

Doktori értekezés tézisei

TRANZIENSMENEDZSMENT
ÚJRAKONFIGURÁLHATÓ DIGITÁLIS
JELFELDOLGOZÓ RENDSZEREK BEN

Kovácsházy Tamás

Témavezető: Dr. Péceli Gábor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

2007

© Kovácsházy Tamás, 2007
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.
Informatika ép. E szárny, IV. em. IE426.
Tel.: (+36 1) 463-4372, Fax: (+36 1) 463-4112, Email: khazy@mit.bme.hu
Minden jog fenntartva.

Előzmények és célkitűzések

A technológia gyors fejlődése lehetővé teszi, hogy olyan jelfeldolgozási és szabályozási problémák megoldására alkalmas eszközök fejlesztésére is kísérletet tegyünk, amelyekre korábban azok komplexitása, nemlineáris és/vagy idővariáns volta, modellezési nehézségek, vagy elosztottsága miatt nem vállalkozhattunk. Vagyis az alkalmazásokban újabban igényelt szolgáltatások természetéből adódóan alkalmazói rendszereink működésük során egyre több, csak futási időben meghatározható információt is automatikusan figyelembe kell, hogy vegyenek. Például fel kell őket készíteni meghibásodásokra, a bennük vagy a környezetükben lezajló drasztikus változásokra, változó követelményekre. Ezeket a követelményeket az ilyen rendszerek a befogadó fizikai környezettel direkt kapcsolatban lévő feldolgozó egységeinek futási idejű (run-time vagy on-line az angol terminológiában) újrakonfigurálásával tudják teljesíteni.

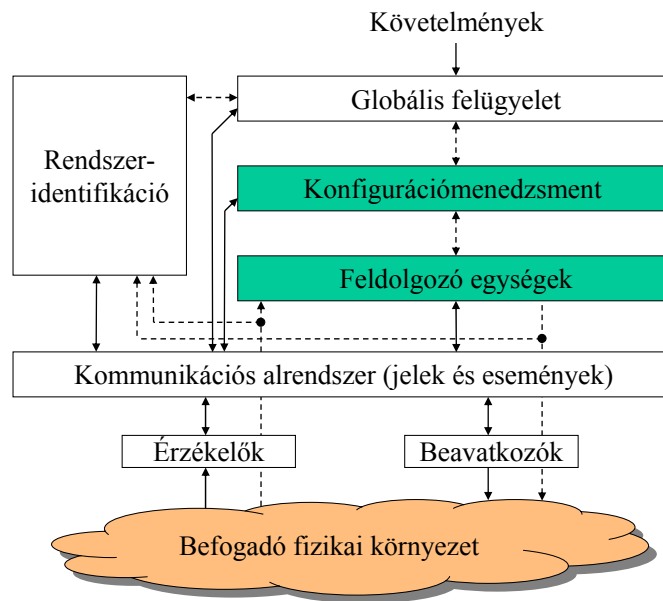
Az újrakonfigurálás során a konfigurációváltások hatására létrejövő átmeneti jelenségek – továbbiakban újrakonfigurálási tranziensek – a nyújtott szolgáltatás szintjét leontják. A fizikai folyamatok összehangolt adatgyűjtési és szabályozási feladatainak megoldása során az újrakonfigurálási tranziensek kellemetlen következményekkel járhatnak. Alapesetben az újrakonfigurálási tranziens ideiglenesen növeli a rendszer hibáját, az időlegesen kevésbé optimálisan működik. Ugyanakkor kedvezőtlenebb esetekben az újrakonfigurálási tranziensek a rendszer meghibásodását is okozhatják, pl. belső numerikus túlcordulást, vagy a beavatkozó szervek és azon keresztül a fizikai folyamat valamelyik részének túlterhelését, mechanikai rendszer esetén annak elemeinek kifáradását és végül törését. A nem megfelelően végzett újrakonfigurálás eredményeképpen létrejövő tranziens akár a teljes rendszer stabilitásának elvesztését is eredményezheti – például nemlineáris fizikai folyamatok szabályozása esetén – még akkor is, ha maguk a konfigurációkban megvalósított rendszerek stabilak. Tehát az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek alkalmazástechnikájának fontos eleme a konfigurációváltás során fellépő tranziens folyamatok leírása, és olyan módszerek kidolgozása, amelyekkel ezek az újrakonfigurálási tranziensek lecsökkenthetők az alkalmazási környezet által tolerálható szintre.

Ennek megfelelően az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek újrakon-

figurálási tranzienseinek vizsgálatát és csökkentését – röviden tranziens menedzsmentjét – tűztem ki célul értekezésemben.

Az értekezésben az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek tranziens menedzsmentjének témakörét az alábbi megkötésekkel vizsgálom:

- Az újrakonfigurálás megvalósításának több implementációs szintje adható meg, az értekezésben az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek jelfolyamhálózat szintű újrakonfigurálásával foglalkozom, de figyelembe veszem a szoftver és hardver szintek tulajdonságaiból, képességeiből következő korlátozásokat.
- Felhasználom a hibrid rendszerek, Switching Systems/Control, Gain Scheduling és modellalapú szabályozások területén az újrakonfigurálással és tranziens menedzsmenttel kapcsolatos információkat, és egyben eredményeim is felhasználhatók ezen a területeken.
- Az 1. ábra szerinti rendszer architektúrát tartom szem előtt, azon belül is a konfigurációmenedzsment és feldolgozó egység blokkok működését vizsgálom, természetesen figyelembe véve a befogadó fizikai környezet esetleges hatásait. A rendszeridentifikációs és a globális felügyeleti blokkokat a vizsgált rendszer számára konfigurációváltásokat előidéző blokkokként kezelem, azoknak a működésével és tulajdonságaival nem foglalkozom. A többi blokkot adottnak tételezem fel.
- A feldolgozó egységek – amelyek az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszert alkotják – diszkrét idejű, idővezérelt működésűek és folytonos értékkel dolgoznak. Ezek ennek megfelelően a klasszikus digitális jelfeldolgozás eszközeivel kezelhetőek.
- A konfigurációmenedzsment blokk eseményekre reagál, és az események hatására a véges állapotterében történhetnek állapotátmenetek benne. A gyakorlatban leggyakrabban hierarchikus állapottérkép formájában (state-chart) kerül leírásra ez a rendszerrész.
- Az értekezésben megadom az újrakonfigurálási tranziens pontos definícióját, és a vizsgálatok során alkalmazott tranziens mérőszámokat és kritériumokat.
- Az újrakonfigurálási módszer azt adja meg, hogy a rendszer aktuális régi konfigurációjából milyen lépéseken keresztül – algoritmikusan és időben – térünk át a rendszer új konfigurációjára. Az újrakonfigurálási módszerek eltérő implementációs és tranziens tulajdonságokkal rendelkeznek, és még egy adott módszer



1. ábra. Az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszer alkalmazási környezetének architektúrája.

megvalósítása is erősen alkalmazásfüggő. Az alábbi újrakonfigurálási módszer típusok vizsgálatát végzem el:

- A kimenetek átkapcsolásával végzett újrakonfigurálás,
 - A kimeneti jel átúsztatásával végzett újrakonfigurálás,
 - Az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás,
 - Az állapotok megtartásával végzett többlépéses újrakonfigurálás,
 - A kezdeti állapotok alkalmas inicializálásával végzett újrakonfigurálás.
- A tranziens menedzsment folyamatát passzívnak nevezem, ha az nem vesz figyelembe futási időben elérhető információt a tranziensmenedzsment során, és aktívnek nevezem, ha figyelembe vesz ilyen információt. Az értekezésben elsősorban a passzív tranziensmenedzsment-módszerek lehetőségeit vizsgálom, mert ezek futási idejű számítási komplexitása többnyire kedvező. Ezenkívül a passzív módszerekből direkt módon származtatható aktív módszereket is bemutatok.
 - Vizsgálataimat olyan esetekre korlátozom, ahol az újrakonfigurálások között időinvariáns, lineáris, diszkrét idejű (LTI-D, Linear, Time-Invariant, Discrete time) rendszerek kerülnek felhasználásra nyílt hurokban, szűrő jelleggel, egy bemenettel és kimenettel (SISO, Single Input Single Output).

Vizsgálati módszerek

Az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek újrakonfigurálási tranzienseinek általam ismertett elméleti megközelítését a jel- és rendszerelmélet, a digitális jelfeldolgozás, azon belül is elsősorban a lineáris digitális végtelen impulzusválaszú (IIR) szűrők méretezése és megvalósítása terén elért eredményekre alapozom. Nagyon fontos szerepet játszanak az értekezésben a diszkrét idejű rendszerek különböző leírásai és azok kapcsolatai. Az input-output leírások – mint például impulzusválasz, ugrásválasz, átviteli függvény, átviteli karakterisztika – az újrakonfigurált rendszer konfigurációjának megadására szolgáló leírásként kerülnek felhasználásra. Az elméleti tranziens vizsgálatok során elsősorban a jelfolyamgráfokból vagy a jelfolyamhálózatokból szisztematikusan előállított állapotváltozós alakot használom. A digitális szűrők megvalósítására kidolgozott speciális jelfolyamgráfú realizációs struktúrák, vagy más néven szűrőstruktúrák, és azokon keresztül az ilyen rendszerek véges aritmetikával történő megvalósítási problémáira kidolgozott megoldásokra építek.

Az elméleti úton származtatott eredményeket szimulációkkal erősítem meg és demonstrálom. A szimulációk saját készítésű Matlab programokkal kerültek megvalósításra, felhasználva a Control System és a Signal Processing Toolbox egyes függvényeit. A saját készítésű Matlab-függvények az alábbi csoportokba sorolhatók:

- Digitális szűrők különböző szűrőstruktúrákkal történő realizációját lehetővé tevő függvények, mint például különböző normalizált Lattice-, rezonátoros, direkt, és párhuzamos struktúrák.
- A szűrőstruktúrákhoz tartozó méretező algoritmusok, amelyek a megvalósítandó átviteli függvény ismeretében lehetővé teszik a szűrőstruktúra együtthatóinak számítását.
- A szűrőstruktúrához adott együtthatókészlet esetén rendelhető állapotváltozós alak $\langle A, B, C, D \rangle$ mátrixkészletének számítására alkalmas függvények.
- Az egyes újrakonfigurálási módszereket megvalósító és az egyes szimulációkat futtató függvények, beleértve a futási idő mérésére szolgáló infrastruktúrát.

- A szimulációkat összefogó, futtató, és a szimulációk eredményeit megjelenítő függvények.

A Matlab alapú szimulációkon kívül a Fault Adaptive Control Technology (FACT) projekt keretein belül kifejlesztett TransMan Simulink blokk-készlet segítségével is bemutatom az értekezésben a tranziensmenedzsment-módszereket Simulink környezetben. Ebben az esetben a konfigurációmenedzsment blokkot Stateflow állapotterképekkel valósítom meg.

Az értekezés 3. fejezetében megadom az újrakonfigurálási tranziens általam használt definícióját. Az újrakonfigurálási tranziensek minősítésére, és a különböző tranziens menedzsment módszerek összehasonlítására tranziens mérőszámokat és kritériumokat vezetek be. Az értekezésben az újrakonfigurálási tranziens energiáját, annak várható értékét vagy maximumát használom mérőszámként. A digitális jelfeldolgozó rendszer konfigurációját a jelfolyamhálózattal, annak együtthatóival, állapotváltozóival és állapotváltozóinak kezdeti értékével reprezentálom. Egy adott konfigurációhoz szorosan kötődnek az ahhoz tartozó méretezési algoritmusok is, amelyekre a futási idejű méretezés és a tranziensmenedzsment egyes módszereinek alkalmazása során lehet szükség.

A 4. fejezetben a passzív tranziensmenedzsment-módszereket vizsgálom, és a tématerületen megfogalmazott új tudományos eredményeimet mutatom be. A megvalósított input-output leképezések és a gerjesztőjel ismeretében módszereket adok a kimeneti átúsztatás újrakonfigurálási módszer h átúsztatási lépésszámának meghatározására, és megadom az így meghatározott lépésszámok felhasználási lehetőségét a konfigurációmenedzsment blokkban.

Kifejezem a kezdeti állapotok nullázásával és az állapotok megtartásával végzett egy lépéses újrakonfigurálásnál fehérzaj-gerjesztés esetén a kimeneti tranziens energia várható értékét, valamint szinuszos gerjesztés esetén a tranziens energiát zárt alakban. A kifejezéseket a tranziens vizsgálatra alkalmas kísérleti összeállításból kiindulva vezetem le, majd megadom azok hatékony kiszámításának és felhasználásának lehetőségeit. Elméleti megfontolásokon és szimulációkon keresztül összehasonlítom a két módszert az újrakonfigurálási tranziensek szempontjából. Szemléletes geometriai megközelítéssel keresztül mutatom be az állapotváltozók szerepét, valamint a skálázás és az ortogonalitás fontosságát az állapotok megtartásával végzett egy lépéses újrakonfigurálás esetén.

Elméleti úton és szimulációkkal is megmutatom, hogy az állapotok megtartásával végzett egy lépéses újrakonfigurálásnál az újrakonfigurálási tranziensek függenek a realizációs struktúrától, és ennek megfelelően a struktúra megválasztása passzív tranziensmenedzsment-módszernek tekinthető. A struktúrafüggés leírása alapján javaslatot teszek a rezonátoros struktúra egy olyan módosítására, amely fehérzaj-gerjesztésre ked-

vezőbb tranziens tulajdonságokkal rendelkezik. Megadom a rezonátoros struktúra egy olyan méretezési algoritmusát, amely speciális multiszinuszos gerjesztés esetén tranziens mentes újrakonfigurálást tesz lehetővé. A kezdeti állapotok nullázásával és az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás következtében létrejött tranziens tulajdonságait és a struktúrafüggést egyszerű PID szabályzóból és racionális átviteli függvénnyel jellemezhető szakaszból álló zárt szabályzási hurokban is demonstrálom.

A 4. fejezetet az állapot megtartásával végzett többlépéses újrakonfigurálás vizsgálata zárja le, ahol ismét a realizációs struktúra megválasztásának fontosságára hívom fel a figyelmet. Megmutatom, hogy lineáris együttható-interpoláció esetén kedvező struktúrát választva az újrakonfigurálási tranziensek jelentősen csökkenthetők, valamint a toleranciaséma interpolációján alapuló új módszert mutatok be, amelynek kedvező tulajdonságait szimulációkkal szemléltetem.

Az 5. fejezetben aktív tranziensmenedzsment-módszereket ismertetek. Egy új, a futási időben ténylegesen előálló kimeneti jeleket figyelembe vevő módszert származtatok a h átúsztatási lépésszám futási idejű meghatározására a kimeneti átúsztatás módszeréhez, amely kis futási idejű erőforrásigény mellett teszi lehetővé h egy kedvező értékének a meghatározását. Ezenkívül tranzienscsökkentő jelek tervezésére alkalmas módszereket mutatok be.

A 6. fejezetben az elért eredményeket foglalom össze. A lezáratlan kérdéseket és a további kutatások lehetséges irányainak felsorolását a 7. fejezetben adom meg.

Új tudományos eredmények

1. Tézis. Az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás esetén tapasztalható kimeneti tranziensek struktúrafüggése újrakonfigurálható digitális szűrők-nél és annak alkalmazása passzív tranziensmenedzsment-módszerként.

- 1. Megadtam az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás esetén fehérzaj-gerjesztésre a kimeneti tranziens energia várható értékének zárt alakú kifejezését, és szinuszos gerjesztésre a kimeneti tranziens energia összefüggését, valamint a kifejezések hatékony számítási módjait. Példákkal illusztráltam, hogy a szimulációs úton történő tranziensjellemző-meghatározásnál kedvezőbb számítási komplexitásúak az általam adott kiszámítási módszerek.*
- 2. Egyszerű példával, fehérzaj-gerjesztés esetére a kimeneti tranziens energia várhatóérték analitikus vizsgálatával, valamint összetett példákkal megmutattam, hogy az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás esetén a kimeneti tranziens függ az alkalmazott realizációs struktúrától, és ennek megfelelően a realizációs struktúra megválasztása passzív, tervezési idejű tranziensmenedzsment-módszerként alkalmazható.*
- 3. Szemléletes geometriai megközelítést adtam fehérzaj-gerjesztésnél a realizációs struktúra újrakonfigurálási tranziens befolyásoló hatására. Megmutattam, hogy a realizációk egyenletes skálázása kedvezően befolyásolja a tranziens tulajdonságait, és a realizáció $\mathbf{K} = \mathbf{E}$ értelembeni ortogonalitása pedig worst-case jelleggel a legkedvezőbb tranziens tulajdonságokat nyújtja fehérzaj-gerjesztésre. Ezen szempontok alapján egy kedvezőbb tranziens viselkedésű módosított, egyenletesen skálázott rezonátoros szűrőre tettem javaslatot.*
- 4. Megmutattam, hogy az $f_c \ll f_s/2$ törésponti frekvenciájú, páratlan fokszámú, alul- vagy felüláteresztő átviteli függvényeket rezonátoros szűrővel realizáló konfigurációk esetén tranziensmentes újrakonfigurálás végezhető DC gerjesztésre beállított állandósult állapotban. Szintén tranziensmentes szabályozó újrakonfigurálás hajtható végre digitális PID szabályozóból és racionális átviteli függvénnyel jellemezhető szakaszból álló szabályozási körben, megfelelő PID szabályozó struk-*

túra választásával, konstans alapjelre beálló állandósult állapotban.

A tézishoz rendelhetőek az [sp3,sp4,sp6,sp11,sp15,sp17sp29,sp30] publikációk.

2. Tézis. Az egylépéses újrakonfigurálási módszerek kimeneti tranziens tulajdonságainak számítása, a módszerek összehasonlítása.

1. Megadtam a kezdeti állapotok nullázásával végzett egylépéses újrakonfigurálás esetén fehérzaj-gerjesztésre a kimeneti tranziens energia várható értékének zárt alakú kifejezését, szinuszos gerjesztésre a kimeneti tranziens energia összefüggését, valamint a kifejezések hatékony számítási módjait.
2. A kezdeti állapotok nullázásával végzett egylépéses újrakonfigurálás és az állapotok megtartásával végzett egylépéses újrakonfigurálás eseteire általam kidolgozott zárt alakú összefüggések vizsgálata, valamint a bemutatott szemléletes geometriai megközelítés alapján fehérzaj gerjesztésnél megadtam a két újrakonfigurálási módszer tranziens tulajdonságainak viszonyát, amelyet példákkal is demonstráltam.

A tézishoz rendelhetőek az [sp11,sp16,sp29,sp30,sp33] publikációk.

3. Tézis. A többlépéses újrakonfigurálási módszerek tervezési eljárásainak és megvalósításának kiegészítése és új módszerek származtatása.

1. Tervezési idejű módszereket adtam a kimeneti átúsztatással végzett többlépéses újrakonfigurálásnál a h lépésszám meghatározására. Megadtam az így meghatározott, az összes konfigurációra globálisan vonatkozó h , vagy a konfigurációpárokhoz tartozó $h_{i,j}$ lépésszámok gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit.
2. Aktív tranziensmenedzsment-módszert dolgoztam ki a h lépésszám a valós gerjesztőjeleket futási időben figyelembe vevő meghatározására a kimeneti átúsztatással végzett többlépéses újrakonfigurálási tranziens tulajdonságainak javítására.
3. Megmutattam, hogy a struktúrafüggés milyen hatásokon keresztül befolyásolja az állapotok megtartásával végzett többlépéses újrakonfigurálási tranziens tulajdonságait együttható-interpoláció esetén, és a tranziens viselkedést javító strukturális követelményeket fogalmaztam meg. A megfogalmazott követelmények alapján a toleranciaséma interpolációján alapuló, az állapotok megtartásával végzett többlépéses újrakonfigurálási módszert származtattam, amely alkalmazásával, megfelelő realizációs struktúra választása esetén, a szimulációs vizsgálatok alapján kedvezőbb tranziens viselkedés érhető el.

A tézishoz rendelhetőek az [sp5,sp18,sp22,sp23,sp29,sp30] publikációk.

Az eredmények hasznosítása

Számos alkalmazási környezetben merül fel újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek alkalmazása, de napjainkban elsősorban a járműipar területén vetődnek fel olyan komplex problémák nagyobb számban, amelyeknek a megoldása során az újrakonfigurálás alkalmazása perspektivikus. A járműipar korábban is alkalmazott újrakonfigurálható megoldásokat, gondoljunk itt például arra, hogy az értekezésben bemutatott terminológia szerint a manuális (emberi felügyelet) és az automata (robusztus, szuboptimális megoldás) sebességváltóval tulajdonképpen a gépjármű hajtásláncát „konfiguráljuk újra” a környezetnek és a követelményeknek megfelelően. Repülőgépek esetén az orr-segéd szárnyak, féklapok alkalmazása, vagy szélsőséges esetben a változtatható szárnynyílazás, a futóművek kiengedése/behúzása, esetleg valamilyen sérülés a repülőgép sárkányszerkezetének az „újrakonfigurálását” és ezzel repülési tulajdonságainak a drasztikus megváltozását jelenti. Az ilyen változásokra a járműnek reagálnia kell, mégpedig a napjainkban teljesen digitális elven működő érzékelő és szabályozó rendszereinek az új körülményeknek megfelelő újrakonfigurálásával, ami viszont újrakonfigurálási tranziensek megjelenését és kezelését veti fel.

A járműipar és az autonóm rendszerek határterületét képzik a vezető nélküli autonóm járművek (Unmanned/Uninhabited Air/Autonomous Vehicles, UAV). Ezen a területen az újrakonfigurálhatóság a változó környezet és a valószínű hibajelenségek más módszerekkel történő kezelési nehézségei miatt aktív kutatás tárgya. Elsősorban azért, mert az autonóm járműnek algoritmikusan tudnia kell reagálnia olyan környezet- és követelményváltozásokra, amelyeket nem autonóm esetben mindenképpen a jármű vezetőjére bízunk. Az ilyen rendszerekben az újrakonfigurálási tranziensek megfelelő kézben tartása különösen fontos, mert hatásaikra az autonóm rendszert külön fel kell készíteni.

Ezenkívül az igényes robotirányítások, ipari mérő- és szabályozó rendszerek és a kommunikációs technológiák területén is felmerül az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek alkalmazása.

Az értekezésben bemutatott eredmények jelentős része a DARPA Software Enabled Control (SEC) program által finanszírozott Fault Adaptive Control Technology (FACT)

projekt keretein belül került kidolgozásra. A SEC program elsődleges célja repülőgépek és helikopterek szabályozási problémáinak új szoftverintenzív megoldásainak kutatása, különös tekintettel a személyzet nélküli repülő eszközökre. A FACT programban az elsődleges ipari partner a Boeing Corporation volt. A Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék a Vanderbilt Egyetem alvállalkozójaként vett részt a projektben, elsősorban a digitális jelfeldolgozás, és ezen belül is az újrakonfigurálható digitális jelfeldolgozó rendszerek tranziensmenedzsmentjének témakörében.

Köszönetnyilvánítás

A doktori értekezés alapját képző munkát az alábbi források támogatták:

- 1999-2004, a DARPA Software Enable Control Programja az AFRL contract F33615-99-C-3611 alapján¹
- 2002-2003, az Európai Bizottság NEXT TTA, High-Confidence Architecture for Distributed Control Applications. IST Programme RTD Research Project IST-2001-32111 alapján²
- 2000-2002, OM-FKFP 0654/2000 Tranziens menedzsment újrakonfigurálható rendszerekben
- 1999-2000, Soros Alapítvány 1 éves Posztgraduális Ösztöndíja, szerződésszám 230/2/825
- 1995-1998, OTKA T 017448, Jelfeldolgozás újrakonfigurálható rendszerekben címmel

¹The work presented here is funded, in part, by DARPA's Software Enabled Control Program under AFRL contract F33615-99-C-3611.

²The work presented here is funded, in part, by the European Commission's Information Society Technologies Program under the project NEXT TTA, High-Confidence Architecture for Distributed Control Applications. IST Programme RTD Research Project IST-2001-32111.

Az értekezés témakörében készült publikációk

Folyóiratcikkek, könyvfejezetek

- [sp1] Gábor Karsai, Gautam Biswas, Sriram Narasimhan, Tal Pasternak, Sherif Abdelwahed, Tivadar Szemethy, Gábor Péceli, Gyula Simon and Tamás Kovácsházy, „Towards Fault-Adaptive Control of Complex Dynamical Systems,” Chapter 17 in *Software-Enabled Control*, (Tariq Samad, Gary Balas, eds.), pp. 347–368, Wiley-IEEE Press, 2003.
- [sp2] Gábor Karsai, Ákos Lédeczi, János Sztipánovits, Gábor Péceli, Gyula Simon and Tamás Kovácsházy, „An Approach to Self-Adaptive Software based on Supervisory Control,” in *Lecture Notes in Computer Science "Self-Adaptive Software"*, LNCS 2614, pp. 24–38, Springer, 2003.
- [sp3] Gyula Simon, Tamás Kovácsházy and Gábor Péceli, „Transient Management in Reconfigurable Systems,” in *Lecture Notes in Computer Science „Self-Adaptive Software”*, Vol. 1936, pp. 90-98, Springer, 2001.
- [sp4] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli and Gyula Simon, „Transients in Reconfigurable Signal Processing Channels,” in *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 50., pp. 936–940, August, 2001.
- [sp5] Gábor Péceli and Tamás Kovácsházy, „Transients in Reconfigurable DSP systems,” *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 48., pp. 986–989, October, 1999.

Konferenci cikkek

- [sp6] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli and László Sujbert, „Transient Management of Reconfigurable Digital Filters in Case of Sinusoidal Excitation,” in the Proceedings of the *2004 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, IMTC/2004*, Vol. 1, pp. 41-44, Como, Italy, 2004.
- [sp7] Tamás Kovácsházy, Gábor Samu and Gábor Péceli, „Simulink Block Library for Fast Prototyping of Reconfigurable DSP systems,” in the Proceedings of the *2003 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing, WISP'2003*, pp. 179-184, Budapest, Hungary, 2003.

- [sp8] Gyula Simon, Gábor Karsai, Gautam Biswas, Sherif Abdelwahed, Nagabhushan Mahadevan, Tivadar Szemethy, Gábor Péceli and Tamás Kovácsházy, „Model-based Fault-Adaptive Control of Complex Dynamic Systems,” in the Proceedings of the *2003 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, IMTC/2003*, Vol. 1, pp. 176-181, Vail, Colorado, USA, 2003.
- [sp9] Balázs Scherer, Csaba Tóth, Tamás Kovácsházy and Balázs Vargha, „SNMP-Based Approach to Scalable Smart Transducer Networks,” in the Proceedings of the *2003 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2003*, Vol. 2., pp. 721-725., Vail, Colorado, USA, 2003.
- [sp10] Gyula Simon, Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli, Tivadar Szemethy, Gábor Karsai and Ákos Lédeczi, „Implementation of Reconfiguration Management in Fault-Adaptive Control Systems,” in the Proceedings of the *2002 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, IMTC/2002*, Vol. 1, pp. 123-127, Anchorage, Alaska, USA, 2002.
- [sp11] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli and Gyula Simon, „Transient Reduction in Reconfigurable Control Systems,” in the Proceedings of the *2001 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2001*, Vol. 2., pp. 1143-1147, Budapest, Hungary, 2001.
- [sp12] Gyula Simon, Tamás Kovácsházy and Gábor Péceli, „Transient Reduction in Control Loops in Case of Joint Plant-Controller Reconfiguration,” in the Proceedings of the *2001 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2001*, Vol. 2., pp. 1172-1176, Budapest, Hungary, 2001.
- [sp13] Tamás Kovácsházy and Róbert Szabó, „Performance Measurement Tool for Packet Forwarding Devices,” in the Proceedings of the *2001 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2001*, Vol. 2., pp. 860-863, Budapest, Hungary, 2001.
- [sp14] Gábor Karsai, Gautam Biswas, Tal Pasternak, Sriram Narasimhan, Gábor Péceli, Gyula Simon and Tamás Kovácsházy, „Fault-Adaptive Control: A CBS Application,” in the Proceedings of the *2001 IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems ECBS 2001*, pp. 205-214m Washington, DC, February, 2001.
- [sp15] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli and Gyula Simon, „Transients in Reconfigurable Signal Processing Channels,” in the Proceedings of the *2000 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2000*, Vol. 1., pp. 241-245, Baltimore, MD, USA, 2000.
- [sp16] Gyula Simon, Tamás Kovácsházy and Gábor Péceli, „Transients in Reconfigurable Control Loops,” in the Proceedings of the *2000 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/2000*, Vol. 3., pp. 1333-1337, Baltimore, MD, USA, 2000.

- [sp17] Tamás Kovácsházy and Gábor Péceli, „Scaling Strategies for Reconfigurable Digital Signal Processing Systems,” in the Proceedings of the *1999 IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing WISP'99*, Vol. 1, pp. 215-220, Budapest, Hungary, 1999.
- [sp18] Gábor Péceli, Tamás Kovácsházy, „Transients in Reconfigurable DSP systems,” in the Proceedings of the *1998 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC/98*, Vol. 2, pp. 919-922, St. Paul, MN, USA, 1998.
- [sp19] Gábor Péceli and Tamás Kovácsházy, „Transform-Domain Polynomial Filtering,” in the Proceedings of the *IX. European Signal Processing Conference Eusipco-98*, Vol. 1, pp. 157-160, Island of Rhodes, Greece, 1998.
- [sp20] Annamária R. Várkonyi-Kóczy and Tamás Kovácsházy, „Anytime Algorithms in Embedded Signal Processing Systems,” in the Proceedings of the *IX. European Signal Processing Conference Eusipco-98*, Vol. 1, pp. 169-172, Island of Rhodes, Greece, 1998.
- [sp21] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli and Annamária R. Várkonyi-Kóczy, „Transients in Adaptive Measuring Channels,” in the Proceedings of the *1998 Baltic Electronics Conference BEC'98*, Vol. 1, pp. 127-130, Tallinn, Estonia, 1998.
- [sp22] Tamás Kovácsházy and Gábor Péceli, „Transients in Adaptive and Reconfigurable Measuring Channels,” in the Proceedings of the *1998 International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments ISMTII'98*, Vol. 1, pp. 247-252, Miskolc, Hungary, 1998.
- [sp23] Kovácsházy Tamás, „Reconfiguration Methods for DSP Systems,” in the Proceedings of the *IMEKO'96 International Symposium*, pp. 180-183, Budapest, Hungary, 1996.

Magyar nyelvű konferenciák

- [sp24] Kovácsházy Tamás, „Újrakonfigurálható Jelfeldolgozó Rendszerek,” *Automatika, Mérés- és Műszertechnika Konferencia*, pp. 46-52, Siófok, Hungary, 1996.

Magyarországon megjelent idegen nyelvű konferenciák

- [sp25] Tamás Kovácsházy, „A Distributed Object Approach for Data Retrieval in the SSPF Environment,” Proceedings of the *5th MINI-SYMPOSIUM of BME-MIT*, Budapest, Hungary, 1998.
- [sp26] Tamás Kovácsházy, „On the Transient Properties of Reconfigurable IIR Filters,” Proceedings of the *4th MINI-SYMPOSIUM of BME-MMT*, Budapest, Hungary, 1997.

- [sp27] Tamás Kovácsházy, „Structure Dependency of Reconfiguration Transients in IIR Filters,” Proceedings of the *3rd MINI-SYMPOSIUM of BME-MMT*, Budapest, Hungary, 1996.
- [sp28] Tamás Kovácsházy, „Transients in Reconfigurable Digital Signal Processing Systems,” Proceedings of the *2nd MINI-SYMPOSIUM of BME-MMT*, Budapest, Hungary, 1995.

Elektronikus publikációk

- [sp29] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli, Gyula Simon, Gábor Karsai, „Realization and Real-time Properties of Reconfiguration and Transient Management Methods,” Technical Report, Budapest, Hungary, 2002.
http://home.mit.bme.hu/khazy/publications/tranman_examples_v10.pdf
- [sp30] Gyula Simon, Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli, „Transient Management in Reconfigurable Control Systems,” Technical Report, Budapest, Hungary, 2002.
http://home.mit.bme.hu/khazy/publications/recon_techrep.pdf
- [sp31] Gábor Samu and Tamás Kovácsházy, „TransMan - Simulink block library for the demonstration of transient-management methods, ”
<http://home.mit.bme.hu/khazy/transman20/>
- [sp32] Gábor Samu and Tamás Kovácsházy, TransMan 2.0 Users' Guide,”
<http://home.mit.bme.hu/khazy/transman20/TransMan-UG.pdf>

Benyújtott publikációk

- [sp33] Tamás Kovácsházy, Gábor Péceli, „Transient Properties of Internal State Initialization Strategies in Reconfigurable Digital Signal Processing Channels,” Submitted to the *26th Norchip Conference*, Tallinn, Estonia, 2008.