



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Interface de comunicación remota entre un sistema clasificador de ondas cerebrales y un robot móvil

Author: Iván Juárez-Moreno

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 29
Mail: dijuarezm@gmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Universidad Veracruzana

Introducción

- La teleoperación de robots permite al humano alcanzar a lugares de difícil acceso
- Surge la idea de teleoperar robots de una manera mas natural mediante las intenciones de movimiento humanas.
- Se realiza un todo un framework para poder controlar robot móvil a distancia.



Universidad Veracruzana

Justificación

- Es posible teleoperar un robot a distancia de una forma mas natural.
- Se podrían realizar las teleoperaciones para temas de rehabilitación y en zonas donde las condiciones no son ideales para el hombre.



Universidad Veracruzana

Hipótesis

- Es posible teleoperar con intenciones de movimiento para desempeñar un trabajo con un robot móvil.



Universidad Veracruzana

Objetivos

- Objetivo general
 - Optimizar el software clasificador de ondas cerebrales que se desarrolló en la Universidad Veracruzana y desarrollar una interface de comunicación para enlazar una diadema neuronal y un robot móvil.
- Objetivos particulares
 - Solventar la problemática de la conectividad a distancia.
 - Poder realizar la teleoperación de una forma segura, confiable y amigable.



Universidad Veracruzana

Planteamiento del problema

- El propósito es enlazar dos dispositivos de una forma fácil, segura y estable, para poder realizar la teleoperación.
- Este proyecto es de mucho tacto entre el humano y la máquina, dando como resultado un mayor desempeño en las actividades a realizar y una portabilidad para poder controlar robots a distancia.



Universidad Veracruzana

Temas de interés

- Bioseñales
- Aplicaciones de los sistemas BCI (Brain-Computer Interface / Interfaz Cerebro-Computadora)
- Redes de comunicación
 - Internet
 - VPN (Virtual Protocol Network / Red Privada Virtual)
- Teleoperación



Universidad Veracruzana

Diseño del sistema para la teleoperación

- Dispositivos utilizados

- Diadema Emotiv Epoc
- Robot móvil (iRobot)



- Sistema Operativo

- Ubuntu 14.04 Lts
- ROS (Robot Operative System)



ROS

- Software de desarrollo

- Python
- Varias librerías

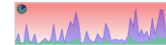
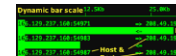




Universidad Veracruzana

Diseño del sistema para la teleoperación

- Herramientas utilizadas
 - OpenVPN
 - EtherAPE
 - IpTop
 - System Monitor (local)

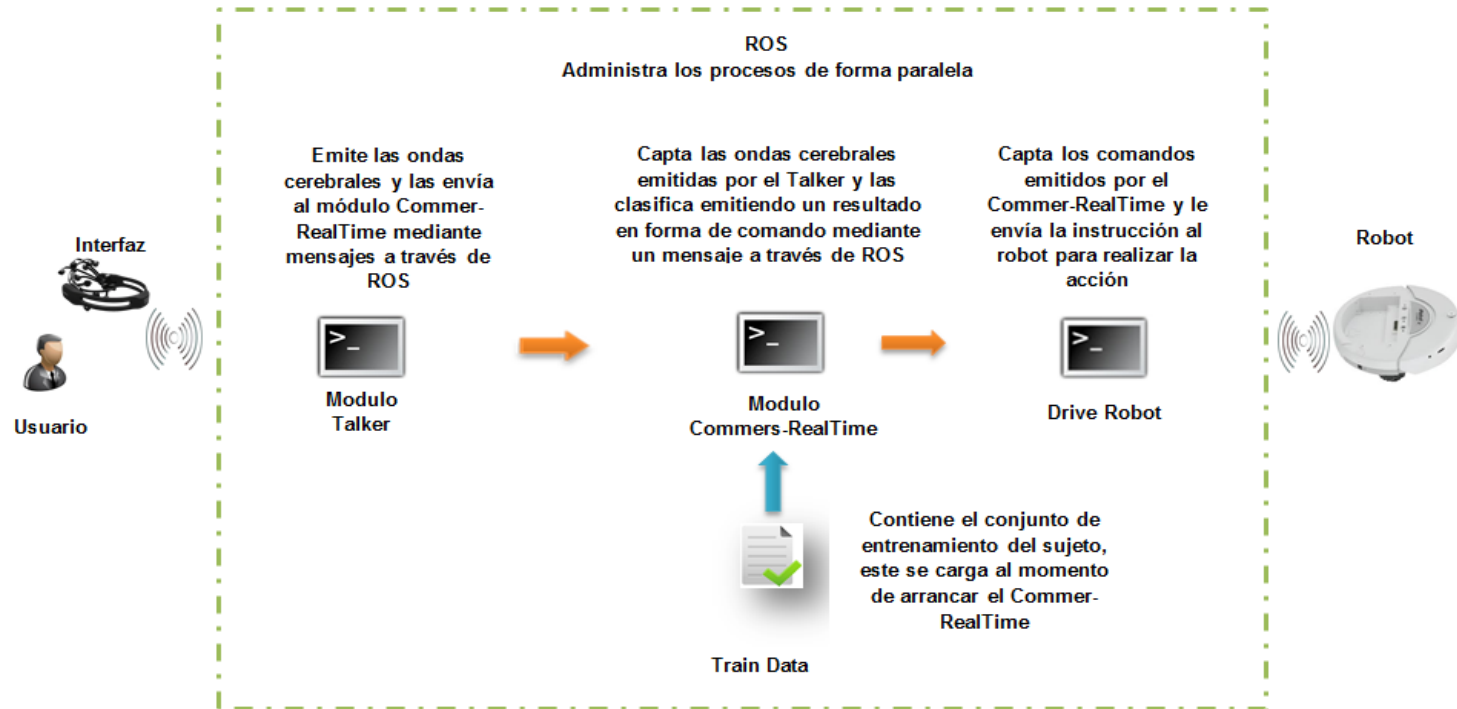




Universidad Veracruzana

Diseño del sistema para la teleoperación

► Framework del sistema

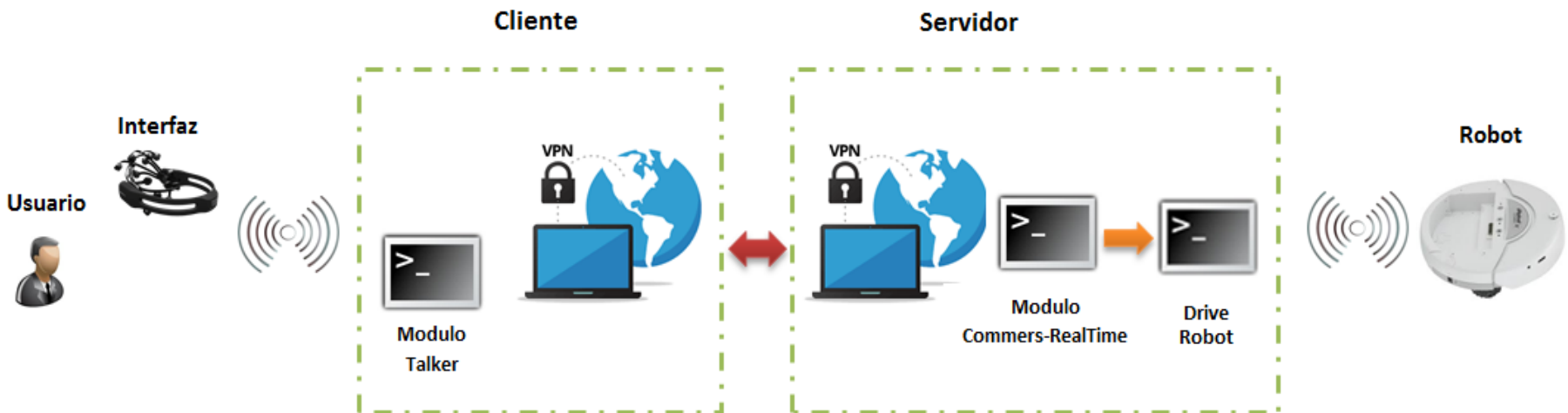




Universidad Veracruzana

Diseño del sistema para la teleoperación

- Framework del proyecto

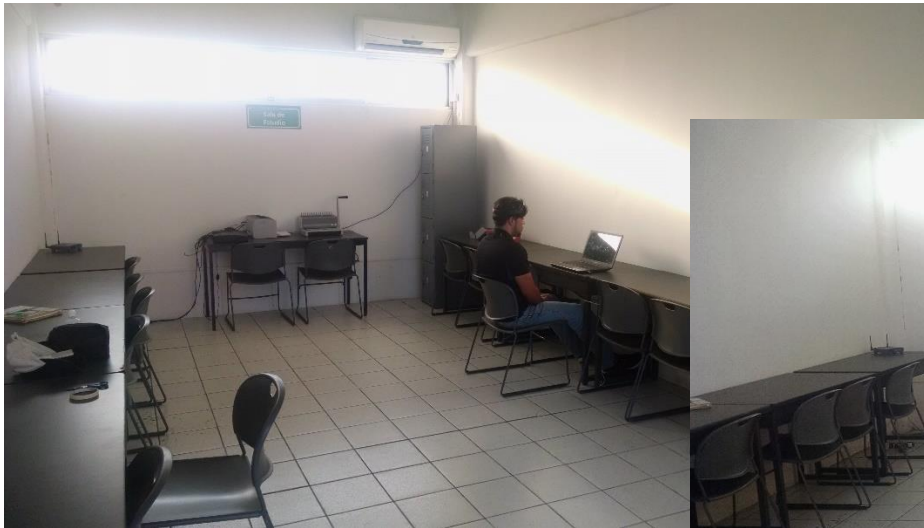




Universidad Veracruzana

Modo de entrenamiento

- El sujeto debe de estar bajo ciertas condiciones





Universidad Veracruzana

Modo de entrenamiento

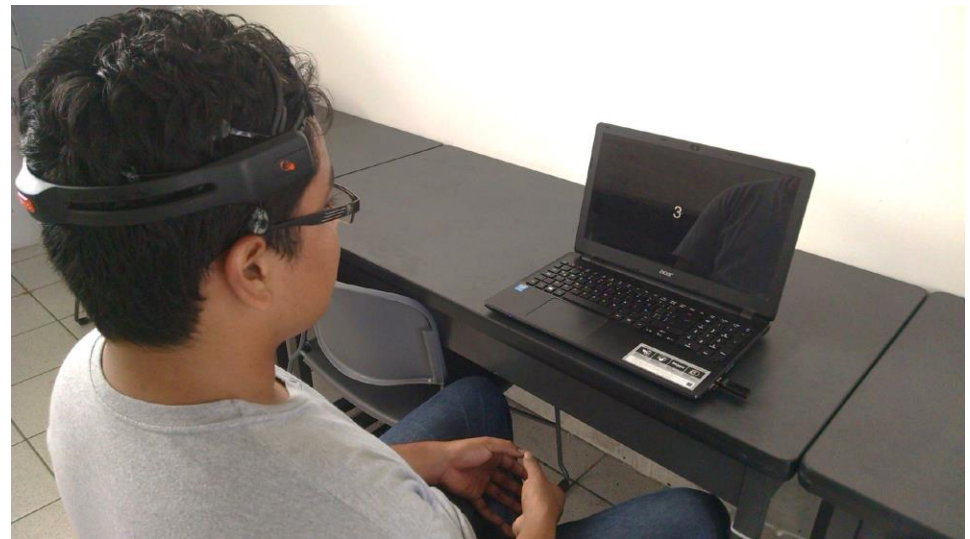




Universidad Veracruzana

Modo de entrenamiento

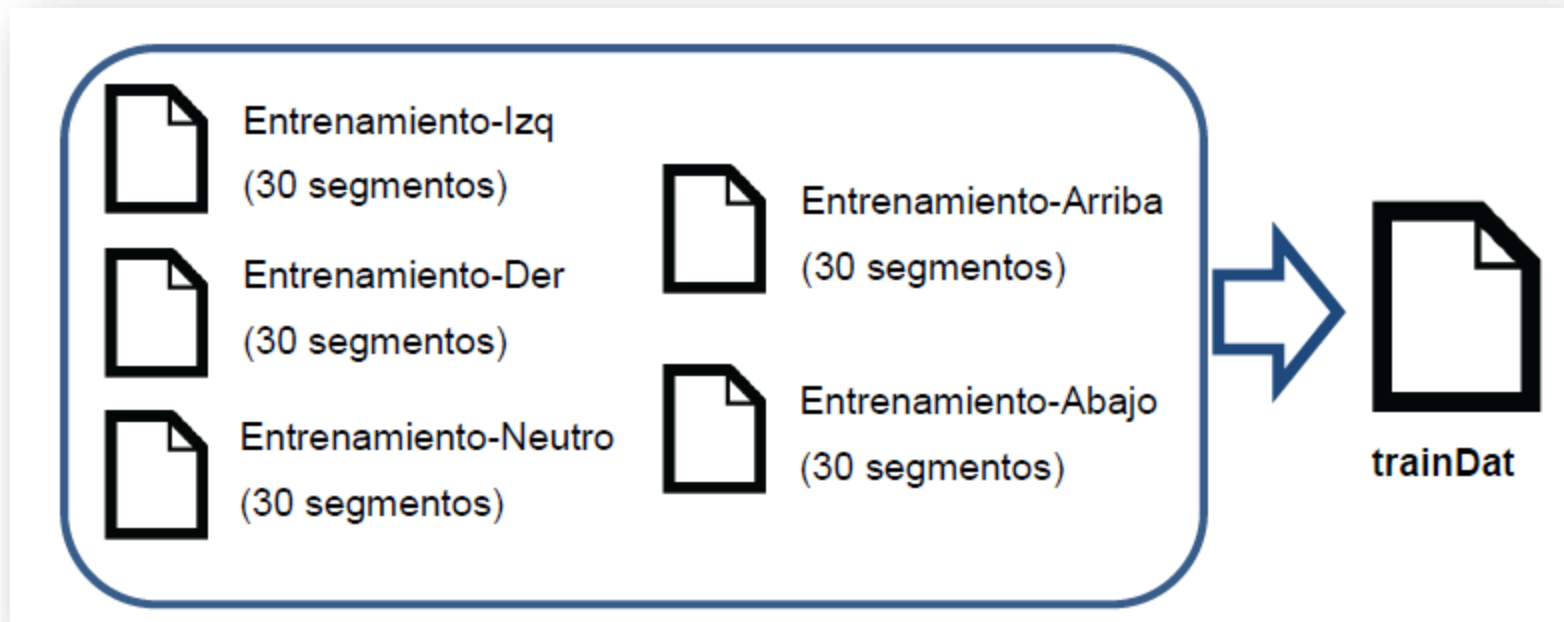
- Adquisición de señales neuronales
- Al sujeto de prueba se le presentan indicaciones





Universidad Veracruzana

Modo de entrenamiento





Universidad Veracruzana

Resultados del entrenamiento

- Resultados del conjunto de entrenamiento

K (vecinos)	Efectividad
3	98.40%
3	97.60%
3	96.80%
3	96.00%



Universidad Veracruzana

Resultados del entrenamiento

- Se trabajo con métodos estadísticos para el análisis de las señales, esto por su primordial ventaja, el tiempo de procesamiento y la evaluación de señales.
- Las características elegidas son la desviación estándar y la media aritmética.
- Para la clasificación se utilizo KNN



Universidad Veracruzana

Resultados del entrenamiento

- Experimentos realizados con dos sujetos de prueba

Sujeto	Pruebas realizadas	Pruebas validas	Pruebas descartadas
A	14	8	6
B	7	5	2
Total de pruebas realizadas	21		
	Total de pruebas validas	13	
		Total de pruebas descartadas por no cumplir con un % de eficiencia ideal	8



Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- 14 entradas → Total de sensores de la diadema
- 5 salidas → Acciones que se pueden realizar
 - 0 → Neutro
 - 1 → Izquierda
 - 2 → Adelante
 - 3 → Atrás
 - 4 → Derecha



Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- Ruido provocado cuando

```
1830 20:18:35 Result ROS -->0
1831 20:18:35 Result ROS -->0
1832 20:18:35 Result ROS -->0
1833 20:18:35 Result ROS -->0
1834 20:18:320:18:35 callback(self,data)
1835 20:18:35 listmp --> [1252.0, 562.0, 159.0, 317.0, 987.0, 1168.0, 564.0, 1134.0, 140.0, 1136.0, 1103.0, -151.0, 695.0, -158.0]
1836 5 Result ROS -->0
1837 20:18:35 Result ROS -->0
1838 20:18:35 Result ROS -->0
1839 20:18:35 Result ROS -->0
```



Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

```

582284 20:21:10 Result ROS -->0
582285 20:21:10 Result ROS -->0
582286 20:21:10 Result ROS -->0
582287 20:21:10 Result ROS --20:21:10 callback(self,data)
582288 20:21:10 listmp --> [988.0, 628.0, 459.0, 591.0, 81.0, 2616.0, 996.0, 2166.0, -542.0, 3563.0, 4269.0, 160.0, 683.0, -66.0]
582289 20:21:10 temp2 --> [822.67901234367896, 117.04049390633716, 302.39239239239261, 131.39296339393009, 483.89570332147239, 91.93139703441129, 153.68306010928961,
582290 20:21:10 newcomer --> [[ 822.67901611 117.04049683 302.59259033 151.59295654
582291 483.89569092 91.93139648 153.68305969 547.09875488
582292 -509.94412231 472.49514771 1300.28869629 467.53866577 547.9833374
582293 435.89584351 1759.19677734 203.07774353 -1421.6394043 676.41119385
582294 2528.82666016 545.91131592 3736.72216797 327.12130737
582295 -504.82550049 92.45399475 688.00604248 7.04229403
582296 -134.73973083 25.80858231]]
582297 20:21:10 dist --> [[ 26147234. 26233396. 26260868. 26266124. 26283944.]]
582298 20:21:10 ret --> 0.0
582299 20:21:10 Result --> 0
582300 20:21:10 neighbours --> [[ 0. 0. 0. 0.]]
582301 20:21:10 End callback
582302 20:21:10 callback(self,data)
582303 20:21:10 listmp --> [969.0, 625.0, 670.0, 563.0, 166.0, 2670.0, 960.0, 2201.0, -585.0, 3516.0, 4244.0, 110.0, 692.0, -68.0]
582304 20:21:10 temp2 --> [822.93827160493822, 117.31748058722378, 305.1165644177793, 153.46474556238658, 484.41104294478527, 92.678660495187358, 153.62295081967213,
582305 20:21:10 newcomer --> [[ 822.93829346 117.31748199 305.11657715 153.4647522 484.41104126
582306 92.67865753 153.62295532 547.05322266 -501.65921021
582307 471.27145386 1300.3972168 469.19189453 548.9944458 436.63867188
582308 1761.38525391 205.94789124 -1414.83740234 677.8324585 2522.63769531
582309 542.46990967 3741.51586914 330.08093262 -504.6756897 92.74778748
582310 687.95153809 6.97598124 -135.0758667 25.57695198]]
582311 20:21:10 dist --> [[ 26113666. 26199452. 26228096. 26234242. 26251948.]]
582312 20:21:10 ret --> 0.0
582313 20:21:10 Result --> 0
582314 20:21:10 neighbours --> [[ 0. 0. 0. 0.]]
582315 20:21:10 End callback
582316 20:21:10 callback(self,data)

```

Vector a clasificar

Vecinos encontrados

Vecinos encontrados



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2016

CIERMMI

"La transición energética en beneficio de México"

Del 19 al 21 de Octubre



Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

```
583569 20:21:10 neighbours --> [[ 0. 4. 4. 0. 4.]]
583570 20:21:10 End callback
583571 20:21:10 callback(self,data)
583572 20:21:10 listmp --> [1041.0, 654.0, 770.0, 744.0, 170.0, 2728.0, 1149.0, 2213.0, -311.0, 2915.0, 4073.0, 254.0, 688.0, -96.0]
583573 20:21:10 temp2 --> [845.09090909090912, 114.91392394899486, 413.00578034682081, 184.29595754271875, 511.79518072289159, 113.38693312406237, 234.49732620320856,
583574 20:21:10 newcomer --> [[ 845.09088135 114.91392517 413.00576782 184.29595947
583575 511.79516602 113.38693237 234.49732971 483.63973999
583576 -390.53805542 474.77151489 1595.2520752 434.0579834 577.03887939
583577 453.59805298 1968.98425293 220.95056152 -768.86364746
583578 436.40994263 2521.77709961 540.05767822 4002.66674805
583579 240.98059082 -433.64706421 148.98817444 688.20001221
583580 [ 6.95631409 -122.44696808 25.43450165]]
583581 20:21:10 dist --> [[ 26700940. 26803722. 26814302. 26821226. 26829064.]]
583582 20:21:10 ret --> 4.0
583583 20:21:10 Result --> 0
583584 20:21:10 neighbours --> [[ 0. 4. 4. 0. 4.]]
583585 20:21:10 End callback
583586 20:21:10 callback(self,data)
583587 20:21:10 listmp --> [993.0, 631.0, 724.0, 618.0, 108.0, 2673.0, 1037.0, 2205.0, -384.0, 2853.0, 4038.0, 178.0, 685.0, -100.0]
583588 20:21:10 temp2 --> [845.67878787878783, 115.41986530758761, 413.78612716763007, 184.9304366434576, 516.01785714285711, 114.51016139223115, 233.40106951871658,
583589 20:21:10 newcomer --> [[ 845.67877197 115.41986847 413.78613281 184.93043518 516.0178833
583590 114.51016235 233.40106201 482.53561401 -388.52716064
583591 476.09338379 1600.78991699 440.94985962 578.85552979 454.7802124
583592 1971.68505859 221.72131348 -757.55303955 426.7845459 2524.
583593 538.92132568 4002.92089844 240.13075256 -425.55072021
583594 155.49151611 688.21209717 6.94898129 -122.47727203
583595 [ 25.40534019]]
583596 20:21:10 dist --> [[ 26709366. 26811688. 26822318. 26830360. 26837018.]]
583597 20:21:10 ret --> 4.0
583598 20:21:10 Result --> 0
583599 20:21:10 neighbours --> [[ 0. 4. 4. 0. 4.]]
583600 20:21:10 End callback
583601 20:21:10 callback(self,data)
```

Vector a clasificar

Vecinos encontrados

Vecinos encontrados

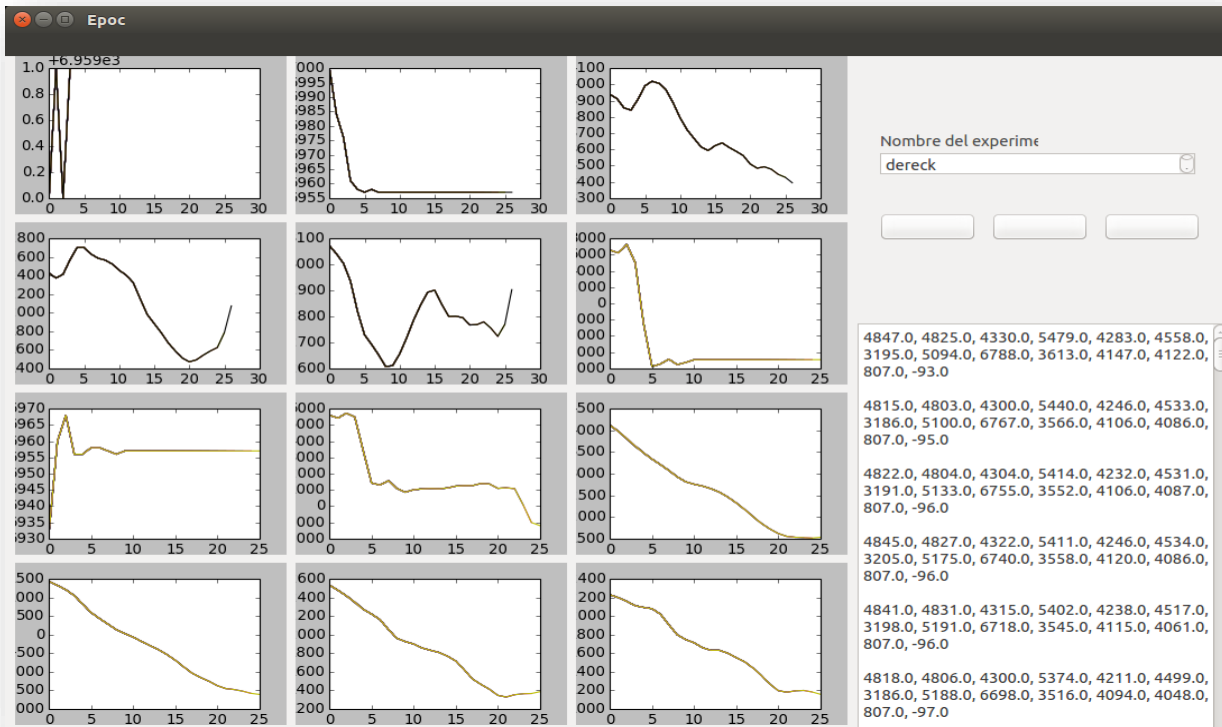




Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- Graficas por sensor





Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

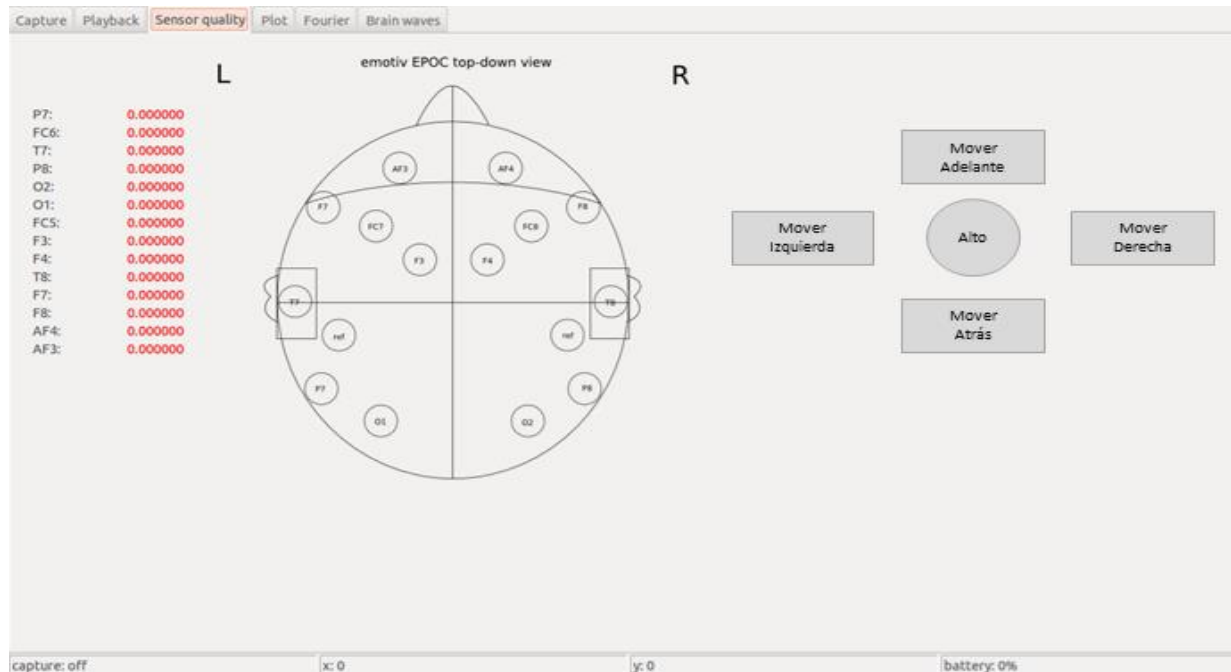




Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- Interfaz grafica





Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- Tiempo promedio para teleoperar el robot móvil en una red local

Tiempo promedio por acción de un conjunto de 60 datos			
Izquierda	Derecha	Arriba	Abajo
1.2475	1.3025	1.2565	1.2565



Universidad Veracruzana

Resultados de teleoperación

- Tiempo promedio para teleoperar el robot móvil en una VPN

Tiempo promedio por acción de un conjunto de 20 datos

Izquierda

1.315



Universidad Veracruzana

Conclusiones

- Se logra comprobar la hipótesis
- Los tiempos entre una red local y una VPN no varían mucho

	Red		Diferencia
	Local	VPN	
Tiempo en segundos	1.08	1.315	0.235



Universidad Veracruzana

Conclusiones

- Ventajas de esta tecnología
 - Esta desarrollada en software libre
 - Los módulos son desacoplables
 - Manipulación de dispositivos electrónicos o robots
 - Solo es cuestión de entrenar al sistema para las acciones requeridas
 - Se puede utilizar en la rama de la medicina o en la industria



Universidad Veracruzana

Conclusiones

- Limitantes
 - Estados de animo
 - Ambiente con distractores
 - Substancias para el cabello



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)