

工学研究科電気工学専攻制御工学領域研究室— “協調するインテリジェンス”の実現を目指して



研究室紹介

熊谷 貞俊*

Department of Electrical Engineering, Control Engineering Lab. —
Realization of Coordinated Intelligence

Key Words : Autonomous Distributed Systems, Agent, Petri Net, Systems Biology

研究室の紹介をさせて頂くに先立ち、当研究室の歴史を簡単に振り返ってみます。当研究室のスタートは、1933年大阪帝国大学工学部発足と同時に設置された電気第2講座にまで遡ります。1936年から41年まで筆者の父親である熊谷三郎が担当教授であったことも考えてみれば不思議な縁ではありますが、初代の原子力委員会委員長として活躍された吹田徳雄先生、工学部長を歴任された西村正太郎、藤井克彦両先生の後を継いで、平成7年以降筆者が担当させて頂くことになりました。初期の非線形回路、電気絶縁、コロナ放電から吹田先生時代では電気材料学、高電圧工学、放射線、核磁気共鳴、各種イオン単結晶精製などの電子物理に関する先駆的研究で幾多のすぐれた業績と研究者が輩出し、吹田先生はじめ本研究室出身者多数が原子力工学科、電子工学科創設の礎石になられたことは御存知のとおりです。その後、西村先生のころより、電気機器制御、サイリスタ高周波インバータなどのパワーデバイス開発などが積極化し、超伝導エネルギー貯蔵、電力システム最適運用、パワーデバイス回路設計など広範なシステム制御関連の顕著な業績が蓄積され、自動制御、非線形制御を目的とする現在までの研究室の研究領

域が確定しました。先代の藤井先生の時代は、最近はやりのシステムバイオロジーの先駆として生物系の制御機構解明にターゲットがむけられ、視覚系、眼球運動、心臓循環系に関する工学的アプローチによる生体メカニズムの解明が全国的にもユニークな研究成果として注目をあつめました。筆者はもともと非線形回路、とくにVLSI回路シミュレーションの研究から大学人生をスタートしたのですが、電子工学科児玉研究室の助手当時、本研究室におられた村上吉繁助教授(当時)から、筆者も開発に関係しました回路シミュレータANAPのパワーデバイス回路設計への応用について御相談をうけたことが本研究室とのかかわりの最初であったように記憶しております。大型計算機センター研究開発部長を経て、平成7年1月より本研究室を担当させて頂くことになり、システム制御理論を基礎として、以下の3つの応用分野をカバーすることを目標にかかげました。(1)離散事象システムのモデル化と制御、(2)自律分散システムの協調制御、(3)システムバイオロジー。(1)は、従来のダイナミカルシステムを対象とする制御工学ではまともに研究されていなかった離散事象システムの並行非同期動作を、ペトリネットという図的・数学的モデルを用いて、厳密にモデル化し、モバイル機器のような埋め込み型システム、生産システム、情報通信システム、オフィスシステム、交通・流通システム、社会システムなど広範な離散事象システムの誤りのない仕様策定と動作保証を行おうというものです。(2)では、集中管理機構を必要としない自律分散システムの全体最適化のための協調機構を追求し、自律要素の具備すべきインテリジェンス機能の策定と実現を目標とします。(3)は、生



* Sadatoshi KUMAGAI
1945年1月生
大阪大学大学院基礎工学研究科博士
課程修了
現在、大阪大学大学院・工学研究科・
電気工学専攻、教授、工学博士、
非線形回路、離散事象システム
TEL 06-6879-7693
FAX 06-6879-7263
E-Mail kumagai@pwr.eng.
osaka-u.ac.jp

体系の機能をシステム論的に考察し、非線形システム、自律分散システムとしての生体系の生理学的現象を数学的に解明し、医学・生理学的应用に結び付けようというものです。遺伝子ネットワークや代謝系での化学反応パス選択にみられるように、離散事象システムの取り扱いが有効な対象に関しては、(1)や(2)の分野とも密接に関連します。

以上の3分野について、代表的な成果事例を御紹介します。

(1) 1980年代なかばより、電子工学専攻におられた児玉愼三教授が主導された、シーケンス制御設計の近代化、形式化へのペトリネット理論の応用研究をうけつぎ、主として生産システム自動化に関して、ペトリネットベースの制御要素モデリング、離散事象システムシミュレータの開発を行いました。この間、文部省科学研究費補助を6年間継続的に獲得し、ダイキン、川崎重工、シャープ、フジテックなどの企業グループよりの御支援も得て、制御プログラム開発ツール(川重が商用ツールとしてK-NETを完成されました)、知的エレベータ群制御、VLSI並列回路シミュレータなどの協同研究で、優秀な博士号取得者を生み、そのうちの幾人かは現在、他大学の教授として活躍中です。

(2) 1990年初頭より、文部省科学研究補助重点領域研究として“自律分散”が発足し、筆者を含む、生物系、制御工学、通信工学分野の全国の研究者を網羅する総合的研究が精力的に行われました。その終了と前後して、通産省(現NEDO)の知的生産システム(IMS)国際協同プロジェクトがスタートし、筆者のグループと、川崎重工を主とする企業グループによる次世代生産システム(NGMS)プロジェクトが2003年まで約10年間の永きに涉って継続されました。我々は、とくに知的な自律要素の協調によるシステムタスクの全体最適な達成を目標とする自律分散制御に関して、本研究室で開発されたペトリネットをベースにしたマルチエージェントネット(MAN)という動作モデルを提唱し、自動搬送車システム(AGV)、港湾物流システム、生産資源配置・計画コンカレント設計などへの産業応用研究を企業と協同で行いました。図1. は、MANを搭載したAGVシステムの自律協調走行



図1 AGVの自律協調走行

の実施デモ風景で、各AGVは無線LANにより、他のAGVと交信しながら自律協調的に搬送要求を実行します。MANの有用性はこのような自律移動体制御のみでなく、多くの大規模分散情報システムにも適用でき、最近では、通信・放送機構ギガビットネットワーク利活用プロジェクトに採択された“秘匿性・信頼性を保証する広帯域分散ストレージシステム構築”研究において、高秘匿暗号化と高信頼性を同時に満足するギガネットワークで結ばれた、頑健な分散ストレージシステムの構築がMANによって可能となることを実証しました(図2. 参照)。

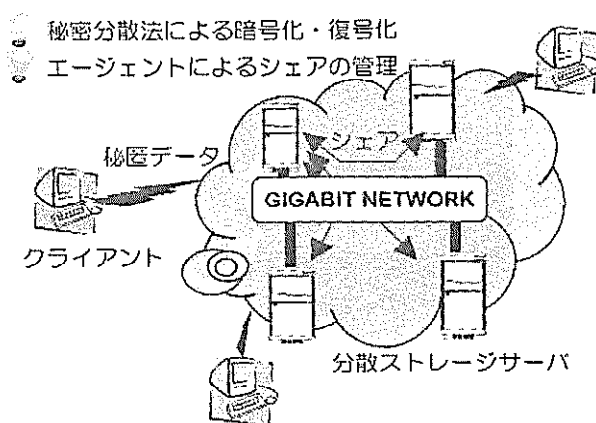


図2 広帯域分散ストレージシステム

(3) システムバイオロジーに関しては、国立循環器病センターと協同して、不整脈、心室細動の発生機序と、生体に負荷を与えない除去制御の研究を行い、セルラーオートマトンモデルを用い

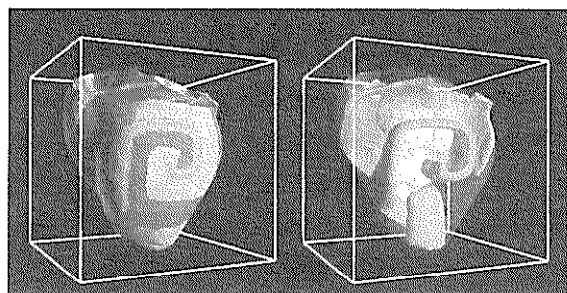


図3 心筋上の渦巻き波発生

た、渦巻き波発生現象とその消去制御法の提案を行っております。図3. は心室細動に相当する渦巻き波の時間変化を心臓モデル上に三次元可視化したものです。この分野では、今後、遺伝子ネットワークや生化学反応パス分岐の離散

事象的取り扱いを可能とするようなモデル化や定式化を行い、医学生理学へのシステム・数理論的アプローチを図っていく予定です。

以上、本研究室の御紹介をかねて、現在まで行ってきた研究の成果の一部を御説明しました。目指すところは、“協調するインテリジェンス”の実現ということになります。現在、筆者のほか、研究室スタッフはシステムバイオロジーを担当する土居伸二助教授、離散事象システム検証とマルチエージェントネット開発を担当する宮本俊幸講師、ならびに岩田喜一技官で、社会人ドクターを含む16名の学生、院生が上記3分野のいずれかに属して、プロジェクト研究に従事しております。今後とも、工業会会員各位の御支援をお願い致しますと共に、ご興味をお持ちの会員の研究室への御来訪を心より歓迎いたします。

この記事をお読みになり、著者の研究室の訪問見学をご希望の方は、当協会事務局へご連絡ください。事務局で著者と日程を調整して、おしらせいたします。

申し込み期限：本誌発行から2か月後の月末日

申し込み先：生産技術振興協会 tel 06-6395-4895 E-mail seisan@maple.ocn.ne.jp

必要事項：お名前、ご所属、希望日時(選択の幅をもたせてください)、複数人の場合はそれぞれのお名前、ご所属、代表者の連絡先

著者の都合でご希望に沿えない場合もありますので、予めご了承ください。