

平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

◆ 記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書記入要領」を参照してください。

ローマ字		INOUE AKIRA					
①研究代表者氏名		井上 昭		②所属研究機関・部局・職		岡山大学・大学院自然科学研究科・教授	
③研究課題名	和文	災害時コンビナート機能維持のための高度安全制御統合化環境の構築					
	英文	Construction of an Advanced Integrated Control Structure for Safety and Functional Maintenance in Disaster-Stricken Industrial Complex					
④研究経費		平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	総 合 計
18年度以降は内約額 金額単位：千円		18,900	32,000	15,500	11,600	7,800	85,800
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在							
氏 名	所属研究機関・部局・職		現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）			
井上 昭	岡山大学・大学院自然科学研究科・教授		制御工学	研究の統括と異常診断法の開発 安全管理統合化環境の基本構造決定とその機能の一部実装 分散型生産物流制御用模擬実験装置の開発と生産・物流の計画アルゴリズム開発 協同運転員の運転スキル、操作評価手法の開発 化学反応解析マイクロシステムの開発・製作 作業訓練用人工現実感(VR)装置開発と運用試験 安全管理統合化環境の基本構造決定とその機能の一部実装 スケジューリング学習アルゴリズムの開発 制約安全制御系の開発			
鈴木 和彦	岡山大学・大学院自然科学研究科・教授		システム安全工学				
小西 正躬	岡山大学・大学院自然科学研究科・教授		システム制御				
五福 明夫	岡山大学・大学院自然科学研究科・教授		システム工学				
武藤 明德	岡山大学・大学院自然科学研究科・助教授		化学工学				
梶原 康博	岡山大学・大学院自然科学研究科・助教授		経営工学				
ホサム・ガッパール	岡山大学・大学院自然科学研究科・助教授		システム安全工学				
平嶋 洋一	岡山大学・大学院自然科学研究科・講師		制御工学				
鄧 明聡	岡山大学・大学院自然科学研究科・助教授		制御工学				
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
本研究は、1. 地域産業(水島地区工業地帯)との連携により、コンビナートにおいて、災害異常時だけでなく、平常時においても必要となる高度安全制御、安全管理技術の確立、および、2. 種々の安全技術情報、事故調査情報を共有可能な安全管理統合化環境の構築を目指して、右図および次に示す3つの課題を研究目的とし、さらに、課題追求のためのシミュレータ設計を行う。 課題1 安全管理統合化環境システムの構築、 1-(a)防災度強化のための基礎データとしての危険評価手法と対応技術をデータベースとする知的基盤の構成、および水島地区への適用、 1-(b)安全技術情報・データ共有基盤、および安全評価管理支援システムの構築 課題2 必要機能を維持可能な高度分散化物流・制御手法、操業手法、備蓄計画手法の確立 課題3 必要機能を維持する対応操作でのヒューマンエラーを防止するためのコオペレータ(協同運転員)としての運転支援システムの構成							

平常時

災害異常時

⑦これまでの研究経過（研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。）

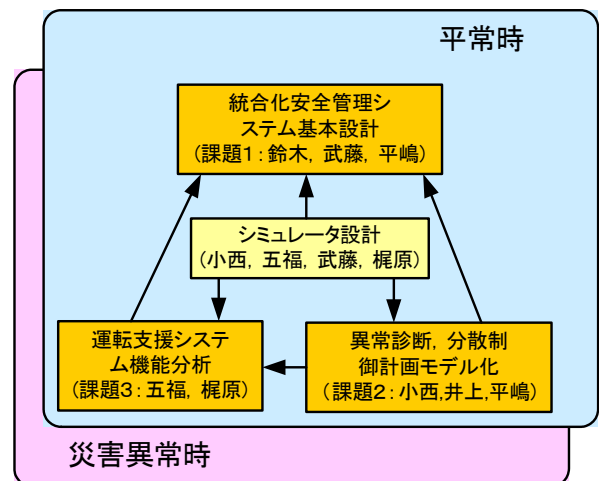
上記、3つの研究課題およびこれらの研究課題実施のためのシミュレータ開発について、平成16年度、平成17年度それぞれに、右図のように課題を設定して研究を行い、以下の研究成果が得られた。

課題1：まず、バッチプラントに対して、研究室レベルで安全管理統合システムのプロトタイプを実装した。システムを構築するための化学プラントのメタ操作を記述する形式的表現法を考案した。安全管理統合システムに統合するための危険解析システム、異常診断システムなどを構成し、DCSを有する実験シミュレータで一部機能を検証した。また、災害時に予想される反応条件の急激な変化および非定常かつ断続的な条件変化に対する反応プロセスへの影響を調べる化学反応解析マイクロシステムの設計要件、反応条件をシミュレーション、マイクロ測定実験によって得て、さらに、電気伝導度を測定する新手法を考案した。

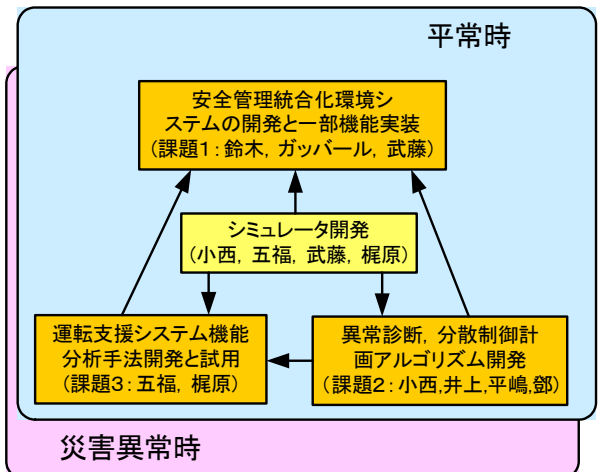
課題2：複数台自律移動ロボットによる搬送問題に対する分散型経路計画基礎アルゴリズムを開発し以下の課題に適用した。すなわち、製鉄所における原料不足など異常状態に対する複数高炉での生産量の最適配分調整アルゴリズムを考案し、これに基づくシミュレータを開発した。また、製鉄所原料ヤード原料鉱石の払い出し計画および石油生産物流について、分散エージェント法による鉱石や製品の搬送シミュレータを開発し、事故発生の場合に、自律的に代替経路を探索して搬送制御を行う機能について確認した。また、分散エージェントを複数コンピュータで実現するシステムを構築した。異常診断手法として適応オブザーバを用いた手法を考案し、実験装置に適用検証し、信号処理による手法も考案した。さらに、オペレータ理論に基づくロバスト右規約分解法によるフィードバック制御系設計法を考案し、故障診断法、入力制約のある場合の安全制御系の設計法に適用した。また、学習効率を改良した強化学習アルゴリズムを考案し、化学プラント安全配置問題へ適用した。

課題3：プラント起動時やいくつかの異常時における運転員の情報取得行動を実験的に観察、測定および標準的な運転手順の分析をおこなった。この分析に基づき、災害異常時および平常時ともに必要となるコオペレータとしての運転支援システムの構成と必要機能の検討および運転員の視点や思考過程を認識する手法の分析を行った。さらに、運転員支援情報の説明生成手法としてモデルベース推論に基づく手法を考案し、その対話インタフェースを構築し、模擬プラント DURESS により検証した。また、災害発生時に初動活動を支援する装置を開発した。この装置は、被災現場－本部（指令側）の間において、災害時に被災現場の映像、作業員位置、作業指示をリアルタイムに通信できるシステムで、水島コンビナート内の企業において運用試験を行った。

水島地区企業技術者との連携に努め、平成17年10月、11月に企業技術者との研究会を開催して成果の発表と現場の実情とニーズの収集を行い、以後の研究に反映させた。海外研究者との連携にも努め、平成17年1月、平成18年1月には海外から安全問題の著名な講師を招聘し、それぞれ企業技術者の参加も得て、国際ワークショップを開催し、さらに、同時期に2回の機能モデルおよび安全工学に関する国際ワークショップも開催し情報交換を行った。平成17年8月開催の国際会議 SICE Annual Conference では安全に関するオーガナイズドセッションを企画し広く海外の研究者に対し成果の発表と意見交換を行った。さらに、同じくオーガナイズドセッションを平成18年8月開催の国際会議 IEEE CDIC06 へ提案し採択され、10月開催の SICE-ICCAS に提案中である。



平成16年度の研究課題



平成17年度の研究課題

⑧特記事項（これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。）

課題別に特記事項を述べる。

課題 1：システムを構築するための化学プラントのメタ操作を記述する形式的表現法を新たに提案し、本手法は学界において高く評価され、権威ある学会の学術雑誌 IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C, 2006 に採択され、また、著書 Modern Formal Methods and Application, Springer, 2006 に著された。本手法の基となったモデルに基づくシステム記述と安全管理システムへの応用は著書 Design of a Practical Enterprise Safety Management System, Kulwer, 2004 に与えられている。

災害時において水質汚染等の測定に最も重要な電気伝導度の測定手法として、電気回路モデル近似による制御工学のパラメータ同定手法を用いた新しい手法を考案し、国際会議にて発表予定である。

課題 2：本研究で提案する分散型搬送経路計画法は高く評価され学術雑誌 IEEE Transactions on Robotics and Automation に掲載されており、生産計画を含めた計画法であり、従来の搬送系のみの計画法と異なる。さらに、本手法は分散エージェント法に基づき、計画の改変が容易であり、かつ、人間との対話が容易である特徴を有する。

強化学習アルゴリズムでは、モジュール選択学習法、汎化作用を有する非線形関数近似手法と階層透過型記憶法を用いて学習効率を改善した点が特徴である。

基礎理論としてオペレータ理論に基づくロバスト右規約分解法によるフィードバック制御系設計法を新しく考案し高く評価され学術雑誌 IEEE Transactions on Automatic Control に採択されており、本手法を故障診断法、入力制約のある場合の安全制御系の設計法に適用し新たな手法を提案し、実験プラントにおいて検証をおこなった。

課題 3：運転支援システムをコオペレータ（共同運転員）として位置づけ、被災時の混乱した状況下でのヒューマンエラーの防止、運転支援情報の効果的な表示、運転員への説明機能、熟練運転員の運転スキルの抽出と伝承機能に必要な構成条件を分析し、一部機能を実際に石油精製プラントおよび加圧水型原子力プラントの研究室レベルのシミュレータに実装し検証している点が特徴である。

被災現場－本部（指令側）の間において、災害時に被災現場の映像、作業位置、作業指示をリアルタイムに通信できるシステムで、災害発生時に初動活動を支援する装置を開発し、実際に、水島コンビナート内の企業において運用試験を行っている点が特徴である。

各課題の研究成果を検証するための各種シミュレータを構築している。課題 1 では、DCS により制御される連続攪拌反応槽実験装置、KCL の電気伝導度を測定するためのマイクロリアクタ測定装置、課題 2 では、分散協調型生産物流シミュレータ、また、原料配送計画システムとして分散エージェントを個別のコンピュータで実現し、無線通信により複数のコンピュータ間で相互に情報交換を行いつつ、並列的に経路最適化を行う自律分散型最適化実験システム、温度水位圧力制御プラント実験装置、劣駆動機械システム実験装置、課題 3 では、石油精製プラントおよび加圧水型原子力プラントの研究室レベルのシミュレータ、ヒューマンエラー防止のための操作支援インターフェイスの設計実験を行うためのアイトラッカー、データロガーを有する模擬プラント制御盤（一部装置は平成 18 年度に導入予定）。

水島地区企業技術者との連携を図っている点が特徴である。すなわち、数回の研究会を開催し成果の発表と意見交換を行い、また、国際ワークショップにも企業技術者の参加を得ており、この過程で研究上の新しい着想を得ている。

組織的に海外研究者との交流を図り、広い視点で研究内容について批判を仰ぎ、また、示唆を得ている点が特徴である。すなわち、個々の研究代表者、研究分担者が個別に海外研究者と連携を図ると同時に、平成 17 年 1 月、平成 18 年 1 月には海外から安全問題の著名な講師を招聘し、国際ワークショップを開催した点、同時期に 2 回の機能モデルおよび安全工学に関する国際ワークショップも開催した点、平成 17 年 8 月開催の国際会議 SICE Annual Conference において安全に関するオーガナイズドセッションを企画した点、同じく安全に関するオーガナイズドセッションを平成 18 年 8 月開催の国際会議 IEEE CDIC06 へ提案し採択され、10 月開催の SICE-ICCAS に提案していることである。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

学術雑誌掲載論文

Mingcong Deng, Akira Inoue, and Akira Yanou. A multivariable continuous-time anti-windup generalized predictive control for an aluminum plate thermal process, International Journal of Modeling, Identification, and Control, 2006(accepted)

○M. Deng, A. Inoue, and K. Ishikawa: Operator based nonlinear feedback control design using robust right coprime factorization, IEEE Trans. Automatic Control, Vol.51, No.4, 645-648, 2006

A. Inoue and M. Deng: Framework of combined adaptive and non-adaptive attitude control system for a helicopter system, International Journal of Automation and Computation, 掲載予定, 2006

M. Deng and A. Inoue: Operator-based framework for fault diagnosis in nonlinear tracking control systems, Measurement and Control: The Journal of the Inst. of Measurement and Control, UK, Vol. 39, 掲載予定, 2006

M. Deng, A. Inoue, T. Tanabe, and T. Henmi: Combined Swing-up Control System Design for a Cart-type Serial Double Inverted Pendulum, Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems, Series B: Supplement, Applications and Algorithms, 掲載予定, 2006

Takao Sato and Akira Inoue: Improvement of Tracking Performance in Self-Tuning PID Controller Based on Generalized Predictive Control, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol.2, No.3, 掲載予定, 2006

M. Deng, A. Inoue, H. Gomi, and Y. Hirashima: Recursive filter design for estimating time varying multijoint human arm viscoelasticity, International Journal of Computers, Systems and Signals, Vol.7, No.2, 掲載予定, 2006

M. Deng and A. Inoue: Discussion on improved MPC design based on saturating control laws, European Journal of Control, Vol.11, No.2, 124-126, 2005

M. Deng, A. Inoue, and Y. Baba: Nonlinear control system design using robust right coprime factorization, Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems, Series A: Supplement, Mathematical Analysis, Vol.3, 511-519, 2005

逸見知弘, 鄧 明聡, 井上 昭, 植木信幸, 平嶋洋一: 台車型直列二重倒立振子の振り上げ制御, 日本機械学会論文集 (C編), 71巻, 704号, 1269-1275, 2005

○Tatsushi Nishi, Masakazu Ando and Masami Konishi: Distributed Route Planning for Multiple Mobile Robots Using an Augmented lagrangian Decomposition and Coordination Technique, IEEE transaction on Robotics and Automation, Vol.21, No.6, 1191-1200, 2005

Shuya Imajo, Masami Konishi, Tatsushi Nishi, Jun Imai: Application of a neural network to the generation of a robot arm trajectory, Artificial Life and Robotics, Vol.9, No.4, 107-111, 2005

Kazuhito Ishimaru, Masami Konishi, Jun Imai and Tatsushi Nishi: Application of Sequential Quadratic Programming Method to Temperature Distribution Control in Reactor Furnace, ISIJ International, Vol.45, No.3, 347-355, 2005

Tatsushi Nishi and Masami Konishi: An autonomous decentralized supply chain planning system for multi-stage production process, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.16, No.3, 259-275, 2005

Tatsushi Nishi and Masami Konishi: An Augmented lagrangian Approach for Scheduling Problems (Application to Total Weighted Tardiness Problems), JSME International Journal, Series C, Vol.48, No.2, 299-304, 2005

小西正躬: プラントの生産管理を支えるシステム最適化技術, システム/制御/情報, Vol.49, No.11, 437-441, 2005

Masami Konishi, Sulaiman Al-Sehaim, Junichi Kikuchi and Yingda Dai: Decentralized production planning for Safety Control of Steel Works in Disaster, Progress in Safety Science and Technology, Vol.5 Part A, 1320-1324, 2005

鄭耀陽, 五福明夫: 機能モデルに基づいた定性因果関係の簡略説明の生成手法, 人工知能学会論文誌, 20巻, 6号A, 356-369, 2005

○Hossam A.Gabbar: Formal Representation of Meta-Operation of Chemical Plants, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C, 掲載予定, 2006

Hossam A.Gabbar, Tatsushi Aoyama, Yuji Naka: Automated solution for control recipe generation of chemical batch plants, Journal of Computers & Chemical Engineering, Vol.29, 5, 949-964, 2005

⑨研究成果の発表状況（続き）（この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文（掲載が確定しているものを含む。）の全著者名、論文名、学協会誌名、巻（号）、最初と最後のページ、発表年（西暦）、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。）

Hossam A.Gabbar, Kazuhiko Suzuki: Modeling & Simulation Framework for Pollution Control of Chemical Processes, International Journal of Environment & Pollution, 2005

H. A. Gabbar, A. Aoyama, Y. Naka: AOPS: Automated Solution for Operating Procedures Synthesis for Chemical Batch Plants, Journal of SICE, Vol.40, No.9, 2005

D. Rizal, K. Suzuki: Dynamic simulator for evaluation of safety objects in batch process Computer Aided Chemical Engineering Book, Vol. 20A (ISSN:1570-7946), Elsevier Science, 487-492, 2005

D. Rizal, K. Suzuki: An adaptive recipe implementation in case-based formalism for abnormal situation management, Journal of Chemical Engineering and Technology, Vol. 28, No. 12, 1571-1576, 2005

V. Ebrahimipour, K. Suzuki: A Synergetic Approach for Assessing and Improving Equipment Performance in Offshore Industry Based on Dependability, Journal of Reliability Engineering & System Safety, Vol. 91, 10-19, 2005

井上 昭: スライディングモード制御則との双対性を利用した最小次元オブザーバ設計法: システム制御情報学会論文誌, 17・7, 305-307, 2004

武多一浩, 平嶋洋一, 井上 昭, 鄧 明聡: 強化学習によるコンテナ移動距離に基づくマーシャリング計画, システム制御情報学会論文誌, 17・8, 358-360, 2004

Akira Inoue, Mingcong Deng: Swing-up Controller Design for Cart-Type Double Inverted Pendulum, Journal of Control Theory & Applications, 21・5, 709-716, 2004

凌元錦, 鈴木和彦, 幸田武久: リスクベースの安全計装システムの最適点検方策, 計測自動制御学会論文誌, Vol.40, No.3, 338-345, 2004

K. Ishimaru, M. Konishi: Application of Sequential Quadratic Programming Method to Temperature Distribution Control in Reactor Furnace, Iron and Steel Institute of Japan International Journal, Vol.45, No. 3, 347-355, 2004

五福明夫: コオペレータとしての運転手順に基づく動的操作パーミッションシステム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 6, No 1, 29-39, 2004

Kazuyuki Ito, Akio Gofuku: Hybrid Autonomous Control for Multi Mobile Robots, Advanced Robotics, Vol. 18, No 1, 83-99, 2004

五福明夫: サービスロボットへの指令における不完全性の対話による補完手法, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 6. No 2, 237-248, 2004

五福明夫: 自律走行車のための広角およびステレオ画像の融合モジュールの開発, 日本機械学会論文集(C編), 70・693, 1371-1379, 2004

伊藤一之, 松野文俊, 五福明夫: 強化学習による冗長ロボットの自律制御に関する研究－身体像を考慮した強化学習－, 日本ロボット学会誌, 22・5, 672-689, 2004

国際会議における発表

Akira Inoue, Mingcong Deng: A Design of a Partial Sliding Mode Controller Using Duality to Linear Functional Observer, IEEE CCA, Munich, 掲載予定, 2006

Tomohiro Henmi, Mingcong Deng, Akira Inoue: The Partial Linearization Method to Tracking The Time-variant Reference Function, IEEE CDIC, Queretaro, 掲載予定, 2006

Akira Inoue, Mingcong Deng, Tomoharu Ogida and Shinichi Yoshinaga: Adaptive observer-based fault detection to a process control experimental system, IEEE CDIC, Queretaro, 掲載予定, 2006

Takao Sato, Shiro Masuda and Akira Inoue: A Design Method of Generalized Minimum Variance Control Considering Safety of Sampled-Data Systems, IEEE CDIC, Queretaro, 掲載予定, 2006

Mingcong Deng, Akira Inoue, Takahiro Kuwamoto and Nobuyuki Ueki: Tracking control system fault diagnosis by using robust right coprime factorization and its application, IEEE CDIC, Queretaro, 掲載予定, 2006

Takao Sato, Akira Inoue: Generalized Predictive Control in Fast-rate Single-rate and Input Multiplex Type Multirate System, Proc. of IFAC Symposium on Advanced Control of Chemical Processes 135-140, 2006

⑨研究成果の発表状況（続き）（この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文（掲載が確定しているものを含む。）の全著者名、論文名、学協会誌名、巻（号）、最初と最後のページ、発表年（西暦）、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。）

A. Inoue, M. Deng, T. Shimizu, T. Harima: Experimental study on Attitude Control System Design of a Helicopter Experimental System, Proc. of UKACC06, Glasgow, 掲載予定, 2006

M. Deng, A. Inoue, S. Okazaki, N. Ueki: Continuous-time anti-windup generalized predictive control of an MIMO boiler system, Proc. of the 6th World Congress on Intelligent Control Automation, Dalian, 掲載予定, 2006

A. Inoue, M. Deng, T. Harada, Y. Baba, et al: On-line identification of electrolytic solutions, Proc. of the 6th World Congress on Intelligent Control Automation, Dalian, 掲載予定, 2006

T. Henmi, M. Deng and A. Inoue: Swing-up Control of the Acrobot Using a new Partial Linearization Controller based on the Lyapunov Theorem, Proc. 2006 IEEE International Conference on Network, Sensing and Control, Florida, 掲載予定, 2006

M. Deng, A. Inoue, K. Edahiro: Fault diagnosis in a process control system with input constraints using robust right coprime factorization approach, Proc. of Asia Pacific Symposium On Safety, 253-258, 2005

M. Deng, A. Inoue: Fault diagnosis in a nonlinear system using robust right coprime factorization approach, Proc. of SICE Annual Conference 2005, 2478-2482, 2005

M. Deng, Z. Lin, A. Inoue: Control of Unstable Plants with Input Constraints: A Coprime Factorization Approach, Proc. of SICE Annual Conference 2005, 1589-1592, 2005

S. Okazaki, M. Deng, A. Inoue, N. Ueki: Multivariable anti-windup continuous-time generalized predictive control to a process control experimental system, Proc. of SICE Annual Conference 2005, 2223-2228, 2005

Yoichi Hirashima, Mingcong Deng, Akira Inoue: An Intelligent Layout Planning Method for Chemical Plants Considering I/O Connections, Proc. of SICE Annual Conference 2005, 2021-2024, 2005

Takao Sato, Akira Inoue, Toru Yamamoto and Sirish L. Shah: Self-Tuning I-PD Controller Based on Generalized Predictive Control Law with Terminal Matching Condition Using Coprime Factorization, 7th World Congress of Chemical Engineering, Glasgow, Scotland, P18-011, 2005

A. Inoue, M. Deng, M. Kosugi, T. Henmi: Practical swing-up controller design for a cart-type single inverted pendulum having a serial second pendulum as parasitic dynamics, Proc. of 16th World Congress of IFAC, Tu-E04-TP/19, 2005

Y. Hirashima, O. Furuya, K. Takeda, M. Deng, A. Inoue: A new method for Marshaling plan using a reinforcement learning considering desired layout of containers in terminals, Proc. of 16th World Congress of IFAC, We-E16-TO/2, 2005

M. Deng, A. Inoue, S. Uyama: State monitoring in bio-actuators of MIMO bioprocess: an application to human arm, Proc. of 16th World Congress of IFAC, Fr-A01-TP/8, 2005

Takao Sato, Akira Inoue: PID Controller Approximating GMVC with Pole-Placement Using Steady-State Predictive Output, Proc. of 16th World Congress of IFAC, Tu-A04-TP/14, 2005

A. Inoue, M. Deng, S. Yoshinaga: Fault detection by using an adaptive observer, Proc. of the 2005 International Conference on Control, Automation and Systems, Gyeonggi-Do, Korea, 710-713, 2005

Yasuhiro Kajihara: Information System for Supporting Disaster Relief Activities at Petrochemical Complexes, Proc. SICE Annual Conference 2005, 2014-2016, 2005

Akinori Muto, Takashi Sasaki, Yasuo Sonoda, Thallada Bahaskar, Yusaku Sakta, Akira Inoue: Microdevices of Microreactor System for Analysis of Chemical Reaction Rate, Proc. of SICE Annual Conference 2005, 2017-2020, 2005

他 6 7件

図書

Hossam A. Gabbar: Modern Formal Methods & Applications, Springer Publisher, 2005

Hossam A. Gabbar, Kazuhiko Suzuki: Design of a Practical Enterprise Safety Management System, Kulwer, 2004

Tomohiro Henmi, Mingcong Deng, Akira Inoue: Advances in the Dynamics, Instrumentation and Control, The World Scientific Press, 322-333, 2004

（平成17年度研究実績報告書を提出後に採択通知の届いた論文、国際会議発表を追加した。）