Archive of SID

مجله کنترل جلد ۳، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، صفحه ۳۶_۲۹

بکارگیری روش میانگین گیری مرتب وزندار(OWA) در ترکیب داده های ربات مین یاب

محمد رضا بادلّو[۱]، بهزاد مشیری[۲]، بابک نجار اعرابی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری برق- کنترل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، badello@myway.com
[۲] استاد، قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران، moshiri@ut.ac.ir
[۳] دانشیار، قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران، arabi@ut.ac.ir

چکیده: امروزه از ربات ها در کاربردهای بسیاری بهره برداری می شود و استفاده از تجهیزات ابزار دقیق گسترده و متنوع جزو مشخصه های چنین رباتهایی محسوب می گردد. بنابراین در برنامه ریزی ربات مقوله ترکیب داده های ربات از اهمیت خاصی برخوردار است چرا که عملکرد بهینه ربات هنگامی تضمین می شود که بتوان از حجم زیاد اطلاعات دریافتی توسط سنسورهای مختلف ربات به بهترین نحو استفاده نموده و آنها را به روشی مناسب با یکدیگر ترکیب نمود و بهترین نتیجه را دریافت کرد. در این مقاله ابتدا با یک بررسی اجمالی برروی روشهای مختلف ترکیب داده ها و مقایسه کمی و کیفی آنها، روش میانگین گیری مرتب وزندار را برروی ربات مین یاب پیاده سازی نموده و نتایج عملی و شبیه سازی شده آنرا بیان می کنیم. جهت تعیین ضریب وزن سنسورها از یک روش منحصر بفردی استفاده نموده و در مرحله اجرایی جهت عملکرد سریع و بهینه ربات ضریب وزنها را شناور در نظر گرفته که با توجه به موقعیت ربات و اطلاعات کسب شده توسط سنسورها ضریب وزنها تغییر میکند، در نهایت به کاربرد های عملی این روش می پردازیم.

کلمات کلیدی: ترکیب داده ها , ربات مین یاب , میانگین گیری مرتب وزندار.

Abstract: Robots have different applications and using various precision tools is considered among features of such robots. Thus combination of robot data is of considerable importance in planning robots since optimal performance of robots ensures when a great volume of data received by different sensors of robot can be used best and can be combined by a suitable manner to achieve the best result. By a brief study of different methods of data combination and their quality and quantity comparison, this article deals with ordinary weighting averaging method on mine detector robot and describes the practical assimilated results. A unique method is used to determine weight coefficient of sensors and weight coefficients are considered floating in executive stage for the purpose of optimal performance. Weight coefficients change based on robot state and data obtained by sensors. Practical applications of this method are finally described.

Keywords: data fusion, mine detector robot, ordinary weighting averaging.

۱- مقدمه

ترکیب داده ها در سیستمهای هوشمند و خودمختار ضروری می باشد، چرا که با توسعه تجهیزات ابزار دقیق و بکار گیری سنسورهای متعدد در سیستمها جهت استفاده بهینه از تکمیل داده ها و جلوگیری از بروز اشکال بدلیل افزونگی اطلاعات باید ترکیب داده صورت گیرد تا عملکرد مطلوب سیستم تضمین شود. بیشتر مقالات جدید این مبحث در کنفرانس بین المللی ترکیب اطلاعات[۱] ارائه می شوند که در [1] مرور مختصری بر آنها وجود دارد. به دلیل داشتن بیشترین بودجه تحقیقاتی، بیشترین کاربرد ترکیب اطلاعات در پژوهشهای نظامی صورت می گیرد . در کاربردهای نظامی، از ترکیب اطلاعات به منظور شناسایی[۲] دقیق تر اهداف و نیز در هدایت[۳] انواع وسایل قابل کنترل از راه دور مانند موشکها و هواپیما های بدون سرنشین استفاده می شود. هدایت از راه دور در علم رباتیک نیز کاربرد وسیعی دارد، اگرچه از ترکیب اطلاعات در شناسایی محیط اطراف ربات نیز می توان استفاده کرد. می توان با استفاده از سنسورهایی ارزان قیمت ولی متنوع، اطلاعات مختلفی با ویژگی های متفاوت از محیط اطراف به دست آورده و با ترکیب آنها ربات را قادر به شناختی بهتر از فضای ناشناخته اطراف خود نمود. متداولترین کاربردهای

[1] -International Conference on Data Fusion

[2] - Identification
[3] - Navigation

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب اطلاعات در رباتیک، استفاده از آن در تشکیل جدول اشغال[1] و نیز استفاده در ترکیب دستور[5] می باشند[2]. در مقابل عمل هدایت، عمل تعقیب اجسام[6] را می توان عنوان کرد که علاوه بر استفاده در علم رباتیک یکی از ارکان اصلی در صنایع نظامی می باشد. به عنوان مثال می توان از [3] نام برد، که در آن با استفاده از منطق فازی در ترکیب اطلاعات، راه حلی ارائه داده شده است که کشتی های مختلف را بتوان در آبهای آزاد تعقیب و شناسایی کرد. در علوم نقشه برداری و زمین شناسی از ترکیب اطلاعات، در دستیابی به تصاویری مطلوب از عکسهای تهیه شده از ماهواره های مختلف استفاده می شود، تا بتوان محدوده مناطق مختلفی از جمله دشت ها، جاده ها، دریا ها، جنگل ها و مناطق مسکونی مثل شهرها را به خوبی از یکدیگر تفکیک نمود.

موارد بسیار متنوعی وجود دارد که از ترکیب اطلاعات استفاده شده است، از جمله می توان به کاربرد نظریه ترکیب اطلاعات در بازشناخت الگو، پردازش تصاویر پزشکی، بیوانفورماتیک، اینترنت و تجارت الکترونیک، و کاربرد در سیستم های حمل و نقل هوشمند اشاره کرد . در این میان روش میانگین گیری مرتب وزندار (OWA) بعنوان یک روش هوشمند در ترکیب اطلاعات شناخته شده [4] که ضمن سادگی در مقایسه با سایر روشهای هوشمند قابلیت های خاص و ویژه ای دارد. ربات بعنوان یک سیستم هوشمند نیز کاربردهای فراوانی دارد که در این میان ربات مین یاب بدلیل وجود حسگرهای متعدد بستر آزمایش مناسبی می باشد که می توان روشهای مختلف کلاسیک و هوشمند ترکیب داده ها را بر روی آن اجرا نمود. پیش از این همین روش میانگین گیری مرتب وزندار در ربات تعقیب خط ساده و مغناطیسی بکار گرفته شده است[18] .

۲- ترکیب اطلاعات

به دلایل مختلف، در اندازه گیریهای انجام شده توسط حسگرهای یک سیستم، مقداری عدم قطعیت[7] وجود دارد و در واقع می توان گفت نتایج اندازه گیری ها تخمینی از کمیت های اصلی می باشد. بر اساس تعریف ارائه شده در[5] ترکیب اطلاعات عبارت است از ترکیب توامان[8] اطلاعات اخذ شده از منابع مختلف به نحوی که نتیجه حاصل، جامع و مانع بوده و قابل استفاده برای انجام وظیفه ای از پیش تعیین شده به صورت خودمختار باشد. اطلاعات تحت ترکیب، ممکن است همزمان از چندین منبع مختلف حاصل شده باشند و یا از یک منبع در مقاطع زمانی مختلف، گردآوری شده باشند .ترکیبی از هر دو حالت نیز می تواند انجام شود، یعنی ممکن است در مرحله ای، اطلاعات اخذ شده، از دو منبع مختلف در دو زمان مختلف با هم ترکیب شوند و محصول این ترکیب، در مرحله ای دیگر، با اطلاعات یک زیر مجموعه دیگر از سیستم ترکیب شود.

۲-۱- چرا ترکیب اطلاعات

مهم ترین مزیت ترکیب اطلاعات در کم کردن میزان عدم قطعیت است. این امر توسط مفهومی با عنوان افزونگی[9] اطلاعات میسر می باشد. اطلاعاتی که از چند منبع یا از یک منبع در چند لحظه مختلف جمع آوری شده اغلب شامل افزونگی می باشند. افزونگی به معنای وجود همپوشانی در اطلاعات است. ترکیب اطلاعاتی که دارای همپوشانی هستند سبب می شود که نتیجه، دارای قطعیت و قابلیت اعتماد[10] بیشتری باشد. مزیت دیگر استفاده از روش های ترکیب اطلاعات در تکمیل شدن است. در بسیاری از موارد، منابع مختلف، هر یک ویژگی خاصی از ورودی را تشخیص می دهند و معمولا هیچ منبعی نمی تواند همه ویژگیهای موجود را تشخیص دهد. به کارگیری ترکیب اطلاعات، موجب تکمیل اطلاعات منابع مختلف و دستیابی به اطلاعات جامعی از موضوع می شود. استفاده از روشهای ترکیب اطلاعات مزایای دیگر نیز دارد که از آن بین می توان به تسریع در پردازش و اقتصادی بودن اشاره کرد سرعت پردازش اطلاعات چند منبع، که همزمان اطلاعات خود را به پردازشگر می دهند تا آ نها را با یکدیگر ترکیب کند، نسبت به حالت وجود یک منبع، جهت دریافت اطلاعات افزایش می یابد. در واقع ترکیب اطلاعات، موجب تحقق نوعی پردازش موازی در سیستم می شود که این امر به نوبه خود موجب تسریع در پردازش خواهد بود. همچنین به علت دریافت اطلاعات از منابع مختلف، ترکیب داده ها با یکدیگر و متمرکز شدن بر اطلاعات مفید دریافتی، می توان از منابع ارزان تری در سیستم استفاده کرد و دیگر احتیاجی به صرف هزینه های بالا برای استفاده از حسگر های دقیق نمی باشد.

در نهایت چهار دلیل بارز جهت توجیه ترکیب اطلاعات عبارت است از: افزونگی اطلاعات، تکمیل شدن داده ها، درستی و دقت داده ها و کاهش هزینه اطلاعات.

۲-۲- سطوح مختلف ترکیب اطلاعات

می توان تقسیم بندی ساده ای از سطوح مختلف ترکیب اطلاعات ارائه کرد [6]، در این تقسیم بندی، ترکیب اطلاعات میتواند در سطح پایین (حسگر) سطح میانی (ویژگی) ویا در سطح بالا (تصمیم گیری) رخ دهد. ترکیب در سطح حسگر به این معنی است که در این سطح اطلاعات خام و پردازش نشده ای که از حسگرها به دست آمده اند با یکدیگر ترکیب می شوند. روشهای ترکیبی که شامل پیش بینی اطلاعات می شوند، عمدتاً در این سطح از ترکیب به کار می روند. در سطح بعدی، یعنی ترکیب در سطح ویژگی، ویژگیهای استخراج شده از اطلاعات حسی، با یکدیگر ترکیب می شوند. روشهای ترکیب در این سطح، عموماً روشهای مبتنی بر ترکیبات و تبدیلات هندسی و ترکیب نسبت های متناظر با یک ویژگی خاص هستند. در بالاترین سطح، ترکیب در سطح نماد صورت می گیرد. در این

[1] - Occupancy Grid
[5] - Command Fusion
[6] - Object Tracking
[7] - Uncertainty
[8] - Synergistic
[9] - Redundancy
[10] - Reliability

www.SID.ir

Archive of SID

سطح، آنچه که ترکیب می شود نوعی نماد یا تصمیم است که پس از قدری پردازش و تبدیل بر روی اطلاعات ورودی حاصل شده است .

۲-۳- پیکر بندی حسگرها در ترکیب اطلاعات

توزیع منابع مختلف اطلاعاتی در یک شبکه ی پردازش اطلاعات ارائه شده است [7]، که نشان دهنده ترتیب پردازش اطلاعات منابع مختلف می باشد , توزیع مذکور می تواند بصورت سری، موازی، موازی سری و سری موازی باشد.

۲-۴- روشهای مختلف ترکیب اطلاعات

در یک تقسیم بندی سه روش کلی برای ترکیب اطلاعات وجود دارد که عبارت است از: روشهای کلاسیک – روشهای هوشمند – روشهای الهام گرفته شده از علوم مختلف.

روشهای کلاسیک درترکیب اطلاعات

روشهای کلاسیک درترکیب اطلاعات با استفاده از دو نظریه اساسی امکان پذیر است : استفاده ازنظریه احتمالات – استفاده از نظریه شواهد [8,9].

روشهای هوشمند در ترکیب اطلاعات

روش فازی – روش میانگین گیری مرتب وزندار– روش شبکه های عصبی از مهمترین روشهای هوشمند در ترکیب اطلاعات محسوب می شود [10,11,12].

انسان ها معمولا با مفاهیمی سروکار دارند که غیر دقیق است و این عدم دقت از مرزهای نادقیق تعریف این مفاهیم ناشی می شود[13]. مجموعه فازی در حقیقت بیان ریاضی این عدم دقت به صورت تعمیمی از نظریه مجموعه ها می باشد. در نظریه مجموعه های فازی، درجه عضویت می تواند مقداری بین صفر و یک اختیار کند و به این صورت می تواند عدم قطعیت را مدل کند. در این منطق مساله ای به نام تجمیع وجود دارد که در مبحث ترکیب اطلاعات بسیار کاربرد دارد یک عملگر تجمیع یک زیر مجموعه از اشیاء مربوط به یک مجموعه خاص را به عضوی از آن مجموعه نسبت می دهد.به بیان ریاضی یک عملگر تجمیع تابعی است که تعدادی از اعداد حقیقی را به یک عدد حقیقی دیگر نسبت می دهد. عملگرهای تجمیع خواص ریاضی و رفتاری زیادی می توانند داشته باشند که این خواص لزوماً با یکدیگر سازگار نیستند. در [14] این خواص به طور کامل شرح داده شده اند. از معروف ترین عملگرهای تجمیع می توان عمگرهای انتگرال گیری[5] ، مانند انتگرال فازی سوگنو[11] [15] و انتگرال فازی چوکوی[12] را نام برد که هر دو به نوعی عمل میانگین گیری در هم ریخته[13] را انجام می دهند.

عملگر میانگین گیری مرتب وزن دار[14] (OWA) از جمله عملگرهای مطرح در ادبیات مجموعه های فازی می باشد. می توان ثابت کرد که این عملگر مانند حالتی خاص از انتگرال فازی عمل می کند. یکی از مسائل مهم در زمینه تصمیم گیری، ترکیب معیارها و تشکیل تابع تصمیم است. [16]از یک سو، گاهی برآورده شدن تمام معیارها مهم بوده، و از سوی دیگر در برخی موارد اینکه حداقل یکی از آن ها برآورده شود اهمیت پیدا می کند. این دو مسیر به استفاده از عملگرهای AND و OR برای ترکیب توابع معیار، بر می گردند. عملگرد OWA نوع تجمیع انجام می دهد که در میان دو حالت ذکر شده، قرار می گیرد و از این رو می توان آن را عملگری با خاصیت AND-OR نامید. نخستین بار یاگر این عملگر را معرفی کرد و تاکنون از سوی خود او و محققین بسیار دیگری،کاربردها و نسخه های جدیدی برای آن، ارائه شده است[6] .

شبکه های عصبی مصنوعی[15] یا سیستم های عصبی تطبیقی، سیستمهایی سخت افزاری یا نرم افزاری هستند که سعی می کنند عملکرد سیستمهای عصبی بیولوژیکی را تقلید کنند. از آنجا که شبکه های عصبی دارای توانایی شایان توجهی در یادگیری مدلها و رفتارها هستند، در بسیاری از کاربرد های هوش مصنوعی به کار گرفته شده اند. شبکه عصبی یک تبدیل غیرخطی روی اطلاعات ورودی انجام می دهد که منجر به یک بردار خروجی می شود .چنین تبدیلی می تواند مشابه تکنیک های خوشه بندی[16] نگاشتی از اطلاعات به دسته های مختلف هویت باشد. بنابراین شبکه های عصبی می توانند برای تبدیل اطلاعات چند حسگر به یک اعلام مشترک در مورد هویت شیء استفاده شوند. به همین صورت از آن ها در کاربر دهای رباتیک نیز می توان کمک گرفت. به عنوان مثال در [8] از یک شبکهٔ عصبی بازگشتی برای ترکیب اطلاعات ورودی با تخمینی از حالت بعدی استفاده می شود که هدف آن تعقیب یک ربات متحرک شبیه سازی شده است.

روشهای الهام گرفته شده از علوم مختلف

علوم بکار گرفته شده در ترکیب اطلاعات عبارت است از :

۱- علوم زیست شناسی که خود بر دو نوع است : (علم روانشناسی و علم عصب شناسی) ۲- علوم شناختی

۳- ربات مین یاب

بر اساس گزارشات موجود، ایران سومین کشور دنیا از لحاظ مین های دفن شده است. در طول ۸ سال جنگ تحمیلی عراق بر علیه ایران بالغ بر ۱۶ میلیون مین در نقاط مرزی غرب و جنوب کشور کاشته شده است که بعضا بعلت دور افتاده و صعب العبور بودن مناطق , خنثی نشده باقی مانده و همه ساله افراد زیادی را از بین مردم عادی و نظامیان قربانی میکند.کشف و خنثی

[11] Sugeno
[12] Choquet
[13] Distorted Averaging
[14] Ordered Weighted Averaging
[15] Artificial Neural Networks(ANN)
[16] Clustering

www.SID.ir

Archive of SID

سازی مین ها عملی بسیار خطرناک و پرهزینه است. این امید وجود دارد که رباتهای مین یاب بتوانند این خطر را رفع نموده وتلفات انسانی و هزینه مین یابی را کاهش دهد.

جستجو، یافتن و خنثی کردن انواع مین های مختلف را میتوان از اهداف یک ربات مین یاب دانست. با توجه به نوین بودن این شاخه از رباتیک تقریبا می توان گفت دو هدف اول یعنی جستجو و یافتن مین محقق شده است اما در مورد سوم یعنی خنثی کردن مین، ربات های حال حاضر قادر به انجام این کار آن هم در مورد انواع مختلف مین های موجود نمی باشد.

۳-۱- ربات مین یاب ونوس

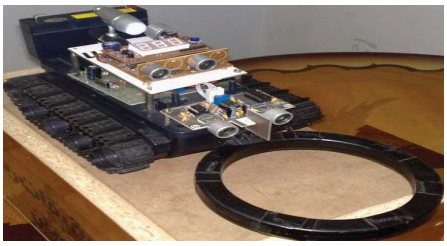
ربات مین یاب ونوس را می توان یکی از کامل ترین ربات های حال حاضر دانست، این ربات با بهره گیری از یک پردازنده ی پر سرعت قادر به جستجوی مین و کشف آن است در این ربات از یک سیستم تشخیص مین پیشرفته استفاده شده که عمق جستجو و تفکیک مین های پلاستیکی از فلزی جزو قابلیت های بالای این سیستم تشخیص مین است. برای تشخیص موانع از ماژول های ما فوق صوت (ultra sonic) که با سیستم هدایت کننده ی مرکزی ارتباط دارد استفاده شده است.

بخش مکانیکی این ربات به لحاظ حرکت در مناطق نا هموار بسیار حائز اهمیت بود لذا برای این منظور از سیستم تانکی با مکانیزم حرکتی شنی استفاده شد که به لحاظ استفاده از این مکانیزم در ربات مین یاب ونوس اقدامی جدید و بدیع بوده است.

شکل ۱- نمای جانبی ربات ونوس سیستم هدایت مرکزی

از آنجا که این ربات به صورت کاملا هوشمند به جستجو پرداخته و فعالیت می کند اهمیت این بخش بسیار زیاد بود لذا جهت هر چه بالاتر بردن سرعت این بخش از نسل جدید ریز کنترل کننده های خانواده atmel یعنی میکرو کنترلر های AVR استفاده شد وظیفه ی این بخش را به اختصار می توان چنین بیان کرد ; ارتباط با کلیه ی بخشهای جانبی از جمله موتورها، سنسورها، سیستم تشخیص مین و...، دریافت داده های محیطی، پردازش داده ها، تصمیم گیری بر اساس نتایج پردازش و صدور فرمان برای سیستم محرک یا سیستم هشدار یا سایر بخش ها.

ارتباط بخشهای جانبی با هسته مرکزی از طریق پروتکل سریال usart برقرار می شود استفاده از سخت افزارکمتر مزیت بزرگ این پروتکل ارتباطی است که این ویژگی با توجه به فضای محدود، در داخل بدنه ربات برای ما از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.

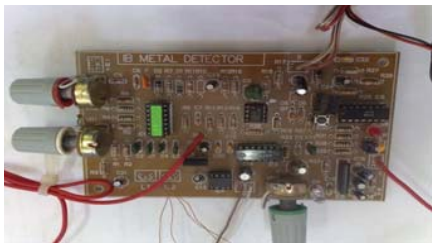


شکل ۲- نمایی از ربات ونوس بهمراه فلز یاب ربات سیستم تشخیص مین

این بخش متشکل از دو قسمت مهم است ۱- مدار فلزیاب برای دریافت داده ها ۲- پردازنده جهت تحلیل داده ها

A – مدار فلز یاب:

از میان فلز یاب های موجود که هر کدام بر اساس تکنولوژی خاصی عمل می کند، مدار فلزیاب IB را که برای ما دارای مزیت های بیشتری بود انتخاب شد و در ساخت از آن استفاده کردیم.



شکل ۳- نمایی از ربات ونوس بهمراه فلز یاب ربات

B - پردازش داده ها:

داده های خام بدست آمده از مدار فلزیاب توسط بخش پردازنده دریافت و پردازش می شود. این پردازش شامل تشخیص مین، نوع و اندازه آن و به موازات تشخیص نویز و دفع آن می باشد. برای این منظور از یک ریز کنترل کننده و مدارات جانبی آن استفاده شده که در نهایت این سیستم را به یکی از کامل ترین سیستم های موجود تشخیص مین مبدل کرده است.

سیستم فاصله سنج و تشخیص موانع

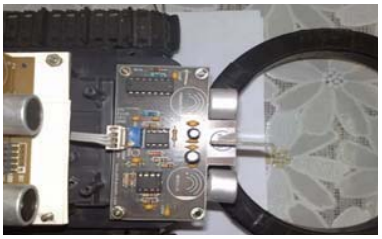
از آنجایی که این ربات به صورت کاملا خودکار و بدون دخالت انسان فعالیت می کند، آگاهی از محیط پیرامون لازمه ی اصلی برای حرکت و جستجو است. لذا برای تشخیص موانع پیرامون و همچنین اندازه گیری فاصله ربات تا موانع موجود از سنسور های ما فوق صوت استفاده شده، اصول کار این سنسور ها بر اساس بازتاب صوت و اندازه گیری زمان رفت و برگشت صوت و در نتیجه اندازه گیری فاصله است، حداکثر برد این سنسورها ۴ متر و حداقل آن ۴ سانتی متر است که البته مقادیر فوق با تغییر حالت فیزیکی فرستنده و گیرنده قابل تغییر است.

ربات مین یاب ونوس از دو ماژول آلتراسونیک بهره می برد که یکی از آنها در قسمت پایین ربات قرار دارد به صورت دیجیتال عمل می کند و ماژول بعدی که در قسمت بالای ربات قرار دارد به صورت آنالوگ عمل می کند.

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت آنالوگ فاصله تا مانع را با دقت ۱ سانتی متر و تا فاصله حداکثر ۴ متر به ما می دهد و قسمت دیجیتال جهت جلوگیری از برخورد ربات با دیواره ها و همچنین مانع های کوچک که با سنسور آنالوگ قابل تشخیص نیست تعبیه شده است.



شکل۴- نمایی از مدار فاصله سنج و تشخیص موانع ربات ونوس

در کل استفاده از دو جفت سنسور ما فوق صوت در بهبود عملکرد ربات و بالا بردن ضریب امنیت ربات به جهت برخورد با موانع موجود در محیط تاثیر بسزایی دارد.

سیستم محرک و مکانیزم حرکتی ربات

همانطور که قبلا نیز اشاره شد مکانیزم حرکت شنی با توجه به محیط فعالیت ربات تعبیه شده است برای نیروی محرکه ربات از موتورهای DC استفاده شده که برای بالا بردن قدرت موتورها , گیربکس ها بکار گرفته شدند و در کل اتصال موتورها، گیربکس و در نهایت شنی ها یک سیستم کامل قابل انعطاف را تشکیل داده است. درایور موتور ها از ترانزیستور های TIP بهره می برد که استفاده از ترانزیستور علاوه بر پایین آوردن هزینه ها قابلیت کنترل سرعت توسط روشPWM رانیز امکان پذیر میکند.[17]

۳-۲- نحوه برنامه ریزی ربات

آنچه که در برنامه ریزی ربات حائز اهمیت است کشف تعداد زیادی مین در حداقل زمان می باشد , (بدون برخورد ربات با موانع) با سیستم معرفی شده تا حدی به این هدف نائل شده ایم اما تغییراتی باید صورت پذیرد تا عملکرد اصلاح گردد. آنچه که به تازگی مشاهده می شود استفاده از تکنیک پردازش تصویر در تشخیص مانع است که عملکرد ربات را نسبت به سایر سنسورهای تشخیص مانع بهبود می بخشد، ولی اشکال وارده در مقدار و حجم اطلاعاتی است که ربات باید در هر لحظه پردازش نماید.

موضوع دیگر تغییر در سنسور تشخیص مین است که افزایش ابعاد این سنسور کاهش دقت عمل و افزایش ابعاد ربات را بدنبال دارد که چندان عملی و منطقی نمی باشد چرا که افزایش ابعاد ربات مشکل برخورد با موانع را ایجاد می کند، در نتیجه راه حل پیشنهادی استفاده چندین سنسور کوچکتر بجای استفاده از یک سنسور بزرگ می باشد که می تواند مزیتهایی را بدنبال داشته باشد. از آن جمله:

- بدون تغییر در ابعاد ربات می توان موقعیت سنسورها را متناسب با محیط مین گذاری شده تنظیم نمود.
- موقعیت مین را می توان با دقت بیشتری تعیین کرد.
- در مقایسه با روش پردازش تصویر پردازش اطلاعات سریعتر صورت می گیرد.
- می توان ربات را بگونه ای برنامه ریزی کرد که عملکرد ربات تحت تاثیر آخرین مین پیدا شده قرار گیرد، بعبارت دیگر محیط جزئی از سیستم (برنامه ریزی عملکردی ربات) خواهد شد. در اینجا به محیط اصطلاح هوش استاتیک و به عملکرد ربات هوش (حافظه) دینامیک گوییم. در واقع برنامه ریزی عملکرد ربات به گونه ای است که میتوان بین هوش دینامیکی و هوش استاتیکی یک تعامل زیبا و منطقی برقرار ساخت.

۴- روش پیشنهادی

استفاده از سه سیم پیچ بجای یک سیم پیچ محور اصلی تغییرات قرار گرفت، اما مسئله موجود نحوه استفاده از مجموعه اطلاعات حاصل از سنسورهای مغناطیسی و صوتی در ایجاد فرامین حرکتی لازم به ربات است تا اهداف مورد نظر بخوبی دنبال شود. اگر تا پیش از این حرکت ربات متاثر از سنسورهای تشخیص مانع و تک سنسور مین یاب بود حال باید ربات را به گونه ای برنامه ریزی کرد که ربات تحت تاثیر مجموعه سنسورهای تشخیص مین قرار گرفته و از خود واکنش نشان دهد تا عملکرد ربات بهینه کردد، برای این منظور ابتدا ربات را فقط با توجه به اطلاعات سه سنسور مین یاب برنامه ریزی کرده سپس اطلاعات تشخیص موانع را وارد می کنیم.

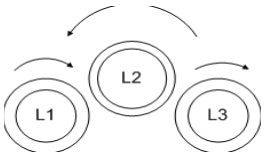
۴-۱- روابط حاکم

چگالی میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف یک سیم پیچ طبق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$B = K \frac{I}{R} \qquad (۱)$$

در این رابطه K ضریب ثابت , I جریان سیم پیچ و R شعاع سیم پیچ میباشد. در انتخاب جهت جریان سیم پیچها باید دقت کرد و تاثیر القاء متقابل سیم پیچها را باید در نظر گرفت تا جریان در هر سیم پیچ موجب تقویت فوران مغناطیسی سیم پیچ مجاورش شود.

شکل زیر این موضوع را بهتر نشان می دهد , همچنین روابط حاکم بر ولتاژ و جریان هر سیم پیچ بر حسب خود القایی و ضریب القای متقابل آورده شده است.



شکل۵- جهت جریان انتخاب شده در هر یک از سیم پیچها

www.SID.ir

Archive of SID

$$V1 = L1\frac{di1}{dt} + M12\frac{di2}{dt}$$
$$V2 = L2\frac{di2}{dt} + M12\frac{di1}{dt} + M23\frac{di3}{dt} \quad (۲)$$
$$V3 = L3\frac{di3}{dt} + M23\frac{di2}{dt}$$

ضریب القاء متقابل با فاصله سیم پیچ ها از یکدیگر نسبت عکس دارد، و میزان تاثیر گذاری هر سیم پیچ بر سیم پیچ مجاورش به شدت فوران مغناطیسی ایجاد شده و این فاصله بستگی دارد. که می توان با انتخاب مناسب جریان هر سیم پیچ و فواصل موجود بهترین سیستم تشخیص مین را طراحی کرد.

شکل۶- افزایش تعداد سنسورها بر روی ربات و نحوه قرار گرفتن آنها

۴-۲- استفاده از روش میانگین گیری مرتب وزندار (OWA) در ترکیب اطلاعات سنسورها

حال که سنسورهای تشخیص مین را افزایش دادیم قصد داریم عملکرد ربات بگونه ای کنترل نمائیم تا به صورت یک برنامه از پیش تعیین شده نباشد بلکه حرکت ربات بطور هوشمندانه بر اساس آخرین مین گشف شده شکل گیرد برای این منظور از روش OWA در ترکیب اطلاعات سنسورها استفاده کرده و سه عملگر تعریف می کنیم تا ولتاژهای لازم جهت اعمال به موتورها ایجاد شود.

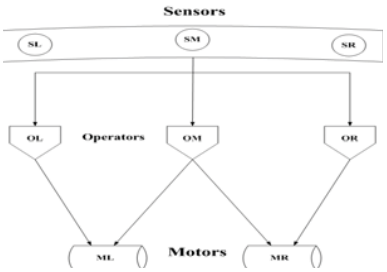
در این روش برای هر سنسوربا توجه به موقعیت و اهمیت آن ضریب وزنی بین صفر و یک در نظرگرفته می شود به نحوی که مجموع ضریب وزنها برابر یک گردد آنگاه عملگر را تعریف میکنیم.

روابط حاکم در روش OWA چنین است:

$$W_j \in [0,1] \rightarrow \sum_j W_j = 1 \quad (۳)$$
$$OWA(a_1, a_2, \ldots, a_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j$$

حال ما از سه عملگر OWA جهت کنترل اتوماتیک ربات استفاده می کنیم. ۱- عملگر با ضریب وزن غالب برای سنسور وسط جهت ایجاد ولتاژ بایاس هر دو موتور در حرکت مستقیم ۲- عملگر با ضریب وزن غالب برای سنسورسمت راست جهت ایجاد فرمان به موتور سمت چپ ۳- عملگر با ضریب وزن غالب برای سنسورسمت چپ جهت ایجاد فرمان به موتور سمت راست

چگونگی الگوریتم در دیاگرام بلوکی زیر مشخص شده است.



شکل۷- دیاگرام بلوکی نحوه اجرای الگوریتم OWA

عملگر OM با ایجاد ولتاژ بایاس برای هر دو موتور هدایت ربات در مسیر مستقیم را بر عهده دارد، عملگر OR با دریافت اطلاعات از سنسور SL به موتور سمت راست فرمان می دهد تا ربات را بطرف چپ بچرخاند و عملگر OL بر عکس OR عمل میکند و بدین ترتیب ربات تمامی مین های مسیر حرکتش را شناسایی و دنبال می کند.

۴-۳- استفاده از تابع توزیع گوسی در تعیین ضریب وزن سنسورها

توزیع گوسی یا نرمال یکی از کاربردی ترین توزیعها در میان متغیرهای تصادفی است.

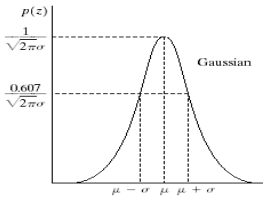
رابطه تابع توزیع گوسی چنین است:

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-(z-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (۴)$$

- میانگین : μ

- انحراف استاندارد : σ

مهمترین عاملی که باعث شد ازتابع توزیع نرمال جهت تعیین ضریب وزن سنسورها استفاده کنیم این است که سطح زیر منحنی تابع توزیع برابریک است.

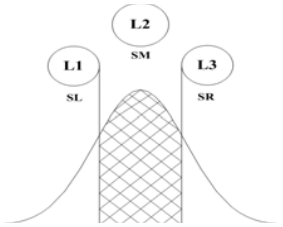


شکل۸- تابع توزیع گوسی

لذا از همین اصل استفاده نموده و ضریب وزن هر سنسور را برابر سطح زیر منحنی ایجاد شده با سنسور مجاورش در نظر میگیریم و بدین صورت یک رابطه منطقی و زیبا بین تعداد و فاصله سنسورها از یکدیگر با ضریب وزنشان ایجاد می شود[18].

www.SID.ir

Archive of SID

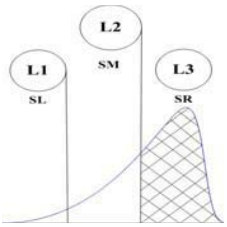


شکل۹- استفاده از سطح زیر منحنی تابع توزیع نرمال در محاسبه ضریب وزنها

همانگونه که مشاهده می شود مساحت بخش هاشور زده را جهت تعیین ضریب وزن سنسور وسط در عملگر اول یعنی ایجاد ولتاژ بایاس برای هر دو موتور بکار می بریم. برای سایر سنسورها نیز به همین نحو عمل می کنیم , نتیجه حاصل چنین است:

$$OM=0.18SL+0.64SM+0.18SR \qquad (۵)$$

برای عملگرهای دوم و سوم میتوان به دو شکل عمل کرد , میتوان از تابع توزیع برش زده استفاده کرد و یا با تغییر مرکز ثقل تابع توزیع نرمال به ضرایب وزن مناسبی رسید.که ما با استفاده از روش دوم به نتایج عملی بهتری رسیدیم لذا همین روش را توضیح می دهیم.



شکل۱۰- استفاده از سطح زیر منحنی تابع توزیع نامتقارن در محاسبه ضریب وزنها

همانگونه که درشکل مشاهده می شود از تابع توزیع نامتقارن جهت محاسبه ضریب وزن سنسورها برای عملگر دوم و سوم که فرمان حرکت و کنترل ربات را به موتور سمت راست و چپ صادر می کند استفاده می کنیم. نتایج حاصله چنین است:

$$OL= 0.58\ SR+0.32\ SM+0.1\ SL$$
$$OR= 0.1\ SR+0.32\ SM+0.58\ SL \qquad (۶)$$

بدین ترتیب ما از این سه تابع توزیع جهت محاسبه عملگرها استفاده می کنیم و همان گونه که مشاهده شد ضریب وزن سنسورها با توجه به تعداد و موقعیت سنسورها محاسبه می شود.

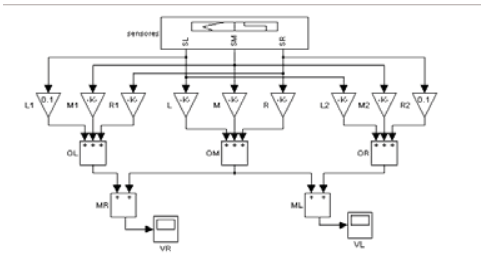
۴-۴- مزایا و نتایج حاصل از این روش

مزایای حاصل از این روش را می توان به دو بخش تقسیم کرد.

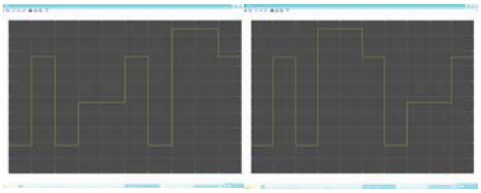
۱- مزایای ناشی از استفاده از سه سنسور که عبارت است از : موقعیت مین ها با دقت بیشتری پیدا شود، با جریان الکتریکی یکسان سطح و عمق بیشتری جستجو می شود، برای شرایط مختلف می توان موقعیت سنسورها را تغییر داد.

۲- مزایای ناشی از ترکیب داده ها به روشOWA عبارت است از: سادگی این روش در مقایسه با سایر روشهای هوشمند مثل شبکه های عصبی، عملکرد بهینه این روش در پیدا کردن مین، کاهش خطا و سرعت عمل این روش از آن جمله است.

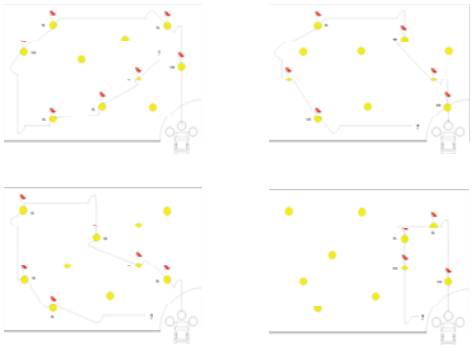
حال نتایج عملی و شبیه سازی شده این روش ارائه می شود که برای این منظور از محیط matlab استفاده شده و اطلاعات سنسورها را توسط سیکنال ژنراتور ایجاد کرده و نتیجه نهایی به صورت سطح ولتاژ های اعمال شده به هر یک موتورها جهت حرکت ربات ظاهر می شود.در ادامه نتایج این شبیه سازی مشاهده می شود.



شکل۱۱- دیاگرام بلوکی شبیه سازی شده توسط نرم افزار Matlab



شکل۱۲- ولتاژهای رسیده به هر یک از موتورها در برخورد با سه مین در موقعیت های مختلف وسط,چپ و راست



شکل۱۳- نتایج عملکرد ربات در زمینی با ده مین موجود

شکل ها سطح ولتاژ هر یک از موتورها را در رسیدن ربات به یک مین در مسیر مستقیم سپس تشخیص مین توسط سنسور سمت چپ و در نهایت تحریک سنسور سمت راست،که مشاهده می شود پس از رسیدن ربات به هر یک از مین های چپ و راست ربات تغییر مسیر حرکت داده و در راستای همان مین ادامه مسیر می دهد، حال میتوان اطلاعات هر یک از سنسورهای

www.SID.ir

Archive of SID

تشخیص مانع را نیز وارد عمل کرده و در هنگام رسیدن ربات به مانع تغییر مسیر حرکت صورت گیرد تا از برخورد ربات با موانع جلوگیری شود.

همانگونه که در شکل مشاهده می شود ربات قادر است در بهترین شرایط هشت و در بدترین شرایط چهار مین را تشخیص دهد.

جدول ۱- نتایج عملی حاصل از آزمایش ربات

نتایج عملی حاصل از یک دور چرخش ربات در پیست های مختلف با تعداد ده مین	تعداد مینهای کشف شده در پیست ۱	تعداد مینهای کشف شده در پیست ۲	تعداد مینهای کشف شده در پیست ۳	تعداد مینهای کشف شده در پیست ۴
ربات با یک سنسور	۵	۴	۴	۴
ربات با سه سنسور روش شرطی	۵	۶	۵	۵
ربات با سه سنسور روش OWA	۷	۶	۶	۴

جهت جلوگیری از قرار گرفتن ربات در مسیر تکراری(لوپ) می توان اصلاحات نرم افزاری و سخت افزاری مختلفی انجام داد، بعنوان مثال با علامت گذاری مین های شناسایی شده توسط ربات و تعبیه سنسورهای مربوطه، ربات قادر است با قرار گرفتن در موقعیت مینی که علامت گذاری شده تغییر مسیر داده و سایر مین ها را جستجو نماید.

۵- نتیجه گیری

بکار گیری روش OWA در ربات مین یاب نتایج جالب توجهی را بدنبال دارد، همچنین استفاده از تابع توزیع گوسی در انتخاب ضریب وزنها محدودیت و مشکلات افزایش تعداد سنسورها و موقعیت آنها را منتفی می سازد. این روش در مقایسه با سایر روشهای هوشمند دارای هزینه کمتر و سرعت عمل بیشتری است. الگوریتم فوق می تواند کاربردهای دیگری نیز داشته باشد در واقع هر گاه بخواهیم از مجموعه ای از سنسورها جهت نمایش یا کنترل استفاده نماییم به نحوی که بتوان توسط تابع توزیع گوسی درجه اهمیت سنسورها را بیان کرد می توان از روش فوق استفاده کرد.

مراجع

[1] D. Koks and S. Challa, “An introduction to Bayesian and Dempster-Shafer data fusion, ”Department of Defence, Edinburgh, Australia, Tech Rep. DSTO-TR-1436, 2005.
[2] J. K. Rosenblatt, “Optimal Selection of Uncertain Actions by Maximizing Expected Utility,” *Autonomous Robots*, vol. 9, no. 1, pp. 17-25, 2000.
[3] M. A. Simard, E. Lefebvre and C. Helleur, “Multi-source information fusion applied to ship identification for the recognized maritime picture,” *Sensor Fusion: Architectures, Algorithms and Applications*, vol. 4, pp. 67-78, 2000.
[4] R. Yager, “On ordered weighted averaging aggregation operators in multi criteria decision making,” *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 18, no. 1, 1988.
[5] A. Abidi and R. C. Gonzalez ,"*Data Fusion in Robotic and Machine Intelligence*" Academic, Press,1999.
[6] V. Steinmeyz , F. Sevila , and V. Bellon - Maurel ,"A methodology for sensor fusion design: application to Fruit quality assessment," *Journal of Agriculture Research*,vol.74, pp.21-31- 1999.
[7] B. Dasaraty , *Decision Fusion*. IEEE Computer Society Press , 1994.
[8] K. Sentz and S. Ferson, "Combination of evidence in Dempster - Shafer theory ,"SANDIA National Laboratory ,Springfield ,USA, Tech Rep. SAND 2002 – 0835, 2002.
[9] M. Grabish , "Fuzzy integrals as a flexible and interpretable of aggregation," *in Aggregation and Fusion of Imperfect Information*, pp.51-72, 1998
[10] R. R. Yager, ”Families of OWA operators,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol.59, no.2, pp. 125-148, 1993.
[11] H. Wu, M, Siegel, R. Stiefelhagen, and J. Yang, "Sensor fusion using Dempster-Shsfer theory", in *proceeding of IEEE Conference on Instrumentation and Measurement Technology*, Anchorage, USA, 2002.
[12] F. Kobayashi, F. Arai and F. Fukuda, "Sensor selection by reliability based on possibility measure," *Robotics and Automation*, pp. 2614-2619, 1999.
[13] R. R. Yager, “Intelligent decision making and information fusion,” *Intelligent Systems*, vol. 4, pp 1-4, 2004.
[14] A. H. Keyhanipour, “Design and implementation of a new intelligenct meta-search engine based on information fusion theory,” M.Sc. Thesis, School of Electrical and Computer Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, 2006.
[15] M. Sugeno, “Fuzzy measures and Fuzzy integrals-A survey,” *Fuzzy Automata and Decision Processes*, North-Holland, Amsterdam, pp. 89–102, 1977.
[16] B. Araabi, “Fuzzy statistical systems and their identification,” M.Sc. Thesis, School of Electrical and Computer Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, 1996.
[17] R. Osorio, C. Jose, A. Romero, M. Penaco , I. Lopez J, "Intelligent Line Follower Mini-Robot System" *International Journal of Computers, Communications &Control*. Vol, 1 (2006) no, 2, pp, 73-83, 2006.
[18] بادلّو، مشیری، اعرابی، "ترکیب اطلاعات هوشمند توسط عملگر میانگین گیری مرتب وزندار در ربات تعقیب خط ساده و مغناطیسی" دومین کنگره مشترک سیستم های فازی و سیستم های هوشمند {هشتمین کنفرانس سیستم های فازی و نهمین کنفرانس سیستم های هوشمند} ص ۱۸۳ آبان ۱۳۸۷.

www.SID.ir