H22 年度
実績報告

「実用化を目指した組み込み用ディペンダブルオペレーティングシステム」
平成 20 年度採択研究代表者

倉光　君郎

横浜国立大学大学院工学研究院　准教授

SecurityWeaver と P スクリプトによる
実行中の継続的な安全確保に関する研究

§1. 研究実施の概要

現在のシステムは，常に様々な変化がともない予測不可能なオープンシステム環境で運用されている．平成22年度は，オープンシステムディペンダビリティの実現への取り組みとして，エビデンスに基づく技術の体系化(Accountable Logging)を行い，説明責任や障害解析をおこなう要素技術の開発に取り組んだ．また，障害解析からポリシ処理までのプロセス化を検討し，それらをサポートするための D-Script 技術とその実装 Konoha 言語の開発を進めた．これらの研究成果をもとに，産業総合研究所で開発されたリアルタイムロボットシステムにおいて実証評価実験をおこない，組み込み技術総合展(ET2010)において4種類のフォルトシナリオに対してエビデンスに基づいた説明責任を技術展示した．今後は，DEOS プロセスの一部としてより産業界とともに議論を深めるとともに，CNRS LAAS など海外の研究機関との共同研究を進めることで国際的な研究展開をおこなう予定である．

§2. 研究実施体制

(1)倉光グループ

①研究分担グループ長：倉光　君郎　(横浜国立大学大学院工学研究院、准教授)

②研究項目

(1) フレームワークのユーザ評価実験

(2)モニタリング＆エビデンス機構

(3)オープンシステムプログラミング

§3. 研究実施内容

(A) フレームワークのユーザ評価実験

平成22 年度は，オープンシステムディペンダビリティの実現への取り組みとして，エビデンスに基づく技術の体系化(研究項目 B)を行い，障害解析からポリシ処理までのプロセス化を記述実行するスクリプト言語 Konoha(研究項目 C)の開発を進めた．これらの研究成果を，DEOS センターの開発した D-fops フレームワークの一部として，産業総合研究所(加賀美チーム)と共同でリアルタイムロボットシステムに導入し，ロボットシステム上で発生した障害に対してエビデンスに基づく説明責任を提示するオンラインシステムの実験をおこなった．(図1は，共同実験の様子．)

実験では，ロボットから取得するログから障害を自動的に検知し，それらにより障害要因の解析を行うことができた．しかし，特定の障害をみつけることはできても未知の障害の検知は困難であった．また，複雑な障害の要因解析の自動化は困難であった．そのため，障害(fault)単体の結果をオンラインで示し，それらの関係性はエキスパートが関連づけした上で障害知識を保存するための仕組みを提案した．H23 年度は，こうした実証実験の結果をさらに発展させ，全体のプロセスの適応フェーズの中で D-Case 上での合意をもとに，保存した知識などを利用しつつ，適合的に変化に対応する仕組みづくりを課題とする．

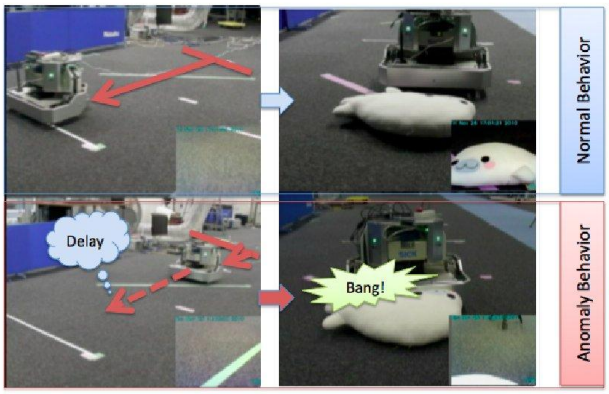

図 1 産業総合研究所とのロボットを利用した共同実験

(B) モニタリング＆エビデンス機構

H22 年度は，サブコアチーム「エビデンスチーム」を組織化し，説明責任という観点から，オペレーティングシステムのアーキテクチャ，言語ベースの実行コンテストとロギング構造，またフォルト解析技術を検討して，D-Case など上位のモデルと組み合わせてエビデンス技術の体系化をおこない，Accountable Logging として提案を行った(図2)． また，研究項目(A)の実証実験として，産業総合研究所のリアルタイムシステムの障害の要因解析を例に，1 秒間 20Mb のログを解析可能なオンラインモニタリング技術を開発した． Accountable Logging アーキテクチャや，障害要因解析をはじめとした研究項目やその他の課題については LAAS 文書としてまとめた。また，Embedded Technology2010 出展により成果の発表を行った。今後の展開として，エビデンスや説明責任は，ログ解析のみ焦点あてるのではなく，プロセス全体の視点から考える重要性が再認

識された．現在 D-fops フレームワークの D-Logger, D-Analyzer としての統合をおこなっている．

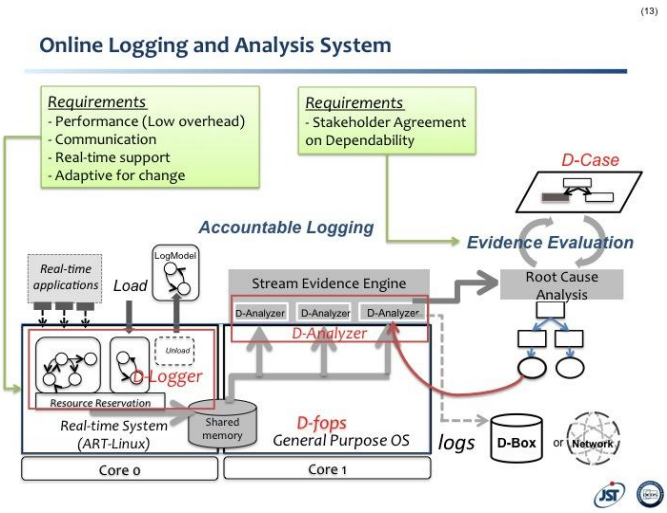

図 2　Accountable Logging アーキテクチャ

(C)オープンシステムプログラミング

H22 年度は、Konoha 言語をオープンシステムプログラミングというより広い視点から、言語設計を展開し，柔軟にソフトウェアを拡張可能なスクリプトモデルを国際会議で発表した．(C-1) DEOS プロセスの根底は，合意(D-Case)と根拠(エビデンス)，変化への適応(スクリプト)と位置づけ，合意や根拠と密接に結びついた言語設計(Goal 文法)や構造ログシステムを含んだ言語バーチャルマシンを Konoha に拡張した．また，Konoha 言語で開発されたスクリプト自体はソフトウェアであり，DEOS プロセスが求める品質管理，説明責任，セキュリティ，処理能力を実現する観点から，Konoha 言語の DEOS プロセス準拠を進めた．(図 3) また，Konoha 言語は，技術雑誌等の解説記事を通し，日本国内での認知度は大幅に向上した．今後は，海外に向けての普及促進を注力化する予定である．

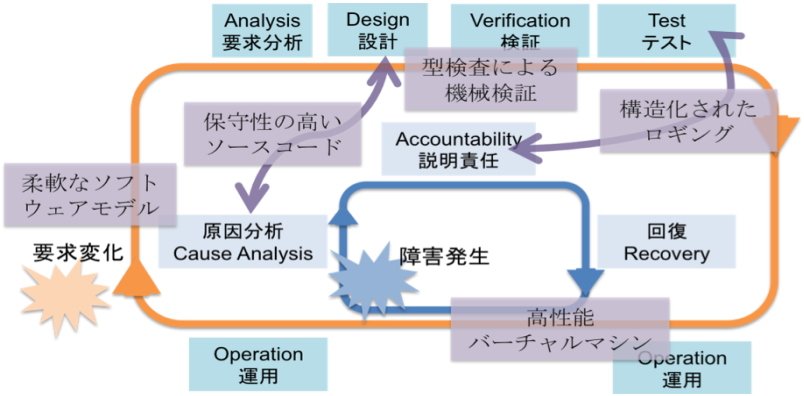

図3 Konoha 言語による DEOS プロセスのサポート

§4. 成果発表等

（4－1） 原著論文発表

●論文詳細情報

C-1 Kimio Kuramitsu. Konoha-Implementing a Static Scripting Language with Dynamic Behaviors. In Proc. of Workshop on Self-Sustaining System 2010, ACM Press, Tokyo. September 2010.

B-1 菅谷みどり，中島達夫，報家電向け Linux の CPU 資源制限システムの設計と実装,電子情報通信学会論文誌, VOL.J93-D No.10 October 2010. pp 2001-2010.

A-1 倉光君郎. 拡張性のある組込みアプリケーションを実現するスクリプティング言語の開発. 情報処理学会論文誌(組み込みシステム特集号), Vol.51 No.12, pp. 2185-2194, 2010 年 12 月.

B-2 Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu, Online Anomaly Symptom Detection and Process Resource Usage Control, The 10th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, March 23-27, Tokyo.

（4－2） 知財出願

① 平成22年度特許出願件数（国内 0 件）

② CREST 研究期間累積件数（国内 0 件）