

The Second International Workshop on Responsive Computer Systems (RCS'92) の報告

角田 良明 菊野 亨

大阪大学基礎工学部情報工学科
〒 560 豊中市待兼山町 1-1
TEL 06-844-1151 内線 4841

あらし

本稿は 1992 年 10 月 1 日, 2 日に埼玉県上福岡市 KDD 研究所で開催された The Second International Workshop on Responsive Computer Systems (RCS'92) について報告するものである。本国際会議 RCS'92 は、並列/分散システム環境でフォールトトレラントシステムとリアルタイムシステムの機能を統合するレスポンスシステムに関する研究を普及させることを目的としている。参加者 52 名がレスポンスシステム理論, レスポンスプロトコル, レスポンスシステム設計などのテーマに関する 9 セッション 23 件の発表に対して活発な討論を行なった。本稿では、RCS'92 の概要, セッション構成と主論文の要約を紹介する。

和文キーワード

国際会議 レスポンスシステム フォールトトレラントシステム
リアルタイムシステム

Report on The Second International Workshop on Responsive Computer Systems

Yoshiaki Kakuda Tohru Kikuno

Dept. of Information and Computer Sciences
Faculty of Engineering Science, Osaka University
Toyonaka-shi, Osaka 560, Japan
E-mail { kakuda,kikuno }@ics.osaka-u.ac.jp

Abstract

This paper reports the Second International Workshop on Responsive Computer Systems (RCS'92), which was held on October 1 and 2, 1992 at KDD R&D Laboratories in Kamifukuoka, Saitama. The purpose of this workshop RCS'92 is to encourage research on responsive systems that integrate functions of fault-tolerant systems and real-time systems in parallel and distributed environments. Fifty-two participants had heated discussions on responsive systems theory, responsive protocols, responsive systems design, and so on through 23 presentations in 9 sessions. This report introduces the outline of RCS'92, configuration of sessions, summaries of main presentations.

英文 key words

international workshop responsive systems fault-tolerant systems
real-time systems

1 まえがき

計算機システムを活用した情報通信システムの評価のための主な基準として、コスト、性能、信頼性が知られている。人手で行ってきた作業を自動化して計算機処理することを目指す研究、あるいは、それが困難であれば計算機処理のユーザインターフェースを改善して人手による作業の容易化を目指す研究においては、コストの削減が主要な目標とされる。これに対して、計算機処理に係わるコストを一定とすると、その処理の性能と信頼性が問題となってくる。高性能化のための従来の研究においては、通常、異常が発生する可能性は非常に低いという仮定のもとに、正常処理の性能向上を目指していた。このため、高信頼化の研究と高性能化の研究は互いに遊離して行われてきた。ところが、最近の情報通信システムの急速な発展によって一般的となった、多数の計算機をネットワークを通して有機的に結合した並列/分散システム環境では、単一の計算機に起こる異常がネットワーク全体に拡散して多大の損害を及ぼす状況になっている。このような状況下では、正常処理だけでなく異常処理を含めた全ての処理に対する性能向上が強く要求され、リスポンシブシステムの研究の必要性を生むに至っている。

リスポンシブシステムの概念は、1990年テキサス大学オースティン校の Malek 教授により提唱されたものであり、並列/分散システム環境でフォールトトレラントシステムとリアルタイムシステムの機能を統合したものと定義している [1, 2, 3]。つまり、フォールトが存在しても期待される情報通信サービスをタイムリーに実行するシステムである。このリスポンシブシステムに関する研究を普及させるため、初めての国際会議 (International Workshop on Responsive Computer Systems) が 1991年 10月 3日、4日にフランスの Golfe-Juan で開催された。9ヶ国から 31名が参加し、21件の発表とそれらに対する質疑討論が活発に行われた。本稿では、この会議に続いて開催された、The Second International Workshop on Responsive Computer Systems (以降では、RCS'92 と略す) について報告する。

2 国際会議 RCS'92 の概要

RCS'92 は 1992年 10月 1日、2日の日程で、場所を日本に移し埼玉県上福岡市 KDD 研究所を会場として開催された。本国際会議の主催は、米国電気電子学会コンピュータ部会フォールトトレラントコンピューティング技術専門委員会 (IEEE Computer Society Technical Committee on Fault-Tolerant Computing)、米国電気電子学会コンピュータ部会リアルタイムシステム技術専門委員会 (IEEE Computer Society Technical Committee on Real-Time Systems)、電子情報通信学会フォールトトレラントシステム研究専門委員会 (IEICE Technical Group on Fault-Tolerant Systems)、財団法人国際コミュニケーション基金 (International Communications Foundation)、財団法人情報科学国際交流財団 (International Information Science Foundation)、国際電信電話株式会社 (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd. (KDD))、米国海軍研究所 (U. S. Office of Naval Research) である。本会議の組織については、実行委員長 (General Co-Chairmen) がテキサス大学オースティン校 Malek 教授と大阪大学菊野教授、プログラム委員長 (Program Co-Chairmen) がウィーン工科大学 Kopetz 教授と大阪大学角田助教授である。また、プログラム委員会は、米国 5名、ヨーロッパ 5名、日本 5名の計 15名で構成された (図 1 参照)。本会議の目的は、並列/分散システム、フォールトトレラントシステム、リアルタイム

システムの研究者を一同に会して、基本と応用の両面にわたり、論文発表、技術討論、意見交換を行うことによって、リスポンシブシステムの研究の発展に貢献することにある。今回の会議には米国、カナダ、英国、フランス、ドイツ、オーストリア、イタリア、オランダ、デンマーク、日本の 10ヶ国から 52名が参加した (表 1 参照)。討論中心の国際会議を目指すため参加者の人数を制限したが、当初の予定以上の参加者が集まった。参加者 52名のうち、21名が海外からの参加者であり、リスポンシブシステムの研究が国際的に関心が高いことを表している。また、日本の参加者の内訳をみると、大学 14名、公共機関 4名、企業 13名であり、リスポンシブシステムは、理論的な面だけでなく実用的にも興味深い分野であることを実証している。なお、RCS'92 のロゴを図 3 に示しておく。このロゴは、時計という機能を砂時計、アナログ時計、デジタル時計の 3通りで設計するという、いわゆる Design Diversity の概念を表している。

3 セッション構成と主論文の要約

本会議はオープニングセッション (Session 1)、一般セッション (Session 2, 3, 6, 7, 8)、ワークインプログレスセッション (Session 4)、キーノートアドレスセッション (Session 5)、パネルディスカッションセッション (Session 7)、クロージングディスカッションセッション (Session 9)、の計 9セッションで構成された (図 2 参照)。オープニングセッションでは、議論の呼び水として、リスポンシブシステムの設計において解決すべき問題、リスポンシブプロトコルの設計問題についての紹介があった。一般セッション、ワークインプログレスセッションでは、それぞれ 11件、5件、計 16件の論文発表があった。キーノートアドレスセッションでは鉄道総合技術研究所の八賀部長による鉄道システムの現状についての基調講演が行われた。パネルディスカッションセッションでは 4名の著名なパネリストによる活発な討論が行われた。一般セッションではリスポンシブシステム理論、リスポンシブプロトコル、リアルタイムシステム、リスポンシブシステム設計のテーマに沿って、発表が行われた。以降では、オープニングセッション、一般セッション、ワークインプログレスセッションのなかの一部の論文とパネルディスカッションの内容を簡単に紹介する。詳しくは、論文集をお読みいただきたい。論文集は会議参加者用に作成配布したが、正式な論文集が Springer-Verlag から Dependable Computing and Fault-Tolerant Systems シリーズ Vol.7, Responsive Computer Systems と題して発行される予定になっている。

- "Six Difficult Problems in the Design of Responsive Systems

by Hermann Kopetz, Technical University of Vienna

リスポンシブシステムには解決すべき 6つの難しい問題がある。それらは、(1) フローコントロール、(2) スケジューリング、(3) タイムリーネスのテスト、(4) タイムリーエラー検出、(5) リプリカ決定、(6) 冗長管理、である。(1)~(3)の問題はデッドラインを保証するリアルタイムシステムにおいても解決すべきものである。(4)~(6)の問題はフォールトトレランスが能動的冗長であれば解決すべきものである。本論文では、これら 6つの問題の特徴付け、イベント駆動および時間駆動アーキテクチャーでの解を評価している。

- "Using Real Time Logic to Prove Properties about Timed Statecharts and Transition Systems"
by Leonor Barroca, University of York

本論文はリアルタイムシステムの時間制約を証明,あるいは演繹する簡単な方法を提案している。リアルタイムシステムを仕様記述するためにタイムステートチャートを使用し,その仕様から時間制約とそれから演繹される新しい制約に関するアサーションを証明している。このような時間制約を厳密に表現するために,変換規則に従いタイムステートチャートからリアルタイム論理式に変換している。最後に,2つの適用例を示している。

- “Towards a Responsive Network Protocol”
by Atsushi Shionozaki and Mario Tokoro, Keio University

リスボンシブネットワークアーキテクチャは将来の分散システムにとって本質的なものの一つである。本論文はリスボンシブネットワークアーキテクチャの基本を組み込むための新しいモデルを提案している。このモデルは制限された時間内でのリクエストメッセージの伝達機能を保証している。この機能に関してマルチメディア通信を支援する現存のリソース予約プロトコルを題材にして議論している。提案されたモデルに基づいたリアルタイムネットワークプロトコルの概要も示している。

- “Protocol Validation Tool and Its Applicability to Responsive Protocols”
by Hironori Saito and Toru Hasegawa, KDD

通信プロトコル仕様は誤り無く設計しなければならない。実際の通信プロトコルではその仕様は大規模で複雑であるため,自動的に誤りを検出するプロトコル検証ツールの利用が不可欠となっている。KDDで開発した検証ツールでは,論理的誤りだけでなく,フォールトトレランスとリアルタイムというリスボンシブプロトコルが具備すべき性質の検証が可能である。本論文では,このツールのリスボンシブプロトコル検証への適用法について述べている。

- “Realizing Changes of Operational Modes with a Pre Run-Time Scheduled Hard Real-Time System”
by Gerhard Fohler, Technical University of Vienna

ハードリアルタイムコンピュータシステムは互いに排他的なオペレーションモードで動作することが多い。本論文ではモードチェンジに必要な事項とその応用に対する要求について議論している。そして,モードチェンジの仕様記述法,モードとトランジションの静的スケジュールの構成法,モードチェンジのランタイム実行法を提案している。これらの方法はウィーン工科大学で開発中のMARSシステムで採用されている。

- “A Modeling Approach for Dynamically Reconfigurable Systems”
by Hermann de Meer and Hans Mauser, University of Erlangen-Nuremberg

マルコフリワードモデルはリスボンシブシステムにおけるディベンダビリティとパフォーマンスをモデル化するための強力なツールである。本論文はこのモデルに基づいてダイナミックシステムの振舞いを表すモデリングアプローチを紹介している。具体的には,汎用的なシステム構成を評価,および最適化する方法を提案している。この方法はリスボンシブキューイングシステムを制御および評価することに応用できる。更に,提案したモデルの有効性を部分的な故障の存在のもとで評価している。

- “What Are the Key Paradigms in the Integration of Timeliness and Availability?”

これはパネルディスカッションのテーマである。Flaviu Cristian 教授, University of California, San Diego は統合化に当たって解決すべき課題として,各サーバ内の問題としてのスケジューリング,複数のサーバ間の問題としての同期,サーバとユーザの間の問題としてのプロトコルがあることを指摘している。また,これらに対しそれぞれ静的アプローチと動的アプローチが存在することも示している。Gerard Le Lann 博士, INRIA はアベイラビリティを持つシステムを設計するためには,少なくとも一つの分散同期アルゴリズムが必要であることを示している。また,タイムリー性と最適性を同時に満たすスケジューリングはオンラインスケジューリングであり,これに対するスケジューラビリティの解析を議論すべきであると述べている。東京工業大学の当麻喜弘教授はイベントの振舞い,属性,リスボンシブシステムの記述と解析などについて言及している。特に,イベントの属性は値 v , 時間 t , ディベンダビリティの尺度 f で特徴づけられるが, v と t の関係および f と v, t の関係についての研究の必要性を指摘している。慶応大学の所真理雄教授はユーザインターフェースを良くするための分散コンピューティングシステムの高度抽象化の必要性を説いている。また,リスボンシブシステムの要求に応えるために, “Best Effort and Least Suffering” の概念に基づくオブジェクト指向フレームワークを提案している。

4 あとがき

本稿では The Second International Workshop on Responsive Computer Systems(RCS'92)について報告を行った。なお,1993年11月の電子情報通信学会英文論文誌 ED で, RCS'92 で発表された論文を中心にした。Special Issue on Responsive Computer Systems が発行される予定である。また, The Third International Workshop on Responsive Computer Systems(RCS'93) は 1993年9月28日~10月1日に米国の New Hampshire で開催される予定である。CALL FOR PAPERS を図4に示す。今後,リスボンシブシステムの研究が活発に行われる可能性は高いと考えられる。最後に,リスボンシブシステムに関心をお持ちの方々への積極的なご参加とご討論を強く期待しております。

謝辞

The Second International Workshop on Responsive Computer Systems の開催に対し御支援を頂いた財団法人国際コミュニケーション基金, 財団法人情報科学国際交流財団, 国際電信電話株式会社(KDD)に感謝致します。

本国際会議の会場を提供して頂いた KDD 研究所の小野所長をはじめとする関係者各位に感謝致します。また,本発表の機会を与えて頂いた 1993 年実時間処理に関するワークショップ(RTP'93)の関係者,特に電子技術総合研究所戸田賢二主任研究官,に感謝致します。

文献

- [1] M. Malek, “Responsive systems (A challenge for the nineties).” Proc. EUROMICRO'90, 16th Symp. on Microprocessing and Microprogramming, Keynote Address, Amsterdam, The Netherlands, North-Holland, Microprocessing and Microprogramming 30, pp.9-16, August 1990.

- [2] M. Malek, "Responsive systems: A marriage between real time and fault tolerance," Fault-Tolerant Computing Systems, Proc. of Tests, Diagnosis, Fault Treatment 5th International GI/ITG/GMA Conference, Nurnberg, Sept. 1991, Springer-Verlag.
- [3] 角田, 菊野, "リスボンシステムと通信プロトコル," 1992年実時間処理に関するワークショップ (RTP'92), 信学技報 CPSY92-73, March 1992.

表 1 参加者の内訳

国名	参加者数
日本	31
大学	14
電総研	1
鉄道総研	3
NTT	4
KDD	4
日本電気	1
日立製作所	1
三菱電機	1
横河電機	2
米国	9
カナダ	1
英国	3
フランス	2
ドイツ	1
オーストリア	2
イタリア	1
オランダ	1
デンマーク	1

GENERAL CO-CHAIRMEN

Tohru Kikuno
Osaka University
Japan
Miroslaw Malek
University of Texas at Austin
USA

PROGRAM CO-CHAIRMEN

Yoshiaki Kakuda
Osaka University
Japan
Hermann Kopetz
Technical University of Vienna
Austria

PROGRAM COMMITTEE MEMBERS

Tom Anderson
University of Newcastle
UK
Flaviu Cristian
University of California at San Diego
USA
Haruhisa Ichikawa
NTT
Japan
Gerard Le Lann
INRIA
France
Gary Koob
ONR
USA
Al Mok
University of Texas at Austin
USA
Sachio Naito
Tokyo Metropolitan University
Japan
Fabio Panzieri
University of Bologna
Italy
David Powell
LAAS-CNRS
France
Krithi Ramamritham
University of Massachusetts
USA
Lui Sha
Carnegie Mellon University
USA
Yoshihiro Tohma
Tokyo Institute of Technology
Japan
Mario Tokoro
Keio University
Japan
Yoshiyori Urano
KDD
Japan
Paulo Verissimo
INESC
Portugal

図 1 RCS'92 の組織

SESSION 1: OPENING SESSION

Moderator: Mirek Malek, University of Texas at Austin, U.S.A.
Hermann Kopetz, Technical University of Vienna, Austria
"Six Difficult Problems in the Design of Responsive Systems"
Yoshiaki Kakuda, Tohru Kikuno, Osaka University, Japan
"Issues in Responsive Protocols Design"

SESSION 2: RESPONSIVE SYSTEMS THEORY

Moderator: Haruhisa Ichikawa, NTT, Japan
Zhiming Liu, University of Warwick, U.K.
Anders P. Ravn, Erling V. Sorensen, Technical University of Denmark, Denmark
Chaochen Zhou, United Nations University, Macau
"A Probabilistic Duration Calculus"
Leonor Barroca, University of York, U.K.
"Using Real Time Logic to Prove Properties about Timed Statecharts and Transition Systems"
Hanan Luftiyya, University of Western Ontario, Canada
Martina Schollmeyer, Bruce McMillin, University of Missouri at Rolla, U.S.A.
"Fault-Tolerant Distributed Sort Generated from a Verification Proof Outline"

SESSION 3: RESPONSIVE PROTOCOLS

Moderator: Yoshiaki Kakuda, Osaka University, Japan
Atsushi Shionozaki, Mario Tokoro, Keio University, Japan
"Towards a Responsive Network Protocol"
Hiroaki Higaki, Terunao Sonoaka, NTT, Japan
"Fault-Tolerant Objects by Group-to-Group Communications in Distributed Systems"
Kenji Ishida, Hiroshima Prefectural University, Japan
"Space-Time Tradeoff in Hierarchical Routing Schemes"

SESSION 4: WORK IN PROGRESS

Moderator: Don Fussell, University of Texas at Austin, U.S.A.
Richard D. Schlichting, University of Arizona, U.S.A.
"Fault-Tolerance Support for Responsive Computer Systems"
Lui Sha, John Lehoczeky, Marc Bodson, CMU, U.S.A.
Peter Krupp, Carol Nowacki, MITRE, U.S.A.
"Responsive Airborne Radar Systems"
Insup Lee, Susan Davidson, University of Pennsylvania, U.S.A.
"Issues on Developing an Integrated Toolset for the CSR Paradigm"
Kassem Saleh, Concordia University, Canada
Hasan Ural, University of Ottawa, Canada
Anjali Agarwal, Concordia University, Canada
"A Distributed Snapshots Algorithm and Its Application to Protocol Stabilization"

Hironori Saito, Toru Hasegawa, KDD, Japan
"Protocol Validation Tool and Its Applicability to Responsive Protocols"

SESSION 5: KEYNOTE ADDRESS

Moderator: Kinji Mori, Hitachi Co., Japan
Speaker: Akira Hachiga,
Railway Technical Research Institute, Japan
"The Concepts and Technologies of Dependable and Real-time Computer Systems for Shinkansen Train Control"

SESSION 6: REAL-TIME SYSTEMS

Moderator: Insup Lee, University of Pennsylvania, U.S.A.
Rogério de Lencos, Amer Saeed, Adrian Waterworth,
University of Newcastle upon Tyne, U.K.
"Exception Handling in Real-Time Software from Specification to Design"
Gerhard Fohler, Technical University of Vienna, Austria
"Realizing Changes of Operational Modes with a Pre-Run-Time Scheduled Hard Real-Time"
L.J.A.M. Somers, P.D.V. van der Stok,
Eindhoven University of Technology, Netherlands
P.T.A. Thijssen, Dutch Army, Netherlands
"Formal Specification and Simulation of a Real-Time Concurrency Control Protocol"

SESSION 7: PANEL DISCUSSION

Moderator: Mirek Malek, University of Texas at Austin, U.S.A.
"What Are the Key Paradigms in the Integration of Timeliness and Availability?"
Panelists: Flaviu Cristian, University of California at San Diego, U.S.A.
Gerard Le Lann, INRIA, France
Yoshihiro Tohma, Tokyo Institute of Technology, Japan
Mario Tokoro, Keio University, Japan

SESSION 8: RESPONSIVE SYSTEMS DESIGN

Moderator: Gary Koob, ONR, U.S.A.
Masahiro Tsunoyama, Nagaoka College of Technology, Japan
Masataka Kawanaka, NEC Robot Engineering Inc., Japan
Sachio Naito, Tokyo Metropolitan University, Japan
"A Reconfigurable Parallel Processor Based on a TDLLCA Model"
Hermann de Meer, Hans Mauser, University of Erlangen-Nuremberg, Germany
"A Modeling Approach for Dynamically Reconfigurable Computer Systems"

SESSION 9: CLOSING DISCUSSION

Moderator: Hermann Kopetz, Technical University of Vienna, Austria
"Critical Research Issues and Future Directions"

CALL FOR PAPERS

THIRD INTERNATIONAL WORKSHOP ON RESPONSIVE COMPUTER SYSTEMS

September 28 - October 1, 1993
The Mountain Club on Loon
Kacamagus Highway, Lincoln, New Hampshire

Sponsored by:

U.S. Office of Naval Research

In Cooperation With:

IEEE CS-Technical Committee on Fault-Tolerant Computing
IEEE CS-Technical Committee on Real-Time Systems

OBJECTIVES

Until recently, the disciplines of parallel/distributed computing, fault-tolerant computing and real-time systems have, to a large extent, evolved separately. As computer users demand timeliness and dependability, there is an urgent need to integrate theory and practice of real-time systems, fault-tolerant computing and parallel/distributed computing. We call such integrated systems responsive, as they have to respond to internal guiding programs or external inputs in a timely, dependable and predictable manner. Responsive systems raise a significant number of fundamental issues of theoretical and practical relevance. This workshop will focus on concepts, methods, algorithms and tools for such systems.

TOPICS

Topics of interest in the workshop include (but are not limited to):

- * Formal methods for specification, design and verification of responsive systems
- * Algorithms for achieving time-dependent task scheduling, concurrency control and fault tolerance in an integrated manner
- * Language and tool support for responsive systems
- * Modeling and analysis
- * Communication protocols
- * Testing and performance evaluation
- * Case studies

PARTICIPATION

Active researchers in the areas of distributed and parallel systems, fault-tolerant computing and real-time systems are invited to participate. To maximize vigorous exchange of ideas, the workshop attendance will be limited. All prospective attendees who wish to submit a paper are invited to send five copies of a full manuscript not exceeding 5000 words to the Program Chairman by March 15, 1993. Preprints of full papers will be distributed at the workshop. A digest of papers will be published.

DEADLINES

Paper Submissions: March 15, 1993
Notification of Acceptance: June 15, 1993
Camera-ready Copy: September 1, 1993

ORGANIZERS

General Chairman
Miroslaw Malek
ECE Department
The University of Texas
Austin, TX 78712
Phone: +1-512-471-5704
Fax: +1-512-471-0954
E-mail: malek@emx.utexas.edu

Program Chairman
Don Fussell
Department of Computer Sciences
The University of Texas
Austin, TX 78712
+1-512-471-9719, +1-512-835-3360
+1-512-471-8885
fussell@cs.utexas.edu

Local Arrangements: Bob Swarz
MITRE

PROGRAM COMMITTEE

T. Anderson (UK) A. Mok (USA)
F. Cristian (USA) K. Palem (USA)
Y. Kakuda (Japan) R. Popescu-Zeletin (Germany)
H. Kopetz (Austria) J. Stankovic (USA)
G. Le Lann (France) H. Tokuda (Japan/USA)

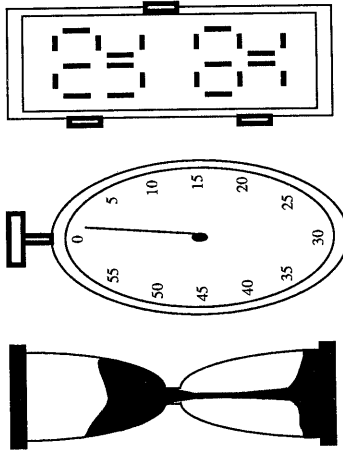


図3: RCS92のロゴ

図4: RCS93のCALL FOR PAPERS