

Cargador autónomo

Autonomía de un cargador de ruedas

Esta página está basada en el siguiente artículo desarrollado en el Departamento de Geociencia y Tecnología de la Escuela de Graduados de Ingeniería, de la Universidad Tohoku, Sendai, Japón.

H. Takahasi & Y. Konishi. *Path Generation for Autonomous Locomotion of Articulated Steering Wheel Loader*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. Blackwell Publishers. Massachusetts, USA. Oxford, UK. 2001.

El estudio tiene por objeto desarrollar un método para generar una trayectoria para el movimiento autónomo de cargador articulado de ruedas. El recorrido debe corresponder a un movimiento estable y de fácil control, así como ser suave y fácil de calcular. Los autores proponen una *curva clotoide* para cumplir con este cometido.

En realidad el recorrido es en tramos que facilitan el retroceso y avance, que conforman una *curva en V*. El estudio proporciona un método de interpolación entre el punto inicial y el objetivo.

• Sobre la curva clotoide

También llamada *espiral de Cornu*, en referencia a su autor. O *radioide de arcos*. En el origen es una curva tangente al eje de las abscisas. Su radio de curvatura disminuye en forma inversamente proporcional a la distancia recorrida sobre ella (por ello es que en el origen de la curva, el radio resulta infinito). Obedece a la siguiente expresión:

$r*s=C$. Donde r es el radio de curvatura, s es el desarrollo o arco, y C es la constante de la curva.

En una combinación *tramo recto - clotoide - circular - clotoide - tramo recto*, aparece esta curva en trazos de carreteras y vías ferroviarias para conseguir continuidad en la aceleración de los vehículos.

Respecto a la autonomía

La autonomía en el recorrido del cargador de ruedas es necesaria especialmente en terreno peligroso como en zonas de desastre o excavaciones bajo superficie. En lo posible se busca la total automatización del cargador. Esto significa que debe estar habilitado para:

- Reconocer el ambiente de trabajo.
- Planear las tareas de extracción y carga.
- Ejecutar las tareas en forma autónoma.

A diferencia de un robot-automóvil, el carácter *articulado* del cargador de ruedas, obliga a que el radio de conducción deba ser muy pequeño, y a que las ruedas traseras se muevan

en la misma trayectoria de las frontales (lo cual por otra parte, facilita su tránsito en terreno lodoso).

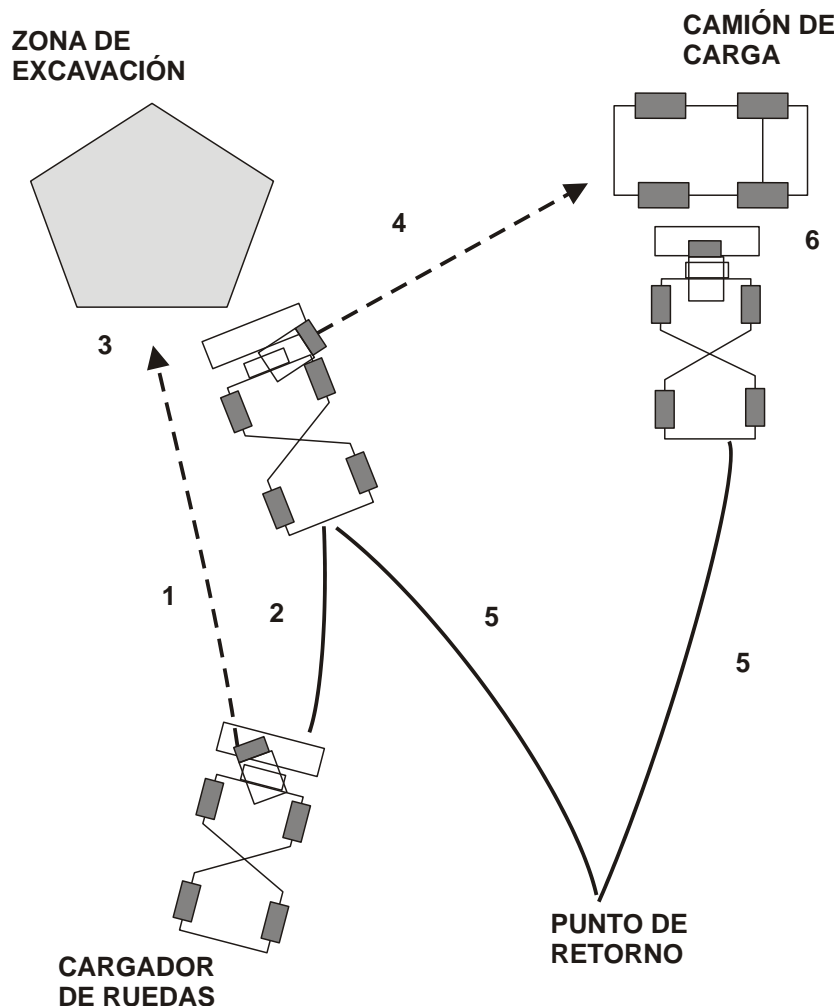
Pero también obliga a un método de conducción con un sistema de control que:

- Regule los deslizamientos de las ruedas.
- Que considere la operación en superficies rugosas.
- En cambios en la medida que se avanza en el trabajo.

El estudio investiga la generación de la trayectoria para un movimiento autónomo del cargador en las siguientes condiciones.

- Una curvatura continua (una segunda derivada continua).
- Una trayectoria suave (que permita una acción efectiva de los controles).
- Un ángulo de conducción continuo.
- Una aceleración continua en compensación a la fuerza centrífuga.
- El ángulo de conducción y la velocidad en cada punto de la trayectoria deben ser fáciles de calcular.

OPERACIÓN AUTÓNOMA DE UN CARGADOR DE RUEDAS



Recorrido autónomo

La trayectoria en V

En el estudio, los requerimientos para el recorrido del cargador de ruedas se cumplen con una *curva clotoide*. Y la trayectoria entre el área de extracción y el camión de carga o volquete es llamada una *curva de forma V*.

Cuando se dan los puntos inicial y final, se genera una curva en V con la trayectoria hacia adelante y en reversa. Para ello se utiliza un método de interpolación entre el punto final y el objetivo.

El recorrido

1. El cargador reconoce el sitio de extracción y la dirección entre ambos.
2. Se genera la trayectoria que debe seguir el cargador desde el punto inicial hasta la zona de extracción. El cargador se mueve en forma autónoma hasta esta posición.
3. Al llegar a su posición de trabajo, el cargador extrae el material colocándolo en el cucharón.
4. Al concluir, el cargador visualiza la posición del camión de carga o volquete reconociendo su posición.
5. El cargador genera una nueva trayectoria hacia el volquete, y en forma autónoma recorre la curva en V.
6. Cuando el cargador alcanza el volquete, efectúa la descarga en forma autónoma.

El método de generación de la trayectoria

Este es el objetivo del estudio. Para ello.

- El recorrido desarrolla un ángulo continuo.
- Se consideran varios recorridos alternativos.
- Al alcanzar la zona de extracción y la del volquete, la velocidad del recorrido debe ser cero para conservar la estabilidad del cargador.
- El recorrido seleccionado debe ser correspondiente al tiempo más corto.