Archvie of SID

ششمین کنفرانس بین المللی انجمن رمز ایران
۱۵ و ۱۶ مهر ماه ۱۳۸۸، دانشگاه اصفهان
انجمن رمز ایران
دانشگاه اصفهان

طراحی و پیاده‌سازی رمزکننده بلادرنگ مکالمات موبایل

عباس ریاضی[۱]، سمیراسادات شفیعی[۲]، هادی شهریار شاه حسینی[۳]

[۱]دانشگاه علم و صنعت ایران
a.riazi@misbah3com.com
[۲]دانشگاه علم و صنعت ایران
shafiee@misbah3com.com
[۳]دانشکده مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران
hshsh@iust.ac.ir

چکیده

از آنجا که مکالمات در سیستم GSM توسط تجهیزات مدرن قابل ردگیری و شنود است و با توجه به اهمیت مکالمات صورت گرفته توسط مقامات نظامی یا دولتی، ضرورت ساخت تجهیزات سخت افزاری یا نرم‌افزاری جهت رمز کردن مکالمات موبایل آنهم بصورت بلادرنگ به وضوح دیده می‌شود. با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی و ساخت گوشیهای تجاری جدیدی که دارای پردازنده‌های تا ۴۰۰ مگاهرتز و گاهی اوقات بیشتر هستند، تلاش شده است که یک محصول نرم‌افزاری مبتنی بر ویندوز موبایل (Windows CE 4.x) طراحی گردد تا بدینوسیله امکان مکالمات بلادرنگ موبایل و همچنین دیگر امکانات مخابراتی نظیر ارسال پیام کوتاه رمز شده و غیره را فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی

رمزکننده مکالمات موبایل، ارتباطات امن، Secure Mobile Communication

۱- مقدمه

ارتباطات ومخابرات یکی از ارکان اصلی زندگی روزمره بشر است به نحوی که زندگی بدون آن یا بسیار سخت بوده و یا محال می‌باشد. تکنولوژیهای بسیار متنوع و پیشرفته ای که در تمامی شئونات زندگی بشر فقط در عرصه ارتباطات پدیدار گشته است، موید همین مطلب است. در بسیاری از ارتباطات صورت گرفته امکان شنود و یا مانیتورینگ آن بسیار ساده است بخصوص اگر فناوری بکارگرفته شده از نوع بی سیمی باشد. به همین دلیل الگوریتمها، سخت افزارها و نرم‌افزارهای مختلفی ایجاد شده که به نحوی نسبت به رمز کردن مکالمات صورت گرفته اقدام می‌کنند. از آنجا که مکالمه و ارتباط بصورت زنده صورت می‌گیرد، فناوری ساخته شده نیز بایستی قادر به رمزکردن اطلاعات، داده‌ها و صوت بصورت بلادرنگ باشد. موبایل یا تلفن همراه یکی از عمومی ترین وسایل جهت برقراری یک ارتباط دو یا چند نفره است که توسط میلیونها نفر در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این مقاله به ارایه روشی پرداخته شده است که با رعایت استانداردهای موجود و با سازگاری کامل با تمامی تجهیزات و امکانات فعلی، بتوان یک ارتباط امن انتها به انتها ایجاد نمود. در ادامه در قسمت ۲ مروری بر فناوریهای تلفن همراه و در بخش ۳، رمزنگاری در GSM مورد بررسی قرار گرفته است. در بخشهای ۴ تا ۷ اجزای نرم‌افزاری و سخت افزاری مورد نیاز جهت پیاده‌سازی یک رمزکننده بلادرنگ مکالمات موبایل ارائه خواهدشد. بخش ۸ به نتیجه گیری و روشهای ادامه کار اختصاص یافته است.

۲- مروری بر فناوریهای تلفن همراه

GSM استانداردی است که توسط اتحادیه اروپا وضع شده و به شدت مورد استقبال عرضه کنندگان تجهیزات مخابراتی و همچنین عموم مشترکان این نوع خدمات قرارگرفته است. هم اکنون تعداد مشترکین شبکه‌های GSM در دنیا بالغ بر یک میلیارد نفر بوده (که ۷۵٪ از سهم بازار موبایل دنیا را در اختیار دارد) و بدلیل رشد بیسابقه این فناوری در تمامی دنیا، سعی شده

www.SID.ir

Archive of SID

است دیگر فناوریهای مرتبط با GSM نظیر انتقال داده و سرویسهای ارزش افزوده کاملاً منطبق بر این استاندارد باشند.
این استاندارد اروپایی که توسط بیش از ۴۰۰ اپراتور در سراسر دنیا مورد استفاده قرارگرفته است در باندهای ۹۰۰، ۱۸۰۰ و ۱۹۰۰ مگاهرتزی تقسیم می‌شود و گوشیهایی که هر سه باند را پشتیبانی
می نمایند Tri-Band نامیده می‌شوند.

از آنجا که این استاندارد در کشور نیز مورد توجه قرارگرفته و هم اکنون تمامی اپراتورهای داخلی برای ارایه سرویس از آن استفاده می‌کنند، جهت ارایه راه حلی برای رمز کردن مکالمات این استاندارد مورد توجه قرار گرفته است.

۳- رمزنگاری در GSM

اگرچه در استاندارد GSM، رمزشدن داده‌ها و مکالمات وجود دارد، با اینحال مشکل اینجاست که رمزشدن اطلاعات تنها در هوا صورت گرفته و فقط قسمتهای هوایی لینک مخابراتی را شامل می‌شود. به عبارت دیگر داده‌ها توسط گوشی رمزشده و سپس بر روی هوا ارسال می‌گردد. [1, 2, 3]
ایستگاه پایه[1] نیز آن را رمزگشایی کرده و اطلاعات در باقی کانالهای باقیمانده بصورت آزادانه منتشر می‌شود. این کانالها شامل قسمتی از تجهیزات شبکه موبایل نظیر BSC و MSC و همچنین شبکه سوئیچینگ تلفن عمومی[2]، سنترال آفیس[3]، PBX[4]، حلقه محلی[5] و غیره می‌شود که فوق العاده مستعد شنود و بهره برداری غیر مجاز از داده‌هاست.

اشکال دوم در آن است که کاربر هیچگونه کنترلی بر روی داده‌های رمز شده در سیستم GSM ندارد. در ضمن سرویس دهنده[6] نیز می‌تواند رمزشدن داده‌ها بر روی کانال هوایی را غیرفعال نماید. در بعضی از مناطق نیز جهت کنترل و نظارت، دولت مرکزی دستور توقف رمزشدن داده‌ها در لینک هوایی را می‌دهد. [1, 4]

همه اینها در واقع نشان دهنده ضعف در رمزنگاری داده‌ها در GSM می‌باشد. بنابراین بایستی مکانیزمی را اتخاذ نمود تا از این طریق بتوان داده‌ها را بصورت کاملاً مطمئن رمزنموده و سپس انتقال داد. به عبارت دیگر گیرنده نیز اطمینان داشته باشد که داده‌ها در نقطه انتهایی رمزگشایی شده و از دسترس دیگران بدور بوده است.

[1] Base Station
[2] Public Switched Telephone Network (PSTN)
[3] Central Office
[4] Private Branch Exchange
[5] Local Loop
[6] Service Provider

مکانیزمی که در قسمتهای بعدی به آن اشاره خواهدشد، به راحتی قابل پیاده‌سازی در دیگر شبکه‌های سلولی نظیر CDMA نیز می‌باشد.

۴- اقدامات صورت گرفته

یکی از اقدامات صورت گرفته جهت رمزنگاری داده‌ها برای عبور از کانالهای مخابراتی، توسعه و ایجاد یک پروتکل سیگنالینگ به نام SCIP[7] است. در واقع پروتکلی است که اجازه می‌دهد ادوات مختلف ساخته کارخانجات متفاوت، بتوانند با یکدیگر ارتباط امن نوع I[8] برقرار کنند. بنابراین می‌توان چندین نوع دستگاه مختلف را در کانالهای مخابراتی گوناگون مورد استفاده قرارداد تا از این طریق نسبت به برقراری یک ارتباط End-to-End امن اقدام نمود [5].

کاربرانی که از ارتباط امن نوع I استفاده می‌کنند، بایستی بتوانند نسبت به ساخت یک کلید رمز[9] یا کلید رمز عمومی خودکار[10] اقدام نمایند. در اینصورت ارتباط برقرارشده برمبنای آن کلید خواهدبود.

۵- ملزومات

برای آنکه بتوان مکانیزمی امن جهت برقراری ارتباط داشت بایستی نکات زیر را در نظر گرفت: [1, 6, 7]

- کاربر بتواند در کنار مکالمات امن خود مکالمات عادی نیز داشته باشد.
- مکالمات امن از غیر امن براحتی قابل تشخیص باشد.
- مکانیزم ایجاد یک مکالمه امن ساده و راحت باشد.
- کیفیت مکالمه امن در حد کیفیت مکالمه عادی باشد.
- مکالمه امن بلادرنگ بوده و تاخیر چندانی نسبت به مکالمه عادی نداشته باشد.
- تجهیزات مورد نیاز (گوشی) برای کاربرانی که می‌خواهند مکالمه امن داشته باشند، براحتی قابل تهیه باشد.
- هزینه تجهیزات پایین باشد.

۶- طراحی نرم‌افزار / سخت افزار

با توجه به پیشرفت تکنولوژی و به خدمت گرفتن آن در گوشی‌های جدید، برای طراحی گوشی با قابلیتهای انتقال مکالمه امن، گوشی مدل Qtek2020 که در واقع یک PocketPC با سیستم عامل ویندوز موبایل نسخه 4.2 بود، انتخاب گردید.

[7] Secure Communication Interoperability Protocol (SCIP)
[8] Type I
[9] Encryption Key
[10] Automatic Public Key

www.SID.ir

Archvie of SID

روش کار بدین صورت است که مکالمات امن از طریق لینک دیتای[1] و مکالمات غیرامن به شیوه عادی و با استفاده از لینک صوت صورت می‌پذیرد.

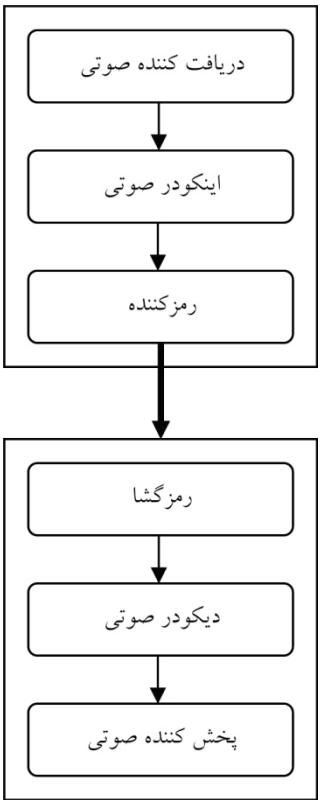
بنابراین برای پیاده‌سازی نرم‌افزاری که بتواند داده‌ها را بصورت رمز درآورد، نیاز به ماجولهای زیر است:

۱- دریافت کننده/پخش کننده صدا[2]

۲- فشرده ساز صوتی[3]

۳- رمزکننده/رمزگشا

ماجولهای مورد نیاز، در شکل ۱ دیده می‌شود.



شکل ۱: دیاگرام ماجولهای مورد نیاز

۶-۱ دریافت کننده و پخش کننده صوتی

از آنجا که سیستم عامل مورد استفاده ویندوز بود، جهت ضبط و پخش صدا از توابع Wave API ویندوز استفاده شد. برای آنکه بتوان مدیریت بهتری بر روی بافرها داشت (با توجه به محدود بودن حافظه RAM گوشی) و در نظرگرفتن آنکه به محض پرشدن یک بافر بایستی نسبت به فشرده کردن و سپس ارسال آن اقدام نمود، از یک مجموعه بافر چرخشی[4] برای این منظور استفاده شد. بنابراین با داشتن ده بافر و به محض پرشدن یک بافر، سیستم بطور خودکار اقدام به پرکردن بافر دوم کرده و در آن واحد نیز نسبت به رمزکردن بافر اول اقدام کرده و سپس بر روی کانال ارسال می‌کند.

لازم به ذکر است که صدا با فرمت PCM و با نرخ 8KHz و هر نمونه دو بایتی، نمونه برداری می‌شود.

۶-۲ اینکودر/دیکودر صوتی

بایستی توجه داشت که در بهترین حالت و در صورتیکه کانال دیتا بصورت Transparent مورد استفاده قرارگیرد، ماگزیمم ۹/۶ کیلوبیت برثانیه می‌توان داده‌ها را انتقال داد. با توجه به آنکه کیفیت ارتباطی عموماً بسیار پایین است، بنابراین نرخ انتقال دیتا به ۴/۸ و ۲/۴ کیلوبیت بر ثانیه نیز می‌رسد. بنابراین بایستی مکانیزمی اتخاذ نمود تا نسبت به فشرده کردن صوت ذخیره شده در بافر اقدام کرد. بنابراین با یک محاسبه سرانگشتی می‌توان داشت:

$$8{,}000 \times 2 \times 8 = 128{,}000 \text{ bit per sec} \qquad (۱)$$

از آنجا که حداکثر دیتای انتقالی ۹۶۰۰ بیت در ثانیه است اینکودر بایستی بتواند با ضریب حداقل ۱۳/۳ نسبت به فشرده سازی اقدام نماید.

علاوه بر نرخ فشرده سازی که جهت انتقال بلادرنگ داده‌ها بسیار حایز اهمیت است، میزان تاخیر نیز فاکتور قابل ملاحظه است. در واقع میزان زمانی که Vocoder جهت فشرده سازی هر بلوک صوتی نیاز دارد. توجه داشته باشید مدت زمانی که طول می‌کشد تا صدا از یک گوشی گرفته شده و به گوشی دیگر انتقال داده شود از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{تاخیر کل} = t_{\text{voice capturing}} + t_{\text{compress}} + t_{\text{encryption}} + t_{\text{channel}} + t_{\text{decryption}} + t_{\text{decompress}} + t_{\text{playback}} \qquad (۲)$$

رابطه (۲) را بصورت زیر نوشت:

$$t_{\text{Delay}} = t_{\text{channel}} + 2 \times (t_{\text{voice capturing}} + t_{\text{compress}} + t_{\text{encryption}}) \qquad (۳)$$

با توجه به حساس بودن گوش انسان به تاخیر، تاخیر کل بایستی مقداری کمتر از ۷۰۰ میلی ثانیه را داشته باشد. مقادیر بیشتر از ۷۰۰ میلی ثانیه در تاخیر، ایجاد ناراحتی برای شنونده خواهدکرد. از Vocoderهای موجود نظیر CELP[5]، MELP و Speex (که برگرفته از CELP می‌باشد)، پس از آزمایشات مختلف بر روی کارایی و آزمون کیفیت صوت خروجی، Vocoder نوع Speex انتخاب گردید.

از آنجا که Speex [8] مبتنی بر CELP است بنابراین از نقطه نظر نظامی و استانداردهای آن مشکل خاصی وجودندارد. توجه

[1] Data Link

[2] Voice Recorder/Player

[3] Voice Encoder/Decoder (Vocoder)

[4] Circular Buffer

[5] Code Exited Linear Prediction

www.SID.ir

Archive of SID

داشته باشید[1] که این Vocoder هم برای اصوات Wideband ۱۶ کیلوهرتزی و هم برای Narrowband ۸ کیلوهرتزی (یعنی کیفیت سیگنالهای تلفنی) و برای نرخ بیتهای پایین نظیر DoD CELP @ 4.8 kbps و نرخ بیتهای بالا نظیر G.728 @ 16 kbps بسیار مناسب است.

نکته دیگر آن است که Speex یک کدکننده Lossy است. این بدین معناست که فشرده سازی به قیمت حذف مقداری از اطلاعات صوتی است. کیفیت را در این انکودر می‌توان مقداری بین صفر تا ۱۰ گرفت که عدد ۱۰ نمایانگر بهترین کیفیت است. توجه داشته باشید که هر چه عدد کیفیت بزرگتر باشد، میزان فشرده سازی کمتر است.

یکی دیگر از مزایای این انکودر تشخیص حضور سیگنال صوتی یا VAD[2] است. بنابراین در زمانهایی که سکوت وجود دارد (کاربر در حال گوش کردن مکالمات طرف مقابل است، می‌توان در پهنای باند و میزان مصرف باتری گوشی صرفه جویی کرد).

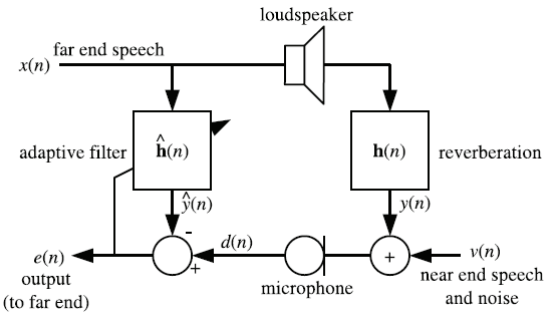
بطور خلاصه مزایای Speex به شرح زیر می‌باشند:

- کد متن باز و امکان ارایه رایگان
- ادغام باند وسیع و باند باریک صوتی با استفاده از جریان بیتی Embedded
- وجود تعداد بسیار زیادی از نرخ بیتهای متفاوت از ۲/۱۵ تا ۴۴ کیلوبیت بر ثانیه
- تغییر نرخ بیت پویا (AMR) و عمل در نرخ بیتهای متغیر (VBR)
- تشخیص فعالیت صوتی (VAD) به همراه VBR و امکان انتقال ناپیوسته (DTX[3])
- پیاده‌سازی در مد Fixed Point
- و مد عملیاتی باند بسیار وسیع تا ۳۲ کیلوهرتز

یکی دیگر از مزایای این انکودر، قابلیت حذف اکو[4] است.

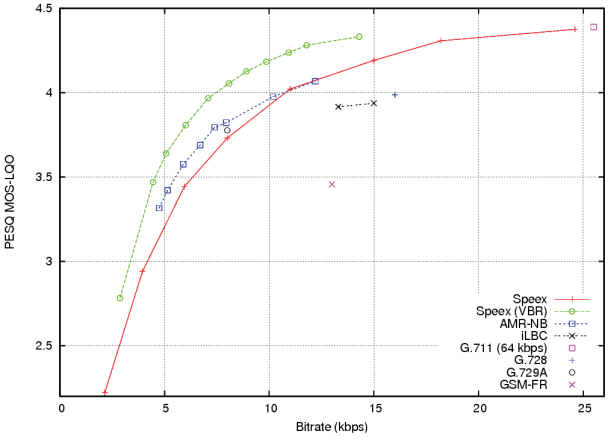
شکل زیر مدل اکوی آکوستیکی را نشان می‌دهد. از طریق Speex و توابع فراهم آورده شده می‌توان نسبت به حذف اکو (که عموماً از طریق بلندگویی که مکالمات را پخش می‌کند و توسط میکروفون گرفته می‌شود) می‌توان اقدام نمود.

همانگونه که قبلا بیان شد، یکی از مشخصه‌هایی که بایستی بدرستی انتخاب شود، کیفیت صوت خروجی است. هر چقدر کیفیت بهتر باشد، پهنای باند مورد نیاز نیز بیشتر خواهدبود. همانگونه که در جدول روبرو دیده می‌شود، برای آنکه بتوان با شرایط موجود در لینک داده GSM کارکرد، کیفیت باید مقداری بین ۱ و ۲ داشته باشد. در اینصورت پهنای باند اشغال شده مقداری بین ۳۹۵۰ تا ۵۹۵۰ بیت در ثانیه خواهدبود.



شکل ۲: مدل اکوی آکوستیکی

شکل ۳ و جدول ۲ مقایسه ای بین انکودرهای مختلف صوتی رایج در بازار را نشان می‌دهند. همانگونه که به وضوح دیده می‌شود برای کاربردهای صوتی (نه موسیقیایی) Speex یک گزینه بسیار خوب است.



شکل ۳: مقایسه ای بین Vocoderهای صوتی رایج [8]

جدول ۱: مقایسه کیفیت و نرخ بیت در مد باند باریک

Mode	Quality	Bit-rate (bps)	mflops
0	-	250	0
1	0	2,150	6
2	2	5,950	9
3	3-4	8,000	10
4	5-6	11,000	14
5	7-8	15,000	11
6	9	18,200	17.5
7	10	24,600	14.5
8	1	3,950	10.5

۳-۶ رمزکننده و رمزگشا

پس از آنکه دو ماجول ضبط صدا و فشرده ساز صدا کار خود را انجام دادند، نوبت به رمزکننده می‌رسد. بسیاری از برنامه‌های کاربردی که نیاز به عملیات رمز دارند، تقریباً از یک مکانیزم استفاده می‌کنند: کلید عمومی و کلید خصوصی. از این رو پس از برقراری ارتباط با استفاده از مکانیزم تبادل کلید دفی-هلمن،

[1]
[2] Voice Activity Detection
[3] Discontinuous Transmission
[4] Echo Cancellation

www.SID.ir

Archvie of SID

پارامترهای کلید عمومی از طریق کانال غیر امن به طرف مقابل ارسال می‌گردد. پس از آن تمامی پیامها با استفاده از این کلید عمومی رمز شده و هر طرف تنها با استفاده از کلید خصوصی که در دست دارد، نسبت به رمزگشایی اقدام می‌نماید.

برای آنکه بتوان بهترین ضریب اطمینان را از داده‌های رمز شده داشت، از دو شیوه رمز نگاری AES256 و Twofish برای این منظور استفاده شده است.

البته نرم‌افزار بگونه ای نوشته شده است که بتوان برحسب درخواست، براحتی کدهای موجود را تغییرداده و الگوریتم دیگری را بکار برد. توجه به این نکته نیز ضروری است که بایستی محدودیتهای گوشیهای PocketPC و میزان قدرت پردازش آنها را نیز در نظر گرفت. چرا که الگوریتمهای سنگین تر و کلیدهای طویل تر نیازمند قدرت پردازش و همچنین زمان تاخیر بیشتر هستند که باعث صدمه در پخش بلادرنگ مکالمه می‌شود.

۶-۴ مدیریت بافر

از آنجا که تعداد بافرها محدود است و و در ضمن مکالمات به صورت پیوسته صورت می‌گیرد بایستی مکانیزمی در نظر گرفته شود تا بافرها همواره مورد استفاده قرار گیرند.

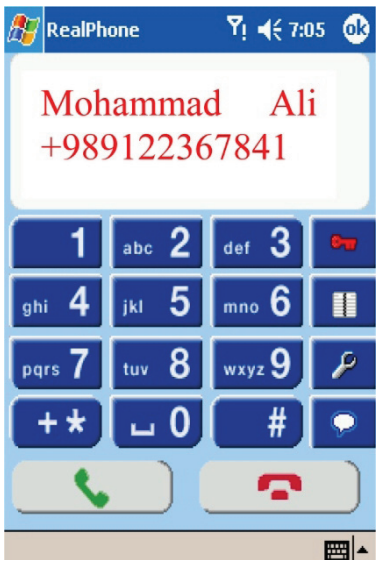
مکانیزم مورد استفاده در این پروژه در واقع ایجاد یک بافر چرخشی (Circular Buffer) است. بدین معنی که بافرها ابتدا در یک صف قرار می‌گیرند و پس از آن که مورد استفاده قرار گرفتند دوباره به انتهای صف متصل می‌شوند.

تابع CreateBuffer ابتدا بافرها را به صورت دینامیک ایجاد کرده و سپس آنها را در یک صف قرار می‌دهد.

هر بار که بافری پر شود، سیستم عامل برنامه را مطلع کرده و محتویات بافر از طریق تابع ابتدا فشرده شده و سپس از طریق لینک GSM ارسال می‌شود. پس از آن نیز بافر تخلیه شده و سپس به انتهای صف بافرها منتقل می‌شود.

۶-۵ نگاهی به نرم‌افزار

نرم‌افزار با استفاده از زبان برنامه نویسی Visual C++ eMbedded 4.0 و کیت توسعه نرم‌افزار (SDK[1]) سیستم عامل ویندوز موبایل نسخه ۴/۲ نوشته شده است.



شکل ۴: نمایی از نرم‌افزار در حال کار

جدول ۲: مقایسه ای بین Vocoderهای رایج در بازار[8]

Codec	Rate (KHz)	Bitrate (kbps)	Delay frame + lookahead (ms)	Multi-rate	Embedded	VBR	PLC	Bit-robust	license
Speex	8, 16 32	2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB)	20+10 (NB) 20+14 (WB)	Yes	Yes	Yes	Yes		Open source / free software
iLBC	8	15.2 or 13.3	20+5 or 30+10				Yes		No charge, but not open source
AMR-NB	8	4.75 – 12.2	20+5?	Yes			Yes	Yes	Proprietary
AMR-WB (G.722.2)	16	6.6-23.85	20+5?	Yes			Yes	Yes	Proprietary
G.729	8	8	10+5				Yes	Yes	Proprietary
GSM-FR	8	13	20+?				?	?	Patented?
GSM-EFR	8	12.2	20+?				Yes	Yes	Proprietary
G.723.1	8	5.3 6.3	37.5				Yes	?	Proprietary
G.728	8	16	0.625						Proprietary
G.722	16	48 56 64	?		Yes			?	?

۷- نتایج عملی طرح

اولین مشکلی که طرح با آن مواجه بود، عدم نصب تجهیزات دیتا در شبکه GSM کشوری بود. بنابراین امکان بهره‌برداری از نرم‌افزار در بسیاری از شهرستانهای کشور نبود. کیفیت بسیار پایین (که عمدتاً بدلیل کیفیت پایین سیگنال و مشکلات عمومی موبایل بوجود می‌آمد) باعث می‌شد که تاخیر داده‌ها گاهی اوقات خیلی بیشتر از مقدار ۰/۷ ثانیه شود و در نتیجه طرفین مکالمه را آزرده

[1] Software Development Kit (SDK)

www.SID.ir

Archive of SID

خاطر می‌ساخت. کیفیت پایین به حدی بود که پهنای باند دیتا، در بیشتر مواقع بسیار کمتر از ۹/۶ کیلوبیت بر ثانیه و بین ۲/۴ تا ۴/۸ کیلوبیت بر ثانیه می‌بود. نتیجه آنکه در عمل مجبور به بالابردن سطح فشرده سازی Speex و در نتیجه پایین آوردن کیفیت صدا می‌شدیم.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت ارتباطات در عصر حاضر و با توجه به فراگیر شدن استفاده از تلفن همراه و همچنین در نظر داشتن این نکته که در هر جایی که فرصتی فراهم می‌شود همواره تهدیدها نیز وجود دارند لذا در بحث انتقال صوت نیز این مساله مطرح است. بسترهای مخابراتی که این امکان را فراهم می‌کنند اغلب دارای دو فن آوری GSM و CDMA هستند. که GSM اگرچه رمزنگاری اطلاعات را انجام می‌دهد اما این رمزنگاری صرفا در بخش هوایی (لینک هوایی) صورت می‌گیرد و بخش‌های مهم دیگری که مستعد شنود هستند در این فرایند لحاظ نمی شوند. این بخشها عبارتند از: شبکه سوئیچینگ تلفن عمومی، سنترال آفیس، PBX، حلقه محلی لذا استفاده از روشی که بتواند امنیت اطلاعات را در بخشهای دیگر نیز تضمین نماید امری مهم و ضروری است.با این رویکرد و نگاه این مقاله به پیاده‌سازی نرم‌افزاری که رمزنگاری مکالمات را با استفاده از سرویس دیتا در GSM انجام می‌دهد می‌پردازد. این نرم‌افزار روی یک گوشی PocketPC و به زبان برنامه نویسی Visual C++ eMbedded 4.0 نوشته و تست شده است.

در ادامه این تحقیق با توجه به ورود نسل ۲/۵ و بالاتر به کشور و ارایه سرویسهایی نظیر GPRS، به نظر می‌رسد، شرایط برای تغییرات گسترده در نرم‌افزار و استفاده از بستر انتقال داده مبتنی بر GPRS فراهم شده باشد. با توجه به آنکه می‌توان در این تکنولوژی تا ۵۶ کیلو بیت بر ثانیه داده‌ها را انتقال داد، شاید بتوان نتایج به مراتب بهتری از لحاظ کیفی جهت انتقال داده و صوت گرفت و همچنین بتوان کاربردهای ترکیبی از انتقال صوت و داده را نیز جامه عمل پوشاند.

مراجع

[1] Mohsen Toorani, Ali Asghar Beheshti Shirazi, "Solutions to the GSM Security Weaknesses," NGMAST, pp.576-581, The Second International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services, and Technologies, 2008.

[2] S. Muhammad Siddique, Muhammad Amir, "GSM Security Issues and Challenges," Proceedings of the Seventh ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD'06), pp. 413-418, 2006

[3] David G. W. Birch, Ian J. Shaw, "Mobile Communications Security-Private or Public," IEE, pp. 5/1-5/6, June 1994.

[4] Sandro Grech, Pasi Eronen, "Implications of Unlicensed Mobile Access (UMA) for GSM security," Proceedings of the First International Conference on Security and Privacy for Emerging Areas in Communications Networks (SECURECOMM'05), IEEE, 2005.

[5] Elad Barkan, Eli Biham, "Instant Ciphertext-Only Cryptanalysis of GSM Encrypted Communication," Journal of Cryptology, Vol. 21, n 3, pp. 392-429, Springer, New York, 2008.

[6] Daniel Guinier, "From eavesdropping to security on the cellular telephone system GSM," ACM SIGSAC Review archive, Volume 15, Issue 2, pp. 13-18, 1997.

[7] Tero Ojanpera, Risto Mononen, "Security and Authentication in the Mobile World," Wireless Personal Communications, Volume 22, Issue 2, pp. 229-235, Kluwer, 2002.

[8] Speex official website, http://www.speex.org/

www.SID.ir