

الگوی فرماندهی و کنترل یکپارچه هوشمند با رویکرد تحلیل داده حسگری

احد نقوی^۱

ناصر مختازاده^۲

مسعود مقدس*^۳

نوع مقاله: مروری

چکیده

امروزه استفاده از بانک‌های اطلاعاتی رابطه‌ای به منظور طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌های کاربردی با حجم بالای اطلاعات و مدیریت اطلاعات یکپارچه سازمان‌ها از ضرورت بسیار بالایی برخوردار است. سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوایی با اطلاعات مسیرهای دیگر، امکان (۱) تعیین کل اهداف دیده شده در فاصله زمانی مشخص توسط یک رادار خاص، (۲) امکان مدیریت بر منطقه پوششی رادار بمنظور گسترش یا عدم گسترش سایت‌های راداری در منطقه، (۳) امکان مدیریت بر منطقه پوششی رادار بمنظور گسترش یا عدم گسترش سایت‌های راداری در منطقه، (۴) مدیریت بر اطلاعات آرشیبوی از آخرین وضعیت ثبت وقایع را برای فرماندهان و کارکنان‌بخش فناوری اطلاعات میسر می‌سازد. در این تحقیق با بهره‌گیری از مفاهیم عمده پایگاه داده تحلیلی، الگوی معماری مناسبی را جهت تحلیل اطلاعات سامانه‌های متمرکز فرماندهی و کنترل هوایی (SOC, TADS, RIPS) ارائه داده و مدل ارائه شده را با ایجاد چند پرس و جو بر روی اطلاعات مسیرهای پروازی در سیستم‌های فرماندهی و کنترل با استفاده از پایگاه داده‌ای اراکل تحلیل نموده و سرعت تحلیل سرعت پرس و جو در الگو را یک بار با مکانیسم پایگاه داده تحلیلی و یک بار با مکانیسم همه منظوره یا مکانیسم OLTP مقایسه می‌نماییم و نتیجه را اعلام می‌نماییم.

کلید واژه‌ها:

سامانه فرماندهی و کنترل، بانک اطلاعاتی رابطه‌ای، بانک اطلاعاتی تحلیلی.

^۱ معاونت فاوا آجا، تهران، ایران.

^۲ معاونت فاوا آجا، تهران، ایران.

^۳ دکتری مهندسی فناوری اطلاعات، معاونت طرح و برنامه آجا، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: masoud13482002@yahoo.com



مقدمه

سامانه‌های متمرکز فرماندهی و کنترل هوایی نقش بسزایی در جمع‌آوری اطلاعات اشیا پرنده و پردازش آنها داشته و از اهمیت ویژه‌ای در راستای اتخاذ تصمیم بموقع و زمان واقعی جهت سطوح مدیریتی برخوردار است. ورود حجم بسیار بالا از اطلاعات خام و تحلیل و بررسی اطلاعات آرشیو شده از ارکان سامانه‌های فرماندهی و کنترل می‌باشد [1]. در روش‌های اولیه بجای استفاده از پایگاه داده‌ای از فایل داده‌ای استفاده می‌شد که بعلت بالا بودن حجم اطلاعات، تحلیل اطلاعات آرشیو شده و حجیم، با مشکلات فراوانی روبرو بود. در روش جاری با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی رابطه‌ای (از قبیل اراکل و MySQL) امکان مدیریت داده‌ها و انجام پرس‌وجوهای تحلیلی جهت اتخاذ تصمیم میسر شده است، لیکن از آنجایی که سرعت و دقت در تحلیل پرس‌وجوها از اهمیت خاصی برخوردار است، صرف استفاده از یک ساختار همه منظوره امکان توفیق بالا را میسر نخواهد کرد. با استفاده از مفاهیم و معماری پایگاه داده تحلیلی امکان مدیریت و تحلیل اطلاعات سیستم و ارائه جهت اتخاذ تصمیم درست، بهینه خواهد شد [2].

تجزیه و تحلیل سریع اطلاعات و تهیه گزارش‌های مدیریتی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوایی از اهمیت خاصی در نیروی هوایی برخوردار است. اطلاعات اشیا پرنده، وضعیت هواپیما، وضعیت آب و هوا، مسیرهای پروازی، و... از طریق سیستم متمرکز فرماندهی و کنترل پردازش شده و پس از انجام پردازش کل اطلاعات جاری از طریق فایل‌های داده‌ای آرشیو می‌گردد. مشکل اصلی این است که جهت تحلیل اطلاعات قبلی و دارای سابقه (Historical data) ابزار مناسبی موجود نیست. برای مثال تهیه گزارش تحلیل از اهداف رسیده و وضعیت دستوراتی که افسر عملیات از طریق سیستم وارد نموده جهت ارائه به سلسله مراتب فرماندهی از طریق سیستم کند بوده و بعضاً اختلافاتی نیز مشهود می‌باشد [15]. در حالت فعلی استفاده از سیستم و دفتر ثبت وقایع از راه کارهای اجرایی می‌باشد. با توجه به حجم بالای اطلاعات، ارائه الگویی جهت بهبود در روند تحلیل اطلاعات امری ضروری است

دلایل زیر ضرورت انجام این تحقیق را روشن می‌سازد:

۱. سرعت پایین تحلیل اطلاعات در زمانی که با حجم بسیار بالایی برخورد داریم.
۲. نبود اطلاعات دقیق از نقاطی که سنسورهای راداری قادر به کشف و رهگیری آنها نیستند.
۳. وجود سایت‌های پرکار و کم کار در مناطق مختلف کشور بعلت عدم تحلیل جامع در خصوص میزان پوشش‌های راداری در هر منطقه عملیات
۴. عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت تعیین میزان کارکرد واقعی رادار در طی شبانه روز.

۵. عدم وجود تحلیل مناسب بر روی داده های آرشیوی در بانکهای اطلاعاتی ثبت وقایع عملیاتی.

با بررسی ها و مطالعات در حوزه پایگاه داده‌ای، بهره‌گیری از تکنولوژی پایگاه داده تحلیلی در اراکل به عنوان یک راه کار جهت نیل به اهداف فوق مد نظر محقق بوده است. وزارت دفاع امریکا طراحی سیستم CAMS با رویکرد تصمیم‌گیری در حوزه اطلاعات سامانه‌های لجستیکی تحقیقات انجام گرفته از طریق یکی از موسسات وابسته به وزارت دفاع در خصوص طراحی کنترل مدیریت سیستم‌های تدارکاتی. در حوزه پایگاه داده تحلیلی وزارت نیرو (جهت تحلیل اطلاعات چاه‌ها و قنات‌ها اقدام نموده، لیکن هنوز به مرحله پالایش اطلاعات نرسیده است. وزارت نفت و وزارت بهداشت نیز کارهای مشابهی در خصوص یکپارچه‌سازی اطلاعات صرفا انجام داده‌اند. شرکت ایز ایران اقداماتی جهت بومی نمودن ساختار کلی فرماندهی و کنترل (اعم از سخت افزار، نرم افزار و شبکه و ارتباط) نموده لیکن در راستای اتخاذ ساختار پایگاه داده‌ای مناسب هنوز اقدامی صورت نگرفته است [13,14].

فرضیه‌های تحقیق

با فرض استفاده از ساختار پایگاه داده تحلیلی در یک پایگاه داده ای رابطه ای (نظیر اراکل) اگر بتوانیم حجم بالای از داده‌ها را در یک محدوده زمانی خاص و قابل مقایسه پردازش نماییم و پرس و جوی حاصله را تحلیل کنیم، آنگاه الگو و روش ارائه شده می تواند بعنوان روش بهبود یافته در تهیه گزارش های تحلیلی از سامانه های فرماندهی و کنترل هوایی قلمداد شود.

سوالات تحقیق

- برای مدیریت داده‌ها از چه مکانیسم بانک اطلاعاتی رابطه ای استفاده شود(مشخص نمودن نوع بانک اطلاعاتی سیستم)
- ساختار فیزیکی و منطقی و معماری این الگو چگونه خواهد بود(مشخص نمودن نحوه ارتباط ساختارهای اطلاعاتی شامل جداول اصلی و جداول ابعادی در مدل پایگاه داده تحلیلی پیشنهادی)
- روند انجام پرس و جو در ساختار OLTP و پایگاه داده تحلیلی چگونه خواهد بود(ارزیابی ساختار ارائه شده با استفاده از اسکرپت های اراکل

اهداف تحقیق

- ارائه مدل معماری اطلاعات بر مبنای داده های فرماندهی و کنترل و شناسایی داده‌ها برای مدیریت داده

- تعیین ساختار فیزیکی در نحوه پیکربندی داده‌ها در جداول پایه ای مبتنی بر پایگاه داده تحلیلی با مدل مناسب پایگاه داده تحلیلی
- مقایسه سرعت پرس و جوی پایگاه داده تحلیلی طراحی شده با ساختار OLTP در بانک اطلاعاتی اراکل برای مسیرهای راداری در حجم های بالای اطلاعاتی

پایگاه داده تحلیلی

منشا پایگاه داده تحلیلی و سیستمهای تصمیم یار به محتوای سیستم های اطلاعاتی بر می گردد. پردازش سیستمهای تصمیم یار نیاز به یک فناوری اطلاعاتی پیشرفته می باشد. در اوایل دهه ۶۰ کل برنامه های محاسباتی در دنیا با ایجاد بر نامه های کاربردی بصورت مجزا و با استفاده از فایل داده ای انجام می گرفت و معمولا بر نامه های کاربردی با یک زبان سطح پایین مثل کوبال و یا فترن برنامه سازی می گردید. [۵]

تا سال ۱۹۷۰ با بوجود آمدن مکانیسم حافظه جهت دسترسی مستقیم به اطلاعات امکان افزایش رکوردهای اطلاعاتی میسر شد. با استفاده از این مکانیسم سیستم های مبتنی بر مدیریت پایگاه دادهای شروع به رشد نمود و امکان مدیریت و افزایش رکوردها در بانکهای اطلاعاتی میسر شد. هدف سیستم های مدیریت بانکهای اطلاعاتی، دسترسی و ذخیره اطلاعات در بستر DASD بصورت سریع بود.

تا اواسط سال ۱۹۷۰ سیستم های پردازش تراکنش های آنلاین (OLTP) امکان دسترسی و بازیابی سریع اطلاعات را در محیط های اجرایی مدیریت نمود. این ساختار چشم انداز خوبی را برای سیستم های کاربردی مهیا کرد. بعد از رشد استفاده از TPSها به عنوان سیستمهای پردازش تراکنش در بخش های عملیاتی سازمان، نیاز جدی به سیستمهای اطلاعاتی که بتوانند عملیات گزارش گیری را علی الخصوص در رده گزارشهای مدیریتی ساماندهی کنند احساس می شد. علی الخصوص بوجود آمدن جزایر فناوری، سیستمهایی که به صورت جد از هم فعالیت می کرد و امکان تهیه گزارشات ترکیبی از اطلاعات سیستمهای مختلف و انجام پرس و جوها را مشکل و یا غیر ممکن می نمود. بنابراین حرکت به سمت سیستمهای اطلاعات مدیریت و بویژه سیستمهای گزارشگیری مدیریتی (MRS) آغاز شد. اما مشکل آنجا بود که این سیستمها به شدت به TPSها وابسته بودند و داده هاشان اغلب یکی بود. این باعث می شد که تغییر یکی باعث انتشار تغییرات در همه سیستمها شود. از سوی دیگر ساختار داده ای مشابه، امکان تهیه گزارشات زمانی و موضوعی را مشکل می ساخت. به دلیل این مشکلات مدل جدیدی از تفکر به نام انباره دادهها ایجاد شد [3,20].

از دیدگاه ویلیام اینمون یک پایگاه داده تحلیلی مجموعه ای از اطلاعات یکپارچه که دارای قابلیت آنالیز کردن و استخراج داده هامیباشد. عنوان شده است. بعضی از خصوصیات پایگاه داده تحلیلی ها از این قرارند:

یکپارچه بودن

یکپارچه سازی بعنوان یکی از ویژگیهای مهم در پایگاه داده تحلیلی می باشد. داده ها از طریق منابع مختلف بدون یک پایگاه داده تحلیلی منتقل شده و پس از ورود در انبار داده مجدداً فرمت بندی، خلاصه سازی و یکپارچه می گردند.

متغیر با زمان

پایگاه داده سیستم های عملیاتی مبتنی بر ارزش جاری داده می باشند. این بدین معناست که داده در زمان بازیابی یا انجام تراکنش مورد ارزیابی قرار می گیرد. برای مشخص شدن موضوع فرض کنید شرکت هایی مثل بانک، بیمه، یا شرکتهای خطوط هوایی بعنوان نمونه انتخاب شوند. در یک بانک پس از برداشت و یا واریز مبلغ توسط مشتری موجودی مشتری در همان لحظه بروز می گردد و یا اگر مشتری از عضویت بیمه بیرون رود سیاست جدید بیمه ای برای آن مشتری در همان لحظه بروز شده و یا اگر یک مشتری به سیستم رزرواسیون خطوط هوایی مراجعه نماید، در همان لحظه یک صندلی خالی از موجودی سیستم کم می گردد. کل این عملیات در سیستم های اجرایی صادق است اما در پایگاه داده تحلیلی انجام هرگونه تغییر بصورت تکی انجام نمی گیرد بلکه حجم زیادی از داده ها از طریق مکانیسم لحظه ای تغییرات انجام می گیرد.

غیر فرار

داده های موجود در پایگاه داده تحلیلی، هیچگاه دوباره نویسی یا پاک نمی شوند، داده ثابت و بدون تغییر است اما برای گزارش های آینده حفظ می شود.

موضوع گرا

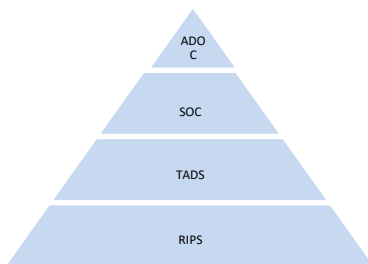
داده ها در یک پایگاه داده تحلیلی به نحوی سازمان دهی می شوند که تمام اجزای داده که با همان واقعه یا موضوع مرتبط هستند، به هم متصل باشند. سیستم های عملیاتی رده ای بر طبق بر نامه های کاربردی سازماندهی می گردند.

سامانه فرماندهی و کنترل

امروزه به منظور کنترل و مانیتورینگ مستمر و متمرکز قلمرو هوایی، متدولوژی ها و چارچوب های گوناگونی در سطح دنیا ارائه می شود. که از نمونه های آن می توان به نظام های C4I و یا نسخه ی جدیدتر آن یعنی C4ISR اشاره نمود. در همین راستا وبه منظور بهره مندی از مزایا

وامکانات نظام‌های مذکور از یک دهه‌ی پیش سیستم فرماندهی و کنترل هوایی به طور جدی در سطح کشور گسترش یافته‌است. که به کمک آن می‌توان داده‌های دریافتی از مراکز همچون رادارها، ایستگاه‌های شناسایی و پست‌های دیده‌بانی را به طور یکجا و متمرکز دریافت نموده و پس از انجام مراحل پردازش لازم، اطلاعات مورد نیاز را در اختیار فرماندهان قرار می‌دهد. در نتیجه‌ی بکارگیری این سامانه قادریم تا در هر لحظه وضعیت آسمان کشور (وحتی در محدوده‌هایی فراتر از مرزها) را از حیث تعداد و مسیر اهداف پرنده موجود و نیز نوع اهداف (از نقطه نظر دوست، دشمن، مظنون به متخاصم) تحت نظارت و کنترل مستمر و لحظه به لحظه داشته باشیم [17,21].

بدلیل گستردگی و پهنای بودن کشور و نیز فراوانی و پراکندگی ایستگاه‌های راداری و پست‌های دیده‌بانی لازم است تا ساختاری طراحی گردد تا به بهترین وجه ممکن سامانه‌ی مذکور را مدیریت نماید. به همین منظور چند سطح سلسله مراتبی در این سامانه تعریف شده‌است به طوری که داده‌های استخراج شده از مراکز ارسال داده در هر کدام از سطوح مزبور پردازش شده و پس از انجام تصحیحات لازم به سطح بالاتر ارسال می‌گردد. سطوح مورد بحث به صورت هرمی و از بالا به پایین سازماندهی شده‌اند. که در شکل زیر نشان داده شده است [16].



هرم فرماندهی و کنترل هوایی [۱]

¹ADOC: (مرکز عملیات دفاع هوایی) مسولیت کنترل و پایش اطلاعات کلیه مسیر های پروازی کشور بر عهده این مرکز می باشد. در اصل این مرکز یک تصویر عملیاتی مشترک از موقعیت های اهداف نشان میدهد.

²SOC (مرکز عملیات منطقه ای) با توجه به تقسیم بندی کل کشور به مناطق عملیاتی مختلف، مسولیت کنترل و پایش اطلاعات کلیه مسیر های پروازی هر منطقه بر عهده این

¹ Air Defence Operation Center

² Section Operation Center

مرکز می باشد. در اصل این مرکز یک تصویر عملیاتی مشترک از موقعیت های اهداف منطقه ای نشان میدهد [18,19].

¹TADS (مرکز دفاع هوایی تاکتیکی) مسوولیت کنترل و پایش اطلاعات کلیه مسیر های پروازی هر موقعیت تاکتیکی منطقه بر عهده این مرکز می باشد. در اصل این مرکز یک تصویر عملیاتی مشترک از موقعیت های اهداف بخشی از منطقه عملیاتی را نشان میدهد.

²RIPS (مرکز پردازش اطلاعات سنسورهای راداری) از این مرکز دربخش آخر سیستم های کنترل دفاع هوایی بهره برداری می شود. کلیه اطلاعات مسیر های راداری، شنود، سیستم های دیده بانی و... از طریق این مرکز پردازش می گردد.

از این رو و به تناسب موقعیت جغرافیایی ایستگاههای راداری، عوارض طبیعی، اهمیت سوقالجیشی هر کدام از آنها، مراکزی در سطح کشور سازماندهی شده است [10,11].

ساختار شبکه فرماندهی و کنترل هوایی جهت مدیریت و پردازش اطلاعات راداری و تعیین موقعیت مناسب هدف و انجام مراحل اصلی شامل شناسایی و هویت شناسی³ اجسام پرنده و برآورد تهدیدات⁴ و شیوه های مقابل با آن طراحی شده است.

طراحی مدل پایگاه داده تحلیلی ساختار داده های مسیرهای پروازی

در این تحقیق با در نظر گرفتن اهمیت زمان مشاهده مسیر توسط رادار جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات مسیر های پروازی از مدل پایگاه داده تحلیلی ستاره ای استفاده می نماییم که جدول اصلی آن با عنوان داده های مسیر های پروازی اصلی نام گذاری شده که اطلاعات مربوط به مسیر های پروازی از طریق آن پردازش می گردد.

هدف اصلی ما در این است که با در نظر گرفتن جداول ابعادی حجم بالای اطلاعات موجود در این جدول را که از پردازش و پالایش سایر جداول ابعادی مقدار دهی شده است با مکانیسم قبلی (OLTP) و ساختار فعلی با حجم های متنوع داده تحلیل و سرعت پاسخگویی را مشخص نماییم.

¹ Tactical Air Defence System

² Radar Information Processing System

³ Identification

⁴ Threat Evaluation

ابعاد استخراجی از داده ها (شناسایی فرا داده ها)

فرا داده مربوط به زمان رد یابی هدف^۱

در این قسمت بر اساس سال، ماه، روز به تفکیک ابعاد زمان را استخراج می نماییم. مبدا استخراج همان جدول مسیر های پروازی از ساختار OLTP می باشد. در جدول مسیر های پروازی زمان استخراج و کشف هدف بصورت روز، ماه، سال، ساعت و ثانیه می باشد که با توجه با اینکه در این پایان نامه مبنای تحلیل اطلاعات بر اساس روز می باشد، فرا داده زمان تا مرحله روز شکسته شده است. کد ارتباطی این فرا داده در جدول اصلی با نام TIME_ID نام گذاری و بهنگام می گردد. با توجه به این که اطلاعات توسط مدل دانه برقی نیز تحت تجزیه و تحلیل قرار گرفته بعد زمان بصورت سه بع دیگر بنام بعد سال، بعد ماه و بعد روز تفکیک شده است.

فرا داده مربوط به طرح های پروازی^۲

در این قسمت بر اساس برنامه های پروازی اعلام شده، مرتبط بودن یک مسیر پروازی را با مسیر دیده شده در نظر می گیریم. مبدا استخراج همان جدول طرح های پروازی از ساختار OLTP می باشد. در این جدول اطلاعات عمده طرح پروازی (نام مسیر، اختصاص یا عدم اختصاص این طرح به مسیر و کد طرح) از جدول طرح های پروازی استخراج شده و کد ارتباطی آن در جدول اصلی با نام FP_ID نام گذاری و بهنگام می گردد.

فرا داده مربوط به منطقه تحت پوشش رادار^۳

در اینجا با استفاده از مکانیسم های ریاضی میزان پوشش هر منطقه را تا شعاع ۵۰۰ کیلومتری در نظر گرفته و داده های مربوطه را با این دیدگاه دسته بندی مینماییم مبدا استخراج همان جدول مسیر های پروازی از ساختار OLTP می باشد. در این جدول دو فیلد طول و عرض جغرافیایی هدف مبنای محاسبه می باشد که در بخش بعد تشریح شده است. از آنجاییکه برد نهایی در یک رادار در سامانه های فرماندهی و کنترل ۵۰۰ کیلومتر می باشد. با تقسیم بندی فواصل ذکر شده تا شعاع ۵۰۰ کیلومتری، جدول ابعادی دیگر ی بنام منطقه تحت پوشش رادار از جدول مسیر های پروازی بمنظور تعیین میزان پوشش رادار در هر ربع در نظر گرفته می شود. (برای مشاهده اسکرینپت های اراکل به پیوست رجوع شود). اطلاعات این فرا داده شامل کد منطقه پوششی، محدوده ی آغازین و محدوده انتهایی بر د پوشش رادار می باشد.

^۱ AHD_TB_TIME_DIM: نام گذاری جدول بر اساس نام کاربر سیستم AHD، نوع فرا داده TB مخفف جدول و

نام اصلی فرا داده می باشد.

^۲ AHD_TB_FP_DIM

^۳ AHD_TB_RANGE_LIMIT_DIM

فراداده مربوط به ربع رادار^۱

در اینجا براساس میزان پوشش منطقه ای، ربع رادار را تعیین نموده و هدف مورد نظر را در آن ربع دسته بندی می نماییم. مبدا استخراج همان جدول مسیر های پروازی از ساختار OLTP می باشد.

پالایش داده های مسیر های پروازی

با توجه به حجم بالای اطلاعات در جدول مسیر های پروازی و سایر جداول لزوم پالایش و یکپارچه سازی داده ها در این مرحله امری ضروری می باشد. زمانیکه هر شی پرنده در مسیر خاصی با زاویه مشخص در حال پرواز می باشد، برای بدست آوردن اطلاعات بعدی مسیر، نیاز است تا از طریق پیشبینی بر مبنای سمت و سرعت و در نظر گرفتن فرمول محاسباتی زیر عمل شود:

روش پیش بینی موقعیت بعدی هدف

اگر X بعنوان عرض یک سیستم راداری بر مبنای موقعیت مکانی خود و Y نیز معرف طول یک سیستم راداری بر مبنای موقعیت محلی خود باشد ^۲آنگاه برای بدست آوردن نقطه بعدی هدف داریم:

$$X=x+v\sin(\text{heading})$$

$$Y=y+v\cos(\text{heading})$$

که در فرمول های فوق heading معرف سمت و V معرف سرعت شی پرنده می باشد. نمودار ۱-۴ بر مبنای یک سیکل رادار (در اینجا ۱۰ ثانیه) جداول اهداف مسیر های پروازی را با استعداد ۸۰۰۰۰۰۰ رکورد پالایش می نماید

در پیوست زیر برنامه ای بر اساس VB بر مبنای یک سیکل رادار (در اینجا ۱۰ ثانیه) جداول اهداف مسیر های پروازی را با استعداد ۸۰۰۰۰۰۰ رکورد بررسی می نماید. و مقادیر مناسب داده ای را برای انجام پرس و جوی خواسته شده در چندین مرحله در نظر می گیرد.

تجزیه و تحلیل نتایج حاصله

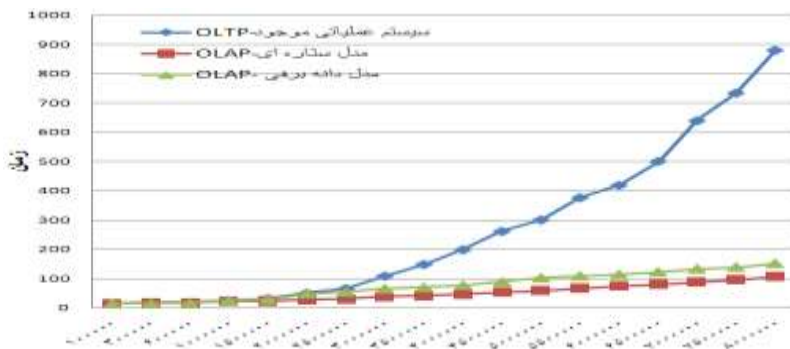
نمودار شکل زیر نتیجه حاصل از مقایسه دو مدل " ستاره ای " و " دانه برفی " و وضعیت موجود را نشان میدهد.

¹ AHD_TB_QUARTER_DIM

² Local Radar Position

جدول (۴-۱) مقایسه پردازش داده‌ها در مدل ستاره‌ای، دانه برفی و سیستم موجود

تعداد رکورد	OLTP-سیستم عملیاتی موجود	OLAP-مدل ستاره‌ای	OLAP-مدل دانه برفی
۱۰۰۰۰۰	۲.۱۶	۱۵	۱۶
۳۰۰۰۰۰	۵۳.۱۸	۴۲.۱۷	۲.۱۷
۶۰۰۰۰۰	۲۴.۲۰	۰.۵.۱۸	۸۳.۱۷
۱۰۰۰۰۰۰	۲۷	۱۵.۲۲	۵۳.۲۵
۱۵۰۰۰۰۰	۴۸.۳۳	۲۴	۰.۸.۳۰
۲۰۰۰۰۰۰	۲۳.۵۲	۲۸	۲۱.۴۹
۲۵۰۰۰۰۰	۴۶.۶۷	۳.۳۱	۳۴.۵۵
۳۰۰۰۰۰۰	۴۵.۱۱۰	۴۴.۳۸	۶۳.۶۶
۳۵۰۰۰۰۰	۲۳.۱۵۰	۳۳.۴۲	۷۱
۴۰۰۰۰۰۰	۴۳.۲۰۰	۰.۷.۴۷	۱۲.۷۸
۴۵۰۰۰۰۰	۲.۲۶۳	۸۲.۵۳	۵۷.۸۹
۵۰۰۰۰۰۰	۴۲.۳۰۲	۲.۵۹	۴۴.۱۰۳
۵۵۰۰۰۰۰	۲۲.۳۷۸	۳۱.۶۷	۶۷.۱۰۹
۶۰۰۰۰۰۰	۸.۴۲۰	۶۲.۷۵	۸۴.۱۱۴
۶۵۰۰۰۰۰	۵۲.۵۰۲	۲۶.۸۱	۴۴.۱۲۳
۷۰۰۰۰۰۰	۴۷.۶۴۱	۳۳.۸۸	۱۳۴
۷۵۰۰۰۰۰	۷۳۶	۴۲.۹۶	۲۳.۱۴۰
۸۰۰۰۰۰۰	۴۳.۸۸۲	۰.۵.۱۰۷	۳۳.۱۵۲



نمودار (۴-۲) مقایسه بین زمان و تعداد رکوردها در مدل ستاره‌ای، دانه برفی و سیستم موجود

با بررسی داده‌ها و رکوردهای ثبت شده و نمودارهای ایجاد شده موارد ذیل کاملاً نمایان است:
الف- با توجه به اینکه در شکست بعد زمان به ابعاد سال، ماه و روز تعداد رکوردهای حاصله مرتبط با اطلاعات روز در هر دو جدول (TB_TIME_DIM) و جدول (TB_TIME_DAY) یکی می‌باشد، در مدل دانه برفی بعلت وجود پیوندها (JOIN) سرعت تهیه گزارشات تحلیلی در کلیه درخواست‌هایی که در آن روز نقش تعیین کننده را دارد (در این تحقیق مبنای اصلی تهیه گزارشات تحلیلی بر مبنای روز می‌باشد) با روند کندی در مقایسه با مدل ستاره‌ای روبرو می‌باشد.

ب- از آنجاییکه بعد ماه (TB_TIME_MONTH) و بعد سال (TB_TIME_YEAR) در گزارشاتی که مبنای آن ماه و یا سال باشد، تعداد رکوردهای کمتری نسبت به بعد زمان (TB_TIME_DIM) خواهد داشت، مدل دانه برفی در گزارشاتی که بیشتر مبنای سالانه و یا ماهیانه دارند میتواند سرعت پاسخگویی بالایی داشته باشد.

نتیجه تحلیل اینکه: از آنجاییکه در نحوه تهیه گزارشات تحلیلی از داده‌های مسیرهای پروازی مبنای اصلی بر اساس اطلاعات روزانه می‌باشد و با در نظر گرفتن این واقعیت مهم که در جدول مسیرهای پروازی فیلد " زمان دریافت اطلاعات مسیر " بصورت خطی و بر مبنای سیکل چرخش رادار (در این تحقیق بر اساس سیستم‌های راداری بکار گرفته شده، در هر ۱۰ ثانیه یک سیکل راداری لحاظ شده است " استفاده از مدل ستاره‌ای دارای سرعت عمل بهتر بوده و در مدل دانه برفی بعلت بالا رفتن سطوح نرمال‌سازی از سرعت تحلیل کمتری بر خوردار هستیم.

شروع فعالیت در زمینه طراحی پایگاه داده تحلیلی برای سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوایی، با شناخت از میزان کارکردها در عرصه فرماندهی و کنترل و بررسی و تحلیل ساختار و چیدمان فرماندهی و کنترل آغاز می‌گردد و با شناسایی مدل‌های معماری اطلاعات در این زمینه و ساختارهای منطقی و فیزیکی داده‌ها در یک نمونه پایگاه داده ای نظیر اراکل تکمیل می‌گردد [4,6]. با بررسی ساختارهای متنوع مدیریت بانک اطلاعاتی در این زمینه شامل یانکهای اطلاعاتی ORACLE و MY SQL مشخص گردید که:

جهت طراحی و سازماندهی اطلاعات در سطح پردازش تراکنش میتوان از یک بانک اطلاعاتی سرعتی مثل MySQL استفاده نمود زیرا در سطح کاربردهایی عملیاتی استفاده از بانک اطلاعاتی با سرعت بالا ضروری است.

اما جهت تحلیل اطلاعات آرشو شده و ارائه ساختار تصمیم‌گیری دقیق نیاز به استفاده از یک بانک اطلاعاتی می‌باشد که از حیث امنیت داده‌ها و پردازش حجم زیادی از داده‌ها، بسیار کارا

باشد و در این مقوله بانک اطلاعاتی اراکل پیشنهاد می گردد. اغلب ساختارهای فرماندهی و کنترل موجود فاقد یک مکانیسم جهت تحلیل اطلاعات خروجی می باشند در سیستم های فرماندهی و کنترل هوایی وجود اطلاعات لازم جهت تعیین پوشش های راداری، گسترش یا حذف سایت های راداری از طریق تحلیل همین اطلاعات میسر می گردد. در سیستم های جاری و سیستم های در حال تحقیق مبنای تحقیقات معطوف به نوع کاربرد بانک اطلاعاتی و الگوریتم های تطبیق گری اطلاعات راداری می باشد. گرچه استفاده از یک پایگاه اطلاعاتی با ضریب امنیتی بالا از اهمیت ویژه ای بر خوردار است لیکن استفاده از مکانیسم های تحلیلگرانه بانک اطلاعاتی جهت تحلیل اطلاعات تاریخچه ای و اطلاعات سوابق مربوط به اهداف دیده شده از اهمیت دیگری بر خوردار است.

با توجه به اهمیت تحلیل اطلاعات آرشیو شده سامانه های متمرکز فرماندهی و کنترل هوایی (این اطلاعات در برگیرنده زمانهای واقعی که رادار یک شی پرنده را توسط ایستگاههای مختلف رهگیری نموده و در هر زمان اطلاعات مخصوص به هر رادار جمع آوری می گردد)، بمنظور ارائه میزان عملکرد پوششی رادارها و توان عملیاتی و پدافندی نیروی هوایی، طراحی یک پایگاه داده تحلیلی با ساختار ذکر شده با استفاده از پایگاه داده ای اراکل بر ای نیل به این منظور پیشنهاد می گردد [7,8,9].

مکانیسم مدیریت داده ها بر اساس سلسله مراتب از پایین ترین سطح داده ای شامل مرکز پردازش اطلاعات سنسورها و رادارها (RIPS) و پس از آن سیستم دفاع هوایی تاکتیکی و داده های مرکز عملیات منطقه ای طراحی شده و پایگاه داده تحلیلی اصلی سیستم در مرکز تحلیل اطلاعات دفاع هوایی برای فرماندهان عملیاتی و اطلاعاتی سیستم فرماندهی و کنترل مد نظر قرار گرفته است.

مهمترین نوآوری و دانش افزایی تحقیق حاضر شناسایی فراداده های سیستم که همان ابعاد پایگاه داده تحلیلی مشتمل بر برد منطقه پوشش راداری، زمان گرد آوری و جاروب اطلاعات توسط رادار و طرح پروازی و نحوه تعامل آنها باهم در یک پایگاه داده تحلیلی ارتباطی میباشد. جهت بهره برداری این تحقیق و تبدیل شدن آن به یک سامانه که قابلیت اجرای پرس و جو های متنوع و اتخاذ تصمیم های بموقع از جانب فرماندهان عملیات را داشته باشد، نیاز به طراحی پرتال و بر نامه های کاربردی با شرایط و با قابلیت های زیر پیشنهاد می گردد:

۱- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از «اهداف شناسایی شده توسط سنسورها و رادارها»

- ۲- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از «میزان تطبیق پذیر بودن اطلاعات سنسورها و اطلاعات در یافتی از مراکز دیده بانی و شنود و...»
- ۳- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از «اطلاعات مسیر های پروازی که در طرح پرواز لحاظ شده اند»
- ۴- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از « آخرین وضعیت ارزیابی صحنه نبرد با در نظر گرفتن اطلاعات سنسور های راداری و غیره رادار»
- ۵- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از « هشدار های رسیده». این هشدارها ممکن است اعلام کننده ایراد سخت افزاری یا نرم افزاری باشد.
- ۶- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از « پیام های رسیده از سامانه های دیگر. » این سامانه ها می توانند سیستم های بالاسری هر کدام از مراکز فرماندهی و کنترل باشد.
- ۷- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از «نحوه پردازش محاسبات ترکیب داده ها جهت استفاده در مرحله داده کاوی و تصمیم سازی»
- ۸- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از «آخرین سلاح های تخصیصی»
- ۹- امکان تهیه گزارشات تحلیلی از « وضعیت پایانه های متصل به سیستم»
- محاسن مدل پایگاه داده تحلیلی طراحی شده
- اگر چه در ابتدای کار با پایگاه داده تحلیلی نیاز به پالایش و استخراج اطلاعات از جداول عملیاتی می باشد و این کار هم هزینه بر و هم زمانگیر است، لیکن پس از انجام این مرحله، تهیه انواع و اقسام گزارشات تحلیلی از سیستم های حجیم اطلاعاتی در این عرصه بسار راحت و کم هزینه بوده و از حیث زمان همانگونه که در این تحقیق ذکر شده بسیار با صرفه خواهد بود. در این بخش به برخی محاسن این تحقیق اشاره می نماییم.
- توجیه منطقی و محکم در سطح سازمان**
- با توجه به عدم از بین رفتن داده ها در سیستم های فرماندهی و کنترل، ارائه نظریات جامع و تصمیم منطقی با توجه به داده هایی تحلیلی امکانپذیر خواهد بود.

آموزش مناسب کارکنان

افسران نگهداری و عملیات سیستم های فرماندهی و کنترل با آخرین روشهای تحلیل اطلاعات در سطح کاربری و مدیریتی سیستم آشنا می شوند.

قانع نمودن مدیران

مدیران و فرماندهان که در مقوله تصمیم گیری عملیاتی اقدام می نمایند با اطلاعات یکپارچه و تحلیل شده مواجه می گردند که این مهم آنها را در انجام هر گونه تحلیل عملیاتی آگاه می سازد.

اطمینان از کیفیت و یکپارچگی اطلاعات و منابع اطلاعاتی

عمده منابع اطلاعاتی در این زمینه رادارها و ایستگاههای شنود، هواشناسی می باشد. با پیگاه داده تحلیلیها در یک ساختار داده ای و ایجاد پرس و جو های متنوع و کاربردی و بکار گیری ساختارهایی از قبیل دید موضوعی، امکان یکپارچه سازی اطلاعات از طریق منابع مختلف میسر می گردد.

حفظ امنیت برای داده ها

داد هها از یک مکانیسم امنیتی کارا بر خوردار خواهند بود.

تعریف چشم انداز کوچکتر برای شروع کار

ایجاد دورنمای کار از مهمترین بخش در فرایند تحلیل اطلاعات آماری در عرصه فرماندهی و کنترل می باشد. تعیین میزان پوشش راداری، اضافه نمودن و یا کاستن از ایستگاههای راداری و شنود از خروجی های تحلیل در داده های راداری می باشد که این امر منجر به ایجاد چشم انداز نوین در این عرصه خواهد شد.

درگیر نمودن کاربر نهایی در این امر

کلیه کاربران سیستم که کار پردازش اطلاعات رادار و ارسال فرامین فرماندهی و کنترل را مدیریت می نمایند. در این مقوله سهیمند.

برنامه ریزی و ایجاد زیرساخت درست

با تحلیل درست اطلاعات می توان کنترل سایتها و تعیین زیر ساختهای مهم را مدیریت نمود. در برخی موارد به ایجاد یک سایت راداری همت گذاشت یا برنامه ای برای حذف برخی سایتها که با کاهش اطلاعات تحلیلی مواجهند اقدام نمود.

ایجاد مدل مناسب برای دادهها

ساختار بانک اطلاعاتی و وضعیت مدیریت دانش بنحو شایسته مدلسازی می گردد.

انتخاب درست ابزار و تکنولوژی

با دانستن حجم اطلاعات تحلیلی و زیر ساختها می توان تکنولوژی و ابزار مناسبی را جهت پیشبرد اهداف فرماندهی و کنترل اتخاذ نمود.

تحقیقات آتی

در خصوص مدیریت داده‌های فرماندهی و کنترل هوایی با محوریت رادارها تحقیقات بسیار زیادی می‌توان انجام داد. برخی از این تحقیقات می‌توانند با بهینه‌سازی الگوریتم‌های گردآوری اطلاعات در همان قدم اول در سیستم‌های پردازش عملیاتی کار حذف داده‌های اضافی سیستم و همچنین انجام مراحل تطبیق‌پذیری داده‌ها را بهبود بخشیده، تا در حد ممکن زمان پالایش اطلاعات در مراحل اولیه پایگاه داده تحلیلی کاهش یابد. برخی از این تحقیقات شامل موارد زیر است.

- در ساختار طرح‌های پروازی ارائه الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیرهای پروازی بر اساس میزان و سرعت مانور یک هواپیما و یا شی پرنده

- ارائه مدل بهینه در روند تطبیق اطلاعات یک رادار با رادارهای دیگر

در این تحقیق ممکن است یک هدف توسط چندین رادار دریافت شود، ارائه الگوریتمی جهت تطبیق این اطلاعات با هم و تشخیص یک بودن آن در کوتاهترین زمان می‌تواند بعنوان یک تحقیق مدنظر قرار گیرد.

- بهینه‌سازی الگوریتم‌های محاسبات بمنظور کنترل برخورد شی پرنده به شی پرنده دیگر (هواپیما به هواپیما و...)

- بهینه‌سازی الگوریتم‌های محاسبات بمنظور کنترل برخورد شی پرنده به ارتفاعات (کوه، تپه و...)

- ارائه مدل سرویس گرا از مکانیسم تولید و توزیع اهداف مسیرهای پروازی

- طراحی و ارائه پروتکل بومی بمنظور تلفیق اطلاعات سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوایی با اطلاعات سامانه‌های آماد و پشتیبانی

در این تحقیق، محقق بدنبال ارائه فرمت ارسال اطلاعات از آخرین وضعیت هواپیما/موشک جهت اعزام به ماموریت پشتیبانی هوایی یا انهدام هدف از طریق سامانه های فرماندهی و کنترل هوایی می گردد. بنا به تعبیر دیگر گلوگاه اتصال اطلاعات عملیاتی را به اطلاعات پشتیبانی مشخص و با ارائه پروتکل بومی آنرا رفع می‌نماید)

• ارائه مدل داده کاوی بر اساس اطلاعات یکپارچه پایگاه داده تحلیلی در سامانه های فرماندهی و کنترل هوایی

(از آنجایی که اطلاعات در انبار داده بصورت دسته بندی و با افراز مشخص نمایان می گردد، می توان با ارائه مدل های داده کاوی، امکان استخراج اطلاعات و اتخاذ تصمیم های کلان و عالی در سطح معاونت های اطلاعات و عملیات فرماندهی پدافند را میسر نمود).

منابع

- [۱] اله یاری، عبد الرضا. (۱۳۸۲). شناخت سامانه های *CAI* نیروی هوایی، موسسه آموزش و تحقیقات صنایع دفاع.
- [۲] مرکز معماری سازمانی. (۱۳۸۵). بسته مفهوم سیستمی سامانه *SOC*، شرکت ایزبران.
- [۳] جام سحر، خشایار، بانک داده تجمیعی، ۱۳۸۷.
- [۴] رنجبر، علی حسین. (۱۳۸۵). مدل اجرایی در معماری *CAISR*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تز کارشناسی ارشد.
- [5] Nanjing research institute of Electronics engineering, An Intriduction To Command and control system, nanjing, China, 2005.
- [6] . Mlinowski , Advanced Data warehouse Design From Conventional, spring everyday, 2008
- [7] Anoop Singhal, Data ware housing and data mining Techniques for Cyber Security, Computer security Division, 2007
- [8] Smith Pete, Oracle Database Data warehousing Guide 10g release, Elsevier Digital Press, 2005
- [9] H. Inmon William, Building the Data Warehouse, JohnWiley Publishing Inc, 2005
- [10] Hobbs Lilian, Oracle Database 10g Data Warehousing, Elsevier Digital Press ,2005
- [11] Strategic Master Plan FY04 and Beyond, AIR FORCE SPACE COMMAND, LANCE W. LORD, General, USAF Commander, 5 Nov 2002
- [12] Statement of Work for Developing an Air Force Master Plan for Revitalization and Sustainment Of Utility Infrastructure, 31 January 2002
- [13] FY 99 Air and Missile Defense Master Plan, Chapter 10, 1999
- [14] AIR FORCE INSTRUCTION 33-102, AIR FORCE MATERIEL COMMAND, Supplement 1, (C4I) CAPABILITIES PLANNING PROCESS, 31 MARCH 1995
- [15] Maybury, Bedford Artificial Intelligence Center Distributed, Collaborative, Knowledge Based Air Campaign Planning, Mark T. , Mail Stop K331, 202 Burlington Road, Bedford, MA 01730-1420 USA
- [16] AIR FORCE INSTRUCTION 13-1AOC, Space, Missile, Command and Control, VOLUME 3, 1 JULY 2002

-
- [17] Prism Standard Architecture Report, chapter 4,
- [18] TBMCS Newsletter, Theater Battle Management Core Systems, May 1996, Vol. 2, No1
- [19] Susie M. Hartzog, Marnie R, Command Forces (CFOR) Program Status Report,. Salisbury, Sixth Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representation Orlando Florida, July 1996
- [20] DEPARTMENT OF DEFENSE WEATHER PROGRAMS, UNITED STATES AIR FORCE, SECTION 3, DOD 57.