بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

تشخیص آتش در محیط‌های باز با استفاده از دنباله‌های ویدئویی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- هوش مصنوعی

مائده جمالی

استاد راهنما

دکتر شادرخ سماوی

۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی خانم مائده جمالی

تحت عنوان

تشخیص آتش در محیط‌های باز با استفاده از دنباله‌های ویدئویی

درتاریخ ۱۳۹۲/۶/۲۴ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه: دکتر شادرخ سماوی

۲- استاد مشاور: دکتر نادر کریمی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر مسعود عمومی

خدای بزرگ را شاکرم که در این وانفسای زندگی پیوسته همراه و همیار من بوده و هست و اگر موفقیتی حاصل شده، برگرفته از خواست و اراده ی اوست.

همواره زبان من قاصر از قدردانی زحمات بی شائبه ی پدر و مادر عزیزم است؛ امّا شاید فرصت خوبی باشد که در این مجال بدست آمده از خانواده ی گرانقدرم تشکر نمایم که هیچگاه توانستم آنگونه که شایسته ی آن هاست قدردان زحماتشان باشم.

از استاد عزیز و گرانقدرم جناب آقای دکتر سماوی سپاسگذارم که در سایه ی صبر و شکیبایی، پیوسته این جانب را راهنمایی فرموده و همواره روشنگر مسیر برای ایجانب بودند و ادامه ی راه را بر من سهل نمودند.

همچنین از تمامی دوستانم در آزمایشگاه طراحی سخت افزار تشکر می کنم که ایجانب را از راهنمایی ها و تجربه های ارزشمند خویش در تهیه ی این پایان نامه بهره مند ساختند.

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به :

خانواده ی عزیزم

به پاس تمامی حمایت ها و دلگرمی هایشان

فهرست مطالب

عنوان

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست شکل‌ها ..... ده
فهرست جداول ..... دوازده
چکیده ۱
فصل اول: مقدمه ۲
۱-۱ شرح مسأله ۲
۱-۱-۱ روش‌های حسگرمبنا ۳
۱-۱-۲ روش‌های مبتنی بر اطلاعات بصری ۴
۱-۲ روش حل مسئله ۵
۱-۳ ساختار پایان نامه ۶
فصل دوم:مرور روشهای قبلی ۷
۲-۱ تشخیص آتش مبتنی بر حسگر ۷
۲-۲ تشخیص آتش مبتنی بر دوربین ۱۰
۲-۲-۱ ویژگی‌های مکانی ۱۲
۲-۲-۲ ویژگی‌های زمانی ۱۸
۲-۲-۳ تحلیل نواحی استخراج شده بر اساس ویژگی‌های حاصل ۲۱
۲-۳ نتیجه گیری ۲۱
فصل سوم: استخراج ویژگی از تصاویر رنگی ۲۳
۳-۱ انواع فضاهای رنگ ۲۴
۳-۱-۱ فضای رنگ RGB ۲۴
۳-۱-۲ فضای رنگ YCbCr ۲۵
۳-۱-۳ فضای رنگ Lab ۲۶
۳-۱-۴ فضای رنگ HSV ۲۸
۳-۲ تشخیص حرکت ۳۱
۳-۲-۱ میانگین گاوسی پیش‌رونده ۳۱
۳-۲-۲ میانگین پیش‌رونده‌ی بهبودیافته ۳۲
۳-۲-۳ فیلتر میانه زمانی ۳۲
۳-۲-۴ ترکیب توابع گاوسی ۳۲
۳-۲-۵ تخمین چگالی کرنل ۳۴
۳-۲-۶ همرخدادی تغییرات تصویر ۳۵
۳-۲-۷ پس‌زمینه ویژه ۳۶

۳-۲-۸ مقایسه‌ی کارایی روش‌ها ۳۶
۳-۳ استخراج بافت در تصاویر دوبعدی و ویدئو ۳۷
۳-۳-۱ الگوی دودویی محلی ۳۷
۳-۴ تشخیص مناطق برجسته ۴۰
۳-۵ جمع‌بندی ۴۱
فصل چهارم: الگوریتم‌های پیشنهادی تشخیص آتش در تصاویر ویدئویی ۴۳
۴-۱ مجموعه داده ی مورد آزمایش ۴۳
۴-۲ روش پیشنهادی اول ۴۶
٤-۲-۱ تشخیص نواحی متحرک ۴۶
٤-۲-۲ مدل رنگ ترکیبی ۵۰
٤-۲-۳ استخراج مدل رنگ با SVM ۵۳
٤-۲-٤ تشخیص آتش مبتنی بر مدلهای رنگ ۵۷
۴-۲-۵ اعتبارسنجی سیستم ۵۸
۴-۳ روش پیشنهادی دوم ۶۲
۴-۳-۱ تشخیص برجستگی ۶۳
٤-۳-۲ استخراج نواحی محتمل آتش با استفاده از روش تشخیص برجستگی مبتنی بر گراف ۶۹
۴-۳-۳ مدل رنگ پیشنهادی در فضای HSV ۷۴
۴-۳-۴ تشخیص آتش بر اساس ویژگی بافت در بلوک‌های سه بعدی ۷۷
۴-۳-۵ اعتبارسنجی سیستم ۸۵
۴-۳-۶ نتیجه‌گیری ۹۲
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها ۹۵
۵-۱ نتیجه گیری ۹۵
۵-۲ پیشنهادها ۹۸
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی به ترتیب الفبای انگلیسی ۹۹
مراجع ۱۰۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- حسگر چند منظوره. ۱۰
شکل ۲-۲- نمایش آتش در کانال‌های مختلف فضای رنگ YCbCr (الف) تصویر اصلی ۱٤
شکل ۲-۳- مدل رنگ در فضای RGB (الف) نمونه‌ای ساده از ابر رنگ آتش در فضای RGB ۱٦
شکل ۲-٤- بررسی مساحت ناحیه‌ی آتش طی فریم‌های متوالی. ۱۷
شکل ۲-۵- بانک فیلتر دو مرحله‌ای [۷]. ۲۱
شکل ۳-۱- مکعب رنگ در فضای رنگ RGB [۲۵] ۲۵
شکل ۳-۲- نمایش استوانه‌ای و مخروطی فضای HSV [۲۵]. ۲۸
شکل ۳-۳- دیسک فام[۲۵] . ۲۹
شکل ۳-٤- محاسبه‌ی LBP در یک همسایگی ۳×۳اطراف پیکسل مرکزی ۳۸
شکل ۳-۵- چگونگی عملکرد توصیفگر LBP (الف) تصویر اصلی. ۳۸
شکل ٤-۱- نمونه هایی از تصاویر ویدئویی در[۳۱] ٤٤
شکل ٤-۲- نمونه‌هایی از ویدئوهای آتش و غیر آتش (الف) نمونه‌هایی از ویدئوهای موجود در[۳۲] ٤۵
شکل ٤-۳- چارچوب کلی چگونگی عملکرد روش پیشنهادی FDMC. ٤۷
شکل ٤-٤- خروجی حاصل از روشهای تشخیص بخشهای متحرک تصویر (الف) تصویر اصلی. ٤۹
شکل ٤-۵- خروجی حاصل از اعمال روش تشخیص حرکت و مورفولوژی (الف) تصویر اصلی. ۵۰
شکل ٤-٦- تصویر آتش (الف) نمایش تصویر در فضای رنگ RGB ۵۱
شکل ٤-۷- تصویر آتش (الف) نمایش تصویر در فضای رنگ RGB ۵۱
شکل ٤-۸- هیستوگرام مقادیر پیکسلهای آتش در کانالهای فضای رنگ YCbCr (الف) کانال Y ۵۳
شکل ٤-۹- نمودار normal plot مربوط به پیکسلهای آتش در کانالهای Y، Cb و Cr به ترتیب از بالا به پایین. ۵٤
شکل ٤-۱۰- خروجی حاصل از اعمال مدل ترکیبی بر روی بخشهای متحرک تصویر (الف) تصویر اصلی ۵۵
شکل ٤-۱۱- ماسک دودویی حاصل از مدل رنگ مبتنی بر یادگیری (الف) تصویر اصلی (ب) ماسک دودویی. ۵۹
شکل ٤-۱۲- مقادیر حساسیت، خاصیت و دقت برای ویدئوهای مختلف. ٦۰
شکل ٤-۱۳- فریمهایی از آتش و خروجی حاصل از دو مدل و ترکیب آنها (الف) تصویر اصلی ٦۱
شکل ٤-۱٤- مقایسهی روش پیشنهادی با روشهای ارائه شده در[۵] و [۷] ٦۲
شکل ٤-۱۵- چارچوب کلی روش پیشنهادی SFCLBP-TOP ٦٤
شکل ٤-۱٦- خروجی روشهای گوناگون تشخیص برجستگی بر روی فریمهای محتوی آتش (الف) تصویر اصلی ٦٦
شکل ٤-۱۷- خروجی حاصل از سگمنتبندی با استفاده از روش SLIC ٦٦
شکل ٤-۱۸- مدل مبتنی بر گراف تصویر[۳۳]. ٦٦
شکل ٤-۱۹- خروجی حاصل از روش بخش‌بندی پیشنهادی و روش ارائه شده در [۳۳] (الف) تصویر اصلی ۷۳
شکل ٤-۲۰- خروجی حاصل از گسترش ناحیه بر روی ماسک دودویی حاصل از الگوریتم تشخیص برجستگی ۷٦
شکل ٤-۲۱- توزیع پیکسل‌های آتش در فضای رنگ HSV ۷۷
شکل ٤-۲۲- ماسک حاصل از مدل رنگ در فضای HSV (الف) تصویر اصلی ۷۸

شکل ٤-٢٣- محاسبه‌ی کد LBP از سه صفحه‌ی عمود بر هم و الحاق آن‌ها برای استخراج یک هیستوگرام واحد..... ۸۲
شکل ٤-٢٤- محاسبه‌ی LBP-TOP در ویدئوی آتش (الف) فریم‌های ویدئویی و تفکیک سه صفحه‌ی عمود بر هم..... ۸۳
شکل ٤-٢٥- مقایسه کارایی تشخیص آتش در ویدئوهای آتش با استفاده از روش پیشنهادی[۷] و [۱۳]..... ۹۱
شکل ٤-٢٦- مقایسه کارایی تشخیص آتش در ویدئوهای غیر آتش با استفاده از روش پیشنهادی[۷] و [۱۳]..... ۹۲
شکل ٤-٢٧- خروجی روش پیشنهادی بر روی ویدئوهای آتش (الف) تصویر اصلی ۹۳
شکل ٤-٢٨ خروجی روش پیشنهادی بر روی ویدئوهای غیر آتش (الف) تصویر اصلی ۹٤

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱- مقایسه‌ی کارایی روش‌های تخمین پس‌زمینه[۲۶] ۳۷
جدول ٤-۱ مقایسه‌ی زمان تشخیص روش‌های GMM، میانگین گاوسی پیش‌رونده و میانگین گاوسی پیش‌رونده بهبودیافته..... ٤۸
جدول ٤-۲ مقادیر میانگین و انحراف معیار مربوط به کانالهای رنگی در فضای YCbCr..... ۵۲
جدول٤-۳- نتایج اعتبارسنجی متقاطع روی نمونه‌های آموزشی..... ۵۸
جدول ٤-٤- نتایج عملکرد سیستم بر روی ویدئوهای موجود در[۳۱]..... ٦۱
جدول ٤-۵- ویدئوهای استفاده شده برای مقایسه ٦۱
جدول ٤-٦- نتایج اعتبارسنجی متقاطع روی نمونه‌های آموزشی..... ۸٤
جدول ٤-۷- خروجی نرخ تشخیص آتش با در نظر گرفتن بلوک‌های سه بعدی با اندازه‌های مختلف ۸٦
جدول ٤-۸- مقایسه‌ی زمان محاسباتی VLBP و LBP-TOP برای یک بلوک ۱٦×۱٦×۳۰..... ۸۷
جدول ٤-۹- خروجی نرخ تشخیص آتش با در نظر گرفتن بلوک‌های سه بعدی در روش VLBP و LBP-TOP. ۸۷
جدول ٤-۱۰- خروجی نرخ تشخیص آتش با استفاده از ترکیب‌های مختلف هیستوگرام‌های LBP-TOP ۸۹
جدول ٤-۱۱- نتایج عملکرد روش پیشنهادی SFCLBP-TOP بر روی ویدئوهای آتش..... ۹۰
جدول ٤-۱۲- ویژگی ویدئوهای آتش. ۹۰
جدول ٤-۱۳- ویژگی ویدئوهای غیر آتش. ۹۱
جدول ٤-۱٤- معرفی اجمالی روش‌های تشخیص آتش ارائه شده ۹٤

چکیده

با توجه به گسترش صنایع و زندگی شهرنشینی، وجود روش‌های هشداررسانی نیازی ضروری در زندگی امروزی محسوب می‌شود. در میان سیستم‌های هشدار رسانی سیستم‌های تشخیص آتش با توجه به قابلیت گسترش سریع و قدرت تخریب بالای آتش در یک منطقه، از اهمیت بالایی برخوردار هستند. در حال حاضر موسسات بسیاری سعی در توسعه‌ی روش‌هایی کارآمد برای تشخیص اولیه‌ی آتش دارند، به طوری که بتوان عملیات لازم را در زمان مناسب برای پیشگیری از حوادث بعدی انجام داد. معمولاً در روش‌های سنتی برای تشخیص آتش از نیروی انسانی به منظور دیده‌بانی استفاده می‌شده است، امّا این روش‌ها پر هزینه بوده و در برخی کاربردها کارایی مناسبی نداشتند. استفاده از حسگرهای آتش نیز از روش‌های کنونی برای تشخیص دود یا آتش هستند؛ امّا به دلیل برد تشخیص محدود در این حسگرها معمولاً عملکرد مناسبی در محیط‌های باز و وسیع ندارند. در صورت توزیع متراکم در محیط باز نیز از نظر اقتصادی عملی نبوده و همچنین نرخ خطای آن بسیار زیاد خواهد بود. پیشرفت تکنولوژی و پیدایش دوربین‌های دیجیتال منجر به معرفی نسل جدیدی از سیستم‌های تشخیص آتش گردید. تشخیص آتش مبتنی بر اطلاعات بصری روش جدیدی است که غالباً می‌تواند کاستی‌های روش‌های ذکر شده را جبران نماید. هدف از این روش طراحی سیستم‌هایی است که توانایی تشخیص خودکار آتش را در منطقه‌ی تحت پوشش خود داشته باشند. وجود سیستمی با چنین قابلیتی خطای انسانی را کاهش داده و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه خواهد بود. در این روش دوربین عنصری اصلی در سیستم محسوب می‌شود که توانایی پوشش منطقه‌ای وسیع را دارا بوده و می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد اندازه، سرعت پیشرفت و مکان آتش فراهم سازد. هدف اصلی در سیستم‌های تشخیص آتش، طراحی سیستمی با قدرت تشخیص بالا، نرخ خطای کم و زمان تشخیص منطقی است. تشخیص آتش در دنباله‌های ویدئویی نیازمند پردازش اطلاعات موجود در ویدئو به منظور آگاهی از وجود یا عدم وجود آتش در آن است. استخراج ویژگی‌های مناسب با قدرت تفکیک بالا از ملزومات طراحی یک سیستم تشخیص آتش مبتنی بر اطلاعات بصری است. بر همین اساس روش‌های گوناگونی برای استخراج اطلاعات بصری و تشخیص نواحی آتش ارائه شده است. هدف از این پایان‌نامه نیز ارائه‌ی روشی کارامد برای تشخیص آتش در تصاویر ویدئویی در محیط‌های باز است. در روش پیشنهادی اول از ویژگی‌های حرکت و رنگ با توجه به پویایی و حدود رنگ مشخص آتش استفاده شده است. به منظور ارائه‌ی مدلی عام‌تر به گونه‌ای که امکان استفاده از آن در حالت‌های مختلف مانند دوربین متحرک و ثابت وجود داشته باشد، روش پیشنهادی دوم ارائه شده است. در این روش از تشخیص برجستگی به عنوان یک ویژگی جدید برای تفکیک نواحی مهم تصویر استفاده شده است. همچنین بررسی بافت آتش در حوزه‌ی زمان از دیگر ویژگی‌های روش پیشنهادی است که موجب افزایش دقت آن گشته است.

کلمات کلیدی: ۱- تشخیص آتش در ویدئو ۲- اطلاعات بصری ۳-فضای رنگ ۴- تشخیص حرکت ۵- تشخیص برجستگی ۶- توصیفگر بافت سه بعدی

فصل اول
مقدمه

افزایش مناطق صنعتی و مسکونی در دهه‌های اخیر، نیاز به روش‌های کمک رسانی سریع در مواقع اضطراری را الزامی می‌کند. آتش‌سوزی به عنوان یکی از حوادث خطرساز، ازجمله مواردی است که نیازمند پیگیری به موقع برای جلوگیری از خطرات ناشی از گسترش آن است. سیستم‌های تشخیص آتش یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم‌های دیده‌بانی محسوب می‌شوند که می‌توان از آن به منظور دیده‌بانی ساختمان‌ها و محیط اطراف برای تشخیص اولیه‌ی آتش استفاده کرد. ارائه‌ی روشی کارامد از جمله مواردی است که می‌تواند در تشخیص به موقع و صحیح آتش در یک منطقه کمک کند. در ادامه به شرح مساله و روش‌های پیشنهادی پرداخته می‌شود و در انتها نیز بخش‌های مختلف پایان‌نامه معرفی می‌گردند.

۱-۱ شرح مسأله

امروزه با توجه به گسترش صنایع و زندگی شهرنشینی ، وجود روش‌های دیده‌بانی[1] و هشداررسانی از اهمیت بالایی برخوردار هستند. هشداررسانی اولیه در مواقع بحرانی می‌تواند نقش بسزایی در جلوگیری از پیشرفت و عواقب

---

[1] Monitoring

ناشی از آن داشته باشد. بر همین اساس طی چند دهه‌ی اخیر تحلیل وطراحی سیستم‌های دیده‌بانی و هشداررسانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این میان بررسی رویدادهای محیط بیرونی مانند بررسی وضعیت ترافیک، دیده‌بانی، بررسی حیات وحش موجود در یک منطقه حفاظت شده و ... از اهمیت بالایی برخوردار هستند. آتش‌سوزی به عنوان یکی از حوادث خطرساز از جمله مواردی است که هشدار رسانی به موقع می‌تواند از عواقب ناشی از گسترش آن جلوگیری نماید. با توجه به اهمیت این حادثه و قدرت تخریب بالا در صورت گسترش در یک منطقه، تحقیقات وسیعی در این زمینه توسط محققان صورت گرفته است. نتیجه‌ی این تحقیقات طراحی سیستم‌های هشداررسانی گوناگون است که در محیط‌های مختلف می‌تواند استفاده شود. در حالت کلی روش‌های تشخیص آتش را می‌توان در دو دسته کلی حسگر مبنا و مبتنی بر دوربین دسته بندی کرد که در ادامه به طورمختصر شرح داده می‌شود.

۱-۱-۱ روش‌های حسگرمبنا

در گذشته برای تشخیص آتش از نیروی انسانی به منظور دیده‌بانی مناطق باز مانند جنگل‌ها استفاده می‌شد. اما این روش هزینه بر بود و امکان تشخیص بلادرنگ نیز وجود نداشت. به همین دلیل طی چند دهه‌ی اخیر با پیشرفت تکنولوژی، سعی در جایگزین کردن این روش با شیوه‌های جدید شد به طوری که بتوان این کار را به صورت مکانیزه و با نظارت انسان انجام داد . از رایج‌ترین روش‌ها استفاده از حسگر بود که بر اساس نورسنجی و یا یونیزاسیون، وجود آتش را تشخیص می‌دادند. در حال حاضر نیز بیشتر سیستم‌های موجود از حسگرها استفاده می‌کنند. علی رغم این که این روش در ابتدا با اقبال عمومی روبرو گردید اما در محیط‌های باز مانند جنگل‌ها، تونل‌ها، نیروگاه‌ها و ... مناسب نیست. این روش نیازمند توزیع متراکم حسگرها در محیط موردنظر برای دستیابی به دقت بالاتر است. همچنین حسگر زمانی آتش را شناساییی خواهد کرد که ویژگی مرتبط با آتش در آن تحریک شده باشد و این مستلزم قرار گرفتن آتش در برد تشخیص حسگر است. بنابراین روش‌های حسگر مبنا قادر به شناسایی آتش در خارج از برد تشخیص خود نیستند. برای رفع این مشکل و پوشش کامل مناطق وسیع در فضای آزاد، باید تعداد زیادی حسگر در فواصل نزدیک به منطقه‌ی مورد بررسی توزیع گردند. این کار در عمل و از لحاظ اقتصادی امکان‌پذیر نیست. از دیگر مشکلات استفاده از روش‌های حسگر مبنا در محیط‌های باز می‌توان به نرخ تشخیص اشتباه در آن‌ها اشاره کرد. معمولاً این حسگرها بسیار حساس بوده و با تغییرات کوچک نیز هشدار می‌دهند که می‌تواند نرخ تشخیص اشتباه را در آن‌ها افزایش دهد. همچنین این روش‌ها هیچگونه اطلاعاتی درباره‌ی اندازه‌ی آتش و یا سرعت پیشرفت آن ارائه نمی‌کنند. از دیگر ویژگی‌های آتش می‌توان به رشد سریع آن اشاره کرد به طوری که در مدت زمانی کوتاه می‌تواند منطقه‌ی وسیعی را پوشش دهد. بنابراین تشخیص اولیه و به موقع می‌تواند

در پیشگیری از گسترش آن موثر باشد. اگرچه این روش در محیط‌های بسته مانند ساختمان‌ها می‌تواند عملکرد مناسبی داشته باشد اما با توجه به مطالب گفته شده نمی‌تواند تشخیصی بلادرنگ را در محیط‌های باز فراهم سازد. برای رفع این مشکل در سال‌های اخیر روش‌های مبتنی بر اطلاعات بصری [1]مطرح گردید که در ادامه شرح داده می‌شود.

۱-۱-۲ روش‌های مبتنی بر اطلاعات بصری

پیشرفت سریع تکنولوژی در زمینه‌ی دوربین‌های دیجیتال و تکنیک‌های پردازش ویدئو، تمایل زیادی به جایگزینی روش‌های مرسوم تشخیص آتش با تکنیک‌های مبتنی بر اطلاعات بصری ایجاد کرده است. در این روش برای کنترل محیط، استفاده از دوربین جایگزین حسگر گردید. با توجه به این که دوربین‌ها توانایی دیده بانی ناحیه‌ای وسیع را دارند، در نتیجه نیاز به توزیع متراکم دوربین در منطقه نخواهد بود و می‌توان با هزینه‌ای کم منطقه‌ای گسترده را پوشش داد. از دیگر مزایای این روش عدم نیاز به ایجاد زیرساخت‌هاست. معمولاً این سیستم‌ها از دوربین‌های CCD استفاده می‌کنند که در بیشتر مکان‌ها برای مقاصد دیده‌بانی نصب گردیده است. همچنین در این روش زمان تشخیص دود و یا آتش سریع‌تر است، زیرا در دوربین نیازی به انتشار دود و یا گرما نیست. در مورد هشدارهای اشتباه نیز مسئول مربوطه با بازبینی ویدئو می‌تواند وضعیت را بررسی نماید و بر خلاف روش‌های حسگر مبنا نیازی به حضور فرد در محل نیست.

در این روش، هدف ایجاد سیستمی هشداردهنده است که به صورت خودکار و بلادرنگ بتواند وجود آتش را در منطقه‌ی تحت پوشش خود شناسایی کند. بخش اصلی در این روش طراحی الگوریتمی کارآمد است به طوری که بتواند از اطلاعات موجود در ویدئو به خوبی استفاده کرده و تشخیصی صحیح و در عین حال سریع داشته باشد.

امروزه با گسترش دوربین‌های دیجیتال و افزایش قدرت پردازش ویدئو، استفاده از روش های مبتنی بر بینایی کامپیوتر در زمینه‌ی تشخیص آتش افزایش یافته است. مطرح شدن مفاهیمی مانند بافت‌های پویا از جمله مواردی هستند که در زمینه‌ی بررسی پویایی و حرکت در ویدئو طی سال‌های اخیر مطرح گردیده است. کارایی روش تشخیص آتش وابسته به دسته‌بندی پیکسل‌های آتش است زیرا این نواحی نقاط کلیدی برای عملکرد سیستم در مراحل بعدی هستند. بنابراین دسته‌بندی پیکسل‌های آتش نیازمند نرخ تشخیص بالا و میزان هشدارهای اشتباه پایین است. به دلیل متفاوت بودن شرایط محیطی در مکان‌های مختلف مانند جنگل‌ها، تونل‌ها، کشتی‌ها و...، روش‌های

---

[1] Vision-based

تشخیص آتش گوناگونی برای هر منظور وجود دارد. امّا در کلیه‌ی این روش‌ها استخراج پیکسل‌های آتش یک مرحله‌ی اساسی محسوب می‌شود. برای این منظور معمولاً بررسی ویژگی رنگ می‌تواند راهگشا باشد. همچنین در کنار ویژگی‌های رنگ، تشخیص بخش‌های متحرک در تصاویر ویدئویی نیز در بسیاری از الگوریتم‌های ارائه شده، استفاده شده است. دلیل استخراج بخش‌های متحرک را می‌توان پویایی و تحرک آتش در ویدئو دانست. ترکیب ویژگی‌های مختلف در فرآیند تشخیص آتش استفاده می‌شود.

۱-۲ روش حل مسئله

در این پایان‌نامه به منظور تشخیص آتش در محیط‌های باز با استفاده از دنباله‌های ویدئویی، ویژگی‌های گوناگون آتش مانند رنگ، حرکت و بافت مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در روش پیشنهادی اول سعی شده از ویژگی‌های پویایی و رنگ آتش استفاده شود. در این روش برای کاهش حجم محاسبات و میزان خطا ابتدا بخش‌های متحرک تصویر با استفاده از یک الگوریتم تشخیص حرکت ساده استخراج شده‌اند. سپس بخش‌های متحرک برای پردازش‌های بعدی در اختیار مدل رنگ قرار داده می‌شوند. وجود حدود رنگ مشخص در آتش از دلایل استفاده از این ویژگی برای تفکیک نواحی آتش از غیر آتش است. به منظور بهبود کارایی سیستم دو مدل رنگ پیشنهاد شده است. مدل رنگ اول بر اساس توزیع پیکسل‌ها در کانال‌های مختلف فضای رنگ و احتمال وقوع آن‌ها در حوزه‌های رنگ شناسایی شده عمل می‌کند. استفاده از مدل رنگ مبتنی بر یادگیری نیز به منظور بررسی ارتباط کانال‌های رنگی با یکدیگر است. در انتها از ترکیب این مدل برای شناسایی نواحی آتش در یک فریم استفاده شده است.

در روش پیشنهادی دوم علاوه بر اطلاعات مکانی مانند رنگ، از ویژگی‌های زمانی دیگری هم استفاده شده است. در این روش نیز سعی شده بخش‌هایی از تصویر که شامل اطلاعات مفیدی در فرآیند تشخیص نیستند حذف گردد. بر همین اساس در گام آغازین این الگوریتم از روش تشخیص برجستگی[1] برای شناسایی بخش‌های مهم تصویر استفاده شده است. پس از این مرحله از مدل رنگ برای بررسی حدود رنگ نواحی شناسایی شده استفاده و در نهایت یک توصیفگر بافت سه بعدی برای استخراج بافت در حوزه‌ی زمان ومکان به کار برده شده است. در فرآیند تشخیص آتش دقت و سرعت از مسائل مهم برای ارائه‌ی روشی کارامد هستند که در روش‌های پیشنهادی نیز سعی شده به این اهداف دست یابد.

---

[1] Saliency detection

۱-۳ ساختار پایان نامه

در فصل دوم از این پایان نامه به بررسی روش‌های مختلف تشخیص آتش پرداخته شده است. شماری از این روش‌ها مبتنی بر حسگر هستند که تعدادی از این حسگرها بررسی شده است. با توجه به این که بیشتر سیستم‌های پیشنهادی موجود بر اساس اطلاعات بصری عمل می‌کنند، روش‌های گوناگون تشخیص آتش با استفاده از اطلاعات بینایی بررسی و مزایا و معایب آن‌ها معرفی شده‌اند.

فصل سوم به معرفی ویژگی‌های مورد استفاده در فرآیند تشخیص آتش پرداخته است. با توجه به این که رنگ از ویژگی‌های کلیدی در سیستم‌های تشخیص آتش است، انتخاب فضای رنگی مناسب از گام‌های مهم در تشخیص خواهد بود. بر همین اساس تعدادی از فضاهای رنگ در این فصل معرفی شده است. وجود پویایی و حرکت در زبانه‌های آتش از دیگر دلایلی است که این نواحی را از بخش‌های ثابت تصویر تفکیک می‌نماید. اهمیت زمان محاسباتی در فرآیند تشخیص آتش موجب می‌شود که روشی با بار محاسباتی مناسب در تشخیص بخش‌های متحرک استفاده شود. در نتیجه روش‌های مختلفی از تشخیص حرکت در این فصل بررسی شده است. ویژگی بافت از دیگر مواردی است که در استخراج دقیق‌تر نواحی آتش تاثیر گذار است. بر همین اساس یکی از روش‌های تشخیص بافت در این فصل ارائه شده است. بررسی بخش‌های مهم‌تر و حذف بخش‌های کم‌اهمیت در یک تصویر از دلایلی است که باعث معرفی تشخیص برجستگی در انتهای این فصل گردیده است.

فصل چهارم به معرفی روش‌های پیشنهادی می‌پردازد. در ابتدا روش پیشنهادی اول که مبتنی بر اطلاعات رنگ و حرکت آتش است معرفی می‌شود. در این روش ابتدا بخش‌های متحرک تصویر استخراج و برای پردازش‌های بعدی در اختیار مدل‌های رنگ قرار داده شده است. در ادامه دو مدل رنگ پیشنهادی و خروجی حاصل از هر یک ارائه و در انتها نیز نتایج حاصل از شبیه‌سازی بیان گردیده‌اند. در بخش دوم این فصل روش پیشنهادی دوم که مبتنی بر اطلاعات رنگ و بافت آتش است، ارائه شده است. در ابتدا یک روش تشخیص برجستگی معرفی شده که بخش‌های مهم تصویر را تفکیک می‌کند. در ادامه مدل رنگ پیشنهادی ارائه می‌شود. در بخش بعدی مدل بافت و توصیفگر استفاده شده معرفی می‌گردد. در بخش پایانی این فصل نیز نتایج شبیه‌سازی روش دوم ارائه خواهد شد.

فصل پنجم جمع‌بندی کلی از روش‌های پیشنهادی را بیان می‌کند. در انتهای این فصل نیز پیشنهاداتی به منظور ادامه‌ی این تحقیق ارائه شده است.

فصل دوم
مرور روش‌های قبلی

باتوجه به گسترش جمعیت و زندگی شهرنشینی و همچنین توسعه‌ی صنایع، سیستم‌های هشداررسانی طی چند دهه‌ی اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته اند. سیستم‌های تشخیص زلزله، تشخیص آتش، سیستم‌های نظارت و دیده‌بانی، سیستم‌های کنترل ترافیک از جمله‌ی این سیستم‌ها هستند که وجود آن‌ها در زندگی شهرنشینی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این میان سیستم‌های تشخیص آتش با توجه به ویژگی‌های خاص آتش مانند گسترش سریع در یک منطقه و قدرت تخریب بالای آن در میان دیگر سیستم‌های موجود جایگاه مهمی داشته و تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. فرآیند تشخیص آتش را می‌توان به دو دسته‌ی کلی یعنی تشخیص آتش در محیط‌های داخلی و تشخیص آتش در محیط‌های خارجی تقسیم نمود. هر کدام از این دو دسته دارای ویژگی‌های خاصی هستند که طراحی‌های گوناگونی برای آن‌ها صورت گرفته است. معمولاً به منظور تشخیص آتش در محیط‌های داخلی با توجه به محدودیت مکانی آن‌ها، از روش‌های حسگر مبنا استفاده می‌شود. طی چند سال اخیر تشخیص آتش در محیط‌های خارجی با استفاده از روش‌های مبتنی بر اطلاعات بصری انجام می‌گیرد. در این فصل به معرفی این دو دسته روش و تجهیزات یا ویژگی‌های استفاده شده در آن‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱ تشخیص آتش مبتنی بر حسگر

با توجه به گسترش تکنولوژی و تولید حسگرها، استفاده از حسگرهای خاص منظوره در فرآیند تشخیص آتش مورد توجه قرار گرفت. بهره گیری از حسگر ها در فرآیند تشخیص آتش دارای بیشینه‌ی طولانی‌تر از

روش‌های مبتنی بر اطلاعات بصری است. هدف از این روش طراحی حسگرهایی با قابلیت تشخیص آتش در یک محیط بوده است. اگرچه حسگرهای مختلفی توسط کارخانه‌های گوناگون ارائه شده اند امّا از روش‌هایی مشابه برای تشخیص آتش استفاده می‌کنند. مبنای عملکرد این حسگرها تشخیص بر اساس یونیزاسیون، نورسنجی و دما در یک محیط است. در هر یک از موارد ذکر شده حسگرهای گوناگونی طراحی گردیده است که در سیستم‌های تشخیص آتش استفاده می‌شوند. انواع حسگرهای تشخیص آتش را می‌توان در گروه‌های زیر دسته‌بندی نمود:

- حسگر تشخیص‌دهنده‌ی دما
- حسگر تشخیص‌دهنده‌ی دود
- حسگر تشخیص دهنده‌ی دود- گاز
- حسگر تشخیص دهنده‌ی مبتنی بر اشعه مادون قرمز
- حسگر تشخیص‌دهنده‌ی ترکیبی

معمولاً آتش‌سوزی همراه با ایجاد دود در محیط است. همچنین در برخی مواقع دود قبل از شعله‌ور شدن آتش در محیط ظاهر می‌شود. بر همین اساس حسگرهای تشخیص‌دهنده‌ی دود نیز در کنار دیگر تشخیص‌دهنده‌ها ارائه شده اند. اغلب این حسگرها توانایی تمییز قائل شدن ما بین دود ناشی از آتش و منبع غیر آتش مانند بو یا تعلیق مایعات در محیط را نداشته و میزان هشدارهای اشتباه در آن‌ها بالاست. بر همین اساس معمولاً این حسگرها به صورت ترکیبی در کنار دیگر حسگرها استفاده می‌شوند.

تفاوت سیستم‌های تشخیص‌دهنده‌ی آتش بر اساس چگونگی استفاده از اطلاعات حاصل از حسگرها و الگوریتم‌های تشخیص ارائه شده در آن‌ها تعیین می‌گردد. توانایی یک روش حسگر مبنا وابسته به قدرت تشخیص صحیح آن و کاهش خطا در فرآیند تشخیص است که کلیه‌ی این روش‌ها تلاش در رسیدن به این هدف دارند.

روش‌های تشخیص آتش اولیه معمولاً از داده‌هایی مانند دما، دود و میزان ذرات احتراقی که از طریق حسگرها جمع‌آوری شده‌اند، عمل می‌کنند. ذرات شیمیایی مانند اکسیژن، مونوکسید کربن ، گاز کربنیک، بخار آب، هیدروژن سیانید، استیلن و نیتریک اکسید از جمله ذراتی هستند که میزان آن‌ها در این روش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. هشداررسانی هم بر اساس آستانه‌گذاری بر روی بیشترین مقدار از پیش تعیین شده، نرخ رشد مقادیر اندازه‌گیری شده و یا ترکیب اطلاعات حاصل از چند حسگر انجام می‌شود. معمولاً استفاده از آستانه‌های ثابت با توجه به تغییر شرایط محیطی می‌تواند نرخ خطای بالایی داشته باشد و نیازمند تنظیمات دقیق و پی‌درپی خواهد بود. برای حل این مشکل در برخی روش‌ها از آستانه‌گذاری وفقی استفاده شده است که بر اساس مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در یک پنجره‌ی زمانی عمل می‌کنند. برخی از روش‌ها بر اساس نرخ افزایش