

강체 이동목표물에 대한 Newton-Raphson 알고리즘을 이용한 로봇 비전 제어 기법 개발

Development of robot vision control scheme based on Newton-Raphson algorithm for the moving rigid body target

*손재경¹, #장완식², 홍성문²

*J. K. Son¹, #W. S. Jang(wsjang@chosun.ac.kr)², S. M. Hong²

¹조선대학교 기계공학과 대학원, ²조선대학교 기계공학과

Key words : Newton-Raphson algorithm, Robot vision control, rigid body target

1. 서론

최근 산업현장에서 로봇의 역할이 확대됨에 따라 로봇에 비전 시스템을 적용하여 제어하는 연구가 활성화 되고 있다. 하지만, 제품의 생산주기가 짧아짐에 따라 작업환경이 바뀌어야 하는 요즘 산업현장에서 로봇과 비전 시스템을 결합하기에는 해결해야 할 문제점들이 있다. 첫 번째는 로봇의 기구학 모델이 정확해야 한다. 두 번째는 로봇과 카메라의 상대적인 위치 및 초점거리에 대한 정보가 정확해야 한다. 세 번째는 로봇의 3차원 물리적 좌표에서 2차원 카메라 좌표로의 매핑(Mapping)에 대한 정확한 이해가 필요하다.

본 논문은 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 카메라와 로봇 사이의 상대적인 위치가 알려지지 않아도 로봇의 제어가 가능한 6개의 매개변수를 사용한 비전 시스템 모델을 로봇 비전 제어 알고리즘에 이용하였으며, 로봇 비전 제어 알고리즘의 개발을 위해 N-R(Newton-Raphson)방법을 적용하였다.

최종적으로 N-R방법이 적용된 로봇 비전 제어 알고리즘을 로봇 말단부분의 위치와 방위를 동시에 고려한 강체 이동목표물에 대한 추적 실험에 적용하여, 본 연구에 적용된 로봇 비전 제어 알고리즘의 실용성을 알아보려고 한다.

2. 로봇 비전 제어 알고리즘

본 연구에 사용된 로봇 비전 제어 기법은 Fig. 1과 같이 로봇 정기구학 모델, 비전 시스템 모델, 매개변수 추정 모델 및 관절각 추정 모델로 구성되어 있다.

정기구학 모델과 비전 시스템 모델을 사용하여

6개의 매개변수를 추정하며, 추정된 매개변수와 강체 이동 목표물의 실제 비전 데이터를 이용하여 관절각 추정 모델에서 강체 이동 목표물에 대한 관절각을 추정한다.

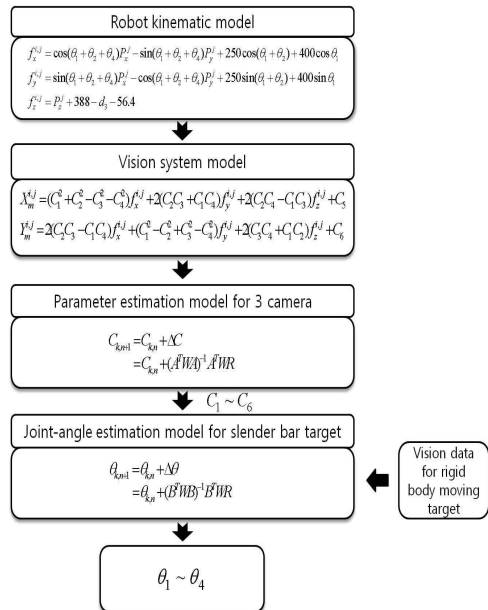


Fig. 1 Overall flow of N-R algorithm

3. 실험 방법 및 결과

본 실험은 10단계의 초기 단계를 가지며, 마지막 강체 이동 목표물까지 로봇 비전 제어 알고리즘을 반복적으로 사용하여 추적실험을 수행 하였다.

이에 대한 로봇의 이동 궤적을 Fig. 2에 나타내었다.

Table 1 Error values between real and estimated values

Target #		Fx(mm)		Fy(mm)		Fz(mm)		$e_{r.m.s}$ (mm)	processing time (ms)
		Real	Estimated	Real	Estimated	Real	Estimated		
1	1cue	628.262	629.073	209.287	210.274	161.400	160.923	0.600	94ms
	2cue	628.262	629.073	209.287	210.274	134.900	134.423		
	3cue	589.582	589.829	229.926	229.818	161.400	160.923		
	4cue	589.582	589.829	229.926	229.818	134.900	134.423		
2	1cue	625.887	626.035	215.603	216.225	159.350	158.794	0.490	
	2cue	625.887	626.035	215.603	216.225	132.850	132.294		
	3cue	587.233	586.810	236.290	235.808	159.350	158.794		
	4cue	587.233	586.810	236.290	235.808	132.850	132.294		
3	1cue	623.446	624.149	221.893	223.018	157.300	156.863	0.610	
	2cue	623.446	624.149	221.893	223.018	130.800	130.363		
	3cue	584.818	584.792	242.628	242.334	157.300	156.863		
	4cue	584.818	584.792	242.628	242.334	130.800	130.363		
4	1cue	620.938	621.726	228.156	229.331	155.250	154.865	0.623	
	2cue	620.938	621.726	228.156	229.331	128.750	128.365		
	3cue	582.336	582.449	248.940	248.809	155.250	154.865		
	4cue	582.336	582.449	248.940	248.809	128.750	128.365		
5	1cue	618.366	617.702	234.393	235.165	153.200	152.566	0.880	
	2cue	618.366	617.702	234.393	235.165	126.700	126.066		
	3cue	579.789	578.318	255.225	254.424	153.200	152.566		
	4cue	579.789	578.318	255.225	254.424	126.700	126.066		
6	1cue	615.340	615.376	241.682	242.896	151.000	150.536	0.681	
	2cue	615.340	615.376	241.682	242.896	124.500	124.036		
	3cue	576.659	575.845	262.318	261.853	151.000	150.536		
	4cue	576.659	575.845	262.318	261.853	124.500	124.036		

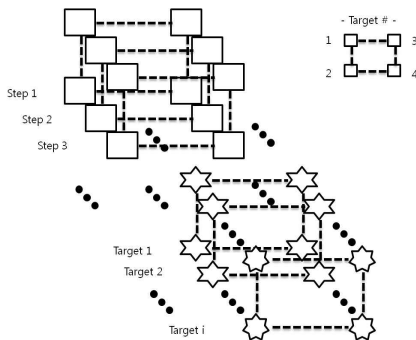


Fig. 2 Robot trajectory

N-R 알고리즘을 적용하여 강체 이동 목표물을 추적 실험 결과를 로봇 정기구학에 적용하여 Table 1에 공간상의 직교 좌표계로 나타내었다. 여기서, 6 개의 강체 목표물의 실제 위치와 비교하면 평균 $\pm 0.647\text{mm}$ 의 오차를 가지며, 총 데이터 처리 시간은 94ms를 가진다.

4. 결론

본 연구는 위치와 방위를 동시에 고려해야 하는 강체 이동 목표물에 대해 제안된 N-R 알고리즘을 적

용하여 강체 목표물 추적 실험을 수행한 결과 평균 $\pm 0.647\text{mm}$ 의 오차와 94ms의 데이터 처리 속도로 안정된 추적을 수행하였음을 알 수 있다.

향후, 이 결과를 바탕으로 강체 이동 목표물 추적 연구에 순환 기법을 사용하는 EKF 방법을 이용한 로봇 비전 제어 알고리즘을 적용하였을 때와 비교하고자 한다.

후기

이 논문은 2012학년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기본연구사업(유형1)임(2010-0021223)

참고문헌

1. Junkins, J. L., "An Introduction to Optimal Estimation of Dynamical system," Sijthoff and Noordhoff International Publishers, Alphen Aan Den Rijn, pp.29~33, 1978.
2. 손재경, 장완식, 성윤경 "점 배치 작업 시 제시된 로봇 비전 제어 알고리즘의 가중행렬의 영향에 관한 연구," 한국 정밀공학회지, Vol. 29, No. 9, 986-994, 2012.