



به نام خدا

هوش محاسباتی (تابستان ۹۹)

### تکلیف شماره ۵ (اختیاری): پارک کامیون به کمک سیستم استنتاج فازی

زمان تحویل: ۵ مرداد ساعت ۲۳:۵۹ در سامانه الکترونیکی دروس

هدایت و کنترل کامیون به سمت محل پارک مشخص جهت تخلیه بار یکی از مسائل کنترلی غیر خطی است. اصطلاحاً به این مسئله Truck Backer-Upper گفته می‌شود. هدف از این مسئله، جایگزین نمودن ماشین به جای انسان جهت کنترل وسایل نقلیه است. در این مسئله، کامیون از یک نقطه دلخواه در صفحه شروع کرده و به صورت دنده عقب به سمت محل پارک حرکت می‌کند تا نهایتاً در جایگاه مورد نظر قرار بگیرد و کار به پایان برسد.

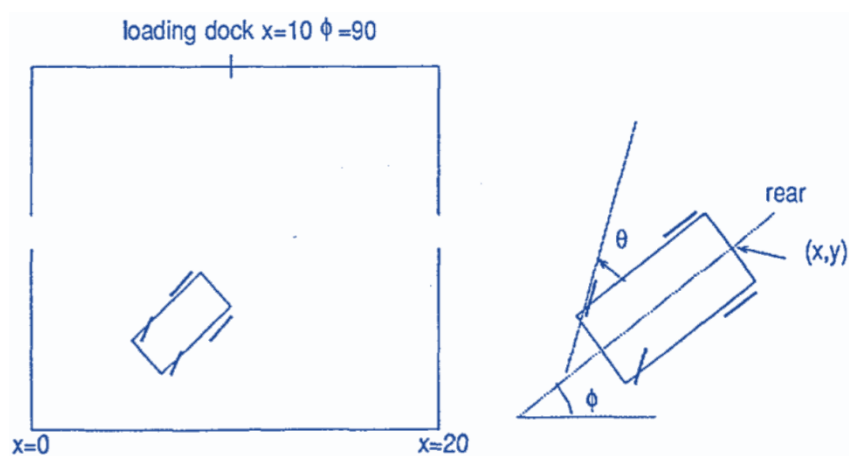
موقعیت کامیون در محیط به کمک سه ویژگی مشخص می‌گردد:

(۱)  $x$ : موقعیت مکانی عقب کامیون در صفحه

(۲)  $\phi$ : زاویه کامیون با سطح افقی

(۳)  $\theta$ : زاویه فرمان

یک نمونه کامیون شبیه‌سازی شده و نقطه پارک مورد نظر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمایش محل پارک و کامیون شبیه‌سازی شده

کنترل کامیون در هر لحظه، فقط با حرکت دنده عقب تحت زاویه  $\theta$  و به اندازه یک واحد انجام می‌گیرد. دقت نمائید که برای سادگی در اینجا متغیر مکانی  $y$  را در نظر نمی‌گیریم. محدوده تغییر هریک از متغیرها در بازه‌های زیر امکان‌پذیر است:

$$\phi \in [-90^\circ, 270^\circ], \quad x \in [0, 20], \quad \theta \in [-40^\circ, 40^\circ]$$

وضعیت نهایی کامیون که در محل پارک مورد نظر قرار گرفته برابر است با:  $(x_f, \phi_f) = (10, 90^\circ)$

**داده‌های ورودی-خروجی:** مجموعه داده مورد نیاز برای این مسئله در قالب ۱۴ دنباله حرکت (شروع از یک نقطه در صفحه و پایان در محل پارک مطلوب) در پیوست ۱ به شما داده شده است. این دنباله‌ها از تجربه رانندگی اشخاص جمع آوری شده است.

ارتباط بین متغیرها از طریق روابط:

$$x(t+1) = x(t) + \cos[\phi(t) + \theta(t)] + \sin[\theta(t)] \sin[\phi(t)] \quad (۱)$$

$$\phi(t+1) = \phi(t) - \sin^{-1}\left[\frac{2\sin[\theta(t)]}{b}\right] \quad (۲)$$

قابل محاسبه است. بنابراین، می‌توان داده‌های ورودی را به کمک آنها تولید نمود. در این روابط،  $b$  طول کامیون را مشخص می‌کند و معمولاً از مقدار  $b = 4$  برای آن استفاده می‌شود.

**هدف:** یکی از رویکردها برای حل این مسئله، استفاده از سیستم استنتاج فازی می‌باشد. در این تکلیف قصد داریم این رویکرد را دنبال کنیم. برای این منظور، به کمک یک رویه ۴ مرحله‌ای که در ادامه تشریح می‌شود، نحوه ساخت مجموعه قوانین و روش استنتاج را بیان می‌کنیم. با انجام این مراحل برای مسئله پارک کامیون، اگر کامیون در هر حالت اولیه‌ای قرار بگیرید (حتی اگر در مجموعه آموزشی وجود نداشته است) باید بتوان آن را به محل پارک هدایت نمود.

لازم به ذکر است که در این تکلیف، از سیستم استنتاج ممدانی بهره می‌گیریم. بنابراین، ورودی‌ها و خروجی به شکل متغیرهای زبانی (توابع عضویت) بیان می‌شوند.

ابتدا رویه فازی ۴ مرحله‌ای را تشریح می‌کنیم:

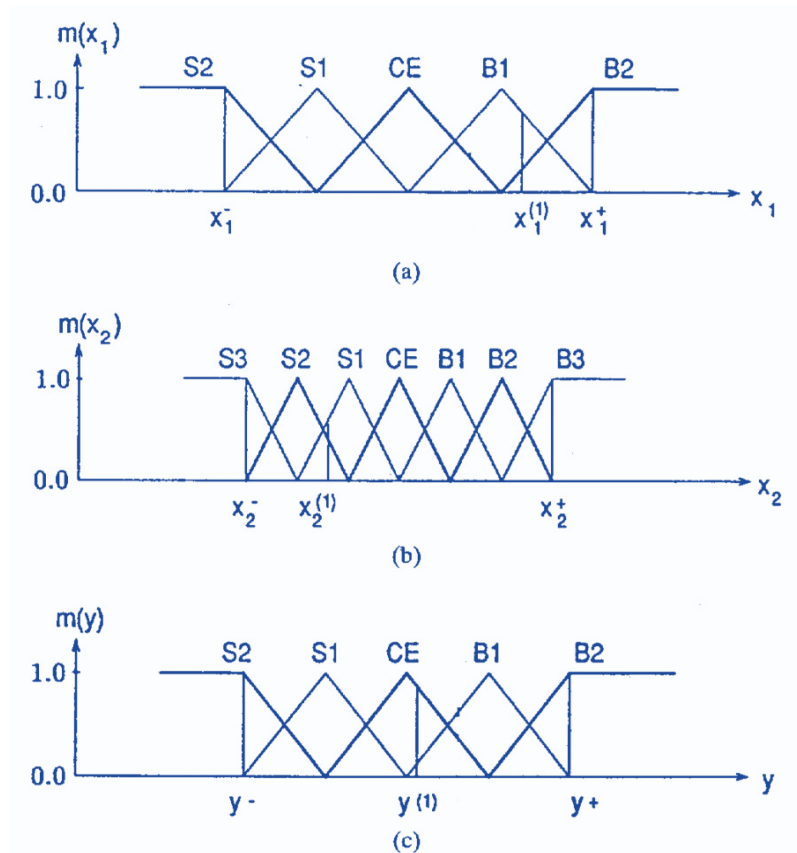
## رویه ۴ مرحله‌ای فازی

گام اول) تقسیم‌بندی فضای ورودی و خروجی به ناحیه‌های فازی:

ابتدا بازه متغیرهای ورودی و خروجی را به صورت یکنواخت به  $2N+1$  قسمت تقسیم می‌کنیم (برای هر متغیر  $N$  می‌تواند مقدار متفاوتی داشته باشد). البته طول هر ناحیه می‌تواند متفاوت نیز باشد. بنابراین، برای هر متغیر می‌توان نواحی زیر را به دست آورد:

$$SN (Small N), \dots, S1, CE(Center), B1(Big 1), \dots, BN(Big N)$$

سپس، به هر ناحیه یک تابع عضویت اختصاص می‌دهیم. به عنوان نمونه، نگاهی به شکل ۲ بیاندازید. در این شکل، فرض شده که ۲ متغیر ورودی  $(x_1, x_2)$  و یک متغیر خروجی  $(y)$  داریم. متغیر  $x_1$  به ۵ ناحیه، متغیر  $x_2$  به ۷ ناحیه و متغیر  $y$  به ۵ ناحیه تقسیم شده است. همچنین، مشاهده می‌شود که در اینجا از توابع عضویت مثلثی استفاده شده است به نحوی که رأس مرکزی هر مثلث در وسط ناحیه قرار می‌گیرد و دارای درجه تعلق یک است در حالی که دو رأس دیگر در مرکز دو ناحیه مجاور قرار می‌گیرند و دارای درجه تعلق صفر هستند. طول ناحیه‌های اول و آخر نصفه در نظر گرفته شده است و به تبع آن از مثلث‌های نصفه به عنوان توابع عضویت برای آنها استفاده می‌شود.



شکل ۲

### گام دوم) تولید قوانین فازی از روی مجموعه داده‌ها:

در این قسمت، به ازای هر داده یک قانون به دست می‌آوریم. اگر داده  $i$ -ام را به صورت  $(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, y^{(i)})$  نشان دهیم، باید برای هر متغیر ببینیم که کدام تابع عضویت درجه تعلق بیشتری دارد. به عنوان مثال، به داده اول که با فرمت  $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, y^{(1)})$  که در شکل ۲ نشان داده شده است، توجه نمایید. مشاهده می‌شود که برای متغیر اول آن، تابع عضویت  $B1$  بیشترین مقدار را دارد و برای متغیرهای دوم و سوم به ترتیب توابع عضویت  $S1$  و  $CE$  دارای بیشترین مقدار هستند. بنابراین، قانون به دست آمده برای داده اول برابر می‌شود با:

*Rule1: If  $x_1$  is  $B1$  and  $x_2$  is  $S1$ , Then  $y$  is  $CE$*

به همین روش می‌توان برای هر یک از داده‌ها یک قانون به دست آورد.

### گام سوم) تخصیص درجه به هر قانون:

طبق روش گفته شده در گام قبل، مشاهده می‌شود که به تعداد داده‌ها قانون استخراج می‌شود. بنابراین، اگر تعداد داده‌ها زیاد باشد، تعداد قوانین به دست آمده هم زیاد می‌شود. لذا بسیار محتمل است که برخی قوانین با یکدیگر ناسازگار باشند؛ یعنی قوانینی داشته باشیم که بخش مقدم یکسانی دارند اما بخش مؤخر آنها متفاوت باشند.

یک راهکار برای حل این مشکل این است که به هر قانون، درجه‌ای اختصاص دهیم و از میان قوانین ناسازگار تنها قانونی را نگه داریم که بیشترین درجه را دارد و مابقی را دور بریزیم. به این ترتیب، ضمن حل مسئله ناسازگاری، تعداد قوانین نیز کاهش می‌یابد. حال برای اختصاص درجه به هر قانون، استراتژی زیر پیشنهاد می‌شود.

برای قانون:

*Rule: If  $x_1$  is  $A$  and  $x_2$  is  $B$ , Then  $y$  is  $C$*

درجه آن را با  $D(Rule)$  نشان داده و به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$D(Rule) = m_A(x_1) m_B(x_2) m_C(y)$$

به عنوان مثال، طبق شکل ۲، درجه قانون اول برابر می‌شود با:

$$D(Rule) = m_{B1}(x_1) m_{S1}(x_2) m_{CE}(y) = 0.8 \times 0.7 \times 0.9 = 0.504$$

#### گام چهارم) تعیین خروجی به کمک مجموعه قوانین فازی:

تا این مرحله، مجموعه‌ای از قوانین و درجه متناظر با آنها را به دست آورده‌ایم. اکنون، به مرحله استنتاج می‌رسیم یعنی می‌خواهیم برای داده تست  $(x_1, x_2)$  از مجموعه قوانین به دست آمده استفاده نمائیم و خروجی  $y$  را برای آن به دست آوریم.

در این مرحله، نیاز به یک استراتژی نافازی‌سازی برای تعیین خروجی داریم. برای این منظور، ابتدا به ازای ورودی تست  $(x_1, x_2)$ ، بخش مقدم هریک از قوانین را به صورت زیر برای آن محاسبه می‌کنیم. مثلاً برای قانون  $i$ -ام:

*Rule i: If  $x_1$  is  $I_1^i$  and  $x_2$  is  $I_2^i$ , Then  $y$  is  $O^i$*

رابطه زیر را محاسبه می‌کنیم:

$$m_{O^i}^i = m_{I_1^i}(x_1) m_{I_2^i}(x_2)$$

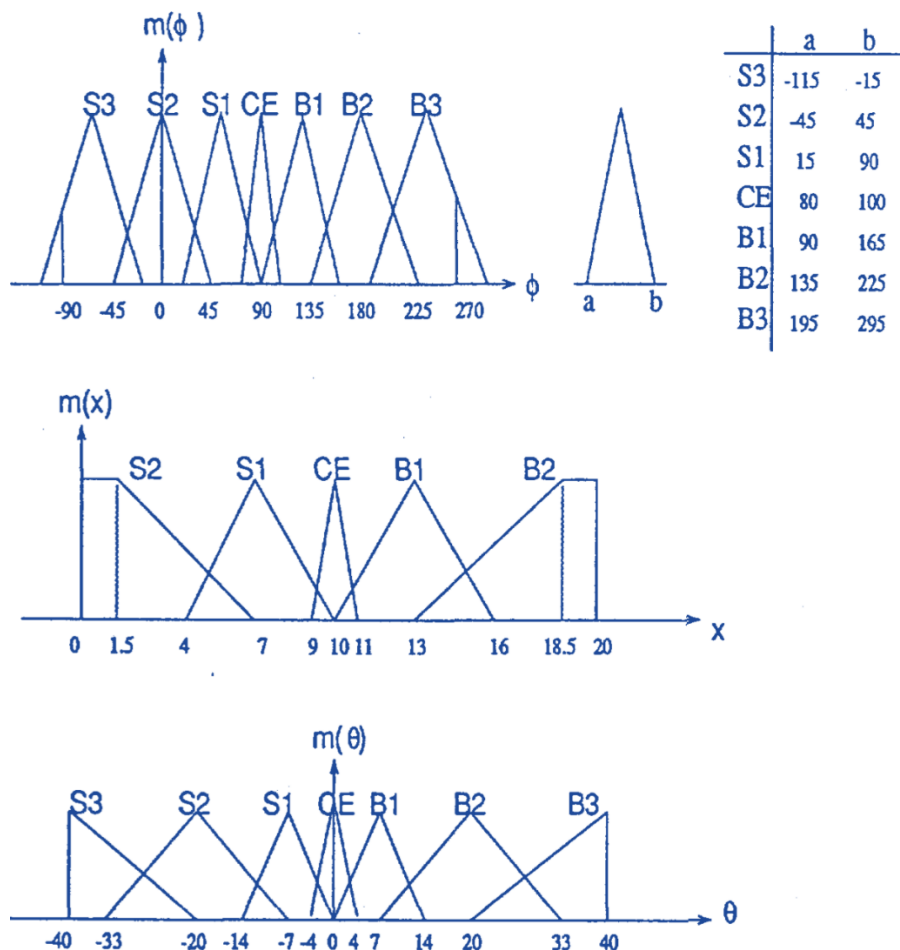
که منظور از  $O^i$  خروجی قانون  $i$ -ام می‌باشد و  $I_j^i$  تابع عضویت متناظر با  $j$ -امین مؤلفه قانون  $i$ -ام می‌باشد. در نهایت، از روش نافازی‌سازی زیر استفاده نموده و خروجی  $y$  را به دست می‌آوریم:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^K m_{O^i}^i \bar{y}^i}{\sum_{i=1}^K m_{O^i}^i}$$

که  $K$  تعداد قوانین و  $\bar{y}^i$  نقطه مرکز تابع عضویت  $O^i$  می‌باشد که دارای درجه تعلق یک است.

حال به بیان سؤالات مربوط به این تکلیف می‌پردازیم:

**سؤال ۱)** با استفاده از داده‌های پیوست ۱ و توابع عضویت داده شده در شکل ۳، مراحل گفته شده را برای مسئله پارک کامیون پیاده‌سازی نمائید. با توجه به اینکه توابع عضویت به شما داده شده است نیازی به گام اول در رویه فازی نیست. قوانین به دست آمده و درجه متناظر با آنها (گام‌های دوم و سوم) را گزارش کنید.



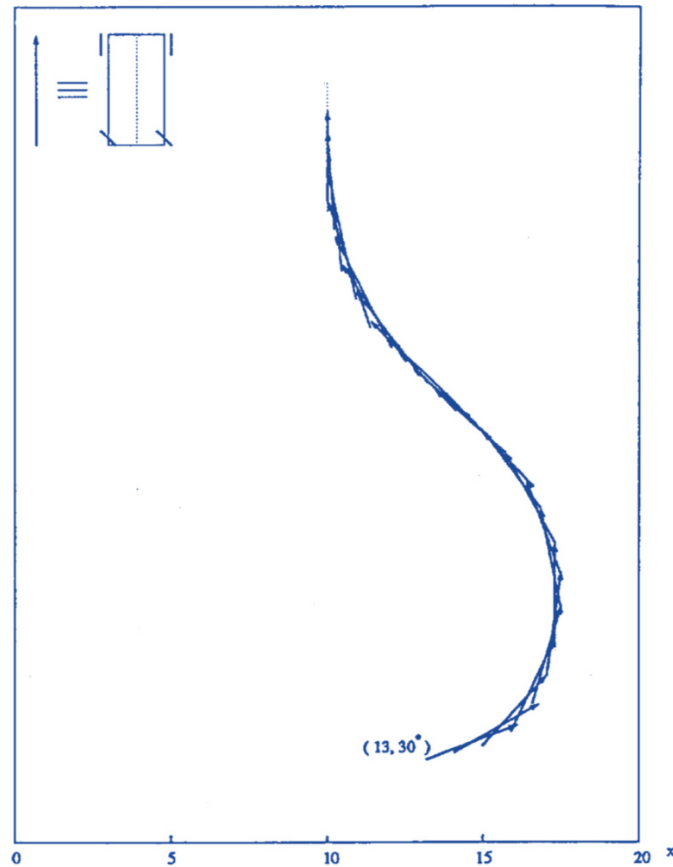
شکل ۳ - توابع عضویت مورد نیاز برای حل مسئله پارک کامیون

**سؤال ۲)** عملکرد سیستم را با شروع از سه وضعیت متفاوت (که در داده‌های آموزشی نیستند) تست و بررسی نمائید.

مثلاً اگر با وضعیت  $(3, -30^\circ)$  شروع کنید. باید به کمک استنتاج (گام چهارم) خروجی (زاویه فرمان) را به دست آورید. سپس به کمک معادلات ۱ و ۲، موقعیت بعدی کامیون در صفحه و زاویه آن نسبت به سطح افق را به دست آورید. حال، موقعیت و زاویه به دست آمده را به عنوان داده جدید به سیستم استنتاج بدهید و

مجدداً خروجی را به دست آورید.. این کار را تا جایی ادامه بدهید که تقریباً کامیون در محل پارک مطلوب یعنی وضعیت  $(x_f, \theta_f) = (10, 90^\circ)$  قرار گرفته باشد.

خروجی را به صورت گرافیکی نمایش دهید. یک نمونه از خروجی می‌تواند مشابه شکل ۴ باشد.



شکل ۴- نمونه‌ای از مسیر طی شده توسط کامیون با شروع از حالت  $(13, 30^\circ)$  تا محل پارک

**سؤال ۳)** از هر دنباله موجود در پیوست ۱، تنها سه داده اول را برداشته و مجدداً مجموعه قوانین متناظر با آنها را به کمک توابع عضویت داده شده در شکل ۳ به دست آورید. سپس، با شروع از نقاط تست استفاده شده در سوال ۲ خروجی را به دست آورده و به صورت گرافیکی نمایش دهید. آیا در این حالت، می‌توان با دقت خوبی کامیون را در محل مورد نظر پارک کرد؟ قوانین به دست آمده را با قوانین سوال ۱ مقایسه کنید.

سپس، چند قانون که به نظرتان مناسب است را (به صورت دستی) به مجموعه قوانین به دست آمده اضافه نموده و مجدداً عملکرد سیستم را مورد ارزیابی و تحلیل قرار دهید (سعی کنید عملکرد سیستم بهتر شود).

## نکات جانبی:

- این تکلیف از نوع اختیاری است و می‌تواند ۳ نمره از بارم امتحان را کسر و به خود اختصاص دهد. همچنین، یک نمره نیز به عنوان نمره اضافه برای آن در نظر گرفته شده است (یعنی در مجموع، ۴ نمره خواهد داشت).
- چنانچه کسی مایل به انجام بود لازم است تا ساعت ۲۴ چهارشنبه ۱۱ تیرماه به یکی از دستیاران آموزشی اطلاع دهد.
- این تکلیف را می‌توانید به صورت فردی و یا در قالب یک گروه دو نفری انجام دهید.
- تکلیف خود را در محیط Jupyter Notebook و در یک فایل ipynb پیاده‌سازی نمایید.
- نیازی به یک فایل PDF جداگانه برای توضیحات نیست. توضیحات و تحلیل‌های خود را در همان فایل ipynb بنویسید.<sup>۳</sup>
- در صورت مشاهده تکالیف مشابه بین دو گروه، به هر دو گروه نمره صفر داده می‌شود.

موفق باشید 😊

---

<sup>۳</sup> با ایجاد یک سلول جید و تغییر نوع آن از code به markdown



Table 3

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (1, 270^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	1.00	-90.00	-30.0
1	1.22	-75.52	-29.0
2	1.64	-51.49	-28.0
3	2.24	-47.92	-27.0
4	2.98	-34.80	-26.0
5	3.82	-22.13	-25.0
6	4.72	-9.93	-24.0
7	5.64	1.80	-23.0
8	6.54	13.06	-22.0
9	7.39	23.86	-21.0
10	8.17	34.18	-20.0
11	8.85	44.04	-19.0
12	9.42	53.40	-18.0
13	9.66	62.29	-17.0
14	9.82	70.69	-16.0
15	10.08	78.62	-15.0
16	10.11	85.05	-14.0
17	10.13	90.02	0.0
18			
19			
20			

Table 2

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (1, 90^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	1.00	90.00	18.00
1	1.15	81.11	16.00
2	1.43	73.19	14.00
3	1.83	66.24	12.00
4	2.31	60.27	10.00
5	2.88	55.29	8.00
6	3.50	51.30	6.00
7	4.16	48.31	4.00
8	4.86	46.31	2.00
9	5.56	45.31	0.00
10	6.26	45.31	-2.00
11	6.95	46.31	-4.00
12	7.61	48.31	-6.00
13	8.23	51.30	-8.00
14	8.79	55.29	-10.00
15	9.28	60.27	-12.00
16	9.67	66.24	-14.00
17	9.95	73.19	-16.00
18	10.09	81.11	-18.00
19	10.09	90.00	0.00
20			

Table 1

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (1, 0^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	1.00	0.00	-19.00
1	1.95	9.37	-17.95
2	2.88	18.23	-16.90
3	3.79	26.59	-15.85
4	4.65	34.44	-14.80
5	5.45	41.78	-13.75
6	6.18	48.60	-12.70
7	7.48	54.91	-11.65
8	7.99	60.71	-10.60
9	8.72	65.99	-9.55
10	9.01	70.75	-8.50
11	9.28	74.98	-7.45
12	9.46	78.70	-6.40
13	9.59	81.90	-5.34
14	9.72	84.57	-4.30
15	9.81	86.72	-3.25
16	9.88	88.34	-2.20
17	9.91	89.44	0.00
18			
19			
20			

Table 6

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (7, 180^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	7.00	180.00	40.00
1	6.23	161.25	36.80
2	5.48	143.82	33.60
3	4.80	127.76	30.40
4	4.27	113.10	27.20
5	3.93	99.89	24.00
6	3.77	88.16	20.80
7	3.80	77.93	17.60
8	4.00	69.23	14.40
9	4.35	62.09	11.20
10	4.81	56.52	8.00
11	5.35	52.53	4.80
12	5.96	50.12	1.60
13	6.60	49.32	-1.60
14	7.25	50.13	-4.80
15	7.89	52.53	-11.20
16	8.49	56.52	-14.40
17	9.04	62.09	-17.60
18	9.82	69.23	-20.80
19	10.02	78.12	-24.00
20	10.05	89.15	0.00

Table 5

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (7, 90^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	7.00	90.00	12.00
1	7.10	84.03	10.06
2	7.29	79.02	8.12
3	7.55	74.97	6.18
4	7.86	71.89	4.24
5	8.21	69.77	2.30
6	8.57	68.62	0.34
7	8.84	68.44	-1.58
8	9.19	69.23	-3.52
9	9.42	70.99	-5.46
10	9.69	73.72	-7.40
11	9.81	77.45	-9.34
12	10.05	83.16	-11.28
13	10.15	89.67	0.00
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Table 4

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (7, 0^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	7.00	0.00	-40.0
1	7.76	18.75	-38.5
2	8.51	36.88	-37.0
3	9.15	54.40	-35.5
4	9.62	71.28	-34.0
5	9.88	87.51	-3.0
6	9.93	89.90	0.0
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Table 9

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (13, 90^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	13.00	90.00	-12.00
1	12.90	95.97	-10.05
2	12.71	100.97	-8.10
3	12.45	105.01	-6.15
4	12.15	108.08	-4.20
5	11.80	110.18	-2.25
6	11.44	111.31	-0.30
7	11.08	111.46	1.65
8	10.72	110.63	3.60
9	10.40	108.83	5.55
10	10.13	106.06	7.50
11	9.98	102.31	9.45
12	9.89	97.50	11.40
13	9.81	90.94	0.00
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Table 8

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (13, 0^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	13.00	0.00	-40.00
1	13.77	18.75	-36.80
2	14.52	36.18	-33.60
3	15.20	52.24	-30.40
4	15.73	66.90	-27.20
5	16.08	80.11	-24.00
6	16.23	91.84	-20.80
7	16.20	102.07	-17.60
8	16.00	110.77	-14.40
9	15.66	117.91	-11.20
10	15.20	123.48	-8.00
11	14.66	127.47	-4.80
12	14.05	129.87	-1.60
13	13.41	130.67	1.60
14	12.76	129.87	4.80
15	12.12	127.47	8.00
16	11.52	123.48	11.20
17	10.98	117.91	14.40
18	10.53	110.77	17.60
19	10.19	101.07	20.80
20	9.99	90.84	0.00

Table 7

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (7, 270^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	7.00	-90.00	-40.0
1	7.25	-71.25	-39.0
2	7.73	-52.91	-38.0
3	8.38	-34.98	-37.0
4	9.15	-17.47	-36.0
5	9.97	-0.38	-35.0
6	10.77	16.29	-34.0
7	11.48	32.53	-33.0
8	12.04	48.33	-32.0
9	12.42	63.70	-31.0
10	12.59	78.62	-30.0
11	12.54	93.10	-29.0
12	12.28	107.12	-28.0
13	11.77	120.70	0.0
14	11.28	120.70	15.0
15	10.90	113.27	13.0
16	10.62	106.81	11.0
17	10.32	101.33	9.0
18	10.20	96.84	7.0
19	10.14	93.35	5.0
20	10.09	90.35	0.0

Table 12

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (19, 90^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	19.00	90.00	-18.00
1	18.85	98.88	-16.00
2	18.57	106.81	-14.00
3	18.18	113.76	-12.00
4	17.69	119.72	-10.00
5	17.13	124.71	-8.00
6	16.51	128.70	-6.00
7	15.84	131.69	-4.00
8	15.16	133.69	-2.00
9	14.45	134.69	0.00
10	13.75	134.69	2.00
11	13.06	133.69	4.00
12	12.40	131.69	6.00
13	11.78	128.70	8.00
14	11.22	124.71	10.00
15	10.74	119.72	12.00
16	10.35	113.76	14.00
17	10.07	106.81	16.00
18	9.93	98.89	18.00
19	9.89	90.00	0.00
20			

Table 11

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (13, 270^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	13.00	270.00	40.00
1	12.75	251.26	39.00
2	12.28	232.91	38.00
3	11.62	214.09	37.00
4	10.85	197.47	36.00
5	10.03	180.38	35.00
6	9.23	163.71	34.00
7	8.53	147.48	33.00
8	7.96	131.67	32.00
9	7.58	116.31	31.00
10	7.41	101.38	30.00
11	7.71	86.91	29.00
12	8.22	72.88	28.00
13	8.71	59.29	0.00
14	9.09	59.29	-15.00
15	9.37	66.74	-13.00
16	9.58	73.19	-10.00
17	9.71	78.18	-8.00
18	9.81	81.92	-5.50
19	9.92	85.50	-3.50
20	9.97	89.23	0.00

Table 10

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (13, 180^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	13.00	180.00	40.00
1	12.23	161.25	38.05
2	11.49	143.11	37.00
3	10.85	125.60	35.50
4	10.38	108.72	34.00
5	10.11	92.49	5.50
6	10.08	89.80	0.00
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Table 14

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (19, 270^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	19.00	270.00	30.0
1	18.78	255.53	29.0
2	18.36	241.50	28.0
3	17.76	227.92	27.0
4	17.03	214.80	26.0
5	16.19	202.14	25.0
6	15.29	189.94	24.0
7	14.37	178.21	23.0
8	13.46	166.94	22.0
9	12.61	156.14	21.0
10	11.83	145.82	20.0
11	11.15	135.97	19.0
12	10.58	126.61	18.0
13	10.13	117.72	17.0
14	9.99	109.31	16.2
15	9.91	101.39	15.4
16	9.85	93.95	14.6
17	9.80	91.06	13.8
18			
19			
20			

Table 13

Desired trajectory starting  
from  $(x_0, \phi_0) = (19, 180^\circ)$

t	x	$\phi^\circ$	$\theta^\circ$
0	19.00	180.00	19.00
1	18.05	170.63	17.95
2	17.12	161.77	16.90
3	16.21	153.41	15.85
4	15.35	145.56	14.80
5	14.55	138.22	13.75
6	13.83	131.40	12.70
7	13.18	125.09	11.65
8	12.62	119.29	10.60
9	12.14	114.01	9.55
10	11.74	109.26	8.50
11	11.42	105.01	7.45
12	11.16	101.30	6.40
13	10.96	98.10	5.45
14	10.73	95.43	4.50
15	10.53	93.28	3.55
16	10.37	91.66	2.50
17	10.11	90.56	0.00
18			
19			
20			