**فصل جمع‌آوری دادگان**

**مقدمه**

در این فصل از پایان‌نامه، ابتدا به نحوه جمع‌آوری مجموعه‌دادگان تصاویر میوه‌های سالم و فاسد می‌پردازیم. سپس انواع برچسب‌گذاری مجموعه‌دادگان را و اهمیت آن‌ها در پردازش تصویر توضیح می‌دهیم.

در ادامه، روش‌های برچسب‌گذاری نیمه‌خودکار در فاز اول و دوم مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نوآوری انجام شده در فاز دوم باهدف برچسب‌گذاری هوشمند دادگان حجم بالا توضیح داده شده است.

**دادگان تهیه شده**

در بخش پردازش تصویر این پروژه، دو هدف اصلی وجود دارد که شامل تشخیص تازه یا فاسد بودن میوه و سپس تشخیص مکان میوه در تصویر (Localization)، است. شبکه‌های یولو به دلیل داشتن قابلیت انجام هر دو کار و همچنین داشتن دقت بالا بر روی مجموعه‌دادگان معروف و بلادرنگ بودن، برای این پروژه انتخاب شده‌اند. میوه‌های مورد هدف، سیب، پرتقال و موز هستند

بزرگ‌ترین چالش در این بخش از پروژه، پیداکردن مجموعه‌دادگانی مناسب برای شبکة یولو بوده است که علاوه بر عکس و اسم کلاس‌ها، شامل مختصات اشیا در عکس هم باشد، بوده است. باتوجه‌به اینکه منتشرکننده‌های مجموعه‌دادگان و مقاله‌ها عمومی‌کردن برچسب‌ها خودداری کردند، بخش برچسب‌گذاری مجموعه‌دادگان به موارد این پروژه اضافه شده است که عملیاتی بسیار وقت‌گیر است. به همین سبب برای انجام آن روش‌هایی نوآورانه ابداع شده است تا بتوان روند انجام آن را سرعت بخشید که در جلوتر این روش‌ها توضیح داده خواهند شد.

**جمع‌آوری دادگان از اینترنت**

تمام مقالات مربوط به پردازش تصویر بر روی میوه‌ها در اینترنت مورد بررسی قرار گرفته‌اند و دادگان مورداستفاده در آن‌ها بارگذاری شده است. سپس طی عملیاتی دستی عکس‌های نامرتبط حذف شده‌اند. به دلیل اینکه شبکه یولو برای آموزش نیاز به مجموعه‌دادگان خام و پیش‌پردازش شده نیاز دارد، عکس‌های پیش‌پردازش شده حذف شده‌اند.

نتیجه دادگان تهیه شده در جدول 1 قابل مشاهده می باشد.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| نام مجموعه‌دادگان | سیب تازه | سیب فاسد | موز تازه | موز فاسد | پرتقال تازه | پرتقال فاسد |
| [Fresh and Rotten Fruits Dataset for Machine-Based Evaluation of Fruit Quality](https://data.mendeley.com/datasets/bdd69gyhv8/1) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| [Fruit Recognition dataset](https://zenodo.org/records/1310165) | 5024 | 0 | 3027 | 0 | 3012 | 0 |
| [FRUIT-16K](https://data.mendeley.com/datasets/6ps7gtp2wg/1) | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| [Fruits fresh and rotten for classification](https://www.kaggle.com/datasets/sriramr/fruits-fresh-and-rotten-for-classification) | 2088 | 2943 | 1962 | 2754 | 1854 | 1998 |
| [Fruits\_Vegetables\_Dataset(12000)](https://www.kaggle.com/datasets/muhriddinmuxiddinov/fruits-and-vegetables-dataset) | 612 | 588 | 624 | 576 | 609 | 591 |
| [FruitVeg-81](http://123.57.42.89/Dataset_ict/FruitVeg-81/fruitveg81/) | 1344 | 0 | 293 | 0 | 286 | 0 |

**آماده‌سازی دادگان**

**انواع برچسب‌های مورداستفاده**

در ابتدا لازم است پیش‌زمینه‌ای درباره انواع برچسب‌های مورداستفاده در دنیای پردازش تصویر داشته باشیم. در حالت کلی چهار نوع برچسب‌گذاری بر تصاویر انجام می‌شود که در شکل 1 هر چهار نوع برچسب‌گذاری قابل مشاهده هستند:

* کلاس‌بندی: در این نوع برچسب‌گذاری تمام تصویر با یک کلاس مشخص می‌شود.
* تشخیص اشیا: در این نوع برچسب‌گذاری، اشیای موجود در تصویر با مربع محیطی به کلاس مربوطه مشخص می‌شوند.
* بخش‌بندی: در این نوع برچسب‌گذاری، هر پیکسل از تصویر به یک کلاس اختصاص داده می‌شود.
* بخش‌بندی با نمونه: در این نوع برچسب‌گذاری، هر پیکسل نه‌تنها به کلاس مربوطه اشاره می‌کند، بلکه چند شیء متفاوت ولی باکلاس یکسان به‌صورت جدا مشخص می‌شوند.

(شکل سگ)

**روش‌های نیمه‌خودکار برای برچسب‌گذاری**

برچسب‌گذاری در حالت کلی عملیاتی زمان بر و هزینه بر است که معمولاً شرکت‌های بزرگ فناوری حامیان اصلی آن هستند. به همین سبب روش‌هایی برای تسریع آن ابداع شده است که می‌توان به استفاده از مدل‌های از پیش آموزش‌دیده هوش مصنوعی اشاره کرد.

باتوجه‌به نبود مجموعه‌دادگانی که شامل برچسب‌گذاری تشخیص اشیا هستند، در این پروژه روش نیمه‌خودکار استفاده شده است که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

**شبکه عصبی از پیش آموزش‌دیده یولو**

یکی از معروف‌ترین مدل‌های استفاده شده در برچسب‌گذاری نیمه‌خودکار، استفاده از شبکه‌های از پیش آموزش‌دیده یولو است که بر روی مجموعه‌دادگان کوکو آموزش‌دیده‌اند و قادر به تشخیص 80 شیء می باشند. مهمترین ویژگی این مدل قابلیت تشخیص میوه‌های سیب، موز و پرتقال است.

(عکس دیتاست کوکو)

**فاز اول برچسب‌گذاری**

در فاز اولیه، طبق تحقیقات انجام شده نرم‌افزار متن‌باز CVAT نوشته شده توسط شرکت اینتل استفاده شده است. دلیل انتخاب این نرم‌افزار، قابلیت نیمه‌خودکار برچسب‌گذاری آن است. برای این کار از مدل از پیش آموزش‌دیدة یولو 7 که قابلیت تشخیص سیب، پرتقال و موز را دارد، استفاده شده است.

در فاز اول، 1200 عکس از مجموعه‌دادگان الف انتخاب شده. این تصاویر توسط مدل از پیش آموزش دیده یولو 7 برچسب‌گذاری شده اند. سپس برچسب ها به صورت دستی تصحیح شده اند و مجموعه‌دادگان 1200 تایی برای فاز اول آماده شده است.

مجموعه‌دادگان آماده شده در فاز اول برای آموزش شبکه استفاده شده‌اند که در فصل بعدی توضیح داده شده است. نتیجة آموزش مدل یولو 7 بر روی این دادگان نا موفق بوده است که به دلیل کیفیت و تعداد پایین مجموعه‌دادگان است. به همین سبب افزایش تعداد دادگان امری الزامی تلقی شده است.

**فاز دوم برچسب‌گذاری**

در فاز اول تنها یکی از مجموعه‌دادگان مورداستفاده قرار گرفته است. باهدف افزایش تعداد دادگان، لازم بود مجموعه‌دادگان دیگر هم برچسب‌گذاری شوند. به دلایل مشکلاتی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، نیاز به ارائه راهکاری جدید برای فاز دوم بوده است:

* در میان تعدادی از مجموعه‌دادگان، تصاویر مشترک تکراری وجود داشت که لازم بود حذف شوند
* بعضی از تصاویر از قبل پیش‌پردازش شده بودند و قابل‌استفاده در آموزش شبکه یولو نبودند
* یولو 7 از پیش آموزش دیده، تنها قادر به تشخیص تعداد کمی از تصاویر میوه‌های سالم به درستی بود. برای نمونه، تصویر سیب سالم را به عنوان پرتقال تشخیص می داد.
* نرم‌افزار CVAT باهدف استفاده در سرورها نوشته شده است و سخت‌افزار قوی ای نیاز دارد.

موارد فوق باعث شد که الگوریتمی جایگزین نرم‌افزار CVAT نوشته شود تا بتواند تمام موارد فوق را کنترل کند.

**شبکه عصبی از پیش آموزش‌دیده تشخیص شیء برجسته**

شبکه عصبی‌های تشخیص شیء برجسته باهدف تشخیص برجسته‌ترین شیء در تصویر تولید شده‌اند. از کاربرد این شبکه‌ها می‌توان به استفاده در دوربین‌های تلفن‌های هوشمند برای عکاسی پرتره استفاده کرد.

این شبکه پس از پردازش تصویر ورودی، پیکسل‌های تصویر را به دودستة پس‌زمینه و شیء برجسته تقسیم می‌کند. در شکل 1 نمونه هایی از عملکرد این شبکه قابل مشاهده هستند.

(تصویر نمونه برجسته)

**الگوریتم پیشنهادی جهت برچسب‌گذاری**

در ابتدا مجموعه‌دادگان نامناسب حذف شده‌اند و به بقیة آن‌ها برای تشخیص راحت‌تر و کوتاهی اسم، نامی جدید داده شد که به این صورت است.

Dataset A = Fresh and Rotten Fruits Dataset for Machine-Based Evaluation of Fruit Quality

Dataset B = FRUIT-16K

Dataset C = Fruits fresh and rotten for classification

Dataset D = Fruit Recognition dataset

سپس کدی نوشته شد تا تمام عکس‌ها را با اسم‌هایی مناسب که بعداً قابل‌شناسایی باشند، در یک‌پوشه قرار دهد و برچسب بزند. مشکل اصلی روش قبلی این بود در بسیاری از موارد مدل هوش مصنوعی نوع میوه را اشتباه تشخیص می‌داد که نیازمند این بود به‌صورت دستی تصحیح شود. به همین سبب در کد نوشته شده از اطلاعات اسم تصاویر استفاده می‌شود و باعث می‌شود که کلاس برچسب صحیح باشد.

به فرض مثال در شکل 1، در عکس یک سیب فاسد می باشد و یولو آن را به اشتباه پرتقال تشخیص می دهد اما به دلیل اینکه کلمه ی سیب فاسد در اسم عکس موجود است، این الگوریتم آن را به عنوان سیب فاسد برچسب میزند.

(تصویر میوه اشتباه با یولو)

تا این مرحله یولو 8 از پیش آموزش دیده، میوه هایی که می توانست تشخیص دهد را با توجه به اسم عکس، درست برچسب میزد. حتی در مواردی که یولو 8 به اشتباه چندین مربع را برای یک میوه مشخص می کند، با بررسی کردن چندین شرط می توان آن را تصحیح کرد.

تنها مشکلی که باقی‌مانده بود، عکس‌هایی بودند که هیچ میوه‌ای در آن‌ها تشخیص داده نمی‌شد که بیشتر میوه‌های فاسد بودند. برای حل این مشکل از یک مدل از پیش آموزش‌دیده تشخیص شیء برجسته استفاده شده است. دلیل استفاده از این مدل، این ویژگی مجموعه‌دادگان بود که اکثر عکس‌ها شامل تنها یک میوة فاسد بودند. نمونه‌ای از برچسب‌گذاری در شکل 1 قابل‌مشاهده است.

(تصویر میوه فاسد، تصویر سگمنت شده، تصویر برچسب)

باهدف اینکه برچسب‌ها قابل تصحیح باشند، برچسب‌ها با قالب نرم‌افزار [labelme](https://github.com/labelmeai/labelme) نرم‌افزاری مخصوص برچسب‌گذاری دستی، ذخیره شدند تا مورد بررسی دستی قرار گیرند و سپس به قالب مخصوص یولو در بیایند.

نتیجه، مجموعه‌دادگانی شامل **15 هزار** تصویر می باشد که تعداد آن بر اساس کلاس ها به صورت زیر می باشد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| اسم کلاس | تعداد داده آموزش | درصد داده آموزش | تعداد دیتای اعتبار | درصد داده اعتبار |
| سیب تازه | 3617 | 30.86% | 907 | 30.41% |
| موز تازه | 2671 | 22.79% | 699 | 23.43% |
| پرتقال تازه | 2707 | 23.10% | 695 | 23.30% |
| سیب فاسد | 424 | 3.62% | 103 | 3.45% |
| موز فاسد | 1168 | 9.97% | 290 | 9.72% |
| پرتقال فاسد | 1133 | 9.67% | 289 | 9.69% |
| کل دیتاست | 11720 | 79.71% | 2983 | 20.29% |

فلوچارت الگوریتم برچسب‌گذاری خودکار:

منتقل کردن تصاویر با اسمی جدید

تغییر نام برچسب بر اساس اسم عکس

تشخیص حداقل یک میوه

عبور از هوش مصنوعی YOLOv8

ثبت برچسب بر اساس اسم عکس

عبور از هوش مصنوعی Salient Detector

عدم تشخیص حداقل یک میوه

**جمع‌بندی**