

地对地通信と情報共有手法の実装に 関する考察

SWIM by NNTP with S/MIME

金田直樹，塩見格一，板野賢

Electronic Navigation Research Institute

平成21年6月11日



発表の概要

- ① はじめに
- ② 冗長構成としての分散システム
- ③ SWIM by NNTP with S/MIME
- ④ 提案手法の利点
- ⑤ おわりに

はじめに

航空管制や運航管理に情報ネットワークシステムはどう役立つか？



はじめに

航空管制や運航管理に情報ネットワークシステムはどう役立つか？

情報の共有



はじめに

航空管制や運航管理に情報ネットワークシステムはどう役立つか？

情報の共有

情報共有で良くなること

- 安全 : 状況認識の改善
- 効率 : **Trajectory** の改善
- 定時性 : 予測可能性の改善

ネットワークの価値

メトカーフの法則

ネットワークの価値は利用者数の2乗に比例する

- 2つを相互接続すれば価値は4倍に！
- 情報は共有されてこそそのネットワーク

発表の概要

- ① はじめに
- ② 冗長構成としての分散システム
- ③ SWIM by NNTP with S/MIME
- ④ 提案手法の利点
- ⑤ おわりに

航空情報システムの要件 I

- 可用性
- 保守性
- 弾力性：迅速簡単障害復旧
- 検証可能性：嘘を嘘と見抜く

航空情報システムの要件 II

TCP/IP + Ethernet

- **長所**：可用性・弾力性を持つ自律分散システム
通信中に回線を物理的に切断しても，再接続すればまた何事もなかったかのように動作
- 安い，速い，うまい...なのか？
- **短所**：長所は通信路容量の無駄遣いの結果。無線通信にとって周波数の無駄は問題

情報共有のための地対地通信路として適する



冗長構成としての分散システム I

今回の提案

計算機を多数利用した分散システムによる地上システムの冗長化

TCP/IP over Ethernet の上に何を実装したらよいか？



冗長構成としての分散システムⅡ

可用性向上

- 可用性向上の手段：冗長化
- 航空用システム：機上でも地上でも冗長構成
- **1970年代**: メインフレーム
内部の回路を冗長化して高可用性を実現

冗長構成としての分散システム III

なぜ分散システムが望ましいか？

単一障害点の除去

- 中央の情報集配信装置に情報集約するシステム
中央装置が故障するとシステム全体がダウン
- 分散システム: 部分的な故障は他に影響を与えない(例: インターネット)

冗長構成としての分散システム IV

価格性能比が最高となるの計算機の**小型化**

CDC6600 (1960) Sun-3 (1980) Intel x86(2000)

Pollack's Rule: 計算能力 $\propto \sqrt{\text{トランジスタ数}}$

現在の高性能システムは小さな計算機を多数接続して構成

- Intel Core 2 Quad
- Roadrunner: Opteron+Cell B.E.
- Google を支えるシステム群



発表の概要

- ① はじめに
- ② 冗長構成としての分散システム
- ③ SWIM by NNTP with S/MIME
- ④ 提案手法の利点
- ⑤ おわりに

今回の提案: SWIM by NNTP

SWIM: System Wide Information Network

SWIM とは何か？

- 航空管制や運航管理に必要な情報は，システム間で個別に配信・共有されてきた
- 誰でも情報を簡単に発信し，簡単に受信できる共通インフラ
- 今回の提案：**SWIM** の **NNTP** による構築

NNTPとは

NNTP: Net News Transfer Protocol

NNTP

- 電子メールの拡張として設計され, **電子掲示板システム**を実現
- 掲示板はいくつにも分割: 情報送付先グループが設定可能
- **World Wide Web** 登場前, 世界的に利用されていた情報ネットワーク
- 現代風に言えば**ピア・ツー・ピア**と**クライアント・サーバ**方式を併せ持つ

NNTPの動作（クライアント・サーバ）

クライアント・サーバとしてのNNTP

- サーバはクライアントからの電文の**投稿を受理**
- サーバは電文に**一意の識別子**を付与
- クライアントはサーバの持つ電文を渡す

NNTPの動作（サーバ間P2P）

NNTPサーバ間の動作

- NNTPサーバは隣サーバに電文をコピー
- そのまた隣のNNTPサーバに電文をコピー
- コピーを繰り返し、電文は洪水のようにネットワーク全体に伝播する
- 既存の電文と同一の識別子を持つ電文は破棄する
- 電文には有効期限があり、有効期限が切れたら破棄する

発表の概要

- ① はじめに
- ② 冗長構成としての分散システム
- ③ SWIM by NNTP with S/MIME
- ④ 提案手法の利点
- ⑤ おわりに

NNTP を使うことのメリット I

- **単純** : コピーするだけ！
信頼性のために単純さは重要
- 可用性 : 電文のコピーによる情報拡散
1 台のサーバダウンが全体に波及しない
- 弾力性 : 障害復旧はダウンしたサーバを交換し
ネットワークに接続するだけ
- 効率性 : クライアント・サーバシステムでもある
- 拡張性 : (画像等の) ファイル添付可能
- 保守性 : 構造が単純



NNTP を使うことのメリット II

- 均質性：同一のシステムを多数用意するだけで冗長性が実現
- 検証可能性：電子署名 (S/MIME) で真正性が担保
- 既存の実績：ネットニュースは数千万台収容可
- 使い勝手：既存の使いやすいクライアント
Outlook Express, Mozilla Thunderbird, etc.

航空情報ネットワークの方向

- 中央に情報を統合しすぎると、可用性が下がってしまう
- ネットワークとシステムの両方を分散システムにすることで可用性を向上させられる
- 単純なシステムであることは重要
- 分散システムは通信量が多い：単純に空地間の情報共有には適用できない

どうもありがとうございました

Thank you for your attention!

