

تأثیر نرم افزار آزاد و متن باز بر فناوری اطلاعات سلامت

نویسنده : بهروز حسن بیگی

فهرست

۳.....	چکیده.....
۴.....	۱ زیرساخت.....
۴.....	۱.۱ مدیریت.....
۵.....	۱.۲ میزبانی.....
۵.....	۱.۳ ذخیره سازی اطلاعات.....
۵.....	۱.۳.۱ RAID.....
۶.....	۱.۳.۲ LVM.....
۶.....	۱.۳.۳ SAN Storage.....
۷.....	۱.۴ امنیت.....
۷.....	۱.۴.۱ دیوار آتش.....
۷.....	۱.۴.۲ رمزنگاری.....
۸.....	۱.۴.۳ ابزار های امنیتی.....
۸.....	۱.۵ آینده زیرساخت.....
۹.....	۲ پرونده الکترونیک پزشکی / سلامت.....
۱۰.....	۲.۱ openEMR.....
۱۱.....	۲.۲ GNUhealth.....
۱۳.....	۳ عکسبرداری دیجیتال پزشکی.....
۱۳.....	۳.۱ سرور PACS.....
۱۳.....	۳.۱.۱ dcm4che.....
۱۴.....	۳.۱.۲ dicoogle.....
۱۴.....	۳.۱.۳ orthanc.....
۱۴.....	۳.۱.۴ dcmtk.....
۱۵.....	۳.۲ نمایش تصاویر dicom.....
۱۵.....	۳.۲.۱ slicer.....
۱۵.....	۳.۲.۲ imagej.....
۱۷.....	جمع بندی.....
۱۸.....	منابع.....

چکیده :

صنعت سلامت علاوه بر پویایی همیشگی و نیاز به فناوری های جهت پوشش نیاز بیماران و مراکز درمانی قسمت عمده ای از بودجه کشور را به خود اختصاص میدهد . بخش سلامت با توجه به حجم کاری بالا و تولید مستندات و اقدامات پزشکی و پیچیدگی های خاص خود همواره نیازمند تکنولوژی در سطح بالا برای رفع این نیازها بوده است . نرم افزار های متن باز و آزاد علاوه بر اینکه همواره بستری مناسب برای اجرای برنامه ها بوده اند در سال های اخیر توسط متخصصان انفورماتیک پزشکی و برنامه نویستان حوزه سلامت به سرعت تبدیل به ابزار هایی کارآمد و تخصصی برای رفع نیاز های ارائه دهندگان خدمات سلامت شده اند . از این میان میتوان از پروژه های موفقمانند GNUhealth و openEMR و dmc4che و slicer و imagej نام برد . علاوه بر این موارد مراکز درمانی همواره نیاز به ارتباط و امنیت و مراکز داده ای قدرتمند و انعطاف پذیر دارند که بستر نرم افزار های آزاد و متن باز به خوبی از پس این چالش ها برآمده است . با توجه به اینکه مدل توسعه نرم افزار آزاد در کشور های جهان سوم مانند کشور های افریقایی و هند و ایران تا حدودی موفق بوده اند انتظار آینده ای روشن برای صنعت توسعه سیستم های سلامت میرود . [1]

کلمات کلیدی :

#EMR #PACS #HIS #GNUhealth #RIS #LIMS #DICOM #health Informatics

۱ زیرساخت

تقریباً تمامی عملکرد سیستمی که در بیمارستان ها و مراکز ارائه دهنده خدمات سلامت مانند کلینیک ها و درمانگاه ها اتفاق میفتد بر بستر شبکه و مراکز داده¹ میباشد. عمده نرم افزار هایی که وظیفه مدیریت، میزبانی اپلیکیشن های تحت وب، خطایابی و ابزار های امنیتی و دیوار آتش² و ذخیره سازی را بر عهده دارند بر اساس الگوی آزاد/متن باز گسترش پیدا میکنند. به روز رسانی مداوم و وصله های امنیتی که به سرعت منتشر میشوند، اجتماع³ قدرتمند و مستندسازی های دقیق و کارآمد و همچنین کانال های IRC برای پرسش پاسخ، ماژولار بودن و قابلیت شخصی سازی بسیار بالا همه و همه کمک میکنند تا شبکه ای امن تر و قدرتمند تر با امکان خطای پایین تر داشته باشیم.

۱.۱ مدیریت

هیچ چیز در بیمارستان ها به اندازه حق دسترسی مجاز افراد به اطلاعات درمانی و شخصی بیمار مهم نیست پس علاوه بر امکانات نرم افزار های اطلاعاتی بیمارستان در تعریف کاربر شبکه هم ایزوله میشود تا از حق دسترسی افراد جلوگیری شود. از ابزار های قدرتمند در این زمینه میشود از pmacct نام برد که به عنوان یک نرم افزار اکانتینگ حرفه ای به وسیله آن میتوان پروتکل های و ادرس دهی و سرویس ها را محدود کرد. البته نرم افزار ibsng هم به عنوان یکی از محبوب ترین نرم افزار های بومی ساخت مهندسی ایرانی کاربرد گسترده ای دارد ولی با توجه به اینکه جدید ترین نسخه آن به صورت متن باز منتشر نمیشود نمیتوان آن را متن باز یا آزاد نامید ولی دبیان سیستم عامل بستر آن است به همین علت میتوان آن را راهکاری مبتنی بر ابزار های متن باز دانست.

از دیگر ابزار های مدیریت پهنای باند و مانیتورینگ شبکه و سرور تین کلاینت ها میباشد.

1 Data center

2 Firewall

3 Community

۱.۲ میزبانی

مراکز درمانی همواره به پایگاه داده⁴ و وب سرور⁵ قدرتمند برای پوشش دادن نیازهای اطلاعاتی خود دارند. به دلایل امنیتی و حفظ اطلاعات درمانی و شخصی بیماران مراکز خدمات آرایه دهنده خدمات سلامت نمیتوانند از مراکز داده ای خارج از محیط فیزیکی خود استفاده کنند.

DBMS⁶ هایی همچون MySQL و PostgreSQL به عنوان محبوب ترین سیستم های مدیریت پایگاه داده آزاد و متن باز هم به دلیل هزینه ننگه داری پایین بک آپ هفتگی و ابزارهای پایش جست و جو و سازگاری با ابزارهای پردازش بیگ دیتا که بیشتر در مورد آن صحبت خواهیم کرد استفاده گسترده ای دارند.

Apache سرور به عنوان یک سرور http کاربرد بسیار گسترده در پوشش دادن نیازهای بیمارستانی دارد که علاوه بر پورتال بیمارستان و HIS میتواند انواع سرویس های اکانتینگ و web-based PACS را بر روی آن اجرا کرد.

۱.۳ ذخیره سازی اطلاعات

علاوه بر ذخیره سازی انبوه اطلاعاتی که در بیمارستان ها و مراکز درمانی تولید میشود درصد خطا پذیری⁷ و عملکرد⁸ به دلیل کاهش خطا و از دست رفتن اطلاعات و عملکرد سریع نیز بسیار مهم است. خطا پذیری از آن جهت که همواره اطلاعات بر روی سخت افزار در خطر از دست رفتن میباشد و داشتن بک آپ الزامی میباشد. از نقش بزرگی که سخت افزار در ذخیره سازی اطلاعات دارد نمیتوان غافل بود ولی تکنولوژی های نرم افزاری مانند انواع RAID و LVM و SAN میتواند به صورت بسیار موثری باعث کاهش هزینه ها و ننگه داری سرورهای ذخیره سازی شود.

۱.۳.۱ تکنولوژی RAID⁹

ترجمه تحت الفظی RAID به فارسی آرایه ای از دیسک های اضافه بر سازمان مستقل می شود که

4 Database

5 Web server

6 Data base management system

7 Fault Tolerance

8 Performance

9 Redundant Array Of Independent (Inexpensive) Disks

شاید معنای آنچه را که واقعا تکنولوژی RAID است را نشان نمیدهد. در واقع تکنولوژی RAID کنار هم قرار دادن چندین دیسک به واسطه نرم افزاری یا سخت افزاری میباشد تا درصد خطاپذیری یا عملکرد و یا هردو را افزایش داد .

نوع یا سطحی که برای RAID انتخاب میکنید کاملا بستگی به سیاست های سازمان و نظام سلامت کشور دارد که در کشور ما به دلیل سابقه نگر بودن پرونده ها درصد خطاپذیری از اهمیت بالایی برخوردار است .

از پرکاربرد ترین RAID ها میتوان level 0 و level 1 و level 5 نام برد که سطح صفر به دلیل اینکه خطا پذیری ندارد میتواند AID نامید .

البته ترکیبی از تمامی روش های بالا مانند RAID 0+1 و RAID 6 هم مرسوم هستند . از پر کاربرد ترین نرم افزار های آزاد/متن باز در این زمینه میتوان madam را نام برد که با ترکیب کردن چندین پارتیشن و درایو یک یا چندین virtual disk را میسازد .

LVM ۱.۳.۲

زمانی که بخواهیم یک storage pool داشته باشیم یعنی با ترکیب چند پارتیشن فضای بیشتری به دست بیاوریم اقدام به استفاده از Logical Volume Management میکنیم . در واقع به وسیله این تکنیک بدون آسیب زدن به سیستم عامل و فایل ها میتوان اقدام به تغییر مقادیر پارتیشن ها کرد . زمانی که در مراکز درمانی بخواهیم به دلیل کمبود فضا اقدام به اضافه کردن هارد درایو به سرور یا دیگر مراکز کاری تشخیصی یا درمانی یا PACS/EHR کنیم این تکنیک میتواند بسیار موثر باشد که به صورت پیشفرض توسط هسته لینوکس پشتیبانی میشود

SAN storage ۱.۳.۳

معمولا وقتی از SAN storage صحبت میکنیم سخت افزار و اتصالات فیزیکی مد نظر است ولی بستر نرم افزاری اکثر این سرور ها نرم افزار آزاد . متن باز است . اصولا وقتی از SAN storage استفاده میکنیم که بخواهیم بدون هزینه ها اضافی به شبکه خود فضایی را جهت ذخیره یا بک آپ اضافه کنیم که لینک های شبکه ما را درگیر نکند . نرم افزار های متن بازی همچون openfiler و freeNAS برای مدیریت این اتصالات به کار میرود .

البته روش های جدید تری همچون پردازش ابری به وجود آمده اند که در بخش آینده زیرساخت در آن بیشتر صحبت خواهیم کرد .

۱.۴ امنیت

وقتی صحبت از امنیت میشود ذهن ها ناخواسته به سمت هک و سرقت اطلاعات میرود که در زمینه سلامت بی راه نیست . هکرها علاقه زیادی برای به دست آوردن اطلاعات شخصی دارند و مراکز سلامت منبعی از اطلاعات بی نقص درمورد سلامتی و اطلاعات دموگرافیک میباشد . نرم افزار آزاد و متن باز همواره به دلیل امنیت و سطوح دسترسی آن مورد ستایش بوده . همانند :

۱.۴.۱ : دیوارآتش¹⁰

فایروال یا دیوارآتش وظیفه محافظت از شبکه از دسترسی غیر مجاز خارج از چارچوب یا سازمان را دارد . که به صورت بسیار موثری میتواند از سرقت و دستکاری اطلاعات توسط افراد غیر مجاز جلوگیری کند . در این زمینه لینوکس به واسطه iptables که به صورت یک بسته آزاد در اغلب توزیع ها وجود دارد از قدرت بالایی برخوردار است . البته در مواردی که نیاز است به تحلیل پکت های دریافتی و ارسالی در شبکه پردازیم علاوه بر سخت افزار های لایه سه شبکه میشود از نرم افزارهای IPS¹¹ و IDS¹² استفاده کرد . از نرم افزار قدرتمند آزاد و متن باز در این زمینه را میتوان snort را نام برد که یکی از پر استفاده ترین نرم افزار های امنیتی مدیران شبکه/سیستم میباشد .

۱.۴.۲ رمزنگاری¹³

با اینکه مراکز مراقبت درمانی هنوز متوجه اهمیت رمزنگاری اطلاعات در درون سیستم های مدیریتی اطلاعات خود نشده اند ولی به زودی با توجه به نیاز های امنیتی و رخنه هایی که رخ میدهد متوجه این قضیه خواهند شد که رمزنگاری ارتباطات و دیوار آتش به تنهایی کافی نیست تا از نشر اطلاعات بیماران جلوگیری کرد . در این زمینه لینوکس به عنوان سیستم عامل آزاد و متن بازی که به صورت توکار از رمزنگاری بر فایل های خود پشتیبانی میکند شاخص است علاوه بر این در ارتباطات بسته openssl برای ریموت و sftp برای انتقال فایل میتواند امنیت نسبی را در این زمینه بر آورده سازد .

10 Firewall

11 Intrusion prevention systems

12 intrusion detection system

13 encryption

۱.۴.۳ ابزار های امنیتی

شبکه و سیستم عامل و نرم افزار همواره در تهدید به سر میبرد . روزانه هزاران رخنه امنیتی در نرم افزار ها کشف میشود . یک مدیر شبکه/سیستم باید به طور موثری بتواند از ابزار های امنیتی جهت کشف و خنثی سازی این رخنه ها استفاده کند . Kali linux به عنوان توزیعی قدرتمند جهت کشف و خنثی سازی تهدیدات امنیتی به کار میرود شامل هزاران ابزار امنیتی جهت پوشش دادن نیاز های امنیتی در همه سطوح میباشد .

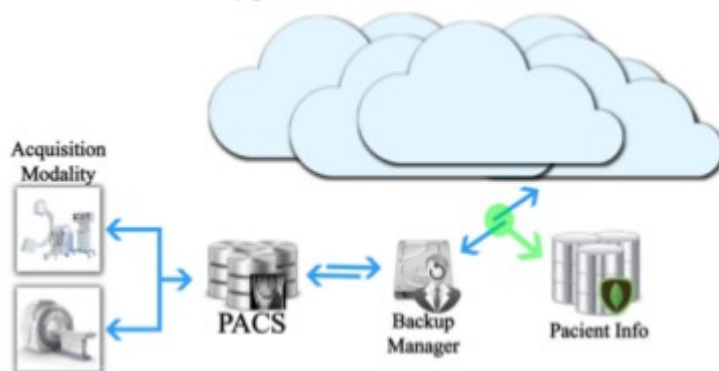
۱.۵ آینده زیرساخت

آینده زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات را باید در میان ابرها جست و جو کرد . با رشد و توسعه معماری های IaaS¹⁴ یعنی زیرساخت به مانند یک سرویس . ذخیره سازی و مدیریت و امنیت و سیستم عامل بر مبنای یک سیستم یکپارچه میباشد که وظیفه مدیریت سخت افزار را بر عهده دارد . یعنی یک سطح بسیار بالا از مجازی سازی¹⁵ که این قابلیت را میدهد تا همانند یک سرویس نرم افزاری بر سخت افزار خود کنترل داشته باشیم .

از موفق ترین این سیستم های میشود openstack را نام برد که به صورت گسترده توسط شرکت های بزرگ حوزه فناوری برای ذخیره و پردازش و نگه داری اطلاعات به کار میرود . انتظار میرود در آینده نزدیک صنعت سلامت هرچه بیشتر به سمت و سوی استفاده از این مدل پیش برود .

در سیستم های PACS به دلیل بیرون سپاری اطلاعات بیماران باید اطلاعات دموگرافیک شامل اسم و شماره ملی از عکس ها حذف شود یا به صورتی کد گذاری شود که قابل بازیابی باشد [2] . همانند

تصویر ۱-۱



تصویر ۱-۱

14 infrastructure as a service

15 Virtualization

غالباً، واژه های EMR و EHR به صورت مترادف در مطبوعات ، دولت و صنعت بهداشت و درمان به کار برده میشوند. اگرچه هردوی آنها در راستای کمک به بهبود مراقبت از بیمار ، کیفیت و کارایی عمل میکنند، EMR و EHR دو مفهوم متفاوت از هم هستند. یک سیستم EMR به طور کلی بوسیله ی یک مخزن داده تعریف میشود که شامل اطلاعات مراقبت بهداشتی بیماران در یک سازمان یا شرکت مراقبت بهداشتی می باشد. بنابراین یک EMR شامل داده ها و اطلاعات کلینیکی جمع شده از منابع مختلف از جمله تستهای بالینی آزمایشگاهی ، تشخیصی ، گزارشات دارویی، فرم ثبت نام بیمار ، گزارشات رادیولوژی، درمان ، اقدامات جراحی ، کلینیک و یادداشتهای سرپایی، سرویسهای مراقبتی پیشگیری کننده ، سوابق بخش اورژانس ، سوابق حسابداری از یک مرکز یا شرکت خدمات مراقبت درمانی که مالک EMR است ، می باشد. علاوه بر این ، یک EMR سیستم شامل برنامه های بالینی است که میتواند روی داده های موجود در مخزن عمل انجام داد، مانند یک سیستم حمایت تصمیمات بالینی (CDSS)¹⁷ ، سیستم سفارش ارائه دهنده کامپیوتری (CPOE)¹⁸ ، روی واژگان پزشکی و نتایج سیستم گزارش دهی کنترل اعمال میکند . به طور کلی یک EMR بر روی پزشک تمرکز دارد تا به سرعت اطلاعات مورد نیاز برای پزشکان و مدیران که باعث تسهیل در تبادل اطلاعات و در نتیجه ساده کردن ارائه ی مراقبت بهداشتی میشود . یک EHR گسترش مفهوم یک EMR است که شامل مفهوم متقابل شرکت به اشتراک گذاری داده می باشد . پس یک EHR معمولاً شامل زیر مجموعه ای از داده های EMR از چندین سازمان یا شرکت مراقبتی می باشد؛ اطلاعات کمکی EHR شاید متفاوت باشد که بستگی به سیاستهای خود سازمان مورد نظر دارد . یک EHR میتواند فقط مونتاژ شود در صورتی که سازمان یا شرکت مراقبتی EMR را در درون خود داشته باشد و قادر به تبادل داده با استقاده از استاندارد سازی و برنامه نویسی انتقال داده و فرمتهای مورد نیاز پیام ها باشد. یک سیستم EHR برای ضبط ، بازیابی و دستکاری اطلاعات باید قابلیتهای زیر را داشته باشد :

- 1) مجموعه ی طولی اطلاعات بهداشت و درمان بیماران به صورت الکترونیکی
- 2) مدیریت نتایج
- 3) ورود و مدیریت سفارش
- 4) دسترسی الکترونیکی فوری به اطلاعات فرد و یا اطلاعات جمعیت
- 5) ارتباط الکترونیکی اتصال

16 Electronic medical record / Electronic health record

17 clinical decision support system

18 Computerized physician order entry

- 6) ارائه ی دانش و پشتیبانی تصمیم برای افزایش کیفیت ، امنیت و کارامدی مراقبت از بیمار
- 7) پشتیبانی از فرایند اداری
- 8) پشتیبانی از فرایند ارئه ی مراقبتهای بهداشتی

از پروژه های موفق در این حوزه میتوان openEMR و GNUhelth را نام برد .

۲.۱ openEMR

در حال حاضر openEMR به ۲۶ زبان ترجمه شده است که زبان فارسی یکی از هاست . البته ترجمه فارسی هنوز دارای مشکلات زیادی است که با مشارکت کاربران فارسی زبان در این پروژه بسیاری از این مشکلات میتواند برطرف شود . این نرم افزار تحت لیسانس GPL منتشر میشود از قابلیت های این نرم افزار تحت وب میتوان به :

- 1) پلاگین پورتال کاربران برای wordpress که به بیماران این قابلیت را میدهد که پرونده الکترونیک سلامت شان را مشاهده کنن
- 2) امضای الکترونیک بیمار و پزشک
- 3) ایجاد قالب برای پرونده ها
- 4) تاییده ONC . (تاییده سازمان ONC به این معنی هستش که استاندارد های سلامت برای برنامه سلامت که تاکیدش روی آمریکا هستش انجام شده است)
- 5) خروجی pdf مثل : لیبل های بیمار . آدرس بیمار بارکود و ...
- 6) سازگاری کامل با نتایج آزمایشگاه و کلینیک ها
- 7) انواع گزارش گیری ها
- 8) سازگاری با انواع سیستم های کدینگ مانند : CPT, HCPCS, ICD9, ICD10 و SNOMED
- 9) تقویم مؤسسه و بیمارستان
- 10) یادآور اقدام های پزشکی
- 11) یادآور بیمار جهت مصرف دارو و یا چک آپ و ...
- 12) محاسبه میزان کیفیت اقدام های کلینیکی
- 13) کاملاً انعطاف پذیر

این سیستم به صورت تحت وب با زبان php نوشته شده که علاوه بر انعطاف پذیری این قابلیت را داده تا به صورت مستقل از سیستم عامل تنها با وب سرور و پایگاه داده در ارتباط باشد. در ضمن سیستم PACS این نرم افزار تحت وب که xrays نام دارد تحت توسعه است ولی به صورت کلی قابلیت هماهنگ شدن با dmc4chee را دارد می باشد.

درواقع با دادن حق دسترسی های مجاز به افراد مختلف در این سیستم تنها با داشتن یک شبکه محلی (local network) و دستگاه های متصل به این شبکه میتوان از این سیستم استفاده کرد. قابلیت مهاجرت پذیری سیستم بسیار بالاست. بک آپ گیری و ... به صورت روتین میتواند توسط mysql صورت بگیرد. محدودیت های امنیتی میتواند توسط apache server اعمال شود. این سیستم با nginx هم سازگار است ولی توسعه دهندگان تاکید به استفاده از باندل xampp-openEMR دارند.

تخمین زده میشود تا سال ۲۰۱۲ در حدود ۵۰۰۰ مرکز مراقبت درمانی کوچک در ایالات متحده امریکا اقدام به نصب openEMR کرده باشند که شامل اطلاعات حدود ۳۰ میلیون بیمار میشود. در مقیاس جهانی این آمار به حدود ۱۵۰۰۰ مرکز درمانی و اطلاعات حدود ۹۰ میلیون بیمار میشود. [4]

۲.۲ GNUhealth

پروژه HIS و EMR که توسط بنیاد گنو اداره میشود به عنوان برنده جایزه بهترین نرم افزار برای منافع اجتماعی توسط بنیاد نرم افزار آزاد در سال ۲۰۱۱ خود را اینگونه معرفی میکند: هدف ما مشارکت با متخصصین سلامت در تمامی دنیا است تا بتوانیم کیفیت زندگی را در مناطق محروم بهبود ببخشیم و یک سیستم آزاد را فراهم بیاوریم که شامل بهینه سازی ارتقاء سلامت و پیشگیری از بیماری ها می باشد.

GNUhealth در یک نگاه:

- تمرکز زیاد بر روی پیشگیری و بهداشت خانواده
- مدیریت مراکز درمانی (منابع انسانی و مالی و قبوض و بیمه)
- سهام پزشکی و مدیریت زنجیره تامین (مانند تهیه دارو)
- اطلاعات دموگرافیک و اپیدمیولوژی و دیگر گزارش های آماری
- سبک زندگی: شرایط زندگی آب آشامیدنی رژیم غذایی ساعت خواب و سیگار کشیدن و ...
- آموزش بهداشت جنسی و عادت ها
- محرومیت اجتماعی و شاخص های سوء مصرف مواد مخدر

- مدیریت آزمایشگاه
 - نوشتن نسخه
 - مدیریت قرار ملاقات بیمار (چه بستری چه اورژانس)
 - منابع : شامل فهرست دارو ها ضروری توسط WHO
 - ژنتیک و بیماری ها وراثتی (بالغ بر ۴۲۰۰ ژن توسط سازمان NCBI)
 - شامل ICD¹⁹ ورژن 10
- GNUhealth قابلیت وصله کردن نتایج بافت شناسی و عکسبرداری رادیولوژی و ... را به چارت بیماران را دارد .

GNUhealth به وسیله زبان python نوشته شده و به وسیله سرور و کلاینت tryton مدیریت میشود و دیتابیس استاندارد آن postgres میباشد .
در سال ۲۰۱۲ وزارت بهداشت جامایکا اعلام کرد که از gnuhealth به عنوان HIS خود استفاده خواهد کرد .

۳ عکسبرداری دیجیتال پزشکی [5]

تصویر برداری دیجیتال پزشکی چیز جدیدی نیست در حقیقت توسعه آن مربوط دهه ۶۰ میلادی میشود اما استفاده از آن و تبدیل شدنش به یک ابزار تشخیصی در سیستم های EHR مربوط به سال های اخیر میشود . به دلیل رشد سریع اینترنت و نرم افزار هایی بر پایه صفحات وب و آشنایی تکنیسین ها امروزه PACS به یکی از ابزار های ضروری هر بیمارستان تبدیل شده .

۳.۱ سرور PACS

سرور پکس در حقیقت مغز کل سیستم تلقی میشود . سرور های رایج معمولا تصاویر را با فرمت DICOM از دستگاه ها دریافت میکنند سپس در تعامل با سیستم های RIS و HIS و EHR به درخواست ایستگاه های کاری برای دریافت تصاویر بیماران پاسخ میدهند . وظایف یک سیستم پکس شامل :

- مدیریت ذخیره تصاویر dicom
 - مدیریت رابطه بین کلاینت های pacs و دیگر دستگاه ها
 - و توزیع تصاویر
- یک سرور پکس میتواند تنها یک کامپیوتر باشد که اقدام به ذخیره تصاویر میکند یا در مراکز بزرگتر سیستم های اختصاصی برای اینکار طراحی شده باشد .

۳.۱.۱ dmc4che

یک ابزار کارآمد و سروری قدرتمند که توسط اکثر برنامه های pacs پیشرفته به عنوان هسته نرم افزاری استفاده میشود که شامل :

- یک رابط کاربری تحت وب جهت مدیریت تصاویر
- ذخیره تصاویر dicom
- دسترسی از طریق وب به محتوای dicom

- سرور بر اساس استاندارد h17
 - و مبتنی بر استاندارد های IHE
- dmc4che اغلب برای استفاده در مقیاس بزرگ است و کمتر به عنوان mini-pacs به کار میرود .
به دلیل معماری سازگار و رعایت استاندارد های NEMA به صورت گسترده توسط دیگر توسعه
دهنده ها استفاده میشود . [6]

۳.۱.۲ dicoogle

نرم افزاری اوپن سورس است که وسیله زبان جاوا نوشته شده و مستقل از پلتفرم میباشد و تنها
نیاز به محیط اوراکل جاوا برای اجرا شدن نیاز دارد .
به صورت پیشفرض قابلیت گوش دادن به پورت ها جهت ذخیره سازی تصاویر را دارا میباشد اما به
طور کلی نمیتوان آن را به عنوان یک سرور PACS/EHR در نظر گرفت ولی دارای داشبورد تحت
وب برای مدیریت تصاویر گرفته شده میباشد

۳.۱.۳ orthanc[7]

orthanc سرور پکس ماژولار دارای چندین پلاگین برای ویرایش و نمایش تصاویر DICOM تحت
وب میباشد . و در حال حاضر به روز ترین و مناسب ترین سرور اوپن سورس و متن باز در این مورد
میباشد . و به دلیل استفاده از استاندارد RESTful API برای توسعه رابط تحت وب خود دارای
انعطاف پذیری بالایی میباشد . همچنین دارای ماژول هایی جهت نمایش تصاویر دایکام تحت وب و
ارتباط با پایگاه داده postgresql میباشد .

۳.۱.۴ DCMTK

dcmtk مجموعه ای از کتابخانه ها نرم افزاری بعلاوه ابزار هایی جهت بهبود و استخراج اطلاعات
مورد نیاز از تصاویر DICOM میباشد که به زبان ++c نوشته شده است .

۳.۲ نمایش تصاویر DICOM

به دلیل تفاوت تصاویر دایکام با تصاویر معمولی بعلاوه انواع متفاوتی تکنولوژی های تصویر برداری دیجیتال نیاز به نرم افزار هایی جهت بهبود یا نمایش تصاویر به دلیل ماهیت برداری این تصاویر میباشد . که در ادامه به آن ها اشاره خواهد شد

۳.۲.۱ slicer

یک پلتفرم نرم افزاری برای تجزیه و تحلیل (شامل ثبت و تقسیم بندی های تعاملی) و تجسم (از جمله حجم رندر) تصاویر پزشکی و برای تحقیق در تصویر برای درمان و تشخیص پزشکی که شامل امکانات زیر میباشد :

- پشتیبانی قوی از dicom
 - تقسیم بندی های تعاملی
 - قابلیت مقایسه تصاویر به صورت Rigid and Nonrigid
 - قابلیت گرفتن تصویر با کیفیت بالا از نقطه انتخاب شده
 - نمایش چهار بعدی از تصاویر multi fram
 - پوسته انعطاف پذیر و نمایشی از برش تصاویر
- بعلاوه انواعی از پلاگین های مختلف جهت بهبود و شخصی سازی نرم افزار .

۳.۲.۲ imagej

یک نرم افزار بسیار محبوب و قدرتمند جهت پردازش تصاویر پزشکی از جمله dicom که توسط زبان جاوا نوشته شده و پلاگین ها و بسته های نرم افزاری زیادی برای آن موجود است از قابلیت های آن میتوان به موارد زیر اشاره کرد :

- مولتی پلتفرم بودن (در همه سیستم عامل ها از جمله linux و windows و mac و solaris و .. اجرا میشود)
- اجتماع بسیار قوی از توسعه دهندگان و استفاده کنندگان
- بالغ بر حدود ۵۰۰ پلاگین برای آن نوشته شده است
- سریع ترین نرم افزار پردازش تصاویر dicom میباشد به عبارتی یک تصویر 2048*2048 را در کمتر از یک دهم ثانیه پردازش میکند یعنی چهل میلیون پیکسل بر ثانیه
- پشتیبانی گسترده زیادی از رنگ ها و استانداردها
- باز کردن تصاویر خام یا پردازش نشده

- بریدن / چسباندن / چرخاندن تصاویر
- تخمین اندازه . پردازش تصویر . نمایش اطلاعات به صورت هیستوگرام

و بسیاری از امکانات دیگر که توسط پلاگین ها اضافه میشود .
میتوان از imagej به عنوان یکی از پرکاربرد ترین toolkit/viewer های اوپن سورس نام برد

جمع بندی :

" ماشین ها ما را کنترل میکنند و کد ها ماشین ها را چه کسی کد ها را کنترل میکند " ریچارد استالمن

فارغ از دغدغه های فنی که نرم افزار آزاد و متن باز به آن پاسخ میدهد موضوع دیگر حفظ محرمانگی یا حریم شخصی میباشد . چه کسی میداند که چه رخنه هایی امنیتی عمدی/غیرعمدی در نرم افزار های غیر متن باز وجود دارد که ممکن است امنیت اطلاعات بیماران را به خطر بیندازد . در ضمن هزینه های سرسام آور برای به روز رسانی نرم افزار های غیر استاندارد هم باید از طرف مالیات دهندگان تامین شود . مدل توسعه متن باز و آزاد این قابلیت را میدهد که علاوه بر نظارت بر کد منبع توسط هزاران توسعه دهنده هزینه های توسعه به شدت کاهش یابد . دیگر موضوع گسترش استفاده از اینترنت با پهنای باند بالا و همه گیر شدن گوشی های هوشمند توسط عموم مردم میباشد که نیاز های جدیدی را برای پاسخ دادن ایجاد میکند که جز بستر نرم افزار آزاد و متن باز نمیتوان برای آن راه حلی پیدا کرد . دیگر مهم ارتباط بین پایگاه داده مراکز درمانی بزرگ تر برای ایجاد یک data warehouse جهت پوشش دهی نیاز های استراتژیک مدیریت درمان میباشد که در این زمینه ابزار های متن باز/آزاد قدرتمندی جهت پردازش این بزرگ داده یا big data به وجود آمده که در زمان بسیار کوتاه جهت کشف الگو های خاص پزشکی و درمانی به کار میروند . سامانه سپاس یا سامانه پرونده الکترونیک ایران که جهت یکپارچه سازی پرونده الکترونیکی سلامت شهروندان ایران است از این دست سیستم هاست . در نهایت تمامی ابزار های بالا به نوعی در یک اکوسیستم مشترک میباشند و آن گنو/لینوکس میباشد

منابع

- [1] T. Karopka, H. Schmuhl, and H. Demski, "Free/libre open source software in health care: A review," *Healthc. Inform. Res.*, vol. 20, no. 1, pp. 11-22, 2014.
- [2] L. Henrique, S. Simões, D. Almeida, and M. Costa, "A Medical Image Backup Architecture Based on a NoSQL Database and Cloud Computing Services," p. 2015, 2015.
- [3] K. J. Dreyer, J. H. Thrall, D. S. Hirschorn, and A. Mehta, *PACS: A guide to the digital revolution: Second edition*. 2006.
- [4] "Economic Benefits of Free and Open Source Software : An Evaluation for Health Sector," no. freedom 3.
- [5] H. K. Huang, *PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications, Second Edition*. 2010.
- [6] M. J. Warnock, C. Toland, D. Evans, B. Wallace, and P. Nagy, "Benefits of using the DCM4CHE DICOM archive," *J. Digit. Imaging*, vol. 20, no. SUPPL. 1, pp. 125-129, 2007.
- [7] S. Jodogne, C. Bernard, M. Devillers, E. Lenaerts, and P. Coucke, "Orthanc - A lightweight, restful DICOM server for healthcare and medical research," *Proc. - Int. Symp. Biomed. Imaging*, pp. 190-193, 2013.

<http://www.pmacct.net/#docs>

<http://www.parspooyesh.com/fa/products/ibsng-ii>

<https://www.mysql.com/why-mysql/isv-oem-corner/healthcare/>

<https://wiki.archlinux.org/index.php/RAID>

<http://www.postgresql.org/about/casestudies/shannonmedical/>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%85%D9%84-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://hardware.itpro.ir/articles/27449/%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81%DB-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%B3%D8%B7%D9%88%D8%AD-raid-%D8%AF%D8%B1-%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%AF-%D8%AF%DB%8C%D8%B3%DA%D9%87%D8%A7-%D9%82%D8%B3%D9%85%D8%AA-%D8%A7%D9%88%D9%84>

<http://linuxconfig.org/linux-lvm-logical-volume-manager>

<http://netfilter.org/>

<https://www.snort.org/>

[http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-](http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-aaS)

<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-aaS>

<https://www.openfiler.com/>

<http://www.freenas.org/>

<https://www.openssl.org/docs/>

<http://opensource.com/resources/what-is-openstack>

<http://opensource.com/health>

<https://www.kali.org/>

<http://imagej.nih.gov/ij/features.html>

<http://www.orthanc-server.com/>

<http://www.slicer.org/>

<http://www.open-emr.org/>

https://en.wikibooks.org/wiki/GNU_Health

<http://opensource.com/health/13/11/jamaica-adopts-gnu-health>

<http://www.dcm4che.org/>

<http://dicom.offis.de/dcmtk.php.en>

<http://www.dicoogle.com/>