

# Progetto: Positional Convolution Experts (PCE)

## Idea

Le CNN tradizionali applicano gli stessi filtri ovunque, trascurando informazioni posizionali.

La PCE divide l'immagine in patch, e utilizza un router per assegnare ogni patch a esperti convoluzionali specializzati, in base al contenuto e alla posizione. Gli output degli esperti vengono combinati per formare una feature map più ricca. Il routing avviene tramite un MLP e può essere arricchito opzionalmente da una Deformable Attention.

## Fasi di Training

- Fase 1 (Stabilizzazione):
  - A) Patch inoltrate randomicamente
  - B) Soft-routing con Gumbel-Softmax
  - C) Routing deterministico su coordinate
- Fase 2: Inserimento del router MLP con CoordConv
- Fase 3: Aggiunta opzionale di Deformable Attention se migliora le performance

## Metriche di Valutazione

- Accuracy e Top-1/Top-5 su CIFAR-10 e Tiny-ImageNet
- mIoU su Pascal VOC / Camelyon (segmentazione)
- mAP su Pascal VOC (object detection)
- Entropia del router e clustering delle rotte
- Utilizzazione media degli esperti

## Risultati Attesi

Ci si aspetta un miglioramento delle performance rispetto a CNN classiche grazie alla specializzazione degli esperti e al routing posizionale. La rete dovrebbe risultare anche più interpretabile, grazie alla possibilità di analizzare le scelte del router e la distribuzione degli esperti attivati.

Inoltre, si prevede un possibile pareggiamento con CNN più moderne come ResNet o ConvNeXt, soprattutto su task strutturati come object detection e segmentazione.

Le performance verranno anche confrontate con modelli ViT di piccola taglia (es. DeiT), per verificare la capacità della PCE di competere con architetture transformer-based su dataset come CIFAR-10 e Pascal VOC.