

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes Generales	1
1.2. Descripción del proyecto	4
1.2.1. Proyecto	4
1.2.2. Oportunidad	4
1.2.3. Contexto institucional	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.3.3. Hipótesis de investigación	6
1.4. Metodología	6
1.5. Resultados esperados	7
1.6. Alcances	7
2. Marco Teórico	8
2.1. Teoría de la fatiga en el trabajo	8
2.2. Medidas fisiológicas	16
2.3. Medidas contextuales	18
2.4. Medidas de rendimiento	21
2.5. Etapas diseño de producto	23
2.6. Técnicas de análisis estadísticos	24
2.7. Algoritmos de minería de datos	26
2.8. Estado del arte	30
3. Metodología para identificar fatiga [84]	36
3.1. Caracterización de la tarea	38
3.2. Caracterización del entorno de ejecución de la tarea	38
3.3. Definición de la muestra	39
3.4. Preparación de artefactos y Materiales	39
3.5. Definición del protocolo experimental	41
3.6. Captura de datos: Ejecución del experimento	42
3.7. Limpieza y preprocesamiento de datos	42
3.8. Etiquetado de fatiga	44
3.9. Análisis de datos por individuo	45
3.10. Análisis de datos para la muestra agregada	46
3.11. Resultados y conclusiones	46

4. Diseño e Implementación de los experimentos	47
4.1. Instrumentación	47
4.1.1. Pulsera Biomonitor	47
4.1.1.1. Mediciones	49
4.1.1.2. Posición	49
4.1.1.3. Recomendaciones	50
4.1.2. Unidad <i>GSR+</i> de Shimmer	50
4.1.2.1. Mediciones	51
4.1.2.2. Posición de los electrodos	51
4.1.2.3. Recomendaciones	51
4.1.3. Sensor óptico de pulso de Shimmer	52
4.1.3.1. Mediciones	52
4.1.3.2. Conversión de PPG a ritmo cardíaco	54
4.1.3.3. Posición del sensor	54
4.1.3.4. Recomendaciones	54
4.1.4. Unidad <i>Bridge Amplifier+</i> de Shimmer	55
4.1.4.1. Mediciones	56
4.1.4.2. Posición del sensor	56
4.1.4.3. Recomendaciones	56
4.1.5. Oxímetro de pulso	57
4.1.5.1. Mediciones	57
4.1.5.2. Posición	57
4.1.5.3. Recomendaciones	57
4.1.6. Sensor de Contexto	58
4.1.6.1. Mediciones	60
4.1.6.2. Posición	60
4.1.6.3. Recomendaciones	60
4.2. Experimento Validación instrumento Biomonitor	62
4.2.1. Instrumentación	62
4.2.2. Grupo experimental	62
4.2.3. Diseño experimental	63
4.2.3.1. Preparación del experimento	64
4.2.4. Procedimiento experimental	65
4.3. Experimento tareas laborales: Digitación de documentos y Reposición de mer- cadería	66
4.3.1. Instrumentación	66
4.3.2. Grupo experimental	67
4.3.2.1. Digitación	68
4.3.2.2. Reposición	69
4.3.3. Diseño experimental	70
4.3.3.1. Digitación	70
4.3.3.2. Reposición	70
4.3.3.3. Preparación del experimento	70
4.3.4. Procedimiento experimental	71
5. Análisis de datos	73
5.1. Validación instrumento Biomonitor	73

5.1.1.	Definición de observaciones	73
5.1.2.	Procesamiento de datos	73
5.1.3.	Extracción de características	74
5.1.4.	Análisis estadístico	74
5.2.	Tareas laborales	77
5.2.1.	Definición de observaciones	77
5.2.2.	Procesamiento de datos	77
5.2.3.	Extracción de características	80
5.2.3.1.	Digitación	80
5.2.3.2.	Reposición	81
5.2.4.	Minería de datos y análisis estadístico	82
5.2.4.1.	Digitación	82
5.2.4.2.	Reposición	90
6.	Discusión de resultados	99
6.1.	Validación instrumento Biomonitor	99
6.2.	Tareas Laborales	100
6.2.1.	Digitación	100
6.2.2.	Reposición	102
6.2.3.	Exclusión del sensor de contexto	104
7.	Conclusión y trabajo futuro	106
7.1.	Biomonitor	106
7.2.	Fatiga laboral	107
	Bibliografía	111
	Apéndice	119
	A. Grupo experimental para Validación de Biomonitor	119
	B. Grupo experimental tarea de Digitación	120
	C. Grupo experimental tarea de Reposición	121
	D. Protocolo experimento de Validación de Biomonitor	122
	E. Protocolo experimento de Digitación	131
	F. Protocolo experimento de Reposición	139
	G. Instructivo uso aplicación de Digitación	147
	H. Instructivo uso aplicación de Reposición	151
	I. Correlación EDA y p-valor	154
	J. Correlación HR y p-valor.	156

K. Información del sensor de contexto por participante	162
L. Bitácora de modificaciones a Biomonitor	164
M. Mejoras propuestas para Biomonitor	194
N. Prueba de Levene para validación de clustering de Digitación	195
Ñ. Prueba de Kruskal Wallis para validación de clustering de Digitación	197
O. Prueba de Levene para validación de clustering de Reposición	198
P. Prueba de Kruskal Wallis para validación de clustering de Reposición	200