



# SEAMAIL

Newsletter from Software Engineers Association

Volume 7, Number

**11-12**

1993

## 目 次

|  |                |    |
|--|----------------|----|
| 事務局から  |                | 1  |
| テクニカル・ミーティング・レポート  |                |    |
| JSD 国際ワークショップ参加報告  | 新森 昭宏          | 2  |
| 開発環境におけるオブジェクト マネジメント  | 北川 和裕          | 8  |
| ソフトウェア工学のこれからの方向   | 岸田 孝一          | 11 |
| <b>A newral network model as a glovally coupled map<br/>and application based on chaos</b> | Hiroshi Nozawa | 15 |
| LPF アピールをめぐる論争 (続き)  |                |    |
| 「LPF アピールをめぐって (続き)」を読んで   | 回答者 No.13      | 25 |
| Quick Responce   | 新田 稔           | 27 |
| フリー・ソフトウェアとビジネス  | 回答者 No.24      | 28 |
| バーチャル世界からの誘惑   | 臼井 義美          | 29 |
| Book Review 特集   |                |    |
| きまぐれブックレビュー  | 酒匂 寛           | 31 |
| Think GNU  | 書評子 A          | 33 |
| やさしい LaTeX のはじめかた  | 書評子 B          | 34 |
| Quick Responce   | YDOC Gang      | 35 |
| ソフトウェア工学実践の基礎  | 書評子 C          | 37 |
| ソフトウェア マネジメント モデル入門  | 書評子 D          | 39 |
| ソフトウェアの衝撃  | 書評子 E          | 40 |



# ソフトウェア技術者協会

## Software Engineers Association

ソフトウェア技術者協会 (SEA) は、ソフトウェアハウス、コンピュータメーカ、計算センタ、エンドユーザ、大学、研究所など、それぞれ異なった環境に置かれているソフトウェア技術者または研究者が、そうした社会組織の壁を越えて、各自の経験や技術を自由に交流しあうための「場」として、1985年12月に設立されました。

その主な活動は、機関誌 SEAMAIL の発行、支部および研究分科会の運営、セミナー/ワークショップ/シンポジウムなどのイベントの開催、および内外の関係諸団体との交流です。発足当初約 200 人にすぎなかった会員数もその後飛躍的に増加し、現在、北は北海道から南は沖縄まで、900 余名を越えるメンバーを擁するにいたりました。法人賛助会員も 50 社を数えます。支部は、東京以外に、関西、横浜、長野、名古屋、九州、東北の各地区で設立されており、その他の地域でも設立準備をしています。分科会は、東京、関西、名古屋で、それぞれいくつかが活動しており、その他の支部でも、月例会やフォーラムが定期的に開催されています。

「現在のソフトウェア界における最大の課題は、技術移転の促進である」といわれています。これまでわが国には、そのための適切な社会的メカニズムが欠けていたように思われます。SEA は、そうした欠落を補うべく、これからますます活発な活動を展開して行きたいと考えています。いままではなかったこの新しいプロフェッショナル・ソサイエティの発展のために、ぜひとも、あなたのお力を貸してください。

代表幹事： 熊谷章

常任幹事： 篠井美枝子 岸田孝一 玉井哲雄 中野秀男 深瀬弘恭 堀江進 山崎利治

幹事： 飯沢恒 市川寛 今別府芳暢 白井義美 大塚理恵 落水浩一郎 片山卓也 亀田繁 君島浩 窪田芳夫 小林俊明  
杉田義明 坂本啓司 田中一夫 鳥居宏次 中來田秀樹 中谷多哉子 野村敏次 野村行憲 平尾一浩 藤野晃延  
松原友夫 盛田政敏 山崎朝昭 渡邊雄一

会計監事： 辻淳二 吉村成弘

分科会世話人 環境分科会 (SIGENV)：田中慎一郎 渡邊雄一  
管理分科会 (SIGMAN)：野々下幸治  
教育分科会 (SIGEDU)：杉田義明 中園順三  
ネットワーク分科会 (SIGNET)：小林俊明 大塚理恵 人見庸  
調査分科会 (SIGSURVEY)：岸田孝一 野村敏次

支部世話人 関西支部：白井義美 中野秀男 盛田政敏  
横浜支部：藤野晃延 北條正顕 野中哲 松下和隆  
長野支部：市川寛 佐藤千明  
名古屋支部：篠井美枝子 鈴木智 平田淳史  
九州支部：平尾一浩  
東北支部：菊地俊彰 和田勇

賛助会員会社：NTTソフトウェア研究所 NTT九州技術開発センタ PFU SRA アスキー エイ・エス・ティ  
エスケイデイ オムロンソフトウェア カシオ計算機 キヤノン新川崎事業所 さくらケーシーエス  
サンビルド印刷 システムラボムラタ ジューエムエーシステムズ ジャストシステム  
セントラル・コンピュータ・サービス ソフトウェアコントロール ダイキン工業 テクノバ  
ニコンシステム ニッセイコンピュータ ムラタシステム リコーシステム開発  
リパティエシステム 安川電機 古河インフォメーション・テクノロジー 構造計画研究所  
三菱電機セミコンダクタソフトウェア 三菱電機メカトロニクスソフトウェア 三菱電機関西コンピュータシステム  
新日鉄情報通信システム 新日本製鉄エレクトロニクス研究所 池上通信機 中央システム  
辻システム計画事務所 東芝アドバンスシステム 東電ソフトウェア 東北コンピュータ・サービス  
SRA東北 日本NCD 日本データスキル 日本ユニシス・ソフトウェア 日本情報システムサービス  
日本電気ソフトウェア 日立エンジニアリング 富士ゼロックス情報システム 富士写真フィルム 富士通  
富士通エフ・アイ・ピー オムロン (以上 50 社)

SEAMAIL Vol. 7, No. 11-12 1993年5月20日発行

編集人 岸田孝一

発行人 ソフトウェア技術者協会 (SEA)

〒160 東京都新宿区四谷3-12 丸正ビル5F

TEL: 03-3356-1077 FAX: 03-3356-1072

印刷所 サンビルド印刷株式会社 〒162 東京都新宿区築地町8番地

定価 1000円 (禁無断転載)

## 事務局から

☆

「新年度の総会までに Vol.7 の最終号を！」というのが、事務局からの強い要望だったのですが、なんとかこの最後の合併号で叶えられたようです。

☆☆

去年の暮れと今年の始めにあった2つのミーティングの記録を新森さんと北川さんにまとめていただきました。毎月の案内にあるように、東京や横浜、あるいは大阪では、こうした会合がしょっちゅう開かれているので、ぜひ参加者のどなたかが、地方会員のためにボランティアで記事を書いていただくと嬉しいのですが....

☆☆☆

岸田編集長みずから、「ではおれも....」と、英語のニュースレターの記事の要約をしてくださいました。このGW の異常気象はそのせいかしら?!

☆☆☆☆

H.Nozawa さんの英文のむずかしい Paper は、アメリカ物理学会誌に載せられたものを、お友達の SEA 幹事中来田さんの御紹介で転載しました。先日 (4/30) の YDOC では、アルゴリズムの専門家である中野先生までわざわざ大阪から駆けつけたりして、この論文を肴に議論の花を咲かせたようです。その模様はきっとそのうちだれかが報告してくれるのでしょうか、藤野さん?

☆☆☆☆☆

ソフトウェア特許反対の LPF アピールに関しては、回答者 No.13 さんを中心にまだ議論が続いています。ぜひ、他の回答者またはその他の会員の方々も加わってください。

☆☆☆☆☆☆

大阪の白井さんからは、例によって半分ジョークめかしたエッセイをいただきました。それにしても今年のヤクルト・スワローズはどうしたのかしら? バーチャル・セリーグの順位表を教えてください、白井さん!

☆☆☆☆☆☆☆

Seamail の原稿はなかなか集まりませんが、会員みなさんはあちこちで論文を発表したり、本を書いたりなさっているようです。そこで、この号では、そうした本の紹介とレビューを特集していただきました。これを読んで興味を持たれた方は、さっそくお近くの本屋さんでご注文を!

☆☆☆☆☆☆☆☆

## JSD 国際ワークショップ参加報告

新森昭宏

(インテック・システム研究所)

shinmori@isl.intec.co.jp

### Abstract

去る12月1日から3日、芝パークホテル(東京)で分散環境とネットワークについての国際ワークショップが開かれ、これに招待研究者として参加する機会を得たのでその概要を報告する。

これは、JSD(協同システム開発株式会社)と情報サービス産業協会が共催し、通産省が後援するイベントで、日米の大学や企業の研究者による講演、パネル討論や一般参加者との自由討議が行われた。

メインテーマは前回に続いて「分散環境とネットワーク」であったが、今回は特に「移動型コンピューティング(Mobile Computing)」ということに的が絞られた。また、GNUemacsをはじめとした一連のGNUシステムの開発者であるRichard M. Stallman氏を迎えて、フリーソフトウェア文化についてのセッションも開かれた。

## 1 ワークショップの概要

ワークショップの概要は、以下の通りである。

タイトル 第5回国際ワークショップ-分散環境とネットワーク-移動型コンピューティングの時代

共催 情報サービス産業協会、協同システム開発株式会社

後援 通商産業省

日時 平成4年12月1日から3日

場所 芝パークホテル(東京)

日米の招待研究者を、以下に示す(敬称略)。プログラム委員長は、ペンシルバニア大学のFarber教授と慶応大学の斎藤教授が務められた。

- David Farber (ペンシルバニア大学教授)
- Jonathan M. Smith (ペンシルバニア大学助教授)
- Lawrence H. Landweber (ウィスコンシン大学教授)
- Warren S. Gifford (Bellcore)
- David Turock (Bellcore)
- Richard M. Stallman (Free Software Foundation)
- John Gilmore (Electronic Frontier Foundation & Cygnus Support)
- 斎藤信男 (慶応大学教授)
- 魚瀬尚郎 (NTT 通信網総合研究所)
- 斎藤康己 (NTT ソフトウェア研究所主幹研究員)
- 阪田史郎 (NEC C&C システム研究所 ネットワーク研究部長)
- 篠田陽一 (北陸先端科学技術大学院大学助教授)
- 寺岡文男 (ソニーコンピュータサイエンス研究所)

- 横手靖彦 (ソニーコンピュータサイエンス研究所)
- 新森昭宏 (インテック・システム研究所)

3日間の前半2日間は、講演会形式で招待研究者による講演やパネル討論が行われ、最終日は人数を絞った形で一般参加者と招待研究者のグループ討論が行われた。以下では、プログラムのうちで興味深かったものについて紹介する。

## 2 招待研究者の講演より

### 2.1 移動型コンピューティングをめぐるアメリカの最新状況について

ペンシルバニア大学の David Farber 教授から、“Living in the Mobile World - A View from Frontier” というタイトルで講演があった。Farber 教授は、コンピュータネットワーク研究の草分け的存在であり、CSNET の提唱者としても知られており、現在は “Gigabit Networking Initiative” プロジェクトのリーダーとして活躍している。

Farber 教授は、移動型コンピューティングに関連した機器として携帯電話 (Cellular Phone)、モデム付きラップトップコンピュータ、ページャー (Pager) などの特徴と欠点について説明した後、双方向無線システム (Two-way Radio System) とそれを使った教授自身の作業・研究環境について説明した。それによれば、教授は双方向無線システムへのアクセス機能をつけたヒューレットパッカード (HP) 社のポケットコンピュータ HP 95LX を持ち歩き、アメリカ国内にいるときは「いつでも、どこでも」大学のコンピュータにログインして電子メールを読んだりファイルにアクセスしたりしているそうである。実際、教授は車の中や出張先でも頻繁にこのシステムを使っているとのことである。(「実はこれは違法なんだが、私には問題があるとは思えない」との但し書き付きで、教授が飛行機の中でさえこのシステムを使ったことがあるとも語っていた。)

教授は、こうした「移動型パーソナルコンピュータ (Mobile Personal Computer)」の時代を迎えるにあたって、技術のみならず、標準化、法制面での検討が必要であると締めくくった。

### 2.2 アメリカにおけるフリーソフトウェア文化について

#### 2.2.1 Stallman 氏の講演

UNIX 上のフリーで高機能なエディタ、GNUemacs の開発者であり、gcc (GNU C Compiler)、g++ (GNU C++ Compiler) などの一連の GNU システムを開発している FSF (Free Software Foundation) のオーガナイザーでもある Richard M. Stallman 氏が講演した。Stallman 氏、GNU などについては、アメリカにとどまらず広く世界のコンピュータ研究者・技術者コミュニティにおいて知られるようになってきているし、最近の SEAMAIL においても取り上げられている LPF (League for Programming Freedom) の主宰者でもあるので、ここではその説明は省略する。(Stallman 氏は同じ時期に SEA、JUS 主催の GNU セミナーでの講演も行っている。この内容については、UNIX Magazine [1] などに記事が掲載されている。)

講演のタイトルは、“Why Software Should Be Free” という、まさに Stallman 氏と FSF の信条を表すようなものであったが、Stallman 氏はもっと広く自分のこれまでの歩みと現在の GNU の状況について語った。Stallman 氏はまず、英語の “free” という単語には、「価格がゼロである (zero price)」という意味と「自由である (have freedom)」の2つの意味があり、氏のいうフリーソフトウェアのフリーは後者の意味であると述べた。そして、氏と FSF のポリシーを表すものとしてして広く知られている “Copyleft” について、その根本的考え方は「(ソースコードやプログラムの二次配布を) 禁止することを禁止する (Forbidding is forbidden.)」であると指摘した。

また、FSF と GNU の現状について以下のように報告した。

- FSF は、現在 10 人の組織になっている。(プログラマー 6 人、ライター 1 人)

- GNU のスプレッドシートである Oleo が完成し、各種の経理業務や税金 (US Income Tax Form) 事務のためのマクロが作られている。(Oleo という名称がどうしてつけられたかについて Stallman 氏は、"Oleomargarine is better than spread." だからだといかにも GNU らしい説明をした。) <sup>1</sup>
- C コンパイラ (gcc) や C++ コンパイラ (g++) のほかに、Fortran, Pascal, Ada, Modula-2 のフロントエンドの開発が進んでいる。
- GNU の Smalltalk システムにウィンドウシステムが開発された。
- GNU の PostScript インタープリタである Ghostscript の改良が進んでいる。(X Window 上のプレビューワ、A4 用紙のサポート、G3FAX や G4FAX などの各種のデータフォーマットへの対応、Windows 3.0 への対応など)

フリーソフトウェアの今後について Stallman 氏は、LPF と関連して (Stallman 氏はこの講演では、LPF のことは説明しなかったが)、"Patent may kill free software." と述べ、ソフトウェア特許についての強い懸念を表明していた。

### 2.2.2 GNU のサポートビジネスについて

続いて、GNU のソフトウェアのサポートを商用ベースで行っている Cygnus Support の John Gilmore 氏が講演した。「これまでの人生で、大学に行ったこともなければスーツを買ったこともない」という経歴の Gilmore 氏は Sun Microsystems の創業期からのソフトウェア技術者として多くのシステム開発に関わってきたそうである。また、氏はネットワークの発展にもなる新しい社会のあり方を技術だけではなく、法律、政治、文化などの観点で検討し、行動してゆく組織 EFF (Electronic Frontier Foundation) の有力メンバーの 1 人でもある。(EFF の詳細については、後述する。)

まず、氏はフリーソフトウェアのサポートビジネスという一見矛盾した概念について、Cygnus の実際のビジネス例を示しながら説明した。Cygnus は、1989 年に GNU システムの開発に貢献してきた 3 人の技術者によって設立されて以来、「フリーソフトウェアビジネスモデル」に従ってビジネスを行ってきたそうである。ここで、フリーソフトウェアビジネスモデルとは、GNU の Copyleft に従ってソースコードに対しては料金を請求しないが、そのサポート作業に対して料金を請求するという仕組みである。フリーソフトウェアのインストールやバージョンアップの手間から解放されるというのがエンドユーザにとってのメリットだという。その根底には、ソフトウェアは「プロダクト」ではなく、「サービス」であるという思想が流れているようである。[2]

それでも、もともと無料のソフトウェアのサポートのために料金を払う人がいるのかという根元的な質問に対しては、Gilmore 氏は i960 システムへの GNU C コンパイラ (gcc) の移植のために多額のサポート料金を Cygnus に対して支払っている Intel 社の事例を紹介した。それによれば、Intel にとっては Cygnus にサポート料金を支払っても、独力で C コンパイラを開発するよりも楽にかつ高品質のコンパイラを手に入れられるというメリットがあり、それ故こうした方式を採用したという。もちろん、Intel の依頼で Cygnus が i960 上に移植した C コンパイラは、もともとの Copyleft に従って、希望する人には誰でも無料配布することになっており、それによりエンドユーザも無料で C コンパイラを手に入れることができるというメリットがあるとのことである。

これは、これまでのソフトウェアビジネスのやり方とは異なる革命的な方式であり、果たして本当にうまくいくのかとの疑問を抱かせるものである。しかし、Gilmore 氏によれば、Cygnus は創立以来順調に業績を伸ばし、現在社員数 33 に達し、来年にはヨーロッパオフィスを開設するそうである。

### 2.3 Bellcore における「電子受付システム」

Bellcore の David Turock 氏が、"The Electronic Receptionist: A Knowledge-based Approach to Personal Communications" というタイトルで講演を行い、Bellcore で開発し現在試用中のシステム - Electronic

<sup>1</sup>oleomargarine はマーガリンのことで、パンに塗るバターを意味する spread より健康に良い、つまり市販の spreadsheet より oleo のほうが良いものであるという意味

Receptionist (電子受付) ーについて説明した。

Electronic Receptionist とは、オフィスにおける受付業務を代行するシステムであり、電話入呼管理システムとクライアントサービスシステムからなっている。電話入呼管理システムは、電話がかかってくる場合、ユーザが登録したプロフィール情報を検索して、ユーザがその時間にどの場所にいることになっているか、その時間はユーザにつないでもよいかどうかなどを判定する。もし、発信者番号情報が回線から手に入れられればそれをユーザのプロファイルと照らし合わせ、その重要性を判定する。以上の判断から、ユーザにつなぐという決定がくだされれば、システムは発信者に自動的にあいさつのメッセージを流し、氏名と用件の入力を促す。その後、システムはユーザのオフィスに電話をつなぎ、先に取りこんだ氏名と用件のメッセージを流して、ユーザに接続するかどうかの判定を求める。ここで、ユーザがOKをだせば、電話はつながり会話が始まる。この過程で、条件がひとつでもあわなければすべて発信者はボイスメールにつながれてしまう。

このシステムにより、何度も電話をかけてくるセールスマンは全てボイスメールに自動的にまわせるなどのスクリーニングができるとのことである。また、プロフィールを正しく設定しておけば、オフィスを離れても電話を自動的に転送してもらえるという通常のPBXの転送機能を超えて、ページャーや携帯電話、ポータブルコンピュータなどとの連動も可能だそうである。

このシステムの特徴は、ユーザインタフェース面を重視し、試作・評価・改良を繰り返して開発した結果、電話をかけてくる人にとって不自然な印象を与えないようになっているということだそうである。それは、電話が途中で切られてしまう件数 (hangup 率) が1%程度と低いことから実証されているという。

インプリメンテーションの詳細については語られなかったが、予稿によれば、SUN SPARCstation とノースカロライナ大学の研究者による "Mobility Telephone Interface" と呼ばれるシステムを使っているようである。

## 2.4 移動型コンピューティング時代の到来についてのパネル討論

2日めの最後に「移動型コンピューティングの時代は来るか」と題されたパネルディスカッションが行われた。ペンシルバニア大学の Jonathan M. Smith 教授が司会をし、パネラーとして Bellcore から Warren Gifford 氏と David Turock 氏、ソニーコンピュータサイエンス研究所から横手氏、インテック・システム研究所から私が参加した。

横手氏は、Apertus という、mobility を指向した大規模分散環境のためのオブジェクト指向 OS についてプレゼンテーションした。(これは、以前 Muse という名前がつけられていたものの名前を変更したものだそうである。) 私は、"Issues and Challenges of System Integration in the Era of Mobile Computing" というタイトルで、移動型コンピューティングの時代におけるシステムインテグレーションの課題についてプレゼンテーションした。討論の中では、移動型コンピューティングの時代を迎えるにあたっての様々な課題 (標準化、セキュリティ、コストなど) についての意見がかわされた。

## 3 グループ討論 (フリーソフトウェア文化について)

私は、フリーソフトウェア文化のグループに参加したので、その討論の概要を報告する。このグループには、招待研究者としてペンシルバニア大学の Smith 氏、Cygnus の Gilmore 氏、NEC の阪田氏、NTT の斎藤氏が参加した。

討論はまず、Gigabit Network などの高速なネットワークが実現された場合、サービスの形態はどうなるであろうかという Smith 氏の問題提起から始められた。すなわち、サービスの形態として現在考えられるのは、CATV のような Point-to-Multipoint 型と電話のような Point-to-Point 型の2つであるが、それらを実現するための課題は何か、それぞれの長所・短所は何か、などの問題が提起された。これに答える形で様々な討論が行われた。

そして、マルチメディア技術を使った共同作業 (CSCW) のためのシステムへと話題は移っていった。ここでは主に、CW (Cooperative Work) の側面について、発言権制御についての日米差 (「皆が発言しよう

するアメリカ人に対して、どちらかといえば会議の場では消極的な日本人」という違い)などに応じた対応が必要ではないかなどの議論がかわされた。

午後になって、Johansen による「グループウェア」[3]の訳者でもあり、「ハイパーネットワーク」をキーワードとして幅広い活動を行っているネットワークデザイン研究所の会津泉氏が新たに討論に参加し、話題はネットワーク技術の進展にともなう社会変化、そのあり方などへと展開していった。この中では、ネットワークが社会のあり方を変えてゆく可能性とそれに伴って検討しなければならない問題点について議論が交わされた。特に、セキュリティという面では、全ての取引が電子化されてゆく中で、「何を買ったか」「誰と通信したか」などの情報が全て収集されてしまう危険性とそれを防ぐための手段(たとえば、David Chaum が暗号技術の応用として提唱しているような「追跡不可能な取引」など [4]) にまで話は及んだ。

## 4 EFF について

招待研究者として参加していた Gilmore 氏が所属しており、グループ討論の中でもその活動と関連するトピックが何度か取り上げられた EFF(Electronic Frontier Foundation) について、ワークショップ終了後に直接資料を取り寄せたのでその概要について以下にまとめる。なお、EFF に関する情報は、UNIX メールネットワークのアドレス [eff@eff.org](mailto:eff@eff.org) に連絡することによって入手することができる。

EFF は、コンピュータをベースとしたコミュニケーションにおける自由と開放性 (openness) を進めるための活動を行う会員制の非営利組織として、1990 年から活動している。現在の President は、Lotus 1-2-3 の開発で知られ、昨年神戸で開かれた INET'92 (International Networking Conference '92) での基調講演者の一人でもあった Mitchell Kapor 氏である。また、ACM の機関誌である Communications of the ACM にはときどき EFF の co-founder である John P. Barlow 氏のコラムが掲載されている。(たとえば、[5] など。)

EFF は現在、Cambridge と Washington D.C. の 2ヶ所に事務所を開設している。Cambridge オフィスは会誌の発行などの通常の事務のほか、EFF 用の電子掲示板 (USENET における [comp.org.eff.talk](mailto:comp.org.eff.talk), [comp.org.eff.news](mailto:comp.org.eff.news) や WELL, CompuServe など) の維持と anonymous FTP による各種ドキュメントのコピーサービスなどを行っている。Washington D.C. オフィスは、上述の目的達成のための各種政府関係情報収集と活動を行っている。たとえば、FBI が全ての通信事業者に対して通信データの自動盗聴 (wiretapping) を可能にすることを求める法案に対して、EFF は他の通信事業者と共同で反対活動を展開しているという。

また、EFF は多くの人に低コストで広範なネットワークサービスを提供するための基盤づくりのための提言 (Open Platform Proposal) を議会に対しておこなっている。これは具体的には、(狭帯域の)ISDN を全米に低コストで提供し、サービス事業者がマルチメディアの情報サービスを展開できるようにするとともに誰もが容易に広域ネットワークにアクセスできるようにしようというものである。この Proposal は既に、Microsoft, Sun Microsystems, Apple Computer, Novell, Lotus, Adobe などのベンダーからの支持を得ている他、通信業界、消費者グループ、図書館連合などからの支持を集めている段階であるという。

## 5 感想

不況を反映して、一般参加者数は前回に比べて少なかったが、アメリカの一流の研究者や技術者の講演が聞け、少人数で討論できる機会もあり、たいへん興味深くかつ役に立ったワークショップであった。

「移動型コンピューティング (Mobile Computing)」というキーワードについては当初、「ネオダマ」(ネットワーク、オープンシステム、ダウンサイジング、マルチメディア) などという今日盛んに使われている buzzword 群に追加された新種? というシニカルな見方を少ししていたが、実際に Farber 教授を始めとするアメリカの研究者の講演を聞き、実際にグループ討論を行ってみると、アメリカでは現実のものとなりつつあるということが実感された。実際、日経コミュニケーションの最近の号を見ると、RAM Mobile Data 社や ARDIS 社といった事業者によって広汎に双方向無線通信サービスが提供されつつあり、アメリカの市場は活況を呈しつつあるようである。

また、フリーソフトウェアということに関連して、SUN の最新 OS Solaris 2 においては、C コンパイラがバンドルされなくなることがアナウンスされており、開発者は C コンパイラを別に購入するか、GNU

C コンパイラ (gcc) などのフリーソフトウェアを使うかの選択を迫られることになっている。これに関連して、(GNU General Public License [6, 7] などの情報は持っていたものの) 前々から個人的に疑問に思っていた「GNU C コンパイラ (gcc) などフリーソフトウェアで開発したソフトウェアを販売してもよいのか？」という質問を Gilmore 氏にしたところ、「トランスレータとして考えられるので、gcc でコンパイルしたオブジェクトは販売してもよい。フリーなライブラリをリンクしたオブジェクトは、他の著作物を引用した本などと同様に考えることができる」という回答が得られた。また、Cygnus の出しているニューズレター “Free Software Report” によれば、多くの GNU 支持者の支援に支えられて Cygnus は、Solaris 2 上に gcc を移植し、Sun Soft 社と交渉してこれを CDware(SUN 上で稼働する各種アプリケーションのデモ用無料 CD) に含めるようにしたという。これにより、Cygnus は “Put the free compiler back into solaris 2” を実現したとのことである。

UNIX をめぐる状況が大きく変化してきている中で、GNU のようなフリーソフトウェアの重要性がますます増加しているが、Cygnus のようなこれまでのソフトウェアビジネスとは全く異なる会社の出現は、その感を更に強くさせるものであった。

## 参考文献

- [1] 東京 GNU テクニカルセミナー, UNIX Magazine, 1993 年 2 月号
- [2] M. D. Shapiro, “Software is a product...NOT!”, IEEE Computer, Vol.25, No.9, pp.128, (1992.9)
- [3] Robert Johansen: グループウェア, 日経 BP 社, 1990
- [4] David Chaum: Security Without Identification: Transaction Systems to Make Big Brother Obsolete  
Communications of the ACM, Vol.28, No.10, Oct. 1985
- [5] Electronic Frontier: Will Japan Jack In?, Communications of the ACM, Vol.35, No.10, Oct. 1992
- [6] Free Software Foundation: GNU General Public License, Version 2, June 1991
- [7] Free Software Foundation: GNU Library General Public License, Version 2, June 1991

## 開発環境におけるオブジェクト マネジメント

— Prof. Jack Wileden を囲んで —

北川 和裕

(SRA)

去る 1 月 11 日, JSD ツール・シンポジウムの基調講演者として来日されたマサチューセッツ大学の Jack Wileden 教授を迎えての懇談会が SEA 会議室で催されました。この懇談会は Wileden 氏のレクチャとディスカッションの 2 部構成で行われました。アナウンスから開催までの余裕がなかったせいか出席者は、6 名と少なかったのですが、この少なさが幸いしてか討論の部はかなり盛り上がりました。

前半のレクチャは、昨年 5 月メルボルンでの ICSE 14 のチュートリアル "ObjectManagemnet for Software Environments" をベースとして行われました。本来このチュートリアルは 6 時間の内容なのですが、それをたった 1 時間半で話すという非常に密度が濃い有意義な講義でした。もともとのチュートリアルのハンドアウトは全部で 135 枚あるのですが、個々の細かな事例については時間の関係上触れられませんでした。

さて、講義の内容は、開発環境におけるオブジェクトマネジメントの歴史を概観するものでしたが、第 1 世代のオブジェクトマネジメントの例として、OS では Unix, データベースシステムとしては Omega, 言語システムとしては MENTOR が、事例として上げられました。これらは、いずれも 1970 代後半から 1980 年代前半に開発されたシステムです。

特にその中でも Unix は、いま非常に流行しています(私個人としては、いつ使わなくなるかなと期待しているのですが....)。MENTOR といえば、学生時代 INRIA から技術レポートを入手して勉強しようと試みましたが、なんとレポートはフランス語で書かれていて断念した苦い経験があります。また、その後フランスで行われたワークショップがあったのですが、その時もフランス語を勉強しておけばよかったとつくづく思いました。MENTOR は、Pascal のためのシンタックス指向エディタで、非常に興味を引くものでした。少なくとも構文間違いは防げるのですが、何かせつちかちすぎで私は好きになれませんでした。その当時は、Gosling Emacs の C モードを気に入って使っていました。また Omega は、InterView ツールキットで有名なマークリントン氏の UCB での学位論文の成果です。このシステムは、高水準データモデルを採用したシステムでしたが、複雑なデータを取り扱うのにはモデル、性能面で問題がありました。また、型づけ、バージョン制御といった機能が欠けていました。

次の段階では、OS・データベース・言語システムが徐々に結合して環境として提供されている事例を取り上げた話になりました。OS では 3-D File System, データベースでは Damokles, 言語システムでは Gandalf が取り上げられました。また、OS とデータベースの融合したものとして、CIA, データベースと言語システムの融合例としては、EXODUS, 言語と OS の融合例には Graphite (Arcadia プロジェクトで Wileden 教授自身が開発したシステム) などがあります。これらは、1985 年から 1990 年ごろの研究の成果です。

私自身の関心は、このころからソフトウェア工学を離れ、文書処理に移ってしまったので、Gandalf 以外は詳しく知りません。Gandalf の開発リーダーであった Nico Harberman 教授(当時は CMU の計算機学科の学科長でした)が来日した際に、セミナーを大学で聞いて興味を持ちました。これは C 言語をベースとしたシンタックス指向エディタとデータベースを融合したシステムです。後に Aloe と呼ばれるメタシンタックス指向エディタになりました。ワシントン大学の David Notkin 教授の学位論文も Gandalf に関するものだったと記憶しています。この当時から、私はデータベースが今後重要になると思っていました。もちろん思うだけで、データベースの研究などはせずラスタ処理のプログラムやタイプフェイス、国際化などの研究をしました。

1989年に、会議で渡米した際に HP Lab で就職の面接を受けました。その時は今後5年はデータベースが重要となると吹いてきました(残念ながら HP には就職できませんでしたが....)。

次に、現在における各項目の研究のテーマに話が移りましたが、ここでの話題の中心は、EC の Esprit プロジェクトで作られた PCTE と、Wileden 教授自身が参加した Arcadia プロジェクトでした。図1は、環境におけるオブジェクトマネジメントの現状をまとめたものです。PCTE, Arcadia ともにあちこちで注目を浴びており、色々な解説記事がまわっていますので、ここでは触れません。

OM for Software Environments: Summary

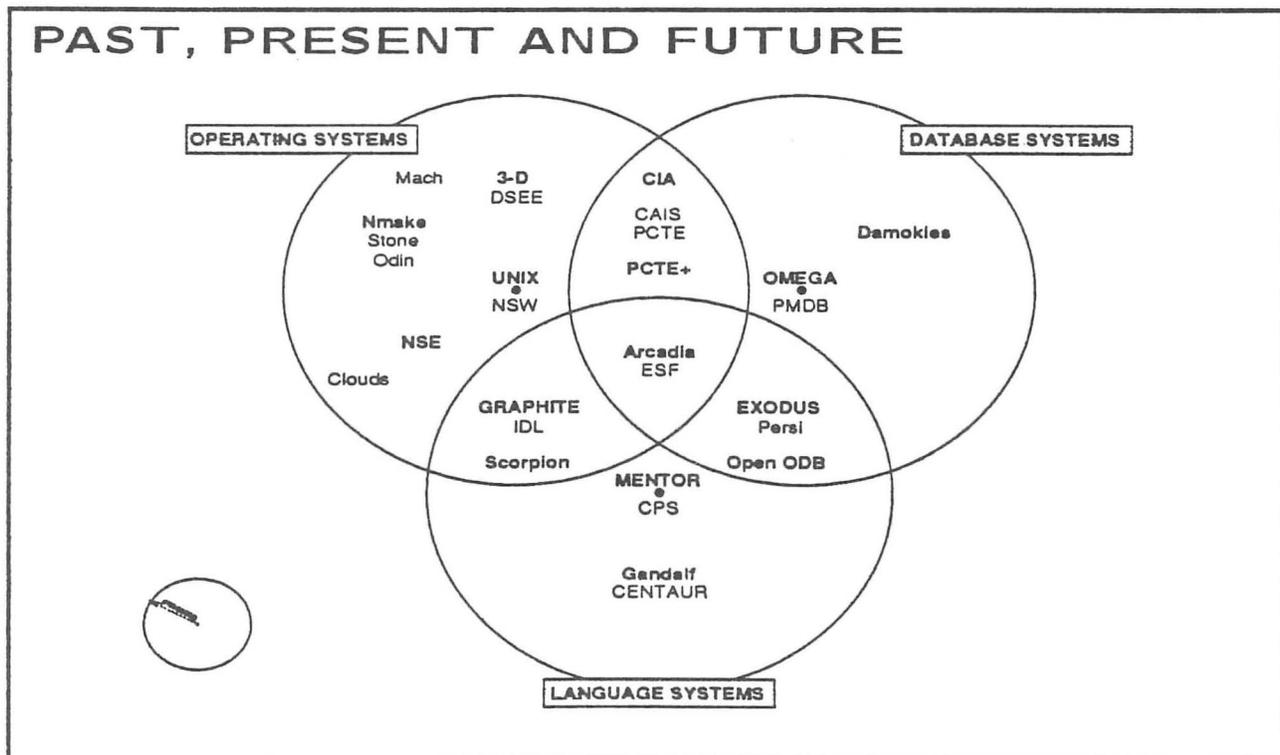


図1 オブジェクト マネジメントの現状

最後にまとめとして、現状ではまだみんなが第1世代の環境を使っているとの指摘がありました。もちろん私も、第1世代ツールの愛好者です(ただ、私はクラスベースの言語には、もっといいバージョン管理機構とメタ情報管理機構(ランタイムのタイプ情報管理など)があったらいいと痛感してはいますが....)。機会があれば、実際に使えるものを作りたいと思っています。オブジェクトマネジメントのツールとしては、たしかにまだ第1世代のものが多いのですが、いくつかのツールはやや進化しており、システムとの統合化が進みつつあります。また、現在、オブジェクトマネジメントは産学国家共同の研究の場となっていて、OS/DS/LSの融合化に向かっています。標準化が重要なテーマですが、PCTE やそのメタ標準であるトースターモデルなども紹介されました。

後半のディスカッションは、アカデミックというよりは環境に関する政治的判断、今後はやりそうな製品 etc に

ついて話題が盛り上がりました。私個人は、PCTE が Ada と同じような運命をたどると確信しているのですが、Wileden 教授はそうではなく、確固とした標準となるだろうという見通しを述べられました(当日の出席者のなかでも SRA の岸田さんあたりは同じ確信を持っているようです)。

オブジェクトマネジメントに関する技術的な議論では、取り扱うオブジェクトの大きさの単位 (granularity) がいつも問題になります。PCTE の OMS は、もともとソフトウェアプロジェクトの統合的マネジメントを意図しているので、オブジェクトのグラニュラリティはかなり大きくなっています。一方、Mentor や Gandalf あるいは Arcadia の Graphite は、ソースコードの内容などを分析できるように、かなり細かな単位のオブジェクトを扱います。環境ユーザの立場からすれば、時と場合に応じて、両方の視点が必要なわけですが、現在の技術では、それらを両立させることはむずかしく、したがって、現実的な環境を構築しようとするさいには、複数のオブジェクトマネジメント機構を組み込んで、必要に応じて使い分けることになりそうです。

「マサチューセツ大学では CASE をどのくらい使ってますか?」と私が聞きましたが、お金がないので教育用には使ってないとのことでした。また佐原さん (SRA) が、オブジェクトマネジメントを議論する以前の問題として、プログラマの質が向上しないと、環境ばかり改善されてもだめだという意見を述べられました。討論終了後、Wileden 教授を囲んで夕食の宴が催されたことはいまでもありませんが、私は残念ながら出席できませんでしたので、このレポートはこれで終わりです。

最後に、紙面を借りて自己 PR をさせていただきます。巷では「ソフトウェア工学!」と多くの人が叫んでいますが、文書工学(?)やテクニカル・ライティングなども、もうひとつの重要テーマとして考えてみてはいかがでしょうか? もちろん、大学や大学院でもまだこの種の教育はなされていません。1人のエンドユーザとしていろいろなソフトウェアに接してみると、どうも製品のドキュメントが読むに値しないものが多くて困ります。SEA 会員のみなさんは、すでにこの問題については十分認識していらっしゃると思いますが、もう一度考えて見ていただきたいと思います。文書工学の領域は、抱えている問題の性質が異なるので、ソフトウェア工学とは違った形でのアプローチが必要になるのではないかと思います。そして、それが成功すれば、単にソフトウェア業界だけではなく、他のエンドユーザの利益にもつながると思うのですが....

# ソフトウェア工学のこれからの方向

— Dagstuhl Workshop Report の要約 —

岸田 孝一  
(SRA)

昨年2月にドイツの Dagstuhl で開催された Future Directions in Software Engineering に関するワークショップの報告が、ACM/SIGSOFT Newsletter の最近号 (Jan. 1993) に掲載されている。執筆者は Co-Chair の1人である CMU の Nico Habermann 教授。なかなかの含みの多い内容だと思うので、以下にその概要を紹介しよう。

## 1. ワークショップの狙い

このワークショップの狙いは、ソフトウェア工学分野における研究が、量的には増えているものの、質的には決して向上していないという共通の(?)認識の上に立って、これからの研究の方向づけ(どの領域がもっともみり多いか?)を探ろうということであった。たしかに、最近では、プロジェクト・マネジメントやリスク管理の問題に人びとの関心が集中し、重要な技術課題が忘れられる傾向にあり、また、新鮮なアイデアやたしかな技術上の成果が報告されることも少ない。こうした状況はソフトウェア工学全般に対してマイナスのインパクトをもたらし、産業界は、本来享受すべき技術上の利益から疎外されるという結果になっている。

## 2. プログラム

ワークショップのプログラムは、Garmisch コンファレンス(ソフトウェア危機の認識とそれを克服する手段としてのソフトウェア工学の提案がなされた1968年の歴史的イベント)の回顧に始まって、7つのテーマに関する討論セッションが4日間行われた。各セッションのテーマおよびスピーカーは次の通り:

### Methodology

W. Richards Adrion(米): Research Methodology in Software Engineering

Phyllis G. Frankl(米): Evaluation of Software Engineering

Gail E. Kaiser(米): We Need to Measure the Quality of Our Work

Michael Young(米): Alternatives of Quantitative Evaluation

### Industrial Practice

David Barstow(仏): Issues for Software Engineering

W. Morven Gentleman(加): Technical Software Engineering Problems of Commercial Software Products

Daniel Hoffman(加): Industrial Practice << State of the Art

### Modeling and Design

David Garlan(米): The Need for a Science of Software Architecture

Roland Mittermair(奥): How to See the Forest Behind the Big Tree

Manfred Nagl(独): The State of the Art of Software engineering

Erhard Plöedereder(米): research Challenge from Reuse Technology

### Formal Method

- Gilles Kahn(仏): Another Look at Computer-Assisted Proofs  
Bernard Lang(仏): Reuse and Declarative Formalisms  
Wilhelm Schafer(独): The Challenge of Controlling Change in Software Engineering  
Wei Li(中): Where the Formal Approaches to Software development Go in the Next Decade

**Tools and Components**

- Stefan Jahnichen(独): Generating Two-dimensional User Interfaces Out of Graphical Specifications  
Harold Ossher(米): Fine-Grained Tool Integration  
Gregor Snelting(独): Interface Techniques Can Help a Lot  
Davis S. Wile(米): Calculi vs. Abstraction Mechanisms

**Education**

- A. Nico Habermann(米): Introductory Education in Programming  
Housi A. Muller(加): Software Analysis  
Walter F. Tichy(独): What Should We Teach Software Engineers  
Voronique Donzeau-Gouge(仏): Software Education Engineering

**Development Process**

- Axel Mahler(独): Software Engineering As a Managed Group Process  
David Notkin(米): Software Evolution  
Dewayne E. Perry(米): Evolving Large Systems  
H. Dieter Rombach(独): Experimentation In Software Engineering

**3. 現在の重点課題**

最終日(第5日)には、まとめの討論が行われて、次の4つの項目がこれからの最重要課題であるという結論が出された:

**3-1. ソフトウェア・アーキテクチャの研究**

今日のソフトウェア工学における主要な挑戦的課題は、ソフトウェア・システムのアーキテクチャをどのように設計し、仕様化し、また進化させて行くかということである。ソフトウェア・システムのアーキテクチャは、ソフトウェアの開発および進化に対して最も強い影響を与える情報を表現したものだからである。しかしながら、今日、重要な設計上の意志決定をどのように下すべきか、設計の結果をどのように表現したら最も使いやすいか、現存する設計を正確に分析し比較するにはどうしたらよいか、といったことがら、まだまだあまりよくわかっていない。

少なくとも、次の3つの領域における研究が必要である: すなわち、(1) アーキテクチャを記述するための形式的記法およびモデル、(2) ドメイン固有のアーキテクチャ、(3) アーキテクチャ情報を活用するためのツールや環境。

**3-2. システム進化への対応**

ソフトウェアの進化は、これからのソフトウェア工学研究の中心的テーマになるにちがいない。われわれは、まず、進化を前提としてソフトウェアを設計するための有効なやり方を見出す必要がある。すなわち、品質を犠牲にすることなく(将来において発生するであろう)変更のコストを削減するにはどうしたらよいか、である。そ

のためには、たとえば、変更を加えた後のシステムと最初の設計との一貫性をどうやって保つか、一連のシステムのファミリーを開発し保守して行くための体系的な方法論をどうしたら確立できるか、あるいは、変更によってもたらされるであろう誤りの個数や影響度を少なくするにはどうしたらよいか、といった問題が解決されなければならない。

また、古いシステムから何を学ぶことができるかということも重要である。すなわち、リバース・エンジニアリング（プログラム解析）およびリ・エンジニアリング（プログラムの品質改善）に関することがらである。

### 3-3. 科学的基盤の確立

他の工学分野とちがって、ソフトウェア工学は、その基盤としての科学を十分に確立することができないでいる。たとえば機械工学の分野では、金属材料や回転板や滑車などの特性を科学的に研究し、その成果にもとづいてさまざまなエンジンを製造しているのだが、われわれもソフトウェア・システムの構築にさいして、同様なアプローチを採用すべきであろう。つまり、ソフトウェアの部品や組立工具についての科学研究が必要である。そうした科学は、部品や工具を作るさいに役立つだけでなく、それらをいつどのように使うべきかをも、正しく教えてくれるであろう。

### 3-4. 教育

ソフトウェア開発現場での改善を成し遂げるには、若手技術者の教育が重要である。一般にエンジニアリングの教育には、(1) 理論的基礎、(2) 実践的ノウハウ、そして (3) 仕事の組織・管理という3つのポイントがある。これまで、ソフトウェア工学の教育にさいしては、どちらかといえば組織・管理面が重視され、設計技法や部品や既存のソフトウェアに関するノウハウの教育が忘れられていたきらいがある。

若い人びとに対しては、特に、過去の開発経験から得られたさまざまな事実、モデル、アーキテクチャ、あるいは典型的なプログラムの内容を教える必要がある。そうすれば、すべてをゼロから再構築するようなムダを防ぐことができるだろう。また、これらの知識をどうやって利用するかも教えなければならない。すぐれた設計をどのようにして行なうかを教えることはきわめてむずかしいが、よいソフトウェア・アーキテクチャの実例を研究させることが、まずその第1歩である。

システム的な観点を学ばせることも、また、得るところが大きい。ゼロから出発して新しいソフトウェアを設計させるのではなく、既存のアーキテクチャの中にかれらの設計をどうやって統合するかを教えたほうがよい。それによって学生たちは、自然に再利用やリ・エンジニアリングのやり方を身につけることができるようになる。

そうした教育のためには、適切な教材が必要になる。実務者が必要とするようなデータを含んだソフトウェア工学ハンドブックを書くというのは、今日の教育者にとって、きわめて挑戦的な課題である。

## 4. その他の結論

以上の4つの項目以外に取り上げられ、議論されたのは次のことがらである：

### 4-1. フォーマル・メソッド、言語、再利用、ドメイン知識

フォーマル・メソッドや特殊言語、再利用、ドメイン知識などのテーマは、それ自身では、研究の最終目標または問題解決にはなりえないというのが、今回のワークショップから得られた結論の1つである。それらは、ソフトウェア・アーキテクチャやシステムの進化といったより一般的な話題を支援するトピックにすぎない。フォーマルな手法や言語は、システムを仕様化し、その特性を分析するために必要なものである。他方、再利用およびドメイン知識は、ソフトウェアのアーキテクチャや設計を学ぶために必要になる。

それぞれのドメインに固有なソフトウェア・アーキテクチャの研究は、きわめて魅力的なテーマである。というのは、それによって、再利用のレベルが飛躍的に向上すると考えられるからである。ソフトウェア・アーキテクチャに関する科学が進歩すれば、各アプリケーション・ドメインに固有な典型的問題とそれに対処するためのソフトウェア・アーキテクチャとの対応関係が、より明確なものになるであろう。このことは、今日まだ、ほとんどわかっていない。

#### 4-2. 研究の方法論

ソフトウェア工学に関する研究によって、これまで、ソフトウェアの開発や保守の諸側面を改善するための、さまざまな新しい概念や技法・ツールが提案されてきた。しかしながら、それらの有効性についての具体的な証拠は、まだあまり収集されていない。

われわれは、みずからの仕事の評価という問題を、もっと真剣に考える必要がある。そうした評価を可能にするためには、問題をはっきり定義し、前提条件を正確に規定し、明確な仮説を立てなければならない。一口に評価といっても、ある場合には形式的な証明や定性的な比較で十分であり、別な場合には定量的なデータが必要になる。また、ときには定量化が不可能なこともある。これらのさまざまなケースがはっきり区別できなければならない。また、実験の計画や遂行をしっかりと行い、定量的で再生可能な結果が得られるようにしなければならない。とにかくまず第1歩として、だれもが納得できるような定量化手法を確立することである。

\*\*\*\*\*

#### 5. 個人的感想

このところ何年かの状況を眺めてみると、ソフトウェア工学プロパーに対する人気がしだいに落ちてきていることは否定できない。たとえば、私自身がしばらく前まで関係していた ICSE の場合でも、なかなかよい論文が集まらなくなってきている。それは、1つには、個々の特定の話題への関心が賑らみ、それぞれ独自のコミュニティとして発展してきているからであろう。たとえば、ユーザインタフェイスまわりは SIGCHI, プロセスまわりは ISPW (& IPS), 協調環境まわりは CSCW があるといったぐあいである。

それと、もう1つの大きな要因は、このワークショップでも何人かの参加者が述べているが、ソフトウェアの開発および進化のプロセスが、従来の科学工学的アプローチでは解明できる範囲を越えてしまったということであろう。開発プロセスの個々のサブフェイズ(たとえば、要求分析、設計、プログラミング、テスト、etc)については、その品質を改善するための特定の技法やツールを考えることは比較的容易であり、そうした研究や開発、またはその成果の実用化・商品化はすでに充分行われてきた。

しかし、現実のソフトウェア・プロセスにおける問題は、そうした個別かつ汎用的な技法やツールで解決することのできない種類の Ill-Structured な、また、それぞれのプロジェクトの文脈に依存した性質のものである。私の個人的な考えでは、ソフトウェア・プロセスのそうした文脈依存性は、プロセスのなかに含まれる人間的要素によってもたらされるように思われる。おそらく、その解決のためには、最終的に、何らかの非・科学工学的なアプローチが必要になるものと推測される。ソフトウェア工学の効用と限界は、そうした最後の戦いの場に敵を追い詰め、包囲すること、それだけであろう!?

それにしても、Garmisch のときもそうだったが、今回のワークショップにも日本の学界・産業界からだれも参加していなかったのは残念である。

# A neural network model as a globally coupled map and applications based on chaos

Hiroshi Nozawa

Development Division, Nikon Systems Inc., 26-2, Futaba 2-chrome, Shinagawa-ku, Tokyo 140, Japan

(Received 5 May 1992; accepted for publication 2 July 1992)

First, a neural network model as the globally coupled map (GCM) is proposed. The model is obtained by modification of a Hopfield network model that has a negative self-feedback connection. Second, information processed by this model is interpreted in terms of the variety of the maps acting on the network elements, and a new, dynamic information processing model is described. The search for information using vague keywords, and solution of the traveling salesman problem (TSP) are introduced as applications.

## I. INTRODUCTION

Recently, artificial neural networks based on the high-grade and complicated information processing ability of the brain are being studied and developed. Typical models are the Hopfield network,<sup>1,2</sup> and the back-propagation learning network.<sup>3</sup> These networks consist of very simple single neuron models.

Aihara proposes a chaotic neural network model<sup>4</sup> that comprises a neuron model with chaotic response; this neuron model is a modified Nagumo and Sato neuron model.<sup>5</sup> Tsuda further proposes neural network models that use dynamical systems that have assigned probability being implemented. These models are based on observations of the cerebral cortex column structure.<sup>6,7</sup>

Conversely, Kaneko proposes globally coupled map (GCM) systems; GCM systems consist of chaotic elements that are globally coupled. He has investigated their dynamic behavior and information processing ability thoroughly.<sup>8-12</sup>

We consider a neural network model as one class of GCM systems that is composed of single neurons (one-dimensional maps) having a chaotic attractor.

In this paper, first, as the concrete model of the same neural network, we propose a difference model of the Hopfield network that has a negative self-feedback connection. Second, from a consideration of this model as a GCM, we describe a new, dynamic information processing model that uses single neurons having various attractors. Finally, we introduce two engineering applications using the information processing ability. The applications are the location of information by vague keywords and solution of the traveling salesman problem (TSP).

## II. THE NEURAL NETWORK MODEL AS A GCM

A typical neural network mathematical model is proposed by Hopfield.<sup>2</sup> The model is given by

$$\frac{du_i}{dt} = \sum_{j=1}^M T_{ij}v_j - \frac{u_i}{R} + I_i \quad (1)$$

with

$$v_i = g(u_i) = \frac{1}{2}[1 + \tanh(u_i/2\alpha)] \quad (2)$$

where,  $u_i$  is the input of neuron  $i$  ( $i=1, \dots, M$ ) at continuous time  $t$ ,  $v_i$  ( $0 < v_i < 1$ ) is the output of neuron  $i$ ,  $I_i$  is the threshold value of neuron  $i$ ,  $T_{ij}$  is the synaptic connection of neuron  $j$  ( $j=1, \dots, M$ ) to neuron  $i$ ,  $R$  ( $> 0$ ) is the damping constant of the input and  $\alpha$  ( $> 0$ ) is the gain constant of the function  $g$ .

If we assume that Eqs. (1) and (2) have the negative self-feedback connection  $T_{ii}$  ( $= -T, T > 0$ ), then take the difference equation version of Eq. (1) and (2) by Euler's method with the difference step  $\Delta t$ , we obtain a neural network model which is in the form of a GCM. The model is defined by

$$p_i(n+1) = F_{q_i(n)}\{p_i(n)\} \quad (3)$$

$$q_i(n) = \frac{1}{T} \left\{ \sum_{j \neq i}^M T_{ij}p_j(n) + I_i \right\} \quad (4)$$

with

$$F_q(p) = rp + (1-r) \left[ 1 - \frac{1}{2} \left[ 1 + \tanh\left(\frac{p-q}{2\beta}\right) \right] \right] \quad (5)$$

where  $p_i(n)$  ( $0 < p_i(n) < 1$ ) is the internal buffer of neuron  $i$  at the discrete time  $n$ , the parameter  $r$  ( $0 < r < 1$ ) and  $\beta$  ( $> 0$ ) are given by

$$r = (1 - \Delta t/R) \quad (6)$$

$$\beta = \alpha/RT \quad (7)$$

The input and the output of neuron  $i$  at the discrete time  $n$  are calculated by

$$u_i(n) = RT\{q_i(n) - p_i(n)\} \quad (8)$$

$$v_i(n) = g\{u_i(n)\} \quad (9)$$

This neural network model [Eqs. (3)-(5)] is equivalent to the Hopfield network model [Eqs. (1) and (2)] with small self-feedback connection. It can also be shown to be equivalent to the chaotic neural network proposed by Aihara<sup>4</sup> by a simple variable transformation.

When the synaptic connection  $T_{ij}$  is given by  $-T\delta_{ij}$  ( $\delta_{ij}$  is Kronecker's delta.),  $q_i(n)$  becomes the following expression:

$$q_i(n) = I_i/T = q_i \quad (10)$$

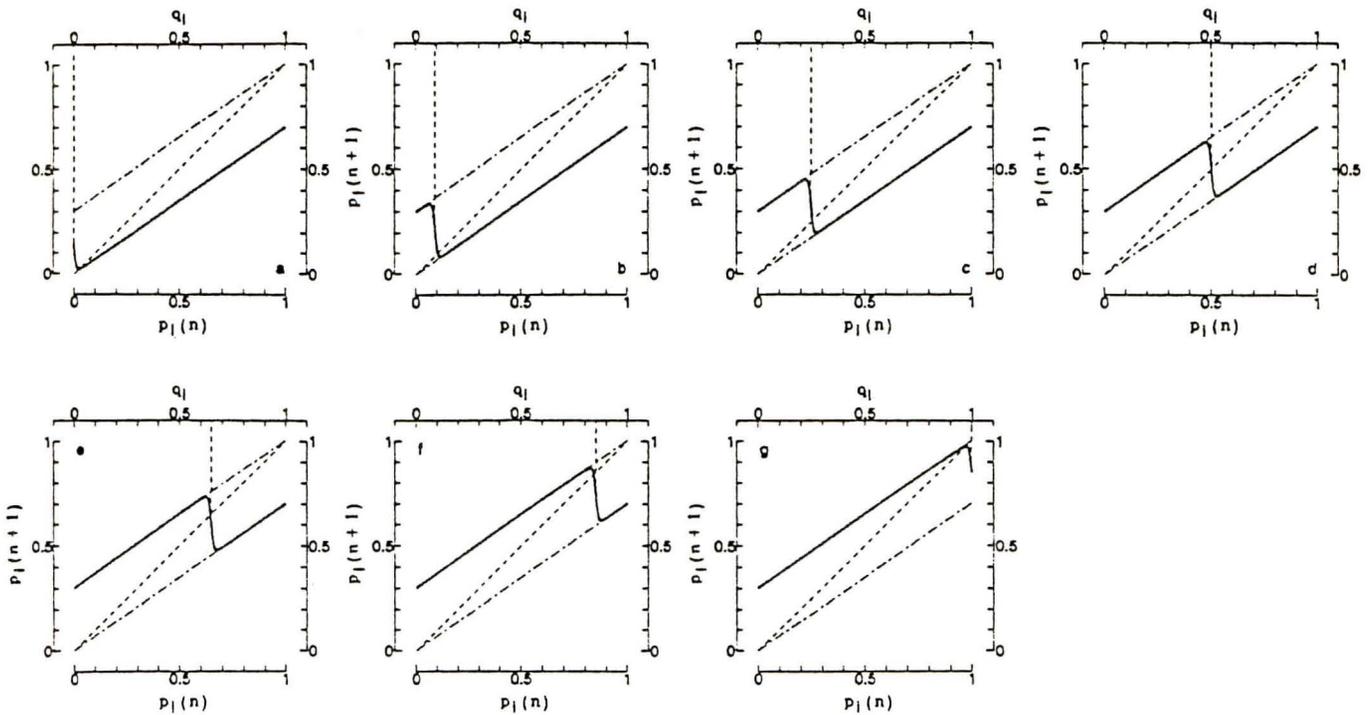


FIG. 1. Examples of one-dimensional map  $F_{q_i}$  ( $r=0.7, \beta=0.006$ ) for a few  $q_i$  are shown. The thick line shows  $F_{q_i}$ . Two parallel dashed dotted lines show one-dimensional map [Eqs. (12) and (13)]. The dashed line drawn at a slant shows  $p_i(n+1)=p_i(n)$ . The vertical dotted line shows  $p_i(n)=q_i$ . (a)  $q_i=0.0$ , (b)  $q_i=0.09$ , (c)  $q_i=0.25$ , (d)  $q_i=0.5$ , (e)  $q_i=0.65$ , (f)  $q_i=0.85$ , (g)  $q_i=1.0$ .

From Eq. (10), Eq. (3) is transformed to the following simple one-dimensional map:

$$p_i(n+1) = F_{q_i}\{p_i(n)\}, \tag{11}$$

where  $q_i$  is the control parameter. Behavior of the single neuron  $i$  can be described by this one-dimensional map [Eq. (11)].

Comparing Eqs. (3) and (11), and Eqs. (4) and (10), the model [Eqs. (3)–(5)] is recognized to be one class of GCM systems. The characteristic of the class is that the local variable is transformed by a nonlinear map and connected to other variables through the control parameter of the map. That is, in our neural network model [Eqs. (3)–(5)] the map  $F_{q_i(n)}$  that is a nonlinear transformation from  $p_i(n)$  to  $p_i(n+1)$  is decided by  $p_j(n)$  ( $j \neq i$ ) at each discrete time  $n$ .

### III. BEHAVIOR OF THE SINGLE NEURON $i$

As previously stated, behavior of the single neuron  $i$  is defined by the one-dimensional map [Eq. (11)]. In this section, after discussing the characteristics of Eq. (11) as a one-dimensional map, we shall describe the role of the control parameter  $q_i$  in the neural network model [Eqs. (3)–(5)].

Figure 1 shows examples of  $F_{q_i}$  for a few  $q_i$ , and Fig. 2 shows their trajectories. Figure 3 shows the bifurcation diagram for  $q_i$  and the Lyapunov exponent  $\lambda_i$ .

From Fig. 1, broadly speaking, we find that the one-dimensional map  $F_{q_i}$  consists of two parallel, positive slope straight lines,

$$p_i(n+1) = rp_i(n) + (1-r), \tag{12}$$

$$p_i(n+1) = rp_i(n), \tag{13}$$

and a negative slope curved line interpolating these lines. The slope  $r$  of Eqs. (12) and (13) is between 0 and 1. The curved line has a local slope of less than  $-1$  at the midpoint which is at  $(q_i, rq_i + (1-r)/2)$ .

It is clear from the definition of the Lyapunov exponent, that when the trajectory of  $p_i(n)$  is generated solely by the map [Eqs. (12) and (13)], it is not chaotic behavior [see Figs. 2(a), 2(c), 2(d), 2(f), and 2(g)]. When the straight and the curved lines are used as the map, however, the trajectory of  $p_i(n)$  can be chaotic [see Figs. 2(b) and 2(e)]. The map  $F_{q_i}$  can generate a chaotic trajectory of  $p_i(n)$  due to the above-mentioned negative slope curved line.

The parameter  $q_i$  controls the position of this curved line on the coordinate axis  $p_i(n)$ . Therefore, the behavior of  $p_i(n)$  becomes chaotic, periodic, and fixed according to the value of  $q_i$  (see Fig. 3). Table I shows the character of  $F_{q_i}$  for different ranges of  $q_i$ .

Here, we can estimate the behavior of each neuron  $i$  in the model [Eqs. (3)–(5)] with Figs. 1–3. We can therefore deduce the next fact.

In the case of the single neuron  $i$ ,  $F_{q_i}$  is a map independent of time. So  $F_{q_i}$  causes only one nonlinear transformation. However, since map  $F_{q_i(n)}$  is changes with time in the neural network, it is possible that  $F_{q_i(n)}$  induces various nonlinear transformations [for example, Fig. 1(a) at the

FIG. 1. Examples of one-dimensional map  $F_{q_i}$  ( $r=0.7, \beta=0.006$ ) for a few  $q_i$  are shown. The thick line shows  $F_{q_i}$ . Two parallel dashed dotted lines show one-dimensional map [Eqs. (12) and (13)]. The dashed line drawn at a slant shows  $p_i(n+1)=p_i(n)$ . The vertical dotted line shows  $p_i(n)=q_i$ . (a)  $q_i=0.0$ , (b)  $q_i=0.09$ , (c)  $q_i=0.25$ , (d)  $q_i=0.5$ , (e)  $q_i=0.65$ , (f)  $q_i=0.85$ , (g)  $q_i=1.0$ .  
 time since  $F_{q_i}$  c  
 V  
 FIG.  $\beta=0.0$   
 $=rq_i-$   
 dimen

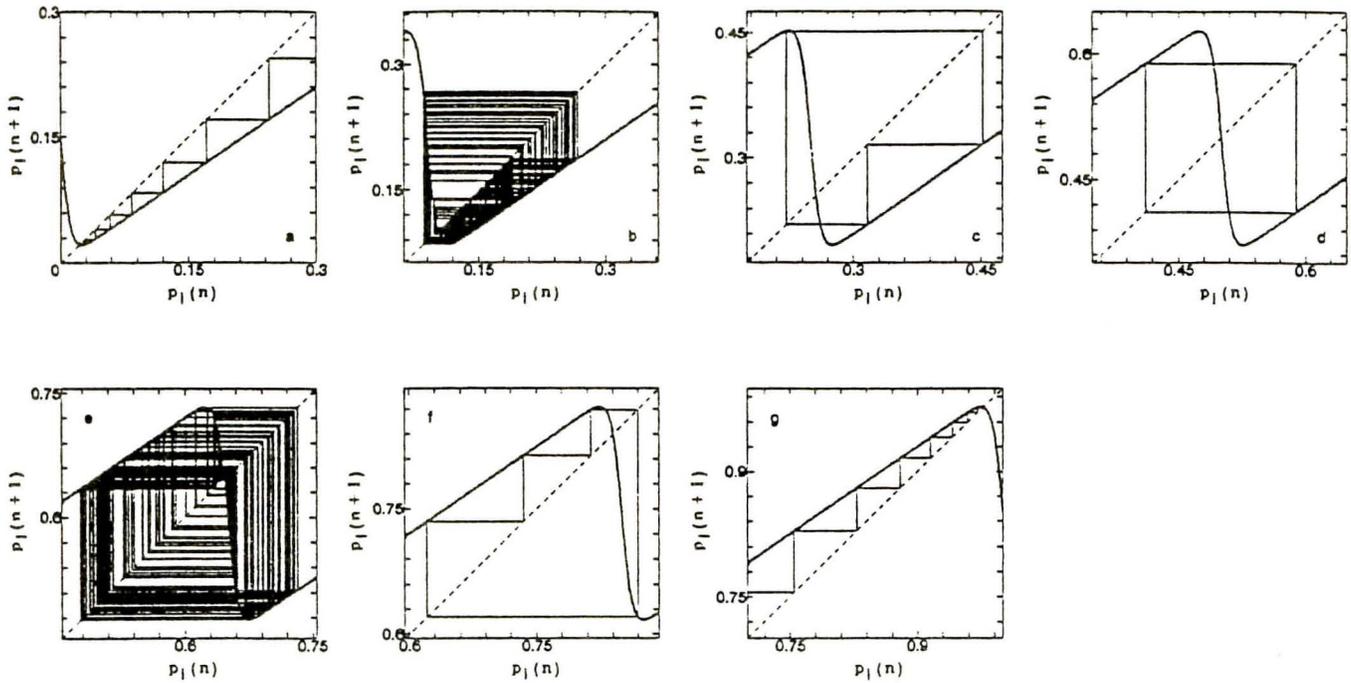


FIG. 2. Trajectories about Figs. 1(a)–1(g) are shown. The fine line shows trajectory. (a) Transient trajectory to fixed point (−0.0226),  $\lambda_i = -0.9047$ . (b) Chaotic trajectory,  $\lambda_i = 0.4042$ . (c) 3 periodic trajectory,  $\lambda_i = -0.6910$ . (d) 2 periodic trajectory,  $\lambda_i = 0.3567$ . (e) Chaotic trajectory,  $\lambda_i = 0.3660$ . (f) 4 periodic trajectory,  $\lambda_i = -0.2649$ . (g) Transient trajectory to fixed point (0.9774),  $\lambda_i = -0.9047$ .

time  $n$ , Fig. 1(b) at the time  $n+1$  and so on]. Namely, since the single neuron  $i$  connects with other neurons  $j$ ,  $F_{q_i}$  changes to various maps  $F_{q_i(n)}$ .

We have found the meaning of the connection (the

neural network) at this point. Now, we can propose a new information processing model using the variety of  $F_{q_i(n)}$ .

IV. BEHAVIOR OF THE NEURAL NETWORK

As described in Sec. III, the meaning of the neural network model [Eqs. (3)–(5)] as the GCM lies in the variety of maps  $F_{q_i(n)}$ .

In this section, after discussing the way CAM (content-addressable memory), proposed by Hopfield,<sup>1,2</sup> uses just two types of the various maps  $F_{q_i(n)}$ , we shall describe a dynamic information processing model that uses a greater variety (fixed, periodic, and chaotic) of maps  $F_{q_i(n)}$ .

A. The variety of maps  $F_{q_i(n)}$  in the CAM

Suppose that the synaptic connection  $T_{ij}$  is symmetric ( $T_{ij} = T_{ji}$ ) and the self-feedback connection  $T_{ii}$  is zero ( $T_{ii} = 0$ ). Hopfield shows that in this case the model [Eqs. (1) and (2)] behaves in such a way that the energy function decreases.<sup>2</sup> The energy function is defined by

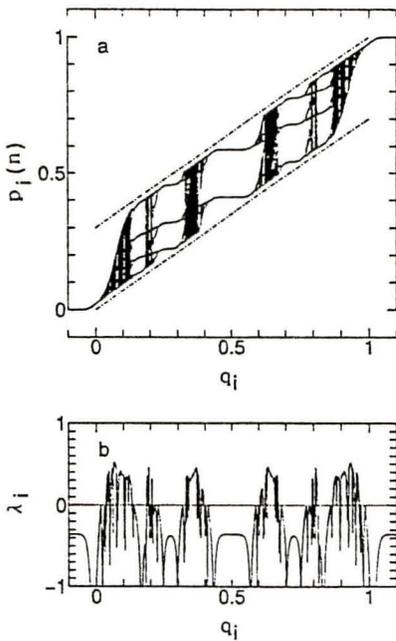


FIG. 3. (a) Bifurcation diagram of one-dimensional map  $F_{q_i}$  ( $r=0.7$ ,  $\beta=0.006$ ) for  $q_i$  is shown. Two parallel dashed dotted lines show  $p_i(n) = rq_i + (1-r)$  and  $p_i(n) = rq_i$ . (b) The Lyapunov exponent  $\lambda_i$  of one-dimensional map  $F_{q_i}$  for  $q_i$  is shown. The dashed line shows  $\lambda_i = 0$ .

TABLE I. Character of one-dimensional map  $F_{q_i}$  ( $r=0.7$ ,  $\beta=0.006$ ) for the rough range of control parameter  $q_i$ .

| Range of $q_i$ | Character of one-dimensional map $F_{q_i}$                   |
|----------------|--|
| $q_i < 0$      | Having only fixed point attractors ( $\sim 0$ )              |
| $0 < q_i < 1$  | Having various fixed point, periodic, and chaotic attractors |
| $q_i > 1$      | Having only fixed point attractors ( $\sim 1$ )              |

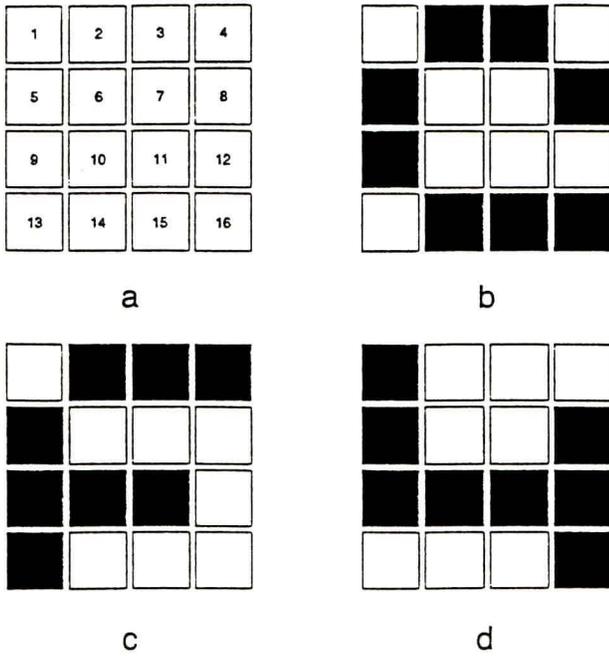


FIG. 4. Vector patterns stored in the neural network as the memory are shown. The white square shows  $v_i=0$  and the black square shows  $v_i=1$ . (a) The arrangement of neuron index  $i$  ( $=1, \dots, 16$ ). (b) Vector pattern C. (c) Vector pattern F. (d) Vector pattern 4.

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M T_{ij} v_i v_j - \sum_{i=1}^M I_i v_i + \frac{1}{R} \sum_{i=1}^M \int_{1/2}^{v_i} g^{-1}(v) dv, \quad (14)$$

where, the synaptic connection  $T_{ij}$  is given by the following method with the vector patterns  $V^s$  ( $=\{V^s_1, \dots, V^s_M\}$ ,  $s=1, \dots, N$ ):

$$T_{ij} = \sum_{s=1}^N (2V^s_i - 1)(2V^s_j - 1). \quad (15)$$

From Eq. (15), each vector pattern  $V^s$  can correspond to a minimum value of the energy function [Eq. (14)].<sup>1</sup> Hopfield proposed that the model [Eqs. (1) and (2)] be used for the associated memory by regarding each vector pattern  $V^s$  as the content of memory. He named the information processing model CAM.

Our neural network model [Eqs. (3)–(5)] can achieve CAM by using a small self-feedback connection. Then, how does the action of the variety of maps  $F_{q_i(n)}$  decide the trajectory of  $p_i(n)$  at the discrete time  $n$ .

For the purpose of simulation, we construct the model [Eqs. (3)–(5)] of  $M=16$  neurons that are defined by the one-dimensional map [Eq. (11)]. The synaptic connection  $T_{ij}$  is decided by Eq. (15) with three orthogonal vector patterns (see Fig. 4). Now we shall investigate the behavior of the model [Eqs. (3)–(5)] that has the small self-feedback connection  $T$  ( $=1$ ).

Figure 5 shows the trajectories of the internal buffer  $p_2(n)$  and  $p_8(n)$ . Figure 6 shows that the maps  $F_{q_2(n)}$  and

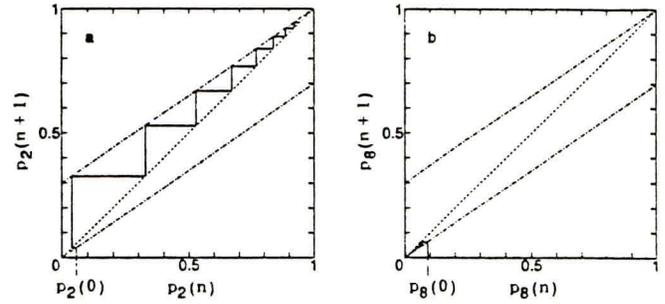


FIG. 5. Trajectories of the internal buffer during recall of the vector pattern  $F$  are shown ( $r=0.7$ ,  $\beta=0.006$ ). (a) Transient trajectory of neuron 2 to local fixed point ( $\sim 1$ ). (b) Transient trajectory of neuron 8 to local fixed point ( $\sim 0$ ).

$F_{q_8(n)}$  ( $n=1, \dots, 4$ ) decide their trajectories. Figure 7 shows how the behavior of  $q(n)$  ( $=\{q_1(n), \dots, q_M(n)\}$ ) decides the variety of  $F_{q_i(n)}$ .

From Figs. 5–7, in the case of recall of the vector pattern  $F$ ,  $F_{q_{i1}(n)}$  ( $i1=2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13$ ) converges to a map that is approximated by Eq. (12) at the time  $n$  ( $=4$ ):

$$p_i(n+1) \sim r p_i(n) + (1-r), \quad (16)$$

and the trajectory of  $p_{i1}(n)$  is driven into 1. Also,  $F_{q_{i0}(n)}$  ( $i0=1, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16$ ) converges to a map that is approximated by Eq. (13) at the time  $n$  ( $=1$ ):

$$p_i(n+1) \sim r p_i(n), \quad (17)$$

and the trajectory of  $p_{i0}(n)$  is driven into 0.

The reason why the variety of  $F_{q_i(n)}$  are described by just Eqs. (16) and (17) is that the self-feedback connection  $T$  is small in Eq. (4). The variable  $q_i(n)$  goes out of the region ( $0 < q_i(n) < 1$ ) that has the variety of  $F_{q_i(n)}$  (see Fig. 7).

### B. Dynamic information processing model using the variety of maps $F_{q_i(n)}$

As explained in Sec. IV A we can interpret the CAM as a skillful information processing model using just two maps [Eqs. (16) and (17)] in the variety of maps  $F_{q_i(n)}$ .

Here, we propose a dynamic information processing model that uses a greater variety of maps.

First, when  $p_i(n)$  is transformed by the one-dimensional map  $F_{q_i}$  [Eq. (11)], we put the control parameter  $q_i$  to the following expression:

$$q_i = I_i / T = 0.09. \quad (18)$$

Then, we can set  $p_i(n)$  to the chaotic behavior [Fig. 2(b)] independent of the self-feedback connection  $T$ .

Second, we construct the model [Eqs. (3)–(5)] that has the synaptic connection  $T_{ij}$ . The synaptic connection  $T_{ij}$  is defined by Eq. (15) with three orthogonal vector patterns C, F, and 4.

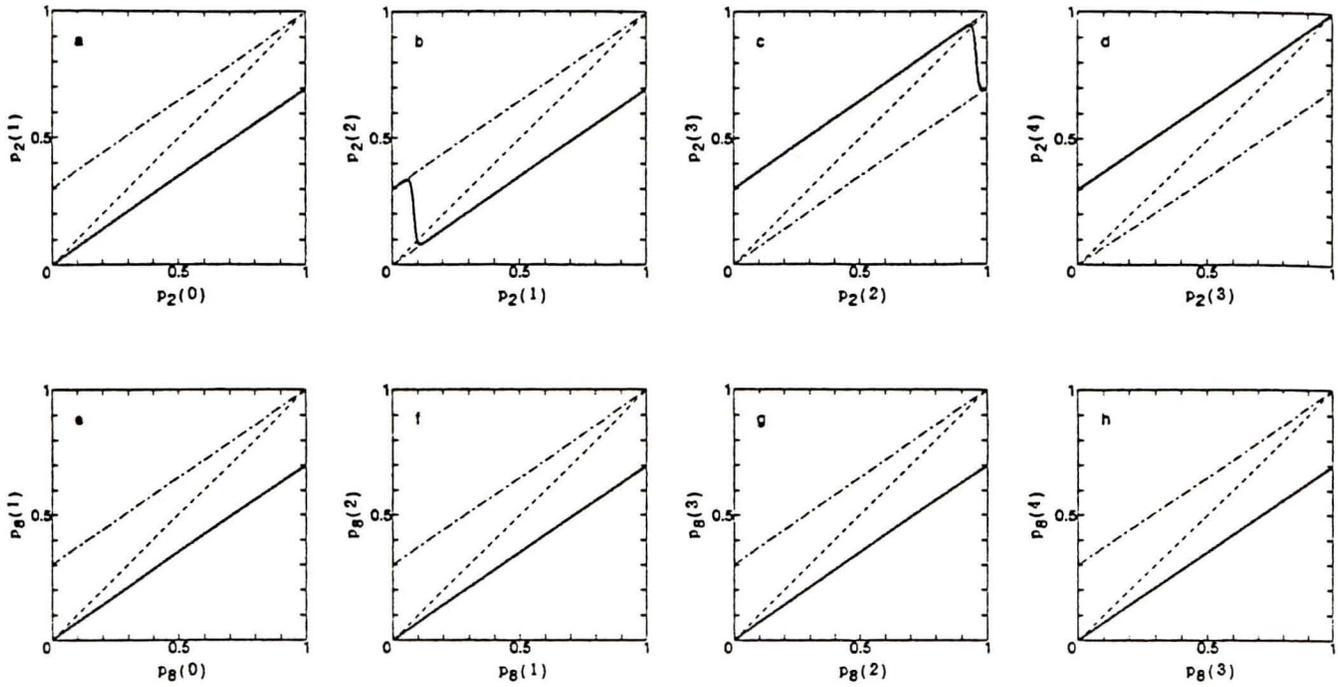


FIG. 6. Maps  $F_{q_2(n)}$  and  $F_{q_8(n)}$  ( $n=0, \dots, 3$ ) deciding Figs. 5(a)–5(b) are shown. The thick line shows  $F_{q_i(n)}$ . Two parallel dashed dotted lines show Eqs. (12) and (13). The dashed line drawn at a slant shows  $p_i(n+1)=p_i(n)$ . (a)  $F_{q_2(0)}$ , (b)  $F_{q_2(1)}$ , (c)  $F_{q_2(2)}$ , (d)  $F_{q_2(3)}$ , (e)  $F_{q_8(0)}$ , (f)  $F_{q_8(1)}$ , (g)  $F_{q_8(2)}$ , (h)  $F_{q_8(3)}$ .

Finally, we need a method to determine the self-feedback connection  $T$ . The self-feedback connection  $T$  is chosen in such a way that variable  $q_i(n)$  exists between 0 and 1.

Generally, the vector pattern which is recalled by the model [Eqs. (3)–(5)] at the discrete time  $n$  is recognized by the output  $v_i(n)$  of neuron  $i$ . The output is calculated by Eqs. (6) and (7).<sup>2,4</sup> In contrast to this, we recognize the vector pattern by the variable  $q_i(n)$  that decides the variety of  $F_{q_i(n)}$ . Our focus is not the actual activity  $v_i(n)$  but the virtual activity  $q_i(n)$ , namely, the variety of nonlinear transformations. If we take small self-feedback connection, the actual activity  $v_i(n)$  just obeys the virtual activity  $q_i(n)$ .

The vector patterns  $C$ ,  $F$ , and  $4$  that are stored as the memory have a characteristic structure; the structure is

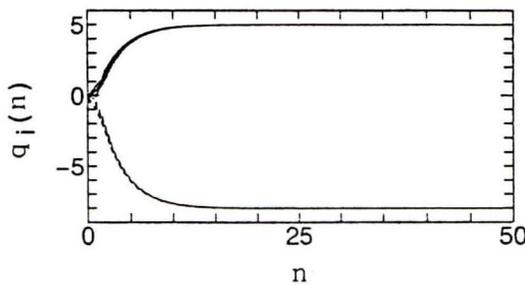


FIG. 7. Behavior of variable  $q(n) [= \{q_1(n), \dots, q_M(n)\}]$ ,  $n=0, \dots, 50$  deciding the variety of  $F_{q_i(n)}$  ( $r=0.7, \beta=0.006$ ) is shown. The continuous lines show  $q_{i1}(n)$  ( $i1=2,3,4,5,9,10,13$ ). The dashed lines show  $q_{i0}(n)$  ( $i0=1,6,7,8,12,14,15,16$ ).

that there are equal numbers of 1's and 0's.

From now on, the vector pattern  $\phi(n) [= \{\phi_1(n), \dots, \phi_M(n)\}]$  that is recalled by the model [Eqs. (3)–(5)] in the virtual level is obtained by dividing the variety of  $F_{q_i(n)}$  into two, equal parts. The method of division is the following simple coding using the mean of  $q_i(n)$ :

$$\phi(n) = \begin{cases} q_i(n) > \bar{q} \rightarrow 1 \\ q_i(n) < \bar{q} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (19)$$

with

$$\bar{q} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{nM} \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{i=1}^M q_i(k). \quad (20)$$

Figure 8 shows the Lyapunov spectrum  $\lambda (= \{\lambda_1, \dots, \lambda_M\})$  (Ref. 13) for a range of values of the self-feedback connection  $T$  ( $10 < T < 21$ ).

From Fig. 8, the Lyapunov spectra that have positive maximal Lyapunov exponent are classified into three types. The three types are the following: (a) large flat structure, (b) smooth continuous structure, (c) partially flat structure.

Next, we select typical values of  $T$  corresponding to types (a)–(c) and study the behavior of the model [Eqs. (3)–(5)] there.

(a) Large flat structure ( $T=13.1$ )

Figure 9 shows behavior of variable  $q(n) [= \{q_1(n), \dots, q_M(n)\}]$  (we call these Kaneko plots, Refs. 8–10), the vector pattern  $\phi(n) [= \{\phi_1(n), \dots, \phi_M(n)\}]$  that is recalled in the virtual level and the precision ( $1/p=10^{-4}$ ) dependent cluster number  $k^p(n)$  (Ref. 9) that means the effective degrees of freedom for  $q(n)$ .

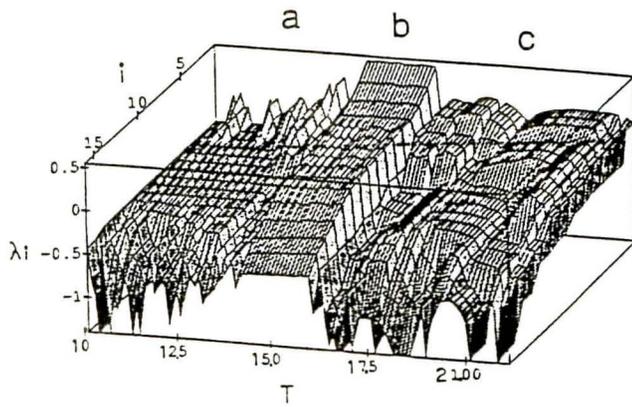


FIG. 8. Structure of Lyapunov spectrum  $\lambda (= \{\lambda_1, \dots, \lambda_{16}\})$  for a range of the self-feedback connection  $T$  ( $10 < T < 21$ ) is shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a) Large flat structure. (b) Smooth continuous structure. (c) Partially flat structure.

In Fig. 9, the variable  $q(n)$  is separated into two groups and has almost periodic oscillation (maximal Lyapunov exponent  $\lambda_1 \sim 0.2$ , Lyapunov dimension<sup>14</sup>  $D_\lambda \sim 6$ ). Thus, the variety of  $F_{q_i(n)}$  is classified into two types, the vector pattern  $\phi(n)$  becomes only vector pattern  $F$  and the cluster number  $k^p(n)$  takes the constant value ( $=8$ ) independent of the time  $n$ . Many other attractors that recall other vector patterns ( $C, 4$ , and so on) are obtained with different initial condition  $p(0) = \{p_1(0), \dots, p_M(0)\}$ . However, their behavior is similar.

(b) Smooth continuous structure ( $T=15$ )

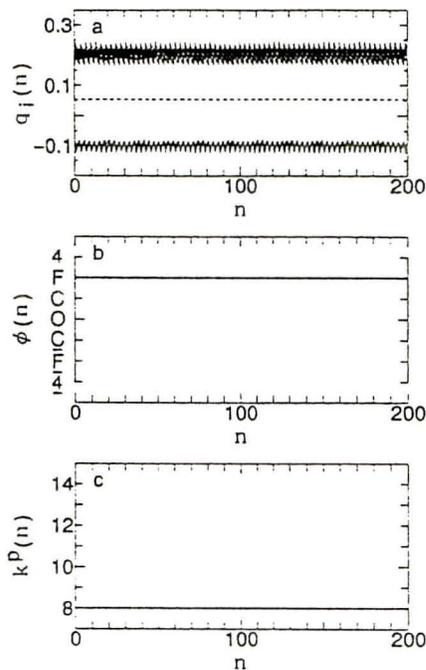


FIG. 9. Behavior of the variable  $q(n)$ , the vector pattern  $\phi(n)$ , and the cluster number  $k^p(n)$  in the region [Fig. 8(a)] ( $T=13.1$ ) are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q(n)$ , (b)  $\phi(n)$  [the symbol O means "other" (not memory) patterns], (c)  $k^p(n)$ ,  $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ .

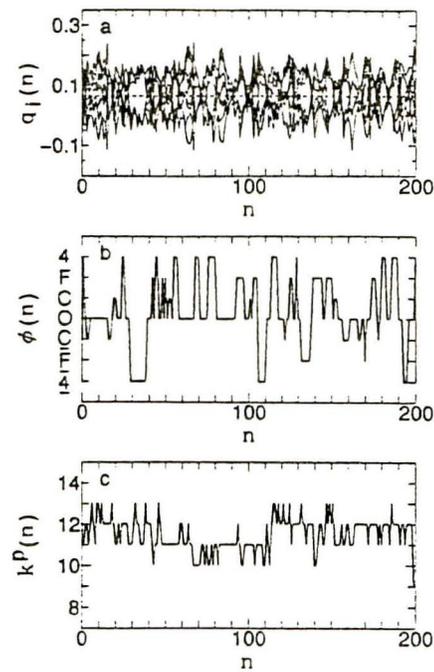


FIG. 10. Behavior of the variable  $q(n)$ , the vector pattern  $\phi(n)$ , and the cluster number  $k^p(n)$  in the region [Fig. 8(b)] ( $T=15$ ) are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q(n)$ , (b)  $\phi(n)$  [the symbol O means "other" (not memory) patterns], (c)  $k^p(n)$ ,  $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ .

Figure 10 shows behavior of  $q(n)$ ,  $\phi(n)$ , and  $k^p(n)$ .

In Fig. 10, the variable  $q(n)$  separates into various groups, almost merge again to one group and then separates again into other groups, and so on repeatedly. The behavior is complicated and irregular (maximal Lyapunov exponent  $\lambda_1 \sim 0.5$ , Lyapunov dimension  $D_\lambda \sim 15$ ).

As the result, the  $F_{q_i(n)}$  has innumerable types that are decided by chaotic trajectory of  $q_i(n)$ , in the variety of  $F_{q_i(n)}$  is generated by chaos, the vector pattern  $\phi(n)$  becomes a nonperiodic time series visiting all patterns  $C, F, 4, \underline{C}, \underline{F}, \underline{4}$  ( $\underline{\quad}$  is reversed pattern) and the cluster number  $k^p(n)$ , nonperiodic, fluctuates between about 9 degrees of freedom, and about 13 degrees of freedom.

Although changing initial condition  $p(0)$  does not change the fact that all patterns are recalled in a nonperiodic time series, we find there are many attractors that have a different recall frequency of each vector pattern.

(c) Partially flat structure ( $T=17.2$ )

Figure 11 shows behavior of  $q(n)$ ,  $\phi(n)$ , and  $k^p(n)$ .

In Fig. 11, the variable  $q(n)$  is almost periodic in the way that it repeatedly merges almost into one group only to separate again into various groups (maximal Lyapunov exponent  $\lambda_1 \sim 0.2$ , Lyapunov dimension  $D_\lambda \sim 7$ ).

The variety of  $F_{q_i(n)}$  is classified into six types, the vector pattern  $\phi(n)$  becomes the periodic time series visiting  $C, 4$ , and  $\underline{F}$ , and the cluster number  $k^p(n)$  takes the constant value ( $=9$ ) almost independent of the time  $n$ .

With change the initial condition  $p(0)$  we find many attractors that have different periods and recall patterns.

We have described the dynamic behavior of the model [Eqs. (3)–(5)] for the typical three values of self-feedback

FIG. 11. Behavior of the variable  $q(n)$ , the vector pattern  $\phi(n)$ , and the cluster number  $k^p(n)$  in the region [Fig. 8(c)] ( $T=17.2$ ) are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q(n)$ , (b)  $\phi(n)$  [the symbol O means "other" (not memory) patterns], (c)  $k^p(n)$ ,  $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ .

connections related to universal behavior have been studied.

V. APPLICATIONS

The nonperiodic time series of the parameter maps applied using the method of the present paper.

A. THE VECTOR PATTERN

The vector pattern  $\phi(n)$  is the set of all patterns visited in the time series. The information content of the vector pattern is the number of patterns visited. The vector pattern is classified into six types. The vector pattern  $\phi(n)$  is the set of all patterns visited in the time series. The information content of the vector pattern is the number of patterns visited. The vector pattern is classified into six types. The vector pattern  $\phi(n)$  is the set of all patterns visited in the time series. The information content of the vector pattern is the number of patterns visited. The vector pattern is classified into six types.

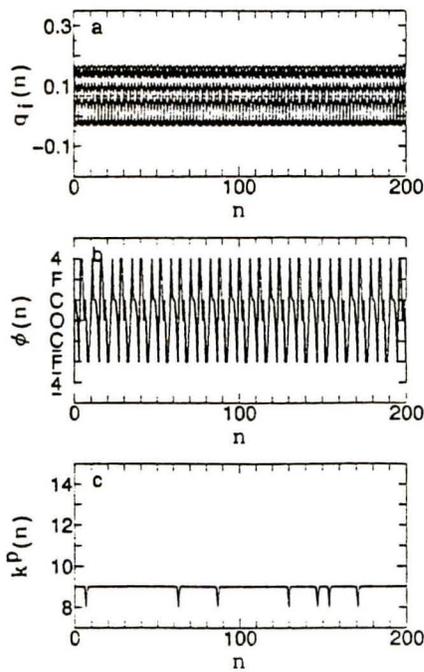


FIG. 11. Behavior of the variable  $q(n)$ , the vector pattern  $\phi(n)$ , and the cluster number  $k^p(n)$  in the region [Fig. 8(c)] ( $T=17.2$ ) are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q(n)$ , (b)  $\phi(n)$  [the symbol O means "other" (not memory) patterns], (c)  $k^p(n)$ ,  $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ .

connection  $T$ . In particular, behavior of case (b) may be related with "chaotic itinerancy,"<sup>6-8,15</sup> an expected universal phenomenon in chaotic dynamical systems that have a great deal of freedom.

**V. APPLICATIONS FOR THE DYNAMIC INFORMATION PROCESSING MODEL**

The dynamic information processing model, which is the network model [Eqs. (3)-(5)] plus the coding and parameter selection described in Sec. IV, has various information processing abilities due to the use of the variety of maps  $F_{q_i(n)}$ . In this section, we introduce two concrete, applied examples as follows: (a) the search for information using vague keywords, (b) solution of the TSP.

**A. The search for information using vague keywords**

The information (reference information) memorized in the database of a computer is searched for by the input of associated keywords. When we search for the information, the associated keywords must be specific. The more information there is stored in the database, the more detailed the keyword instructions need be. The procedures which specify these keywords become increasingly difficult.

Conversely, if the access information is vague, it is difficult to specify keywords adequately. Suppose one inputs a wrong keyword, reference systems that are not user-friendly say "nothing" in the worst case, although information exists within the system.

The search for information using vague keywords, using the information processing ability of the model [Eqs. (3)-(5)] aims to solve the two difficult problems men-

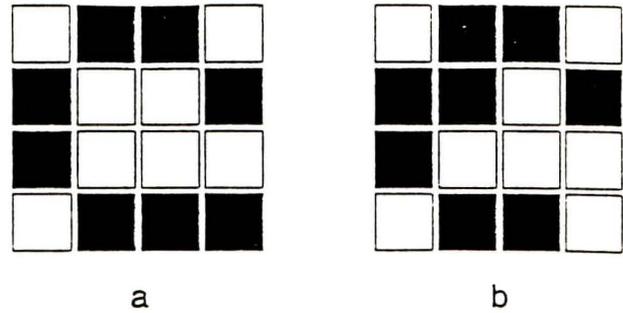


FIG. 12. Two keywords  $k$  input to the model [Eqs. (3)-(5)] are shown. The white square shows  $k_i=0$  and the black square shows  $k_i=1$ . (a) The keyword  $C$ . (b) A keyword which is two Hamming distances away from the keyword  $C$ .

tioned above. A search procedure using an optical system with chaos also has been reported.<sup>16</sup>

We set behavior of the model [Eqs. (3)-(5)] to the situation in Sec. IV B (b). Here the reference information is six vector patterns ( $C, F, 4, \underline{C}, \underline{F}, 4$ ).

The keywords  $k (= \{k_1, \dots, k_M\})$  are input by control parameter  $q_i$  [Eq. (18)] as follows:

$$q_i = \frac{I_i}{T} = \begin{cases} 0.08 \rightarrow k_i=0, \\ 0.09 \rightarrow k_i=\text{"nothing"}, \\ 0.10 \rightarrow k_i=1. \end{cases} \quad (21)$$

From Eq. (21), the model [Eqs. (3)-(5)] behaves like Sec. IV B (b) under conditions that no keywords  $k$  are input.

We investigate behavior of the model [Eqs. (3)-(5)] when keywords  $k$  are input. Figure 12 shows two keywords  $k$  that have been input. Figure 13 shows behavior of the variable  $q(n)$  and the vector pattern  $\phi(n)$ .

When the vector pattern  $C$  is given as keyword, the variable  $q(n)$  behaves similar to Sec. IV B (a) and the vector pattern  $\phi(n)$  becomes  $C$  only (maximal Lyapunov exponent  $\lambda_1 \sim -0.2$ ).

In this case, when keyword  $k$  is given, the model [Eqs. (3)-(5)] switches from chaotically moving around all the information, to outputting necessary information only (chaotic search process). Therefore, the model [Eqs. (3)-(5)] has the ability to search for information. This behavior is similar to that observed in experiments by Freeman.<sup>17</sup>

When we input the keyword  $k$  that is two Hamming distances away from the information  $C$ , the variable  $q(n)$  behaves similar to Sec. IV B (b) and the vector pattern  $\phi(n)$  visits all stored patterns (maximal Lyapunov exponent  $\lambda_1 \sim 0.3$ , Lyapunov dimension  $D_\lambda \sim 13$ ).

We notice though that information  $C$  is recalled the most. It shows that the information  $C$  has the shortest Hamming distance to the keyword  $k$ . When we input keywords  $k$ , corresponding to patterns which are not stored in the network unhelpful reference systems say "nothing." However, this model switches to chaotic search and the information closest to the keywords  $k$  is recalled most frequently. As a result, we obtain substitute information.

We investigated situations where one keyword  $k$  is given that has the same Hamming distance to information

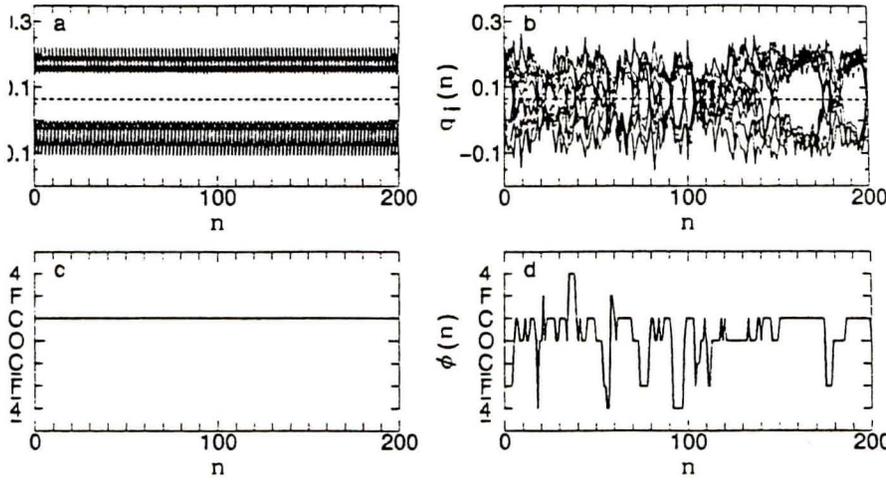


FIG. 13. Behavior of the variable  $q(n)$  and the vector pattern  $\phi(n)$  resulting from input of keywords  $k$  are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q(n)$ , (c)  $\phi(n)$  ( $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ ) with the keyword [Fig. 12(a)]. (b)  $q(n)$ , (d)  $\phi(n)$  ( $n=100\ 000, \dots, 100\ 200$ ) with the keyword [Fig. 12(b)].

$C$  and  $F$ , and we obtained the result that  $C$  and  $F$  are recalled the most frequently.

In this section we showed examples of search for information using vague keywords. Although they are on a very small scale, for the total information amounts to only six pieces, the search ability of the model [Eqs. (3)–(5)] is expected to solve the two information access problems mentioned at the beginning of the section.

**B. Solution of the TSP**

The TSP is defined as the task of the salesman visiting all the  $N$  cities on his list once and once only, and returning to his starting point after traveling the minimum possible distance. That is a classic combinatorial optimization problem ( $NP$  complete).

Hopfield proposes a solution with high speed and good approximate accuracy for the TSP using the model [Eqs. (1) and (2)], and he shows an example solution using a concrete number  $N (=10)$  of city coordinate values. We can also solve the TSP by the model [Eqs. (3)–(5)].

First of all, the expression for the solution of the TSP uses the same method proposed by Hopfield (neurons arranged in  $N \times N$  grid patterns, the visiting order  $N$  indicated by lateral position, the city names  $N$  indicated by longitudinal position, so each neuron is expressed by the suffix of city name  $i, j=1, \dots, N$  and the suffix of visiting order  $k, l=1, \dots, N$ ).

Next, after this expression, the estimation function  $E(n)$  is decided by the constraint term  $E_1(n)$  and the total path length term  $E_2(n)$  as follows:

$$E(n) = \frac{1}{2} \{ A E_1(n) + B E_2(n) \}, \tag{22}$$

where  $A$  and  $B$  are positive constants, the constraint term  $E_1(n)$  is defined by

$$E_1(n) = \sum_{i=1}^N \left\{ \sum_{k=1}^N v_{ik}(n) - 1 \right\}^2 + \sum_{k=1}^N \left\{ \sum_{i=1}^N v_{ik}(n) - 1 \right\}^2, \tag{23}$$

and the total path length term  $E_2(n)$ ,

$$E_2(n) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N d_{ij} v_{ik}(n) \{ v_{jk+1}(n) + v_{jk-1}(n) \}, \tag{24}$$

where  $v_{ik}(n)$  is the output of each neuron  $ik$  at the discrete time  $n$ ,  $d_{ij}$  is the constant value of distance from the city  $j$  to  $i$ ,  $v_{i0}(n) = v_{iN}(n)$  and  $v_{iN+1}(n) = v_{i1}(n)$ .

From Eqs. (22)–(24), the synaptic connection  $T_{ikjl}$  and the threshold value  $I_{ik}$  of the model [Eqs. (3)–(5)] to solve for the TSP are decided by

$$T_{ikjl} = -A \{ \delta_{ij}(1 - \delta_{kl}) + \delta_{kl}(1 - \delta_{ij}) \} - B d_{ij} (\delta_{lk+1} + \delta_{lk-1}), \tag{25}$$

$$I_{ik} = A. \tag{26}$$

We solve the TSP of  $N=10$  cities by controlling the self-feedback connection  $T$  by the model [Eqs. (3)–(5)] that is composed of  $M=100$  neurons.

The city coordinate values use Hopfield's original data<sup>19</sup> (see Fig. 14). The constant values  $A$  and  $B$  are both 1 in Eqs. (25) and (26).

The solution for the TSP is obtained from the following vector pattern  $\phi(n) [= \{ \phi_{11}(n), \dots, \phi_{NN}(n) \}]$  that is recalled in the virtual level:

$$\phi_{ik}(n) = \begin{cases} q_{ik}(n) \geq \tilde{q}(n) - 1, \\ q_{ik}(n) < \tilde{q}(n) - 0, \end{cases} \tag{27}$$

where  $\tilde{q}(n)$  is the tenth value of  $q_{ik}(n)$  in order of decreasing size at each time  $n$ .

Figure 14 shows city coordinate values and the best three routes of travel. Figure 15 shows the solution abilities

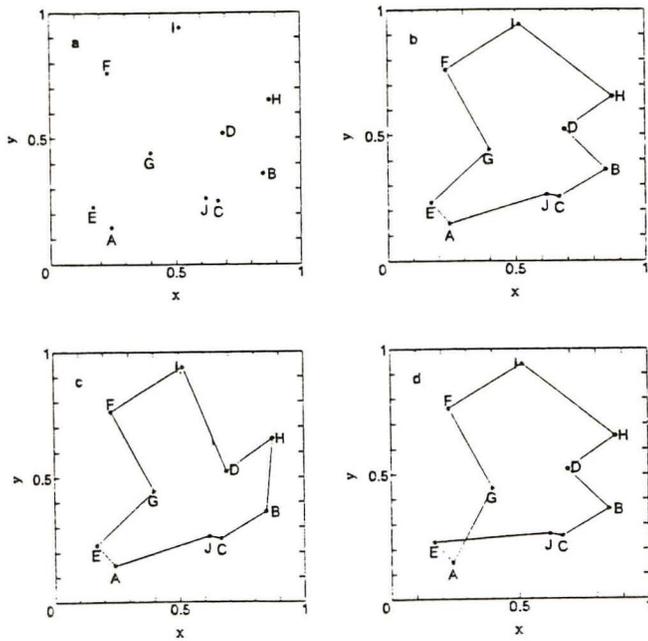


FIG. 14. (a) 10 city (A-J) coordinate values (Ref. 19) are shown. (b) Best route. (c) Second best route. (d) Third best route.

of the Hopfield model [Eqs. (1) and (2)] (using the method of slowly increasing the gain constant to get the best performance) and the model [Eqs. (3)-(5)] ( $T = 1.3$ ).

Here, the initial condition  $p(0) [= \{p_{11}(0), \dots, p_{NN}(0)\}]$  is chosen by independent random numbers, so that the constraint term [Eq. (23)] becomes 0. The cutoff time for solution is 1000.

Each circle graph in Fig. 15 shows the recall frequency of the best route, the second, the third, and other good routes and the bad routes [Eq. (22)  $\neq 0$ ] obtained with 1000 different initial conditions  $p(0)$ . The model [Eqs.

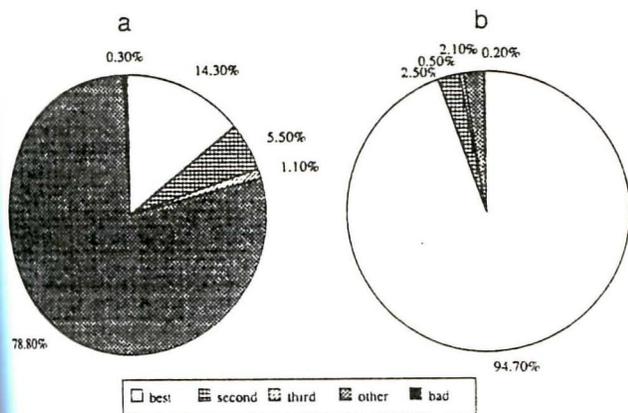


FIG. 15. (a) Solution abilities of the model [Eqs. (1) and (2) and Eqs. (3)-(5)] for the TSP are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a) Ability of the model [Eq. (1) and (2)] (best=14.3%, second=5.5%, third=1.1%, other=78.8%, and bad=0.3%). (b) Ability of the model [Eqs. (3)-(5)] (best=94.7%, second=2.5%, third=0.5%, other=2.1%, and bad=0.2%).

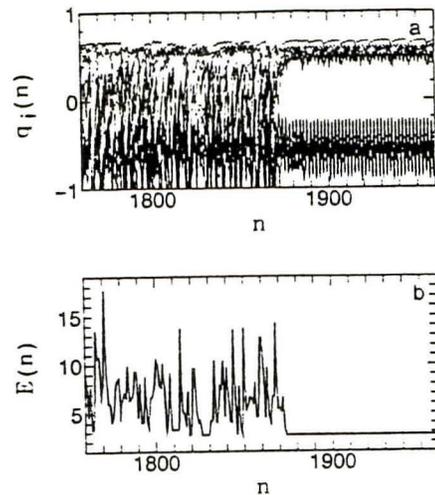


FIG. 16. Behavior of the variable  $q_i(n)$  and the energy function  $E(n)$  for  $\phi(n)$  are shown ( $r=0.7, \beta=0.006$ ). (a)  $q_i(n)$ , (b)  $E(n)$ ,  $n = 1760, \dots, 1960$ .

(3)-(5)] always visits the best route within 200~300 steps. Clearly, the solution ability of the model [Eqs. (3)-(5)] is better than Eqs. (1) and (2).

Figure 16 shows behavior of the variable  $q(n)$  and the estimation function  $E(n)$  with the vector pattern  $\phi_{ik}(n)$  substituted for the output  $v_{ik}(n)$  in Eq. (23) when the best route is recalled by the model [Eqs. (3)-(5)].

In Fig. 16, the search for the solution of the TSP is divided into two processes, one is transient search by strong chaotic state ( $D_z \sim 10$ ), the other is recall by weak chaotic state ( $D_z \sim 3$ ).

This is similar to the behavior of the model [Eqs. (3)-(5)] on the condition that the correct keywords are input in Sec. V A. This is a characteristic of the model [Eqs. (3)-(5)] when it is applied to solution of the TSP.

VI. SUMMARY AND DISCUSSION

After we supposed that the Hopfield network model [Eqs. (1) and (2)] has a negative self-feedback connection, and took the difference equation version of Eqs. (1) and (2) by Euler's method, we obtained the neural network model [Eqs. (3)-(5)] as one class of the GCM.

The characteristic of the model [Eqs. (3)-(5)] as a GCM is that the local variable (we call it the internal buffer of a neuron) is transformed by a nonlinear map that connects to other neurons through the control parameter [Eq. (10)] of the map.

One-dimensional maps [Eq. (11)] that describe the behavior of the single neuron were investigated for their dependence on the control parameter [Eq. (10)]. The map [Eq. (11)] has many kinds of attractors (fixed points, periodic, and chaotic) when the parameter [Eq. (10)] exists between 0 and 1.

As a result, information can be processed by the model [Eqs. (3)-(5)] using a variety of maps (network elements).

From this point of view, first of all, we investigate the CAM. The CAM can be interpreted as an information processing model which uses just two maps [Eqs. (16) and (17)] in the variety of maps.

Next, we propose a dynamic processing model that uses a greater variety of maps and we investigate dynamic behavior of the model [Eqs. (3)–(5)]. The dynamic behavior (information processing ability) of the model [Eqs. (3)–(5)] is classified into the following: (a) recall of only one stored memory in the weak chaos state, (b) all stored memories are recalled nonperiodically in the strong chaos state, (c) some stored memories are recalled periodically in the chaos between (a) and (b). This information processing ability (a)–(c) can be classified by the structure of Lyapunov spectrum.

Finally, two examples of engineering applications are shown as follows: (d) the search for information using vague keywords, (e) solution of the traveling salesman problem. The ability of the model [Eqs. (3)–(5)] is better than Eqs. (1) and (2) for both (d) and (e). From this result, we can interpret that the complexity of the problems is overcome by the variety of maps.

One class in the GCM systems (for example, our neural network model) is expected to be applicable to many information processes on condition that the elements of GCM have various attractors. We have to consider how to quantity properties such as “variety of maps” in order to evaluate the quantities which characterize dynamic behavior in the GCM and which can be used to estimate performance in these applications.

The control parameter of the maps in our neural network model can be driven by chaotic trajectory [Sec. IV B

(b)]. This approach should be compared and contrasted the dynamical system<sup>6,9,20</sup> that has a countable number of map control parameters which are chosen with certain probabilities.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to thank I. Shimada, K. Kaneko, I. Tsuda, Y. Iba, and K. Aihara for useful discussions. He also would like to thank Nikon Corporation, Nikon Systems Inc., Fujitsu Corporation, H. Abe, K. Kadowaki, K. Yamazaki, H. Yamaguchi, and E. Nozawa for useful supports.

<sup>1</sup>J. J. Hopfield, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 79, 2554 (1982).

<sup>2</sup>J. J. Hopfield, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 81, 3088 (1984).

<sup>3</sup>D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, Nature 323, 533 (1986).

<sup>4</sup>K. Aihara, T. Takabe, and M. Toyoda, Phys. Lett. A 144, 333 (1990).

<sup>5</sup>J. Nagumo and S. Sato, Kybernetik 10, 155 (1972).

<sup>6</sup>I. Tsuda, in *Neurocomputers and Attention: Neurobiology, synchronization and chaos*, edited by A. V. Holden and V. I. Kryukov (Manchester University, Manchester, 1991).

<sup>7</sup>I. Tsuda, Neural Networks 5, 313 (1992).

<sup>8</sup>K. Kaneko, Physica D 41, 137 (1990).

<sup>9</sup>K. Kaneko, Physica D 54, 5 (1991).

<sup>10</sup>K. Kaneko, Phys. Rev. Lett. A 144, 333 (1990).

<sup>11</sup>K. Kaneko, J. Phys. A 24, 2107 (1991).

<sup>12</sup>K. Kaneko, Phys. Rev. Lett. 65, 1391 (1990).

<sup>13</sup>I. Shimada and T. Nagashima, Prog. Theor. Phys. 61, 1605 (1979).

<sup>14</sup>J. P. Eckmann and D. Ruelle, Rev. Mod. Phys. 57, 617 (1985).

<sup>15</sup>K. Ikeda, K. Matsumoto, and K. Ohtsuka, Prog. Theor. Phys. Suppl. 99, 295 (1989).

<sup>16</sup>P. Davis, Jpn. J. Appl. Phys. 29, L1238 (1990).

<sup>17</sup>W. Freeman and C. A. Skarda, Brain Res. Rev. 10, 147 (1985).

<sup>18</sup>J. J. Hopfield and D. W. Tank, Biol. Cybern. 52, 52 (1985).

<sup>19</sup>G. V. Wilson and G. S. Pawley, Biol. Cybern. 58, 63 (1988).

<sup>20</sup>M. Barnsley, Computer Graphics 22, 131 (1988).

## 「LPF アピールをめぐる(続き)」を読んで

## 回答者 No.13

SEAMAIL Vol.7 No.2 の私の投稿に対して SEAMAIL Vol.7 No.3 にコメントを寄せていただきありがとうございます。コメントに対するコメントをいたします。

## 1. 新田氏の意見

**原コメント 1:** 「回答者 No.13 さんは『ソフトウェア』について全く勘違いしている。～LPF が特許に反対しようとしているのは、～たとえばものの考え方とかアルゴリズムである」

**私のコメント 1:** 私は自分の投稿を読み返してみました。「表現を変えてアルゴリズム(ロジック)をいただくとしたら」というように、私がアルゴリズムについて述べているのは明らかだと思います。

**原コメント 2:** 「No.13 さんは、一太郎が売れているのは現行の特許法のおかげだと主張されているが、全くその通りである。そしてそれは」

**私のコメント 2:** 念のために言うておきますが、一太郎そのものは特許出願をしているかどうかは知りません。もし特許出願していなければ、ソースコードさえ入手できれば改作はできます。ソースコードを入手するのは会社機密の点で困難でしょうけどね。

**原コメント 3:** 「そしてそれは、現行の特許制度が、LPF が反対しているソフトウェアの特許をほとんど認めていないからだ」

**私のコメント 3:** 現行の特許制度は、ソフトウェアの特許を認めています。日本でも大量に出願されています。

**原コメント 4:** 「個人が買えるような価格では到底販売できなかったらう」

**私のコメント 4:** 特許は買い手が商売になるという前提の元で、特許料交渉をするので、こういうことにはなりません。買い手がつかなければ、特許権者は収入を得る機会を失います。

**原コメント 5:** 「ハードウェアの特許には、あまりにも基本的なものは誰にでも既知・自明であるとわかる(したがって特許としては認められない)という安全弁があるからだ」

**私のコメント 5:** 私は既知・自明な(したがって特

許としては認められない)アイデアを論じているのではありません。基本的でも新規性・進歩性のあるものは特許になります。ハードウェアもソフトウェアも違いはありません。「基本的特許は良い特許だ」というのは私だけの見解ではなく、特許の世界の真理・常識なのです。

**原コメント 6:** 「残念ながらソフトウェアでは、ソフトウェア技術者にとって自明であることが特許の審議を行う者にとっては自明でないということが少なくない」

**私のコメント 6:** 審査官を馬鹿にはいけません。ソフトウェア特許も 10 年以上の歴史があるのです。特許出願資料については現場の人間よりも数多く目を通しています。もちろん、審査官は現場の人間ではないので、ハードウェア特許の審査官であっても現場で自明・既知のことを把握できません。それで現場の人間が異義申立てすることによって、既知のアイデアの特許出願をつぶすのです。

**原コメント 7:** 「ソフトウェアに関する知識の欠如を～ソフトウェアは本質的にハードウェアとは異なるということを認識し」

**私のコメント 7:** みなさんが特許制度についてあまりにも経験が浅く、例外的な事を取り上げては、それがソフトウェア特有の問題だと騒ぐので、私としては「それはソフトウェア以前の問題で、特許制度の普遍的な部分の勉強不足だ」と言わざるを得ません。みなさんが真にソフトウェア特有のことを述べるようになれば、私もハードウェアの話は取り止めますが。

## 2. An Objection, 回答者 No.24:

**原コメント 1:** 「～の表現を著作権によって保護しようというのが、現在のプログラム保護の立場であらう」

**私のコメント 1:** 何度言ったら分かるのでしょうか。プログラム保護は昔から著作権法と特許法の両方で実施されているのです。こんな現状認識で議論してもらっては話が進みません。

**原コメント 2:** FSF がこれまで行って来た努力には敬意を表せざるを得ない。～FSF に対して有形/

無形の支援をこれまでもしてきたし、～。

**私のコメント 2:** FSF はノンビジネスの団体なのですよ。ノンビジネス指向の No.24 氏が彼らを支持するのは勝手ですが、ノンビジネスの人達がビジネスの世界の指図をするな、と私は主張しているのです。経済原則が成り立たないような主張は許容できないのです。

No.24 氏が FSF のことを良く知っているのなら、ストールマン氏が何で収入を得ているのか教えて下さい。彼がビジネスの世界の法律に口出しをする権利があるかどうか論証して下さい。

**原コメント 3:** 哲学・数学・XOR ～

**私のコメント 3:** これは初歩的な論法であって、ソフトウェア特許が 10 年たって大した問題が起きていない現実に対しては無力です。だれも基本的な数学の特許を出願したりしていません。今さら基本的な数学で、既知でないものは残っていないのです。学者は特許手数料を払えないので、特許出願をしません。企業側は忙しいので、商品に密着した基本的特許しか出願しないのです。こういう議論をするなら、基本的数学が特許出願されて困ったという事例を挙げていただきたい。そんなものは滅多にないのです。線形計画法のカーマーカー法特許も基本的数学ではないので。回避策はあり得ますし、金を払えば使えるので、何も困っていないのです。

### 3. まとめ

1) 権利保護を採用しても、権利不保護を採用しても、どちらも不都合な点は出ます。これは単純に白黒のつかない意思決定問題なのです。権利保護による欠陥は我々情報機器メーカーも十分に知った上で大したことはないと判断し、権利保護を支持し、実践しているのです。

2) LPF の意見は少数意見なのに、どうして日本ではみんな彼らに同調するのでしょうか。おそろべきワンパターンですね。米国だったら少なくとも半分に意見が分かれるはずですが。国民性の違いを感じます。判官ひいきになりやすいのでしょうか。

3) ソフトウェア特許というのは我々情報機器メーカーが賛同し、特許庁に働きかけて体制を強化してきたものです。実績も 10 年以上もあるのです。こういう我々を論破し、しみじみと納得させるには、ハードウェアも含む特許制度の普遍的な性質と、ソフトウェ

ア特許の実績について、もっと勉強する必要があります。LPF の程度の論理展開では門前払いです。これまでの議論は、参考文献のない新規性の論証されない論文と同じであり、説得力がありません。

## Quick Response to Mr.13

新田 稔

SEAMAIL の編集長から「いま書いてくれば一緒にのせられるかも」とのことでしたので、短いジャブを打たせていただきます。

**No.13 さん:** (一太郎は)もし特許出願していなければ、ソースコードさえ入手できれば改作はできます

**新田の反論:** どのように巧妙に行なおうと、オリジナル全体を流用するようなソースコードの改作は、プログラムの表現を保護している著作権法に抵触します。これに対して、(ソフトウェアの)特許法は、表現の背後にあるアイデアを保護しようとするものです。

このようなことを言って、パッケージ・ソフトの開発・販売元を不安に陥れ、LPF に同調させないようにするのはやめて下さい。たとえば、GNU のソースコードは誰でも手に入れることができますし、また特許登録されていないでしょう。No.13 さんがおっしゃるようなコピーとその販売は合法的に可能ですか？

前回も書きましたが、LPF が反対しているのは、個々のプログラムの保護ではなく、基本的なアイデアの独占です。

**No.13 さん:** こういうことにはなりません。買い手がつかなければ、特許権者は収入を得る機会を失います。

**新田の反論:** 採用してもしなくても良いという特許ならばそうですが、その特許を採用しなければ製品が成り立たないというような基本的なアイデアが独占されていたなら、法外な金額を支払うか、あるいは製品出荷を断念しなければならなくなります。

**No.13 さん:** 「基本的特許は良い特許だ」というのは私だけの見解ではなく、特許の世界の真理・常識なのです。

**新田の反論:** ある日気がついたら当たり前のものが特許になっていた。それは異義申し立てしなかったのだから仕方ない。なんていうのが、本当に良いことなのでしょうか。世の中、まず特許がある、のではありません。エンド・ユーザ、現場の人、ハードウェア、ソフトウェア、... があって、そしてそれらの利益と発展のために特許制度はあるのです。その目的に排反するのなら、特許の世界の真理・常識を変えてい

ただかなくてはなりません。

**No.13 さん:** 審査官を馬鹿にははいけません... それで現場の人間が異義申し立てすることによって、既知のアイデアの特許出願をつぶすのです。

**新田の反論:** JISA では周知慣用技術集なるものを準備しているそうです。もし現状の審査官に十分な知識がある、また審査手続きの見直し後もあとのからの異義申し立てで特許出願をつぶすことができる、というのなら、そんなものは不要ですね。(アメリカからの、日本の特許審査期間は長過ぎるので短くせよ、という外圧によって、特許庁では、出願公示や異義申し立ての手続きをなくし、内部審査で OK が出た時点で登録することが検討されているらしいです)

**No.13 さん:** ソフトウェア特許も 10 年以上の歴史がある

**新田の反論:** 昭和 60 年の著作権法の改正によりソフトウェアは著作権で保護されることとなったが、それから 7 年経った昨年、特許庁で特許審査基準全体の見直しの一環として、コンピュータ・ソフトウェア関連発明審査基準の作成が始まったことにより、ようやくソフトウェアの特許について本格的な議論が始まった、というのが現状のようです。

No.13 さんがおっしゃっているのはソフトウェアを一つの装置として構成した特許のことでしょうか。

参考資料: 知的財産権セミナー講演 JISA 会報 1992.10 (社) 情報サービス産業協会

**新田から SEAMAIL 読者の皆さんへ:** 健全なソフトウェア業界の発展やユーザの利益のためには、現在周知慣用であるソフトウェア(のアイデア、アルゴリズム)に加え、将来当たり前になるものも含めて、誰にも独占されず、みんなで自由に活用する権利を今確保することが必要でしょう。企業間競争は、ノウハウ、生産性、顧客サービスなどをお願いします。新しいソフトウェアを開発、またはアイデアやアルゴリズムを発見されたときには、なるべく早くソフトウェアのショーや学会の研究会などの公の場で公表しましょう。新規性をなくして特許出願できなくすること、または異義申し立ての根拠になります。

## フリー・ソフトウェアとビジネス

## 回答者 No.24

回答者 No.13 氏のコメントを読ませていただいた。私自身は、小さなソフトウェア・ハウスの経営者として、FSF の活動を影ながら支持するものであるが、この機会に、No.13 氏への再反論を兼ねて、フリー・ソフトウェアあるいはパブリック・ドメイン・ソフトウェアがわれわれの商売にとってどのような(プラスの)意味を持っているのかについて、考えていることを述べさせていたがこう。

コンピュータ・プログラムを文学作品や音楽と同様に「著作権」で保護することの問題点は、すでに十分理解されているはず。生きているソフトウェアは、著作権を無視した改変や修正を加えないかぎり使いものになりません。アメリカの不当な政治的圧力でつぶされた MITI のプログラム権法は、その欠陥を若干なりともカバーする試みであったと考えられます。一方、特許による保護の持つ問題点は FSF アピールに示された通りです。コンピュータが登場する以前の「昔から」存在していた法律(または社会システム)でプログラムの保護を扱うのは、あくまで間に合わせでしかないと思います。

FSF 自体は、たしかに非営利組織であり、支持者たちの経済的援助によって活動しています。そうした支持者たちの多くは、私と同じように、ソフトウェアを商売にしている人間です。No.13 氏の思考論理にしたがえば、ソフトウェアで飯を食っている人間が、ソフトウェアを無料で配布する団体を支援するのは矛盾だ、ということになるのでしょうか、そうではありません。

FSF のプロダクトであるエディタやコンパイラ、あるいはデバッガは、いま、世界中のたくさんのプログラマによって使われています。また、たくさんのハードウェア・メーカーが自社製のマシンにそれらを搭載しています(文面から察すると No.13 氏もメーカーの方のようですが、きっと、おたくの WS にも GNU のソフトウェアが載っており、社内のプログラマも、またユーザも、それらを毎日使って仕事をしているはず)。

そのことは、たしかに、われわれにとって、もし GNU がなかったら存在しえただであろうエディタや

コンパイラまたはデバッガのマーケットを消し去ってしまったというネガティブな効果をもたらしました。しかし、その一方で、そうした高品質の基本ソフトウェアが無料で世の中に広まることにより、コンピュータの応用範囲を拡大し、もっと大きな新しいソフトウェア・マーケットをわれわれにもたらしてくれているのです。

Stallman 氏自身も、GNU マニフェストの中で、そのことをはっきりと述べています。現在 FSF に有形無形の支援を送っているプログラマやソフトウェア・ビジネスマンたちは、「ソフトウェアの使用を制限することで金を儲ける」のではなく、「基本的なソフトウェアの使用を無制限にすることによってビジネス・チャンスを広げる」というかれのアイデアに賛同しているのです。

ダウンサイジングおよびオープン・システム化という潮流は、ソフトウェア・ビジネスのスタイルを大きく変えようとしています。この新しいソフトウェア・マーケットが、GNU、X-Window のようなフリー・ソフトウェアまたはパブリック・ドメイン・ソフトウェアによってどんどん広がっていることは、だれにも否定できません。

最近では、EC の ESPRIT プロジェクトで作られた開発環境の標準基盤ソフトウェア PCTE の仕様が、やはりパブリック・ドメインに公開されていますし、UC バークレイから生まれた組込型コマンドインタプリタとその拡張ライブラリ Tcl/Tk が、全世界のコンピュータ・ネットワーク上のボランティアたちの熱狂的な協力を得て、対話型アプリケーション開発における新しい標準としての地位を獲得しつつあるようです。

そうした時代のながれの中で、特許や著作権などの古い(産業革命当時に考えられた)社会制度で物事を処理しようというのは、いささか無理なのではないでしょうか?

## バーチャル世界からの誘惑

白井 義美

(日本電子計算)

コンピュータの画面の向こうに新しい世界が見えはじめた。自分の前に置かれたパーソナル・ワークステーションを基地として、各地に設置された大型コンピュータやあらゆる人のワークステーションとネットワークでつながれ、大容量のデータが高速に伝送できるようになったら、我々はいまだかつて経験したことのない新しい世界を獲得できるだろう。このようなネットワークを経由した情報交換では、会議などのようにリアルタイムに行う方法と、電子メールのように時間に拘束されない方法を都合に応じて使い分けることができる。我々はパーソナル・ワークステーションとネットワークを手に入れることによって、ようやくコミュニケーションにおける時間をコントロールできるようになってきたのだ。

既に現実世界ではリアルタイムの代表である電話を留守番機能や FAX を使って、またラジオやテレビではテープレコーダやビデオを使うことによって時間の制約から逃れてきた。マルチメディアに対応したパーソナル・ワークステーションでは音や映像を利用することによって画面上で相手の顔を見ながら話をし、その上にワープロやドロ잉ツールなどで書き込みながらリアルタイムの情報交換が可能なのだ。そして、蓄積された情報の取り出しや保管などの、時間を越えた情報交換をも自在に組み合わせることができる。

このように優れた GUI を備えたパーソナル・ワークステーションによるマルチメディア・ネットワークは、現在のコミュニケーション環境における時間と空間と経済的な制約から我々を解放してくれるであろう。例えば、地球上のあらゆる著作物を蓄積した電子図書館から大容量通信で、好きな時間に好きな本を好きな大きさの文字で読む(ビデオを見る、音楽を聴くなども含まれてしまう)世界は、本やビデオの出版や配送、販売などに伴うコストを革命的に減らしてしまうだろうし、記憶することが勉強の一部(すべて?)であった時代はもはや昔の語り草となるであろう。

考えてみれば、本に限らずラジオやテレビ、ビデオ、レコードでも、現実世界でなくバーチャルな世界を介した情報伝達であるにも係わらず、もう我々の生活から切り放すことなどできないくらい生活に溶け込んでいる。すなわち、本は著者からのバーチャルな記号による情報伝達手段であるし、レコードはバーチャルな演奏会場だと考えられる。

ところで、Macintosh におけるドライブゲームとして有名な VITTE! に見られるように、現実の市街に似せた道路を現実に近い動きをする自動車を選択して運転するゲームなどは、さらに高密度で緻密に作れるようになれば非常にリアリティがある世界となる。この環境(つまり画面上)で、車を降りて希望する店に入り、展示されている商品を選択するとネットワークを通じて実際にショッピングすることができ、数日後に宅配便でその商品が届けられるような事態が一般的になると、一体どこまでが現実社会なのか区別することに意味がなくなってしまうであろう(パソコン通信の「電子モール」の発展型である)。

現在でも画面によるバーチャルな環境は、宇宙船の操縦やフライトシミュレータなどのように、現実の世界で操作することが難しい状況で実行してみる場合には欠かせないし、マニピレータを用いた海底や原子力発電所内部の操作などはバーチャルと現実の交錯した世界を切り開くものであるとも言える。将来のバーチャルリアリティの世界において、最も有効な利用目的の一つはやはりセックス産業であろう(大阪人はこれやから困りまん)。何と云っても、バーチャルな世界と高度なロボット技術を組み合わせると、最も好みのタイプの異性と好きな場所で自由にセックスすることができるし、何よりもエイズの心配がいらぬというすばらしい特徴がある。また、現実世界で結婚する前にフィアンセとバーチャルな世界で生活をおくってみて、うまく行けば現実世界で結婚するというような現実的な(?)応用も可能となる。

海外旅行だって、現実世界の退屈な飛行時間やつま

らない入国管理の行列、不愉快な風雨、おまけにすりや泥棒の危険などにおびえながら行く旅行より、自分の見たいところだけを効率良く見学し、本来入場できないような場所に自由に入り、いつでも専門家の説明を聞けるようなバーチャル世界の旅の方がはるかに楽しいかも知れない。現在でもそれに近い体験はたくさん経験している。実際に甲子園の狭い汚い椅子で野球の応援をするより、家庭でビール片手にテレビで応援する方がはるかに便利で楽しい場合だってあるのだ。だって球場では試合の解説がないし、何と言ってもリプレイが無い。

ある出版社では、依頼者の要望に基づいてその人を好みの主人公にしたバーチャル小説を書いて出版してくれるそうだ。多分そのシナリオの中では依頼者は英雄であり、現実世界で果たせなかった様々な体験をすることであろう。また、バーチャル・ファミリーという商売が現実存在している。その商売とは、老人のために愛情の無い現実の家族に代って同じ家族構成のスタッフが指定された日にバーチャル家族として暮らしてくれるのである。その老人にとっては金をせびりにくことしか考えられないような薄情な現実の家族が訪ねてくるよりも、優しいバーチャル家族と過ごす方がはるかに素晴らしい一日を体験できるのであろう。

さて、あなたが働いている現実世界はどうであろうか？ 会社における係長や課長、部長などと言う肩書を持った人は、特定の組織の中でしか通用しないバーチャル世界の奴隷ではないのか。大学という閉じた世界の講師や助教授、教授はバーチャルな権力闘争に大切な現実時間を浪費してはいないだろうか？ はたまた試験などという仮想の評価基準に洗脳され、バーチャルな学歴を得るために現実の青春を喪失しかかっている学生もいるだろう。おまけに、合格祈願のために神社で手を合わす受験生、彼はそこにバーチャルな神の世界を想定しているはずだ。ディスコにしけこみ音と光と酒で現実から逃避している若者も、ウォークマンでシャカシャカ音をまき散らしながら電車でマンガを読んでいる学生も、赤堤灯で熱かんを引っかけ大声で愚痴を言い放っている中年おじさんも、みんなバーチャルの世界に迷いこんでいるのではないのか？

つまり、バーチャルな世界はもう既にあなたが現実の世界で普段に体験しているわけで、別にコンピュータを利用したからと言って特別視する必要は無いのである。むしろ、バーチャルな世界でこそあなたはいきいきと生きている実感を感じているのかも知れない。そうであるなら、もはや遠慮することは何もないではないか。我々は知恵の限りを尽くしてありとあらゆるバーチャル世界を創造し、二度と現実世界に戻ってくるのがイヤになるような素晴らしい電子空間を作るのだ。そこで、現実世界では不可能なあらゆる体験をし、現実世界では得られない快感を味わい、現実世界では一回しか経験できない死さえ何度も体験できるのである。(大宇宙の神は人間にも輪廻転生を与え給うたようだが、さてはこの世はもともとバーチャルであったのか)

ところで、今自分は現実世界にいるんだっけ、それともバーチャル側にいるんだっけ？ あ、やな上司がいるな。ちょっと銃を取り出して一発発射。まさか本当に死んだのじゃないだろうな？ あれ、画面の向こう側で上司が笑っているぞ。ヤバイ。電源を切るつもりだ！.... アツン。

## Book Review 特集

SEA 会員の方々の手になる書物が、昨年から今年にかけて何冊か出版されました。そこで、臨時の Book Review Staff を編成して、書評/紹介特集を組んでみました (編集部)。

### きまぐれブックレビュー

酒匂 寛

(SRA @ 美国 深澤郷)

ふと思いついて社内ネットの掲示板に投稿した雑文が SEAMAIL 編集長の目にとまって、ここに誘拐される羽目になってしまった。若干手を入れたが、もともとは印刷を意図したものではなく、揮発性の電子文字の連なりでしかないことを了解されたい。

[1] Pankaj Jalote, "An Integrated Approach to Software Engineering," Springer-Verlag, 1991, ISBN 0-387-97561-6

別に Yourdon の "Decline & Fall of the American Programmer" という本 ([2] を参照) に「印度人には気をつけろ」と書いてあったからではないが、最近、印度人 Pankaj Jalote の書いた "An Integrated Approach to Software Engineering" という本を手に入れて読んだ。

この本は、ひとくちでいえば、「ソフトウェア工学実習書」である。要求定義から始まってテストにいたるまでの、さまざまなトピックをカバーしている。本書がユニークなのは、ある 1 つの比較的大きな (解が自明ではない) 問題を取り上げて、すべてのトピックの中で、それをケーススタディとして扱い、そこでの解を検討していることである。

最初から最後まで同じ例題を使い続けるため、読者は、ある問題がどのようにまず分析され、作業が見積もられ、設計され、実装され ... という過程を一貫した目で観察することができる。大きな目次を示すと、以下ようになる:

1. Introduction to Software Engineering
2. Software Requirements Specification

3. Planning a Software Project
4. System Design
5. Detailed Design
6. Coding
7. Testing

もちろん、ただ例題を解いて見せるだけでなく、それぞれの場面場面で適用可能なさまざまな手法にまじり及し、最後に問題を実際に解くという姿勢を貫いているため、非常に読みやすい。3. では、見積りにも言及している。さすがに、この部分は歯切れが悪くなるが、既存の手法 (COCOMO 等) の限界を解説したりしている。

全部で 370 ページ程度の本である。たとえば新人教育等に用いると、非常に効果が大いと思われる。

[2] Edward Yourdon "Decline & Fall of the American Programmer," Yourdon Press, 1992, ISBN 0-13-203670-3

構造化分析の元祖 (本家, 家元, whatever) の 1 人である著者による「狼が来たぞ」ブック。アメリカ人読者の受けを狙い過ぎているためか、過剰に第 3 国人プログラマ達を持ち上げている。たとえば、妙に SIGMA を持ち上げて書いているので、いささかなりとも近年の騒動の内幕を知る身としては、居心地が悪い。[1] の項でも書いたが、「印度人には気をつけろ」と強調している。いわく「かれらは形式的開発手法に長けている」、いわく「優秀な人材が大学ではなく企業に入り込んでいる」、いわく「英語で仕事をすることに障害がない」。ゆえに、このままでは、(概して怠惰な) アメリカ人プログラマ (あるいはソフトウェア企業) はほどなく没落し、自動車のように輸入品が幅をきかせるようになる。そうなる前に、これだけの準備をせよ。

というわけで、これだけの「準備」として取り上げている話題は、結構まともである。たとえば、以下の通

り:

Peopleware  
 Software Process  
 CASE/Automated Tools  
 Software Metrics  
 JAD, RAD, and Prototyping  
 Structured Techniques  
 Information Engineering  
 Object-Oriented Methodologies  
 Software Reusability  
 Software Reengineering

この本は、これらの話題の技術的詳細を解説するものではなく、その位置づけや意味について解説するものである。ソフトウェア企業としての、未来への指針を考える材料にもなるかもしれない。したがって、むしろ管理職以上の方々に読んでほしい内容である。先に書いた変な誇張や、政治的バイアスのかかった部分を、きちんと割り引いて読めば、面白いし役にも立つ。

邦訳(訳者は SEA 幹事の松原友夫さん)もそのうち出ると聞いている。特に不況たけなわの今日、ソフトウェア企業の経営者や上層部にとっても、気になる本であろう。

[3] Ian Sommerville "Software Engineering," Addison-Wesley, 1992 ISBN 0-201-56529-3

いわば 1992 年の時点に於ける「実用ソフトウェア工学辞典」である。内容は多岐に渡り、最近実用化が進んでいる Z などの形式的手法にも触れている。非常によく整理されていて、大学の専門過程初年度の教科書にしてもよいと思われる。一般受けを狙った [2] に比べれば、もちろん、内容的にははるかに技術的だが、各項目の掘下げ自身は、それほど深いわけではない。しかし、多くの学習用文献が挙げられているので、興味のある分野をさらに調べる手掛かりになる。企業の各部署に 1 冊くらいあっても悪くはないだろう。[1] を学習する場合の副読本として用いるのも、よいと思われる。

[4] 青木淳 "オブジェクト指向システム分析設計入門," ソフトリサーチセンター, 1993.

SRA ソフトウェア工学研究所(ボールダー)での同僚・青木さんが書いた「ソフトウェア開発の心」の本。タイトルの「オブジェクト指向」は本屋が営業上の理由から勝手につけたものであろう。1 読者の私には、なぜこの本が「オブジェクト指向システム分析設計入門」なのか、釈然としない。むしろ、この本は、現場でさまざまな辛酸をなめている中堅技術者達の「ソフトウェア開発の心」にしみいる経典となるべき書物であろう。

目次は次のようになっている:

1. 狭義のオブジェクト指向
2. 広義のオブジェクト指向
3. オブジェクト指向によるシステム分析設計法
4. オブジェクト指向の評価と見積り
5. オブジェクト指向を支援する道具
6. オブジェクト指向を支援する環境
7. オブジェクト指向を支援する組織

しかし、誤解を恐れずにいえば、実は、この本は「オブジェクト指向」や「分析設計」に関しては、何も語ってはいないのである(字面を眺めるとそれを語っているようにも見えるが....)。いわゆるオブジェクト指向分析や、設計「手法」を学習しようとして、本書にあたる読者は、むしろ当惑をおぼえるかもしれない。

別の場所(YDOC の Mailing List)でも書いたが、著者は、この本の最終ページを書きたいがために、丸々 1 冊の本を著したのだと、私は勝手に想像している。ただ、その最終ページを自分の臍腑に落すためには、その前の部分を読み通さねばならない。

良書である。一読をお勧めする。ただし、既に現役を引退した技術者と、新人には、お勧めしない。人生には他にやることもある!?

**Think GNU**プロジェクト GNU 日記と  
ソフトウェアの憂鬱引地信之・美恵子 著  
ビレッジセンター 刊

SEA のメンバーで、GNU のプロジェクトにまったく縁のない方は少ないと思います。私自身も、日常の仕事に、エディタとしては GNU Emacs を主に利用しています。最近では、C のプログラムを書いていないので、コンパイラ GCC を使う機会はあまりありませんが、プログラミングをしていたときに使っていたデバッガは、もっぱら gdb でした。

ここで紹介する本「Think GNU」は、GNU プロジェクトの方針、バックグラウンドなどについて書かれた本です。まったくといっていいほど、技術的な記述はなく、「読み物」としてすらすら読むことができます。記事はほとんどは翻訳ですが、その質はきわめて高いと思います（雑誌の翻訳記事などでは、変な訳にあたって当惑することがままありますが本書ではそういうことはありません）。

全体は：

1. 「Think GNU」連載
2. GNU ソフトウェアの関連記事
3. プログラミング自由連盟関連論文と記事

の3部で構成されています。これらは、以前に発表された論文、記事を集めたもので、発表当時から内容が変化しているものについては、脚注や修正で対応しており、内容の古さはまったく感じられません。なによりも、読者は本書を通じて「GNU プロジェクト」の真価を垣間みることができます。また、Usenix でのできごとや、Richard Stallman へのインタビューといった興味深いものまで含まれています。

私個人としては、特に第3部で触れている項目に興味を引かれました。ここでは、ソフトウェアの特許の悪い面について触れています。最近では、日本でもソフトウェアで特許をとろうとするけしからん輩が出没しています。NHK でも、そういった特許を助長する

ような報道も見受けられます。計算機関係の研究、仕事に従事している者は、最低でもこの第3部を必ず読まなければならないでしょう（ソフトウェアで特許をとろうとする輩を追放するために）。

前にも触れたように、本書の大部分は既に発表されたものです。すでにこれらの文献に触れた方も多いと思いますが、今一度本書を通して GNU プロジェクトや RMS の思想に触れるためにも、一読をおすすめしたいと思います。もちろん、インターネット上の BBS における GNU 関連の News Group や雑誌の翻訳記事を読んでない方は、絶対に読むべきです。きっとソフトウェアに関する考え方が変わることでしょう。ソフトウェア関連企業における新人教育にさいしても必読の書として指定すべき本の1冊に上げたいと思います。

最後に、本書の特徴をもう1つ上げておきましょう。GNU プロジェクトでは、コピーレフト（つまりコピーライトの反対語）を提唱しているので、当然のことながら、本書もその対象となっています。したがって、この本の内容は、修正を加えなければ、あらゆる媒体へのコピーや引用が可能なのです！

[書評者 A]

## やさしい LaTeX のはじめかた

すずき ひろのぶ 著  
オーム社 刊

LaTeX とは、TeX という文章整形プログラムを一般化し、簡単に使えるようにした処理系である。TeX は非常にすぐれた組版システムであり、それを使って整形した文章のきれいさはすばらしい。しかし、そのままでは一般には難しいので、文章の論理的な構成をもとに整形して簡単に使えるようにしたのが、LaTeX である。具体的には、文章とそれを整形するための命令をファイルの中に書き込み、それをバッチ式で処理するシステムである。近年では、LaTeX は、パブリック・ドメインのソフトウェアとして、広くワークステーション・ユーザの間で広がっている。最近の高性能化したパソコン上にも移植されている。

広く使われるようになると同時に、かつてのような計算機や技術の専門家だけではなく、あちこちで導入されているワークステーションの上で非専門家に使われる状況になった。非定型的な文章作成を必要とする事務部門や、技術文書を書く人たちにとって有用だからである。

いままでのマニュアルや解説書はすべて、コンピュータの専門家を対象にして書かれており、ただでさえ難解な言葉を、より難解な方法で解説している。ワークステーション・ハッカーや一部のマニアには、それで十分かも知れないが、計算機やソフトウェア・システムを単に道具として利用する人びとにとっては、最初の第一歩が非常に大変である。

その点、この「やさしい LaTeX のはじめかた」は、初心者にとってきわめて入りやすい入門書である。基本的なサンプルと出力結果が書かれており、そのサンプルを真似ることによって、初心者でも自分の文章をフォーマットして行けるような構成になっている。挿絵やイラストが随所にちりばめられており、読み物としても楽しい作りになっている。この本を読んで実際に LaTeX を使用し、いずれはさらにより高度な技術を習得しようという人にとって、最初のス

テップとして役に立つ本である。また、LaTeX を作っている途中で、ちょっと記憶があやふやになった時、机上において参照するのにちょうどいい内容とサイズである。

この本自体も LaTeX で書かれており、まえがきに「パラパラと最後までめくってください。これが LaTeX で得られる出力結果です」とある。これは LaTeX を使えば、そのまま出版できるようなレベルの出力が得られることの、よい証明であろう。

この本は「ひろのぶの LaTeX 入門」という名前で、インターネット上で公開されているパブリック・ドメイン・ドキュメントの改訂版である。ボリュームとしては、パブリック版の 4 倍ぐらいの内容になっている。「ひろのぶの LaTeX 入門」は、ftp で [srawgw.sra.co.jp](http://srawgw.sra.co.jp) より入手可能であり、すでにあちこちの BBS にアップロードされているので、入手されている人も多いかと思うが、インターネットにアクセスできない人や、ハードコピーの形で手元において使いたい人には、本書の購入をおすすめしたい。

[書評子 B]

## テキスト C (Lecture on C Language),

中野秀男 著

昭晃堂 刊

横浜支部 (YDOC) の Mailing List から:

From:mari@sra.co.jp

YDOC には関係ないですが、気まぐれ Book Review です :-P

今日、神保町の本屋さんの5Fをふらふらと散歩していたら、「中野秀男」という文字列が目に入りました。「へー、中野先生と同姓同名の人が他にもいるんだあ」と思ってしまったのですが :-) 手にとって表紙を見たら、小さな字で「大阪大学助教授/工学博士」と書いてありました。中野先生だったんですね。まあ、びっくり。

C 言語の本がたくさんならんでいる中でのこの本の第一印象は、「装丁も中身の雰囲気も地味だし、シロウト受けしないだろうなあ」ということでした。いわゆるイラストというものがありませんよ。プログラムと図と日本語の解説はあるんですけどね :-)

でも、私は迷わず買ってしまいました。で、家に帰ってきてから、さっそく全部読んでしまいました。プログラムまで丁寧に。

第一印象よりも、ずっと読みやすく工夫された本でした。内容的にも、自然とプログラミングの基礎概念がわかるようになっていいと思いました。ただ、欲をいえば、例に載っているプログラムは、「モジュール強度は高く、モジュール結合度は低く」という指針に沿ったものにして欲しかったです。ちょっと大きめの例題になった時に、必要もないのにグローバル変数が多用してあって、あっちこっちを注意深く読まないと良くわからないプログラムばかりだったのは残念です。スタイル的には悪くないし、一見すると読みやすいんですが、集まると読みにくい。そういうプログラム、会社でも良く見るんですが :-) 中野先生が書いた教科書では見たくなかった。日本語の部分が良かっただけに残念です。

その他、TeX で入力する時のミスかなあと思われるところ2箇所を含めて、気になるところがありましたので、中野先生には別便でお送りします。

中野先生、改訂版を期待してます。頑張って下さい :-)

-- 桜井麻里

From:mari@sra.co.jp

中来田さん wrote: 手にとったのですが、値段を見たら思わず本屋の本棚に戻してしまいました。印税を稼がせられなくてごめんなさい、中野先生 :-P もう少し安くはならなかったのですか? うむむ、入門にしては高くないのかなあ ~? って思うのは私だけかな?

値段は私のメールに書いといたでしょー。税込みで2060円。あの内容からすれば価値あると思いますけど。すくなくとも、あの内容の程度ものをセミナーにしたら、その受講料はばかになりませんよ。文法解説だけじゃないし、説明が丁寧だから、読めば自然とわかる本だし、新人に渡して自分が説明する手間が省けると思えば、安いんじゃないでしょうか? それに、あれよりもっと高くて内容がくだらない本もありますし。

ただねえ。新人があのプログラムをそのまま真似してしまって、それに疑問を持たないようだと、大きなプログラムを組んだ時に混乱が生じることはほぼ疑いがないので、新人を見守る側としては、その点には注意を払わないとなりません。(あの本の例題プログラムのうち大きなものは、main をふくめて関数6個程度のもですが、すでに混乱の兆候が出ています)

あの本の続編として、「大きなプログラムを作る時の留意点」について、焦点を当てた本を出してみるのはいいかでしょうか? もちろん、材料はあの例題プログラムと、YDOC メーリングリストです。二冊セットで売れると印税が二倍になっていいかも知れません :-)

-- 桜井麻里

From:sakoh@evangel.us.sra.co.jp

稲葉真理さん wrote:

Data Structure and Program Design in C,  
Robert L.Kruse  
Prentice Hall

「ずぶの素人さん」教育になかなかお勧めです。

確かそんなタイトルの本を私も持っていた筈 ...  
とあらためて部屋の本の地層を発掘したら .....

Programs and Data Structures in C  
Leendert Ammeraal  
John Wiley & Sons.

という本でした、ああ紛らわしい :-)

この本はまあ「アルゴリズム+データ構造=プログラム」の C 版のような内容です。内容的にカバーされている話題も似通っています。ちょっと字が小さくて読み難いのが辛いですね。ちゃんと "Global Variables and Side Effects" という項もあります :-) 決して充分ではありませんが。

-- 酒匂寛

本人からの感想:

とにかく授業に間に合わせようと最後は慌てたのでプログラムの中にバグが沢山あって(却って学生のためになった!)プログラムの講義のたびに謝って修正版を配布しました。プログラムはもともと Pascal のものを単に書き直してチェックを怠っていました。

結論的には、この本以外に

データ構造とアルゴリズム  
例題のたくさんある C の本  
ソフトウェア工学のいい本(あるの?)

を併読してほしいと逃げを打っておきましょう。

今までこれを使って講義をし、そのあと以下のような問題を出しました。

[課題 1]: 教科書を読んで乱数作成のプログラムを入力し実行する。どのように表示すればランダム性

が表現できるか考えて、考え方を nakano までメールで提出する。NeXTEasyGraphics を使ってランダム性の表現をプログラム化することを考える。

この問題は文法的には簡単ですが、NeXT と簡単な図形処理ライブラリーがあったため意外と学生から好評でした。実行形をレポートに張りつけてきた学生もいましたが (NeXT では本当にファイルが張りついている)、開いてみておもしろくこちらも感激したくらいですから、やっている本人はもっと楽しかったでしょうね。

以下は、C のハードルである再帰とポインターである。教科書をしっかり読んで、例題を変更すれば動くように考えてあります。

[課題 2]: n ビットの中で k ビットだけが 1 となるような 0/1 パターンを発生させるプログラムを作りなさい。アルゴリズムの概略は以下のようになります。

n ビットの数え上げと同じように、n ビットから k ビットの数え上げの手続き  $k\_of\_n(n, k)$  を作って、これを再帰的に呼んで処理します。

0 を先頭にして、 $k\_of\_n(n-1, k)$  の手続きを呼ぶ

1 を先頭にして、 $k\_of\_n(n-1, k-1)$  の手続きを呼ぶ

となります。実際には、n と k の関係ですこし複雑です。

[課題 3]: データファイルの各行に

名前(アルファベット) 年齢 電話番号

が入っている。このファイルを入力として読み込み、年齢順に名前と年齢と電話番号を出力するプログラムを作成せよ。同じ年齢なら、名前はアルファベット順に出力せよ。更に出来る人は、電話番号の同一局内でまとめて、その中で名前を並べるプログラムにせよ。

学生からの評価は、課題 1 が絵が出て楽しかったのに、これは楽しくなかったというのが、こちらの目論みとは違いました。

さて 4 月から情報処理演習も II に入ります。学生

からの感想も 200 人分ほど集めました。その感想から考えて、

1. オブジェクト指向やインターフェースビルダーを教える。
2. UNIX のシェルを教える。
3. C 言語の売れ筋の本を参考書として例題をばりばりさせる。
4. もう一度じっくり例題を交えながら、絵も書かしてプログラムの楽しさを教える。

と学生のランクを考えて教えようと思っています。

目標として1年間で

GUI 環境の理解

電子メール

ニュース

C プログラミング

データ整理・表現 WingZ

数式処理 Mathematica

UNIX の基礎

Nemacs

X Window

LaTeX

awk

オブジェクト指向

インターフェースビルダー

と厚かましく考えているだけに、さてどこまで出来るものか？

--- WINC 代表幹事 中野秀男

## ソフトウェア工学実践の基礎

— 分析・設計・プログラミング —

落水浩一郎 著

日科技連 刊

ソフトウェア会社に就職してまだ何年にもなっていない私が、今回落水先生の著書を書評するという大胆な機会を得ました。世の中にはいろいろなソフトウェア設計の方法があることは知っていますが、正直いって、その1つ1つについては、まだにはっきり理解できません。また、CASE ツールも、いくつか触ってみました。高価なお絵かきツールには見えなかったものもありました。

さて、会社に就職したあと、現実のソフトウェア開発方法をよく知らなかった私は、何冊かのソフトウェア設計の本を手にとって見ました。どれも、世の中にある方法論や設計法を入門的に解説しているものばかりで、自分自身がどれを利用していいのかわかりません。毎年、偉い先生方が新しい方法を提案されているようですが、現実のプロジェクトの状況に照らしてみるとどれももうひとつで、迷ってしまいます。中には決して実現されそうもないモデルもあるようですし、ひところ学界で話題になったプロセス・プログラミングなどは、ただの大風呂敷かもしれないと、ふと考えたりもしました。

話がそれてしまったので元に戻します。このような状況で、落水先生の書かれたこの本に出会いました。これは、日科技連から出されている実践ソフトウェア開発工学シリーズの1冊で、落水先生がこれまで、静岡大学および北陸先端科学技術大学院で行ってきたプログラミング方法論の講義をもとにして書かれたものです。この本の大きな特徴は、ありきたりの方法論を網羅的に紹介する本ではないということです。そのことは、次に示す目次構成からも明らかでしょう：

1. 構造と動作の抽象について
2. プログラミングとは意思決定の積み上げである
3. データを中心に部分をまとめると変更に強い

4. 「製本プログラム」の作成例
5. プログラム部分をカプセル化して読みやすくしよう
6. 問題の分析から自然にプログラム構造を導き出すには
7. 実世界をどのようにモデル化するのか
8. 日々の暮しに存在する情報のすべてが必要なわけではない
9. システムの振舞いをどのように定義するのか
10. 必要な情報をどうやって計算してくれるのだろう
11. C++ による実現の例
12. ソフトウェア作りに関する財産をどのように貯えるのか

実際的な問題を例として、構造化プログラミング、抽象データ型、オブジェクト指向プログラミング/分析/設計などの考え方が次々に紹介されています。最初に、構造化プログラミングを紹介して、次に構造化プログラミングの欠点を議論し、同じ問題を使って、データ抽象の概念を導くというような構成になっています。そして、さらに、大きな例題を紹介して、このような概念の必要性を説いています。

抽象データ型およびオブジェクト指向プログラミングの章では、C++ を用いて、今までのアルゴリズム中心の話から、データを中心とした話に移ります。ここまで読むと、再利用が可能なプログラムための知識が得られます。そして最後に、問題の分析、仕様の与えかたを導き出しています。ふつうの大学では、こういった分析は、まったくとっていいほどやられていないように思われます。

現在、プログラミングの世界では、オブジェクト指向の考え方が主流になっているようですが、この本は、プログラム設計の歴史を通して、そこにいたる道筋を解き明かしているといってもよいかもしれません。新しい方法論が開発されるのは、つねに既存の方法論における限界や問題点を克服するためでしょう。この本はそうした歴史的展望に立って、実用的なソフトウェア工学技法を紹介した本です。例題のプログラムも、擬似コードではなく、すべて、Pascal, C, C++ で簡潔に記述されています。

ソフトウェアの設計、具体化の仕事に携わっている私にとって、この本は、自分の頭の中を整理する上で非常に有益でした。私と同じようにソフトウェア開発の実務に携わっている人に、ぜひ読んでいただきたいと思います。きっとプログラム設計のやり方が変わるでしょう。「ソフトウェア技術者の実力は現実世界のさまざまな現象をモデル化できる力とメカニズムの抽象ができる力に裏打ちされる」というまえがきの中のことは、なるほどそうだと実感させられました。ただし、本書を読むには、最低 C 言語と C++ の知識が要求されます。

最後に敢えて問題点を上げると、Pascal で実際のプログラムを書くのはちょっと時代遅れの感があります。落水先生がお若いころは Pascal が主流だったかも知れませんが、さすがに今では Pascal は教育の場でも、ほとんど使われていません。Pascal の部分を削って、値段を下げていただけるといいなと思いました (!?)。

[書評子 C]

ソフトウェア マネジメント モデル入門  
— ソフトウェア品質の可視化と評価法 —

山田茂 高橋宗雄 共著  
共立出版 刊

ソフトウェアの本質は、記号および数字を用いた現実世界のモデルである。しかし、にもかかわらず、プログラマの多くは、単にキーボードに向かってハッキングしたり、どうでもよいコーディング・テクニックに熱中したりするだけで、モデル化や定量化の方法論には滅法弱いように見受けられる。

特に、統計的な手法は、プログラマたちにとって、アキレスのかかと(またはジークフリートの枯れ葉の場所)みたようなものであろう。試みに、かれらを相手に連想ゲームをやってみたまえ。統計という問いかけに対しては、せいぜい平均・分散・標準偏差といった初歩的記述統計の用語しか返って来ないのである。推測統計学はプログラマには似合わない、初めから決め込んでいる人間がほとんどである。これでは、プロジェクトの計画や運営がうまく行かないのも当然だと思われる。

本書は、そうした弱点を持つ世のソフトウェア技術者/管理者のために、さまざまな計量モデルにもとづくマネジメントの方法論を概説した入門書である。全体の構成は次のようになっている:

1. ソフトウェアのプロジェクト管理
  - ソフトウェアの開発技術
  - ソフトウェアの開発管理
  - ソフトウェアの品質管理
  - ソフトウェアメトリクス
2. ソフトウェアプロジェクトの見積りモデル
  - 開発規模の見積り
  - 開発工数の見積り
  - 開発進捗度の予測
3. ソフトウェア設計評価モデル
  - モジュール構造の尺度
  - 設計レビューの尺度
4. ソフトウェア複雑性モデル
  - ソフトウェアの複雑性

- プログラムの複雑性メトリクス
- プロセスの複雑性メトリクス
- 5. ソフトウェア信頼度成長モデル
  - ソフトウェア信頼性の計測と評価
  - ソフトウェア信頼性モデル
  - 代表的なソフトウェア信頼性成長モデル
  - モデルパラメータの推定
  - 信頼性データ解析手順と信頼性評価例
- 6. ソフトウェアプロセス改善モデル
  - プロセス成熟度モデル
  - GQM パラダイム
  - メタモデル

私の周辺にいるプログラマやソフトウェア・マネージャたちに本書を読ませてみた場合、かれらの読後第1声は、おそらく「現実はこのモデルとは一致しない」ということであろう。モデルはあくまでモデルでしかない。そのことを人びとはいまだに理解できないのだ。それは、かれらの作るプログラムが現実の対象システムとびったり重なり合わないのと同じことである。道具としてのモデルをどうやって使いこなすかは、あくまでわれわれ人間の側の知恵いかにかかっているのであって、決してモデルの側の責任ではない。

そのことを最終的に悟れるか否かで、ソフトウェア技術者としてのあなたがガキっばいハッカー時代を卒業して、1人前の大人のエンジニアまたはマネージャになれるかどうかが決まるのである。

[書評子 D]

**ソフトウェアの衝撃**  
**危機をチャンスに変える**  
**ソフトウェアとの上手なつきあい方**

R. プレスマン S. ヘロン 共著  
 岡田正志 佐々木善郎 共訳  
 自然社 刊

この本は SEA のメンバのようなプロフェッショナルのために書かれたものではなく、コンピュータとの付き合いの薄い素人衆向けの一般書である。「現代生活のあらゆる分野に浸透しているソフトウェア・テクノロジーを十分に理解すれば、それがもたらす衝撃をプラスに変え、自分たちの運命を自らの手で支配することができるようになる」というのが、原著者たちの読者へのメッセージである。

共著者の1人であるプレスマンは、日本でも翻訳されたソフトウェア工学入門テキスト(ソフトウェア・エンジニアリング序説)を書いたプロのコンサルタントである。ダウンサイジングやオープンシステムの嵐が吹きあれ、これまでは思ってもいなかった一般人たちとの接触の機会が増えつつある今日、そうした第3種接近遭遇時におけるコミュニケーション・マニュアルの一種として、われわれソフトウェア・プロフェッショナルにとって役立つ書物であろう。

内容は次のような構成になっている:

1. 今日と明日
  - ソフトウェアへの社会的関心
  - 21世紀のソフトウェア
  - 直角結合
2. 起源
  - コンピュータソフトウェアの歴史
  - 現代テクノロジーの推進力
3. 文化、共同体、創造
  - 企業文化
  - ソフトウェアにたずさわる人々
  - ソフトウェアの品質を高める
4. ソフトウェアを活用する
  - 購入と製作
  - 明日のソフトウェア・ユーザ

アメリカ産のこの種の本の例にもれず、たくさんの実例やエピソードがあちこちにちりばめられ、読み物として楽しく読めるように工夫されている。R. ローガンの手になるイラストも数多く挿入されているが、そのスタイルは、残念ながら書評子の趣味とはあまり一致しない。つまり説明的なイラストの域を出ず、独立した作品としての機知や風刺が弱いように感じられる。

こうした一般人向けの書物は、当然のことながら十分に読者のことを意識して書かれている。したがって、本書のような翻訳物をわれわれが読む場合の面白さは、

- (1) 著者が設定したプロ・アマ対比の図式が自分の頭の中のそれとどうちがうか?
- (2) アメリカの一般社会の常識と日本社会のそれとのズレがどの程度か?

の2点であろう。その両方の意味で、おもしろい本である。ぜひ一読をおすすめしたい。

[書評子 E]



**ソフトウェア技術者協会**

〒160 東京都新宿区四谷3-12 丸正ビル5F  
TEL.03-3356-1077 FAX.03-3356-1072