

発表番号 30

機能共鳴分析手法による MATLAB/Simulink モデルの 安全分析手法

九州大学 掛下真通

芝浦工業大学 久住憲嗣



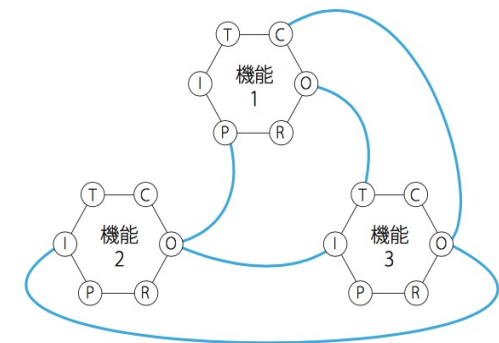
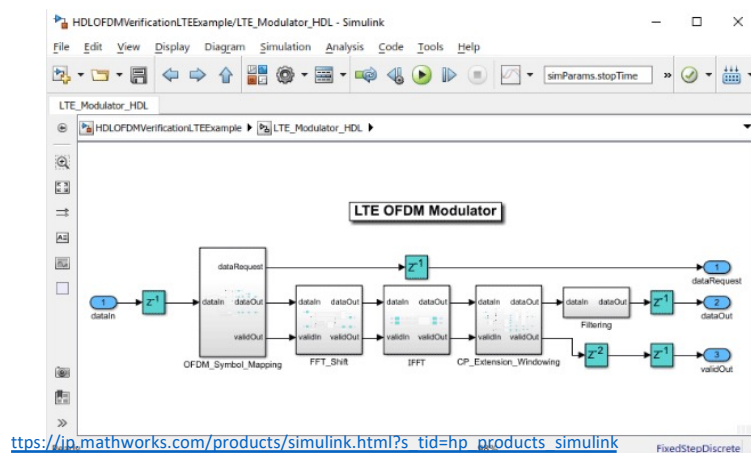
九州大学
KYUSHU UNIVERSITY



芝浦工業大学
SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

研究背景・目的

- Simulinkモデルを対象とした安全分析
- Simulink モデルからFRAMモデル(後述)への変換手法確立
 - FRAM 実施により新たな改善点を得られる可能性
- 課題
 - MBD モデルの抽象度が低いため, FRAM モデルの機能の同定が困難
 - リバースモデリングしつつFRAMに変換する手法を提案



https://jp.mathworks.com/products/simulink.html?s_tid=hp_products_simulink

図 3 : Simulink モデルからの FRAM モデルの作成

機能共鳴分析手法

(FRAM : Functional Resonance Analysis Method) [2]

- 「何が起こるか」に基づく分析、失敗と成功の両方を考慮
- 分析には「何が起こるか」を把握するために、FRAM モデルが必要
 - FRAM モデル：機能と 6 種類の側面により定義
 - 機能：ある結果を達成するための活動の集合
 - 側面：機能同士がどのように結合するのかを表現

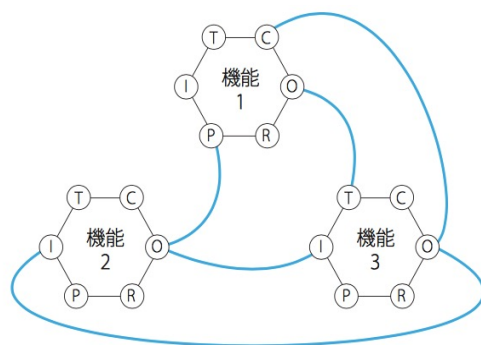


図 2 : FRAM モデル図

表 1 : FRAM モデルの側面

側面	側面の説明
入力 (I)	出力の材料及び機能のトリガ
出力 (O)	機能が動作した結果
前提条件 (P)	機能が動作する前提条件
制御 (C)	機能の動作の制御
資源 (R)	機能が動作し続ける条件
時間 (T)	機能の動作の時間的制約

[2] Hollnagel, E. FRAM: the functional resonance analysis method: modelling complex socio-technical systems

提案手法の概要

FRAM モデル作成には機能とその側面の同定が必要

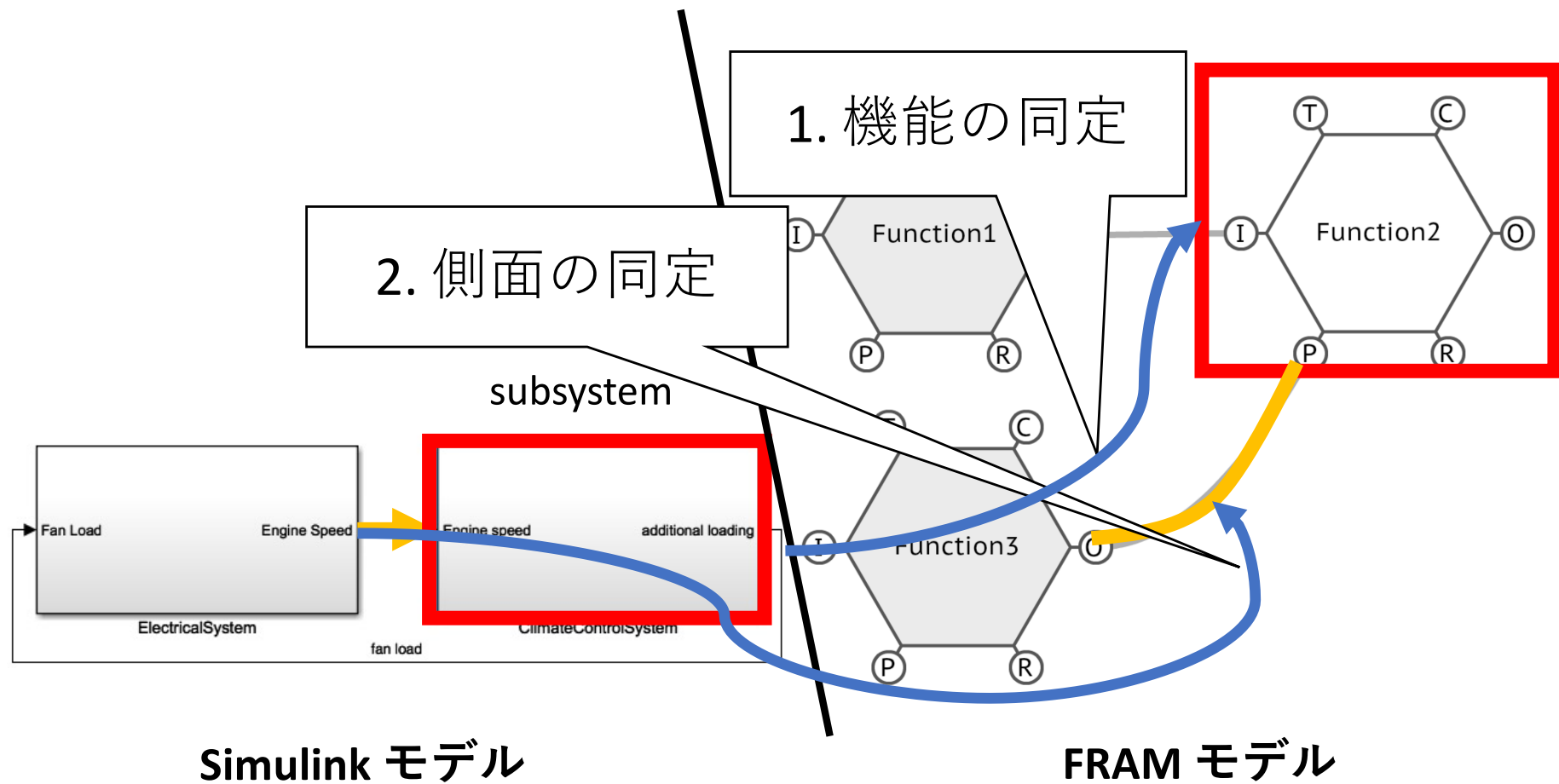


図 4 : FRAM モデルと Simulink モデルの対応

提案手法：機能の同定(抜粋)

- Subsystem 表
 - Subsystem の役割を整理

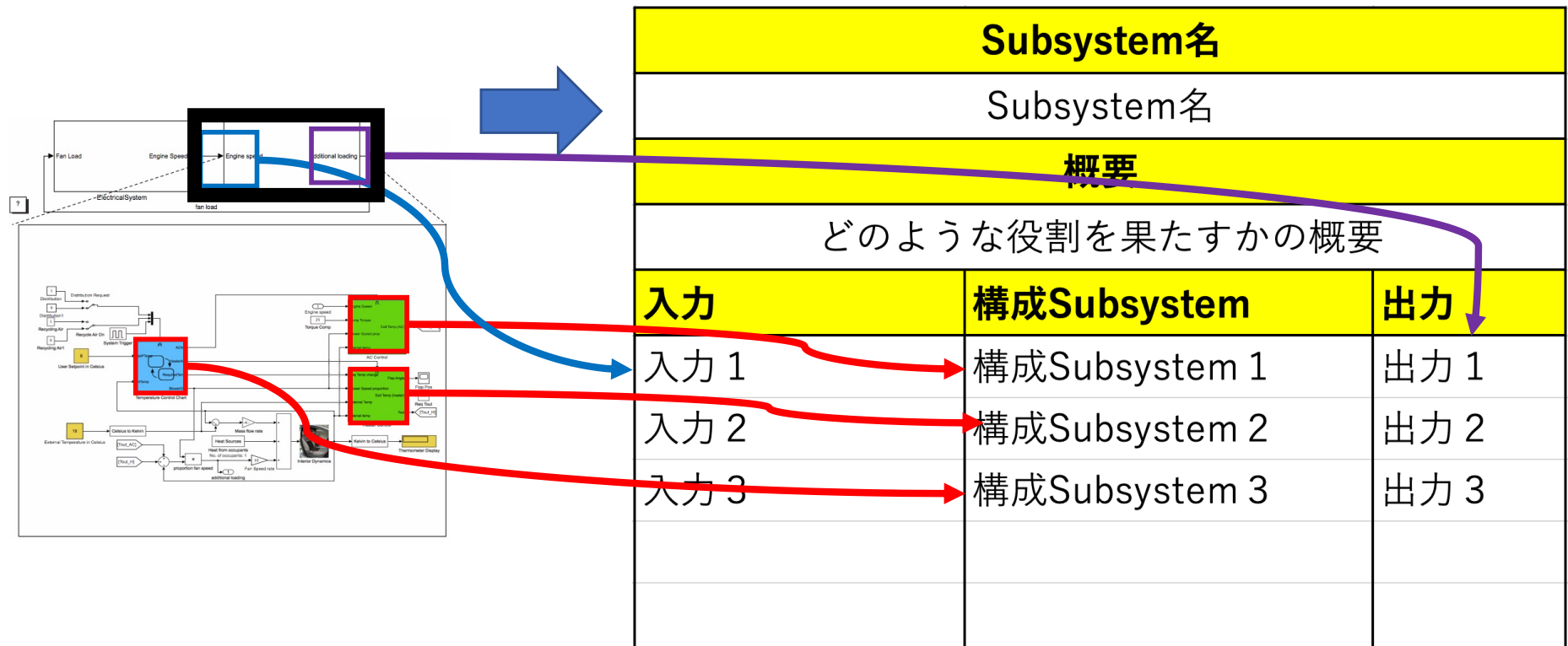


図 5：Subsystem ブロックとSubsystem 表のエントリの対応

表 1 : FRAM モデルにおける機能の側面

側面	側面の説明
入力 (I)	出力の材料及び機能のトリガ
出力 (O)	機能が動作した結果
前提条件 (P)	機能が動作する前提条件
制御 (C)	機能の動作の制御
資源 (R)	機能が動作し続ける条件
時間 (T)	機能の動作の時間的制約

提案手法：機能の側面の同定

Simulink モデルの入出力を以下に従い分類

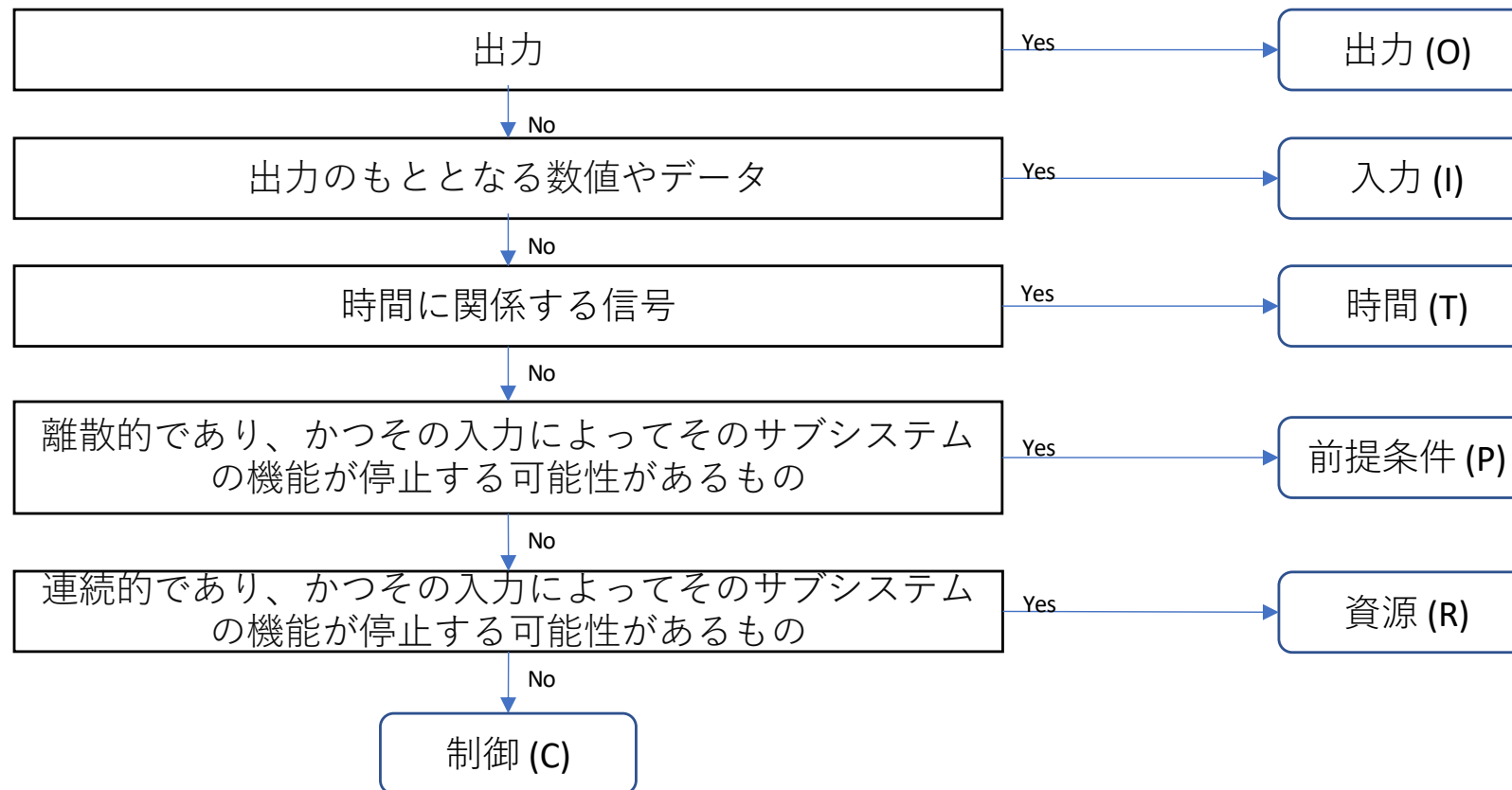


図 6：側面の分類フローチャート

ケーススタディ : Simulink モデル

- openManipulatorBallTracking[3]
 - マニピュレータがボールを追跡
 - その後ボールをつかみ, ホームポジションに帰還

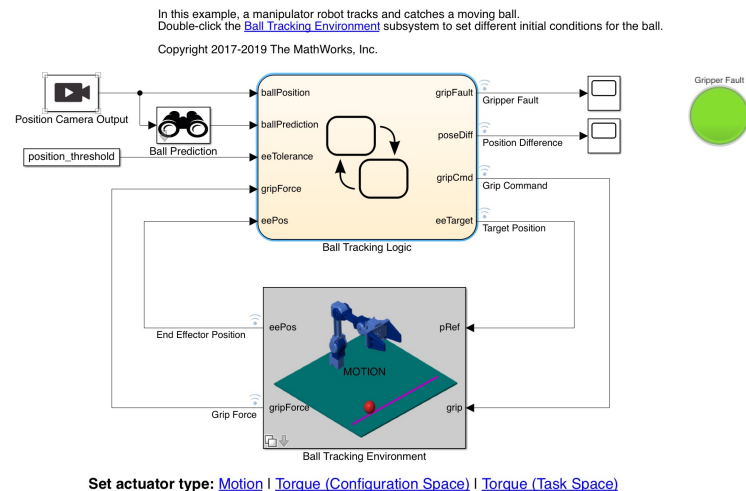


図 7 : openManipulatorBallTracking

[3] <https://github.com/mathworks/simulinkDroneReferenceApp>.

ケーススタディ：完成したFRAMモデル

枠は Simulink モデルのアクターに対応

アクター： Simulink モデル
内で責務を考慮して分割した
際の構成単位

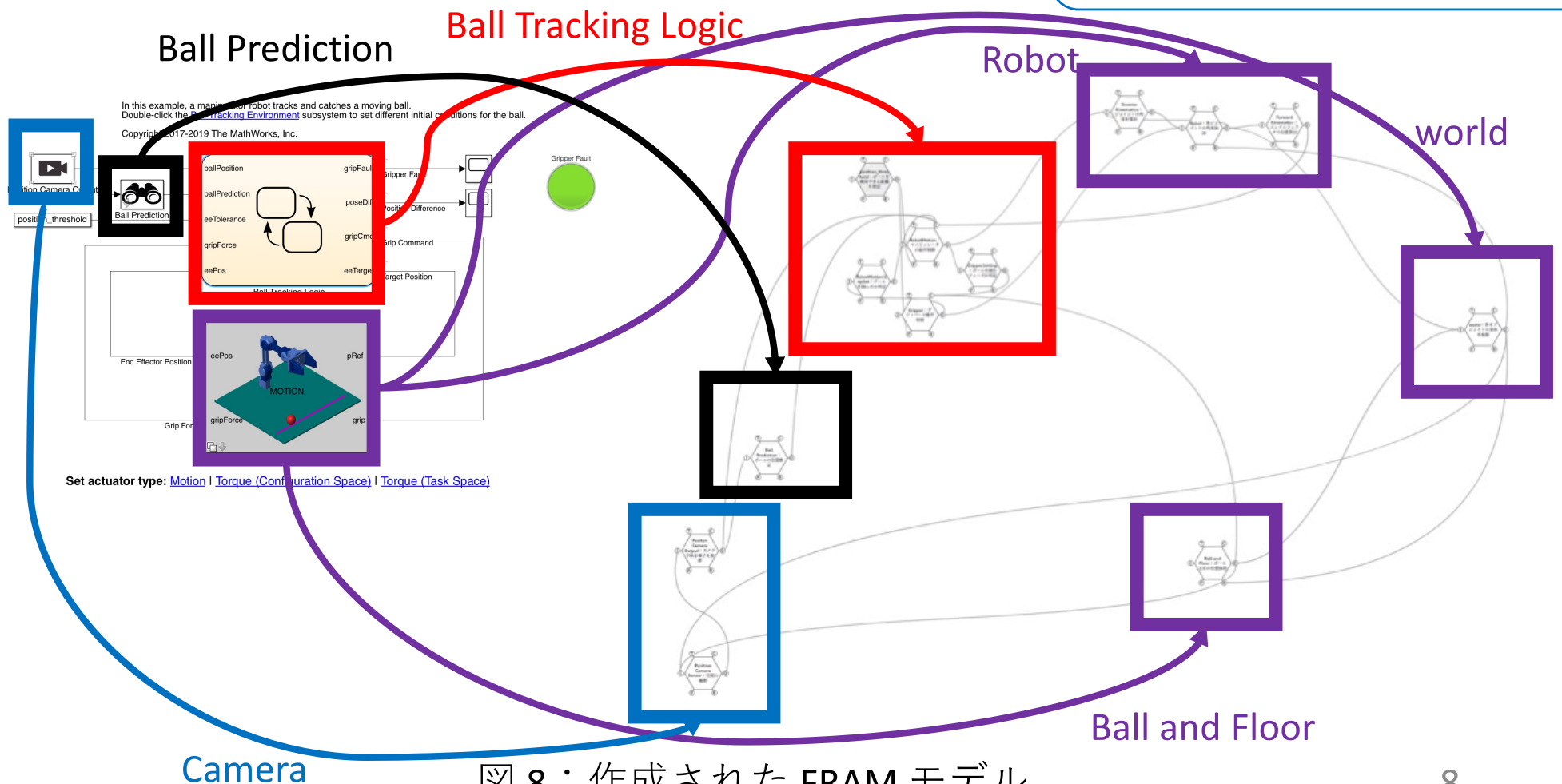


図 8：作成された FRAM モデル

ケーススタディ：安全分析（抜粋）

- 作成した FRAM モデルに対して安全分析を実施
 - 各機能が故障した際のシナリオを想定
 - シナリオ全体から、リスク要因と成功要因を抽出
- リスク要因
 - ある機能が故障し、目的を達成できない状態でシステム全体が停止
- 改善策
 - タイムアウトの実装

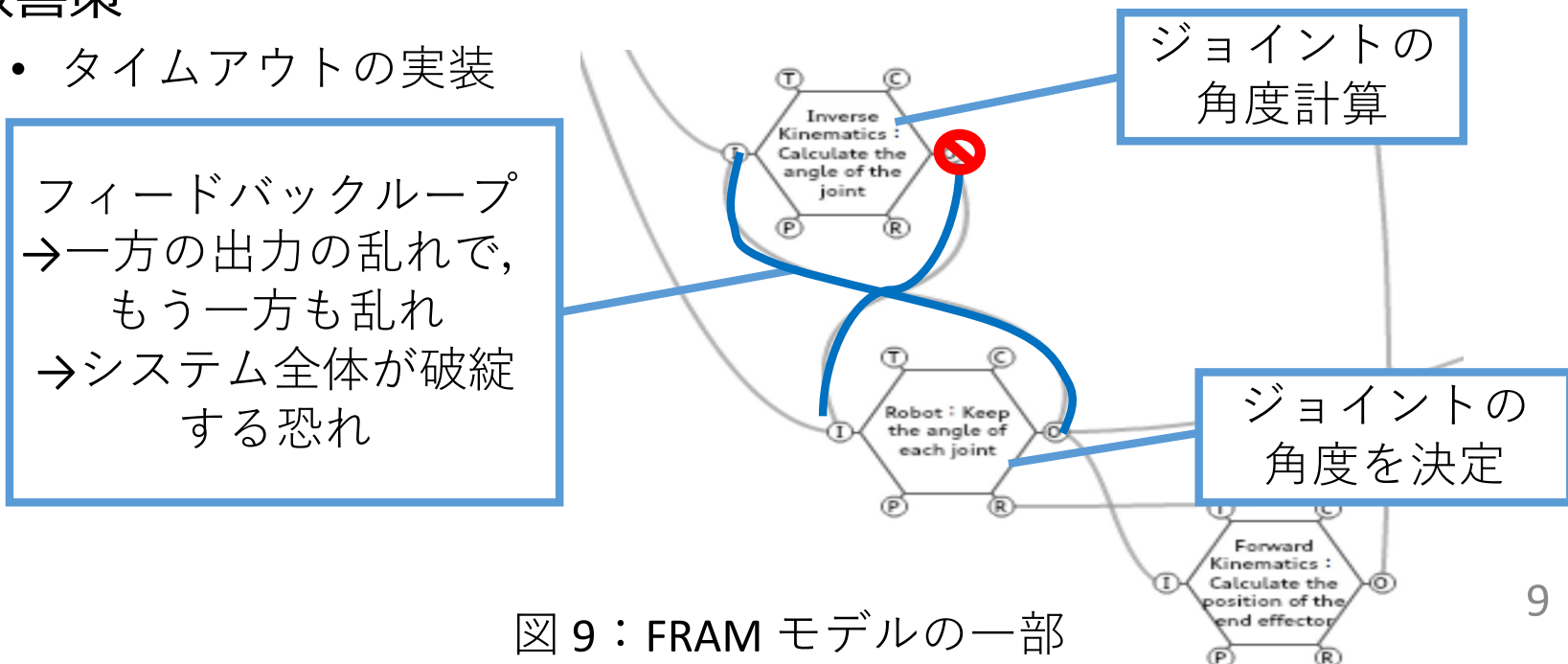


図 9：FRAM モデルの一部

まとめと今後の展望

まとめ

- Simulink モデルからの FRAM モデルの作成方法を提案
- Simulink モデルに提案手法を適用して, FRAM モデルを作成・分析

今後の展望

- 情報の表現方法についての検討
- 外部からの影響を考慮した FRAM モデルの作成
- 提案手法により作成した FRAM モデルを用いた分析, その方法について議論
- 提案手法の信頼性の評価及び向上