- Etiquetado pegajoso
- Símbolos confusos
- La necesidad de complejas secuencias de pulsaciones de teclas para funciones simples.



6 Metodología

Una metodología, se puede definir como el conjunto de métodos por los cuales se regirá una investigación científica, mientras que el método, es el procedimiento que se llevará a cabo en orden a la consecución de determinados objetivos.

La metodología que se propone en este trabajo está basada en una serie de fases principales, que a su vez, se van a subdividir en una serie de Tareas. Para definir todas las fases, que abarcan la realización de test de usuario y pruebas subjetivas, hemos adaptado en la medida de lo posible, la técnica conocida como GQM (Goal Question Metric) [36], las recomendaciones y reglas iDTV, así como las recomendaciones de medida de la experiencia del usuario encontradas en la literatura.

6.1 Fases

La metodología (Figura 11) que se propone en este trabajo está basada en 8 fases principales, cada una de las cuales se va a subdividir en una serie de Tareas. A continuación exponemos las fases y tareas.

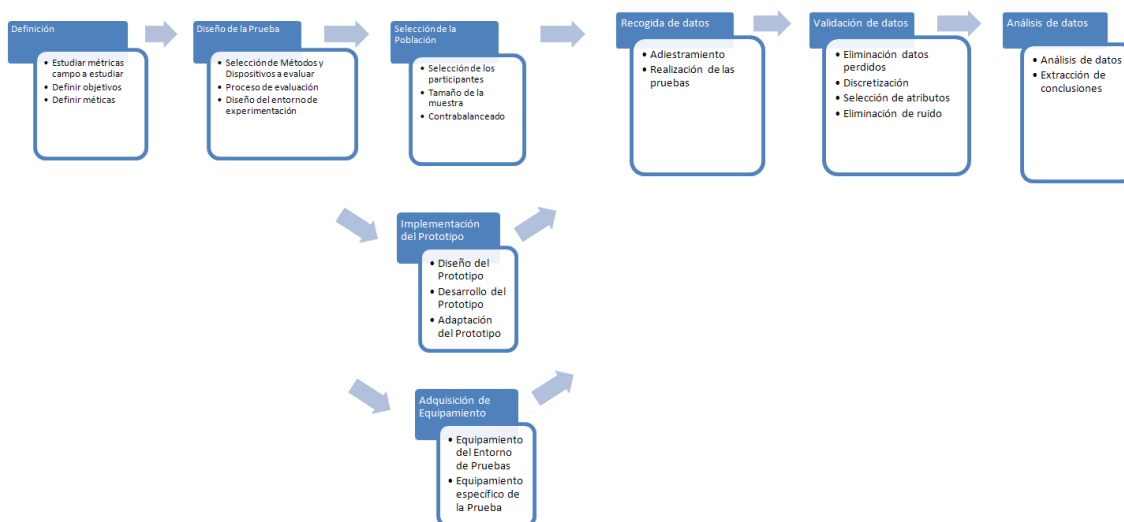


Figura 11. Fases y Tareas de la Metodología



Fase 1. Definición

Esta fase se dividirá a su vez en 3 tareas: Estudiar métricas estándares en el campo de estudio, definir Objetivos y definir Métricas.

Tarea 1.1 Estudiar las métricas del campo a estudiar

En esta tarea se tendrá que realizar un estado del arte para conocer las métricas estándares a utilizar en la evaluación de métodos de inserción de texto en aplicaciones iDTV. Se pretende medir la usabilidad de los métodos de inserción de texto y para ello habrá que analizar la eficiencia en la escritura y las preferencias de los usuarios entre otras cosas.

Por ejemplo, algunos conceptos típicos que hay que medir son:

- Velocidad de escritura
- Tasa de Error
- Satisfacción del Usuario
- Curva de aprendizaje

Tarea 1.2 Definir Objetivos

En esta tarea se definen a grandes rasgos, las características de la experimentación y lo que se pretende. Los objetivos nos marcan lo que queremos conseguir, y para ayudarnos a definirlos, responderemos a preguntas del siguiente tipo:

- ¿Qué vamos a estudiar?; será necesario especificar un objetivo genérico.
- ¿Cuál es la motivación y el propósito? es decir, precisar para qué se hace el experimento, (para evaluar, para mejorar...) y qué se pretende con ello (analizar una herramienta, evaluar un algoritmo, el consumo de recursos...)
- ¿Desde qué punto de vista se definen las metas?, desde un punto de vista de usuario por ejemplo, o desde un punto de vista investigador.
- ¿En qué entorno o contexto se realizará la experimentación?

Nos apoyaremos en la tarea anterior para marcarnos los objetivos o metas a alcanzar.



Tarea 1.3 Definir Métricas

En esta tarea, se definirán las métricas. En primer lugar, lo que haremos será transformar los objetivos en preguntas, y en segundo lugar, buscaremos las respuestas a esas preguntas, con las que ya podremos especificar las métricas.

Fase 2. Diseño de la Prueba

En esta fase se diseñará la experimentación que utilizaremos para realizar los test de usuario y evaluaciones subjetivas.

Tarea 2.1. Selección de Métodos y Dispositivos a Evaluar

En esta tarea se seleccionarán los métodos de inserción de texto que van a ser medidos y se seleccionarán los dispositivos que serán finalmente utilizados durante las experimentaciones.

Del estudio del estado del arte, será necesario realizar una selección de mecanismos que deben ser probados en base a los resultados publicados, la conveniencia del método para servicios de televisión digital interactivos, etc. Idealmente serán métodos que se hayan utilizado en pruebas anteriores, ya que permitirá hacer comparaciones entre experimentos.

En esta tarea también se seleccionarán los dispositivos físicos con los que el usuario se comunicará con la aplicación iDTV; por ejemplo, mandos a distancia o tipo de televisión.

Tarea 2.2. Proceso de Evaluación

En esta tarea se establecerá el proceso de evaluación, las experimentaciones que se realizarán, el número de sesiones de cada experimentación en las que participará cada usuario, el tiempo mínimo y máximo entre sesiones, el número de frases y los textos que deberán escribir los usuarios, las métricas a utilizar (seleccionadas de la fase anterior) y, consecuentemente, los datos que deberán ser recabados, así como las encuestas y escalas de votación a las que se someterá a cada uno de los usuarios.

Tarea 2.3. Diseño del Entorno de Experimentación

En esta tarea se diseñará el entorno de experimentación. En primer lugar se seleccionará la ubicación para la realización de las pruebas, que a priori, será en uno de los laboratorios del grupo de investigación DMMS.



Además de la ubicación para las pruebas, se seleccionarán cuestiones como el mobiliario, los recursos hardware y software, así como la iluminación y disposición del mobiliario y los recursos en el entorno.

Fase 3. Selección de la población

En esta fase se realizará un planteamiento de la población objetivo del estudio. En la medida de lo posible, será conveniente establecer los rangos de edad deseados, la experiencia previa requerida de los usuarios, la lateralidad buscada, etc. De igual modo, puede ser interesante contactar con usuarios que hayan participado en experimentos anteriores e identificar nuevos usuarios que puedan estar disponibles para las pruebas.

Cuando diseñamos un estudio de usabilidad es necesario prestar especial atención a las características de la población. Por eso se hace necesario responder a las siguientes cuestiones [39]:

- ¿Qué tipo de participantes necesitamos?
- ¿Cuántos participantes necesitamos?
- ¿Compararemos los datos con un único grupo de participantes o con varios grupos de participantes?
- ¿Necesitamos contrabalancear el orden de las tareas?

Tarea 3.1. Selección de participantes

La primera cuestión a tener en cuenta es que los participantes deberán ser seleccionados cuidadosamente debido a que deben ser representativos de la población objetivo del estudio.

La segunda cuestión será saber si vamos a dividir los datos por diferentes tipos de participantes. Si es así, tendremos que separar los participantes en distintos grupos y entonces habrá que pensar qué grupos son y cuántos participantes irán en cada grupo.

Los grupos más comunes de segmentos son:

- Nivel de experto en un dominio (novato, intermedio, experto)
- Frecuencia de uso
- Demográficos (genero, edad, lugar de procedencia)
- Actividades (uso de particulares funcionalidades o características)



Tarea 3.2. Tamaño de la Muestra

No existe una regla que diga el número mínimo de participantes de un estudio. Pero el tamaño de la muestra se deberá escoger en base a dos factores: los objetivos del estudio y la tolerancia al margen de error.

La recomendación es tener de 50 a 100 usuarios representativos, ya que si escogemos un número menor, la varianza en los datos será más alta, haciendo difícil generalizar los resultados a la población objeto del estudio.

Tarea 3.3. Contrabalanceado

A veces, el orden en el que los participantes realizan las tareas del estudio, tiene un impacto significativo en los resultados. Los participantes usualmente aprenden con la experiencia de uso.

Así pues, debemos considerar el orden en el que los datos deben ser recogidos, lo cuál suele coincidir con el orden de las tareas.

Contrabalancear involucra cambiar simplemente el orden en el que diferentes tareas son realizadas, y no siempre es necesario ya que puede ser perjudicial para nuestros objetivos.

Fase 4. Adquisición de equipamiento

Tarea 4.1. Equipamiento del Entorno de Pruebas

Como entrada de esta tarea tendremos la tarea de Diseño del Entorno de experimentación, que nos proveerá el listado de equipamiento necesario. Se realizará un estudio de mercado para cada punto del listado, y posteriormente, se procederá a la adquisición del equipamiento.

Tarea 4.2. Equipamiento Específico de la Prueba

Se realizará un estudio de periféricos disponibles en el mercado, que puedan ser de interés para la realización de cada experimentación. Una vez concluido el estudio de alternativas, se procederá con la adquisición de los dispositivos.

Fase 5. Prototipo

En esta fase, será necesario diseñar e implementar una aplicación sencilla, para poder llevar a cabo las experimentaciones, que medirán tanto la usabilidad, como la satisfacción de los



usuarios de métodos de inserción de texto en televisión digital interactiva, por ello, tendremos que desarrollar una aplicación sencilla.

Para esta fase será recomendado utilizar una metodología de desarrollo de software y utilizar las recomendaciones y reglas iDTV, para la creación de una interfaz adaptada al entorno de la televisión, ya que no debe de hacerse al azar [23].

Se deja a criterio del experimentador la selección de la metodología, lenguaje de programación, así como el formato de recogida de datos con el que satisfacer los objetivos marcados.

Tarea 5.1. Diseño del Prototipo

En esta tarea se diseñará la aplicación que posibilite recoger los datos necesarios que nos permitan evaluar las métricas. Es necesario determinar qué datos son necesarios para calcular las métricas de la Tarea 1.3, así como definir como se recogen esos datos y su formato.

También, será necesario definir cuestiones como la infraestructura hardware y software necesarias, sobre las cuales se ejecutará la aplicación prototipo.

Respecto a la funcionalidad del prototipo se diseñarán ciertas cuestiones, disposiciones de teclas, combinaciones de las mismas y qué métodos de alternancia utilizar, (por ejemplo, mayúsculas y minúsculas). También, como capturar eventos de la pulsación de teclas, mostrar listados de desambiguación, métodos de recomendación.

Así mismo, se diseñarán las encuestas incorporadas en la aplicación y el método de propuesta de frases.

Tarea 5.2. Desarrollo del Prototipo

En esta tarea se implementará la aplicación, teniendo como referencia el diseño de la misma, las reglas iDTV y la metodología de desarrollo de software seleccionada.

Tarea 5.3. Adaptación del prototipo

Esta tarea solo será necesaria en caso de se realicé mas de una experimentación y sea necesario implementar funcionalidad añadida o cambiar alguna existente.

La mayoría de estos cambios estarán relacionados con los métodos de inserción de texto que hayan sido elegidos para una experimentación concreta.



Fase 6. Recogida de datos

Tarea 6.1. Adiestramiento

Para obtener resultados fiables, en algunos casos, puede ser necesario enseñar a los participantes en sesiones especiales de adiestramiento, con antelación a las pruebas. Se ha visto que este adiestramiento es importante para obtener resultados fiables.

Tarea 6.2. Realización de la Prueba

Para llevar a cabo la evaluación, se concertarán citas con los usuarios que participarán en el experimento. Cuando el usuario acude a una experimentación, se le darán indicaciones sobre lo que tendrá que hacer para interactuar con la aplicación. Una vez finalizada la prueba, los datos a evaluar, quedarán almacenados para su posterior análisis.

Fase 7. Validación de datos

En esta fase, una vez que se han recogidos los datos, se comprobará su validez, mediante el análisis de la información, verificando que sean correctos, estén completos y sean consistentes.

Una vez recogidos los datos, se realizará un pre-procesado de los mismos, que generará el conjunto de datos final, que se introducirá en el programa estadístico escogido para su análisis. Puede que sea necesario realizar tareas de Eliminación de Datos Perdidos (datos que por alguna razón no son conocidos), Discretización de Datos (convertir variables reales o enteras en nominales), Filtrado de los Atributos y/o Eliminación de Ruido en el conjunto de datos obtenido.

Fase 8. Análisis de Datos y Extracción de Conclusiones

Tarea 8.1. Análisis de Datos

Tras la conclusión de las pruebas de cada experimentación, se realizará el análisis estadístico de los datos recogidos y se elaborará la documentación resultante del proceso.

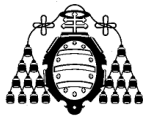
El software de análisis de datos se deja a criterio del experimentador, aunque es recomendable R [40] un entorno informático para el análisis estadístico, distribuido bajo la licencia GPL de GNU [41] que funciona bajo los sistemas operativos más populares (Microsoft Windows, Ubuntu...).



El tipo de análisis estadístico, dependerá en cada caso, pero irá en consonancia con los objetivos y métricas del estudio.

Tarea 8.2.Extracción de Conclusiones

Es posible que en el desarrollo de esta tarea obtengamos resultados inesperados o contradictorios. En ese caso, tendremos que hacer un análisis más detallado, que puede llevarnos a la necesidad de repetir el experimento, a redefinir alguna fase o incluso a realizar nuevas experimentaciones.



7 Caso de Estudio

Esta metodología teórica, se ha aplicado a un caso de estudio, que ilustrará la metodología descrita.

Este caso de estudio está formado por cuatro experimentaciones. La primera experimentación, se lleva a cabo para evaluar los cuatro métodos básicos de entrada de texto. La segunda experimentación, se lleva a cabo para evaluar el desempeño de estos métodos, pero incluyendo varias optimizaciones. En la tercera experimentación, se estudia el uso de métodos de entrada de texto para tipos de datos específicos (teniendo en cuenta los caracteres no alfanuméricos). Finalmente, en la cuarta experimentación, se estudia si el dispositivo físico influye o no (se usan 3 mandos a distancia con distintos conjuntos de teclas).

7.1 Resumen

Hoy en día, existe un enorme mercado emergente en el ámbito de la televisión digital interactiva. En este contexto, se necesitan métodos nuevos y eficaces de interacción con el usuario, porque el dispositivo de interacción principal sigue siendo el mando a distancia clásica. Los mandos a distancia son especialmente problemáticos cuando se trata de la escritura de texto, algo necesario en la mayoría de las aplicaciones. Con el fin de encontrar métodos efectivos de la introducción de texto con los mandos a distancia, hemos llevado a cabo una investigación empírica, que se presenta en este documento.

Se analizan varios métodos, mediante la realización de experimentos con un conjunto heterogéneo de usuarios reales, en un proceso gradual, basado en varias tareas secuenciales. Si tenemos en cuenta, que hay poca investigación sobre métodos de escritura de texto para las aplicaciones interactivas de televisión digital, y las características de nuestro estudio; este trabajo presenta un conjunto importante de las contribuciones. Respondemos a preguntas como qué método es el más rápido, ¿qué método es el que causa menos errores de los usuarios?, ¿cómo la edad afecta al rendimiento?, ¿cómo influyen en el rendimiento del usuario ciertos hábitos?, ¿cómo se optimiza el rendimiento con los atajos o teclas rápidas?, ¿cómo un conjunto extendido de caracteres disminuye el rendimiento? o ¿cómo el diseño del control remoto afecta al rendimiento?. Un ejemplo: nuestros resultados muestran que Multitap es un buen método para textos simples, pero cuando los textos son complejos, los teclados virtuales presentan las velocidades de escritura igual o incluso mejor y tasa de error significativamente



inferior. Consideramos que nuestros resultados son muy interesantes para los investigadores, diseñadores de aplicaciones de televisión y proveedores de hardware.

7.2 Test Plan

7.2.1 Objetivos y Métricas

El principal objetivo de los experimentos es determinar la eficacia y la eficiencia de los diferentes métodos de entrada de texto, teniendo en cuenta los perfiles de usuario diferentes y diferentes contextos de uso. Con el fin de alcanzar este objetivo, varias métricas han sido elegidas teniendo en cuenta, tanto los aspectos objetivos como subjetivos:

- Velocidad de entrada de mensajes: caracteres por minuto (CPM).
- Tasa de error de medición: el porcentaje de caracteres erróneos escritos.
- Curva de aprendizaje: la mejora (o no) de rendimiento de los usuarios.
- La impresión subjetiva de la facilidad de uso (0-Insatisfecho a 4-Muy satisfecho).
- La impresión subjetiva de la velocidad de uso (0-Insatisfecho a 4-Muy satisfecho).
- La impresión subjetiva de la satisfacción del usuario (0-Insatisfecho a 4-Muy satisfecho).

7.2.2 Características de los Participantes

En el caso de estudio participaron 96 usuarios, (algunos han participado en todas las experimentaciones, otros en solo una y algunos en más de una). Estos participantes se escogieron de la forma más heterogénea posible, con edades comprendidas entre los 20 y los 64 años, con diferentes habilidades tecnológicas, género y lateralidad. Algunas características de los participantes se muestran en la Figura 12.

Los usuarios se han agrupado de acuerdo a su edad, ya que según lo reportado por Taveira y Choi [42], los cambios en las capacidades de habilidades perceptivas y motoras que acompañan el proceso de envejecimiento, traen importantes implicaciones para el diseño de interfaces de persona-ordenador. Esto está en consonancia con las diferencias notificadas por Siek et al [20]. Por lo tanto, varios usuarios pertenecen a la llamada “generación móvil”, con edades comprendidas entre los 18 y 30 años (Jóvenes); otros pertenecen a la llamada “generación ordenador”, con edades comprendidas entre los 31 y 45 años (Adultos). Y finalmente, los usuarios “pre-PC” que son mayores de 45 años (Senior).



		Gender		Field (Profession/Studies)		Education			
Age	Total	M	F	IT	Non IT	Elementary	High School	University	PhD
Young	57	32	25	39	18	0	7	47	3
Adult	27	17	10	14	13	0	5	17	5
Elderly	12	8	4	1	11	5	1	4	2

Figura 12. Características de los participantes

Utilizando la información proporcionada en el cuestionario de la primera sesión de cada experimentación, se han obtenido datos de los usuarios en función de ciertos hábitos, como son: uso de SMS que envían al día, nº de horas de uso de ordenador a la semana, nº de horas de uso de Televisión a la semana, si utilizan T9 o no a la hora de escribir SMS, si utilizan el correo electrónico o no, si usan teletexto o no, si usan el menú del TDT o no, y si el mando que usan es sencillo o complejo. Este tipo de información será contrastada en los análisis de datos, para saber si estos hábitos sociales influyen en los métodos evaluados en relación con la velocidad de escritura, la tasa de error, así como en la capacidad de aprender y mejorar.

7.2.3 Test metod

Durante el experimento, cada participante se quedó solo en una habitación para evitar distracciones. Para crear la situación más realista posible, cada usuario se sentó como si estuvieran en su propia sala de estar. Se colocó un sillón frente a una televisión LCD de 32" con dimensiones de 814x599mm; ésta se colocó encima de una mesa de alrededor de 1 metro de altura. De acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la televisión, el sillón se colocó a una distancia de dos metros (la distancia óptima varía de 1,5 a 3 metros para este tipo de pantalla).

Utilizamos mandos a distancia de televisión convencionales, con un conjunto mínimo de teclas numéricas, OK y teclas cursor. Esta decisión, se basó en el hecho de que la gran mayoría de los televisores y set-top-box incluyen el estándar de los mandos a distancia con estas características básicas (sin pantalla táctil de la pantalla, o similares funciones avanzadas).

El caso de estudio tiene cuatro experimentaciones, cada una de ellas requiere que los usuarios asistan de a una a varias sesiones en las que se utilizan los mismos métodos de entrada de texto. Debido a que la experiencia puede afectar al rendimiento, según lo reportado por el



trabajo previo de MacKenzie et al [11], a veces, se planifican varias sesiones con el fin de medir cómo los usuarios aprenden.

Con el fin de recopilar datos de los usuarios y la información subjetiva, se utilizaron varios cuestionarios en el caso de estudio. Durante la primera sesión de cada experimentación, los usuarios deben rellenar un cuestionario que nos permite saber el sexo, edad, profesión, nivel y tipo de estudios, hábitos de uso de la televisión, el teléfono móvil y el ordenador, y si son zurdos o diestros. Además, en todas las sesiones, los usuarios tienen que completar un cuestionario final que nos proporciona la información relativa a la experimentación. Ellos tienen que comentar cada método (cómo se sentían, si tenían la impresión de que estaban mejorando, etc); así como votar los siguientes parámetros de 0 a 4: facilidad de uso velocidad de entrada, y satisfacción global.

Por último, para extraer las conclusiones del experimento, se realizó el análisis estadístico siguiente; se comprueba la normalidad y homocedasticidad con la prueba Saphiro-Wilk y la prueba de Bartlett respectivamente. Dependiendo de la normalidad y la homocedasticidad utilizamos ANOVA o pruebas Kurskal-Wallis y, si existen diferencias significativas, utilizamos las pruebas de Tukey con un coeficiente de confianza del 95% para realizar las comparaciones por pares.

7.2.4 Task List

Como se mencionó anteriormente, el caso de estudio se ha dividido en cuatro experimentaciones:

- En la primera experimentación, se comenzó por probar métodos más populares de la introducción de texto con un conjunto predefinido de frases. Se eligieron debido a su popularidad tres tipos de teclados virtuales y un método tipo SMS “Multitap”, como se indica en el trabajo de Perrinet et al [43].
- En la segunda experimentación, se introdujeron mejoras en algunos de los métodos antes mencionados, ambos propuestos por los usuarios de la primera experimentación o de trabajos anteriores como Silfverberg et al [10]. De nuevo, se consideraron teclados virtuales y variaciones del método Multitap.
- En la tercera experimentación, se realizaron pruebas con frases personalizadas y caracteres no alfanuméricos, usando los métodos de entrada de texto de las



experimentaciones anteriores. Trabajos anteriores, como Ingmarsson et al [17], o Iatrino y Modeo [16] tuvieron que enfrentarse a los problemas de internacionalización y, parcialmente, al problema con caracteres especiales (correos electrónicos, comas, etc.) Por lo tanto, consideramos que esta experimentación es importante, debido a estos problemas y teniendo en cuenta el despliegue de aplicaciones interactivas de televisión digital en contextos como la navegación web o e-commerce.

- En la última experimentación, se realizaron pruebas con diferentes mandos a distancia. Se llevó a cabo esta tarea debido a la falta de diseños estándar de mandos a distancia como se indica por Nielsen [2]. Sólo hay recomendaciones de carácter general, tales como los definidos por especificación europea MHP [38]. Así, el propósito de esta tarea es descubrir si el dispositivo físico influye en el rendimiento o no, (se usan mandos a distancia con diferentes conjuntos de teclas).

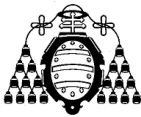
7.2.5 Testbed designed

Con el fin de llevar a cabo las pruebas, se desarrolló un prototipo sencillo. Este prototipo consiste en una aplicación de escritorio Flash ejecutada con Adobe® AIR® [44] y desarrollada con Flex Framework.

El mando a distancia se comunica con la aplicación a través del IR-Transceiver, (receptor de infrarrojos) y la aplicación EventGhost [45], la cual lanzará la aplicación desarrollada, y emulará las pulsaciones de teclado que los usuarios generen.

La aplicación, principalmente muestra los textos que se escriben o los campos que deben completarse, tiene controles de entrada de texto y genera un archivo de registro XML, donde se almacenan los eventos. La aplicación se comporta de manera diferente dependiendo del tipo de método usado, teclado virtual o tipo teléfono móvil (SMS).

Cuando se utilizan teclados virtuales, los usuarios utilizan los cursores del mando a distancia para moverse a través de una distribución del teclado en pantalla y el botón "OK" para confirmar una acción. Un ejemplo de la interfaz se muestra en la Figura 13. Es importante tener en cuenta que cada vez que un usuario quiere escribir algo, necesita encontrar la tecla deseada en el teclado, moverse desde la posición actual para ir a la tecla deseada y pulsar el botón OK. Todas estas acciones condicionan la velocidad de entrada, que se mide en las distintas experimentaciones del caso de estudio. Con el fin de facilitar este proceso, se incluyeron los siguientes mecanismos de mejora:



- Para pasar de una tecla a otra, el usuario puede pulsar los botones de flecha tantas veces como sea necesario, o si la letra deseada está en la misma línea o columna, el usuario puede mantener pulsado el botón.
- Los bordes están conectados de forma circular, por lo que el usuario puede ir desde la parte superior hasta la inferior pulsando la flecha hacia arriba ↑ y viceversa, y puede ir desde la parte izquierda a la derecha con la flecha izquierda ← y a la inversa.
- Para ayudar a los usuarios, hemos implementado un sistema de sugerencias inspiradas en el método “letterwise” de desambiguación de MacKenzie et al [11]. En base a lo que un usuario escribe, el sistema cambia el color de las seis letras más probables, después de lo que ya está escrito. Para proporcionar estas recomendaciones, el sistema carga un diccionario de la lengua española [46] y cada vez que un usuario añade una letra a una palabra, el sistema busca todas las palabras que contiene la cadena que el usuario ha escrito. Con esta lista de palabras, el sistema calcula las letras más frecuentes después de la cadena actual y muestra las seis más probables con un fondo verde (Figura 13).
- Cuando los usuarios cometen un error, el texto aparece en rojo y suena un pitido en cada letra incorrecta. Esta retroalimentación de audio, es especialmente interesante para los usuarios de edad según lo declarado por Jacko et al [47].

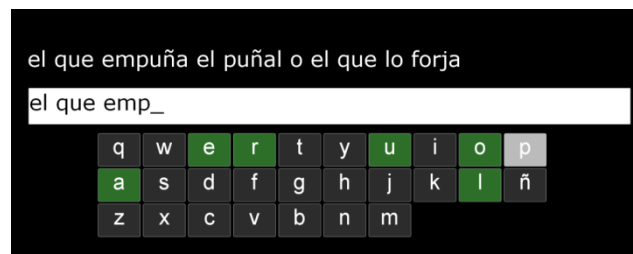


Figura 13. Interfaz de la aplicación con la frase a escribir, mostrando un teclado QWERTY y el sistema de recomendación inspirado por MacKenzie et al [11].

En los teclados tipo SMS, las teclas de la aplicación se diseñaron de acuerdo con el estándar europeo ETSI (Unión Europea ES estándar) [48]. Un ejemplo de la interfaz se muestra en la Figura 14. La tecla número 1 se utiliza para borrar y el número 0 para el espacio. Para ayudar a los usuarios cuando se pulse la misma tecla varias veces, la letra actual se muestra como en la parte superior de la figura. En cuanto a la velocidad de entrada, es importante tener en cuenta, que está condicionada por el tiempo que necesita un usuario para identificar la tecla en el



mando a distancia, el tiempo para llegar a la letra deseada en la tecla y el tiempo de espera para que el cursor se mueva a la siguiente posición.

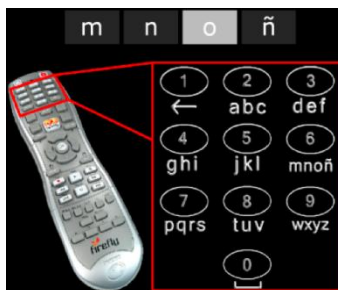


Figura 14. Implementación del método multitap (sms) en nuestra aplicación.

Los ficheros log XML mencionados previamente, contienen información general sobre el usuario, los datos de los eventos ocurridos durante las sesiones y las respuestas al cuestionario. Un ejemplo se muestra en la Figura 15. Cada pulsación de teclado se almacena como un "evento" que lleva asociados tres elementos más: "el tiempo", "tipo" y "valor". El tipo "arrowstroke", hace referencia a la pulsación de una tecla flecha y el tipo "keystroke", a la pulsación de la tecla OK o a una del teclado numérico, (en el caso del método multitap). El tipo "cuestión", corresponde a las preguntas del cuestionario. Los elementos de "tiempo" y "valor" nos permiten conocer el valor del evento (por ejemplo, la tecla presionada o el valor de la respuesta) y el momento en que ocurrió. Más detalles se pueden encontrar en Perrinet et al [43].

```
<user>
  <general>
    <id>User_78</id>
    <groupid>Group_2</groupid>
    <age>37</age>
    <sex>M</sex>
  </general>
  <session id="2">
    <event>
      <time>1251901909062</time>
      <type>startphrase</type>
      <value>4 - QWERTY</value>
    </event>
    <event>
      <time>1251901910281</time>
      <type>arrowstroke</type>
      <value>right</value>
    </event>
    <event>
      <time>1251902210275</time>
      <type>keystroke</type>
      <value>a</value>
    </event>
    <event>
      <time>1251902420546</time>
      <type>question</type>
      <value>0;2</value>
    </event>
  </session>
</user>
```

Figura 15. Extracto de una traza de usuario



7.3 Evaluación de Métodos de introducción de Texto

Como se mencionó con anterioridad, el caso de estudio está formado por cuatro experimentaciones. La primera experimentación, se lleva a cabo para evaluar los cuatro métodos básicos de entrada de texto. La segunda experimentación, se lleva a cabo para evaluar el desempeño de estos métodos, pero incluyendo varias optimizaciones. En la tercera experimentación, se estudia el uso de métodos de entrada de texto para tipos de datos específicos (teniendo en cuenta los caracteres no alfanuméricos). Finalmente, en la cuarta experimentación, se estudia si el dispositivo físico influye o no (se usan 3 mandos a distancia con distintos conjuntos de teclas).

En cada caso de estudio será necesario analizar la velocidad de escritura, la tasa de error, la curva de aprendizaje y las opiniones de usuarios, lo que nos permitirá determinar el método de entrada de texto más apropiado para cada usuario.

7.3.1 Experimentación 1: Evaluación de Métodos Básicos

7.3.1.1 Task Plan

En la primera experimentación, se han comparado cuatro métodos de entrada de texto (Ver apartado de Conceptos previos) para la televisión, tres de ellos se basan en la técnica de teclado virtual: QWERTY, Alfabético y Genético y el otro en la técnica *tipo teléfono móvil* (SMS).

En la aplicación, en los tres teclados virtuales, los usuarios se mueven con las flechas del mando a distancia para ir de una letra a otra, y el botón "OK" para validar el caracter. Como podemos ver en la Figura 16, Figura 17, y Figura 18 todos los teclados contienen una tecla de retroceso "←", y dos teclas de espacio.



Figura 16: QWERTY Keyboard



Figura 17: Square Alphabetic Keyboard



j	i	d	m	g	k
v	n	e	r	b	z
y	o		a	l	h
f	t	s	p	ñ	
x	c	u	q	w	←

Figura 18: Genetic Keyboard

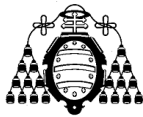
En el prototipo desarrollado, en el teclado tipo Teléfono Móvil, las teclas se han puesto de acuerdo con la ETSI (Unión Europea ES estándar) [48]. Un ejemplo de la interfaz se muestra en la Figura 19. La Tecla número 1 se utiliza para borrar y la número 0 para el espacio. Para ayudar a los usuarios cuando se pulse la misma tecla varias veces, la letra actual se muestra como en la parte superior de la Figura 19.

En cuanto a la velocidad de entrada, es importante tener en cuenta que está condicionada por el tiempo que necesita un usuario para identificar la tecla en el mando a distancia, el tiempo para llegar a la letra deseada en la tecla y el tiempo para esperar a que el cursor se mueva a la siguiente posición.



Figura 19: Multitap Keyboard

Con el fin de realizar un seguimiento de la progresión de los participantes, los usuarios tienen para completar cinco sesiones en las que tienen que escribir un conjunto de frases con todos los métodos. El trabajo previo como MacKenzie et al [11] muestran que el rendimiento puede cambiar con la experiencia. Por lo tanto, podemos controlar el tiempo que un usuario necesita utilizar un método de entrada de manera eficiente, lo cual es muy importante para que un método rápido que requiere un largo periodo de aprendizaje no sea rechazado por los usuarios. Además, para poder comparar los datos obtenidos en la experimentación para cada uno de los usuarios, se les proporcionan los textos para escribir en lugar de dejar que escriban a su antojo. Para ello, se creó un pequeño corpus con representación de frases cortas de la lengua utilizada en esta experimentación (en español). En estas frases sólo se incluyen los números y las letras



minúsculas del alfabeto Inglés, con la única excepción del carácter "ñ" español. Las frases tienen un promedio de cinco palabras y para cada sesión, se eligen 5 frases al azar.

Para evitar un "efecto aprendizaje" durante una sesión, se utilizó una técnica de contrapeso en la forma propuesta por Mackenzie y Tanaka-Ishii [12]. Según ellos, cuando los participantes tienen que utilizar varios métodos para realizar la misma tarea, una mejora puede ocurrir sólo por la práctica. Así, de contrapeso, este efecto puede ser neutralizado, cambiando el orden de uso de los diferentes métodos. Por lo tanto, para contrabalancear, cambiamos el orden de uso de los diferentes métodos, lo cual permite neutralizar este efecto. En nuestro caso, en esta fase, los participantes se dividieron en cuatro grupos, cada uno empezando con un método específico:

- Grupo 0: QWERTY - Alfabético - Genético - Multitap
- Grupo 1: Multitap - QWERTY - Alfabético - Genético
- Grupo 2: Genético - Multitap - QWERTY - Alfabético
- Grupo 0: Alfabético - Genético - Multitap – QWERTY

7.3.1.2 Resultados del Experimento

Análisis de la velocidad de escritura

Los resultados generales muestran que el método más rápido de entrada de texto es Multitap, mientras que la más lento es la disposición del teclado QWERTY. La velocidad media de escritura en caracteres por minuto para cada método y sesión se muestra en la Figura 20. Podemos observar que el método Multitap es mucho más rápido que el resto en todas las sesiones. Además, el rendimiento mejora con la experiencia para todos los métodos.

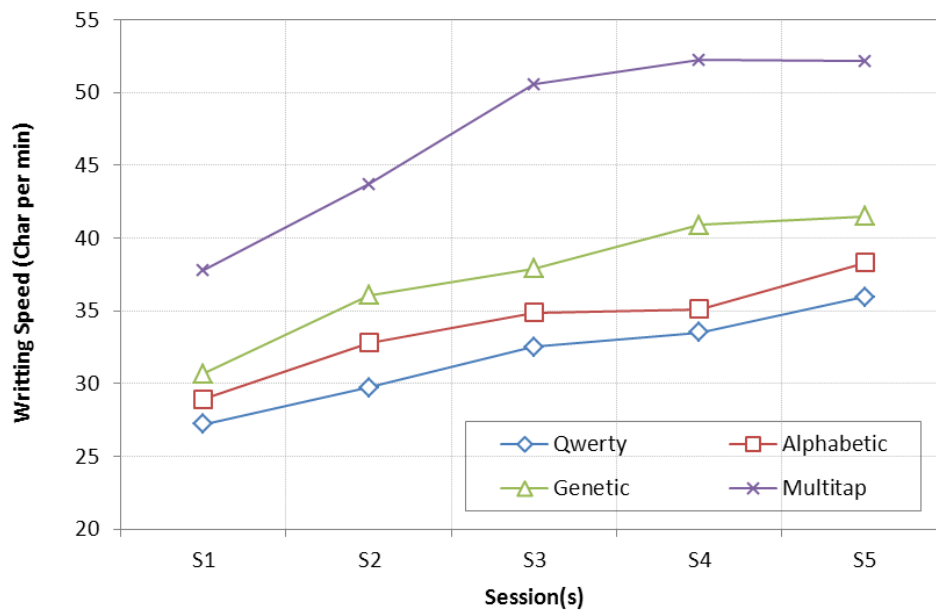


Figura 20: Velocidad de escritura media por método y sesión

Con el fin de comprobar si las diferencias entre cada método tienen significación estadística, se han realizado comparaciones por pares con las pruebas de Tukey. Básicamente, Tukey se aplica simultáneamente al conjunto de todas las comparaciones por pares $\{\mu_i - \mu_j\}$. Los intervalos de confianza que incluyen el 0 no son significativamente diferentes y todos los otros pares son significativamente diferentes. Los intervalos de confianza mayor que 0 representan mayores valores en el conjunto i que en el conjunto j , mientras que los intervalos de confianza inferiores a 0 significan lo contrario. Estas comparaciones presentan diferencias entre los métodos en todas las sesiones, pero no son estadísticamente significativas sólo en el caso de Multitap, que es claramente el método más rápido. Esto coincide con Iatrino y Modeo [16], pero está en claro contraste con Geleijnse et al [3]. Por ejemplo, la Figura 21 muestra los resultados de estas comparaciones para la sesión 5, (utilizaremos MTP como abreviatura de Multitap). El método genético es el mejor de los teclados virtuales y siendo el QWERTY el peor, pero esto no puede ser considerado estadísticamente significativo.

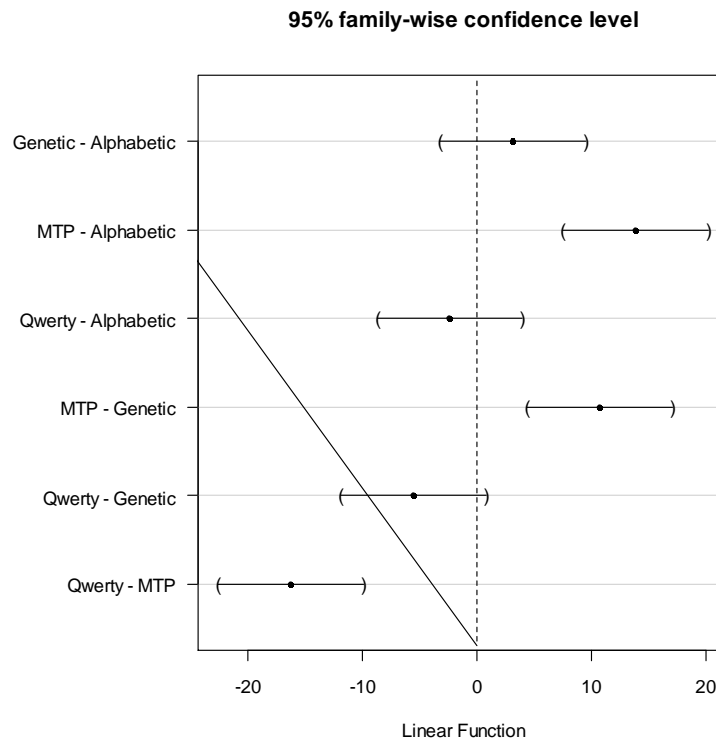


Figura 21: Comparación por pares de la velocidad media de escritura en la Sesión 5

Si se comparan los datos empíricos, con los hábitos reportados por los usuarios, vemos que los usuarios que enviaban más de un mensaje SMS por día son más rápidos que los usuarios que envían 1 o menos, pero sólo para el método de Multitap. La velocidad media es de 58.87 caracteres por minuto para los usuarios que envían frecuentemente SMS, en comparación con 46.60 para el resto de los usuarios. Además, los participantes que usan el ordenador con frecuencia, son más rápidos en todos los métodos. Los usuarios que usan más de 12 horas semanales el ordenador mostraron diferencias estadísticamente significativas con el resto de los usuarios en todos los teclados virtuales. En el caso del método Multitap, esta diferencia es estadísticamente significativa, sólo, si comparamos los usuarios que usan el ordenador más de 12 horas a la semana con los usuarios que lo usan menos de 3 horas. Aunque, los usuarios que usan el ordenador entre 3 y 12 horas a la semana son más rápidos en general, que los usuarios que lo usan menos de 3 horas, esto no es estadísticamente significativo según las pruebas de Tukey. Los hábitos reportados por los usuarios en cuanto al uso de la televisión no parecen afectar al rendimiento.



En los resultados hemos visto que la edad es un factor importante que afecta al rendimiento, como se muestra en la Figura 22. En general, cuanto más joven es el usuario más rápido escribe. Las comparaciones por pares, de las velocidades medias de todos los métodos, muestran que los usuarios jóvenes y adultos son más rápidos que los usuarios de edad avanzada, con una diferencia estadísticamente significativa. Además, aunque los usuarios jóvenes son más rápidos que los usuarios adultos, esta diferencia es sólo significativa para los métodos de varias pulsaciones y alfabético.

Method	Young	Adult	Elderly
QWERTY	Mean: 39.86 SD: 5.35	Mean: 35.98 SD: 5.82	Mean: 39.86 SD: 5.35
Alphabetic	Mean: 44.28 SD: 6.52	Mean: 39.17 SD: 6.12	Mean: 21.08 SD: 4.55
Genetic	Mean: 47.37 SD: 7.57	Mean: 43.08 SD: 7.44	Mean: 22.70 SD: 4.90
SMS	Mean: 63.37 SD: 14.97	Mean: 50.80 SD: 10.43	Mean: 26.37 SD: 14.97

*Units: characters per minute

Figura 22: Valores de la media y desviación estándar de la velocidad de escritura por método y edad

Por último, las pruebas de ANOVA nos muestran que no hay diferencia entre los usuarios masculinos y femeninos ni entre los usuarios con distinta lateralidad.

Análisis de la Tasa de Error

Los resultados generales, muestran que el método de entrada de texto con mayor tasa de error es Multitap, en contraste con los teclados virtuales, que presentan tasas de error mucho más bajas, como se muestra en la Figura 23. Podemos observar que el método Multitap es peor que el resto en todas las sesiones. En general, para todos los métodos, las tasas de error disminuyen con la experiencia.

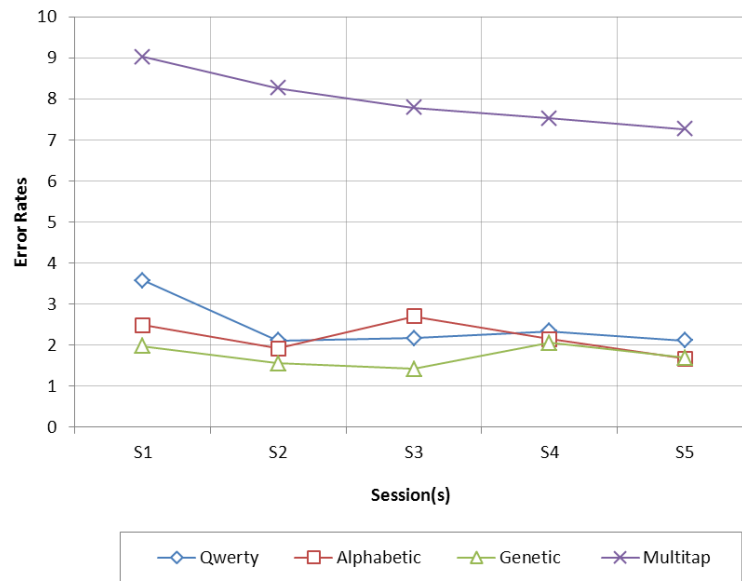


Figura 23: Tasa de Error por método y sesión

Las comparaciones por pares, realizadas con pruebas de Tukey, muestran que las diferencias entre el método Multitap y los teclados virtuales son estadísticamente significativas, siendo el Multitap el peor método considerando las tasas de error, como se muestra en la Figura 24. El método genético es el mejor método, pero con resultados similares a los de los métodos QWERTY y alfabético.

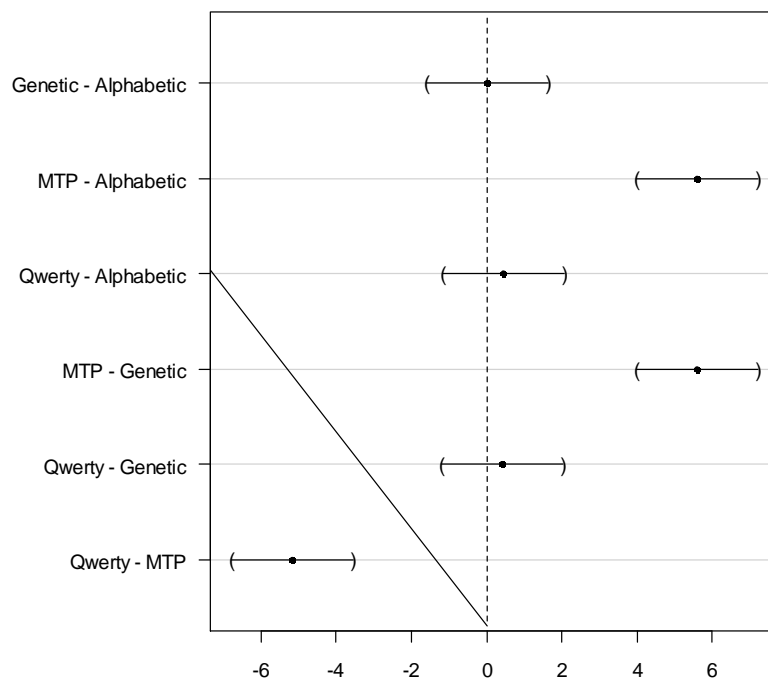


Figura 24: Comparación por pares de la tasa de error en la sesión 5



En los resultados hemos visto que la edad también afecta al rendimiento en cierta medida. Las comparaciones por pares de la media de tasa de error, muestra que los usuarios de edad avanzada cometen más errores que los usuarios jóvenes y adultos, con una diferencia estadísticamente significativa para todos los métodos, excepto el alfabético. Además, no hay diferencia entre los usuarios jóvenes y adultos. La Figura 25 muestra diferencias estadísticamente significativas para los métodos con un 95% intervalo de confianza.

Linear Hypotheses	QWERTY	Genetic	Multitap
Elderly-Adult==0	Estimate: 2.80 Lwr: 0.85 Upr: 4.76	Estimate: 1.64 Lwr: 0.42 Upr: 2.86	Estimate: 4.89 Lwr: -0.24 Upr: 10.03
Young-Adult==0	Estimate: -0.02 Lwr: -1.50 Upr: 1.46	Estimate: 0.2 Lwr: -0.72 Upr: 1.12	Estimate: -0.35 Lwr: -4.25 Upr: 3.53
Young-Elderly==0	Estimate: -2.83 Lwr: -4.76 Upr: -0.89	Estimate: -1.44 Lwr: -2.64 Upr: -0.24	Estimate: -5.25 Lwr: -10.32 Upr: -0.18

Figura 25: diferencias estadísticamente significativas para los métodos con un 95% de intervalo de confianza.

Si se comparan los datos empíricos, con los hábitos reportados por los usuarios, vemos que no hay diferencias en las tasas de error, para los usuarios con diferentes hábitos respecto a uso de SMS o servicios de televisión. Sin embargo, las tasas de error dependen en cierta medida de los hábitos de uso de ordenador, pero sólo para los teclados virtuales QWERTY y genético. En general, cuanto más se usa el ordenador, las tasas de error son más bajas para estos métodos. Esta dependencia es más clara para los usuarios que usan el ordenador más de 12 horas a la semana, quienes presentan menores tasas de error con diferencias estadísticamente significativas que el resto de los usuarios. Finalmente, los resultados no presentan diferencias entre los usuarios de distinto género ni entre usuarios con distinta lateralidad.

Perfiles de aprendizaje

En una experimentación de este tipo, una hipótesis general puede ser que la experiencia puede mejorar la velocidad y la tasa de error, en general, para todos los métodos. En resultados anteriores, hemos visto que esta hipótesis es cierta. Se calculó cómo esta progresión puede darse en futuras sesiones utilizando la ley del aprendizaje “the power law of learning” de Ritter y Schooler [49], con los resultados mostrados en la Figura 26 y la Figura 27. En estas figuras



podemos ver una gran progresión en el método Multitap. Para los teclados virtuales el genético presenta una tendencia ligeramente mejor, con resultados similares para los métodos QWERTY y alfabético.

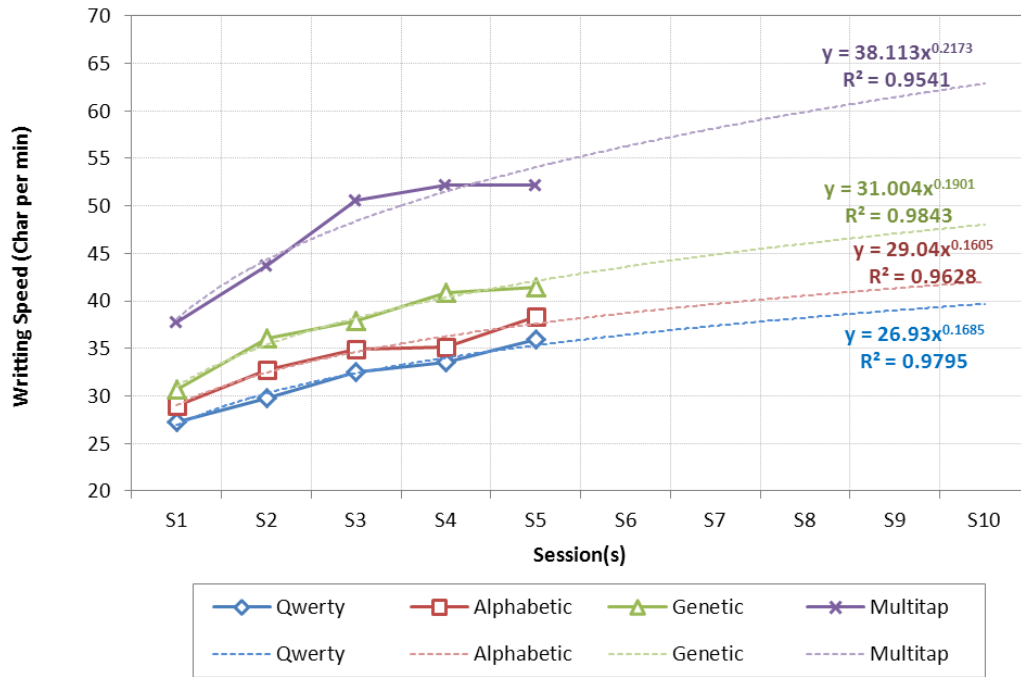


Figura 26: Predicción de la mejora de velocidad de escritura con la experiencia.

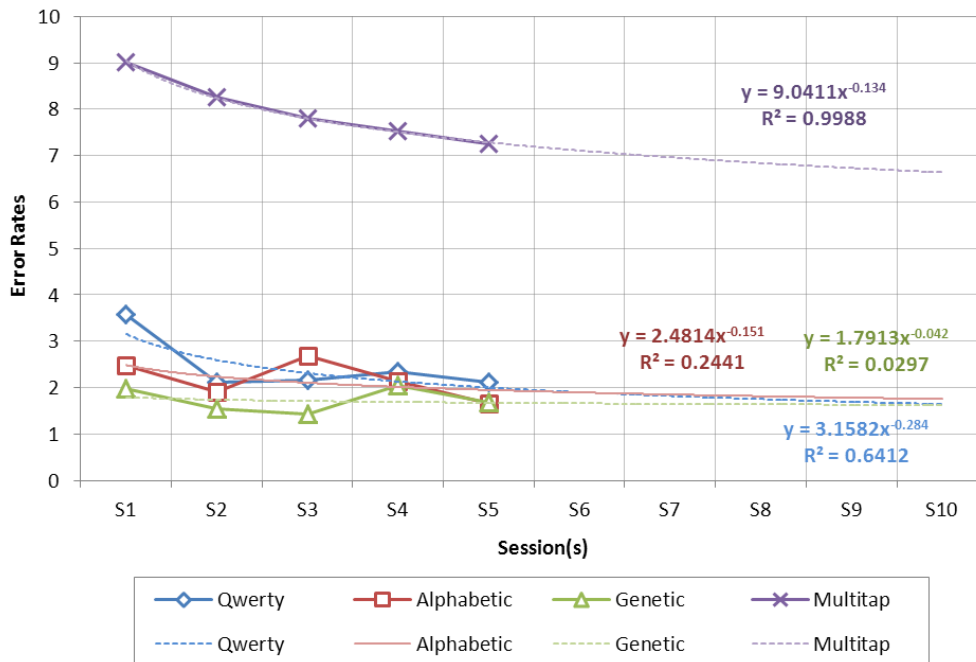


Figura 27: Predicción de la mejora de la tasa de error con la experiencia.



Impresiones subjetivas

Como se mencionó anteriormente, los usuarios tenían que rellenar cuestionarios en cada sesión, reportando su grado de satisfacción y sus impresiones acerca de la velocidad y facilidad de uso. Con los valores recogidos, podemos ordenar los métodos de acuerdo con cada característica, como se muestra en la Figura 28. Sin embargo, estos valores cambian de sesión en sesión, la Figura 28 compara el orden entre la primera y la última sesión, proporcionando al mismo tiempo, las puntuaciones medias obtenidas por cada uno de los métodos, en cada una de las sesiones.

Session	Ease of use	Speed	User satisfaction
1st session	1. QWERTY and Alphabetic (2.70) 2. Multitap (2.66) 3. Genetic (2.26)	1. Multitap (2.51) 2. Genetic (2.43) 3. Alphabetic (2.40) 4. QWERTY (2.23)	1. Alphabetic (2.53) 2. Genetic (2.40) 3. Multitap (2.32) 4. QWERTY (2.28)
Last session	1. Multitap (3.13) 2. Genetic (2.92) 3. Alphabetic (2.81) 4. QWERTY (2.77)	1. Genetic (3.34) 2. Multitap (2.96) 3. QWERTY (2.81) 4. Alphabetic (2.28)	1. Multitap (3.15) 2. QWERTY (2.92) 3. Alphabetic (2.43) 4. Genetic (2.37)

* 0-Unsatisfied to 4-Very satisfied

Figura 28: Ranking de impresiones subjetivas y puntuaciones medias por método y sesión

7.3.2 Experimentación 2: Evaluación de Métodos Optimizados

7.3.2.1 Task Plan

En esta experimentación, sólo se utilizaron tres, de los cuatro métodos utilizados en la fase anterior: QWERTY, Genético y Multitap. Rechazamos el teclado Alfabético, porque los resultados de la experimentación anterior no mostraron ninguna diferencia significativa entre éste y el método QWERTY, tanto en impresiones subjetivas como en los datos empíricos. Sin embargo, en esta experimentación, estos métodos han sido ligeramente modificados para incluir una serie de optimizaciones, algunas de ellas propuestas por los usuarios de la experimentación anterior.

En la experimentación anterior, una gran cantidad de usuarios destacó que en el QWERTY, el Alfabético y, en menor medida, en el teclado Genético, tuvieron que cruzar el teclado para



insertar un espacio en blanco o para borrar un caracter. En esta experimentación se propone utilizar los teclados virtuales (QWERTY y Genético), con dos teclas adicionales en el mando a distancia (Figura 29), con el fin de realizar estas acciones. Por lo tanto, hemos considerado esta sugerencia para los teclados virtuales en esta experimentación a fin de verificar si mejora o no el rendimiento.



Figura 29: Mando Firefly. Teclas Espacio y Borrar.

Además, dos métodos de mejora de Multitap se tomaron de trabajos anteriores (Silfverberg et al [10]): T9 y 2 Key. El primer método utilizado es el Multitap con T9. La idea es medir el rendimiento de los usuarios añadiendo un sistema de predicción al método Multitap. El método funciona de forma que, se pulsa una sola tecla para cada letra de la palabra que queremos escribir, y no de forma tradicional, pulsando tantas veces la tecla como posiciones se encuentre la letra deseada. En la mayoría de los casos, la palabra que aparece después de introducir una secuencia de letras, es la que se quería. Un ejemplo de nuestra aplicación se muestra en la Figura 30. Sin embargo, en los casos donde hay más de una posibilidad de coincidencia de la secuencia introducida, los usuarios pueden navegar entre un conjunto de resultados, utilizando las teclas de flecha arriba y abajo.



Figura 30: Interfaz del Teclado Multitap-T9

La utilización de sistemas predictivos, como el T9, disminuye en gran medida el



número de teclas a pulsar, aumentando así la rapidez de entrada de texto.

El texto predictivo, funciona haciendo referencia a un diccionario con las palabras más comunes, en este caso se ha utilizado el Corpus con las 40.000 palabras más habituales de la lengua española, obtenido de la Página Web de la RAE (Real Academia Española). Se ha elegido este número con el fin de no sobrecargar computacionalmente al PC de forma innecesaria, aunque el diccionario podría ser extensible hasta alcanzar la totalidad de palabras del lenguaje. Cuando el usuario presiona los botones numéricos, un algoritmo busca en el diccionario una lista de palabras posibles que concuerden con la combinación presionada y muestra la opción más probable. El usuario puede confirmar la selección continuando con la siguiente palabra o usar una tecla para ver las otras opciones posibles.

Al igual que pasaba con los teclados virtuales, en primer lugar aparece la frase a introducir seguida del cuadro de texto en el que se va escribiendo. En este caso, para cada palabra se presenta un menú desplegable, con las opciones que el algoritmo predictivo ha calculado como más probables. En la Figura 30, se aprecia que la secuencia 2-2-7 (correspondiente a “cas”), de todas las combinaciones posibles, encuentra como más comúnmente utilizada en español la palabra “bar”, seguida del segmento “cap”. Por último, cabe destacar que en todo momento se le presenta al usuario una imagen que recoge las teclas a utilizar para este tipo de teclado, así como las letras asignadas a cada una de ellas, recordándole además que el borrado se realiza utilizando la tecla 1 y la 0 se utiliza para el espacio en blanco.

El segundo método utilizado es el 2-Key, en el cual, el usuario presiona dos teclas sucesivamente para especificar un carácter de entrada. La primera tecla pulsada selecciona el “grupo” de caracteres, y la segunda, se encarga de elegir la letra deseada dentro del conjunto seleccionado [13]. De esta manera, cada letra de una palabra se puede acceder en tan sólo dos pulsaciones de teclado, que es teóricamente más rápido que el Multitap, sin utilizar sistema de predicción (en idioma español, media ponderada es de aproximadamente 2,23 pulsaciones de tecla por carácter).

El método 2-Key es aparentemente muy simple. No hay tiempos de espera, ni aparece el problema de la segmentación como ocurría en el Multitap. Cada letra, de la A la Z, es introducida, en ausencia de error, con dos pulsaciones exactamente. El espacio se introduce pulsando la tecla número 0 y se ha reservado la correspondiente al número 1 para poder borrar en caso de fallo.



A continuación se muestran dos imágenes que recogen la interfaz de este teclado. En primer lugar, para seleccionar el grupo, tras la frase requerida en el cuadro de texto, se presenta la misma figura utilizada para el teclado Multitap T9, donde se recoge la disposición de las letras en cada tecla (Figura 31). Tras la elección de grupo la figura cambia y aparece una asignación numérica entre los caracteres y la posición de los mismos (Figura 32).

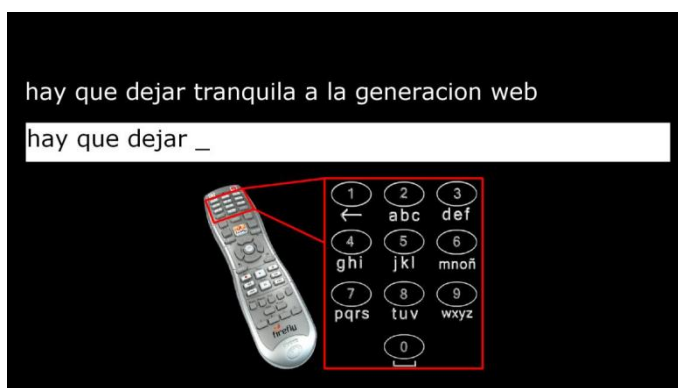


Figura 31: Interfaz teclado 2-Key (selección de grupo)

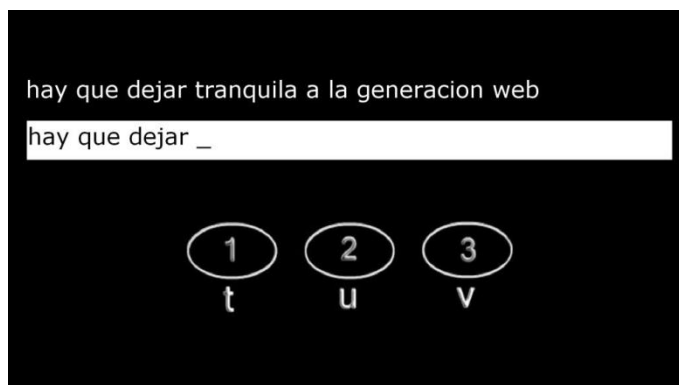


Figura 32: Interfaz teclado 2-Key (selección de letra)

Con el fin de realizar los experimentos, cada usuario tenía que llevar a cabo dos sesiones, en dos días consecutivos. Hemos reducido el número de sesiones, ya que ahora estamos más interesados en la comparación de los métodos de optimización, con los métodos habituales en las mismas circunstancias; que en el análisis de los patrones de aprendizaje u otros tipos de mediciones. En esta experimentación, se ha utilizado el mismo corpus de frases corto, como en la primera experimentación. Las frases tenían un promedio de cinco palabras y para cada sesión se elige al azar 5 oraciones que debían ser escritas con todos los métodos mencionados



anteriormente. Como en la experimentación anterior, se utilizó la técnica de contrabalance propuesta por Mackenzie y Tanaka-Ishii [12] con cuatro grupos, cada uno comenzando con un método específico:

- Grupo 0: QWERTY - Genética - T9 - 2-Key
- Grupo 1: 2-Key - QWERTY - Genético - T9
- Grupo 2: T9 - 2-Key - QWERTY - Genético
- Grupo 3: Genético - T9 – 2-Key – QWERTY

Finalmente, en cada sesión, cuando el participante haya introducido las cinco frases correspondientes a un método de entrada, se le solicita rellenar un cuestionario compuesto por tres preguntas.

7.3.2.2 Resultados del Experimento

Análisis de la velocidad de escritura

Si se compara el rendimiento de todos los métodos, las comparaciones por pares realizadas con pruebas de Tukey presentan claras diferencias entre ellos. Estas comparaciones son estadísticamente significativas en el caso de T9, que es claramente el método más rápido con 58.59 caracteres por minuto. Además, las comparaciones son estadísticamente significativas en el caso de 2-Key, que es claramente el método más lento con 32.34 caracteres por minuto. El método genético es ligeramente más rápido que el teclado QWERTY (39,84 frente a 38,40 caracteres por minuto), pero la diferencia no es estadísticamente significativa. La Figura 33 muestra los resultados de estas comparaciones para la sesión 2.

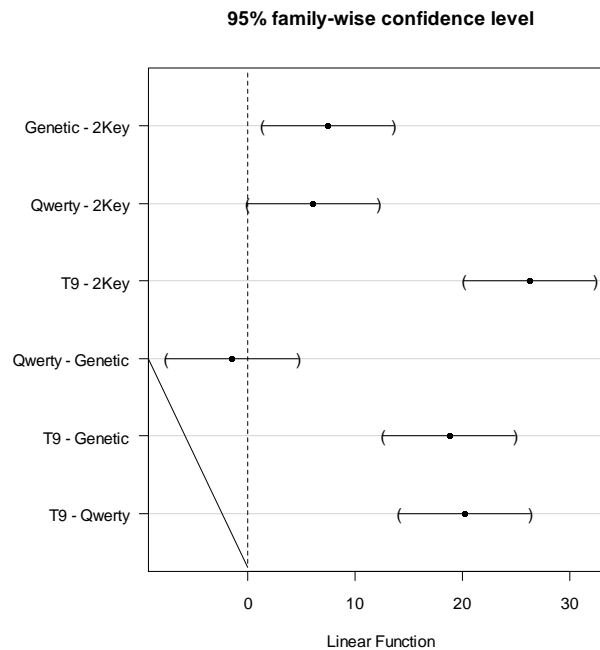


Figura 33: Comparación por pares de la velocidad media de escritura en la Sesión 2

Comparando estos resultados con los recogidos en la primera experimentación, estamos en condiciones de detectar si las optimizaciones han sido eficaces o no. Con el fin de llegar a conclusiones más interesantes, agrupamos a los usuarios en 2 conjuntos; usuarios que participaron en la primera experimentación y usuarios que no participaron. Estos resultados son mostrados en la Figura 34. Para los usuarios repetidores, hemos comparado la velocidad en la última sesión de cada experimentación y para los nuevos usuarios, hemos comparado la velocidad en la segunda sesión de cada experimentación.

	Repeating users		New users	
	E1-S5	E2-S2	E1-S2	E2-S2
QWERTY	38.56	38.05	29.74	38.62
Genetic	44.34	39.43	36.06	40.10
Multitap – T9	52.60	56.13	43.71	60.20
Multitap – 2-key	52.60	33.04	43.71	31.88

*Units: characters per minute

Figura 34: Diferencias entre la primera experimentación y la Segunda

Para los usuarios repetidores, las comparaciones por pares, muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas para los teclados QWERTY, genético y los métodos T9. No obstante, los resultados obtenidos con el método 2-key son 37,17% peores que con el método Multitap estándar, con una diferencia estadísticamente significativa. En el caso de los



nuevos usuarios, mejoran el rendimiento con las optimizaciones para los métodos QWERTY, Genético y T9, aunque en el caso del genético, la diferencia no es estadísticamente significativa. De nuevo, el rendimiento con el 2-Key es mucho peor que con el método Multitap estándar. En conclusión, los resultados muestran que los nuevos usuarios mejoran más rápido con las optimizaciones que sin ellas para todos los métodos, menos para 2-Key. También, algo de experiencia mejora considerablemente el rendimiento, alcanzando resultados similares en un período de tiempo reducido.

	QWERTY	Genetic	T9	2-key
SMS messages per day	<1: 38.62	<1: 40.11	<1: 58.58	<1: 33.60
	1-5: 35.97	1-5: 37.58	1-5: 55.03	1-5: 28.47
	>5: 40.74	>5: 42.91	>5: 59.68	>5: 39.69
Hours of computer per week	<3: 38.46	<3: 40.69	<3: 57.51	<3: 41.15
	3-12: 36.32	3-12: 36.69	3-12: 60.35	3-12: 32.23
	>12: 38.05	>12: 39.72	>12: 57.20	>12: 31.89
Hours of TV per week	<7: 37.91	<7: 38.96	<7: 57.72	<7: 30.77
	7-21: 38.18	7-21: 40.40	7-21: 57.64	7-21: 33.44
	>21: 34.12	>21: 30.80	>21: 54.20	>21: 28.87
Usage of T9	No: 37.93	No: 39.66	No: 57.08	No: 31.15
	Yes: 36.71	Yes: 36.94	Yes: 65.86	Yes: 35.26

*Units: characters per minute

Figura 35: Dependencia de la velocidad de escritura por hábitos

Si se comparan los datos empíricos con los hábitos de los usuarios, aunque hay algunas diferencias en la velocidad en función del uso del servicio SMS, los ordenadores, la televisión o T9 en teléfonos móviles, estas diferencias no son estadísticamente significativas. Los valores medios se muestran en la Figura 36. Es muy interesante ver que los usuarios que usan frecuentemente T9, no son especialmente más rápidos con este método que los demás usuarios.



Method	Young	Adult	Elderly
QWERTY	Mean: 39.86 SD: 5.35	Mean: 35.98 SD: 5.82	Mean: 23.51 SD: 2.76
Genetic	Mean: 41.13 SD: 4.39	Mean: 38.18 SD: 6.74	Mean: 24.13 SD: 4.39
T9	Mean: 63.79 SD: 13.15	Mean: 47.87 SD: 19.28	Mean: 21.46 SD: 9.61
2-key	Mean: 35.08 SD: 6.93	Mean: 27.41 SD: 4.99	Mean: 19.07 SD: 6.92

*Units: characters per minute

Figura 36: Valores de la media y desviación estándar de Velocidad de Escritura por Método

Por último, las pruebas de ANOVA nos muestran que no hay diferencia entre los usuarios de distinto género ni entre usuarios con distinta lateralidad.

Análisis de la Tasa de Error

En general, los teclados virtuales muestran tasas de error más bajas que los otros dos métodos. Las comparaciones por pares se muestran en la Figura 37. Las pruebas de Tukey muestran que T9 es el peor método, (media de la tasa de error de 20,92%), con diferencias estadísticamente significativas con el resto de los métodos. Además, aunque el teclado genético es el mejor método, (tasa de error media de 1,64%), las diferencias con el teclado QWERTY, (tasa de error media de 3,20%), no son significativas. Finalmente, la diferencia entre el teclado QWERTY y el 2-key, (tasa de error media de 7,42%) no es significativa.

De nuevo, podemos comparar estos resultados con los de la primera experimentación, con conclusiones diferentes para los usuarios que participaron en la primera experimentación y los usuarios que no lo hicieron. Los resultados se muestran en la Figura 38. Para los usuarios repetidores, se han comparado las tasas de error en la última sesión de cada experimentación. Para los nuevos usuarios, se han comparado las tasas de error en la segunda sesión de cada experimentación.

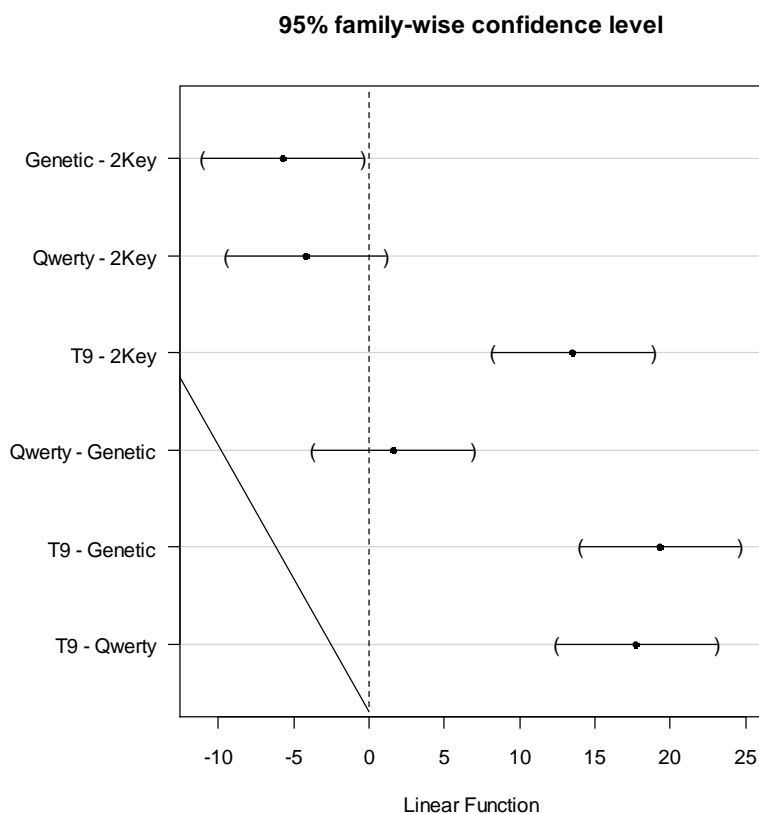


Figura 37: Comparaciones por pares de la tasa de error en la última sesión

	Repeating users		New users	
	E1-S5	E2-S2	E1-S2	E2-S2
QWERTY	2.05	2.91	2.11	3.39
Genetic	1.49	1.94	1.55	1.50
Multitap – T9	8.04	24.47	8.27	18.60
Multitap – 2-key	8.04	7.58	8.27	7.31

Figura 38: Diferencias en la tasa de error entre la primera experimentación y la segunda experimentación

Las comparaciones por pares muestran que, con la única diferencia estadísticamente significativa para los usuarios repetidores está en el método T9, con un aumento de 204% en las tasas de error. Además, para los nuevos usuarios la diferencia es estadísticamente significativa para el teclado QWERTY, (con un aumento de la 60.18%) y los métodos T9, (con un aumento de la% 124.87).



Aunque hay ligeras diferencias en la tasa de error en función de la edad de los usuarios, las comparaciones por pares muestran que éstas no son estadísticamente significativas. Lo mismo ocurre con los hábitos de los usuarios. Finalmente, los resultados muestran que no hay diferencias entre los usuarios de distinto género ni entre usuarios con distinta lateralidad.

7.3.3 Experimentación 3: Evaluación de Métodos con Caracteres Especiales

7.3.3.1 Task Plan

Hasta el momento, en las anteriores experimentaciones, sólo se consideraron los números y las letras minúsculas del alfabeto Inglés, (con la única excepción de la letra "ñ" española). Sin embargo, si las aplicaciones tienen que ser desarrollados en un entorno global, se necesitan incorporar nuevos caracteres si se tiene en cuenta la internacionalización. Esto también se tuvo en cuenta en trabajos anteriores como Iatrino y Modeo [16] o Ingmarsson et al [17]; así pues las tildes, acentos y caracteres especiales, deben ser incluidos de alguna manera en los mecanismos de la escritura de estas aplicaciones. Por otra parte, en ciertos contextos, también es necesario escribir los números o caracteres especiales como @, barras, comas, etc;

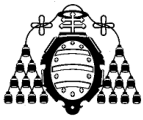
Para adaptarse a estas situaciones, hemos considerado en esta experimentación acentos, tildes, mayúsculas, números y caracteres especiales; ya que cualquier interacción de un usuario en una aplicación iDTV real tendría que introducir datos típicos como son el email, fecha de nacimiento, DNI, dirección postal o incluso introducir una URL, etc. y que son una combinación de los caracteres comentados anteriormente.

Por las razones antes mencionadas, los métodos de entrada elegidos en esta experimentación son versiones optimizadas de los diseños de los teclados virtuales QWERTY y Genético, y el método Multitap simple.

En el caso de teclados virtuales, se consideraron cuatro teclas adicionales en el mando a distancia. Una permite al usuario cambiar a un teclado con letras mayúsculas (Figura 42,

Figura 43), otro permite al usuario cambiar a un teclado de caracteres especiales como se muestra en la Figura 39, y dos teclas más para insertar un espacio en blanco o para borrar un carácter.

Para los acentos y tildes, se incluyó una nueva fila de caracteres en el teclado QWERTY virtual, como se muestra en la Figura 40, y en el caso del teclado genético (Figura 41), se realizó



una nueva distribución de las teclas utilizando el mismo algoritmo (Brewbaker [9]), pero incluyendo estos nuevos caracteres (Figura 39).

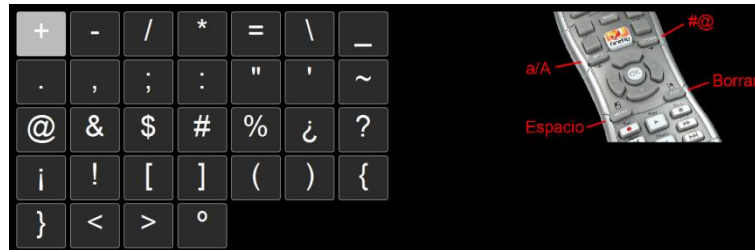


Figura 39: Capa del Teclado Qwerty y Genético de Caracteres Especiales

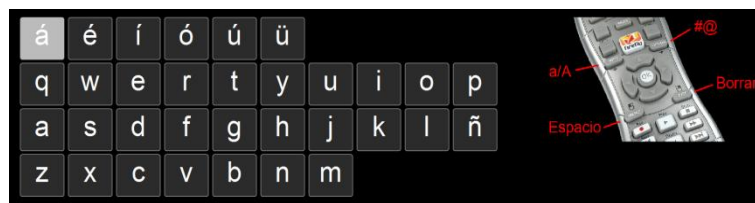


Figura 40: Capa del Teclado Qwerty caracteres en minúsculas

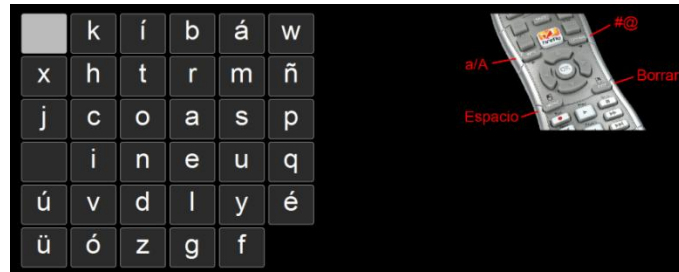


Figura 41: Capa del Teclado Genético de caracteres en minúsculas

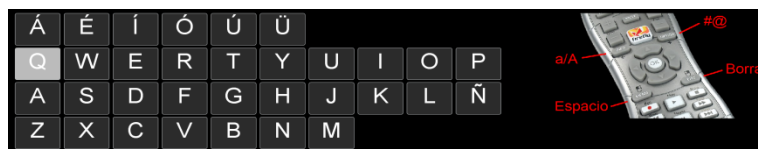


Figura 42: Capa del Teclado Qwerty de caracteres en mayúsculas

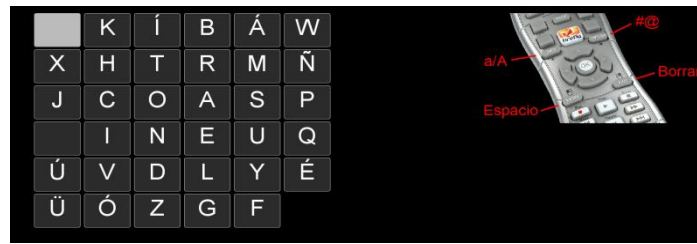
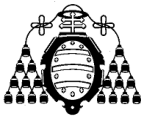


Figura 43: Capa del Teclado Genético de caracteres en mayúsculas

Para estos teclados virtuales es importante destacar que los números se introducen directamente con las teclas numéricas del mando. Es decir, los métodos virtuales son una combinación de teclado virtual más teclas en el mando a distancia.

En el caso del método Multitap, se añadieron nuevos caracteres en el teclado con las letras acentuadas como se muestra en la Figura 44. Además, se usarán dos teclas adicionales del mando. Con la tecla a la izquierda del número cero, se permite a los usuarios cambiar a letras mayúsculas (Figura 45), y pulsando una segunda vez cambiará al teclado numérico (Figura 46). Para volver al teclado inicial en minúsculas se pulsará esa tecla una tercera vez. La segunda tecla, situada a la derecha del número 0, permitirá al usuario insertar caracteres especiales (Figura 47). Pulsando una segunda vez se volverá al teclado inicial en minúsculas.

En todo momento se le presenta al usuario una imagen que recoge las teclas a utilizar para este tipo de teclado, así como las letras asignadas a cada una de ellas, recordándole además que el borrado se realiza utilizando la tecla 1, y la 0 se utiliza para el espacio en blanco. Cabe destacar que estas teclas solo tienen esa función desde el teclado de caracteres en minúsculas.

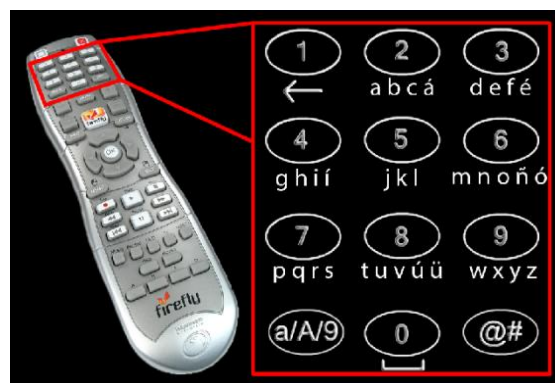


Figura 44: Capa del Teclado Multitap de caracteres en minúsculas



Figura 45: Capa del Teclado Multitap de caracteres en mayúsculas



Figura 46: Capa del Teclado Multitap de caracteres numéricos



Figura 47: Capa del Teclado Multitap de caracteres especiales

Con el fin de obligar a los usuarios a utilizar estos caracteres especiales, acentos, tildes, números y caracteres en mayúsculas, estos tienen que rellenar un formulario previo, antes de



que comience la sesión con sus datos personales, incluyendo nombre y apellidos, DNI, fecha de nacimiento, dirección postal, y correo electrónico. Los participantes no sabrán que esos datos se usarán para la sesión.

Durante la sesión se pedirá al usuario que introduzca 6 frases, 5 son los datos que ellos mismos han introducido en el formulario previo a la sesión, y otra será una URL común para todos: http://es.wikipedia.org/wiki/Teclado_informática. Un ejemplo de un participante sería el siguiente:

- Roberto Rodríguez Fernández
- 12345678X
- 20/02/1987
- C / Astorga, n.º 11 3ºD 33700 La Fresneda (Asturias)
- roberto.rodriguez@gmail.com
- http://es.wikipedia.org/wiki/Teclado_informática

Esta experimentación se llevó a cabo en un solo día, durante una sesión de unos 35 minutos. Se llevó a cabo en una sola sesión ya que estamos más interesados en el impacto de la creciente complejidad, que en el análisis de los patrones de aprendizaje. Una vez más, de contrapeso se ha utilizado como se propone por Mackenzie y Tanaka Ishii-[12] en este caso en tres grupos, cada uno a partir de un método específico utilizado en esta fase:

- Grupo 0: QWERTY - Genético - Multitap
- Grupo 1: Multitap - QWERTY - Genético
- Grupo 2: Genético - Multitap - QWERTY

Finalmente, cuando el participante haya introducido las seis frases de un método, se le solicita rellenar un cuestionario compuesto por tres preguntas relacionadas con la velocidad, la facilidad de uso y la satisfacción general del método.

7.3.3.2 Resultados del Experimento

Análisis de la velocidad de escritura

En este caso, el método más rápido es el teclado QWERTY, con una media de 30.66 caracteres por minuto, seguido por Multitap (27.07 caracteres por minuto) y el genético (26.97 caracteres por minuto). No obstante, la prueba de ANOVA muestra que no hay diferencias significativas



entre los métodos. Si comparamos estos resultados con los recogidos en las experimentaciones anteriores, podemos ver claramente que estas son mucho peores. Si comparamos los resultados de teclados virtuales en las experimentaciones 2 y 3 (ambas utilizan optimizaciones), vemos que la velocidad del teclado QWERTY disminuye un 20.15%, mientras que con el método de genético la disminución es de 32.30%. Por otra parte, si comparamos los resultados del método Multitap en las experimentación 1 y 3 (T9 y 2-Key no se utilizan), ahora la velocidad es 48,09% peor. Claramente, existe un aumento de la complejidad en la usabilidad lo que tiene un gran impacto sobre el rendimiento.

Si se comparan los datos empíricos, con los hábitos de los usuarios, aunque hay ligeras diferencias en la velocidad en función del uso del servicio SMS, los ordenadores o la televisión, estas diferencias no son estadísticamente significativas. Los valores medios se muestran en la Figura 48. La única excepción es el método Multitap: los usuarios que envían más de 5 mensajes de texto por día son más rápidos que el resto de los usuarios.

	QWERTY	Genetic	Multitap
SMS messages per day	<1: 30.30	<1: 27.28	<1: 27.38
	1-5: 28.61	1-5: 26.17	1-5: 23.81
	>5: 37.86	>5: 30.39	>5: 36.97
Hours of computer per week	<=12: 30.28	<=12: 25.85	<=12: 26.34
	>12: 30.39	>12: 27.24	>12: 26.93
Hours of TV per week	<=7: 28.26	<=7: 26.35	<=7: 23.44
	>7: 31.50	>7: 27.56	>7: 28.71

*Units: characters per minute

Figura 48: Velocidad de escritura dependiente de los hábitos de los usuarios

En los resultados hemos visto, una vez más, que la edad influye en el rendimiento. Al igual que en las tareas anteriores, el usuario más joven es el que más rápido escribe. Una vez más, las comparaciones por pares muestran que los usuarios jóvenes y adultos son más rápidos que los usuarios de edad avanzada, con una diferencia estadísticamente significativa en todos los métodos. Por otra parte, la diferencia entre los usuarios jóvenes y adultos para el método Multitap es también significativa, lo que coincide con los resultados de las experimentaciones anteriores.

No encontramos diferencias significativas, entre los usuarios de distinto género ni entre usuarios con distinta lateralidad.



Análisis de la Tasa de Error

Al igual que en las experimentaciones anteriores, el método Multitap produce mayores tasas de error que los teclados virtuales. Las comparaciones por pares se muestran en la Figura 49. Las pruebas de Tukey muestran que Multitap es el peor método (tasa de error media de 16.86%), con diferencias estadísticamente significativas con el resto de los métodos. Por otro lado, en esta ocasión QWERTY (tasa de error media 4.85%), es ligeramente mejor que el teclado genético (tasa de error media 5.49%), pero las diferencias no son significativas.

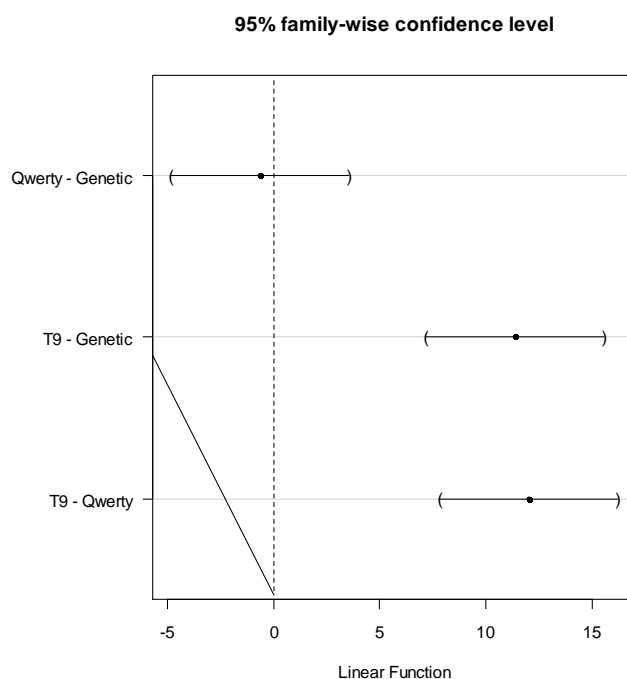


Figura 49: Comparación por pares de la tasa de error

Al igual que con la velocidad de escritura, si comparamos estos resultados con los resultados de las experimentaciones anteriores, podemos ver que ahora las tasas de error son mucho peores. Si comparamos los resultados de teclados virtuales en las experimentaciones 2 y 3, la tasa de error en el teclado QWERTY tuvo un aumento del 48% y con el teclado genético esta aumenta un 211%. Además, si comparamos los resultados del método Multitap en las experimentaciones 1 y 3, la tasa de error aumenta un 163%. Una vez más, el aumento de la complejidad en la usabilidad tiene un gran impacto en el rendimiento.

Aunque hay ligeras diferencias en la tasa de error en función de la edad de los usuarios, las comparaciones por pares muestran que éstas no son estadísticamente significativas. Además, no hemos encontrado diferencias significativas si se comparan los métodos con los hábitos de



los usuarios. La única excepción es el método genético: los usuarios que usan el ordenador más de 12 horas a la semana tienen menores tasas de error que los usuarios que no, (4.67% frente al 12.85%). Finalmente, los resultados también muestran que no hay diferencias entre los usuarios de distinto género y los usuarios de distinta lateralidad.

7.3.4 Experimentación 4: Evaluación con Diferentes Mandos a Distancia

7.3.4.1 Task Plan

En esta experimentación, se han comparado los mismos tres métodos de entrada de texto que en la experimentación anterior, pero los usuarios tienen que utilizar varios mandos a distancia con diferentes conjuntos de teclas. Como se ha señalado en "Remote Control Anarchy" [50], la falta de estandarización en los mandos a distancia es un enorme problema de usabilidad para los usuarios.

Por lo tanto, en esta experimentación, nos gustaría comprobar si los cambios en la forma del mando a distancia o la ubicación de las teclas, afecta al rendimiento del usuario. En esta experimentación se utilizan dos mandos a distancia adicionales (Figura 50). El mando a distancia en la parte izquierda de la figura se ha utilizado en el resto de las experimentaciones (vamos a llamar este mando a distancia "remote # 1"), mientras que los otros dos tienen diferente forma, diferentes conjuntos de teclas y distinta ubicación de las mismas.

Recordemos que el estándar MHP [38], recomienda que los mandos a distancia tengan números [N], botones de navegación y OK [A] y botones de elección (verde, azul, amarillo, rojo) [C].



Figura 50: Mandos a distancia usados en el caso de estudio.

El mando a distancia del centro, (vamos a llamar este mando a distancia "remote # 2") de la Figura 50 tiene los números en la parte superior izquierda y las flechas y la tecla OK en el centro a la derecha. Los botones de colores son usados para las acciones especiales de cambiar al teclado en mayúsculas, al teclado de caracteres especiales, así como para borrar o introducir un espacio en blanco (Figura 52). Esto contrasta con el mando a distancia original, usado en las experimentaciones anteriores, ya que la forma del mando y la ubicación de los botones es distinta, y las teclas utilizadas para las acciones especiales estaban alrededor de las teclas de flecha como podemos ver en la Figura 51.

El mando a distancia de la derecha (vamos a llamar este mando a distancia "remote # 3") tiene los números en la parte inferior y estos no disponen de etiquetado de letras en ellos, las flechas y las teclas OK están en la parte superior y no dispone de las 4 teclas de color. Las teclas de las acciones especiales se encuentran alrededor de las flechas (Figura 53). Este mando contrasta de nuevo con los otros dos mandos en la forma (es notablemente más pequeño que los anteriores), en la disposición de las teclas (el teclado numérico está en la parte inferior y las flechas "OK" en la superior) y en la omisión de etiquetado de letras en las teclas numéricas.

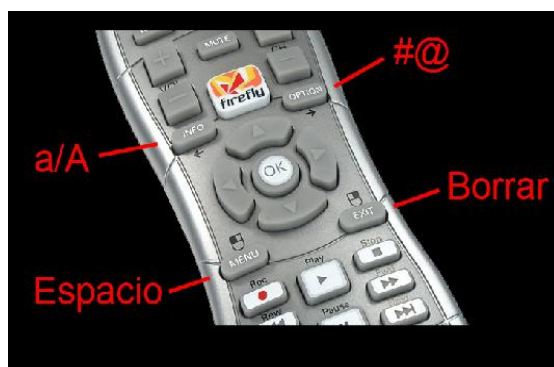


Figura 51: Mando "remote # 1". Experimentaciones 1, 2 y 3. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.

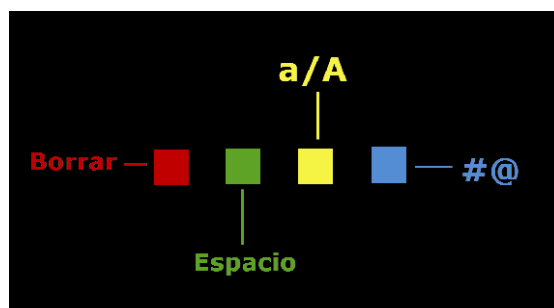


Figura 52: Mando "remote # 2". Experimentación 4. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.



Figura 53: Mando "remote # 3". Experimentación 4. Teclas de cambio a mayúsculas y caracteres especiales y teclas de espacio y borrar.

Con el fin de comparar los resultados de los nuevos mandos a distancia, con los obtenidos en las experimentaciones anteriores, se utilizó el mismo diseño de los experimentos como en la tercera experimentación.

Finalmente, cuando el participante haya introducido las seis frases de un método, se le solicita rellenar un cuestionario compuesto por tres preguntas relacionadas con la velocidad, la facilidad de uso y la satisfacción general del método. Sin embargo, esta vez el cuestionario debe ser completado en dos ocasiones, una vez con cada uno de los nuevos mandos a distancia.



7.3.4.2 Resultados del Experimento

Análisis de la velocidad de escritura

En este caso, los resultados son ligeramente peor que en la tercera experimentación, como se muestra en la Figura 26. Si tenemos en cuenta de forma independiente los resultados de cada control remoto, hay ligeras diferencias en la velocidad entre cada uno de los métodos, pero no son estadísticamente significativas de acuerdo a las pruebas de ANOVA. Lo mismo ocurrió en la tercera tarea con mando a distancia # 1.

Method	Remote #1 (3 rd exp)	Remote #2	Remote #3
QWERTY	Mean: 30.66, SD: 6.71	Mean: 25.67, SD: 6.53	Mean: 23.72, SD: 5.92
Genetic	Mean: 26.97, SD: 6.49	Mean: 25.43, SD: 6.13	Mean: 24.97, SD: 3.55
Multitap	Mean: 27.07, SD: 6.92	Mean: 23.26, SD: 5.06	Mean: 24.99, SD: 6.09

*Units: characters per minute

Figura 54: Valores de la media y desviación estándar de la velocidad de escritura por método

Si llevamos a cabo comparaciones por pares utilizando toda la información recogida en las experimentaciones 3 y 4, se obtiene el mejor y peor par “mando distancia-método “. Como se muestra en la Figura 55, los mejores resultados se obtienen con el mando a distancia # 1, cuando el método que se utiliza es el QWERTY, con diferencias estadísticamente significativas en algunos casos. Por otro lado, los peores resultados se obtienen con mando a distancia # 2 y el método Multitap, pero las diferencias no son significativas según pruebas de Tukey.



Análisis de la Tasa de Error

Como en las experimentaciones anteriores, la tasa de error registrada con el método Multitap es mucho mayor comparándolo con el resto de los métodos en cada mando a distancia, como se muestra en la Figura 56. Además, la diferencia entre el método y el resto de los métodos es estadísticamente significativa en mandos a distancia # 2 y # 3, como se muestra en la Figura 57. Lo mismo ocurrió en la tercera experimentación con mando a distancia # 1.

Method	Remote #1 (3 rd task)	Remote #2	Remote #3
QWERTY	Mean: 4.85, SD: 3.52	Mean: 3.43, SD: 2.50	Mean: 3.52, SD: 1.67
Genetic	Mean: 5.49, SD: 5.65	Mean: 1.85, SD: 1.14	Mean: 3.29, SD: 2.82
Multitap	Mean: 16.86, SD: 9.71	Mean: 16.29, SD: 8.54	Mean: 14.57, SD: 9.69

Figura 56: Valores de la media y desviación estándar de la tasa de error por método

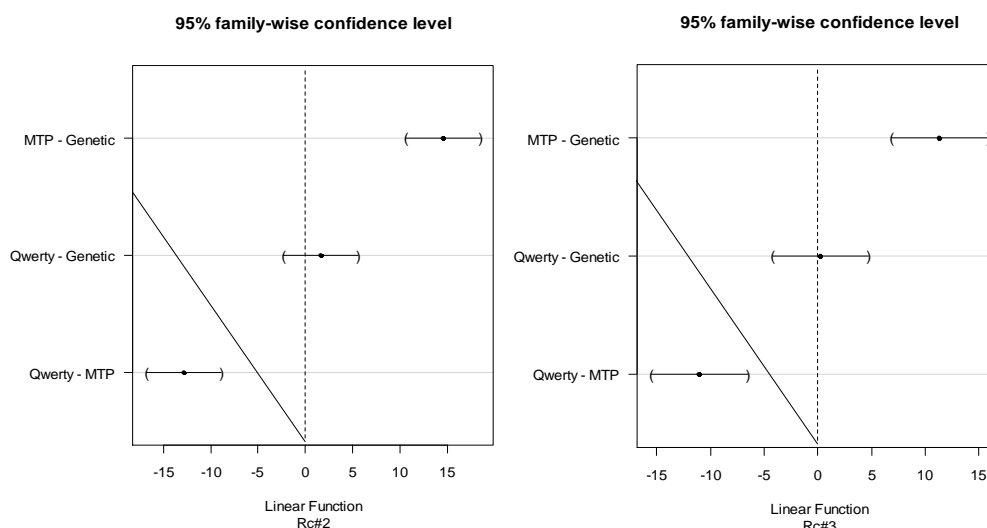
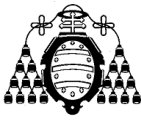


Figura 57: Comparación por pares de la tasa de error para el mando #2 (izquierda) y mando #3 (derecha)

Al igual que con la velocidad de escritura, si realizamos comparaciones por pares utilizando toda la información recogida en las experimentaciones 3 y 4, se obtiene el mejor y peor par “mando a distancia-método”. Como se muestra en la Figura 58, los mejores resultados se obtienen con el método Genético y mando a distancia # 2. Las diferencias son estadísticamente significativas con el método multitap para todos los mandos a distancia. Por otro lado, los peores resultados se obtienen con el mando a distancia # 1 y el método Multitap con diferencias



estadísticamente significativas con los teclados virtuales para todos los mandos a distancia analizados de acuerdo con las pruebas de Tukey.

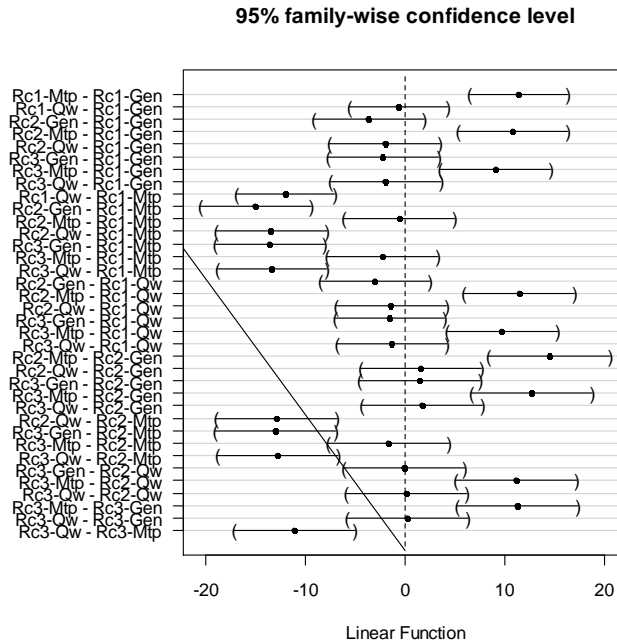


Figura 58: Comparaciones por pares de la tasa de error por método y mando a distancia.

Al igual que con la velocidad de escritura, podemos ver si la forma o la ubicación de las teclas, afecta a las tasas de error en la misma comparación por pares. En la Figura 58, se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas si se analiza cada método de forma independiente. Nuestros resultados muestran que, en general, la forma y la ubicación de las teclas no producen diferencias significativas en la tasa de error.



8 Conclusiones

A través de este estudio de investigación, se ha obtenido una metodología, que aunque surgió para ayudar y apoyar al grupo de investigación DMMS a avanzar en la interacción humana en el ámbito de los métodos de inserción de texto para la televisión digital interactiva, es adaptable a cualquier empresa u organización que requieran de la necesidad de realizar test de usuario y pruebas subjetivas en métodos de introducción de texto para aplicaciones iDTV.

La metodología desarrollada se aplicó a un caso de estudio en el que se realizaron 4 experimentaciones. La primera experimentación, se llevó a cabo para evaluar los cuatro métodos básicos de entrada de texto. La segunda experimentación, se llevó a cabo para evaluar el desempeño de estos métodos, pero incluyendo varias optimizaciones. En la tercera experimentación, se estudió el uso de métodos de entrada de texto para tipos de datos específicos (teniendo en cuenta los caracteres no alfanuméricos). Finalmente, en la cuarta experimentación, se estudió si el dispositivo físico influye o no (se usan 3 mandos a distancia con distintos conjuntos de teclas).

Como consecuencia del análisis de resultados del caso de estudio se han obtenido contribuciones importantes. Hemos analizado varios tipos de teclados virtuales y otros métodos, algunos de ellos complementan con diferentes mejoras, como las técnicas de desambiguación o sistemas de sugerencias. Hemos realizado las evaluaciones que utilizan ambas con frases generales y con caracteres y textos específicos, atendiendo a cuestiones tales como la internacionalización o el uso en contextos particulares. Hemos evaluado como la forma y la ubicación de las teclas en los mandos a distancia afecta al rendimiento del usuario. Además, presentamos los resultados obtenidos con un número considerable de usuarios reales con características heterogéneas: edad, sexo, nivel de conocimiento y hábito de uso de la tecnología. Estas contribuciones son especialmente importantes si tenemos en cuenta que hay poca investigación sobre métodos de escritura de texto para las aplicaciones interactivas de televisión digital.

Nuestros resultados muestran que, cuando los textos escritos son simples, el método con el mejor rendimiento es Multitap, a pesar del hecho de que este método produce mayores tasas de error que los teclados virtuales. Sin embargo, cuando los textos escritos son complejos los, teclados virtuales presentan velocidad de escritura mismos e incluso mejores que Multitap y con tasas de error inferior pero significativas. Una conclusión lógica es que los usuarios mejoren con

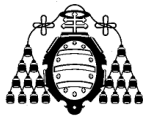


la experiencia, pero hemos visto que cada método se desarrolla de manera diferente: Multitap y el teclado virtual Genético mostrará las mejores progresiones. Otra conclusión interesante es que las impresiones subjetivas no siempre coinciden con los resultados empíricos, y creemos que la opinión de los usuarios puede ser tan importante o más que el rendimiento real. Además, nuestros resultados muestran que la forma y ubicación de las teclas en los mandos a distancia no afecta significativamente el rendimiento. Otra conclusión general es que los hábitos de los usuarios pueden afectar al rendimiento en algunos casos, pero no con carácter general. Aunque el rendimiento no se ve afectado por ciertas características de los usuarios tales como el género o la lateralidad, la edad es un factor importante que afecta al rendimiento: el usuario más joven es el más rápido. Otra conclusión interesante es que ciertas optimizaciones que no son tan eficientes como se suponía que debían ser, que es confirmado por los resultados obtenidos con métodos como el T9, 2-Key o el alfabético virtual.

Sin embargo, los resultados de los análisis realizados para detectar la combinación “mando a distancia - método de inserción de texto óptimo” no han sido concluyentes.

La metodología desarrollada permite obtener resultados con contribuciones importantes pero sería necesario mejorarla utilizando técnicas más complejas; ya que factores como la fatiga, la sensación de presencia y otras muchas respuestas psicológicas deberían ser consideradas en las experimentaciones.





9 Trabajos Futuros

El trabajo futuro se basa principalmente en mejorar la metodología de test de usuario y pruebas subjetivas utilizando técnicas más complejas; ya que factores como la fatiga, la sensación de presencia y otras muchas respuestas psicológicas deberían ser consideradas en las evaluaciones. Algunas de estas técnicas podrían ser el análisis de intención o la técnica Eye Tracking [51] [52]. En la primera, se realizan evaluaciones por observación de los sujetos en el estudio, con el objetivo de reconocer de expresiones faciales o corporales. La segunda es una técnica que permite registrar el movimiento de la pupila del ojo cuando el usuario está frente a la pantalla y detectar así las zonas donde el usuario presta más atención, las llamadas zonas “calientes”, lo que permite saber en qué se fijan los usuarios.

También se pretende realizar más test de usuario y pruebas subjetivas con otros casos de estudio, como por ejemplo, medir los métodos de introducción de texto con diferentes dispositivos a los mandos a distancia convencionales. A pesar de que en algunos artículos [4] recomiendan no confiar en estos dispositivos, y los resultados de algunos experimentos, como los de MacKenzie et al [19], no fueron como se esperaba, es cada vez más evidente que la popularidad de dispositivos para interactuar con televisores diferentes a los mandos a distancia convencionales está aumentando. Por lo tanto, se pueden realizar experimentaciones para comparar el rendimiento de los métodos evaluados en este trabajo con dispositivos tales como mandos a distancia giroscópicos (dispositivos de señalización), mini teclados, touchpad, Tablet PC y teléfonos inteligentes.

Otro trabajo futuro derivado de los resultados de este trabajo será la difusión y explotación de los resultados en revistas científicas y congresos temáticos adecuados.





10 Referencias Bibliográficas

- [1] J. B. Spira, «Internet TV: almost ready for prime time [Tools Toys]», *Spectrum, IEEE*, vol. 48, n.º 7, pp. 24–26, jul. 2011.
- [2] Jakob Nielsen, «Remote Control Anarchy», 2004. [Online]. Available: <http://www.useit.com/alertbox/20040607.html>. [Accessed: 11-jun-2012].
- [3] G. Geleijnse, D. Aliakseyeu, y E. Sarroukh, «Comparing text entry methods for interactive television applications», in *Proceedings of the seventh european conference on European interactive television conference*, 2009, pp. 145–148.
- [4] M. Obrist, R. Bernhaupt, y M. Tscheligi, «Interactive TV for the home: an ethnographic study on users' requirements and experiences», *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, n.º 2, pp. 174–196, 2008.
- [5] I.S.MacKenzie, «Fitts' law as a performance model in human-computer interaction.», Doctoral dissertation. University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada, 1991.
- [6] W. Soukoreff y I. S. MacKenzie, «Text entry for mobile computing: Models and methods, theory and practice», *Human-Computer Interaction*, vol. 17, pp. 147–198, 2002.
- [7] T. Bellman y S. Mackenzie, «A Probabilistic Character Layout Strategy for Mobile Text Entry», in *Graphics Interface*, 1998, pp. 168–176.
- [8] S. Zhai, M. Hunter, y B. A. Smith, «The metropolis keyboard-an exploration of quantitative techniques for virtual keyboard design», in *Proceedings of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology*, San Diego, California, 2000, pp. 119–128.
- [9] C. R. Brewbaker, «Optimizing stylus keyboard layouts with a genetic algorithm: customization and internationalization», *Dept. of Computer Science, Iowa State University*, 2008.
- [10] M. Silfverberg, I. S. MacKenzie, y P. Korhonen, «Predicting text entry speed on mobile phones», in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, New York, 2000, pp. 9–16.
- [11] I. S. MacKenzie, H. Kober, D. Smith, T. Jones, y E. Skepner, «LetterWise: prefix-based disambiguation for mobile text input», in *Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 2001, pp. 111–120.



- [12] I. S. MacKenzie y K. Tanaka-Ishii, «Evaluation of Text Entry Techniques», in *Text entry systems: mobility, accessibility, universality*, Morgan Kaufmann, 2007, pp. 75–101.
- [13] L. Butts y A. Cockburn, «An evaluation of mobile phone text input methods», in *Australian Computer Science Communications*, 2002, vol. 24, pp. 55–59.
- [14] D. Wigdor y R. Balakrishnan, «A comparison of consecutive and concurrent input text entry techniques for mobile phones», in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Viena, Austria, 2004, pp. 81–88.
- [15] A. Oniszcak y I. S. MacKenzie, «A comparison of two input methods for keypads on mobile devices», in *Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction*, New York, 2004, pp. 101–104.
- [16] A. Iatrino y S. Modeo, «Text editing in digital terrestrial television: a comparison of three interfaces», *Euro ITV*, 2006.
- [17] M. Ingmarsson, D. Dinka, y S. Zhai, «TNT: a numeric keypad based text input method», in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2004, pp. 639–646.
- [18] U. Gargi y R. Gossweiler, «QuickSuggest: character prediction on web appliances», in *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, North Carolina, USA, 2010, pp. 1249–1252.
- [19] I. S. MacKenzie, M. H. Lopez, y S. Castelluci, «Text Entry with the Apple iPhone and the Nintendo Wii», presented at the CHI2009, Boston, MA, USA, 2009.
- [20] K. A. Siek, Y. Rogers, y K. H. Connelly, «Fat finger worries: how older and younger users physically interact with PDAs», *Human-Computer Interaction-INTERACT 2005*, pp. 267–280, 2005.
- [21] T. K\öltringer, P. Isokoski, y T. Grechenig, «TwoStick: writing with a game controller», in *Proceedings of Graphics interface 2007*, 2007, pp. 103–110.
- [22] K. Perlin, «Quikwriting: continuous stylus-based text entry», in *Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '98*, San Francisco, California, United States, 1998, pp. 215–216.



- [23] J. Perrinet, Xabiel G. Pañeda, Claudia Acebedo, Jose Luis Arciniegas, Sergio Cabrero, David Melendi, y Roberto García, «Adaptación de una aplicación de E-Learning A T-LEARNING», presented at the V Congreso Iberoamericano de Telemática. CITA 2009.
- [24] T. Kunert, *User-Centered Interaction Design Patterns for Interactive Digital Television Applications*. Springer, 2009.
- [25] M. Gawlinski, *Interactive Television Production*. Focal, 2003.
- [26] *Designing for interactive television v1.0, BBCi and Interactive TV Programmes*, British Broadcasting Corporation. 2005.
- [27] A. C. Roibás, R. Sala, S. Ahmad, y M. Radman, «Beyond the remote control: Going the extra mile to enhance iTV access via mobile devices & humanizing navigation experience for those with special needs», in *Proceedings of the 3rd European Conference on Interactive Television*, 2005.
- [28] S. M. Drucker, A. Glatzer, S. D. Mar, y C. Wong, «SmartSkip: Consumer level browsing and skipping of digital video content», in *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2002, pp. 219–226.
- [29] J. Gill y S. Perera, «Accessible universal design of interactive digital television», in *Proceedings of the 1st European conference on interactive television: from viewers to actors*, 2003, pp. 83–89.
- [30] M. Green y J. Senders, «The killer App is TV: Designing the Digital TV Interface», *The killer App is TV: Designing the Digital TV Interface*, 2001.
- [31] H. Lee, P. Ferguson, C. Gurrin, A. F. Smeaton, N. E. O'Connor, y H. Park, «Balancing the power of multimedia information retrieval and usability in designing interactive tv», in *Proceeding of the 1st international conference on Designing interactive user experiences for TV and video*, 2008, pp. 105–114.
- [32] L. Graham, «Gestalt theory in interactive media design», *Journal of Humanities & Social Sciences*, vol. 2, n^o. 1, 2008.
- [33] W. Q. T. Reichart, «Designing for Interactive Television», 1996. [Online]. Available: <http://www.wqusability.com/articles/itv-design.html>.



- [34] C. ISO, «9241-210: Ergonomics of human-system interaction-Part 210: Human-centred design process for interactive systems», *International Organization for Standardization, Geneva*, 2008.
- [35] S. ISO, «9241-11. 1998», *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)–Part II Guidance on Usability*.
- [36] H. Koziolk, «Goal, question, metric», *Dependability metrics*, pp. 39–42, 2008.
- [37] S. Zhai, M. Hunter, y B. A. Smith, «Performance optimization of virtual keyboards», *Human-Computer Interaction*, vol. 17, n^o. 2, pp. 229–269, 2002.
- [38] «Official website for DVB-MHP and DVB-GEM - Open Middleware for Interactive TV». [Online]. Available: <http://www.mhp.org/>. [Accessed: 03-jun-2012].
- [39] T. Tullis y W. Albert, *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. Morgan Kaufmann, 2008.
- [40] «The R Project for Statistical Computing». [Online]. Available: <http://www.r-project.org/>. [Accessed: 24-sep-2011].
- [41] «gnu.org». [Online]. Available: <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>. [Accessed: 24-sep-2011].
- [42] A. D. Taveira y S. D. Choi, «Review study of computer input devices and older users», *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 25, n^o. 5, pp. 455–474, 2009.
- [43] J. Perrinet, X. G. Pañeda, S. Cabrero, D. Melendi, R. García, y V. García, «Evaluation of Virtual Keyboards for Interactive Digital Television Applications», *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 27, n^o. 8, pp. 703–728, 2011.
- [44] «rich Internet applications | Adobe AIR». [Online]. Available: <http://www.adobe.com/products/air/>. [Accessed: 26-sep-2011].
- [45] «EventGhost». [Online]. Available: <http://www.eventghost.org/>. [Accessed: 25-sep-2011].
- [46] «Real Academia Española». [Online]. Available: <http://www.rae.es/rae.html>. [Accessed: 02-oct-2011].
- [47] J. A. Jacko, K. P. Moloney, T. Kongnakorn, L. Barnard, P. J. Edwards, V. K. Leonard, F. Sainfort, y I. U. Scott, «Multimodal feedback as a solution to ocular disease-based user



performance decrements in the absence of functional visual loss», *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 18, n^o. 1, pp. 183–218, 2005.

[48] «Human Factors (HF); User Interfaces; Character repertoires, orderings and assignments to the 12-key telephone keypad (for European languages and other languages used in Europe)», 2007, p. 130.

[49] F. E. Ritter, L. J. Schooler, J. S. Neil, y B. B. Paul, *The learning curve*, *International Encyclopedia of the social and behavioral sciences*. Amsterdam, 2002.

[50] «Remote Control Anarchy (Jakob Nielsen's Alertbox)». [Online]. Available: <http://www.useit.com/alertbox/20040607.html>. [Accessed: 03-jun-2012].

[51] A. T. Duchowski, *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. Springer, 2007.

[52] Y. Hassan-Montero y S. Ortega-Santamaría, «Informe APEI sobre usabilidad», jun-2009. [Online]. Available: http://eprints.rclis.org/handle/10760/13253#.T_3aXZGmFtB. [Accessed: 11-jul-2012].

[53] «gnu.org v2». [Online]. Available: <http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html>. [Accessed: 25-sep-2011].

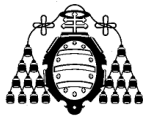
[54] «EventGhost documentation». [Online]. Available: <http://www.eventghost.org/docs/>. [Accessed: 25-sep-2011].

[55] «Download EventGhost». [Online]. Available: <http://www.eventghost.org/downloads/>. [Accessed: 25-sep-2011].

[56] «Adobe - Adobe AIR». [Online]. Available: <http://get.adobe.com/es/air/>. [Accessed: 26-sep-2011].

[57] «The Comprehensive R Archive Network». [Online]. Available: <http://cran.es.r-project.org/>. [Accessed: 24-sep-2011].





Anexos

Anexo A. Cuestionario Individual

Nombre:	ID:	Grupo:
---------	-----	--------

Evaluación de métodos de entrada de texto

1. **Edad:**

2. **Sexo:** Hombre Mujer

3. **Lateralidad:** Diestro Zurdo

4. **Nivel de estudios:**

Sin estudios

Graduado escolar

Bachillerato

FP

Diplomado

Licenciado

Doctorado

5. **Titulación:**

6.

7. **Profesión:**

8. **Uso mensajes SMS al día:**

Más de 5 mensajes al día

Entre 1 y 5 mensajes al día

Menos de 1 mensaje al día

Nunca/No tengo móvil



Uso T9: Si No

9. Uso ordenador a la semana:

- Más de 12 horas a la semana
- Entre 3 y 12 horas a la semana
- Menos de 3 horas a la semana
- Nunca/No tengo ordenador

10. Tipo de aplicaciones usadas:

- Procesador de texto (Word, OO...) Programación
- Correo electrónico Otros
- Mensajería instantánea (Messenger, GTalk...)

Si otros, ¿cuáles?

11. Uso televisión:

- Más de 21 horas a la semana
- Entre 7 y 21 horas a la semana
- Menos de 7 horas a la semana
- Nunca/No tengo televisión



12. ¿Usa otros servicios de la televisión?:

- Teletexto
- Otros
- Menú de TDT
- Ninguno
- Opciones avanzadas de la TDT

13. Modelo de mando a distancia en casa:

- mando sencillo (solo TV)
- mando complejo (control de la TV, DVD... con el mismo mando)



Anexo B. Hojas de Evaluación

ID:	Sesión:	Fecha:
-----	---------	--------

Hoja de evaluación de Evaluación de métodos de entrada de texto Fase 1

Teclado QWERTY

- Comentarios:

Teclado Alfabético

- Comentarios:



Teclado Genético

- Comentarios:

Método SMS

- Comentarios:



Hoja de evaluación de Evaluación de métodos de entrada de texto Fase 2

ID:	Sesión:	Fecha:
-----	---------	--------

Teclado QWERTY

- Comentarios:

Teclado Genético

- Comentarios:



Teclado SMS-T9

- Comentarios:

Método 2-Key

- Comentarios:



ID:

Sesión:

Fecha:

Hoja de evaluación de Evaluación de métodos de entrada de texto Fases 3 y 4

Teclado QWERTY

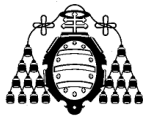
- Comentarios:

Teclado Genético

- Comentarios:

Teclado SMS

- Comentarios:



Anexo C. SOFTWARE

EVENTHOST

EventGhost [45] es una herramienta avanzada de automatización, fácil de usar y extensible para MS Windows. Se distribuye bajo licencia GNU GPL v2 [53], es software libre de código abierto.

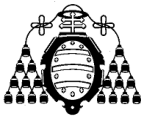
EventGhost está escrito principalmente en Python con algunas partes de bajo nivel en Plugins C, puede ser escrito en cualquier lenguaje que pueda producir archivos DLL, como C, C++, Delphi y Visual Basic.

Con EventGhost, se pueden utilizar diferentes dispositivos de entrada como los mandos a distancia por infrarrojos o mandos a distancia inalámbricos para activar macros, que controlarán a un ordenador y su hardware conectado. Por lo tanto, se puede utilizar para controlar un PC multimedia con un mando a distancia normal.

Sin embargo, sus posibles usos van mucho más allá. EventGhost [54] proporciona al usuario una interfaz gráfica para configurar macros que hacen todo tipo de cosas como:

- lanzar aplicaciones
- emular Keystrokes (pulsaciones de teclado)
- emular los movimientos del ratón y los clics
- controlar la tarjeta de sonido
- mover, redimensionar... ventanas en el escritorio
- ejecutar scripts Python (el intérprete de Python y el editor están integrados)
- transmitir códigos IR (infrarrojos) a un equipo externo, mediante el uso de un IR-Transceiver (receptor de infrarrojos).
- controlar dispositivos de hardware externos, como los proyectores y equipos de otros medios de comunicación a través de la comunicación RS232
- controlar los programas, que cuentan con interfaces de comunicación especiales, como algunos media players.
- Información ampliada sobre EventGhost estará disponible en [54] :

<http://www.eventghost.org/docs/>



Instalación de EventGhost

En este apartado se explicará cómo instalar el programa EventGhost, necesario para interpretar las señales infrarrojas procedentes de los mando a distancia utilizados en este experimento.

Como EventGhost es un programa de código abierto, se puede usar y descargar de forma gratuita. La versión utilizada en este proyecto es la 0.3.7.r1462, dado que este trabajo ha llevado más de un año de tiempo no es la última versión disponible en la página oficial de descarga.

El proceso de instalación es muy sencillo. Sólo tendrá que seguir los siguientes pasos:

1. Descargar el programa usando el siguiente enlace [55]:

<http://www.eventghost.org/downloads/>

2. Ejecutar el archivo de instalación EventGhost_0.3.7.r1462_Setup.exe
3. Se muestra una ventana donde se ofrece la posibilidad de seleccionar el idioma con el que se llevará a cabo el proceso de instalación. Los idiomas disponibles son inglés, alemán y francés. Tras elegir uno de ellos, pulsar *OK*. Si se desea abandonar la instalación en cualquier momento se debe presionar el botón *Cancel*. Esta opción estará presente en todos los pasos.

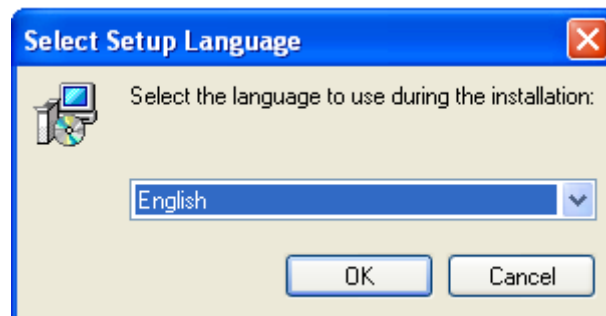
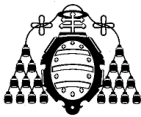


Figura 59. Captura de Pantalla EventGhost. Elección del Idioma.

4. La siguiente pantalla es la de presentación del asistente que guiará al usuario a través del proceso de instalación. Pulsar *Next* para continuar.
5. La siguiente ventana informa de la licencia GNU. Pulsar *Next* para continuar.



6. A continuación se informa sobre la carpeta de destino (C:\Archivos de programa\EventGhost) que se aplicará si no se propone otra distinta. Dejar el directorio por defecto o buscar otro alternativo y pulsar Next para pasar al paso siguiente.

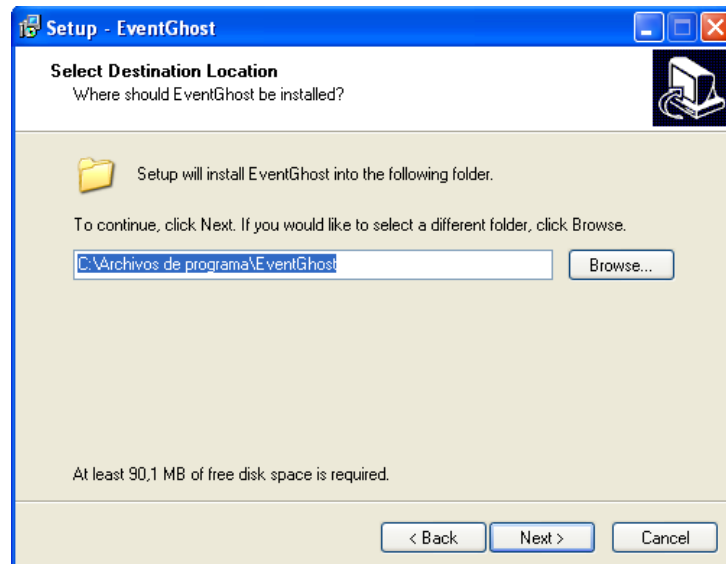


Figura 60. Captura de Pantalla EventGhost. Elección de carpeta destino.

7. La siguiente ventana informa de la creación de un acceso rápido para el programa en el menú de inicio. Hacer clic en Next para continuar.
8. En este paso se ofrece la posibilidad de crear un icono de escritorio para el programa. Seleccionar la opción si se desea y pulsar Next para avanzar.
9. El software se instala. Para terminar se muestra una ventana donde se informa del éxito del proceso de instalación y se permite seleccionar una casilla para ejecutar EventGhost. Marcar la casilla y hacer clic en Finish para finalizar.

Configuración de EventGhost

Tras ejecutar el programa se muestra el siguiente interfaz:

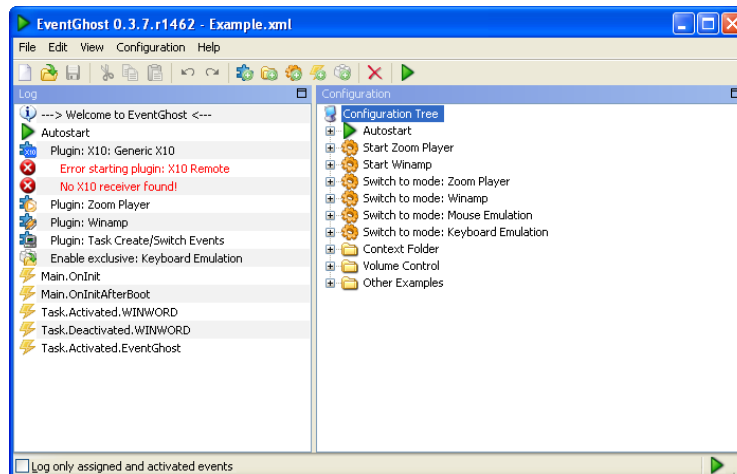
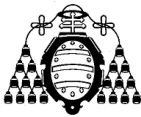


Figura 61. Captura de Pantalla EventGhost. Interfaz del programa.

El primer paso será cambiar el idioma a castellano. Para ello hacer clic en *File* y seleccionar *Options...* en el menú desplegable. Con ello se abre la siguiente ventana de opciones:

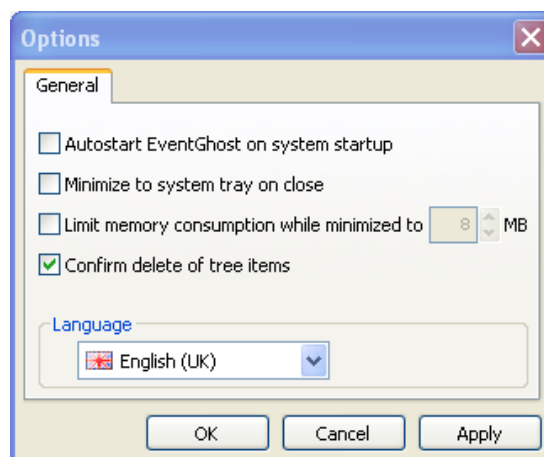


Figura 62. Captura de Pantalla EventGhost. Ventana de Opciones.

Desplegar el menú de opciones de *Language* y seleccionar *Spanish*. Marcar además la casilla *Autostart EventGhost on system startup* para que el programa se ejecute automáticamente al arrancar el ordenador, lo que aportará mayor agilidad en su uso. Pulsar *Apply* para aplicar los cambios realizados; aparecerá entonces una ventana informando de que el cambio de idioma surtirá efecto al reiniciar el programa. Hacer clic en *OK* para salir de la ventana de opciones.

Cerrar el programa y volver a ejecutarlo para ver los cambios ya aplicados. La nueva interfaz que muestra EventGhost es la siguiente:

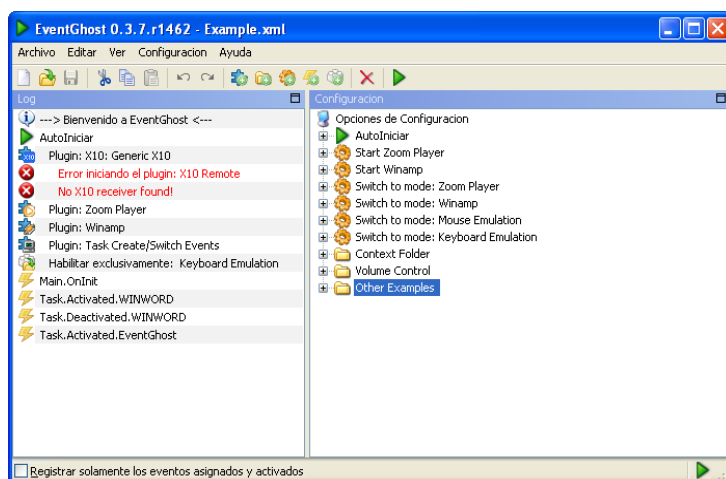


Figura 63. Captura de Pantalla EventGhost. Interfaz con cambio de Idioma.

A continuación debe abrirse con el programa (*Archivo* → *Abrir*) el archivo *configuracion_mando.xml*, que se encargará de crear un entorno adecuado tomando las posibles teclas que se necesitarán del mando a distancia para comunicarse con la aplicación desarrollada, de forma que sólo haya que realizar las asignaciones pertinentes.

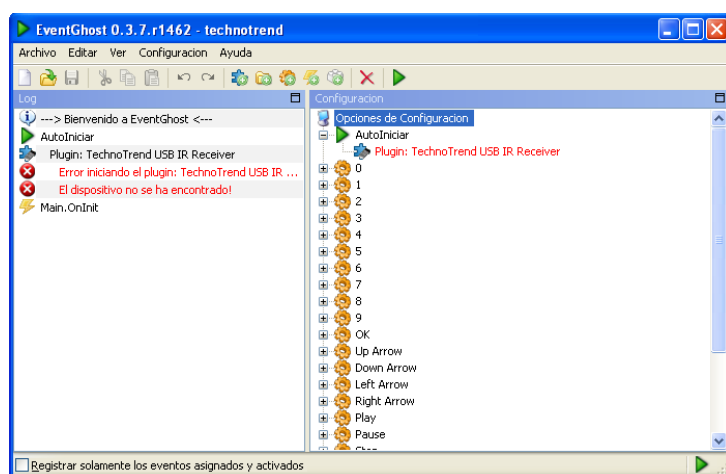



Figura 64. Captura de Pantalla EventGhost. Nueva Interfaz con el entorno adecuado.

En la parte derecha se muestran, al lado del icono , los botones del mando a distancia que se necesitarán para realizar el estudio. Éstos se corresponden con el teclado numérico (0-9), los botones *OK*, *Play*, *Pause* y *Stop*, las teclas de flecha (↑, ↓, →, ←) y los botones de función (F1-F4).

Se necesita vincular por tanto cada pulsación de las teclas necesarias del mando a distancia con las acciones que se deben ejecutar al presionarlas. Para ello, se hará funcionar en conjunto el dispositivo infrarrojo compuesto por USB y mando a distancia, con el programa



EventGhost.

Teniendo la interfaz del EventGhost en el estado mostrado por la Figura 64, insertar el USB en el ordenador y con el mando a distancia apuntando a éste pulsar una de las teclas a vincular. A continuación se presenta un ejemplo de cómo realizar dicho vínculo.

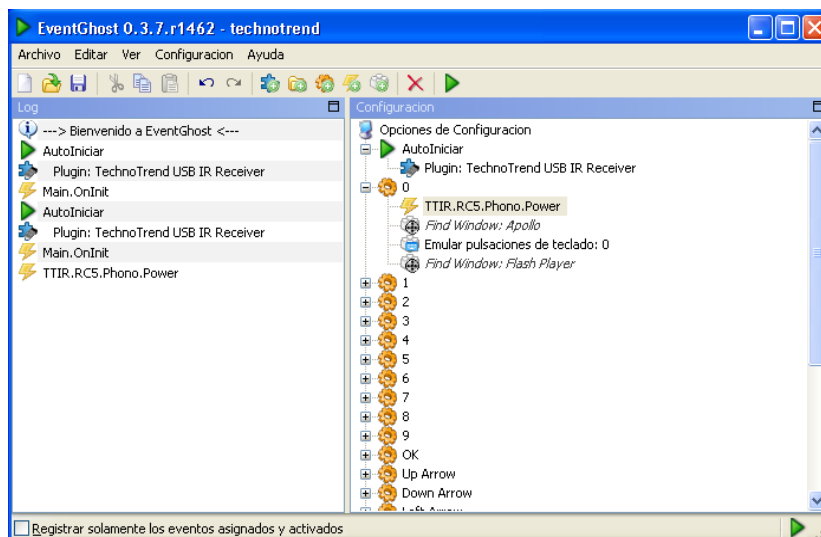



Figura 65. Captura de Pantalla EventGhost. Vinculación Tecla - Acciones.

La pulsación de la tecla 0 aparece reflejada en la parte izquierda de la pantalla mediante la etiqueta *TTIR.RC5.Phono.Power*. Esto indica que el dispositivo infrarrojo ha reconocido de forma correcta el comando indicado por el mando a distancia.

Haciendo clic en dicho indicativo y arrastrándolo hasta su lugar correspondiente, en este caso  0, se realiza una unión entre la pulsación del botón número 0 en el mando a distancia y las acciones que se deben llevar a cabo. Por ejemplo, en el teclado Multitap T9 se tiene la siguiente asociación: 0 → dejar espacio en blanco.

De igual forma que en el ejemplo anterior, se deben ir vinculando todas y cada una de las teclas necesarias. Con ello, el dispositivo está listo para recibir y comprender las señales que le llegan y generar la respuesta correcta para cada una de ellas.



KEYBOARD_TEST

Con el fin de llevar a cabo las pruebas, se desarrolló una aplicación muy sencilla utilizando la tecnología Adobe® AIR® [44].

El mando a distancia escogido se comunica con la aplicación a través del IR-Transceiver (receptor de infrarrojos) y la aplicación EventGhost, la cual lanzará la aplicación Keyboard_test, y emulará las pulsaciones de teclado que los usuarios generen.

La aplicación principalmente muestra los textos que los usuarios tienen que escribir, y mediante controles de entrada de texto recoge los textos introducidos por el usuario y genera un archivo de registro XML, el cual almacena los eventos generados por este. Esta aplicación se comporta de manera diferente dependiendo del tipo de método usado, teclado virtual o tipo teléfono móvil.

Instalación de Adobe® AIR®

Antes de la instalación de la aplicación se necesita previamente la instalación de Adobe® AIR®.

Para realizar el proceso de instalación comenzaremos descargando la aplicación usando el siguiente enlace [56] <http://get.adobe.com/es/air/>

Luego haremos clic sobre el botón amarillo *Descargar ahora*



Figura 66. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Descargar.

Esperaremos a que la descarga termine y haremos doble click sobre el archivo descargado: **AdobeAIRInstaller.exe**

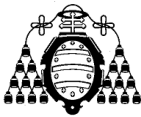


Figura 67. Captura de Pantalla Adobe ® AIR ®. Aceptar instalación.

Aceptamos la opción de Instalar y empezará el proceso de instalación

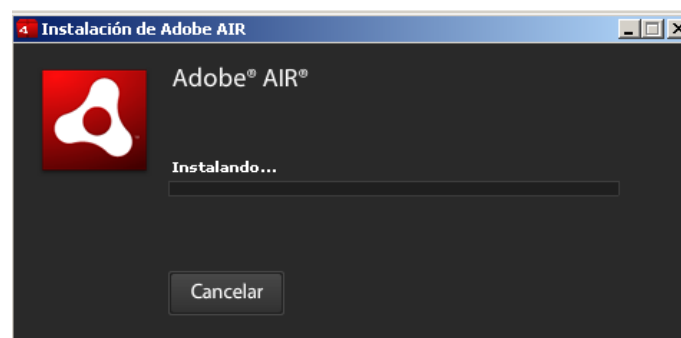
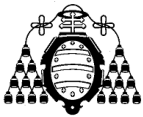


Figura 68. Captura de Pantalla Adobe ® AIR ®. Proceso de instalación.

Quando el proceso de instalación haya finalizado, nos saldrá la siguiente pantalla entonces haremos clic en *Finalizar* y ya habremos terminado.



Figura 69. Captura de Pantalla Adobe ® AIR ®. Finalización del proceso de instalación



Instalación de Keyboard_Test

Antes de la instalación de esta aplicación se necesita previamente la instalación de Adobe® AIR®.

Haremos doble clic sobre el archivo instalador de la aplicación **Keyboard_Test.air** y saldrá una ventana con el progreso de los preparativos de la instalación de la aplicación (Figura 70) y a continuación la venta aceptar e instalar la aplicación (Figura 71).

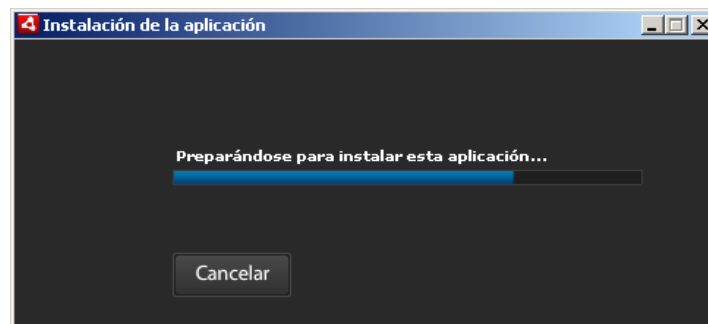


Figura 70. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Finalización del proceso de instalación

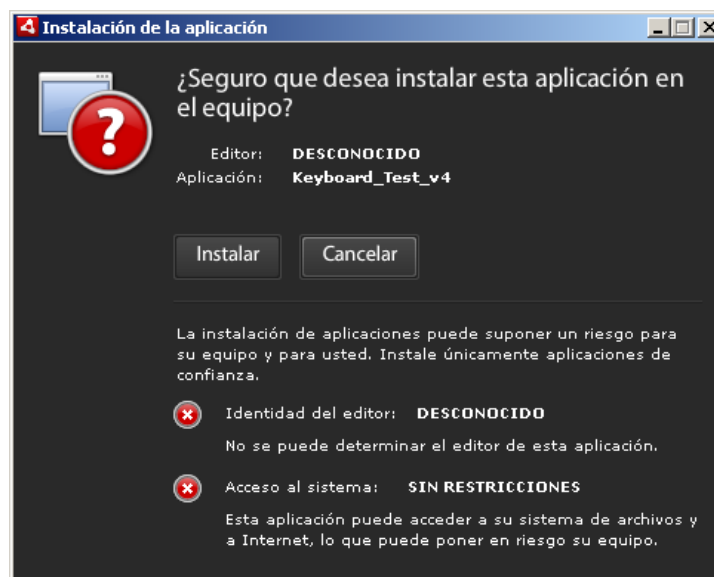


Figura 71. Captura de Pantalla Adobe® AIR®. Aceptar proceso instalación.

Después nos pedirá elegir la ubicación de la instalación, como se vé en la siguiente Figura.

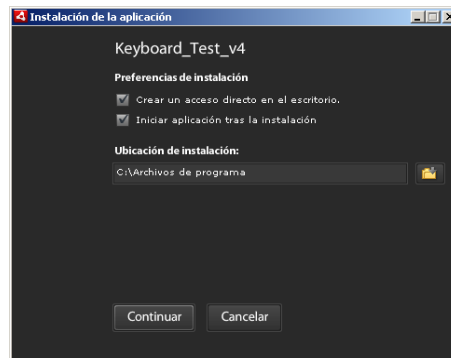
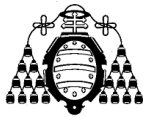


Figura 72. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Ubicación de Instalación.

Una vez elegida la ubicación de la instalación pulsaremos el botón Continuar y comenzará la instalación.

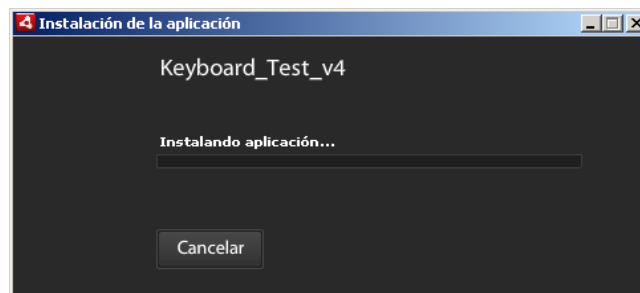


Figura 73. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Proceso de Instalación.

Una vez que finalice se iniciará la aplicación, como se muestra a continuación.

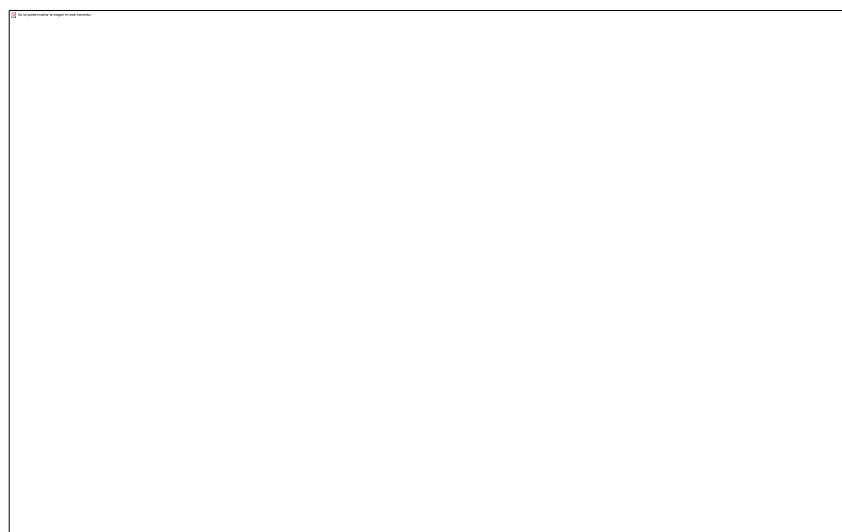


Figura 74. Captura de Pantalla Keyboard_Test_V4.Inicio de la aplicación



PAQUETE ESTADÍSTICO R

R [40] es un entorno informático para el análisis estadístico, distribuido bajo la licencia GPL de GNU [41] que funciona bajo los sistemas operativos más populares (Microsoft Windows, Ubuntu...). Incluye:

- Un intérprete del lenguaje R, que a su vez es un dialecto del lenguaje S (otro dialecto de S famoso es Splus). El nombre S viene de Statistics (Estadística).
- Rutinas en C y Fortran optimizadas para cálculo numérico.
- Numerosos complementos (paquetes) para aplicaciones estadísticas concretas.

RCommander (Figura 85) se trata de una interfaz gráfica de usuario que permite realizar una serie de operaciones más comunes mediante una serie de menús o mediante interacción con los objetos gráficos que aparecen en pantalla, a través de periféricos como el ratón. Se distribuye también bajo licencia GPL de GNU. Utiliza el entorno gráfico Tcl/Tk, así que funciona adecuadamente tanto en Ubuntu como en Windows. Por ello, es ahora mismo la interfaz más popular para R.

Como cualidades podemos destacar:

- Adecuado para la iniciación en estadística.
- Numerosa documentación en castellano.
- Módulos adicionales para Estadística avanzada.
- Introduce a la programación de R, al mostrar el código asociado a cada acción de los menús.
- Fácil Instalación.

Para la instalación del programa R y del paquete R-Commander es necesaria una conexión a Internet.



Instalación de R

Para la Instalación de R, abriremos la página [40] www.r-project.org en un navegador y clicamos en el enlace *Download R* como se ilustra en la Figura 75.

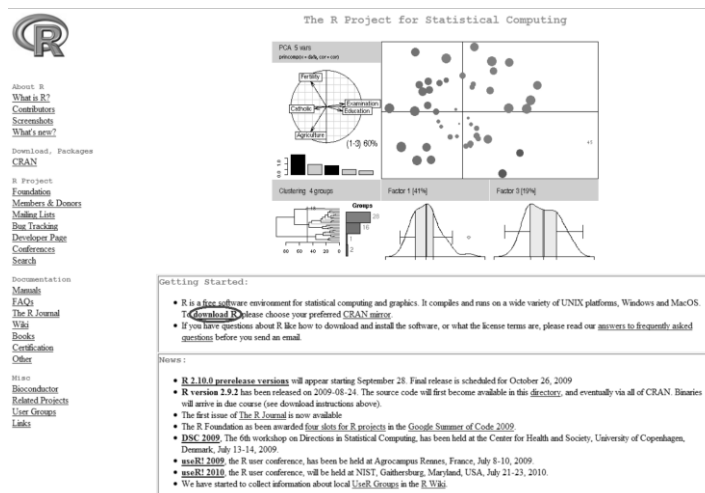


Figura 75. Página web del proyecto R

Una vez abierta la página de los espejos (mirrors), elija el enlace español [57]

<http://cran.es.r-project.org>. Se visualizará la página *The Comprehensive R Archive*

Network, como se muestra en la Figura 76 , donde debe elegir el sistema operativo adecuado.



Figura 76. Página web The Comprehensive R Archive Network



Para los usuarios de Windows, una vez elegida la opción Windows se abrirá una página con enlaces a los dos directorios principales de la distribución de R. Elejiremos *base*. En la nueva página se le presentará la última versión disponible de R; en el momento de la redacción de este texto, se trata de la 2.13.1.

Una vez completada la descarga, ejecute el archivo R-2.13.1-win.exe. Después de haber elegido el idioma se abrirá la pantalla de inicio de instalación, como en la Figura 77.

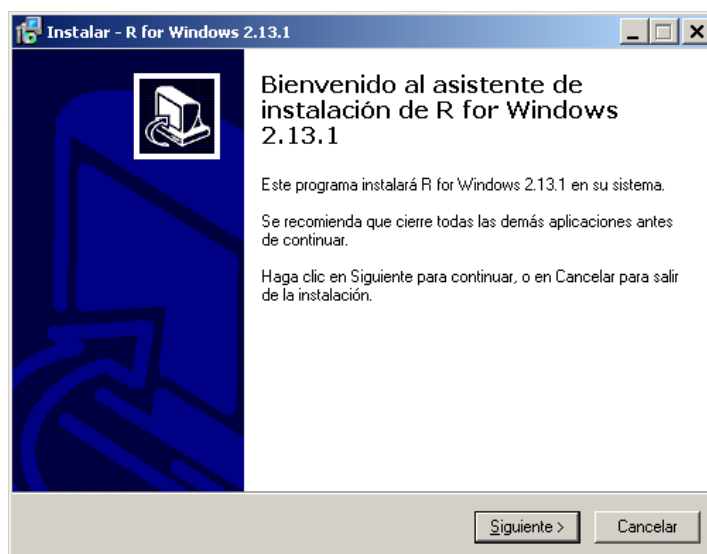


Figura 77. Captura de Pantalla del Inicio de Instalación de R

Seguiremos los pasos de la instalación sin modificar los contenidos, hasta la quinta pantalla llamada Opciones de configuración. Marcaremos la casilla SI y pasaremos a la siguiente pantalla.

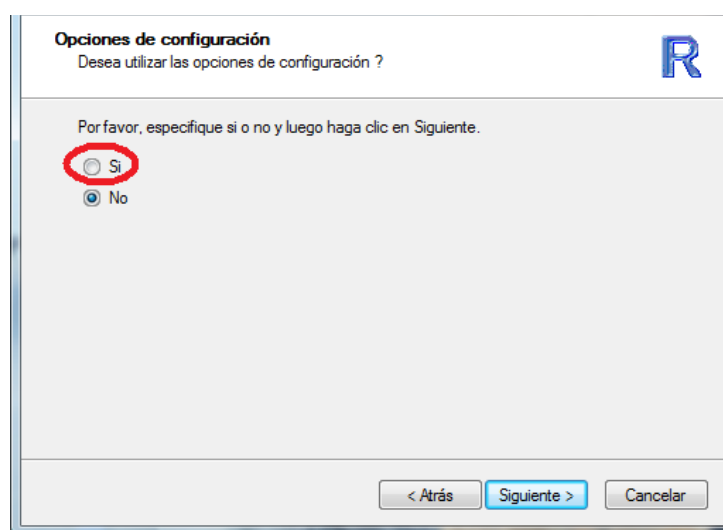
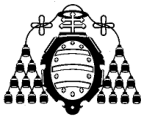


Figura 78. Captura de Pantalla Opciones de Configuración



Para los usuarios de R-Commander se aconseja marcar la opción SDI en la sexta pantalla, como en la Figura 79.

Siga sin cambios hasta la pantalla Acceso a Internet donde, si la instalación se realiza dentro de la *Universidad de Oviedo*, aconsejamos marcar la casilla Internet 2, como en la Figura 80.

Siga la instalación sin modificar el contenido de las pantallas hasta que el programa haya completado la instalación de R.

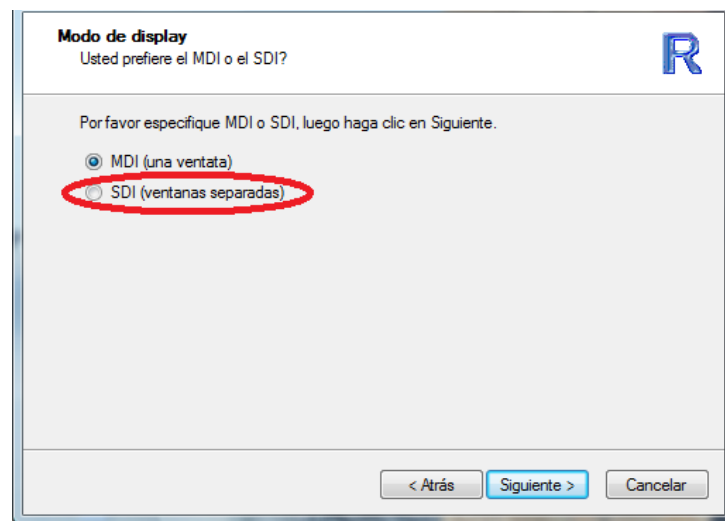


Figura 79. Captura de Pantalla Modo de distribución de Ventanas.

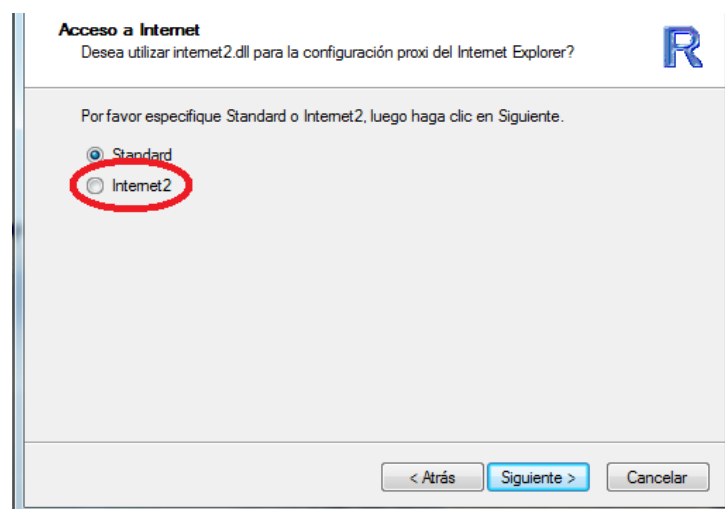
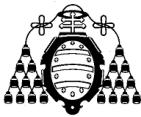


Figura 80. Captura de Pantalla Acceso a Internet



Instalación de R-Commander en Windows.

Una vez terminada la instalación del programa R, lo ejecutaremos asegurándonos que tenemos activada una conexión a internet. El programa se abrirá con una ventana parecida a la de la Figura 81.

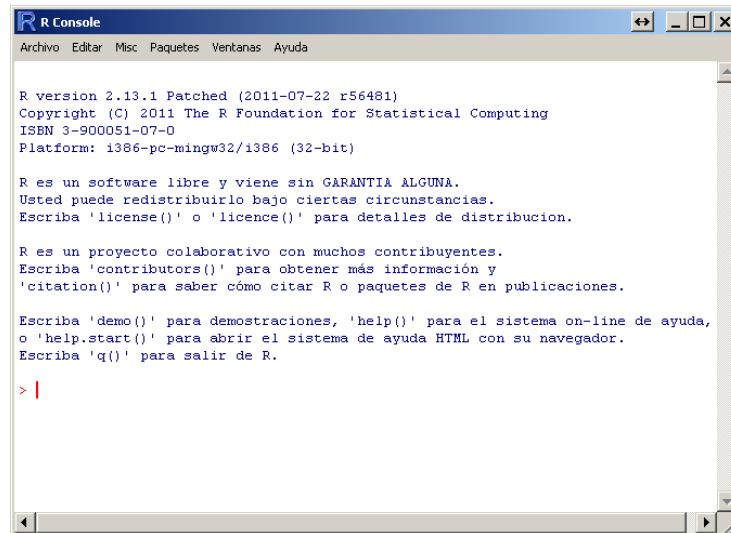


Figura 81. Captura de Pantalla Inicial de R

Para instalar el paquete R-Commander, seleccionaremos en la barra de menús *Paquetes e Instalar paquete(s)...* como se ilustra en la Figura 82.

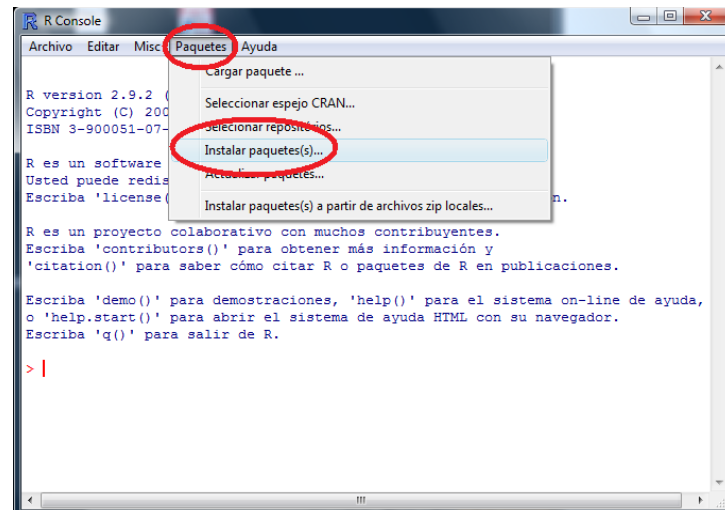
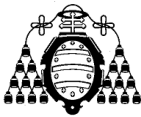


Figura 82. Captura de Pantalla Instalación de paquetes en R



Una vez selecciona la opción se abrirá una ventana con todos los posibles espejos, como en la Figura 83 a la izquierda; donde conviene seleccionar el espejo de Madrid.

Una vez elegido el espejo español, se abrirá otra ventana con los paquetes descargables desde el mismo. Desplazándose hacia abajo se encontrarán los paquetes de interés: se trata de todos los paquetes entre *Rcmdr* y *RcmdrPlugin.TeachingDemos*, como se ilustra en la Figura 83 a la derecha.

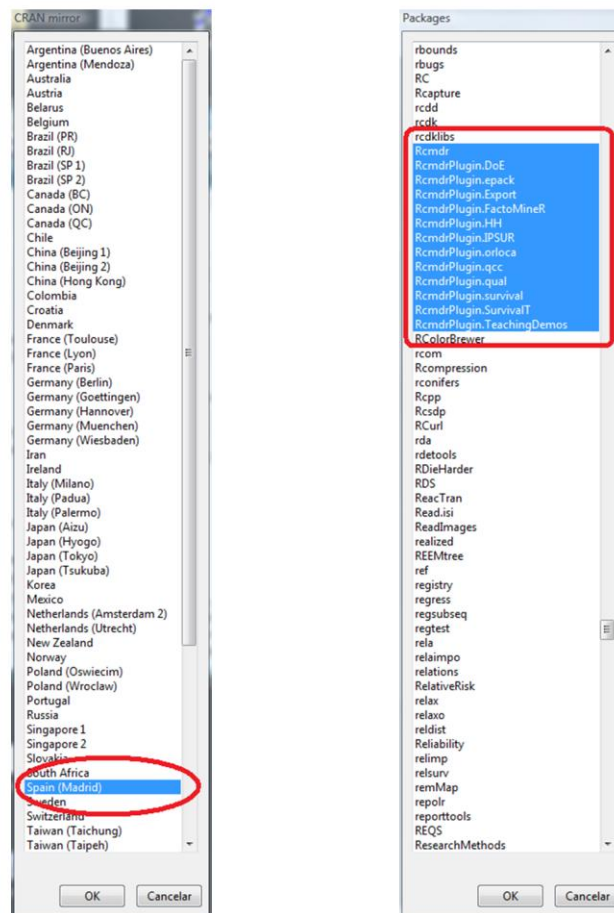


Figura 83. Captura de Pantalla. Izquierda: Espejos; Derecha: paquetes Instalables.

El programa R empezará la instalación de los paquetes y, una vez detenido, volverá a mostrar la pantalla de la consola. Para arrancar el *R-Commander*, desde la consola de R, seleccione otra vez el menú *Paquetes y después Cargar paquete...* como se ilustra en la Figura 84.



Volverá a visualizarse una lista de paquetes; bajaremos hasta encontrar *Rcmdr* y lo cargaremos. Finalmente se abrirá la ventana del programa *R-Commander*. (Figura 85)

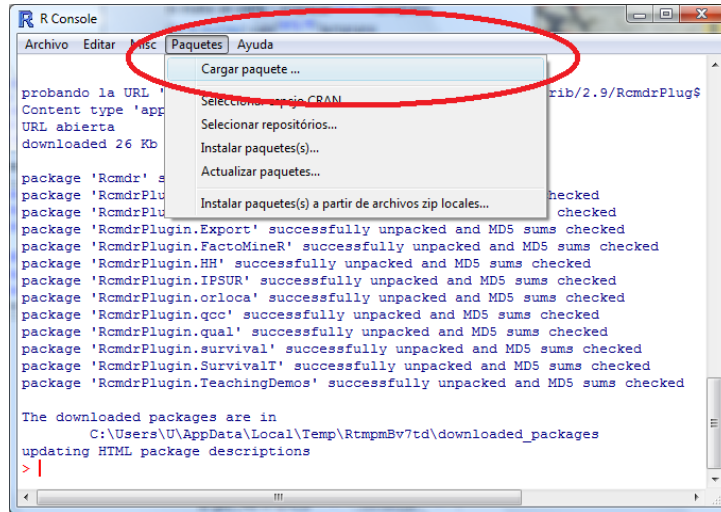


Figura 84. Captura de Pantalla.Cargar paquetes en R

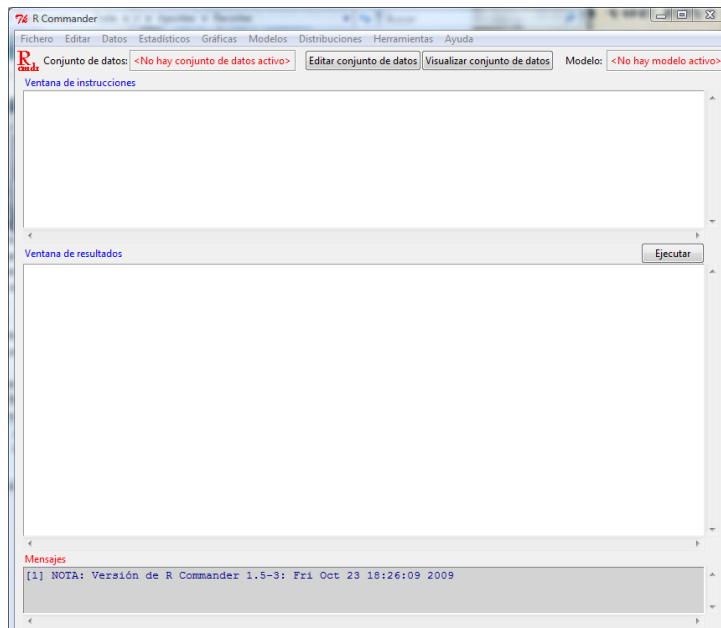


Figura 85. Captura de Pantalla. Interfaz R-Commander.



Anexo D. Glosario de Términos

A continuación se muestra el conjunto de términos referenciados en el documento:

TDT Televisión Digital Terrestre

iDTV Interactive Digital Television (Televisión digital interactiva)

IPTV Televisión por Internet

HD High Definition (Alta definición)

IR Infrarrojos

STB set-top boxes (Decodificadores de televisión digital)

DVB-T Digital Video Broadcasting - Terrestrial (Difusión de video digital –terrestre)

MHP Multimedia Home Platform. Estándar de sistema de descodificación compatible que persigue implantar la Unión Europea y que ha sido desarrollado por el foro de la industria europea DVB.

ETSI European Telecommunications Standards Institute (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones)

SDTV Standard Definition Television (Televisión de definición estándar)

EPG Electronic Program Guide (Guía electrónica de programas)

RC Remote Control (Mando a distancia)

ANOVA Analysis Of Variance (Análisis de la varianza)

KSPC KeyStrokes Per Character (Pulsaciones por carácter)

KSPW KeyStrokes Per Word (Pulsaciones por palabra)

CPM Caracteres por minuto

PPM Palabras por minuto

RAE Real Academia Española

R Entorno informático para análisis estadístico

GNU General Public Licence

PDA Personal Digital Assistant (Asistente digital personal)



FOCL Fluctuating optimal character layout (Diseño óptimo variable de caracteres)

PC Personal Computer (Ordenador personal)

UX Experiencia de Usuario

QoE Calidad de experiencia