

# PyTorch Riferimento Rapido

Tensori, autograd, reti neurali e addestramento

## Tensori

### Creazione di Tensori

```
import torch
a = torch.tensor([1, 2, 3])
b = torch.zeros(2, 3)
c = torch.ones(3, 3)
d = torch.randn(2, 4) # distribuzione normale
```

### Costruttori di Tensori

<b>torch.zeros(m, n)</b>	Tutti zeri, forma (m, n)
<b>torch.ones(m, n)</b>	Tutti uno, forma (m, n)
<b>torch.randn(m, n)</b>	Casuale normale standard
<b>torch.arange(start, end, step)</b>	Valori equidistanti
<b>torch.linspace(start, end, steps)</b>	Numero fisso di punti
<b>torch.eye(n)</b>	Matrice identità
<b>torch.empty(m, n)</b>	Memoria non inizializzata

### Interoperabilità con NumPy

```
t = torch.from_numpy(np_array)
arr = tensor.numpy() # condivide memoria
t = torch.as_tensor(np_array)
```

## Autograd

### Tracciamento dei Gradienti

```
x = torch.tensor([2.0, 3.0],
                 requires_grad=True)
y = (x ** 2).sum()
y.backward()
print(x.grad) # tensor([4., 6.])
```

### Disabilitare il Tracciamento dei Gradienti

```
with torch.no_grad():
    pred = model(x) # solo inferenza
x_det = x.detach() # stacca dal grafo
```

### Controllo dei Gradienti

<b>x.requires_grad_(True)</b>	Abilita il tracciamento in-place
<b>x.grad.zero_()</b>	Azzeri i gradienti accumulati
<b>x.detach()</b>	Nuovo tensore senza storia del gradiente
<b>x.grad</b>	Accede ai gradienti memorizzati

## Reti Neurali

### Definire un Modello

```
import torch.nn as nn
class Net(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(784, 128)
        self.fc2 = nn.Linear(128, 10)
    def forward(self, x):
        x = torch.relu(self.fc1(x))
        return self.fc2(x)
```

### Modello Sequenziale

```
model = nn.Sequential(
    nn.Linear(784, 256),
    nn.ReLU(),
    nn.Dropout(0.2),
    nn.Linear(256, 10))
```

## Layer Comuni

<b>nn.Linear(in, out)</b>	Layer completamente connesso
<b>nn.Conv2d(c_in, c_out, k)</b>	Convulsione 2D, kernel di dimensione k
<b>nn.BatchNorm2d(n)</b>	Normalizzazione batch
<b>nn.LSTM(in, hidden)</b>	Layer ricorrente LSTM
<b>nn.Dropout(p)</b>	Dropout con probabilità p
<b>nn.Embedding(vocab, dim)</b>	Tabella di lookup per embedding

## Caricamento Dati

### Dataset Personalizzato

```
from torch.utils.data import Dataset, DataLoader
class MyData(Dataset):
    def __init__(self, X, y):
        self.X, self.y = X, y
    def __len__(self): return len(self.X)
    def __getitem__(self, i):
        return self.X[i], self.y[i]
```

### DataLoader

```
loader = DataLoader(dataset, batch_size=32,
                    shuffle=True, num_workers=2)
for batch_x, batch_y in loader:
    output = model(batch_x)
```

### Dataset Integrati

```
from torchvision import datasets, transforms
t = transforms.Compose([
    transforms.ToTensor(),
    transforms.Normalize((0.5,), (0.5,))])
data = datasets.MNIST("data", train=True,
                     download=True, transform=t)
```

## Ciclo di Addestramento

### Ciclo di Addestramento Standard

```
model.train()
for epoch in range(num_epochs):
    for X, y in train_loader:
        optimizer.zero_grad()
        loss = criterion(model(X), y)
        loss.backward()
        optimizer.step()
```

### Valutazione

```
model.eval()
with torch.no_grad():
    correct = 0
    for X, y in test_loader:
        pred = model(X).argmax(dim=1)
        correct += (pred == y).sum().item()
```

### Checklist di Addestramento

<b>model.train()</b>	Abilita dropout / batch norm in addestramento
<b>model.eval()</b>	Passa alla modalità inferenza
<b>optimizer.zero_grad()</b>	Azzeri i gradienti prima del backward
<b>loss.backward()</b>	Calcola i gradienti
<b>optimizer.step()</b>	Aggiorna i parametri

## Ottimizzatori

### Ottimizzatori Comuni

```
import torch.optim as optim
opt = optim.SGD(model.parameters(), lr=0.01,
               momentum=0.9)
opt = optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-3)
opt = optim.AdamW(model.parameters(), lr=1e-3,
                  weight_decay=0.01)
```

## Scheduler del Learning Rate

```
sched = optim.lr_scheduler.StepLR(
    opt, step_size=10, gamma=0.1)
# nel ciclo: sched.step() dopo ogni epoca
```

## Confronto Ottimizzatori

<b>SGD</b>	Semplice, richiede tuning, buono con momentum
<b>Adam</b>	LR adattivo, convergenza rapida, default
<b>AdamW</b>	Adam con weight decay disaccoppiato
<b>RMSprop</b>	Adattivo, ottimo per RNN

## Funzioni di Perdita

### Funzioni di Perdita Comuni

<b>nn.CrossEntropyLoss()</b>	Classificazione (logit, senza softmax)
<b>nn.BCEWithLogitsLoss()</b>	Classificazione binaria (logit)
<b>nn.MSELoss()</b>	Regressione (errore quadratico medio)
<b>nn.L1Loss()</b>	Regressione (errore assoluto medio)
<b>nn.NLLLoss()</b>	Log-verosimiglianza negativa (dopo log_softmax)
<b>nn.HuberLoss()</b>	Regressione robusta (meno sensibile agli outlier)

### Utilizzo

```
criterion = nn.CrossEntropyLoss()
loss = criterion(logits, targets)
# logits: (batch, class), targets: (batch,)
```

### Perdita Personalizzata

```
def focal_loss(pred, target, gamma=2.0):
    ce = nn.functional.cross_entropy(
        pred, target, reduction="none")
    pt = torch.exp(-ce)
    return ((1 - pt) ** gamma * ce).mean()
```

## Salvataggio e Caricamento

### Salva / Carica State Dict (Raccomandato)

```
torch.save(model.state_dict(), "model.pt")
model = Net()
model.load_state_dict(
    torch.load("model.pt", weights_only=True))
```

### Salva Checkpoint Completo

```
torch.save({
    "epoch": epoch,
    "model": model.state_dict(),
    "optimizer": opt.state_dict(),
    "loss": loss}, "checkpoint.pt")
```

### Carica Checkpoint

```
ckpt = torch.load("checkpoint.pt",
                  weights_only=False)
model.load_state_dict(ckpt["model"])
opt.load_state_dict(ckpt["optimizer"])
```

## GPU

### Gestione del Dispositivo

```
device = torch.device(
    "cuda" if torch.cuda.is_available()
    else "cpu")
model = model.to(device)
x = x.to(device)
```

# PyTorch Riferimento Rapido

---

## Utilità GPU

<code>torch.cuda.is_available()</code>	Verifica se CUDA è disponibile
<code>torch.cuda.device_count()</code>	Numero di GPU
<code>torch.cuda.memory_allocated()</code>	Utilizzo corrente memoria GPU (byte)
<code>torch.cuda.empty_cache()</code>	Libera memoria cache inutilizzata

## Multi-GPU

```
if torch.cuda.device_count() > 1:
    model = nn.DataParallel(model)
model = model.to(device)
```

## Pattern Comuni

### Inizializzazione dei Pesì

```
def init_weights(m):
    if isinstance(m, nn.Linear):
        nn.init.xavier_uniform_(m.weight)
        m.bias.data.fill_(0.01)
model.apply(init_weights)
```

### Clipping del Gradiente

```
torch.nn.utils.clip_grad_norm_(
    model.parameters(), max_norm=1.0)
```

### Congela Layer

```
for param in model.fc1.parameters():
    param.requires_grad = False
```

### Sommario del Modello

```
total = sum(p.numel()
            for p in model.parameters())
trainable = sum(p.numel()
                for p in model.parameters()
                if p.requires_grad)
```