

پردازش تصاویر دیجیتال با استفاده از نرم افزار MATLAB

نویسنده

رافائل سی. گنزالس

ریچارد ای. وودز

استیون ال. ادینز

مترجم

مهندس سید ایوب میرطاوسی

فهرست

فصل اول: معرفی

۱-۱	پیشگفتار	۱۱
۲-۱	پردازش تصویر دیجیتالی چیست؟	۱۲
۳-۱	MATLAB و جعبه ابزار پردازش تصویر	۱۳
۴-۱	آنچه از پردازش تصویر که در این کتاب می‌یابید	۱۴
۵-۱	وب سایت کتاب	۱۵
۶-۱	شیوه نگارش	۱۶
۷-۱	میز کار MATLAB	۱۶
۸-۱	چگونگی به کار بردن منابع و مراجع در کتاب	۱۹
۲۰	خلاصه	۲۰

فصل دوم: اصول و مبانی

۱-۲	نمایش تصویر دیجیتالی	۲۱
۲-۲	خواندن تصویر	۲۳
۳-۲	نمایش تصویر	۲۵
۴-۲	ذخیره سازی تصویر	۲۷
۵-۲	کلاس‌های داده	۳۲
۶-۲	انواع تصویر	۳۲
۷-۲	تبدیل بین کلاس‌های داده	۳۳
۸-۲	اندیس‌گذاری آرایه	۳۷
۹-۲	بعضی از آرایه‌های مهم استاندارد	۴۴
۱۰-۲	معرفی برنامه نویسی با M-Function	۴۵
۷۰	خلاصه	۷۰

فصل سوم: تبدیلات شدت و فیلترینگ مکانی

۱-۳	پیشگفتار	۷۱
۲-۳	توابع تبدیل شدت	۷۲
۳-۳	توابع رسم و پردازش‌های هیستوگرام	۸۲
۴-۳	فیلترینگ مکانی	۹۵
۵-۳	فیلترهای استاندارد جعبه ابزار برای پردازش تصویر	۱۰۳
۶-۳	استفاده از تکنیک‌های فازی در تبدیلات شدت و فیلترینگ مکانی	۱۱۰
۱۳۸	خلاصه	۱۳۸

فصل چهارم: پردازش در حوزه فرکانس

۱-۴	تبدیل فوریه گسسته دو بعدی	۱۳۹
۲-۴	محاسبه و تجسم DFT دو بعدی در MATLAB	۱۴۲
۳-۴	فیلترینگ در حوزه فرکانس	۱۴۶
۴-۴	بدست آوردن فیلتر در حوزه فرکانس از فیلترهای فضایی	۱۵۲
۵-۴	فیلتر در حوزه فرکانس	۱۵۶
۶-۴	فیلترهای بالاگذر (تیز) در حوزه فرکانس	۱۶۴
۷-۴	فیلترینگ انتخابی	۱۶۸
۱۷۵	خلاصه	۱۷۵

فصل پنجم: بازیابی تصویر

۱-۵	مدل از فرایندهای تخریب و فرایند بازیابی	۱۷۸
۲-۵	مدل‌های نویز	۱۷۹
۳-۵	عملیات بازیابی از تصویر نویزی با فیلترینگ مکانی	۱۹۴
۴-۵	کاهش نویز متناوب با فیلترینگ فرکانسی	۱۹۹
۵-۵	مدل‌سازی تابع تخریب	۱۹۹
۶-۵	انجام فیلترینگ معکوس	۲۰۲
۷-۵	فیلترینگ وینر	۲۰۳
۸-۵	فیلترینگ حداقل مربعات مقید	۲۰۶
۹-۵	بازیابی غیرخطی با الگوریتم تکراری Lucy- Richardson	۲۰۸
۱۰-۵	دی کانولوشن کور	۲۱۱
۱۱-۵	بازسازی تصویر با پروجکشن‌ها	۲۱۳
	خلاصه	۲۳۳

فصل ششم: تبدیلات هندسی و ثبت تصویر

۱-۶	نقاط تبدیل	۲۳۵
۲-۶	تبدیلات آفین	۲۴۰
۳-۶	تبدیلات پروجکتیو	۲۴۳
۴-۶	اعمال تبدیلات هندسی به تصاویر	۲۴۴
۵-۶	سیستم‌های مختصاتی تصویر در MATLAB	۲۴۷
۶-۶	درونمایی تصویر	۲۵۳
۷-۶	ثبت تصویر	۲۵۸
	خلاصه	۲۶۷

فصل هفتم: پردازش تصویر رنگی

۱-۷	نمایش تصویر رنگی در MATLAB	۲۶۹
۲-۷	تبدیل به سایر مدل‌های رنگی	۲۷۷
۳-۷	مبانی پردازش تصویر رنگی	۲۹۴
۴-۷	تبدیلات رنگی	۲۹۵
۵-۷	فیلترینگ مکانی تصاویر رنگی	۳۰۵
۶-۷	کار کردن مستقیم در فضای برداری RGB	۳۰۹
	خلاصه	۳۱۷

فصل هشتم: موجک

۱-۸	پیشگفتار	۳۱۹
۲-۸	تبدیل موجک سریع	۳۲۲
۳-۸	کار با ساختمان‌های تجزیه موجک	۳۳۳
۴-۸	تبدیل معکوس موجک سریع	۳۳۴
۵-۸	موجک در پردازش تصویر	۳۴۷
	خلاصه	۳۵۲

فصل نهم: فشرده سازی تصویر

۱-۹	پیشگفتار	۳۵۴
۲-۹	افزونگی کدگذاری	۳۵۷
۳-۹	افزونگی درون پیکسلی	۳۷۵

۳۸۰	۴-۹	افزودگی روان بصری (اطلاعات نامربوط)
۳۸۲	۵-۹	فشرده‌سازی JPEG
۳۹۶	۶-۹	فشرده‌سازی ویدیو
۴۰۶		خلاصه

فصل دهم: شکل‌شناسی

۴۰۸	۱-۱۰	مبانی
۴۱۱	۲-۱۰	اتساع و سایش
۴۱۹	۳-۱۰	ترکیب سایش و اتساع
۴۳۰	۴-۱۰	برچسب‌گذاری مؤلفه‌های مرتبط
۴۳۳	۵-۱۰	بازسازی شکل‌شناسی
۴۳۶	۶-۱۰	شکل‌شناسی در تصاویر مقیاس خاکستری
۴۴۸		خلاصه

فصل یازدهم: قطعه‌بندی تصویر

۴۵۰	۱-۱۱	آشکار سازی نقطه، خط و لبه
۴۶۴	۲-۱۱	آشکار سازی خط توسط تبدیل هاف
۴۷۰	۳-۱۱	آستانه گذاری
۴۸۶	۴-۱۱	قطعه‌بندی بر ناحیه‌گرا
۴۹۵	۵-۱۱	قطعه‌بندی توسط تبدیل آب‌پخشان
۵۰۱		خلاصه

فصل دوازدهم: نمایش و توصیف

۵۰۳	۱-۱۲	مقدمه
۵۱۰	۲-۱۲	نمایش
۵۲۶	۳-۱۲	توصیف‌گرهای مرز
۵۴۱	۴-۱۲	توصیف‌گرهای ناحیه‌ای
۵۵۶	۵-۱۲	توصیف با استفاده از مؤلفه‌های اصلی
۵۶۷		خلاصه

فصل سیزدهم: شناسایی اشیاء

۵۶۹	۱-۱۳	پیشگفتار
۵۷۰	۲-۱۳	اندازه‌گذاری فاصله در MATLAB
۵۷۳	۳-۱۳	شناسایی با روش‌های مبتنی بر تئوری تصمیم‌گیری
۵۸۳	۴-۱۳	شناسایی ساختاری
۵۹۵		خلاصه

پیوست A: خلاصه توابع

۵۹۷	۱-A	توابع IPT و DIPUM
۶۰۶	۲-A	MATLAB

پیوست B: رابطه‌های گرافیکی ICE و MATLAB

۶۱۴	۱-B	ایجاد رابطه گرافیکی ICE
۶۱۶	۲-B	برنامه‌نویسی رابط ICE

مقدمه

در نسخه کنونی کتاب پردازش تصاویر دیجیتالی در MATLAB یک بازنگری کلی صورت گرفته است. در ویرایش قبلی کتاب نیز گفتیم که در پردازش تصاویر دیجیتالی به مجموعه‌ای از تصاویر نمونه نیاز است تا به کمک آن‌ها به شبیه‌سازی و تست نتایج پردازش بپردازیم. اگرچه الگوریتم‌ها بر اساس مبانی نظری نوشته می‌شود، اما اجرای الگوریتم نیاز به تخمین پارامتر، بازبینی و مقایسه بین راه‌حل‌های موجود دارد. بنابراین، انتخاب محیط نرم‌افزاری جامع و انعطاف پذیر، فاکتور کلیدی در کاهش وقت، هزینه و بدنبال آن افزایش احتمال حل شدن مسئله مورد نظر است.

جمع‌آوری اصول تئوری و پیاده‌سازی مفاهیم پردازش تصاویر دیجیتالی بصورت نرم‌افزاری، در یک کتاب درسی از اهمیت خاصی برخوردار است. اما مطالبی که در این زمینه نوشته شده باشد، به حد کافی وجود ندارد. اولین ویرایش این کتاب در سال ۲۰۰۴ نوشته شد. هدف این کتاب نیز ایجاد الگوریتم‌های پردازش تصاویر با استفاده از نرم‌افزار MATLAB در زمینه پردازش تصاویر دیجیتالی، تحلیل ریاضی و برنامه‌های کامپیوتری، در سطح تحصیلات دانشگاهی می‌باشد.

برای دسترسی به این اهداف، دو عنصر کلیدی مورد نیاز است. اولی انتخاب موضوعات اصلی آموزشی در حوزه پردازش تصاویر و دومی انتخاب ابزارهای نرم‌افزاری مناسب است که در دنیای واقعی کاربردهای گسترده‌ای داشته باشد.

در ارتباط با موضوع اول، بیشتر مفاهیم تئوری از کتاب «پردازش تصاویر دیجیتال» نوشته‌ی گنزالس و وودز و ابزارهای نرم‌افزاری نیز از جعبه ابزار پردازش تصاویر MATLAB (یا همان IPT) انتخاب شده‌اند. یکپارچه سازی مفاهیم تئوری و بیان کاربردهای نرم‌افزاری باعث شده تا این کتاب در حوزه‌های آموزشی و صنعتی از موقعیت یکسانی برخوردار باشد.

کتاب هم تراز با پردازش تصاویر دیجیتال است و خواننده می‌تواند به جزئیات بیشتری در مورد مفاهیم عملیات پردازش تصاویر دسترسی پیدا کند. به همین دلیل مطالب تئوری به اختصار آمده و بیشتر بر کاربردهای نرم‌افزاری تمرکز شده‌است. با توجه به اینکه این عملیات در محیط محاسباتی MATLAB انجام می‌شود، IPT نه تنها ابزار محاسباتی مفیدی است، بلکه در اکثر سیستم‌های عملیاتی کنونی پشتیبانی می‌شود. ویژگی بی‌نظیر دیگر کتاب، تأکید بر چگونگی ایجاد تابع جدید به منظور افزایش کاربرد MATLAB و IPT است. چرا که در حوزه‌ای مانند پردازش تصاویر نیاز به توسعه الگوریتم‌های موجود و انجام کارهای تجربی است.

بعد از معرفی توابع اصلی و برنامه نویسی در محیط MATLAB، پردازش تصاویر به عنوان موضوع کتاب دنبال می‌شود که شامل تبدیلات شدت، فیلترینگ مکانی خطی و غیر خطی، فیلترینگ در حوزه فرکانس، ثبت و بازیابی تصویر، پردازش تصویر رنگی، موجک، فشرده سازی تصویر، شکل شناسی پردازش تصویر، قطعه بندی تصویر، نمایش مرز، ناحیه و شناسایی عنصر تصویر می‌باشد. چگونگی حل مسائل پردازش تصاویر با استفاده از توابع IPT و MATLAB کامل کننده بحث است. اگر تابع مورد نیاز موجود نبود، به عنوان بخشی از آموزش کتاب، تابع جدیدی نوشته می‌شود. بیش از ۱۲۰ تابع جدید که با هدف چگونگی حل مسائل جدید پردازش تصویر ارائه شده؛ حوزه IPT را تقریباً ۴۵٪ افزایش داده‌است.

موضوعات قبل بصورت کتاب درسی ارائه شده و به همین دلیل، کتاب حالت راهنمای نرم‌افزاری ندارد. همراه با کتاب وب سایتی نیز وجود دارد که دانشجویان می‌توانند خودآموزها و مروری بر مطالب اصلی، پروژه‌ها و داده‌های تصاویر موجود در کتاب را بیابند (بخش ۱-۵). مریبان نیز در این سایت می‌توانند مطالب قابل ارائه در کلاس مثل اسلایدهای پاورپوینت تصاویر کتاب را پیدا کنند. برای افراد آشنا به پردازش تصاویر و مبانی IPT، این سایت مرجع به روز و مفیدی از تکنیک و مطالب تکمیلی جدید است. همچنین خریداران کتاب می‌توانند فایل توابع جدید نوشته شده را دانلود کنند.

سپاسگذاری

افراد زیادی در دانشگاه‌ها، صنعت و دولت همت به آماده سازی کتاب گماردند و به روش‌های مختلفی در این کار مشارکت داشته‌اند. نام این افراد در زیر آمده‌است.

Mongi A.Abidi, Peter J.Acklam, Serge Beucher, Ernesto Bribiesca, Michael W.Davidson, Courtney Esposito, Naomi Fernandes, Thomas R.Gest, Roger Heady, Brain Johonson, Lisa Kempler, Roy Lurie, Ashley Mohamed, Joseph E.Pascente, David R.Pickens, Edgardo FelipeRiveron, Micheal Robinson, Loren Shoure, Jack Sklanski, Sally Stowe, Craig Watson, Greg Wolodkin.

همچنین از سازمان‌هایی که اجازه دادند از تصاویر و مطالبشان استفاده کنیم سپاسگزاریم. کارکنان در پرنتمیس‌هال که در تولید کتاب همکاری کامل داشته‌اند سپاسگذاری ویژه می‌شود.

وب سایت کتاب

هر چند این کتاب بصورت خودآموز نوشته شده است اما در وب سایتی به آدرس

www.ImageProcessingPlace.com

می توانید در موارد زیر از آن استفاده کنید.

دانشجویان و خوانندگان علاقه مند می توانند:

- مروری بر MATLAB، آمار و احتمالات، بردارها و ماتریس ها داشته باشند.
- پروژه های کامپیوتری ساده ای را مشاهده کنند.
- خودآموزهای زیادی در مورد مطالب کتاب پیدا کنند.
- به تمامی پایگاه های داده موجود در کتاب دسترسی پیدا کنند.

اساتید نیز قادرند :

- مطالب قابل ارائه در کلاس درس بصورت پاورپوینت و
 - لینک های مفیدی به سایر منابع آموزشی پیدا کنند.
- برای افرادی که شغلی در این زمینه دارند سایت شامل موارد زیر است:

- لینک هایی به سایت های تجاری
- انتخاب مراجع جدید
- لینک هایی به پایگاه داده تصاویر صنعتی

اگرچه تلاش های زیادی برای آماده سازی کتاب صورت گرفته، اما اگر غلط تایپی در این کتاب وجود داشته باشد از طریق همین وب سایت معلوم خواهد شد.

درباره نویسندگان

Rafael C. Gonzalez

R.C. Gonzalez فارغ التحصیل رشته کارشناسی مهندسی برق از دانشگاه میامی در سال 1965 و دارنده مدارک کارشناسی ارشد و دکترای رشته مهندسی برق از دانشگاه گینس ویل فلورایدا به ترتیب در سال‌های 1967 و 1970 می‌باشد. در سال 1970 وی به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه UTK¹ پیوست، و مراتب دانشجویی (در سال 1973)، پرفسور (در سال 1978) و استاد برجسته خدمات را (در سال 1984) کسب کرد. و از سال‌های 1994 تا 1997 به عنوان رئیس دانشکده بود. در حال حاضر به عنوان پرفسور بازنشسته در رشته مهندسی برق و کامپیوتر در دانشگاه UTK مشغول به فعالیت است.

وی بنیانگذار آزمایشگاه تجزیه و تحلیل الگو و تصویر سازی و آزمایشگاه بینایی ماشین و رباتیک در دانشگاه Tennessee می‌باشد. همچنین بنیان گذار شرکت Perceptics (در سال 1982) و از سال 1992 رئیس این شرکت بوده است. شرکت perceptics با رهبری او، در پردازش تصویر، بینایی ماشین و فناوری ساخت دیسک‌های لیزری موفق گردید. در ده سال اولیه، شرکت perceptics محصولاتی معرفی کرد که شامل موارد زیر می‌باشد: اولین سیستم بینایی ماشین تجاری (برای خواندن خودکار پلاک اتومبیل‌های در حال حرکت)، یک سری از پردازنده‌های تصویر مقیاس بالا و سیستم آرشیو استفاده شده در شش سایت متفاوت تولید (در نیروی دریایی ایالات متحده برای بازرسی موتور موشک‌ها در پروژه زیردریایی Trident II)، پیشقدمی در بازار رایانه‌های پیشرفته مکینتاش و خط تولید دیسک‌های تریلیون بایت لیزری.

وی مشاور ثابت در زمینه‌های شناسایی الگوها، پردازش تصاویر و فراگیری ماشین می‌باشد. افتخارات علمی او در این زمینه‌ها عبارتند از: جایزه هیئت علمی موفقیت مهندسی از دانشگاه UTK (در سال 1977)، جایزه تحقیق دانش پژوهی ریاست دانشگاه از دانشگاه UTK (در سال 1978) جایزه پرفسورای مهندسی Magnavox (در سال 1980) و جایزه پرفسور برجسته Brooks در مقطع کارشناسی ارشد (در سال 1980). در سال 1981 وی به عنوان پرفسور شرکت IBM در دانشگاه Tennessee و متعاقباً به عنوان پرفسور برجسته در همان دانشگاه در سال 1984 انتخاب شد. همچنین وی جایزه دانش آموختگی دانشگاه میامی (در سال 1985)، جایزه دانش پژوهی Phi Kappa Phi (در سال 1986) و جایزه Tennessee's Nathan W. Dougherty برای مهندسی برتر (در سال 1992) را از آن خود کرد. افتخارات وی در انجام و اجرای صنعتی عبارتند از: جایزه مهندسی برجسته IEEE (مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک) برای توسعه تجاری در Tennessee (در سال 1987)، جایزه ملی Albert Rose برای برتری در پردازش تصاویر تجاری (در سال 1988)، جایزه B. Otto Wheeley برای برتری در انتقال فناوری (در سال 1989)، جایزه سال کارآفرینی Coopers and Lybrand (در سال 1989)، جایزه سه مهندس برتر IEEE (مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک) (در سال 1992) و جایزه انجمن ملی تصویرسازی خودکار در توسعه فناوری (در سال 1993).

دکتر Gonzalez نویسنده یا دستیار نویسنده بیش از یکصد مقاله فنی، دو کتاب تنظیم شده، و پنج کتاب در زمینه شناسایی الگوها، پردازش تصویر و رباتیک می‌باشد. کتاب‌های وی در پانصد دانشگاه و موسسات پژوهشی در سراسر جهان استفاده می‌شود. نام وی در لیست‌های با اعتبار و بین المللی Marquis Who's who in America, Marquis Who's who in engineering, Marquis Who's who in the world ثبت شده است. وی دارنده دو ثبت اختراع در ایالات متحده و کمک ویراستار ژورنال‌های علمی IEEE، انسان و فرمان‌شناسی، و مجله بین المللی علوم کامپیوتر و اطلاعات بوده است. وی عضو بسیاری از انجمن‌های حرفه‌ای از قبیل Phi Kappa Phi, Eta Kappa Nu, Sigma Xi و Tau Beta Pi و IEEE نیز می‌باشد.

1. University of Tennessee, Knoxville

Richard E. Woods

Richard E. Woods مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای خود را در رشته مهندسی برق از دانشگاه UTK اخذ نموده است. تجارب حرفه‌ای وی حاصل آموزش‌های آکادمیک سنتی، مشاوره، فعالیت‌های دولتی و کارهای صنعتی می‌باشند. وی اخیراً MedData Interactive (یک شرکت با فناوری بالا، متخصص در توسعه سیستم‌های رایان‌های برای کاربردهای پزشکی) را بنیاد نهاده است. همچنین بنیان گذار و معاون شرکت Perceptics و متصدی توسعه قسمت‌های تجزیه و تحلیل تصاویر و محصولات با قابلیت تصمیم‌گیری خودکار می‌باشد.

پیش از فعالیت در MedData و Perceptics، دکتر Woods، استادیار در رشته مهندسی برق و علوم کامپیوتر در دانشگاه Tennessee بود. قبل از این، به عنوان مهندس کاربرد کامپیوتر در شرکت Union Carbide فعالیت داشته است. به عنوان مشاور، در توسعه برخی از پردازنده‌های دیجیتال یک منظوره برای آژانس‌های فضایی و نظامی گوناگون از جمله NASA، سیستم فرمان موشک‌های بالستیک و آزمایشگاه ملی Oak Ridge شرکت نموده است.

دکتر Woods مقالات بسیاری در رابطه با پردازش سیگنال‌های دیجیتال منتشر کرده و دستیار نویسنده کتاب پردازش تصاویر دیجیتال می‌باشد. همچنین عضو چندین انجمن حرفه‌ای شامل Tau Beta, Phi Kappa Phi و IEEE است. در سال 1986 به عنوان دانش‌آموخته (فارغ التحصیل) برجسته در دانشگاه Tennessee شناخته شد.

Sreven L. Eddins

Steven L. Eddins مدیر توسعه گروه پردازش تصویر شرکت MathWorks بوده و توسعه چندین نسخه از جعبه ابزارهای پردازش تصویر شرکت را رهبری کرده است. تجارب حرفه‌ای وی ساختن نرم‌افزارها بر پایه آخرین تحقیقات در زمینه الگوریتم‌های پردازش تصاویر است که در علوم و مهندسی کاربردهای فراوانی دارد.

قبل از پیوستن به شرکت MathWorks در سال 1993، دکتر Eddins عضو هیئت علمی رشته علوم کامپیوتر و مهندسی برق در دانشگاه Illinois شیکاگو بود و در آنجا کلاس‌های سطوح ارشد در پردازش تصاویر دیجیتال، تصاویر مجازی در رایانه، الگو شناسی و طراحی فیلترها را تدریس می‌کرد و تحقیقی در حوزه فشرده سازی تصاویر انجام داده است.

دکتر Eddins دارنده مدارک کارشناسی (1986) و دکترا (1990)، در رشته مهندسی برق از مؤسسه فناوری Georgia می‌باشد و عضو انجمن IEEE نیز می‌باشد.