

DIF U₁₀₀ci@

Revista de Difusión Científica

Vol. 6, No.1, mayo-agosto 2012

ISSN 2007-3585

Investigación

**Concatenation point
optimization by principal
component analysis**

Hamurabi Gamboa et al.

**Diseño de controladores
para un sistema
subactuado**

Víctor Manuel Juárez et al

Difusión

**Tecnologías de
comunicación
inalámbrica para la
implementación de
sistemas de salud
personalizados**

Julián Adrián Garibaldi et al

ISSN 2007-3585



PRODUCCIÓN
Universidad Autónoma de Zacatecas

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Gerardo Miramontes de León

D.R. de la Presente Edición

Gerardo Miramontes de León
Universidad Autónoma de Zacatecas
López Velarde 801, Centro
98000 Zacatecas, Zac. México

ISSN 2007-3585

DIFU100ci@ (léase difuciencia) Vol. 6, No.1, mayo-agosto 2012, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas", Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. C.P. 98000. www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm. correo-e:gmiram@ieee.org. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102. Responsable de la última actualización Gerardo Miramontes de León, López Velarde 801, Zona Centro, Zacatecas, Zac. C.P. 98000. Fecha de última modificación 1 de agosto de 2012.

HECHO EN MÉXICO
MADE IN MEXICO

DIRECTORIO

M. en C. Francisco Javier Domínguez Garay Rector
I. Q. Armando Silva Cháirez Secretario General
M. en C. Jesús Octavio Enriquez Rivera Secretario Académico
M. en A Emilio Morales Vera Secretario Administrativo
Dra. Isabel Terán Elizondo Coord. Investigación y Posgrado
Dr. Luis Alejandro Aguilera Galaviz Coord. de Investigación
Dr. Diego Miramontes de León Coord. de Posgrado
Dra. Georgia Aralu González Pérez Coord. Depto. Editorial

CONSEJO EDITORIAL

Leonardo Acho Zuppa, U Politècnica de Catalunya, España
Miguel Andrés, U. de Valencia, España
Pedro Andrés, U. de Valencia, España
Luis Tupak Aguilar, CITEDIPN, México
David H. Covarrubias Rosales, CICESE, México
Ernesto García Domínguez, UAZ México
Mireya Sara García Vázquez CITEDIPN, México
Luis García Santander U. de Concepción, Chile
Geminiano D. Martínez Ponce, CIO, México
Oscar Montiel Ross, CITEDIPN, México
Arturo Moreno Báez, UAZ México
Claudia Sifuentes Gallardo, UAZ México
Carmen Maya Sánchez, CICESE México
Ricardo Chávez Pérez, CICESE México
Roberto Conte Galván, CICESE México
Juan Iván Nieto Hipólito, FIAD-UABC, México
José Antonio Michel Macarty, FIAD-UABC, México

Contenido

Vol. 6, No. 1, mayo-agosto 2012

EDITORIAL

Sexto año

6

En este número se incluye una selección de trabajos presentados en “Vértice” en su edición 2012. Esta selección de trabajos enmarcan el sexto año de edición de DIFU100ci@. Los trabajos incluyen temas de control, control de turbinas de viento para generación de electricidad por energía eólica, y una propuesta de sistema de salud personalizado. Además se incluye un trabajo sobre procesamiento de voz (síntesis) y otro más de computación. Se resalta, en esta editorial, que la mayoría de los trabajos mantienen el estilo y contenido de artículos de investigación, quedando pendiente un mayor número de trabajos dedicados a la “difusión” y a los “tutoriales”.

Concatenation point optimization by principal component analysis

7

por Hamurabi Gamboa-Rosales et al. pp. 7 – 13

En general, los sistemas de síntesis de voz concatenativa proporcionan una calidad de síntesis considerable ya que los criterios de los métodos para la selección de la unidad han sido optimizados. Sin embargo, el nivel de calidad de síntesis depende de la posición adecuada de todos los puntos de concatenación de unidades acústicas que tienen que ser concatenados. La posición de los puntos de concatenación en gran medida determina el grado de desajuste y de la percepción humana de la distorsión en una forma de onda sintetizada. Por lo tanto, se presenta un algoritmo de optimización del punto de concatenación (CPO) basado en el Análisis de Componentes Principales (PCA) que establece una concatenación de punto óptimo entre dos unidades acústicas que coincidan en un inventario dado y reduce la percepción humana de la distorsión en los sistemas de síntesis de texto a voz (TTS). Las evaluaciones experimentales caracterizan el comportamiento del método de optimización de punto de concatenación propuesto y destaca su viabilidad.

INVESTIGACIÓN

Diseño de controladores para un sistema subactuado 14

por Victor Manuel Juárez Luna et al., pp. 14 – 17

En este trabajo se muestra los pasos necesarios para diseñar controladores empleando técnicas de estructura variable, específicamente modos deslizantes. Esta técnica se caracteriza por el uso de la función signo. Existen complicaciones (chattering) debido a la naturaleza de la función signo (frecuencia y amplitud), propuestas son presentadas y avaladas por la aplicación en un sistema subactuado. Se presentan simulaciones e implementaciones del trabajo realizado.

Control robusto por modos deslizantes de turbinas de viento de velocidad variable para optimización de potencia 18

por Jován O. Mérida, Luis T. Aguilar, pp. 18 – 24

En este trabajo se presenta una estrategia de control por modos deslizantes, para resolver el problema de generación de potencia para sistemas de turbinas de velocidad variable. El objetivo de control es seguir el perfil de la velocidad del viento para operar la turbina de viento en máxima extracción de potencia mientras se reducen las cargas mecánicas. Las propiedades del controlador propuesto son robustez ante incertidumbres paramétricas, perturbaciones externas y dinámicas no modeladas, además de alcanzabilidad en tiempo finito. A fin de validar el modelo matemático y evaluar el funcionamiento del controlador propuesto en presencia de perturbaciones, se utilizó Matlab-Simulink. Los resultados muestran mejor adquisición de potencia y reducción de cargas en comparación con los controladores existentes.

Tecnologías de comunicación inalámbrica para la implementación de sistemas de salud personalizados 25

por Julián Adrián Garibaldi, Mabel Vázquez, pp. 25 – 28

Sistemas de Salud Personalizados (SSP), son sistemas que ofrecen herramientas para impulsar cambios en el comportamiento del usuario, como horarios de medicación, dietas, ejercicios, etc. Estos SSP pueden ser fijos o móviles según el tipo de dispositivos que utilicen. Cuando un SSP utiliza dispositivos móviles, se considera parte de la tecnología de salud móvil. En este artículo definimos este tipo de sistemas como sistemas de salud móvil personalizados (SSMP). Las tecnologías de comunicación inalámbrica (TCI), son el medio por el cual se realiza la comunicación recíproca entre elementos físicos y dispositivos móviles; en este proyecto de investigación, se investigarán las TCI implementadas en los SSMP: Bluetooth, IEEE 802.15.4 y Near Field Communication (NFC), que aportarán resultados de pruebas sobre las comparaciones entre estas tecnologías. Dichas pruebas se basarán en prototipos diseñados para personas con enfermedades cardiovasculares y diabetes, por ser estas enfermedades causantes de millones de muertes alrededor del mundo.

Comprender el aspecto antropométrico real para jugar Rugby siete un nuevo deporte Olímpico 29

por Alberto Ochoa et al., pp. 29 – 33

En este trabajo se describen las características de rendimiento antropométricas y físicas de una muestra de posibles jugadores de rugby siete en Ciudad Juárez y resalta las diferencias entre las diversas categorías de posición de los jugadores dentro de los diferentes “forwards” y “backs”.

DIFUSIÓN

Sexto año

COMENZAMOS el sexto año de edición de DIFU100ci@ y lo hacemos con el gran placer de contar con la colaboración de varias instituciones, entre las que encontramos a la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto Politécnico Nacional, a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, y la Universidad Autónoma de Zacatecas, entre otras. En este número, se incluye de manera especial una selección de trabajos presentados en “Vértice”, un evento organizado por la UABC en Ensenada. Dicho evento representa un foro para la presentación de avances y resultados de proyectos de investigación de jóvenes investigadores, siendo algunos de ellos estudiantes de posgrado (maestría y doctorado). Durante estos años, hemos recibido el apoyo de colegas de reconocidas instituciones de investigación y de educación superior, tanto nacionales como internacionales. Como lo manifestamos desde el inicio de este proyecto, la colaboración interinstitucional es importante no sólo para mantener la edición de la revista, si no para estrechar lazos de colaboración académica, la cual debe ser cada vez más amplia y audaz. Desde el número anterior, nos vimos favorecidos al ampliar el Consejo Editorial y esperamos que de igual manera se amplíe la presentación de trabajos de un mayor número de instituciones.

Cabe resaltar que en la propuesta de una revista de difusión se trata de llenar un hueco entre las revistas dirigidas sólo a un lector altamente especializado y entre aquellas que se dirigen a un público en general. El formato en sí, está diseñado con ese propósito, aunque hay que reconocer que la mayoría de los trabajos mantienen el estilo, presentación y contenido de un artículo de investigación. Nos falta cubrir pues, con más atención, las otras dos secciones de las que consta la revista, es decir, los artículos de **difusión** y los **tutoriales**. De estos últimos, sólo se cuenta con uno (DIFU100ci@ Vol. 2 No. 2) que, por cierto, corresponde a la brillante aportación del Dr. Denis Gingras de la Universidad de Sherbrooke de Québec (Canadá).

Aprovecho la oportunidad para agradecer a quienes con su trabajo han contribuido en cada número y a quienes amablemente han aceptado formar parte del Consejo Editorial. Una mención especial a Georgia A. González del Depto. Editorial, quien desde el inicio de este proyecto nos ha brindado su apoyo en el registro ante INDAUTOR y con su entusiasmo nos ha animado a continuar.

Esperamos que el inicio del este sexto año nos abra el camino para ir cumpliendo los objetivos inicialmente planteados. Se agradecen de antemano las sugerencias para lograrlo.

© agosto 2012 G. Miramontes

correo-e: gmiram2002@yahoo.com

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación.

EDITOR EN JEFE

Gerardo Miramontes de León
U. Autónoma de Zacatecas

CONSEJO EDITORIAL

FUNDADOR

[Leonardo Acho Zuppa](#)

U Politècnica de Catalunya
España

[Miguel Ándres](#)

U. de Valencia, España

[Pedro Ándres](#)

U. de Valencia, España

[Luis Tupak Aguilar](#)

CITEDI-IPN, México

[David H. Covarrubias Rosales](#)

CICESE, México

[Ernesto García Domínguez](#)

U. Autónoma de Zacatecas

[Mireya Sara García Vázquez](#)

CITEDI-IPN, México

[Luis García Santander](#)

U. de Concepción, Chile

[Geminiano D. Martínez Ponce](#)

CIO, México

[Oscar Montiel](#)

CITEDI-IPN, México

[Claudia Sifuentes Gallardo](#)

U. Autónoma de Zacatecas

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Se permite la reproducción total o parcial de los contenidos siempre y cuando se cite la fuente, y en los términos de la Ley Federal de Derechos de Autor y, en su caso, de los tratados internacionales aplicables.

Concatenation point optimization by principal component analysis

Hamurabi Gamboa-Rosales, Roberto Olivera-Reyna, Salvador Ibarra-Delgado
Osvaldo Vite-Chávez, Reynel Olivera-Reyna, José Ismael De La Rosa-Vargas

Optimización de puntos de concatenación por análisis de componentes principales

Recibido: mayo 12, 2012

Aceptado: junio 2, 2012

Palabras clave: síntesis de voz; selección de la unidad; concatenación de punto; concatenación de segmento; percepción de discontinuidad.

Abstract:

Generally, concatenative speech synthesis systems provide a considerable synthesis quality since the criteria for unit selection methods have been optimized. However, the level of synthesis quality depends on the adequate position of the concatenation points of all acoustic units that have to be concatenated. The position of the concatenation points heavily determines the grade of mismatch and distortion human perception in a synthesized waveform. Therefore, we present a concatenation point optimization (CPO) algorithm based on Principal Component Analysis (PCA) that establishes an optimal concatenation point between any two matching acoustic units in a given inventory and reduces the distort human perception in Text-To-Speech Synthesis (TTS) Systems. The algorithm extracts data frames referring to a concatenation point and transforms them, using PCA, into a particularly framework, preserving the relevant properties

of the waveform. Afterwards, we determined the optimal concatenation point by a task optimization. Experimental evaluations characterize the behavior of the proposed concatenation point optimization method and emphasizes its viability.

Keywords: speech synthesis; unit selection; concatenation point; segment concatenation; discontinuity perception



ONCATENATIVE speech synthesis has been used on TTS systems over the last years [1]. By this approach, the acoustic units of the inventory cover a big variety of phonetic and prosodic language features. Consequently, the unit selection extracts the best unit sequence from the entire inventory to synthesize an input text by minimizing the mismatches and distortions of the concatenated acoustic units. In most of the cases, the units searched by the unit selection are extracted from different phonetic contexts and present discontinuities in spectral shape as well as phase mismatches at concatenation boundaries. Additionally, the extracted units typically consist of variable-length phoneme, diphone or triphone sequences, which produce a larger number of concatenation points in a synthesized waveform. Because such discontinuities and mismatches deteriorate significantly the speech synthesis quality by the concatenation of acoustic units, the development of an optimal concatenation approach has become a hard task in speech synthesis[1]. Normally, distortion human perception of the join between acoustic units is

estimated in unit selection process by calculating the concatenation cost. This is calculated as the weighted sum of n concatenation sub-costs such as FFT-Spectrum, LPC-coefficients, linear spectral frequencies (LSF) coefficients, frequency cepstral coefficients (MFCC), or multiple centroid analysis (MCA) [4].

Concatenation algorithms still
calculate a general
concatenation point instead of
finding an optimal concatenation
point

However, they all are derived from Fourier signal analysis, and each distortion is related more or less significantly to the discontinuity measure at the spectral area between the fixed concatenation points of acoustic units [2]. The appropriated set up of the concatenation points produces a higher speech synthesis quality avoiding the appearance of artifacts between the concatenated units in a synthesized waveform. However, concatenation algorithms still calculate a general concatenation point instead of finding an optimal concatenation point for a given set of acoustic units. Therefore, we propose a methodical algorithm to obtain the optimal concatenation point between a set of candidate acoustic units via PCA and so to make the likelihood of a bad concatenation effectively small. PCA gives an alternative feature data extraction and provides a new analysis construction to characterize the acoustic mismatch between two units. Because PCA transform the feature data in a framework that contains the relevant properties in the concatenation area, the resulting CPO is more explicit when it comes to compare a set of concatenation candidate units against each other. We refer to this (off-line) concatenation point optimization for unit selection. In the following section this paper provides a general description of the PCA framework and feature data extraction. Then, we analyze in more detail the PCA modal decomposition and its principal characteristics for the CPO, and we give an overview on the CPO method. Finally, the experimental analyses are reported concerning the concatenation point estimation in a TTS-System.

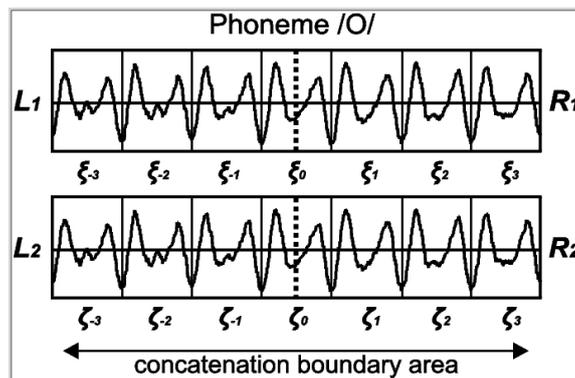


Figura 1. Centered Pitch Period Notation ($K = 3$).

PCA FRAMEWORK

Firstly, we consider a diphone style concatenative-based TTS-System. It means that all matching diphones starting or ending within the phoneme /O/ are collected among the set of recorded utterances in a given inventory. So, we can concentrate on finding the acoustic units and their optimal concatenation points within /O/ that reduce the mismatch and distortion when they are concatenated. In Fig. 1 two such acoustic units are shown, denoted by $L_1 - R_1$ and $L_2 - R_2$, where L_1 represents the first-half and R_1 shows the contiguous second half of the left-hand side diphone, and L_2 illustrates the first-half and R_2 shows the contiguous second half of the right-hand diphone [1]. So, we focused on finding the optimal concatenation point between L_1 and R_2 , whose unit is not available in the inventory.

Let $\xi_{-K+1}, \dots, \xi_0, \dots, \xi_{K-1}$ and $\zeta_{-K+1}, \dots, \zeta_0, \dots, \zeta_{K-1}$ denote the $2K - 1$ centered pitch periods associated with the concatenation area of $L_1 - R_1$ and $L_2 - R_2$ respectively as it is proposed by [3]. Additionally, the interior boundaries between $L_1 - R_1$ and $L_2 - R_2$ fall exactly in the middle of ξ_0 and ζ_0 as it is shown in Fig. 1. The pitch marking for the units is obtained for the voice and voiceless speech units via [5]. Consider that there are M_1 units, like $L_1 - R_1$, and M_2 units, like $L_2 - R_2$, with a concatenation point within /O/ in the entire unit inventory. Additionally, the centered pitch periods are estimated for everyone of these units with the methods mentioned above. This implies the search for an optimal concatenation point across the $(2K - 1)(M_1 \times M_2)$ centered pitch periods, assuming $M_1 \times M_2 = M$ concatenation combinations and N as the maximum possible number of samples between the pitch periods per unit. Also, sym-

metrical zero-pad is applied if it is necessary, as well as appropriate windowing for all centered pitch periods N . The result is a $((2K - 1)M \times N)$ matrix X with the elements $x_{i,j}$, where x_i represents the centered pitch periods and the x_j column represents the slice of time samples [6]. Further, we transform the data input matrix X by performing PCA [7]. PCA decomposes a data set of mixed signals into a data set of uncorrelated signals. In terms of moments, this implies that PCA finds a matrix that transforms the input data $X(x_1^1, x_2^2, \dots, x_{(2K-1)M}^N)$ with a probability density function (*pdf*) $p(x_1^1, x_2^2, \dots, x_{(2K-1)M}^N)$ into a set of uncorrelated signals $Y(y_1^1, y_2^2, \dots, y_{(2K-1)M}^N)$ as it is showed in equation (1).

$$Y = A(X - \mu_x) \quad (1)$$

We propose a methodical
algorithm to obtain the optimal
concatenation point between a
set of candidate acoustic units
via PCA

Let μ_x be the mean of the population input matrix X and matrix A consist of the eigenvectors of the covariance matrix of the input matrix X as it is shown in the rows of the matrix A_T in Fig. 2. Mean subtraction is an integral part of the solution towards finding a principal component basis, which minimizes the mean square error of data approximation. Afterwards, it is possible to reconstruct the input matrix X by using Y and the orthogonal property $A^T = A^{-1}$:

$$X = A^T(Y + \mu_x) \quad (2)$$

where A is the $(2K - 1)M \times (2K - 1)M$ orthogonal basis for the PCA space L spanned by the $(2K - 1)M$ -dimensional a_i 's. Y can be seen as the coordinates in the orthogonal base. The input matrix X is projected on the coordinate axes defined by the orthogonal basis. In this form the input matrix X (which contains all candidate units) is represented by a linear combination of the orthogonal basis vectors for the space L with the dimension $(2K - 1)M$. This can be described as a rank- M decomposition, which defines a mapping between the set of centered pitch periods and the set of $(2K - 1)M$ -dimensional feature vectors $\tilde{a}_i = a_i(Y + \mu_x)$.

The proposed feature extraction methodology gives a global overview of the component vectors that are interacting directly at the concatenation area for the phoneme /O/ as it is illustrated in Fig. 2. In fact, the CPO of the candidate feature vector units is determined by the overall features observed in the pitch periods within the PCA framework, in contrary to an analysis restricted to a specific instance or frequency domain. Therefore, the join of two vectors a_{ξ} and a_{ζ} in a new feature space (PCA transformation) can reflect a high degree of similarity, and thus potentially a degree of mismatch and distortion could be also estimated.

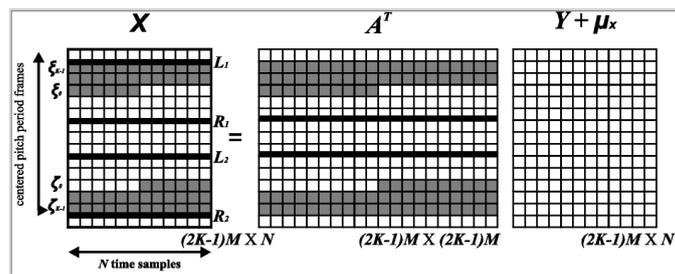


Figura 2. PCA Representation of the Input Matrix X .

CONCATENATION POINT ANALYSIS

Concatenation point optimization must be carried out over all M possible concatenation boundaries between the $L_1 - R_1$ and $L_2 - R_2$ unit candidates. CPO must search the concatenation points across the concatenation boundary areas of all combinations of $L_1 - R_2$ units so that the M concatenations present minimal distortion when they are concatenated. Afterwards, the units that present the minimum distortion at the optimized concatenation point are selected. To achieve this task, the possible concatenation points from the units have to be represented in the space L . The PCA transformation comprises the vector a_{ξ_k} and a_{ζ_k} , which represent the centered pitch periods of ξ_k and ζ_k for $-K + 1 \leq k \leq K - 1$. Consider now the candidate concatenation between $L_1 - R_2$ as it is shown in the shaded area in Fig. 2. This concatenation point can be described as $\xi_{-K+1}, \dots, \xi_1, \phi_0, \zeta_1, \dots, \zeta_{K-1}$, where ϕ_0 illustrates the concatenated centered period. It is composed by the left half of ξ_0 and the right half of ζ_0 and can be represented in the space L of the PCA transformation of the feature input data matrix X as followed:

$$\tilde{a}_{\xi_{-K+1}}, \dots, \tilde{a}_{\xi_1}, \tilde{a}_{\phi_0}, \tilde{a}_{\zeta_1}, \dots, \tilde{a}_{\zeta_{K-1}} \quad (3)$$

where \tilde{a}_{ξ} represent the left half side of the unit L_1 in the matrix A and \tilde{a}_{ζ_1} represents the right side of the unit R_2 in the matrix A . However, \tilde{a}_{ϕ_0} does not have a representation in the input matrix X . It can be calculated by computing ϕ_0 as an additional row of the input feature matrix X as it is shown in the following formula (4):

$$\phi_0 = a_{\phi_0}R = \tilde{a}_{\phi_0} \quad (4)$$

where the $(2K - 1)M$ -dimensional vector a_{ϕ_0} is introduced as an additional row in the matrix A , and R is the operation corresponding to $Y + \mu_x$. So, the concatenation vector $\tilde{a}_{\phi_0} = a_{\phi_0}R$ represents the ϕ_0 in the space L . Once the \tilde{a}_{ϕ_0} is estimated, the mismatch and distortion of the units to be concatenated is measured as a cumulative closeness difference between the vectors composing the two units segments \tilde{a}_{ξ_1} and \tilde{a}_{ζ_1} . It is achieved with the help of the closeness measure between two individual vectors as it is proposed by [3],[6]:

$$s(\tilde{a}_k, \tilde{a}_l) = \cos(a_kR, a_lR) = \frac{a_kRR^T a_l^T}{\|a_kR\| \|a_lR\|} \quad (5)$$

where $1 \leq k, l \leq (2K - 1)M$. Taking the shorthand notation from [6] results in:

$$\tilde{s}(a_{\alpha_{-k}}, a_{\alpha_0}, a_{\alpha_k}) = \frac{s(\tilde{a}_{\alpha_{-k}}, \tilde{a}_{\alpha_0}) + s(\tilde{a}_{\alpha_0}, \tilde{a}_{\alpha_k})}{2} \quad (6)$$

Finally, the average similarity between the boundary vectors of two concatenated units can be described as followed [6]:

$$d(V_1, V_2) = \sum_{k=1}^{K-1} 2\tilde{s}(a_{\xi_k}, a_{\phi_0}, a_{\zeta_k}) - \quad (7)$$

$$\tilde{s}(a_{\xi_k}, a_{\xi_0}, a_{\xi_{-k}}) - \tilde{s}(a_{\zeta_{-k}}, a_{\zeta_0}, a_{\zeta_k})$$

This dissimilarity estimation corresponds to the measure of the trajectory difference before and after concatenation across the entire concatenation boundary area. It can be tested, when the difference measure between two contiguous units in the database is calculated, i.e. the ξ 's are equal to ζ 's. It means that $\phi_0 = \xi_0 = \zeta_0$ and $d(V_1, V_2) = 0$ if, and

only if, $L_1 = R_2$. The closer the difference measure is to zero, the more adequate the concatenation point is between two specific units.

CONCATENATION POINT OPTIMIZATION

Once the PCA framework for the CPO is specified, the following step is to develop a procedure to find out the concatenation point and the corresponding units that present the least distortion when they are concatenated. The idea is to compute the accumulative $d(V_1, V_2)$ distance focusing on every possible concatenation point in the area $[-K, K]$, using the space L , which is associated to the concatenation area as it is shown in the flowchart of Fig 3.

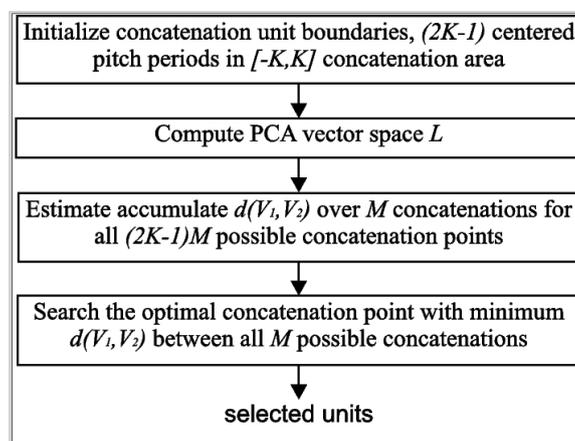


Figura 3. Concatenation Point Optimization.

Firstly, the initialization step establishes the centered pitch period data frames $2K - 1$ in the concatenation area of $[-K, K]$. Then, we derive the centered pitch period data frames into the space L by utilizing PCA. The outcome provides $(2K - 1)M$ feature vectors in the space L , with the same number of potential concatenation points. Afterwards, we compute the accumulative discontinuity associated to every concatenation point for all M candidate concatenations. Finally, the concatenation point and the corresponding units that present the minimum accumulative discontinuity are selected for unit selection process. Therefore, we resume the PCA framework and CPO procedures. Both procedures are depicted in detail in Fig. 4. The centered pitch period data frames of the units are extracted from the concatenation boundary areas of the units. Then they

are derived into a L space by using PCA. Afterwards, the concatenation point with the least accumulative discontinuity $d(V_1, V_2)$ is selected between all possible concatenations. This point represents the optimal concatenation point (off-line) for unit selection.

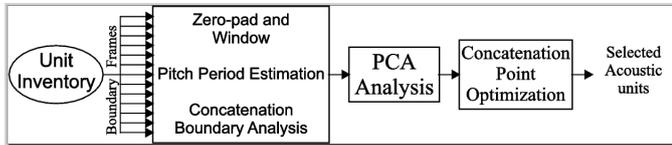


Figura 4. PCA Framework and CPO Procedures.

EXPERIMENTAL RESULTS

Syrdal mentioned that a reliably higher discontinuity-detection rate is observed in diphthongs than in monophthong vowels [10], [9]. Therefore, we focused on the analysis of the concatenation mismatch of the proposed CPO method by synthesizing the English diphthongs /eI/, /OU/, /aI/, /aU/, and /OI/. Dress TTS system and the “TC-STAR” English speech database were used to synthesize the mentioned diphthongs [8]. The synthesis of the diphthongs was achieved by joining two diphones resulting in a specific diphthong inside a word, when they are concatenated. Firstly, we extracted all the units with the left or right boundary falling in the middle of the corresponding phoneme of the diphthongs from the entire inventory. There were a total of 2902 instances for /eI/, 2094 instances for /OU/, 3373 instances for /aI/, 1496 instances for /aU/, and 644 units for /OI/. Additionally, we extracted $K = 5$ pitch periods on the left and right side of the the concatenation boundary, giving $2K - 1 = 9$ centered pitch periods. Afterwards, we followed the procedure described in the previous sections for the concatenation point optimization by synthesizing the diphthong /eI/ inside of the word “same”. There-with, we obtained an input data matrix X of a size of (645×128) , which is composed of 28 and 47 units for the left and right sides of all possible concatenation combinations, respectively. Then, we applied the concatenation point optimization for the diphthong /OU/ inside the word “hope”. So, an input data matrix X (1199×128) with 36 and 96 units for the left and right sides was obtained. The concatenation point optimization for the diphthong /aI/ inside

the word “Kite” delivers an input data matrix X $(3553 \times 128X)$ with 45 and 372 units for the left and right sides. In the same form, the concatenation point optimization for the diphthong /aU/ inside the word “house” delivers an input data matrix X (1296×128) , which is integrated for 83 and 61 units for the left and right sides of the possible concatenation combinations respectively. Finally, we obtained a input data matrix X for the diphthong /OI/ inside the word “join” of a size of (144×128) , which is integrated for 5 and 11 units for the left and right side. In Fig. 5 the concatenation point optimization for the word “join” containing the diphthong /OI/ is shown. We can observe the speech signal,

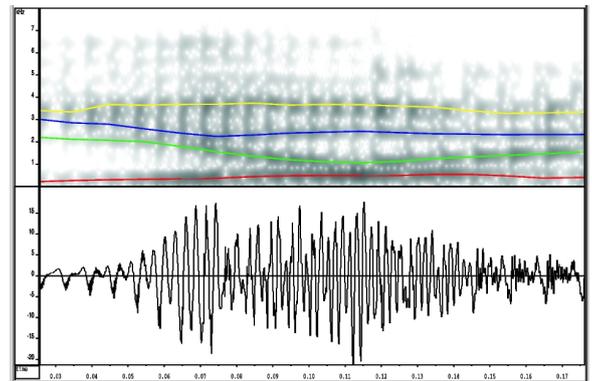


Figura 5. COP for the Diphthong /OI/, word: join.

spectrogram, and the formants frequencies of the synthesized word “join” in Fig. 5. We notice any spectral discontinuities and any relevant formant discontinuities in the concatenation area of the diphthong /OI/ in the synthesized speech signal. Additionally, any concatenation distortion is perceived by listening this word. Concatenation point optimization for the word “house” containing the diphthong /aU/ is shown in Fig. 6. In the same way, we can see any significantly spectral discontinuities and any important formant discontinuities in the concatenation area of the diphthong /aU/ in Figure 6. Concatenation distortions are almost unperceived by listening this word. Concatenation point optimization for the word “same” containing the diphthong /eI/ is shown in Fig. 7. Any significant spectral discontinuities and any formant discontinuities in the concatenation area of the diphthong /eI/ appear in Fig. 7. Additionally, any concatenation distortion is perceived by listening this word.

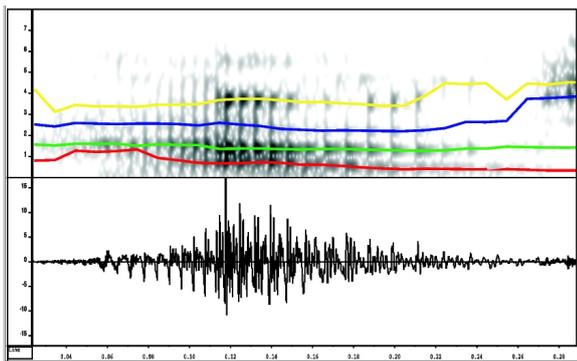


Figura 6. CPO for the Diphthong /aU/, word: house.

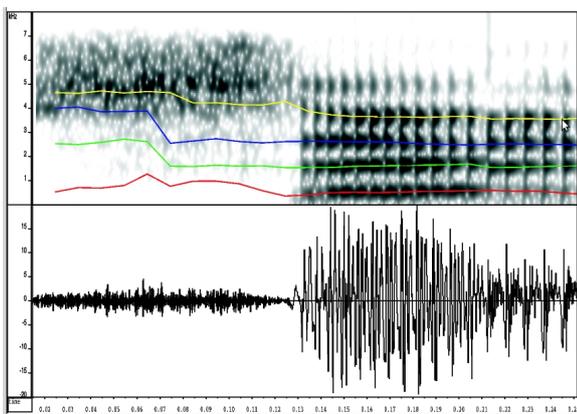


Figura 7. CPO for the Diphthong /eI/, word: same.

CONCLUSIONS

We have introduced the concatenation point optimization for unit selection process in concatenative-based speech synthesis via PCA. This optimization avoids the post-processing (smoothing) of the synthesized speech signal, because this method estimates the best concatenation point between speech units avoiding possible mismatches and distortions. The CPO is derived from the modal decomposition (PCA) of data vectors collected across the entire boundary concatenation area. CPO bases its function on PCA feature analysis. It preserves those properties of the acoustic units that are important to consider in the concatenation point optimization. Around a given concatenation boundary region, the pitch periods are extracted from all possible candidate units and they are mapped onto a PCA feature space. Then, each concatenation combination is calculated in terms of the distance measure exposed by [3]. Finally, the concatenation

point with the least accumulative discontinuity is selected between all possible concatenations. This point represents the optimal concatenation point between a set of speech units for unit selection. The proposed method was evaluated by analyzing the contiguity of the synthesized speech signal by using the spectrogram as it is shown in Fig. 5, 6, and 7. The analysis of everyone of the synthesized diphthongs depicted any relevant spectral discontinuities and any important formant discontinuities in the concatenation area of the synthesized speech signal. Therefore, we conclude that the CPO can be considered as an optimal training method to determine the concatenation point between a set of speech units for the unit selection process.

Bibliografía

- [1] Hunt, A.J. and Black, A.W., “Unit selection in a concatenative speech synthesis using a large speech database”, in Proc. ICASSP, pp. 373-376, 1996.
- [2] Vepa, J., King, S. and Taylor, P., “Objective distance measures for spectral discontinuities in concatenative speech synthesis”, In ICSLP, Denver, USA, 2002.
- [3] Bellegarda, J. R., “A Novel Discontinuity Metric for Unit Selection Text-to-speech Synthesis”, in Proc. 5th ISAC Speech Synth. Workshop, Pittsburg, PA, pp. 13338, June 2004.
- [4] Corwe, A. and Jack, MA., “Globally optimizing formant tracker using generalized centroids”, Electronic Letters, Vol 23, No. 19, pp 1019-1020 Beijing, China, 1987.
- [5] Hussein, H. and Jokisch, O., “Hybrid electroglottograph and speech signal based algorithm for pitch marking”, In INTERSPEECH-2007, pp. 1653-1656.
- [6] Bellegarda, J.R., “LSM-Based Boundary Training for Concatenative Speech Synthesis”, in Proc. ICASSP, Toulouse, France, May 2006.
- [7] Jolliffe, I.T., “Principal Component Analysis”, Springer-Verlag New-York, 1986. Survey, PCA.
- [8] Gamboa Rosales, H. and Jokisch, O., “Korpus-Dress1 - Korpusbasierte Konkatentative Sprachsynthesysteme”, In Proc 18. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Cottbus, Germany, pp. 115-122, 2007.

- [9] Gamboa Rosales, H., Jokisch, O. and Hoffmann, R., “Spectral distance costs for multilingual unit selection in speech synthesis”, In Proc. SPECOM’2006, St. Petersburg, Russia, pp. 270-273,2006.
- [10] Syrdal, A.K., “Phonetic effects on listener detection of vowel concatenation”, in Proc. Eurospeech, Aalborg, Denmark, 2001.

Acerca del autor o autores

Hamurabi Gamboa Rosales es ingeniero en Comunicaciones y Electrónica egresado de la Universidad Autónoma de Guadalajara en el año 2000. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica en el área de Procesamiento Digital de Señales (PDS) en 2003 por parte de la Universidad de Guanajuato. Posteriormente, obtiene el grado de Doctor en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica en el área de Procesamiento de Señales en 2010, en el Institute of Acoustics and Speech Communication de la Universidad Tecnológica de Dresde, Alemania. Se incorporó a la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) en agosto de 2003, como profesor-investigador de tiempo completo adscrito a la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Actualmente es miembro del SNI como Candidato de 2012 a 2014. Trabajó recientemente en la industria Europea con permiso de la UAZ en voiceINTERconnect GmbH Dresden, Sajonia, Alemania y en Nuance Communications International, Merelbeke, Flandes, Bélgica.

Diseño de controladores para un sistema subactuado

Victor Manuel Juárez Luna, Julián Israel Aguilar Duque, Jesús Salinas Coronado

Controllers design for an under-actuated system

Recibido: junio 1, 2012
Aceptado: julio 21, 2012

Palabras clave: Controlador; modos deslizantes; chattering; subactuado; sistema.

Abstract:

In this paper are shown the necessary steps to design controllers using variable structure techniques, specifically sliding-mode. The peculiarity of this technique is the use of the sign function. There are complications (chattering) due to the character's sign function (frequency and amplitude), approaches are presented and guaranteed by the application in an under-actuated system. Simulations and implementations are shown.

Keywords: Controller; sliding-mode; chattering; under-actuated; system.

sistemas mecánicos conocidos como subactuados, llamados así porque tienen menos entradas de control que grados de libertad, ver figura 1. Es de destacar que las leyes de control aplicadas para sistemas completamente actuados, como las presentadas en Kelly y Santibañez [1], no aplican directamente en sistemas subactuados (Fantoni y Lozano [2], Brockett [3]).

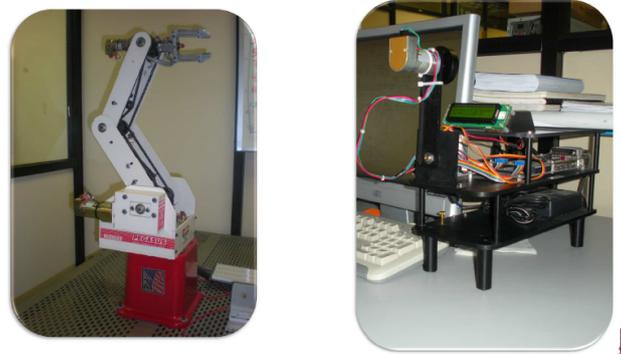


Figura 1. Sistema completamente actuado (izquierda), sistema subactuado (derecha).

DESDE la década de los ochentas, el control de robots manipuladores se ha estudiado de manera amplia proponiéndose diversas estrategias de control para resolver el caso de posicionamiento y seguimiento de trayectorias, sujeto a ambientes tanto ideales como inciertos. Existe otra clase de

Un sistema subactuado tiene menos entradas de control que grados de libertad

Se eligió un sistema subactuado para la aplicación por el mayor reto que representa, además, de que el sistema subactuado que se presenta tiene un modelo que sirve para el estudio de otros sistemas más complejos como cohetes de propulsión o robots bípedos.

Las simulaciones fueron hechas en Matlab y las implementaciones en la plataforma Mechatronics Kit de Quanser, ver figura 2.



Figura 2. El Mechatronics Kit de Quanser.

Para poder diseñar controladores lo primero que se necesita es el modelo del sistema para el caso del mechatronics kit, tenemos físicamente hablando a un péndulo invertido con una rueda inercial y su modelo es el siguiente:

$$\begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_2 & J_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h \sin q_1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \tau \quad (1)$$

La ecuación (1) corresponde al modelo en forma matricial del péndulo invertido con la rueda inercial. Este modelo es obtenido a partir del uso de las ecuaciones de LaGrange [4], para lo cual es necesario conocer la energía potencial y la energía cinética del sistema, donde: q_1 es el ángulo del péndulo.

q_2 es el ángulo de la rueda inercial.

J_1 , J_2 , y h son parámetros físicos de que dependen de las dimensiones geométricas y de la distribución masa-energía. τ es el par aplicado.

Teoría de control de estructura variable.

Los sistemas de control de estructura variable, son el tipo de sistemas de control a través de los cuales la ley de control

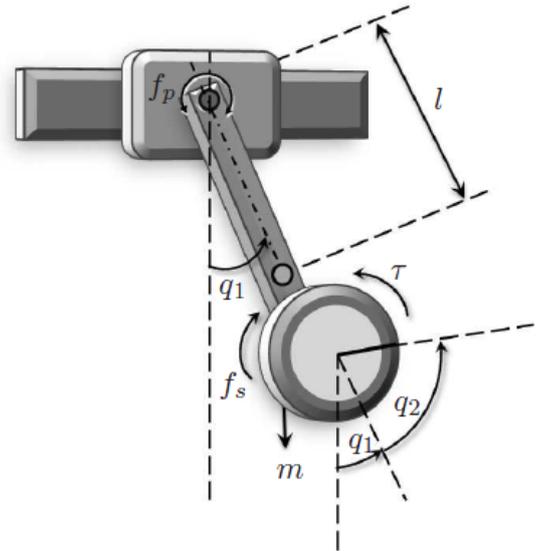


Figura 3. El péndulo con la rueda inercial.

cambia a lo largo de la evolución de la salida. El cambio está regido por alguna regla, la cual depende del estado del sistema. Un ejemplo significativo del uso de la ley de estructura variable está dada por:

$$u(t) = \begin{cases} 1, & \text{si } s(x, \dot{x}) > 0 \\ 0, & \text{si } s(x, \dot{x}) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Donde la función de la superficie de deslizamiento $s(x, \dot{x})$ está dada por:

$$s(x, \dot{x}) = mx + \dot{x} \quad (3)$$

Donde m es un escalar positivo. La función de la superficie de deslizamiento depende de los estados del sistema y además es usada para decidir que estructura de control entra en acción para cualquier punto del plano de fase (x, \dot{x}) , en donde se estén desarrollando las trayectorias. La expresión de la ecuación (2) es escrita propiamente como:

$$u(t) = -\text{sgn}(s(t)), \quad (4)$$

donde $\text{sgn}(s(t))$ es la función signo, ver figura 4, es escrita propiamente como:

$$\text{sgn}(s(t)) = \begin{cases} -1, & \text{si } s(t) < 0 \\ (-1, 1), & \text{si } s(t) = 0 \\ 1, & \text{si } s(t) > 0 \end{cases} \quad (5)$$

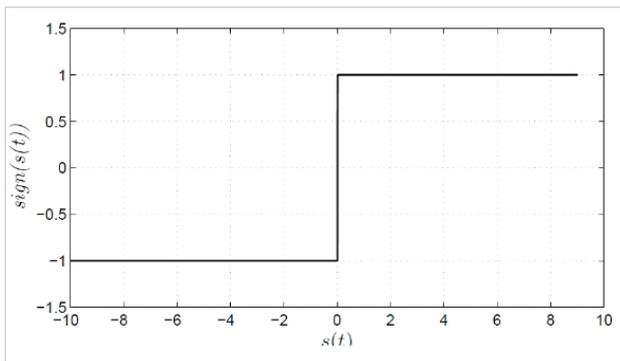


Figura 4. Función signo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plataforma en la cual se desarrollan los experimentos para este trabajo es un péndulo con una rueda inercial. Éste es un sistema subactuado de dos grados de libertad y un solo actuador localizado en el extremo final del péndulo por lo que su grado subactuado es igual a uno. Físicamente se cuenta con un Mechatronics Kit de Quanserr Inc. “Inertial Wheel Pendulum”. El Mechatronics es controlado por un DSP que sirve de interfaz entre el sistema y la computadora personal (PC). La comunicación con la PC es mediante el puerto paralelo. Los experimentos son implementados sobre el sistema operativo Windows XP, en la plataforma de Matlab. Los controladores diseñados son implementados mediante Simulink y Real-Time Windows Target, con un tiempo de muestreo de 5 [ms]. La Tabla 1 muestra los parámetros físicos de la plataforma experimental. La Tabla 2 muestra los valores de los parámetros del motor Pittman LO-COG 8X22 que es el actuador del sistema.

Para el diseño del control es relativamente simple ya que se hace uso únicamente de la posición del péndulo y su derivada para generar el auto-oscilador, es decir:

$$\tau = -c_1 \operatorname{sgn}(q_1) - c_2 \operatorname{sgn}(\dot{q}_1). \quad (6)$$

Con este controlador se rompe la inercia del péndulo y se hace oscilar, donde c_1 y c_2 , son constantes positivas.

RESULTADOS

En las figuras 6 y 7 se muestran las respuestas de simulación y experimentos respectivamente del sistema a lazo cerrado con el controlador (6) con las ganancias $c_1 = 1.8096$ y $c_2 =$

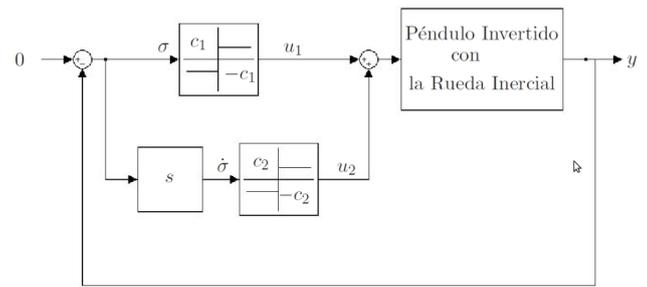


Figura 5. Diagrama a bloques del control de dos relevadores-autónomo.

-0.1097 Estas ganancias son calculadas para obtener una $A_P = 5$ [rad] y una frecuencia de 8 [rad/s]. Las condiciones iniciales para realizar la simulación y los experimentos son:

$$q_1 = \dot{q}_1 = q_2 = \dot{q}_2 = 0.$$

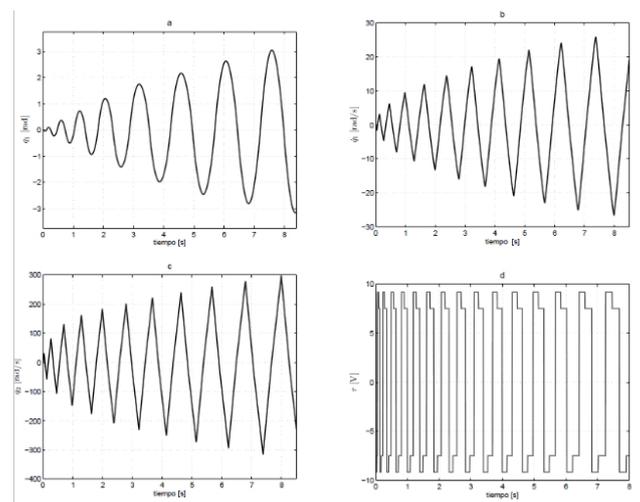


Figura 6. Simulación de la respuesta del sistema (péndulo invertido) generado con el controlador de dos relevadores.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados tanto en simulaciones como en los experimentos avalan de forma fehaciente el éxito del controlador propuesto. Tomando en cuenta la literatura mencionada para el diseño de tal controlador.

Tabla 1. Parámetros físicos del Mechatronics Kit de Quanser.

Parámetro	Notación	Valor	Unidades
Masa del péndulo	m_p	0.2164	kg
Masa del roto	m_r	0.085	kg
Masa del sistema	m	0.3014	kg
Momento de inercia del péndulo	J_p	2.233×10^{-4}	kgm^2
Momento de inercia del rotor	J_r	2.495×10^{-5}	kgm^2
Momento de inercia del sistema	J	4.572×10^{-3}	kgm^2
Distancia del pivote al centro de masa del péndulo	l_p	0.1173	m
Distancia del pivote al centro de masa del rotoe	l_r	0.1270	m
Distancia del pivote al centro de masa del sistema	l	0.1200	m

Tabla 2. Valores de los parámetros del actuador del sistema.

Parámetro	Valor
Constante del torque del motor	$k_m = 2.74 \times 10^{-3}$ Nm/A
Resistencia de la armadura	$R = 12.1 \Omega$
Máxima corriente del motor	$I_{max} = 1.8$ A
Inductancia	0.00627 H
Torque máximo del motor	$T_{peak} = 38.7 \times 10^{-3}$ Nm
Constante eléctrica de tiempo	$T_e = 0.5$ ms
Velocidad máxima del motor	$\omega = 822$ rad/s
Tensión máxima del motor	$V_{max} = 22$ V

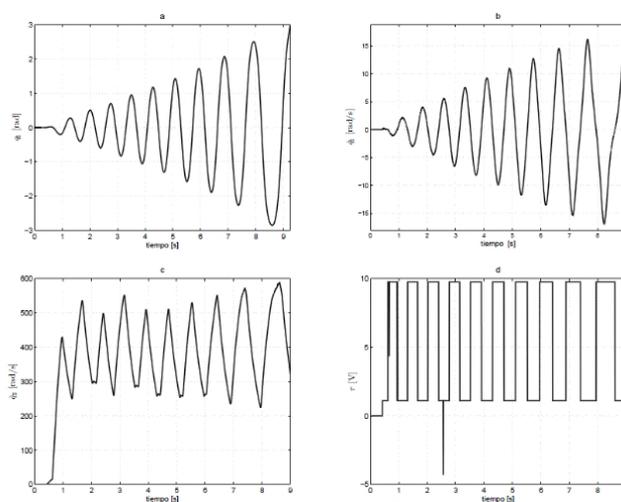


Figura 7. Experimentos de la respuesta del sistema (péndulo invertido) generado con el controlador de dos relevadores.

Bibliografía

- [1] R. Kelly and V. Santibañez, “Control de movimiento de robots manipuladores”. Pearson Education, Madrid, 2003.
- [2] I. Fantoni and R. Lozano, “Non-linear control for underactuated mechanical systems”. Springer, 2002.
- [3] R. Brockett, “On the stability of nonlinear feedback systems,” IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 83, pp. 443–449, 1964.
- [4] K. Astrom, D. Block, and M. Spong, “The Reaction Wheel Pendulum, Lecture Notes for the Reaction Wheel Pendulum” (Part of the Mechatronics Control Kit), Urbana-Champaign, IL, 2001.

Acerca del autor o autores

Victor Manuel Juárez Luna es Profesor de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. juarezv@uabc.edu.mx

Julián Israel Aguilar Duque es Profesor de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. julian.aguilar@uabc.edu.mx

Jesús Salinas Coronado es Profesor de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Control robusto por modos deslizantes de turbinas de viento de velocidad variable para optimización de potencia

Jován O. Mérida, Luis T. Aguilar

Robust sliding mode control for variable speed wind turbine for power optimization

Recibido: junio 1, 2012

Aceptado: julio 23, 2012

Palabras clave: Energías renovables; control no lineal; control robusto; modos deslizantes; turbinas de viento.

Abstract:

This paper presents a strategy of sliding mode control, which solves the problem of power generation for variable speed wind turbine systems. The control objective is to track a wind speed profile to operate the wind turbine in maximum power extraction while reducing mechanical loads. The properties of the proposed controller are robustness to parametric uncertainties, external disturbances, and unmodeled dynamics, also finite reaching time. We use a realistic model which takes into account the nonlinear dynamic aspect of the wind turbine and the turbulent nature of the wind. In order to validate the mathematical model and evaluate the performance of proposed controller in presence of disturbance, we used Matlab-Simulink. The results show better acquisition of power and reduction of loads in comparison with existing controllers.

Keywords: Renewable energy; nonlinear control; robust control; sliding mode; wind turbines.



COMO resultado de la expansión de la población y el aumento de la integración global, ha habido un gran crecimiento en el consumo de energía. Esto supone un riesgo por el agotamiento de los recursos naturales, esto ha causado el incremento en la demanda de sistemas de generación de energía renovable [1], trayendo esto consigo que la electricidad cada vez más se esté generando a partir de fuentes renovables. La energía eólica es actualmente una de las fuentes de energía renovable de más rápido crecimiento en el mundo, implementándose en más de 80 países [2]. La capacidad instalada a nivel mundial de energía eólica para el 2011 tuvo un crecimiento del 22 %. El sector eólico empleó a 670 000 personas a nivel mundial. La Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA, por sus siglas en inglés) publicó para este año la última versión actualizada para las instalaciones eólicas instaladas en todo el mundo; con una capacidad instalada total de 239 000 MW, suficiente para cubrir un 3% de la electricidad mundial demandada [2]. Este aumento se debe a varias razones sociales y ambientales: el debate sobre el cambio climático, el agotamiento de los recursos fósiles y nucleares, los daños causados por la utilización de los recursos fósiles, la creciente conciencia sobre los riesgos de peligro relacionados con la utilización de la energía

menos desarrollada y es más difícil de implementar. Segundo, la mayor parte de los sistemas de control de turbinas de viento hasta el día de hoy, son basados en teoría de control lineal, por lo tanto, la implementación de los controladores son basados en modelos linealizados [6]. Aunque algunos de los métodos clásicos se han aplicado con éxito, son limitados y problemáticos cuando se extienden a considerar múltiples variables a controlar, tal como control de vibración de la torre, velocidad del rotor y vibraciones del álabe simultáneamente (véase, p. ej., [7], [8], [9], [10]). Recientemente, diseño de control no lineal para turbinas de viento ha sido de interés para la comunidad científica. Thomsen y Poulsen [11] utilizan una ley de control por linealización por retroalimentación, cuya novedad es la habilidad para desacoplar las fluctuaciones del viento. Johnson [12] diseñó un control adaptable para compensar los parámetros desconocidos y variantes en el tiempo. Un controlador por modos deslizantes de primer orden para regulación de potencia en Región III es llevado a cabo en [13], demostrando la viabilidad y efectividad de la estrategia de control. Beltran et al. [14] extendieron el control por modos deslizantes de primer orden a ambas regiones de trabajo en conjunto con un algoritmo de seguimiento de máxima potencia. En general, los controladores no lineales tienen mejor rendimiento comparado con respecto a los controladores lineales.

En el presente trabajo se propone un controlador por modos deslizantes de primer orden sugerido en [15]. El controlador toma en consideración el comportamiento no lineal de la turbina de viento, la flexibilidad de la transmisión mecánica, así como la naturaleza turbulenta del viento. Esta estrategia de control presenta características atractivas, tales como, robustez ante incertidumbre paramétrica de la turbina, robustez con respecto a perturbaciones internas y externas, y convergencia en tiempo finito. Además es simple de implementar.

Un sistema de velocidad fija no tiene la misma capacidad de extracción de energía que la de un sistema de velocidad variable

MODELO MATEMÁTICO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La potencia aerodinámica capturada por el rotor está dada por la expresión no lineal [17]

$$P_a = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 C_p(\lambda, \beta) v^3, \quad (1)$$

donde v es la velocidad del viento, ρ es la densidad del aire y R es el radio del rotor. La eficiencia de las palas del rotor esta denotado como C_p , el cual depende del ángulo de calaje β o del ángulo de paso de las palas del rotor y de la relación de la velocidad periférica λ , la relación lineal de la velocidad de las puntas de las palas a la velocidad del viento. Los parámetros β y λ afectan la eficiencia del sistema.

El coeficiente C_p es específico para cada turbina de viento. La relación de la velocidad periférica está dada

$$\lambda = R \frac{\omega_r}{v}. \quad (2)$$

La estimación de la superficie $C_p - \lambda - \beta$ de la turbina, derivada de simulación se ilustra en la Figura 2(a). Esta superficie fue creada con el software de modelado WTPerf [18], el cual usa la teoría del momento del elemento de pala para predecir el funcionamiento de las turbinas de viento [17]. La simulación con WTPerf se realizó para obtener los parámetros de la CART (turbina instalada en Laboratorio de Energía Renovable en Colorado, California). La CART es de velocidad variable, en la cual la velocidad del rotor incrementa y disminuye con el cambio de la velocidad del viento, produciendo electricidad con una frecuencia variable. La Figura 2(a) indica que hay un λ específica en la que la turbina es más eficiente. De (1) y (2), se puede observar que la eficiencia del rotor es altamente no lineal y hace de todo el sistema un sistema no lineal. La eficiencia de la potencia capturada es una función de la velocidad periférica y del ángulo de calaje. La energía capturada del viento sigue la relación

$$P_a = T_a \omega_r, \quad (3)$$

donde

$$T_a = \frac{1}{2} \rho \pi R^3 \frac{C_p(\lambda, \beta)}{\lambda} v^2 \quad (4)$$

es el torque aerodinámico el cual depende de la velocidad periférica. Una turbina de viento de velocidad variable generalmente consiste de una aeroturbina, un sistema de multiplicación de engranajes y un generador, como se muestra en

la Figura 2(b). El viento gira las palas generando un torque aerodinámico T_a , el cual gira a un eje de baja velocidad a una velocidad ω_r . El torque del eje de baja velocidad T_{ls} actúa como un par de frenado sobre el rotor. El sistema de multiplicación de engranajes, incrementa la velocidad del rotor a una razón n_g para obtener la velocidad del generador ω_g y decremanta el torque del eje de alta velocidad $T - h_s$. El generador es impulsado por el par T_{hs} y frenado por el par electromagnético del generador $T - em$ [6]. El modelo matemático de dos masas de la turbina de viento, puede ser descrito como sigue

$$\begin{aligned}
 J_r \omega_r &= T_a(\omega_r, \beta, v) - K_{ls}(\theta_l - \theta_{ls}) \\
 &\quad - D_{ls}(\omega_r - \omega_{ls}) - D_r \omega_r \\
 J_g n_g \omega_g &= -T_{em} n_g + K_{ls}(\theta_r - \\
 &\quad \theta_{ls}) + D_{ls}(\omega_r - \omega_{ls}) - D_g n_g \omega_g,
 \end{aligned} \tag{5}$$

donde ω_{ls} es el eje de baja velocidad, θ_r es la desviación (desplazamiento) angular lateral del rotor, θ_{ls} es la desviación angular lateral de la caja de engranajes, J_r es la inercia del rotor, J_g es la inercia del generador, D_r es el amortiguamiento externo del rotor, D_g es el amortiguamiento externo del generador, D_{ls} es el amortiguamiento del eje de baja velocidad y K_{ls} es la rigidez del eje de baja velocidad. Asumiendo una caja de engranaje ideal con transmisión n_g

$$n_g = \frac{\omega_g}{\omega_{ls}} = \frac{T_{ls}}{T_{hs}} \tag{6}$$

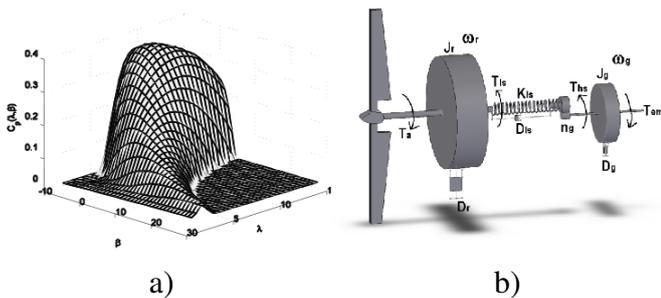


Figura 2. (a) Curva del coeficiente de potencia; (b) Modelo de dos masas de la turbina de viento.

Si se asume un eje de baja velocidad perfectamente rígido, $\omega_r = \omega_{ls}$, un modelo de una masa de la turbina puede entonces ser considerado, substituyendo (6) en (5), se obtiene

$$J - t \omega_r = T_a(\omega_r, \beta, v) - D_r \omega_r - T_g, \tag{7}$$

donde $J_t = J_r + n_g J_g$, $D_t = D_r + n_g D_g$ y $T_g = n_g T_{em}$ es la inercia total de la turbina, el amortiguamiento externo total de la turbina y el torque del generador en el lado del rotor, respectivamente. Los parámetros del modelo están dados en la Tabla 1. Estos parámetros están basados en la CART, la cual es de dos palas, con balanceo del rotor, guiñada activa, barlovento, velocidad variable y de eje horizontal. Está localizada en el Centro Nacional de Tecnología de Viento (NWTC, por sus siglas en inglés) en el estado de Colorado, Estados Unidos. La potencia nominal es de 600 kW, la velocidad de viento de arranque es de 6 m/s, la velocidad de viento nominal es de 13 m/s, la velocidad de viento de corte es de 26 m/s y tiene un máximo coeficiente de potencia de $C_{p_{max}} = 0.3659$. La velocidad nominal del rotor es de 41.7 rpm. El sistema de paso de las palas, puede variar el ángulo a una velocidad de hasta 18 deg/s con aceleraciones de hasta 150 deg/s² [19]. Las limitaciones requeridas para el torque y la velocidad del rotor son 162 kNm y 58 rpm respectivamente [20]. La caja de engranajes está conectada a un generador de inducción mediante el eje de alta velocidad y el generador está conectado a la red eléctrica mediante electrónica de potencia. En este trabajo se pasará por alto el control de la electrónica de potencia y un funcionamiento ideal será asumido [21], [22]. El objetivo principal en la región II es maximizar la potencia extraída del viento. Mientras la energía es capturada desde el viento, la potencia aerodinámica deberá ser maximizada. Esta estrategia de operación usa un sistema de control de velocidad para seguir la curva de eficiencia máxima de la extracción de energía [23]. Esto hace la eficiencia crucial. La eficiencia del sistema mecánico y la eficiencia del rotor son esenciales. En (2) la relación de la velocidad periférica puede ser alterada para incluir los puntos optimizados que se muestran en (8), esto conduce a un único punto máximo (ver (9)) que corresponde a una producción máxima de potencia.

$$\lambda_{opt} = R \frac{\omega_{r_{opt}}}{v}, \tag{8}$$

$$C_p(\lambda_{opt}, \beta_{opt}) = C_{p_{max}}. \tag{9}$$

Para maximizar la energía extraída, el rotor deberá trabajar en su punto de eficiencia máxima durante su operación. Para esto β es fijado a β_{opt} y $\omega_{r_{opt}}$ deberá cambiar dependiendo de las variaciones de la velocidad del viento

$$\omega_{r_{opt}} = R \frac{\lambda_{opt}}{v}. \tag{10}$$

Entonces, el objetivo es encontrar una ley de control T_g para lograr el mejor seguimiento del valor óptimo de potencia

Tabla 1. Parámetros de la CART del modelo de una masa.

Notación	Valor numérico	Unidades
R	21.650	m
ρ	1.308	kg/m ³
J_t	3.920×10^5	kg/m ²
D_t	400	Nm/rad/s
P_e	600	kW
n_g	43.165	kW

mientras $\omega_{r_{opt}}$ permanece debajo de ω_{nom} y las cargas sobre la turbina son reducidas.

DISEÑO DE CONTROL ROBUSTO

En las turbinas de viento de velocidad variable, el generador es conectado de manera indirecta a la red a través de un rectificador y un inversor. Cuando se conecta el generador vía el convertidor de frecuencia, la velocidad rotacional del generador será independiente de la frecuencia de la red eléctrica. La turbina de viento es controlada a través del ajuste del torque del generador en Región II. La elección de T_m como una entrada de control es motivada por el hecho de que controlando el ángulo de disparo del convertidor, es posible controlar el torque eléctrico del generador. Existen numerosos controladores del torque del generador en uso en la industria. Con el objetivo de hacer una comparación entre la ley de control propuesta y una ley de control existente (implementada en la industria), una breve descripción de esta última es dada a continuación.

La siguiente ley de control trata de mantener a la turbina operando en el valor pico de su curva C_p

$$T_g = K\omega_r^2 - D_t\omega_r, \text{ con } K = \frac{1}{2}\pi\rho R^3 \frac{C_{p_{max}}}{\lambda_{opt}^3}. \quad (11)$$

Este método es conocido como Control de Velocidad Indirecto (CVI). No obstante, esta ley de control presenta dos principales desventajas: no es robusta respecto a perturbaciones y no toma en cuenta el aspecto dinámico del viento y la turbina. La estrategia de control propuesta deberá superar estos problemas a fin de obtener un mejor funcionamiento. El controlador hará un seguimiento de la velocidad del viento con el fin de lograr $\omega_{r_{opt}}$ y por lo tanto

extraer la máxima potencia aerodinámica. Una superficie de deslizamiento es definida

$$e_\omega = \omega_{r_{opt}} - \omega_r, \quad (12)$$

donde e_ω es el error de velocidad del rotor. Aquí el controlador por modo-deslizante de primer orden es desarrollado para lograr un seguimiento robusto de la velocidad del rotor. Se impone una dinámica de primer orden a e_ω

$$e_\omega + c_0 e_\omega = 0, \quad (13)$$

donde $c_0 > 0$, luego desarrollando (13), obtenemos

$$J_t\omega_{r_{opt}} + J_t c_0 e_\omega + D_t\omega_r + T_g - T_a = 0. \quad (14)$$

De (14) diseñamos el controlador del torque del generador con la siguiente estructura

$$T_g = T_a - D_t\omega_r - J_t\omega_{r_{opt}} - J_t c_0 e_\omega - J_t k_s \text{sgn}e_\omega \quad (15)$$

donde $k_s > 0$. Control por modos deslizantes alcanza un buen desempeño de seguimiento y robustez ante incertidumbres del modelo y perturbaciones internas y externas.

RESULTADOS DE SIMULACIÓN

El modelo matemático fue implementado en Matlab-Simulink. El viento es descrito como una parte de la velocidad de viento promedio que varía lentamente, superpuesto por una velocidad de viento turbulento que varía rápidamente. El modelo de la velocidad del viento v en el punto medido es

$$v = v_m + v_t, \quad (16)$$

donde v_m es el valor promedio y v_t la componente turbulenta. Con el fin de hacer una comparación entre las estrategias de control propuestas, todas las simulaciones se llevan a cabo en las mismas condiciones operativas, es decir, en presencia de una perturbación aditiva constante en el torque del generador de 500 Nm y un perfil de viento $v_m = 7$ m/s con 15% de intensidad (ver Figura 3(a)).

Las simulaciones muestran que el enfoque propuesto incrementa la potencia capturada y disminuye las cargas al compararla con la ley de control (11). La velocidad del rotor (Figura 3(b)) con el controlador propuesto sigue de manera más cercana el valor $\omega_{r_{opt}}$ extrayendo mayor potencia (Figura 4(b)) sin el seguimiento de la componente turbulenta del viento, además las características dinámicas mejoran con una tensión mecánica menor como se ilustra en la Figura (4(a)).

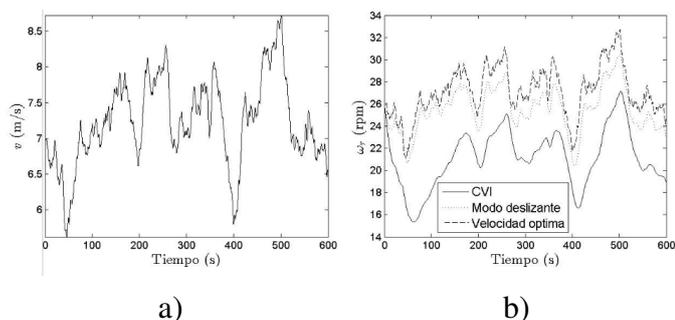


Figura 3. (a) Perfil de velocidad de viento de $v_m = 7$ m/s; (b) Velocidad del rotor.

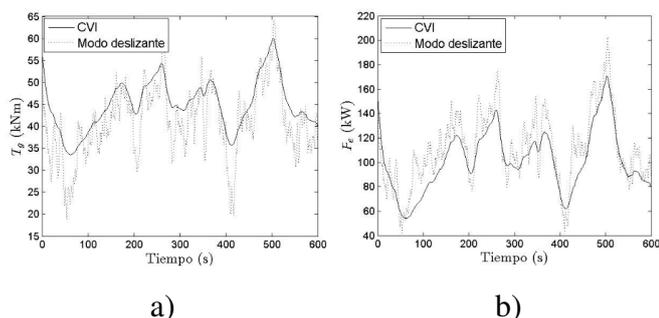


Figura 4. (a) Torque del generador; (b) Potencia eléctrica del generador.

CONCLUSIONES

En este trabajo se resuelve el problema de control de generación de energía en aerogeneradores de velocidad variable. Los objetivos fueron: sintetizar un controlador robusto para maximizar la energía extraída del viento, mientras se asegura la reducción de las cargas mecánicas. Para ese fin, una estrategia de control por modos deslizantes se propuso para asegurar la extracción de energía. La estrategia propuesta presenta características atractivas, tales como robustez ante incertidumbres paramétricas e imprecisiones de modelado; proveyendo un compromiso adecuado entre eficiencia de conversión y tensiones mecánicas. Los resultados de simulación muestran la eficiencia del controlador propuesto.

Bibliografía

[1] Masters G. M. “Renewable and efficient electric power systems,” John Wiley & Sons, 2004 [En línea].

Disponible: http://books.google.com.mx/books?id=NFb_mM580nAC.

- [2] The World Wind Energy Association. “World wind energy report 2011”, <http://www.wwindea.org>. [Consultada: 01-may-2012].
- [3] Ofualagba G. y Ubeku E. U. “Wind energy conversion system-wind turbine modeling,” en IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, pp. 1-8, 2008.
- [4] Laks J. H., Pao L. Y. y Wright A. D. “Control of wind turbines: past, present, and future,” en IEEE Proc. Amer. Control Conf., St. Louis, M, pp. 2096-2103, 2009.
- [5] Pao L. Y. y Johnson K. E. “A tutorial on the dynamics and control of wind turbines and wind farms,” en IEEE Proc. Amer. Control Conf., pp. 2076-2089, 2009.
- [6] Boukhezzar B., Lupu L., Siguerdidjane H. y Hand M. “Multivariable control strategy for variable speed, variable pitch wind turbines,” Renewable Energy, Vol.32, No.8, pp. 1273-1287, 2007.
- [7] Pao L. Y. y Johnson K. E. “Control of wind turbines,” en IEEE Control Systems Magazine, Vol. 31, No.2, pp. 44-62, 2011.
- [8] Grimble M. “Horizontal axis wind turbine control: comparison of classical, LQG and H1 designs,” Dynamics and Control, Vol. 6 No. 2, pp. 143-161, 1996.
- [9] Thomsen S. “Nonlinear control of a wind turbine,” M thesis, Lyngby: Informatik og Matematisk Modellering, Danmarks Tekniske Universitet, 2006.
- [10] Bianchi F. D., De Battista H. y Mantz R. J. “Wind turbine control systems: principles, modelling and gain scheduling design ,” Advances in Industrial Control. Springer-Verlag, London Limited, 1st edition, 2007.
- [11] Thomsen S. C. y Poulsen N. K. “A disturbance decoupling nonlinear control law for variable speed wind turbines,” en Proceedings of the 15th Mediterranean Conference on Control and Automation-MED, 2007.

- [12] Johnson K. “Adaptive torque control of variable speed wind turbines,” National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, Technical Report NREL/TP-500-36265, 2004.
- [13] Beltran B., Ahmed-Ali T., Benbouzid, M. “Sliding Mode Power Control of Variable Speed Wind Energy Conversion Systems,” en Electric Machines & Drives Conference, Vol.2, pp. 943-948, 2007.
- [14] Beltran B., Ahmed-Ali T., Benbouzid M. “Sliding Mode Power Control of Variable-Speed Wind Energy Conversion Systems,” en IEEE Transactions on Energy Conversion , Vol. 23, No. 2, pp. 551-558, 2008.
- [15] Young K.D. “A control engineer’s guide to sliding mode control,” en IEEE Trans. Control Systems Technology, Vol. 7, No.3, pp. 328-342, 1999.
- [16] Levant Arie. “High-order sliding modes, differentiation and output-feedback control,” en International Journal of Control, Vol.76, pp. 924-941, 2003.
- [17] Burton T., Jenkins N., Sharpe D. y Bossanyi E. “Wind Energy Handbook,” John Wiley & Sons, Limited, 2da edition, 2011.
- [18] Buhl M. “NWTC design codes WTPerf,” Disponible: <http://wind.nrel.gov/designcodes/simulators/wtperf/>, [Consultada: 01-may-2009].
- [19] Wright A. D. y Fingersh L. J. “Advanced control design for wind turbines. part I: control design, implementation, and initial tests,” National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, Tech. Rep. NREL/TP-500-42437, 2008.
- [20] Fingersh L. y Johnson K. “Controls advanced research turbine (cart) comissioning and baseline data collection,” National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, Tech. Rep. NREL/TP-500-32879, 2002.
- [21] Thomsen S. “Nonlinear control of a wind turbine,” Me thesis, Lyngby: Informatik og Matematisk Modelling, Danmarks Tekniske Universitet, 2006.
- [22] Hammerum K. “A fatigue approach to wind turbine control,” Me thesis, Informatics and Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, DTU, Richard Petersens Plads, Building 321, DK-2800, Kgs. Lyngby, 2006.
- [23] Leithead W. E. y Connor B. “Control of variable speed wind turbines: design task,” en International Journal of Control, Vol. 73. pp. 1189-1212, 2000.

Acerca del autor o autores

Jován O. Mérida es Estudiante de Doctorado en Electrónica y Comunicaciones en el Instituto Politécnico Nacional de Tijuana, Baja California. jmeridao0900@ipn.mx

Luis T. Aguilar es Profesor Investigador nivel SNI II del Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital del Instituto Politécnico Nacional de Tijuana, Baja California. laguilarb@ipn.mx

Tecnologías de comunicación inalámbrica para la implementación de sistemas de salud personalizados

Julián Adrián Garibaldi Beltrán, Mabel Vázquez Briseño

Wireless technology communications for personalised health systems

Recibido: julio 1, 2012

Aceptado: julio 29, 2012

Palabras clave: NFC; Bluetooth; IEEE 802.15.4; Enfermedades crónicas; Salud móvil.

Abstract:

Personal Health Systems (PHSs) are systems that offer tools to support changes in user's behavior, such as medication schedule, diets, exercise, etc. These PHS may be either based on fixed or mobile devices. When a PHS is based on mobile devices, it may be considered part of mobile health (m-Health) technology; in this paper we define this kind of systems as Personal Mobile Health Systems (PMHS). Wireless Communication Technologies (WCT) are the means through from which reciprocal communication is possible between physical elements and mobile devices; in this research project will be investigate the WCT implemented in PMHS: Bluetooth, IEEE 802.15.4 and Near Field Communication (NFC), which will provide results of test on comparisons between these technologies. These tests are based on prototypes designed for people with cardiovascular diseases and diabetes, because these diseases cause millions of death worldwide.

Keywords: NFC; Bluetooth, IEEE 802.15.4; chronic diseases; Mobile Health (m-Health).

EL sobrepeso, las dietas insalubres, la inactividad física, la privación del sueño y el estrés, junto con el envejecimiento contribuyen al incremento en la prevalencia de enfermedades crónicas. Ante tal situación y apoyados por los grandes avances en las tecnologías de comunicación surgieron los Sistemas de Salud Personalizados, conocidos por sus siglas en inglés como PHS (Personal Health Systems), son sistemas que ofrecen herramientas para impulsar cambios en el comportamiento del usuario, evitando así, riesgos para la salud; las necesidades personales y las preferencias varían de un individuo a otro, por lo tanto, es necesario personalizarlo[1]. En este proyecto se aborda un nuevo concepto: Sistema de salud móvil personalizado (SSMP), considerándolo como un sistema de salud personalizado, en el que se utilizan dispositivos móviles para su interacción con el usuario, descrito en la siguiente imagen:



Figura 1. Componentes de un SSMP.

El incremento en la prevalencia de los riesgos de salud y enfermedades crónicas relacionados con el estilo de vida, junto con los recursos limitados de los sistemas de salud,

piden que se fomenten medidas de prevención de enfermedades centradas en el ciudadano, así como nuevos modelos de atención para el manejo de enfermedades crónicas [2].

En 2008, 36 millones de personas murieron de una enfermedad crónica, de las cuales la mitad era de sexo femenino y el 29% era de menos de 60 años de edad. En este proyecto de investigación consideraremos solo las enfermedades cardiovasculares y la diabetes por ser de larga duración y por lo general de progresión lenta y por ser la causa principal de muertes a nivel mundial, además, por presentar estas características generan notables gastos que se reflejan en la economía de cada país [3].

Entre algunas tecnologías de comunicación inalámbrica existentes, podemos mencionar las redes de sensores inalámbricas (por sus siglas en inglés WSN, Wireless Sensor Network) esta red se basa en numerosos dispositivos distribuidos espacialmente, que utilizan sensores para controlar e identificar diversas condiciones en distintas partes del cuerpo, por ejemplo: temperatura, presión arterial, etc., estos dispositivos son unidades autónomas que constan de un micro controlador, una fuente de energía (casi siempre una batería), un radio transceptor y un elemento sensor [4].

La tecnología Bluetooth [5] fue originalmente propuesta por Ericsson en 1994, como una alternativa a los cables que unían a los accesorios de los teléfonos móviles. Se trata de una tecnología inalámbrica que permite a cualquier dispositivo eléctrico comunicarse en la banda de frecuencia de 2,5 GHz (licencia libre), y permite que dispositivos como teléfonos móviles, auriculares, PDA's y ordenadores portátiles puedan comunicarse y enviar datos entre sí, sin necesidad de cables para comunicarse. Ha sido específicamente diseñado como una tecnología de bajo costo, poco tamaño y bajo consumo de energía, lo cual es particularmente adecuado para la redes de área personal de corto alcance (Personal Area Network, PAN).

Otra TCI que pueden utilizar los SSMP es NFC (del inglés Near Field Communication, traducido como Comunicación de campo cercano). Consiste en la integración de la telefonía móvil con la identificación por radiofrecuencia, proporcionando una comunicación intuitiva, simple y segura entre dispositivos electrónicos. Trabaja a una distancia entre 5 – 10 cm., a 13.56 MHz y transfiere datos hasta 424 Kbits/seg [6]. Fue deliberadamente diseñada para que fuese compatible con las etiquetas RFID que operan en dicha banda (ISO 14443).

En este artículo se presenta la metodología propuesta para la realización de algunos prototipos de SSMP con las TCI antes mencionadas. Como primer resultado, en este artículo se presenta un análisis de la literatura donde se utilizan las TCI ya mencionadas, esto servirá para la evaluación y comparación de las mismas.

METODOLOGÍA

Para la realización de los prototipos de SSMP, consideramos necesario realizar un análisis de la literatura que nos permita conocer la situación actual de las TCI a utilizar, este se presenta en los resultados. Además seguiremos cuatro pasos para la elaboración de los prototipos: Análisis de requerimientos, especificación, arquitectura y programación, tal como se muestra en la figura 1.

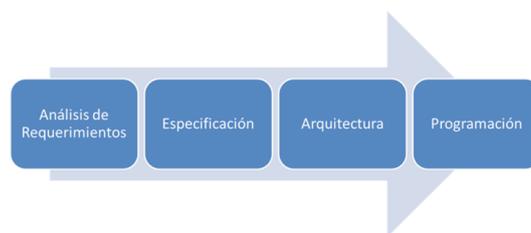


Figura 2. Proceso para la elaboración de prototipos.

Una vez realizado el análisis de las TCI se procederá la obtención de requerimientos esto incluirá los requisitos necesarios para elaboración de los SSMP, que nos permitirá saber los materiales y métodos a utilizar. La siguiente etapa será especificación, donde se definirá el alcance que tendrán dichos prototipos. En la arquitectura se unirán los componentes para formar los prototipos, posteriormente se procederá a su programación. La evaluación las TCI utilizadas en los prototipos será desde el punto de vista médico y de los pacientes considerando los avances tecnológicos en relación con la TCI utilizada.

RESULTADOS

En base a la primera etapa presentada en la sección anterior encontramos en la literatura algunos ejemplos de aplicaciones de las TCI antes mencionadas, que se resumen a continuación considerando los más significativos según nuestra área de interés. Bluetooth es una tecnología que se encuentra presente en la mayoría de los dispositivos móviles,

aprovechándose de esa ventaja se ha utilizado en diversos sistemas de salud móvil. Lv et al. [7] presentan iCare, un sistema de monitoreo salud móvil para ancianos, este sistema permite monitorear la salud de los ancianos a cualquier hora desde cualquier lugar, brindar orientación médica a los pacientes, y demás funciones que permiten atender las demandas de una persona de edad avanzada. Los componentes del sistema iCare son Sensores como ECG, que da señales de la actividad eléctrica del corazón, sensores de presión sanguínea e incluso un acelerómetro que permite monitorear la actividad física del anciano; además de los sensores, este sistema se compone de un teléfono inteligente que se comunica con los sensores a través de Bluetooth y a un servidor para enviar mensajes de alarma al centro de emergencias o a un familiar cuando el anciano se encuentra en una situación de emergencia.

Por otra parte Pindter et al. [8] proponen un sistema de salud móvil basado en la tecnología Bluetooth y en PBI (del inglés Portable Biomedics Instruments - instrumentos biomédicos portátiles), estos sensores envían la información fisiológica recabada a través de Bluetooth al dispositivo móvil del paciente mismo que se encarga de enviar dicha información a una estación remota o a un centro de cuidado de la salud donde la información del paciente puede ser interpretada por personal de la salud. Además presentan dos escenarios más, en un escenario el paciente no tiene dispositivo móvil y los datos se envían directamente del sensor a la estación remota, y en el otro escenario el paciente solo asiste a consultarse a la estación remota sin dispositivos móviles y sin sensores.

Además de Bluetooth muchos de los nuevos dispositivos móviles incluyen la tecnología NFC (del inglés Near Field Communication – comunicación de campo cercano), esto lo podemos ver en inSERT, un SSMP que utiliza un poster inteligente que funciona en base a esta tecnología, este sistema propuesto y desarrollado por [9] está orientado a personas con ligeras discapacidades motrices, se basa en una serie de preguntas que el paciente puede responder tan solo acercando su dispositivo móvil al poster inteligente, mismo que ya tendrá una serie de preguntas que se responden al hacer contacto con el dispositivo móvil en la etiqueta NFC incrustada en el poster, y va recopilando información sobre el estado de salud del paciente y la evolución de su enfermedad, una vez contestada la pregunta elegida por el paciente los datos se envían través de la red celular hasta un servidor de información hospitalaria en el cual el personal

de salud diagnóstica y previene futuras complicaciones.

Otra aplicación de NFC es propuesta por [10], ésta consiste en un SSMP que permite al usuario recibir información sobre un medicamento específico a través de una consulta en la web, haciendo uso de la red celular para ingresar a internet, acercando el dispositivo móvil a la etiqueta NFC del medicamento e inmediatamente se muestra la información del medicamento en la pantalla del dispositivo, esto permite al usuario saber los componentes de dicho medicamento y si padecerá efectos secundarios en caso de consumirlos.

IEEE 802.15.4 es el estándar sobre el que se desarrolla la solución ZigBee para redes de corto alcance de área personal con tasa bajas de transmisión de datos y poco consumo de energía, como ejemplo [11] presentan un SSMP orientado a personas de edad avanzada, consiste en un conjunto de sensores (oxímetro de pulso, ECG, sensor de temperatura corporal, etc.), que permite monitorear a los adultos mayores dentro de un centro de cuidados ubicando el coordinador en una posición estratégica que permita recolectar los datos de todos los pacientes, estando dentro de la casa de cuidados o en el jardín.

CONCLUSIONES

Bluetooth, NFC y IEEE 802.15.4 son tecnologías que se están utilizando en muchos SSMP. En este artículo se presenta un análisis de la literatura mostrando los usos que se le ha dado a las TCI ya mencionadas, considerando los ejemplos más significativos para nuestra área de interés. Este es un trabajo en progreso en el cual se están diseñando los prototipos de igual manera se están definiendo las métricas de evaluación de estas tecnologías que permitirán evaluar y comparar dichas tecnologías que servirán de base para la creación de nuevos prototipos de este tipo de sistemas orientados a personas con enfermedades cardiovasculares y diabetes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a CONACYT por el apoyo otorgado para realizar este trabajo con el proyecto 151614 apoyado por SEP-CONACYT [SEP (Secretaría de Educación Pública)-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología], a través de la beca estudiantil # 418830 otorgada a el primer autor. Así mismo se agradece a la Universidad Autónoma de

Baja California por el apoyo otorgado a través del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI).

Bibliografía

- [1] Korhonen I., E. Mattila, A. Ahtinen, J. Salminen, L. Hopsu y R. Lappalainen. “Personal Health Promotion through Personalized Health Technologies - Naudu Experience” 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS. 2-6 Setiembre de 2009.
- [2] Korhonen I., E. Mattila y M. Gils. “Personal Health Systems - Opportunities and Barriers for Adoption”, 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS. 2010.
- [3] OMS, “Enfermedades Crónicas”, Temas de Salud (en línea), Organización Mundial de la Salud, 2012, consultada por internet el 3 de Agosto de 2012. Dirección de internet: http://www.who.int/topics/chronic_diseases/es/
- [4] Niels A. “Redes de Sesores Inlámbricos”, Revista ABB. 2006.
- [5] Bluetooth.org. “Bluetooth” consultada por internet el 3 de Agosto de 2012. Dirección de internet: https://www.bluetooth.org/About/bluetooth_sig.htm
- [6] Nava S., G. Chavira, F. Terán, M. López y J. Parras. “Adaptabilidad de las tecnologías RFID y NFC a un contexto educativo: Una experiencia en un trabajo cooperativo”, 2009.
- [7] Lv Z., F. Xia, G. Wu, L. Yao, y Z. Chen. “iCare: A mobile health monitoring system for the elderly” IEEE/ACM International Conference on Green Computing and Communications y IEEE/ACM International Conference on Cyber, Physical and Social Computing. 2010.
- [8] Pindter J., J. González y B. Tovar. “Proposal for an m-Health system”, Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference. 2009.
- [9] Prinz A., P. Menschner, M. Altmann y J. M. Leimeister. “inSERT – An NFC-based Self Reporting Questionnaire for Patients with impaired fine motor skills”, Third International Workshop on Near Field Communication. 2011.
- [10] Jara A., F. Belchi, A. Alcolea, J. Santa, M. Zamora-Izquierdo y A. Gómez Skarmeta. “A pharmaceutical intelligent information system to detect allergies and adverse drugs reactions based on internet of things”, 2010.
- [11] Li W., Lou Y. Chang Y. y Lin Y. “A wireless blood pressure monitoring system for personal health management” Annual International Conference of the IEEE EMBS. 31 de Agosto – 4 de Septiembre de 2010.

Acerca del autor o autores

Julián Adrián Garibaldi Beltrán es estudiante de Maestría en Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. julian.garibaldi@uabc.edu.mx
Mabel Vázquez Briseño es Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. mabel.vazquez@uabc.edu.mx

Comprender el aspecto antropométrico real para jugar Rugby siete un nuevo deporte Olímpico

Alberto Ochoa, Rubén Jaramillo y Nemesio Castillo

Understanding the actual anthropometric aspect to play Rugby seven new Olympic sport

Recibido: mayo 1, 2012

Aceptado: julio 30, 2012

Palabras clave: Antropometría; Rugby Siete; Análisis Multivariable

Abstract:

This research describes the anthropometric characteristics and physical performance of a sample of potential rugby seven in Ciudad Juárez and highlight the differences between the various classes of the different players within the “forwards” and “backs”.

Keywords: Anthropometry; Rugby Seven; Multivariate Analysis

LAS posiciones asignadas en el juego de Rugby demandan características específicas de los jugadores que ocupan los diversos roles posicionales [1]. El hecho de que las personas con una serie de constituciones (fenotipos) y los atributos físicos son capaces de jugar en el mismo equipo hace que el Rugby Siete sea inusual en comparación con muchos otros deportes de equipo como Beisbol, Balonmano o Waterpolo, donde la homogeneidad de atributos de rendimiento físico y la física son comunes. Aunque las posiciones delanteras se

consideran a menudo ser los responsables de conseguir la pelota y la posición de “Backs”, los cuáles son los usuarios que deben de proteger la pelota, los jugadores dentro de estos grandes grupos tienen tareas diferentes durante fases específicas del juego. Las descripciones anteriores de los perfiles de rendimiento antropométricos y físicos de los jugadores de rugby han demostrado que adelante (forwards) y atrás (backs) difieren en términos de sus características de rendimiento típicas antropométricas y físicas. Una revisión de trabajos previos sobre la antropometría y las características de rendimiento físico de los jugadores de rugby muestra que pocos estudios han tratado de analizar las diferencias entre los grupos de posición dentro de los delanteros y la espalda de comunicación. En [2] se agrupan 48 jugadores en cinco categorías de posición. Se realizaron comparaciones entre ambas categorías de posición y entre los grados. Los números de cada categoría posicional variaron de tres a siete. Las diferencias entre las categorías de posición se observaron en términos de altura y peso, mientras que el somatotipo no difirió significativamente entre las posiciones. Estos investigadores sugirieron que poder trabajar con una muestra más grande ayudaría a aclarar el alcance de las diferencias entre las posiciones. El propósito de este trabajo es describir las características de rendimiento antropométricas y físicas de una muestra de jugadores de un club de rugby de alto nivel en Nueva Zelanda y de una muestra en Ciudad Juárez para poder determinar la cantidad de potenciales jugadores y para resaltar las diferencias entre las categorías de posición de los jugadores en el delantero y espalda. Las características de rendimiento antropométricas y físicas de las categorías de posición se discuten con referencia a las exigencias físicas que se enfrentan durante el

juego.

METODOLOGÍA

De los 365 jugadores de rugby que se inscribieron en una liga amateur de rugby en Nueva Zelanda, las comparaciones entre los forwards y backs se llevaron a cabo para este análisis. Las medidas antropométricas fueron: altura, masa corporal, circunferencia de cuello, y el somatotipo (el ancho del cuerpo en relación con la altura). Las evaluaciones de rendimiento físico completado eran una prueba de lanzadera aeróbica, un salto vertical máximo, flexiones de brazos, un sprint de 30 metros de un pie y de una corriente de 5 metros principio, el impulso obtenido durante el sprint de la posición al comenzar una carrera, agilidad y una prueba de repetición de la intensidad de la altura, estos métodos se describen detalladamente en la investigación realizada en [1]. Las categorías posicionales siguientes fueron creadas para los análisis. Los backs creados para los análisis agruparon en Puntales ($n = 13$), Hooker ($n = 6$), Cerraduras ($n = 15$), y Delanteros sueltos ($n = 16$). Los halfbacks y primeros cinco octavos fueron agrupados como backs interiores ($n = 11$), el segundo de cinco octavos y centro de las tres cuartas partes posteriores como medio de campo ($n = 15$) y el ala tres cuartas como un back completo y finalmente los backs fuera ($n = 18$). Estas categorías posicionales se eligieron porque los jugadores que los ocupan tienen funciones similares en el juego. Análisis de la varianza (ANOVA) fue utilizado para examinar si existen diferencias significativas entre las categorías de posición. Para el control de múltiples pruebas, se hicieron ajustes de Bonferroni, con diferencias entre los grupos para ser aceptados como estadísticamente significativos al nivel de 0,05 si $P \leq 0,01$ ($0,05 / 5$) para las variables antropométricas, y $P \leq 0,006$ ($0,05 / 8$) para las variables de rendimiento físico. Cuando los resultados del análisis de varianza indicaron que las diferencias entre las categorías de posición fueron significativas, una prueba de Scheffé se llevó a cabo para examinar si las diferencias eran estrictamente significativas. Para los forwards, estos se compararon con los forwards sueltos. Los jugadores en posiciones de ataque (primera fila), así como los forwards sueltos (back-cinco). Estos dos grupos se compararon entre sí. Entre los backs, los backs considerados centro del campo y fuera se compararon con la misma especificidad de la fuerza generada para comenzar el ataque. Estas dos categorías se agruparon y se com-

Tabla 1. Características antropométricas de los jugadores, agrupados por sus categorías de posición.

	Props		Hookers		Locks		Loose Forwards		
	n		n		n		n		
Edad (Años)	13	25	6	23	15	22.4	16	21.1	
Altura (Cms)	13	182.2	6	178.8	15	191.8	16	186.3	3.25 0.001*
Masa Corporal (Kg)	13	102.8	6	89.7	15	101.9	16	96.3	8.06 0.006*
Cuello (cm)	12	43.7	6	42.1	13	42.4	15	42.3	1.88 0.188
Endomorfia	12	6.5	6	3.6	14	3.7	15	3.7	1.15 0.206
Mesomorfia	12	7.5	6	7.1	14	5.9	15	6.2	0.85 0.001*
Ectomorfia	13	0.5	6	0.9	15	1.6	16	1.3	0.6 0.001*
	Backs		Midfield Backs		Outside Backs				
	n		n		n				
Edad (Años)	11	21.7	15	21.4	18	22.5			
Altura (Cms)	11	172.7	15	179.7	18	179.4			4.46 0.001*
Masa Corporal (Kg)	11	75	15	85.9	18	83.4			6.93 0.001*
Cuello (cm)	10	39.2	14	39.8	15	39.8			1.78 0.641
Endomorfia	11	2.3	14	3.1	16	2.4			0.74 0.024
Mesomorfia	10	6.2	14	6.7	15	6			0.83 0.094
Ectomorfia	11	1.5	15	1.3	18	1.6			0.5 0.478

paró con los backs interiores. Debido a las pequeñas cantidades dentro de cada categoría de posición, este estudio carece de poder estadístico. Como resultado de esta falta de poder, diferencias relativamente grandes entre los grupos no son necesariamente estadísticamente significativas. Para proporcionar una indicación de la magnitud de las diferencias entre grupos, el tamaño del efecto (ES) fue calculado tomando la diferencia entre las medias de los grupos, y dividiendo por el error cuadrático medio (RMSE). Aunque la falta de poder estadístico es una limitación importante, los números dentro de cada categoría posicional son mayores que los que se han presentado en trabajos anteriores delineando un jugador con antropometría específica de atributos con alto rendimiento físico. De ahí que los resultados pueden proporcionar algunas indicaciones de los atributos típicos de los jugadores, y de que las diferencias entre las categorías de posición de los jugadores de rugby distan mucho de las reales. Los resultados deberían, sin embargo, interpretarse con precaución. El paquete informático SYSTAT se utilizó para el análisis estadístico [9].

RESULTADOS

Forwards

Un resumen de las características antropométricas de los jugadores, agrupados por sus categorías de posición aparece en la Tabla 1.

En cuanto a las características antropométricas, las categorías de posición en los “forwards” difirieron significativamente con respecto a la altura, masa corporal, mesomorfia y ectomorfia. Contrastes post hoc demostraron que los forwards posteriores y los llamados “cinco” eran más altos

que los de la primera fila (ES = 2,4), y que los Locks eran más altos que los delanteros sueltos (ES = 1,6). A pesar de las diferencias de altura y endomorfia entre los Pilares y los Hookers no fueron estadísticamente significativos, los tamaños del efecto fueron grandes (1,0 y 0,8 respectivamente). Los Puntales poseía una mayor masa corporal que los Hookers (ES = 1,6). En general, no hubo diferencias significativas en la masa corporal entre los forwards de la fila delantera y los backs y los denominados “Loose Forwards” (ES = 0,0). Los delanteros de primera fila eran más mesomórfico (ES = 1,4), y menos ectomórfico (ES = 1,4) que los delanteros y cinco de vuelta. La Figura 1 da una indicación de la forma y el tamaño típico de los delanteros. Las diferencias significativas entre las categorías de posición sobre las medidas de rendimiento físico se observaron en la prueba de lanzadera aeróbica y el sprint de 30 metros desde un comienzo normal (ver cuadro 2). Pruebas post-hoc indicaron que los Hookers se desempeñaron mejor que los Puntales en la prueba de lanzadera aeróbica (ES = 1,8), y que los forwards y Loose Forwards fueron más rápidos que los Forwards de primera fila en el sprint de 30 metros desde un comienzo corriente (ES = 1,0).

Backs

Las categorías de posición de los jugadores posteriores (backs) diferían significativamente en términos de altura, masa corporal (ver tabla 1), el rendimiento en la prueba de lanzadera aeróbica y fuerza. Contrastes post hoc indicaron que los grupos de Mediocampistas y Outside Backs eran más altos (ES = 1,5), poseían una mayor masa corporal (ES = 1,4), y obtuvieron un mayor impulso durante el sprint de 30 metros con salida fija (ES = 1,3) dentro del grupo de Backs. Los tamaños grandes del efecto (ES \geq 0,8), también se observaron entre estos grupos de la prueba aeróbica de transporte y también se repitieron en la prueba de alta intensidad del transporte (movilidad dentro del juego), aunque en estos casos las diferencias no alcanzaron a ser estadísticamente significativas. Los tamaños grandes del efecto se observaron también entre los backs mediocampistas y los backs posteriores fuera de su endomorfia y mesomorfia (ver figura 2), y el tiempo de sprint de 30 metros de una salida fija establecida, una vez más, estas diferencias no alcanzaron a ser estadísticamente significativas.

Discusión

La importancia de poseer un cierto tipo de cuerpo y un conjunto típico de características de rendimiento físico para satisfacer mejor las exigencias impuestas por cada una de las posiciones en el Rugby Siete es ampliamente aceptado por los seleccionadores, entrenadores y jugadores del juego. Por ejemplo, The New Zealand Rugby Football Union, en su manual de acreditación para entrenamiento (nivel 2) establece que los jugadores con un físico ectomorfos no deben colocarse en las posiciones de primera fila. En el estudio actual, los jugadores de posiciones Locks eran más pesados, y por consecuencia los jugadores de este tipo eran más lentos y por lo menos en forma aeróbicamente que poseían somatotipos del tipo muy endo-mesomórficas suelen tener un mejor rendimiento en las medidas de fuerza y potencia que los de otros somatotipos. Así, las constituciones de los puntales probablemente reflejan las exigencias que se les imponen por la fuerza y el poder para competir por la pelota en escaramuzas denominadas: scrums, rucks y maul. Los Hookers fueron similares a los jugadores de soporte en términos de mesomorfia, pero eran más ligeros, menos endomórfico y con una mayor capacidad aeróbica. La observación casual del juego en sus niveles más altos indicarían que los Hookers tienen más tendencia a un físico extremadamente fuerte en piernas y brazos, lo cual sea intensificado en los últimos 15 años, ya que la demanda de fuerza durante las escaramuzas: scrums y mauls se han incrementado con el aumento de la competitividad del juego. A medida que los bloqueos dentro del juego han comenzado a tener un papel preponderante en la impugnación de la posición en el line-out, la altura y el salto de competencia se consideraban activos. En consonancia con las conclusiones emitidas en [4] la principal diferencia entre los Locks y las categorías de otra posición eran en términos de altura. La capacidad de salto de los Props fue aproximadamente la misma que la de los otros delanteros. En [6] se ha sugerido que en lugar de depender de la altura. La capacidad de salto de los Props fue aproximadamente la misma que la de los otros delanteros. Por su parte en [7] se ha sugerido que en lugar de depender de la altura para ganar la posesión del balón, la calidad del juego mostrado por la mayoría de los Forwards line-out mejoraría la participación en programas específicos de entrenamiento de salto. Los forwards sueltos se les asignan la tarea de obtener y retener la posesión de la pelota en cada juego que se pierde, y se espera que los defensas sean agresivos y sean muy rápidos en distancias cortas, como lo anal-

izado en [5]. Los forwards sueltos eran significativamente más altos que los delanteros de primera fila, y más cortos de estatura que las Locks. En [3] se detalla que los “forwards” sueltos tenían los mejores perfiles de desempeño de todos los tipos de atletas. En el estudio actual no sobresalen en medida del rendimiento físico en comparación con los otros delanteros. Los jugadores que ocupan las diferentes categorías de posición en la parte trasera también difieren en sus papeles que representan en el juego. Los “inside backs” controlan la posesión obtenida por los “forwards”, y deben de decidir si atacar o lanzar jugadas defensivas. En el estudio actual los respaldos Dentro había la más corta y más ligera de las categorías de posición. Ya sea la talla pequeña de las espaldas dentro es un resultado de los requisitos de la posición o si los jugadores están ot seleccionado para otras posiciones debido a la falta de tamaño no se conoce. De las espaldas, las espaldas centro del campo suelen tener más contacto físico con la oposición. A menudo “choque” directamente en oposición a los jugadores del equipo a la velocidad y, como puede verse en la figura 2, son los más resistentes de las categorías de línea de la espalda (la más alta en endomorfia y mesomorfia).

Los respaldos externos son a menudo considerados como los “bóolidos” del equipo, y están obligados a ser capaz de derrotar a los jugadores contrarios, ya sea con ritmo o una combinación de ritmo y fuerza física. Aunque las espaldas fuera eran ligeramente más rápido que los otros corredores en los sprints, las diferencias entre las categorías de posición no fueron estadísticamente significativas. Los resultados confirman las observaciones analizadas a profundidad en [3] debido a que los jugadores que ocupan las distintas posiciones difieren en cuanto a sus atributos de rendimiento antropométricos y físicos, aunque algunos de los patrones señalado por los investigadores que no se observaron en la muestra actual. Por ejemplo, en [8] se informan de que las diferencias antropométricas más notables entre forwards y backs estaban en el tamaño corporal (peso y estatura), y que en cuanto al somatotipo diferían poco entre la escala de categorías posicionales o niveles de juego. Como se ilustra en las figuras 1 y 2, aunque las alturas y los pesos de n jugadores en el presente estudio difieren entre las categorías de posición, se observaron diferencias significativas también en términos de somatotipo, tanto entre los forwards y backs, y entre las categorías posicionales más estrechas dentro de estas amplias agrupaciones [10]. Cuando tratamos de considerar comparar mediante un Mod-

elo antropométrico en una muestra de 187 alumnos nos dimos cuenta que a pesar de que la estatura promedio es mayor no coincidían en la proporción corporal, sólo el 21% de la muestra presentó valores regulares y un 7% aceptables, y sólo tres mostraron valores ideales, esto explicaría los resultados de los pasados Juegos Centroamericanos y del Caribe y de los Juegos Panamericanos, donde la mejor posición fue en los segundos con un Quinto Lugar, esto se debería en gran medida a una combinación de etnicidad, alimentación y desempeño atlético como lo analizado en [11].

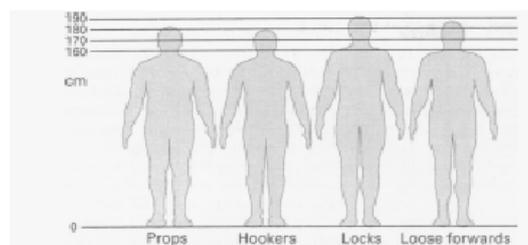


Figura 1. Antropometría de jugadores del tipo Forwards.

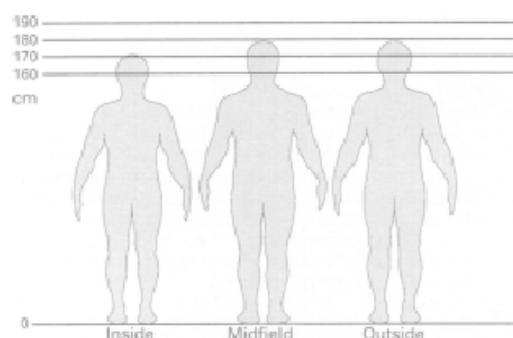


Figura 2. Antropometría de jugadores del tipo Backs.

CONCLUSIONES

Una mayor cantidad de individuos en la muestra dentro de cada categoría posicional en el presente estudio en comparación con trabajos anteriores han permitido analizar algunas de las diferencias entre las funciones de posición para definir estas con mayor claridad [12]. Parece que la combinación de las características antropométricas y los atributos físicos de rendimiento permite a los jugadores observados

satisfacer de una mejor forma las demandas que les impone su posición.

[12] Handcock P. Physical preparation for rugby union. *J Phys Educ NZ* 1993;26:7-9.

Bibliografía

- [1] Vodanovich I, Coates O, eds *New Zealand rugby skills and tactics*. Auckland, New Zealand: Landsdowne Pres, 1982.
- [2] Rigg P, Reilly T. A fitness profile and anthropometric analysis of first and second class rugby union players. In: Reilly T, Less A, Davids K, Murphy WJ, eds. *Science and football*. London: E & FN Spon, 1987.
- [3] Maud PJ, Shultz BB. The US National rugby team: a physiological and anthropometric assessment. *Physician Sportsmed* 1984 12:86-94.
- [4] Bell W. Body composition of rugby union football players. *Br J Sports Med* 1979; 19-23.
- [5] Boennec , Prevost M, Ginet L. Somatotype de sportif de haut niveau. Résultats dans huit disciplines différentes. *Med Sport* 1980; 54:309-18.
- [6] Casagrande G. Vivani F. Somatotype of Italian rugby players. *J Sports Med Phys Fitness* 1993; 33:65-69.
- [7] Quarrie KL, Handcock P. Waller AE, Chalmers DJ, Toomey MJ, Wilson BD. The New Zealand Rugby Injury and Performance project III. Anthropometric and physical performances characteristics of New Zealand Rugby Players. *Br J Sports Med* 1995; 29:17-24.
- [8] Waller AE, Feehan M, Marshall SW, Chalmers DJ. The Rugby Injury and Performance Project. I. Design an methodology of a prospective follow-up study. *Br J Sports Med* 1994; 28: 223-228.
- [9] SYSTAT for the Macintosh, version 5.2. Evanston, Illinois: SYSTAT In, 1992.
- [10] Guy RA, Gentry SE, Stewart JJ, Smith LD, eds. *New Zealand Rugby Football Union (Inc). Coaching accreditation manual –level 2*.
- [11] Bale P, Colley E, Mayhew J. Size and somatotype correlates of strength and physiological performance in adult male students. *Aust J Sci Med Sport* 1984;16:2-6.

Acerca del autor o autores

Alberto Ochoa y Nemesio Castillo están con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, y Rubén Jaramillo está con CFE-LAPEM. alberto.ochoa@uacj.mx

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral del Cuerpo Académico de Procesamiento e Instrumentación óptica, de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería, a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación. La revista cuenta con el Certificado de Reserva de Derecho al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102.

Los trabajos pueden ser clasificados, al menos, en tres categorías: Divulgación, Investigación, y Tutoriales.

Divulgación: Artículos que no necesariamente contienen resultados de proyectos de investigación propiamente. En esta sección también se podrán incluir trabajos que presenten nuevos enfoques a temas de investigación de modo que permitan ampliar su difusión.

Investigación: Se pueden incluir resultados de investigación aunque conservando el enfoque a la divulgación, es decir, no necesariamente con el rigor de un “paper”. Con ese enfoque se pretende motivar aun mayor número de lectores al hacerles llegar los nuevos tópicos que se estudian actualmente. Los trabajos sobre desarrollo tecnológico pueden ser considerados en esta categoría y se recomienda que un mayor número de trabajos correspondan a esa importante tarea.

Tutoriales: Se muestran temas novedosos, pero poco conocidos. O bien, nuevos enfoques a temas básicos, con un objetivo didáctico, de modo que permitan ampliar el conocimiento y motiven su aplicación en proyectos de ingeniería (desarrollo tecnológico). Página provisional de la Revista:

<http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm> **Sobre el formato del texto:** Los trabajos se pueden enviar en formato txt y las gráficas o figuras en formato jpg con buena resolución. De ser posible debe enviarse un solo archivo rar o zip que contenga tanto el texto como las figuras. En el caso de utilizar Word, se deberá enviar en formato .doc, sin utilizar macros (no se aceptará formato docx). También se aceptarán trabajos en formato OpenOffice. No se solicita ningún formato de página en especial, ya que el texto será llevado al formato de la revista. El trabajo debe incluir

1. Título y Lista de autores.
2. Resumen en un máximo de 200 palabras. El Resumen se utiliza como descripción del trabajo en el índice ampliado, y no aparece en el cuerpo del documento (ver algún número anterior como muestra).
3. Cuerpo del documento: El título de las Secciones será en MAYÚSCULAS, debidamente acentuadas. Las Subsecciones en minúsculas con la primera letra en mayúscula.
4. Las ecuaciones deberán indicarse lo más claramente posible, aun en formato txt. Por ejemplo: $H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5)$ where $z = e^{(j)\omega_1}$
5. Biografía de los autores. El lugar de adscripción se incluirá en una sección “acerca del autor” donde se podrá incluir una breve descripción del puesto que desempeña o ha desempeñado cada autor.

El autor principal deberá enviar debidamente llenado y firmado el formato de “cesión de derechos”, manifestando además que el trabajo no ha sido publicado previamente.

POLÍTICA EDITORIAL:

Los originales serán sometidos a un proceso editorial en varias fases. En primer lugar, los artículos recibidos serán objeto de una evaluación preliminar por parte del Comité Editorial, quien determinará la pertinencia de su publicación, con base a los requisitos temáticos. En la segunda fase, los artículos son enviados a dos pares académicos externos, quienes determinarán en forma anónima uno de los siguientes dictámenes: a) publicar sin cambios, b) publicar después de cumplir correcciones menores, c) publicar una vez que se haya revisado a fondo, d) rechazar. En caso de discrepancia entre los dos árbitros, el texto será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá si es aceptado o rechazado. Los resultados del proceso del dictamen son inapelables en todos los casos.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

DIFU100ci@ (read difuciencia) is a quarterly publication of the Processing and Optical Instrumentation Academic Group, Faculty of Electrical Engineering, Universidad Autonoma de Zacatecas. It aims to disseminate scientific and technological knowledge in the field of engineering, through application oriented articles and articles showing research topics. The magazine has a certified copyright number for exclusive use of the title issued by INDAUTOR, Reserve: 04-2010-110314331900-102.

Aims and Scope: The articles can be classified in at least three categories: Divulgation, Research, and Tutorials.

Divulgation: The articles do not necessarily contain results of research projects themselves. This section will also include works that showcase new approaches to research subjects so as to broaden its distribution.

Research: The articles include research results while maintaining the focus on disclosure (divulgation), ie not necessarily with the rigor of a “paper”. This approach is intended to motivate even more to bring readers to the new topics that are studied today. Works on technological development can be considered in this category and it is recommended to have more articles related to this important task.

Tutorials: These include new issues, but little known. Alternatively, they may include new approaches to basic knowledge, with a didactic purpose, so that will expand knowledge and encourage its application in engineering/technological projects. Provisional Web site of the Magazine: <http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm>

Format for submmision: The work can be sent in .txt formats and graphics or pictures in .jpg format with good resolution. It will be acceptable to send a single .zip or .rar file containing both the text and figures. In the case of using word, it must be sent in .doc format without using macros (.docx format is not accepted). It will be also accepted as an OpenOffice file. It is not requested any page format, especially since the text will be brought to the format of the magazine.

The article should include:

1. Title.
2. List of authors.
3. Summary in a maximum of 200 words. The summary is used as the article description in the expanded index, and does not appear in the document body (see a previous issue as a sample).
4. Main body of document. The title of the section will be in UPPERCASE, properly spelled. Subsections must be written in lowercase with the first letter capitalized.
5. The equations should be indicated as clearly as possible, even in txt format. For example:
$$H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5) \text{ where } z = e^{(j)\omega_1}$$
6. Biography of the authors. The actual job position will be included in a section “about the author” which may include a brief description of the position played or had played each author.

The lead author must submit the duly completed and signed form of “transfer of rights”, saying that the work has not been published previously.

EDITORIAL POLICY:

Manuscripts will undergo an editorial process in several phases. First of all the items received will be subject to a preliminary assessment by the Editorial Committee, who will determine the relevance of its publication, based on thematic requirements. In the second phase, items are sent to two external academic peers, who determine anonymously one of the following opinions: a) accept unchanged, b) accept after serving minor corrections, c) accept once it has been fully reviewed, d) reject. In case of discrepancy between the two arbitrators, the text will be sent to a third arbitrator, whose decision will define if it is accepted or rejected. The results of the opinion process are final in all cases.



UNIVERSIDAD

AUTONOMA

DE ZACATECAS

FRANCISCO GARCÍA SALINAS