

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

عنوان:

تخصیص منابع برای سیستم‌های IPTV در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر
OFDMA

پژوهشگر:

گلاره عزیزی

استاد راهنما:

دکتر علیرضا عبدالله پوری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی

خرداد ماه 1393

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه متعلق به دانشگاه کردستان است.

***** تعهد نامه *****

اینجانب **گلاله عزیزی** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کامپیوتر**، گرایش **هوش مصنوعی** دانشگاه کردستان، دانشکده **مهندسی گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات** تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

گلاله عزیزی

1393/3/28



دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی

عنوان:

تخصیص منابع برای سیستم‌های IPTV در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر
OFDMA

پژوهشگر:

گلاره عزیزی

در تاریخ 1393/3/28 توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره

..... و درجه به تصویب رسید.

هیات داوران نام و نام خانوادگی مرتبه علمی امضاء

استادیار	دکتر علیرضا عبدالله پوری	1- استاد راهنما
استادیار	دکتر رضا محمدخانی	2- استاد داور خارجی
استادیار	دکتر فردین اخلاقیان طاب	3- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

مهر و امضاء گروه

به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش

نمی‌کند

این اثر را به مادر مهربانم و روح پاک پدرم تقدیم

می‌کنم.

سپاس‌گزاری

پژوهش حاضر که با استعانت از خداوند متعال به انجام رسید، مرهون زحمات و راهنمایی‌های استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر علیرضا عبدالله پوری به عنوان استاد راهنما می‌باشد. از این رو بر خود لازم می‌دانم که از ایشان به خاطر این‌که بنده را در مراحل مختلف این پژوهش مورد لطف و عنایت خویش قرار داده و مرا یاری کردند مراتب تشکر و قدردانی را به جای بیاورم. امید است که بتوانم با الگو گرفتن از مجاهدت‌های مستمر علمی ایشان همواره در صحنه علم و دانش فعال باشم. همچنین از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر فردین احمدی زر که مشاوره خویش را از بنده دریغ ننمودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

همچنین از خانواده عزیزم که در تمام مدت حامی و مشوق من بودند کمال تشکر را دارم.

با تقدیم احترام

گلاله عزیزی

چکیده

WiMAX که مبتنی بر استاندارد IEEE 802.16 می‌باشد، یک تکنولوژی بی‌سیم بر اساس روش دسترسی چندگانه OFDMA است. OFDMA منابع موجود (زمان و فرکانس) را به چندین زیرحامل متعامد در دامنه فرکانس و چندین سمبل مجاور در دامنه زمان تقسیم می‌کند. مساله تخصیص پهنای باند در IEEE 802.16 این است که چگونه بلوک‌های دوبعدی در محدوده زمان و فرکانس (که burst نامیده می‌شود) به کاربران تخصیص داده شود. تخصیص منابع برای کارایی سیستم حیاتی است اما جزئیات آن در استانداردهای IEEE 802.16 تعریف نشده است و بر عهده پیاده‌سازی‌کننده گذاشته شده است. در این پایان‌نامه یک الگوریتم ژنتیک برای ساخت burst در فریم WiMAX پیشنهاد شده است که ساختار مستطیلی burstهای پایین‌سو استاندارد IEEE 802.16 را رعایت می‌کند. هدف الگوریتم ژنتیک پیشنهادی این است که بیشترین تعداد burst را در یک فریم جای دهد به نحوی که فضای هدررفته را مینیمم کند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم ژنتیک می‌تواند یک تخصیص نزدیک به بهینه را به وسیله جستجوی تکراری بدست آورد.

IPTV یکی از سریع‌ترین سرویس‌های در حال رشد است که به سیستم‌های پخش سنتی قابلیت تعاملی می‌بخشد. IPTV از مواردی است که به پهنای باند زیادی نیاز دارد. با توجه به توزیع متفاوت محبوبیت کانال‌های تلویزیونی، کانال‌های با محبوبیت زیاد می‌توانند به صورت چندپخشی و بقیه کانال‌ها به صورت تک‌پخشی ارسال شوند. استفاده از ترکیب تک‌پخشی/چندپخشی در هنگام تخصیص زیرفریم پایین‌سو، باعث استفاده کارآمدتر از پهنای باند و کاهش سربار DL-MAP شود. ویژگی‌های برجسته WiMAX از قبیل پشتیبانی از چندپخشی آن را تبدیل به یک شبکه دسترسی قابل اعتماد برای سیستم‌های IPTV کرده است. با توجه به اینکه سربار انتقال اطلاعات کنترلی تاثیر قابل توجهی روی ظرفیت کلی فریم WiMAX دارند، با کاهش این سربار می‌توان به استفاده بهتر از پهنای باند کمک کرد. به همین دلیل از آنجایی که ضرورتی ندارد که همه کاربران را در هر فریم زمانبندی کنیم، پیشنهاد می‌شود که اگر کاربران را بر اساس معیارهای مختلف دسته‌بندی کرده و آن‌ها را در فریم‌های جداگانه با در نظر گرفتن حداکثر تاخیر قابل قبول شبکه سرویس‌دهی کنیم، سربار ناشی از DL-MAP کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: WiMAX، OFDMA، الگوریتم ژنتیک، تخصیص پهنای باند، IPTV، چندپخشی،

سربار

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
8	فصل 1. مقدمه
8	1-1- سابقه و انگیزه‌ی تحقیق
11	2-1- اهداف پایان‌نامه
12	3-1- دستاوردهای پایان‌نامه
12	4-1- دور‌نمای پایان‌نامه
14	فصل 2. پیشینه تحقیق
14	1-2- مقدمه
14	2-2- سیستم‌های IPTV
14	1-2-2- تاریخچه سیستم‌های IPTV
15	2-2-2- مفهوم IPTV
18	3-2-2- ویژگی‌های IPTV
21	4-2-2- نحوه ارائه خدمات در IPTV
22	5-2-2- مشکلات سیستم‌های IPTV
23	6-2-2- مفاهیم QoS و QoE
24	3-2- WiMAX
26	1-3-2- زمانبند MAC در سیستم‌های OFDMA
27	2-3-2- تلفیق و کدگذاری تطابقی (AMC)
30	4-2- تکنیک چندپخش
31	1-4-2- سرویس بخش گسترده چندپخش (MBS) در WiMAX
32	2-4-2- مقایسه تک‌پخش و چندپخش

34.....	5-2-الگوریتم ژنتیک
36.....	1-5-2 - چرخه تولید مجدد GA
37.....	2-5-2 - گام‌های الگوریتم ژنتیک
37.....	1-2-5-2 - مقداردهی اولیه
37.....	2-2-5-2 - انتخاب
39.....	3-2-5-2 - تقاطع
40.....	4-2-5-2 - جهش
40.....	5-2-5-2 - خاتمه
40.....	3-5-2 - شبه کد الگوریتم ژنتیک
41.....	6-2-خلاصه‌ای از کارهای دیگران
55.....	7-2-جمع‌بندی
56.....	فصل 3.روش پیشنهادی برای تخصیص منابع OFDMA در سیستم‌های IPTV.....
56.....	1-3-مقدمه
56.....	2-3-مساله تخصیص منابع
60.....	3-3-فرموله‌سازی مساله
61.....	4-3-روش پیشنهادی
66.....	5-3-استفاده از تکنیک چندبخشی با تخصیص منابع OFDMA
67.....	6-3-تحلیل سربار با در نظر گرفتن چندبخشی در هنگام تخصیص
75.....	7-3-جمع‌بندی
76.....	فصل 4.تحلیل نتایج حاصل از آزمایشات
76.....	1-4-مقدمه
76.....	2-4-شبه کد الگوریتم ژنتیک پیشنهادی
78.....	3-4-نتایج عددی الگوریتم ژنتیک پیشنهادی
83.....	4-4-نتایج عددی کاهش سربار

86.....	5-4-جمع بندی.....
87.....	فصل 5. نتیجه گیری و کارهای آینده.....
87.....	1-5-جمع بندی کارهای انجام شده
88.....	2-5-کارهای آینده.....
93.....	پیوست 1: واژه نامه انگلیسی به فارسی.....
95.....	پیوست 2: واژه نامه فارسی به انگلیسی.....
97.....	Abstract.....

فهرست علائم اختصاری

AMC	adaptive modulation and coding
BS	base station
bps	bit per second
BWR	bandwidth request
BTV	broadcast-TV
DL	Downlink
FDD	frequency division duplexing
GA	genetic algorithm
IP	internet protocol
IPTV	internet protocol television
MAC	medium access layer
MCS	modulation and coding scheme
MBS	multicast broadcast services
MS	mobile station
MPEG	moving picture experts group
OFDM	orthogonal frequency division multiplexing
OFDMA	orthogonal frequency division multiple access
PHY	physical layer
QoS	quality of service
QoE	quality of experience
SNR	signal to noise ratio
SS	subscriber station
STB	set top box
TDD	time division duplexing
UL	Uplink
VoD	video on demand
WiMAX	wireless interoperability for microwave access

فهرست جداول

صفحه	عنوان
29.....	جدول 1-2 پارامترهای MCSهای مختلف.....
50.....	جدول 2-2 خلاصه‌ای از الگوریتم‌های تخصیص منابع در شبکه‌های WiMAX.....
77.....	جدول 1-4 شبه کد الگوریتم ژنتیک پیشنهادی.....
79.....	جدول 2-4 پارامترهای الگوریتم ژنتیک.....
84.....	جدول 3-4 پارامترهای تحلیل سربار.....
86.....	جدول 4-4 نتایج تحلیل سربار.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
15.....	شکل 1-2 کشورهای که سرویس IPTV (حداقل در بخشی از آنها) استفاده می‌شود.....
17.....	شکل 2-2 نمونه‌ای از سیستم‌های IPTV.....
18.....	شکل 3-2 معماری سیستم IPTV.....
21.....	شکل 4-2 روش‌های ارسال اطلاعات در IPTV.....
25.....	شکل 5-2 مفاهیم سمبل، خوشه و شکاف.....
25.....	شکل 6-2 ساختار فریم WiMAX.....
27.....	شکل 7-2 زمانبند IEEE 802.16e MAC.....
28.....	شکل 8-2 تغییر مدولاسیون با فاصله.....
29.....	شکل 9-2 طرح تلفیق و کدگذاری تطابقی.....
30.....	شکل 10-2 چندپخشى.....
31.....	شکل 11-2 ساختار فریم WiMAX TDD.....
32.....	شکل 12-2 چند تک‌پخشى (a) و چندپخشى (b) در لینک دسترسی.....
33.....	شکل 13-2 نمودار توزیع محبوبیت کانال‌های تلویزیونی.....
34.....	شکل 14-2 دسته‌بندی کانال‌ها بر حسب محبوبیت.....
35.....	شکل 15-2 نگاشت از فضای ژنوتایپ به فضای فنوتایپ و برعکس.....
37.....	شکل 16-2 چرخه تولید مجدد GA.....
38.....	شکل 17-2 مکانیزم انتخاب چرخ رولت.....
39.....	شکل 18-2 تقاطع تک‌نقطه‌ای.....
39.....	شکل 19-2 تقاطع دونقطه‌ای.....
41.....	شکل 20-2 شبه کد الگوریتم ژنتیک ساده [9].....
58.....	شکل 1-3 تخصیص پهنای باند در شبکه‌های IEEE 802.16.....
62.....	شکل 2-3 نمایش جمعیت و ساختار کروموزوم‌ها.....
66.....	شکل 3-3 الف) تخصیص با burst‌های همپوشان ب) نتیجه حاصل از حذف همپوشانی burst‌ها پس از تخصیص.....

- شکل 3-4 تغییر سربار با تعداد کانال‌هایی که باید به صورت چندپخششی ارسال شوند [2]..... 67
- شکل 3-5 چندپخششی و تک‌پخششی در یک منطقه MBS دو سلولی 69
- شکل 3-6 دایره‌های هم‌مرکز برای تقسیم یک سلول به مناطق با MCS مختلف 72
- شکل 4-1 تخصیص حاصل از اجرای الگوریتم ژنتیک پیشنهادی الف) در تکرار اول، ب) در تکرار 200 ام 78
- شکل 4-2 تخصیص حاصل از اجرای الگوریتم ژنتیک پیشنهادی الف) در تکرار اول، ب) در تکرار 200 ام 79
- شکل 4-3 نمودار همگرایی تابع برازندگی 80
- شکل 4-4 نمودار شکاف‌های هدررفته در 100 تکرار از الگوریتم 81
- شکل 4-5 نمودار مینیمم تعداد همپوشانی‌ها در طول 100 تکرار از الگوریتم 82
- شکل 4-6 نمودار ماکزیمم تعداد همپوشانی‌ها در طول 100 تکرار از الگوریتم 83
- شکل 4-7 توزیع کاربران در یک سلول WiMAX 84

فصل 1. مقدمه

1-1- سابقه و انگیزه‌ی تحقیق

اخیرا جهان شاهد رشد سریع فناوری بی‌سیم و افزایش تقاضا برای سرویس‌های ارتباطی بی‌سیم با سرعت بالا بوده است. ارسال اطلاعات روی رسانه بی‌سیم اولین و اساسی‌ترین چالشی است که ارائه‌دهندگان سرویس در یک شبکه ارتباطی با آن روبرو هستند، به گونه‌ای که بالا بودن سرعت انتقال، کاهش حجم ترافیک و استفاده بهینه از پهنای باند بسیار مهم می‌باشند چون به صورت مستقیم بر روی رضایت مشتریان تاثیر می‌گذارند [1].

تکنولوژی WiMAX¹ که مبتنی بر استاندارد IEEE 802.16 است یک کلاس خاص از کیفیت سرویس برای برنامه‌های محتاج به پهنای باند² و حساس به تاخیر³ فراهم می‌کند [2]. بنابراین می‌تواند برای ارسال کانال‌های تلویزیونی از طریق شبکه استفاده گردد. استاندارد IEEE 802.16 و تکنولوژی WiMAX آن یکی از فناوری‌هایی هستند که از مزایای OFDMA⁴ به عنوان تکنیک دستیابی چندگانه بهره می‌برند [3]. OFDMA/OFDM یک تکنیک رضایت‌بخش برای شبکه‌های بی‌سیم پهن‌بند است. OFDM⁵ می‌تواند تاثیر مضر محوشدن چندمسیری⁶ فرکانس انتخابی را به وسیله انتقال سیگنال‌ها روی تعدادی کانال با پهنای باند کم، که دارای سطوح محوشدگی متفاوت هستند، کاهش دهد [4]. در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر OFDMA، انتساب زیرحامل‌ها به کاربران و تخصیص توان به زیرحامل‌ها، با نام تخصیص منابع OFDMA تعریف می‌شود، که به طور موثر بر عملکرد شبکه تاثیر می‌گذارد.

OFDMA انعطاف‌پذیری زیادی در تخصیص منابع برای جادادن تعداد زیادی از کاربران که از چند دسته سرویس با کیفیت سرویس⁷ (QoS) پشتیبانی می‌کند، دارد. این بارگذاری سنگین یک مشکل در

¹ Worldwide Interoperability for Microwave Access

² Bandwidth-hungry

³ Delay-sensitive

⁴ Orthogonal Frequency Division multiple Access

⁵ Orthogonal Frequency Division Multiplexing

⁶ Multipath fading

⁷ Quality of Service

تخصیص منابع است. یکی از فاکتورهای کلیدی عملکرد در تخصیص منابع OFDMA، مکانیزم تخصیص داده‌های پایین‌سو¹ است. در استاندارد IEEE 802.16 بر مبنای OFDMA داده‌های پایین‌سو به شکل شکاف‌های مستطیلی به نام burst قرار داده می‌شوند [3]. شکاف² کوچک‌ترین واحد منطقی برای تخصیص پهنای باند در فریم WiMAX است که تعریف آن به نوع نگاهت زیرحامل بستگی دارد و برای پایین‌سو و بالاسو³ متفاوت است [1].

یکی از راه‌های استفاده بهینه از پهنای باند استفاده از فناوری چندپخشی⁴ است. یک سلول WiMAX شامل تعدادی ایستگاه مشترکان⁵ یا ایستگاه‌های متحرک⁶ (SS یا MS) است که به وسیله یک ایستگاه اصلی⁷ (BS) خدمات‌رسانی می‌شوند، که دسترسی به رسانه بی‌سیم را به روش متمرکز کنترل می‌کند [1]. زمانی که چند کاربر در همان سلول یا سلول‌های همسایه به محتوای یکسانی نیاز دارند، چندپخشی به این کاربران اجازه می‌دهد تا گروه‌هایی را تشکیل دهند و پهنای باند تخصیص یافته را به اشتراک بگذارند [1]. این فناوری در مقابل مخابره تک‌پخشی⁸ قرار دارد که کاربران نمی‌توانند منابعشان را به اشتراک بگذارند و تعداد زیادی مخابره (به تعداد کاربران) برای پوشش کامل سلول لازم است. انتقال تصاویر متحرک (مانند ویدئو، IPTV و سایر خدمات چندرسانه‌ای) از مواردی هستند که به پهنای باند زیادی نیاز دارند و بنابراین تکنیک چندپخشی می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد.

از سوی دیگر، یکی از رسانه‌های متداول که امروزه تقریباً در هر خانه‌ای یافت می‌شود، تلویزیون است. در دهه‌های اخیر تنوع کانال‌ها و همچنین امکانات دستگاه‌های گیرنده به نحو چشمگیری افزایش یافته است. با وجود تمام این پیشرفت‌ها نحوه پخش کانال‌ها که به صورت یک‌طرفه از ایستگاه‌های تولیدکننده به سمت مشتریان است، تغییر چندانی نکرده است. IPTV (تلویزیون بر مبنای IP) تلاشی جهت رفع این نقصان و افزودن قابلیت تعاملی به سیستم‌های پخش سنتی است. این تکنولوژی کاربران را قادر می‌سازد

¹ downlink

² Slot

³ uplink

⁴ multicast

⁵ Subscriber Stations

⁶ Mobile Stations

⁷ Base Station

⁸ unicast

که کنترل بیشتری بر محتوی داشته باشند و بتوانند در مورد زمان و نوع برنامه‌هایی که تماشا می‌کنند، کنترل بیشتری داشته باشند.

¹ IPTV یک مکانیزم برای انتقال جریان‌هایی با محتوی ویدئویی که در بسته‌های IP کپسوله شده‌اند و روی شبکه‌هایی که از پروتکل‌های شبکه‌ای استفاده می‌کنند، می‌باشد. IPTV یکی از سرویس‌هایی است که در اینترنت به سرعت در حال رشد است. این رشد سریع، بخشی به دلیل بهبود گسترده تکنولوژی‌های شبکه‌ای و بخشی به دلیل پیشرفت‌هایی در رمزگذاری² رسانه و تکنیک‌های فشرده‌سازی است. تکنولوژی WiMAX می‌تواند یک راه‌حل برای ارسال جریان‌های IPTV برای مشترک‌های ثابت و متحرک باشد [1].

در مساله تخصیص منابع OFDMA، منابع به کاربران به روشی تخصیص داده می‌شود که با در نظر گرفتن و برآورده شدن مجموعه‌ای از محدودیت‌ها، اهداف خاصی بدست آید [5]. ماکزیمم کردن نرخ انتقال کاربران یا مینیمم کردن توان ارسالی مورد نیاز کل، نمونه‌هایی از تابع هدف و سائز فریم و یا توان ارسالی هم نمونه‌ای از محدودیت‌ها می‌باشند.

مساله تخصیص منابع OFDMA یک مساله بهینه‌سازی است و راه‌حل آن یک تخصیص بهینه است. اما این مساله، یک مساله NP-Complete یا غیرهمگرا³ است. برخلاف مسائل همگرا که چندین الگوریتم برای یافتن راه‌حل بهینه وجود دارد، در مسائل غیرهمگرا هیچ الگوریتمی که راه‌حل بهینه را تضمین کند وجود ندارد. مسائل غیرهمگرا معمولاً می‌توانند یک راه‌حل محلی (نزدیک به بهینه) داشته باشند که یا به وسیله الگوریتم‌های جستجوی اکتشافی⁴ (مانند الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی و...) و یا برنامه نویسی غیرخطی⁵ بدست می‌آید [5].

الگوریتم ژنتیک یک روش یادگیری بر پایه تکامل بیولوژیک است. این روش در سال 1970 توسط جان هولند⁶ معرفی گردید. این روش‌ها با نام الگوریتم‌های تکاملی نیز خوانده می‌شوند. یک الگوریتم ژنتیک برای حل یک مسئله، مجموعه بسیار بزرگی از راه‌حل‌های ممکن را تولید می‌کند. هر یک از این راه‌حل‌ها با استفاده از یک "تابع تناسب" مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. آنگاه تعدادی از بهترین راه‌حل‌ها باعث تولید

¹ Internet Protocol Television

² Encoding

³ nonconvex

⁴ heuristic

⁵ Nonlinear programming

⁶ John Holland

راه‌حل‌های جدیدی می‌شوند. که این کار باعث تکامل راه‌حل‌ها می‌گردد. بدین ترتیب فضای جستجو در جهتی تکامل پیدا می‌کند که به راه‌حل مطلوب برسد. در صورت انتخاب صحیح پارامترها، این روش می‌تواند بسیار موثر عمل نماید. الگوریتم ژنتیک به وسیله جستجوی تکراری، یک راه‌حل یعنی یک تخصیص بهینه یا نزدیک به بهینه را بدست می‌آورد.

1-2- اهداف پایان‌نامه

در این پایان‌نامه مساله تخصیص منابع برای سیستم‌های IPTV در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر OFDMA (مانند WiMAX) به صورت بهینه مورد مطالعه قرار گرفته است. با توجه به اینکه مساله تخصیص منابع OFDMA یک مساله غیرهمگرا است و هیچ الگوریتمی که راه‌حل بهینه را تضمین کند وجود ندارد، اولین کاری که در این پایان‌نامه به آن پرداخته شده است، استفاده از الگوریتم ژنتیک برای قرار دادن burstهای درخواستی مشتریان در هر فریم WiMAX به منظور یافتن یک تخصیص بهینه یا نزدیک به بهینه است.

یکی دیگر از مشکلات مورد بحث، مشکلات پخش گسترده¹ چندرسانه‌ای مانند ناپایداری زیاد کانال بی‌سیم، تحرک بالای کاربران (جابه‌جایی در سلول فعلی یا سلول‌های مجاور)، منابع محدود سیستم و نیاز به پشتیبانی از تعداد زیادی از کاربران با نیاز به کیفیت سرویس انعطاف‌پذیر است که با ترکیب فناوری چندپخشی با تخصیص منابع در شبکه‌های مبتنی بر OFDMA تا حدود زیادی این مشکل رفع شده است.

یکی دیگر از مشکلات بیان شده، توزیع متفاوت محبوبیت شبکه‌های IPTV است [1] و با توجه به سرباری که چندپخشی ایجاد می‌کند، ارسال داده برای کانال‌های با محبوبیت کمتر به صورت تک‌پخشی و برای کانال‌های با محبوبیت بیشتر به صورت چندپخشی انجام می‌شود.

در پایان، با توجه به سربار ناشی از اطلاعات کنترلی در فریم WiMAX اگر کاربران را دسته‌بندی کرده و آن‌ها را در فریم‌های جداگانه سرویس‌دهی کنیم سربار DL-MAP فریم به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

¹ broadcast

1-3- دستاوردهای پایان نامه

در راستای نیل به اهداف این پایان نامه دستاوردهایی حاصل شده‌اند که در ادامه ذکر شده است و به تفصیل در فصول بعد بیان خواهند شد.

1. استفاده از الگوریتم ژنتیک برای حل مساله تخصیص منابع OFDMA
2. استفاده از فناوری چندپخشی با تخصیص منابع به منظور حل مشکلات پخش گسترده چندرسانه-ای
3. ترکیب تکپخشی و چندپخشی در هنگام تخصیص به منظور حل مشکل کمبود منابع
4. ارائه روشی برای کاهش سربار در فریم‌های WiMAX

مقاله‌ای هم با عنوان زیر از این پایان نامه استخراج شده است:

G. Azizi, A. Abdollahpouri. *Resource Allocation for IPTV Systems in OFDMA-based Wireless Networks Using Genetic Algorithm*. Journal of Soft Computing & IT. Submitted.

1-4- دور نمای پایان نامه

این پایان نامه با احتساب فصل مقدمه در پنج فصل گردآوری شده است. خلاصه‌ی از رئوس مطالب اصلی هر فصل در ادامه ارائه می‌شود.

فصل 1 به بیان انگیزه و اهمیت موضوع تحقیق و اهداف پایان نامه می‌پردازد و به دستاوردهای حاصل از تحقیقات پایان نامه نیز به صورت مختصر اشاره می‌کند.

در فصل 2، مفاهیم مربوط به تخصیص منابع و سیستم‌های IPTV شرح داده شده و تعاریف و کارهایی که در این زمینه انجام شده است مورد بررسی قرار می‌گیرند. چالش‌هایی هم که در زمینه کار پایان نامه خللی ایجاد می‌کنند به تفصیل بیان شده‌اند.