情報・データ・プログラム・バグ

Yutaka Yasuda

ソフトウェアの安全性

- 1999 米国での報告
  - 「国民が脆弱なソフトウェアに頼らざるを得ない状況にある」
  - PITAC（大統領情報技術諮問委員会）
- 事例
  - みずほ銀行システムトラブル（バグ）
  - 470万人顧客名簿流出（情報管理）
  - ウィルス問題（セキュリティホール等）

www.cert.org からの情報

05/18/2005 Extreme スイッチのソフト
05/18/2005 TCP プロトコルのバグ
05/16/2005 Apple Mac OS X 関連に複数
05/11/2005 Sun のディスクアレイ
05/11/2005 Microsoft IIS
05/10/2005 Firefox の JavaScript
05/10/2005 Mozilla
05/10/2005 Microsoft Windows Explorer
05/09/2005 Apple Mac OS X の Bluetooth ファイル転送
04/27/2005 Oracle に複数
04/20/2005 Firefox
04/19/2005 Mozilla
04/19/2005 Oracle に複数
04/13/2005 Microsoft Windows に複数
04/13/2005 TCP/IP プロトコルのバグ
04/12/2005 Microsoft Internet Explorer に複数
04/12/2005 Microsoft 製品(Word)他に複数
04/05/2005 Linux kernel Bluetooth 関連
03/30/2005 Symantec Norton AntiVirus
03/30/2005 Mozilla
03/18/2005 McAfee Scan Engine
03/09/2005 ISC DHCP にバグ

ソフトウェアの安全性

- 2002 米国での試算
  - 「ソフトウェアの低品質によって米国経済は 600 億ドル(7.2兆円)、GDP の 0.6% の損失をこうむっている」
  - NIST (National Institute of Standards Technology)
  - 日本の GDP から推定すれば 3 兆円に相当
- バグ
  - ソフトウェア障害の 3/4 が既知の初歩的なプログラミングの誤りによる - Eugene H. Spafford

バグ

- なぜバグは発生するのか？無くならないのか？
  - 「注意深く設計すれば良かった」だけか？
- 情報処理システムが本来持つ構造問題として理解していきましょう

「情報処理」について

情報処理

- 情報処理とはなにか？
- 私たちが目にしているのは実はデータ処理
- コンピュータはデータ自動処理機械である
- なぜデータ処理機械で情報処理が可能なのか？
- 情報とデータの関係を理解する

情報

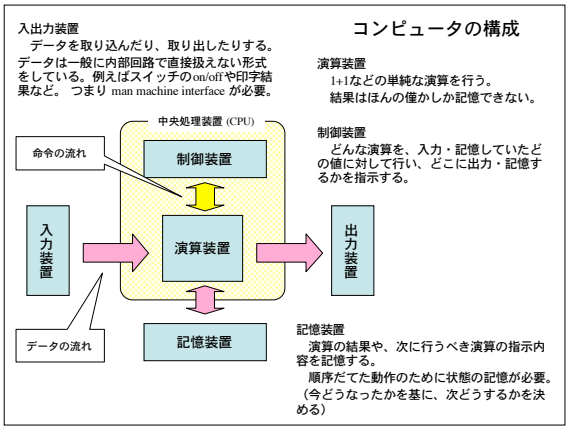
A B C

- 「情報とは？」
  - インクのシミと A という文字の違い
  - 物理で記述できない違いこそ「情報」
- 情報
  - ものごとの説明（特徴を抽出したもの）
- データ
  - 情報を一定ルールで「記述」したもの
- 物理と論理を意識して

データ

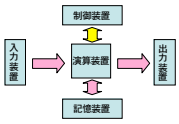
- コンピュータは情報とデータを区別する
  - コンピュータは：情報が持つ意味を解釈しない
  - 人間が：データ処理を情報処理として解釈する
- それを前提に：
  情報処理機械とデータ処理機械は等価である
- コンピュータが情報とデータの役割分担を明確にしたとも言える

具体的なコンピュータの中での
データ処理のすがたについて



コンピュータの構成要素

- 現代的コンピュータの構成要素
  - 入出力装置＋演算装置＋制御装置＋記憶装置（＋自動化）
    - データを入力し、
    - （単純な）演算をほどこし、
    - 結果や状態を保存しながら、
    - 繰り返しや条件分岐など順序だてた処理を行い、
    - 結果としてデータを出力する
  - ノイマン型
    - 1946 ノイマンらが提案した構成モデル
    - 図はノイマン型コンピュータの論理的モデル



自動情報処理機械

- 自動計算機械（電卓的計算機）はできた
- 自動データ処理機械もできた
  - 手順＝ソフトウェアの導入
- 自動情報処理機械はどのようにして？

- 現状での結論
  「データ処理を情報処理と解釈できる」
- 情報のデータ化（符号化）
- 汎用性＝計算機をワープロとして使う

ソフトウェアとバグの関係

バグ

- プログラムに含まれる「間違い」
- データは意味をもたない
- コンピュータは意味を扱わない

- バグ
  - 無意味な（矛盾した）処理でも指示通り動作する
  - 例えば「金利と残高を加算する」ところを間違えて「年齢と金額を加算」させてしまうかもしれない

- なぜ間違えた指示が最後まで？

プログラミング

- 「1から10までの数を足した結果を出せ」
  - これはコンピュータにとって「難しすぎる」指示
- 手順の明記
  - 「Xを 1 から 10 まで変化させ、それを毎回 Y に繰り込め」
- プログラムとは何か
  - 目的に対して「どうやるのか」を詳述したもの

- 意味の消失
「コンピュータはデータの意味を理解しないのと同様に、プログラムの意味も知らない」
（ただ手順だけを知っている）

手順をどのように書くか

- コンピュータは日本語を理解できない
  - 「Xを 1 から 10 まで変化させ、それを毎回 Y に繰り込む」のもコンピュータには複雑すぎる
  - コンピュータが理解できる言語で書きくだす必要がある

C言語での例

```
j=0;
for(i=1;i<=10;i++) {
  j=j+i;
};
```

jははじめ 0 だと設定している

1から10まで変化させるということを、「1 からはじめて 10 以下の場合は終わりまでの処理を行い、1 加算してもう一度繰り返し」という表現で明記している

jに増え続ける i を足したものを再び j に代入

手順をどのように書くか

- しかしC言語でもハードウェアには直接理解できない
  - さらに単純な処理に分解しなければ
  - CPU(例は Motorola 68000)向けのアセンブリ言語で記述

```
      st 0,$1004
      mov 1,%o0
      st %o0,$1000
.LL2:
      ld $1000,%o0
      cmp %o0,11
      bgt .LL3
      ld $1004,%o0
      ld $1000,%o1
      add %o0,%o1,%o0
      st %o0,$1004
      ld $1000,%o1
      add %o1,1,%o0
      mov %o0,%o1
      st %o1,$1000
      b .LL2
.LL3
```

元のc言語プログラム

```
j=0;
for(i=1;i<=10;i++) {
  j=j+i;
};
```

ソフトウェアの複雑さ

- アセンブリ言語でもまだ直接は理解できない。
  - 更に機械向けの言語＝機械語に直さなくては

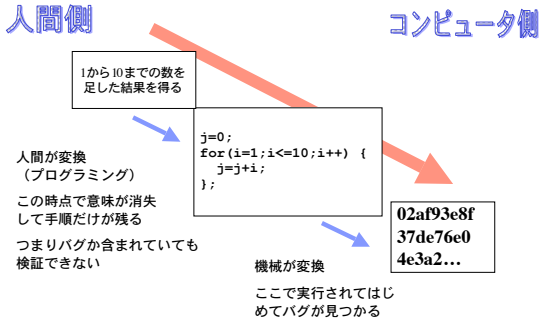
（以下は機械語の一部）

```
7400 5f5f 4354 4f52 5f4c 4953 545f 5f00
5f65 6e76 6972 6f6e 005f 656e 6400 5f47
4c4f 4241 4c5f 4f46 4653 4554 5f54 4142
4c45 5f00 6174 6578 6974 0065 7869 7400
....
```

情報処理から機械語へ

- 処理からプログラムまでの変換過程
  1. 「1から10までの合計」という処理を
  2. どのようにして計算するかという手順に分解
  3. それをプログラミング言語で記述し
  4. 機械語まで変換
- 目的から手順列への変換
  - この作業をプログラミングと呼ぶ
- プログラミング言語から機械語への変換
  - ハードウェアに解釈可能な動作指示へ

二つの変換過程



失われれる意味

- プログラミングの過程で、プログラムから意味は失われる
  - そのプログラムの目的を知るのはプログラマだけ
- コンピュータは情報ではなくデータだけを扱う
  - データが表現する情報は入出力の前後にいる人間が扱う
- ソフトウェアは作業から意味を抜いた手順だけを扱う
  - その意味（内容）は結果を受け取る人間だけが知る
- バグ（意図しないプログラムの振る舞いをひきおこす不具合）が発生する根本的要因のひとつ

大規模システム開発の問題

Brooks に学ぶ

まとめと対策

- なぜトラブル・バグはなくならないか？
- 情報とデータの相違
  - コンピュータは情報でなくデータを扱う
  - 情報処理機械≠自動データ処理機械
- ソフトウェア工学の価値
  - 大規模システム開発における問題点
- 脆弱なソフトウェア基盤からの脱却を