



REVISTA TÉCNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- SCOPUS
- Compendex
- Chemical Abstracts
- Metal Abstracts
- World Aluminium Abstracts
- Mathematical Reviews
- Petroleum Abstracts
- Current Mathematical Publications
- MathSci
- Revenct
- Materials Information
- Periódica
- Actualidad Iberoamericana

UNIVERSIDAD DEL ZULIA



Quiébranos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia

Patrimonio del Estado Zulia e
interés Cultural desde 2001

Fecha de Construcción:
1954-1958

Diseño: Arquitecto Carlos Raúl
Villanueva, con elementos
novedosos de adaptación
climática.

Policromía de la obra: Artista
Zuliano Víctor Valera.

A proposal of a flexible structure for IoT business model

Tatiana Domingues de Almeida¹, Jaime Castillo Pincheira², Diego Castro Fettermann¹

¹Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad Federal de Santa Catarina - Brasil.

²Departamento de Procesos Industriales, Universidad Católica de Temuco, UCT - Chile

*Autor Contacto: dcfettermann@gmail.com

<https://doi.org/10.22209/rt.ve2019a15>

Recepción: 20/06/2019 | Aceptación: 03/11/2019 | Publicación: 01/12/2019

Abstract

The use of technologies called Internet of Things (IoT) facilitates the integration and interaction between objects through sensors and connections allowing communication between them and the environment. While it is true that IoT allows for greater data exchange, it is also true that it makes the construction of business models more complex. This extensive communication network presents a great opportunity for business development that includes IoT technologies, however, it also increases the complexity for building business models. This study proposes a flexible structure for business models that use IoT technologies. Two customized (customized) configurations of IoT business models were proposed, aimed at: manufacturing and products / services. As contributions, this paper presents an identification of patterns between the proposals of IoT business models, as well as a personalized proposal for structuring models for business applications that use IoT technologies. In this way, it is expected that managers can use the proposed structures as a starting point to define and / or modify their business models according to their objectives.

Keywords: internet of things; cluster analysis; business models.

Propuesta de estructura flexible para modelos de negocios IoT

Resumen

El uso de tecnologías denominadas Internet de las Cosas (IoT) facilita la integración y la interacción entre objetos por medio de sensores y conexiones permitiendo la comunicación entre ellos y el entorno. Si bien es cierto que IoT permite un mayor intercambio de datos, también es cierto que hace más compleja la construcción de los modelos de negocios. Esta amplia red de comunicación presenta una gran oportunidad para el desarrollo empresarial que incluye tecnologías IoT, sin embargo, también aumenta la complejidad para la construcción de los modelos de negocios. Este estudio propone una estructura flexible para modelos de negocio que utilizan tecnologías IoT. Se propusieron dos configuraciones personalizadas (customizadas) de modelos de negocios IoT, orientadas a: manufactura y productos/servicios. Como contribuciones, este trabajo presenta una identificación de patrones entre las propuestas de modelos de negocios IoT, así como una propuesta personalizada para la estructuración de modelos para aplicaciones en negocios que utilizan las tecnologías IoT. De esta forma se espera que los gerentes puedan usar como punto de partida las estructuras propuestas para definir y/o modificar sus modelos de negocios de acuerdo con sus objetivos.

Palabras Clave: internet de las cosas; análisis de cluster; modelos de negocios.

Introducción

El Internet de las Cosas (*Internet of Things* - IoT) promueve una integración e interconexión entre una gran variedad de objetos por medio de sensores y conexiones a red. Esta conexión tiene la finalidad de permitir que los objetos y redes interactúen entre sí y con el medio, para que puedan entender, monitorear y muchas veces controlar el entorno [1]. Son varias las tecnologías que involucran posibilidades de aplicación de IoT, tales como *Radio Frequency Identification* [2], sensores inteligentes [3], dispositivos móviles [4] e *Wireless Sensor Networks* [5]. La incorporación de estas tecnologías está creciendo en distintos sectores, tanto como la agricultura [6], en sistemas producto-servicio [7], ciudades inteligentes [8], manufactura [9], salud [10], transporte [11], entre otros. Es posible identificar que la cantidad de investigación que aborda el tema de IoT está aumentando y ha sido uno de los principales temas discutidos tanto en los sectores empresariales como en el ambiente académico [12].

Los modelos de negocio son identificados como uno de los desafíos más significativos en lo que se refiere a adopción de tecnologías IoT [13]. Con el uso de IoT, se comprueba un cambio enfocado en una perspectiva del ecosistema, haciendo ineficiente el abordaje tradicional de los modelos de negocio, que presentan una perspectiva restringida a nivel de empresa [14]. Debido a que presenta una infinidad de posibles conexiones, es necesario adaptar los modelos de negocios para responder a las complejidades traídas por IoT [14]. La estructura del ecosistema relacionada con los negocios no está clara debido a la cantidad de soluciones y a que los involucrados no tienen roles definidos [15]. La inclusión de soluciones específicas de IoT generalmente responde solamente a algunas partes de los problemas que requieren una solución general, lo que genera una fragmentación de los problemas. Este factor es una de las barreras que justifican una estructuración de un modelo de negocios a partir de la inclusión de IoT. Todavía se observa que los gerentes muchas veces son reacios para realizar modificaciones en sus modelos de negocios [16]; [17].

Debido a esta diversidad de posibilidades de aplicación de IoT en los negocios [18];[51] y la posibilidad de aplicar el concepto de modularidad al diseño organizacional [19];[20], se planteó como objetivo de este estudio proponer una forma personalizable de estructuración de modelos de negocio IoT. La propuesta sugiere una estructura más flexible y adecuada para una diversidad de aplicaciones que las tecnologías IoT ponen a disposición para nuevos negocios. Con esta propuesta, se pretende que la estructura pueda ser utilizada como punto de partida en el desarrollo de nuevos modelos de negocios en el contexto de IoT y en la modificación de modelos ya existentes, de acuerdo con los objetivos de los negocios en cuestión.

Materiales y Métodos

El método propuesto para este trabajo está constituido de 3 etapas: (i) identificación de propuestas de modelos de negocios IoT en la literatura; (ii) Estudio de las características de las propuestas de modelos de negocio IoT e identificación de patrones; y (iii) Propuesta personalizable de una estructura para modelos de negocios en el contexto IoT.

Identificación de propuestas de modelos de negocio IoT

Para la primera etapa, inicialmente fueron definidos los ejes de la investigación, siendo: Internet de las cosas (IoT) y demás definiciones asociadas al tema de modelos de negocios. Fue realizada una búsqueda en las bases de datos académicas Web of Science, Science Direct y Scopus restringida títulos, palabras clave y resúmenes. La búsqueda fue realizada en el período del 11 al 15 de junio de 2018, sin restricción temporal de resultados o por tipo de publicación.

En el proceso de filtrado las publicaciones fueron analizadas de acuerdo a los siguientes criterios: (i) artículos duplicados; (ii) títulos alineados con el tema de investigación y versión en línea disponible; (iii) resúmenes alineados con el tema de investigación; (iv) presentación de propuestas o descripción de modelos de negocios para el contexto de IoT; y (v) propuestas de modelos de negocios IoT estructuradas por bloques. El propósito de los criterios de selección fue identificar los estudios primarios relevantes que realmente presentan propuestas con descripciones de modelos de negocio IoT estructurados de manera semejante, para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación. Primero, fueron analizadas las estructuras de las propuestas de los modelos de negocios IoT. Se observó que la mayor parte de la propuestas de modelos de negocios IoT (87,6%), identificadas en la literatura están estructuradas por bloques y, por esta razón, estas fueron consideradas en este trabajo.

Resultados y discusión

Levantamiento de características de las propuestas de modelos de negocio IoT e identificación de patrones

En la revisión, se realizó un análisis de contenido con el objeto de agrupar los nombres de bloques similares que apuntan en una misma dirección en el modelo de negocios IoT. Fueron identificados 84 bloques y después del análisis de contenido fue posible agrupar diversos bloques similares, resultando en total 41 bloques. Los datos fueron organizados en forma de una matriz, que asocia i propuestas de modelos I_{28}^1 y J_{41}^1 bloques (Tabla 1).

Tabla 1. Estructura de la base de datos recolectados en las propuestas de modelos de negocio IoT.

		Bloques j																			
		J_1	J_2	J_3	J_4	J_5	J_6	J_8	J_9	J_{10}	J_{11}	J_{12}	J_{13}	J_{14}	J_{15}	J_{16}	J_{17}	...	J_{39}	J_{40}	J_{41}
Modelos i	i_1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0		1	1	1
	i_2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0
	i_3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0	0	0
	i_4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	1	0
	i_5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0		0	0	1
	i_6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1		0	0	1
	i_7	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		1	1	0
	i_8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0		0	1	0
	i_9	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1		1	0	0
	i_{10}	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
	i_{11}	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0		0	0	1
	i_{12}	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1		1	1	0

	i_{28}	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0

En este trabajo, se realizó un Análisis de Conglomerados (Clúster), con el fin de identificar grupos de i propuestas de modelos IoT que presentan una estructura de j bloques semejantes entre si. Además se identificaron los patrones de aplicación de las propuestas. El método de análisis de conglomerados utilizado, fue el método jerárquico con el coeficiente de similitud de Jaccard [21], debido a la característica binaria de los datos y al interés solo en los casos en que la proposición i está asociada con los bloques de construcción j . La técnica de agrupamiento jerárquico une las muestras por sus asociaciones, generando un dendrograma en el que las muestras que se asemejan son agrupadas entre sí. El análisis de agrupamiento jerárquico de datos, se realizó utilizando el método del centroide. El método refiere al algoritmo por el cual la similitud de conglomerados, se mide como la distancia entre los centroides del conglomerado [22]. Se seleccionó este método porque ser menos afectado por condiciones *outliers* en comparación con otros métodos jerárquicos [22], siendo en la muestra casos muy específicos. El análisis de datos fue realizado con los software Microsoft Excel 2013®, para organizar los datos, y IBM SPSS Statistics 23® para el análisis de conglomerado. La definición de la cantidad de conglomerados fue realizada por medio del análisis de dendrograma y la cohesión entre ocurrencias y la separación entre grupos, fueron definidos por el índice de Silhouette [23]. Después de identificar el número de clusters, que expresan una mayor homogeneidad interna y heterogeneidad entre ellos, se realizó el análisis *k-means* para agrupar las propuestas de modelos de negocio IoT. El método *k-means* es usado para dividir automáticamente un conjunto de datos en k grupos [24]. Por medio de este análisis, se observa si los objetos dentro de una agrupación son de hecho similares a otros insertados en la misma agrupación (homogeneidad) y diferentes de otros

objetos identificados en otras agrupaciones (que denotan heterogeneidad) [22]. En este artículo, el resultado de este análisis busca identificar las propuestas semejantes, de acuerdo con sus estructuras de bloques planteadas. Este resultado nos permite identificar la posibilidad de patrones genéricos de modelo de negocio de IoT de acuerdo con su área de aplicación. A partir del análisis del dendrograma (Figura 1) y el valor del coeficiente de Silhouette se determinó que la identificación de dos grupos es la más adecuada para los datos analizados.

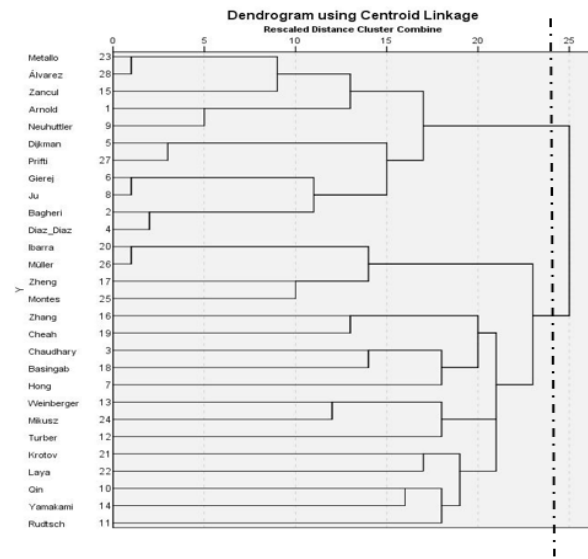


Figura 1. Dendrograma resultante del análisis de conglomerado.

Propuesta personalizable de estructuración para modelos de negocio en el contexto IoT

A partir de la definición de patrones de aplicación en el análisis de las propuestas de modelos de negocios IoT, cada conglomerado se analiza por separado para identificar en cada uno de ellos una plataforma de bloques. Por lo tanto, se utiliza un análisis de la frecuencia de los bloques en cada una de las agrupaciones identificadas. Se propone calcular el promedio considerando las frecuencias totales de cada bloque; los bloques con frecuencias superiores al promedio total se consideran parte de la plataforma. Los otros bloques se agrupan para su uso en función de las especificidades y necesidades de cada negocio.

Propuesta personalizable de estructuración para modelos de negocio

A partir de los resultados y después de analizar los conglomerados identificados y las características de los modelos de negocio de IoT agrupados; estos patrones fueron nombrados de acuerdo con el enfoque al que se refieren sus modelos de negocio (tabla 2). El primer patrón identificado se centra principalmente en propuestas de modelos de negocios con un enfoque en la fabricación, mientras que el segundo en productos y / o servicios. Vale la pena señalar que tres proposiciones no presentaron direccionamiento, pero sí enfoques genéricos para la aplicación de modelos de negocios de IoT [25]; [26]; [27]. Sin embargo, en el análisis de conglomerados realizado, estos casos se agruparon en el patrón de manufactura (fabricación).

Tabla 2: Direccionamiento (orientación) de las propuestas de modelos de negocio IoT

Patron	Referencias
Manufactura	Arnold, Kiel, and Voigt [28]; Chaudhary, Pandey, and Pandey [29]; Cheah and Wang [30]; Gierej [31]; Ibarra, Ganzarain, and Igartua [32]; Mikusz et al. [33]; Montes [34]; Müller, Buliga, and Voigt [35]; Qin and Yu [36]; Rudtsch et al. [37]; Turber and Smiela [38]; Weinberger et al. [39]; Yamakami [40]; Y. Zhang and Wen [41]
Producto/ Servicio	Alvarez, Ghanbari, and Markendahl [42]; Neuhüttler, Woyke, and Ganz [43]; Bagheri and Movahed [44]; Díaz-Díaz, Muñoz, and Pérez-González [45]; Dijkman et al. [46]; Ju, Kim, and Ahn [12]; Laya, Markendahl, and Lundberg [47]; Metallo et al. [48]; Prifti et al. [49]; Zancul et al. [7]; Zheng et al. [50]

Posteriormente, los patrones se sometieron a un análisis independiente, para una propuesta personalizable de estructuración para modelos de negocios IoT. Con base en el análisis de similitud entre las 28 proposiciones identificadas en la literatura, se propusieron dos estructuras para los modelos de negocios de IoT dirigidos a dos tipos de aplicación: en fabricación y en productos / servicios. Ambas propuestas tienen la característica de ser personalizables. Cada negocio tiene sus determinadas especificidades independientemente del sector en el cual está inserto. Por este motivo, las estructuras propuestas

en este trabajo pueden ser personalizadas de acuerdo a sus necesidades y objetivos específicos del negocio.

Las propuestas presentadas en este artículo tiene la siguiente estructura: plataforma y categorías de bloques de construcción. La plataforma sugiere una estructura base para el desarrollo del modelo de negocio IoT, es decir, una estructura inicial genérica para los modelos de negocios para cada una de las orientaciones (direccionamientos) en el cual el negocio se inserte (manufactura y/o productos /servicios). Posteriormente, pueden ser unidos a esta plataforma cualquier otro bloque de construcción remanente de acuerdo con la necesidad específica del caso. En este estudio, estos bloques se organizaron según su orientación principal con el fin de facilitar la decisión de los gerentes de acuerdo con sus objetivos de negocios. De esta forma, el modo de estructuración del modelo de negocio de IoT final, será el resultado de una estructura de plataforma + bloques de construcción, determinados de acuerdo con las especificidades y / u objetivos del negocio.

Propuesta personalizable direccionada a la manufactura (fabricación)

En el patrón de modelos de negocio referido a la aplicación enfocada en manufactura (fabricación), fueron identificados nueve bloques con frecuencia por encima de la media, siendo estos: flujo de ingresos, propuesta de valor, clientes, actividades y procesos claves, datos, arquitectura digital, stakeholders, objetos inteligentes y recursos claves.

Posteriormente, fueron analizados los bloques de construcción restantes, identificando similitudes entre sus aplicaciones con el objetivo de identificar categorías

de bloques asociados. El objetivo de la propuesta de las categorías de bloques de construcción es presentar conjuntos que puedan ser personalizados de acuerdo con sus particularidades y necesidades de cada negocio. Como estos bloques presentaron una frecuencia reducida en relación con los bloques considerados en la plataforma, se entendió que estos bloques pueden ser necesarios para características específicas del negocio. Por lo tanto, al estructurar su modelo de negocio, la empresa puede adaptar las categorías de bloques a la plataforma en función de sus objetivos y visión de negocio. La estructura

propuesta se presenta a continuación (Figura 2).

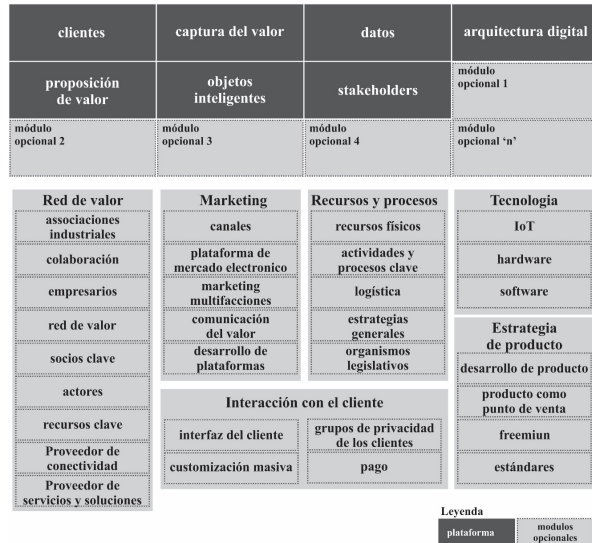


Figura 2. Propuesta personalizada de estructura para modelo de negocios IoT, enfocado a manufactura.

Propuesta personalizada direccionada a Productos/ Servicios

Al igual que en el primer patrón de modelo de negocio de IoT, se pretendía definir una plataforma de bloques de construcción para el segundo patrón, para modelos de negocio de IoT dirigidos al área de productos y / o servicios. A diferencia del primer patrón, donde se observó un mayor número de bloques remanentes, en el segundo patrón solo se identificaron tres bloques. Esto significa que el grupo de propuestas de modelo de producto / servicio es mucho más homogéneo entre las propuestas analizadas. Eso dejó solo tres opciones para agregar a la plataforma base. Estos bloques presentan orientaciones hacia el desarrollo de productos, cadena de valor y acciones enfocadas en responsabilidad social (Figura 3).

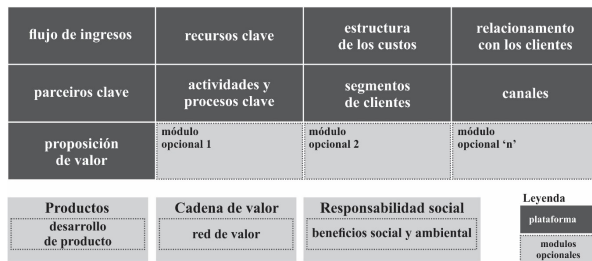


Figura 3. Propuesta personalizada de estructura para modelos de negocios IoT orientado a Productos/Servicios

Conclusiones

Por medio del análisis de las propuestas de modelos de negocios IoT identificados en la literatura se puede observar que existe una gran variedad de aplicaciones de estas propuestas. Hubo una limitación en la aplicación práctica genérica de estas proposiciones, ya que muchas se refieren a casos de aplicación muy específicos, tales como el mantenimiento predictivo en el ámbito industrial [26], el uso de una plataforma inteligente enfocada en social care [47], la oferta de servicios en el sector educativo a través de la plataforma Educación como Servicio (EAAS) [49]. Estas particularidades dificultan el uso de estas propuestas de modelo de negocio de IoT en casos comerciales más genéricos. Por otro lado, está claro que hay propuestas más genéricas en la literatura, sin embargo, su uso es acotado cuando se consideran las particularidades de los negocios específicos. Así, como contribución teórica, este artículo presenta un análisis de estos casos para proponer una forma de estructuración personalizable, utilizando el concepto de configuración modular aplicado a nivel organizacional. Esta propuesta se puede utilizar como punto de partida para la estructuración de un modelo de negocio de IoT dirigido a la manufactura y/o productos / servicios, considerando una plataforma que presenta bloques de construcción considerados genéricos para el área, además de agrupaciones de bloques que se pueden insertar de acuerdo con los detalles del negocio en cuestión. Como contribución práctica, este documento presenta dos propuestas de estructuración personalizables para los modelos de negocio de IoT. Estas propuestas pueden ser usadas por los gerentes de acuerdo con la orientación (direccionamiento) de su negocio. La estructura sigue una configuración de plataforma más categorías de bloques de construcción, donde la plataforma es en el punto de partida en una de las etapas de modificación o estructuración en sus modelos de negocio. Posteriormente se pueden acoplar de acuerdo a las necesidades y objetivos a cualquiera de los bloques agrupados en las categorías de los bloques de construcción propuestos. Para futuras investigaciones relacionadas con el tema, aplicar la propuesta con el fin de probar la eficiencia real de este tipo de modelo de negocio en las empresas que incorporar tecnologías IoT.

Referencias Bibliográficas

[1] Ng, I. C. L. and Wakenshaw, S. Y. L. "The Internet-of-Things: Review and Research Directions". International Journal of Research in Marketing, Vol. 34, No. 1 (2017) 3-21.

[2] Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G. "The Internet of Things: A Survey". Computer Networks, Vol. 54, No. 15 (2010) 2787-2805.

[3] Borgia, E. "The Internet of Things Vision: Key Features, Applications and Open Issues". Computer

- Communications, Vol. 54 (2014) 1–31.
- [4] Pacheco, F., Klein, A. and Righi, R. “Modelos de Negócio para Produtos e Serviços Baseados em Internet das Coisas: Uma Revisão da Literatura e Oportunidades de Pesquisas Futuras”. *REGE - Revista de Gestão*, Vol. 23, No. 1 (2016) 41–51.
- [5] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M. “Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions”. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 29, No. 7 (2013) 1645–1660.
- [6] Yu, L., Xuemei, L., Jian, Z. and Yuning, X. “Research on the Innovation of Strategic Business Model in Green Agricultural Products Based on Internet of Things (IoT)”. *Proceedings of the 2nd International Conference on E-business and Information System Security* (2010) 1-3.
- [7] Zancul, E., Takey, S., Barquet, A., Kuwabara, L., Cauchick Miguel, P. and Rozenfeld, H. “Business Process Support for IoT Based Product-Service Systems (PSS)”. *Business Process Management Journal*, Vol. 22, No. 2 (2016) 305-323.
- [8] Hashem, I., Chang, V., Anuar, N., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., and Chiroma, H. “The Role of Big Data in Smart City”. *International Journal of Information Management*, Vol. 36, No. 5 (2016) 748–758.
- [9] Rymaszewska, A., Helo, P. and Gunasekaran, A. “IoT powered servitization of manufacturing—an exploratory case study”. *International Journal of Production Economics*, Vol. 192 (2017) 92-105.
- [10] Farahani, B., Firouzi, F., Chang, V., Badaroglu, M., Constant, N. and Mankodiya, K. “Towards Fog-Driven IoT e-Health: Promises and Challenges of IoT on Medicine and Healthcare”. *Future Generation Computer Systems*, Vol.78 (2018) 659-676.
- [11] Afzal, B., Alvi, S. A., Shah, G. A. and Mahmood, W. “Energy Efficient Context Aware Traffic Scheduling for IoT Applications”. *Ad Hoc Networks*, Vol. 62 (2017) 101-115.
- [12] Ju, J., Kim, M.-S. and Ahn, J.-H. “Prototyping Business Models for IoT Service”. *Procedia Computer Science*, Vol. 91 (2016) 882–890.
- [13] Mohammadzadeh, A., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, R., Mahbanooei, B. and Ghasemi, R. “A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) Approach for Prioritizing Internet of Things Challenges in Iran”. *Technology in Society*, Vol.53 (2018) 124-134.
- [14] Ikävalko, H., Turkama, P. and Smedlund, A. “Value Creation in the Internet of Things: Mapping Business Models and Ecosystem Roles”. *Technology Innovation Management Review*, Vol. 8, n. 3 (2018) 1-8.
- [15] Westerlund, M., Leminen, S. and Rajahonka, M. “Designing Business Models for the Internet of Things”. *Technology Innovation Management Review*, Vol. 4, No. 7 (2014) 5-14.
- [16] Markendahl, J., Lundberg, S., Kordas, O. and Movin, S. “On the Role and Potential of IoT in Different Industries: Analysis of Actor Cooperation and Challenges for Introduction of New Technology”. *Proceedings of IEEE Internet of Things Business Models, Users, and Networks* (2017) 1-8.
- [17] Echeveste, M. E. S., Rozenfeld, H. and Fettermann, D. C. “Customizing practices based on the frequency of problems in new product development process”. *Concurrent Engineering*, Vol.25, No. 3 (2017) 245-261.
- [18] Ghanbari, A., Laya, A., Alonso-Zarate, J. and Markendahl, J. “Business Development in the Internet of Things: A Matter of Vertical Cooperation”. *IEEE Communications Magazine*, Vol. 55, No. 2 (2017) 135-141.
- [19] Langlois, R. N. “Modularity in Technology and Organization”. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 49, No. 1 (2002) 19-37.
- [20] Fettermann, D. C., Echeveste, M. E. S., Tortorella, G. L. “The benchmarking of the use of toolkit for mass customization in the automobile industry”. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 24, No.6 (2017) 1767-1783.
- [21] Milligan, G. W. and Cooper, M. C. “A Study of the Comparability of External Criteria for Hierarchical Cluster Analysis”. *Multivariate Behavioral Research*, Vol. 21, No. 4 (1986) 441-458.
- [22] Rencher, A. C. “Methods of Multivariate Analysis”. John Wiley & Sons, 2003.
- [23] Rousseeuw, P. J. “Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis”. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol. 20 (1987) 53-65, 1987.
- [24] Wagstaff, K., Cardie, C., Rogers, S. and Schrödl, S. “Constrained k-means Clustering with Background Knowledge”. *ICML*, Vol.1 (2001) 577-584.
- [25] Hong, H. “Analysis of Business Framework for Internet of Things”. *Indian Journal of Science and Te-*

- chnology, Vol. 9, No. 37 (2006).
- [26] Basingab, M., Rabelo, L., Nagadi, K., Rose, C., Gutiérrez, E. and Jung, W. I. "Business Modeling Based on Internet of Things: A Case Study of Predictive Maintenance Software Using ABS Model". Proceedings of the Second International Conference on Internet of things and Cloud Computing (2017) 1-5.
- [27] Krotov, V. "The Internet of Things and New Business Opportunities". Business Horizons, Vol. 60, No. 6 (2017) 831-841.
- [28] Arnold, C., Kiel, D. and Voigt, K. "How the Industrial Internet of Things Changes Business Models in Different Manufacturing Industries". International Journal of Innovation Management, Vol. 20, No. 08 (2016) 16400151-164001525.
- [29] Chaudhary, R., Pandey, J. and Pandey, P. "Business Model Innovation through Big Data". Proceedings of the International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT) (2015) 259-263.
- [30] Cheah, S. and Wang, S. "Big Data-Driven Business Model Innovation by Traditional Industries in the Chinese Economy". Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies, Vol. 10, No. 3 (2017) 229-251.
- [31] Gierej, S. "The Framework of Business Model in the Context of Industrial Internet of Things". Procedia Engineering, Vol. 182, (2017) 206-212.
- [32] Ibarra, D.; Ganzarain, J.; Igartua, JI. "Business Model Innovation through Industry 4.0: A Review". Procedia Manufacturing, Vol. 22 (2018) 4-10.
- [33] Mikusz, M., Schäfer, T., Taraba, T. and Jud, C. "Transforming the Connected Car into a Business Model Innovation". Proceedings of the 19th IEEE Conference on Business Informatics (CBI) (2017) 247-256.
- [34] Montes, J.O. "Impacts of 3D Printing on the Development of New Business Models". Proceedings of the IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS) (2016) 1-9.
- [35] Müller, J. M., Buliga, O. and Voigt, K. "Fortune Favors the Prepared: How SMES Approach Business Model Innovations in Industry 4.0". Technological Forecasting and Social Change, Vol. 132, (2018) 2-17.
- [36] Qin, Q. and Yu, H. "Research on the Internet of Things Business Model of Telecom Operators Based on the Value Net". Management & Engineering, No. 21 (2015) 8-12.
- [37] Rudtsch, V., Gausemeier, J., Gesing, J., Mittag, T. and Peter, S. "Pattern-based Business Model Development for Cyber-Physical Production Systems". Procedia CIRP, Vol. 25 (2014) 313-319.
- [38] Turber, S. and Smiela, C. "A Business Model Type for the Internet of Things". Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems (2014) 1-10.
- [39] Weinberger, M., Bilgeri, D. and Fleisch, E. "IoT Business Models in an Industrial Context". Automatisierungstechnik, Vol. 64, No. 9 (2016) 699-706.
- [40] Yamakami, T. "A 3-Dimensional View Model of IoT-Empowered Business Model Engineering Towards Borderless Business Reengineering". Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT) (2017) 690-694.
- [41] Zhang, Y. and Wen, J. "The IoT Electric Business Model: Using Blockchain Technology for the Internet of Things". Peer-to-Peer Networking and Applications, Vol. 10, No. 4 (2017) 983-994.
- [42] Alvarez, O., Ghanbari, A. and Markendahl, J. "Smart Energy: Competitive Landscape and Collaborative Business Models". Proceedings of the 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN) (2015) 114-120.
- [43] Neuhüttler, J., Woyke, I. C. and Ganz, W. "Applying Value Proposition Design for Developing Smart Service Business Models in Manufacturing Firms". Proceedings of the International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (2017) 103-114.
- [44] Bagheri, M. and Movahed, S. H. "The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model". Proceedings of the 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS) (2016) 435-441.
- [45] Díaz-Díaz, R., Muñoz, L. and Pérez-González, D. "Business Model Analysis of Public Services Operating in the Smart City Ecosystem: The Case of SmartSantander". Future Generation Computer Systems, Vol. 76 (2017) 198-214.
- [46] Dijkman, R., Sprenkels, B., Peeters, T. and Janssen, A. "Business Models for the Internet of Things". International Journal of Information Management, Vol. 35, No. 6 (2015) 672-678.
- [47] Laya, A., Markendahl, J. and Lundberg, S. "Network-

- Centric Business Models for Health, Social Care and Wellbeing Solutions in the Internet of Things". *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 34, No. 2 (2018) 103-116.
- [48] Metallo, C., Agrifoglio, R., Schiavone, F. and Mueller, J. "Understanding Business Model in the Internet of Things Industry". *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 136 (2018) 298-306.
- [49] Prifti, L., Knigge, M., Löffler, A., Hecht, S. and Krcmar, H. "Emerging Business Models in Education Provisioning: A Case Study on Providing Learning Support as Education-as-a-Service". *International Journal of Engineering Pedagogy (ijEP)*, Vol. 7, No. 3 (2017) 92-108.
- [50] Zheng, M., Ming, X., Wang, L.; Yin, D. and Zhang, X. "Status Review and Future Perspectives on the Framework of Smart Product Service Ecosystem". *Procedia CIRP*, Vol. 64, No. 1, (2017) 181-186.
- [51] Fettermann, D. C., Cavalcante, C. G. S., Almeida, T. D. D. and Tortorella, G. L. (2018). "How does Industry 4.0 contribute to operations management?" *Journal of Industrial and Production Engineering*, Vol.35, No.4 (2018) 255-268.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Volumen Especial, 2019, No. 1, pp. 154 - 262_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en Diciembre de 2019, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

**www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientificaluz.org**