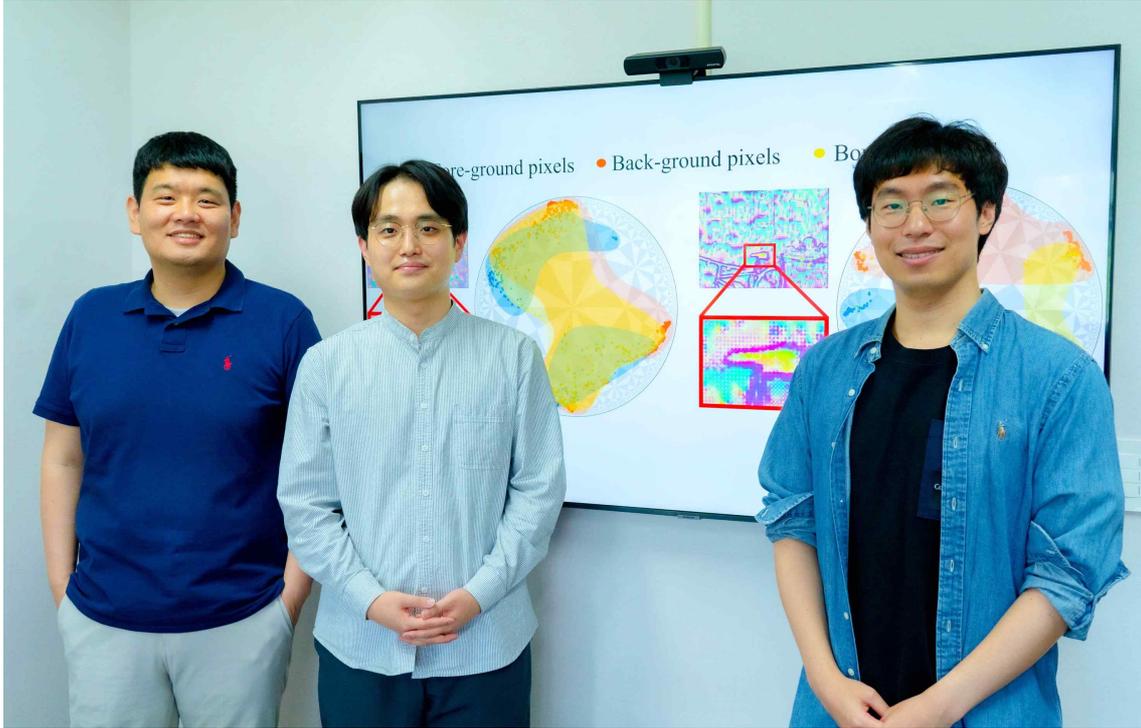


“굽은 공간서 영상정보 재정의해” 지스트, 이미지처리 성능 높은 AI기술 개발

- AI대학원 전해곤 교수팀, 세계 최고 기계학습 학회(ICML)에서 7월 26일 발표
- 하이퍼볼릭 공간 활용... 영상 속 픽셀 간 관계 효율적으로 재정의해 유사도 학습



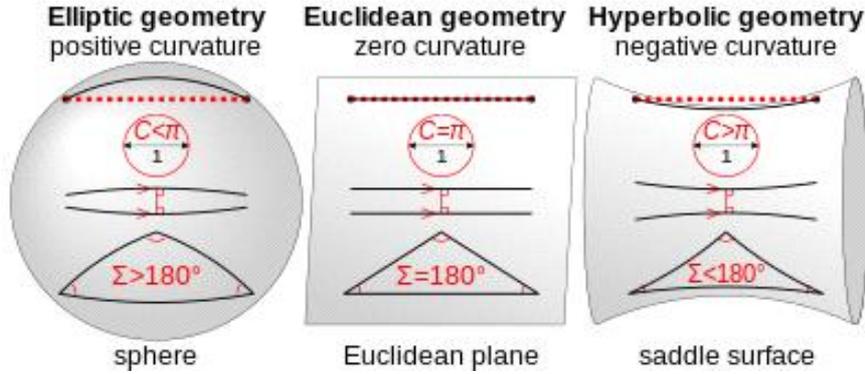
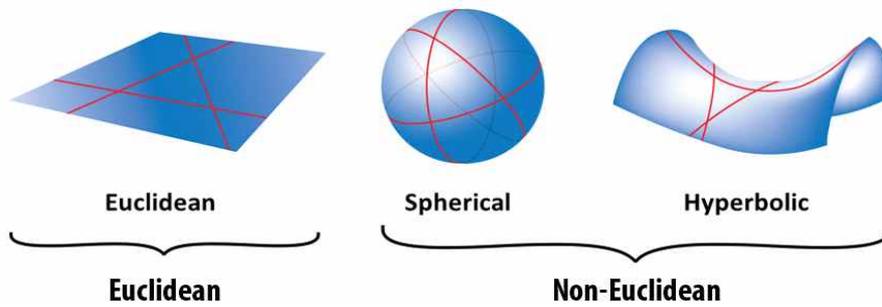
▲ (왼쪽부터) AI대학원 전해곤 교수, 박진휘 석박통합과정생, 배인환 박사과정생

지스트(광주과학기술원, 총장 임기철)가 영상 속 픽셀들의 관계를 ‘하이퍼볼릭 (Hyperbolic) 공간’에서 새로운 방식으로 이해해 이미지 처리 성능을 크게 높인 인공지능(AI) 알고리즘 기술을 개발하는데 성공했다.

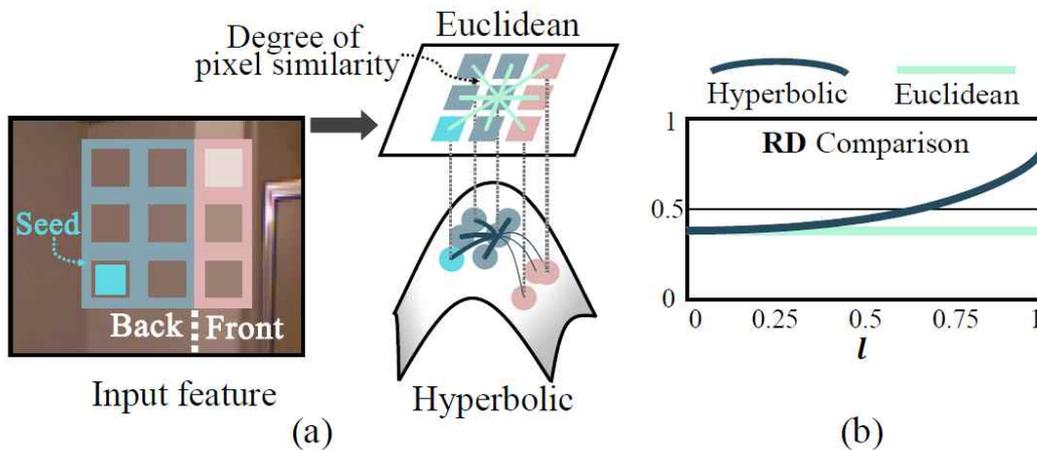
하이퍼볼릭 공간은 우리가 일상적으로 경험하는 3차원 공간과 달리 굽은 형태를 지닌 비(非)유클리드* 공간 중 하나다. 수학 및 물리학의 다양한 문제를 연구하는데 사용되며 상대성이론, 네트워크 구조 연구, 그래프 이론 등에서 중요한 역할을 한다.

* 비(非)유클리드 기하학: 공간의 곡률, 평행선의 성질, 거리의 정의 등을 수정하거나 확장한 다양한 공간을 다루는 기하학. 하이퍼볼릭 기하학은 비유클리드 기하학의 대표적인 예로, 평면 위에서 음의 곡률을 가진다.

하이퍼볼릭 공간에서는 데이터 간의 계층적 관계를 보다 효율적으로 형성할 수 있다는 사실이 증명되어 최근 AI 분야에서도 데이터 간 관계를 학습하는데 이용되는 사례가 늘고 있다.



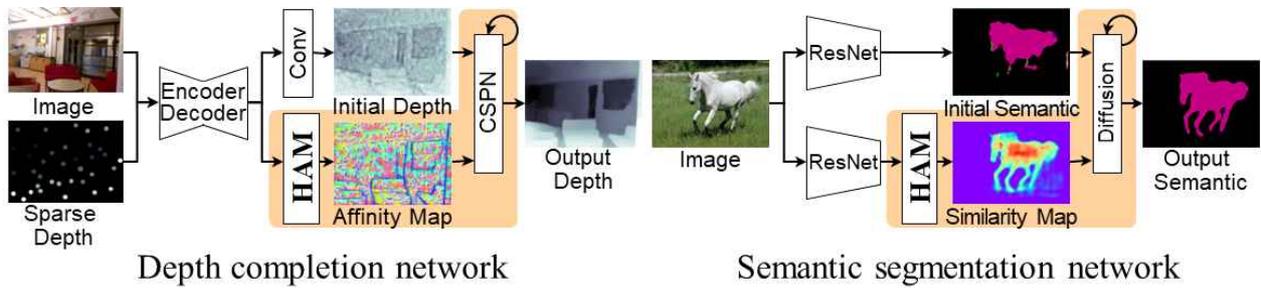
[그림1] 유클리드기하학 공간과 비유클리드기하학 공간 예시



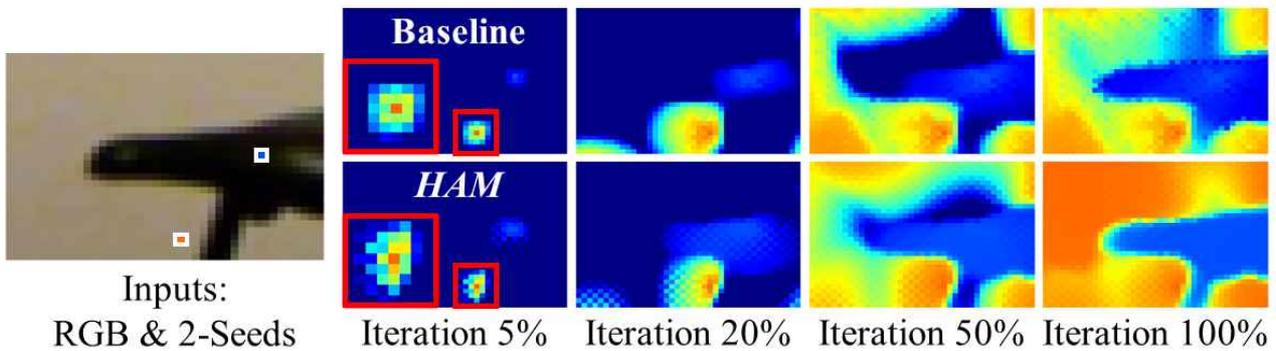
[그림2] (a) 하이퍼볼릭 공간에서 픽셀 관계가 재정의 됨으로써 가까워야 하는 픽셀은 더 가깝게, 먼 픽셀들은 멀게 위치 시킬 수 있음. (b) 하이퍼볼릭 공간은 유클리드 공간보다 거리 관계가 비대해지는 특징이 있음.

지스트 AI대학원 전해곤 교수 연구팀은 하이퍼볼릭 공간에서 픽셀들의 관계를 계층화한 후 유사도를 이해하는 '하이퍼볼릭 유사도 학습 모듈'을 고안해 이미지 처리 성능을 크게 높였다. 영상 속 픽셀들의 관계를 계층화하는 것이 효율적이라는 점은 증명되어왔으나, 이 계층화를 하이퍼볼릭 공간에서 시도한 최초 사례다.

이 모듈은 픽셀 간의 관계를 파악하고 정보를 전파하는 '공간 전파 알고리즘'을 이용해 이웃 픽셀의 정보를 토대로 주어진 정보의 해상도를 개선한다. 픽셀 간 유사도를 추론한 후 해상도가 낮은 부분의 희박한 정보를 이미지 전체로 확산시키는 방식이다.



[그림3] 본 연구에서 제안한 하이퍼볼릭 공간 확산 네트워크 구조. 저렴한 센서에서 얻은 희박한 정보를 이미지 기반으로 확산시켜서 정밀한 결과를 얻을 수 있도록 한다. 해당 네트워크에서는 픽셀 간 관계를 하이퍼볼릭 공간에서 형성함으로써 좀 더 정밀한 유사도 맵을 얻은 것이 이 연구의 특징이다.



[그림4] 본 연구에서 수행한 공간 확산 결과 예시. 이미지와 2개의 희소한 정보(맨 왼쪽)를 이용하여 수행한 공간 확산 결과의 비교에서 연구자들이 제시한 방법(HAM)은 기존 유클리드 공간에서 수행한 방법(Baseline)보다 정밀한 결과를 보인다. 기존 연구에서는 이미지 객체의 경계 부분의 모호성 때문에 공간 확산 시에 정보가 누수 되는 현상이 발생한다. 본 연구가 제안한 하이퍼볼릭 유사도 학습 모듈(Hyperbolic Affinity-learning Module, 이하 HAM)을 통하여 그러한 형상을 해결하여, 좀 더 정밀한 결과를 얻을 수 있다.

휘어진 하이퍼볼릭 공간에서는 가까운 것은 더 가까이, 먼 것은 더 멀리 표현되어 이미지의 특징을 효율적으로 추출할 수 있기 때문에 객체 간 경계를 정확히 인식하는 성능을 최대 14%까지 높일 수 있었다.

연구팀은 하이퍼볼릭 공간에서의 최단 거리인 지오데식* 거리를 기준으로 학습 특징(feature)들을 정렬하는 새로운 방식도 제안했다.

하이퍼볼릭 공간으로 변환하는 과정에서 위치 정보가 손실될 수 있어, 새롭게 표현된 특징들을 지오데식 거리 순으로 정렬해 위치 정보를 다시 부여했다. 거리가 가까울 경우 유사도가 높은 관계, 즉 동일한 객체일 가능성이 높다.

* 지오데식(geodesic): 두 점 사이에서 가장 짧은 경로를 나타내는 곡선 또는 공간으로, 곡률이 있는 공간에서는 구부러지거나 휘어지게 된다.

특히 연구팀에서 제안한 방법론은 이미지의 3차원 깊이 정보를 추론하거나 의미론

에 대한 응용 알고리즘을 추가적인 학습 파라미터 없이 개선할 수 있게 됐다”며, “픽셀 간의 관계를 넘어, 영상 속이나 3차원 공간 속 객체들의 관계와 같이 더 넓은 연구 분야로 확장시킬 수 있을 것으로 기대한다”고 말했다.

전해곤 교수가 지도하고 박진휘 석박통합과정생이 수행했으며 배인환 박사과정생 등이 참여한 이번 연구는 지스트-MIT 협력연구 사업과 과학기술정보통신부의 AI혁신 허브 과제에서 지원받았으며, 인공지능·기계학습 분야 세계 최고 학회인 ICML(International Conference on Machine Learning)에서 7월 26일 발표될 예정이다.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 학회명 : International Conference on Machine Learning 2023 (ICML)
※ 한국정보과학회 및 BK21+ 기준 최우수 학술대회
- 논문명 : Learning Affinity with Hyperbolic Representation for Spatial Propagation
- 저자 정보 : 박진휘 석박통합과정생(제1저자, 지스트), 최재성 박사과정생(제2저자, 카이스트), 배인환 박사과정생(제3저자, 지스트), 전해곤(교신저자, 지스트)