

MODERN INFORMÁCIÓTECHNOLÓGIAI ESZKÖZÖK HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA

Arató Mátyás, arato@math.klte.hu,

Kuki Attila, kuki@math.klte.hu,

Szabó Attila, attila@math.klte.hu

Kossuth Lajos Tudományegyetem Információ Technológia Tanszék Debrecen

Abstract

In the '80s and early '90s a very impressive and quick growth was done in the information technology and in the field of hardware equipments. The question arises, whether this improvement of hardware technology implies any growth in performance and quality of software applications.

Last few years a new concept has spreaded very rapidly over the world: the *hypermedia*.

In the first part of this work via a practical example we investigate the performance of a hypermedia based information system. The main question is, how the different tools can work together.

In the second part a numerical computation is performed. The task is to give the exact distribution of the maximum-likelihood estimator of the parameter in the Ornstein-Uhlenbeck process. These computations were done by Arató Mátyás in the 60's. Our job was to check that computations and to fill the table entirely out. The computations were performed on SUN workstations by the help of Maple.

1. Bevezetés

Ezen előadás pályázat eddigi teljesítései alapján készült. A megfogalmazott célok szerint a feladat egy olyan, ma hazánkban ismeretlen és a nemzetközi gyakorlatban is kidolgozatlan terület kutatása és fejlesztése, amely hasznosulással is kecsegtet.

A munka során alapvető:

- a felhasználói környezet vizsgálata
- a szoftver eszközök működésének ismerete
- a hatékonyság mérőszámainak, jellemzőinek meghatározása és a környezettől való függés vizsgálata.

A kidolgozni kívánt rendszer jelentős infrastrukturális színvonalemelkedést jelenthet a szolgáltatások kidolgozásával. A szolgáltatások kidolgozásához a legkorszerűbb statisztikai és sztochasztikus módszerekkel készített algoritmusok szükségesek. A környezet vizsgálata és hatásának mérése nyilvántartási, gazdálkodási és irányítási rendszereken keresztül történhet. A pénzügyi folyamatok és a gazdálkodás vizsgálatához és támogatásához teljes körű szoftverellátásra és a folyamatos aktuáriusi segítségre van szükség.

A számítógépes gyakorlatban már a korai szakaszban felmerültek hatékonysági kérdések és a hatékonyság mérésével kapcsolatos eljárások. Ez a korai szakaszban elsősorban az operációs rendszerekre, később pedig a hálózati rendszerekre terjedt ki. Itt alakultak ki azok a paraméterek, mint pl. a válaszidők, sorhosszúság, szűk keresztmetszetek meghatározása, amelyek segítségével a felhasználói környezet is értékelhető. Az adatbázis kezelő rendszerek és azok felhasználása indította meg az ún. objektumorientált eszközök és az objektumorientált fejlesztési technológia kifejlesztését. Ez napjainkra igen elterjedt módszeré vált. Ezen alkalmazási módszerek tették lehetővé (természetesen a vonatkozó számítógépes eszközökkel, a grafikus ember-gép kapcsolati eszközökkel, ablak- technikákkal, stb. együtt), hogy létrejöttek vizuális adatkezelő rendszerek, osztott adatbázis alkalmazások és az ún. platformfüggetlen rendszerek. Mindezen rendszereknek a környezettől való függését számszerűen mérni csak az utóbbi időben vált lehetségessé.

A tervezett fejlesztés a mérések operatív működtetéséhez szükséges matematikai megvalósítást, információrendszer megszervezését, annak dokumentációját és szoftver előállítását is tartalmaz. A folyamatos működtetés biztosítása a szolgáltatás nélkülözhetetlen része. A megvalósíthatósági vizsgálathoz külföldi rendszerek vizsgálatát is tervezzük. Ezek közül esetleg etalon is választható.

A szükséges statisztikai adatgyűjtés jelentős nehézségekbe ütközhet, pl. az egészségbiztosítás területén. Meg kell tervezni a gyűjtendő statisztikák körét, valamint gondoskodni kell az adatok elérésének biztosításáról. Csak ezen lépések után kerülhet sor a statisztikai feldolgozásból származó eredmények felhasználásával korrek matematikai modellek építésére.

Két tipikus, de egymástól távoli rendszert mutatunk be, különböző eszközök felhasználásával.

A két rendszer részfeladatainak megvalósítása nagymértékben párhuzamosan történhet. A rendszer megvalósításához szükséges szoftverek jellege erősen függ magától a rendszer koncepciójától, valamint a konkrét felhasználási terület jellemzőitől. Ezek beszerzését a koncepció kialakítása után saját forrásból biztosítjuk.

A két rendszer:

- Önkéntes biztosító pénztárak gazdálkodási rendszer
- Idősorok analíziséhez szükséges táblázatok készítése

2. Gazdálkodási rendszer (Önkéntes biztosító pénztár)

A rendszer felépítésénél és működésének megszervezésénél a következő törvényeket és rendelkezéseket (jogszabályokat) kell figyelembe venni ill. követni:

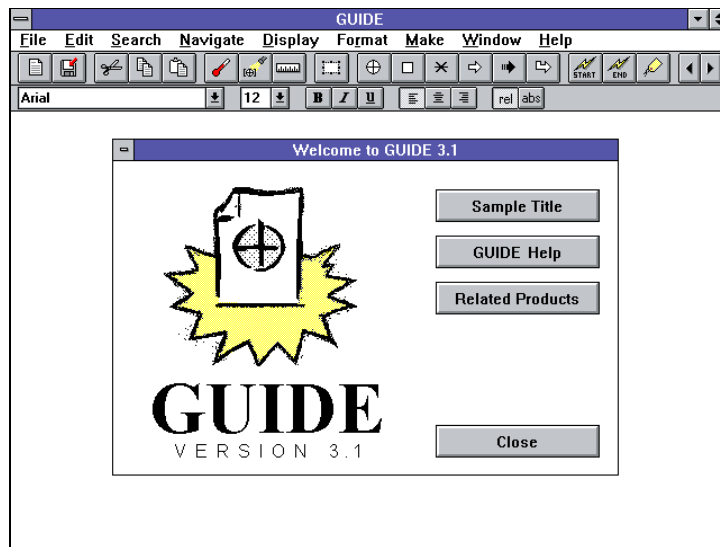
- Az 1993. évi XCVI. törvény az önkéntes Kölcsönös Biztosító Pénztárakról,
- A Kormány 6/1994. (I. 21.) Kormány rendelete az önkéntes Kölcsönös Biztosító Pénztárak egyes gazdálkodási szabályairól,
- A Kormány 7/1994. (I. 21.) Kormány rendelete az önkéntes Kölcsönös Biztosító Pénztárak beszámolási és könyvvizelési kötelezettségéről,
- Az 1990. évi XCI. törvény az adózás rendjéről.
- Az 1991. évi XC. törvény a magánszemélyek jövedelemadójáról

2.1 A felhasználni kívánt eszközök

Windows környezet Mint jól ismert, az MS Windows egy multitaskos grafikus interfészű környezet. Az egyes applikációk egy vagy több ablakkal rendelkeznek. A grafikus interfész maga objektum orientált, abban az értelemben, hogy a felhasználó objektumokkal manipulálhat a feladatának elvégzése során. Ilyen objektumok az egyes ablakok, ikonok, szövegrészek stb. A felhasználóknak lehetőségük nyílik több program egyidejű, párhuzamos futtatására. Lehetőség van továbbá adatoknak applikációk közötti továbbítására.

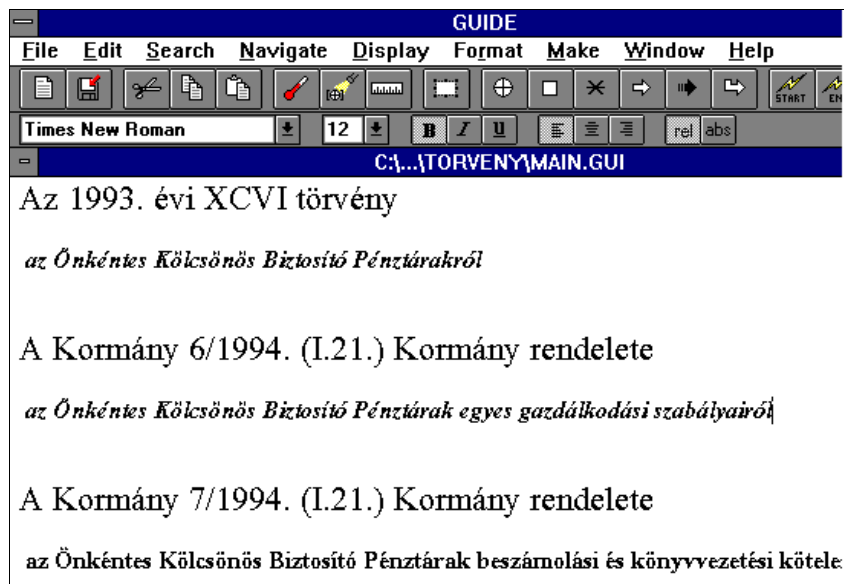
A Windows rendszer egyik fő előnye a szolgáltatott egységes interfész. Az applikációk egységes megjelenése mind a fejlesztői mind a felhasználói oldalról nézve sokféle előnnyel jár. A fejlesztőktől azonban mindez nagyon szigorú szabályoknak megfelelő együttműködést vár el, amely jelentős mértékben teszi bonyolulttá a Windows programokat.

OWL Guide Hypermedia Information System A Guide hypermédia rendszer egy a hypertext és hypermédia technológiát megvalósító korszerű, teljes mértékben felhasználóbarát interaktív programcsomag. Az MS Windows operációs rendszer alatt működik, s ezáltal a felhasználó élhet mindazokkal a lehetőségekkel, amelyeket az MS Windows biztosít a számára.



1. ábra

A Guide az interaktív alkalmazás mellett a LOGiiX magasszintű programnyelvre segítségével lehetőséget biztosít arra, hogy összetettebb feladatokat is végrehajthassunk. Alkalmazásával automatikusan is létrehozhatunk hypertext kapcsolatokat, módosíthatjuk a dokumentum tartalmát, nyomon követhetjük, hogy kik használják az egyes dokumentumokat, kommunikálhatunk egyéb Windows alkalmazásokkal (pl. Microsoft Excel), stb.



2. ábra

Hipertext megvalósítás

A LOGiiX szintaktikája némileg hasonlít a Pascal nyelv szintaktikájára, így ha valaki azt már használta, akkor a LOGiiX-szel is könnyedén megbarátkozhat.

Vizuális adatkezelő eszközök (Data Gallery) A mindennapos teendőink során, legyen az bármilyen tevékenység, gyakran készítünk feljegyzéseket, hogy emlékeztessenek bennünket későbbi teendőinkre. Az esetek többségében csak ad hoc módon készítjük el ezeket, aminek legfőbb oka a megfelelő formátumok hiánya. Azonban minden esetben lehetőségünk lenne egy természetes hierarchiát alkalmazni az információk tartalmuk szerint történő elrendezésére.

A struktúra minden szintjére annyi bejegyzést tehetnénk, amennyi csak szükséges, s a szintek száma is tetszőleges lehetne.

Az a kérdés merül fel ekkor, hogy milyen módon lehetne egy ilyen struktúrát a legmegfelelőbb módon kezelni, ha azt szeretnénk, hogy karbantartható, felépíthető, lebontható legyen, s az adatbázis lekéréseknek rögzített sémák és adatszótárak nélkül is eleget tudjon tenni.

Ennek a gyakorlati megvalósítását oldja meg a Data-Gallery, rendelkezésünkre bocsátja a szükséges eszközöket és technikákat.

A Data Gallery koncepció (mint vizuális adatkezelő eszköz) megvalósításának piacilag legígéretesebb területe ma a PC, MS Windows környezet. A Windows környezet mellett szóba jön a HP NewWave bázis is, erre is kidolgozásra kerültek a Data Gallery eszközei. (A mai piaci helyzetben ez utóbbi egyelőre kevesebb hasznot ígér, mivel a HP jelenleg felfüggeszteni látszik a NewWave vonalat).

2.2 A szolgáltatás

A tag a nyugdíjkorhatár betöltésekor a számláján kimutatott összeget egyösszegben felveheti, illetve a számláján lévő összeg terhére havi járadékszolgáltatást kérhet egy általa meghatározott időtartamon keresztül.

2.3 A pénztárban elérhető magasabb megtakarítások

A magasabb megtakarítások forrásai a következők:

- adó- és TB-kedvezmény, halasztott SZJA lehetősége;
- non-profit szervezet, vagyis a gazdálkodás eredményét 100 %-ig a tagok javára fordítja;
- a tagok számláján levő összegeket kollektívan, a biztonságosan elérhető legmagasabb hozamok mellett fekteti be;
- a működés költségeit igyekeznek a lehető legalacsonyabb összegre lefaragni, a munkáltató az alapítástól számított 3 évig át is vállalja ezeket.

2.4 Adókedvezmények

A pénztártagok saját megtakarításai, amelyek a nyugdíjukról, szociális vagy egészségvédelmükről való öngondoskodás formájában valósul meg, az állam válláról jelentős társadalombiztosítási terheket vesznek le. Ezt elismerve, a Pénztártörvény igen jelentős *személyi jövedelemadó*, illetőleg *társadalombiztosítási járadékfizetési kedvezményekkel* ösztönzi a pénztárak alapítását és működését.

2.5 A pénztárak gazdálkodásának alapelvei

- *A zárt gazdálkodás elve* : a pénztárba befizetett vagyon a tagok tulajdona. A vagyongazdálkodás kizárólag az alapszabályban meghatározott szolgáltatások szervezésére és teljesítésére irányulhat. A gazdálkodást az alapszabályban rögzített előírások és a tagok által a közgyűlésen megszavazott pénzügyi terv szabályozza. A

tagsági viszony megszűnése vagy a pénztár felszámolása esetén a pénztártag az alapszabály szerint jogosult a számláján levő összegre.

- A pénztárvagyon biztonságos kezelésére és befektetésére vonatkozóan a *Pénztártörvény* számos előírást tartalmaz.
- *Egyéni számlavezetés*: a pénztártag által vagy a javára befizetett összeget névre szóló számlán tartják nyilván, itt írják jóvá az adományokból és a befektetések hozamából a tagnak jutó hányadot is. Az alapszabályban rögzíteni kell a szolgáltatások teljesítésének módját és az ehhez igazodó szolgáltatási számlák rendjét. Meghatározott szolgáltatások kifizetése (pl. nyugdíj) az igénybevevő tag számláját terheli, míg más kifizetett összegek (pl. munkanélküli vagy keresetpótló segély) a tagok számláját együttesen és egyenlő mértékben terhelik.
- *Befektetések*: a pénztárba befolyt pénzüsszeget szakértők közreműködésével a tőkepiacon befektetik, mégpedig úgy, hogy a vagyon biztonságát célzó törvényes előírások keretein belül a lehető legmagasabb hozamok legyenek elérhetőek. A pénztár befektetéseivel szemben *az alapvető eljárás az, hogy az elért hozamok az inflációt meghaladják, és ezáltal a szolgáltatások reálértéke növekedjen.*
- *Non-profit (nem haszonelvű) működés*: a pénztár gazdálkodásának eredménye a tagoknak kifizetett szolgáltatások színvonalát emeli, és *nem fizethető ki* osztalék vagy részesedés formájában a kezelő, működtető személyeknek vagy szervezeteknek sem.

A Pénztártörvény számos védőintézkedést ír elő annak érdekében, hogy a pénztártagok javára gyűjtött és befektetett pénzüsszegek a *szolgáltatás időpontjában* és a *jogosultságnak megfelelő teljes összegben* rendelkezése álljanak.

A pénztártag számláján elhelyezett összegekre pl. sem a pénztártag hitelezői, sem kívülálló harmadik személy hitelezői nem tarthatnak igényt.

A befektetett állomány összetételét - a biztonság érdekében, a különböző kockázati tényezőkre tekintettel külön kormányrendelet szabályozza, a befektetésekre és a vagyon kezelésére vonatkozó előírásokkal.

2.6 A hatékonyság mérőszámai:

- A rendszer szolgáltatásaihoz szükséges idő;
- A felvilágosítás válaszüsideje;
- Aktív tagok és szolgáltatásra jogosultak aránya;
- Befektetések biztonsági és jövedelmezőségi mutatói.

3. Idősor paraméterbecslésének egzakt eloszlása

MAPLE A felhasznált eszköz már nemzetközileg elismert matematikai programcsomag, amelyet elismertsége miatt sokan használnak publikációkban szereplő számítások elvégzésére, mivel ekkor nem kell saját programuk helyességét bizonyítaniuk. Szimbolikus és numerikus számításokra egyaránt alkalmazható. A numerikus számítások tetszőleges pontosságúak lehetnek. A feladat megoldása szempontjából fontos tulajdonsága, hogy programozható, így hatékony algoritmusokat lehet megvalósítani. Megemlítendő még, hogy grafikus elemeivel függvény ábrázolások kiváló minőségben előállíthatóak. Két verziója is működik, az egyik a Windows-os, ami kényelmes felhasználóbarát felületen a megszokott matematikai jelölésmódot alkalmazva használhatunk. A másik a karakteres üzemmódú, amivel elérhető, hogy háttérfolyamatként felgyorsítsuk a számításokat.

Gauss Markov-folyamatok Ebben a fejezetben azt vizsgáljuk, hogy a függőségi viszonyok figyelembe vétele mennyiben változtatja meg a statisztikai vizsgálatokról alkotott képet - elsősorban a paraméterbecslésre, a konfidenciaintervallum szerkesztésére, hipotézisvizsgálatra valamint az aszimptotikus viselkedés gyorsaságára gondolunk - ,melyet a független megfigyelési minták esetén megszoktunk. Jól ismert, hogy pl. hipotézisvizsgálat esetén alkalmazott próbák robusztussága nagy mértékben függ a korrelációs viszonyoktól (legismertebb példa erre a Student-féle t -próba).

A függőség figyelembe vétele a diszkrét megfigyelési idők esetén is általában egy új időparaméter bevezetését teszi szükségessé, mely felvilágosítást ad arra nézve, hogy mintánk hány darab független megfigyeléssel ekvivalens információt szolgáltat; így a becslések aszimptotikus viselkedéséről tájékoztatást kapunk.

A független megfigyelési mintavétellel ellentétben a diszkrét idejű idősorok esetén még a normális eloszlás feltételezésével sem kapunk a vizsgált statisztikákra pontos eloszlásokat. Az időben diszkrét esetből az időben folytonos megfigyelésre való határátmenet is indokolja a folytonos idejű mintavétel vizsgálatát, ahol hatásos eszközök állnak rendelkezésre, amelyek segítségével a pontos eloszlások, vagy azok Laplace-transzformáltjai meghatározhatók. A folytonos idejű pontos eloszlásoknak mint jó közelítéseknek a használatát új jelenségnek - legalább is a standard statisztikai könyvekben használt módszerekkel (l. pl. [3] III. kötetét) szemben - tartjuk.

A x_n $n=...-1, 0, 1, \dots$ stacionárius Gauss Markov-folyamat r_n korrelációs vagy c_n autokovariancia-függvénye (ha $E x_n = 0$)

$$= \mathbf{r} = \frac{\mathbf{x} \mathbf{x}'}{\mathbf{x}}$$

alakú, ahol $\mathbf{r} = \frac{\mathbf{x} \mathbf{x}'}{\mathbf{x}}$. Másrészt ismeretes, hogy x_n eleget tesz a

$$\mathbf{x} = \mathbf{r} \mathbf{x} + \mathbf{s} \mathbf{e}$$

differenciaegyenletnek, ahol e_n független, standard normalis eloszlású valószínűségi változó sorozat (ún. fehérzaj), és e_n független x_n -től, és fennáll a

$$\mathbf{S} = -\mathbf{r}$$

összefüggés. Vizsgáljuk meg a r paraméter maximum-likelihood becslését. A maximum likelihood becslések meghatározása fáradságos, a kapott eredmények aszimptotikus viselkedésének vizsgálata nem remélhető. A szórások aszimptotikus viselkedése r -től függ, azaz figyelembe kell venni, hogy a változók milyen mértékben függőek. Az n -tagú minta "szemléletesen" egy $-\mathbf{r}$ független megfigyelésből adódó mintával ekvivalens információt szolgáltat a paraméterekre. A feltételes sűrűségfüggvény alapján (a mely a becslések aszimptotikus viselkedésének vizsgálatához gyakran elegendő), valamint az $E x_{\eta} = 0$ feltétel mellett a r paraméter becslésére a következő adódik:

$$\hat{\mathbf{r}} = \frac{\sum \dots}{\sum \dots}$$

Ez a becslés aszimptotikusan normális minden fix paraméter értékre, azonban a normális eloszláshoz való konvergencia csak a $-\mathbf{e} < \mathbf{r} < \mathbf{e}$ intervallumban áll fenn egyenletesen. Ebből következik, hogy konfidencia-intervallumok (alsó és felső becslések a paraméterre csak a (-1,1) intervallum belsejében szerkeszthetők).

A folytonos időparaméterű Gauss-Markov-folyamat a

$$\dot{\mathbf{x}} = -\mathbf{I} \mathbf{x} + \mathbf{w}(t), \quad \mathbf{I} > 0$$

differenciálegyenlethez származtatott ún. sztochasztikus differenciálegyenlet megoldása, amelyet

$$\mathbf{x}(t) = e^{-\mathbf{I}t} \mathbf{x}(0) + \int_0^t e^{-\mathbf{I}(t-s)} \mathbf{w}(s) ds$$

alakban írunk, ahol $w(t)$ a Wiener-folyamat. A folyamat λ paraméterét csillapítási tényezőnek nevezzük. A fenti differenciálegyenletekkel jellemzett sztochasztikus folyamat lefolyása abban különbözik a közönséges differenciálegyenlettel leírttól, hogy a csillapodás nem történik folyamatosan, hanem bizonyos perturbáció lép fel.

A λ paraméter maximum-likelihood becslésére a következő adódik:

$$\hat{\lambda} = \left[\sqrt{\left(\hat{\lambda}_{01}^2 - \frac{1}{2} \mathbf{s}^2 \mathcal{T} \right)^2 + 2 \mathbf{s}^2 \mathcal{T} \hat{\lambda}_{02}^2} - \left(\hat{\lambda}_{01}^2 - \frac{1}{2} \mathbf{s}^2 \mathcal{T} \right) \right] / 2 \mathcal{T} \hat{\lambda}_{02}^2$$

ahol $\hat{\lambda}_{01}^2 = \frac{1}{2} \left\{ [\mathbf{x}(0) - \mathcal{M}]^2 - [\mathbf{x}(\mathcal{T}) - \mathcal{M}]^2 \right\}$ illetve $\hat{\lambda}_{02}^2 = \frac{1}{\mathcal{T}} \int_0^{\mathcal{T}} (\mathbf{x}(t) - \mathcal{M})^2 dt$

A λ csillapítási tényezőnek becslésének eloszlása a következőképpen határozható meg:

$$f_{\lambda} = f_{\lambda}(\hat{\lambda}) > 0 = f_{\lambda}(\mathbf{h}_{\lambda}) < 0 + \dots$$

ahol az \mathbf{h}_{λ} jelöléssel

$$\mathbf{h}_{\lambda} = \mathbf{I} + \mathbf{I} \quad , \quad \hat{\lambda}_{02}^2 = \frac{1}{\mathcal{T}} \int_0^{\mathcal{T}} \mathbf{x}^2(t) dt \quad \hat{\lambda}_{01}^2 = \frac{1}{2} (\mathbf{x}^2(0) + \mathbf{x}^2(\mathcal{T}))$$

A becslés eloszlásának Laplace-transzformáltja határozható meg, mely átalakítások után a következő alakot ölti:

$$F(\mathcal{J}) = \frac{e^{-\mathcal{J} \mathcal{P}}}{\mathcal{P}} \int_{-\infty}^{\infty} \cos\left(\mathcal{S} \mathcal{Z} + \frac{\mathcal{J}}{2} - \frac{\mathcal{I}}{2} \mathcal{r} \sin(\mathcal{J}) - \mathcal{J}_1 - \mathcal{J}_2 \right) \sqrt{\frac{\mathcal{r}}{\mathcal{I} \mathcal{J}}} e^{\frac{1}{2} (1 - \mathcal{r} \cos(\mathcal{J}))} ds,$$

ahol a benne szereplő mennyiségek a következőek:

$$\mathcal{r} = \sqrt{(1 + 2 \mathcal{I}^2 \mathcal{S})^2 + (2 \mathcal{I}^2 \mathcal{J})^2} \quad , \quad \text{Hiba! Megtelt a lemez. Szabadítson fel lemezterületet, és számolja újra ezt a mezőt.}$$

$$= \sqrt{\mathbf{a} + \mathbf{b}} \quad , \quad \mathcal{J}_1 = \frac{1}{2} \operatorname{arctg}\left(\frac{\mathbf{b}_1}{\mathbf{a}_1}\right) \quad , \quad \mathcal{J}_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{\mathcal{S}}{\mathcal{I}}\right)$$

$$\mathbf{a}_1 = \mathcal{A}_1^2 - \mathcal{A}_2^2 - \left[(\mathcal{B}_1^2 - \mathcal{B}_2^2) \cos(2\mathcal{I} \mathcal{r}) \sin(\mathcal{J}) + 2 \mathcal{B}_1 \mathcal{B}_2 \sin(2\mathcal{I} \mathcal{r}) \sin(\mathcal{J}) \right] e^{-2\mathcal{I} \mathcal{r} \cos(\mathcal{J})}$$

$$\mathbf{b}_1 = 2 \mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2 + \left[(\mathcal{B}_1^2 - \mathcal{B}_2^2) \sin(2\mathcal{I} \mathcal{r}) \sin(\mathcal{J}) - 2 \mathcal{B}_1 \mathcal{B}_2 \cos(2\mathcal{I} \mathcal{r}) \sin(\mathcal{J}) \right] e^{-2\mathcal{I} \mathcal{r} \cos(\mathcal{J})}$$

$$\mathcal{A}_1 = \mathcal{A}_1(\mathcal{J}) = 1 + \mathcal{S} \mathcal{X} + \mathcal{r} \cos(\mathcal{J}) \quad , \quad \mathcal{A}_2 = \mathcal{A}_2(\mathcal{J}) = \mathcal{X} \mathcal{S} + \mathcal{r} \sin(\mathcal{J})$$

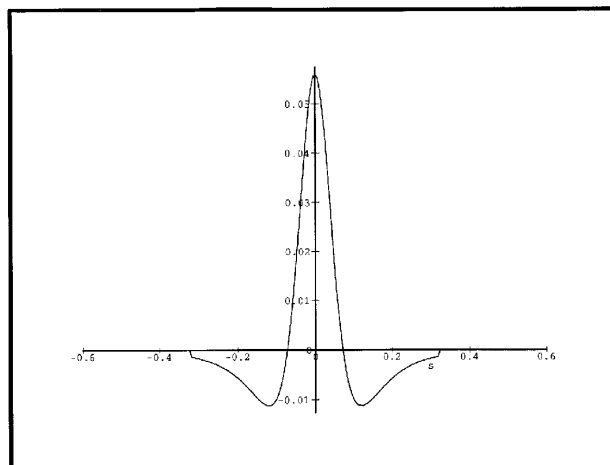
$$B_1 = B_1(z) = 1 + s z^{-1} r \cos(j), \quad B_2 = B_2(z) = s z^{-1} r \sin(j)$$

A korábban kiszámított táblázatokban [4,5] adott λ, p értékek esetén azok az u számok szerepelnek, amelyekre

$$H_1(u) = F_{h_1}\left(\frac{u}{2} + \frac{1}{2}\right) = p$$

A feladatunk, hogy a régebbi számításokat ellenőrizzük és a hiányzó értékek meghatározzuk. Ez a Maple segítségével több SUN munkaállomáson történt. A Maple egy részmodulja ugyan tud numerikusan is integrálni úgy, hogy csak a képletet kell beírni, de ezzel a képlettel nem boldogult. Kihhasználva a Maple programozható voltát, trapéz módszerrel közelítéseket számoltunk. A pontosság meghatározásának érdekében függvényvizsgálatot végeztünk.

Első lépésként a függvény párosságát tettük próbára. A képletből egyértelműen nem látszik de a függvény nem páros. Bár az eltérések szintén periodikusak és egyre kisebbek ahogy s tart a végtelenek felé. A λ növekedtével szintén csökken az eltérések értéke.



3. ábra

Az $F(z)$ függvény kis λ értékénél

Második lépés a trapéz módszer beosztás sűrűségének meghatározása volt. Azt találtuk, hogy nem célszerű egyenletes beosztást alkalmazni. Az y-tengely közelében és a szakadási helyeknél sűrűbb, máshelyütt ritkább beosztás is elég. Ezzel sokat gyorsíthatunk a közelítés sebességén. Harmadik lépésként a számítási pontosságot határoztuk meg. Ha 5 jegyre akarunk pontos végeredményt kapni, akkor 15 jegy pontosságú aritmetikát kell használni. A közelítési lépések első néhány lépésénél viszont érdemes 10 jegyre számolni, mivel így az értékek beleférnek egy gépi szóba, és ezért a számítások nagyságrendekkel gyorsabban hajtódnak végre.

A számításokat gyorsítja, ha elegendő nagy memória áll rendelkezésre, de már 2Mb elegendő a részeredmények tárolásához. Több munkaállomás használata miatt nem lehet pontos értéket adni arra, hogy

mennyi idő kell egy-egy érték meghatározásához. De kb. 1 nap alatt sikerült a táblázat egy sorát kiszámítani. A számítások eredményeit a melléklet tartalmazza.

Bár ez az érték jelentősen függ a λ értékétől is.

3.1 A hatékonyság mérőszámai:

1. A rendszer válaszidejei;
2. A beavatkozás után a rendszer válaszidejeinek alakulása;
3. A futtatható program kialakításának ideje;
4. A hibák kiszűréséhez szükséges idő;
5. A táblázat elemeinek meghatározásához szükséges idő;
6. Az előbbi idő csökkentésének lehetőségei.

4. Összefoglalás

A feladat célkitűzéseit tehát Windows környezetben a hypertext lehetőségeket kihasználva célszerű megvalósítani. A jogszabályokat és a begyűjtött statisztikai adatokat a Guide segítségével tárolva, a vázolt matematikai módszerek alkalmazásával interaktív módon elemezzük. Az alkalmazott szoftvertechnológia minden esetben az objektumorientált filozófia. Eddig elkészült az előzetes rendszerkoncepció, rendszerkoncepció variánsok, matematikai módszerek összefoglalása valamint egy minimális rendszerterv. Jelenleg a mérési módszerek kidolgozása valamint a programozási munka előkészítése folyik.

Irodalomjegyzék

1. Tusnady G., Ziermann M.: *Idősorok analízise* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
2. Arató M., Benczúr A.: Szimulációs eredmények az elemi Gauss-folyamat paramétereinek becslésének eloszlására. *MTA SZTAKI Közlemények*, **8**. 8-37, 1972.
3. Kendall M. G., Stuart A.: *The advanced theory of statistics I-III* Hafner, NY. 1966.
4. Arató M., Benczúr A.: Some new results in the statistical investigation of elementary Gaussian-processes. *European Meeting of Statisticians*, Budapest North Holland Publishing Company and Akadémiai Kiadó 1972.
4. Arató M., Benczúr A.: Some new results in the statistical investigation of elementary Gaussian-processes. *European Meeting of Statisticians Studia Sci. Math. Hungarica*, **5**. 445-456, 1970.
5. Arató M.: *Linear stochastic systems with constant coefficients*. Springer Verlag, Berlin 1982.