

점 배치 작업시 제시된 로봇 비전제어기법의 가중치 행렬의 영향에 관한 연구

A study on the effects of weighting matrix of the presented robot's vision control scheme for point placement task

*손재경¹, 심성현², #장완식²

*J. K. Son¹, S. H. Shim², #W. S. Jang(wsjang@chosun.ac.kr)²

¹조선대학교 대학원 기계공학과, ²조선대학교 기계공학과

Key words : Point placement task ,Robot vision control scheme, Weighting matrix

1. 서론

산업환경에서 시각센서가 적용된 로봇은 환경의 변화와 복잡성 등의 이유로 센서로부터 얻어진 시각정보에 영향이 미쳐 로봇의 위치 및 자세를 제어하기 어려울 때가 있다.

본 연구는 위 문제를 해결하기 위하여 제시된 로봇 비전제어기법에 일반적인 단위행렬 대신에 목표점 근처 최근 정보에 비중을 두는 가중치 행렬을 적용한 실험을 행하여 그 영향을 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 연구의 실험장치는 LED가 부착된 삼성 SM7 4축 스카라 타입의 로봇 시스템, 640 X 480의 해상도를 지원하는 비전 시스템 및 PC 시스템으로 구성되어지며, Fig. 1에 나타내었다.

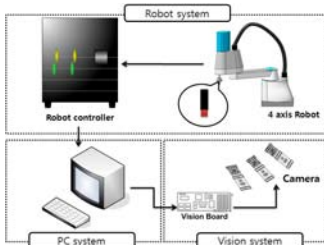


Fig. 1 Experimental set up

2.2 로봇 운동궤적

로봇의 말단부분에 부착된 LED가 목표점으로 접근하는 임의의 운동궤적은 Fig. 2와 같이 40단계로 설정하며, 작업영역에 집중배치 된 3대의 카메라에서 각각의 비전데이터를 획득한다.



Fig. 2 Robot's trajectory

2.3 실험방법

로봇이 Fig.2의 운동궤적을 따라 목표점으로 접근하는 매 단계마다 획득된 비전데이터는 Fig. 3의 매개변수 추정 모델에 가중치 행렬을 적용하여 6개의 시각매개변수를 추정하며, 추정된 시각매개변수들은 Fig.3의 관절각 추정모델에 적용하여 목표점에서의 로봇 각 축의 관절각을 추정한다.

이때, 매개변수 추정모델에 다양한 크기의 가중치 행렬을 반복 적용하여, 그 영향에 대해서 고찰하였다.

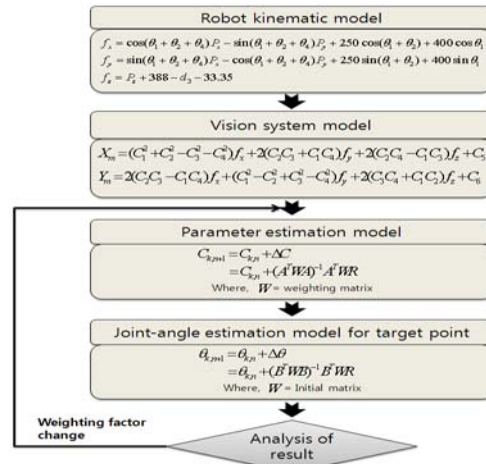


Fig. 3 Experimental procedure and four models

3. 실험에 사용되는 가중치 행렬

Fig. 3의 매개변수 추정모델에 사용되는 가중치 행렬은 일반적으로 단위행렬을 사용하지만, 본 연구에서는 로봇이 Fig. 2의 임의의 운동 궤적의 각 단계를 따라 목표지점 근처로 이동할 때 가장 최근에 얻어진 비전 데이터에 좀 더 큰 비중을 주기위해 식(1)과 같이 정의하였다.

$$W = V^{-1} = \begin{bmatrix} V_{1,1} & & & & \\ & V_{2,2} & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & \Phi & \\ & & & & V_{2n-1,2n-1} \\ & & & & & V_{2n,2n} \end{bmatrix}^{-1} \quad (1)$$

여기서, 식(1)의 대각 요소는 다음과 같다.

$$V_{2n-1,2n-1} = [a_x \sum_{i=1}^3 |F_i(t_n) - F_i(t_i)| + a_{y_0}]^2$$

$$V_{2n,2n} = [a_y \sum_{i=1}^3 |F_i(t_n) - F_i(t_i)| + a_{y_0}]^2 \quad (2)$$

여기서, a_x, a_y 는 weighting factor, $a_{x_0} = a_{y_0} = 1$ 이다.

4. 실험결과

4.1 weighting factor의 영향

3절의 가중치 행렬은 Fig. 4에서 보여준 것 같이 매개변수 추정모델에 사용되는 weighting factor의 값이 증가 할수록 좀 더 목표지점 근처의 최근 데이터에 비중을 둔다.

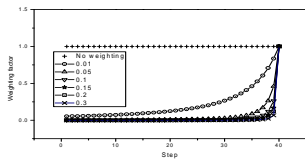


Fig. 4 Effectiveness of weighting factor

4.2 비전시스템 모델의 적합성

각 weighting factor 값에 따라 추정된 목표지점의 비전 모델 값을 Table 1에 나타내었으며, weighting factor가 증가함에 따라 오차는 감소하며, 그 차이는 점점 작아진다.

Table 1 Comparison of estimated target vision data

weigh- ting- factor	X target		Y target	
	real	estimation	Real	estimation
0	515.5	515.856	289.75	289.680
0.01		515.767		289.646
0.05		515.701		289.524
0.1		515.639		289.435
0.15		515.600		289.382
0.2		515.575		289.349
0.3		515.546		289.312

4.3 점 배치 작업의 실험결과

가중치 행렬을 적용한 점 배치 작업의 실험결과 Table 2와 Fig. 5에서 보여준 것 같이 최적의 weighting factor는 0.1값임을 보여준다.

Table 2 Error values between real value and estimated value in each weighting factor

Weighting factor	Fx(mm)	Fy(mm)	Fz(mm)	average error
0	563.790	240.452	132.355	0.625
0.01	563.463	240.852	132.295	0.351
0.05	563.065	240.997	132.218	0.328
0.1	563.390	241.456	132.300	0.378
0.15	562.847	241.033	132.184	0.402
0.2	562.818	241.040	132.181	0.414
0.3	562.792	241.047	132.179	0.424
Real	563.390	241.456	132.300	

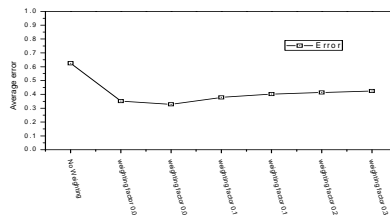


Fig. 5 Average error in each weighting factor

5. 결론

본 연구는 제시된 로봇 비전 제어기법에 목표지점 근처의 최근 데이터에 비중을 두기위해 가중치 행렬을 적용하여 점 배치 작업 실험을 행한 결과 일반적인 단위행렬을 적용한 경우보다 특히 weighting factor 0.1근처에서 더욱 향상된 정확도를 가진다.

후기

이 논문은 2010학년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기본연구사업(유형1)임(2010-0021223)

참고문헌

1. Junkins, J. L."An Introduction to Optima Estimation of Dynamical system, Sijthoff and Noordhoff International Publishers", Alphen Aan Den Rijn, pp.29~33, 1978
2. Bales J. and Barker L., "Marking Parts to Aid Robot Vision. NASA Technical Paper 1819", April, 1981
3. 장완식, 민관용, 손재경 "카메라 위치에 따른 비전 시스템 모델의 효율성에 관한 연구" 한국정밀 공학회 춘계학술대회 논문집, pp.21~22, 2008