

USULAN TUGAS AKHIR

1. IDENTITAS PENGUSUL

NAMA : Afid Eri Pratama
NRP : 5110100163
DOSEN WALI : Ir. Muchammad Husni, M.Kom.
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ahmad Saikhu, S.SI., MT.
2. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.

2. JUDUL TUGAS AKHIR

“Implementasi *Partially Observable Markov Decission Process* pada Studi Kasus Klasifikasi Angka Tulisan Tangan”

3. LATAR BELAKANG

Lingkungan yang bersifat *partially observable* adalah lingkungan yang tidak dapat diketahui kondisinya secara keseluruhan, hanya sebagian kondisi saja yang diketahui. Pada kehidupan nyata, lingkungan inilah yang berlaku. Bahkan pembangunan model untuk pembacaan tulisan pada pemindaian dokumen seharusnya dibangun berdasarkan lingkungan yang bersifat *partially observable*, terutama dokumen yang ditulis menggunakan tulisan tangan.

Tulisan tangan termasuk *partially observable* karena tidak semua orang menuliskan huruf atau angka dengan sempurna. Terkadang seseorang menuliskan huruf atau angka seadanya, hanya cukup merepresentasikan apa yang ingin ditulis. Akibatnya, tulisan tangan orang yang berbeda memiliki kesamaan pada huruf atau angka yang berbeda. Semisal huruf *u* seseorang sangat mirip dengan huruf *y* orang lain. Bahkan pada kondisi tertentu tulisan tangan seseorang bisa berubah. Pengenalan kata pada dokumen tulisan tangan dapat dibantu dengan kamus sebagai prediksi kata yang ditulis apabila penulisan kata tidak sempurna tetapi tidak dengan angka. Angka bisa ditulis sebagai nomor telepon, alamat rumah, alamat surel, atau jumlah uang yang tidak bisa dibantu oleh kamus.

Partially Observable Markov Decision Process (POMDP) adalah metode yang dapat digunakan sebagai pembangunan model untuk klasifikasi angka tulisan tangan dan merupakan metode paling populer sebagai representasi dari model untuk lingkungan yang bersifat *partially observable* [1]. Penulisan angka yang tidak sempurna diharapkan dapat diklasifikasi dengan model dari POMDP.

4. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diangkat pada tugas akhir adalah sebagai berikut.

- a. Mencari fitur dari angka tulisan tangan.
- b. Mengimplementasikan POMDP untuk membuat model klasifikasi angka tulisan tangan.
- c. Melakukan uji coba pada model POMDP.

5. BATASAN MASALAH

Ruang lingkup permasalahan pada tugas akhir adalah sebagai berikut.

- a. Implementasi program menggunakan Scilab.
- b. Model hanya akan mengenali angka.
- c. Data angka tulisan tangan untuk pelatihan dan uji coba menggunakan *dataset* MNIST [2].

6. TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan pembuatan tugas akhir adalah mengimplementasikan POMDP untuk pembuatan model klasifikasi angka tulisan tangan.

7. MANFAAT TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diharapkan dapat mengklasifikasikan angka tulisan tangan sebagai lingkungan yang bersifat *partially observable*.

8. TINJAUAN PUSTAKA

Tugas akhir ini menerapkan metode pada lingkungan yang bersifat *partially observable* untuk membangun model klasifikasi angka tulisan tangan. Metode yang dipilih dalam pembangunan model pada tugas akhir ini adalah POMDP.

- a. Lingkungan *partially observable*

Lingkungan dikatakan *partially observable* apabila agen tidak dapat mengetahui secara pasti kondisi lingkungan secara keseluruhan. Kondisi lingkungan tidak terdeteksi oleh agen karena adanya gangguan dan sensor agen yang tidak akurat atau kondisi memang tidak dapat terdeteksi oleh sensor dari agen [3].

b. Angka tulisan tangan sebagai bagian dari lingkungan *partially observable*

Angka tulisan tangan memiliki bentuk yang tidak terbatas. Setiap orang dapat menuliskan angka dengan jenis tulisan masing-masing. Tidak jarang seseorang menuliskan angka dengan bentuk seadanya.

Gambar 1(a) menunjukkan angka tiga mirip dengan angka delapan pada Gambar 1(b) karena angka tiga yang ditulis memiliki bagian atas yang tertutup dan bagian bawah yang hampir tertutup. Pada Gambar 2, terlihat perbandingan antara angka tiga. Gambar 3 menunjukkan angka empat yang hampir mirip dengan angka sembilan yang tidak sempurna. Bila dilakukan klasifikasi dengan fitur yang ada, angka tiga pada Gambar 1(a) sangat mungkin diklasifikasikan sebagai delapan dan angka empat pada Gambar 3 sangat mungkin diklasifikasikan sebagai angka sembilan karena kemiripan fitur.



Gambar 1. (a) Angka Tiga dan (b) Angka Delapan



Gambar 2. (a) Angka Tiga dan (b) Perbandingan dengan Angka Tiga Lain



Gambar 3. Angka Empat

Dari kasus tersebut dapat disimpulkan bahwa angka tulisan tangan memiliki kondisi yang tidak bisa diamati secara akurat oleh agen. Oleh karena itu, angka tulisan tangan dapat digolongkan sebagai lingkungan yang bersifat *partially observable*.

c. *Partially Observable Markov Decision Process*

POMDP merupakan MDP yang berada pada lingkungan *partially observable* dan memiliki *hidden states* S yang tidak dapat diamati oleh agen. Pada waktu i , sistem berada pada *hidden state* tertentu $s_{i-1} \in S$. Agen lalu akan mengambil aksi $a_i \in A$ sehingga sistem akan menuju ke *state* s_i sesuai dengan probabilitas transisi $Pr(s_i | s_{i-1}, a_i)$. Setelah itu observasi $o_i \in O$ akan diemisikan sesuai dengan distribusi probabilitas. Meski agen tidak dapat mengetahui posisi pada *hidden state*, agen dapat memperkirakan *state* dengan *belief state*. Jika *belief*

state berasosiasi dengan *history* h , maka penghitungan prediksi untuk setiap tes t adalah sebagai berikut.

$$p(t|h) = \sum_{s \in S} Pr(s|h)Pr(t|s) \quad (1)$$

Pada Persamaan 1, $Pr(t|s)$ didapat dari perhitungan menggunakan probabilitas transisi dan emisi observasi [1].

Seperti halnya MDP, POMDP juga memiliki *policy* $\pi(s)$, *reward* $R(s)$, dan *utility* $U(s)$ sebagai akumulasi dari *reward*. Untuk mengoptimalkan *policy*, digunakan algoritma *value-iteration*. Pada POMDP, *policy* terhadap *belief* sangat mirip dengan *conditional plan* [3]. Oleh karena itu, *value-iteration* untuk POMDP menggunakan *plan*. Gambar 4 menunjukkan *pseudocode* untuk *value-iteration* dari POMDP.

```

function POMDP-Value-Iteration(pomdp, $\epsilon$ ) returns a utility function
inputs: pomdp, a POMDP with states  $S$ , action  $A(s)$ , transition model  $P(s'|s, a)$ ,
        sensor model  $P(e|s)$ , rewards  $R(s)$ , discount  $\gamma$ 
         $\epsilon$ , the maksimum error allowed in the utility of any states
local variables:  $U, U'$ , set of plans  $p$  with associated utility vectors  $\alpha_p$ 

 $U' \leftarrow$  a set containing just the empty plan  $[],$  with  $\alpha_{[]} (s) = R(s)$ 
repeat
     $U \leftarrow U'$ 
     $U' \leftarrow$  the set of all plans consisting of an action and, for each possible next
    percept, a plan in  $U$  with utility vectors computer
     $U' \leftarrow$  remove dominated plans  $U'$ 
until Max-Difference( $U, U'$ )  $< \epsilon (1 - \gamma) / \gamma$ 
return  $U$ 

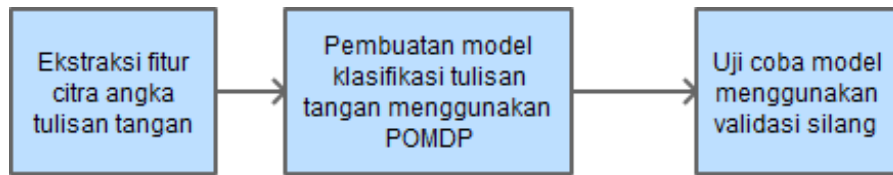
```

Gambar 4. *Pseudocode Value-Iteration* dari POMDP

Jika *plans* telah optimal (yang disebut *dominated plans*), maka *plans* tidak perlu diperhatikan lagi. Oleh karena itu *dominated plans* akan disingkirkan dari perhitungan.

9. RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

Data angka tulisan tangan didapat dari *dataset* MNIST yang berisi kumpulan citra angka tulisan tangan. Fitur dari citra, yang masih belum ditentukan, akan diambil untuk pelatihan serta uji coba model. Kemudian POMDP digunakan untuk pembentukan model klasifikasi angka tulisan tangan. Setelah itu model akan diuji coba dengan validasi silang menggunakan data citra dari MNIST. Secara garis besar pengerjaan tugas akhir terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan Pengerjaan Tugas Akhir

10. METODOLOGI

a. Penyusunan proposal tugas akhir

Proposal tugas akhir ini dibuat untuk mengajukan ide klasifikasi angka tulisan tangan pada lingkungan yang bersifat *partially observable* menggunakan POMDP.

b. Studi literatur

Perlu dilakukan studi lanjut pada karya tulis acuan [1], buku [3] dan beberapa artikel serta jurnal terkait untuk lebih memahami tentang model pada lingkungan *partially observable*.

c. Implementasi

Citra angka tulisan tangan yang didapat dari MNIST akan diambil fiturnya lalu dibuat model klasifikasi dengan menggunakan POMDP. POMDP dipilih karena penulisan angka dengan tangan termasuk lingkungan yang bersifat *partially observable*. Implementasi akan dilakukan pada Scilab.

d. Pengujian dan evaluasi

Model dari POMDP akan diuji coba menggunakan data dari MNIST. Uji coba akan dilakukan dengan menerapkan validasi silang.

e. Penyusunan Buku tugas akhir

Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan
 - a. Latar Belakang
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Batasan tugas akhir
 - d. Tujuan
 - e. Metodologi
 - f. Sistematika Penulisan
2. Tinjauan Pustaka
3. Desain dan Implementasi
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

11. JADWAL KEGIATAN

Alur pengerjaan tugas akhir ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alur Pengerjaan Tugas Akhir

Tahapan	2014																							
	Februari						Maret						April						Mei					
Penyusunan proposal																								
Studi literatur																								
Perancangan sistem																								
Implementasi																								
Pengujian dan evaluasi																								
Penyusunan buku																								

12. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erik Talvitie and Satinder Singh, "Learning to Make Prediction In Partially Observable Environments Without a Generative Model," *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 42, pp. 353-392, 2011.
- [2] Yann LeCun, Corinna Cortes, and Christopher J.C. Burges. The MNIST Database of Handwritten Digits. [Online]. <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>. [Accessed Maret 2014].
- [3] Stuart Russel and Peter Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed.: Prentice Hall, 2009.