

# プログラムとアルゴリズムの高性能化

## 工学部情報工学科 金子研究室

### 学習支援システム

#### SIGMA – 英単語学習支援システム

教材の材料を投稿  
・作りたい教材の単語 "slowly"  
・単語の意味 ゆっくり  
・画像や動画

"slowly"  
ゆっくり

材料を送信！

データベースから音声取得  
動画変換・教材の公開

みんなに公開！

変換

ユーザからの評価

"Yukkuri!"

"Funny!"

"What?"



SIGMA(シグマ)は英単語学習教材を手軽に作成・公開、そして教材の評価ができるシステムです。

教材作成者はSIGMAのサーバーに、「英単語」「単語の意味」「単語を説明する画像(映像)」を送信するだけで動画教材が自動的に作成・公開されます。

面白おかしい学習教材を作ってインパクトを与えながら英単語を覚えていきましょう。

### 相互結合網

#### 食べると超並列計算ができるパンケーキ??!!



図 1 20+パンケーキグラフの1つのノード(ポート)の?

#### ☆美味しいけど大きさがばらばらだった

とあるレストランでは、とても美味しいパンケーキをつくるシェフがいた。しかし、美味しさを追求したあまり、そのパンケーキの大きさはいつもばらばらだった。パンケーキを運ぶウェーター達はせめて大きさの順に並んで提供したいと思った。しかし問題はパンケーキを手で触ってはいけない。

積み上げられているパンケーキに対して、整理のために、彼らにできることは、フライ返しを利用してある位置から上までのパンケーキをひっくり返すことだけであつた。(前置反転操作)

彼らは効率的にこの作業を行うため図を書いてみることにした。これがパンケーキグラフの誕生である。(少し事実と異なることもあります。)

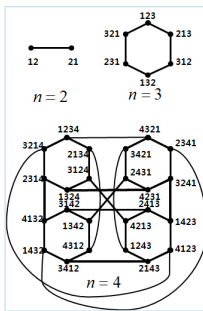


図 2 パンケーキの枚数が2, 3, 4枚の場合

#### ☆パンケーキと超並列計算システム?

● 近年、非常に多数のプロセッサを結合した超並列計算システムに関する研究が非常に熱心に行われている。しかし、多数のプロセッサの結合や通信ポートの構築を効率的に行うことはとても困難である。そのため、超並列計算システムの位相を与えることができる相互結合網に関する研究が盛んに行われている。パンケーキグラフもこのような結合網の一つである。

#### ●パンケーキグラフの定義

- $a = a_1 a_2 \dots a_n$  を、 $n$  個の記号  $1, 2, \dots, n$  からなる任意の順列とする。整数  $i$  ( $2 \leq i \leq n$ ) と順列  $a$  に対し、 $P_i(a) = a_1 a_2 \dots a_{i-1} a_{i+1} \dots a_n a_i$  が成り立つ時、 $P_i(a)$  を前置反転操作といふ。
- $n$ -パンケーキグラフは  $n$  個の記号  $1, 2, \dots, n$  で構成できるすべての順列からなる  $n!$  個の頂点を持つ。
- $n$ -パンケーキグラフは任意の頂点  $a$  に対して  $P_i(a)$  ( $2 \leq i \leq n$ ) で表現できるすべての頂点への辺をもち、それ以外の辺は存在しない。

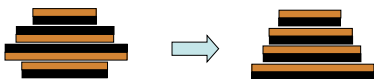
### 焦げたパンケーキグラフの研究

計算機の処理能力向上は並列化技術に支えられています。近年では、スーパーコンピュータなどの超並列計算機が熱心に研究されています。相互結合網は、超並列計算機を構成するための位相であり、メッシュやハイパーキューブや焦げたパンケーキなどの様々な位相が提案されています。焦げたパンケーキグラフは、次数に比べて多くの節点を結合できます。しかし、焦げたパンケーキグラフには多くの未解決問題が存在します。例えば、最短経路問題や節点集合間の互いに素な経路選択問題などが挙げられます。

#### ～君はビル・ゲイツを越えられるか～

#### Q 最短経路問題

片方が焦げた  $n$  枚の大きさの異なるパンケーキが積まれています。この焦げたパンケーキを、焦げていない面を上にして、大きさの昇順に並べたいと思います。ここで、一番上のパンケーキから順番に  $n$  枚のパンケーキを反転する操作のみを許可したとき、並べに必要な最小の操作数は何回になりますか。



A. ゲイツらの提案アルゴリズムでは、 $2n-2$  回になります。現在、提案されているアルゴリズムでは  $2n$  回で可能です。もっと少ない回数で可能だと考えられた方は教えてください。

### ROUTING IN HIERARCHICAL CUBIC STRUCTURES

Dual-cubes have the interesting property that they can connect many nodes while retaining the number of links per node small.

Metacubes are a generalization of dual-cubes. Where dual-cubes separate their nodes into 2 classes, metacubes  $MC(k, m)$  are using  $2^k$  classes, increasing again the number of nodes embodied compared to a dual-cube of the same degree.

Our researches include solving multicast problems inside such hierarchical structures in polynomial time while minimizing the paths length.



### 言語処理系

#### 耐故障関数型言語処理系の実現

Design and Implementation of Dependable Functional Language Interpreter

#### ソフトウェアによるメモリの耐故障性付加

コンピュータに欠かすことのできないメモリは、半導体技術の進歩に伴って、容量が増え、アクセス速度も向上しています。しかし、メモリは物理的な特性から、故障のリスクが常に存在しています。本プロジェクトでは、ソフトウェアによるメモリの耐故障性付加を実現しています。

#### 関数型言語のメタト

関数型言語は、変数や状態を持たないという特徴があります。これは、プログラムの実行結果が、入力値のみによって決定されるという点で、非常に信頼性が高いです。本プロジェクトでは、関数型言語のメタトを実現しています。

#### 耐故障型言語インプリタ・故障シミュレータ

耐故障型言語インプリタは、関数型言語のプログラムを実行するためのソフトウェアです。故障シミュレータは、プログラムの実行中に発生する故障をシミュレートするためのソフトウェアです。本プロジェクトでは、耐故障型言語インプリタと故障シミュレータを実現しています。

#### 故障シミュレーションと性能

故障シミュレーションは、プログラムの実行中に発生する故障をシミュレートするための技術です。性能は、プログラムの実行速度やメモリ使用量などの指標で評価されます。本プロジェクトでは、故障シミュレーションと性能の関係を調査しています。

#### 故障シミュレーション・実行時間比較

