

Endosymbiotic design of robots for operating in uninhabitable places

Andrés Soto Pereira

Csiro Chile, Andres.Soto@csiro.au

Camila Burgos Leiva

UPC, Universidad Politécnica de Cataluña, camila.burgos.l@usach.cl

Abstract This paper proposes a method of design emulating biological phenomena in artificial systems. The artifacts are robots that operate in inhospitable scenarios and the emulation is the synergistic partnership between a cell and heterotrophic bacteria phagocytosed by it. Through a simulation it can create an evolutionary process where the association between a creature that incorporates within itself various elements of the universe, generates a new kind of robot. As in Nature, this sort of teleonomy with the apparent purposefulness and goal-directedness of structures and functions, it gets better the design process in industrial activities.

Keywords: design, robot, endosimbiosis, teleonomy

1.- Problema

La conquista de territorios inhóspitos ha sido un constante desafío de la Humanidad, mostrando notables logros que comenzaron con la emigración del Hombre desde su cuna en África, hasta la caminata lunar.

Sin embargo, tanto en la Tierra como en el Cosmos quedan otros sitios desconocidos e inhóspitos donde la presencia humana no podría durar debido a condiciones ambientales adversas [1]. En tal sentido se proponen robots que reemplacen allí a los seres humanos.

A este respecto, la concepción de tales robots como reemplazantes de un ser vivo que en este caso es el Hombre, generalmente se realiza sin un procedimiento que emule la manera en que naturalmente fue concebida evolutiva y exitosamente tal creatura.

2.- Objetivos

El presente artículo tiene como propósito ofrecer una nueva manera de concebir robots para explorar zonas inhabitables considerando en su configuración algunos procesos evolutivos que dieron origen a seres vivos también en escenarios hostiles.

3.- Estado del Arte

3.1.- En sistemas artificiales

El Hombre para satisfacer sus necesidades ha examinado su entorno, notando la existencia de ciertos bienes ausentes en él. A través de un proceso de imaginación y modificación de su universo, ha creado artefactos que resuelven tal ausencia. En este contexto ha concebido a los robots, los cuales en calidad de autómatas programables ante ambientes cambiantes son capaces de reemplazarlo en labores rutinarias, riesgosas y denigrantes.

La actividad de diseño de un robot, entendida como la concepción primaria y mental de dicho artefacto, requiere de la

caracterización del robot en cuestión. Tal caracterización se expresa como un conjunto de cualidades deseadas. El diseño propiamente tal consiste en construir con los elementos del universo, un robot que satisfaga las cualidades deseadas al mínimo costo.

Del análisis anterior emergen los siguientes componentes en el diseño de un robot [2]:

Universo: Conjunto de Elementos Ensamblables

Elementos Ensamblables: Cualesquiera de los bienes pertenecientes a diversos sistemas productivos del entorno del Diseñador.

Diseñador: Hombre que a través de ciertos Acoplamientos busca como producto a un robot, cuyo valor es superior a todos sus componentes.

Acoplamiento: Particular organización sintética de Elementos Ensamblables que configuran un determinado estado del robot.

Cualidades Deseadas: Características funcionales del robot requeridas por el diseñador.

Cualidades Logradas: Características funcionales del robot obtenidas por el diseñador.

Además, el Diseñador es capaz de medir ciertos indicadores que representan algunos aspectos del desarrollo de su diseño:

Incumplimiento (I): Medida de la insatisfacción del desempeño del robot en cierta etapa del diseño de éste. Se mide como la diferencia porcentual entre las Cualidades Logradas respecto a las Cualidades Deseadas. Es decir, I pertenece al intervalo $[0,100]$ donde $I = 100$ corresponde al acoplamiento más desfavorable de los Elementos Ensamblables, mientras que $I = 0$ corresponde al mejor desempeño del robot.

Entropía (E): Tendencia al desorden del robot reflejada por los esfuerzos requeridos para evitar el caos. Puesto que cada uno de los Elementos Ensamblables requiere de energía para ser acoplados, tal indicador puede ser representado como los costos en que incurre el Diseñador.

Presupuesto (M): Costo máximo en que puede incurrir el diseñador en su proceso de diseño.

Intentos (n): Cantidad de Acoplamientos realizados con los Elementos Ensamblables en cierta etapa del diseño para lograr el robot.

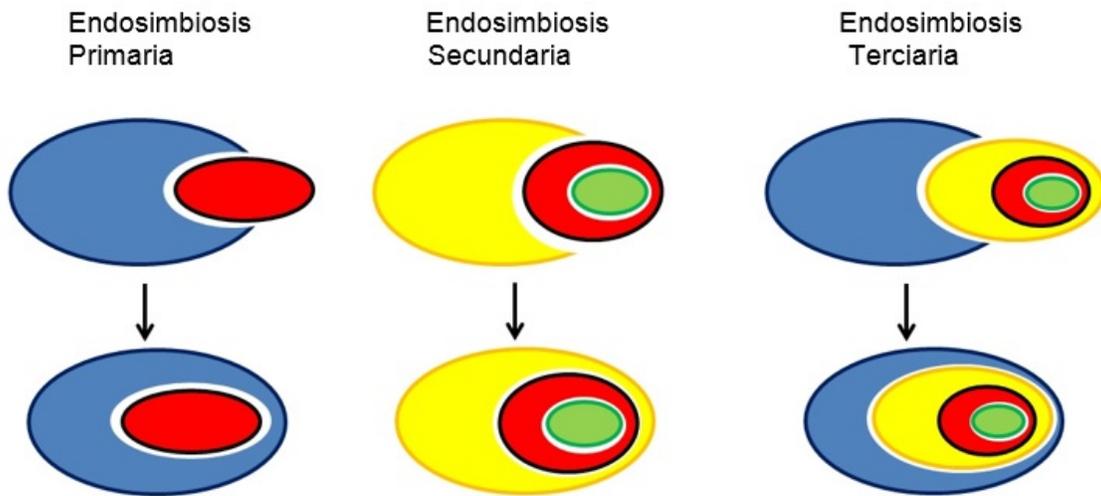


Figura 1: Endosimbiosis. Elaborado por Camila Burgos Leiva.

3.2.- En sistemas naturales

En la naturaleza se observan dos maneras de diseños, una a partir de un linaje y otra a través de la asociación entre dos o más individuos.

La primera es la más cercana a los procesos de diseño humano, donde la Selección Natural prueba las mutaciones azarosas en los individuos y permite conservar aquellas que resultan en una mayor adaptabilidad a generaciones futuras.

La segunda entre diversas asociaciones, está representada por la Endosimbiosis donde un organismo al alojarse dentro de otro, logra un vínculo de cooperación tan estrecho en ambos se convierten en un sólo organismo; dejando descendencia con esta nueva y única individualidad [3]. Un ejemplo de este fenómeno es el proceso por el cual las células procariotas evolucionaron hacia eucariotas, adquiriendo desde el ambiente sus orgánulos tales como los cloroplastos y las mitocondrias, los cuales previamente eran seres independientes.

Aunque la Endosimbiosis es sólo una teoría propuesta en 1971 [4], el fenómeno no sólo

sirve para explicar la existencia de ciertos organelos en células los cuales habrían sido fagocitados, terminando siendo parte del depredador; sino en este caso para intencionalmente introducir algunos componentes en el robot y probar el desempeño de este autómatas [5] [6] [7].

4.- Método

El presente trabajo desde un punto de vista metodológico examina la Teoría Endosimbiótica tratando de buscar algún símil en el diseño robótico.

Básicamente se trata de disponer un autómatas primitivo que en este artículo será denominado ProtoRobot; y en él insertar diferentes elementos del universo.

5.- Resultados

Finalmente, el diseño como actividad mental previa a la materialización del robot consta de las siguientes etapas:

- a) El diseñador establece las Cualidades Deseadas del autómeta e identifica a los Elementos Ensamblables que en algún Acoplamiento pueden lograr tales características funcionales.
- b) El diseñador organiza algunos Elementos Ensamblables en orden a que dicho Acoplamiento resultante cumpla $I=0$.
- c) Si el Acoplamiento A_n cumple con $I=0$: el diseñador mide su Entropía E_n , retirando el Elemento Ensamblable más entrópico del mismo Acoplamiento.
- d) Si el acoplamiento A_n no cumple con $I=0$: realícese un nuevo Acoplamiento.
- e) Repítanse los pasos b), c) y d) hasta lograr $I=0$ con la menor E_n .
- f) Al Acoplamiento de menor E_n con menor I llámese Robot

Una representación gráfica del procedimiento de diseño se presenta en la Figura 2.

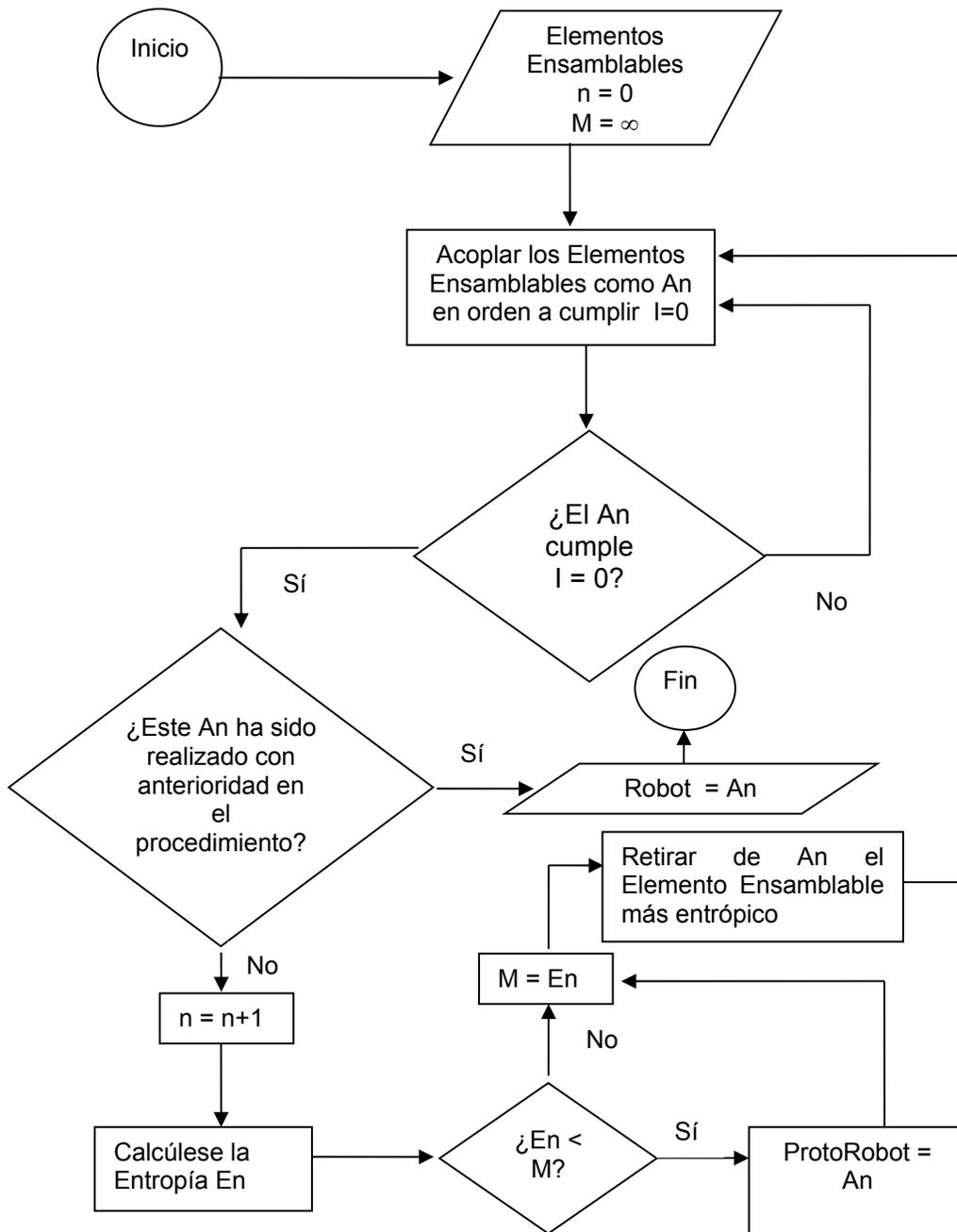


Figura 2: Procedimiento de diseño. Elaborado por Camila Burgos Leiva.

6.- Conclusiones Generales

El presente trabajo corresponde a una propuesta metodológica para diseñar robots donde más que acoplar diferentes elementos sin que exista un receptor preferencial, son algunos de éstos los que se insertan desde el medio en un autómata matriz.

Este autómata matriz o ProtoRobot es el contenedor de los elementos tal como la célula procariota lo es cuando fagocita.

Esta propuesta tiene la ventaja que a nivel de laboratorio acelera los procesos de Selección Natural que se emulan.

Referencias

[1] Ilin, M., "La conquista de la naturaleza", Buenos Aires, Futuro, 1955. (pág. 45-80).

[2] Lucio Cañete, "Diseño endosimbiótico de autómatas para el levantamiento de información en propósitos viales". XVI Congreso de la Asociación Chilena de Control Automático (ACCA). Universidad de Las Américas, Santiago de Chile, 2004.

[3] Mortimer Starr, "A generalized scheme for classifying organismic associations" (en inglés). Symposia of the Society for Experimental Biology, 1975.

[4] D.W. Cotton, "Intimate relations: the serial endosymbiotic theory of the origin of eukaryotes", 1993.

[5] Thomas Bräunl, "Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded" Systems Paperback – September 10, 2008.

[6] Joseph L. Jones, Bruce A. Seiger y Anita M. Flynn. "Mobile Robots: Inspiration to

Implementation", Second Edition Hardcover – November 15, 1998.

[7] Gordon McComb, "Robot Builder's Bonanza", 4th Edition Paperback – May 23, 2011.

Paper Info

Fecha de recepción: Octubre 2014.

Fecha de aceptación: Octubre 2014.

Cantidad de revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 1.

Total de observaciones: 4

Índice de Novedad: 0,80.

Índice de Utilidad: 0,65.