

情報の学び方

山本昌志*

2007年10月12日

概要

授業のガイダンスを行う。この講義で学ぶ内容を簡単に説明する。

1 本日の学習内容

本日は、教科書 [1] の第1章「情報の学び方」について学習する。ここでは、情報とは何か？情報はなぜ重要なのか？—を学ぶ。あわせて、この講義の概要を説明する。

- 情報の重要性
- 計算の機構
- その他、この講義の概要

2 情報の重要性

情報伝達の重要性について、二～三の話をする。ここで説明する情報は、エンジニアが扱う情報とは異なるが、その重要性は分かるだろう。エンジニアは情報の内容そのものよりも、それを扱う手段や方法を問題とする場合が多い。一般の人は、情報をもつ内容の方が重要である。

2.1 ワーテルローの戦いとロスチャイルド家

これは真実でないとも言われることもあるが、情報伝達の重要性がよくわかる逸話なので、講義で話しておく。教養として、この程度の話は知っておいてもよい内容である。

時は1815年のことである。その2月、ナポレオンはエルバ島から脱出し、再び皇帝になった。6月、ナポレオンは12万の兵を率いて連合軍に戦いを挑むべくベルギーへ向かった。7万の兵はナポレオンが率いてブリュッセルを目指した。その途中、ワーテルローで6万8,000のウェリントン公率いるイギリス・オランダ連合軍と対峙した。激戦の後、ナポレオンは敗退し、いわゆる百日天下が終わった。

この戦いには多くの人が注視していた。ロンドンの投資家もそのひとつである。イギリスが勝てば、国債があがりボロもうけをするが、負ければ国債は紙くず同然となる。従って、イギリスが勝てば国債は「買

*独立行政法人 秋田工業高等専門学校 電気情報工学科

い」だし、負ければ「売り」である。問題は、誰よりも早くその「売り」と「買い」を決めなくてはならない。遅ければ、一文無しになってしまう可能性がある。

この相場を勝つためには、誰よりも早く、このワーテルローの戦いの結果を手に入れる必要がある。ロンドンでもっとも迅速な情報網を持っていたのは、ロスチャイルド家三男ネイサンである。多くの投資家は、ネイサンの動向を注目した。ネイサンは「売り」を出した。それを見た他の投資家は、ナポレオンが勝ったと思い、一斉に「売り」にはしり、国債は暴落した。それを見たネイサンは、一気に「買い」にはしり、ただ同然で大量の国債を手に入れた。翌日、ナポレオンの敗北が報じられると国債は一気に上昇し、ネイサンは巨万の富を得たのである。

この勝負は、正確な情報をいち早く得たネイサン・ロスチャイルドの一人勝ちであった。ビジネスの世界では、正確な情報を誰よりも早く手に入れることが重要である。

当時、ロスチャイルド家はヨーロッパ全体に情報網を持っていた。通信手段は、人(馬)、伝書鳩、高速船などである。また、ヨーロッパの主要都市、フランクフルト、ウィーン、ナポリ、パリ、ロンドンにロスチャイルド家の兄弟が散らばり、情報を交換していた。

2.2 私の体験

今から、10年以上前の話である。当時、私は民間企業に勤めており、オフィスのある東京と自宅の船橋市(千葉県)を電車で往復していた。ある日の帰りの電車で、隣に座った人がなにやら英文らしきものを読んでいたの、それをのぞいて見た。アルファベットが書かれた紙の余白に「」と商社名が書かれていた。さすが、商社の人は英文を普通に使ってビジネスをする—と関心をしていたが、何かおかしい。英文ではなく、ローマ字だったのである。

そのローマ字を盗み見すると、トウモロコシだったか小麦だったかは忘れたが、その作況の報告書であった。現地の駐在員が日本に、作物の収穫量の見積もりを送っていたのである。日本では、その報告書を見て、作物の買い付けを行う。最終的な収穫量に分かる前に、買い付けを終えて、有利にビジネスを進める必要があるため、その報告書は大事な情報となる。

私が大変驚いたのは、その報告書の内容である。分析が非常に細かく、農場毎の作況と収穫量の予想が書かれていた。農場毎に作物のでき具合を調べていたのである。地方毎ではなく農場毎に調べていたのには心底びっくりした。商社の情報網のすごさを初めて垣間見た。これを見た瞬間、素人の先物取引では勝負にならないと、確信した。

2.3 諸君は情報を得るために、どれだけ費用を使っているだろうか？

たとえば、費用をかけて、以下のようにして情報を得ている。

- 新聞、TV、ラジオなどのマスメディア
- 書籍、雑誌
- インターネット (web, 電子メール他)
- 電話
- 学校の授業

3 情報の性質ととらえ方

教科書に沿って説明．教科書を読めば分かる内容である．

4 情報の多面性

教科書に沿って説明．教科書を読めば分かる内容である．

5 情報活動の諸要素

教科書に沿って説明．教科書を読めば分かる内容である．

6 計算の機構

6.1 コンピューターの発明の歴史の概観

6.1.1 発明以前

コンピューターが発明される以前，情報処理は手作業で行われることが多かった．良くて，専用の機械が使われる程度であった．ここで，コンピューターが発明される前の時代，どのような機械があったか眺めるのも良いだろう．ここでは，コンピューターの発明につながる大事なものについて，紹介する．

あまり、コンピューターの発明に寄与しないが、そろばんとか機械式の計算機があった。そろばんは、かなり古くから使われていたようで、現存する最古のものは紀元前 300 年くらいのもらしい。このことから人類が活動する上で、計算 (情報処理のひとつ) は重要な行為であることが分かる。

コンピューターの発明に寄与したもので最初のもは、1881 年にジョゼフ・マリー・ジャカルにより発明されたジャカード織機 (Jacquard loom)¹とされている。これは自動織機で、絵柄のパターンはパンチカードに書かれている。パンチカードに書かれたとおりに機械が縦糸と横糸を織る機械で、パンチカードのパターンを変えことにより図柄を変えることができる。丁度、パンチカードがプログラムの役割を果たすのである。

ジャカード織機はパンチカードに従い自動的に図柄を織る機械であるが、これに目をつけ、チャールズバベッジ (Charles Babbage:1791-1871) は自動的に計算する機械を作ろうとした。バベッジが作ろうとした計算機は、階差機関 (difference engine)²と呼ばれるもので、自動的に多項式の値を計算し、印刷する機械を目指した。残念ながら、当時の技術水準ではそれを作ることはできなかったが、コンピューターにつながるアイデアがあったことは確かであろう。

次に登場するのはハーマン ホレリス (Herman Hollerith:1860-1929) の発明した統計機械 (tabulating machine)³で、1890 年の米国の国勢調査に使われた。この機械は穿孔機⁴により空けられたパンチカードの穴が国勢調査の情報を表す。その穴を電氣的に検出し、データを集計する仕組みであった。バベッジの階差機械とは異なり、この機械は大成功を収め、後の IBM 社につながる。

6.1.2 発明

ホレリスの統計機械は、情報の処理はできるがコンピュータにはほど遠い。特定の処理しかできず、プログラムにより様々な処理ができるコンピュータとは大きく異なる。

プログラムにより広範囲の計算ができる電子計算機は、ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)⁵が最初である。それまでにも、プログラムを使ったリレー式の計算機はあったが、電子計算機は ENIAC が最初である。リレー式の計算機に比べ圧倒的な処理速度があった。ENIAC を見たノイマンは、「これで世界で二番目に計算が速いやつ決まったな」と言ったとか。一番目はノイマンあるいは ENIAC?

ENIAC はプログラムを変えることで、様々な計算が出来たことが画期的であった。大砲の弾道の軌道計算もおこなったし、70 時間かけて円周率を 2037 桁まで求めた。ただ、ENIAC には致命的な欠点があった。プログラムは配線により行っていたのである。プログラムを変更するためには、いちいち電線の接続を変えなくてはならない。

次の EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)⁶というコンピューターの開発では、プログラムを配線ではなく、メモリーの中に入れることが議論された。こうすることにより、プログラムの変更が容易でかつ高速で計算するコンピューターが可能となる。このコンピューターを実現するためのメモリーの開発は大変だった。

¹http://en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_loom

²http://en.wikipedia.org/wiki/Difference_engine

³<http://www.kasuga-jhs.menet.ed.jp/kyouka/computer/manual/history/history4.htm>

⁴http://www.geocities.jp/kyo_oomiya/hollerith.html

⁵<http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>

⁶<http://en.wikipedia.org/wiki/EDVAC>

この EDVAC が現在のコンピューターの原型と言ってもよいだろう。この後は、CPU のスピードアップとメモリーの大容量化に向かって、突き進むことになる。

余談ではあるが、ENIAC の開発で真空管の寿命が問題となった。真空管の寿命は大体 2000 時間で、ENIAC には 17,468 本の真空管が使われていた。平均的に、ENIAC は

$$\frac{2000 \text{ 時間}}{17468} = 0.11 \text{ 時間} \quad (1)$$

に 1 回故障することになる⁷。6 分に 1 回、故障することになる。円周率 2037 桁の計算に 37 時間も要することからすると、6 分ではほとんど何も計算できない。エンジニアは猛烈な努力を行い、故障する真空管を 2~3 本/週に抑えたようである。

6.2 2 進数モデル

6.2.1 2 進数を使う理由

コンピューターが扱えるのは、数値だけである。世の中の様々な情報を数値化して、コンピューターは計算により、処理を行う。たとえば、音楽が録音された CD が典型的な例である。空気振動である音をマイクにより電気信号に変え AD 変換器を使い、音の情報を数値化し、CD-ROM に記録している。これから音を取り出すときには、DA 変換器を通して、電気信号にして、スピーカーを使って空気の振動に変えている。数値化された音の情報は、コンピューターにより、如何様にも加工できる。

コンピューターで数値を扱う場合、2 進数をもっとも適している。ノイズに強いとかブール代数が使えるとかがその理由である。また、2 進数の場合、コンピューターを構成する素子が単純になるという利点もある。

ENIAC は 10 進数のコンピューターであったが、発明者のエッカートとモークリーは 2 進数の方が有利であると気がついていたようである。そのため、彼らの 2 号機となる EDVAC では 2 進数を採用した。

6.2.2 ブール代数 (復習)

ブール代数は、つぎの特徴がある。

- 2 項演算子 $+$ 、 \cdot と単項演算子 $\bar{}$ が定義されている。それぞれ加法と乗法、および補元の演算子となっている。
- 使われる変数は、0 と 1 のみである。

0 と 1 だけからなる代数系であり、これはコンピューター内部で行われている演算そのものである。演算子もコンピューター内部の回路と一致している。

ブール代数の公理は次のとおりである。

⁷この辺の詳しい話は、http://www.akita-nct.jp/yamamoto/lecture/2003/5M_Exp/lecture_5M_Exp/transistor/node5.html

公理 6.1 (ブール代数)

$$\text{交換法則 } A + B = B + A, \quad A \cdot B = B \cdot A \quad (2)$$

$$\text{分配法則 } A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C), \quad A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C) \quad (3)$$

$$\text{単位元 } A + 0 = A, \quad A \cdot 1 = A \quad (4)$$

$$\text{補元 } A + \bar{A} = 1, \quad A \cdot \bar{A} = 0 \quad (5)$$

これで、ブール代数が定義できた。それにしても、通常の数演算と似ている。しかし、良く見ると少し異なるものもある。

- 式(3)の2つある分配法則のうちの一つが、数の計算の分配法則にはない。
- 補元は逆元に似ていますが、ちょっと異なる。

これらの違いに気をつけなくてはならない。

さらに、演算について重要なことを付け加えておく。それは、加法と乗法、補元の演算の結果は、必ず元の変数の集合 $\{0, 1\}$ に含まれることである。このことをこれらの演算について閉じていると言う。

閉じていることの確認は、次のブール代数真表から分かる。もちろん、この真理表は公理から導くことができる。

表 1: $A + B$ の真理値表

A	B	$A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表 2: $A \cdot B$ の真理値表

A	B	$A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表 3: \bar{A} の真理値表

A	\bar{A}
0	1
1	0

ちなみに、ブール代数を作ったブールとバベッジ、それにド・モルガンは仲間であったようである。いずれも、コンピューターの基礎に関係している。

6.3 プログラム内蔵方式

先に述べたように EDVAC というコンピューターの開発では、プログラムを配線ではなく、メモリーの中に入れることが議論された。こうすることにより、プログラムの変更が容易でかつ高速で計算するコンピューターが可能となる。このようにプログラムを内蔵したものをプログラム内蔵方式と言う。

紆余曲折の後、プログラムと計算処理の対象であるデータは、同じメモリー上に置かれるようになった。このように、同じメモリー上に命令とデータがあるようなものをノイマン型コンピューターと言う。世界中のほとんどのコンピューターがこのノイマン型のコンピューターで、

- 1 次元的に並んだメモリーがあり、そこにプログラム(命令)もデータも格納される。メモリーの内容は、自然数の番地で参照できる。

- メモリーに格納されたプログラム (命令) とデータの見かけ上の区別は ない . プログラムをデータとして見ることも , データをプログラムとしてみることもできる .

の特徴をもっている .

プログラムとデータを別のメモリーに置く , コンピューター (CPU) もある . このような方式をハードアーキテクチャーと言う .

7 情報システムと社会

教科書に沿って説明 . 教科書を読めば分かる内容である .

8 課題

今回は , 課題はなし . 次回から , 課題を出す .

参考文献

- [1] 川合慧他. 情報. 東京大学出版会, 2006.
- [2] 内田智史監修, (株) システム計画研究所編. C 言語によるプログラミング 応用編 第 2 版. (株) オーム社, 2006.