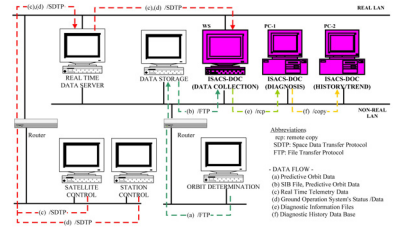


衛星異常監視・診断システムISACS-DOCについて

高木亮治、橋本正之、本田秀之、長木明成 (ISAS/JAXA) 野村和哉 (富士通)、水谷光恵 (FASOL)

衛星異常監視・診断システム ISACS (Intelligent Satellite Control Software)-DOCの目的:

- 衛星運用の安全性向上を図るため、JAXA衛星に適用可能な異常監視・診断システム
- 衛星・探査機の管制室に専門家が常駐しない定常運用時に、重大な変化や異常の兆候を(想定できる範囲で)より確実に捉える。
 - 原因を特定できない場合には関連情報、連絡先等を提示
 - 異常原因を高い確信度で特定できる場合には診断結果や対処方法を提示



はやぶさ用ISACS-DOCのシステム構成

磁気圏観測衛星「GEOTAIL」

- 打ち上げ: 1992年7月
- ISACSの開発
 - ISACS-PLN(コマンド計画作成ソフト)
 - ISACS-DOC(異常監視・診断システム)
- ISACS-DOC
 - 初めての科学衛星への適用
 - 観測装置を含む衛星全体を対象

火星探査機「のぞみ」

- 打ち上げ: 1998年7月
- GEOTAIL用ISACS-DOCでの経験を反映
- 探査機全体を対象
 - 特に強化した点
 - リアルタイム通信回線評価
 - 推進系の監視
 - 定常管理は運用チームに移管
 - 全自動運転
 - ダウンリンクテレメ回線故障発生まで活用

小惑星探査機「はやぶさ」

- 打ち上げ: 2003年5月
- 回収: 2007年(予定)
- 前2つのISACS-DOCでの経験を反映
- 厳しいコスト制約下で対象範囲を制限
 - 探査機の巡航フェーズに限定
- 特に強化した点
 - イオンエンジン、RCS、軌道
 - 超低速テレメレートへの対応
 - 地上データとテレメデータの独立監視・診断
 - 過去データの自動参照

研究・開発の背景:

- 打ち上げ時、軌道変更時等の重要イベント時以外に、管制室に専門家を常時配置することは非現実的
- 複雑化する衛星の運用において、定常時の運用安全性向上はミッション達成のために必須
- ISASで1992年より衛星異常監視・診断システムの研究・開発
 - GEOTAIL、のぞみ(PLANET-B)、はやぶさ(MUSES-C)に適用
 - ASTRO-F(地球周回衛星)への対応が必要
- 三機間統合に伴い全JAXA衛星への適用が期待されている

低高度地球周回衛星の特色:

- 可視時間が短い
- 深宇宙機: 8時間
- 低高度地球周回衛星: 10分/パス、4/パス/日
- データ転送速度が速い
 - 深宇宙機: 16Kbps
 - 低高度地球周回衛星: 4Mbps
- 高速なデータ処理が必要!! (システムおよび人間)**
 - 監視項目の厳選化
 - 優先順位の設定(リアルタイム処理とオフライン処理)
 - システム性能の高速化(並列処理)
 - 緊急対処コマンドの自動準備機能
 - 管制システムとの連携強化

ISACS-DOCで学んだこと:

故障診断から異常監視を重点化

- 可能性のある複数の故障原因の提示では運用者が混乱し、早急な対応ができない
- 信頼度の高い異常察知と関連する情報、対処法の提示が有効
- 異常原因を高い確信度で特定できる場合には故障診断も実施する
- 会話型処理からリアルタイム自動処理へ
 - 故障診断が目的: 会話型システムが有効
 - 異常監視が目的: 全データをリアルタイムで自動処理するシステムが有効
- 診断木の構造
 - 故障診断が目的: 深い階層構造
 - 異常監視が目的: フラットな構造が有効
- データの分散/管理
 - 各種基盤、DBの役割分担とその連携が必要
- シミュレーションデータの積極活用
 - シミュレータを外部モジュールとして利用できるI/Fが必要
- 運用者への通知
 - モニタ画面、アラーム音、電子メールを利用
 - アラーム削除のタイミングも要検討事項

システム開発

- スパイラル開発
- 衛星より地上系の寿命がクリティカル
 - 変化が激しいIT技術には注意が必要
- GEOTAIL用ISACS-DOCは10年(更に10年を期待)
- 長期間に渡って安定した運用およびメンテナンスが必要

まとめ:

- これまでISAS/JAXAが開発・運用してきた衛星異常監視・診断システムISACS-DOCについて紹介し、これまでの開発・運用で得られた知見について紹介した。
- 次期ISACS-DOCの開発に向けた課題について紹介した。

次期システムの課題:

- ASTRO-Fがターゲット
- H17年打ち上げ予定
- 低高度地球周回衛星**
 - これまでは全て深宇宙機
- システム整理
 - データ処理方式の階層化とシステムのモジュール化
 - システム内モジュールの役割分担の明確化
 - 他システムとの連携(共通基盤モジュールの活用)
- 効率的な知識収集フレームワークの試行
 - 従来の知識のテンプレート化
 - 知識の自動取り込み

改めてISACS-DOCの意義:

- 現状の問題点
 - 衛星搭載装置および地上運用局の増加
 - 機能の複雑化および高度化
 - エラー情報以外の複数のトレンド情報などを総合して状況を判断する必要がある
 - 専門家以外の定常時運用者の技能に依存してしまう
- 衛星から地上設備までの情報の統合化、可視化**
 - 定常時に運用者の異常監視を支援するシステム
 - 異常時に専門家の異常診断を支援するシステム
- 衛星管制システムの補完システム**
 - 新手法の検証、打ち上げ後の状況変化に柔軟に対応
- ISACS-DOCで検証された技術は次期QLIに反映**
 - 衛星運用技術の継続的な向上に貢献