

تحلیل هوشمند تصاویر پزشکی

تمرین سوم، بخش دوم، قسمت تئوری

جواد راضی (۴۰۱۲۰۴۳۵۴)

سوال چهارم

الف) ردیابی نورون، تکنیکی است که در علوم اعصاب برای تعیین مسیر نوریت ها یا فرآیندهای عصبی، آکسون ها و دندریت های یک نورون استفاده می شود. ردیابی نورون می تواند به بازسازی مورفولوژی سه بعدی نورون ها و درک اتصال و عملکرد آنها در مغز کمک کند.

ب) خطاهای Fiber Missing و Fiber Crossing خطاهای رایجی هستند که در ردیابی نورون رخ می دهند، به ویژه زمانی که کیفیت تصویر پایین است یا مورفولوژی نورون پیچیده است. خطاهای فقدان فیبر زمانی اتفاق می افتد که برخی از بخش های سیگنال نورون توسط الگوریتم ردیابی شناسایی یا متصل نشده و منجر به بازسازی های ناقص یا تکه تکه می شود. خطاهای عبور فیبر زمانی اتفاق می افتد که دو یا چند فیبر که به یکدیگر نزدیک هستند یا از یکدیگر عبور می کنند، به اشتباه به عنوان یک فیبر پیوسته ردیابی می شوند که منجر به اتصالات نادرست یا کاذب می شود.

ج) طبق این مقاله، رویکردهای یادگیری عمیق به جای تکیه بر ویژگی ها و قوانین از پیش تعریف شده یا دست ساز، به بهبود ردیابی نورون با یادگیری ویژگی ها و قوانین از داده ها کمک کرده است. رویکردهای یادگیری عمیق همچنین می توانند شرایط مختلف تصویر مانند نویز، کنتراست و وضوح را کنترل کنند و با انواع و ساختارهای مختلف نورون سازگار شوند. رویکردهای یادگیری عمیق همچنین می توانند وظایف متعددی را در ردیابی نورون انجام دهند، مانند تشخیص سیگنال، اتصال فیبر، اصلاح مورفولوژی، کمی سازی کیفیت و طبقه بندی دندریت-آکسون.

د) در این مقاله، نویسندگان از متریک "فاصله" استفاده شده تا ببینند روش ردیابی نورون ارزیابی شده در مقاله، در مقایسه با "Gold Standard" چقدر خوب عمل می‌کند. اما این روش مشکلاتی دارد؛ این روش محل قرارگیری خطاها در امتداد نورون را در نظر نمی‌گیرد که می‌تواند بر نحوه تفسیر نتایج تأثیر بگذارد. همچنین ساختار نورون نیز در نظر گرفته نمی‌شود، که می‌تواند پیامدهایی برای عملکرد آن داشته باشد. کیفیت تصویر، مورد دیگری است که در این روش نادیده گرفته می‌شود و می‌تواند بر دقت نتایج اثر بگذارد.

بنابراین، تکیه بر معیارهای فاصله به تنهایی اشتباه است. البته مقاله، علاوه بر این معیار، دو معیار دیگر را نیز مورد استفاده قرار داده، که ضعف‌های این راهکار را می‌پوشانند. یک راه برای بهبود متریک فاصله، متریک **soft-distance** است که در [این مقاله](#)¹ معرفی شده است. همان‌طور که اشاره شد، یک مشکل متریک فاصله این است که نحوه تعمیم این معیار برای اندازه گیری فواصل بین شبکه‌های با اندازه های مختلف مشخص نیست.

متریک **soft-distance** این مشکل را با بهره‌گیری از نظریه انتقال بهینه (Optimal Transport) حل می‌کند. این متریک، نتایج غیرشهودی، که ناشی از نادیده گرفتن هندسه مسئله در روش اصلی است را با در نظر گرفتن **rotation** واحدهای مجزا، بهبود می‌بخشد.

سوال پنجم

مقاله انتخابی:

Automated detection of apoptotic bodies and cells in label-free time-lapse high-throughput video microscopy using deep convolutional neural networks

الف) هدف این مقاله بهبود تشخیص آپوپتوز (فرآیند مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی) با استفاده از میکروسکوپی ویدئویی «بی‌برچسب‌زنی» و **time-lapse** (به معنای دنباله‌ای از عکس‌ها در طول زمان که طوالی آن‌ها به عنوان فریم، ویدیو را می‌سازد) است. روش سنتی تشخیص آپوپتوز شامل استفاده از برچسب‌های فلورسنت است که می‌تواند زمان‌بر باشد و

¹ <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.09466>

ممکن است فرایندهای بیولوژیکی که در حین تصویربرداری اتفاق می‌افتند، در تصویربرداری تداخل داشته و آن را خدشه‌دار کنند. روش پیشنهادی، از شبکه‌های عصبی CNN برای تشخیص خودکار سلول‌هایی که در حال فرایند آپوپتوز هستند، و لاشه سلول‌های آپوپتوز شده، به صورت **real-time**، بدون نیاز به برچسب‌زنی فلورسنت استفاده می‌کند. این روش می‌تواند به طور قابل توجهی دقت و سرعت تشخیص آپوپتوز را که برای درک بیماری‌های مختلف و توسعه روندهای معالجه، و داروهای جدید مهم است، بهبود بخشد.

ب) در تصویربرداری **Annexin-V**، یکی از چالش‌های خاص، انسجام روش است. **Annexin-V** پروتئینی است که به **phosphatidylserine**، مولکولی که در سطح سلول‌های آپوپتوز قرار دارد، متصل می‌شود. با این حال، **Annexin-V** همچنین می‌تواند به مولکول‌های دیگر نظیر **phosphatidylcholine** متصل شود که تارگت ما نیست، و اتصال به آن‌ها می‌تواند منجر به وجود مثبت کاذب در آبیجکت‌های تشخیص داده شده شود. علاوه بر این، برچسب‌زنی فلورسنت **Annexin-V** می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند pH، دما و وجود پروتئین‌های دیگر قرار گیرد. از این رو، توسعه روش‌های منسجم برای تصویربرداری **Annexin-V**، که بتواند به طور دقیق بین سلول‌های آپوپتوز و غیر آپوپتوز تمایز قائل شود، مهم است.

ج) سگمنت‌سازی آبیجکت‌های بیولوژیکی کوچک در پردازش تصاویر پزشکی از آن رو اهمیت دارد که امکان تجزیه و تحلیل دقیق و دقیق ساختارها و فرایندهای بیولوژیکی را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، در تشخیص و درمان سرطان، کلسیفیکیشن تومورها و سایر ساختارهای غیرطبیعی، این روش می‌تواند به شناسایی محل، اندازه و شکل تومور کمک کند. به طور مشابه، سگمنت‌سازی می‌تواند به درک مکانیسم سائز بیماری‌ها، و ایجاد متدهای درمانی جدید کمک کند.