

Penerapan *Multy-Agent System* pada Gerak Tikung Dua Mobil

Ricky Eka Putra

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)
Jalan Arief Rachman Hakim Nomor 100 Surabaya, 60117, Indonesia
e-mail : rickyeka25@yahoo.com

Abstrak

Multi Agent System (MAS) dengan Optimal Control digunakan untuk menganalisis model dari sistem dan mendapatkan energi minimum (kecepatan optimal) dengan tidak saling menabrak. Salah satu penerapan multy-agent system adalah dapat diaplikasikan pada manajemen lalu lintas. Untuk manajemen lalu lintas darat Multy-agent system bisa digunakan dalam penerapan pada gerak tikung dua mobil. Dengan functional cost yang dibentuk, alur pergerakan yang optimal dari masing-masing agent dapat diperoleh dengan menggunakan metode Hamiltonian.

Kata Kunci: Multi Agent System (MAS), Functional Cost, Hamiltonian, Optimal Control, manajemen lalu lintas

Pendahuluan

Multy-agent system adalah sebuah sistem yang terdiri dari dua atau lebih agent yang dapat bekerja secara *cooperative, collaborative, competitive* dan *negotiative*. Salah satu penerapan *multy-agent system* adalah dapat diaplikasikan pada manajemen lalu lintas. Baik manajemen lalu lintas udara maupun darat. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi tabrakan antara kendaraan yang satu dengan yang lain. Untuk manajemen lalu lintas darat, *multy-agent system* bisa digunakan dalam penerapan gerak tikung dua mobil. Model penerapan *multy-agent system* pada gerak tikung dua mobil bertujuan agar pada saat berada di tikungan antara mobil yang satu dengan yang lainnya tidak terjadi tabrakan. Dengan *multy-agent system* ini mengatur besar sudut belok kendaraan (mobil) saat tikungan, karena kendaraan (mobil) yang melaju bebas memungkinkan mobil tidak memperdulikan besar sudut belok kendaraan dan kecepatan optimal (dengan energi minimum) saat berada di tikungan. Hal ini sangat berbahaya dan fatal karena dapat mengakibatkan kecelakaan. Dengan mengatur besar sudut belok kendaraan maka dapat mengetahui lintasan yang optimal pada gerak tikung dua mobil dan tanpa harus saling bertabrakan.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan *multy-agent system* pada manajemen lalu lintas, yaitu pada gerak tikung dua mobil. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi tabrakan antara kendaraan yang satu dengan yang lain.
2. Bagaimana simulasi terhadap model sistem tersebut menggunakan *MATLAB*.

Adapun batasan dan asumsi yang digunakan pada gerak tikung dua mobil adalah sebagai berikut:

1. *Uncertainty disturbances* seperti bentuk lintasan dan cuaca. Dalam hal ini lintasan yang digunakan adalah sebuah lintasan yang tidak berbelok –

belok, lintasannya landai dengan beberapa tikungan. Sedangkan untuk cuaca seperti hujan, angin di abaikan.

2. Bentuk mobil dianggap sama, dalam hal ini jenis, kerangka, bahan mobil dianggap sama.
3. Klasifikasi mobil dianggap sama, baik ukuran, mesin atau pun keadaan mobil dianggap sama.

Tujuan diselesaikannya penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan *cost function* yang memuat constrain sehingga mobil 1 mempunyai jarak yang minimum dengan mobil 2 namun dengan menggunakan energi minimum.
2. Menunjukkan trayektori mobil 1 dengan mobil 2 dengan simulasi
3. Mensimulasikan penyelesaian model melalui *MATLAB*.

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan Matematika tentang *optimal control* yang berkaitan dengan *Multi Agent System*.
2. Dapat digunakan sebagai rujukan untuk model *Multi Agent System (MAS)* dengan jumlah agent yang berbeda dan penerapannya dalam kehidupan nyata.

Tinjauan Pustaka

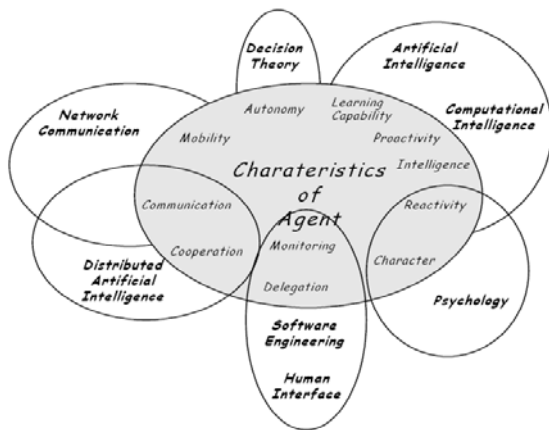
Multi Agent System (MAS)

Agent didefinisikan sebagai seseorang atau hal yang mempunyai kemampuan untuk melakukan suatu tugas atau pekerjaan dalam kapasitas untuk sesuatu atau untuk orang lain. *Agent* dalam konsepsi *black-box* bisa divisualisasikan sebagai berikut. Pertama agent mendapatkan input atau *perception* terhadap suatu masalah, kemudian bagian *intelligent processing* mengolah input tersebut sehingga bisa menghasilkan output berupa *action* (aksi).



Gambar 1. Agent secara black box

Software agent memiliki modul interaksi (interaction module) yang berguna untuk melakukan komunikasi (communication), koordinasi (coordination) dan kooperasi (cooperation) dengan lingkungannya. Lingkungan (environment) dari agent bisa berwujud agent lain, user atau pengguna, ataupun berupa sumber-sumber informasi (information sources). Agent menggunakan modul interaksi untuk mendapatkan informasi dari lingkungan dan juga untuk melakukan aksi. Oleh karena itu module interaksi disediakan dalam level input (perception) dan output (action).



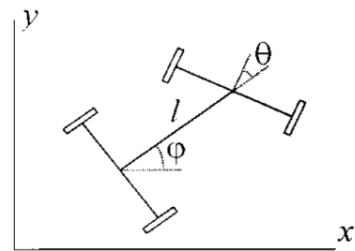
Gambar 2. Agent dan bidang yang terkait dengannya

Sedangkan *Multi Agent System (MAS)* adalah suatu komunitas sistem dimana terdapat beberapa *agent* yang saling berinteraksi, bernegosiasi dan berkoordinasi satu sama lain dalam menjalankan suatu pekerjaan. *Agent-agent* tersebut saling bekerja sama untuk menyelesaikan suatu masalah yang ditugaskan kepadanya. Berikut adalah keterkaitan *agent* dengan bidang-bidang ilmu dan penelitian, yang digambarkan berdasarkan hubungan karakteristik yang dimiliki oleh *agent*.

Dalam penelitian ini akan dibahas mobil yang bergerak pada posisi yang berbeda dengan kecepatan (v) yang sama dan jarak kedua *axles* (l) juga sama.



Gambar 3. Simulasi penerapan



Gambar 4. Automobile

Keterangan :

x dan y : Cartesian coordinat

φ : orientation angle

v : logitudinal velocity

l : distance between the two axles

θ : steering angle

Dimana kecepatan (v) adalah 80 m/sekon dan jarak kedua axles (l) adalah 10 m.

Model Sistem :

Mobil pertama (I)

Mobil kedua (II)

$$\dot{x}_1 = v \cos \varphi_1$$

$$\dot{x}_2 = v \cos \varphi_2$$

$$\dot{y}_1 = v \sin \varphi_1$$

$$\dot{y}_2 = v \sin \varphi_2$$

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{v}{l} \tan \theta_1$$

$$\dot{\varphi}_2 = \frac{v}{l} \tan \theta_2$$

$$\dot{\theta}_1 = u_1$$

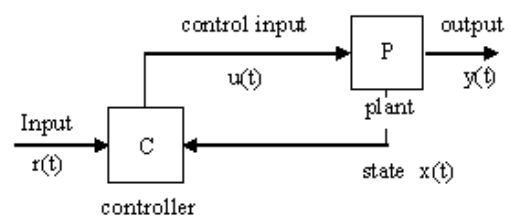
$$\dot{\theta}_2 = u_2$$

Optimal control

Tujuan dari *optimal control* adalah menentukan signal yang akan diproses dalam plant dan memenuhi konstrain fisik. Pada masalah optimasi, pada plant secara fisik dapat dinyatakan dalam himpunan persamaan differensial linier/non linier atau persamaan beda hingga.

Kemudian, pada waktu yang sama dapat ditentukan ekstrim maksimum/minimum yang sesuai dengan kreteria *Performance index* atau *cost fuction*.

Perhatikan Gambar 5.



Gambar 5. Skema Control

Pada Gambar 5, *controller* mendapatkan *optimal control* dan tanda yang menyatakan kondisi optimal yang akan mendorong dan mengatur plant C dari keadaan awal sampai keadaan akhir dengan beberapa konstrain pada kontrol dengan keadaan dan pada waktu yang sama. Serta dapat ditentukan ekstrim

maksimum/minimum berdasarkan *performance index* yang diberikan.

Formulasi yang dapat diberikan pada persamaan *optimal control*

1. Mendiskripsikan secara matematik artinya diperoleh metode matematika dari proses terjadinya pengendalian (secara umum dalam bentuk variable keadaan).
2. Spesifikasi dari *performance Index*.
3. Menentukan kondisi batas dan konstrain fisik pada keadaan (*state*) dan/atau kontrol.

Performance Index

Teknik desain pada kontrol secara klasik dapat dilakukan dengan menggunakan linier, *time-invariant*, *sigle input*, *sigle output* dan tipe kriteria performance adalah sistem *time responce*. Untuk step dan steady state frekuensi responce dari sistem dinyatakan oleh *gain* dan *phase margin* dan *bondwith*. Dalam teori kontrol modern, persoalan *optimal control* adalah untuk mendapatkan kontrol pada sistem dinamik yang sesuai dengan target atau variable keadaan dan pada waktu yang sama dapat dilakukan optimasi maksimum/minimum pada *performance index*.

Sistem kontrol optimal yang akan bertujuan untuk mencari penyelesaian optimal yang lebih efisien adalah dengan mencari harga maksimum atau minimum dari statu *cost function*. *Cost function*- nya adalah meminimumkan Persamaan (1).

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (\delta u_1^2 + \delta u_2^2) + \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} dt \quad (1)$$

Fungsi Hamilton

Dalam mengoptimalkan sistem proses yang bersifat kompleks dengan banyak constrain, baik linier maupun non-linier dapat menggunakan persamaan Hamilton Pontryagin.

Fungsi Hamiltonian yang dapat terbentuk dari sistem tersebut dapat dilihat dalam Persamaan (2).

$$H = P_0 \left(\frac{1}{2} \delta u_1^2 + \frac{1}{2} \delta u_2^2 + \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \right) + P_1 v \cos \phi_1 + P_2 v \sin \phi_1 + P_3 \frac{v}{l} \tan \theta_1 + P_4 u_1 + P_5 v \cos \phi_2 + P_6 v \sin \phi_2 + P_7 \frac{v}{l} \tan \theta_2 + P_8 u_2 \quad (2)$$

Sistem Hamiltonian

Kontrol Optimal

$$\frac{\partial H}{\partial u_1} = P_0 \delta u_1 + P_4 \Rightarrow u_1^* = -\frac{P_4}{\delta P_0}$$

$$\frac{\partial H}{\partial u_2} = P_0 \delta u_2 + P_8 \Rightarrow u_2^* = -\frac{P_8}{\delta P_0}$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_1} = \dot{x}_1 \quad \frac{\partial H}{\partial p_5} = \dot{x}_2$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_2} = \dot{y}_1 \quad \frac{\partial H}{\partial p_6} = \dot{y}_2$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_3} = \dot{\phi}_1 \quad \frac{\partial H}{\partial p_7} = \dot{\phi}_2$$

$$\frac{\partial H}{\partial p_4} = \dot{\theta}_1 \quad \frac{\partial H}{\partial p_8} = \dot{\theta}_2$$

$$\frac{\partial H}{\partial x_1} = \dot{p}_1 = \frac{x_1}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

$$\frac{\partial H}{\partial y_1} = \dot{p}_2 = \frac{y_1}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

$$\frac{\partial H}{\partial \phi_1} = \dot{p}_3 = -P_1 v \sin \phi_1 + P_2 v \cos \phi_1$$

$$\frac{\partial H}{\partial \theta_1} = \dot{p}_4 = P_3 \frac{v}{l} \sec \theta_1$$

$$\frac{\partial H}{\partial \theta_2} = \dot{p}_8 = P_7 \frac{v}{l} \sec \theta_2$$

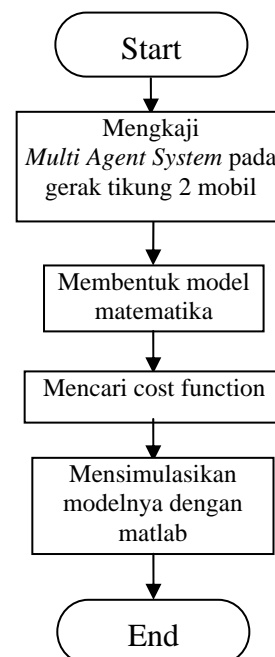
$$\frac{\partial H}{\partial x_2} = \dot{p}_5 = \frac{x_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

$$\frac{\partial H}{\partial y_2} = \dot{p}_6 = \frac{y_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

$$\frac{\partial H}{\partial \phi_2} = \dot{p}_7 = -P_5 v \sin \phi_2 + P_6 v \cos \phi_2$$

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dibuat dalam penelitian ini meliputi bagian-bagian terurut dalam Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Penelitian

Hasil dan Perancangan

Program

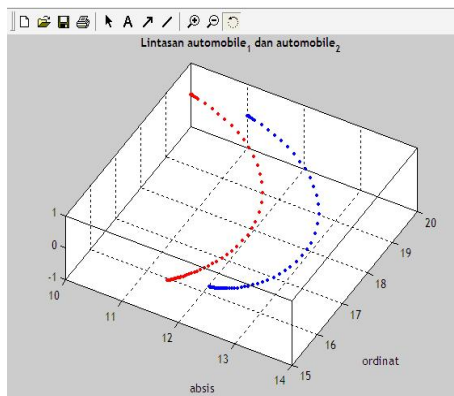
Script M_file:

```
x10 = 10
x20 = 11
x30 = 20
x40 = 20
y10 = 50
y20 = 50
y30 = 49
y40 = 49
options = odeset('RelTol',1e-4,'AbsTol',[1e-4 1e-4 1e-5 1e-4
1e-4 1e-5 1e-5 1e-4 1e-4 1e-6 1e-4 1e-5 1e-4 1e-6 1e-4 1e-
5]);
[T,X]=ode45(@automobile2,[0 10],[x10 x20 x30 x40 y10
y20 y30 y40 0 0 0 0 0 0 0],options);
plot(X(:,1),X(:,3),'r');
hold on
plot(X(:,2),X(:,4),'b');
xlabel('absis')
ylabel('ordinat')
set(gca,'xgrid','on','ygrid','on')
rotate3d on
hold off
```

Command Window:

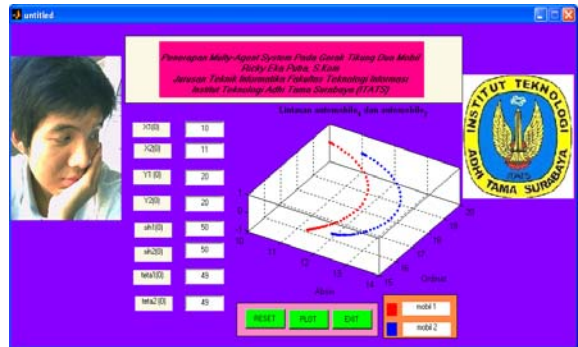
```
>>
x10 =
    10
x20 =
    11
x30 =
    20
x40 =
    20
y10 =
    50
y20 =
    50
y30 =
    49
y40 =
    49
```

Runing (PLOT) M-FILE:



Gambar 7. Runing (PLOT) M-File

Running (PLOT) GUI:



Gambar 8. Runing (PLOT) GUI

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat adalah dengan mengatur besar sudut belok kendaraan maka dapat mengetahui lintasan yang optimal pada gerak tikung dua mobil tanpa harus saling bertabrakan.

Daftar Pustaka

- [1] Wahono, Romi S. (2001). *Multi Agent System: Issues, Approaches and Challenges*. IECC Japan Refreasing Seminar, Vol.3, No.2, pp. 22-23.
- [2] Levant, Arie. (2001). *Universal SISO sliding-Mode Controllers With Finite-Time Convergence*. IEEE Transactions Automatic Control, Vol 46, September 9 .pp: 1447-1451.
- [3] Lynch, Stephen. (2006). *Dynamical Systems with Applicatin Using MATLAB®*. USA: Birkhäuser Boston.
- [4] Naidu, Desineni Subbaram. (2003). *Optimal Control System*. Washington: CRC
- [5] Lewis, L. Frank. (1986). *Optimal control*. USA: John Wiley & Sons.