

بینایی ماشین

مؤلف: حامد حبیبی اقدم



انتشارات علمیران

ناشر کتاب‌های فنی و مهندسی

نام کتاب	: بینایی ماشین
مؤلف	: مهندس حامد حبیبی اقدام
ناشر	: انتشارات علمیران
نوبت چاپ	: اول - بهار ۱۳۹۱
تعداد صفحه و قطع	: ۲۸۰ صفحه - وزیری
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۲۰۰۰ تومان
کلیه حقوق چاپ و نشر برای مؤلف محفوظ است.	

مرکز پخش: انتشارات علمیران: تبریز - خیابان امام - مابین سه راه طالقانی و تربیت - مجتمع تجاری استاد شهریار طبقه پایین - تلفن: ۵۵۴۹۳۰۴ - ۵۵۵۸۹۴۵ - تلفاکس: ۵۵۴۹۲۲۷

سرشناسه	: حبیبی اقدام، حامد، ۱۳۶۲
عنوان و نام پدیدآور	: بینایی ماشین / مؤلف حامد حبیبی اقدام
مشخصات نشر	: تبریز: علمیران، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: [۲۸۰ ص.]: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۶۶-۵۵-۹
وضعیت فهرست نویسی	: ف.پ.ا.
موضوع	: بینایی ماشین
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ب ۲ ج ۱۶۳۲ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۲۳۶

www.Elmiranpub.com

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۶۶-۵۵-۹

پیشگفتار

بینایی ماشین یکی از مباحث پر طرفدار هوش مصنوعی محسوب می‌شود. هدف نهایی این علم انجام عملیاتی است که سیستم بینایی انسان قادر به انجام آن‌ها می‌باشد. شناسایی چهره‌ی افراد، شناسایی اجسام، حفظ تعادل، شناسایی رفتار، تحلیل اسناد، درک صحنه، بررسی کیفیت اجسام و ... تنها بخش بسیار کوچکی از عملیاتی را نشان می‌دهند که ما در کارهای روزانه‌ی خود از سیستم بینایی برای انجام آن‌ها بهره می‌جویم.

به طور حتم بینایی ماشین از بخش‌های جدانشدنی زندگی بشری است. پیشرفت این علم در سال‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده و همچنان با سرعت بالایی به مسیر حرکت خود ادامه می‌دهد. در کشور ما اغلب دانشگاه‌ها دروس مختلفی در زمینه‌ی بینایی ماشین و پردازش تصویر ارائه می‌کنند. همچنین با توجه به مسابقه‌های رباتیک مختلفی که سالانه در کشور برگزار می‌شود، روز به روز افراد بیشتری به جمع طرفداران بینایی ماشین اضافه می‌شوند.

متأسفانه بسیاری از کسانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند، تنها یک دید ابزاری از بینایی ماشین دارند. این بدان معنا است که مفاهیم پایه‌ی این علم، در اغلب مواقع توسط افراد نادیده گرفته می‌شوند. با دقت در مقاله‌های مختلفی که در کنفرانس‌های داخلی به چاپ می‌رسند، متوجه می‌شویم درصد بسیار بالایی از روش‌های پیشنهاد شده در این مقاله‌ها، تنها یک نگرش الگوریتمی نسبت به مسائل بینایی ماشین دارند. این در حالی است که همانند همه‌ی مسائل فنی و مهندسی، ریاضیات نقش بسزایی در شکل‌گیری این علم بازی می‌کند. این بدان معنا نیست که نباید یک نگرش الگوریتمیک به مسائل بینایی ماشین داشته باشیم. بلکه به عنوان یک محقق در این زمینه، می‌بایست در کنار روش‌های الگوریتمیک، همچنین مباحث ریاضی آن را مورد توجه قرار دهیم.

تکنیک‌های موفق همانند لبه‌یاب کنی که در فصل تقطیع تصویر به آن می‌پردازیم، یک روش کاملاً الگوریتمیک می‌باشد. یعنی این روش سعی می‌کند از تکنیک‌های مختلف بینایی ماشین استفاده کرده و الگوریتمی را برای شناسایی لبه‌های تصویر ارائه کند. از دیگر تکنیک‌های مبتنی بر الگوریتم می‌توان به روش‌های استخراج ویژگی هیستوگرام گرادیان جهت‌دار، روش سیفت و فیلترهای مستطیلی اشاره

کرد. همه‌ی این‌ها از جمله تکنیک‌های موفق بینایی ماشین محسوب می‌شوند که با استفاده از یک الگوریتم اقدام به حل مسائل می‌کنند.

در مقابل، روش‌هایی مانند شارنوری، لبه‌یابی، تعیین مقدار آستانه و شیفت میانگین مثال‌هایی هستند که پایه و اساس همه‌ی آن‌ها ریاضیات می‌باشد. یعنی این تکنیک‌ها به طور مستقیم با استفاده از روابط ریاضی به دست آمده‌اند. در کنار این‌ها، روش‌هایی مانند مدل ریخت فعال و مدل مولفه‌ی تغییرپذیر تکنیک‌هایی هستند که دارای مباحث ریاضی قوی بوده و همچنین بخشی از آن‌ها با استفاده از تکنیک‌های الگوریتمی انجام می‌شوند.

یک فرد موفق در بینایی ماشین کسی است که در کنار استعداد خود برای تولید الگوریتم‌های جدید، همچنین دارای دانش کافی از ریاضیات باشد. بدین منظور در این کتاب سعی کرده‌ایم علاوه بر آنکه تکنیک‌های مختلف را از دید الگوریتمی تشریح می‌کنیم، همچنین مباحث تئوری قرار گرفته در پشت سر آن‌ها را مورد بررسی قرار دهیم. البته با جزئیات کامل وارد مباحث تئوری نخواهیم شد. چرا که ممکن است باعث دلسردی خوانندگان شود.

همیشه یکی از دغدغه‌های خوانندگان، نحوه‌ی پیاده‌سازی تکنیک‌های بینایی ماشین می‌باشد. در برخی موارد، مطالعه‌ی یک تکه کد پیاده‌سازی شده برای یک روش، بهترین شکل آموزش الگوریتم آن است. از اینرو در بسیاری از مطالبی که مطرح خواهیم کرد یک تکه کد پیاده‌سازی شده در محیط متلب را ارائه می‌کنیم. بدین ترتیب خوانندگان به خوبی می‌توانند علاوه بر یادگیری مباحث تئوری و روش الگوریتمی موضوعات بینایی ماشین، همچنین با نحوه‌ی پیاده‌سازی آن‌ها آشنا شوند. فصل‌بندی کتاب به گونه‌ای است که با شروع از فصل اول به تدریج مباحث پیشرفته‌تری از بینایی ماشین را مطرح کرده‌ایم. همچنین موضوعات این کتاب به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که پس از مطالعه‌ی کامل و دقیق آن‌ها، یک دید جامع از بینایی ماشین پیدا می‌کنیم.

یک وب سایت اختصاصی برای این کتاب تدارک دیده‌ایم که خوانندگان می‌توانند با مراجعه به آن، مستقیماً با نویسنده در ارتباط بوده و همچنین در کنار کدهای نمونه، تصاویر و سایر موضوعاتی که در وب سایت می‌توانند به مطالعه‌ی آن‌ها بپردازند، همچنین سوالات احتمالی و پیشنهادهای خود را مطرح نمایند. بدیهی است پیشنهادها و انتقادهای شما، در بالا بردن کیفیت مطالب ارائه شده بسیار مفید خواهند بود. آدرس وب سایت کتاب www.machinevisionref.com می‌باشد.

فهرست

۱ تعاریف اولیه

۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۵	۱-۱-۱ تعامل کامپیوتر با انسان
۱۵	۲-۱-۱ تعیین هویت انسان
۱۵	۳-۱-۱ کاربردهای نظارتی
۱۶	۴-۱-۱ تحلیل اسناد متنی
۱۶	۵-۱-۱ ریاتیک و صنعت
۱۷	۲-۱ فرآیند یک سیستم بینایی ماشین
۲۱	۳-۱ زبان‌های برنامه‌نویسی
۲۲	خلاصه فصل

۲ پردازش تصویر

۲۳	۱-۲ مقدمه
۲۳	۲-۲ تصویر دیجیتالی
۲۶	۳-۲ تشکیل تصویر دیجیتالی
۳۱	۴-۲ تصاویر رنگی
۳۳	۵-۲ عملیات نقطه‌ای
۴۲	۶-۲ عملیات محلی
۵۵	۷-۲ هیستوگرام تصویر
۶۰	۸-۲ درونیایی تصویر
۶۳	۹-۲ هرم تصاویر

۱۰-۲ افزایش کارآیی عملگر کانولوشن

۶۳

خلاصه فصل

۶۴

۳ تحلیل در حوزه‌ی فرکانس

۱-۳ مقدمه

۶۵

۲-۳ تعریف تابع تبدیل

۶۵

۳-۳ تبدیل فوریته‌ی یک‌بعدی

۶۷

۴-۳ تبدیل فوریته‌ی دو بعدی

۷۴

۵-۳ اعمال فیلترها در حوزه‌ی فرکانس

۷۶

۶-۳ تحلیل فیلترهای خطی در حوزه‌ی فرکانس

۸۳

خلاصه فصل

۸۶

۴ تقطیع تصویر

۱-۴ مقدمه

۸۷

۲-۴ تعیین لبه

۸۷

۱-۲-۴ مشتق‌گیری عددی

۹۴

۲-۲-۴ لبه‌یابی بر اساس مشتق اول تصویر

۹۶

۳-۲-۴ لبه‌یابی بر اساس مشتق دوم تصویر

۱۱۲

۱-۳-۲-۴ روش مآر-هیلدرث

۱۱۴

۴-۲-۴ لبه‌یاب کنی

۱۲۱

۵-۲-۴ لبه‌یابی مبتنی بر مدل

۱۲۴

۶-۲-۴ تعیین مقدار آستانه برای شناسایی لبه‌ها

۱۲۵

۳-۴ آستانه‌گیری از تصویر

۱۲۷

۱-۳-۴ تعیین سطح آستانه‌ی مبتنی بر شکل هیستوگرام

۱۳۰

۲-۳-۴ تعیین سطح آستانه‌ی آماری

۱۳۴

۱-۲-۳-۴ روش بینه

۱۳۴

۲-۲-۳-۴ روش عمومی

۱۳۸

۳-۲-۳-۴ روش اتسو

۱۴۳

۳-۳-۴ تعیین سطح آستانه‌ی محلی

۱۴۶

۱۵۰	۴-۴ تقطیع تصویر با روش‌های یادگیری ماشین
۱۵۶	۴-۵ تقطیع تصویر با استفاده از الگوریتم شیفت میانگین
۱۶۲	۴-۶ تقطیع تصویر با استفاده از الگوریتم واترشیید
۱۶۸	۴-۷ تقطیع مبتنی بر تقسیم و ترکیب
۱۷۱	۴-۸ تقطیع مبتنی بر تخمین حرکت
۱۸۲	۴-۹ برچسب‌زنی اجزای متصل
۱۸۴	۴-۹-۱ برچسب‌زنی اجزای متصل به روش عمقی و سطحی
۱۸۹	۴-۹-۲ الگوریتم برچسب‌زنی دو مرحله‌ای
۱۹۲	۴-۱۰ تطبیق کلیشه
۱۹۳	۴-۱۰-۱ روش‌های مبتنی بر ناحیه
۱۹۸	۴-۱۰-۲ روش‌های مبتنی بر ویژگی
۲۰۳	۴-۱۱ استخراج کانتور تصویر
۲۰۷	خلاصه فصل

۵ نقاط بارز و ویژگی‌های سطح پایین

۲۰۹	۵-۱ مقدمه
۲۰۹	۵-۲ نقاط بارز
۲۱۱	۵-۲-۱ گوشه‌یابی در تصویر
۲۱۵	۵-۲-۲ تبدیل ویژگی مقاوم در برابر تغییر مقیاس
۲۱۶	۵-۲-۲-۱ ایجاد فضای مقیاس
۲۲۲	۵-۲-۲-۲ محاسبه‌ی لاپلاسیان گاوسین
۲۲۴	۵-۲-۲-۳ تعیین محل نقاط کلیدی
۲۲۷	۵-۲-۲-۴ حذف نقاط کلیدی کم اهمیت و تعیین محل نقاط بارز
۲۳۰	۵-۳ تبدیل هاف
۲۳۷	۵-۴ شار نوری
۲۳۹	۵-۴-۱ روش‌های مبتنی بر ناحیه
۲۴۳	۵-۴-۲ روش‌های دیفرانسیلی
۲۴۵	خلاصه فصل

۶ عملیات مورفولوژیکی تصویر

۲۴۷	۱-۶ مقدمه
۲۴۹	۲-۶ عملگرهای مجموعه‌ای
۲۵۲	۳-۶ عملگر گسترش
۲۵۵	۴-۶ عملگر سایش
۲۵۹	۵-۶ عملگر بار کردن و بستن
۲۶۰	۶-۶ عملگر التویات باینری
۲۶۴	۷-۶ استخراج مرز اشیاء باینری
۲۶۵	۸-۶ نازک‌سازی
۲۶۶	۹-۶ استخراج اسکلت اشیاء
۲۶۹	۱۰-۶ سایر عملگرهای مورفولوژیکی
۲۷۰	خلاصه فصل

۷ استخراج ویژگی

۲۷۱	۱-۷ مقدمه
۲۷۱	۲-۷ تعریف استخراج ویژگی
۲۷۴	۳-۷ ویژگی‌های شکلی
۲۷۴	۱-۳-۷ تخمین چندضلعی
۲۸۵	۲-۳-۷ عدد لوسی
۲۸۹	۳-۳-۷ Shape Context
۲۹۲	۴-۳-۷ استخراج ویژگی از نقاط بارز
۲۹۵	۴-۷ استخراج ویژگی مبتنی بر ناحیه
۲۹۵	۱-۴-۷ ویژگی‌های آماری و گشتاورها
۲۹۹	۲-۴-۷ ویژگی‌های مبتنی بر هیستوگرام لبه‌ها
۲۹۹	۱-۲-۴-۷ استخراج ویژگی به روش سیفت
۳۰۲	۲-۲-۴-۷ هیستوگرام جهت و مکان گرادیان‌ها
۳۰۳	۳-۲-۴-۷ هیستوگرام گرادیان جهت‌دار
۳۰۴	۳-۴-۷ ویژگی‌های مبتنی بر شدت روشنایی تصویر

۳۰۴	۷-۴-۳-۱ فیلترهای مستطیلی
۳۰۸	۷-۴-۳-۲ ماتریس هم‌پیشامد
۳۱۲	۷-۴-۳-۳ الگوی دودویی محلی
۳۱۴	۷-۴-۴ ویژگی‌های مبتنی بر بانک فیلتر گابور
۳۱۹	خلاصه فصل

۸ برازش اشکال هندسی

۳۲۱	۸-۱ مقدمه
۳۲۱	۸-۲ برازش خط
۳۲۴	۸-۳ برازش دایره
۳۳۰	۸-۴ برازش بیضی
۳۳۴	۸-۵ تخمین پارامتر به روش RANSAC
۳۳۶	خلاصه فصل

۹ مدل‌سازی تصویر

۳۳۷	۹-۱ مقدمه
۳۳۹	۹-۲ مدل ریخت فعال
۳۴۲	۹-۲-۱ هم‌تراز کردن ریخت‌ها
۳۴۷	۹-۲-۲ مدل‌سازی تغییرات ریخت
۳۴۷	۹-۲-۳ تحلیل مولفه‌ی اصلی
۳۴۸	۹-۲-۳-۱ الگوریتم تحلیل مولفه‌ی اصلی
۳۵۵	۹-۲-۴ برازش مدل بر روی یک ریخت جدید
۳۵۹	۹-۲-۵ برازش ریخت بر روی تصویر
۳۶۱	۹-۲-۶ مدل‌سازی بافت
۳۶۲	۹-۲-۷ برازش مدل
۳۶۵	۹-۲-۸ مدل ریخت فعال چند رزولوشن
۳۷۱	۹-۲-۹ مدل ریخت فعال سلسله مراتبی
۳۷۲	۹-۲-۱۰ توسعه‌ی مدل ریخت فعال
۳۷۳	۹-۳ مطالب اضافی

۱۰ شناسایی و تخمین

- ۳۷۵ ۱-۱۰ مقدمه
- ۳۷۷ ۲-۱۰ حل مسائل تخمین
- ۳۷۸ ۱-۲-۱۰ روش‌های داده‌گرا
- ۳۸۱ ۲-۲-۱۰ تخمین خطی
- ۳۸۵ ۳-۲-۱۰ شبکه‌ی پایه شعاعی
- ۳۹۲ ۳-۱۰ حل مسائل شناسایی و تشخیص
- ۳۹۲ k-۱-۳-۱۰ نزدیک‌ترین همسایه
- ۳۹۳ ۲-۳-۱۰ استنتاج بیزی
- ۳۹۷ ۳-۳-۱۰ مدل مخلوط گاوسی
- ۴۰۴ ۴-۳-۱۰ دسته‌بندی خطی
- ۴۰۶ ۵-۳-۱۰ شبکه‌ی پایه شعاعی
- ۴۰۷ ۶-۳-۱۰ آدابوست
- ۴۱۱ ۴-۱۰ مسائل چند کلاسی
- ۴۱۲ ۱-۴-۱۰ روش یک در مقابل همه
- ۴۱۳ ۲-۴-۱۰ روش یک در مقابل یک
- ۴۱۴ ۵-۱۰ پیش‌پردازش داده‌های آموزشی
- ۴۱۴ ۱-۵-۱۰ تبدیل خطی
- ۴۱۵ ۶-۱۰ تولید داده‌های آموزشی و آزمایشی
- ۴۱۶ ۷-۱۰ ارزیابی دقت تخمین و دسته‌بندی
- ۴۱۶ ۱-۷-۱۰ ارزیابی الگوریتم تخمین
- ۴۱۷ ۲-۷-۱۰ ارزیابی الگوریتم شناسایی و تشخیص
- ۴۲۰ خلاصه فصل

۱۱ چند مسأله‌ی کاربردی

- ۴۲۱ ۱-۱۱ مقدمه
- ۴۲۱ ۲-۱۱ شناسایی محل صورت

۴۲۴	۳-۱۱ تعیین موقعیت سر
۴۲۶	۱-۳-۱۱ روش‌های تعیین موقعیت سر
۴۲۷	۲-۳-۱۱ روش‌های مبتنی بر قالب
۴۲۸	۳-۳-۱۱ آرایه‌ی شناساگرها
۴۲۹	۴-۳-۱۱ رگرسیون غیرخطی
۴۳۱	۵-۳-۱۱ کاهش ابعاد غیرخطی
۴۳۳	۶-۳-۱۱ روش‌های مبتنی بر مدل شکل‌پذیر
۴۳۵	۷-۳-۱۱ روش‌های هندسی
۴۳۵	۸-۳-۱۱ روش‌های مبتنی بر ردیابی ویژگی
۴۳۶	۹-۳-۱۱ روش‌های ترکیبی
۴۳۷	۱۰-۳-۱۱ تعیین موقعیت سر پیشنهادی
۴۳۸	۱-۱۰-۳-۱۱ مدل صورت سه بعدی کنادید-۳
۴۴۰	۲-۱۰-۳-۱۱ برازش مدل کنادید-۳ بر روی نقاط ویژگی
۴۴۳	۴-۱۱ شناسایی واحدهای رفتاری
۴۴۳	۱-۴-۱۱ واحد رفتاری
۴۴۵	۲-۴-۱۱ روش استخراج ویژگی
۴۴۵	۱-۲-۴-۱۱ رویکرد سراسری
۴۴۸	۲-۲-۴-۱۱ رویکرد محلی
۴۴۸	۳-۴-۱۱ روش مدلسازی
۴۴۹	۴-۴-۱۱ شناسایی واحد رفتاری پیشنهادی
۴۵۰	۱-۴-۴-۱۱ ویژگی‌های هندسی
۴۵۵	۲-۴-۴-۱۱ ویژگی‌های بافت
۴۵۷	۳-۴-۴-۱۱ شناسایی واحد رفتاری
۴۵۷	خلاصه فصل

۴۵۹ **واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی**

۴۶۷ **واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی**

۴۷۵ **مراجع**