

METODE ȘI UNELTE INTELIGENTE DE CALCUL PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA MANAGEMENTULUI PLATOULUI TEHNIC AL UNUI SPITAL

ALEXANDRU MIHUȚ¹

¹Spitalul Clinic de Pediatrie Sibiu

Cuvinte cheie: management administrativ, metode inteligente de calcul, platou tehnic, baza de date

Rezumat: Tema își propune analiza metodelor de alocare a resurselor pentru eficientizarea platoului tehnic al spitalului și a dezvoltării durabile a acestuia. Într-o instituție spitalicească, datele sunt o sursă esențială pentru elaborarea de strategii pe termen scurt și mediu privind eficientizarea costurilor și creșterea calității serviciilor medicale. Aceste strategii stau la baza îmbunătățirii managementului spitalicesc, impunându-se astfel utilizarea de metode și unelte inteligente pentru stocarea, procesarea, filtrarea și obținerea de informații din aceste date. Strategiile de realizare a extragerii de cunoștințe impun: etapa descriptivă, exploratorie și etapa inferențială, confirmatorie. Metodele și uneltele inteligente de calcul pentru analiza datelor sunt cele univariabile și cele multivariabile.

Keywords: administrative management, computational intelligent methods, technical plateau, database

Abstract: The study aims at analyzing the methods for resource allocation with a view to streamline the hospital technical plateau and its sustainable development. In a hospital, data represent an essential source for the production of short and medium-term strategies for controlling costs and improving the quality of health services. These strategies lay at the basis of improving hospital management, thus requiring the use of intelligent methods and tools for storing, processing, filtering, and obtaining information from these data. Strategies to achieve the extraction of knowledge require: the descriptive, exploratory stage and the inferential, confirmatory stage. Computational intelligent methods and tools for data analysis are those univariate and multivariable.

În activitatea și evoluția unei organizații este imperios necesar să se țină cont de datele colectate pentru a se putea realiza un proces decizional informat. Pentru o instituție spitalicească aceste date sunt o sursă esențială pentru elaborarea de strategii pe termen scurt și mediu, privind eficientizarea costurilor și creșterea calității serviciilor medicale. Aceste strategii vor sta la baza îmbunătățirii managementului spitalicesc.

În ultimii ani, pentru tot mai multe organizații, colectarea datelor a devenit un fenomen normal. Deoarece volumul și complexitatea datelor sunt într-o continuă creștere, se impune utilizarea de metode și unelte inteligente pentru stocarea, procesarea, filtrarea și obținerea de informații din aceste date.

Extragerea de informații / învățarea din date

Extragerea de informații / învățarea din aceste date / descoperirea de noi cunoștințe este obiectivul principal al metodelor și uneltelor inteligente de calcul. Învățarea din date se poate realiza supervizat sau nesupervizat. Obiectivul învățării supervizate este de a prezice valoarea datelor de ieșire în baza datelor de intrare, în timp ce în cazul învățării nesupervizate nu avem date de ieșire, obiectivul fiind de a descrie asocierile și caracteristicile/structurile datelor de intrare.

Procesul de învățare are la bază metode și tehnici din cadrul mai multor domenii: statistica, baze de date, machine learning, rețele neuronale, inteligența artificială. Conceptele de regresie, clusterizare, clasificare, corelație, distribuție, abatere medie, combinațiile de modele, sunt folosite în mod curent de către noile tehnologii, reprezentând fundamentele algoritmilor moderni de învățare.

Strategii de realizare a extragerii de cunoștințe Etapă descriptivă și exploratorie

O primă etapă în extragerea de cunoștințe constă în explorarea datelor. Această primă etapă descriptivă și exploratorie analizează elemente precum: forma distribuției, identificarea valorilor atipice, eventuale transformări ale datelor impuse de forma distribuției sau de standardizarea datelor, medie, dispersie, varianță, corelații, clasificări etc. Acest demers are ca rezultat realizarea unei descrieri a mulțimilor de date, respectiv stabilirea de relații dintre variabile, oferind astfel o primă idee generală asupra datelor.

În cadrul acestei etape pot fi considerate două obiective principale. Primul obiectiv este explorarea uni și multidimensională sau reducerea de dimensiune iar metodele, respectiv instrumentele utilizate sunt: analiza factorială, analiza componentelor principale, analiza corespondentelor simple. Aceste metode constau în analizarea unui nor de puncte ponderate într-un spațiu cu o metrică specială, forma norului caracterizând natura și intensitatea relațiilor dintre variabile și relevând structurile de informații conținute în date. Al doilea obiectiv este clasificarea sau segmentarea, având ca metode: clasificarea ascendentă ierarhică (aglomerarea progresivă a elementelor), metoda k-means (agregarea iterativă a elementelor în jurul centrilor mobili) sau metode mixte. În această situație se dorește împărțirea, respectiv repartizarea în clase sau categorii prin optimizarea unui criteriu, fiecare clasă având proprietatea că este cât mai omogenă, raportată la elementele sale și cât mai distinctă raportat la celelalte clase.

Etapă inferențială și confirmatorie

Prima etapă este precedată de o a doua, etapa inferențială. Această etapă utilizează rezultatele obținute în

¹Autor corespondent: Alexandru Mihuț, Str. Ghe. Barițiu, Nr. 1-3, Sibiu, România, E-mail: secretariat@pediatrie.ro, Tel: +0269 230260
Articol intrat în redacție în 31.05.2013 și acceptat spre publicare în 09.09.2013
ACTA MEDICA TRANSILVANICA Decembrie 2013;2(4):25-28

prima etapă ca și ipoteze în teste statistice sau modele probabilistice care să explice, respectiv să prevadă o anumită variabilă cu ajutorul uneia sau a mai multor variabile explicative. Obiectivul principal în această etapă este modelarea, respectiv deducerea unui model de previziune. Pentru atingerea acestui obiectiv se pot utiliza metode precum: regresia liniară, anova, ancova, rețele neuronale, arbori de clasificare și regresie, SVM, respectiv modele bazate pe serii de observații statistice: analiza spectrală, analiza sezonaliității.

Baza de date

Plecând de la faptul că la ora actuală la nivel național nu există nici un studiu privind costurile asistenței spitalicești care să indice necesarul de finanțare, furnizorii din sistemul spitalicesc nu au dezvoltat o ofertă de servicii documentată cu pachetele de îngrijiri, să ajute finanțatorii și pacienții în cumpărarea de servicii, spitalele nu pot calcula cu exactitate costurile fiecărui serviciu medical la nivelul de calitate solicitat de standarde, se impune un management adaptat la realitate, iar managerii implicați în procesul decizional pentru alocarea de fonduri trebuie să realizeze o bază de date.

În această lucrare s-a utilizat baza de date necesară managementului unui spital.

Rolul întreținerii unui spital a fost întotdeauna relativ, dar printr-o monitorizare atentă a consumurilor, întreținerea devine intuitivă și poate fi planificată și programată printr-un management strategic durabil.

Acest lucru are avantajul că întreținerea poate fi planificată și inclusă în buget, în loc să fie luată în considerare doar atunci când devine imperios necesar. Astfel de practici au adesea ca rezultat întârzierea sau chiar ignorarea lucrărilor de întreținere.

Pentru îmbunătățirea managementului spitalului public este recomandat calcularea consumurilor și implicat a costurilor pe fiecare pacient și pe zi spitalizare, nu numai din punct de vedere medical, ci și din punct de vedere al costurilor de întreținere și funcționare (cheltuieli cu platoul tehnic administrativ) printr-un set de indicatori care să completeze paleta actuală a indicatorilor de management.

În acest context, în cadrul bazei de date, un prim set de date este reprezentat de indicatorii de consum necesari managementului platoului tehnic ai unui spital și anume: costurile de spitalizare, costurile de spitalizare / pacient / pe pat și costurile de spitalizare / zi de spitalizare. Astfel, în baza de date au fost monitorizați următorii indicatori: consum anual de energie, consum anual de energie / pacient, consum anual de energie / zi de spitalizare, consum anual de gaz, consum anual de gaz / pacient, consum anual de gaz / zi de spitalizare, consum anual de apă, consum anual de apă / pacient, consum anual de apă / zi de spitalizare.

Un al doilea set de date îl reprezintă indicatorii de reparații și investiții, de asemenea necesari managementului platoului tehnic ai unui spital, și anume: reparații curente și investiții clădiri, investiții aparatură.

Al treilea set de date este reprezentat de indicatorii de performanță ai spitalului, care reflectă calitatea îngrijirilor medicale și eficiența din punct de vedere economic: număr cazuri rezolvate prin spitalizare continuă și de zi - total externări, indicele de complexitate boală, durata medie de spitalizare, gradul de utilizare a paturilor, total venituri.

Metodele și uneltele inteligente de calcul utilizate asupra acestor date își propun: analiza trendului indicatorilor de consum, analiza trendului indicatorilor de reparații și investiții în clădiri, analiza trendului indicatorilor de performanță, analiza legăturii dintre indicatorii de consum și indicatorii de reparații și investiții, analiza legăturii dintre totalul veniturilor și indicatorii de consum, respectiv indicatorii de reparații și investiții,

estimarea și predicția valorilor indicatorilor de consum, de performanță.

Metode și uneltele inteligente de calcul pentru analiza datelor

Seriile de date folosite în analiză sunt serii de timp ce acoperă perioada 2000-2012, perioada în care au fost monitorizați indicatorii necesari managementului platoului tehnic ai unui spital. Programul informatic folosit pentru prelucrarea și analiza statistică a datelor a fost SPSS 19. O serie de timp / serie cronologică constă într-o secvență de observații asupra unei variabile Y , ordonate după parametrul timp, fiind reprezentată sub forma:

$$Y: \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & t & \dots & T \\ Y_1 & Y_2 & \dots & Y_t & \dots & Y_T \end{pmatrix}$$

Analiza seriilor de timp are scopul de a înțelege și modela mecanismul de generare a termenilor seriei, modelul obținut fiind apoi util pentru generarea de previziuni, previziunea fiind o inferență asupra unei variabile în afara perioadei observate. Previziunea se poate realiza utilizând: modele univariabile, acestea fiind adecvate atunci când valoarea de estimat este considerată în funcție de evoluția realizată de variabilă în trecut, fără să luăm în calcul influența realizată de alte variabile explicative:

$$Y_t = f(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}, \varepsilon_t)$$

și modele multivariabile, acestea redând atât evoluția variabilei de previzionat, cât și a altor variabile care explică comportamentul acesteia.

Pentru modelarea și previziunea tendinței se au în vedere funcțiile elementare lent variabile în timp, dintre acestea:

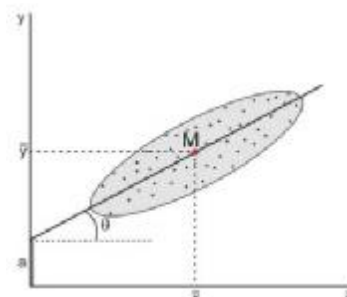
Tabelul nr. 1. Funcții elementare de modelare și predicție

Funcții elementare	Tendința
liniară	$y = a + b \cdot x$
parabola	$y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$
hiperbola	$y = a + b/x$
exponențială	$y = a \cdot b^x$
putere	$y = a \cdot x^b$

În cadrul funcțiilor de mai sus, rolul variabilei exogene (independente) este jucat de variabila timp, iar din punct de vedere geometric, parametrul de regresie "a" reprezintă distanța de la originea sistemului de coordonate la punctul de intersecție al ordonatei cu dreapta de regresie, iar parametrul de

regresie "b" reprezintă panta dreptei de regresie $b = \text{tg}(\theta)$. În cazul în care parametrul "b" este pozitiv, spunem că seria prezintă o tendință de creștere, iar în cazul în care acest parametru este negativ, seria prezintă o tendință de descreștere. Figura de mai jos reprezintă interpretarea grafică a parametrilor de regresie.

Figura nr. 1. Interpretarea grafică a parametrilor dreptei de regresie



Sursa : silvic.usv.ro/cursuri/biostatistica.pdf

Pentru estimarea parametrilor ecuației de regresie liniară este utilizată, cel mai des, metoda celor mai mici pătrate, conform căreia expresiile de calcul a parametrilor a și b sunt următoarele:

Tabelul nr. 2. Expresiile de calcul a parametrilor ecuației de regresie liniară

$b = \frac{n\sum tY - (\sum Y)(\sum t)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$ $a = \frac{\sum Y}{n} - b\left(\frac{\sum t}{n}\right)$	sau echivalent	$b = \frac{M(tY) - M(t)M(Y)}{M(t^2) - [M(t)]^2}$ $a = \bar{Y} - b\bar{t}$
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------	---------------------------------------------------------------------------

Rezultate

Testarea ipotezei distribuției normale a seriilor de date s-a realizat prin utilizarea testului “One-Sample Kolmogorov – Smirnov Test”, obținându-se, în cazul tuturor indicatorilor, coeficient de semnificație $p > 0.05$, fapt ce indică normalitatea distribuției valorilor seriilor de date.

Tabelul nr. 3. Testul “One-Sample Kolmogorov – Smirnov Test”

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test										
	consum energie	consum en. (pacient)	consum en. (zi de spitalizare)	consum gaz	consum gaz/pacient	consum gaze de spitalizare	consum apa	consum apă/pacient	consum apă de spitalizare	
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	380156,58	32,4533	7,2075	144500,42	13,9633	2,9993	17131,83	1,5850	,3167
	Std. Deviation	37398,198	11,25446	1,00341	29031,832	6,84428	,50048	4126,386	,90889	,07215
Most Extreme Differences	Absolute	,242	,220	,206	,266	,255	,142	,189	,172	,130
	Positive	,116	,220	,206	,266	,255	,142	,136	,169	,117
	Negative	-,242	-,154	-,131	-,178	-,200	-,087	-,189	-,172	-,130
Kolmogorov-Smirnov Z	,837	,761	,714	,822	,883	,493	,688	,587	,450	
Asymp. Sig. (2-tailed)	,485	,608	,687	,363	,416	,868	,728	,868	,987	

Tabelul nr. 4 Coeficienții de corelație dintre indicatori

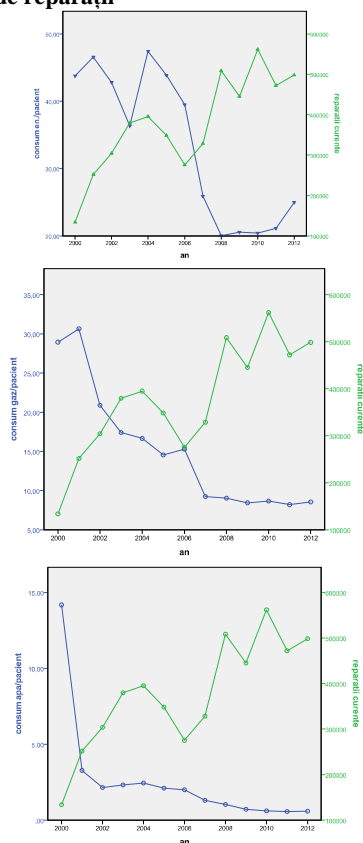
	consum en. (pacient)	consum en. (zi de spitalizare)	consum gaz/pacient	consum gaze de spitalizare	consum apă/pacient	consum apă de spitalizare	durata medie de spitalizare totală	indice de complexitate boala	reparații curente	
consum en. (pacient)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 ,429 13	-,824 ^{**} ,001 13	-,429 ,143 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8
consum en. (zi de spitalizare)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,429 ,143 13	1 ,115 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,763 ^{**} ,002 13
consum gaz/pacient	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,824 ^{**} ,001 13	1 ,115 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,831 ^{**} ,000 13
consum gaze de spitalizare	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,429 ,143 13	1 ,115 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,419 ,154 13
consum apă/pacient	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,459 ,115 13	1 ,115 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,898 ^{**} ,000 13
consum apă de spitalizare	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,459 ,115 13	1 ,115 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,831 ^{**} ,000 13
durata medie de spitalizare totală	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,170 ,082 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,170 ,082 13	-,486 ,223 13	1 ,018 13	-,363 ,001 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,743 ^{**} ,004 13
indice de complexitate boala	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,486 ,223 13	-,459 ,115 13	1 ,018 13	-,486 ,223 13	1 ,018 13	-,363 ,001 13	1 ,018 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,876 ^{**} ,004 13
reparații curente	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,763 ^{**} ,002 13	-,831 ^{**} ,000 13	-,419 ,154 13	-,793 ^{**} ,943 ^{**} 8	-,898 ^{**} ,000 13	-,743 ^{**} ,004 13	1 ,018 13	1 ,018 13	1 ,018 13

Calculul coeficientului de corelație a fost utilizat pentru studiul direcției, formei și intensității legăturii dintre seriile de variabilitate ale datelor: indicatorii de consum, indicatorii de reparații și investiții, respectiv indicatorii de performanță.

Un coeficient de corelație semnificativ, negativ, s-a observat între consumul de energie/pacient ($r = -0.763$, $p = 0.002$), consumul de gaz/pacient ($r = -0.831$, $p = 0.000$), consumul de apă/pacient ($r = -0.746$, $p = 0.003$), durata medie de spitalizare ($r = -0.743$, $p = 0.004$) și valoarea reparațiilor curente de la nivelul clădirilor, în timp ce un coeficient de corelație semnificativ, pozitiv s-a observat între indicii de complexitate boală ($r = 0.876$, $p = 0.004$) și valoarea reparațiilor curente.

În urma analizei seriilor de date utilizând metoda regresiei liniare și a modelului ARIMA s-a identificat coeficientul de regresie și ecuațiile dreptelor de regresie, care arată mărimea cu care crește sau scade un element atunci când elementul cu care este în legătură crește sau scade cu o unitate.

Figura nr. 2. Legătura dintre indicatorii de consum și indicatorul de reparații



Concluzii:

Folosind aceste metode, managementul spitalului trebuie să-și propună:

1. Implementarea unui efort continuu de adaptare a unor instrumente internaționale de standardizare și măsurare a activității spitalului în domeniul administrativ.
2. Cunoașterea și descrierea stadiului actual al finanțării și înzestrării platoului tehnic, atât ca volum de resurse, cât și din punct de vedere al performanțelor obținute în raport cu resursele alocate, analiza consumurilor lunare și anuale privind gazul, apa, curentul, în funcție de dotarea tehnică la un moment dat.
3. O nouă abordare a consumurilor platoului tehnic raportate la costurile cu fiecare pacient externat și costurile / zi spitalizare, și utilizarea acestor indicatori ca bază de evaluare a costurilor serviciilor medicale a unui spital.

4. Să aducă soluții îmbunătățite a managementului administrativ al spitalelor, prin eficientizarea consumurilor platoului tehnic și reducerea costurilor indirecte a zilei de spitalizare și implicit, scăderea duratei de spitalizare a pacientului internat.
5. Trecerea de la finanțarea bazată pe resurse (structuri, dotări, personal etc.) la finanțarea bazată pe rezultate (pacienți tratați, complexitatea bolilor tratate, nr. pacienți/medic etc.)

BIBLIOGRAFIE

1. Ciurea AV, Ciubotaru VG, Avram E. Managementul în unitățile medico – sanitare, Ed. Universitară; 2011.
2. Dragomirișteanu A, Butu C, Fărcășanu D, Mihăescu Pinția, Radu P, Rădulescu S, Vlădescu C, Buren C. Economia sanitară și managementul financiar. Ghid pentru finanțarea îngrijirilor de sănătate și administrarea spitalelor, Ed. Rao; 2003.
3. Raportul Brundland Conferința de la Rio; 1997.
4. Ministerul Sănătății. Documentul de politici publice sectoriale, strategia și coordonarea politicilor structurale pentru anul 2009 și perspectiv 2010 - 2012.
5. Ministerul Sănătății. Relansarea reformei în domeniul sănătății – Strategia Națională privind reforma în spitale – Snagov; 2001.
6. silvic.usv.ro/cursuri/biostatistica.pdf.
7. Hyndman RJ, Athanasopulos G. Forecasting: principles and practice; 2013.