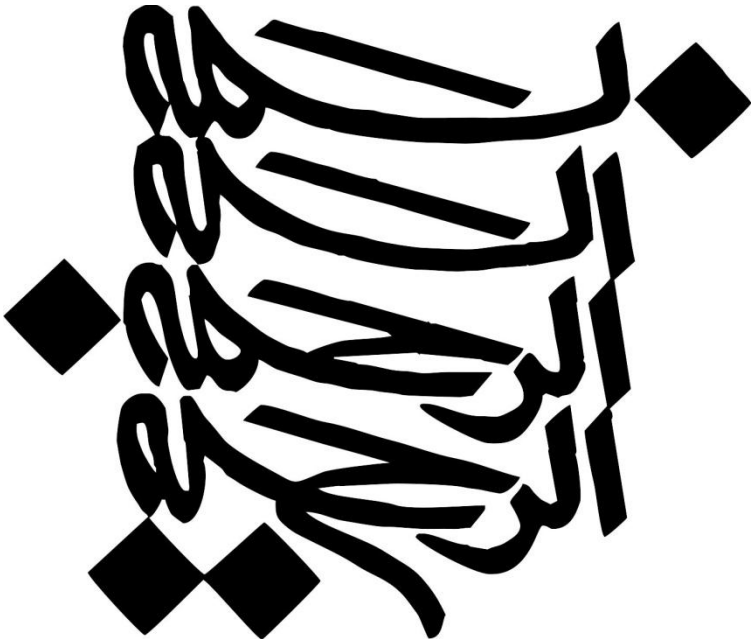


دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

ارائه یک روش جدید برای دسته بندی پایانه‌ها در شبکه‌های مبتنی بر باس داده ۱۵۵۳

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-مخابرات

امید طالبی

استادان راهنما

دکتر پژمان خدیوی
دکتر ابوالقاسم زید آبادی نژاد

۱۳۸۸

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق آقای امید طالبی

تحت عنوان

ارائه یک روش جدید برای دسته بندی پایانه‌ها در شبکه‌های مبتنی بر باس داده ۱۵۵۳

در تاریخ ۸۸/۲/۲۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱ استاد راهنمای اول پایان نامه	دکتر پژمان خدیوی
۲ استاد راهنمای دوم پایان نامه	دکتر ابوالقاسم زیدآبادی نژاد
۳ استاد مشاور پایان نامه	دکتر جواد عسکری
۴ استاد داور	دکتر مهدی مهدوی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دکتر علی‌محمد دوست حسینی

با تشکر از تمامی کسانی که مرا در انجام این تحقیق یاری کردند، به ویژه استادان راهنما، آقایان دکتر پژمان خدیوی و دکتر ابوالقاسم زیدآبادی‌نژاد و استاد مشاور، آقای دکتر جواد عسکری که راهنمایی‌هایشان برای من بسیار ارزنده بود. از دیگر اساتید دانشکده برق و کامپیوتر به ویژه آقایان دکتر گلستانی، دکتر مهدوی، دکتر سعیدی، دکتر هندسی، دکتر هاشمی و سرپرست تحصیلات تکمیلی آقای دکتر دوست حسینی کمال تشکر را دارم. از همسر عزیزم که حمایت‌های معنوی ایشان همواره باعث ساده‌تر شدن مشکلات من بوده، بسیار سپاس گزارم. از پدر و مادر خوبم که پیشرفت خود را مدیون ایشان هستم نیز تشکر فراوان می‌نمایم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. این پایان نامه با حمایت مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران به انجام رسیده است.

تقدیم به پدرم، مادرم و همسرم

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
چکیده	۱
فصل اول : مقدمه	
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ تاریخچه و کاربردها	۳
۱-۲-۱ مقدمه‌ای بر باس داده ۱۵۵۳	۳
۱-۲-۲ مقدمه‌ای بر تقسیم بندی گراف‌ها	۵
۱-۳ ساختار این پایان نامه	۹
فصل دوم : باس داده ۱۵۵۳	
۲-۱ مقدمه	۱۰
۲-۱-۱ تاریخچه باس ۱۵۵۳	۱۰
۲-۱-۲ کاربردهای ۱۵۵۳	۱۱
۲-۱-۳ معرفی MIL-STD-1553B	۱۱
۲-۲ سخت‌افزار باس	۱۲
۲-۲-۱ خط انتقال	۱۳
۲-۲-۲ پایانه راه دور	۱۵
۲-۲-۳ کنترل کننده باس	۱۷
۲-۲-۴ ناظر باس	۱۸
۲-۲-۵ سخت‌افزار پایانه‌ها	۱۹
۲-۳ انتقال اطلاعات	۲۰
۲-۳-۱ انواع کلمات	۲۰
۲-۴ پیام‌های ۱۵۵۳	۲۷
۲-۴-۱ ساختار پیام‌ها	۲۷
۲-۴-۲ پیام از کنترل کننده باس به پایانه راه دور	۲۹
۲-۴-۳ پیام پایانه راه دور به کنترل کننده باس	۲۹
۲-۴-۴ پیام پایانه راه دور به پایانه راه دور	۳۰
۲-۴-۵ قالب‌های حالت فرمان	۳۱
۲-۴-۶ قالب‌های پخش همگانی اطلاعات	۳۱
۲-۴-۷ تایید اعتبار پیام و فرمان	۳۱
۲-۴-۸ فرمان های نامعقول	۳۲
۲-۴-۹ زمان پاسخ پایانه	۳۳

۲-۴-۱۰ زمان بین پیام‌ها ۳۴
۲-۴-۱۱ جایگزینی فرمان ها ۳۴
۲-۵ مدکدها ۳۴
۲-۵-۱ شناساگر مدکدها ۳۵
۲-۵-۲ کنترل پویای باس ۳۶
۲-۵-۳ همزمانی ۳۶
۲-۵-۴ ارسال کلمه وضعیت ۳۷
۲-۵-۵ خودآزمایی اولیه ۳۷
۲-۵-۶ خاموش کردن فرستنده ۳۸
۲-۵-۷ لغو خاموشی فرستنده ۳۸
۲-۵-۸ نادیده گرفتن پرچم پایانه ۳۹
۲-۵-۹ لغو محدودیت پرچم پایانه ۳۹
۲-۵-۱۰ بازنشانی پایانه راه دور ۳۹
۲-۵-۱۱ ارسال بردار کلمات ۴۰
۲-۵-۱۲ همزمان سازی با کلمه داده ۴۰
۲-۵-۱۳ ارسال آخرین کلمه فرمان ۴۰
۲-۵-۱۴ ارسال کلمه خود آزمایی (BIT) ۴۱
۲-۵-۱۵ خاموش کردن فرستنده منتخب ۴۱
۲-۵-۱۶ لغو خاموشی فرستنده منتخب ۴۱
۲-۵-۱۷ مدکدهای رزرو شده ۴۲
۲-۵-۱۸ مدکدهای مورد نیاز ۴۲
۲-۵-۱۹ مدکدهای همگانی ۴۲
۲-۶ عملکرد سیستم ۴۲
۲-۶-۱ استفاده از زیرآدرس‌ها ۴۲
۲-۶-۲ زیرآدرس‌ها توسعه یافته ۴۳
۲-۶-۳ کمربند اطلاعات ۴۴
۲-۶-۴ بافر کردن اطلاعات ۴۴
۲-۶-۵ بلوک‌های متغیر پیام ۴۵
۲-۶-۶ سازگاری نمونه‌ها ۴۵
۲-۶-۷ تعیین اعتبار داده‌ها ۴۵
۲-۶-۸ زمان‌بندی فریم کوچک/بزرگ ۴۶
۲-۶-۹ بارگذاری باس ۴۷
۲-۶-۱۰ پردازش خطاها ۴۸

فصل سوم : تقسیم بندی پایانه‌های شبکه داده ۱۵۵۳

۳-۱ مقدمه ۴۹
۳-۲ ارتباط میان پایانه‌ها در باس داده ۱۵۵۳ ..... ۴۹
۳-۲-۱ جدول ارتباط میان سیستم‌ها ۵۰
۳-۲-۲ جدول ارتباط میان پایانه‌ها ۵۰
۳-۳ انتقال داده‌های بیشتر بر روی باس داده ۱۵۵۳ ..... ۵۱
۳-۳-۱ استفاده از فشرده سازی داده‌ها ۵۲
۳-۳-۲ تقسیم بندی پایانه‌ها در چند باس داده ۱۵۵۳ ..... ۵۲
۳-۴ عناصر باس ۱۵۵۳ در گراف ۵۵
۳-۴-۱ گره‌ها در گراف ۵۶
۳-۴-۲ یال‌ها در گراف ۵۶
۳-۴-۳ وزن یال‌ها در گراف ۵۶
۳-۴-۴ مثالی از گراف یک باس داده ۱۵۵۳ ..... ۵۷
۳-۵ روش‌های تقسیم بندی گراف‌ها ۶۰
۳-۵-۱ روش جستجوی کامل ۶۱
۳-۵-۲ الگوریتم کارنیگان-لین ۶۳
۳-۵-۳ الگوریتم جستجوی ممنوعه ۶۶
۳-۵-۴ الگوریتم‌های دیگر ۶۹
۳-۶ روش پیشنهادی برای تقسیم بندی گراف‌ها ۷۰
۳-۶-۱ پارامترهای الگوریتم ۷۰
۳-۶-۲ بدنه الگوریتم ۷۱
۳-۶-۳ تحلیل زمانی الگوریتم ۷۷
۳-۶-۴ مزایا و معایب الگوریتم پیشنهادی ۸۰

فصل چهارم : شبیه سازی تقسیم بندی پایانه‌های شبکه داده ۱۵۵۳

۴-۱ مقدمه ۸۲
۴-۲ بستر شبیه سازی ۸۲
۴-۳ برنامه مورد استفاده برای شبیه سازی ۸۴
۴-۳-۱ برنامه تولید تصادفی گراف ۸۴
۴-۳-۲ برنامه شبیه سازی تقسیم بندی گراف‌ها ۸۶
۴-۴ نتایج شبیه سازی تقسیم بندی گراف‌ها ۸۹
۴-۴-۱ جداول شبیه سازی تقسیم بندی گراف‌ها ۸۹
۴-۴-۲ تحلیل جداول شبیه سازی تقسیم بندی گراف‌ها ۱۰۷

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه ۱۰۹

۵-۲ نتیجه گیری ۱۰۹
۵-۳ پیشنهادات ۱۱۱
پیوست ۱ : ساختار عناصر اصلی باس داده ۱۵۵۳
پ۱-۱ ساختار پیشنهادی برای کنترل کننده باس ۱۱۵
پ۱-۱-۱ کدگذار ۱۱۵
پ۱-۱-۲ کدگشا ۱۱۶
پ۱-۱-۳ هسته اجرای پروتکل ۱۱۷
پ۱-۱-۴ حافظه ۱۲۰
پ۱-۱-۵ ساختار کلی یک کنترل کننده باس ۱۵۵۳ ..... ۱۲۰
پ۱-۲ ساختار پیشنهادی برای پایانه راه دور ۱۲۲
پ۱-۲-۱ کدگذار-کدگشا ۱۲۲
پ۱-۲-۲ هسته مرکزی پایانه راه دور ۱۲۲
پ۱-۲-۳ حافظه ۱۲۵
پ۱-۲-۴ ساختار کلی یک پایانه راه دور ۱۵۵۳ ..... ۱۲۵
پ۱-۳ ساختار پیشنهادی برای ناظر باس ۱۲۶
پ۱-۳-۱ کدگذار-کدگشا ۱۲۷
پ۱-۳-۲ هسته مرکزی ناظر باس ۱۲۷
پ۱-۳-۳ ساختار کلی یک ناظر باس ۱۵۵۳ ..... ۱۲۸
پیوست ۲ : برخی از توپولوژی‌های مورد استفاده برای باس داده ۱۵۵۳
پ۲-۱ برخی از توپولوژی‌های مورد استفاده برای باس داده ۱۵۵۳ ..... ۱۳۰
مراجع ۱۳۳
چکیده انگلیسی ۱۳۴

چکیده

شبکه داده ۱۵۵۳ در دهه ۱۹۷۰ جهت ارتباط دیجیتال سیستم‌های هوایی ایجاد شد. با رشد و توسعه این شبکه به عنوان یک شبکه با قابلیت اطمینان بسیار بالا، از آن در بسیاری از صنایع دیگر نیز بهره گرفته شد. این استاندارد در ماهواره‌ها، شاتل‌های فضایی و حتی ایستگاه فضایی بین‌المللی به کار گرفته شده و می‌شود. کاربردهای عمومی این استاندارد بسیار گسترده و متنوع هستند. این استاندارد در وسیله‌های نقلیه بزرگ، کشتی‌ها، سوخت‌رسان‌های هوایی، بمب‌افکن‌ها، پرنده‌های مختلف و هلیکوپترها به کار گرفته شده است. با استفاده از این شبکه بسیاری از اتصالات نقطه به نقطه در هواپیماها حذف شده و گسترش و تغییر در سیستم‌ها به راحتی انجام می‌شود. ایده بسیاری از شبکه‌های صنعتی و عمومی امروزی (مانند CAN، Profibus، USB و ...) برگرفته از این شبکه است. با توجه به محدود بودن سرعت انتقال اطلاعات در شبکه ۱۵۵۳ و کند بودن روند تغییر در این استاندارد به عنوان یک استاندارد با قابلیت اطمینان بسیار بالا، جهت رشد و توسعه این شبکه و اتصال پایانه‌های بیشتر توسط این شبکه به یکدیگر، باید روشی به کار برد که بتوان بر روی بستر موجود داده‌های بیشتری منتقل نمود. یکی از روش‌های موجود استفاده از چندین باس مرتبط است. برای ایجاد چندین باس که کمترین ارتباط را با یکدیگر داشته باشند باید پایانه‌های مختلف را طوری در کنار یکدیگر قرار داد که یک پایانه بیشترین ارتباط را با پایانه‌هایی داشته باشد که در همان زیر شبکه هستند. برای نیل به این هدف می‌توان از تقسیم بندی گراف‌ها کمک گرفت. تقسیم‌بندی گراف‌ها از جمله مسائل پیچیده با کاربردهای فراوان است. در این مسئله یک گراف وزن‌دار به چند گراف کوچکتر تقسیم می‌گردد. گراف‌های کوچکتر باید به گونه‌ای انتخاب گردند که ارتباط بین گراف‌ها کمترین وزن ممکن را داشته باشد. از جمله کاربردهای این مسئله می‌توان به شبکه‌ها، طراحی سیستم‌ها و مدارات VLSI اشاره کرد. اولین روش موجود برای این مساله، جستجوی کامل است که از نظر زمانی از جمله مسائل NP-complete به شمار می‌رود و بسیار زمانبر است. به همین دلیل به روش‌های دیگری نیاز است تا بتوان برای یک گراف نمونه این مسئله را در زمان مناسب حل نمود. روش‌های زیادی برای حل این مسئله پیشنهاد شده است که هیچکدام نمی‌تواند به صورت کامل این مسئله را حل نماید. مشهورترین این الگوریتم‌ها عبارتند از کارنیگان-لین، جستجوی ممنوعه، روش گرم کردن و سرد کردن، الگوریتم‌های چند مرحله‌ای و ... که برخی از این الگوریتم‌ها تنها برای دسته بندی به دو بخش به کار می‌روند. در این پایان نامه یک روش جدید برای حل این مسئله ارائه می‌گردد و این روش برای حل مشکل محدودیت سرعت، بر روی باس داده ۱۵۵۳ اجرا و با استفاده از تعدادی گراف تولید شده تصادفی، شبیه سازی می‌گردد. سپس نتایج حاصله با روش جستجوی کامل مقایسه می‌گردد. این نتایج نشان دهنده عملکرد مناسب الگوریتم در یافتن پاسخ در زمان کوتاه و با درصد خطای کم، می‌باشد.

کلمات کلیدی :

باس داده ۱۵۵۳، تقسیم بندی گراف‌ها، جستجوی کامل، قابلیت اطمینان، گراف وزن‌دار

فصل اول
مقدمه

۱-۱ مقدمه

بسیاری از مسایلی که در دنیای کنونی وجود دارند، ابتدا با استفاده از مدل ریاضی آن حل می‌شوند و سپس این مدل با مسئله مورد نظر تطبیق داده شده و برای مسئله پاسخ مناسب یافت می‌گردد. مسئله تقسیم بندی گراف‌ها نیز یک مدل ریاضی بوده که با بسیاری از مسائل موجود در زندگی امروزه انطباق دارد. در این پایان نامه از این مدل برای تقسیم بندی باس داده ۱۵۵۳ به باس‌های کوچکتر استفاده می‌شود.

باس داده ۱۵۵۳ از جمله شبکه‌های اولیه استفاده شده توسط بشر است و مهم‌ترین خصیصه این باس قابلیت اطمینان بسیار بالای آن است. به همین دلیل، این شبکه، در صنایع هوایی و نظامی کاربرد فراوانی دارد. به علت قابلیت اطمینان بالا، این شبکه در سیستم‌های صنعتی نیز به کار گرفته شد [۱] و ایده بسیاری از شبکه‌های صنعتی و عمومی امروزی (مانند CAN، Profibus، USB و ...) برگرفته از این شبکه است [۲]. با توجه به اینکه این از باس از اواخر دهه ۱۹۶۰ استفاده می‌شده است، سرعت انتقال داده بر روی این باس تنها یک مگابیت بر ثانیه[1] می‌باشد. این سرعت برای کاربردهای آن زمان کافی بوده است اما امروزه این سرعت پاسخگوی نیاز سیستم‌های هوایی و نظامی نمی‌باشد. از طرفی، با توجه به اثبات قابلیت اطمینان بسیار بالای این شبکه در طول سالیان گذشته، به کار بردن باس دیگری در شبکه‌های داخلی ادوات هوایی به سختی امکان پذیر است. به همین دلیل، باید از این شبکه به صورت‌های دیگر استفاده گردد.

برای انتقال داده‌های بیشتر بر روی بستر ۱۵۵۳ دو روش وجود دارد. یکی از این روش‌ها، فشرده‌سازی[2] اطلاعات در هنگام ارسال بر روی باس است. در این روش، داده‌ها قبل از ارسال بر روی شبکه ۱۵۵۳ فشرده شده و پس از

---

[1] 1 Mbps
[2] Compression

دریافت در مقصد، داده‌های فشرده شده، بازیابی می‌گردند. با توجه به خواص ویژه این باس که در فصل دوم مورد بررسی قرار می‌گیرند، عمل فشرده‌سازی داده‌ها بر روی این باس نیز باید خواص شبکه را حفظ نماید. برای مثال، الگوریتم مورد استفاده به هیچ وجه نباید الگوریتم از دست دهنده[1] اطلاعات باشد.

روش دیگر مورد استفاده برای افزایش داده‌های منتقل شده بر روی باس داده ۱۵۵۳، استفاده از چند باس داده مجزا برای ارتباط سیستم‌های مختلف است. در این روش، باید سیستم‌هایی که بیشترین ارتباط را با یکدیگر دارند در یک باس قرار گیرند. با توجه به اینکه برخی از سیستم‌ها با کلیه سیستم‌ها در ارتباط هستند یا برخی از سیستم‌ها ممکن است با سیستمی در باس دیگر ارتباط داشته باشند، این باس‌ها باید با یکدیگر نیز مرتبط گردند. چگونگی تقسیم و قرار دادن سیستم‌ها در باس‌های مختلف باید با استفاده از ارتباطات میان آن‌ها مشخص گردد. این امر با استفاده از تقسیم بندی گراف‌ها، به صورت ریاضی مدل شده و راه حلی برای آن ارائه می‌گردد. چگونگی تقسیم بندی باس داده ۱۵۵۳ به زیر باس‌های کوچکتر، مسئله‌ای است که در فصل سوم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲ تاریخچه و کاربردها

در این بخش ابتدا تاریخچه پیدایش باس داده ۱۵۵۳ به همراه کاربردهای این باس بیان می‌گردد و پس از آن مقدمه‌ای برای تقسیم بندی گراف‌ها و کاربردهای آن شرح داده می‌شود.

۱-۲-۱ مقدمه‌ای بر باس داده ۱۵۵۳

MIL-STD-1553 یک استاندارد نظامی می‌باشد که مشخصات قطعات الکتریکی و پروتکل را برای یک باس داده مشخص می‌کند. یک باس داده، رسانه‌ای را برای تبادل اطلاعات در بین سیستم‌های مختلف فراهم می‌کند. این عمل شبیه عملکرد کامپیوترهای شخصی در دفاتر هستند که یک شبکه محلی (LAN) را به وجود آورده‌اند.

در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، الکترونیک هواپیمایی[2]، به نام اویونیک نامیده شد. این شاخه شامل ناوبری، مخابرات، کنترل پرواز و نمایش اطلاعات سیستم‌های آنالوگ بود. اغلب این سیستم‌ها شامل چند جعبه یا زیرسیستم بودند که به یک سیستم متصل شده بودند. جعبه‌های مختلف یک سیستم با استفاده از سیم کشی نقطه به نقطه به یکدیگر متصل می‌شدند. سیگنال‌ها اساسا شامل ولتاژهای آنالوگ، سیگنال‌های همزمان‌ساز و سوییچ‌ها بودند. محل این جعبه‌ها در هواپیما تابعی از نیاز اپراتور، فضای موجود، وزن هواپیما و محدودیت‌های تعادلی بود. با افزایش تعداد سیستم‌ها، کابین خلبان بسیار شلوغ شد و سیم‌کشی‌ها پیچیده‌تر شد و وزن هواپیما نیز افزایش یافت.

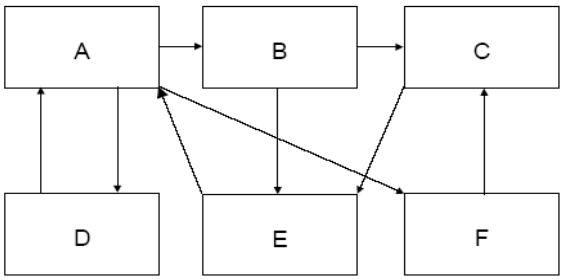
در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، انتقال اطلاعات میان سیستم‌های مختلف ضروری شد. برای مثال یک سنسور که اطلاعات دما یا سرعت را فراهم می‌کند، باید این اطلاعات را به سیستم‌های ناوبری، کنترل پرواز و نمایشگرهای خلبان نیز برساند. به هر حال اساس صنعت اویونیک همچنان آنالوگ است و سنسورها نیاز به ارسال اطلاعات برای دیگر سیستم‌ها دارند. جهت این امر می‌بایست سیم کشی نقطه به نقطه انجام داد. علاوه بر این افزودن سیستم‌های جدید به سیستم که به اطلاعات سنسورها نیاز دارند بسیار مشکل است.

---

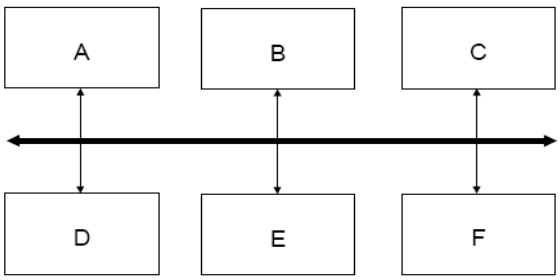
[1] Lossless Algorithms
[2] Aviation Electronics

در اواخر دهه ۱۹۷۰، با پیدایش تکنولوژی دیجیتال، کامپیوترهای دیجیتال نیز به به سیستم‌ها و زیر سیستم‌های اویونیکی راه یافتند. پردازنده‌های دیجیتال افزایش قدرت محاسبات و رشد آسان را به سیستم‌های اویونیک پیش‌کش کردند. به هر حال سیگنال‌های دیتا و ورودی-خروجی همچنان آنالوگ باقی ماندند. این امر باعث شد تا تنظیمات سیستم‌ها به سوی کامپیوترهای متمرکز سوق پیدا کند. این کامپیوترها به سیستم‌های دیگر و مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ و آنالوگ به دیجیتال متصل شده‌اند.

با پیشرفت بیشتر تکنولوژی سیستم‌های اویونیکی بیشتری نیز دیجیتال شدند. پیدایش میکروپروسسورها جهش عظیمی در این سیستم‌ها ایجاد کرد. مزیت سیستم‌های دیجیتال کاهش تعداد سیگناهای آنالوگ بودند که به همین دلیل نیاز به تبدیل سیگنال‌ها پیدا شد. انتقال اطلاعات بین سیستم‌های مختلف، قابلیت انعطاف بسیار زیادی را به وجود می‌آورد. انتقال سریال اطلاعات به جای ارتباط موازی باعث کاهش تعداد اتصالات داخل هواپیما می‌شد. موارد مذکور به تنهایی کافی نبودند. در اینجا به رسانه‌ای نیاز بود که به همه سیستم‌ها اجازه به اشتراک گذاشتن و استفاده از اطلاعات را بدهد. با استفاده از به اشتراک گذاشتن اطلاعات سیستم‌ها می‌توانند به تبادل اطلاعات میان خود و دیگر سیستم‌ها بپردازند. به این ترتیب به یک دیتا باس نیاز بود. استاندارد ۱۵۵۳ نوعی از دستیابی چندگانه زمانی را برای ارسال سیگنال‌های مختلف فراهم می‌کند. برای مثال در شکل ۱-۲ انتقال اطلاعات بین سیستم‌های مختلف اویونیک نشان داده شده است [۲].



شکل ۱-۱ اتصال نقطه به نقطه سیستم‌ها [۲]



شکل ۱-۲ اتصال سیستم‌ها به باس [۲]

با توجه به استفاده روزافزون از باس داده ۱۵۵۳ در سیستم‌های هواپیمایی و محدود بودن سرعت انتقال اطلاعات در شبکه ۱۵۵۳ و کند بودن روند تغییر در این استاندارد به عنوان یک استاندارد با قابلیت اطمینان بسیار بالا، جهت رشد و توسعه این شبکه و اتصال پایانه‌های بیشتر توسط این شبکه به یکدیگر، باید روشی به کار برد که بتوان بر روی بستر موجود داده‌های بیشتری منتقل نمود. یکی از روش‌های موجود استفاده از چندین باس مرتبط است. برای ایجاد

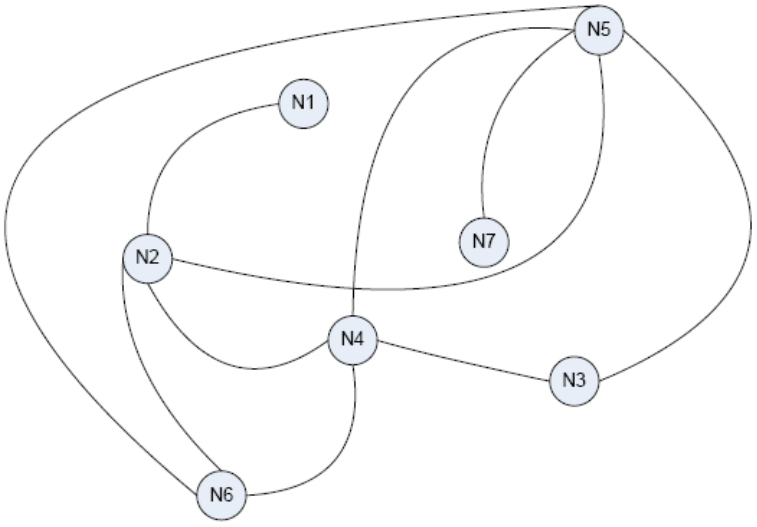
چندین باس که کمترین ارتباط را با یکدیگر داشته باشند باید پایانه‌های مختلف را طوری در کنار یکدیگر قرار داد که یک پایانه بیشترین ارتباط را با پایانه‌هایی داشته باشد که در همان زیر شبکه هستند. برای نیل به این هدف می‌توان از تقسیم بندی گراف‌ها کمک گرفت. در بخش بعدی در ارتباط با تقسیم بندی گراف‌ها، مقدمه‌ای ارائه می‌گردد.

۱-۲-۲ مقدمه‌ای بر تقسیم بندی گراف‌ها

در این بخش شرح کامل‌تری از مسئله تقسیم بندی گراف‌ها به همراه کاربردهای آن شرح داده می‌شود. گراف‌ها از جمله مواردی هستند که امروزه در بسیاری از علوم به کار گرفته می‌شوند.در زمینه شبکه یکی از مهم‌ترین علومی که به حل مسائل کمک می‌کند، مسئله گراف است. در این بخش برخی از تعاریف مورد نیاز در زمینه گراف بیان شده است.

- گره[1]: یکی از اجزای اصلی گراف است یک گراف حداقل شامل یک گره می‌باشد.
- یال[2]: دیگر عضو اصلی گراف است که گره‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند.
- گراف وزن دار[3]: گرافی است که یال‌های آن دارای وزن باشند.
- گراف جهت‌دار[4]: گرافی که یال‌های آن دارای جهت باشند.

مسئله تقسیم بندی گراف‌ها به شکلی که در این پایان نامه شرح داده می‌شود فقط برای گراف‌های وزن دار وجود دارد. این مسئله برای گراف‌های جهت دار و بدون جهت قابل بحث و بررسی است. در شکل زیر یک گراف بدون وزن و بدون جهت نشان داده شده است.

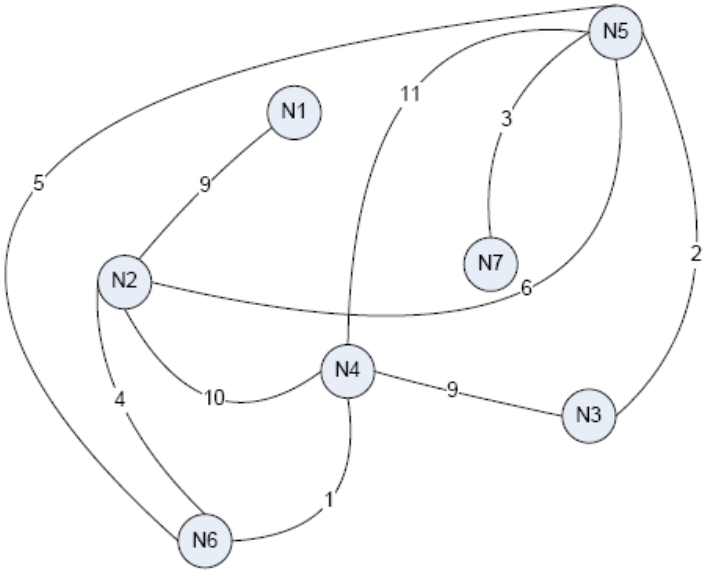


شکل ۱-۳ گراف بدون جهت و بدون وزن

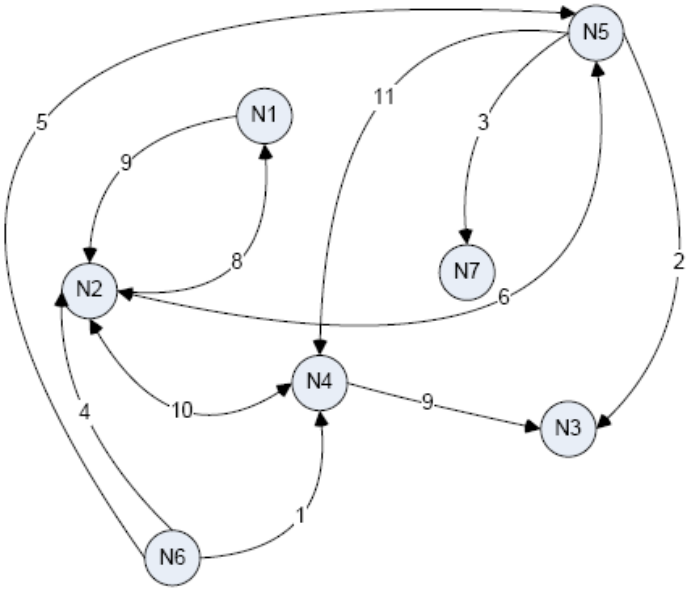
همچنین در شکل ۱-۴ یک گراف بدون جهت و وزن‌دار و در شکل ۱-۵ نیز گرافی جهت‌دار و وزن دار نشان داده شده است.

---

[1] Vertex
[2] Edge
[3] Weighted Graph
[4] Directed Graph



شکل ۱-۴ گراف وزن‌دار و بدون جهت



شکل ۱-۵ گراف جهت‌دار و وزن‌دار

برای حل بسیاری از مسائل باید از مدل ریاضی آن مسئله استفاده نمود و پس از حل مدل ریاضی، آن‌را با مسئله اصلی انطباق داد. برای مثال در شکل ۱-۵ که یک گراف جهت‌دار و وزن‌دار است، اگر کاربران[1] شبکه با گره‌ها نمایش داده شوند، در این شبکه ۷ کاربر وجود دارند. کاربران ممکن است کامپیوترهای شخصی، سرورها، روترها و ... باشند. به همین ترتیب می‌توان گفت که ارتباط میان کاربران مختلف نیز با یال‌ها نمایش داده می‌شود. با توجه به این‌که یال‌های این گراف جهت‌دار و وزن‌دار می‌باشند، می‌توان گفت که جهت هر یال، جهت انتقال داده‌ها را مشخص می‌کند. در این حالت ممکن است خط انتقال ماهیت یک‌طرفه داشته باشد یا اینکه بر روی یک رسانه[2] دوطرفه، جهت انتقال داده‌ها تنها در یک جهت می‌باشد.

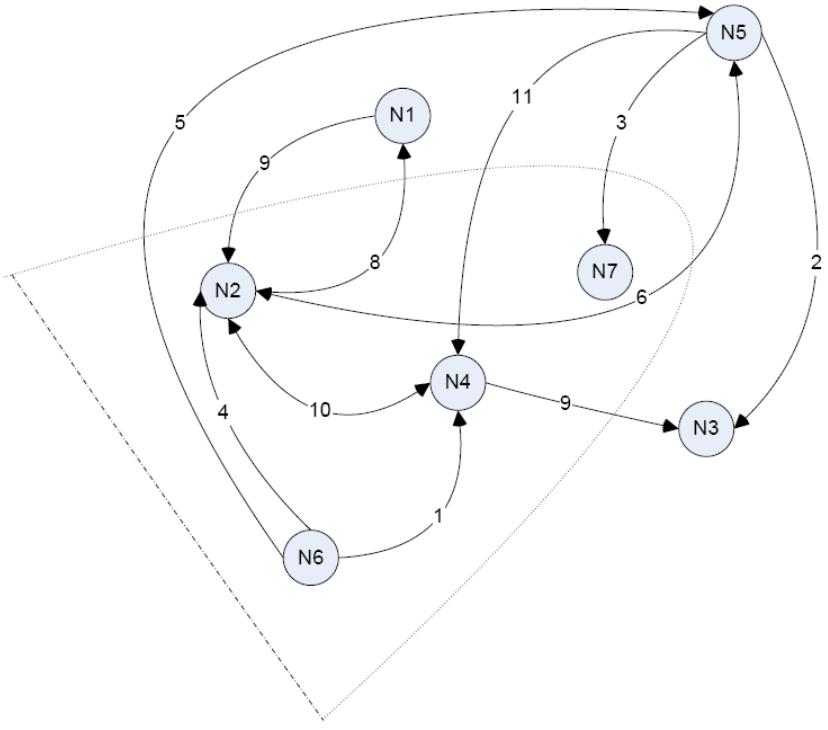
---

[1] User
[2] Media

وزن بر روی هر یال را می‌تواند پارامترهای مختلفی تعیین کند. در یک مسئله بزرگی وزن ممکن است مفید یا مضر باشند. برای مثال در صورتی که وزن یک یال میزان تاخیر آن خط را نشان دهد، برای انتخاب یک مسیر تبادل داده میان دو گره، حداقل بودن وزن یال‌ها مطلوب است. این در حالی است که اگر وزن یال نشان دهنده ظرفیت خط باشد، برای انتقال حجم زیاد داده بین دو گره، بیشینه این پارامتر مطلوب است. به این ترتیب پارامترها و بهینگی این پارامترها کاملا وابسته به مسئله و فرض‌های طراح آن است.

برای مثال در شکل ۱-۵ گره N6 فقط منبع اطلاعات[1] است و گره‌های N3 و N7 فقط گیرنده داده‌ها[2] می‌باشند. میان گره‌های N2 و N4 و همچنین N2 و N5 یال‌های دوطرفه وجود دارد. همچنین میان گره‌های N2 و N1 دو یال یک‌طرفه وجود دارد که وزن‌های متفاوتی دارند. موارد فوق با نزدیکتر کردن مسئله اصلی به مدل ریاضی، اجازه حل بهتر و سریعتر آن‌را داده و همچنین درک بهتری از مسئله ایجاد می‌کنند.

کات‌ست در گراف به مجموعه یال‌هایی گفته می‌شود که با یک سطح بسته فرضی که گراف را به دو قسمت تبدیل می‌کند (گره‌های داخل سطح و گره‌های بیرون سطح) برخورد می‌کنند. برای مثال در شکل ۱-۶ یک کات‌ست (خطوط نشان داده شده با نقطه چین) وجود دارد که گراف مذکور را به دو بخش تقسیم کرده است. در داخل کات‌ست گره‌های N2، N4، N6 و N7 و در بیرون کات‌ست گره‌های N1، N3 و N5 وجود دارند. البته باید به این نکته توجه داشت که در برخی موارد کات‌ست را یک سطح بسته در نظر نمی‌گیرند و فقط محل تقاطع یال‌ها با سطح را به عنوان کات‌ست ذکر می‌کنند. در این‌گونه موارد نمی‌توان گفت که گره‌ها در داخل یا خارج از کات‌ست وجود دارند. در این حالت گره‌ها در دوطرف کات‌ست وجود دارند.



شکل ۱-۶ کات ست در یک گراف جهت‌دار و وزن‌دار

[1] Data Source
[2] Data Sink

همچنین در شکل ۱-۶ می‌توان مشاهده نمود که کات‌ست مذکور با ۷ یال محل برخورد داشته است. باید توجه داشت که این یال‌ها مرتبط کننده گره‌های داخلی به گره‌های خارجی هستند و مبدا و مقصد این یال‌ها حتما در دوطرف کات‌ست واقع شده است. از این کات‌ست یال‌های با مجموع وزن ۲۸ واحد خارج و یال‌هایی با مجموع وزن ۲۹ واحد به آن وارد می‌شوند.

تقسیم بندی گراف‌ها کاربردهای فراوانی درعلوم امروزی دارد. در دهه‌های گذشته از این علم در طراحی سیستم‌ها استفاده فراوانی شده است. برای مثال سیستمی دارای ۲۰۰ قطعه الکترونیکی می‌باشد و این سیستم از نظر حجمی دارای محدودیت بوده و تنها ۴ برد الکترونیکی در آن جای می‌گیرد. این ۲۰۰ قطعه هرکدام به یک یا چند قطعه ارتباط دارند. در صورتی که هر قطعه یک گره تصور شود و در صورت وجود یک یا چند ارتباط میان دو قطعه، این ارتباطات با یک یال نشان داده شود. تعداد ارتباطات میان دو قطعه وزن آن یال را مشخص می‌کند. واضح است با توجه به ماهیت فیزیکی طراحی برد، این ارتباطات جهت‌دار نیستند و گراف تشکیل شده یک گراف وزن‌دار و بدون جهت خواهد بود. در صورتی که ابعاد قطعات الکترونیکی تقریبا یکسان فرض شود، هر برد به طور تقریبی می‌تواند ۵۰ قطعه را در خود جای دهد. در صورتی که با استفاده از تقسیم بندی گراف‌ها، گراف مذکور (با ۲۰۰ گره) به ۴ زیر گراف (هر کدام با ۵۰ گره) تقسیم شود و شرط بهینه بودن این تقسیم بندی، حداقل شدن مجموع وزن یال‌های برخورد کننده با کات‌ست‌ها باشد، سیستم مذکور کمترین تعداد کانکتور را نیاز خواهد داشت. به این ترتیب از تقسیم بندی گراف‌ها می‌توان برای حداقل کردن تعداد پایه‌های کانکتور مورد استفاده در طراحی سیستم‌ها بهره برد. امروزه طراحی و ساخت سیستم‌های به شکل فوق کمتر صورت می‌گیرد اما با توجه به رشد و توسعه علم VLSI، از تقسیم بندی گراف‌ها می‌توان در طراحی سیستم‌ها و مدارات VLSI کمک گرفت. تقسیم بندی گراف-ها المان‌هایی که بیشترین ارتباط را یکدیگر دارند را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد و به این ترتیب مسیر[1] بسیار کمتری برای ارتباط این المان‌ها با یکدیگر و المان‌های بخش‌های دیگر نیاز خواهد بود که این امر می‌تواند باعث بهینه سازی مدار از نظر توان، هزینه، ظرفیت و ... باشد [۳-۴].

به طور کلی کاربرد تقسیم بندی گراف در حداقل کردن مصرف منابع می‌باشد. در زمینه شبکه نیز می‌توان با استفاده از تقسیم بندی شبکه به چندین زیر شبکه، عمده ارتباط در داخل زیرشبکه‌ها برقرار می‌شود و تنها درصد کمی از این ارتباطات در بین دو زیر شبکه وجود دارد. اما این درصد کم در زمانی که تعداد گره‌ها زیاد باشد، می-تواند مقدار قابل توجهی باشد. به همین دلیل ممکن است منابع بین شبکه‌ای پاسخ‌گوی این نیاز نباشند. به همین علت حداقل کردن ارتباط بین شبکه‌ای با استفاده از تقسیم بندی گراف‌ها می‌تواند کاهش زیادی در ارتباطات بین شبکه‌ای ایجاد کند.

از این نکته می‌توان در بیشتر شبکه‌ها استفاده نمود. در یک حالت فرضی می‌توان شبکه‌های Ad-Hoc را در نظر گرفت که تعداد محدودی باند فرکانس در اختیار دارند. یکی از راه حل‌های استفاده از این باندهای فرکانسی، تقسیم کردن مصرف کننده‌ها در این چند باند فرکانسی و ایجاد چند زیر شبکه است. تعدادی از این مصرف کننده‌ها نیز قابلیت کار در بیش از یک باند را دارند که برای ارتباط بین زیرشبکه‌ها به کار می‌روند.

---

[1] Route

در اینجا باید توجه داشت که ارتباط بین مشترکین در شبکه‌ها عموما میزان ثابتی نبوده و کاملا متغیر است. اما با یک بررسی آماری می‌توان میانگین ارتباطات آنان را به عنوان وزن یال‌ها و پارامتر ارتباط در نظر گرفت. در این گزارش باس داده ۱۵۵۳ به عنوان یکی از شبکه‌هایی که میزان ارتباطات آن از قبل مشخص است مورد بررسی قرار خواهد گرفت به همین دلیل به بررسی آماری گره‌ها نیازی نخواهد بود.

۱-۳ ساختار این پایان نامه

برای حل مسئله تقسیم بندی باس داده ۱۵۵۳ ابتدا باید با ساختار باس داده ۱۵۵۳، نیازها و خواص آن آشنا شد. به طور کلی در این شبکه تقریبا همه چیز از پیش تعیین شده[1] است مگر در موارد خاصی مانند بروز خطا در ارسال داده‌ها که باید به طریقه دیگری عمل شود. با توجه به این‌که این باس در ایران تا کنون به هیچ عنوان مورد استفاده قرار نگرفته است و پیش زمینه‌ای برای آن وجود ندارد، به منظور آشنایی بیشتر با این باس، در فصل دوم، باس داده ۱۵۵۳ به صورت کامل شرح داده می‌شود.

در فصل سوم، ابتدا مسئله مورد نظر در باس ۱۵۵۳ به طور کامل تشریح می‌گردد و سپس به چگونگی حل این مسئله با استفاده از تقسیم بندی گراف‌ها پرداخته می‌شود. پس از آن، برخی از روش‌های موجود برای تقسیم بندی گراف‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. از جمله این روش‌ها می‌توان به جستجوی کامل[2] و الگوریتم کارنیگان-لین[3] اشاره نمود. در انتهای این فصل نیز روش پیشنهادی برای تقسیم بندی گراف‌ها شرح داده می‌شود.

در فصل چهارم، روش‌های بحث شده در فصل سوم شبیه سازی شده و نتایج با یکدیگر مقایسه می‌گردند. در این فصل همچنین پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی به طور کامل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

در فصل پنجم، به نتیجه گیری و بررسی نتایج روش‌های مختلف پرداخته می‌شود و مزایا و معایب روش پیشنهادی در برابر روش‌های دیگر بیان می‌گردد. همچنین در این فصل فعالیت‌های بعدی که می‌تواند بر روی این مسئله صورت گیرد پیشنهاد شده‌اند.

---

[1] Deterministic
[2] Complete Search
[3] Kernighan-Lin

فصل دوم

باس داده ۱۵۵۳

۲-۱ مقدمه

در فصل اول مقدمه‌ای در ارتباط با باس داده ۱۵۵۳ ارائه شد. در این فصل، عملکرد و کلیه خواص این باس شرح داده خواهد شد. این فصل شامل سخت‌افزار باس، پروتکل، ساختار پیام‌ها، مدکدها[1] و عملکرد سیستم خواهد بود. با توجه به نبود زمینه قبلی برای این باس، در این فصل سعی شده است تا باس داده ۱۵۵۳ به صورت کامل شرح داده شود. لازم به ذکر است که این جزییات کامل در ارتباط با این باس در مرجع استاندارد MIL-HDBK-1553A [۵] ذکر شده است. در ابتدای این بخش تاریخچه و خواص باس داده ۱۵۵۳ شرح داده می‌شود.

۲-۱-۱ تاریخچه باس ۱۵۵۳

در سال ۱۹۶۸ جامعه مهندسان اتومبیل[2]، زیرکمیته‌ای متشکل از افراد نظامی و صنعتی را برای طراحی یک باس داده سریال، جهت برآورده کردن نیاز صنعت هواپیمایی تشکیل دادند. این استاندارد به نام A2-K شناخته می‌شود. این زیرکمیته در سال ۱۹۷۰ پیش‌نویسی را ارائه کردند. سه سال بعد، اصلاحیه‌های نظامی و دولتی بر روی آن اعمال شد و MIL-STD-1553 در آگوست ۱۹۷۳ ارائه شد. اولین بار این باس بر روی F-16 به کار گرفته شد.

تغییرات و بهینه سازی‌های بعدی باعث اجرای MIL-STD-1553 در سال ۱۹۷۵ شد. در عمل نمونه‌های بیشتری از این استاندارد، با توجه به قابلیت‌های مورد نیاز مطرح شد. SAE سه سال برای تهیه 1553B تلاش کرد که در سال ۱۹۷۸ منتشر شد. در این زمان دولت‌ها تصمیم گرفتند که بر روی استاندارد 1553B متوقف شوند و راه را برای تولید صنعتی و پیاده سازی‌های این استاندارد باز کردند.

---

[1] Mode Code
[2] Society of Automotive Engineers (SAE)