



해싱을 이용한 메모리 최적화 NBNN 이미지 분류기

이윤석, 윤성의
 대용량 이미지 검색 연구실 (sglab.kaist.ac.kr)
 KAIST 전산학부

요약

NBNN은 이론적으로 간결하며 구현이 용이한 최근접 이웃 기반의 이미지 분류기로 표현자 양자화를 거치지 않아 표현자의 분별력을 잘 유지하며 클래스의 특성을 일반화하는 능력이 뛰어나지만, 데이터 양이 많아지면 질의 시간이 오래 걸리는 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 NBNN과 그 후속 연구에 Spherical hashing을 적용하고, 이진 코드의 최근접 이웃 연산에 적합한 계층적 인덱싱 방법을 제안하여 확장성 문제를 해결하고자 한다. 제안된 해싱 기법을 적용하면 이전의 연구와 비교하여 분류 정확도와 질의 시간은 비슷한 수준으로 유지하면서 메모리 사용량을 수십 배 가량 감소시킬 수 있다. 또한, 확장성 문제가 더욱 심해지는 고차원 표현자를 이용한 이미지 분류 작업에서 이러한 이점이 더욱 극대화될 수 있다.

목표

- ◆ 이미지 분류기 NBNN의 Scalability 향상
- ◆ 정확도와 수행 시간 등을 유지하며 메모리 사용량 감소

연구 내용

- ◆ SIFT 이미지 표현자에 해싱을 적용하여 이진 코드로 표현하였으며, 아래와 같은 B2C(Binary code to Class) 및 I2C(Image to Class) 거리 계산 식을 NBNN에 적용

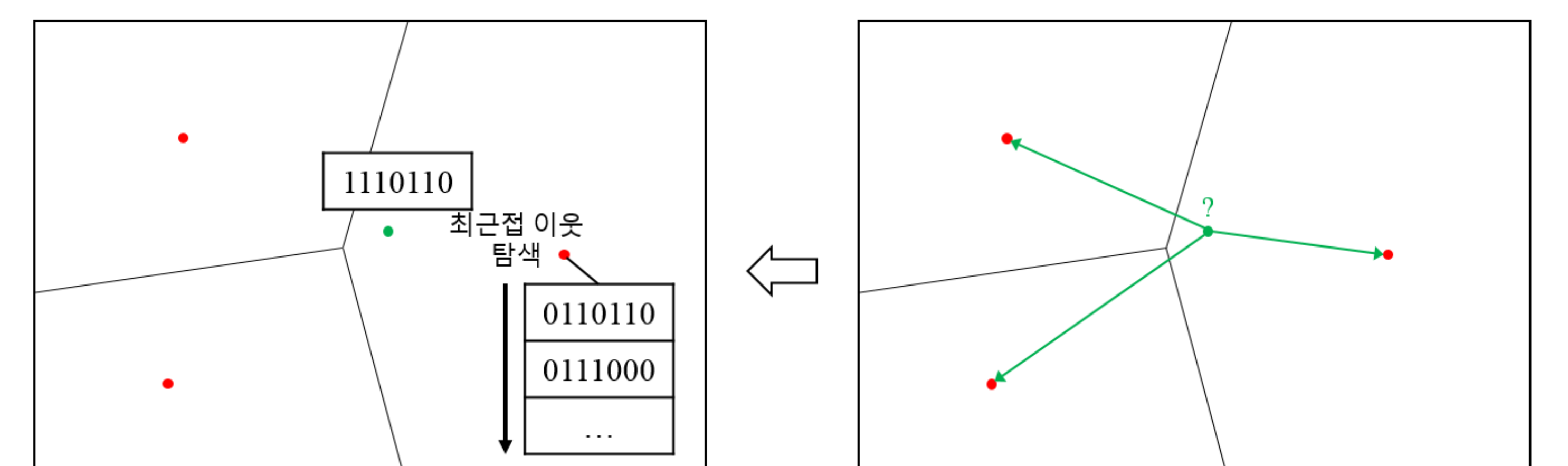
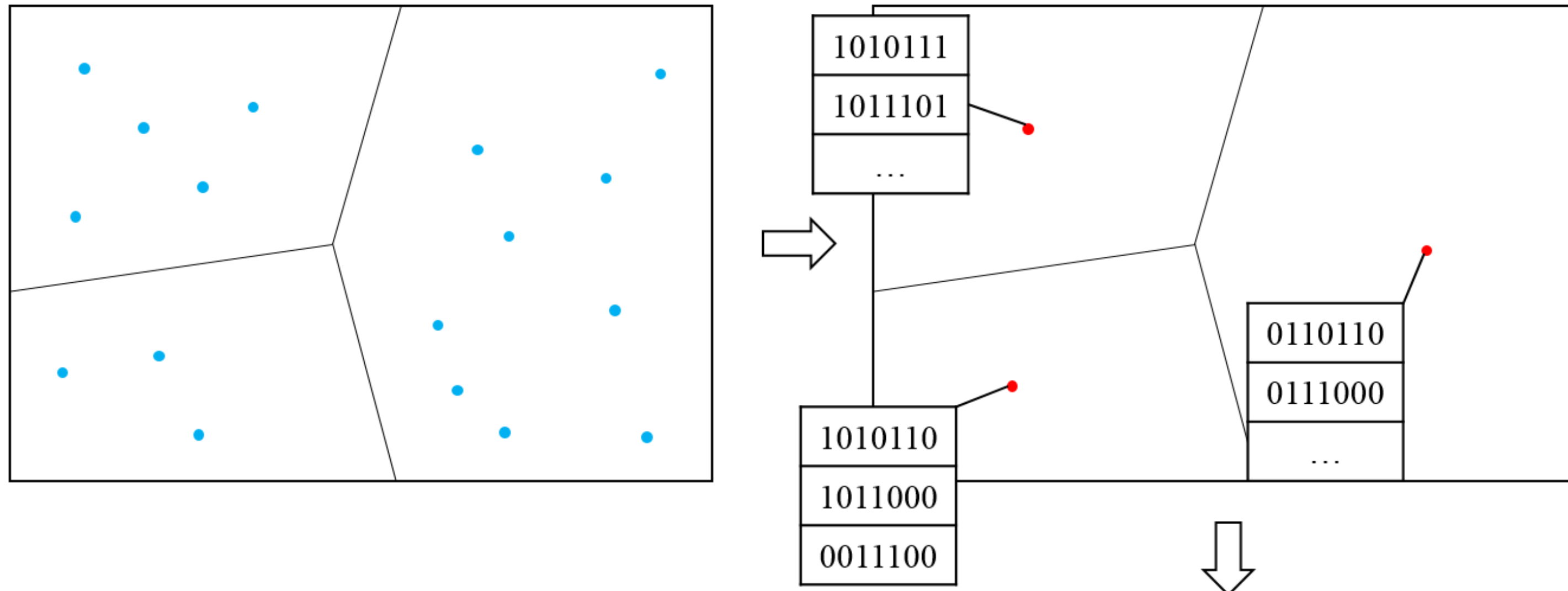
$$D_{B2C}(b, c) = \text{HammingDistance}(b, NN_c(b))$$

$$D_{I2C}(I, c) = \sum_{i=1}^n D_{B2C}(d_i, c)$$

$$\hat{c} = \underset{c}{\operatorname{argmin}} D_{I2C}(I, c)$$

- ◆ 최근접 이웃 연산 시간을 줄이기 위해 SIFT 표현자에 일반적으로 사용되는 kd-트리 기반 인덱싱 방법 대신 이진 코드에 적합한 인덱싱 방법을 제안함. 이는 k-평균 군집화를 수행한 뒤 군집 중심에 해당되는 이진 코드의 리스트를 연결시켜 놓는 계층적 인덱싱 방법

(i) 지역 표현자들에 대한 k-평균 군집화 수행 (ii) 지역 표현자들을 이진 코드화하여 군집 중심에 연결



(iv) 질의 표현자를 이진 코드화 하여 선택된 군집 중심에 연결된 최근접 이웃 이진 코드 탐색

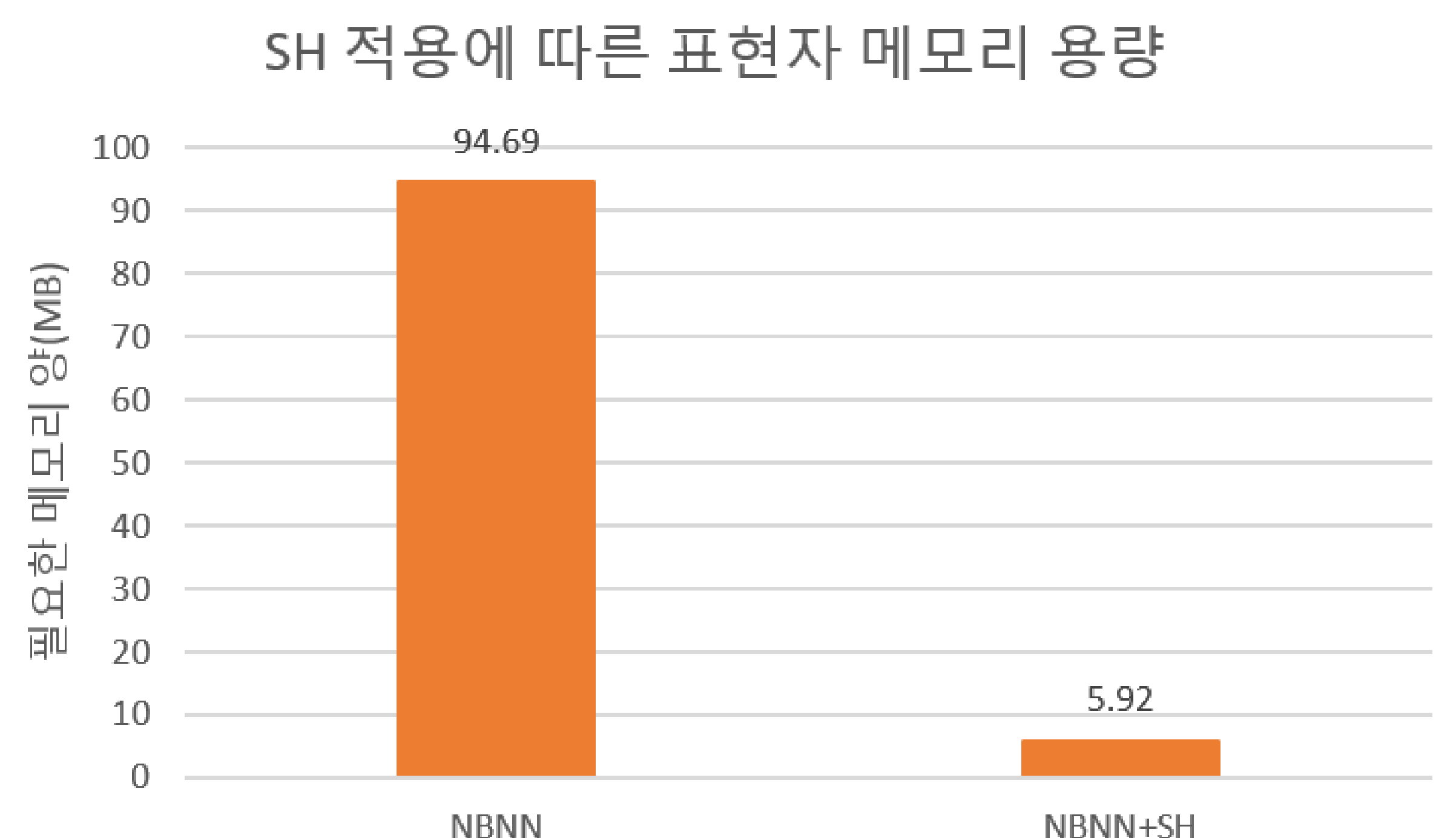
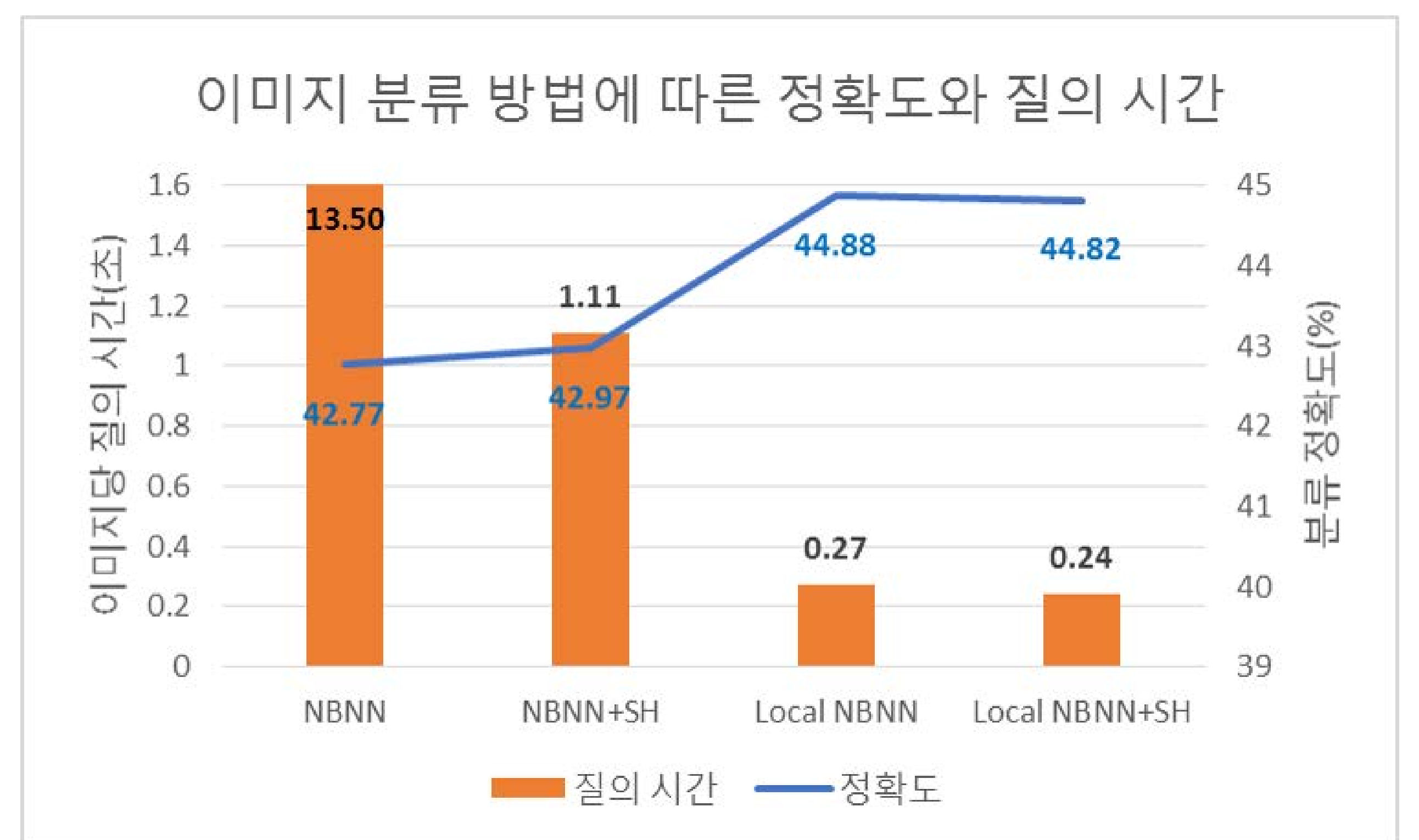
(iii) 질의 표현자의 최근접 이웃 군집 중심 탐색

핵심 아이디어

- ◆ 이미지 표현자에 해싱 기법을 적용하여 이진 코드로 표현
- ◆ 이진 코드를 위한 계층적 인덱싱 기법을 이용

주요 결과

- ◆ NBNN에 해싱을 적용하여 10배 이상의 속도 향상을 이루었는데, 이는 SIFT 표현자간 거리 계산보다 이진 코드간 거리 계산이 훨씬 빠른 이점의 영향을 받은 것. Local NBNN에 해싱을 적용하면 **16배 적은 메모리**로 이미지 표현 가능
- ◆ 군집수에 따른 질의 시간 측정 결과 군집이 많아지면 대개 질의 시간이 줄어들지만 너무 많아지면 오히려 질의 시간이 늘어남. 군집 탐색 시간과 표현자간 거리 계산 시간 간에 균형을 맞추는 최적화가 필요



Code available at <http://sglab.kaist.ac.kr/projects/nbnn>