



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پایان نامه کارشناسی ارشد

پیدا کردن محل لندمارک‌های صورت در تصاویر رادیولوژی ارتودنسی به صورت اتوماتیک

محمود فرشباف دوستار

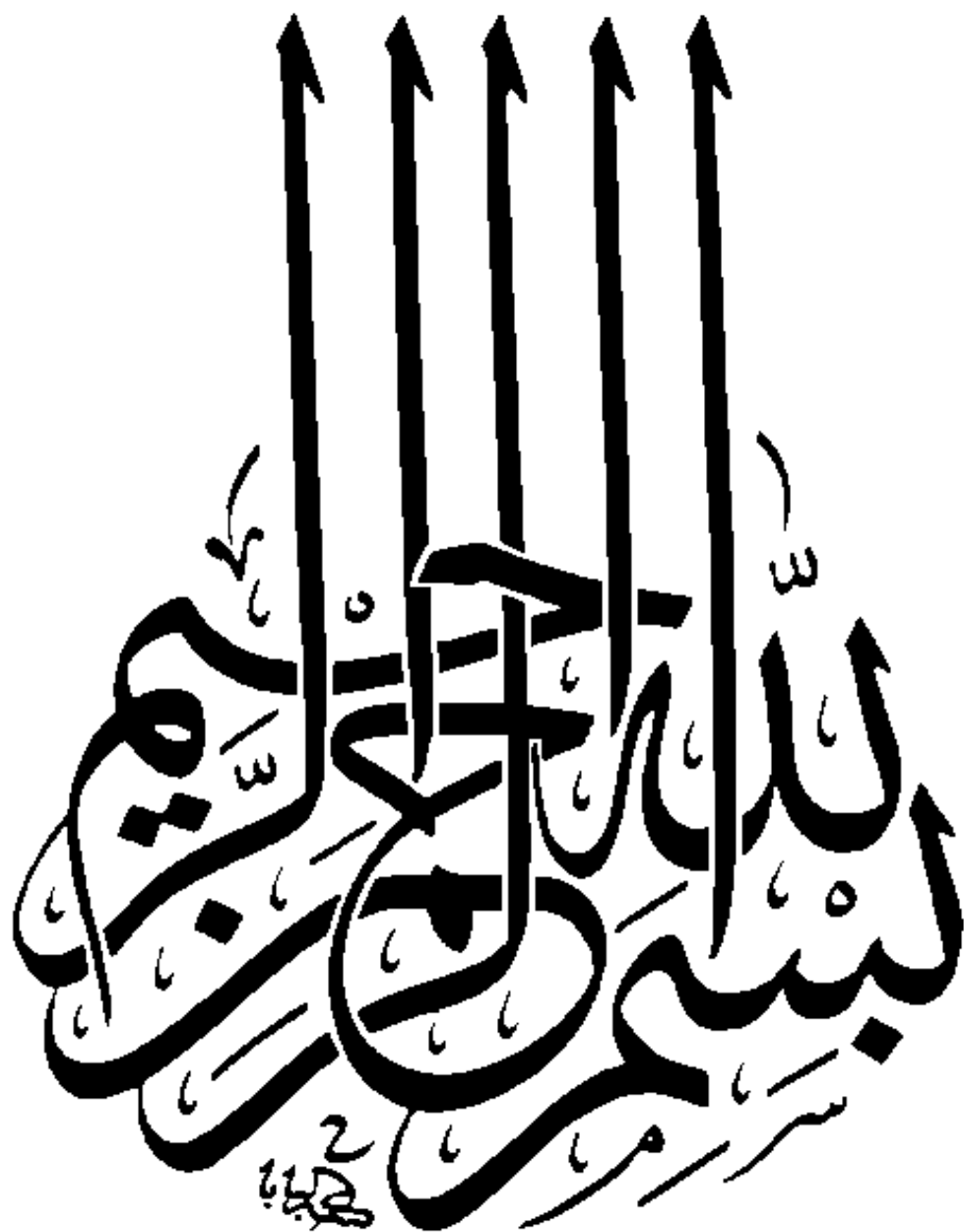
استاد راهنما:

دکتر علی اکبر پویان

استاد مشاور:

دکتر محمد فراهانی

ماه و سال انتشار: بهمن ۱۳۸۹





دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

گروه: کامپیوتر

پیدا کردن محل لندمارک‌های صورت
در تصاویر رادیولوژی ارتودنسی به صورت اتوماتیک

دانشجو: محمود فرشباف دوستار

استاد راهنما:

دکتر علی اکبر پویان

استاد مشاور:

دکتر محمد فراهانی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه ی کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار: بهمن ۱۳۸۹

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: فناوری اطلاعات و کامپیوتر

گروه: کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای

تحت عنوان :

پیدا کردن محل لندمارک های صورتدر تصاویر رادیولوژی ارتودنسی به صورت اتوماتیک

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد

ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	

اساتید داور	امضاء	نمایندگی تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	
نام و نام خانوادگی:			
نام و نام خانوادگی:			
نام و نام خانوادگی:			

تقدیم به پدر بزرگوارم:

که همواره چون کوهی استوار پشتوانه زندگی ام و حامی و مشوق من بوده و هست.

تقدیم به مادر مهربانم:

به پاس چشمان همیشه نگران و قلب سرشار از عشق و خلوصش که بی شک اسطوره محبت و فداکاری همه روزگارم است.

تقدیم به خواهر و برادر عزیزم:

که حس حضورشان همیشه شادی بخش زندگی ام بوده.

تقدیم به همسرم:

که با وجودش عشق را به زیباترین کلام برایم معنا نمود.

تقدیم به استاد ارجمند و بزرگوارم جناب آقای دکتر علی اکبر پویان:

به پاس راهنمایی های ارزنده شان و همراهی صبورانه ایشان.

تشکر و قدردانی

همچون همیشه با نامش آغاز می‌کنم و سپاس می‌گویم او را که یادش همواره آرام بخش جانهاست. خدایی که همراهی خالصانه اش را آنی از من دریغ نکرد، و اجازه داد تا از دریای بی‌کران اندیشه اش بهره‌ای ببرم.

متواضعانه ادای احترام می‌کنم به استاد عالیقدر جناب آقای دکتر پویان و سپاسگزارم از آقای دکتر فراهانی که بدون همکاری بی‌شائبه این دو عزیز، رسیدن به ذره‌ای از این مجمل امکان‌پذیر نبود. تشکر می‌کنم از پدر و مادر عزیزم که هر چه دارم، اگرچه ناچیز و اندک، از آنها و متعلق به آنهاست؛ و نیز مرهون محبت‌های خالصانه‌ی همسر هستم به پاس فراهم کردن محیط آرام کاری و فضایی مناسب تحقیق و پژوهش، و تقدیم می‌کنم این اندک را به دست‌های مهربانش.

به امید روزی که بتوانم ذره‌ای از زحمات و الطاف دوستان و همراهانی که مرا در تدوین این پروژه یاری کرده‌اند، جبران کنم.

اینجانب محمود فرش‌باف دوستار تایید می‌نمایم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه، نتیجه‌ی تحقیقات خودم می‌باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده‌ام.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد.

بهمن ۱۳۸۹

چکیده

با توجه به فراهم آمدن و در دسترس بودن سیستم‌های عکس برداری دیجیتال و الگوریتم‌های مرتبط با آنها، آنالیزهای پزشکی پیشرفت قابل توجهی داشته‌اند. علاوه بر آن، فعالیت‌های بسیاری در زمینه‌ی خودکار سازی فرآیند تشخیص در پزشکی انجام گرفته است.

یکی از این فرآیندها، آنالیز سفالومتری است که شامل تشخیص لندمارک‌های سفالومتری و آنالیز روابط خطی و زاویه ای بین آنهاست. این لندمارک‌ها در حقیقت نقاط از پیش تعیین شده ای^۱ هستند که بر روی ساختارهای استخوانی و بافت نرم قراردارند. انجام فرآیند تشخیص لندمارک ها و آنالیز روابط بین آنها به صورت دستی کاری خسته کننده است. اگرچه، نرم‌افزارهایی کامپیوتری وجود دارند که می توانند آنالیزهای مختلفی را بعد از تعیین محل لندمارک‌ها بر روی تصویر ورودی انجام دهند، ولی قادر به تشخیص خودکار محل دقیق لندمارک‌ها بر روی تصویر ورودی نمی باشند. در این نرم افزارها این مرحله بر عهده ی کاربر گذاشته می شود تا آن را به صورت دستی با ابزارهایی که برنامه در اختیارش قرار می دهد انجام دهد.

در این تحقیق، به ارائه روشی مبتنی بر تکنیک‌های پردازش تصویر و یادگیری ماشین می پردازیم که هدف از آن اتوماتیک کردن فرآیند تشخیص محل لندمارک‌ها می باشد. اگر نقاط مذکور با دقت مناسبی تعیین شوند، انجام بقیه‌ی آنالیز به راحتی امکان پذیر است.

قدم‌های مورد بررسی در این تحقیق به ترتیب زیر است: در ابتدا، از یک الگوریتم تشخیص شیء به صورت مستقل از دامنه، جهت یافتن تقریبی اولیه از موقعیت لندمارک‌ها استفاده شد. در این روش توصیف کننده ی HOG^۲ در کنار دسته بندی کننده ی SVM^۳ به کار گرفته شده است. اگرچه، با

^۱ Pre-defined

^۲ Histograms of Oriented Gradients

^۳ Support Vector Machines

استفاده از روش مذکور، توانستیم با دقتی بالای هشتاد و یک درصد تقریبی اولیه از موقعیت ۱۶ لندمارک انتخابی را به دست آوریم، ولی همچنان می توان در جهت بهبود آن گام برداشت. در قدم بعدی، جهت بهبود شاخص های انتخابی و دسته بندی کننده، تغییراتی بر روی پارامترهای آنها اعمال شد. همچنین، برخی از روش ها برای انتخاب بهترین تقریب از موقعیت لندمارک بررسی و یک ویژگی جدید برای بهبود نتایج تقریب ها معرفی شد. در قدم سوم، تلاش هایی جهت تعیین موقعیت دقیق لندمارک در اطراف نقطه ی تعیین شده در مرحله ی قبل انجام شد. در قسمت بعد، تغییراتی در جهت افزایش کارایی سیستم صورت گرفت. از جمله این تغییرات، تغییر در کرنل SVM و استفاده از روش های بهبود کیفیت تصویر قبل از محاسبه بردار ویژگی بود.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، سیستم پیشنهادی می تواند موقعیت لندمارک های چون Upper Incisor Tip و Pogonion, Porion, Sella, Menton, Gnathion را در فاصله ی کمتر از ۲ میلیمتری محل اصلی آنها با دقتی بالای ۶۵ درصد بیابد. البته باید در نظر داشت که نتیجه ی سیستم برای سایر لندمارک ها در مقایسه با سایر کارهای انجام شده در این زمینه قابل قبول بوده ولی برای استفاده عملی نیاز به بهبود دارد.

نتیجه ی اصلی رساله حاضر، این است که روش ارائه شده در آن را می توان به عنوان پایه ای برای یک سیستم خودکار استفاده کرد. در این سیستم نیاز است که پزشک تعداد کمی از خطا ها را قبل از تکمیل فرآیند آنالیز تصحیح کنند.

کلیدواژه ها: سفالومتری، پردازش تصویر، *HOG SVM*

لیست مقالات

- I. Ali A.Pouyan, M. Farshbaf," Cephalometric landmarks localization based on Histograms of Oriented Gradients," **Signal and Image Processing (ICSIP), 2010 International Conference on, IEEE, pp.1-6, Chennai, India.**
- II. M. Farshbaf, Ali A.Pouyan," Landmark Detection on Cephalometric Radiology Images through Combining Classifiers," **Iranian Conference on Biomedical, IEEE, 2010, Isfahan, Iran.**

فهرست

ط	فهرست اشکال
ع	فهرست جداول
ف	واژه نامه
ف	تعاریف
ک	اختصارات
۱	فصل ۱ مقدمه
۲	۱-۱ مقدمه
۶	۲-۱ دامنه
۷	۳-۱ روش مستقل از دامنه
۸	۴-۱ اهداف تحقیق
۹	۵-۱ موضوعات مورد بررسی
۱۰	۶-۱ سهم این تحقیق در موضوع
۱۳	فصل ۲ تاریخچه
۱۴	۱-۲ بینایی ماشین
۱۵	۱-۱-۲ بینایی ماشین در پزشکی
۱۸	۲-۲ تشخیص اشیا
۲۱	۱-۲-۲ سنجش کارایی سیستم
۲۷	۳-۲ یادگیری ماشین

۲۸	..... ۱-۳-۲ انواع مختلف یادگیری
۲۹	..... ۲-۳-۲ تقریب خطا
۳۱	..... ۴-۲ ویژگی ها
۳۲	..... ۱-۴-۲ ویژگی های سراسری و محلی
۳۴	..... ۵-۲ هیستوگرامهای گرادیان جهتی
۳۵	..... ۱-۵-۲ پارامتر های HOG
۴۰	..... ۲-۵-۲ کاربردهای HOG در بینایی ماشین
۴۳	..... SVM ۶-۲
۴۷	..... ۷-۲ تشخیص اتوماتیک لندمارک های سفالومتری
۴۷	..... ۱-۷-۲ تحقیقات انجام شده در زمینه ی تشخیص لندمارک های سفالومتری
۵۰	..... ۲-۷-۲ مروری جامع بر روش های تعیین محل لندمارک های سفالومتری
۷۴	..... فصل ۳ پایگاه داده و آماده سازی آن
۷۵	..... ۱-۳ عکس برداری سفالومتری
۷۵	..... ۱-۱-۳ سفالوگرام چیست؟
۷۶	..... ۲-۳ انتخاب مجموعه داده
۷۶	..... ۳-۳ لندمارک های استفاده شده در این تحقیق
۷۸	..... ۴-۳ پنجره ی تشخیص لندمارک
۷۹	..... ۵-۳ نمونه های مثبت و منفی
۸۰	..... فصل ۴ روش مستقل از دامنه
۸۱	..... ۱-۴ مقدمه
۸۳	..... ۲-۴ روش کار

۸۷	.....تنظیمات HOG و SVM
۹۰	.....بهبودسازی تصویر ۱-۳-۴
۹۱	.....محاسبه گرادیان ۲-۳-۴
۹۱	.....دسته بندی جهتی و مکانی ۳-۳-۴
۹۲	.....نرمال سازی و بلوک های توصیف کننده ۴-۳-۴
۹۳	.....پنجره شناسایی و محتویات آن ۵-۳-۴
۹۷	.....دسته بندی کننده ۶-۳-۴
۹۷	.....کارایی ۴-۴
۹۸	.....نتایج ۵-۴
۱۰۶	.....بررسی اثرات افزایش سرعت بر دقت سیستم ۶-۴
۱۰۶	.....انگیزه ۱-۶-۴
۱۰۹	.....خلاصه فصل ۷-۴
۱۱۲	.....فصل ۵ روش وابسته به دامنه کاربرد
۱۱۳	.....مقدمه ۱-۵
۱۱۳	.....اهداف فصل ۱-۱-۵
۱۱۴	.....روش کار ۲-۵
۱۱۵	.....بهبود پارامترهای HOG ۳-۵
۱۱۵	.....انگیزه ۱-۳-۵
۱۱۵	.....دسته بندی جهتی و مکانی ۲-۳-۵
۱۱۶	.....پنجره شناسایی و محتویات آن ۳-۳-۵
۱۱۶	.....بررسی اثر توابع ارزیابی مختلف در تعیین بهترین پنجره ها ۴-۵

۱۱۸	..... ۱-۴-۵ انتخاب پنجره با بیشترین امتیاز
۱۲۵	..... ۲-۴-۵ انتخاب پنجره با بیشترین امتیاز: نواحی غیر قطعی
۱۳۴	..... ۵-۵ استفاده از سطوح خاکستری
۱۳۴	..... ۱-۵-۵ انگیزه
۱۳۶	..... ۲-۵-۵ نتایج
۱۳۸	..... ۶-۵ خلاصه فصل
۱۴۱	..... فصل ۶ تشخیص لندمارک در مقیاس واقعی تصویر
۱۴۲	..... ۱-۶ مقدمه
۱۴۲	..... ۲-۶ اهداف فصل
۱۴۳	..... ۱-۲-۶ روش کار
۱۴۴	..... ۳-۶ تشخیص دقیق محل لندمارک
۱۴۴	..... ۱-۳-۶ انگیزه
۱۴۶	..... ۲-۳-۶ نتایج
۱۵۰	..... ۴-۶ تغییر اندازه ی پنجره ی تشخیص
۱۵۰	..... ۱-۴-۶ انگیزه
۱۵۱	..... ۲-۴-۶ نتایج
۱۵۲	..... ۵-۶ خلاصه فصل
۱۵۷	..... فصل ۷ بهبود دقت سیستم
۱۵۸	..... ۱-۷ مقدمه
۱۵۸	..... ۲-۷ اهداف فصل
۱۵۹	..... ۱-۲-۷ روش کار

۱۵۹	..... SVM تغییر کرنل
۱۵۹	..... انگیزه ۱-۳-۷
۱۵۹	..... نتایج ۲-۳-۷
۱۶۱	..... کاهش نویز و بهبود کانتراست ۴-۷
۱۶۱	..... انگیزه ۱-۴-۷
۱۶۳	..... نتایج ۲-۴-۷
۱۶۴	..... خلاصه فصل ۵-۷
۱۶۶	..... فصل ۸ نتایج
۱۶۷	..... مقدمه ۱-۸
۱۶۷	..... موضوعات بررسی شده ۲-۸
۱۷۱	..... مقایسه با کارهای انجام شده توسط سایرین ۳-۸
۱۷۱	..... پیشنهادات و کارهای آینده ۴-۸
۱۷۴	..... منابع ۹
۱۸۷	..... Abstract

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) نمونه هایی بیانگر تشخیص درست و نادرست موقعیت لندمارک Upper Incisor Ti ۹
- شکل (۱-۲) تعیین کارایی یک الگوریتم بر اساس سطح زیر نمودار ROC..... ۲۵
- شکل (۲-۲) نتایج تشخیص لندمارک A Point ۲۷
- شکل (۳-۲) گرادیان های تصویر و دسته بندی جهتی و مکانی ۳۷
- شکل (۴-۲) اعمال یک پنجره ی گوسی به هر پیکسل قبل از محاسبه ی آراء گرادیان جهتی در سلول ها ۳۸
- شکل (۵-۲) صفحه ی جدا کننده ی دو کلاسی که به صورت خطی جدایی پذیرند ۴۶
- شکل (۱-۳) محل قرارگیری لندمارک ها بر روی سفالوگرام ۷۸
- شکل (۱-۴) پیمایش تصویر توسط پنجره ی ورودی ۸۲
- شکل (۲-۴) محل لندمارک بر روی پنجره ی تصویر ۸۳
- شکل (۳-۴) ساختن مشخصه های HOG ۸۴
- شکل (۴-۴) متدولوژی تعیین محل اولیه لندمارک با استفاده از HOG و SVM ۸۵
- شکل (۵-۴) تصویر سفالوگرام ۹۰
- شکل (۶-۴) محل لندمارک ها ۹۳
- شکل (۷-۴) محل نقطه ی لندمارک در پنجره ی حاوی آن ۹۵
- شکل (۸-۴) پنجره های شناسایی شده توسط کلاس بندی کننده ی SVM ۹۸
- شکل (۹-۴) پنجره های شناسایی شده در تصاویر کوچک شده ۱۰۱
- شکل (۱۰-۴) نمودار های DET برای لندمارک های انتخابی در فصل ۴ ۱۰۵
- شکل (۱۱-۴) نقاط ارزیابی شده در تصویر ۱۰۷
- شکل (۱-۵) روش به کار رفته در فصل ۵ ۱۱۶

- شکل (۲-۵) تاثیر تغییر بازه های گرادیان جهتی در کارایی سیستم ۱۱۷
- شکل (۳-۵) تاثیر تغییر بازه های گرادیان جهتی در کارایی سیستم ۱۱۷
- شکل (۴-۵) تاثیر تغییر اندازه ی پنجره ی شناسایی در کارایی سیستم..... ۱۱۷
- شکل (۵-۵) تشخیص های درست مبتنی بر روش انتخاب پنجره با بیشترین امتیاز..... ۱۲۲
- شکل (۶-۵) تشخیص های نادرست لندمارک Sella ۱۲۳
- شکل (۷-۵) تشخیص های نادرست لندمارک Upper Incisor Tip ۱۲۴
- شکل (۸-۵) تشخیص های نادرست لندمارک Gnathion ۱۲۵
- شکل (۹-۵) تشخیص نادرست پنجره ها با روش انتخاب پنجره با بیشترین امتیاز..... ۱۲۷
- شکل (۱۰-۵) امتیازات داده شده به پنجره ها..... ۱۲۹
- شکل (۱۱-۵) توزیع احتمالاتی امتیازات مثبت و منفی داده شده به پنجره ها..... ۱۳۰
- شکل (۱۲-۵) پنجره های تشخیص داده شده پس از اعمال روش نواحی عدم قطعی..... ۱۳۳
- شکل (۱-۶) نمودار روش ارائه شده برای یافتن محل دقیق لندمارک ها در مقیاس واقعی تصویر . ۱۴۳
- شکل (۲-۶) برخی از نتایج تشخیص موقعیت لندمارک ها بر روی تصویر اصلی..... ۱۴۹
- شکل (۳-۶) برخی از نتایج تشخیص لندمارک در مقیاس واقعی تصویر ۱۵۳
- شکل (۱-۷) گرادیان تصویر اطراف لندمارک ۱۶۲

فهرست جداول

- جدول (۱-۲) ماتریس تداخل رابطه ی بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده ۲۳
- جدول (۱-۳) لندمارک های استفاده شده در این تحقیق و تعارف آنها ۷۷
- جدول (۱-۴) لندمارک های استفاده شده فصل ۴ ۹۶
- جدول (۲-۴) نرخ شناسایی درست و غلط برای لندمارک های انتخاب شده در فصل ۴ ۱۰۰
- جدول (۳-۴) مقایسه ی دقت شناسایی برای ارزیابی هر پیکسل تصویر یا ارزیابی پیکسل ها به صورت یک درمیان ۱۰۸
- جدول (۱-۵) نرخ شناسایی در فاصله های مختلف تا محل اصلی لندمارک ۱۱۹
- جدول (۲-۵) نتایج تشخیص روش مبتنی بر بیشترین امتیاز برای تعیین تقریبی از محل اولیه ی لندمارک ۱۲۰
- جدول (۳-۵) نتایج اعمال روش نواحی عدم قطعی برای پیدا کردن لندمارک A Point ۱۳۲
- جدول (۴-۵) نرخ شناسایی درست و نادرست به وسیله ی روش عدم قطعیت و آستانه گیری برای لندمارک A Point ۱۳۴
- جدول (۵-۵) نتایج حاصل از اضافه کردن پروفایل سطح خاکستری به سیستم برای لندمارک A Point ۱۳۸
- جدول (۶-۵) نتایج حاصل از اضافه کردن پروفایل سطح خاکستری به سیستم برای سه لندمارک Upper Incisor Tip و Gnathion, Sella ۱۳۸
- جدول (۱-۶) نتایج یافتن لندمارک در مقیاس واقعی تصویر، اندازه ی پنجره ی تشخیص ۳۲×۳۲ و گام های حرکت پنجره ۲ پیکسل است. ۱۴۷
- جدول (۲-۶) نتایج یافتن لندمارک در مقیاس واقعی تصویر، اندازه ی پنجره ی تشخیص ۳۲×۳۲ و گام های حرکت پنجره ۱ پیکسل است. ۱۴۸

- جدول (۳-۶) نتایج آخرین تحقیقات در این زمینه بر روی همین مجموعه داده ۱۴۸
- جدول (۴-۶) نتایج حاصل از استفاده پنجره تشخیص به ابعاد 80×80 پیکسل. گام های حرکت پنجره ۲ پیکسل است. ۱۵۱
- جدول (۱-۷) تاثیر تغییر نوع کرنل SVM در کارایی سیستم برای یافتن لندمارک ANS ۱۶۰
- جدول (۲-۷) نتایج حاصل از روش ارائه شده در بخش ۳-۷ با تغییر کرنل SVM به RBF با مقدار گامای ۰/۵ ۱۶۰
- جدول (۱-۸) نتایج سایر تحقیقات بر روی همین مجموعه داده ۱۷۲

واژه نامه

تعاریف

مفاهیم زیر به طور رایج در این تحقیق استفاده شده و برای کمک به خواننده در این قسمت آورده شده اند.

بردار ویژگی: برداری که شامل ویژگی های محاسبه شده از محتویات پنجره ی ورودی است.

پنجره ی تشخیص: پنجره ای با ابعاد از پیش تعیین شده برای هر لندمارک که برای محاسبه ی شاخصها به کار می رود. این پنجره بر روی هر موقعیت از تصویر حرکت کرده و بردار ویژگی ها از محتویات این پنجره تشکیل می شود.

پنجره ی لندمارک: به تعریف "پنجره ی تشخیص" رجوع شود.

پنجره ی متحرک: پنجره ی تشخیصی که بر روی نقاط مختلف ناحیه ی مورد نظر حرکت می کند و ویژگی ها از محتویات این پنجره محاسبه شده و برای تشخیص لندمارک به کار میروند.

پنجره ی ورودی: به تعریف "پنجره ی تشخیص" رجوع شود.

دقت تشخیص: برآوردی از توانایی یک روش در تعیین محل دقیق یک لندمارک است. میزان این دقت بر اساس فاصله بین محل تعیین شده برای لندمارک و محل واقعی آن سنجیده می شود. این فاصله بر حسب پیکسل یا میلیمتر اندازه گیری می شود.

سفالوگرام: یک تصویر اشعه ایکس از سر، شامل فک، که به صورت تکامل از نیمرخ گرفته شده و برای انجام اندازه گیری های جمجمه به کار می رود.

ویژگی ها: در این تحقیق، ویژگی ها مشخصاتی متمایز کننده از لندمارک هایی هستند که قرار است تشخیص داده شوند یا نتیجه ی حاصل از اعمال یک عملگر بر روی ناحیه ای است که لندمارک در آن قرار دارد.