اصول توسعه سامانه‌های اطلاعات سلامت

نگارنده

دکتر علی‌اصغر صفائی

عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس

۱۴۰۳

سرشناسه: ۱۳۵۷-صفائی، علی‌اصغر،
عنوان و نام پدیدآور: اصول توسعه سامانه‌های اطلاعات سلامت/ نگارنده علی‌اصغر صفائی؛ ویراستار فاطمه نابع.
مشخصات نشر: ۱٤۰۳.تهران: دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی،
مشخصات ظاهری: : مصور(بخشی رنگی)،جدول.[۳٥٦] ص.ط،
شابک: ۹۷۸-٦۲۲-۳٦۹-۰٥٥-۰
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: واژه‌نامه.
یادداشت: کتابنامه:ص.[۳۰٥]-۳۱۲.
یادداشت: نمایه.
موضوع: پزشکی -- پایگاه‌های اطلاعاتی Medicine -- Databases
انفورماتیک پزشکی Medical informatics
انفورماتیک پزشکی -- داده‌پردازی Medical informatics -- Data processing
پزشکی -- تکنولوژی اطلاعات Medicine -- Information technology
پزشکی -- داده‌پردازی Medicine -- Data processing
رده بندی کنگره: R۸٥۹/۷
رده بندی دیویی: ٦۱۰/۲۸٥
شماره کتابشناسی ملی: ۹۹۳۷٥٦۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

اصول توسعه سامانه‌های اطلاعات سلامت

نگارنده: دکتر علی‌اصغر صفائی
ویراستار ادبی و فنی: فاطمه نابع
طراح جلد: ترنج
صفحه‌آرایی: سمیه زهانی
شماره انتشار: ۳۲۱
شماره پیاپی: ٥۱۹
تاریخ انتشار: ۱٤۰۳
شابک چاپی: ۹۷۸-٦۲۲-۳۹٦-۰٥٥-۰
شابک الکترونیکی: ۹۷۸-٦۲۲-۳۹٦-۰٥٦-۷
ناشر: مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس
نوبت نشر: اول
کارشناس اجرایی: لیلا نجفی زمان
ناظر چاپ: مصطفی جانجانی
لیتوگرافی: ایران گرافیک
چاپ و صحافی: قشقایی
مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های جلال آل‌احمد و دکتر چمران، مرکز نشرآثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۳۱۸-۱٤۱۱٥، تلفن: ۸۲۸۸۳۰۹٦ ، دورنگار: ۸۲۸۸۳۰۳۲
نشانی اینترنتی فروش: pub.modares.ac.ir

مسئولیت صحت مطالب کتاب برعهدهٔ نگارنده است.

تمام حقوق این اثر برای مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس محفوظ است و تکثیر کتاب به هر روشی بدون اجازه کتبی ناشر پیگرد قانونی دارد.

تقدیم به:

همسرم،

بهترین اتفاق زندگی من، که در سایه عشق او، در آرامش کلمات در ذهنم جان می گیرند و به نگارش می آیند.

و پدر و مادر عزیزم،

که با عمری حمایت و هدایت، کمک کردند تا مسیری که در زندگی دوست می دارم را طی کنم.

این کتاب گواهی است بر ارادت و عشق من به شما که در قالب آن، هرآنچه آموخته ام را به مخاطبان و علاقه مندان به این موضوعات ارائه نمایم.

فهرست مطالب

پیشگفتار..... ز

بخش اول: تحول دیجیتال در سلامت..... ۱

۱- کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سلامت..... ۳

۱-۱ مقدمه..... ۳

۱-۲ کاربردهای رایج فناوری اطلاعات در پزشکی..... ۸

۲- سامانه‌های اطلاعات سلامت..... ۱۵

۲-۱ مقدمه..... ۱۵

۲-۲ سامانه‌های اطلاعات در مراقبت سلامت..... ۱۶

۲-۳ پرونده پزشکی الکترونیک (EMR)..... ۱۹

۲-۴ پرونده الکترونیک سلامت (EHR)..... ۱۹

۲-۵ پرونده سلامت شخصی (PHR)..... ۱۹

۲-۶ ثبت رایانه‌ای دستور پزشک (CPOE)..... ۲۱

۲-۷ سامانه‌های مدیریت دارو (BPOC)..... ۲۳

۲-۸ سامانه‌های اطلاعات مدیریت بیمارستانی (MIS)..... ۲۴

۲-۹ سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (تصمیم‌یار-DSS)..... ۲۵

۲-۱۰ سامانه‌های اطلاعات مدیریت اجرایی (EIS)..... ۲۶

۲-۱۱ سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS)..... ۲۶

۲-۱۲ سامانه اطلاعات بیمارستانی (HIS)..... ۲۷

۲-۱۳ تاریخچه و تکامل سامانه‌های اطلاعات مراقبت سلامت..... ۲۹

۲-۱۴ برخی از چالش‌های مهم سامانه‌های اطلاعات مراقبت سلامت..... ۳۲

۲-۱۵ پرونده الکترونیک سلامت (EHR)..... ۳۲

۲-۱۶ پرونده سلامت شخصی (PHR) ۳۵

بخش دوم: فرایند توسعه سامانه‌های نرم‌افزاری ۳۹

۳- نرم‌افزار و مهندسی نرم‌افزار ۴۱

۳-۱ مقدمه ۴۱

۳-۲ نرم‌افزار چیست؟ ۴۱

۳-۳ دسته‌بندی نرم‌افزارها ۴۴

۳-۴ مهندسی نرم‌افزار ۶۳

۴- فرایند توسعه نرم‌افزار ۶۹

۴-۱ مقدمه ۶۹

۴-۲ فرایند نرم‌افزار (Software Process) یا فرایند توسعه نرم‌افزار (Software Development Process) ۷۵

۴-۳ روش‌شناسی و روش‌های مبتنی‌برطرح در مقابل روش‌های چابک ۷۵

۴-۴ چهار فاز فرایند توسعه نرم‌افزار ۸۰

۴-۵ نمونه‌سازی نرم‌افزاری ۸۴

۴-۶ رویکرد توسعه نرم‌افزار به‌صورت افزایشی و تکراری ۸۶

۴-۷ روش‌شناسی RUP ۸۷

۵- روش‌شناسی چابک ۹۳

۵-۱ فرایند چابک ۹۳

۵-۲ روش‌شناسی‌های چابک ۹۳

۵-۳ مقایسه روش‌های طرح‌گرا و چابک ۹۷

۵-۴ چالش‌های فنی، نیروی انسانی و سازمانی انتخاب بین فرایند چابک یا طرح‌گرا ۹۸

۵-۵ روش اسکرام ۱۰۰

۵-۶ روش XP ۱۰۲

۶- توصیف نیازمندی‌های نرم‌افزار ۱۰۷

۶-۱ مقدمه ۱۰۷

۶-۲ انواع نیازمندی‌ها ۱۰۸

۶-۳ دسته‌بندی نیازمندی‌ها ازنظر کارکرد ۱۰۹

۷- طراحی و مدل‌سازی نرم‌افزار ۱۱۵
۷-۱ مقدمه ۱۱۵
۷-۲ ویژگی‌های فرایند طراحی ۱۱۷
۷-۳ مدل‌سازی ۱۱۸
۷-۴ زبان مدل‌سازی UML ۱۱۹
۷-۵ معرفی نمودارهای زبان مدل‌سازی(UML) ۱۲۱
۷-۶ اهداف و کاربردهای مدل‌سازی با UML در فرایند توسعه نرم‌افزار ۱۳۲
۸- آزمون و ارزیابی نرم‌افزار ۱۳۳
۸-۱ مقدمه ۱۳۳
۸-۲ روش‌های متنوع ارزیابی نرم‌افزار ۱۳۳
۸-۳ آزمون برنامه ۱۳۴
۸-۴ فرایند V&V (Verification & Validation) ۱۳۵
۸-۵ مراحل آزمون نرم‌افزار ۱۳۷
۸-۶ مدل V آزمون نرم‌افزار ۱۳۹
۸-۷ عیب (خطا) در نرم‌افزار و کشف آنها در آزمون ۱۴۱
۸-۸ اجرا و مدیریت فرایند آزمون نرم‌افزار ۱۴۱
۸-۹ آزمون جعبه سفید و جعبه سیاه ۱۴۳
بخش سوم: طراحی و مدیریت پایگاه داده‌ها ۱۴۷
۹- مفاهیم مدیریت داده و پایگاه داده‌ها ۱۴۹
۹-۱ مقدمه ۱۴۹
۹-۲ تاریخچه سیر تحول ذخیره و بازیابی اطلاعات ۱۵۳
۹-۳ مفاهیم پایگاه داده ۱۵۴
۹-۴ رویکردهای مبتنی بر فایل و مبتنی بر پایگاه داده برای توسعه سامانه اطلاعات ۱۶۰
۹-۵ معماری لایه‌ای پایگاه داده ۱۶۵
۹-۶ فرایند طراحی و ایجاد پایگاه داده ۱۶۷
۹-۷ مدل داده ۱۶۸
۹-۸ زبان پایگاه داده ۱۶۹
۱۰- طراحی پایگاه داده (تصویر ادراکی عام) ۱۷۳
۱۰-۱ مقدمه ۱۷۳

۱۰-۲ مدل ER و نمودار ERD ۱۷۳
۱۰-۳ انواع صفت‌های خاصه ۱۷۸
۱۰-۴ انواع ارتباط‌ها ۱۸۲
۱۰-۵ مدل EER ۱۸۶
۱۱- مدل داده رابطه‌ای ۱۹۱
۱۱-۱ مقدمه ۱۹۱
۱۱-۲ مفاهیم مدل داده رابطه‌ای ۱۹۲
۱۱-۳ جامعیت در مدل رابطه‌ای ۱۹۷
۱۱-۴ جبر رابطه‌ای ۲۰۱
۱۱-۵ بهینه‌سازی پرس‌وجو ۲۱۴
۱۲- زبان پایگاه داده SQL ۲۲۱
۱۲-۱ مقدمه ۲۲۱
۱۲-۲ ویژگی‌ها و نسخه‌های زبان SQL ۲۲۲
۱۲-۳ دستورهای زبان SQL ۲۲۳
بخش چهارم: سامانه‌های توزیعی ۲۴۷
۱۳- اصول سامانه‌های توزیعی ۲۴۹
۱۳-۱ مقدمه ۲۴۹
۱۳-۲ تعریف سامانه‌های توزیع‌شده ۲۵۰
۱۳-۳ تفاوت سامانه توزیعی و موازی ۲۵۱
۱۳-۴ مزایای سامانه توزیع‌شده ۲۵۶
۱۳-۵ ویژگی‌های سامانه توزیع‌شده ۲۵۶
۱۳-۶ اهداف سامانه‌های توزیع‌شده ۲۵۷
۱۳-۷ چالش‌های سامانه‌های توزیع‌شده ۲۵۸
۱۳-۷ انواع سامانه‌های توزیع‌شده ۲۷۳
بخش پنجم: مباحث پیشرفته در تحول دیجیتال سلامت ۲۸۳
۱۴- مباحث پیشرفته در توسعه سامانه‌های اطلاعات سلامت ۲۸۵
۱۴-۱ مقدمه ۲۸۵
۱۴-۲ کلان داده و علم داده ۲۸۶
۱۴-۳ هوش‌مصنوعی، داده‌کاوی و یادگیری ماشین/عمیق ۲۹۰

۱۴-۴ زنجیره بلوکی ۲۹۴
۱۴-۵ اینترنت اشیا: بیمارستان هوشمند و فناوری‌های پوشیدنی ۲۹۷
۱۴-۶ متاورس: فناوری واقعیت مجازی/افزوده ۲۹۹
منابع ۳۰۵
واژه نامه فارسی به انگلیسی ۳۱۳
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی ۳۳۵
نمایه ۳۵۵

پیشگفتار

حضور گسترده فناوری اطلاعات در زندگی امروز، به‌کارگیری سامانه‌ها و خدمات مبتنی بر این فناوری‌ها را به جزئی از سبک زندگی‌مان تبدیل کرده است. از بین انواع سامانه‌های نرم‌افزاری، سامانه‌های اطلاعات را می‌توان گونه فراگیر و غالب دانست که بسیاری از نیازها و کارهای‌مان را با به‌کارگیری آنها به انجام می‌رسانیم (از سامانه آموزش دانشگاهی گرفته تا سامانه‌های بانکی برای عملیات پرداخت، نوبت‌گیری[1] و نظایر اینها).

حوزه پزشکی و سلامت همواره از بخش‌های مهم و جذاب ازهرجهت بوده است (ازنظر: اهمیت و حساسیت، تنوع و تعدد خدمات و نیازها، حجم بازار و غیره).

توسعه سامانه‌های اطلاعات در حوزه سلامت (سامانه‌هایی نظیر EMR، LIS، RIS، HIS، EHR، PHR، CPOE و نظایر آنها که در این کتاب هم معرفی خواهند شد)، ضمن تبعیت از اصول مهندسی برای توسعه یک نرم‌افزار (مهندسی نرم‌افزار)، به آشنایی با مفاهیم و ابزارهای طراحی و ایجاد پایگاه داده (DB) نیز نیاز دارد. براین‌اساس، کتاب حاضر با عنوان «اصول توسعه سامانه‌های اطلاعات سلامت» تألیف و در اختیار مخاطبان و علاقه‌مندان به این حوزه قرار گرفته است.

مخاطبان اصلی این کتاب، دانشجویان و محققان رشته‌های (بین‌رشته‌ای) رایانه و پزشکی/سلامت نظیر انفورماتیک پزشکی، فناوری اطلاعات سلامت، مدیریت اطلاعات سلامت، هوش مصنوعی در پزشکی و نظایر آنها هستند که در برنامه‌های آموزشی مصوب، دروسی اغلب در زمینه تحلیل و طراحی سامانه‌های اطلاعات سلامت و طراحی و مدیریت پایگاه داده دارند. علاوه بر افرادی که از کتاب حاضر به‌عنوان کتاب درسی نیز می‌توانند استفاده کنند؛ دانشجویان و علاقه‌مندان به رشته‌های مهندسی و علوم رایانه که دروس تخصصی در زمینه‌های مهندسی نرم‌افزار، پایگاه داده، یا سامانه‌های توزیعی دارند نیز می‌توانند از این کتاب طبق نیازشان بهره ببرند.

---

1. Reservation

در این کتاب از فضای موضوعی بسیار بزرگ و متنوع کاربردها و جنبه‌های گوناگون و مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات در مراقبت سلامت، فقط به حوزه نرم‌افزار (نه سخت‌افزارها)، و آن هم فقط به نرم‌افزارهای گونه سامانه‌های اطلاعات پرداخته خواهد شد.

بر همین اساس، مطالب کتاب در بخش‌هایی شامل فصل‌های زیر سازماندهی شده‌اند:

در بخش (الف) مقدمه، پس از فصل کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، معرفی اجمالی و کاربردی از انواع سامانه‌های اطلاعات در حوزه‌های مختلف مراقبت سلامت (نظیر سامانه اطلاعات بیمارستانی، پرونده الکترونیک سلامت، پرونده الکترونیک شخصی و نظایر آنها) ارائه خواهد شد.

در بخش (ب) فرایند توسعه سامانه‌های نرم‌افزاری به‌طور مبسوط معرفی و بحث خواهد شد؛ در خصوص نرم‌افزارها و انواع آنها، مهندسی نرم‌افزار و ضرورت آن، و همچنین جزئیات فرایند توسعه نرم‌افزارها در اصول مهندسی نرم‌افزار صبحت خواهد شد؛ ازجمله، روش‌شناسی و معرفی روش‌های توسعه نرم‌افزار طرح‌گرا و چابک، و اصولی در انتخاب به‌کارگیری هرکدام از روش‌ها در پروژه‌های با مختصات مختلف، تشریح جزئیات مراحل توسعه نرم‌افزارها اعم از مهندسی نیازمندی‌ها، طراحی و پیاده‌سازی، ارزیابی و تکامل نرم‌افزارها و جزئیاتی که به شناخت آنها برای توسعه هر نرم‌افزار و ازجمله یک سامانه اطلاعات و به‌طور مشخص در حوزه مراقبت سلامت نیاز هست.

در بخش (ج) مدیریت داده‌ها، با توجه به اینکه سامانه‌های اطلاعات بنا به وظیفه و رسالت‌شان در مدیریت و به‌کارگیری داده‌ها باید از اصول و روش‌های مدیریت داده‌ها استفاده کنند، مفاهیم و اصول مرتبط با پایگاه داده‌ها[1] چه به‌صورت سنتی (نظیر مدل داده رابطه‌ای و زبان SQL) و چه غیررابطه‌ای (نظیر مدل‌های داده NoSQL شامل مدل کلید-مقدار، مدل ستونی، مدل document و مدل گرافی) به همراه شیوه‌های کاربست آنها درعمل برای توسعه سامانه‌های اطلاعات مراقبت سلامت تشریح خواهند شد.

آنچه تا بدین‌جا معرفی خواهد شد، توسعه سامانه‌های اطلاعات فارغ از توزیع‌شده‌بودن سامانه است (یعنی سامانه اطلاعات متمرکز در یک ماشین فیزیکی یا سامانه رایانه‌ای)؛ اما حقیقت امر در دنیای واقعی این است که سامانه‌ها در واقع باید به‌صورت نامتمرکز و توزیع‌شده باشند. بنابراین در بخش (د) اصول سامانه‌های توزیع‌شده شامل مفاهیم، ضرورت و مزایا، موانع و چالش‌های توزیع‌شده‌بودن سامانه‌ها معرفی و راهکارهای چالش‌های پیش‌رو در سامانه‌های توزیع‌شده به‌اختصار معرفی می‌شوند.

به‌منظور جهت‌دهی به مطالعات و پژوهش‌های علاقه‌مندان، فراگیران و پژوهشگران عزیز، در بخش (ه) کتاب در قالب مباحث پیشرفته در سامانه‌های اطلاعات سلامت به معرفی اجمالی برخی فناوری‌های کمابیش نوین و کاربردی در مقوله تحول دیجیتال در سلامت (نظیر کلان داده و علم

1. Databases

داده، هوش مصنوعی و داده‌کاوی، اینترنت اشیا، زنجیره بلوکی، و فناوری واقعیت مجازی/افزوده/ترکیبی) خواهیم پرداخت. مطالب و تصاویر این فصل عمدتاً توسط نگارنده ارائه شده و به‌عنوان نمونه، به برخی از پژوهش‌های اینجانب ارجاع داده شده است.

امید آنکه کتاب حاضر بتواند معرفی مختصر و مفیدی از مبانی لازم برای تحلیل، طراحی و ارزیابی سامانه‌های اطلاعات در حوزه سلامت ارائه کند و ضمن آنکه خوانندگان و علاقه‌مندان را با موضوعات و حوزه‌های کاربردی در این زمینه آشنا می‌کند، تمرینی برای تفکر نقادانه[1] علمی نیز برای آنها باشد.

علی اصغر صفائی
عضو هیأت علمی انفورماتیک پزشکی و علم‌داده
دانشگاه تربیت مدرس
پاییز ۱۴۰۳
aa.safaei@modares.ac.ir

1. Critical thinking