

Control visual para la formación de robots móviles tipo unicycle bajo el esquema líder-seguidor

Visual Control for Unicycle-Like Mobile Robots Formation Under the Leader-Follower Scheme

Bugarin-Carlos Eusebio

*División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Ensenada, B.C.
Correo: eusebio@hotmail.com*

Aguilar-Bustos Ana Yaveni

*División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Ensenada, B.C.
Correo: yaveni@hotmail.com*

Información del artículo: recibido: abril de 2013, reevaluado: mayo de 2013, aceptado: septiembre de 2013

Resumen

El presente trabajo describe una propuesta de control visual para la formación de robots móviles tipo unicycle bajo el esquema líder-seguidor. Se considera una sola cámara fija observando el espacio de trabajo de los robots que, en términos de la información procesada, puede ser compartida tanto por el robot líder como por el robot seguidor. Lo anterior permitiría que la realización de esta propuesta pueda llevarse a cabo por estrategias de control centralizadas o descentralizadas. Para efectos de simplificar el análisis, también se considera que el plano de imagen es paralelo al plano de movimiento de los robots. El objetivo de formación se establece directamente en coordenadas de imagen y el controlador visual propuesto no depende explícitamente de los parámetros (extrínsecos o intrínsecos) del sistema de visión; lo que en conjunto corresponde a la contribución principal de este artículo. Por último, también como parte importante de este trabajo, para validar la teoría propuesta se detallan experimentos satisfactorios utilizando un sistema de visión de tiempo real y alta velocidad.

Abstract

This paper describes a visual control proposal for the formation of unicycle-like mobile robots under the leader-follower scheme. It is considered a single fixed camera observing the robots workspace that, in terms of the processed information, can be shared by both the leader robot and the follower robot. This would enable the implementation of this proposal to be performed by centralized or decentralized control strategies. For the purpose of simplifying the analysis, it is also considered that the image plane is parallel to the robots motion plane. The formation objective is established directly in image space and the proposed visual controller does not depend explicitly on the vision system parameters (extrinsic or intrinsic); which together represents the main contribution of this paper. Finally, also as an important part of this work, to validate the proposed theory satisfactory experiments using a real-time and high-speed vision system are detailed.

Descriptor:

- formación de robots
- control visual
- robots unicycle
- control de robots
- validación experimental

Keywords:

- robot formation
- visual control
- unicycle robots
- robot control
- experimental validation

Introducción

El problema de formación de robots consiste en establecer el movimiento de un grupo de robots para que, de una manera coordinada o colaborativa, lleven a cabo una tarea específica (Das *et al.*, 2002). Recientemente este problema ha atraído significativamente la atención de la comunidad científica, ya sea por el reto de sus espacios de trabajo no estructurados o por las aplicaciones complejas que se pueden resolver. Existen ciertas tareas que son difíciles de lograr por un solo robot o que son más eficientes si se llevan a cabo mediante la coordinación de un grupo de robots. Entre los ejemplos de esas tareas tenemos: vigilancia, búsqueda de objetos, exploración, rescate y transportación de objetos; las cuales pueden realizarse en ambientes diversos utilizando robots móviles terrestres, aéreos, espaciales, marinos o submarinos.

En la literatura se mencionan diversos métodos para resolver el problema de formación de robots; destacándose los “basados en comportamiento” (Balch y Arkin, 1998; Lawton *et al.*, 2003; Antonelli *et al.*, 2006) en donde, precisamente, diferentes comportamientos, como mantener una formación o seguir un objetivo, se imponen a cada robot (en este método el control de formación exacto es difícil de garantizar); los de “estructura virtual” (Tan y Lewis, 1997; Belta y Kumar, 2002) que consideran al grupo de robots como una sola estructura rígida virtual (aquí es necesaria una comunicación interrobots muy amplia); y los de “líder-seguidor” (Desai *et al.*, 2001; Monteiro *et al.*, 2004; Shao *et al.*, 2005; Consolini *et al.*, 2006) en donde uno o varios robots se designan como los líderes de la formación y el resto como los seguidores, a los cuales se les especifica la postura (posición y orientación) deseada relativa al o los líderes. Este último método es de particular interés debido a su simplicidad y modularidad (Consolini *et al.*, 2006).

Ahora bien, debido a que el espacio de trabajo en este problema de formación de robots es difícil de estructurar se hace necesaria la incorporación de sensores exteroceptivos (además de los propioceptivos o internos de cada robot) que midan de alguna manera tanto el entorno de interacción como las posturas de los demás robots en la formación. Esta situación se ha resuelto utilizando sistemas de posicionamiento global (GPSs), sistemas RADAR (mediante ondas de radio electromagnéticas), sistemas LIDAR (a través de detección láser) o mediante sistemas de visión (Benhimane *et al.*, 2005; Mehta *et al.*, 2006). Sin embargo, dados los recientes avances tecnológicos, los sistemas de visión están siendo cada vez más utilizados.

El uso de un sistema de visión para determinar el movimiento de un sistema robótico se denomina control visual o servo-visual (*visual servoing*) desde la propuesta original de Hill y Park (1979). Básicamente, existen dos alternativas para el control visual: la “basada en posición”, en donde la sucesión de imágenes se emplea para reconstruir el espacio tridimensional de trabajo; y la “basada en imagen”, en la cual el objetivo de control se da directamente en el espacio de imagen; de manera que en esta última alternativa se incrementa la posibilidad de no depender explícitamente de los parámetros extrínsecos (los que tienen que ver con la postura de la o las cámaras) o intrínsecos (los que tienen que ver con la estructura interna de la o las cámaras) del sistema de visión (Hutchinson *et al.*, 1996).

En el presente trabajo se describe la propuesta de un controlador visual basado en imagen para la formación de dos robots móviles bajo el esquema líder-seguidor. Los robots considerados corresponden a los robots móviles terrestres tipo unicycle, los cuales se caracterizan por tener dos ruedas convencionales con actuadores independientes y una tercera rueda sin actuador para mantener su equilibrio horizontal. Esto los convierte en sistemas no-holonómicos que presentan ciertas propiedades interesantes; por ejemplo, el sistema linealizado es no-controlable, por lo que los métodos lineales de análisis y diseño no pueden aplicarse; tampoco existe una ley de control continua que incluya solo retroalimentación de estados capaz de estabilizar el sistema a un estado de equilibrio (Brockett, 1983). Trabajos relacionados con el objetivo de control de postura de un robot móvil mediante el control visual los podemos ver en Hashimoto y Noritsugu (1997), Conticelli *et al.* (1999), Mariottini *et al.* (2004), Fang *et al.* (2005) y López-Nicolás *et al.* (2006).

En particular, sobre el control visual con el objetivo de formación de robots móviles bajo el esquema líder-seguidor, se pueden mencionar las propuestas de Renaud *et al.* (2004), Benhimane *et al.* (2005), Soria *et al.* (2006) y Min *et al.* (2009); las cuales emplean la alternativa basada en posición con cámara montada y con la necesidad del conocimiento total o parcial de los parámetros del sistema de visión. En Das *et al.* (2002) y Roberti *et al.* (2011) se proponen controladores con las mismas condiciones anteriores, pero utilizando sistemas de visión catadióptricos, básicamente para ampliar el campo de visión. En Dani *et al.* (2009) se describe un trabajo también basado en posición y con cámara montada, pero eliminando totalmente la necesidad del conocimiento de los parámetros del sistema de visión.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/274964>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/274964>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)