

چکیده:

معمولا فرآیند یادگیری مورد استفاده برای تشخیص حالت چهره حاوی سه مرحله، یادگیری ویژگی، انتخاب ویژگی و ساخت دسته‌بند می باشد. از این رو یافتن ترکیب بهینه‌ای از این سه مرحله نمونه ویژگی، مجموعه ویژگی و دسته‌بند در جهت بالا بردن عملکرد تشخیص، مساله ای سنگین و زمان بر می باشد. بنابراین می توان گفت مساله یافتن ترکیب بهینه‌ای از این مراحل، مساله چالش برانگیز می باشد که تاکنون محققان کمی موفق به رصد کردن این مساله بوده‌اند.

این پایان نامه، یک شبکه نوین باور عمیق فازی بوستینگ که به اختصار ¹BFDBN بوستینگ نام گذاری شده است را برای انجام سه مرحله آموزشی مذکور در چهارچوب حلقه‌وار پیشنهاد می دهد. روش شبکه باور عمیق فازی بوستینگ پیشنهادی بدین گونه عمل می کند که با استفاده از یک شبکه باور نیمه ناظر فازی، مجموعه ای از ویژگی های موثر برای تشخیص حالت چهره را پس از آموزش، برای ورود به دسته بند قوی انتخاب می کند (در واقع با استفاده از شبکه باور نیمه ناظر فازی، نمونه های تصویر را آموزش داده سپس نمونه های حاصل شده که به عنوان دسته بند ضعیف شناخته می شود، در جهت ورود به دسته بند قوی به منظور تشخیص حالت، انتخاب می شوند. از این رو می توان گفت که فاز یادگیری نمونه ویژگی (دسته بند ضعیف) و انتخاب ویژگی (دسته بند قوی) با یکدیگر در اتصال اند و به یادگیری می پردازند تا به همگرایی برسند، بنابراین همچنان که یادگیری ادامه می یابد، دسته بند قوی در طول تکرار های برنامه، بیشتر و بیشتر بهبود یافته و از طریق فرایند اتصال یاد شده و بنابر میزان اهمیت نسبی ویژگی های انتخاب شده در دسته بند قوی، قابلیت تمایز ویژگی های انتخاب شده درجه بندی می شد تا آن ویژگی هایی که درجه تمایز بیشتری دارند، گزینش شده و از طریق فاز طبقه بندی، تشخیص حالت از روی نمونه های انتخاب شده صورت گیرد. آزمایشات انجام شده بر روی دو پایگاه داده بیانگر میزان تشخیص بهتر روش پیشنهادی در مقایسه با حالت استفاده از شبکه باور عمیق ساده بود.

کلمات کلیدی: شبکه باور عمیق فازی - بوستینگ - نیمه ناظر

¹. Boosted Fuzzy Deep Belief Network

فهرست مطالب

۱	فصل اول
۱	کلیات پژوهش
۲	۱-۱- مقدمه.....
۴	۲-۱- تعریف مسئله.....
۵	۳-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق.....
۶	۴-۱- اهداف تحقیق.....
۶	۱-۴-۱- اهداف اصلی.....
۷	۲-۴-۱- اهداف فرعی.....
۹	۵-۱- فرضیات تحقیق.....
۹	۶-۱- روش شناسی تحقیق.....
۱۰	۷-۱- قلمرو تحقیق.....
۱۰	۸-۱- جنبه جدید بودن و نوآوری.....
۱۱	۹-۱- تعاریف و اصطلاحات پایه.....
۱۳	فصل ۲
۱۳	پیشینه نظری پژوهش
۱۴	۱-۲- کارهای مرتبط.....
۱۹	فصل ۳
۱۹	روش شناسی تحقیق
۲۰	۱-۳- مقدمه.....
۲۴	۲-۳- روش شبکه باور عمیق فازی بوستینگ پیشنهادی.....
۲۶	۱-۲-۳- استخراج ویژگی با استفاده از شبکه باور عمیق فازی.....
۲۷	۱-۱-۲-۳- ساختار شبکه های باور عمیق فازی.....
۲۹	۲-۱-۲-۳- استخراج توابع تعلق فازی.....
۳۷	۳-۱-۲-۳- شبکه باور عمیق فازی.....
۴۱	۲-۲-۳- استخراج ویژگی با استفاده از شبکه باور عمیق فازی.....

۳-۲-۳- انتخاب ویژگی و ساخت دسته بند ۴۲

۴۸

فصل ۴

۴۸

پیاده‌سازی روش تحقیق و تحلیل نتایج

۴-۱- مقدمه ۴۹

۴-۲- سیستم سخت افزاری و نرم افزای اجرای پیاده سازی ۴۹

۴-۳- مولفه های پیاده سازی ۵۰

۴-۴- توابع پیاده سازی ۵۳

۴-۵- نتایج پیاده سازی ۵۹

۷۳

فصل ۵

۷۳

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

۵-۱- مقدمه ۷۴

۵-۲- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۷۴

۵-۵- پیشنهادها ۷۵

۷۷

مراجع

فهرست اشکال

- شکل (۳-۱) سه مرحله یادگیری در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴) ۴
- شکل (۱-۳) ساختار شبکه‌های باور عمیق فازی ۲۸
- شکل (۲-۳) توابع تعلق ۳۶
- شکل (۳-۳) لایه فازی شده ۴۰
- شکل (۱-۴) داده‌های تصویر در نظر گرفته شده برای تست روش پیشنهادی ۶۱
- شکل (۲-۴) برچسب‌های مجموعه داده آموزشی ۶۳
- شکل (۳-۴) حالات تشخیص داده شده بر روی تصاویر در نظر گرفته شده برای فاز تست در روش پیشنهادی ۶۹
- شکل (۴-۴) نتایج ماتریس درهم ریختگی بر روی روش پیشنهادی ۷۱
- شکل (۱-۵) نمونه‌هایی از ماسک‌های ویژگی برای استخراج ویژگی های شبه هار ۷۴

فهرست جداول

جدول (۱-۴) توابع مورد استفاده از تولباکس شبکه عمیق عصبی..... ۵۵

جدول (۲-۴) توابع نوشته شده برای فازی سازی شبکه خود باور عمیق..... ۵۷

جدول (۳-۴) معیار دقت تشخیص حاصله از روش پیشنهادی و روش های مورد مقایسه ۶۴

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

یکی از مهمترین نشانه‌های سنجش احساس انسانی و افکار در افراد، رفتار چهره می باشد. با پیشرفت محاسبات انسان محور، ساخت سیستمی خودکار برای تحلیل دقیق و مطمئن حالت چهره می تواند نقش مهمی در کاربردهای مختلف در زمینه های متنوع از جمله بازی های محاوره ای، آموزش آنلاین و از راه دور، سرگرمی و سیستم های حمل و نقل هوشمند پیدا کند.

همانطور که گفته شد محققان برای تحلیل حالت چهره فرد معمولاً سه مرحله یادگیری ویژگی، انتخاب ویژگی و ساخت دسته بند را پایه کار خود قرار می دهند. تحلیل هر مرحله را می توان بدین نحو بیان کرد که در ابتدا ویژگی هایی که دارای تغییرات ظاهری یا هندسی در حالات چهره هستند، از تصاویر یا فیلم استخراج می شود سپس این ویژگی ها یا بنابر روش های پیشنهاد شده در مقاله های (Dahmane & Meunier, ۲۰۱۱; Hu et al., ۲۰۰۸; Jain, Hu, & Aggarwal, ۲۰۱۱; Lorincz, Jeni, Szabo, Cohn, & Kanade, ۲۰۱۳; Senechal et al., ۲۰۱۱; Tian, Kanade, & Cohn, ۲۰۰۲; Valstar, Mehu, Jiang, Pantic, & Scherer, ۲۰۱۲; Whitehall, Littlewort, & Movellan, ۲۰۰۹; Yang, Liu, & Metaxas, ۲۰۰۷; Y. Zhang & Ji, ۲۰۰۵; Z. Zhang, Lyons, Schuster, & Akamatsu, ۱۹۹۸; Zhao & Pietikainen, ۲۰۰۷) ، به طور دستی طراحی استخراج می شوند یا بنابر روشهای پیشنهادی در مقاله های (Buciu, ۲۰۰۴; Lin, Song, Quynh, He, & Chen, ۲۰۱۲; W. Liu, Song, & Wang, ۲۰۱۲; Mahoor, Zhou, Veon, Mavadati, & Cohn, ۲۰۱۱; Ying, Wang, & Huang, ۲۰۱۰; Zafeiriou & Petrou, ۲۰۱۰; Zhi, Flierl, Ruan, & Kleijn, ۲۰۱۱; Zhong et al., ۲۰۱۲) از تصاویر آموزشی ورودی، یاد گرفته شده و پس از آموزش، استخراج می شوند. سپس در مرحله دوم، زیر مجموعه ای از ویژگی های استخراج شده در مرحله قبل که بیشترین تمایز از لحاظ مفید بودن برای تشخیص حالت چهره را از مابقی ویژگی های استخراجی دارند برای ورودی به مرحله سوم که ساخت دسته بند می باشد، انتخاب می شوند. بنابراین

در مرحله سوم طبقه‌بندی از مجموعه ویژگی‌های انتخاب شده در مرحله دوم، برای هر حالت چهره هدف ساخته می‌شود (Bartlett et al., ۲۰۰۵; Whitehall et al., ۲۰۰۹).

تاکنون دو نوع تحقیق برای یافتن ترکیب بهینه از سه مرحله یادگیری انجام شده است که هر دو نوع نیز به طور منفرد و متوالی بوده اند. یک نمونه بدین صورت است که نمونه‌های ویژگی از پیش تعریف شده همانند ویژگی‌های گابور، انتخاب ویژگی و ساخت دسته بند به طور مکرر در طی فرایند آموزش یک طبقه بندی بوستینگ ساخته شده اند بطوریکه یک ویژگی مطابق با خطای طبقه بندی فعلی اش انتخاب شده و در جهت ساخت دسته بند قوی به طور خطی با ویژگی‌های از قبل انتخاب شده ترکیب می‌گردد (Bartlett et al., ۲۰۰۵). در نمونه دیگر که در مقاله‌های (Rifai, Bengio, Courville, Vincent, & Mirza, ۲۰۱۲; J. Susskind, Mnih, & Hinton, ۲۰۱۱) پیشنهاد شده است، فاز یادگیری ویژگی و ساخت دسته بند به ترتیب در پیش و پس یک شبکه باور عمیق (DBN) انجام می‌شود و از نمونه ویژگی سلسله مراتبی و تابع رگرسیون منطقی برای طبقه‌بندی استفاده شده است.

بنابراین برای انجام سه مرحله در حالت حلقه ای یکپارچه، در این پایان نامه یک شبکه باور عمیق فازی بوستینگ (شبکه باور عمیق فازی بوستینگ) را به روش حلقه‌ای یکپارچه پیشنهاد شده است. با استفاده از روش شبکه باور عمیق فازی بوستینگ پیشنهادی، مجموعه ای از ویژگی‌ها که برای تشخیص تغییرات ظاهری مرتبط با حالت چهره موثر اند و نسبت به مابقی ویژگی‌ها تمایز بالایی برای طبقه‌بندی دارند، آموزش یافته و در جهت تشکیل یک دسته‌بند قوی بوستینگ به روش آماری، انتخاب می‌شوند.

۱-۲- تعریف مسئله

از آنجایی که محققان معمولاً برای تحلیل حالت چهره فرد معمولاً سه مرحله یادگیری ویژگی، انتخاب ویژگی و ساخت دسته بند را پایه کار خود قرار می‌دهند. در تحقیقات انجام گرفته توسط محققان تا به این تاریخ، سه مرحله یادگیری مذکور معمولاً به طور منفرد و متوالی انجام گرفته است یعنی خروجی حاصله از مرحله به مرحله دیگر ورود پیدا می‌کند و حالت سری و بدون بازخوردی دارد و در واقع می‌خواهیم بگوییم که در هیچ یک از این سه مرحله، بازخوردی به مرحله قبل وجود ندارد. اما در مقاله (P. Liu, Han, Meng, & Tong, ۲۰۱۴)، از چهارچوب بازخوردی یا در واقع همان حلقه وار برای سه مرحله یادگیری استفاده شده است بدین حالت که در مرحله اول آموزش تصاویر ورودی با استفاده از شبکه باور عمیق و استخراج ویژگی های کلی صورت می‌گیرد و در مرحله دوم، برخی از ویژگی های مهم استخراج شده انتخاب می‌شوند و در مرحله سوم ساخت دسته بند از ویژگی های متمایز انتخاب شده صورت می‌گیرد و سپس خطای طبقه بندی حاصل از مرحله سوم و دوم محاسبه می‌شود و به عنوان تابع معیاری برای رسیدن به همگرایی در نظر می‌گیرد که تا رسیدن به همگرایی پس از هر بار محاسبه تابع هدف، دسته بند از مرحله سوم، مجدداً به مرحله اول مراجعه کرده و مجدداً فاز یادگیری ویژگی و متعاقباً استخراج ویژگی و سپس انتخاب ویژگی و ساخت دسته بند را مطابق با شکل ۱ انجام می‌دهد.



شکل ۱. سه مرحله یادگیری در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴)

۱-۳- اهمیت و ضرورت تحقیق

تشخیص احساس یکی از موضوعات پرکاربرد در زمینه پردازش تصویر و بینایی ماشین می باشد. از آنجایی که احساس رابط مهمی برای ارتباط بین انسان و ماشین می باشد، نقش مهمی را در یادگیری، تصمیم گیری منطقی و دیگر مسائل مختلف شناختی ایفا می کند. تاکنون محققان از فناوری های مختلف تشخیص الگو برای تشخیص احساس و حالت چهره اشخاص استفاده نموده اند. امروزه استفاده از شبکه های خودر باور به جای استفاده از شبکه های عصبی معمولی برای بدست آوردن راه حل بهینه پیشنهاد شده است. به دلیل عدم استفاده از تکنیک های رفع ابهام در شبکه های خودبارو در جهت تشخیص چهره، شانس عدم لحاظ شدن برخی از ویژگی های مرتبط با حالات چهره بالا می باشد. از این رو در این مقاله برای بهبود کارایی شبکه مذکور و توانا کردن آن در روند استخراج ویژگی، پویا کردن شبکه مزبور با استفاده از منطق فازی پیشنهاد شده است.

یکی از مهمترین روشهای یادگیری برای تشخیص چهره شبکه های خودر باور عمیق می باشد. شبکه باور عمیق فازی که براساس شبکه باور عمیق و مجموعه های فازی (Hinton & Salakhutdinov, ۲۰۰۶) عمل می کند، پیشنهاد شده است. دلیل استفاده از این نوع شبکه در ذیل تشریح شده است:

۱. شبکه باور عمیق فازی با استفاده از تئوری مجموعه های فازی، امکان توزیع دانش قبلی کلاس ها در ساختار عمیق را می دهد و برای تلفیق قابلیت انتزاع بخشی ماشین های بولترمن محدود و قابلیت طبقه بندی مجموعه های فازی، ساختار عمیق نوینی را ارائه می دهد. مزیت استفاده از ماشین های بولترمن محدود در انجام کاهش بعد سریع می باشد که با توزیع فضای ویژگی با بعد بالا به فضای با بعد پایین، صرفا اطلاعاتی مفید را بعد کم نگه

داری می کند. از طرفی دیگر با در نظر گرفتن تابع تعلق برای هر کلاس خروجی از شبکه باور، می توان مزیت بهبود در دقت طبقه بندی را فراهم نمود.

۲. با استفاده از الگوریتم یادگیری بدون ناظر لایه محور، شبکه باور عمیق فازی ساخته می شود و با استفاده از الگوریتم یادگیری گرادیان نزولی با ناظر، فضای پارامتری به نحو مناسب تنظیم می شود. شبکه باور عمیق فازی با بکارگیری یک تابع زیان توانی در طی روال پس انتشار، مستقیماً به بهینه سازی ساختار عمیق ایجاد شده می پردازد.

۱-۴- اهداف تحقیق

۱-۴-۱- اهداف اصلی

روش پیشنهادی در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴)، مشکلات عدم وجود بازخورد یا همان عدم اتصال بین گامها در جهت محاوره اطلاعات هر گام با یک دیگر را پوشش داده و تا حدی رفع می کند اما چالشی که روش پیشنهادی در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴) دارد در عدم رفع ابهام به طور دقیق و پیچیدگی محاسباتی بالای روش به خاطر بازخورد (فیدبک) از گام آخر به گام اول است.

۱-۴-۲- اهداف فرعی

همانطور که می‌دانیم معمولا اجزایی از جمله ابرو، بینی و دهان در چهره بیشتر از اجزای دیگر در چهره بیان کننده نوع ویژگی (حالت) فرد می‌باشند. بنابراین اگر شبکه باور عمیق بگونه ای آموزش ببیند که خروجی ویژگی های حاصله‌اش، نمونه ویژگی هایی که بیشتر به اجزاهای مذکور نزدیک باشند، روال های بعدی تشخیص چهره را آسان تر شده و متعاقبا دقت در تشخیص را بیشینه و به مراتب پیچیدگی زمانی روش نیز کاهش می یابد. برای این منظور یعنی رفع ابهام در شبکه باور عمیق و استخراج ویژگی های خروجی دقیق و نزدیک به هدف از تکنیک رفع ابهام فازی استفاده می کنیم. در واقع تلفیق شبکه باور عمیق با تکنیک فازی می تواند به طور دقیق تر از یک شبکه باور ساده، روال خود را انجام داده و به رفع ابهام بپردازد و نتایج نزدیک به هدف را استخراج کند. از طرفی در روش موجود در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴)، تمام ویژگی های استخراج شده به مرحله دوم راه نمی یابند یعنی مرحله دوم با توجه به تابع هدف و روشی که اتخاذ می کند، صرفا ویژگی های استخراج شده با درجه تمایز بالا نسبت به مابقی ویژگی ها را جهت ساخت دسته بند در مرحله سوم، اتخاذ می کند و از اینرو این رویه موجب می شود تا رسیدن به همگرایی هر بار پس از مرحله سوم (ساخت دسته بند)، مجددا به مرحله اول یادگیری رجوع شده و مجددا مراحل یادگیری تکرار شود پس می توان به راحتی استدلال کرد که بازخورد خورد از آخرین گام به گام اول، خود موجب پیچیدگی محاسباتی نسبتا زیاد روش می‌شود. بنابراین در جهت رفع این مشکل در مقاله (P. Liu et al., ۲۰۱۴) نیز، راهکاری ارائه نمودیم. راهکار ما بدینگونه است که پس از استخراج نمونه های ویژگی با استفاده از شبکه باور فازی، کل ویژگی ها را به مرحله دوم راه دهیم، یعنی در تکرار اول برنامه، در مرحله دوم، کل ویژگی های استخراج شده ناشی از مرحله اول یادگیری را انتخاب نماییم و سپس با استفاده از روش مبتنی بر گرادیان، ویژگی‌های با درجه تمایز بالاتر را انتخاب نموده و به

مرحله سوم خورنده و سپس دسته بند ساخته می شود و سپس از محاسبه خطای دسته بند حاصل از مرحله سوم و مرحله دوم، تابع هدف را محاسبه نموده و روش بوستینگ موجود در مرحله سوم طی فرایند تنظیم بهینه انتخاب ویژگی نیمه ناظر بالا به پایین بوست شده که از اتصال مرحله سوم با دوم با استفاده از یک بازخورد (فیدبک) استفاده می کند، تصمیم به انتخاب ویژگی مجدد از مرحله دوم و ادامه روال طبقه بندی و در نهایت خاتمه طبقه بندی را می گیرد. فرایند تنظیم بهینه انتخاب ویژگی نیمه ناظر بالا به پایین بوست شده نیز تصمیم گیری را بنا بر کمینه نمودن تابع هدف و رسیدن به همگرایی اتخاذ می کند.

۱. برای حصول بهترین دانش، از تکنیک رفع ابهام فازی برای شبکه باور عمیق استفاده شده است و با اتصال فاز انتخاب ویژگی با فاز طبقه بندی، تعامل بین این دو مرحله موجب استخراج دقیق ویژگی ها در جهت تشخیص حالت می گردد.

۲. برخلاف شبکه های باور عمیق معمولی در مقاله های (Rifai et al., ۲۰۱۲; J. Susskind et al., ۲۰۰۸; J. M. Susskind, Hinton, Movellan, & Anderson, ۲۰۱۱)، که کل ناحیه صورت با به عنوان ورودی در نظر می گیرند، روش پیشنهادی، هر تصویر ورودی را به تکه های همپوشان تجزیه می کند و ورودی روش با نمونه های مبتنی بر تکه مواجه است که این روش به علت جزئی تر بودنش به طور دقیقتری می تواند به تحلیل حالت چهره بپردازد.

۳. روش یادگیری عمیق نوینی را که از طریق تابع هدف نوینی روش بوستینگ و شبکه های باور فازی عمیق چندگانه را به یکدیگر متصل می کند، استفاده نموده ایم. علاوه براین با استفاده از فرایند تنظیمی که لایه انتخاب ویژگی و طبقه بندی را به یکدیگر مرتبط می دهد، بنابر سهم هر ویژگی در دسته بند قوی، درجه تمایز ویژگی ها مشخص می شود.

۱-۵- فرضیات تحقیق

۱-۶- روش شناسی تحقیق

نوع مطالعه در این طرح، مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی می‌باشد. این تحقیق در سه مرحله انجام می‌گیرد:

(۱) مطالعات کتابخانه‌ای در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و ادبیات تحقیق و پیشینه آن با استفاده از فیش برداری از کتاب‌ها، پایان نامه‌ها، مقالات و پایگاه‌های اطلاعاتی بانک، اطلاعات مورد نظر جهت تکمیل سنجش چارچوب نظری پژوهش استفاده شده است. در این مسیر ابزارهای متعدد یاریگر بود. از آن جمله می‌توان به آثار و تحقیقات سایر پژوهشگران، مجلات تخصصی و مرتبط، کتاب‌های تدوین شده و ترجمه شده‌ی جدید، اشاره نمود.

(۲) ارایه مدل: در این مرحله با تعیین نوع پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی، طرح مورد مطالعه شبیه‌سازی می‌شود. هدف از شبیه‌سازی، پیاده‌سازی روش پیشنهادی می‌باشد. در این مرحله مشخص می‌شود آیا روش پیشنهادی قابل بهبود است یا خیر.

(۳) ارزیابی مدل: نتایج حاصل از شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزار متلب است. بازنشاسی حالات و احساسات چهره معمولاً در سه مرحله یادگیری انجام می‌شود که شامل یادگیری ویژگی انتخاب ویژگی و ساخت طبقه بندی می‌باشد. ابتدا ویژگی‌های نشان دهنده احساسات که مربوط به ساختار هندسی و ظاهری صورت میباشد استخراج میشود. این ویژگی‌ها میتواند به طور دستی تنظیم شده یا از داده‌های آموزشی یاد گرفته شوند. سپس ویژگی‌هایی که در تشخیص حالت چهره موثرترند انتخاب شده و در آخر یک طبقه برای هر حالت چهره

ایجاد می‌شود. این سه مرحله می‌توانند پشت سر هم و یا بطور جدا گانه اجرا شوند. در این پایان نامه از شبکه های باور عمیق برای یادگیری ویژگی و یا طبقه بندی ویژگی استفاده خواهد شد. میتوان با بهبود شبکه باور عمیق از این شبکه ها برای یادگیری و انتخاب ویژگی و طبقه بندی در یک چارچوب استفاده کرد (" Facial Emotion Recognition using Deep Learning," ۲۰۱۵; "Facial Expression Recognition via a Boosted Deep Belief Network," ۲۰۱۴).

۱-۷- قلمرو تحقیق

تکنولوژی تشخیص حالت چهره به یکی از اصلی ترین و مورد بحث ترین فناوری های روز دنیا تبدیل شده و می توان از کاربردهای عام آن به موارد زیر اشاره کرد:

امنیت عمومی، اجرای قانون و تجارت، تایید کارت اعتباری، شناسایی مضمون، کنترل دسترسی، تعامل هوشمندانه انسان- کامپیوتر، کتابخانه های دیجیتالی و امنیت اطلاعات. از جمله کاربردهای دیگر تشخیص حالت چهره می توان به دانش رفتارشناسی و پویانمایی، در شاخه ریاتیک، همچنین در تکنولوژی مربوط به ساخت دوربین های دیجیتالی و... می توان اشاره کرد.

۱-۸- جنبه جدید بودن و نوآوری

امروزه به دلیل رویارویی و نیاز به کاربرد های تشخیص چهره در مسائل مختلف، بحث پیدا کردن روشی مناسب جهت بالابردن دقت تشخیص از مهمترین موضوعات می باشد. استفاده از مراحل یادگیری بدون بازخورد و یا عدم استفاده از روش های رفع ابهام در هنگام تشخیص ویژگی های

مرتبط با حالت چهره در هر مجموعه داده گاهی موجب کاهش دقت تشخیص و حتی تشخیص نادرست می‌گردد. منطق فازی یا منطق چند مقداری بر اساس نظریه مجموعه فازی توسط (Zadeh, ۱۹۶۵) پیشنهاد شده است، که به ما در مدل سازی دانش از طریق استفاده از قوانین فازی if-then کمک می‌کند (Yen & Langari, ۱۹۹۹). نظریه مجموعه های فازی یک حساب سیستماتیک برای مقابله با اطلاعات زبانی را فراهم می‌کند (Kulkarni, ۲۰۰۱)، و محاسبات عددی آن را با استفاده از برچسب های زبانی توابع عضویت تعیین شده بهبود می بخشد (Jang, Sun, & Mizutani, ۱۹۹۷; Zadeh, ۱۹۶۵) تاکنون محققان خیلی کمی از تکنیک فازی در شبکه‌های خود بارو در جهت تشخیص حالت چهره استفاده نموده‌اند، بنابراین تلفیق فازی در شبکه‌های باور، موضوعی نوین در حیطه تشخیص حالت در تصاویر تلقی می‌گردد.

۹-۱- تعاریف و اصطلاحات پایه

احساس عبارت است از واکنش کلی شدید و کوتاه ارگانیزم به یک موقعیت غیر منتظره همراه با یک حالت عاطفی خوشایند و یا ناخوشایند. در مورد ماهیت و چگونگی تولید احساس نظریه‌های متفاوتی عنوان شده است، بنابر مقاله (Kagan, Havemann, & Segal, ۱۹۷۲)، تاکنون سه تئوری برای تعریف احساس عنوان شده است که عبارت اند از تئوری جیمز لانگه، نظریه کنون-بارد و نظریه شناختی. نظریه جیمز لانگه بر این عقیده است که حالت احساسی بعد از اینکه کورتکس، پیام‌هایی را در مورد تغییر در حالت فیزیولوژیکی بدن دریافت می‌کند، اتفاق می‌افتد و در واقع احساسات بوسیله تغییرات فیزیولوژیکی خاص مثل افزایش یا کاهش فشار یا ضربان قلب و سفتی عضلات همراهی می‌شوند. پس مثلاً وقتی انسان آتش را ببیند احساس ترس می‌کند زیرا کورتکس او سیگنال‌هایی را در مورد تپش قلب و یا لرزش اعضای بدن و... دریافت کرده است.