

بنام خدا

راهنمای جامع مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از هوش مصنوعی

مولفان:

مبینا فتحی

آیلین مرادی

ستاره اقاچانی

ناظر علمی:

مبینا فتحی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir



سرشناسه: فتحی، مینا، ۱۳۸۱
عنوان و نام پدیدآورندگان: راهنمای جامع مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از هوش مصنوعی / مولفان: مینا فتحی، آیلین مرادی، ستاره اقاچانی
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری: ۹۰ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۵۲۳-۴
شناسه افزوده: مرادی، آیلین، ۱۳۸۱
شناسه افزوده: اقاچانی، ستاره، ۱۳۷۳
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: اورژانس هوشمند
رده بندی کنگره: TP ۹۸۳
رده بندی دیویی: ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۶۳۱۲۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

نام کتاب: راهنمای جامع مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از هوش مصنوعی
مولفان: مینا فتحی - آیلین مرادی - ستاره اقاچانی
ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای و: الهام غفاری
تنظیم طرح جلد: پریا فرجام
ناظر علمی: مینا فتحی
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۵
چاپ: زیرجد
قیمت: ۱۸۰۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۵۲۳-۴
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



پیشگفتار.....	ج
فصل اول:	۱
زیرساخت های دیجیتال و ورود هوش مصنوعی به مدیریت سلامت	۱
۱-۱. مبانی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در حوزه سلامت.....	۳
۱-۲. اکوسیستم داده های سلامت.....	۴
۱-۳. زیرساخت های تکنولوژیک و اتصال پذیری.....	۶
۱-۴. نقش هوش مصنوعی در تغییر پارادایم های مدیریت خدمات سلامت.....	۱۰
۱-۵. آمادگی سازمانی برای تحول دیجیتال.....	۱۲
منابع.....	۱۶
فصل دوم:	۱۸
کاربردهای عملیاتی هوش مصنوعی در مدیریت عملیات و منابع	۱۸
مقدمه:.....	۲۰
۲-۱. بهینه سازی جریان بیمار و مدیریت ظرفیت.....	۲۱
۲-۲. مدیریت هوشمند زنجیره تأمین و دارویی.....	۲۴
۲-۳. هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی و برنامه ریزی پرسنل.....	۲۷
۲-۴. مدیریت مالی و کنترل هزینه های درمانی.....	۲۹
۲-۵. بهبود کیفیت و مدیریت ریسک در خدمات درمانی.....	۳۲
جمع بندی.....	۳۵
منابع.....	۳۷
فصل سوم:	۴۰
حاکمیت، اخلاق و افق های آینده در مدیریت هوشمند.....	۴۰
مقدمه:.....	۴۲
۳-۱. چالش های اخلاقی و سوگیری در الگوریتم ها.....	۴۳
۳-۲. امنیت سایبری و حریم خصوصی داده های بیمار.....	۴۶
۳-۳. چارچوب های قانونی و مقررات گذاری.....	۴۸

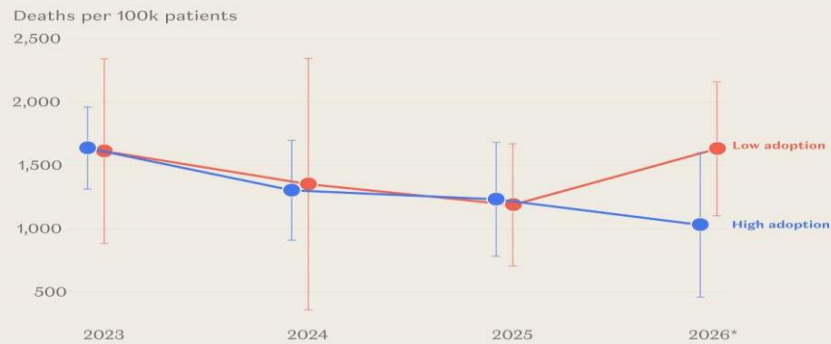
۳-۴. هوش مصنوعی و تجربه بیمار.....	۵۱
۳-۵. آینده پژوهی، مسیر حرکت به سوی سیستم‌های خودمختار.....	۵۳
جمع‌بندی.....	۵۶
منابع.....	۵۷
فصل چهارم:.....	۵۸
مدیریت مبتنی بر داده‌های بالینی و تصمیم‌یاری هوشمند.....	۵۸
مقدمه:.....	۶۰
۴-۱. یکپارچه‌سازی پرونده الکترونیک سلامت (EHR) با سیستم‌های تصمیم‌یار.....	۶۲
۴-۲. تحلیل‌های پیش‌بینانه در مدیریت بیماری‌های مزمن.....	۶۳
۴-۳. پایش هوشمند خروجی‌های درمانی (Clinical Outcomes).....	۶۵
۴-۴. مدیریت فرآیندهای تشخیص و درمان با هوش مصنوعی.....	۶۶
جمع‌بندی.....	۶۹
منابع.....	۷۱
فصل پنجم:.....	۷۲
مدیریت نوآوری و اکوسیستم سلامت دیجیتال.....	۷۲
مقدمه:.....	۷۴
۵-۱. مدیریت استارت‌آپ‌های سلامت (HealthTech) و نوآوری‌های دیجیتال.....	۷۵
۵-۲. مدیریت پذیرش فناوری‌های نوظهور در سازمان‌های سنتی.....	۷۶
۵-۳. همکاری میان سازمان‌های درمانی و شرکت‌های فناوری.....	۷۸
۵-۴. مدیریت پروژه‌های تحول دیجیتال.....	۷۹
۵-۵. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های آینده‌محور.....	۸۱
جمع‌بندی.....	۸۲
جمع‌بندی کل کتاب.....	۸۳
منابع.....	۸۴



در دنیای پیچیده امروز، مدیریت خدمات بهداشتی درمانی با چالش‌های بی‌سابقه‌ای روبه‌روست. فشار بر کادر درمان، پیچیدگی فرآیندهای اداری و نیاز به تصمیم‌گیری‌های لحظه‌ای و دقیق، دیگر با روش‌های سنتی مدیریت قابل پاسخ‌گویی نیست. «هوش مصنوعی» در این میان نه یک انتخاب لوکس، بلکه ضرورتی برای بقا و ارتقای کیفیت زندگی بیماران است..

Some evidence shows mortality falls in health systems adopting AI fastest

In-system mortality per 100k patients, by ambient AI adoption (share of notes referencing AI tools).



Source: Protege DataLab / Protege healthcare data provider network.

More charts: a16z.news/subscribe

Protege | A16Z

گواه این مدعا، داده‌های اخیر (مطابق با نمودار ارائه شده) است که شکافی معنادار و رو به رشد را در عملکرد نظام‌های سلامت نشان می‌دهد. تحلیل‌ها حاکی از آن است که سیستم‌های درمانی که هوش مصنوعی محیطی را در جریان کاری خود سریع‌تر ادغام کرده‌اند، با کاهش محسوسی در نرخ مرگ‌ومیر مواجه شده‌اند.

در حالی که نظام‌های سلامت با پذیرش پایین فناوری در سال ۲۰۲۶، شاهد افزایش یا بازگشت نرخ مرگ‌ومیر به سطوح بالاتر بوده‌اند، سیستم‌هایی که در استفاده از هوش مصنوعی پیش‌رو بوده‌اند، توانسته‌اند این شاخص حیاتی را به شکل پیوسته‌ای کنترل و کاهش دهند..

اما کاربرد این فناوری چگونه این تفاوت را رقم می‌زند؟

تصور کنید پزشکی را که به جای صرف وقت برای مستندسازی دستی و تایپ گزارش‌های طولانی، توسط دستیار هوش مصنوعی محیطی پشتیبانی می‌شود. این فناوری با «گوش دادن» هوشمندانه و ثبت دقیق نکات کلیدی در پرونده الکترونیک سلامت، پزشک را از بار اداری رها کرده و به او اجازه می‌دهد تا تمرکز اصلی خود را بر «ارتباط انسانی» و «تشخیص دقیق‌تر» بگذارد. این یعنی کاهش خطاهای انسانی، افزایش دقت در تجویزها و در نهایت، نجات جان بیماران.

این کتاب، راهنمایی است برای مدیران و تصمیم‌گیران حوزه سلامت که می‌خواهند از حاشیه به متن تحول دیجیتال بیایند. ما در اینجا تنها از تئوری نمی‌گوییم، بلکه به شما نشان می‌دهیم چگونه هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان عضوی از تیم شما، نه تنها کارایی عملیاتی را بالا ببرد، بلکه با تبدیل داده‌های خام به بینش‌های حیاتی، کیفیت نتایج بالینی را به سطحی جدید ارتقا دهد.

فصل اول:
زیر ساخت های دیجیتال
و ورود هوش مصنوعی
به مدیریت سلامت

۱-۱. مبانی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در حوزه سلامت

هوش مصنوعی طی چند سال گذشته از محدوده‌ی آزمایشگاه‌های علوم رایانه فاصله گرفته و وارد بخش‌هایی از نظام سلامت شده است که پیش‌تر عمدتاً بر قضاوت انسانی یا قواعد از پیش تعیین‌شده متکی بودند. گسترش پرونده‌های الکترونیک، دسترسی به داده‌های بالینی و مدیریتی در مقیاسی بزرگ‌تر، و افزایش توان پردازشی، زمینه را برای به کارگیری الگوریتم‌ها در وظایفی مانند تشخیص، پیش‌بینی خطر، برنامه‌ریزی منابع و تحلیل جریان بیمار فراهم کرده‌اند. با وجود رواج گسترده‌ی این اصطلاحات، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و هوش مصنوعی مولد مفاهیم یکسانی نیستند و تفکیک آن‌ها برای فهم دقیق کاربردهای مدیریتی ضروری است.

سازمان جهانی بهداشت^۱ هوش مصنوعی را، در معنایی کلی، به سامانه‌ها و ابزارهایی مرتبط می‌داند که با استفاده از الگوریتم‌ها از داده می‌آموزند و می‌توانند بخشی از وظایف را بدون آنکه تمام مراحل اجرای آن‌ها به صورت صریح توسط انسان برنامه‌نویسی شده باشد، انجام دهند. این تعریف نشان می‌دهد هوش مصنوعی نام یک فناوری واحد و منفرد نیست، بلکه طیفی از روش‌ها را در بر می‌گیرد؛ از سامانه‌های قاعده‌محور و تصمیم‌یار گرفته تا مدل‌های یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و مدل‌های مولد. کاربرد این روش‌ها نیز بسته به مسئله متفاوت است: یک الگوریتم ممکن است برای طبقه‌بندی تصویر پزشکی طراحی شده باشد، در حالی که الگوریتمی دیگر احتمال بستری مجدد بیمار یا میزان تقاضای یک واحد درمانی را برآورد کند.

یادگیری ماشین یکی از شاخه‌های اصلی هوش مصنوعی است. در برنامه‌نویسی سنتی، قواعد تصمیم‌گیری را انسان تعریف می‌کند و نرم‌افزار همان قواعد را اجرا می‌کند؛ در یادگیری ماشین، در مقابل، بخش مهمی از رابطه‌ی میان ورودی و خروجی از دل داده استخراج می‌شود. برای نمونه، اگر هدف پیش‌بینی بستری مجدد باشد، مدل می‌تواند از متغیرهایی مانند سن، تشخیص، بیماری‌های همراه، مدت بستری، سابقه‌ی مراجعه و برخی عوامل اجتماعی استفاده کند و بر اساس الگوهای موجود در داده‌های پیشین، احتمال بازگشت بیمار را تخمین بزند. نکته‌ی مهم آن است که مدل لزوماً «علت» یک رخداد را کشف نمی‌کند؛ ممکن است تنها رابطه‌ای آماری میان متغیرها آموخته باشد. این تمایز در کاربردهای

؛ سازمان جهانی بهداشت: نهاد تخصصی سازمان ملل متحد در حوزه سلامت (WHO) World Health Organization^۱ عمومی بین‌المللی که در زمینه سیاست‌گذاری، استانداردگذاری، تولید راهنماهای فنی و هماهنگی اقدامات جهانی سلامت فعالیت می‌کند.

سلامت اهمیت زیادی دارد، زیرا تصمیم‌های بالینی و مدیریتی اغلب پیامدهای مستقیمی برای بیمار، کارکنان یا سازمان دارند.

روش‌های یادگیری ماشین را معمولاً بر اساس شیوه‌ی یادگیری دسته‌بندی می‌کنند. در یادگیری نظارت‌شده، مدل با نمونه‌هایی آموزش می‌بیند که پاسخ درست آن‌ها از پیش مشخص است؛ مانند مجموعه‌ای از بیماران که وضعیت بستری مجدد آنان معلوم است. در یادگیری بدون نظارت، پاسخ از پیش تعیین‌شده‌ای وجود ندارد و الگوریتم می‌کوشد ساختارهای پنهان، الگوها یا گروه‌های مشابه را در داده شناسایی کند. یادگیری تقویتی نیز بر انتخاب اقدام و دریافت بازخورد استوار است و بیشتر در مسائل تصمیم‌گیری دنباله‌دار مطرح می‌شود. یادگیری عمیق، که از شبکه‌های عصبی چندلایه بهره می‌گیرد، در تحلیل تصاویر، متن و سیگنال‌های پیچیده جایگاه ویژه‌ای یافته است.

نسل جدید مدل‌های مولد نیز دامنه‌ی کاربرد هوش مصنوعی را گسترده‌تر کرده است. این مدل‌ها می‌توانند متن، تصویر یا انواع دیگری از محتوا تولید کنند و در نسخه‌های چندوجهی، بیش از یک نوع داده را همزمان دریافت و پردازش کنند. در محیط سلامت، کاربردهای مطرح‌شده برای آن‌ها از خلاصه‌سازی اسناد و تهیه‌ی پیش‌نویس گزارش تا کمک به جست‌وجوی اطلاعات و انجام برخی وظایف اداری را در بر می‌گیرد. تفاوت مهم این مدل‌ها با بسیاری از مدل‌های کلاسیک در آن است که خروجی‌شان همواره یک برچسب، احتمال یا عدد نیست و می‌تواند به شکل متنی روان، منسجم و متقاعدکننده ظاهر شود. همین ویژگی، اهمیت ارزیابی صحت محتوا، منشأ اطلاعات و احتمال تولید پاسخ نادرست یا ساختگی را دوچندان می‌کند.

برای مدیر خدمات سلامت، دانستن جزئیات ریاضی هر الگوریتم ضروری نیست، اما فهم منطق عملکرد آن اهمیت دارد. باید روشن باشد مدل با چه داده‌ای آموزش دیده، دقیقاً چه چیزی را پیش‌بینی یا طبقه‌بندی می‌کند، خطای آن چگونه سنجیده شده و خروجی آن در کدام مرحله از فرایند کاری به کار گرفته می‌شود. مدلی با دقت آماری بالا ممکن است در بیمارستانی دیگر عملکرد مشابهی نداشته باشد یا، در صورت قرار گرفتن در جریان کاری نامناسب، هیچ اثر عملی قابل‌توجهی بر کیفیت یا بهره‌وری ایجاد نکند. به همین دلیل، ارزیابی هوش مصنوعی در سلامت صرفاً به ارزیابی الگوریتم محدود نمی‌شود؛ داده، زمینهٔ استفاده، کاربر و فرایندی که خروجی مدل در آن به کار گرفته می‌شود نیز بخشی از مسئله‌اند.

۲-۱. اکوسیستم داده‌های سلامت

تقریباً هر کاربرد جدی هوش مصنوعی در سلامت به داده وابسته است، اما داده‌ی سلامت فقط اطلاعات موجود در پرونده‌ی الکترونیک بیمار نیست. بیمارستان، آزمایشگاه، مرکز تصویربرداری، داروخانه، شرکت

بیمه، سامانه های مدیریتی، تجهیزات پزشکی و ابزارهای پوشیدنی هر یک بخشی از اطلاعات سلامت را تولید می کنند. این داده ها در نقاط مختلف ایجاد می شوند و افراد و سازمان های مختلف بر دسترسی و استفاده از آن ها اثر دارند. اصطلاح اکوسیستم داده های سلامت به همین مجموعه اشاره دارد: منابع داده، سامانه های نگهداری و انتقال، تولیدکنندگان و مصرف کنندگان داده و قواعد استفاده از آن.

پرونده ی الکترونیک سلامت یکی از مهم ترین اجزای این اکوسیستم است، اما تصویر کاملی ارائه نمی دهد. داده های تشخیصی، داروها، علائم حیاتی و نتایج آزمایش ها در کنار تصاویر پزشکی و گزارش های متنی قرار می گیرند. در لایه ی مدیریتی نیز اطلاعات پذیرش و ترخیص، اشغال تخت، زمان انتظار، هزینه ی خدمات، نیروی انسانی، موجودی دارو و استفاده از تجهیزات ثبت می شود. سامانه های پایش از راه دور و ابزارهای پوشیدنی نیز داده های فیزیولوژیک یا رفتاری تولید می کنند. سازمان جهانی بهداشت نیز داده های بالینی، تصویری، ژنومی، پروتئومی، زیست حسگرها و اطلاعات اجتماعی و محیطی را از ورودی های بالقوه ی مدل های چندوجهی می داند.

داده ها از نظر ساختار یکدست نیستند. سن بیمار، کد تشخیص، مقدار آزمایش یا زمان پذیرش معمولاً در فیلدهای مشخص ذخیره می شوند و برای تحلیل آماری آماده ترند. در مقابل، یادداشت پزشک، شرح عمل، گزارش ترخیص، تصویر، صوت و بسیاری از مکاتبات بالینی ساختار آزاد یا نیمه ساختاریافته دارند. پیشرفت پردازش زبان طبیعی و بینایی ماشین بخشی از این اطلاعات را نیز قابل تحلیل کرده است. این گسترش دامنه ی داده، فرصت بیشتری برای مدل های تحلیلی ایجاد می کند، اما کیفیت و تفسیر داده را نیز پیچیده تر می سازد.

پرونده ی الکترونیک به دلیل ثبت اطلاعات در طول زمان ارزش ویژه ای دارد و از کنار هم قرار دادن مراجعات مختلف می توان مسیر درمان، مصرف منابع یا تغییر وضعیت بیمار را بررسی کرد. با این حال، بازتاب کامل و خنثای واقعیت نیست؛ هر داده ی ثبت شده نتیجه ی یک فرایند است. شیوه ی کار واحدها، عادات های مستندسازی، طراحی نرم افزار، دسترسی بیمار به خدمات و سیاست های پرداخت می توانند تعیین کنند چه چیزی ثبت شود یا نشود. بنابراین، فقدان داده همیشه به معنای نبود اطلاعات نیست و گاهی حاصل تصمیم، رویه یا محدودیت در فرایند مراقبت است.

همین مسئله کیفیت داده را به موضوعی مدیریتی تبدیل می کند. کامل بودن، صحت، سازگاری، به هنگام بودن و تناسب با جمعیت هدف از معیارهای رایج کیفیت داده اند. مدلی که با داده های یک بیمارستان یا گروه جمعیتی آموزش دیده است، ممکن است در محیطی دیگر افت عملکرد داشته باشد.

سازمان جهانی بهداشت نیز بر تناسب داده‌های آموزشی و اعتبارسنجی با جمعیت و محیط استفاده تأکید دارد. این نگرانی زمانی جدی‌تر است که مدلی بدون اعتبارسنجی محلی در محیطی متفاوت استفاده شود. در مدیریت داده‌های سلامت، استفاده‌ی اولیه و ثانویه از یکدیگر تفکیک می‌شوند. وقتی نتیجه‌ی آزمایش برای درمان همان بیمار به کار می‌رود، استفاده اولیه است؛ اگر همان داده برای پژوهش، سنجش کیفیت، برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری یا آموزش الگوریتم استفاده شود، استفاده ثانویه محسوب می‌شود. این تغییر هدف، پیامدهای حقوقی و مدیریتی دارد و پرسش‌هایی درباره‌ی دسترسی، محرمانگی، رضایت، امنیت و مسئولیت سازمان ایجاد می‌کند.

ارزش عملی داده زمانی افزایش می‌یابد که اطلاعات پراکنده به یکدیگر متصل شوند. ممکن است آزمایش بیمار در یک مرکز، تصویر او در مرکز دیگر و بستری در بیمارستان سومی ثبت شود. اگر سامانه‌ها نتوانند این اطلاعات را تبادل و تفسیر کنند، هر واحد فقط بخشی از مسیر بیمار را می‌بیند. این محدودیت در مدیریت نیز وجود دارد؛ تحلیل جریان بیمار یا مصرف منابع بدون دسترسی به داده‌های چند واحد، تصویری ناقص از عملکرد سازمان می‌دهد. کتاب *Advancements in Digital Health and Care* نیز قابلیت همکاری^۱ و حاکمیت داده را از مسائل مهم در اتصال و بهره‌برداری از منابع دیجیتال معرفی می‌کند.

حاکمیت داده تعیین می‌کند این اکوسیستم چگونه اداره شود: مسئول کیفیت داده چه کسی است؟ دسترسی چگونه اعطا می‌شود؟ داده تا چه زمانی نگهداری می‌شود و برای چه مقاصدی می‌توان دوباره از آن استفاده کرد؟ آیا تغییرات ناشی از پاک‌سازی یا پردازش قابل ردیابی‌اند؟ پاسخ به این پرسش‌ها برای استفاده‌ی مسئولانه از هوش مصنوعی ضروری است، زیرا خطا یا سوگیری در آماده‌سازی داده می‌تواند در خروجی مدل بازتاب یابد. پیش از خرید یا توسعه‌ی سامانه‌ی هوش مصنوعی، مدیر باید بداند داده‌ی مورد نیاز کجاست، کیفیت آن چگونه سنجیده می‌شود و آیا امکان پیوند امن و معنادار آن با سایر منابع وجود دارد. بدون چنین شناختی، افزایش ظرفیت محاسباتی مسئله‌ی داده را حل نمی‌کند.

۳-۱. زیرساخت‌های تکنولوژیک و اتصال‌پذیری

داده زمانی برای تصمیم‌گیری قابل استفاده است که بتوان آن را از محل تولید به سامانه‌ای منتقل کرد که امکان ذخیره، پردازش و بازبازی آن را فراهم کند. این مسیر به شبکه، پایگاه داده، نرم‌افزارهای بالینی و مدیریتی، استانداردهای تبادل اطلاعات و زیرساخت پردازشی وابسته است. در بیمارستان، این اجزا

^۱ *Interoperability*: قابلیت همکاری؛ توانایی سامانه‌ها، تجهیزات یا نرم‌افزارهای متفاوت برای تبادل داده و استفاده صحیح و معنادار از اطلاعات دریافت‌شده. قابلیت همکاری علاوه بر ارتباط فنی، می‌تواند ابعاد ساختاری، معنایی و سازمانی نیز داشته باشد.

معمولاً طی سال ها و در قالب پروژه های جداگانه شکل گرفته اند؛ به همین دلیل، تعداد زیاد سامانه ها الزاماً به معنای یکپارچگی دیجیتال نیست.

سیستم اطلاعات بیمارستانی^۱ معمولاً فرایندهایی مانند پذیرش، ترخیص، صورتحساب و بخشی از عملیات بالینی را پوشش می دهد. در کنار آن، سیستم اطلاعات آزمایشگاه^۲، سیستم اطلاعات رادیولوژی^۳، سامانه ی آرشیو و انتقال تصاویر پزشکی^۴، سامانه ی داروخانه، پرونده ی الکترونیک و نرم افزارهای مالی و منابع انسانی فعالیت می کنند. تجهیزات پزشکی و ابزارهای پایش نیز به طور فزاینده ای داده تولید می کنند. مشکل اصلی زمانی آشکار می شود که هر سامانه از قالب، شناسه یا شیوه ی کدگذاری متفاوتی استفاده کند؛ نتیجه ممکن است بیمارستانی باشد که تقریباً تمام بخش های آن دیجیتال اند، اما اطلاعات میان آن ها به سختی جابه جا می شود.

جدول ۱-۱. اجزای اصلی زیرساخت و اتصال پذیری در سلامت دیجیتال		
جزء یا استاندارد	نقش اصلی	نمونه کاربرد در سازمان سلامت
HIS	مدیریت اطلاعات و فرایندهای اصلی بیمارستان	پذیرش، ترخیص، صورتحساب و گردش اطلاعات بالینی
LIS / RIS / PACS	مدیریت داده های تخصصی آزمایشگاه و تصویربرداری	نتایج آزمایش، درخواست های رادیولوژی و آرشیو تصاویر پزشکی
HL ^v / FHIR	استانداردسازی تبادل داده میان سامانه ها	انتقال اطلاعات بیمار، مشاهدات، داروها و درخواست های خدمت
SNOMED CT / LOINC / ICD	حفظ معنای مشترک داده و کدگذاری استاندارد	مفاهیم بالینی، آزمایش ها و طبقه بندی بیماری ها

^۱ Hospital Information System (HIS): سیستم اطلاعات بیمارستانی: سامانه ای یکپارچه برای پشتیبانی از فرایندهای بالینی، اداری و مالی بیمارستان؛ از جمله پذیرش و ترخیص بیمار، مدیریت اطلاعات بالینی، صورتحساب و گردش اطلاعات میان واحدهای مختلف.

^۲ Laboratory Information System (LIS): سیستم اطلاعات آزمایشگاه: سامانه ای تخصصی برای مدیریت گردش کار و اطلاعات آزمایشگاه، شامل ثبت درخواست آزمایش، رهگیری نمونه، ثبت و تأیید نتایج و انتقال آن ها به سایر سامانه های اطلاعات سلامت.

^۳ Radiology Information System (RIS): سیستم اطلاعات رادیولوژی: سامانه ای برای مدیریت فرایندهای اطلاعاتی بخش تصویربرداری، از ثبت درخواست و زمان بندی تا گزارش نویسی، رهگیری وضعیت بررسی ها و ارتباط با سامانه های بیمارستانی و تصویربرداری.

^۴ Picture Archiving and Communication System (PACS): سامانه آرشیو و انتقال تصاویر پزشکی: سامانه ای برای ذخیره، بازیابی، نمایش و تبادل تصاویر پزشکی دیجیتال که معمولاً با RIS، HIS و تجهیزات تصویربرداری در ارتباط است.

DICOM	استانداردسازی تصاویر پزشکی و اطلاعات همراه آنها	ذخیره و انتقال تصاویر CT، MRI و سایر روش‌های تصویربرداری
API / Integration Engine	ایجاد و مدیریت ارتباط میان نرم‌افزارها	و HIS اتصال سامانه‌های قدیمی، سرویس‌های جدید یا ابزارهای هوش مصنوعی

قابلیت همکاری برای پاسخ به همین مسئله مطرح شده است. در ساده‌ترین سطح، دو سامانه باید بتوانند داده را برای یکدیگر ارسال و دریافت کنند؛ این سطح فنی به‌تنهایی کافی نیست. ساختار پیام باید برای هر دو سامانه قابل فهم باشد و، مهم‌تر از آن، معنای داده هنگام انتقال تغییر نکند. اگر یک کد آزمایش، تشخیص یا دارو در مبدأ و مقصد تفسیر متفاوتی داشته باشد، تبادل فنی انجام شده است، اما قابلیت همکاری معنایی حاصل نشده است. هماهنگی قواعد سازمانی و مسئولیت‌ها نیز در عمل اهمیت دارد؛ زیرا حتی تبادل استاندارد داده زمانی مفید است که فرایند کاری امکان استفاده‌ی مؤثر از اطلاعات دریافت‌شده را فراهم کند.

برای کاهش ناهمگونی، استانداردهای متعددی توسعه یافته‌اند. خانواده‌ی HL^۷ سال‌هاست در تبادل اطلاعات بالینی استفاده می‌شود. FHIR^۲ رویکرد جدیدتری است که داده‌های سلامت را در قالب منابع استاندارد مانند Patient، Observation و Medication سازمان‌دهی می‌کند و با فناوری‌های رایج وب و API^۳ها سازگار است. این ویژگی می‌تواند اتصال نرم‌افزارها و سرویس‌های جدید را ساده‌تر کند. با این حال، استفاده از FHIR به‌خودی‌خود مسئله‌ی معنا را حل نمی‌کند؛ دو سازمان ممکن است هر دو از FHIR استفاده کنند، اما همچنان یک مفهوم بالینی را به شیوه‌های متفاوت نمایش دهند.

^۱ Health Level Seven (HL^۷)؛ خانواده‌ای از استانداردهای بین‌المللی برای ساختاردهی، تبادل و یکپارچه‌سازی اطلاعات الکترونیکی سلامت میان سامانه‌های مختلف. HL^۷ نام یک استاندارد منفرد نیست و استانداردهایی مانند HL^۷ Version ۲، CDA و FHIR را دربر می‌گیرد.

^۲ Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)؛ استاندارد از HL^۷ برای تبادل الکترونیکی داده‌های سلامت که اطلاعات را در قالب واحدهای ساختاریافته‌ای به نام Resource سازمان‌دهی می‌کند و برای استفاده در معماری‌های مبتنی بر وب و API طراحی شده است.

^۳ Application Programming Interface (API)؛ رابط برنامه‌نویسی کاربردی. مجموعه‌ای از قواعد و سازوکارهای نرم‌افزاری که امکان درخواست، دریافت یا تبادل داده و خدمات میان برنامه‌ها و سامانه‌های مختلف را بدون نیاز به دسترسی مستقیم به ساختار داخلی آنها فراهم می‌کند.

در این نقطه، استانداردهای اصطلاح‌شناسی و طبقه‌بندی اهمیت پیدا می‌کنند.^۱ SNOMED CT برای بازنمایی مفاهیم بالینی،^۲ LOINC برای شناسایی و کدگذاری بسیاری از آزمایش‌ها و مشاهدات، و ICD^۳ برای طبقه‌بندی بیماری‌ها و وضعیت‌های مرتبط با سلامت به کار می‌رود. در تصویربرداری پزشکی نیز DICOM^۴ قالب و شیوه‌ی ذخیره‌سازی و انتقال تصاویر و اطلاعات همراه آن‌ها را استاندارد می‌کند. هیچ‌یک از این استانداردها به‌تنهایی یکپارچگی ایجاد نمی‌کنند؛ آنچه اهمیت دارد، هماهنگی میان مدل داده، اصطلاحات و روش انتقال اطلاعات است.

معماری فناوری اطلاعات بیمارستان نیز تعیین می‌کند افزودن یک سامانه‌ی جدید تا چه اندازه دشوار باشد. بسیاری از مراکز هنوز از سامانه‌های قدیمی^۵ استفاده می‌کنند که در زمان طراحی آن‌ها، اتصال گسترده به سایر نرم‌افزارها در نظر گرفته نشده بود. در چنین شرایطی، استقرار یک ابزار هوش مصنوعی ممکن است به ایجاد اتصال‌های اختصاصی متعدد نیاز داشته باشد. معماری‌های جدیدتر می‌کوشند این وابستگی را با APIها و موتورهای یکپارچه‌سازی^۶ کاهش دهند. موتور یکپارچه‌سازی می‌تواند پیام را از یک سامانه دریافت کند، آن را تبدیل، اعتبارسنجی یا مسیریابی کند و به مقصد مناسب بفرستد. این لایه‌ی واسط، در صورت طراحی صحیح، امکان افزودن سرویس‌های جدید را بدون دستکاری گسترده‌ی همه‌ی سامانه‌های موجود فراهم می‌کند.

^۱ SNOMED Clinical Terms (SNOMED CT): اصطلاح‌شناسی بالینی استاندارد و رایانه‌خوان برای نمایش مفاهیم پزشکی و روابط میان آن‌ها، با هدف حفظ معنای بالینی اطلاعات هنگام ثبت، بازیابی و تبادل داده.

^۲ Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC): استاندارد بین‌المللی برای شناسایی و کدگذاری آزمایش‌ها، اندازه‌گیری‌ها، مشاهدات بالینی و برخی انواع اسناد سلامت، به‌گونه‌ای که نتایج در سامانه‌های مختلف قابل شناسایی و مقایسه باشند.

^۳ International Classification of Diseases (ICD): نظام طبقه‌بندی بیماری‌ها، اختلالات، علل مرگ و سایر وضعیت‌های مرتبط با سلامت که توسط سازمان جهانی بهداشت نگهداری می‌شود و در آمار سلامت، گزارش‌دهی، پژوهش و مدیریت خدمات سلامت کاربرد گسترده دارد.

^۴ Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): استاندارد بین‌المللی برای قالب، ذخیره‌سازی، انتقال و تبادل تصاویر پزشکی و اطلاعات همراه آن‌ها میان تجهیزات تصویربرداری، ایستگاه‌های کاری و سامانه‌هایی مانند PACS.

^۵ Legacy Systems: سامانه‌های قدیمی: سامانه‌هایی که همچنان در عملیات جاری سازمان مورد استفاده‌اند، اما معماری، فناوری یا استانداردهای آن‌ها ممکن است با نیازهای جدید سازگار نباشد و یکپارچه‌سازی، نگهداری یا توسعه آن‌ها دشوارتر باشد.

^۶ Integration Engine: موتور یکپارچه‌سازی: نوعی نرم‌افزار واسط یا middleware برای دریافت، تبدیل، اعتبارسنجی، مسیریابی و انتقال پیام‌ها و داده‌ها میان سامانه‌های مختلف؛ به‌ویژه در محیط‌هایی که چندین سیستم اطلاعاتی با استانداردهای قالب‌های متفاوت وجود دارند.