Kendali Proposional-Integral Pada Pelacakan Formasi Berdasarkan Jarak

Anggoro Dwi Nur Rohman
anggoro_dwi@student.ub.ac.id

Universitas Brawijaya— June 18, 2019

Pendahuluan

Rangkuman ini ditujukan untuk memahami dan review jurnal. Judul dalam bahasa inggris *A Proportional-Integral Controller for Distance-Based Formation Tacking* yang diteliti oleh Oshri Rozenheck dari Israel Institute of Technology, Haifa, Israel. Peneliti menerangkan pada jurnal ini tentang permasalahan kendali formasi pada multi-agent apabila pada salah satu agent nya diberikan kecepatan tambahan sebagai refrensi.

1 Notasi-Notasi

Notasi	Keterangan
$n \triangleq \|V\|$	...
$m \triangleq \|\varepsilon\|$	..
$A_1, \dots, A_n \in \mathbb{R}^{p \times q}$	...
$x = \begin{bmatrix} x_1^T \\ \dots \\ x_n^T \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{2n}$ $x_i \in \mathbb{R}^n$ $x_i \neq x_j; \forall i \neq j$	Konfigurasi titik
$e_k \triangleq x_j - x_i$	Relative position vector
$e = \begin{bmatrix} e_1^T \\ \vdots \\ e_m^T \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{2m}$ $E \in R^{n \times m}$	Edge Vector Incidence matrix dimana isinya adalah $\{0, \pm 1\}$ barisnya menandakan vertices dan kolom nya menandakan edge

2 Edge Function

Diketahui framework $G(x)$ dengan vector edge $e_{k=1}^{m}$, $F : \mathbb{R}^{2n} \times G \to \mathbb{R}^m$, maka dapat didefinisi

$$F(x, G) \triangleq = \begin{bmatrix} |e_1||^2 \\ \vdots \\ ||e_m||^2 \end{bmatrix} \tag{1}$$

Peneliti mendefinisi *rigidity matrix R(x)* sebagai fungsi jacobian dari Edge function,

$$R(x) = \frac{\partial F(x, G)}{\partial x} \in \mathbb{R}^{m \times 2n}$$

dan menyingkat perhitungannya dan menghasilkan persamaan

$$R(x) = diag(e_i^T)(E^T \otimes I_2) \tag{2}$$

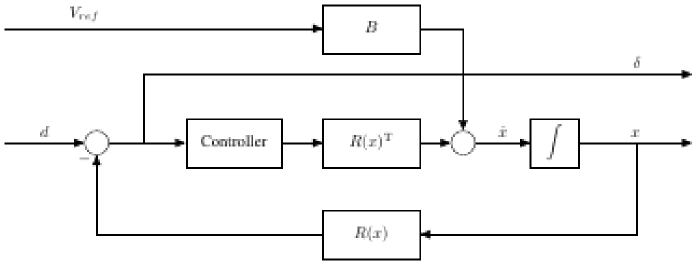

Fig. 2: The formation control is augmented with an additional controller to eliminate the steady-state error in the formation.

Gambar. 1: Skema General

3 Kendali

Error jarak dinotasikan dengan $\delta \in \mathbb{R}^m$ dimana

$$\delta_k = ||e_k||^2 - d_k^2, k \in \{1, \dots, m\} \tag{3}$$

Peneliti menggunakan fungsi potensial

$$\Phi(e) = \frac{1}{2}\sum_{k-1}^{m}\Big(||e_k||^2 - d_k^2\Big)^2 = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{m}\delta_k^2 \tag{4}$$

digunakan untuk kendali pada setiap robot dengan cara negative gradient dari fungsi potensial.

$$u_i(t) = -\Big(\frac{\partial \Phi(e)}{\partial x_i}\Big) = -\sum_{j\ o}\Big(||e_k||^2 - d_k^2\Big)e_k \tag{5}$$

Apabila ditulis ulang dalam bentuk state-space

$$\dot{x}(t) = -R(x)^T R(x)x(t) + R(x)^T d \tag{6}$$

Menggunakan skema seperti pada gambar.1 maka dapat diperoleh

$$\begin{aligned} \dot{x} &= u(t) + B.v_{ref} && (7)\\ u(t) &= -R(x)^T.C.\Big(R(x).x(t) - d\Big) && (8) \end{aligned}$$

dan cikal bakal C sebagai controller.

dengan menerapkan Proportional-integrator pada persamaan (8) maka diperoleh

$$u(t) = -R(x)^T k_p(R(x).x(T) - d) - R(x)^T.K_i\int_0^T (R(x).x(\tau) - d)d\tau \tag{9}$$

dimana kp_p dan k_i adalah konstanta.

Pada bagian integrator menghasilkan state baru

$$\dot{\xi} = k_i(R(x).x(t) - d) \tag{10}$$

lalu kombinasi persamaan tersebut diperoleh state- space close loop

$$\begin{bmatrix}\dot{x}(t)\\ \dot{\xi}(t)\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-k_p.R(x)^T.R(x) & -R(x)^T\\ k_i.R(x) & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x(t)\\ \xi(t)\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}k_p.R(x)^T\\ -k_i.I\end{bmatrix}.d + \begin{bmatrix}B\\ 0\end{bmatrix}.v_{ref} \tag{11}$$