

## Sistema web para la identificación de oportunidades de empleo mediante el algoritmo de emparejamiento

### Web System for the identification of opportunities for employment through matching algorithm

BELLO-LÓPEZ, Pedro<sup>†</sup>, CONTRERAS-GONZÁLEZ, Meliza\*, BONFIL-BARRAGÁN, Erika y GARDUÑO-ALARCÓN, Dulce

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Pedro, Bello-López* / ORC ID: 0000-0001-8862-064X

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Meliza, Contreras-González* / ORC ID: 0000-0003-3375-4493

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Erika, Bonfil-Barragán* / ORC ID: 0000-0002-2671-4533

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Dulce, Garduño-Alarcón* / ORC ID: 0000-0001-6461-1095

Recibido: 13 de Septiembre, 2018; Aceptado 22 de Noviembre, 2018

#### Resumen

Las empresas hoy en día se enfrentan con varios retos a la hora de seleccionar un candidato para un puesto, esto conlleva a riesgos que pueden afectar la estabilidad de la empresa por una selección incorrecta, por lo que se tiene la necesidad de implementar una estrategia que aumente la calidad selectiva de un recurso, de esta manera se pretende que la empresa pueda realizar una contratación automatizada basándose en un modelo de emparejamiento que permita traer beneficios a corto y largo plazo, a lo que esto conlleva obtener una contratación de personal que más aptitudes tenga para la vacante y retención de los mejores talentos, como así mismo genera una estabilidad tanto laboral como económica para el empleado. Utilizando una metodología de desarrollo de software se realizó el análisis de los requerimientos del sistema, se diseñó el modelo de emparejamiento para ajustar la relación empresa-empleado y se generaron los grafos de visualización de la distribución de oportunidades respecto a los candidatos a ocupar un puesto. Concluimos que este sistema apoyará a las empresas y a los candidatos a establecer una relación donde ambas partes sean beneficiadas.

**Bolsa de trabajo, Problema del emparejamiento, Visualización de la información**

#### Abstract

Today companies are faced with several challenges to select a candidate for a position, this leads to risks that may affect the stability of the company by a wrong selection. For this reason, it is necessary to implement a strategy for increasing the selective quality of a resource, this is intended to enable the company perform an automated recruitment based on a model that allows matching between companies and employees, this will bring benefits in the short and long term, in this case entails obtaining a recruitment of personal that have more skills for the vacancy and the companies retain the best talents, as well as generates a labor and economic stability for the employee. Using a software development methodology, the analysis of the system requirements was made, matching model was designed to adjust the relationship company-employee and displaying graphs were generated for the distribution of opportunities with regard to the candidates for a position. We conclude that this system will support the companies and candidates to establish a relationship where both are benefited.

**Labor exchange, Matching problem, Data visualisation**

**Citación:** BELLO-LÓPEZ, Pedro, CONTRERAS-GONZÁLEZ, Meliza, BONFIL-BARRAGÁN, Erika y GARDUÑO-ALARCÓN, Dulce. Sistema web para la identificación de oportunidades de empleo mediante el algoritmo de emparejamiento. Revista de Tecnología Informática. 2018. 2-7: 6-10

\* Correspondencia al autor (correo electrónico: vikax68@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad para el área de Recursos Humanos de cualquier empresa, existen características únicas y desafiantes en un mercado para la selección del personal, al paso del tiempo los métodos de selección tienen que ir evolucionando y como consecuencia se requiere implementar estrategias claves para la mejor selección del personal, pero al mismo tiempo se tiene que buscar a futuro la retención de los mejores talentos, con la finalidad de favorecer a la empresa. Cuando hablamos de una evolución y estrategias para el área de Recursos Humanos, tenemos que pensar en una estrategia tecnológica, y si hacemos una evaluación de costo-beneficio tenemos que enfocarnos en satisfacer las necesidades del área, con esto tendremos un efecto al producir un buen servicio que mejora la calidad de vida laboral y social, aun que como todo sistema tecnológico, no todo será un beneficio ya que quizá para algunas empresas será complicado costear el desarrollo tecnológico e implementarlo pues bien, quizá se necesite también costear una infraestructura y licencias de software adicional.

Esta propuesta está basada en el problema conocido como "Problema de las parejas estables", mismo que se resolvió con un algoritmo de emparejamiento, y se le reconoce a Gale-Shapley por haber diseñado juntos dicho algoritmo de matching. Además empleando la teoría de grafos como una forma de visualizar gráficamente el resultado de la aplicación del modelo de emparejamiento apoya a la toma de decisiones en las empresas.

El algoritmo básico de emparejamiento ha sido aplicado a problemas como los matrimonios estables. D. Gale y L. Shapley (1962) en (Aho,1998) fueron los encargados de plantear y resolver el problema, y aplicarlo a otros ámbitos como el problema de los residentes/hospitales. Así este trabajo se enfoca al modelado del problema de asignar un conjunto de posibles candidatos a un empleo determinado usando el algoritmo básico de emparejamiento descrito por Gale-Shapley considerando la cardinalidad de los candidatos al empleo, es decir, suponiendo una preselección para hacer coincidir el número de solicitantes y el número de empleos (empresas) que generalmente son menos que las solicitudes de empleo.

Para mostrar la aplicación del modelo se realizó una aplicación computacional para mostrar de forma visual mediante un grafo el emparejamiento o asignación estable.

El artículo está compuesto de tres secciones: el modelado del problema mediante algoritmia, los resultados y las conclusiones.

## Modelado del problema

Un emparejamiento  $M$  es un subconjunto de  $G = (V, E)$  con la propiedad de que ningún par de aristas comparan algún nodo (Martinez,2002).

Dado  $G$ , el problema del emparejamiento es encontrar un emparejamiento máximo  $M$  sobre  $G$ .

Los arcos en  $M$  serán llamados arcos emparejados; los restantes nodos libres (Aho,98).

El problema de los matrimonios estables es el problema "base" de los demás problemas y al que acudiremos para hacer una generalización de sus algoritmos o definir conceptos.

D. Gale y L. Shapley (1962) fueron los encargados de plantear y resolver el problema, y aplicarlo a otros ámbitos (Sisa,2002).

El planteamiento del problema es muy sencillo: Tenemos dos conjuntos Mujeres y Hombres y ambos son del mismo cardinal (hay el mismo número de mujeres que de hombres), y además cada uno tiene su propia lista de preferencias.

Para resolver el problema se necesita lo siguiente:

- Dos conjuntos disjuntos, mujeres ( $M$ ) y hombres ( $H$ ), del mismo tamaño, ( $\text{card}(M) = \text{card}(H) = n$ ), cuyos elemento denotaremos como  $M = \{m_1, \dots, m_n\}$  y  $H = \{h_1, \dots, h_n\}$ .
- Una lista de preferencias para cada individuo. Es decir cada persona hará una lista ordenada, comenzando con la persona del sexo opuesto en la que más esté interesada, en la que incluya a todas las personas de sexo opuesto.

- Un emparejamiento  $E$ , es una correspondencia biyectiva (1:1) entre las mujeres y los hombres.
- Sean  $m_i$  y  $h_j$ , una mujer y un hombre respectivamente. Se dice que  $m_i$  y  $h_j$  son pareja en  $E$  si en la correspondencia  $E$  han sido emparejados. Se denota como  $m_i = pE(h_j)$  o  $h_j = pE(m_i)$ .
- Diremos que  $m_i$  y  $h_j$  forman una pareja bloqueante en  $E$  o que bloquean el emparejamiento  $E$  si:  $m_i$  y  $h_j$  no son pareja en  $E$ ;  $m_i$  prefiere a  $h_j$  antes que a  $pE(m_i)$  y  $h_j$  prefiere a  $m_i$  antes que a  $pE(h_j)$ . Es decir,  $m_i$  y  $h_j$  preferirían ser pareja, en lugar de sus respectivas parejas obtenidas en  $E$ .
- Si en  $E$  hay al menos una pareja bloqueante, se dice que el emparejamiento  $E$  es inestable.
- En caso contrario, el emparejamiento es estable (Aho,1998).

El problema del emparejamiento se puede formular en términos generales. Dado un grafo  $G = (V, A)$  el subconjunto de las aristas de  $A$  en el que ningún par de aristas es incidente sobre el mismo vértice de  $V$ , se conoce como emparejamiento. La tarea de la selección de subconjuntos máximos de tales aristas se denomina problema de emparejamiento maximal.

Un emparejamiento completo es aquel en el que todo vértice es un punto final de alguna arista en ella. Claramente, todo emparejamiento completo es maximal. Un modo directo de encontrar emparejamientos maximales, es generar en forma sistemática todos los emparejamientos y luego marcar uno que tenga el mayor número de aristas. La dificultad de este método radica en que tiene un tiempo de ejecución que es una función exponencial del número de aristas (Martínez,2002).

Lo que este algoritmo debe obtener es la mejor manera de emparejarlos para que todos queden satisfechos con la pareja que les toco. Para llevar a cabo este problema se requiere:

- Tener dos conjuntos, mujeres( $M$ ) y hombres( $H$ ), ambos del mismo tamaño.

$$M = \{m_1, \dots, m_n\} \text{ y } H = \{h_1, \dots, h_n\}$$

- Una lista de preferencia de cada individuo. Es decir, cada mujer y cada hombre hará una lista ordenada, comenzando con la persona de sexo opuesto en la que está más interesada, y termina en la que tiene menos interés, debe incluir a todas las personas.

Estas listas de las preferencias de las mujeres y los hombres, se pueden denotar como matrices de  $n \times n$ . Y al final se obtienen dos matrices de preferencias, la de las mujeres y la de los hombres.

Ejemplo: Sean Ana, Bea y Clara el conjunto de mujeres y Jorge, Luis y Mario el conjunto de los hombres y sean las matrices de preferencia las que se muestran. Si se requiere obtener un emparejamiento estable, se propone:

Jorge con {Ana, Bea, Clara},  
Luis con {Bea, Ana, Clara}, Mario con {Ana, Bea, Clara}, Ana con {Luis, Jorge, Mario}, Bea con {Jorge, Luis, Mario} y Clara con {Jorge, Luis, Mario}

Una vez que se cuenta con las listas de preferencias, se realizan las comparaciones para obtener, las parejas estables, basado en el Algoritmo de Gale-Shapley:

- Inicialmente, todas las personas están sin pareja
- Mientras (queden hombres sin pareja que no le hayan pedido salir a todas las mujeres)

{m = Uno de esos hombres

w = Primera mujer en la lista de m a quien todavía no le haya pedido salir

Si (w está sin pareja) Añadir (m,w) a los emparejamientos

Sino Si (w prefiere a m frente a su pareja actual m') Añadir (m,w) a los emparejamientos

Dejar a m' sin pareja Sino w rechaza a m}

Por lo que los emparejamientos probables serían: (Jorge, Ana), (Luis, Bea) y (Mario, Ana).

Así si Ana ya está emparejada, pero se le pregunta si Ana prefiere a Mario antes que a su pareja actual y ella lo RECHAZA.

En el caso de (Mario, Bea), Bea ya está emparejada, y ella prefiere a su pareja actual antes que a Mario y lo RECHAZA. Finalmente queda la pareja (Mario, Clara).

En la Figura 1(a), se crea el grafo de relaciones con prioridad donde el color verde es la mayor prioridad, después el amarillo y en color rojo el de menor prioridad.

En la Figura 1(b), resulta la asignación estable que genera el algoritmo, como se observa Mario obtuvo como pareja a Clara que era su última opción esto es debido a que Ana prefería a Luis y Jorge antes que Mario y también Bea prefería a Jorge y a Luis antes que a Mario.

El modelo (Torres, 2016) establecido anteriormente, tiene condiciones estrictas ya que debe existir el mismo número de mujeres que de hombres y que cada uno de ellos/as establezca su lista de preferencia donde incluya a todas las personas del sexo opuesto.

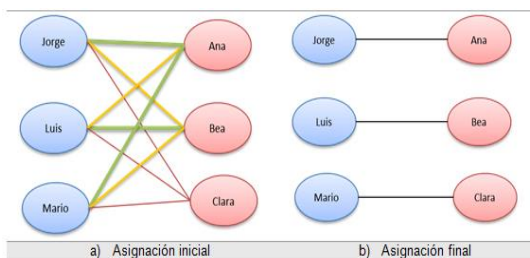


Figura 1 Grafo de emparejamiento aplicando el algoritmo de Gale-Shapley

Resultados

A continuación se muestra la pantalla inicial del Sistema Web (Aguilar, 2003), (Sommerville,2011) en la Figura 2.



Figura 2 Página inicial del sistema

A continuación se muestra un ejemplo de ejecución del programa de emparejamiento donde se supone una entrada de 5 empresas (Telcel, Telmex, Sigma, Sky y Dish) y 5 solicitantes (Carlos, Mireya, Viky, Xochilt y Ángel).

Las preferencias de los solicitantes por las compañías son:

- Carlos= { Telcel,Telmex,Sigma,Sky,Dish }
- Mireya= { Dish,Sigma,Telcel,Sky,Telmex }
- Viky= { Dish,Sky,Telcel,Telmex,Sigma }
- Xochilt= { Telmex,Sky,Sigma, Dish,Telcel }
- Angel= { Telmex, Sigma,Telcel,Dish,Sky }

Las preferencias de las compañías son:

- Telcel= { Angel,Xochilt, Viky,Mireya,Carlos }
- Telmex= { Carlos,Mireya,Viky,Xochilt,Angel }
- Sigma= { Viky,Xochilt,Angel,Mireya,Carlos }
- Sky= { Viky,Mireya,Carlos,Xochilt,Angel }
- Dish= { Mireya,Xochilt,Viky,Carlos,Angel }

En la Figura 3 (Puertas,2008) se muestra el resultado de aplicar el algoritmo de emparejamiento al ejemplo presentado.Se puede observar el grafo completo de todos los solicitantes con todas las empresas y de lado derecho se tienen los emparejamientos encontrados: (Carlos, Telcel), (Xochilt,Telmex) (Angel,Sigma), (Viky,Sky), (Mireya, Dish).

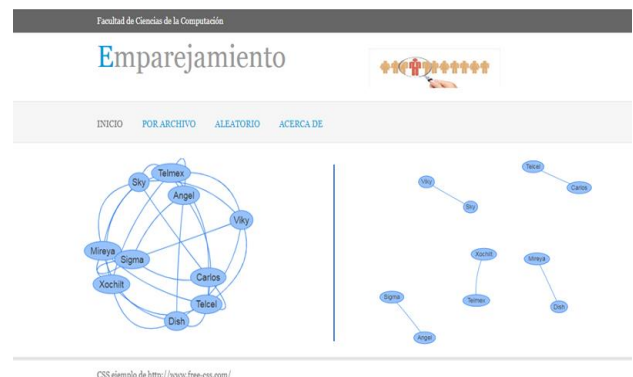


Figura 3 Ejemplo de ejecución del proceso de emparejamiento de solicitantes y empresas utilizando la aplicación web desarrollada

Agradecimiento

Agradecemos a la VIEP-BUAP por el financiamiento con el proyecto: Desarrollo de algoritmos con estrategias de teoría de juegos para deducir respuestas sobre textos cortos.

## Conclusiones

La investigación que se lleva a cabo con respecto a los métodos tradicionales de contratación de un personal, sugiere tener una evolución en el desarrollo del proceso, pues bien con el método tradicional el impacto en tiempos de respuesta tiende a ser un tanto lento, pues las etapas de contratación son en varios pasos que tienen que ser cubiertos en días que se pueden extender a semanas, también algunas empresas requieren de más personal para atender el proceso ocasionando gastos económicos y al realizar el proceso un recurso humano existe el factor riesgo de un análisis erróneo para la selección del candidato.

Con el desarrollo de esta investigación generamos una forma de asignar un empleo a un grupo de solicitantes utilizando el algoritmo de Gale-Shapley.

Se generó una aplicación de fácil funcionalidad para los usuarios finales, el cual permitirá visualizar la asignación de un grupo de solicitantes a unas vacantes utilizando un algoritmo de emparejamiento.

Se generaron instancias de prueba para diversas asignaciones de empleo para un mismo grupo de solicitantes.

Se creó una aplicación web para realizar pruebas de asignamiento y su visualización mediante grafos.

Como trabajo futuro, con este modelo y su sistema asociado se puede extender al uso de empresas para proponer una posible asignación de empleo a los solicitantes de forma automática considerando todos los posibles solicitantes.

## Referencias

Aguilar, L. J. (2003). Fundamentos de Programacion, Algoritmos, Estructuras de datos y Objetos. Aravaca (Madrid): McGRAW-HILL.

Aho, A. V., E. Hopcroft, J., & D. Ullman, J. (1998). Estructuras de datos y algoritmos. Mexico: pearson educacion .

Martinez, R., & Quiroga, E. (2002). Estructuras de Datos, referencia practica con orientacion a objetos. mexico: thomson learning.

Puertas, J. P. (2008). Navegar en Internet.Creacion de un portal con PHP y MySQL. Madrid, España: Alfaomega.

Sisa, A. J. (2002). Estructura de datos y algoritmos, con énfasis en programación orientada a objetos. Bogotá: Prentice Hall.

Sommerville. (2011). Ingenieria de software (9 ed.). Mexico: Pearson.

Torres, M. (2016). DESARROLLO DE APLICACIONES WEB CON PHP. Buenos Aires: Macro.