

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

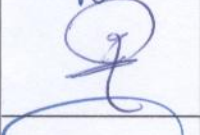


بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

خانم زینب هادوی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان مسیریابی چند مقصدی با محدودیت های چند گانه با استفاده از الگوریتم کندوی عسل در تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۱۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - مهندسی فناوری اطلاعات-سیستمهای اطلاعاتی پیشنهاد می کنند.

امضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	دانشیار	دکتر محمد مهدی سپهری	استاد راهنما
	استادیار	دکتر الیس مسیحی	استاد مشاور
	دانشیار	دکتر محمد رضا امین ناصری	استاد ناظر
	استادیار	دکتر عزیز الله جعفری	استاد ناظر
	دانشیار	دکتر محمد رضا امین ناصری	مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.


ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی **زینب هادی**

امضاء



آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی فناوری اطلاعات است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر محمد مهدی سپهری، مشاوره جناب آقای دکتر الییس مسیحی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب زینب هادوی دانشجوی رشته مهندسی فناوری اطلاعات مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: زینب هادوی

تاریخ و امضا:





دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات

مسیریابی چندمقصدی با محدودیت‌های چندگانه
با استفاده از الگوریتم کندوی زنبور عسل

زینب هادوی

استاد راهنما:

دکتر محمدمهدی سپهری

استاد مشاور:

دکتر الیپس مسیحی

اسفند ۱۳۸۸

تقدیم

به پدر و مادرم

آن‌گاه که نمی‌توانستم یاریم کردند

آن‌گاه که نمی‌دانستم، مرا آموختند

و آن‌گاه که نیاز داشتیم، مرا پشتیبان بودند

و همواره گرمای وجودشان دستمایه تلاش و پیشرفتم بوده است

تقدیم همراه با

شاخه گلی بوسه بر دستانشان

تشکر و قدردانی

ایزد یکتا را سپاس که در سایه سار اراده و عنایتش و با پشتکاری که در نتیجه توکل به ذات اقدسش حاصل شد توفیق انجام و تکمیل این کار تحقیقاتی بدست آمد.

در انجام این پژوهش از راهنمایی‌های اساتید ارجمندی بهره‌مند بودم که با توجه خویش اراده‌ام را در این راه راسخ‌تر و حرکت‌تر را پویاتر نمودند. بدینوسیله از جناب آقای دکتر سپهری استاد راهنمای محترم و جناب آقای دکتر مسیحی استاد مشاور محترم سپاسگزاری می‌نمایم.

همچنین از آقایان مهندس ترکش و مهندس فرورش دانشجویان دکتری که در زمان مقتضی نظرات ایشان راهنمای ادامه حرکت کار تحقیقاتی بود و از دوستان و همراهان همیشگی خانم‌ها نیلوفر جعفری، نگار خسروی و نفیسه صابری که صحبت‌ها و پیگیری‌های ایشان دست مایه افزایش روحیه و اعتماد به نفس اینجانب بود، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از مرکز تحقیقات مخابرات ایران در زمینه حمایت از پروژه تحقیقاتی " مسیریابی چندمقصدی با محدودیت های چندگانه با استفاده از الگوریتم کندوی زنبورعسل"، تشکر می‌نمایم (شماره قرارداد ۲۰۱۲۰/۵۰۰ مصوب ۸۷/۱۰/۲۳).

چکیده

از زمانی که شبکه‌ها توانایی ارسال ترافیک رسانه‌ای پیوسته مانند صوت و تصویر را بدست آوردند، استفاده از آنها برای کاربردهای چندرسانه‌ای اهمیت بیشتری پیدا کرده است و موجب افزایش تقاضا برای استفاده و بکارگیری کاربردهای رسانه‌ای از طریق شبکه شده است. ارتباطات چندرسانه‌ای معمولاً نیازمند ارسال اطلاعات مشابه به مقاصد مختلف است. زمانی که قرار باشد اطلاعات زیادی به زیرمجموعه‌ای از کاربران ارسال شود، ارسال چندمقصودی بهترین راه ممکن برای این امر است. علاوه بر این برخی کاربردهای چندرسانه‌ای مانند ویدئو کنفرانس نیازمند برخی الزامات خاص هستند که کیفیت خدمات ارائه شده را تضمین کنند.

۲ موضوع اساسی در پشتیبانی از کیفیت خدمت در شبکه‌ها وجود دارد که عبارت است از تعیین مشخصه‌های کیفیت خدمت و مسیریابی کیفیت خدمت. مسیریابی کیفیت خدمت نه تنها انتخاب مسیر برای ارسال داده از مبدأ به مقصد است بلکه انتخاب مسیر باید به گونه‌ای باشد که محدودیت‌های اعمال شده برای کیفیت را رعایت کرده یا بهینه کند. در روش‌های ارسال چندمقصودی معمولاً مسیر ارسال بسته از طریق ساخت یک درخت چندمقصودی انجام می‌گیرد که در صورت نیاز محدودیت‌هایی نیز هنگام ساخت درخت در نظر گرفته می‌شود. در این کار تحقیقاتی با استفاده از الگوریتم ابتکاری کندوی زنبور عسل که از الگوریتم فراابتکاری جامعه زنبورها الهام گرفته شده‌است، راه‌حل جدیدی (*BDCBM*) برای ساخت درخت چندمقصودی با محدودیت‌های پهنای باند و تأخیر در ارسال بسته ارائه شده است.

از جمله ویژگی‌های درخت پیشنهادی، می‌توان به ساخت درخت چندمقصودی بصورت توزیع شده اشاره کرد که این امر نیاز به داشتن نقشه کامل از شبکه توسط گره ارسال کننده بسته را برطرف می‌کند و بنابراین انعطافپذیری لازم را برای در نظر گرفتن تغییرات شبکه و کار با گروه‌های چندمقصودی پویا دارد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی این الگوریتم و مقایسه آن با الگوریتم *DMACO*، پایین‌تر بودن تأخیر مسیر و نیز مقیاسپذیرتر بودن آن را برای کار با شبکه‌های بزرگ نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: مسیریابی چند مقصدی - کیفیت خدمت - الگوریتم فراابتکاری - *BDCBM*

فهرست

فصل اول- کلیات	۱
۱-۱- سرآغاز	۱
۲-۱- معرفی موضوع و ضرورت انجام پژوهش	۲
۳-۱- واژه‌های کلیدی پژوهش	۳
۴-۱- هدف از پژوهش	۴
۵-۱- سئوالهای پژوهش	۵
۶-۱- روش پژوهش	۵
۷-۱- فرضیه‌های پژوهش	۶
۸-۱- جنبه جدید بودن و نوآوری پژوهش	۶
فصل دوم- مسیریابی چندمقصدی با محدودیت کیفیت خدمت	۸
۱-۲- سرآغاز	۸
۲-۲- تعاریف پایه	۸
۳-۲- مسیریابی چندمقصدی	۹
۱-۳-۲- انتشار چندمقصدی و کیفیت خدمت	۱۰
۴-۲- انواع مسائل مسیریابی چندمقصدی	۱۲
۱-۴-۲- ترمینولوژی تئوری شبکه	۱۳
۲-۴-۲- اهداف بهینه‌سازی	۱۴
۳-۴-۲- محدودیت‌ها	۱۵
۵-۲- دسته‌بندی مسائل مسیریابی چندمقصدی	۱۶
۶-۲- دسته بندی الگوریتم‌های مسیریابی چندمقصدی	۱۹
۷-۲- الگوریتم‌های فرا ابتکاری پیشنهادی برای مسیریابی چندمقصدی با محدودیت	۲۰
۱-۷-۲- الگوریتم ژنتیک	۲۰
۲-۷-۲- جستجوی ممنوع (TS)	۲۵
۳-۷-۲- شبیه‌سازی آنیله کردن (SA)	۲۷
۴-۷-۲- الگوریتم PSO	۲۸
۵-۷-۲- جامعه مورچگان (ACO)	۲۹

۳۲	..... روش شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)
۳۳	..... الگوریتم‌های دیگر
۳۷	..... جمع‌بندی
۳۸	..... فصل سوم- حل مسأله مسیریابی چندمقصودی با الگوریتم کندوی زنبورعسل
۳۸	..... ۱-۳- سرآغاز
۳۹	..... ۲-۳- مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت‌های پهنای باند و تأخیر
۳۹	..... ۱-۲-۳- تعریف مسأله
۴۰	..... ۳-۳- الگوریتم کندوی زنبورعسل
۴۱	..... ۴-۳- مشخصه‌های الگوریتم کندوی زنبورعسل
۴۲	..... ۵-۳- الگوریتم پیشنهادی
۴۳	..... ۶-۳- ویژگی‌های مهم الگوریتم پیشنهادی
۴۴	..... ۷-۳- جدول‌های تشکیل شده در مسیریاب‌ها
۴۶	..... ۸-۳- زنبورها یا عامل‌های مسافت کوتاه و بلند
۴۷	..... ۱-۸-۳- عامل مسافت کوتاه
۴۸	..... ۲-۸-۳- عامل مسافت بلند
۴۸	..... ۹-۳- مراحل اجرای الگوریتم BDCBM
۴۸	..... ۱-۹-۳- ارسال عامل مسافت کوتاه برای شناسایی گره‌های نماینده و تکمیل جدول Fir
۵۰	..... ۲-۹-۳- ارسال عامل مسافت کوتاه برای تشکیل و به روز رسانی جدول Iz در هر گره
۵۲	..... ۳-۹-۳- ارسال عامل مسافت بلند برای تشکیل و به روز رسانی جدول‌های IR و Frm
۵۳	..... ۴-۹-۳- ساخت درخت مسیریابی با استفاده از جدول‌های مسیریابی موجود
۵۵	..... ۱۰-۳- شبیه‌سازی الگوریتم BDCBM
۵۶	..... ۱-۱۰-۳- مولد تصادفی شبکه واکسمن
۵۷	..... ۱۱-۳- مقایسه نتایج اجرای الگوریتم شبیه‌سازی شده با الگوریتم DMACO
۶۵	..... ۱۲-۳- جمع‌بندی
۶۸	..... فصل چهارم- نتایج، دستاوردها و پیشنهادها
۶۸	..... ۱-۴- سرآغاز
۶۹	..... ۲-۴- نوآوری‌ها و دستاوردهای پژوهش

۶۹	..... چگونگی به کارگیری و پیاده‌سازی پژوهش
۷۰	..... جمع‌بندی از تحلیل نتایج
۷۰	..... افق‌های پژوهش و مباحث مطالعاتی پیشنهادی
۷۲	..... پیوست‌ها
۷۳	..... ۱-۵- الف- درخت اشتاینر
۷۶	..... ۲-۵- ب- مروری بر پیچیدگی مسائل (<i>NP-Hardness</i> و <i>Np-completeness</i>)
۸۰	..... ۳-۵- ج- جمع‌بندی مقالات فصل ۲
۸۱	..... ۴-۵- د- الگوریتم جامعه زنبورها
۸۵	..... ۵-۵- ه- الگوریتم <i>DMACO</i>
۸۸	..... ۶-۵- و- مدلسازی عدد صحیح نورنها و توباگی
۹۰	..... مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- مراحل اجرای پژوهش ۷
- شکل ۱-۲- انواع مسائل مسیریابی چندمقصدی ۱۳
- شکل ۲-۲- یافتن کوتاهترین مسیر توسط مورچگان ۳۰
- شکل ۱-۳- تقسیم شبکه به مناطق گشت ۴۱
- شکل ۲-۳- شمایی از یک شبکه ۳۰ گره‌ای ۵۷
- شکل ۳-۳- هزینه درخت نهایی ساخته شده برای شبکه ۲۰ گره ۶۱
- شکل ۴-۳- نسبت هزینه ساخت درخت (BDCBM/DMACO) برای شبکه ۲۰ گره ۶۱
- شکل ۵-۳- هزینه درخت نهایی ساخته شده برای شبکه ۳۰ گره ۶۱
- شکل ۶-۳- نسبت هزینه درخت ایجاد شده (BDCBM/DMACO) برای شبکه ۳۰ گره ۶۲
- شکل ۷-۳- هزینه درخت نهایی ساخته شده برای شبکه ۵۰ گره ۶۲
- شکل ۸-۳- نسبت هزینه درخت ایجاد شده (BDCBM/DMACO) برای شبکه ۵۰ گره ۶۲
- شکل ۹-۳- نسبت تأخیر (BDCBM/DMACO) در درخت ایجاد شده برای شبکه ۲۰ گره ۶۳
- شکل ۱۰-۳- نسبت تأخیر (BDCBM/DMACO) در درخت ایجاد شده برای شبکه ۳۰ گره ۶۳
- شکل ۱۱-۳- نسبت تأخیر (BDCBM/DMACO) در درخت ایجاد شده برای شبکه ۵۰ گره ۶۳
- شکل ۱۲-۳- مقایسه هزینه درخت در دو روش برای شبکه ۲۰ گره ۶۴
- شکل ۱۳-۳- مقایسه هزینه درخت در دو روش برای شبکه ۳۰ گره ۶۴
- شکل ۱۴-۳- مقایسه هزینه درخت در دو روش برای شبکه ۵۰ گره ۶۴
- شکل ۱۵-۳- نسبت متوسط هزینه و تأخیر درخت بر حسب تعداد گره در شبکه ۶۵
- شکل ۱-۵- نسبت مقالات از نظر نوع الزام ۸۰
- شکل ۲-۵- نسبت مقالات از نظر تابع هدف ۸۰
- شکل ۳-۵- نسبت مقالات از نظر نوع الگوریتم ساخت درخت ۸۰

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- مراحل پژوهش و ابزار بکار گرفته شده در هر مرحله ۶
- جدول ۱-۲- دسته بندی انواع مسائل مسیریابی چندمقصدی ۱۸
- جدول ۲-۲- جمع بندی مقالات بررسی شده و مقایسه آنها از نظر الزامات کیفیت خدمت ۳۴
- جدول ۱-۳- مثالهایی از کاربردهای رایج در شبکه و حساسیت آنها به الزامات کیفیت خدمت ۳۹
- جدول ۲-۳- تفاوت میان دو الگوریتم *Beehive* و *BDCBM* ۴۳
- جدول ۳-۳- نمونه جدول ناحیه (*IZ*) در هر گره ۴۵
- جدول ۴-۳- نمونه جدول *IR* ۴۵
- جدول ۵-۳- نمونه جدول *Fiz* در هر گره ۴۶
- جدول ۶-۳- جدول *Fir* حاوی آدرس اعضای عضو در این منطقه ۴۶
- جدول ۷-۳- نمونه جدول *Frm* در هر گره ۴۶
- جدول ۸-۳- ساختار اطلاعاتی عامل مسافت کوتاه در مسیر رفت ۴۷
- جدول ۹-۳- ساختار اطلاعاتی عامل مسافت کوتاه در مسیر برگشت ۴۷
- جدول ۱۰-۳- ساختار اطلاعاتی عامل مسافت بلند ۴۸
- جدول ۱۱-۳- شناسایی گره‌های نماینده در شبکه و تشکیل جدول *Fir* ۴۹
- جدول ۱۲-۳- ارسال عامل مسافت کوتاه برای ساخت جدول *Iz* در گره‌ها ۵۱
- جدول ۱۳-۳- ارسال عامل مسافت بلند برای تکمیل و ساخت جدول *IR* و *Frm* ۵۳
- جدول ۱۴-۳- ساخت درخت چند مقصدی برای ارسال بسته ۵۵
- جدول ۱۵-۳- جدول *Iz* در گره ۱ ۵۸
- جدول ۱۶-۳- نمونه جدول *Fir* در گره ۱ ۵۹
- جدول ۱۷-۳- نمونه جدول *IR* در گره ۱ ۵۹
- جدول ۱۸-۳- نمونه‌ای از نتایج اجرای الگوریتم برای شبکه ۳۰ گره ۶۰
- جدول ۱۹-۳- مقایسه متوسط نسبت هزینه و انحراف معیار درخت ایجاد شده ۶۵
- جدول ۲۰-۳- مقادیر حاصل از آزمون میانگین دو الگوریتم ۶۶
- جدول ۲۱-۳- نسبت هزینه درخت حاصل از الگوریتم *BDCBM* به هزینه بهینه ۶۷
- جدول ۱-۵- مقایسه تعداد مقالات از منظر معیارهای مختلف ۸۰
- جدول ۲-۵- نمونه اولیه از الگوریتم زنبورها ۸۴
- جدول ۳-۵- ساختار داده مورچه پیش رو ۸۵
- جدول ۴-۵- ساختار مورچه بازگشتی ۸۵

جدول ۵-۵- ساختار مورچه به روز رسان ۸۵

جدول ۶-۵- نحوه انتخاب همسایه برای ارسال مورچه ۸۶

فصل اول

کلیات

۱-۱- سرآغاز

امروزه واژه کیفیت خدمت در زندگی روزمره بشر یک واژه جذاب شده و جنبه‌های مختلفی از زندگی وی را تحت تأثیر قرار داده است. در سال‌های اخیر معمولاً این واژه زیاد شنیده می‌شود و یا در بحث‌های مختلفی دخالت داده می‌شود: مانند رضایت مشتری، خدمت ممتاز، خدمات طلایی، خدمت خوب یا بد، مدیریت کیفیت جامع (TQM)، کیفیت برتر از کمیت و ... از آنجا که شبکه‌های ارتباطی بخش تفکیک ناپذیری از زندگی ما شده‌اند، تلاش‌های بسیاری در جهت بهبود کیفیت خدمت آن‌ها انجام شده است تا از این طریق موجبات رضایت مشتری و وفاداری وی فراهم شده و در نتیجه آن تأمین کننده خدمت سود بیشتری بدست آورد (یک ارتباط برنده- برنده). علاوه بر این با در نظر گرفتن الزامات کیفیت خدمت، کارایی جهانی در میزان استفاده از منابع شبکه نیز افزایش می‌یابد.

پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی‌های شبکه با سرعت بالا، فرصت‌هایی را نیز برای توسعه کاربردهای چندرسانه‌ای فراهم کرده است (Alkahtani et al., 2003).

واژه چندرسانه‌ای بیانگر ترکیبی از انواع رسانه‌ها شامل داده، ویدئو، صوت و تصویر است. ترافیکی که تحت شبکه‌ای با کاربرد چندرسانه‌ای قرار دارد، الزامات متفاوتی نسبت به کاربردهای سنتی داده دارد. این تفاوت را از سه منظر می‌توان بررسی کرد:

پهنای باند: جریانات چندرسانه‌ای در مقایسه با کاربردهای سنتی داده، بطور پیوسته و برای مدت زمان طولانی‌تری پهنای باند نسبتاً بیشتری نیاز دارند. به عنوان مثال، یک جریان ویدئو فشرده با کیفیت بالا بین ۱/۵ تا ۸ مگابیت بر ثانیه در دوره زمانی طولانی‌تری پهنای باند لازم دارد در حالیکه متوسط پهنای باند مورد نیاز یک کاربرد ساده داده می‌تواند کمتر از ۱ مگابیت بر ثانیه باشد.

ارتباطات چندنقطه‌ای: انتظار می‌رود که سهم بالایی از ترافیک چندرسانه‌ای مربوط به چندین نقطه از شبکه باشد. مثال‌هایی از این قبیل عبارتند از ویدئو کنفرانس، توزیع ویدئو و محاسبات مشارکتی. در مقابل، کاربردهای داده تنها گاهی از ارتباطات چند نقطه‌ای استفاده می‌کنند.

تأخیر کم: برخی کاربردها مانند ویدئو کنفرانس یا محاسبات مشارکتی که ارتباطات تعاملی دارند نیازمند حداکثر تأخیر ابتدا به انتهای ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی ثانیه هستند. در حالیکه کاربردهای داده ساده محدودیتی در زمینه تأخیر ندارند.

با توسعه سریع شبکه‌های کامپیوتری، کاربران اینترنت خواهان نیازمندی‌های عملکردی جدید درباره ارتباطات اینترنتی هستند. شبکه‌های کامپیوتری بطور گسترده‌ای در زمینه ارتباطات چندرسانه‌ای مانند ویدئو کنفرانس، ارسال ویدئو براساس تقاضا^۱ (VoD)، تلفن‌های اینترنتی (IP telephony)، بازی‌های بر خط، محاسبات توزیع شده و سایر زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کسب و کارهای جدید دارای برخی ویژگی‌های مشترک هستند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: حجم بالای تبادل داده، اجرا در زمان حقیقی^۲ و کیفیت خدمت که در بیشتر موارد وجود دارد و براساس ارتباطات یک به چند هستند.

دو بحث مهم در پشتیبانی کیفیت خدمت در شبکه‌های ارتباطی "مشخصه‌های کیفیت خدمت" و "مسیریابی کیفیت خدمت" است. هدف از بحث مشخصه‌های کیفیت خدمت بررسی و تعیین الزامات مورد نیاز برای ارائه کیفیت خدمت و نیز تعیین کمیت آن‌ها بصورت دقیق است. اما "مسیریابی کیفیت خدمت" نه تنها انتخاب مسیر برای ارسال داده از مبدأ به مقصد را در نظر می‌گیرد بلکه این کار را با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و ارضای آن‌ها یا بهینه‌سازی الزامات انجام می‌دهد. به دلیل وجود الزامات متنوع در حوزه کیفیت خدمت، مسیریابی کیفیت خدمت در زمره مسائل NP-complete است (Polzin, 2003) و با الگوریتم‌های ساده نمی‌توان آن را حل کرد. در همین رابطه این پژوهش به موضوع مسیریابی چندمقصودی با محدودیت‌های کیفیت خدمت می‌پردازد و تلاش می‌کند تا با بررسی انواع الگوریتم‌های فراابتکاری پیشنهاد شده برای حل این مسأله، راه‌حل جدیدی برای حل مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت کیفیت خدمت ارائه دهد. این فصل به کلیات تحقیق پرداخته و به موضوع‌هایی مانند ضرورت پژوهش، تعریف مسأله و سؤال‌های پژوهش، اهداف، فرضیه‌ها و جنبه‌های نوآوری پژوهش اشاره خواهد کرد.

۲-۱- معرفی موضوع و ضرورت انجام پژوهش

امروزه سرویس‌های چندمقصودی بطور گسترده‌ای توسط انواع کاربردهای رسانه‌ای پیوسته^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، زیر ساخت چندمقصودی اینترنت برای انتقال صوت و تصویر در زمان حقیقی^۴ برای ارائه اخبار، سرگرمی و آموزش از راه دور مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، به‌جای ارسال یک نسخه جداگانه از داده برای هر عضو، منبع تنها یک کپی از داده را برای همه اعضای گروه ارسال می‌کند. برای این کار یک الگوریتم مسیریابی چندمقصودی، با توجه به تابع هدف بهینه‌سازی معین، درخت چندمقصودی را مشخص می‌کند که منبع (یا منابع) مورد نظر و اعضای گروه را به هم متصل می‌کند. داده‌ای که توسط منبع تولید می‌شود، از

¹ Video on Demand

² Real Time

³ Continuous

⁴ Real time

طریق این درخت چندمقصودی جریان می‌یابد و از هر یال درخت، تنها یک بار عبور می‌کند. در نتیجه آن استفاده مؤثرتری از منابع به عمل می‌آید و برای کاربردهایی مانند توزیع ویدئو کاملاً مناسب است. با توسعه سریع تکنولوژی سخت‌افزار و تجاری شدن اینترنت در کنار ظهور استفاده از کاربردهای رسانه‌ای پیوسته که موجب افزایش تقاضای "کیفیت خدمت" شده‌است، ارائه خدمات و سرویس‌های مطمئن‌تر و بهتر از سرویس‌های "بهترین تلاش"^۱، به مزیت رقابتی برای یک تأمین‌کننده سرویس موفق تبدیل شده است (Wang and C.Hou, 2000).

۱-۳- واژه‌های کلیدی پژوهش

در این قسمت واژه‌های کلیدی این پژوهش که در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار خواهند گرفت تعریف می‌شوند.

الف- ارسال چندمقصودی^۲:

ارسال چندمقصودی عبارت است از ارسال همزمان اطلاعات مشابه به گروهی از مقاصد بطوریکه تنها یک کپی از بسته اطلاعاتی از هر یال درخت ارسال عبور کند. مثال‌های مختلفی از کاربردهای چندمقصودی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کاربردهای تعاملی شامل ویدئو کنفرانس، محاسبات توزیع شده به کمک کامپیوتر یا آموزش مجازی. کاربردهای غیر تعاملی شامل ارسال یک نامه به تعدادی از افراد و برخی کاربردهای کنترل در زمان حقیقی.

در یک ارسال چندمقصودی صحیح، روش‌های زیر بکار گرفته می‌شود:

- تعیین کم هزینه‌ترین مسیر از مبدأ به اعضای گروه چند مقصدی. حاصل این مرحله درختی است که حداقل تمام اعضای گروه چندمقصودی را شامل می‌شود.
- ارسال یک نسخه از بسته اطلاعاتی درون درخت حاصل از مرحله قبل توسط مبدأ.
- تنها در نقاطی که در درخت شاخه زده شده است، مسیریابی کپی از بسته ایجاد کرده و به هر شاخه می‌فرستد (Chakraborty et al., 2002).

ب- مسیریابی چندمقصودی:

ساخت درخت چندمقصودی با استفاده از الگوریتم مسیریابی برای ارسال چندمقصودی داده را مسیریابی چندمقصودی گویند.

¹ Best effort

² Multicasting

ج- کیفیت خدمت^۱:

در بحث شبکه، معمولاً اصطلاح کیفیت برای توصیف انتقال داده بصورت قابل اطمینان یا بهتر از حالت معمول بکار می‌رود. این روش جنبه‌هایی از قبیل از دست رفتن داده، حداقل تأخیر یا نبود تأخیر در ارسال، ثبات در تأخیر (فقدان لرزش) و حتی توانایی استفاده کارآمد از منابع شبکه را در بر می‌گیرد. بطور سنتی، معمولاً تأمین کنندگان سرویس شبکه، از روشهای متنوعی برای تضمین خدمت خود به مشتریان استفاده می‌کنند که بیشتر آنها قراردادی است. اما با ترکیب دو مفهوم "کیفیت" و "خدمت" می‌توان به مفهوم جدیدی دست یافت که عبارت است از: معیاری برای بیان میزان خوب بودن رفتار شبکه و تلاش برای تعریف مشخصه‌ها و خصوصیات خدمات ویژه. واژه "کیفیت خدمت" برای بیان کیفی و کمی عملکرد تعریف شده در قرارداد میان تأمین کننده سرویس و کاربر پیشنهاد شده است (Chakraborty et al., 2002).

اتحادیه بین‌المللی فناوری اطلاعات (ITU) کیفیت خدمت را اینگونه تعریف می‌کند: "اثر تجمعی عملکرد یک خدمت که سطح رضایت کاربر از خدمت را تعیین می‌کند" (Alkahtani et al., 2003).

د- الگوریتم کندوی زنبور عسل:

این الگوریتم توسط ود، فاروغ و ژانگ در سال ۲۰۰۴ برای مسیریابی در شبکه‌ها پیشنهاد شده و از زبان ارتباطی میان زنبورهای عسل الهام گرفته شده است. در این الگوریتم هر گره برای انتشار کپی از اطلاعات خود به گره‌های مجاور، یک عامل زنبور را بصورت دوره‌ای به شبکه ارسال می‌کند. این کپی‌ها از طریق صف‌های اولویت‌دار شبکه را کاوش می‌کنند و برای تخمین زمان انتشار و تأخیر هنگام انتقال بین دو گره، بکار می‌رود. زمانی که چندین کپی از یک عامل از طریق گره‌های مجاور مختلف به یک گره رسید، این نسخه‌ها برای مدلسازی وضعیت شبکه در این گره، اطلاعات مسیریابی خود را با هم مبادله می‌کنند. با این کار هر گره می‌تواند یک معیار اندازه‌گیری کیفی برای رسیدن به مقاصد مختلف از طریق گره‌های مجاور را نزد خود نگهداری کند (Farooq, 2005).

۴-۱- هدف از پژوهش

در حال حاضر موضوع مسیریابی "کیفیت خدمت" یک حوزه مطالعاتی جالب توجه و فعال در شبکه‌های کامپیوتر است، چرا که بسیاری از خدمات شبکه‌ای که در سال‌های اخیر ارائه می‌شوند نیازمند کارکردهای "کیفیت خدمت" خاصی هستند که پروتکل‌های مسیریابی فعلی از آنها پشتیبانی نمی‌کنند. پیش‌بینی و تدارک خدمات شبکه مبتنی بر "کیفیت خدمت" در حالت کلی یک مسأله پیچیده است و بیشترین بخش پیچیدگی آن مربوط به لایه مسیریابی است. مسأله مسیریابی تعیین "مسیر با چندین محدودیت" که در بخش قبل درباره آن صحبت شد به دلیل پیچیدگی‌هایی که در تعیین مسیر بهینه دارد، یک مسأله NP-Complete است. این مطلب سبب شده تا راه‌حل‌های ابتکاری متعددی برای حل آن پیشنهاد داده شود.

¹ Quality of Service (QoS)

همچنین در سال‌های اخیر به دلیل گسترش روزافزون کاربردهای چندرسانه‌ای، ویدئو کنفرانس، *Vod* و ... که از مصادیق ارسال چندمقصودی بسته‌ها می‌باشند، برقراری یک ارتباط قابل قبول سطح خاصی از کیفیت را طلب می‌کند، این امر موجب شده است تا حوزه مسیریابی کیفیت خدمت اهمیت ویژه‌ای پیدا کند. موضوعی که در این رابطه قابل طرح است آن است که با توجه به پیچیدگی مسأله مسیریابی کیفیت خدمت، و نیز سربار شبکه و محدودیت‌های پهنای باند و تأخیر، آیا می‌توان با استفاده از الگوریتم کندوی زنبور عسل، عملکرد مسیریابی در شبکه را بهبود داده و علاوه بر تضمین ارسال بسته به مقصد، میزان تأخیر در ارسال بسته‌ها را نیز کاهش داد؟

هدف از این پژوهش "حل مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت‌های چندگانه با استفاده از الگوریتم ابتکاری کندوی زنبور عسل" است.

در راستای انجام این پژوهش اهداف جزئی دیگری نیز دنبال می‌شوند که برخی از آنها عبارتند از:

- بررسی انواع مسائل بهینه‌سازی ترکیبی در مسیریابی چندمقصودی با محدودیت
- بررسی کاربرد روش‌های فراابتکاری در مسیریابی چندمقصودی با محدودیت

۱-۵- سئوالهای پژوهش

دستیابی به اهداف فوق نیازمند پاسخگویی به برخی سئوالات به شرح زیر است:

- مسأله مسیریابی چندمقصودی در حوزه مسائل ریاضی چگونه مسأله‌ای است؟
- ویژگی‌های اصلی یک مسأله مسیریابی چندمقصودی کدامند؟
- محدودیت‌های کیفیت خدمت چگونه بر مسأله مسیریابی چندمقصودی اعمال می‌شوند؟
- نوع کاربرد مورد نظر چه تأثیری بر محدودیت‌های مسأله دارد؟
- روش‌های مختلف پیشنهادی برای حل این مسأله کدامند؟
- روش‌های فراابتکاری چه روش‌هایی هستند و چگونه برای حل مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت بکار گرفته می‌شوند؟

۱-۶- روش پژوهش

این پژوهش از نظر روش بکار گرفته شده در آن، یک پژوهش کمی است. در راستای انجام آن ابتدا مطالعه عمیقی درباره پاسخ سئوال‌های پژوهش انجام شده است. و سپس در ادامه با اشرافی که روی مسأله مسیریابی چندمقصودی پیدا می‌شود و با مطالعه و یادگیری الگوریتم ابتکاری کندوی زنبور عسل، الگوریتم پیشنهادی برای حل مسأله مورد نظر نوشته شده و برای حل نمونه‌ای از مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت مورد استفاده قرار گرفت.

به منظور بررسی عملکرد الگوریتم پیشنهادی، از روش شبیه‌سازی الگوریتم با استفاده از زبان برنامه نویسی C# استفاده شده‌است. و نتایج این شبیه‌سازی با یکی از الگوریتم‌های مسیریابی چندمقصودی دیگر (DMACO) مورد مقایسه قرار گرفته است. همچنین با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح مسأله مدل شده و نتایج حاصل از جواب بهینه با نتایج الگوریتم مقایسه شده است. در صفحات بعد جدول ۱-۱ و شکل ۱-۱ روش پژوهش و ابزار بکار رفته در مراحل اجرای آن را نشان می‌دهد.

۷-۱- فرضیه‌های پژوهش

با توجه به اینکه طبق نتایج ارائه شده در (Farooq, 2006) الگوریتم مسیریابی کندوی زنبور عسل در مقایسه با سایر الگوریتم‌های مسیریابی مانند الگوریتم جمعیت مورچگان و اولین کوتاهترین مسیر، عملکرد بهتری را در زمینه کاهش تأخیر و تغییرات تأخیر (لرزش) در ارسال تک مقصدی داشته است، این الگوریتم در مسیریابی بسته‌ها در ارسال چند مقصدی با محدودیت‌های کیفیت خدمت نیز نسبت به الگوریتم‌های دیگر عملکرد بهتری خواهد داشت.

۸-۱- جنبه جدید بودن و نوآوری پژوهش

مطالعات انجام شده در (Curado and Monteiro, 2004)، (Farooq, 2006) و (Wang et al., 2007b) نشان می‌دهد که تاکنون الگوریتم ابتکاری کندوی زنبور برای مسیریابی چندمقصودی با محدودیت‌های چندگانه بکارگرفته نشده است. علاوه بر این بسیاری الگوریتم‌ها، مسیریابی را بصورت متمرکز در مبدأ انجام می‌دهند، اما با استفاده از این الگوریتم امکان ساخت درخت مسیریابی بصورت توزیع شده وجود دارد.

جدول ۱-۱- مراحل پژوهش و ابزار بکار گرفته شده در هر مرحله

مرحله	هدف	خروجی	روش و ابزار
مطالعات اولیه	تبیین کامل مسأله بصورت علمی و شناخت جنبه‌های مختلف آن	کلیات پژوهش	کتابخانه‌ای
مطالعات عمیق و تکمیلی (مرور ادبیات)	- شناخت مسأله مسیریابی چندمقصودی - شناخت محدودیت‌های کیفیت خدمت - شناخت مسأله مسیریابی با محدودیت کیفیت خدمت - آشنایی کامل با الگوریتم کندوی زنبور	منابع پژوهش	استفاده از مقالات الکترونیکی اینترنتی و منابع موجود کتابخانه‌ای
طراحی الگوریتم حل مسأله	حل مسأله مسیریابی چندمقصودی با محدودیت	الگوریتم پیشنهادی	استفاده از روش تحقیق تفکر عمیق
آزمون و شبیه سازی الگوریتم	پیاده‌سازی و برنامه‌نویسی الگوریتم	ماژول‌های الگوریتم پیشنهادی	برنامه نویسی کامپیوتری با استفاده از C#
تحلیل نتایج	ارزیابی نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی الگوریتم و مقایسه آن با نتایج یکی از الگوریتم‌های موجود	نتایج ارزیابی شده	نمودارهای آماری