

Válaszok Dr. Pávó József opponensi véleményében feltett kérdésekre

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni Dr. Pávó Józsefnek doktori értekezésem nagyon alapos áttekintéséért és véleményezéséért, konstruktív kritikai észrevételeiért, valamint az elgondolkodtató kérdésekért.

1. kérdés

Az1.1. tételben Szerző a kétszeresen páratlan (odd-odd) véletlen fázisú multiszínusz gerjesztő jeleket javasolja. Indoklásaszerint többek között ekkor a mérés bizonytalansága nagymértékben csökken. Ezt az állítását a disszertáció 3.5.1. ábrájával (illetve a tétiszfüzet ezzel azonos 3. ábrájával) bizonyítja. Ez a bizonyítás nem támasztja alá az állítást teljes körben, mivel ez csak egy kvalitatív példa eredménye, amely általánosan csak keveset bizonyít. Hiányzik még az is, hogy valójában kvantitatív módon megfogalmazva mit ért bizonytalanságon a Szerző, és hiányzik annak kvantitatív bizonyítása is, hogy ez a bizonytalanság valóban kisebb a javasolt gerjesztő jel esetében. A bizonyítás természetesen történhet szimulációk sorozatával is, de ekkor olyan példák szisztematikus vizsgálatára van szükség, amelyek valóban lefedik (kifeszítik) az állítás által célzott rendszerek halmazát. A fentiek alapján az I. tétel csoport téziseit az I.I. tétel kivételével elfogadom, az I.I. tétel elfogadását Jelölt választától teszem függővé.

Válasz:

A kétszeresen páratlan véletlen fázisú multiszínusz jelek használatában kétféle mérés technikai haszon rejlik. A teljes felharmonikus tartalmú $\{f_k, k=0,1,2,\dots\}$, a csak páratlan tartalmú $\{f_{2k+1}, k=0,1,2,\dots\}$, ill. a kétszeresen páratlan felharmonikus tartalmú $\{f_{4k+1}, k=0,1,2,\dots\}$ multiszínusz jelek mérés technikai hatását az alábbi táblázatok szemléltetik. Míg a teljes harmonikus tartalmú multiszínusz jelben a mért rendszerátvitel és a nemlineáris zavar közös gerjesztett frekvencián összemosódik, a csak páratlan harmonikusok használata a páros nemlineáris hibákat a nem gerjesztett páros frekvenciákra kitolja és a mért rendszerátvitelt terhelő zavart mérsékli. A kétszeresen páratlan harmonikusok használata esetén a mért mennyiséget terhelő zavar szint tovább nem csökken, azonban a nem gerjesztett páratlan frekvenciákon külön mérni tudjuk a páratlan nemlineáris zavar szintjét.

Teljes felharmonikus tartalom		
Frekvencia		Spektrális vonal tartalma
k	gerjesztett	BLA + páros/páratlan nemlineáris sztochasztikus zavar

Páratlan felharmonikus tartalom		
Frekvencia		Spektrális vonal tartalma
$2k+1$	gerjesztett	BLA + páratlan nemlineáris sztochasztikus zavar
$2k+2$	nem gerjesztett	páros nemlineáris sztochasztikus zavar

Kétszeresen páratlan felharmonikus tartalom		
Frekvencia		Spektrális vonal tartalma
$4k+1$	gerjesztett	BLA + páratlan nemlineáris sztochasztikus zavar
$4k+2$	nem gerjesztett	páros nemlineáris sztochasztikus zavar
$4k+3$	nem gerjesztett	páratlan nemlineáris sztochasztikus zavar
$4k+4$	nem gerjesztett	páros nemlineáris sztochasztikus zavar

A mérés technikai haszon tehát:

- (1) a mért mennyiséget terhelő nemlineáris zavar mérséklése,
- (2) a nemlineáris zavar frekvenciamenetének és szintjének közvetlen mérhetősége, a páros és páratlan esetet szétválasztva.

Elemezzük most az (1) pontot a BLA közelítő karakterisztikára ránehezedő nemlineáris sztochasztikus zavarjel szempontjából, aminek hatását a BLA mérésekor átlagolással ki szeretnénk ejteni (FRF mérése H1 módszerrel). A BLA mérés technikának egyik pragmatikus indoka az elsődleges a priori ismeret megszerzése egy ismeretlen nemlinearitás tartalmú rendszerről (a lineáris FRF használhatóságának megítélése, a kezdeti értékek biztosítása a nemlineáris modellek parametrikus meghatározásához, a kezdeti fokszám becslések, a nemlineáris struktúraindikátorok, stb.). A páratlan felharmonikus tartalmú – teljes felharmonikus tartalmú gerjesztések hasznát tehát ilyen kontextusban célszerű megvizsgálni.

Modellezzük az általános helyzetet első, másod-, és harmadfokú elemeket tartalmazó statikus nemlinearitással (a modellezés helytálló, mert a nemlineáris kernelek dinamikájának a részletezett vizsgálatra lényeges hatása nincs). A Volterra-sor modellje lineáris, négyzetes és köbös kerneleket tartalmaz. Tételezzük fel, hogy a vizsgált frekvencia egy páratlan frekvencia:

$$y(t) = u(t) + \alpha_2 u^2(t) + \alpha_3 u^3(t) \quad (1.1)$$

A gerjesztő jel legyen normálizált véletlen fázisú multiszínusz. A komplex amplitudók frekvenciafüggését $U_k = U(k)$ ekvivalens módon fogjuk jelölni.

$$u(t) = \sum_{k=-M}^M \hat{U}_k e^{j(\omega_k t + \phi_k)}, \quad U_k = \hat{U}_k e^{j\phi_k}, \quad \sum_{k=-M}^M \hat{U}_k^2 = \sigma_u^2 = 1 \quad (1.2)$$

$$Y(l) = U(l) + \alpha_2 \sum_{k=-M}^M U_k U_{l-k} + \alpha_3 \sum_{k_1=-M}^M \sum_{k_2=-M}^M U_{k_1} U_{k_2} U_{L_k} \quad L_k = l - k_1 - k_2 \quad (1.3)$$

Célünk kvantifikálni a BLA lineáris közelítést terhelő sztochasztikus zavarkomponens varianciáját. T.i. elvárjuk, hogy a páratlan harmonikus tartalmú gerjesztés esetén a BLA-t terhelő nemlineáris sztochasztikus zavarjel nagysága kisebb lesz, ami kedvezőbb mérés technikai helyzetet teremtet. A BLA mérése a keresztkorrelációs módszerrel történik és a BLA model tulajdonságai alapján:

$$G_{BLA}(l) = \frac{E\{Y(l)\bar{U}(l)\}}{E\{|U(l)|^2\}} = E\left\{\frac{Y(l)}{U(l)}\right\} \quad (1.4)$$

$$Y(l) = G_{BLA}(l)U(l) + Y_S(l), \quad G(l) = G_{BLA}(l) + G_S(l) \quad (1.5)$$

$$E\{G(l)\} = G_{BLA}(l)$$

$$E\{G_S(l)\} = 0 \quad (1.6)$$

$$Var\{G(l)\} = Var\{G_S(l)\}$$

Jelen (1.1) esetben a BLA:

$$G_{BLA}(l) = 1 + 3\alpha_3 \sum_{k=-M}^M \hat{U}_k^2 + O(M^{-1}) \approx 1 + 3\alpha_3 \sigma_u^2 = 1 + 3\alpha_3 \quad (1.7)$$

Nézzük meg, hogy mi a helyzet a nemlineáris sztochasztikus „karakterisztika zajjal”? (1.3)-(1.4) alapján:

$$G_S(l) = \alpha_2 \sum_{k=-M}^M \frac{U_k U_{l-k}}{U_l} + \alpha_3 \sum_{k_1=-M}^M \sum_{k_2=-M}^M \frac{U_{k_1} U_{k_2} U_{L_k}}{U_l} = \alpha_2 G_{S,2}(l) + \alpha_3 G_{S,3}(l) \quad (1.8)$$

$$Var\{G_S(l)\} = E\{|G_S(l)|^2\} = \alpha_2^2 E\{|G_{S,2}(l)|^2\} + \alpha_3^2 E\{|G_{S,3}(l)|^2\} \quad (1.9)$$

mert a $G_{S,2}(l)\bar{G}_{S,3}(l)$, $\bar{G}_{S,2}(l)G_{S,3}(l)$ keresztszorzatok várhatóértéke zérus.

$$E \left\{ |G_{S,2}(l)|^2 \right\} = E \left\{ \sum_{k=-M}^M \frac{U_k U_{l-k}}{U_l} \sum_{k'=-M}^M \frac{U_{-k'} U_{-l+k'}}{U_{-l}} \right\} = 2 \sum_{k=-M}^M \frac{|U_k|^2 |U_{l-k}|^2}{|U_l|^2} + O(M^{-1}) \approx O(1) \quad (1.10)$$

$O(1)$ nagyságrendhez kétféle frekvenciapárosítás vezet, azért a 2-es szorzó. Más párosítások $O(M^{-1})$, vagy annál kisebb komponenseket eredményeznek. A felharmonikusok összegzésében a jobb áttekinthetőség érdekében, jelölésben nem tesszük különbséget a teljes és a páratlan felharmonikus tartalom között, mert a számítás mechanizmusa ugyanaz. A fenti kiszámított kifejezés a teljes harmonikus tartalmú jelre vonatkozik. Ha a jelben csak páratlan felharmonikusok vannak és a vizsgált l frekvencia is páratlan, akkor az U_{l-k} amplitúdó a jelben nincs jelen (zérus) és a teljes (1.10) kifejezés zérus értékű. A konstans nagyságrend a gerjesztés normálizálása miatt van. Hasonlóan:

$$E \left\{ |G_{S,3}(l)|^2 \right\} = E \left\{ \underbrace{\sum_{k_1=-M}^M \sum_{k_2=-M}^M \frac{U_{k_1} U_{k_2} U_{L_k}}{U_l}}_* \underbrace{\sum_{k'_1=-M}^M \sum_{k'_2=-M}^M \frac{U_{-k'_1} U_{-k'_2} U_{-L'_k}}{U_{-l}}}_* \right\} \quad (1.11)$$

$$\approx \varepsilon_3^{(l)} 6 \sum_{k_1=-M}^M \sum_{k_2=-M}^M \frac{|U_{k_1}|^2 |U_{k_2}|^2 |U_{L_k}|^2}{|U_l|^2} + O(M^{-1}) \approx O(1)$$

A *-ból ki kell zárni azokat a frekvenciakombinációkat, amik párosítva a nem zérus várhatóértékű $G_{BLA}(l)$ -ba (1.7) épültek bele. $\varepsilon_3^{(l)} < 1$ -vel figyelembe vesszük a (1.11)-ben kizárt frekvenciakombinációkat. Ez a kifejezés egyaránt a teljes felharmonikus tartalmú és a páratlan felharmonikus tartalmú esetre vonatkozik. A két esetben más az összegzendő tagok száma, de ezt a gerjesztésnormalizálás eltérő értéke kompenzálja (ritkább felharmonikus tartalmú jelben relative nagyobbak a spektrális amplitúdók). Végeredményben:

$$Var \{ G_S(l) \} \approx \begin{cases} 2\alpha_2^2 + 6\alpha_3^2 \varepsilon_3^{(l)} & \text{teljes felharmonikus tartalom} \\ 6\alpha_3^2 \varepsilon_3^{(l)} & \text{páratlan felharmonikusok} \end{cases} \quad (1.12)$$

Legyen a két variancia aránya:

$$r = \frac{Var \{ G_S(l) \}_{teljes}}{Var \{ G_S(l) \}_{páratlan}} = \frac{V_t}{V_p} \approx 1 + \frac{1}{3\varepsilon_3^{(l)}} \left(\frac{\alpha_2}{\alpha_3} \right)^2 \geq 1 \quad (1.13)$$

akkor pl. ha a kétféle gerjesztés használatával kapott BLA karakterisztikát szeretnénk azonos mértékben átlagolással kisimítani (a lehetséges additív kimeneti zajtól most az egyszerűség kedvéért eltekintünk), akkor a mérési időben a nyereség:

$$\frac{V_t}{T_t} = \frac{V_p}{T_p}, \quad T_p = T_t \frac{V_p}{V_t} = \frac{T_t}{r} \leq T_t \quad (1.14)$$

Az igencsak leegyszerűsített vizsgálatból látszik, hogy a páratlan felharmonikus tartalmú jel használatának haszna nullától akár komoly mérés technikai haszonig is terjedhet, de konkrétan mennyi az, az a priori ismeretek hiányában csak az első mérés végeztével adható meg. Fontos kihangsúlyozni azonban, hogy:

(1) Ha az adott alkalmazás a mérések egész sorozatát igényli, akkor az első mérésnél megállapított variancia viszonyok már jelzés értékűek.

(2) A (kétszeresen) páratlan felharmonikus tartalmú gerjesztés használata semmiféle különbséget nem jelent, sem a mérési összeállításban, sem a mérési eredmény feldolgozását végző algoritmusokban, sem azok konkrét komplexitási viszonyaiban. Magyarán a páratlan felharmonikus tartalmú gerjesztés által szállított pótlagos információ „mérés technikailag ingyen van”.

(2) A (kétszeresen) páratlan felharmonikus tartalmú gerjesztés használatának egyetlen megkülönböztető vonása a csökkentett eredő frekvenciafelbontás, ami kis harmonikus tartalmú gerjesztés esetén lehet probléma. Azonban a véletlen fázisú multiszinuszos jelekre a $O(10^3-10^4)$ harmonikus tartalom inkább jellemző, ahol a frekvenciafelbontás csökkentése nem jelent nagy problémát.

Ennél konkrétabb válasz a bíráló kérdésére, az a priori ismeret feltételezett hiánya miatt, nem adható meg.

2. kérdés

Hiányolom azonban a magyar társszerzőkkel közös publikációkat, úgy gondolom ugyanis, hogy a hazai tudomány számára célszerű lenne fiatal kutatók bevonásával nagyobb mértékben bekapcsolódni ebbe a nemzetközi iskolába. A hazai iskolateremtés véleményem szerint a Jelölt feladata lenne. Kérem, hogy nyilatkozzon arról, hogy szándékában áll-e a későbbiekben megalapozni ezt a hazai tudományos iskolát, ha igen, akkor nagyon röviden vázolja ennek tervezett lépéseit.

Válasz:

Tudományos életéről

A publikálási tevékenységem ilyen képének a magyarázata, hogy a szakmai életben két tudományos területet művelek. Az egyik az analitikus mérés technika (melynek e disszertáció is a képviselője), a másik az intelligens rendszerek mesterséges intelligencia módszertana.

Az egyik személyes kutatási terület jelentős nemzetközi kapcsolatrendszerrel, a másik a tanszéki oktatási és pályázati életébe ágyazott. A kettő hol erősebb, hol gyengébb kapcsolatban áll egymással. A disszertációkba foglalt eredmények felkutatása után egy erőteljesebb mesterséges intelligencia jellegű szakasz következett, konzorciumi pályázatok vezetésével és közreműködésével, mesterséges intelligencia oktatását megalapozó legjobb amerikai tankönyvek fordításával, mesterséges intelligencia tananyagok elektronikus tárának kidolgozásával, stb. Erről a területről származnak a legfrissebb publikációk is. Ennek a szakmai vonulatnak elismerése volt 2007-ben az IEEE Fellow tag és 2014-ben az NJSzT Kalmár László-díj.

A tevékenységeim mesterséges intelligencia vonulatában számos tantárgy, tematika, szakirány kidolgozása, illetve a fiatal magyar kollégákkal együtt publikált számos eredmény található (ld. mellékelt irodalomjegyzék).

Mondható tehát, hogy iskolajellegű professzionális tevékenység nem idegen tőlem, csak ezt inkább az intelligens rendszerek és a mesterséges intelligencia mérés technikai alkalmazásai területekhez köthető.

Jelenleg, a mesterséges intelligencia oktatásának egy részét fiatalakra bízva, újra szeretném erőteljesebben felvenni a mérés technikai problémák fonalát.

Iskolateremtéssel kapcsolatos kérdések

Iskolateremtő tevékenységem az intelligens rendszerek és a mesterséges intelligencia mérés technikai alkalmazásai témakörökhöz köthető, ahol munkatársaimmal és PhD hallgatóimmal jelentős eredményeket értem el. Az analitikus mérés technika területén egy nemzetközi tudományos iskola tagjaként tevénykedtem mintegy 25 éve. Megkezdett kutatási témáim folytatása fiatal kutatók bevonásával az értekezésem megvédését követő időszak feladata.

A bíráló egyéb kritikái megjegyzéseiről:

Ábrák, jelölések, egyéb formai problémák

A bírálói kritikákat köszönettel fogadom, azokkal egyetértek.

Még egyszer köszönöm Dr. Pávó Józsefnek az elgondolkodtató opponensi véleményét, kérdéseket és a konstruktív kritikát.



Dobrowiecki Tadeusz

Hivatkozások

Mészáros T., Dobrowiecki T., **Agent-based Reconfigurable Natural Language Interface to Robots**, J. van den Herik, A. Paula Rocha, J. Filipe (szerk.), 9th Int Conf on Agents and Artificial Intelligence, Porto, Feb 24-26, 2017, pp. 632-639.

Heikkilä T., Dobrowiecki T., Dalgaard L., **Dealing with configurability in robot systems**, 12th IEEE/ASME Int Conf on Mechatronic and Embedded Systems and Applications, Auckland, New Zealand, Aug 29-31 2016, Paper 7587120.

Eredics P., T. Dobrowiecki, **Fault Diagnosis in Intelligent Greenhouse Control with Decomposed Neural Models**, 13th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics, Warsaw, Poland, June 26-27 2014, pp. 65-69.

Mészáros T., T. Dobrowiecki, **Rapid development of application-oriented natural language interfaces**, IEEE 18th Int Conf on Intelligent Engineering Systems, Tihany, Hungary, July 3-5 2014, pp. 55-59.

Eredics P., T. Dobrowiecki, **Hybrid MLP-RBF Model Structure for Short-Term Internal Temperature Prediction in Greenhouse Environments**, CINTI 2013, Proc of the 14th IEEE Int Symp on Comp Intell and Informatics, Budapest, Nov 19-21, 2013, pp. 377-380.

Kovács D., Dobrowiecki T., **Converting MA-PDDL to extensive-form games**, Acta Polytechnica Hungarica 10:(8) pp. 27-47. (2013)

Eredics P., K. Gáti, T. Dobrowiecki, G. Horváth, **Bayesian Restoration of Greenhouse Desk Temperature Measurements**, Proc of the 16th IEEE Int Conf on Intell Eng System, Lisbon, June 11-13, 2012, pp. 447-451.

Eredics P., T. Dobrowiecki, **Data Cleaning and Anomaly Detection for an Intelligent Greenhouse**, R-E. Precup, S. Preitl, S. Kovács, E. Petriu (eds) Applied Comp Intelligence in Engineering and Information Technology: Revised and Selected Papers from the 6th IEEE Int Symp on Applied Comp Intell and Informatic, SACI 2011, Springer, 2012. pp. 123-134.

Eredics P., K. Gáti, T. P. Dobrowiecki, G. Horváth, **Neural Models for an Intelligent Greenhouse – A CMAC Global Greenhouse Model**, IEEE 12th Int Symp on Comp Int and Informatics (CINTI), Budapest, Nov 21-22, 2011, pp. 177-182.

Takács M., T. Dobrowiecki, **The Artificial Intelligence Electronic Almanac**, Inf Technology and Development of Education Conf, ITRO 2011, Novi Sad, Szerbia, July 1, 2011, pp. 135-140

Mészáros T., Dobrowiecki T., **Rapid prototyping of application-oriented natural language interfaces**, 32th Int Conf on Information technologies, ITI-2010, Dubrovnik, Croatia,, June 21-24, 2010, pp. 97-102.

Mészáros T., T. Dobrowiecki, **Controlled Natural Languages for Interface Agents**, AAMAS 2009: 8th Int Conf on Autonomous Agents and Multiagent systems, Budapest, May 10-15, 2009, pp. 1173-1174.

Kovács D., Dobrowiecki T., **Evolution of Strategy Selection in Games by Means of Natural Selection**, M Ganzha, M Paprzycki, T Pelech-Pilichowski (eds), Int Multiconf on Computer Science and Information Technology, IMCSIT 2008, Wisla, Oct 20-22, 2008, pp. 165-172.

Dezsényi Cs, T P Dobrowiecki, T Mészáros, **Adaptive Information Extraction from Unstructured Documents**, Int J of Int Information and Database Systms 1:(2) pp. 156-180. (2007)

Dezsényi Cs., T. Dobrowiecki, T. Mészáros, **Information Extraction with AI Planning**, 6th Int Symp of Hungarian Researchers on Comp Int, Budapest, Nov 18-19, 2005, pp. 3-11.

Dezsényi Cs, T.P. Dobrowiecki, T. Mészáros, **Adaptive Document Analysis with Planning**, Lecture Notes in Computer Science 3690: pp. 620-623. (2005)

Dezsényi Cs., Mészáros T., T. Dobrowiecki, **Parser Framework for Information Extraction**, EUROFUSE-2004 Workshop on Data and Knowledge Eng, Warsaw, Sept 22-25, 2004, pp. 177-184.

Varga P., Mészáros T., Dezsényi Cs., Dobrowiecki T., **An Ontology-based Information Retrieval System**, Lecture Notes in Artificial Intelligence 2718: pp. 359-368. (2003)

Antal P., De Moor B., Timmerman D., Meszaros T., Dobrowiecki T., **Domain knowledge based information retrieval language: An application of annotated bayesian networks in ovarian cancer domain**, Kokol P, Stiglic B, Zorman M, Zazula D (eds.) Proc. of the 15th IEEE Symp. on Computer-Based Medical Sys. (CBMS-2002). Maribor, June 4-7, 2002, pp. 213-218.

Antal P., Mészáros T., De Moor B., Dobrowiecki T., **Annotated bayesian networks: A tool to integrate textual and probabilistic medical knowledge**, Proc of the 14th IEEE Symp on Computer-Based Medical Systems CBMS, Bethesda, USA, July 26-27, 2001, pp. 177-182.

Deák F., Kovács A., Váncza J., Dobrowiecki T., **Hierarchical knowledge-based process planning in manufacturing**, Kovács G., Bertók P., Haidegger G. (eds) Proc of the 11th IFIP TC5/WG5.2 & WG5.3 PROLAMAT Conf: Digital Enterprise Challenges - Life-Cycle Approach to Management and Production, Budapest, Nov 7-10, 2001, pp. 428-439.

Mészáros T., Z. Barczikay, F. Bodon, T. Dobrowiecki, Gy. Strausz, **Building an Information and Knowledge Fusion System**, Lecture Notes in Artificial Intelligence 2070: pp. 82-91. (2001)

Dobrowiecki T., T. Mészáros, **A Tutorial on Intelligent Systems in Global Network Environment - The Measurement Perspective**, EMTECH-99 - 1999 IEEE Int Workshop on Emerging Technologies, Global Computer Systems serving Measurements, Measurements serving Global Computer Systems, Venice, May 20, 1999, pp. 1-8.

Mészáros T., T. Dobrowiecki, **The Role of Emotions in Multi-Agent Systems**, G Tatai, L Gulyas (szerk.) Agents Everywhere: Proc. of HUNABC-98, First Hungarian Nat Conf on Agent Based Computing, Budapest, May 29-31, 1998, pp. 25-36.

Várkonyi-Kóczy A.R., G. Péceli, T. Dobrowiecki, T. Kovácsházy, **Iterative Fuzzy Model Inversion**, Proc. of the 1998 IEEE Int. Conf on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE '98, Anchorage, May 5-9, 1998, pp. 561-566.

Tömösy Gy, Dobrowiecki T P, Román Gy, **Reasoning about signals and systems in complex measurement environment**, Proc of the 24th Ann Conf of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON'98), Aachen, Aug 31-Sept 4, 1998, pp. 2549-2554.

Várkonyi-Kóczy A.R., T. Dobrowiecki, G. Péceli, **Measurement Uncertainty: A Soft Computing Approach**, Rudas IJ (szerk.), Proc of the IEEE Int Conf on Intell Eng Systems INES'97, Budapest, Sept 15-17, 1997, pp. 485-490.

Dobrowiecki T., Louage F., Meszaros T., Roman G., Pataki B., **Will Measuring Instruments Turn Into Agents?** IEEE Trans on Instr and Meas 46:(4), 1997, pp. 991-995.

Varkonyi-Kóczy A.R., Dobrowiecki T., **Imprecise methods in measurement**, IEEE Instr and Meas Technology Conf, IMTC/97, Ottawa, Kanada, May 19-21, 1997, pp. 790-795.

Louage F., T. Dobrowiecki, **An Automated Measurement Identification Environment**, Proc. of the 10th IFAC Symp. on System Identification - SYSID '94, Copenhagen, Dánia, July 4-6, 1994, pp. 453-458.

Louage F., T. Dobrowiecki, **Integrated Intelligent Modelling Environment Based On the Krest Workstation**, 8th European Knowledge Acquisition Workshop EKAW-94, Hoegaarden, Belgium, Aug 26-29, 1994, pp. 105-110.

Román G., T. Dobrowiecki, **Modelling Measurement Technical Problems With Constraints**, Proc. of the 1994 IEEE Instr and Meas Technology Conf. - IM/TC 94, Hamamatsu, Japan, May 10-12, 1994, pp. 94-97.

Dobrowiecki T., F. Louage, **Expert Systems in System Identification - Second Generation Issues**, IMEKO XIII World Congress - From Measurement to Innovation, Torino, Sept 5-9, 1994, pp. 936-941.

Louage F., T. Dobrowiecki, **Knowledge-Based System Identification in the Frequency Domain**, Expert Systems '93 Conf (ES93), The 13th Ann. Conf. of the BCS Expert Systems Group, Cambridge, UK, Dec 13-15, 1993, pp. 98-110.

Abdulwahab A., Dobrowiecki T., **Knowledge-based approach to signal smoothing**, Intelligent Systems Engineering 1:(1), 1992, pp. 63-75.

Papp Z., Dobrowiecki T., Vadász B., Tilly K., **Expert System Architecture for Real-Time Process Monitoring**, Plander I (szerk.) Proc. Conf on Artificial Intelligence and Information-Control Systems of Robots'89, Strbske Pleso, Nov 6-10, 1989, pp. 295-300.