

---

# 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

( )

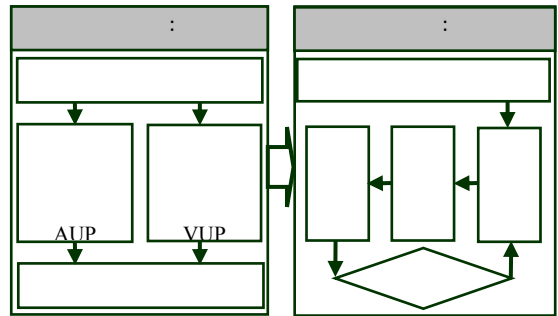
CAD

" 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

ITO OTI

( )

- FIS  
.[ - ]

. [ ]

:[ ]

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

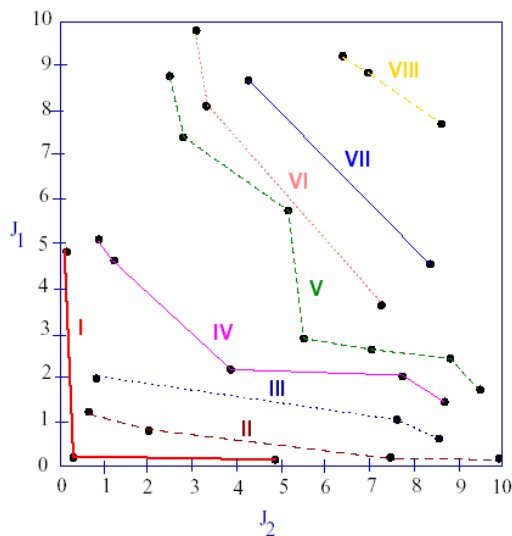
$x^2$   $x^1$

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

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

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

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



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

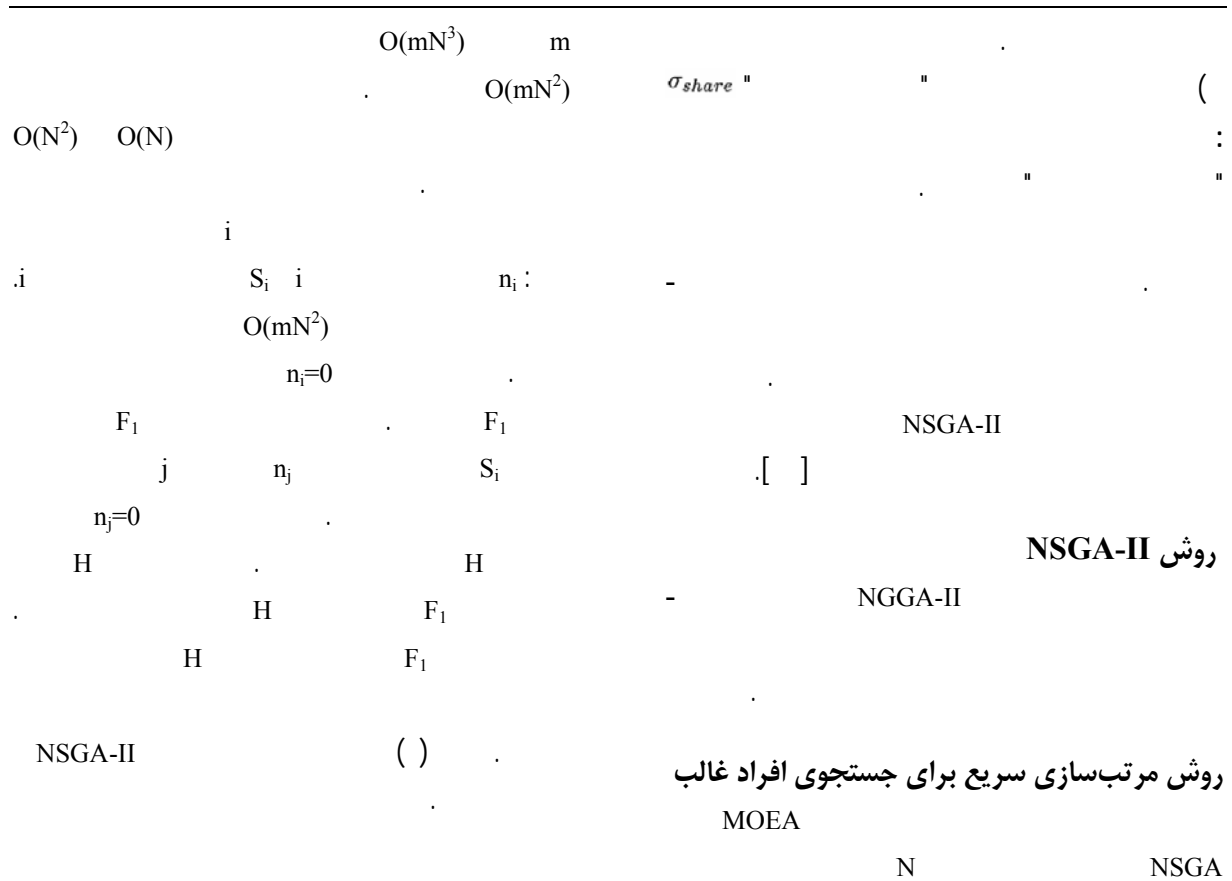
(

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  $F_i$

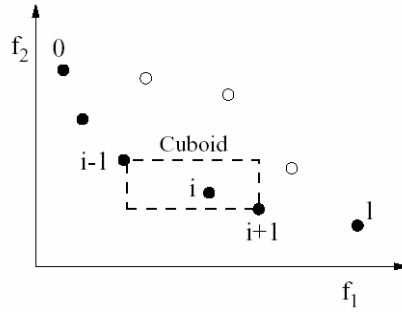
modify each member from the set  $S_p$

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

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

$i_{distance}$

"

"

( )

MOEAs

$$\geq n$$

$$i_{\text{rank}}$$

$$(i_{\text{distance}})$$

NSGA

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

(a,b) a+b

$$( )$$

### آزمایش های اجرایی

NSGA-II

پیااده سازی الگوریتم NSGA-II

$P_0$

$$( )$$

تعریف مساله بهینه سازی چندگانه

$N$

$Q_0$

$$( )$$

$$( )$$

$$R_t = P_t \cup Q_t$$

$$2N$$

$N$

$P_{t+1}$

$P_{t+1} \quad N$

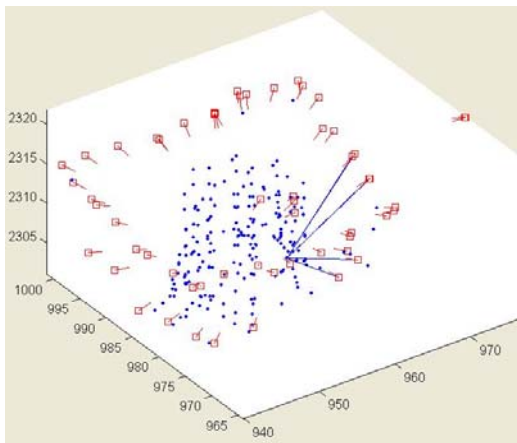
$Q_{t+1} \quad N$



انتخاب مساله نمونه

( )

(OTI ITO )



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

( )

( )

( )

z

[ ]

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

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

$e_{Th}$

( )

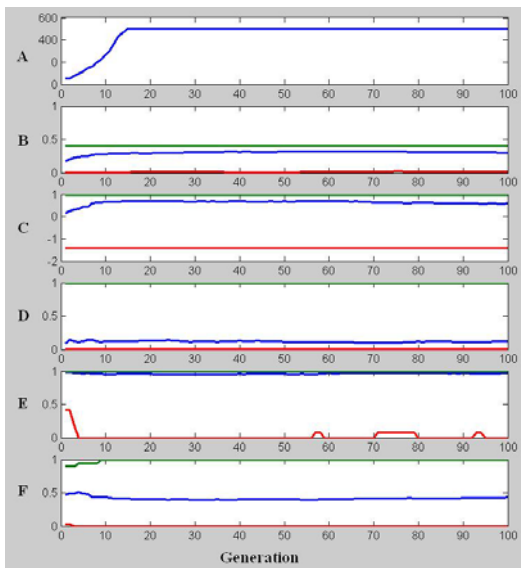
( )

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

X	Y	Z	AEF <sup>1</sup>	VU P	AU P	PN <sub>o</sub>	PD <sub>st</sub>
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

( )



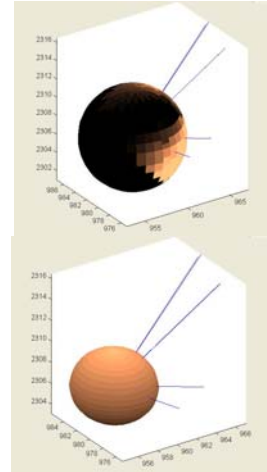
شکل ۱۰: نحوه تغییر نقاط مربوط به جبهه پرتو اول در تکامل نسلهای متوالی، A- تعداد نقاط در جبهه پرتو اول B الی F به ترتیب حداقل، متوسط و حداکثر مقادیر بهبود دقت، قابلیت دید، قابلیت دسترسی، تعداد و پراکندگی نقاط در جبهه پرتو اول می- باشد.

( A )

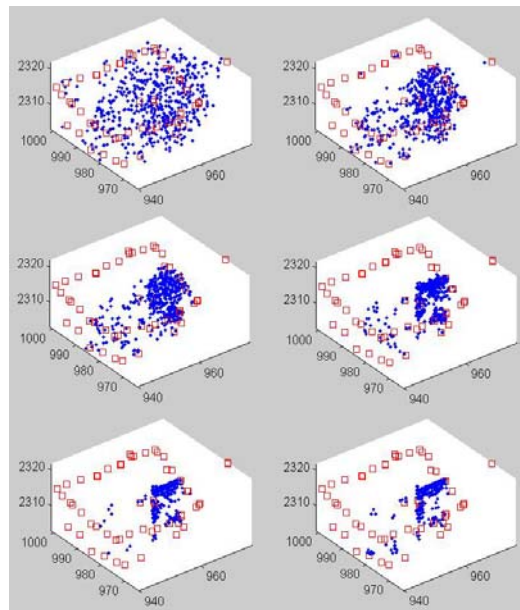
NSGA-II

( B-F )

( ) ( )

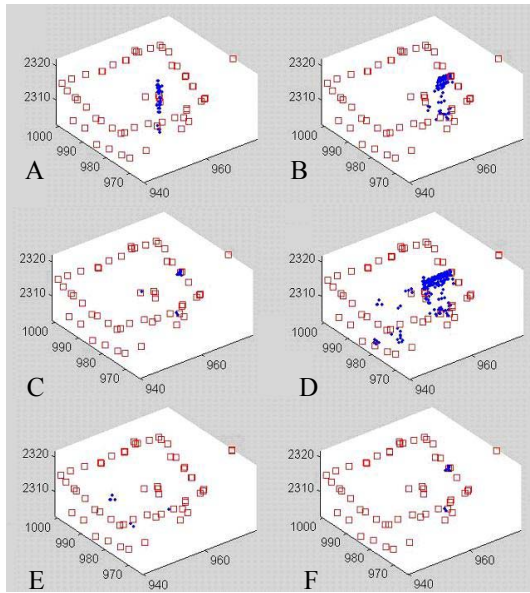


شکل ۸: راست: کره دید نقطه ۲۸ و چپ: بیضوی خطای نقطه ۲۸.

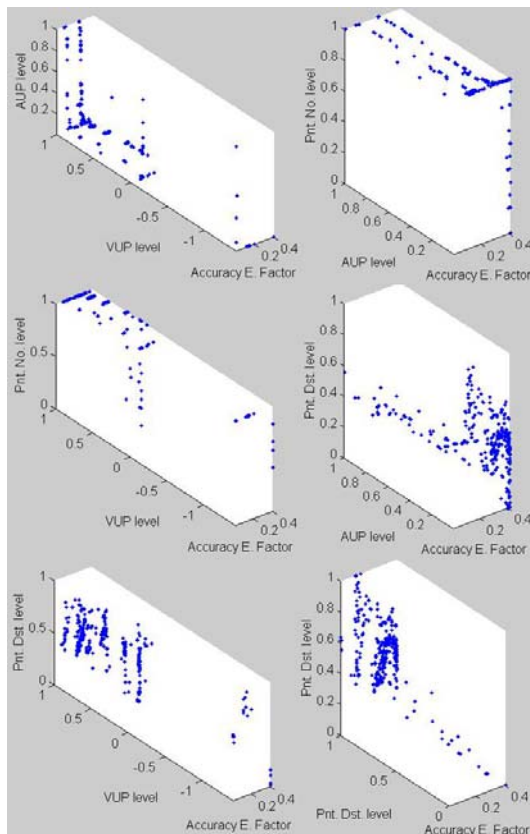


شکل ۹: روند تکامل نسلها بر مبنای مفهوم جبهه پرتو بکمک روش NSGA-II - نمودارها از بالا به پایین و چپ به راست به ترتیب مربوط به نسلهای ۱-۳-۶-۱۰-۲۰ و ۱۰۰ می-باشند.

بررسی نتایج بهینه‌سازی

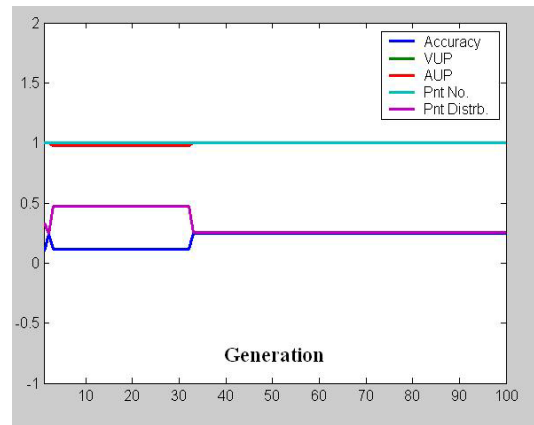


شکل ۱۲: وضعیت ارضای هر یک از توابع مطلوبیت در نسل آخر،  
 A- قید بهبود دقت نقطه B- قابلیت دید C- قابلیت دسترسی D-  
 تعداد نقاط عکسی E- پراکندگی نقاط عکسی و F- ده نقطه بهتر  
 در جمعیت با حداکثر متوسط تابع مطلوبیت.



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)

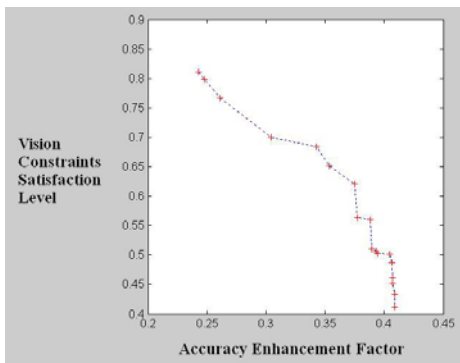
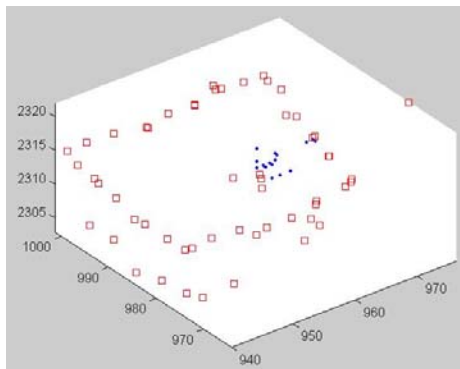
z

( )

( B)

( )

( C)



( F)

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

( )

( )

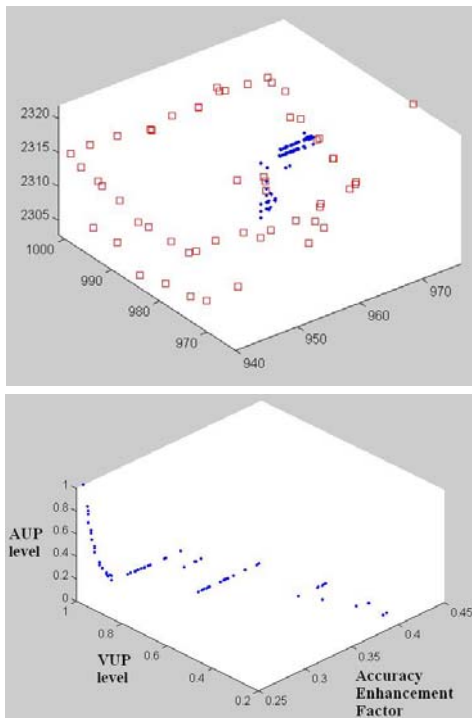
)

(

)

(

### 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." *1st 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 - Saadatesresht, 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 - Saadatesresht, 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., Bäck, 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 - Saadatesresht, 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
-