

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

بهینه‌سازی پهنای باند به منظور بهبود زیرساخت ارتباطی شهرهای الکترونیکی

غلامعلی شهمرادی

. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ICT
Shahmoradi25312@yahoo.com

علی اکبر جلالی

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
drjalali@gmail.com

صادق عباسی شاه‌کوه

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات مخابرات ایران
shahkooh@itrc.as.ir

چکیده

افزایش پهنای باند در شبکه‌های دسترسی به منظور فراهم شدن امکان ارائه سرویس‌ها و خدمات الکترونیکی با سرعت و کیفیت مناسب به شهروندان امری اجتناب‌ناپذیر است. امروزه در بسیاری از کشورها، خدمات‌دهندگان ارتباطی، سرمایه‌گذاری کلانی در این بخش داشته‌اند و با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، مشکلات شبکه‌های دسترسی خود را بمنظور ارائه سرویس‌های چند رسانه‌ای با هزینه کم، سرعت بالا و کیفیت مناسب کاهش داده‌اند.

مشکلات شبکه دسترسی ایران، بصورت جدی مانع رشد سرویس‌ها و کاربردهای باند وسیع گردیده است. در آینده نزدیک که بحث تحقق شهرهای الکترونیکی و امکان ارائه سرویس‌های چند رسانه‌ای جدی می‌شود، نارسایی شبکه دسترسی بیشتر مشخص می‌شود و بسیاری از کاربردهای باند وسیع نمی‌توانند با استفاده از پهنای باند محدود شبکه‌های دسترسی امروزی پشتیبانی شوند.

در این مقاله، ضمن بررسی و مقایسه انواع فناوری‌های باند وسیع به مشکلات و چالش‌های شبکه دسترسی ایران در ارائه سرویس‌های باند وسیع پرداخته شده و به منظور بهینه‌سازی پهنای باند شبکه موجود، راه‌حلی اجرایی پیشنهاد گردیده است.

واژگان کلیدی

پهنای باند، شبکه دسترسی، باند وسیع، فناوری سیمی، فناوری بی سیم

۱. مقدمه

اگر بخواهیم یک تعریف ساده از شبکه دسترسی داشته باشیم، می‌توانیم کلیه تجهیزات انتقال بین مراکز مخابراتی و پایانه‌های مشترکین را «شبکه دسترسی» بنامیم. شبکه‌های دسترسی، به دلیل رشد روز افزون نیازهای ارتباطی مشترکین، از اهمیت خاصی برخوردارند، اما هنوز سرمایه‌گذاری و توسعه در این بخش در مقایسه با دیگر بخش‌های شبکه مخابراتی نیازمند کار فراوان است. روند افزایش پهنای باند انتقال شبکه دسترسی در مقایسه با بخش‌های دیگر شبکه عقب‌تر است و این سبب می‌گردد، در زمانیکه ترافیک بین شبکه‌های دسترسی و زیر ساخت مبادله می‌گردد، مشکلات

جدی گلوگاه پیش آید که نتیجه آن تلفات بالا و تأخیر طولانی می‌باشد [۱]. بنابراین شبکه دسترسی از لحاظ پهنای باند و کیفیت سرویس، بعنوان یک گلوگاه محسوب می‌شود؛ لذا توانایی برای فراهم کردن سرویس‌هایی با پهنای باند بالا و کیفیت سرویس مناسب، یک نیازمندی کلیدی برای شبکه‌های دسترسی نسل آینده خواهد بود. در شرایط کنونی، بسیاری از کشورها توسعه یافته، اقدامات موثری جهت بهینه‌سازی وضعیت شبکه‌های دسترسی خود و استفاده از فناوری‌های باند وسیع انجام داده‌اند، تا به روند روزافزون نیازهای ارتباطی و تنوع خدمات قابل ارائه به مشترکین، پاسخ مثبت دهند و موفق هم بوده‌اند. تاکنون فناوری‌های باند وسیع متنوعی در سطح

۲.۱. فناوری DSL

در این فناوری از کابل‌های مسی شبکه تلفن ثابت، برای ارائه سرویس‌های باند وسیع استفاده می‌شود. این فناوری شامل انواع مختلفی است که می‌توان آنها را به دو گروه زیر تقسیم کرد:

- فناوری‌های نامتقارن^۹: این فناوری‌ها، عموماً توسط کاربران مسکونی استفاده می‌شوند. سرعت ارسال و دریافت اطلاعات در این نوع فناوری‌ها یکسان نمی‌باشد. معروف‌ترین و پرکاربردترین فناوری این گروه، ADSL^{۱۰} می‌باشد که در آن سرعت در جهت فرسو از سرعت در جهت فراسو سریعتر است [۲].

- فناوری‌های متقارن^{۱۱}: این فناوری‌ها، عموماً توسط کاربران تجاری برای استفاده از سرویس‌هایی مثل کنفرانس ویدئویی به کارگرفته می‌شوند. سرعت ارسال و دریافت اطلاعات در این نوع فناوری‌ها یکسان است. از معروف‌ترین فناوری‌های این گروه، می‌توان HDSL^{۱۲} را نام برد [۲].

در جدول ۱ انواع فناوری‌های DSL با هم مقایسه شده‌اند [۴].

جدول ۱: مقایسه انواع فناوری‌های DSL

نام فناوری	نوع فناوری	ظرفیت ارسال (kb/s)	ظرفیت دریافت (kb/s)	فاصله از مرکز (Km)
HDSL	مقارن	۷۸۴-۱۱۶۸	۷۸۴-۱۱۶۸	۳/۵~
G.SHDSL	مقارن	۱۹۲-۲۳۱۲	۱۹۲-۲۳۱۲	۲/۵-۴/۵~
ADSL	نامتقارن	۳۲-۸۰۰	۳۲-۸۰۰۰	۱-۵~
ADSL2	نامتقارن	۳۲-۸۰۰	۳۲-۱۲۰۰۰	۱-۵~
ADSL2+	نامتقارن	۳۲-۸۰۰	۳۲-۲۴۰۰۰	۳<~
VDSL	نامتقارن	۱۰۰۰-۲۵۰۰۰	۲۰۰۰-۵۰۰۰۰	۰/۵-۱/۵~
VDSL2	مقارن	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۳/۵~

همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، تفاوت انواع فناوری‌های DSL در سرعت ارسال و دریافت اطلاعات و حداکثر فاصله جهت عرضه سرعت تعیین شده برای آن فناوری است. پهنای باند در این فناوری، وابسته به فاصله از مرکز تلفن (طول سیم مسی) و نوع فناوری DSL است.

در حال حاضر این فناوری بعنوان فناوری پیش‌تاز برای ارائه سرویس‌های باند وسیع در اکثر کشورهای جهان است.

دنیای، بمنظور بکارگیری در بخش شبکه دسترسی، ارائه گردیده است و فعالیت‌های تحقیقاتی فراوانی در این زمینه در دست اقدام است. از جمله این فناوری‌ها می‌توان به فناوری‌های مبتنی بر مس مثل انواع DSL^۹، فناوری‌های مبتنی بر فیبر نوری مثل انواع PON^{۱۰} و انواع فناوری‌های بی‌سیم مثل Wimax^۱ اشاره نمود [۲].

به دلیل مشکلات موجود در شبکه دسترسی ایران، امکان ارائه سرویس‌های باند وسیع و خدمات الکترونیکی برای بسیاری از مشترکین فراهم نمی‌باشد، لذا ضروری است که به این موضوع بصورت جدی پرداخته شود تا اولاً مشکلات موجود بصورت جامع مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد و از ادامه روند کنونی جلوگیری شود و ثانیاً با ارائه طرح‌های اجرایی مناسب، وضعیت شبکه دسترسی بهبود یابد تا امکان ارائه سرویس‌های متنوع باند وسیع برای مشترکان فراهم گردد.

این مقاله در ۵ فصل سازماندهی شده است. در فصل ۲ انواع فناوری‌های باند وسیع مطرح در دنیا معرفی و با هم مقایسه شده‌اند. در فصل ۳ وضعیت موجود شبکه دسترسی ایران مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است و به منظور بهینه‌سازی پهنای باند در فصل ۴ پیشنهادات اجرایی ارائه گردیده است و نهایتاً از مباحث مطرح شده، در فصل ۵ نتیجه‌گیری شده است.

۲. فناوری‌های باند وسیع

بر اساس تعریف کمیسیون ارتباطات فدرال^۲، فناوری باند وسیع به فناوری گفته می‌شود که دارای سرعت بالاتر از 200Kb/s حداقل در یک جهت (فراسو^۳ یا فرسو^۴) باشد [۲].

بطور کلی روش‌های عرضه سرویس‌های باند وسیع به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- فناوری‌های سیمی، شامل: DSL، FTTx^۵، HFC^۶ و BPL^۷
- فناوری‌های بی‌سیم، شامل: مایکروویو نقطه به نقطه، ماهواره، WiFi^۸، Bluetooth، Winmax و نسل سوم و چهارم موبایل

^۹ - Asymmetric Technologies

^{۱۰} - Asymmetric Digital Subscriber Line

^{۱۱} - Symmetric Technologies

^{۱۲} - High bit rate Digital Subscriber Line

^۱ - Worldwide Interoperability for Microwave

^۲ - Federal Communication Commission (FCC)

^۳ - Upstream

^۴ - Downstream

^۵ - Fiber To The X (X=H,B,C,...)

^۶ - Hybrid Fiber Coaxial

^۷ - Broadband over Power Line

^۸ - Wireless Fidelity

۲.۲. فناوری FTTx

معماری PON، جهت افزایش ظرفیت پهنای باند شبکه‌های دسترسی، روز به روز در حال تکامل است و تاکنون استانداردها و فناوری‌های متنوعی در این زمینه ارائه گردیده است که می‌توان از APON^۸، BPON^۹، GPON^{۱۰}، EPON^{۱۱}، TDM-PON^{۱۲} و WDM-PON^{۱۳} نام برد. فناوری WDM-PON به دلیل ارائه پهنای باند بسیار بالا و امکان استفاده بهینه از ظرفیت فیبرهای نوری اخیراً مورد توجه واقع شده است.

در جدول ۲ استانداردهای مهم شبکه‌های نوری غیرفعال (PON) با هم مقایسه شده‌اند [۵].

جدول ۲: مقایسه استانداردهای مهم PON

طول موج Upstream (nm)	طول موج Downstream (nm)	پهنای باند	PON نوع
۱۳۱۰	۱۴۹۰، ۱۵۵۰	Down: 622Mb/s حداکثر Up: 155Mb/s حداکثر	BPON
۱۳۱۰	۱۵۵۰	متقارن 1.25 Gb/s حداکثر	EPON
۱۳۱۰	۱۴۹۰، ۱۵۵۰	Down: 2.5Gb/s حداکثر Up: 2.5Gb/s حداکثر	GPON

۲.۳. فناوری‌های بی‌سیم

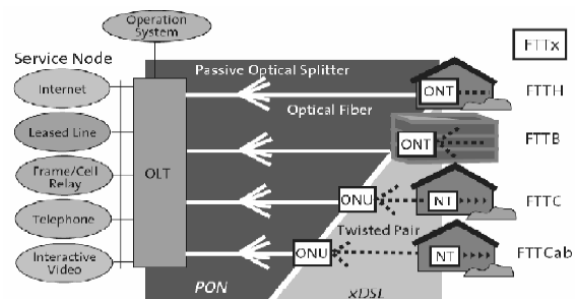
برخی از انواع مختلف این فناوری‌ها عبارتند از:

- مایکروویو نقطه به نقطه: این فناوری، قدیمی‌ترین فناوری بی‌سیم است که در آن فرستنده و گیرنده ثابت بوده و در دو نقطه به فاصله حداکثر ۵ کیلومتر که با یکدیگر دید مستقیم دارند، نصب می‌شوند. در نواحی کم جمعیت که کابل‌کشی امکان‌پذیر نیست و یا بسیار پرهزینه است (مثلاً مناطق کوهستانی)، استفاده از این فناوری راه‌حل مناسبی است. اما در شبکه‌های وسیع، هزینه آن بسیار گران است. پهنای باند این فناوری تا ۱۵۵ مگابیت در فاصله ۵ کیلومتری برآورد شده است [۲،۳].

- ماهواره: در این روش، مشترکین بوسیله دیش به ماهواره‌های قرار گرفته در مدار زمین متصل می‌شوند و سرویس باند وسیع دریافت می‌کنند. از جمله مزایای این فناوری این است که نقاط تحت پوشش آن زیاد است، اما گسترش و افزایش ظرفیت شبکه با استفاده از این فناوری بسیار سخت و گران است. متوسط سرعت دریافت اطلاعات در این فناوری 40 kb/s است [۲،۳].

در این فناوری، جهت عرضه سرویس‌های باند وسیع به مشترکان، از فیبر نوری در شبکه دسترسی استفاده می‌شود. برخی از انواع مختلف این فناوری عبارتند از: FTTH^۱، FTTB^۲، FTTC^۳ و FTTCab^۴. در تعدادی از این فناوری‌ها، لایه دسترسی تنها مبتنی بر فیبرنوری است، اما در برخی دیگر ترکیب فیبرنوری و زوج سیم مسی تشکیل‌دهنده لایه دسترسی هستند. به وسیله این فناوری، امکان دریافت پهنای باند 1 Gb/s در فاصله ۲۰ کیلومتری فراهم می‌شود. استانداردهای جدید این فناوری، پهنای باند بالاتر را نیز مقدور ساخته‌اند [۲].

برای پیاده‌سازی این فناوری، انواع معماری‌های نقطه به نقطه^۵ و نقطه به چند نقطه مطرح گردیده است که در عمل معماری نقطه به چند نقطه^۶ به کار می‌رود. در این معماری که شبکه نوری غیرفعال^۷ نامیده می‌شود، هیچ تجهیزات فعالی در فضای خارجی وجود نخواهد داشت؛ لذا از پیچیدگی شبکه کاسته شده و هزینه نگهداری به شدت کاهش می‌یابد. در شکل ۱ انواع مختلف شبکه‌های FTTx با معماری PON نشان داده شده است [۴].



شکل ۱: انواع فناوری‌های FTTx با معماری PON

همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد، امکان ارائه انواع سرویس‌های متنوع از طریق شبکه نوری غیرفعال، برای کاربران انتهایی فراهم می‌گردد.

- 1 - Fiber To The Home
- 2 - Fiber To The Building
- 3 - Fiber To The Curb
- 4 - Fiber To The Cabinet
- 5 - Point to Point
- 6 - Point to Multipoint
- 7 - Passive Optical Network (PON)

8 - ATM Passive Optical Networks
9 - Broadband passive Optical Networks
10 - Gigabit Passive Optical Networks
11 - Ethernet Passive Optical Networks
12 - Time Division Multiplexing PON
13 - Wavelength Division Multiplexing PON

۲.۵. فناوری BPL

در این فناوری که PLC^۲ نیز نامیده می‌شود، از کابل‌های شبکه برق برای ارائه سرویس‌های باند وسیع استفاده می‌شود و یک سیگنال با ولتاژ و فرکانس بالا برای انتقال دیتا بکار گرفته می‌شود. این اطلاعات در ورودی خانه و قبل از کنتور از کابل برق استخراج شده و بوسیله فناوری‌های سیمی یا بی‌سیم به تجهیزات درون خانه (کامپیوتر، تلفن و ...) متصل می‌شود. بخاطر وجود شبکه برق در کلیه نقاط، هزینه و زمان پیاده‌سازی و توسعه این فناوری کم خواهد بود. پهنای باند این فناوری در حال حاضر ۲ تا ۳ مگابیت بر ثانیه در محدوده یک کیلومتری می‌باشد [۲،۳].

۳. شبکه دسترسی ایران

در این بخش، به انواع فناوری‌های بکار رفته در بخش شبکه دسترسی ایران و مشکلات موجود در ارائه سرویس‌های باند وسیع پرداخته می‌شود.

بطور کلی می‌توان مشترکین شبکه دسترسی ایران را بر اساس نوع محیط انتقال و فناوری‌های به کار رفته، به چهار گروه تقسیم کرد:

- گروه اول، مشترکین زوج سیم: برای این مشترکین از مراکز تلفنی تا مقصد یک زوج سیم مسی کشیده شده است و هیچ نوع تجهیزات فعال در شبکه دسترسی این نوع مشترکین قرار ندارد. حداکثر فاصله این مشترکین از مراکز تلفنی حدود ۴ کیلومتر است و حداکثر پهنای باند قابل استفاده برای این نوع مشترکین از طریق Dial up حدود ۵۶ کیلوبیت بر ثانیه است. اما در عمل، پهنای باند بطور متوسط بین ۴۰ تا ۵۰ کیلوبیت است. این نوع مشترکین می‌توانند از فناوری‌های DSL استفاده نمایند. از جمله مشکلات این نوع مشترکین، فرسوده بودن کابل‌های مسی در بخش‌هایی از شبکه دسترسی کشور است که مانع پایداری ارتباط می‌گردد و کیفیت سرویس را پایین می‌آورد.

- گروه دوم، مشترکین Pair gain یا PCM^۳: بین مراکز تلفنی تا خانه این نوع مشترکین نیز یک زوج سیم وجود دارد. ولی زوج سیم بصورت اختصاصی برای هر مشترک نمی‌باشد. در صورتی که کابل‌های مخابراتی برای ارائه خطوط تلفن پر شده باشد و امکان حفاری کردن برای کار گذاشتن کابل‌های مسی در زمین نباشد و یا

- فناوری بی‌سیم رادیویی: این فناوری که مطرح‌ترین روش بی‌سیم در حال حاضر است از فرکانس رادیویی برای ارسال و دریافت اطلاعات در فواصل متفاوت و با پهنای باند مختلف استفاده می‌کند. این فناوری بر اساس پهنای باند و برد مسافت دارای استانداردهای مختلفی شامل Bluetooth، WiFi، Wimax و نسل سوم و چهارم موبایل است. استاندارد بلوتوث برای فواصل کوتاه (۱۰ متر)، WiFi با برد مسافتی متوسط (۱۰۰ متر) برای شبکه‌های محلی و Wimax با برد مسافتی بالا (متوسط ۳۰ کیلومتر) برای شبکه‌های شهری بکار می‌روند. نسل سوم و چهارم موبایل نیز فناوری‌های مورد استفاده در شبکه تلفن سیار هستند که سرویس‌های باند وسیع را نیز پشتیبانی می‌کنند. پهنای باند متوسط فناوری‌های بی‌سیم به نوع استاندارد و فاصله وابسته است.

در فناوری Wimax در فاصله ۱۰ تا ۱۶ کیلومتری در دید مستقیم و ۱ تا ۲ کیلومتری در دید غیرمستقیم، سرعت ارسال و دریافت در هر اتصال بین ۲/۸ تا ۱۱/۳ مگابیت می‌باشد [۲،۳]. در جدول ۳ فناوری‌های بی‌سیم WiFi و Wimax با هم مقایسه شده‌اند [۴].

جدول ۳: مقایسه فناوری‌های بی‌سیم WiFi و Wimax

نوع فناوری	استاندارد	فرکانس رادیویی (GHz)	پهنای باند (Mb/s)	برد (km)
WiFi	802.11 a IEEE	5	54	< 0.1
	802.11 b IEEE	2.4	11	
	802.11 g IEEE	2.4	54	
	802.11 n IEEE	2.4	100 >	
Wimax	802.16 IEEE	10-66 ²³	70	< 50
	802.16a IEEE	2-11 ²⁴	70	

۲.۴. فناوری HFC

این فناوری، برای ارائه سرویس‌های باند وسیع در برخی از کشورهای دنیا مانند آمریکا و کانادا که خانه‌ها از طریق کابل هم محور^۱ به یک شبکه کابلی متصل هستند و سرویس تلویزیون از طریق این شبکه به افراد عرضه می‌شود، استفاده می‌شود. در این فناوری پهنای باند دریافت بطور متوسط ۱ تا ۱/۵ مگابیت و ارسال ۱۲۸ کیلوبیت است. اما مشترک می‌تواند حداکثر با پهنای باند ۳۰ Mbps اطلاعات دریافت کند. این فناوری بعنوان فناوری پیش‌تاز برای ارائه سرویس باند وسیع در کشور آمریکا است [۲،۳].

^۲ - Power Line Communications

^۳ - Pulse Code Modulation

^۱ - Coaxial Cable

به دلیل سهولت در اجرا و هزینه‌های پایین آنها، نسبت به شبکه‌های مسی، روز به روز در حال گسترش است. شناخته‌ترین سیستم بی‌سیم که در بخش‌هایی از شبکه دسترسی ایران استفاده می‌شود، WIL-DECT¹ می‌باشد. در این سیستم مشترکین با ترمینال ثابتی که در اختیار دارند می‌توانند به شبکه، دسترسی داشته باشند. بسیاری از سیستم‌های DECT خریداری شده، قابلیت ارائه سرویس‌های باند وسیع را ندارند و در آنهایی هم که قابلیت دارند، اضافه کردن تجهیزات باند وسیع باعث کاهش ظرفیت مشترکین می‌گردد و به علاوه امکان سرویس‌دهی به تمام مشترکین فراهم نمی‌گردد.

علاوه بر WIL-DECT، ظرف چند سال اخیر از سیستم WIL-GSM² نیز در بخش روستایی استفاده شده است و به سرعت در حال توسعه است. این سیستم‌ها نیز امکان ارائه سرویس‌های باند وسیع را ندارند و در تعداد محدودی از آنها، علیرغم پشتیبانی از سرویس GPRS³، عملاً سرعت مناسب تاکنون ارائه نگردیده است.

۴. پیشنهادات اجرایی در خصوص بهینه‌سازی پهنای باند در شبکه دسترسی ایران

همان‌طور که اشاره گردید، بخش‌های قابل توجهی از شبکه دسترسی ایران دارای مشکلاتی است که به‌صورت جدی مانع رشد سرویس‌ها و کاربردهای باند وسیع گردیده است. پس از تحقق شهرهای الکترونیکی در آینده نزدیک، نارسایی شبکه دسترسی موجود بیشتر مشخص می‌شود و بسیاری از سرویس‌های باند وسیع با استفاده از پهنای باند محدود شبکه‌های دسترسی امروزی قابل ارائه نمی‌باشند.

بنابراین استفاده از فناوری‌های باند وسیع، جهت افزایش پهنای باند شبکه‌های دسترسی موجود، امری اجتناب‌ناپذیر است. جایگزینی یکباره این فناوری‌ها به جای فناوری‌های موجود، مستلزم صرف هزینه‌های کلان است. لذا بایستی یک حرکت تدریجی جهت گذر از وضع موجود صورت پذیرد.

سیاست‌های مختلف زیر برای ارتقای شبکه دسترسی و گذر به شبکه‌های دسترسی نسل آینده پیشنهاد می‌گردد:

1 - Wireless Local Loop – Digital Enhanced Cordless Telephone
2 - Wireless Local Loop – Global System For Mobile Communications
3 - General Packet Radio Service

نیاز به زمان طولانی داشته باشد، مراکز مخابراتی می‌توانند خدمات تلفن ثابت را از طریق فناوری Pair gain به متقاضیان ارائه دهند. این فناوری انواع مختلفی دارد از قبیل PCM4، PCM8 و ... که ظرفیت یک سیم مسی را به ترتیب معادل ۴، ۸ و ... سیم مسی می‌کند.

هدف از بکارگیری این فناوری، حل موقت و سریع مشکل سرویس‌دهی به متقاضیان جدید بدلیل کمبود خط دسترسی بود. اما بدون برنامه‌ریزی و آینده‌نگری، این فناوری منسوخ شده به مقدار قابل توجهی وارد شبکه دسترسی ایران گردید و هنوز هم در حال توسعه است. این فناوری به عنوان بن‌بست اصلی در ارائه سرویس‌های باند وسیع محسوب می‌شود. انواع مرسوم این فناوری، DSL را پشتیبانی نمی‌کنند. لذا ارائه سرویس‌های باند وسیع برای این نوع مشترکین امکان‌پذیر نیست. پهنای باند Dial up این فناوری نیز بسیار پائین است. بطور مثال پهنای باند قابل استفاده در فناوری PCM4 بین ۲۰ تا ۳۰ کیلو بیت بر ثانیه و در فناوری‌های دیگر کمتر از ۲۰ کیلوبیت می‌باشد.

- گروه سوم، مشترکین کافوی نوری: محیط انتقال برای ارائه سرویس به این نوع مشترکین، ترکیبی از فیبرنوری و زوج سیم می‌باشد. تجهیزات کافوی نوری بمنظور کاهش هزینه‌های ناشی از حفاری‌های متعدد برای کابل‌های مسی و همچنین افزایش ظرفیت و بالابردن ضریب اطمینان و حفاظت شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این تجهیزات روز به روز در شبکه ایران در حال گسترش است. پهنای باند Dial up این نوع مشترکین، بدلیل وجود تجهیزات فعال در شبکه، از پهنای باند Dial up مشترکین زوج سیم پائین‌تر است و بطور متوسط بین ۳۰ تا ۴۰ کیلوبیت بر ثانیه است.

بدلیل اینکه بسیاری از کافوهای در حال کار، فاقد تجهیزات مربوط به DSL می‌باشند و یا اصولاً فاقد قابلیت ارائه فناوری‌های باند وسیع هستند، این نوع مشترکین که تعداد آنها بسیار قابل توجه است از بهره‌مندی سرویس‌های باند وسیع محرومند. در کافوهای هم که قابلیت ارائه سرویس‌های باند وسیع را دارند، طراحی ظرفیت به گونه‌ای انجام شده که اضافه کردن تجهیزات DSL، باعث کاهش ظرفیت زیر بار می‌شود و عملاً مشکل ساز است. به‌علاوه مجهز کردن کافوها به تجهیزات باند وسیع برای همه مشترکین امکان‌پذیر نمی‌باشد.

- گروه چهارم، مشترکین بی‌سیم: محیط انتقال برای ارائه سرویس به این نوع مشترکین، فضای آزاد است. فناوری‌های بی‌سیم

نقاطی که به پهنای باند کمتری نیاز دارند (مثل روستاها) استفاده کرد.

برای آن دسته از سیستم‌های در حال کار (کافوها، WLL-DECT و ...) که قابلیت ارائه سرویس‌های باند وسیع را دارند ولی تجهیزات آن‌ها تأمین نشده، بایستی خریدهای لازم صورت پذیرد. با توجه به این‌که با اضافه کردن تجهیزات باند وسیع ظرفیت مشترکین سیستم‌های موجود کاهش می‌یابد، بایستی افزایش ظرفیت انجام گردد.

• در بعضی از نقاطی که امکان اجرای فناوری‌های مبتنی بر فیبرنوری و DSL امکان‌پذیر نیست و یا مستلزم صرف هزینه‌های کلان است و همچنین اجرای فناوری‌های بی‌سیم مثل WIMAX مقرون به صرفه نمی‌باشد، می‌توان از فناوری BPL استفاده کرد؛ زیرا به خاطر وجود شبکه برق در کلیه نقاط، هزینه و زمان پیاده‌سازی و توسعه این فناوری کم خواهد بود.

- سیاست توسعه: در این سیاست تجهیزات بهینه شده در فاز یک جهت سرویس‌دهی به مشترکین موجود حفظ می‌شود. برای پاسخگویی به شهروندان شهرهای الکترونیکی، در بخش شبکه دسترسی از فناوری WDM-PON استفاده گردد. این سیاست بایستی، به منظور امکان ارائه سرویس‌های باند وسیع پس از تحقق شهرهای الکترونیکی اتخاذ گردد.

- سیاست جایگزینی: براساس این سیاست بایستی به تدریج تجهیزات منصوبه قدیمی (درپایان عمر مفیدشان) با تجهیزات WDM-PON و یا ترکیب سیستم‌های WDM-PON و TDM-PON جایگزین شوند.

برای جلوگیری از صرف هزینه‌های کلان در نقاطی که دارای فناوری‌های قدیمی فیبرنوری هستند، عمل جایگزینی به تدریج و در چند فاز صورت پذیرد.

در حال حاضر در ایران فقط از معماری‌های نقطه به نقطه (با ترکیب فیبر نوری و زوج سیم) در بخش دسترسی استفاده شده و تاکنون از PONها استفاده‌ای نشده است.

در ادامه یک روش گذر از سیستم‌های دسترسی نوری موجود در کشور به سیستم‌های WDM-PON ارائه گردیده است.

شکل ۲ یک شبکه دسترسی نوری فعلی با توپولوژی حلقه را نشان می‌دهد.

- سیاست تقویت و استحکام: در این روش، بهینه‌سازی تجهیزات منصوبه موجود در بخش دسترسی شبکه، به‌منظور کاهش هزینه و سرمایه‌گذاری، صورت می‌پذیرد. این سیاست بایستی جهت آمادگی برای گذر به شبکه‌های دسترسی نسل آینده اتخاذ گردد.

دلیل اتخاذ این سیاست در فاز یک گذر، این است که در حال حاضر تنها سرویس باند وسیع مورد استفاده در ایران، اینترنت پرسرعت است که در حال حاضر به طور متوسط با پهنای باند 512 Kb/s عرضه می‌شود. با بهینه‌سازی تجهیزات منصوبه موجود، امکان تأمین این مقدار پهنای باند برای مشترکین امکان‌پذیر است.

راه‌حل‌های زیر جهت اتخاذ این سیاست پیشنهاد می‌گردد:

• همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، استفاده از فناوری‌های DSL برای مشترکینی که دارای زوج سیم مسی اختصاصی از مراکز تلفنی هستند، امکان‌پذیر می‌باشد؛ لذا ضروری است نوسازی و بازسازی بخش‌هایی از شبکه مس موجود که فرسوده و دارای کیفیت نامناسب است، صورت پذیرد.

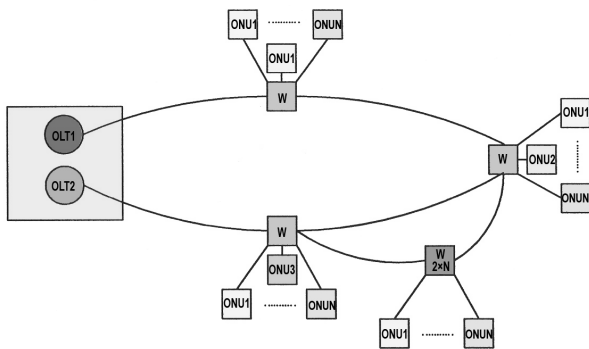
• از آن‌جا که فناوری‌های Pair gain در شبکه دسترسی به عنوان بن بست فناوری‌های باند وسیع محسوب می‌شوند؛ لذا توسعه این فناوری‌ها بایستی متوقف شود. برای دسترسی این نوع مشترکین به سرویس اینترنت پرسرعت، روش‌های زیر به ترتیب اولویت پیشنهاد می‌گردد:

- از آن‌جا که محیط انتقال موجود برای این نوع مشترکین زوج سیم‌مسی است، توسعه شبکه مسی موجود به‌منظور تأمین زوج سیم اختصاصی برای این نوع مشترکین در اولویت اول قرار گیرد تا امکان استفاده از فناوری‌های DSL برای آن‌ها فراهم گردد.

- در صورتی که شرایط به‌گونه‌ای باشد که توسعه شبکه مسی پاسخگوی نیاز آتی نباشد و یا متحمل هزینه زیاد باشد، اجرای فیبر نوری در اولویت دوم قرار گیرد.

- در صورتی که امکان اجرای شبکه مسی و نوری نباشد (مثل نقاط پرتراфик شهری که حفاری مشکل است) و یا مقرون به صرفه نباشد، از انواع مختلف فناوری‌های بی‌سیم مثل WIMAX استفاده گردد.

• در حال حاضر تعداد بسیاری از کافوهای نوری و فناوری‌های بی‌سیم مثل WLL-DECT که در نقاط زیادی از شبکه دسترسی ایران در حال کار می‌باشند، مجهز به تجهیزات باند وسیع نمی‌باشند. این نوع سیستم‌ها در صورتی که قابلیت ارائه سرویس‌های باند وسیع را ندارند، بایستی با سیستم‌های دیگر جایگزین شوند. برای جلوگیری از صرف هزینه‌های کلان می‌توان به صورت موقت تجهیزات را در



شکل ۵- روند گذر در توپولوژی حلقه (فازسه)

در این فاز به تدریج با اضافه کردن تقسیم‌کننده‌های طول موج ظرفیت شبکه گسترش می‌یابد.

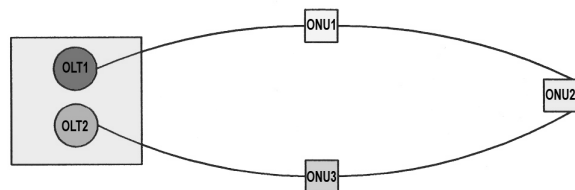
۵. نتیجه گیری

روند روزافزون نیازهای ارتباطی و تنوع خدمات قابل ارائه به مشترکین، سبب گردیده است تا رویای پیاده‌سازی شهرهای الکترونیکی به حقیقت بپیوندد. تامین پهنای باند مناسب یکی از ضروریات تحقق شهرهای الکترونیکی است. بسیاری از کشورها در حال سرمایه‌گذاری‌های کلان در بخش شبکه‌های دسترسی خود به منظور ارائه سرویس‌های چند رسانه‌ای با هزینه کم، سرعت بالا و کیفیت مناسب هستند. در شرایط کنونی، شبکه دسترسی ایران، جهت ارائه سرویس‌های باند وسیع، از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و بصورت جدی مانع رشد سرویس‌ها و کاربردهای باند وسیع گردیده است.

سیاست‌های مختلفی برای بهینه‌سازی پهنای باند شبکه دسترسی بایستی اتخاذ گردد:

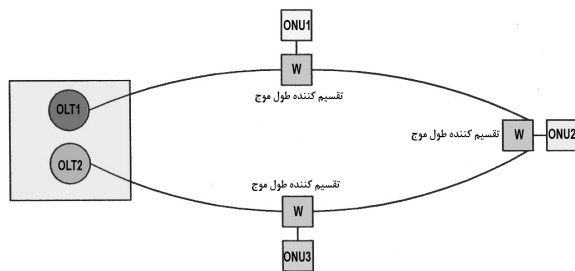
در سیاست تقویت و استحکام، جهت آمادگی برای گذر به شبکه‌های دسترسی نسل آینده، بهینه‌سازی تجهیزات منصوبه موجود به منظور کاهش هزینه و سرمایه‌گذاری صورت می‌پذیرد تا شبکه دسترسی امکان ارائه حداقل سرویس اینترنت پرسرعت را برای کاربران فراهم نماید.

در سیاست توسعه، تجهیزات بهینه شده در سیاست تقویت و استحکام جهت سرویس‌دهی به مشترکین موجود حفظ می‌شود و برای پاسخگویی به مشتریان جدید باند وسیع از فناوری‌های مبتنی بر فیبر نوری مثل WDM-PON استفاده می‌شود تا امکان ارائه حداقل 100M پهنای باند برای هر کاربر فراهم گردد.



شکل ۲- توپولوژی حلقه در شبکه‌ی دسترسی نوری فعلی

شکل ۳ فاز یک گذر را نشان می‌دهد.



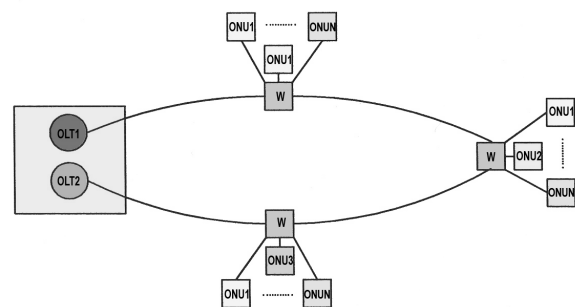
شکل ۳- روند گذر در توپولوژی حلقه (فازیک)

در این فاز بایستی عملیات زیر صورت پذیرد:

- نصب تقسیم‌کننده‌های طول موج در محل ONUهای موجود و برقراری اتصال آن‌ها با ONUها

- ارتقا ONUها و OLTها

شکل ۴ فاز دو گذر را نشان می‌دهد.



شکل ۴- روند گذر در توپولوژی حلقه (فازدو)

در این فاز با نصب ONUها و اتصال آن‌ها به تقسیم‌کننده‌های طول موج امکان استفاده از پهنای باند وسیع برای کاربران جدید فراهم می‌گردد.

شکل ۵ فاز سه گذر را نشان می‌دهد.

در سیاست جایگزینی، به تدریج تجهیزات منصوبه قدیمی، در پایان عمر مفیدشان، با تجهیزات WDM-PON یا ترکیب WDM-PON و TDM-PON جایگزین می‌شوند.

مراجع

- [1]. K.Kwong, D. Harle , and I. Andonovice , " WDM PONS : Next step for the first mile " , university of strath clyde , Department of Electronic and Electrical Engineering , Jul 2004.
- [2]. Federal communication Commission , " Broadband,URL:http://www.fcc.gov.cgb /broadband.html,last reviewed / updatedon July16, 2008 .
- [3]. رضاییان، محمدرضا، " انواع فناوری‌های باند گسترده و ویژگی‌های هر یک " دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات، آبان ۱۳۸۵.
- [4]. ابوالفتحی، مهدی، " لایه دسترسی در NGN "، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، آذر ۱۳۸۵.
- [5]. G. Kramer, G. Gerry pesavento, Ethernet passive optical Network (EPON) : Building a next Generation optical Access Network", IEEE communications Magazine, February 2002.

Archive of JIPED

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

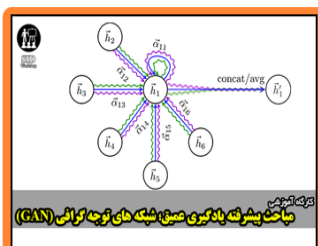


عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی