



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی کامپیوتر  
سمینار کارشناسی ارشد گرایش هوش مصنوعی

عنوان:  
یادگیری بدون برد با شبکه‌های عمیق  
Deep Zero-Shot Learning

نگارش:  
سید محسن شجاعی  
۹۳۲۰۷۹۷۹

استاد راهنما:  
دکتر مهدیه سلیمانی

استاد ممتحن داخلی:  
دکتر حمیدرضا ربیعی

**چکیده:** مسئله یادگیری از صفر<sup>۱</sup> به دنبال پیش‌بینی دسته‌هایی در زمان آزمون است که در زمان آموزش هیچ داده‌ای از آن دسته‌ها مشاهده نکرده است. شناسایی این دسته‌ها با یک سری اطلاعات جانبی صورت می‌گیرد. در یک مسئله دسته‌بندی تصاویر، یادگیری بدون برد به این صورت است که تعدادی تصویر به همراه برچسب و اطلاعات جانبی به الگوریتم داده می‌شود. در زمان آزمون یک سری اطلاعات جانبی مربوط به دسته‌های جدید و تصاویری بدون برچسب وجود دارد و هدف برچسب‌گذاری تصاویر با دسته‌های جدیدی است که اطلاعات جانبی آن‌ها داده شده. ویژگی‌های بصری و متون توصیف کننده یک دسته، مثال‌هایی از اطلاعات جانبی مورد استفاده در این نوع مسائل هستند. در این گزارش حالت‌های مختلف تعریف مسئله یادگیری از صفر معرفی می‌شود. سپس کارهای پیشین انجام شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه یک راه‌حل پیشنهادی با استفاده از تعریف فضای نهان بر اساس کلاس‌های دیده شده در زمان آموزش معرفی می‌کنیم. در پایان نتایج روش ارائه شده با نتایج روش‌های پایه مقایسه خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی:** یادگیری از صفر، یادگیری بازنمایی، شبکه‌های عمیق

## ۱ مقدمه

در حوزه یادگیری ماشین مسئله استاندارد یادگیری با نظارت به صورت‌های مختلف توسعه یافته است. به کمک این روش‌ها، یادگیری ماشین از عهده‌ی کارهای بسیار چالش‌برانگیزتری برآمده است. بر خلاف پارادایم سنتی یادگیری با نظارت که فرض می‌کند داده‌های فراوانی از تمام دسته‌ها برای آموزش در اختیار قرار دارد، عموم این روش‌ها به دنبال کم کردن نیاز به داده‌های برچسب‌دار در زمان آموزش هستند. یادگیری نیمه‌نظارتی<sup>۲</sup> [۱] برای استفاده کردن از حجم زیاد داده‌های بدون برچسب موجود در جریان آموزش پیشنهاد شده است. یادگیری از تک نمونه<sup>۳</sup> [۲] سعی می‌کند یک دسته را تنها بوسیله یک نمونه‌ی برچسب‌دار از آن و البته با کمک نمونه‌های برچسب‌دار از سایر دسته‌ها شناسایی کند. انتقال یادگیری<sup>۴</sup> [۳] سعی می‌کند دانش به دست آمده از داده‌های یک دامنه یا برای انجام یک وظیفه را به داده‌های دامنه‌ی دیگر یا وظیفه‌ی دیگری روی داده‌ها منتقل کند. هیچ‌کدام از این روش‌ها یاز به داده‌های برچسب‌دار را برای دسته‌هایی که مایل به تشخیص آن هستیم را به طور کامل از بین نمی‌برد. برای دستیابی به چنین هدفی، [۴] مسئله یادگیری از صفر را صورت‌بندی می‌کند. به این صورت که به دنبال یافتن یک دسته‌بند هستیم در حالی که داده‌های آموزش برای بعضی از کلاس‌ها هیچ نمونه‌ای در بر ندارد. در عوض یک توصیف از تمامی کلاس‌ها موجود است. این حالت به خصوص وقتی که تعداد دسته‌ها بسیار زیاد است رخ می‌دهد. برای مثال در بینایی ماشین تعداد دسته‌ها برابر انواع اشیای موجود در جهان است و جمع‌آوری داده‌های آموزش برای همه اگر غیر ممکن نباشد به هزینه و زمان زیادی احتیاج دارد. خصوصاً که همانطور که در [۵] نشان داده‌شده، تعداد نمونه‌های موجود برای هر دسته از قانون Zipf پیروی می‌کند. یک مثال دیگر رمزگشایی فعالیت ذهنی فرد است [۶]؛ یعنی تشخیص کلمه‌ای که فرد در مورد آن فکر یا صحبت می‌کند بر اساس تصویری که از فعالیت مغزی او تهیه شده است. طبیعتاً در این مسئله تهیه تصویر یا سیگنال فعالیت مغزی برای تمامی کلمات لغت‌نامه ممکن نیست. یک موقعیت دیگر که توصیف مسئله یادگیری از صفر بر آن منطبق است دسته‌بندی دسته‌های جدید است، مانند تشخیص مدل‌های جدید محصولات مثل خودروها که یک دسته‌ای است که در زمان آموزش اصولاً وجود نداشته است. یادگیری از صفر نیز مانند بسیاری از مسائل در یادگیری ماشین با توانایی‌های یادگیری در انسان ارتباط دارد و الهام از یادگیری انسان‌ها در شکل‌گیری‌اش بی‌تأثیر نبوده است. برای مثال انسان قادر است بعد از شنیدن توصیف «حیوانی مشابه اسب با راه‌راه‌های سیاه و سفید» یک گورخر را تشخیص دهد. یا تصویر یک اسکوتر را با توصیف «وسیله‌ای دو چرخ، یک کفی صاف برای ایستادن، یک میله صلیبی شکل با دو دستگیره» تطبیق خواهد داد.

در ادامه این نوشتار روی مسئله دسته‌بندی تصاویر از صفر تمرکز می‌کنیم؛ به این معنی که داده‌هایی که مایل به دسته‌بندی آن هستیم تصاویر هستند. در نتیجه در زمان آموزش تعدادی تصویر به همراه برچسب آن‌ها موجود است. برچسب‌هایی که در زمان آموزش وجود دارند را دسته‌های دیده شده یا دسته‌های آموزش می‌نامیم. همچنین یک نوع اطلاع جانبی هر یک از دسته‌های آموزش را وصف می‌کند؛ به این اطلاعات جانبی توصیف می‌گوییم. در زمان آزمون تصاویری ارائه می‌شود که به دسته‌هایی غیر از دسته‌های آموزش تعلق دارند. به این دسته‌ها با نام دسته‌های آزمون یا دسته‌های دیده‌نشده اشاره می‌کنیم. همچنین اطلاعات جانبی مربوط به این کلاس‌ها نیز در اختیار قرار می‌گیرد و بایست هر تصویر به یکی از توصیف‌ها نگاشته شود. در برخی روش‌ها فرض می‌شود توصیف دسته‌های آزمون هم در زمان آموزش قابل دسترسی است. توصیف‌ها ممکن است

## ۲ کارهای پیشین

## ۳ روش ارائه شده

## ۴ نتایج پیاده‌سازی

## ۵ کارهای آتی

جدول ۱,۵: جدول زمان‌بندی

| عنوان فعالیت  | مدت زمان لازم | درصد پیشرفت | زمان اتمام |
|---|---------------|-------------|------------|
| مطالعه روش‌های پیشین  | ۳ ماه         | ۱۰۰         | شهریور ۹۲  |
| پیاده‌سازی روش‌های پایه و بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر آن‌ها | ۱ ماه         | ۱۰۰         | مهر ۹۲     |
| طرح ایده پیشنهادی   | ۲ ماه         | ۸۰          | آذر ۹۲     |
| پیاده‌سازی روش پیشنهادی، بررسی و مقایسه با سایر روش‌ها          | ۳ ماه         | ۶۰          | اسفند ۹۲   |
| نگارش مقاله   | ۱ ماه         | ۰           | فروردین ۹۳ |
| جمع‌بندی و نگارش پایان‌نامه                                     | ۲ ماه         | ۰           | خرداد ۹۳   |

## ۶ جمع‌بندی

در این گزارش، سیستمی برای دسته‌بندی جویبار داده ارائه کردیم که در آن، برای کاهش هزینه مربوط به برچسب زدن داده‌ها، زیرمجموعه‌ای از داده‌ها را با استفاده از روش انتخاب فعال برای برچسب‌زنی انتخاب می‌کرد و برای برچسب‌زنی آن‌ها، به جای استفاده از افراد متخصص، از جمع‌سپاری استفاده می‌کند. در بخش؟؟، به بررسی ساختار این سیستم و اجزای آن پرداختیم و آن را به سه بخش اصلی سیستم انتخاب فعال، سیستم دسته‌بندی جویبار داده و بخش تجمیع نظرات افراد غیرمتخصص تقسیم کردیم و چالش‌های موجود در هر قسمت را بیان کردیم. در بخش ۲، به بررسی روش‌های ارائه شده در هر یک از این حوزه‌ها پرداختیم و دلایل قوت و ضعف هر یک را مورد بررسی قرار دادیم. در قسمت ۳، با تمرکز بر روی بخش دسته‌بند نظارتی جویبار داده، چارچوبی کاملاً نظام‌مند و احتمالاتی برای دسته‌بندی جویبار داده ارائه کردیم که با مدل کردن مسئله تغییر مفهوم به عنوان یک مسئله خوشه‌بندی پویا و استفاده از مدل‌های ناپارامتری بیزی به یک روش کارا برای دسته‌بندی دست یافتیم. سپس با مقایسه روش‌های پایه و روش پیشنهادی، موفقیت آن را بر روی یک مجموعه داده واقعی نشان دادیم. نقاط قوت و ضعف برخی روش‌های ارائه‌شده در حوزه دسته‌بندی جویبار داده نیز در جدول ۲,۶، به اختصار شرح داده شده است.

## مراجع

- [1] O. Chapelle, B. Schölkopf, and A. Zien, eds. . *Semi-Supervised Learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.
- [2] E. G. Miller, *Learning from one example in machine vision by sharing probability densities*. Ph.D. thesis, 2002.
- [3] S. J. Pan and Q. Yang, "A survey on transfer learning," *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, vol.22, no.10, pp.1345–1359, 2010.
- [4] H. Larochelle, D. Erhan, and Y. Bengio, "Zero-data learning of new tasks," *Proceedings of the 23rd National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-08)*, no. Miller 2002, pp.646–651, 2008.

جدول ۲,۶: مقایسه روش‌های ارائه شده در حوزه دسته‌بندی جویبار داده

| نام روش   | سال ارائه | مزایا و معایب   |
|---|-----------|---|
| وزن‌دهی به درستی‌مایی [۴]                           | ۲۰۱۱      | + مدلی احتمالاتی و نظام‌مند<br>- استفاده از تنها یک مدل<br>- عدم قابلیت یادگیری مفاهیم تکرارشونده<br>- سرعت پایین در بازیابی دقت پس از تغییر مفهوم  |
| ترکیب دسته‌بندهای پایه [۴]                          | ۲۰۱۱      | + غنی کردن فضای فرضیه با ترکیب مدل‌های ساده<br>+ پشتیبانی از مفاهیم تکرارشونده<br>- قوانین به‌روزرسانی مکاشفه‌ای<br>- تعداد زیاد دسته‌بندهای پایه<br>- نداشتن مکانیسمی برای محدود کردن تعداد دسته‌بندها |
| خوشه‌بندی بردار ویژگی استخراج شده از دسته‌ها [۴]    | ۲۰۱۰      | + پشتیبانی از مفاهیم تکرارشونده<br>- نداشتن مکانیسمی برای محدود کردن تعداد دسته‌بندها<br>- حساسیت زیاد به پارامترها<br>- یکسان فرض کردن مفهوم تمامی داده‌های یک دسته                                    |
| روش گروهی مبتنی بر دقت [۴]                          | ۲۰۱۳      | + پشتیبانی از مفاهیم تکرارشونده<br>+ روشی احتمالاتی برای انتخاب دسته‌بندی که باید به‌روز شود<br>- روشی مکاشفه‌ای برای انتخاب مفهوم یک داده<br>- یکسان فرض کردن مفهوم تمامی داده‌های یک دسته             |
| روش دسته‌بندی مبتنی بر مدل مخلوط فرآیند دیریکله [۴] | ۲۰۰۹      | + ارائه مدلی غیرخطی بر مبنای ترکیب دسته‌بندهای ساده خطی<br>+ تعیین تعداد دسته‌بندهای مورد نیاز بر حسب پیچیدگی مدل<br>- عدم پشتیبانی از جویبار داده  |

- [5] R. Salakhutdinov, A. Torralba, and J. Tenenbaum, "Learning to share visual appearance for multiclass object detection," in *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2011 IEEE Conference on*, pp.1481–1488, IEEE, 2011.
- [6] M. Palatucci, G. Hinton, D. Pomerleau, and T. M. Mitchell, "Zero-shot learning with semantic output codes," in *Advances in Neural Information Processing Systems 22*, pp.1410–1418, Curran Associates, Inc., 2009.

## ۷ واژه‌نامه

<sup>۱</sup>Zero-Shot Learning

<sup>۲</sup>Semi-supervised learning

<sup>۳</sup>One-shot learning

<sup>۴</sup>Transfer Learning