

## جانمایی دوربین در طراحی شبکه‌های فتوگرامتری صنعتی با استفاده از بهینه‌سازی تکاملی چندگانه

محمد سعادت سرشت<sup>۱\*</sup> و فرهاد صمدزادگان<sup>۲</sup>

( // // // )

چکیده

NSGA-II

NSGA-II

واژه‌های کلیدی:

مقدمه

CAD

[ ]

CAD

CAD

[ - ]

CAD

( )

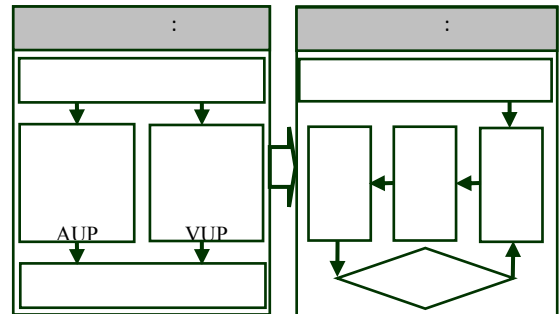
CAD

" CAD

/

مروری بر روش های جانمایی دوربین

VM



شکل ۱: روند کلی روش طراحی شبکه بدون به کارگیری مدل  
.CAD

(CAD )

m

6m

.( )

( :

( .

( .

( .

)

(

)  
) ( ( : (OTI)  
( (ITO)  
[ ]

OTI :  
ITO

OTI  
ITO

( )

FIS  
[ - ]

[ ]

---

:[ ]

$$\begin{aligned} & \text{Min (or Max) } f_i(x) : i = 1, \dots, N \\ & \text{Subject to } \begin{cases} g_j(x) = 0 : j = 1, \dots, M \\ h_k(x) \leq 0 : k = 1, \dots, K \end{cases} \quad ( ) \end{aligned}$$

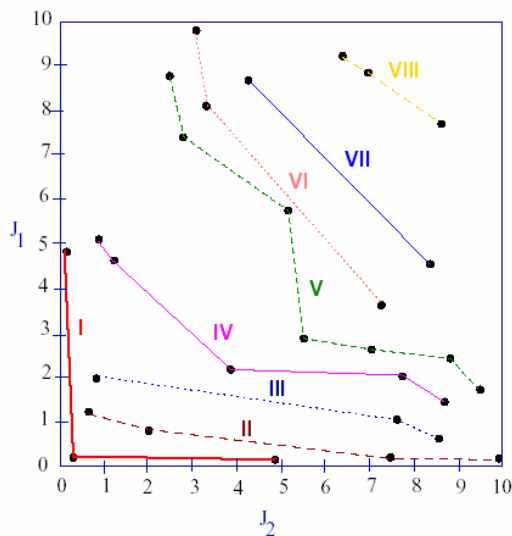
$x^2$   $x^1$

$$\begin{aligned} & \forall i f_i(x^1) \leq f_i(x^2) : i = 1, \dots, N \quad ( ) \\ & f_i(x^1) < f_i(x^2) : i \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \text{Min } \{f_1(x), f_2(x)\} \\ x \in X \text{ (feasible region)} \end{cases} \quad ( )$$

$$f_1(x^1) < f_1(x^2) \text{ and } f_2(x^1) < f_2(x^2) \quad ( )$$

$$f_1(x^1) \leq f_1(x^2) \text{ and } f_2(x^1) \leq f_2(x^2) \quad ( )$$



شکل ۲: تعریف تابع مطلوبیت ساختگی با استفاده از شماره جبهه اکنون میتوان گفت مساله بهینه‌سازی چندگانه به یک مساله کمینه‌سازی تبدیل شده است!

## جانمایی دوربین به روش بهینه‌سازی تکاملی چندگانه

بهینه‌سازی چندگانه و مفهوم جبهه پیر تو

( )

"

"

( ):

( )

( )

)

(

[ ] VEGA "  
[ ] NSGA

### روش NSGA

[ ] NSGA  
VEGA

I,II,III,IV

J<sub>2</sub> J<sub>1</sub>

( )

V,VI,VII,VIII

### مشکلات بهینه‌سازی تکاملی چندگانه

(MOEAs)

[ - ]

[ ] NSGA

NSGA

MOEAs

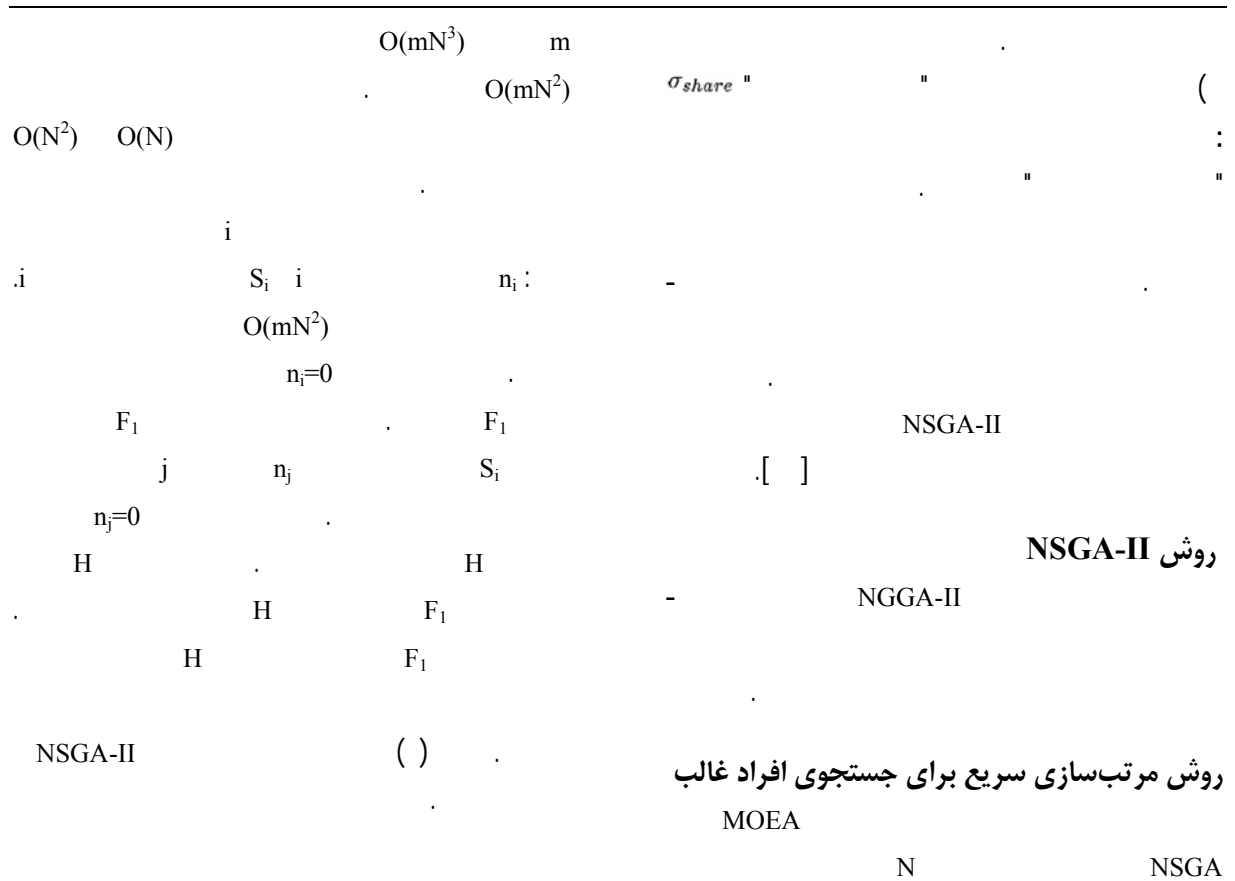
(

O(mN<sup>3</sup>)

(

a+b

( )



### FAST - NONDOMINATED - SORT ( $P$ )

for each  $p \in P$

for each

if ( $p \prec q$ ) then

$S_p = S_p \cup \{q\}$

else if ( $q \prec p$ ) then

$n_p = n_p + 1$

if  $n_p = 0$  then

$F_1 = F_1 \cup \{p\}$

$i = 1$

while  $F_i \neq \emptyset$

$H = \emptyset$

for each  $p \in F_i$

for each  $q \in S_p$

$n_q = n_q - 1$

if  $n_q = 0$  then  $H = H \cup \{q\}$

$i = i + 1$

$F_i = H$

if  $p$  dominates  $q$  then

include  $q$  in  $S_p$

if  $p$  is dominated by  $q$  then

increment  $n_p$

if no solution dominates  $p$  then

$p$  is a member of the first front

for each member  $p$  in  $F_i$

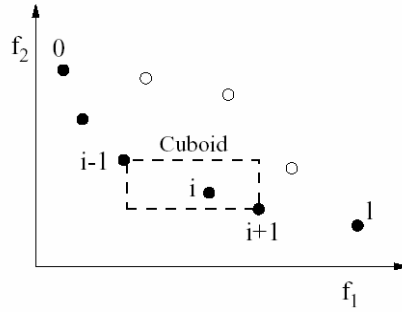
modify each member from the set  $S_p$

decrement  $n_q$  by one

if  $n_q$  is zero,  $q$  is a member of a list  $H$

current front is formed with all members of  $H$

شکل ۳: الگوریتم مرتب‌سازی سریع جهت جستجوی افراد غالب در NSGA-II [۱۴].



شکل ۴: نحوه محاسبه فاصله ازدحام [۱۴].

**CROWDING - DISTANCE - ASSIGNMENT ( $\Gamma$ )**

$l = |\Gamma|$  number of solutions in  $\Gamma$   
 for each  $i$ , set  $\Gamma[i]_{distance} = 0$  initialize distance  
 for each objective  $m$   
 $\Gamma = \text{sort}(\Gamma, m)$  sort using each objective value  
 $\Gamma[1]_{distance} = \Gamma[l]_{distance} = \infty$  so that boundary points are always selected  
 for  $i = 2$  to  $(l - 1)$  for all other points  
 $\Gamma[i]_{distance} = \Gamma[i]_{distance} + (\Gamma[i + 1].m - \Gamma[i - 1].m)$

شکل ۵: الگوریتم محاسبه فاصله ازدحام [۱۴].

$R_t = P_t \cup Q_t$  combine parent and children population  
 $F = \text{FAST - NONDOMINATED - SORT}(R_t)$   $F = (F_1, F_2, \dots)$  all non-dominated fronts of  $R_t$   
 until  $|P_{t+1}| < N$  till the parent population is filled  
 CROWDING - DISTANCE - ASSIGNMENT( $F_i$ ) calculate crowding distance in  $F_i$   
 $P_{t+1} = P_{t+1} \cup F_i$  include  $i$ -th non-dominated front in the parent pop  
 sort ( $P_{t+1}, \geq n$ ) sort in descending order using  $\geq n$   
 $P_{t+1} = P_{t+1}[0 : N]$  choose the first  $N$  elements of  $P_{t+1}$   
 $Q_{t+1} = \text{MAKE - NEW - POP}(P_{t+1})$  use selection, crossover and mutation to create  
 $t = t + 1$  a new population  $Q_{t+1}$

شکل ۶: اعمال فرایند الیتسم در یک نسل [۱۴].

**محاسبه شاخص تراکم افراد در جمعیت**

$\Gamma$   
 $( )$   
 $i$   $m$   $\Gamma[i].m$   
 $\Gamma$   
 $O(mN \log N)$   
 عملگر مقایسه ازدحام  $\geq n$

$i_{distance}$

$i$

$( )$

MOEAs

$$\geq n$$

$$) i_{rank}$$

$$( ) i_{distance} ($$

NSGA

If  $((i_{rank} = j_{rank}) \text{ and } (i_{distance} > j_{distance}))$   
 or  $(i_{rank} < j_{rank})$  then  $i \geq n j$

(a,b) a+b

$$( )$$

### آزمایش های اجرایی

NSGA-II

پیاپی سازی الگوریتم NSGA-II

$P_0$

$$()$$

تعریف مساله بهینه سازی چندگانه

$N$

$Q_0$

$$)$$

$$($$

$$)$$

$$R_t = P_t \cup Q_t$$

$$2N$$

$N$

$P_{t+1}$

$P_{t+1}$

$N$

$Q_{t+1}$

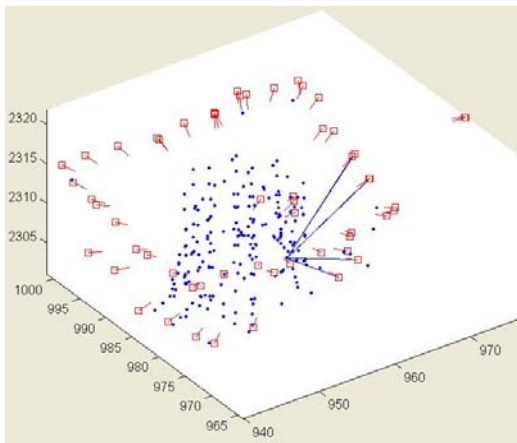
$N$



انتخاب مساله نمونه

( )

(OTI ITO )



شکل ۷: نقطه ۲۸ در شبکه فتوگرامتری انتخابی به همراه پرتوهای قابل دید آن.

( )

( )

( )

z

[ ]

$$f = \begin{cases} a/a_{Th} & \text{if } a < a_{Th} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

$$E = (e_0 - e) / (e_0 - e_{Th}), \text{ if } E > 1 \text{ then } E = 1$$

$e_{Th}$

( )

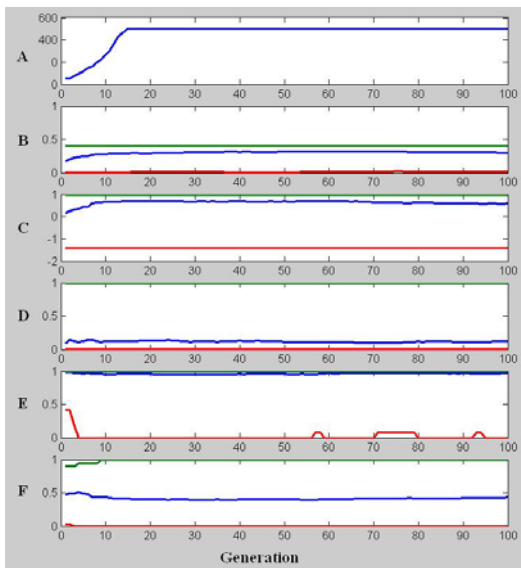
( )

جدول ۱: نمونه‌ای از پارامترهای ورودی و خروجی در مساله بهینه‌سازی چندگانه.

X	Y	Z	AEF <sup>1</sup>	VU P	AU P	PNo	PDst
948.40	973.03	2308.00	0.07	0.02	0.00	1.00	0.30
959.24	973.80	2313.63	0.14	0.00	0.04	1.00	0.39
953.82	982.51	2320.63	0.28	0.17	0.00	1.00	0.37
976.23	976.42	2321.53	0.11	0.71	0.05	1.00	0.04
961.84	971.15	2313.77	0.08	0.00	0.04	1.00	0.17

<sup>1</sup>Accuracy Enhancement Factor

( )



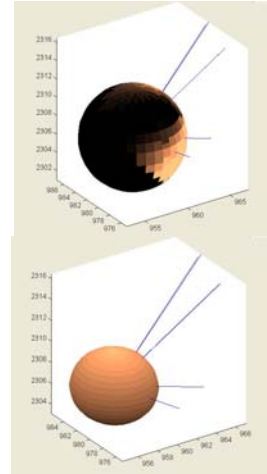
شکل ۸: نحوه تغییر نقاط مربوط به جبهه پرتو اول در تکامل نسلهای متوالی، A- تعداد نقاط در جبهه پرتو اول B الی F به ترتیب حداقل، متوسط و حداکثر مقادیر بهبود دقت، قابلیت دید، قابلیت دسترسی، تعداد و پراکندگی نقاط در جبهه پرتو اول می- باشد.

( A )

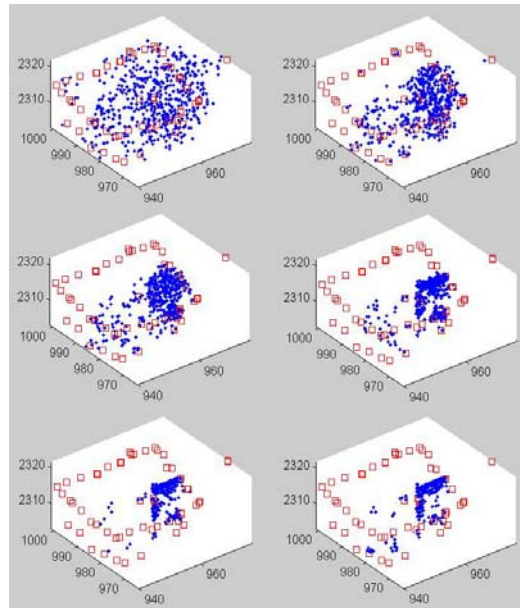
NSGA-II

( B-F )

( ) ( )

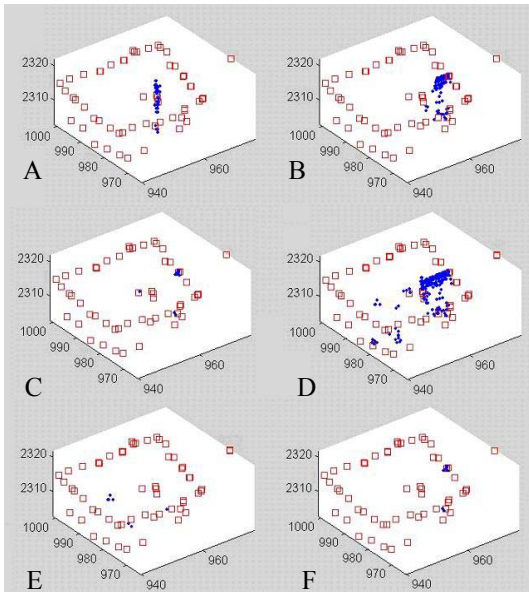


شکل ۹: روند تکامل نسلها بر مبنای مفهوم جبهه پرتو بکمک روش NSGA-II - نمودارها از بالا به پایین و چپ به راست به ترتیب مربوط به نسلهای ۱-۳-۶-۱۰-۲۰ و ۱۰۰ می-باشند.

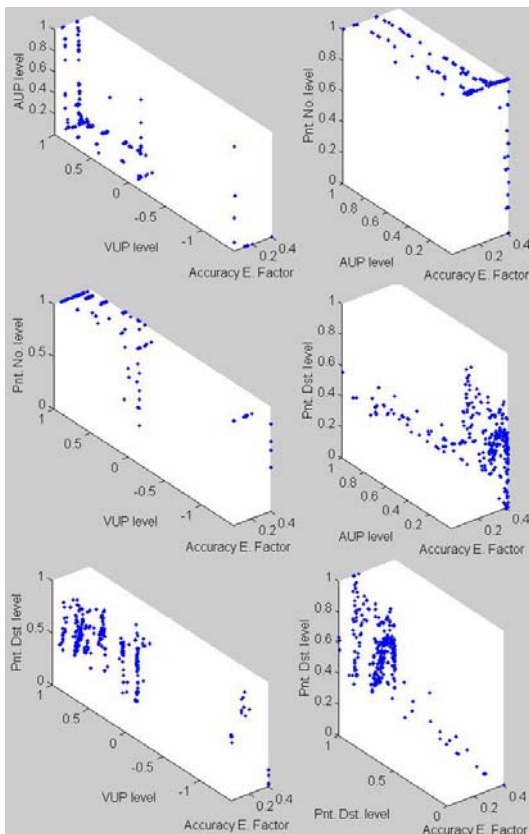


شکل ۱۰: بررسی نتایج بهینه‌سازی

بررسی نتایج بهینه‌سازی

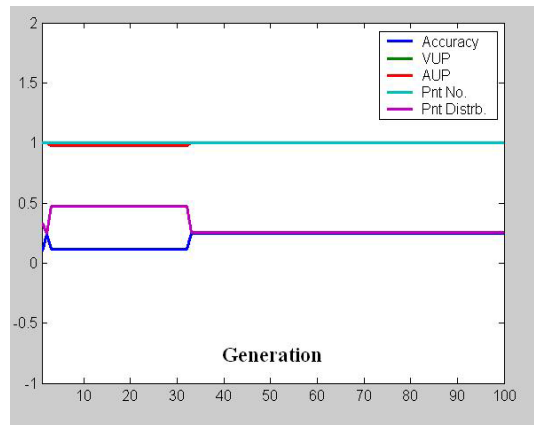


شکل ۱۲: وضعیت ارضای هر یک از توابع مطلوبیت در نسل آخر،  
 A- قید بهبود دقت نقطه B- قابلیت دید C- قابلیت دسترسی D-  
 تعداد نقاط عکسی E- پراکندگی نقاط عکسی و F- ده نقطه بهتر  
 در جمعیت با حداکثر متوسط تابع مطلوبیت.



شکل ۱۳: نمایش جبهه پرتو برای هر دو قید دید در مقابل معیار  
 بهبود دقت نقطه.

( )



شکل ۱۱: روند بهبود توابع مطلوبیت نقطه با حداکثر  
 متوسط معیارها در جمعیت.

( )

( )

جدول ۲: پارامترهای ورودی و توابع مطلوبیت بهترین  
 نقطه.

X	Y	Z	AEF	VUP	AUP	PN <sub>o</sub>	PD <sub>st</sub>
966.76	982.08	2315.77	0.24	1.00	1.00	1.00	0.25

( )

( )  
( A)

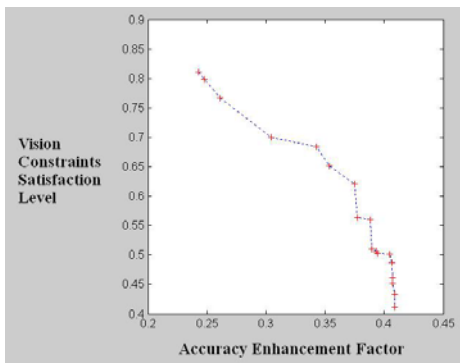
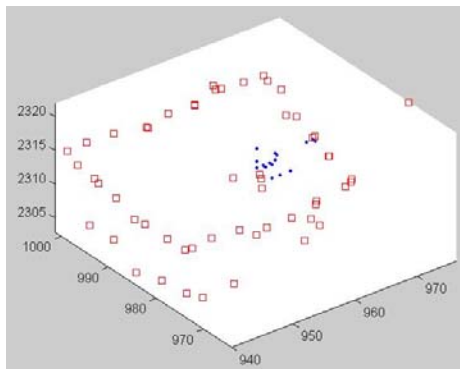
z

( )

( B)

( )

( C)



( F)

شکل ۱۴: بالا: جبهه پرتو در فضای توابع مطلوبیت - پایین: نقاط متناظر جبهه پرتو در فضای پارامترها.

( )

( )

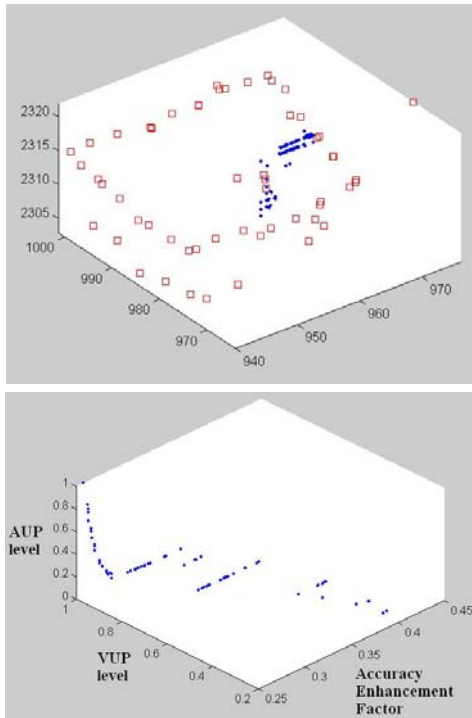
)

(

)

(

### نتیجه گیری و پیشنهادها



شکل ۱۵: چپ: جبهه پرتو در فضای توابع مطلوبیت - راست: نقاط متناظر جبهه پرتو در فضای پارامترها.

## تقدیر و تشکر

//

## مراجع

- 1 - Fraser, C. S. (2001). "Automated Off-Line Digital Close-Range Photogrammetry: Capabilities and Applications." *3th international image sensing seminar on new developments in digital photogrammetry*, Gifu, Japan.
- 2 - Saadatseresht, M., Fraser, C. S., Samadzadegan, F. and Azizi, A. (2004). "Visibility analysis in vision metrology network design." *Photogrammetric Record*, Vol. 19, No. 107, PP. 219-236.
- 3 - Saadatseresht, M., Samadzadegan, F. and Azizi, A. (2004). "Accessibility analysis in camera placement network design for vision metrology systems." *FIG working week 2004*, Athens, Greece, May 22-27.
- 4 - Saadatseresht, M., Samadzadegan, F. and Azizi, A. (2004). "ANN-based visibility prediction for camera placement in vision metrology." *1<sup>st</sup> Canadian Conference on Computer and Robot Vision*, London, Ontario, May 17-19.
- 5 - Samadzadegan, F., Saadatseresht, M. and Azizi, A. (2004). *Vision Metrology Network Design Based on AI*. Tehran university, Faculty of Engineering, Research no. 621-3-863.

- 
- 6 - Saadatseresht, M., Samadzadegan, F., Azizi, A. and Hahn, W. (2004). "Camera placement for network design in vision metrology based on fuzzy inference system." *ISPRS 2004*, WG V/1, Istanbul, Turkey, July 12-23.
  - 7 - Saadatseresht, M., Samadzadegan, F. and Azizi, A. (2005). "Automatic camera placement in vision metrology based on fuzzy inference system." *Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 71, No. 12, PP. 1375-1385.
  - 8 - Macro, N., Desideri, J. A. and Lanteri, S. (1999). "Multi-objective Optimization in CFD by Genetic Algorithm." *INRIA*, N3686. PP. 43.
  - 9 - Srinivas, N. and Deb, K. (1995). "Multi-Objective function optimization using non-dominated sorting genetic algorithms." *Evolutionary Computation*, Vol. 2, No. 3, PP. 221–248.
  - 10 - Horn, J., Nafploitis, N. and Goldberg, D. E. (1994). "A niched Pareto genetic algorithm for multi-objective optimization." In Michalewicz, Z., editor, *Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation*, PP. 82–87, IEEE Service Center, Piscataway, New Jersey.
  - 11 - Fonseca, C. M. and Fleming, P. J. (1993). "Genetic algorithms for multi-objective optimization: Formulation, discussion and generalization." In Forrest, S., editor, *Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms*, PP. 416–423, Morgan Kaufman, San Mateo, California.
  - 12 - Zitzler, E. and Thiele, L. (1998). "Multiobjective optimization using evolutionary algorithms—A comparative case study." In Eiben, A. E., Back, T., Schoenauer, M., and Schwefel, H.-P., editors, *Parallel Problem Solving from Nature-V*, PP. 292–301, Springer, Berlin, Germany.
  - 13 - Goldberg, D. E. and Richardson, J. (1987). "Genetic Algorithm with Sharing." In *Genetic Algorithm and Evolution Strategies in Engineering and Computer Vision*, Editor: Poloni D., PP. 21-38, John Wiley & Son.
  - 14 - Deb, K., Agrawal, S., Pratap, A. and Meyarivan, T. (2003). *A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization*, NSGA-II. KanGAL Report No. 200001.
  - 15 - Knowles, J. D. and Corne, D. W. (1999). "The Pareto archived evolution strategy: A new baseline algorithm for Pareto multiobjective optimization." In *Congress on Evolution-ary Computation (CEC 99)*, Volume 1, Piscataway, NJ, (1999), PP. 98 – 105. IEEE Press.
  - 16 - Saadatseresht, M. (2004). *To Developing the Automation of Vision Metrology Network Design via Vision Constraint Uncertainty Modeling and Camera Placement*. PhD Thesis, University of Tehran, PP. 140.

## واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1 - Uncertainty
  - 2 - Object to Image (ITO) Camera Placement
  - 3 - Image to Object (OTI) Camera Placement
  - 4 - Constrained Multi-Objective Evolutionary Algorithms
  - 5 - Pareto Front
  - 6 - Pareto Optimality
  - 7 - Pareto optimal set (set of non-dominated solutions)
  - 8 - Dominated solution set
  - 9 - Dummy Fitness
  - 10 - Multi-Objective Evolutionary Algorithms (MOEAs)
  - 11 - Non-dominated solutions
  - 12 - Sharing technique (or Niche method)
  - 13 -Elitism
  - 14 - Cuboid
  - 15 - Crowding distance
  - 16 - Non-domination rank
-