

عنوان مقاله:

شبکه‌های عصبی کانولوشن عمیق مبتنی بر STDP برای تشخیص اشیا

توضیحات:

بنابر مطالعات پیشین می‌توان از Spike-timing-dependent plasticity (STDP) در شبکه‌های عصبی اسپایکی (SNN) برای استخراج ویژگی‌های بصری با پیچیدگی کم یا متوسط به روشی بدون نظارت بهره برد. شبکه‌های عصبی مبتنی بر نرخ که با الگوریتم back-propagation آموزش دیده‌اند بر این شبکه‌ها با عمق کم و وجود یک لایه‌ی آموزشی، به دلیل استحکام بخشیدن به فرآیند تشخیص، ارجحیت دارند. رویکردی که به عنوان یادگیری عمیق شناخته می‌شود. بنابر این در این مقاله از شبکه‌های عصبی اسپایکی عمیق (deep SNN) استفاده شده است. شبکه‌های عصبی اسپایکی عمیق شامل چندین لایه کانولوشن (قابل آموزش با STDP) و لایه‌های pooling است. در این شبکه از یک کدگذاری زمانی استفاده شده است که در آن نورون‌هایی که با شدت بیشتری فعال می‌شوند زودتر fire می‌کنند و نورون‌هایی که با شدت کمتر فعال شده‌اند دیرتر fire می‌کنند و یا اصلاً fire نمی‌کنند. این شبکه سپس در معرض عکس‌های طبیعی قرار گرفت و به لطف STDP نورون‌ها تدریجاً ویژگی‌هایی که مربوط به الگوهای نمونه‌ای که هم برجسته و هم پرتکرار بود را یاد گرفتند. این فرآیند فقط با داشتن ده‌ها عکس از هر گروه بدون برچسب قابل انجام بود. پیچیدگی ویژگی‌های استخراج شده در طول لایه‌ها از آشکارسازهای لبه در لایه اول تا نمونه‌های اولیه‌ی شی (مثلاً چشم در صورت انسان یا چرخ دوچرخه) در آخرین لایه افزایش می‌یابد.

این شبکه از سیستم بینایی پستانداران الهام گرفته شده که از طریق پردازش سلسله‌مراتبی در امتداد مسیر شکمی قشر بینایی (ventral pathway) اشیا را تشخیص می‌دهند. تشخیص‌های بصری نوروپاتیک از میله‌های جهت‌دار در ناحیه اولیه بینایی (v1) تا اشیا پیچیده در ناحیه (inferotemporal) IT افزایش می‌یابد. در DCNN (Deep Convolutional NN) پردازش عصبی واقعی و مکانیسم‌های یادگیری در قشر بینایی نادیده گرفته شده است. در DCNN‌های با عملکرد بالا از الگوریتم با نظارت back-propagation استفاده می‌شود که ریشه‌ی بیلوژیکی ندارد هم‌چنین با وجود دقت بالا معمولا سرعت همگرایی این روش کند است. علاوه بر آن در این روش به میلیون‌ها ورودی برچسب‌گذاری شده نیاز است تا از وقوع overfitting جلوگیری شود. در حالی که در پستانداران بویژه انسان‌ها فرآیند یادگیری با مثال‌های بسیار کمتری، در اغلب موارد بدون برچسب، اتفاق می‌افتد. آن‌ها به لطف STDP قادر به انجام این کار هستند: مکانیسم یادگیری بدون نظارتی که در قشر بینایی پستانداران وجود دارد.