



دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده هوش مصنوعی و علوم داده

جزوه آموزشی
هوش مصنوعی و یادگیری عمیق

استاد:	دکتر احسان کریمی
نویسندگان:	مریم نوری ۱۱ علیرضا صادقی
نیم سال:	نیم سال اول ۱۴۰۳-۱۴۰۴
تاریخ:	۱۴۰۳/۰۹/۰۱

سخن نویسنده

این جزوه به عنوان منبع فشرده و استاندارد برای آشنایی دانشجویان مهندسی کامپیوتر با معماری‌های مدرن یادگیری عمیق و بینایی ماشین آماده شده است. روابط ریاضی و فرمول‌های هر بخش بر پایه استانداردهای بین‌المللی تدوین گردیده است.

فهرست مطالب

۴	فصل ۱: مفاهیم بنیادین کانولوشن و استخراج ویژگی
۵	بخش ۱.۱: عملگر کانولوشن و نگاشت ویژگی
۵	بخش ۲.۱: توابع فعال‌سازی غیرخطی
۵	فصل ۲: ادغام فضایی و پس‌انتشار خطا
۶	بخش ۱.۲: لایه‌های Pooling و کاهش بعد
۶	بخش ۲.۲: الگوریتم بهینه‌سازی Adam

فصل ۱

مفاهیم بنیادین کانولوشن و استخراج ویژگی

بخش‌های این فصل:

۱.۱ عملگر کانولوشن و نگاشت ویژگی

۲.۱ توابع فعال‌سازی غیرخطی

بخش ۱.۱: عملگر کانولوشن و نگاشت ویژگی

عملگر کانولوشن دو بعدی بر روی تصویر ورودی I با فیلتر (هسته) K به اندازه $k_1 \times k_2$ به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$S(i, j) = (I * K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i-m, j-n) K(m, n)$$

محاسبه ابعاد خروجی پس از اعمال گام (s Stride $=$) و لبه‌گذاری (p Padding $=$) با رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$O = \left\lfloor \frac{W - K + 2p}{s} \right\rfloor + 1$$

بخش ۲.۱: توابع فعال‌سازی غیرخطی

معرفی توابع فعال‌سازی $\text{ReLU}(x) = \max(0, x)$ و تابع $\text{GELU}(x) = x \cdot \Phi(x)$ و نقش حیاتی آن‌ها در برطرف ساختن چالش ناپدید شدن گرادیان (Vanishing Gradient) در لایه‌های عمیق.

فصل ۲

ادغام فضایی و پس انتشار خطا

بخش‌های این فصل:

۱.۲ لایه‌های Pooling و کاهش بعد

۲.۲ الگوریتم بهینه‌سازی Adam

بخش ۱.۲: لایه‌های Pooling و کاهش بعد

لایه‌های Max Pooling با انتخاب بیشینه مقدار در پنجره‌های متحرک، مقاومت نسبت به انتقال مکانی (Translation Invariance) ایجاد نموده و بار محاسباتی پارامترهای شبکه را به شدت کاهش می‌دهند.

بخش ۲.۲: الگوریتم بهینه‌سازی Adam

در الگوریتم Adam، برآورد گشتاور اول m_t و گشتاور دوم v_t گرادیان‌ها با میانگین متحرک نمایی تصحیح شده و نرخ یادگیری برای تک تک وزن‌ها به صورت تطبیقی تنظیم می‌شود.