Archive of SID

بررسی افزایش کارایی بیمارستان با استفاده از شبکه های هوشمند

ندا درویش[۱*]، فرزاد توحید خواه[۲]، رسول خیاطی[۳]، مهناز واعظی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳۰

چکیده:

سابقه وهدف : هزینه نیروی انسانی هر بیمارستان، به عنوان بزرگترین ارائه کننده مراقبت های بهداشتی و درمانی به آحاد جامعه، بخش عمده‌ی منابع و اعتبارات تخصیص یافته به بخش بهداشت و درمان کشور را به خود اختصاص می دهد.

در این پژوهش، هدف مدلسازی بیمارستان و استفاده از سیستم های هوشمند برای تنظیم برنامه‌ی نوبت کاری و تعیین تعداد بهینه‌ی کارکنان به منظور افزایش کارایی بیمارستان و حداقل نمودن هزینه ها، می‌باشد. از آنجایی که حضور بیماران در بیمارستان و ترخیص آنها می‌تواند بصورت یک سیستم واقعه گسسته با ویژگی های فرآیندهای مارکوف در نظر گرفته شود، در گام نخست، با استفاده از مدل های زنجیره‌ای مارکوف، تخمین مناسبی از شرایط سیستم نظیر تعداد تخت های مورد نیاز و تخت های اشغال شده، ارائه می‌گردد که می‌تواند در بهینه سازی استفاده از ظرفیت ها، کمک شایانی نماید. در گام دوم، در راستای توسعه مدل، با استفاده از شبکه پتری، رویکردی جهت حداقل نمودن هزینه ها بیان می‌شود. در نهایت، جهت کنترل و بهینه سازی مدل با بکارگیری الگوریتم ژنتیکی برای نوبت دهی بهینه‌ی منابع انسانی مانند پرستاران ارائه می‌شود.

مواد وروشها : این مطالعه کاربردی واز دسته مطالعات توصیفی- تحلیلی است که به صورت طراحی نرم افزار بوده و ابزار گردآوری داده ها چک لیست برنامه نوبت کاری و پرونده های بیماران بیمارستان بوعلی بود، که روایی آن توسط متخصصین مربوط ، مورد تایید قرار گرفت که پس از مشاهده، زمان سنجی، همچنین زمان سرویس دهی منابع انسانی به انواع بیماران و مطالعه برنامه نوبت کاری پرستاران و پزشکان با استفاده ازطراحی سیستم های هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل داده ها و برنامه ریزی به روش شبکه پتری و زنجیره مارکوف و الگوریتم ژنتیکی با استفاده از نرم افزار مطلب و Hpsim انجام شده است.

یافته ها : مقایسه برنامه تهیه شده و سیستم طراحی شده، میزان ۴۲٪ بهبود کاهش هزینه و ۸۷٪صرفه جویی در زمان سرویس دهی به بیمار را نشان میدهد.

نتیجه گیری : مدل های متنوع تحقیق در عملیات همچون سیستم های هوشمند و مدلسازی می تواند به عنوان ابزار مفیدی برای زمان بندی و تعیین تعداد بهینه ی کارکنان مورد نیاز بخش های مختلف یک بیمارستان که از اهمیت حیاتی و ویژه ای برخوردار است، مورد استفاده قرار گیرد، از آنجا که سیستم طراحی شده در این پژوهش محدود به داده های اخذ شده از بخش ها مرکز آموزشی و درمانی بوعلی وابسته به واحد پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی می باشد، برای تعمیم آن و استفاده بهینه در بیمارستان های دیگر نیازمند ایجاد تغییرات در برنامه نویسی بر اساس داده ها می باشد . لذا توصیه می شود برای قابل استفاده نمودن این سیستم ها در بیمارستانهای دیگر و افزودن قیود، بطوریکه برنامه تهیه شده به دنیای واقعی نزدیکتر شود، انجام پذیرد.

کلمات کلیدی : شبکه پتری ، زنجیره مارکوف ، روش الگوریتم ژنتیکی ، کارایی بیمارستان

۱- دانشجوی دکترا مدلسازی، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد پزشکی تهران-معاونت درمان
خیابان شریعتی- خیابان شهیدخاقانی-واحدپزشکی تهران- دانشگاه آزاد اسلامی-۲۲۰۰۶۶۶۰ Neda_darvish@yahoo.com
۲- دکترای مهندسی پزشکی،دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه صنعتی امیر کبیر-دانشکده مهندسی پزشکی
۳- دکترای مهندسی پزشکی، استادیار دانشگاه شاهد، دانشگاه شاهد- دانشکده مهندسی پزشکی
۴- کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست ، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد پزشکی تهران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه :

یکی از حیطه های راهبردی توسعه فناوری اطلاعات در کشور ، سلامت می باشد که پذیرش و درمان سریع بیماران جزء اصلی مراقبت سلامت است. این مرکز از یک طرف پاسخگوی سیر صعودی و فزاینده ی بیماران برای دریافت خدمات مطلوب بوده و از سوی دیگر همواره با محدودیت منابع و اعتبارات مواجه اند. ارزش نیروی انسانی واقعی مورد نیاز در بخش ها ی بیمارستان از دغدغه های مهم مدیریت یک بیمارستان میباشد.مشکلات زمان بندی برنامه ی کارکنان مختلف بیمارستان از دهه ی ۱۹۸۰ مورد توجه و مطالعه ی بسیاری از محققان قرار گرفته است. سیاست های مدیریت منابع انسانی بر میزان کارایی کارکنان، کیفیت مراقبت، وجدان کاری پرستاران و پزشکان تاثیر گذار است. ارزیابی عملکرد بیمارستان با استفاده از مدلسازی و شبیه سازی و برنامه ریزی دقیق نوبت کاری می تواند به عنوان ابزار مناسبی برای برنامه ریزی ظرفیت و بهبود کارایی در قلمرو ارائه خدمات درمانی و کارا و سریع مطرح شود. لذا ضروری است بیمارستانها با برنامه ریزی منابع انسانی و استفاده بهینه از نیروی کار، زمان و هزینه، ضمن افزایش کارایی ، مشکل برنامه ریزی را کاهش دهند .

از جمله مسائل اساسی که در اداره بهینه سیستم های بیمارستانی می تواند در نظر گرفته شود موارد ی مشتمل بر ۱- ابعاد سیستم های بیمارستانی ۲- فهم عملکرد و مشخص کردن مشکلات سیستم مانند زمان انتظار کشیدن بیمار ۳- بهبود عملکرد۴- مطالعه واکنش سیستم در برابر حجم کاری زیاد [۱].

به منظور تعیین کارایی بیمارستان و بهینه سازی تعداد کارکنان توسط بکارگیری شبکه های هوشمند، مقالات متعددی مبتنی بر مدل زنجیره‌ای مارکوف، شبکه‌ی پتری و ا لگوریتم ژنتیکی ارائه گردیده است که در ادامه برخی از آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

نظر به اینکه زمان صرف شده برای پردازش اطلاعات و تنظیم نوبت کاری کارکنان، وقت زیادی از مدیران پرستاری می گیرد، در تحقیقی توسط Ansi و همکارانش در سال ۱۹۹۶، با استفاده از الگوریتم ژنتیکی، کاهش زمان تنظیم نوبت‌کاری پرستاری را از نظر چیدمان، مورد بررسی قرار دادند. اجرای این نرم افزار در ۹۰ ثانیه انجام می‌شد [۹] .

Mourtou در سال ۱۹۹۶، در یکی از بیمارستانهای یونان، مدلسازی بیمارستان را با استفاده از شبکه ی پتری و بکارگیری نرم افزار Hpsim انجام داد. در این پژوهش، مدلی براساس زمان سرویس دهی به بیمار ارائه گردید. نتایج کاهش زمان انتظار بیمار به میزان، ۹۱ /۲۳٪ را نشان میداد[۸] .

Gallivan و همکارانش در سال ۲۰۰۲، با ارائه‌ی مدلی مبتنی بر زنجیره مارکوف، تغییر پذیری در طول صف را از آن جهت که عاملی تعیین کننده و مهم در عملیات بیمارستان می باشد، مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق کاهش زمان انتظار بیمار جهت گرفتن تخت های بستری مورد بررسی قرار گرفت و مدلی جهت بهینه سازی تخت های بستری و کاهش تخت های بلا استفاده ارائه گردید [۷]. خانم سعیده کتابی در سال ۲۰۰۶، بهینه سازی کمی کارکنان پرستاری در بخش اورژانس بیمارستان چمران با استفاده از برنامه ریزی خطی انجام دادند و تخمینی بر کاهش تعداد پرستاران ارائه کردند.

زمانهای طولانی انتظار برای یک بیمار، به ستوه آمدن کارکنان و کار زیاد و سپس به بطالت گذراندن وقت و غیره همگی نشانه هایی از طراحی یک سیستم ناقص برای به جریان انداختن کار بیمار است. شبکه های پتری ابزار مدلسازی ریاضی و گرافیکی هستند. این مدل ها ابزار مفیدی برای توصیف و مطالعه سیستم های پردازش اطلاعات هستند که رفتار سیستم ها را بیان می کند[۲]. مدلها ی زنجیره ای مارکوف را میتوان با انتخاب حالت های مناسب در مدلسازی برای تخمین مدل های خاصی استفاده نمود.روش مارکوف، فرایندهای وقایع گسسته تصادفی است که بدون حافظه[1] می باشد،و با استفاده از مدل شبیه سازی به سوالات کیفی " چه اتفاقی می افتد اگر " پاسخ میدهید. یکی از روش های مرسوم هوش مصنوعی، الگوریتم ژنتیکی است که تکنیک جستجوی فراگیر است که اساس آن روی عمل ژنتیک طبیعی است. اجزای زیر ساختی فرایند تکاملی در GA[2] [۳]، جمعیت برنامه های ژنی ، تجدید سن ، جهش ، رقابت و انتخاب هستند. بدین ترتیب، طبیعت با حذف تدریجی گونه های نامناسب و در عین حال تکثیر بالاتر گونه های بهینه می تواند دائما هر نسل را از لحاظ خصوصیات مختلف ارتقا بخشد. در این مقاله ارائه یک مدل از بیمارستان و ارائه معیار کمی جهت مقایسه، بررسی کارایی و استخراج متغیرهای مفید مانند تخمین مدت زمان اشغال بخش و ارائه برنامه نوبت کاری به طوریکه هزینه چیدمان یکنواخت نیروها به حداقل برسد، تعریف شده است.

روش بررسی :

این مطالعه کاربردی و به منظور طراحی نرم افزار بوده و بر اساس داده ها ی استخراج شده به دست آمده است. معیارهای ورود به مطالعه بخش هایی از بیمارستان بوعلی بوده است که بیمار در بخش حداقل به مدت ۲۴ ساعت جهت دریافت

[1]-Memory less

[2] -Genetic Algorithm

www.SID.ir

Archive of SID

مراقبت پزشکی بستری بوده است(بخش بستری،ICU ،CCU و...)و معیارهای خروج از این مطالعه بخش هایی بودهاند که بیمار یه صورت سرپایی مراجعه کرده است (بخش اورژانس و اتاق عمل)واطلاعات جمع آوری شده از بیمارستان با توجه به ملاحظات اخلاقی و قانونی، این تحقیق در محافل علمی ارائه میشود.

ابزار گرد آوری اطلاعات برنامه نوبت کاری پرستاری در طول شش ماه دوم سال ۱۳۸۷ ونمونه فرم تریاژ اورژانس و چک لیست های مربوط به زمان سرویس دهی به بیماران که توسط پرسنل بخش ها در طول دو ماه مرداد و شهریور ۱۳۸۷ و تعداد ۲۰۰ بیمار جمع آوری شده است. و سیستم پیشنهادی بر مبنای این داده ها طراحی گردید. تجزیه و تحلیل داده ها از طریق بررسی و پیش پردازش داده ها و محاسبه توابع ریاضی و مدلسازی و برنامه ریزی به روش زنجیره مارکوف و شبکه پتری و الگوریتم ژنتیکی با استفاده از نرم افزار Hpsim و Matlab 7.1 انجام گردید.

یافته ها :

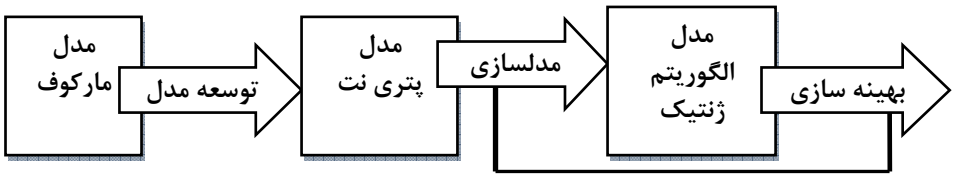
سیستم هوشمند که طراحی شده است پس از Run کردن برنامه نرم افزار طراحی شده، در ابتدا وارد محیط گرافیکی میشود که شامل سه آیکون میباشد:

Nurse Shift (Algoritm Genetic Model)

Manage Time (Petri Net Model)

Balance_ bed (M arkov Model)

مراحل انجام کار در شکل ۱ نمایش داده شده است. با با اجرای هر کدام از این آیکون ها وارد پنجر ه ی دیگری شدیم که ابتدا داده ها را دریافت کرده و سپس برنامه مورد نظر را اجرا میکند. در این راستا ابتدا مدل مارکوف، Balance _ Bed را مورد بررسی قرار می دهیم.



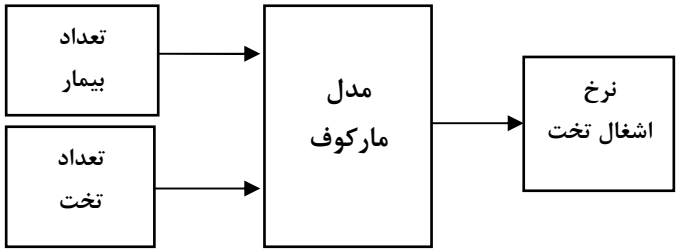
شکل(۱) مراحل انجام کار در یک نگاه

مدل زنجیره مارکوف را می توان با انتخاب حالت های مناسب در مدلسازی برای تخمین مدل های خاصی از سیستم استفاده نمود . در این بخش طول زمان بستری بیماران در بخش مورد آنالیز قرار می گیرد. و در نهایت هدف آنالیز ظرفیت استفاده شده در اطاق های بخش میباشد تا بتوان با باز تخصیص آن به قسمت های دیگر حداکثر استفاده از فضاهای موجود شود تا در نتیجه این عمل مدت زمان انتظار بیماران در نوبت کاهش یابد. یافته های بدست آمده از پرونده های بستری بیماران را با استفاده از تکنیک مبتنی بر مدل زنجیره مارکوف آنالیز کرده و سپس با آنالیز شبیه سازی میزان اشغال تخت را بررسی می نمائیم. بر این اساس سناریو ی مطرح [۷و۱۰] برای مدیریت بیمارستان معرفی و مورد ارزیابی قرار می گیرد. این سناریو همان حالت معمول بیمارستان است، در این سناریو سعی بر بهبود بخشیدن به درک وجود فضای استفاده نشده در بخش بستری است . بر این اساس رابطه زیر را مشاهده می کنید[۱۲].

ماتریس انتقال حالت $pij = p(Xt+1 = j \,|\, Xt = 1)$

$$P_{ij} = \begin{cases} k_j / k_i & if \ = j = i+1 \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

ki^* درصد بیماران خودی که پس از i روز در بیمارستان مانده اند، می باشد . در حالی که ki درصد کل بیماران است که پس از i روز در بیمارستان مانده اند.



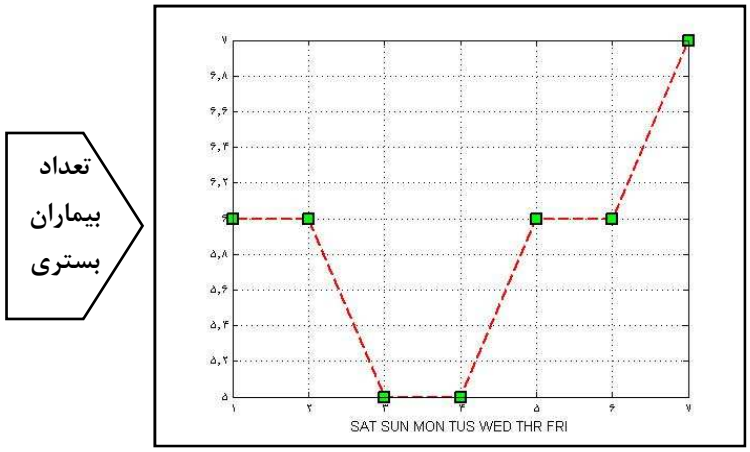
شکل(۲)مدلسازی با روش مارکوف

www.SID.ir

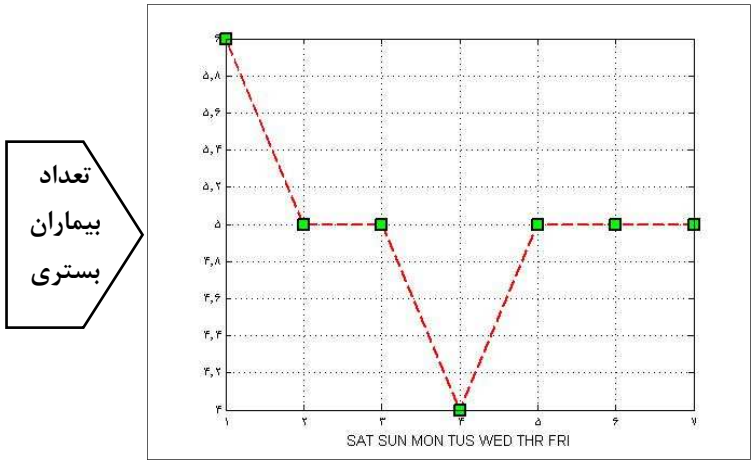
Archive of SID

نتایج اجرای برنامه زنجیره مارکوف در شکل ۳ و ۴ و جدول ۱ ارائه گردید:

شکل (۳) نمودار تخمین طول بستری بیمار CCU- خردادوتیرماه



شکل (۴) نمودار تخمین طول بستری بیمار CCU- مردادوشهریورماه



جدول ۱- محاسبه نرخ اشغال تخت های بستری(٪) بر حسب روزهای هفته

ماه	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه	جمعه
خرداد و تیر	۷۶/۱۹	۹۰/۴۷	۸۹/۵۱	۹۰/۴۶	۸۳/۳۳	۸۳/۳۳	۷۶/۱۹
مرداد و شهریور	۹۳/۷۴	۹۷/۶۱	۱۰۰	۱۰۰	۸۳/۳۳	۹۷/۴۷	۷۶/۱۰

با مشاهده نتایج بدست آمده،درجدول۱، درصد اشغال تخت به صورت میانگین در روز شنبه خردادو تیرماه ۷۶/۱۹میباشد از آنالیز تخت های بستری توسط زنجیره مارکوف در بخش ICUمیتوان گفت تخت بلا استفاده در این بخش وجود ندارد و با توجه به ساختار بیمارستان میتوان تعداد تخت های بستری در بخش ICU را افزایش داد.

مرحله دوم این پژوهش ، از جهت طراحی سیستم و بسته برنامه نرم افزاری با برنامه نرم افزاری Hpsim مدلسازی و رسم گرافیکی را انجام میدهیم وبا نرم افزار مطلب طراحی برنامه Manage Time را انجام داده که محاسبات کارایی و زمان انتظار را نمایش میدهد. بر اساس یافته ها به آنالیز شبکه پتری می پردازیم . شبکه پتری می تواند برای بیان هر زمینه یا

www.SID.ir

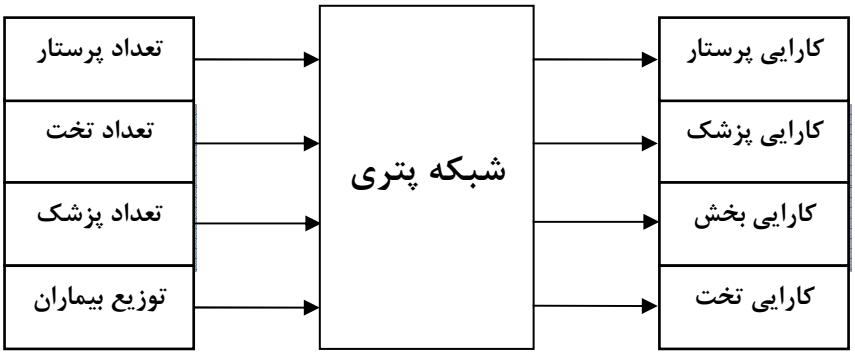
Archive of SID

سیستمی که می تواند به صورت گرافیکی توسط یک فلوچارت توصیف شود، و وسیله ای که برای نشان دادن فعالیت های موازی یا همزمان نیاز دارد، به کار رود. یک شبکه پتری یک مجموعه پنج تایی $P_N = (P, T, F, W, M_0)$ است که در آن، T یک مجموعه متناهی از گذارهاست و P یک مجموعه متناهی از مکان هاست و F مجموعه ای از قوس هاست و W یک تابع وزن است و M_0 یک نشان گذاری اولیه است.

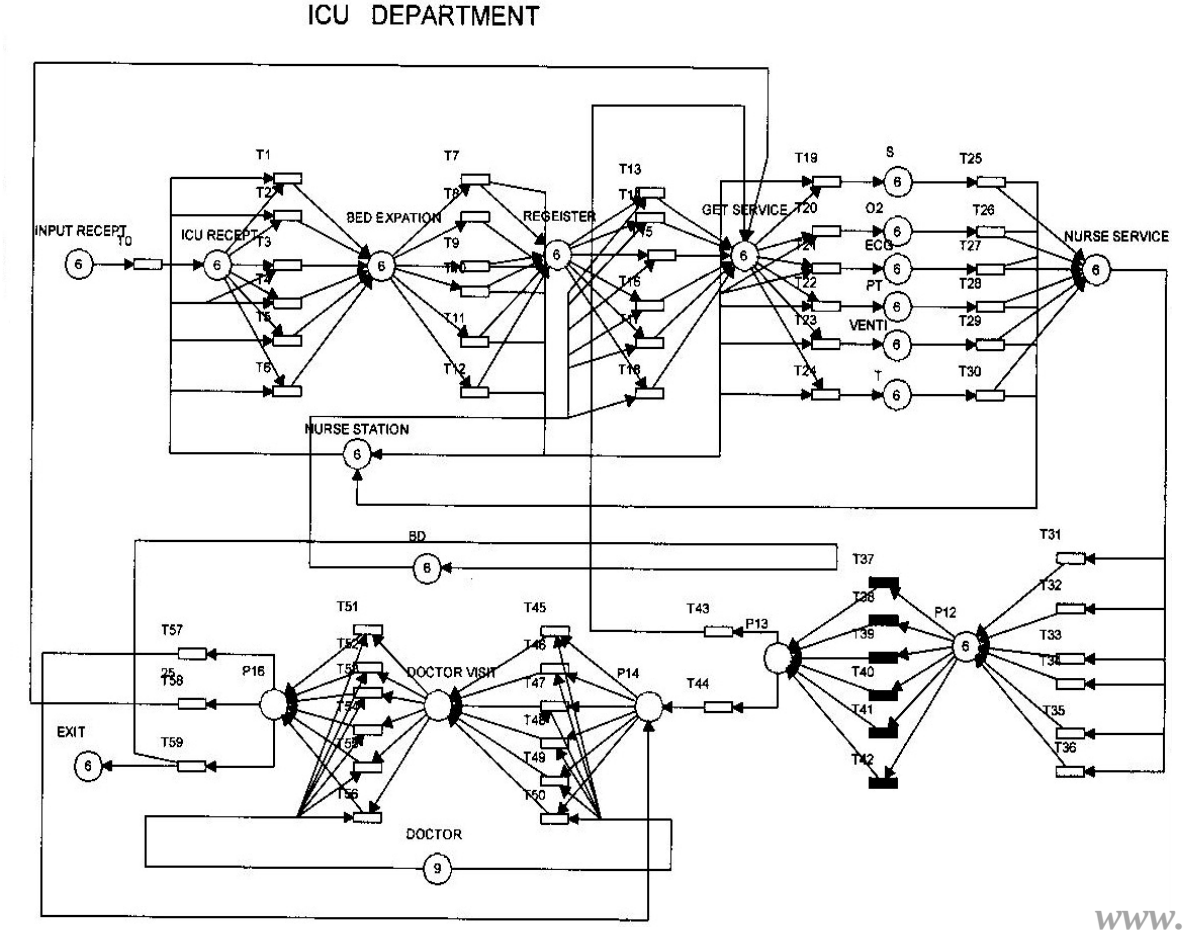
$$M'(p) = M(p) - I(p,t) + O(p,t) \forall p \in P ,$$
$$M(p) \geq I(p,t)$$

جهت شبیه سازی زمان انتظار بیمار، از مدل تئوری صف در شبکه پتری استفاده می کنیم. هدف اصلی ما در بحث تئوری صف تهیه و تدارک سطحی از امکانات است که تحت تاثیر صف قرار می گیرند و بدست آوردن راه حلی جهت حداقل نمودن هزینه های مربوطه است. تئوری صف و علم آمار و ریاضی چنان بسط یافته است که بتوان به مدیران در تجزیه و تحلیل صف یا انتظار و بهبود سیستم ها کمک نماید.بر این اساس جهت مدل سازی بخش های بیمارستان توسط شبکه پتری ابتدا باید روند جریان بیمار در یک بیمارستان را بررسی نمائیم. سپس برای این جریان یک مدل شبکه پتری ارائه کنیم[۱۱].

شکل(۵) شبکه پتری بخش ICU



شکل(۶) شبکه پتری نت بخش ICU



www.SID.ir

Archive of SID

محاسبات از روابط کلی زیر بدست آمده اند

$$Nurse_Performance = ((\sum_{j=2}^{9} ((nstep - \sum_{i=1}^{nstep} n(if\ t_j s_i = 0 \rightarrow n = 1))/nstep$$

درصد کارایی پرستار

$$+ (\sum_{j=31}^{38} ((nstep - \sum_{i=1}^{nstep} n(if\ t_j s_i = 0 \rightarrow = 1))/nstep)) \times 100 W_N$$

$$Bed_Performance = ((\sum_{j=10}^{42} ((nstep - \sum_{i=1}^{nstep} n(if\ t_j s_i = 0 \rightarrow n = 1))/nstep$$

درصد کارایی تخت

$$+ (\sum_{j=51}^{58} ((nstep - \sum_{i=1}^{nstep} n(if\ t_j s_i = 0 \rightarrow = 1))/nstep)) \times 100 W_B$$

p= تعداد کل Stepها　　T= زمان یک Step　　T_{total}= nstep×۵ دقیقه

$T_b s_i$=زمان فعالیت گذارb در iام step　　G= تعدادانواع سرویس دهنده دریک سیستم　　T_z= گذار خروجی سیستم

جدول۲- حالت مختلف بخش ICU از نظر تعدادپزشک و پرستارو...

وضعیت	تعداد پزشک	تعداد پرستار	تعداد تخت
۱	۳	۴	۶
۲	۲	۴	۶
۳	۳	۳	۵

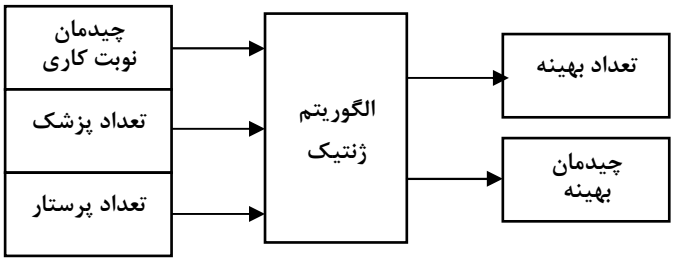
جدول۳- نتایج حاصل از تحلیل شبکه پتری نت بخش ICU

وضعیت	انتظار در پذیرش Min	انتظار برای تختMin	انتظار برای پرستار Min	انتظار برای پزشک Min	کارایی پزشک	کارایی پرستار	کارایی تخت
۱	۲/۲	۲۳	۱/۹	۱۶/۷	٪۵۱	٪۹۷/۱۶	٪۵۴/۲۵
۲	۵/۶	۶۰	۱/۸	۳۴/۱۲	٪۳۴	٪۸۳/۳۳	٪۸۴/۳۲
۳	۴/۸	۱۲۳	۲/۱	۱۱	٪۶۵	٪۸۵/۲۴	٪۸۱/۸۶

جدول ۳، نتایج حاصل از تحلیل شبکه پتری نت توسط نرم افزار طراحی شده که کارایی پزشک، پرستار ،تخت و میانگین زمان را بر اساس زمان انتظار بیمار و زمان سرویس دهی به بیمار محاسبه بر اساساطلاعات ورودی جدول۲ مشاهده میکنیم ودر پایان به بررسی سیستم هوشمند الگوریتم ژنتیک می پردازیم که در برنامه طراحی شده عنوان(Nurse Shift(Genetic Algorithm را مشاهده می کنیم، که با انتخاب این گزینه و اجرای برنامه میتوانیم به بهینه سازی چیدمان برنامه نوبت کاری پرسنل وتنظیم تعداد نیرو بپردازیم و در نهایت کارایی را محاسبه نمائیم. در ابتدا برنامه نوبت کاری پرستاری را که به صورت غیر دوره ای در هر ماه توسط سر پرستار و نظارت مدیر پرستاری تنظیم می شود مورد بررسی قرار گیرد .جهت این مورد سه شیفت کاری۷ صبح و ۷ عصر و۱۲شب را در نظر می گیریم. ساعت کاری طبیعی نیروهای مورد نظر برنامه ریزی در این مطالعه ۴۴ ساعت در هفته می باشد[۴] . این مسئله، یک مسئله بهینه، چند معیاره است زیرا برنامه نوبت کاری باید به گونه ای تنظیم شود که جدول هفتگی به صورت یکنواخت توسط پرستاران تکمیل گردد و در حالت پیچیده تر یک مدل ساده از توزیع پرستاران به کار در نوبت کاری مختلف نیز در نظر گرفته شود. معیار اول توزیع یکنواخت نیروی کار از نظر چیدمان و معیا ر دوم توزیع از نظر تعداد مورد نیاز در طول هفته می باشد که با تبدیل روند برنامه ریزی، تابع هزینه به صورت زیر تعیین می‌شود [۵و۹].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۶) مدلسازی با روش الگوریتم ژنتیکی

برای هر پرستار ، i ام، و هر الگوی نوبت کاری ، j ام، داریم:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nurse } i \text{ worksshiftpattern } j \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Normal work Hours: میزان ساعت کاری نرمال پرستاری

Number of Nurses: تعداد پرستارها

$$\sum_{j \in F(i)} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \text{ و } \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \in F(i)}^{m} p_{ij} x_{ij} \quad \rightarrow \quad \min! \text{ و } F(i) = \left\{ \begin{array}{ll} \sum_{k=1}^{7} a_{jk} = D_i & \forall j \in \textit{days shifts} \\ \text{or} & \\ \sum_{k=8}^{14} a_{jk} = N_i & \forall j \in \textit{night shifts} \\ \textit{or} & \\ \sum_{k=1}^{14} a_{jk} = B_i & \forall j \in \textit{combined shifts} \end{array} \right\}$$

$$f1 = \sqrt{\sum_{i=1`}^{numofnurse} (WeekHouri - NormalWorkHour)^2}$$

کمینه کردن رابطه فوق به معنی کاهش دادن ساعت طبیعی است.

کد گذاری مناسب برای بیان کروموزوم ها با اختصا ص شماره هایی به پرستاران طرح ریزی شد. برای تعیین کروموزوم، نمونه شامل ۱۰پرستار میباشد که دارای برنامه غیردوره ای می باشند.طول رشته برابر تعداد روزهای هفته شامل سه شیفت ضربدر تعداد نیروی مورد نیاز در هر شیفت، شامل ۲۱۰ ژن می شود. جدول برنامه شامل ۲۱۰ خانه می باشد که توسط چیدمان نوبت کاری پرستاران و تعداد نیروی کمتر تکمیل می شود. هر کروموزوم متشکل از ژن ها یک راه حل مسئله است که شیفت پرستاران را به صورت یک و صفر در خانه های جدول برنامه توزیع می شود.

۴۰۰ جمعیت (Population)الگوی نوبت کاری و۱۰۰ پیشنهاد(Suggestion)و ۲۱ ژن ، و۸۰ تا ۸۵ درصد، جابجایی کروموزوم(Cross Over) و حدودا "، ۰/.۰۱ درصد تغییر ژن(Mutation) ، این سیستم طراحی شده است. در مطالعه حاضر در مقایسه نتایج در زمینه تفاوت میزان درصد، بهبود درکاهش هزینه را داریم . در تنظیم پارامتر ها و استراتژی های الگوریتم ژنتیکی برای دست یابی به زمان Runبه حدود سه دقیقه برای دور بهینه سازی، سایز جمعیت ۴۰۰ و معیار توقف تا تولید ۴۰۰ نسل در نظر گرفته شد و برای انتخاب والدین از قاعده چرخ رولت استفاده گردید.بررسی و اجرای برنامه نشان داد که به همگرایی مناسب رسیده است. پس از طراحی سیستم به منظور بررسی کارایی آن، داده های پیش پردازش شده به سیستم ارائه و با اجرای سیستم ،برنامه تنظیم گردید.

با توجه به تعریف تابع هزینه و توضیحات فوق، برنامه چیدمان بهینه شده توسط روش الگوریتم ژنتیکی به صورت زیر می باشد. برنامه ریزی شیفت پرستاری به صورت دستی و سپس بهینه سازی برنامه پرستاری از نظر تعداد با نرم افزار طراحی شده بر اساس روش الگوریتم ژنتیک رادر جدول ۴ مشاهده میکنید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- نتایج بهینه سازی برنامه پرستاری توسط روش الگوریتم ژنتیک

نتیجه	پیشنهاد	شیفت (۲۱-۱)	تعداد دستی	شماره پرستار(دستی)
۱و۴و۳و۵	۳۲	۱۲	۴	۱و۳و۷و۹
۱و۲و۳	۲۳	۱۰	۵	۱و۲و۶و۸و۱۰
۵و۷	۲۳	۳	۲	۵و۷
۴و۱۰	۹۸	۷	۲	۴و۱۰

و در پایان جواب بهینه شده، نتایج اجرای الگوریتم ژنتیکی را در داده های ورودی شبکه پتری وارد می کنیم که نتایج را در جدول ۵ مشاهده می‌نمائید.

جدول۵- محاسبه کارایی بخش ICU با دادگان دستی تعداد پرستار و پزشک

کارایی بخش	کارایی تخت	کارایی پزشک	کارایی پرستار	تعداد پزشک	تعداد پرستار	شیفت
٪۸۹/۱	٪۹۱/۶۶	٪۹۵/۸۳	٪۷۹/۵۴	۳	۴	۱۲
٪۹۰/۳۷	٪۹۱/۶۶	٪۹۵/۸۳	٪۸۳/۶۳	۳	۵	۱۰
٪۹۱/۲۸	٪۹۱/۶۶	٪۹۵/۸۳	٪۹۶/۳۶	۳	۶	۲۰
۸۸/۳۱	٪۹۱/۶۶	٪۹۳/۷۵	٪۷۹/۵۴	۲	۴	۱۱

جدول۶- محاسبه کارایی بخش ICU با دادگان بهینه تعد اد پزشک و پرستار

کارایی بخش	کارایی تخت	کارایی پزشک	کارایی پرستار	تعدادپزشک	تعدادپرستار	شیفت
٪۸۶/۰۴	٪۹۱/۶۶	٪۹۳/۷۲	٪۷۲/۷۲	۲	۳	۱۲
٪۸۹/۰۱	٪۹۱/۶۶	٪۹۵/۸۳	٪۷۸/۴۲	۳	۴	۱۰
٪۹۰/۳۷	٪۹۱/۶۶	٪۹۵/۸۳	٪۸۳/۶۳	۳	۵	۲۰
۸۶/۰۴	٪۹۱/۶۶	٪۸۷/۵۰	٪۸۱/۶۳	۲	۳	۱۱

با توجه به نتایج ذکر شده در جدول ۵ در شیفت ۱۲ تعداد پرستار ۴ و تعداد پزشک ۳ و کارایی پرستار ۷۹/۵۴٪و کارایی پزشک ۹۵/۸۳٪ و کارایی تخت ۹۱/۶٪و کارایی بخش ۸۹/۱٪محاسبه شده است و در جدول ۶ که نتایج محاسبه شده با نرم افزار طراحی شده میباشد تعداد پرستار۳ و تعدادپزشک ۲ و کارایی پرستار ۷۲/۷۲٪وکارایی پزشک ۹۳/۷۲٪ و کارایی تخت ۹۱/۶۶٪وکارایی بخش ۸۶/۰۴٪محاسبه شده است،اگر بیماران غالبا" زیاد وارد سیستم شوند. در صورت کاهش افراد سرویس دهنده، مجبور خواهند بود برای سرویس منتظر بمانند ودر مقابل اگر بیماران بطور ناپیوسته و غیر مداوم به سیستم وارد شوند، تسهیلات سرویس دهی در فاصله زمانی بین ورود، بیکار میمانند که باید تعادلی در این عملیات بوجود آید به وضوح تهیه و تدارک وسایل بیشتر و بهتر برای ارائه سرویس منجر به کمتر شدن زمان انتظار و نوبت خواهد شد و لذا هزینه هایی که به انتظار مربوط می شوند کمتر خواهد شد. با طراحی سیستم هوشمند در این پژوهش، این تعادل در عملیات حاصل شد،ودرنتیجه در سیستم طراحی شده ۴۲درصد بهبود کاهش هزینه و ۸۷درصد صرفه جویی در زمان سرویس دهی را مشاهده می نمایید.

با توجه به نتایج بدست آمده و مطالعاتی که قبلا" صورت گرفته میتوان به این موارد اشاره کرد که درمحاسبه که به صورت روتین در بیمارستان در پایان هر ماه انجام می شود محدود به محاسبه نرخ اشغال تخت میباشد و موارد دیگررا نمیتوان بدست آورد. سیستمی که در این مقاله ارائه شده

www.SID.ir

Archive of SID

است نسبت به سیستم های موجود دارای مزیت است زیرا به طور همزمان میتوانیم علاوه بر محاسبه کارایی بخش و افراد سرویس دهنده به بیمار با تنظیم برنامه نوبت کاری با تعداد نیروی کمتر، و در نتیجه آن، بهینه کردن سیستم، چالش های عمده مرکز مدیریت بیمارستانها نیز برطرف شود.

نتیجه گیری:

نتایج حاصل از این پژوهش نشان میدهد با اینکه در نظام سلامت کنونی در کشور کارایی هایی مانند کارایی نیروی انسانی (پرستار وپزشک) و بخش قابل محاسبه نیست و درصد اشغال تخت و تنظیم برنامه نوبت کاری به صورت دستی و کاغذی تهیه می شود، این مسئله علاوه بر صرف وقت زیاد مدیران و هزینه و احتمال خطا در محاسبات انجام شده را در بر خواهد داشت. با شرایطی که با پیشرفت تکنولوژی و سیستم اتوماسیون اداری و امکان خودکار نمودن اینگونه اطلاعات فراهم می باشد، استفاده از روش های هوشمند برای تهیه برنامه بهینه ضروری به نظر می رسد. بررسی داده ها نشان داد وضعیت حاضر برنامه ریزی و تعیین کارایی در بیمارستانهای ایران، اغلب برنامه مطلوبی نبوده است، در این پژوهش، زنجیره مارکوف وشبکه پتری و الگوریتم ژنتیکی به عنوان روش های مدلسازی و توسعه مدل و بهینه سازی هوشمند برای حل مشکلات، کاهش هزینه و برنامه ریزی نیروی کار با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت و امکان تعمیم آن نیز با انجام تغییرات و اصلاحاتی در برنامه نویسی وجود دارد. در نتایج به دست آمده از مطالعه نشان میدهد که این تحقیق پایه مناسبی برای انجام گسترده تر در تحقیقات آتی در زمینه طراحی سیستم مورد استفاده قرار گیرد به نحوی که قابل استفاده در بخش های مختلف بوده و امکانات بیشتری را برای نزدیک تر شدن به دنیای واقعی فراهم نماید.

تشکر وقدردانی:

با تشکر از تمامی افرادی که مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند، بویژه ریاست محترم دانشگاه آزاد واحد پزشکی تهران، معاونت محترم درمان، ریاست ومدیریت و پرسنل محترم بیمارستان بوعلی .

References

[1] R. Azimi,"Series of hygiene and health rules of Tehran medical education (2002)". Tehran.

[2] Mah Abadi, Aminollah. “Simulation” Azarakhsh publication: 1378

[3] Mahdi, Alireza: “genetic algorithm and its application” Naghos Andish publication: 1387

[4] Isken M.W,Hancock .,"A Heuristic Approach to Nurse Scheduling in Hospital Unit with Non-Stationary:Urgent Demnd and a Fixed Staff Size,Journal of the Society for Health System.Vol .2.No.2,1990:PP 43-52 .

[5] Aickelin U.T"Genetic Algorithms for Multiple choice optimization problems",Thesis submitted to the university of Wales in candidature for the Degree of Doctor of philosophy,1991.

[6] Easton F.,Mansour N."ADistributed Genetic Algorithms for Employee Staffing and Scheduling problems,European journal operational Research,Volume 118,issue 3,1 November 1999:PP 505-523.

[7] Gallivan S., Utley M., Treasure T. & Valencia O., Booked inpatient admissions and hospital capacity: mathematical modeling study, British Medical Journal 324(7332), 280– 282, 2002.

[8] Efstratia, Mourtou."Modelling and Analyzing a hospital procedure using a PETRI-NET Approach",.in IEEE,V.77;NO .4;April:1996.

[9] Anzi M.,Miura Y.,"Computer Proamme for quicvk work scheduling of Nurseing staff"Medical Informatics,1987:PP 43-52 .

[10] Gorunescu F., Mcclean S. I. & Millard P. H., “A queueing model for bed-occupancy management and planning of hospitals”, Journal of the Operational Research Society 53(1), 11– 24, 2002

[11] Maya Ramakrishnan, David Sier and Peter Taylor, “Three approaches to modeling hospital patient flows”, Department of Mathematics and Statistics University of Melbourne and CSIRO, 2004.

[12] MACKAY M., “Practical experience with bed occupancy management and systems: an Australian view”, Health Care Management Science 4(1), 47– 56, 2001

Simulation Conference, pp. 31– 35, Institute of Electrical and Engineers, Piscataway, New Jersey. Elec-tronics, 1998.

www.SID.ir