

# 계산된 특징 가우스 곡률을 이용한 3차원 데이터 자동정합

고석필, 김상훈, 최중수  
 중앙대학교 영상정보 연구실  
 {spkonet, sh\_kimsh, jschoi}@imagelab.cau.ac.kr

## The Automatic Registration of 3-D Range Data Sets Using Calculated Feature Gaussian Curvature

SukPil Ko, SangHoon Kim, JongSoo Choi,  
 Dept. of Image Engineering, Graduate School of Advanced Imaging Science, Chung-Ang University

### 요 약

3차원 데이터 정합에 대한 연구는 컴퓨터 비전 및 그래픽스 분야에서 아주 중요한 연구과제중의 하나이다. 정합의 방법에는 기존 여러 방법이 있다. 본 논문은 3차원 모델표면의 특징 가우스 곡률(Gaussian Curvature)을 사용하여 3차원 데이터를 자동으로 정합하는 새로운 방법을 제시한다. 제안한 알고리즘은 3차원 데이터의 국부 물리적 특성인 가우스 곡률과 전체 물리적 특성인 공분산행렬(Covariance Matrix)을 이용하여 정합한다. 3차원 형상 취득장치(3D Scanner)의 카메라 위치는 3차원 데이터와 투영된 2차원 영상과의 투영행렬로 구할 수 있다. 가우스 곡률을 이용하여 모델의 특징이 되는 점을 검출한 후 두 3차원 데이터 사이에 중복이 되는 영역의 점들을 검출할 수 있다. 서로 다른 3차원 데이터에서 중복이 되는 영역은 서로 유사하므로 중복 영역의 점들에 대해서 공분산행렬을 이용하여 두 3차원 데이터 사이의 좌표축 및 카메라 위치의 변위를 계산할 수 있다. 변위에 의해 수정된 3차원 데이터를 반복적인 교차-투영(Cross-projection)을 통해 중복 영역에서의 대응점에 대한 각 지역 좌표축의 변위에 따라 3차원 데이터를 수정함으로써 정합은 이루어진다. 결론부분에서는 제안된 방법이 기존 연구방법보다 더 쉽고 정확한 정합 결과를 보여준다. 이러한 정합 과정은 3차원 물체인식이나 모델링(Modeling)에 응용이 된다.

### I. 서론

3차원 형상 취득장치로부터 얻은 3차원 데이터들을 보다 빠르고 정확하게 정합하는 문제는 컴퓨터 비전과 그래픽스 분야에서 서로 활발히 연구되고 있는 분야이다. 최근 하드웨어는 실시간(30 frame/sec)으로 3차원 데이터 취득이 가능하다[14]. 여러 시점에서 취득된 각 3차원 데이터는 각각의 지역 좌표계(Local Coordinate System)를 가지고 있다. 이 각각의 좌표계를 하나의 좌표계(World Coordinate System)로 일치 시켜주는 정합 과정은 반드시 필요하다. 정합 방법은 크게 대략적 정합(Coarse Registration)과 근사적 정합(Fine Registration)으로 나눈다[6]. 대략적 정합으로는 변위 측정장치(Turn-table, Robot Arm)를 이용한 방법, 특징 점 사용자 입력에 의한 방법, 거리영상(Range-image)을 이용한 방법[9][10], 깊이(Z-buffer) 정보를 이용한 방법[12], 점의 법선 벡터와 수직인 평면으로의 투영된 거리 영상(Spin-image)을 이용한 방법[13], 단위체적(Volume-metric)을 이용한 방법[11] 등 여러 정합방법들이 있다. 대략적 정합과정 이후 근사적 정합의 대표적 방법은 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘이다[5]. 기존 방법보다 빠르고 정교한 정합을 위해서는 대략적 정합이 근사적 정합으로 이어지는 계층적(Coarse-to-fine) 정합의 연구가 반드시 요구된다.

우리가 제안한 알고리즘은 모델에 대한 가우스 곡률 정보를 이용한 국부 물리적 특성과 공분산행렬을 이용한 전체 물리적 특성을 이용하여 정합한다. 이 두 가지 특성은 정합에 유용한 정보가 된다. 전자의 특성은 3차원 데이터의 특징이 되는 점들을 추출하여 두 3차원 데이터 사이의 유사 공통영역을 찾는다. 후자의 특성은 추출된 유사 공통영역에 대한 각각의 지역 직교좌표계를 생성한다. 이들 정보를 이용하여 각 좌표계 사이의 변위를 계산한다. 3차원 형상 취득장치(3D Scanner)의 카메라 위치 추정 방법은 3차원 데이터와 2차원 영상과의 투영행렬로 얻을 수 있다. 각 3차원 데이터마다 카메라의 위치가 정해지면 교차-투영방법에 의해 각 3차원 데이터에서 가려지는 영역(Occlusion Region)을 제외한 나머지 영역으로 중복 영역(Overlapping Region)을 찾을 수 있다. 변위에 의해 수정된 각각의 3차원 데이터를 교차-투영을 반복적으로 수행함으로써 정합은 이루어진다.

본 논문의 구성은 2장에서 국부 물리적 특성인 각 3차원 데이터의 가우스 곡률을 구하는 방법과, 3차원 형상 취득장치의 카메라 위치를 계산하는 방법을 설명한다. 3장에서는 교차-투영을 통한 중복 영역을 찾고, 중복 영역 안의 대응점으로 각 지역 좌표축의 변위에 의한 정합 방법을 설명한다. 4장에서의 실험 결과의 증명을 통해 5장에서는 분석 및 결론을 서술한다.