



کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی

تألیف:

دکتر فرزاد توحیدخواه

استاد دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دکتر فاطمه یآوری

تابستان ۱۴۰۱

سرشناسه	: توحیدخواه، فرزاد، ۱۳۳۸-
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی / تألیف فرزاد توحیدخواه، فاطمه یآوری.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۸ ص.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۵۶۲-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: پزشکی - خدمات - تکنولوژی اطلاعات.
موضوع	: انفورماتیک پزشکی.
موضوع	: پزشکی از راه دور.
شناسه افزوده	: یآوری، فاطمه، ۱۳۶۱-
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.
شناسه افزوده	: Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۳ کی ۲۹/ت ۸۵۸/۸
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۰/۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۲۷۰۴۳

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۲/۰۸/۱۹ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی
تألیف	: فرزاد توحیدخواه، فاطمه یآوری
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ چهارم	: تابستان ۱۴۰۱
قیمت	: ۱۱۵۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۵۰۰
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۵۶۲-۵
	ISBN : 978-964-463-562-5

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

I پیشگفتار

II چکیده

۱ فصل اول- کلیات

۱-۱-۱ انفورماتیک پزشکی

۲-۱ داده‌ها و اطلاعات

۱-۲-۱ سیکل تشخیص- درمان

۳-۱ پردازش اطلاعات

۱-۳-۱ پشتیبانی از تفکر انسان

۲-۳-۱ توسعه در مراقبتهای سلامت

۳-۳-۱ شباهتها و تناظرها

۴-۱ تقسیم‌بندی سیستماتیک کاربردهای کامپیوتر

۲۱ فصل دوم: اطلاعات و ارتباطات

۱-۲ مقدمه

۲-۲ فرستنده، کانال و گیرنده

۳-۲ ادراک و مبدل‌ها

۴-۲ جوانب اطلاعات

۱-۴-۲ جنبه‌ی قاعده‌های

۲-۴-۲ جنبه‌ی مفهومی

۳-۴-۲ جنبه‌ی عملی

۳۲.....	۲-۴-۴- تعریف ریاضی اطلاعات
۳۴.....	۲-۵- آنترپری اطلاعات
۳۶.....	۲-۶- داده‌ها در کامپیوتر
۳۷.....	۲-۶-۱- کامل بودن
۳۸.....	۲-۶-۲- صحت
۳۹.....	۲-۶-۳- دقت
۳۹.....	۲-۶-۴- کد کردن
۴۰.....	۲-۶-۵- متن آزاد
۴۱.....	۲-۶-۶- نتایج
۴۳.....	فصل سوم: پزشکی از راه دور
۴۳.....	۳-۱- تعریف پزشکی از راه دور
۴۴.....	۳-۲- تاریخچه
۴۴.....	۳-۳- انواع پزشکی از راه دور
۴۶.....	۳-۴- اهداف پزشکی از راه دور
۴۷.....	۳-۵- مشکلات و موانع در پزشکی از راه دور
۴۸.....	۳-۶- کاربردهای پزشکی از راه دور
۴۸.....	۳-۶-۱- مشاوره از راه دور
۴۸.....	۳-۶-۲- آموزش از راه دور
۴۸.....	۳-۶-۳- تصویربرداری از راه دور
۵۰.....	۳-۶-۴- آسیب‌شناسی از راه دور
۵۱.....	۳-۶-۵- کاردیولوژی از راه دور
۵۱.....	۳-۶-۶- درمان امراض پوستی

۵۲.....	۳-۶-۷- دیالیز از راه دور.....
۵۲.....	۳-۷- مراقبت‌های خانگی از راه دور.....
۵۲.....	۳-۸- اورژانس از راه دور.....
۵۳.....	۳-۹- جراحی از راه دور.....
۵۴.....	۳-۹-۱- محاسن جراحی از راه دور.....
۵۴.....	۳-۹-۲- تاریخچه سیستم‌های جراحی از راه دور.....
۵۶.....	۳-۱۰- پزشکی از راه دور در ایران.....
۵۷.....	۳-۱۰-۱- اولین بیمارستان الکترونیکی ایران.....
۵۷.....	۳-۱۰-۲- جراحی روباتیک در ایران.....
۵۸.....	۳-۱۰-۳- افق‌های پیش‌رو برای توسعه پزشکی از راه دور در ایران.....
۶۱.....	فصل چهارم: پردازش سیگنال‌های حیاتی.....
۶۱.....	۴-۱- مقدمه و کلیات.....
۶۲.....	۴-۲- مشخصات سیگنال‌های زیستی.....
۶۳.....	۴-۳- روش‌های پردازش.....
۶۴.....	۴-۳-۱- تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها.....
۶۵.....	۴-۳-۲- روش‌های مبتنی بردامنه‌ی سیگنال.....
۶۶.....	۴-۳-۳- طیف فرکانسی و فیلتر کردن.....
۶۸.....	۴-۳-۴- نسبت سیگنال به نویز.....
۶۹.....	۴-۳-۵- روش‌های تشخیص سیگنال.....
۷۰.....	۴-۴- پردازش سیگنال‌های تصادفی.....
۷۲.....	۴-۵- بازشناخت الگو.....
۷۲.....	۴-۵-۱- مقدمه.....

۷۲..... ۴-۵-۲- روشهای بازشناخت الگو

۷۳..... ۴-۵-۳- بازشناخت آماری الگو

۸۳..... فصل پنجم: سیستم‌های تصویرگر پزشکی

۸۳..... ۵-۱- مقدمه

۸۴..... ۵-۲- فرا صوت

۸۵..... ۵-۲-۱- اصول اسکنرهای اکو

۸۷..... ۵-۳- رادیولوژی

۸۹..... ۵-۴- اصول DSA

۹۱..... ۵-۵- توموگرافی کامپیوتری

۹۲..... ۵-۶- اصول توموگرافی کامپیوتری

۹۵..... ۵-۷- اصول تصویرگری تشدید مغناطیسی

۹۹..... فصل ششم: پردازش تصویر

۹۹..... ۶-۱- مقدمه

۱۰۱..... ۶-۲- بهبود کیفیت تصویر

۱۰۲..... ۶-۲-۱- تعدیل هیستوگرام

۱۰۵..... ۶-۲-۲- تفریق تصویر

۱۰۶..... ۶-۲-۳- متوسط‌گیری تصویر

۱۰۶..... ۶-۲-۴- فیلترکردن

۱۰۸..... ۶-۳- بخش‌بندی تصویر

۱۰۸..... ۶-۳-۱- آشکارسازی ناپیوستگی‌ها

۱۱۰..... ۶-۳-۲- آستانه گذاری

۱۱۱	 رشد ناحیه ۳-۳-۶
۱۱۲	 تقسیم و ادغام ناحیه ۴-۳-۶
۱۱۲	 فشرده سازی تصویر ۴-۶
۱۱۳	 کد کردن طول دنباله ۱-۴-۶
۱۱۳	 کد هافمن ۲-۴-۶
۱۱۴	 کدهای تبدیلی ۳-۴-۶

فصل هفتم: مدلسازی سیستم های بیولوژیکی..... ۱۲۷

۱۲۷	 کلیات و تعاریف ۱-۷
۱۲۸	 انواع مدل ۲-۷
۱۲۹	 کاربرد مدل ۳-۷
۱۳۰	 روشهای مدلسازی ۴-۷
۱۳۰	 مدلسازی تحلیلی ۱-۴-۷
۱۳۷	 مدلسازی تجربی (شناسائی سیستم) ۲-۴-۷
۱۴۱	 مثالهای بیولوژیکی ۵-۷

فصل هشتم: کنترل سیستم های بیولوژیکی..... ۱۴۹

۱۴۹	 تعاریف و کلیات ۱-۸
۱۵۱	 روشهای کنترل ۲-۸
۱۵۱	 تبدیل لاپلاس ۱-۲-۸
۱۵۴	 تابع تبدیل سیستم ۲-۲-۸
۱۵۴	 نمایش سیستم با بلوک دیاگرام ۳-۲-۸
۱۵۵	 سیستم های کنترل حلقه باز و حلقه بسته ۴-۲-۸

۱۵۸	۳-۸- مشخصه‌های عملکرد سیستم کنترل
۱۵۹	۱-۳-۸- جبران سازی
۱۶۰	۴-۸- مثالهایی از کنترل در سیستم‌های بیولوژیکی
۱۶۴	۵-۸- کنترل‌کننده پیش بین مبتنی بر مدل
۱۶۶	۱-۵-۸- کنترل عمق بیهوشی
۱۶۷	۲-۵-۸- طراحی کنترل‌کننده پیش بین

فصل نهم: بیوانفورماتیک..... ۱۷۷

۱۷۷	۱-۹- مقدمه
۱۷۹	۲-۹- مفاهیم پایه
۱۷۹	۱-۲-۹- DNA، ژن و نحوه تولید پروتئین
۱۸۳	۳-۹- تعریف بیوانفورماتیک
۱۸۶	۴-۹- زیرشاخه‌های بیوانفورماتیک
۱۸۷	۵-۹- پروژه‌ی ژنوم
۱۸۹	۶-۹- کاربردهای بیوانفورماتیک
۱۹۲	۷-۹- توسعه تکنولوژی
۱۹۷	۸-۹- پایگاه داده
۱۹۷	۹-۹- جعبه ابزار بیوانفورماتیک در برنامه نویسی متلب
۱۹۸	۱۰-۹- بیوانفورماتیک دانوم تخصصی و انفورماتیک
۱۹۹	۱۱-۹- بیوانفورماتیک و انفورماتیک پزشکی
۲۰۱	۱-۱۱-۹- تاثیر بیوانفورماتیک در رشد آموزش پزشکی و علوم تحقیقی پزشکی
۲۰۱	۱۲-۹- تعامل بیوانفورماتیک با سایر رشته‌ها
۲۰۲	۱۳-۹- دوره‌های دانشگاهی بیوانفورماتیک

فصل دهم: سیستم های پشتیبانی تصمیم پزشکی.....	۲۰۵
۱-۱۰- روش های پشتیبانی تصمیم.....	۲۰۵
۱-۱-۱۰- مقدمه.....	۲۰۶
۲-۱-۱۰- یادگیری انسان و ماشین.....	۲۰۷
۳-۱-۱۰- مدل های پشتیبانی تصمیم.....	۲۱۴
۴-۱-۱۰- مقبولیت سیستم های پشتیبانی تصمیم.....	۲۲۵
۲-۱۰- سیستم های پشتیبانی تصمیم بالینی.....	۲۲۶
۱-۲-۱۰- مقدمه.....	۲۲۶
۲-۲-۱۰- تعریف سیستم های پشتیبانی تصمیم بالینی.....	۲۲۷
۳-۲-۱۰- دسته بندی سیستم های پشتیبانی تصمیم بالینی.....	۲۲۸
۴-۲-۱۰- روند فعلی.....	۲۳۱
۳-۱۰- استراتژی های جمع آوری اطلاعات پزشکی.....	۲۳۱
۱-۳-۱۰- مقدمه.....	۲۳۱
۲-۳-۱۰- نیازهای اطلاعاتی و حل مسأله.....	۲۳۳
۳-۳-۱۰- طبقه بندی سیستم های پشتیبانی تصمیم و پایگاه اطلاعات پزشکی.....	۲۳۴
۴-۳-۱۰- پایگاه اطلاعات پزشکی و جمع آوری اطلاعات پزشکی.....	۲۳۴
۵-۳-۱۰- روند آتی جمع آوری اطلاعات.....	۲۳۶
۶-۳-۱۰- کاربرد پایگاه اطلاعات پزشکی.....	۲۳۷
۷-۳-۱۰- ارزیابی پایگاه اطلاعات پزشکی.....	۲۳۸
۴-۱۰- ابزارهای پیش بینی برای پشتیبانی تصمیم بالینی.....	۲۳۸
۱-۴-۱۰- مقدمه.....	۲۳۸
۲-۴-۱۰- توسعه روش های پیش بینی.....	۲۳۹
۳-۴-۱۰- پشتیبانی تصمیم با ابزارهای پیش بینی ساده.....	۲۴۰

۲۴۵..... واژه‌نامه

۲۴۹..... نمایه

۲۵۱..... منابع و مآخذ

پیشگفتار

جایگاه و کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی روز به روز گسترده‌تر و مهم‌تر می‌شود. این توسعه در کشورهای پیشرفته‌ی جهان، منجر به تاسیس دانشکده‌های مرتبط در مراکز مهندسی و پزشکی گردیده است. امروزه استفاده از روش‌های نوین پردازش، انتقال و ذخیره‌سازی اطلاعات پزشکی توانسته تحول شگرفی را در پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها ایجاد نماید که از آن جمله می‌توان به روش‌های نوین تصویربرداری پزشکی و نیز پردازش تصاویر و سیگنال‌های پزشکی و بیولوژیکی اشاره نمود. بعنوان مثالی دیگر، می‌توان به پزشکی از راه دور اشاره کرد که سبب دسترسی راحت‌تر و ارزان‌تر بیماران به متخصصین مربوطه می‌گردد. استفاده از روش‌های پشتیبان تشخیص و تصمیم‌گیر در پزشکی نیز از جمله محورهای فناوری اطلاعات پزشکی است که می‌تواند به تشخیص بهتر و کاهش خطاهای انسانی کمک شایانی نماید.

خوشبختانه در سال ۱۳۸۳ و در راستای رفع نیاز کشور، دانشکده‌ی مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برای اولین بار در کشور موفق به تدوین دوره‌ی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات پزشکی گردید که تا کنون چندین دوره فارغ‌التحصیل داشته است. از جمله دروس اصلی این دوره، درسی با عنوان "کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی" می‌باشد که هدف از آن، آشنا نمودن دانشجویان این رشته با حوزه‌های مختلف بکارگیری فناوری اطلاعات در علوم پزشکی است. کتاب حاضر بر اساس تجربیات حدود ده سال تدریس این درس در این دوره بدست آمده است.

این کتاب همچنین می‌تواند برای درسی با همین عنوان که در دروه کارشناسی ارشد مهندسی اطلاعات پزشکی در نظر گرفته شده است، مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر دانشجویان کارشناسی ارشد، دانشجویان مستعد در سال آخر دوره کارشناسی مهندسی بیوالکتریک و فارغ التحصیلان مهندسی پزشکی نیز می‌توانند از مطالب کتاب برای آشنائی با حوزه‌های فناوری اطلاعات در پزشکی استفاده نمایند.

شایان ذکر است که با توجه به زمینه‌های گسترده و متنوع فناوری اطلاعات در پزشکی، تبیین و تشریح تمام این زمینه‌ها در افق اهداف این کتاب قرار نداشته و موضوعات فصول کتاب بیشتر به اولویت‌های بالاتر از دیدگاه مهندسی تخصیص داده شده‌اند. سازماندهی فصول کتاب

بدین قرار است که کلیات و مفاهیم اولیه و پایه در فصل‌های اول و دوم مطرح خواهند گردید. در فصل سوم، تعاریف اولیه، اصول و حوزه‌های مختلف پزشکی از راه دور تشریح می‌گردند. در فصل چهارم، مفاهیم پایه در حوزه‌ی پردازش سیگنال‌های حیاتی معرفی می‌شوند. استفاده از تصاویر پزشکی در تشخیص و درمان بیماری‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است و روز به روز بر این اهمیت افزوده می‌شود. به همین دلیل، در فصل‌های پنجم و ششم، به این موضوع مهم پرداخته شده و اصول روش‌های تصویربرداری (فصل پنجم) و پردازش تصاویر پزشکی (فصل ششم) به اختصار معرفی خواهند شد. قابل ذکر است که اخذ و پردازش تصاویر پزشکی از جمله مواردی است که در آن استفاده از کامپیوتر بسیار مشخص بوده و بدون استفاده از کامپیوتر، انجام این امور به هیچ عنوان میسر و امکان پذیر نمی‌بود. از جمله کاربردهای دیگر کامپیوتر، استفاده از آن در مدلسازی و کنترل سیستم‌های بیولوژیکی است که این مباحث، در فصل‌های هفتم و هشتم مورد بررسی قرار می‌گیرند. آشنائی با بحث بیوانفورماتیک در فصل نهم صورت گرفته و در فصل دهم مروری بر سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری انجام خواهد شد.

فرزاد توحیدخواه، فاطمه یاوری

دانشگاه صنعتی امیرکبیر - زمستان ۹۲

چکیده

در فصل اول کتاب حاضر، به معرفی کلیات انفورماتیک پزشکی پرداخته می‌شود. در این فصل، مقدمه‌ای بر انفورماتیک پزشکی ارائه شده و مفاهیم پایه، مانند داده و اطلاعات معرفی می‌شوند. در ادامه‌ی این فصل، سطوح مختلف کاربرد کامپیوتر در پزشکی به همراه توضیحات و مثال‌هایی برای هر سطح آورده شده‌اند. در فصل دوم، مفهوم اطلاعات با استفاده از مثال‌هایی در کاربردهای پزشکی، توضیح داده می‌شود. جوانب مختلف اطلاعات به همراه ذکر مثال معرفی می‌شوند. در ادامه، روش‌هایی برای افزایش سطح اطلاعات در گیرنده آورده شده‌اند. سپس انواع داده‌ها در کامپیوتر به همراه مثال‌هایی در پزشکی توضیح داده شده‌اند. در فصل سوم به معرفی پزشکی از راه دور، اهداف آن و زیرشاخه‌های آن مانند مشاوره از راه دور، آموزش از راه دور، تصویربرداری از راه دور، آسیب‌شناسی از راه دور، دیالیز از راه دور و غیره پرداخته شده است. در فصل چهارم به مبحث پردازش سیگنال‌های حیاتی پرداخته می‌شود. مفهوم سیگنال و انواع سیگنال‌ها معرفی شده و سپس یک بحث مقدماتی در ارتباط با تجزیه و تحلیل سیستم‌ها ارائه شده است. در ادامه، روش‌های مختلف پردازش سیگنال و روش‌های بازساخت الگو بررسی می‌شوند. در فصل پنجم، سیستم‌های تصویرگر پزشکی شامل فراصوت، رادیولوژی، توموگرافی کامپیوتری و تصویرگری تشدید مغناطیسی معرفی می‌شوند. فصل ششم به مبحث پردازش تصویر می‌پردازد. مباحث مطرح‌شده در این فصل، شامل معرفی روش‌های بهبود کیفیت تصویر، بخش‌بندی تصویر و فشرده‌سازی تصویر می‌باشند. در فصل هفتم به بررسی مساله‌ی مدل‌سازی سیستم‌های بیولوژیکی پرداخته می‌شود. انواع مدل، کاربردهای آن و روش‌های مختلف مدل‌سازی معرفی می‌شوند و سپس چند نمونه مثال بیولوژیکی از مدل‌سازی ارائه شده‌اند. در فصل هشتم به بحث کنترل سیستم‌های بیولوژیکی پرداخته شده است. روش‌های کنترل و مشخصه‌های عملکرد سیستم کنترل توضیح داده می‌شوند. در انتها، یک مثال بیولوژیکی از کنترل سیستم آورده شده است. در فصل نهم به بررسی موضوع بیوانفورماتیک پرداخته می‌شود. مفهوم بیوانفورماتیک و زیرشاخه‌های آن معرفی شده و در

مورد اهداف و کاربردهای این علم بحث می‌شود. سپس به بررسی توسعه‌ی این تکنولوژی، متخصصین در این رشته، مقایسه‌ی آن با انفورماتیک پزشکی و تعامل آن با سایر رشته‌ها پرداخته می‌شود. دوره‌های دانشگاهی بیوانفورماتیک در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری، در انتهای این فصل معرفی شده‌اند. در فصل دهم، سیستم‌های پشتیبان تصمیم پزشکی معرفی می‌شوند. روش‌ها و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم معرفی شده و سپس به بررسی استراتژی‌های جمع‌آوری اطلاعات پزشکی پرداخته می‌شود. ابزارهای پیش‌بینی برای پشتیبانی تصمیم بالینی در انتها معرفی می‌شوند.