

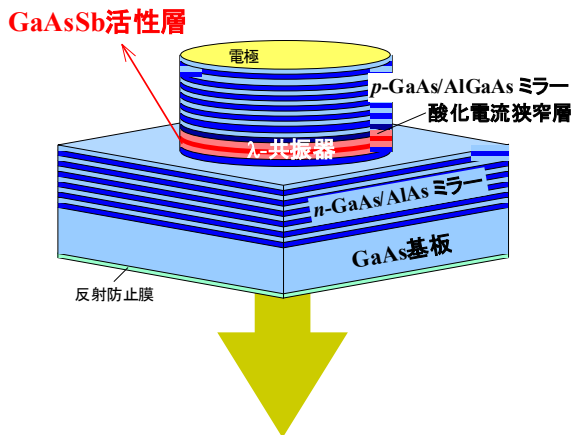
GaAsSb 系長波長面発光レーザ

低消費電力光インターコネクション

光インターコネクション NEC 研究室

成果の内容

世界トップ性能の波長 $1.3\mu\text{m}$ で発振する面発光レーザを量産性に富む方法で実現した。



成果の意義

並列分散コンピューティングにおける光インターコネクションは、伝送速度の高速化、大容量化に伴い、近年益々重要になってきている。この光インターコネクションのキーデバイスとして、VCSELがあるが、電子回路のCMOS化、データの大容量化の要求から、低消費電力で、かつ、大容量伝送可能なVCSEL開発が重要である。そこで、光インターコネクションNEC研究室では、こうした広帯域で低消費電力な光インターコネクションに不可欠な要素デバイスとして $1.3\mu\text{m}$ 帯のVCSEL開発を行った。今回、開発に成功した長波長VCSELの意義を以下に列举する。

- ・ 光ファイバーの広帯域性を利用可能な長波長帯 ($1.3\mu\text{m}$ 帯) で動作するため、広帯域・大容量(～数百Gbps)な光インターコネクションが可能。
- ・ VCSELの大きな特長の一つである低コスト性を実現するために、GaAs基板上の一回積層でデバイス層構造を形成できる技術を開発した。これにより、量産性が飛躍的に増大し、低コスト化 (～1/10以下) が可能となった。
- ・ 発振波長が長波であるため、目に対する安全性

(アイセーフティ) が向上し、伝送システムの構成が単純になる。

- ・ レーザ発振時の電圧が下げられるため、低消費電力化が可能であり、アレイ化に有利。

技術的ポイント

これまで高反射率な多層反射膜 (DBR) ミラーと長波長で発光する活性層との適切な組み合わせがなかったことが、長波長 VCSEL の実現を困難なものとしていた。今回、世界トップレベルのデバイス特性を実現した技術的ポイントをこの観点から列举する。

- ・ 活性層として歪みGaAsSbを $1.3\mu\text{m}$ 発光層に提案し、成長技術の高度化により、結晶欠陥の少ない活性層を実現した。
- ・ DBRミラーとして、GaAs / AlGaAs系ミラーを用い、低光ロス、低電気抵抗化設計、及び高精度成長技術を開発した。
- ・ この組み合わせにより、GaAs基板上の一回積層でデバイス層構造を形成可能となった。
- ・

デモンストレーション

展示では、長波長 VCSEL の長所 (従来の端面発光レーザとの比較) やその期待される適用領域、所要スペックなどについて説明し、今回開発した GaAsSb 系長波長 VCSEL のデバイス特性を、パネルを用いて説明します。またブースでは、開発致しました長波長 VCSEL を静展示致します。より詳しい開発技術 (成長技術、デバイスプロセス技術、デバイス構造等) に関しては PC を用いて説明致します。

問合せ先

光インターコネクション NEC 研究室
菅生 繁男 s-sugou@bx.jp.nec.com
Tel. 0298-50-1174, Fax. 0298-56-6140

InGaAs 基板長波長半導体レーザ

光インターコネクション用低電圧動作面型レーザ

光インターコネクション富士通研究室

成果の内容

新しい半導体基板を用いて、高性能の $1.3\mu\text{m}$ 帯活性層（発光層）を装填した優れた温度特性の $1.3\mu\text{m}$ 帯レーザと、 $1.3\mu\text{m}$ 帯面発光レーザの要素技術を開発した。面発光レーザに必要な不可欠である高反射率の DBR 反射鏡を実現した。

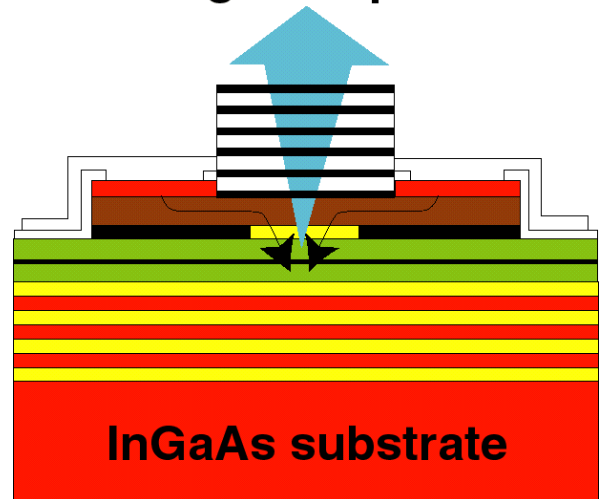
成果の意義

- ・まったく新しい材料技術を用いることにより、 $1.3\mu\text{m}$ 帯の高性能の活性層と、99%以上の反射率を持つ DBR 反射鏡を一括成長で得る。
- ・従って、従来技術では不可能な高性能の $1.3\mu\text{m}$ 帯面発光レーザを提供することができる。
- ・光インターコネクションシの実現には低電圧駆動の面発光レーザが欠かせない。
- ・ビルトイン電圧の低い $1.3\mu\text{m}$ 帯で発光する面発光レーザによって低消費電力の光インターコネクションが可能である。

技術的ポイント

- ・従来、半導体レーザは InP もしくは GaAs 基板上に作製するが、本研究ではまったく新しい InGaAs 3 元混晶基板を用いる。
- ・InGaAs 基板上には $1.3\mu\text{m}$ 帯で発光するポテンシャルが深い歪量子井戸が形成できるので、InP 系材料より光学利得の大きい活性層が実現できる。
- ・屈折率差の大きい材料を選択できるので、高反射率の DBR 反射鏡を InP 基板上よりも容易に作製できる。
- ・InGaAs 3 元基板上への高性能歪量子井戸の作製技術を開発し、 $1.3\mu\text{m}$ 帯ストライプ型レーザを作製した。作製したレーザは 148 A/cm^2 の低いしきい値と、100K 以上の高い特性温度（レーザの温度特性の指標で、高いほどしきい値の温度変化が小さい。InP 系レーザでは 70K 程度が典型的な値である。）を達成した。

Light output



- ・InGaAs 基板上に作製した 25 対 InGaAs/InAlAs 多層膜 DBR 反射鏡は波長 $1.3\mu\text{m}$ において 99.5%以上の反射率が得られた。この値は面発光レーザのレーザ発振に十分な値である。
- ・低電流動作を目指し、InAlAs 選択酸化による電流狭窄構造の作製技術を開発した。

デモンストレーション

InGaAs 基板上に作製した半導体レーザを展示する。また、InGaAs 基板を用いる利点、レーザ特性等の実験結果を別パネルにおいて展示する。

問合せ先

富士通株式会社 厚木分室
((株) 富士通研究所 フォト・エレクトロニクス研究所 フォトノベルテクノロジー研究部内)
菅原 充 (msuga@flab.fujitsu.co.jp)
大坪 孝二 (otsubo.koji@jp.fujitsu.com)
Tel. 046-250-8252, Fax: 046-248-5193

パッシブアライメント面発光レーザアレイモジュール

無調芯型面発光 LD モジュール

光インターコネクション古河研究室

成果の内容

1 チャンネルあたり 3.125Gb/s 以上の動作が可能で、低消費電力動作する p 基板を用いた 10 チャンネル 980nm 面発光レーザ (VCSEL) アレーおよびこの VCSEL アレーと 10 芯テープファイバを無調芯で直接光結合するモジュール (図 1) を開発した。

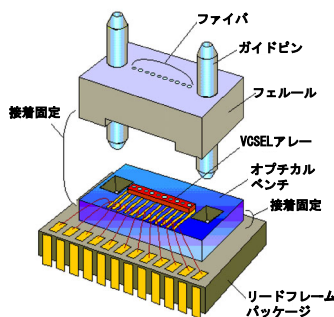


図 1 無調芯型 VCSEL アレーモジュールの概念図

成果の意義

- ・ VCSEL アレーとテープファイバを直接光結合するパッシブアライメント方式の開発、および、プラスチックパッケージを用いたモジュールの開発によりモジュールの低コスト化が可能となる。
- ・ 低しきい値・低電圧動作 VCSEL アレーの開発により、モジュールの低消費電力化が可能となる。
- ・ p 基板を用いた 980nm VCSEL アレーの開発により、バイポーラトランジスタを用いた高速変調用レーザアレードライバの使用が可能となり、大容量データ伝送を持つ光インターコネクションが可能となる。

技術的ポイント

- ・ バイポーラトランジスタ駆動回路を用いた高速変調用レーザアレードライバ (アノード共通) を使用するために、p 基板を用いた酸化電流閉じ込め型 980nm VCSEL アレー (アノード共通) を開発し、低しきい値・低電圧動作で、かつ、1 チャンネルあたり 3.125Gb/s 以上の動作が可能な 10

チャンネル VCSEL アレーを実現した。

- ・ テープファイバを挿入した MT コネクタとコンパクトなガイドピン穴およびファイバ穴を持つプラスチックフェルールと VCSEL アレーを搭載したシリコン実装基板を用い、フェルールのガイドピン穴とシリコン実装基板上の形成した溝にピンまたはボールで位置合わせし、透明樹脂で固定することで、ファイバと VCSEL を光らせることなく直接結合を実現するパッシブアライメント方式を開発した。
- ・ 作製した 10 チャンネル VCSEL アレーモジュールで 1 チャンネルあたり 2.5Gb/s の動作を実現した。

デモンストレーション

- ・ PC を用いて、開発した 10 チャンネル VCSEL アレーの構造、作製プロセス、特性について説明する。また、パッシブアライメントモジュールの設計概念、実際に開発したモジュールの構造 (図 2)、組立て手順、静特性および伝送特性について説明する。
- ・ プロトタイプのパッシブアライメント 10 チャンネル VCSEL アレーモジュールを静展示する。

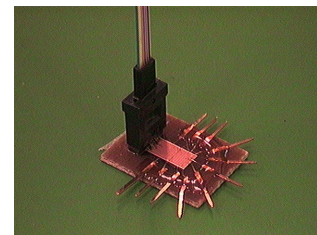


図 2 プロトタイプ VCSEL アレーモジュール

問合せ先

古河電気工業株式会社
横浜研究所半導体研究開発センター
内山誠治
e-mail: uchiyama@yokoken.furukawa.co.jp

GaInNAs 長波長半導体レーザー

大容量データバス用光インターコネクション

光インターコネクション日立研究室

成果の内容

次世代の大容量・高密度光インターコネクションへの応用を目指して、新レーザー材料 GaInNAs を開発した。そして、発光波長が $1.3\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザーへ応用した。

GaInNAs レーザーは次の特徴を有している。

- a. 光学利得が大きく、高速動作が可能
- b. 深い量子井戸により、温度特性に優れる
- c. $1.3\mu\text{m}$ 帯シングルモードファイバーの使用により長距離伝送が可能
- d. 面発光レーザーへ適用が可能
- e. 大口径で安価な GaAs 基板を使用できるので量産性および低価格化で有利

従って、本レーザーは次世代光インターコネクション用光源として有望である。

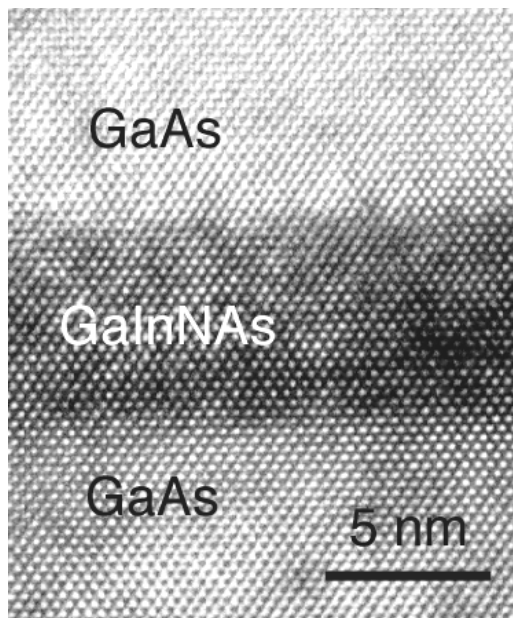


図1 透過電子顕微鏡を用いて観察した GaInNAs/GaAs 量子井戸活性層の格子像

成果の意義

高性能で安価な次世代光インターコネクション用光源が実現可能になる。例えば、現在世界最速クラスの RHiNET 用光ネットワークスイッチの伝送速度は約 1Gbps/ch であるが、本技術開発により近い将来 10Gbps/ch への向上が期待できる。

技術的ポイント

1. GaInNAs 結晶の作製技術の開発

窒素原料にプラズマで励起したラジカル窒素を使用する分子線エピタキシー法を開発した。成長条件などの最適化により、従来材料の GaInAs と同等の品質を有する GaInNAs 結晶の作製に成功した。

2. 半導体レーザーへの適応性の実証

新材料の物性を調べるとともに、実際の半導体レーザーに適応して、高速特性、温度特性、波長安定性、信頼性などで従来の $1.3\mu\text{m}$ 帯レーザーと同等以上の特性を確認した。

デモンストレーション

GaInNAs 半導体レーザーを超高速で動作させて、アイパターンを示す。

問い合わせ先

(株) 日立製作所
中央研究所
オプトエレクトロニクス研究部
近藤 正彦
e-mail kondow@crl.hitachi.co.jp

ファイバ回折格子レーザモジュール

波長多重型光 LAN

光インターコネクション住電研究室

成果の内容

1) ファイバブラッグ回折格子 (FBG) を外部共振器に用いた波長多重 (WDM) 用半導体レーザ (FGL) モジュールを開発。

12.5GHz (0.1nm) – 25GHz (0.2nm) 間隔の超高密度 WDM 伝送実験 (2.5Gbps 直接変調、300km) に成功。

2) 通常用いられている DFB レーザに較べて、波長変動を約一桁抑えた FGL を開発。温度制御不要の高密度 WDM 用 FGL を、初めて実現。

同軸型パッケージを採用し、低コスト、低消費電力、小型の FGL モジュールを作製。

成果の意義

1) FGL は、発振波長の温度安定性に優れ、駆動電流依存性も小さいため、波長多重度をさらに増やすことが可能であり、大容量 WDM 用光源に最適。

2) レーザモジュール内の半導体素子の温度調節を行うことなく、高密度 WDM が可能。無温調同軸型 FGL モジュールにより、低コスト、小型 WDM システムが実現できる。

技術的ポイント

FGL は、外部共振鏡に波長選択性のある FBG を用いた単一波長レーザである (図 1)。

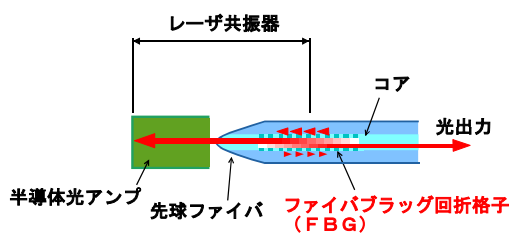


図1 FGLの原理

FGLの発振波長を決めるFBG回折波長の温度依存性が小さいため (10pm/°C)、温度変化に対して発振波長が安定である (図2)。

経時変化による駆動電流の変化に対しても、波長変動は、DFBレーザの約1/10以下と小さいことが分かった。

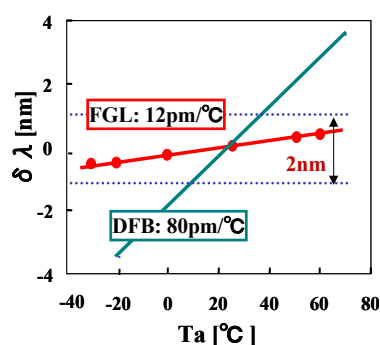


図2 FGLとDFBモジュールの波長安定性の比較
 T_a : 環境温度 (モジュール無温調下)

デモンストレーション

超高密度 WDM 用 FGL モジュール (図3a)、無温調同軸型 WDM 用 FGL モジュール (図3b) を展示。また、技術資料も展示。

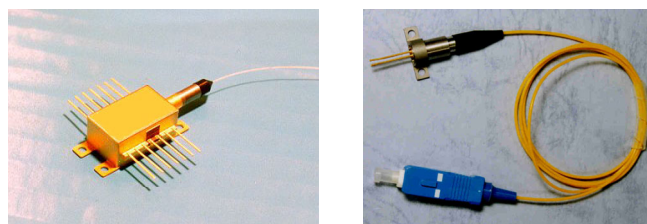


図3a 超高密度 WDM 用 FGL モジュール (左)

図3b 無温調同軸型 WDM 用 FGL モジュール (右)

問合せ先

〒244-8588 横浜市栄区田谷町1
住友電気工業(株)、光電子部品研究部
加藤隆志

e-mail : kato-takashi@sei.co.jp

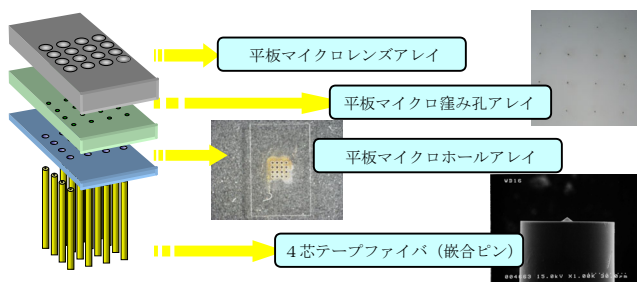
マイクロホールアレイ

空間分割多重光インターコネクション

光インターコネクション日板研究室

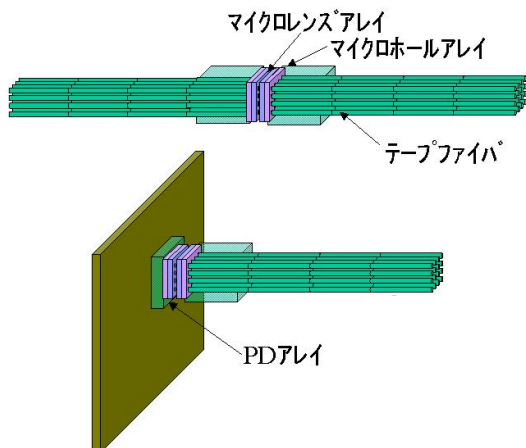
成果の内容

孔径とテーパ角ばらつきを低減した平板マイクロホールアレイと、平板窪み孔アレイとそれに嵌合させる嵌合ピンを端面に持つ光ファイバを試作し、ピッチ 0.25mm 間隔、4x4 に二次元配列した 16 チャンネル空間分割多重光インターコネクションのプロトタイプを開発した。またプロトタイプレベルでの結合効率ばらつきやチャンネル間クロストークばらつきを低減し、ボード間、ボード内光接続に有効であることを示した。



成果の意義

二次元配列でチャンネルごとの光軸調整フリー、かつ、同一構成の光学プラットホームを用いて、拡大結合光学系からコリメート光学系まで対応可能な高密度の空間分割多重光インターコネクションを実現した。

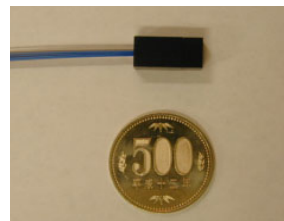
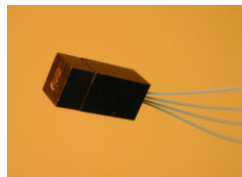
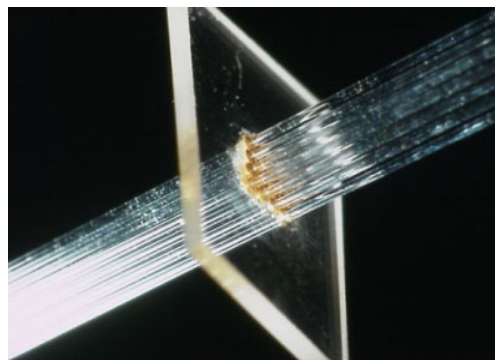


技術的ポイント

これまでのV溝を用いた一次元配列の並列光インターコネクションの応用では不可能であった、二次元に高密度に配列した空間分割多重光インターコネクションを高精度のマイクロホールアレイを用いて実現した。

デモンストレーション

平板マイクロレンズアレイと平板窪み孔アレイ、平板マイクロホールアレイからなる自己調心機能をもつユニットに、嵌合ピンを端面に持つ光ファイバをパッシブ結合させた、ピッチ 0.25mm 間隔、4×4 配列 (16ch) の二次元配列空間分割多重光インターコネクションのプロトタイプとその構成部品を展示する。



問合せ先

TEL : 0298-47-8681

FAX : 0298-47-7748

e-mail : KenichiNakama@mail.nsg.co.jp

極低スキューファイバリボン

スキュー低減型多心高速伝送路

光インターコネクションフジクラ研究室

成果の内容

並列光伝送において、伝送路であるファイバリボンのスキュー特性(ファイバ間の伝送時間のばらつき)は、システムの性能を左右する重要な伝送特性のひとつで、低スキュー化が要求されています。本研究では、優れた伝送特性を有し(マルチモードファイバを用いたファイバリボンでスキュー 0.43ps/m を実現:従来の低スキューファイバリボンの $1/2\sim 1/4$)、曲げやひねりにも強い、新構造のすだれ型ファイバリボンを開発しました。

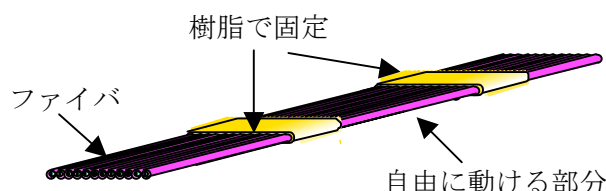


図1 新構造(すだれ型)ファイバリボンの概念図

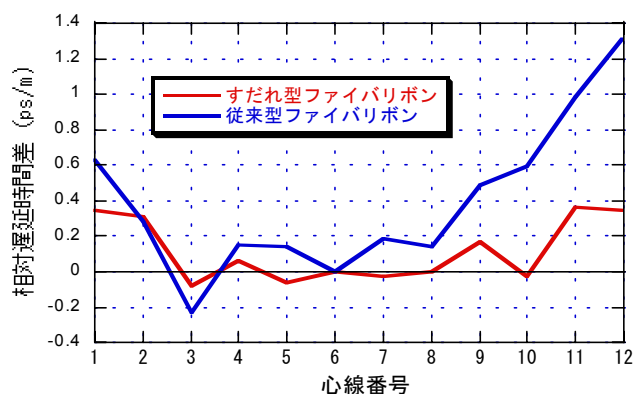


図2 すだれ型と従来型ファイバリボンのスキュー比較

成果の意義

伝送路のスキューが単位長さあたり約 $1/4$ に減少した結果、比較的長距離の並列光伝送が可能になりました。今まではせいぜい隣の部屋までしか実用化できなかった光ファイバ並列伝送システムが、建物内のフロア間、さらにはビルとビルの間でも適用可能になりました。

技術的ポイント

- ファイバを間欠的に樹脂で固定。
→ファイバリボン製造時に個々のファイバに加わる歪が小さく、低スキュー化しやすい
- 樹脂で固定されていない部分はファイバの自由度が大きい。
→ファイバに曲げやひねりが加わっても、スキュー変動の原因となるファイバ自身への引っ張り及び圧縮応力がほとんど生じないため、スキューの劣化がない。

デモンストレーション

すだれ型ファイバリボンの特徴である、外力に対してしなやかであるということを理解いただくために、通常ファイバリボンとすだれ型ファイバリボンとを展示し、自由に手で触ったり、曲げたりひねったりすることにより、外力の影響がいかに緩和されているかを感じ取っていただきます。

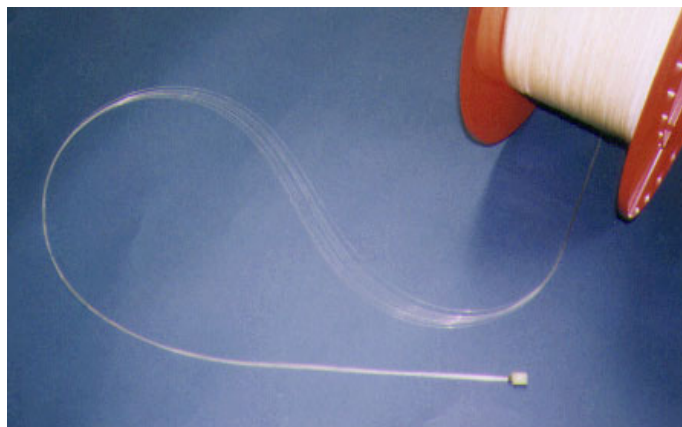


図3 すだれ型ファイバリボンの外観

問合せ先

〒285-8550
株式会社フジクラ
光電子技術研究所 光プロセス研究部
社本尚樹
TEL 043-484-2197 Fax 043-481-1210
E-mail : shamoto@lab.fujikura.co.jp

チップ間光インターコネクション

高密度光バス

光インターコネクション沖研究室

成果の内容

コンピュータ本体、あるいは装置内のプリント配線ボード間、およびボード上に配されている CPU やメモリーなど LSI チップ間の光インターコネクションの実現する技術開発を行い、マクロ領域からミクロ領域に至るシームレス光インターコネクションを実現する技術的課題を解決した

成果の意義

- ・ コンピュータや各種装置内のプリント配線ボード間を多チャンネル高速光バスラインで結ぶことができるようになり、ボード間でのタイムラグを考慮しない装置設計が可能となり、複数ボードを積層した高性能アーキテクチャーを小さい体積で実現できるようになる。

- ・ チップ間を多チャンネル高速光バスラインで結ぶことができるようになり、LSI のピンボトルネックが解決され、高性能 CPU など LSI チップの性能を最大限活用できるようになるため、コンピュータの高性能化がさらに加速される

- ・ 複数 CPU が配されたプリント配線ボード内で、CPU 間が高速光バスラインで結ばれるようになるため、One-chip CPU のアーキテクチャーにとらわれない超高性能なコンピュータが実現されるようになる

- ・ 上記成果は、P C クラスターなどを構成する場合に用いる個々の P C 性能が著しく向上するため、P C クラスターとしての性能が飛躍的に進歩することが期待される。

技術的ポイント

- ・ 狭ピッチで多芯の光ファイバアレイを簡便に作成する技術を開発し、超小型光データ通信モジュールを開発した
- ・ プリント配線基板上に空間的に配された 2 つの LSI チップ間を数千本の光バスラインで結ぶため、光素子アレイをシリコン LSI 上へ一括集積する技術を開発し、光信号アレイを空間的に離れた 2 点間で転写する技術を開発した

デモンストレーション

1. 全体計画との関連を示す統一パネルおよび研究成果を具体的にわかりやすく解説するパネル 2 枚
2. ボード間光インターコネクションモジュールを用い、P C と外部記憶装置間でデータ転送をデモする動態展示
3. ボード間光インターコネクションで開発した、モジュールの静態展示
4. ボード内光インターコネクションの研究成果をわかりやすく解説するビデオ展示
5. ボード内光インターコネクションで開発した、光素子集積型 LSI チップと、回折光学素子を用いた光配線基板の静態展示
6. 発表論文のリプリント

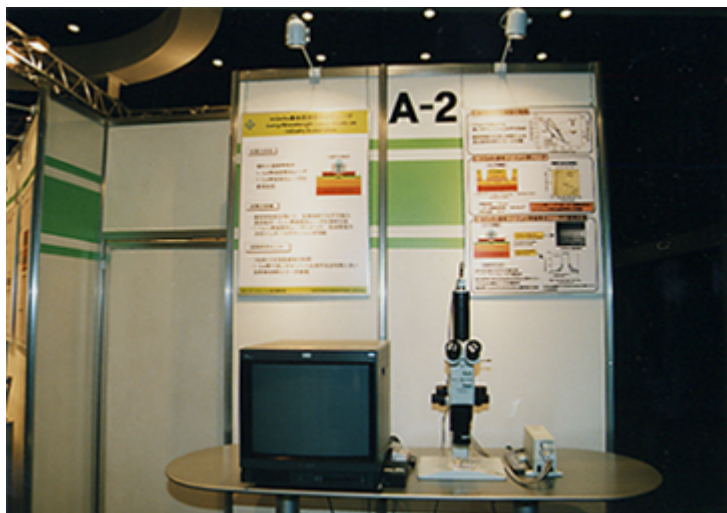
問合せ先

沖電気工業（株）研究開発本部
上條 健
kamijoh445@oki.co.jp

光インターコネクションNEC研究室



光インターコネクション富士通研究室



光インターコネクション古河研究室



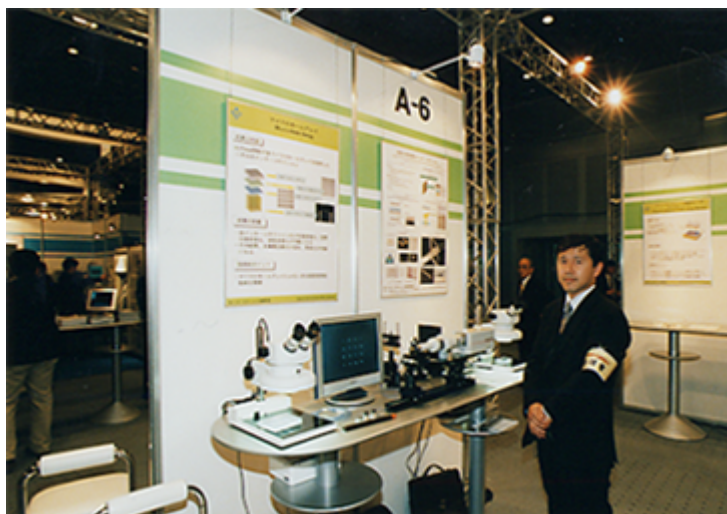
光インターコネクション日立研究室



光インターコネクション住電研究室



光インターコネクション日板研究室



光インターコネクションフジクラ研究室



光インターコネクション沖研究室



並列電力潮流解析システム

電力分野における並列情報処理技術

並列応用 MRI 研究室

成果の内容

電力自由化に伴い、その実現のニーズが高まると言われている電力系統のオンライン解析・制御に向けて、並列電力潮流解析システムを開発した。

成果の意義

この解析システムで用いられるアルゴリズムは、単一 CPU 向けに作られ、並列計算に向かない従来の電力潮流計算アルゴリズムより並列効果が高く、汎用の並列計算機において高いパフォーマンスが期待できる。このアルゴリズムを分散メモリ方式に適用した場合、米国西部系統に相当する 8436 母線の系統規模の計算で、単一 CPU の場合のおおよそ 11 倍 (32CPU) の計算速度を達成した。

今後、電力の自由化が進むにつれて、大規模な電力系統において運用・制御する中央給電システムにおいては、多数の事業者にとって、公平でかつ供給信頼度を落とさない系統運用をきめ細かく行うため、高速に系統状態を評価する解析ツールが必要となる。本研究で提案した、根本的に求解手法を見直す並列計算アルゴリズムの開発は、並列計算機を選ばずに並列効果を高める手段として極めて有用性が高い。

技術的ポイント

従来の電力潮流計算アルゴリズムの並列化は、高度なプロセッサ配置やタスクスケジューリング技術が必要とし、汎用的な並列計算機への適用には向かないものである。本研究では、並列化の効果が出やすい Krylov 理論による反復法である Bi-CGSTAB 法の採用により、共有メモリ方式・分散メモリ方式双方の汎用並列計算機いずれでも十分な性能が上がる、並列電力潮流計算アルゴリズムを開発した。また、さらに、過去に並列化の試みがほとんど成されていない、潮流計算の拡張アプリケーションである最適潮流計算についても斬新なアルゴリズムを開発した。

デモンストレーション

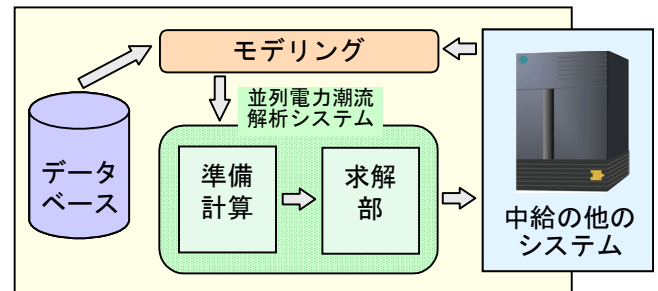


図1 並列電力潮流解析システムのオンライン利用

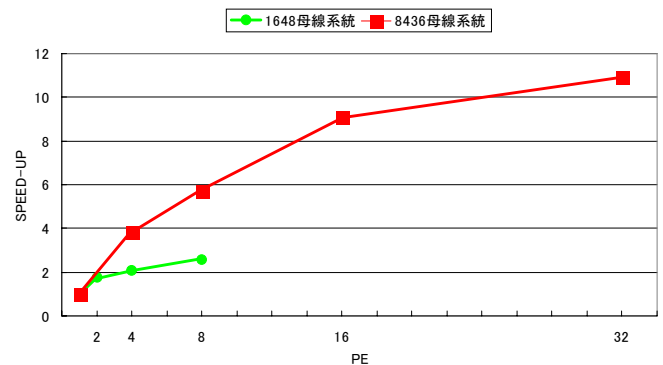


図2 分散メモリ機における並列効果

共有メモリ方式のワークステーション SUN Enterprise450 (4PEs) において、本研究で開発したアルゴリズムを採用した並列潮流計算・最適潮流計算プログラムのプロトタイプデモを行う。

デモでは、IEEE のベンチマーク系統などの系統モデルを用意し、そのモデルでの並列計算をデモし、その並列効果を示す。

問合せ先

株式会社 三菱総合研究所 情報環境研究本部
 システム政策部 諸住、黄、柏木
 電話：03-3277-0764 FAX：03-3277-3473
 e-mail：moro@mri.co.jp
 huang@mri.co.jp
 kashi@mri.co.jp

タンパク質立体構造予測

物理・統計融合型シミュレーション

並列応用三菱研究室

成果の内容

タンパク質立体構造予測は、アミノ酸配列という文字列情報から、その折り畳んだ構造を予測する問題である。例えば比較的小さい 100 個のアミノ酸の鎖からなるタンパク質でも、少なくとも 200 個の角度パラメータを動かして、タンパク質がより安定な構造をとるような組合せを探索しなければならない。本研究では、安定性の評価指標としてタンパク質立体構造データベースから得られる統計情報を従来の評価指標と併せて用いる仕組みを実現し、組合せ探索に新しい局所探索法を用いて高速化を実現し、両者を用いた立体構造予測システムを試作した。

成果の意義

昨今のゲノム解析法の発展により、タンパク質に関する情報は立体構造よりアミノ酸配列の方が高速かつ大量に得られる。この時間差のため、アミノ酸配列から立体構造を計算によって求めたいという要求が非常に高い。変数が多量であることを利用し、評価関数に集中的に多数の局所解のあるケースで従来法の 10 倍を超える性能を示す本研究成果は、この要求に応えるものである。

また、本研究はフィールドデータから統計的に得られる情報をシミュレーションのルールに組み入れる方式の一提案でもある。例えば、車ひとつひとつの挙動をルール化して全体の動作を見るミクロシミュレーションに、道路の交通量統計を組み込む方式としての応用が見込める。

技術的ポイント

タンパク質立体構造データベース PDB に、代表タンパク質チェーンデータベース PDB-REPRDB を用いてデータクリーニングを施した上で、構造を断片化し、多量の多次元無相関混合正規分布モデルに基づいてその断片の立体構造の傾向を抽出する。これを通常の物理的なポテンシャル関数と併用することによって、既知構造の増加に伴って進化する立体

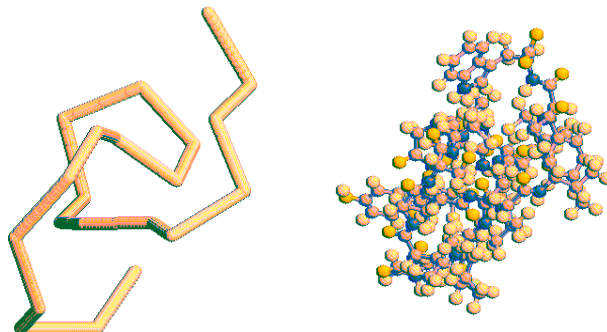
構造予測方式を実現する。

また、多量のパラメータを扱う関数の最適解探索問題について、実験計画法の一手法である直交計画法を用いて解探索方向を決定する直交計画局所探索法を考案し、高速化を実現した。

さらに、モデル計算と局所探索では、並列処理アルゴリズムの工夫により PC クラスタの分散環境において高速化を実現した。

デモンストレーション

アミノ酸配列を示し、その既知構造を表示する。原子を球で、原子間結合を棒で表示するタンパク質イメージ（下右図）と、アミノ酸の折り畳みを強調する主鎖イメージ（下左図）とを示す。



この両イメージについて、従来の折り畳み法であるシミュレーテッドアニーリング法による折り畳みの様子と、独自手法である直交計画局所探索法による折り畳みの様子とを表示する。これら計 3 種類 6 枚の絵から適宜選び、折り畳みの時系列に沿って順に表示し、随時回転させつつ対照を行う。

問合せ先

htanaka@isl.melco.co.jp

Tel: 0467-41-2062

Fax: 0467-41-2519

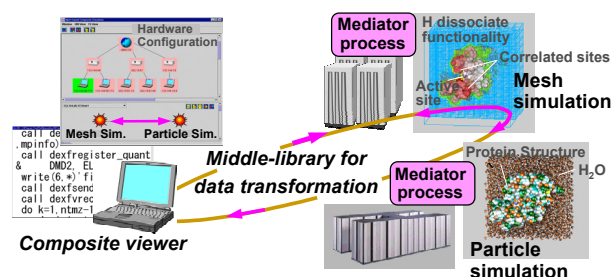
連成シミュレーション開発支援ツール

ヘテロニアスコンピューティング共通インターフェースソフト

並列応用日立研究室

成果の内容

科学技術計算分野では、単一のシミュレーションプログラムで解析不可能な物理現象を複合的に解析（連成シミュレーション）するニーズが高まっている。並列・分散環境下で、多様なシミュレーションソフトを連結するために、アプリケーションレベルの継ぎ目を隠蔽する技術を開発した。計算手法の異なるプログラムを効率的に融合する連成解析用ミドルウェアと連成解析の開発と実行を支援するビューアから構成された統合システムを構築した。



成果の意義

一般ユーザやベンダーの開発ソフトを有機的に連携し、複合的なシミュレーションを連成するツールとして有効である。原子領域からマクロな領域までの空間スケールの異なる現象に対応し、計算規模の拡大と計算精度の向上を両立させたマルチスケールな解析を実現する。ナノテクノロジー分野への応用が期待され、蛋白質の構造・機能相関を高精度に解析する新手法を実証し、次世代半導体素子の信頼性予測を世界に先駆け実現した。

技術的ポイント

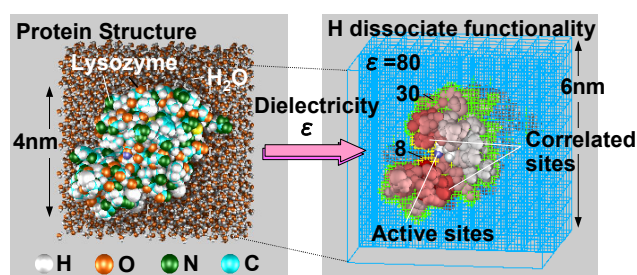
物理量を代表する粒子やメッシュ点といった異なる離散点間の相関関係（最近接、第1近接等）をユーザが自由に選択する統一的な結合法を提案している。連成解析用ミドルウェアの特徴を下記に示す。

- (1) 相関関係にある離散点を高速に探索し、離散点上の物理データを自動変換。
- (2) 一方向型や双方向反復型等の通信パターンに対応でき、送受信先を自動決定。

デモンストレーション

連成シミュレーションの具体例として、ナノテクノロジー分野に応用した2テーマ、(A) 蛋白質の構造・機能相関解析、(B) 極微細半導体素子の高速・高信頼性解析をアニメーションにより紹介する。

(A) では、蛋白質構造を高精度に解析する分子動力学計算とメッシュを用いて高速計算が可能な静電場解析を結合する。蛋白質高分子の誘電率を算出する新規モデルに基づき、分子動力学計算の商用ソフトを用いて算出した誘電率データを静電場解析に転送し、メッシュデータに変換後に静電エネルギーを計算する。酵素活性機能の重要な指標である水素解離エネルギーを世界最高レベルの精度で解析できる。酵素活性中心に作用する重要部位を高速に同定し、時々刻々変化する蛋白質の分子構造と水素解離エネルギーの変動との関わり合いを示します。



問合せ先

(株) 日立製作所 基礎研究所 何 希倫
 E-mail: Kirin-arl.Ka@c-net3.hitachi.co.jp
<http://www.rwcp.or.jp/activities/achievements/PA/hitachi/hp00ach.html>

商標検出システム

マルチメディアデータベースの並列分散処理

並列応用三洋研究室

成果の内容

大規模な画像データベースに対する検索を可能とする「画像内容検索技術」の実現を目指し、基本形状特徴を用いた独自の並列物体認識技術を開発しました。興味ある対象が画像中に含まれているかどうか、また画像中のどこに含まれているのかを検出する認識技術は、監視システムや画像データベース検索などの幅広い応用が期待されています。我々の開発した技術は、対象の輪郭線から得られる形状特徴を利用して認識を行なうものであり、本技術を並列計算機上に実装することにより、動画画像データから商標や標識などを高速に抽出することを可能としました。

成果の意義

例えば、サッカーの試合放映において、会場に設置されたスポンサー企業の商標がどれくらいの割合(時間・大きさ)で放映されたかを高速に測定することが可能となり、今までにない広告指標を提供する新しいシステムを実現できます。また、走行車輦に搭載し、道路標識を高速に認識することにより新たな運転支援システムの構築も可能となります。このように、特定画像の形状を高速に認識する技術は、モノクロ画像への適用も可能であり、映像を利用した様々な新しい応用展開を可能とする基盤技術として、セキュリティ分野や映像検索分野を始め、幅広い産業応用並びに民生応用が可能となります。

技術的ポイント

開発した物体認識技術は、対象の輪郭線から得られる形状特徴を利用します。輪郭線を直線と曲線で分割し、それらの間に存在する「角を成す」「滑らかに接続する」といった関係を用いて形状の局所的な特徴を表現します。このような形状特徴を、角度や長さなどの定量的な情報を用いず、定性的な特徴を用いて表現することにより、認識対象の拡大・縮小や回転、斜めから見た場合のような見え方の違いに

よる形状のゆがみに対して頑健な認識を可能とします。また、入力映像の画像内容の複雑さにより変動する負荷を効率良く並列処理するために、動的負荷分散を用いた並列処理により、動画画像からの高速な認識を実現しています。

デモンストレーション

動画画像データから指定された商標が含まれている画像フレームを抽出するデモンストレーションを行います。入力された動画画像データは PC クラスタで処理され、商標が含まれているか否かを示す数値(信頼度)の算出と、含まれている場合には商標の画像中での位置の検出が画像フレーム毎に行われます。これらの認識結果は、横軸をフレーム番号、縦軸を信頼度とするグラフにより表示され、グラフ上の任意の位置をクリックすることにより、その画像フレームでの認識結果を確認することができます。

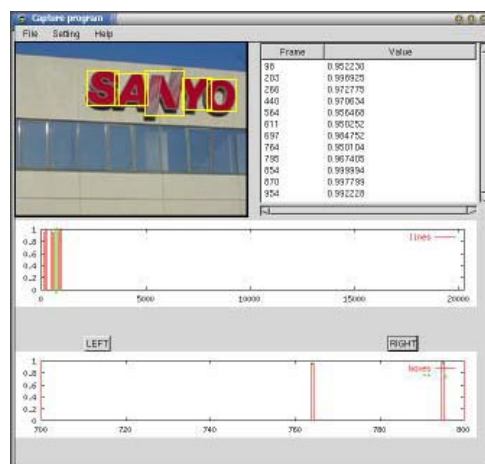


図 1：デモシステム外観

問合せ先

三洋電機(株) ハイパーメディア研究所
ヒューマンインタフェース研究部

担当：江見、大上

TEL：03-5803-3566 FAX：03-5803-3640

e-mail：{emi,oue}@tk.hm.rd.sanyo.co.jp

並列応用MRI 研究室



並列応用三菱研究室



並列応用日立研究室



並列応用三洋研究室



高速通信処理技術 Comet

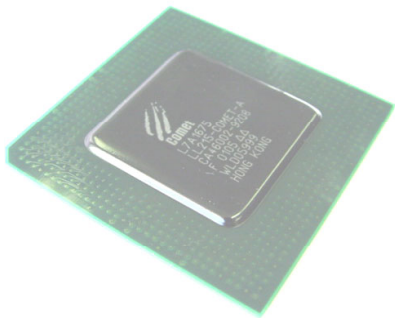
並列ネットワークサーバ

並列分散システム富士通研究室

成果の内容

高速かつ柔軟な通信プロセッサ Comet NP を開発

- ・高速、高機能を活かし、新しいインターネットアプリケーションをサポート



成果の意義

安全で速いインターネット実現で新応用を創出

- ◇高速のセキュリティ通信（ビジネス、医療、行政）
- ◇クラスタ計算機をインターネット技術で構築
 - ・汎用 PC、ネットワーク使用で最新の技術水準を安価に利用して最速の計算機を構築可能
 - ・インターネットを利用して世界規模のシステムを構築可能
- ◇教育、医療などの応用で不可欠な、高品質・双方向動画通信（TV 会議システム）実現

技術的ポイント

インターネットの通信処理ボトルネックを総合的高速化で解消し、Gbps レベルの速度を実現

- ◇ネットワークプロセッサ Comet NP
 - ・データ到着と同時にデータを内部の「機能ブロック」へ振り分け処理を実行。機能の柔軟性と高速性を達成
- ◇Comet NP を搭載したネットワークアダプタ
 - ・他の処理に邪魔されずに実時間性を必要とされる処理が可能（DV/IP など）
- ◇効率の良いデータ受渡し方式 Comet VIA
 - ・アプリケーションプログラムがネットワークアダプタに直接データ転送

高速処理を活かした高機能アプリケーションを試作

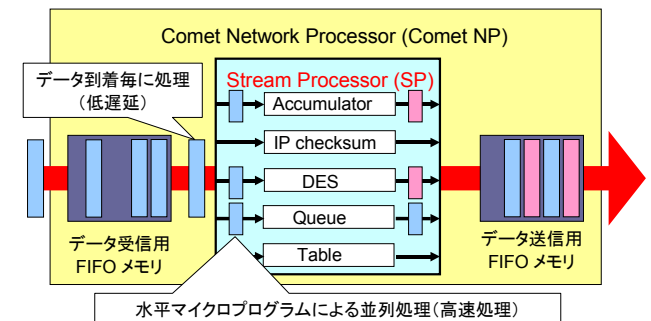
- ◇インターネットで PC クラスタ

- ・クラスタのシステムソフトウェアとして並列分散システムソフトウェアつくば研究室が開発した SCore-D を採用

- ・SCore-D 動作を目的に、通信ライブラリ PM を Comet に適合させた PM/Comet を開発

◇ デジタルビデオストリームをインターネットで双方向中継する Comet DV/IP

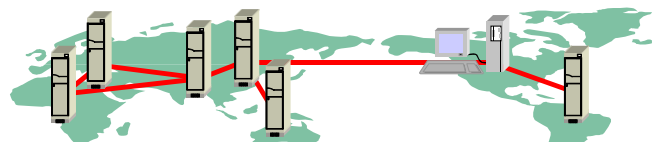
◇ ビデオストリーミングに対応できる高速 IPsec



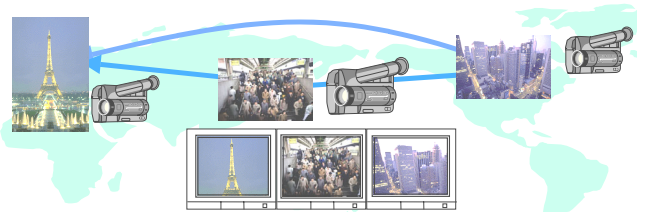
Comet NP 動作

デモンストレーション

- ・インターネットを用いた PC クラスタ



- ・高品質ストリーミングシステム Comet DV/IPsec
- ・デジタルビデオ画像を高速暗号化



問合せ先

富士通研究所 陣崎 明

TEL: 044-754-2627 FAX: 044-740-1026

email: comet@avalon.flab.fujitsu.co.jp

SORB による類似文書検索システム

サーバアプリケーションへの並列分散技術

並列分散システム住金研究室

成果の内容

クラスタ化と耐故障化を支援するミドルウェア SORB を開発することにより、既存のサーバアプリケーションを容易に高性能化できるようにしました。アプリケーションとして類似文書検索ライブラリの K-Tech Search II を利用し、類似文書検索システムの構築を行いました。

成果の意義

柔軟な検索であるが故に処理が複雑な類似文書検索を並列化により高速化しています。加えてクラスタ構成を冗長にすることで耐故障化しています。SORB を利用することで、既存アプリケーションのクラスタによる高性能化が短納期／低コストで行えます。さらに、SORB の Java RMI ライクなインターフェースによって、プログラミングが容易になっています。

技術的ポイント

Java 上の ORB 技術に対して、スタブ管理、集団実行、高信頼オブジェクト管理の機能を実装することにより、アプリケーションから透過的にクラスタ化、耐故障化が行えるようになっています。

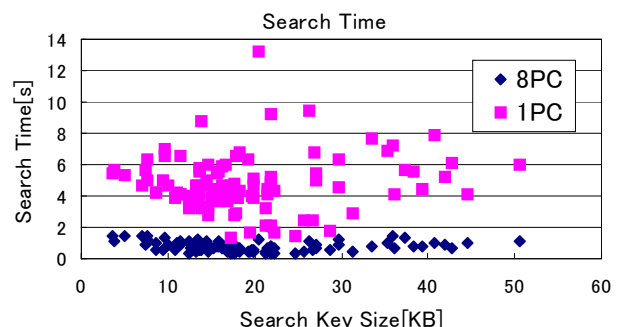
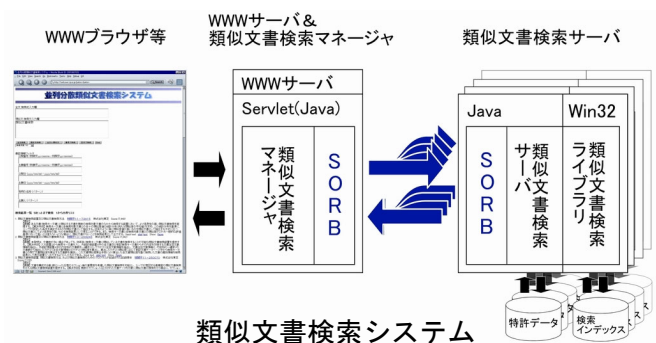
スタブ管理はスタブが参照するリモートオブジェクトの位置情報の修正を可能とします。高信頼オブジェクト管理は、リモートオブジェクトを高可用とするため複製を作成します。障害発生時には、この複製を用いてリモートオブジェクトを回復した後、スタブ管理によりクラスタ内のスタブを修正します。集団実行は複数のリモートオブジェクトに対してメソッドを同時に呼出します。集団実行には、単一実行と同じインターフェースが利用可能です。

Score の高速通信ソフト PM を Windows 環境に移植することで、SORB を高速化しています。

デモンストレーション

1998 年、1999 年分の公開特許を 11 台の PC で検索する類似文書検索システムを構築しています。検索システムは、WWW サーバと複数の検索用 PC から構成され、それぞれ耐故障化のため、WWW サーバについては 2 重化し、検索用 PC については予備 PC を持つようになっています。類似文書の検索性能を下図に示します。クラスタ台数に比例した検索性能が得られています。

検索用 PC クラスタでは、PC のうちの 1 台を予備 PC として使用します。1998 年、1999 年のデータを 8 台の PC で検索する設定となっています。各 PC はそれぞれ順に予備の特許データを保持しており、単一の PC に障害が発生した場合には、順番に処理する特許データをずらすことで復旧を行います。



問合せ先

住友金属工業株式会社 総合技術研究所
計測・制御研究開発部

TEL: 06-6489-5767

FAX: 06-6401-9463

E-mail: rwc@cstd.amaken.sumitomometals.co.jp

PCネットワーク用高速スイッチ

大容量データバス用光インターコネクション

光インターコネクション日立研究室

成果の内容

高性能並列分散計算機 RHiNET (RWCP high-performance network) の高速 PC ネットワーク用に、光インターコネクションを搭載した小型・大容量パケットスイッチ RHiNET-2, 3/SW の2つのスイッチを開発した (図 1)。RHiNET-2/SW は 8Gbps×8 ポート、RHiNET-3/SW は 10Gbps×8 ポートの処理能力を各々実現する (総通信容量は各々 64Gbps, 80Gbps; 図 2)。本スイッチは PC ノード間を光インターコネクションで接続し、高速 (8~10Gbps) で柔軟な並列計算機環境を実現する。

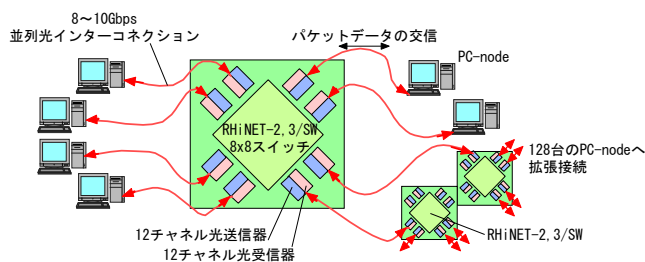


図1: RHiNET-2, 3/SWを用いた高速PCネットワーク

成果の意義

1. 8~10 Gbpsの超高速PCネットワークが構築可能。
2. 100m~1kmまでの長距離ノード間光接続を実現。
3. 高性能な並列計算機システムを、ビル・フロア内に分散配置したパソコンをベースに実現。

技術的ポイント

1. 大容量・低遅延CMOS-LSIチップセット
8~10Gbps×8ポートの大容量・低遅延クロスバーパケットスイッチをCMOS-LSIで実現した (総容量64~80Gbps)。さらに、長距離リボンファイバ (1km) 接続に必要なスキュー調整用LSIも RHiNET-3/SW用に同時開発した。
2. 高速・長距離接続光インターコネクション
小型サイズで大容量・長距離 (100m~1km) 接続を実現できる並列光インターコネクション (800Mbps~1.25Gbps×12チャンネル) を使用した。
3. 高信頼動作を可能にする高速高密度実装技術
ギガヘルツクラスの高速度信号の大容量処理を小型装置で実現する実装技術を開発した。

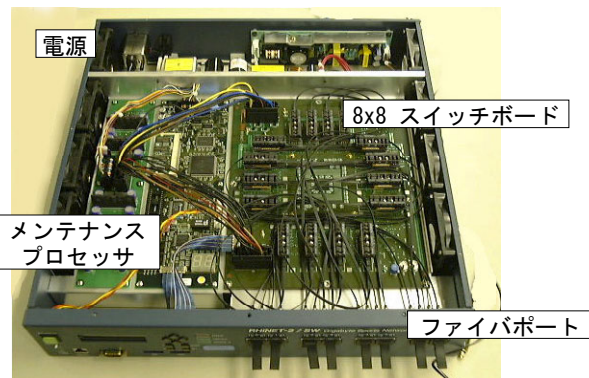


図2: RHiNET-2/SWの内部構造

デモンストレーション

1. 64ノード大規模並列計算機 (RHiNET-2)
並列計算機システム (RHiNET-2, 64ノード) に RHiNET-2/SW (16台) を実装し、大規模並列計算機環境における高速通信性能と動作信頼性を実機実証する (図 3)。
2. 8ノード高速リンク並列計算機 (RHiNET-3)
小型の並列計算機システム (RHiNET-3, 8ノード) に RHiNET-3/SW を実装し、大容量な PC ノード間の通信性能を実機実証する。

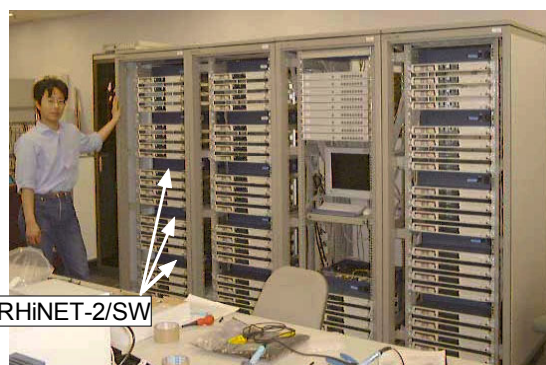


図3: RHiNET-2: 64ノード実証機の外観

問合せ先

(株) 日立製作所 研究開発本部
IP ネットワーク研究センター
西村 信治
E-mail: nisimura@crl.hitachi.co.jp

オプティカル IP (OIP)

低消費電力光インターコネクション

光インターコネクション NEC 研究室

成果の内容

システム LSI を光信号でつなぐことに成功した。LAN 環境での分散並列処理に適したネットワークである RHINET システムに用いる、80G の接続を有するスイッチ LSI を、入出力ポート間の高速信号を直接光で接続することで実装した。この LSI 間光接続は当研究室で考え出された OIP (Optical-interconnection Intellectual Property) という新しい概念にもとづくインターフェースである。OIP は「光/電気混載 LSI パッケージ」および、その「ライブラリファイル群」で構成され、システム LSI 用に「IP*として使える光 I/O(Input/Output)」を提供するものである。

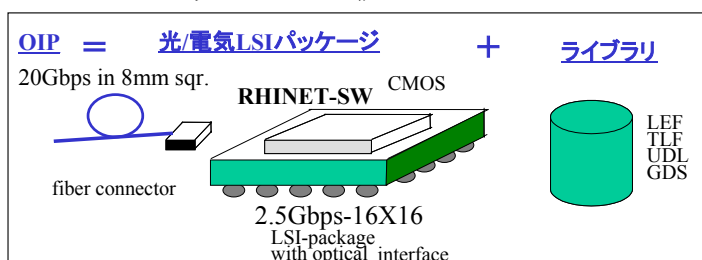
**IP(Intellectual Property): 大規模システム LSI の設計において、設計資産を再利用可能な機能ブロックとして活用する事。*

成果の意義

OIP は CMOS システム LSI に「光による信号入出力」という新しい高速大容量インターフェースを、通常の「セルベース IC 設計環境」の下でもたらしめるものである。計算機、スイッチ、ルータなどの大規模システム LSI では入出力容量（データ速度×ピン数）が不足する、いわゆる I/O(Input/Output)ボトルネックの問題が顕著である。光インターコネクションでは電気に較べて高速大容量接続を容易に実現できる。そこで光 I/O を直接システム LSI にもたせることで、電気 LSI では実現できなかった、大容量システム LSI が実現できる。

技術的ポイント

システム LSI に光 I/O を持たせる方法として、新しく超小型光/電気混載インターフェース



PETIT(Photonic/Electronic Tagged InTerface)を開発した。PETIT では、わずか 8mm□に 10Gbps 送受信の光接続機能を集積した。光源には 3.125Gbps × 4-VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)を用いることで、低消費電力 (1.2W) を実現した。PETIT は小型低消費電力なので LSI パッケージ内に直接実装可能で、これにより光/電気混載 LSI パッケージを実現した。

一方で、一般に光インターコネクションを用いるには、光ファイバ接続、および高速電気信号の取り扱いに関しての知識と経験が必要である。これは、システム設計者にとって光接続を導入する際の大きな障壁となっていた。そこで、前記の光接続に関してライブラリファイル群を準備することで通常のセルベース IC 設計環境で電気の LSI 設計フローにのっとり光 I/O を扱えるようにした。

デモンストレーション

デモンストレーションでは OIP 技術で作製したスイッチ LSI を用いた展示を行います。このスイッチ LSI は標準の 352-pin BGA(Ball Grid Array)と同サイズかつピン互換ですが、2.5Gbps の高速光入出力ポートを送信・受信とも 16 個ずつ有します。電気ピンは低速信号だけなのでボードの配線設計が容易で、ほぼ 50 Gbps もの高スループットを有するこのスイッチ LSI を 1 枚のボードに 8 個も実装できました。このスイッチを用いてラックマウント PC の接続を行いました。

問合せ先

光インターコネクション NEC 研究室

菅生 繁男 s-sugou@bx.jp.nec.com

Tel. 0298-50-1174, Fax. 0298-56-6140

RHiNET

省電力型高速光伝送向インタフェース技術

並列分散システムアーキテクチャつくば研究室

成果の内容

フロア内、ビル内の計算機間をつなぐ低レイテンシ、広バンド幅で信頼性のあるネットワーク。大容量のメモリを混載した低遅延シングルチップスイッチと、ハードウェアサポートにより高速化したネットワークインタフェースを開発した。これらを光インタコネクションにより接続することにより、構内に設置された計算機群を接続して高性能並列計算環境を実現する。

成果の意義

近年の光技術の発達に伴い、ネットワークのバンド幅は飛躍的に拡大している。これに伴い、構内ネットワークの構成も変化する必要がある RHiNET は、このようなバンド幅の増大に対応したネットワークである。

RHiNET は、新規開発したネットワークインタフェースおよびスイッチ間を、光インタコネクションにより接続した形態をとる。リンクバンド幅は最大 10Gbps で、リンク長は最大 1km であり、パケットを破棄することなく自由なトポロジでデッドロックフリーを実現する。スイッチの遅延が小さいこと、通信に際して TCP などのソフトウェアレイヤーが不要なことにより、アプリケーションからみたネットワークの遅延は Ethernet などの既存の LAN と比べて 1 桁～2 桁小さい。これにより、並列処理環境を実現するだけでなく、インターネットサーバなどのサーバ間接続などにも適している。

技術的ポイント

ネットワークインタフェースは、Martini とよぶゼロコピーユーザレベル通信をハードウェアでサポートするネットワークプロセッサを持つ。Martini はハードウェアサポートにより低遅延を実現するとともにオンチッププロセッサのプログラムにより柔軟な通信機能を提供する。

ネットワークスイッチ RHiNET-2/SW,

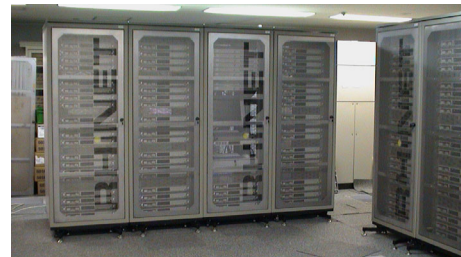
RHiNET-3/SW は、ワームホールまたは非常に小さなマイクロフレームを用いたパケットスイッチングにより低遅延なスイッチを実現している。大容量のオンチップメモリを持つことにより、100m～1km 程度の長さのリンクにおいても最大バンド幅を保ちつつパケットを破棄しないデッドロックフリー通信を実現している。

デモンストレーション

以下の 3 システムのデモンストレーションを行う。

-64 台の計算機をつないだ RHiNET-2 システム

8Gbps の光リンクと RHiNET-2/SW により 64 台の SMP を接続



-8 台の計算機をつないだ RHiNET-3 システム

10Gbps の光リンクと RHiNET-3/SW により 8 台の SMP を接続

-4 台の計算機をつないだ DIMMnet-1 システム

4 台の PC を DIMM スロット搭載ネットワークインタフェースにより接続

問合せ先

URL: <http://pdarwww.rwcp.or.jp/>

E-mail: pdarch@trc.rwcp.or.jp

異機種並列分散コンピューティング

異機種並列分散計算機システム

並列分散システム NEC 研究室

成果の内容

複数の異なるアーキテクチャの計算機をネットワークで結合した異機種並列分散システムにおいて、プログラム開発・計算実行を計算機の区別を意識せずに行えるプログラミングシステムを開発した。

成果の意義

一般ユーザが異機種並列分散システムを容易に利用可能となり、例えばベクトル型スーパーコンピュータ SX-4 とスカラ型スーパーコンピュータ Cenju-4 を同時に利用して、複雑なシミュレーションなどの複合高性能計算を容易に行なうことができる。

技術的ポイント

- ・ HPF (High Performance Fortran) 言語を基本としたシームレスなプログラミングインターフェース：異機種システム上で単一のプログラミングインターフェースで統一的なプログラムを記述可能としたため、容易なプログラミングが可能となった。
- ・ 逐次プログラムの自動並列分散化：プログラム中の全てのデータや計算処理の並列プロセッサへの割り当てを自動的に決定し、異機種並列分散システム用のプログラムを生成する機能である。
- ・ 実行時の情報を利用した動的プログラム最適化：

変数値などのプログラム情報やシステム状況などの様々な情報を実行時に採取し、これを利用してプログラム最適化を進める機能である。

デモンストレーション

会場に設置する Cenju-4/PC クラスタ結合システム、および遠隔地に設置する SX-4/Cenju-4 結合システムを用い、次のデモを行う。

- 1) 逐次プログラムの並列分散化作業の実演：既存の逐次プログラムの並列分散化作業、コンパイル、実験システム上での実行、さらに実行時情報の収集および結果表示のプロセスを実演する。
- 2) 実行時情報を利用した動的プログラム最適化の実演：実行時再コンパイル機能・動的負荷分散機能により、プログラムの実行が進むにつれ性能が向上して行く様子を、グラフィカルに実時間表示させる。
- 3) 実アプリケーションの異機種並列システム上での実行：実アプリケーションとして、並列分散化した非経験的分子軌道法を行うプログラムを実験システム上で実行し、結果をグラフィカルに表示させる。

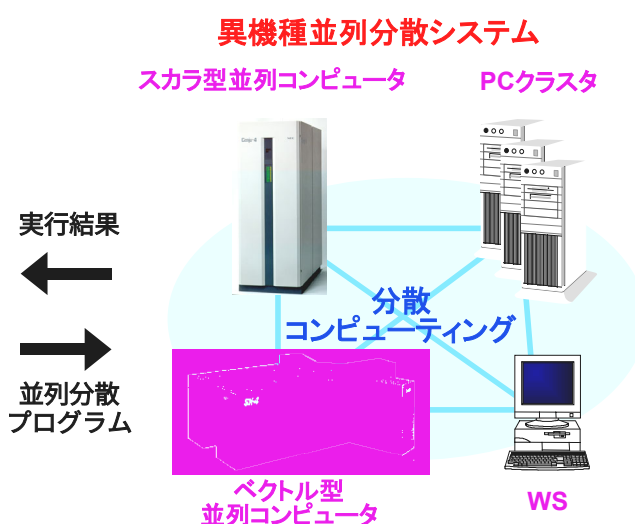
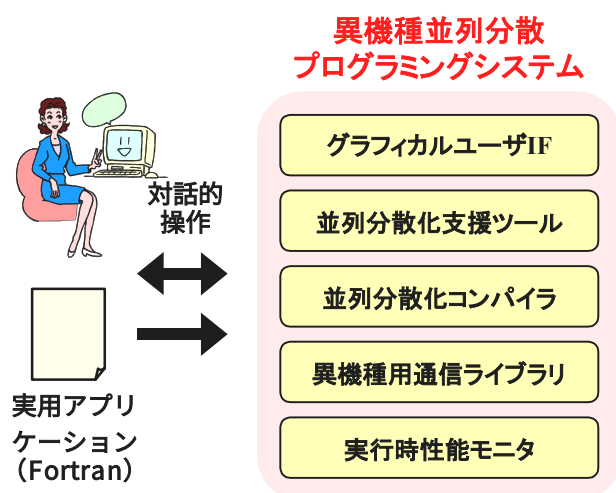
問合せ先

代表者：中田 登志之

TEL：044-856-2257

FAX：044-856-2230

e-mail：t-nakata@cw.jp.nec.com



SCore Cluster System Software

クラスタ上の基本ソフトウェア

並列分散システムソフトウェアつくば研究室

成果の内容

従来のスーパーコンピュータに代わって、市販のコンピュータを高速ネットワークでつなげた、いわゆるクラスターシステムが浸透し出しました。SCore(図1)はクラスターの持つハードウェア能力を引き出しスーパーコンピュータ化するシステムソフトウェアです。SCoreソフトウェアのスケラビリティを実証するとともにユーザのアプリケーション開発を支援する目的で、1,024 台の PC から構成されるクラスター SCore III を構築しました(図2)。Linpackベンチマークの結果は、960 プロセッサ使用時 548Gflops の性能でした。TOP500 によると、36 番目に高速なスーパーコンピュータです。

成果の意義

SCore を搭載した安価な PC クラスタは、従来のスーパーコンピュータのアプリケーションだけでなく、実時間シミュレーション、実時間画像処理、ゲーム情報処理などの新しい並列処理市場を創り出しました。SCore によるビジネス展開を表明する企業が中心になって PC クラスタコンソーシアムも発足し、今後のサポート体制も整いました。

技術的ポイント

● 高性能通信ライブラリ

PMv2 高性能通信ライブラリはクラスターのためのライブラリです。PMv2 は Ethernet や Myrinet 等のネットワーク上で実現されています。PMv2 は 140 Mbyte/sec 以上のバンド幅、15 マイクロ秒程度の往復通信遅延性能を有します。Ethernet 用の PMv2 は複数の Ethernet リンクを用いて高い性能を引き出すことも可能です。通信性能の違いによるベンチマークプログラムの性能差を図3に示します。TCP/IP 上の通信ライブラリである MPI-LAM の結果も示します。

● 効率良いコンピュータ管理、単一システム

SCore-D グローバルオペレーティングシステムは全てのコンピュータ上で並列アプリケーションを同時に効率良く動かします。この方式はギャングスケジューリングと呼ばれています。SCore-D によりクラスターを単一システムのように扱うことができます。

● 高いユーザビリティ、アベイラビリティ

SCore-D はシングルおよびマルチユーザモード、バッチジョブ処理モードを提供しています。チェックポイントリスタート機能を提供することにより、高い可用性を提供しています。

● シームレス環境

SCore ソフトウェアは Ethernet を使った小規模クラスターからギガ

ビット Ethernet や Myrinet を使った大規模クラスターまでをシームレスに提供します。

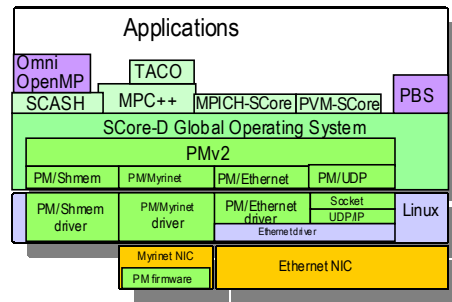


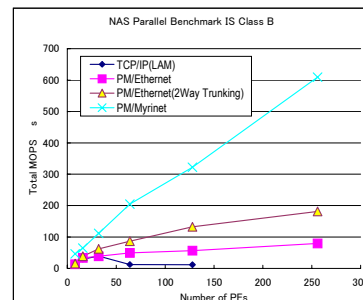
図1 SCore クラスタシステムソフトウェア



512 Compute Hosts + 4 Server Hosts
NEC Express5800
Dual Pentium III 933MHz
512 MB of main memory
Two 9 GB local disks
Network
2 Fast Ethernet
Myrinet-2000

図2 SCore III

図3 NAS Parallel Benchmark IS (Class B)



デモンストレーション

システムソフトウェアの完成度を示すのに一番良い方法は実際のユーザが利用している様子を示すことです。SCore III と同じハードウェア技術を使ったミニクラスターを展示会に持ち込み、GMD や東芝の分散研のデモに使用します。

問い合わせ先

PC クラスタコンソーシアムにおいて SCore の開発は継続されます。下記 URL を御覧ください。 <http://www.pccluster.org/>

並列分散データマイニングシステム

並列分散データマイニング

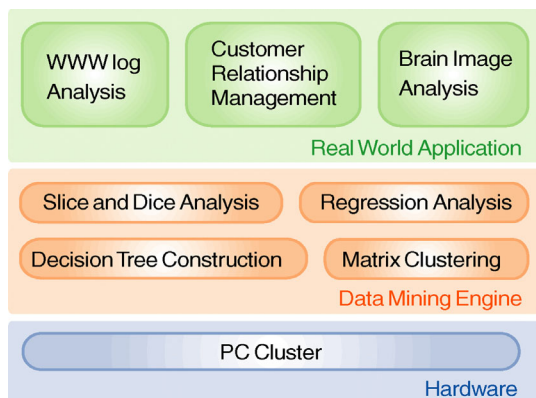
並列応用東芝研究室

成果の内容

並列処理技術のビジネス分野への応用として、実世界のさまざまなデータから隠された知識を発見するデータマイニングシステムを開発した。

大規模なストレージを有する PC クラスタおよびつくば研の開発した基本ソフト SCore をベースとし、その上にデータマイニングの基本アルゴリズムの並列化をはかり、従来のスーパーコンや大型サーバ機に比べて 10 倍以上の性能価格比の向上を実現した。また、これにより、テラバイトのマイニングが 3 時間で可能となることを確認した。

このプラットフォーム上で実世界のさまざまなデータを用いたマイニングを行い、有効性を検証している。



成果の意義

安価なプラットフォームで大規模なデータ分析を行うことが可能となり、一部の大企業に限らず、中小企業でも大規模なデータマイニングを行うことが可能となった。これにより、データマイニング市場の飛躍的な拡大が期待される。特に、インターネットビジネスにおいては、大規模な WWW アクセスログの分析がきわめて重要であり、この世界を担うベンチャー企業への普及が期待される。

技術的ポイント

データマイニングの基本アルゴリズムとして、決定木、スライスアンドダイス分析、マトリックスク

ラストリングの 3 つの方式を実現した。

決定木は最もよく利用されているデータマイニング手法であり、その並列化はインパクトが大きい。我々は木の生成における並列処理の効果を高めるため、木の生成状況に応じて動的に負荷を分散させる方式を開発した。これにより、従来知られている決定木の並列処理に比較して 3 倍の性能向上が達成できた。

スライスアンドダイス分析では、多次元データベースの中で特徴的な部分空間を自動的に探索するアルゴリズムを開発した。また、各プロセッサでデータを圧縮することにより効率よく並列処理する方式を開発した。これによりプロセッサ台数に比例する性能を達成することができた。

マトリックスラストリングとは、購買履歴から顧客と商品との関係を抽出する手法である。高速なアルゴリズムを開発し、WWW アクセスログの分析に適用した。その結果、特徴的な WWW ページのグループを発見することができ、WWW アクセスの予測やパーソナライゼーションへの発展が期待される。

デモンストレーション

開発したデータマイニングエンジンを、統一した GUI 環境で実行するデータマイニングツールの実演を行う。分析対象データとして POS データや WWW アクセスログデータを用い、実際に知識を抽出する様子を紹介する。また、並列性のデモンストレーションとして、決定木やスライスアンドダイス分析手法が PC クラスタ上で効率よく並列に動作する様子を実演する。さらに、各種のマイニング手法を組み合わせ、データマイニングのパーソナライゼーションへの適用イメージのデモを行う。

問合せ先

〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町 1
 (株) 東芝 研究開発センター
 コンピュータ・ネットワークラボラトリ
 担当：仲瀬明彦
 Email: nakase@isl.rdc.toshiba.co.jp

PAPIA: Parallel Protein Information Analysis System

並列処理によるタンパク質情報解析システムの構築

並列応用つくば研究室

成果の内容

近年のさまざまなゲノム計画の進展により、タンパク質の配列および立体構造情報は急激に増加し、膨大な量のタンパク質情報が利用可能となった。そのような膨大な情報を高速に処理するために、RWCPで開発されたPCクラスタIIを基にPAPIAクラスタを製作し、それを用いた並列タンパク質情報解析(PAPIA)システムを構築した。

PAPIAシステムは、下記のサブシステムからなり、並列処理による高速サービスを実現している。

- ・ タンパク質類似構造検索
- ・ タンパク質配列相同性検索
- ・ マルチプルアライメント
- ・ 二次構造予測
- ・ PDB-REPRDB

PAPIAシステムのサービスは、現在もWWW(<http://www.cbrc.jp/papia/>)で利用可能である。

成果の意義

- ・ バイオインフォマティクスや生物の実験研究者が、インターネットを通して並列処理による高速タンパク質情報解析を、気軽に利用することができるようになった。
- ・ 本分野における大量データ処理に対して、並列処理の有効性を示すことができた。
- ・ 外部研究者に公開以来、70ヶ国以上からアクセスがあり、現在も活用されている。

技術的ポイント

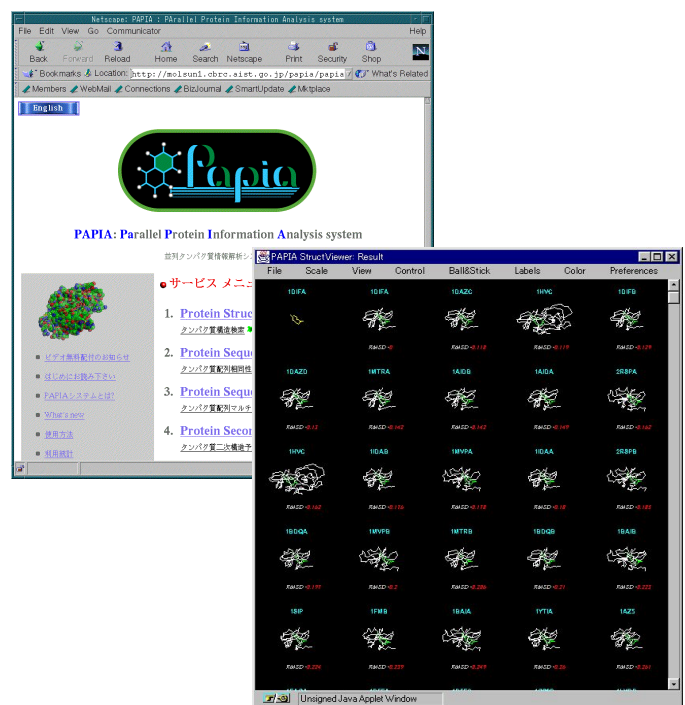
- ・ 共通ルーチンを、オブジェクト指向言語 C++を用いてライブラリ化(PAPIAライブラリ)し、それらを再利用しながら組み合わせることにより、開発の効率化を実現した。
- ・ PCクラスタの大容量メモリを利用することによって、大量のタンパク質データをメモリ上に

置くことが可能となり、オンメモリの高速データベース検索を実現した。

- ・ WWW インタフェースを採用し、インターネットを介して世界中の研究者が容易にタンパク質情報解析を行えるようにした。

デモンストレーション

PAPIAシステム(タンパク質類似構造検索・タンパク質配列相同性検索・マルチプルアライメント・二次構造予測・PDB-REPRDB)をWWW上から操作し、紹介する。



問合せ先

産業技術総合研究所 生命情報科学研究センター
秋山 泰、野口 保、安藤 誠

電話 03-3599-8080

FAX: 03-3599-8081

e-mail: papia@m.aist.go.jp

PROMISE データ並列プログラミング環境

高機能並列プログラミング環境の開発

並列分散システム GMD 研究室

成果の内容

PROMISE は、逐次プログラミングと同程度の作業で並列プログラムを作成できる、科学者とエンジニア向けの並列プログラミング環境である。PROMISE 環境を使用すると、アプリケーション開発者は、問題に意識を集中して並列アルゴリズムを作成できる。プログラマは、並列プログラミングの下位に存在するエラーに対処する必要がない。そのため、並列ソフトウェア全体の開発・保守費用が軽減される。

PROMISE 環境は、効率を低下させずに高機能並列プログラミングという概念を提供するという技術的難題を解決するものである。

成果の意義

PROMISE の科学的応用範囲は広い。規則的で静的なアプリケーションだけでなく、不規則的で動的な問題をもサポートしている。特に、次のようなアプリケーションに最適である。

- 適応有限要素法、適応有限体積法
- 代数的多格子法
- グラフ・アルゴリズム

PROMISE は、移植性に優れている。PROMISE で作成したプログラムは、スーパーコンピュータ (NEC、日立、Cray) や PC クラスタ (SCore、Beowulf) で稼動する。分散メモリ・システムと共有メモリ・システムの両方をサポートしている。

技術的ポイント

PROMISE の中核は、Janus と Mosaik という 2 つの並列ライブラリである。

Janus は、C++ ライブラリであり、分散データ構造をモデル化するためのテンプレート・クラスと汎用アルゴリズムを提供する。これらの抽象表現は、上位概念領域、領域関数、および関係に基づいている。ローカル・インデックス方式やプロセス通信のようなプログラムの下位詳細は、Janus が自動的に処理する。

通信は、セマンティックスが行列ベクトル乗法か

ら求められる演算によって表現される。この Janus 関数を使用する場合、明示的にメッセージをやりとりする必要がない。このような通信方式により、Janus は、プログラマに、データ並列プログラミングの全要件を網羅する典型的な構造化プログラミング・スタイルを提供するのである。

Janus は、分散メモリ・アーキテクチャと共有メモリ・システムの両方を効率的に利用できる。JADE (Janus 分散エンジン) は、MPI、マルチスレッド・テンプレート・ライブラリ (RWCP)、および OpenMP とのインタフェースを持つ、Janus の小型ポート・パッケージである。

PROMISE のもう 1 つのライブラリである Mosaik は、幾何座標によってプログラム・データを処理ノードに対応付けるためのライブラリである。Mosaik のアルゴリズムを平衡型超球面テセレーション (BHT) と呼び、これも PROMISE グループが開発した。BHT は、汎用ベクトル量子化に基づく効率的な並行適応クラスタ化方式である。Mosaik は、最近傍通信、特に適応修正構造の動的再分割に適している。

デモンストレーション

- 適応有限要素法のための三角形生成の粗密調節
- 適応精密化四辺形での対流拡散問題のための頂点を中心とする有限体積法
- 代数的多格子法
- グラフ論アルゴリズム
(Bellman-Ford, Ford-Fulkerson)
- 平衡型超球面テセレーション

問合せ先

Hans Werner Pohl (プロジェクト・マネージャ)

電話: (+49) 30 6392 1828

Fax: (+49) 30 6392 1805

住所: GMD/FhG FIRST, Kekulestrasse 7,
12489 Berlin, Germany

URL: www.first.gmd.de/janus/

e-mail: hans@first.gmd.de

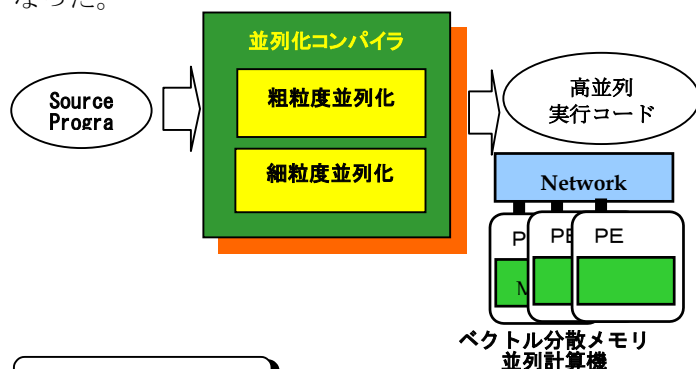
多レベル並列性抽出コンパイル技術

マルチプロセッサ用並列化ソフトウェア技術

マルチプロセッサコンピューティング富士通研究室

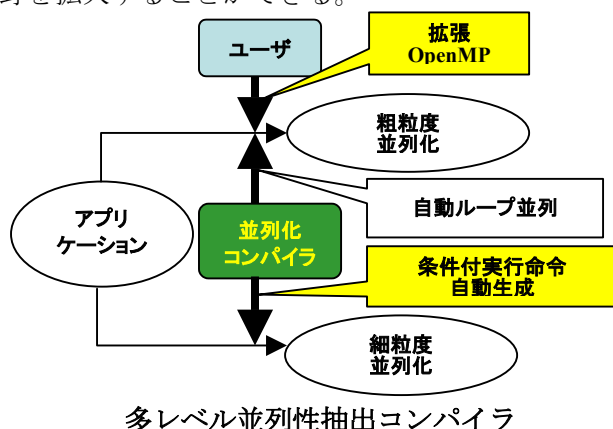
成果の内容

プログラムをベクトル型の分散メモリ並列計算機（DMP）上で高速に実行するために、粗粒度並列と細粒度並列を利用できるコンパイラを開発した。ベクトル DMP 上の粗粒度並列のために、並列言語 OpenMP の拡張を提案した。細粒度並列のためには、条件付実行命令の生成や、レジスタ割り付けを考慮した命令スケジューリングによる並列度の向上を行った。



成果の意義

ベクトル DMP を利用するために、従来は、メッセージ・パッシング・スタイルで、データを完全に分散させたプログラミングをする必要があった。しかし、今回開発した OpenMP の拡張と条件付実行命令の自動生成技術により、ユーザは簡便な記述で効率的な粗粒度並列化を行なうと共に、細粒度並列に関しては自動化することができる。これにより、より多くのアプリケーションをベクトル DMP 上に短期間に作成することができ、ベクトル DMP の利用分野を拡大することができる。



技術的ポイント

共有メモリ並列計算機向けに策定された並列言語 OpenMP を、ベクトル DMP に適用するために仕様の拡張を行った。本拡張の中心的概念は、プロセッサ・グループとインデックス分散である。前者はプログラム実行やデータ割付の対象となるプロセッサ群を抽象化し、後者はプロセッサ群と、計算、データ間の対応関係を示すものである。本手法により、手動で並列化した場合の 65% 程度の性能が得られ、十分実用的であることを富士通 VPP700 による実験で確かめた。また、プロセッサの命令を並列に実行する能力を利用するために、条件付実行命令を自動生成し、並列性を高める命令スケジューリング機能を開発した。本手法により、プログラムによっては、50% 以上の高速化が得られている。

デモンストレーション

展示では、粗粒度と細粒度の並列化機能を、パソコンによる図解で紹介する。

粗粒度並列については、今回開発した OpenMP Fortran95 の言語仕様拡張（拡張 OpenMP）の基本概念を説明する。また、この手法で自動生成したコードと、従来のプログラマが書き下して最適化したコードとの性能比較を、富士通 VPP700 で行った結果について示す。

細粒度並列については、条件付実行命令を使った最適化の手法と、レジスタ割り付け、命令スケジューリング方法の関連を説明を行う。条件付実行命令を使用しない場合に対する実行速度向上率などの効果を、VLIW プロセッサ・シミュレータでの測定結果により紹介する。

問合せ先

富士通（株）

エンタープライズサーバ事業部

木村 康則 ykimura@flab.fujitsu.co.jp

OpenMP を用いる自動並列化システム

自動並列化システムの開発

マルチプロセッサコンピューティング日立研究室

並列分散システムパフォーマンスつくば研究室

成果の内容

既存の逐次プログラムを高並列な OpenMP プログラムに自動変換し、様々な並列計算機で高速実行できるコンパイラシステムと並列プログラムの高並列化を支援するチューニングシステムを開発した。

成果の意義

- ・既存の逐次プログラムを人手並列化する労力を削減できる。
- ・標準的な並列化仕様である OpenMP に基づく高並列プログラムを生成できる。
- ・Linux 等の広く使われている OS が稼動する様々な並列計算機で OpenMP プログラムを高速実行できる。
- ・ユーザによるプログラムの高並列化を支援できる。

技術的ポイント

手続き間自動並列化技術：

- ・関数呼び出しを越えてプログラム全体から並列化可能な部分を解析する手続き間自動並列化により、より大きな並列化部分を検出。
- ・関数のクローンを作成しながら定数を関数に伝播・計算する手続き間定数伝播により、プログラムの解析を容易化。

異機種対応 OpenMP システム実装技術：

- ・Omni OpenMP コンパイラと実行時ライブラリにより、様々な共有メモリ型並列計算機や SCore によるクラスタ上で OpenMP プログラムの実行を実現。

並列化情報視覚化技術：

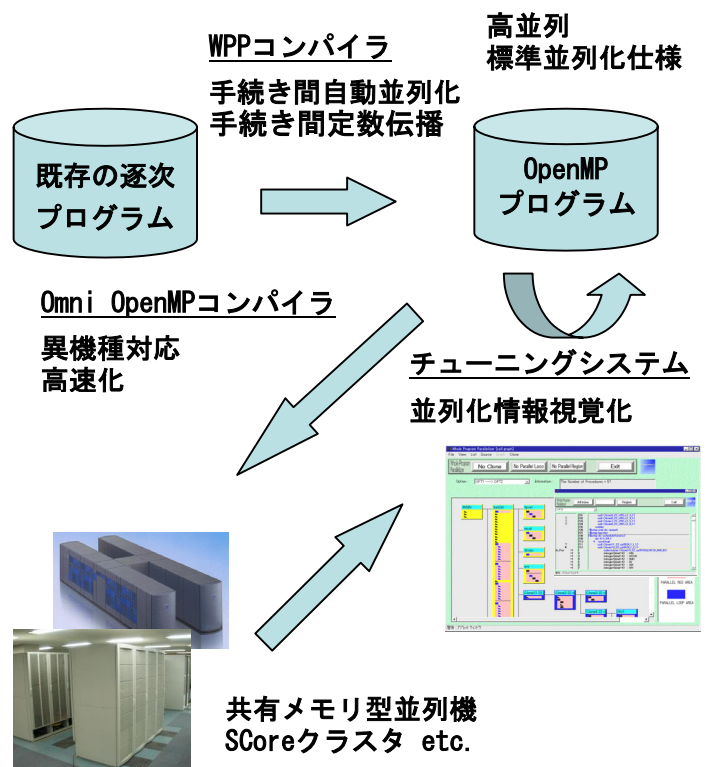
- ・ループや関数呼び出しも表示できるコールグラフにより、プログラム全体にわたる並列性を視覚化。
- ・並列イベントの時系列表示と拡大・縮小表示が可能な並列実行状況表示により、性能低下要因を容易に検出。

デモンストレーション

WPP コンパイラにより逐次プログラムを OpenMP プ

ログラムに自動変換し、これを Omni OpenMP コンパイラにより 4CPU から成る共有メモリ型並列計算機で実行可能なコードに変換し、得られたコードを実行するデモンストレーションを行なう。さらに、上記実行にかかる時間を元の逐次プログラムの実行時間と比較することにより、本自動並列化システムによりプログラムの実行が大幅に高速化することを示す。

また、並列実行状況やプログラムの並列性をグラフィカルに表示するチューニングシステムのデモンストレーションも行なう。



問合せ先

WPP 電話：044-959-0257
FAX：044-959-0855
e-mail：msatoh@sdl.hitachi.co.jp

Omni 電話：0298-53-6495
FAX：0297-53-6406
e-mail：msato@is.tsukuba.ac.jp

並列分散システム富士通研究室



並列分散システム住金研究室



光インターコネクション日立研究室
光インターコネクションNEC研究室
並列分散システムアーキテクチャつくば研究室



並列分散システムNEC研究室



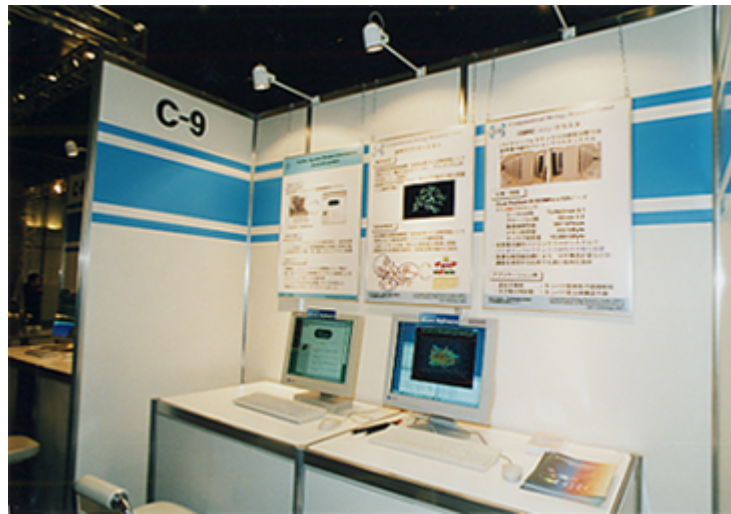
並列分散システムソフトウェアつくば研究室



並列応用東芝研究室



並列応用つくば研究室



並列分散システムGMD研究室



マルチプロセッサコンピューティング富士通研究室



マルチプロセッサコンピューティング日立研究室
並列分散システムパフォーマンスつくば研究室



情報統合対話システム

音声と画像の統合による対話の研究

RW I 情報統合対話ラボ

成果の内容

実世界で音声や画像を用いてシステムが人間と「対話」を行うための様々な技術を開発した。

音声と画像を用いたシステムと人間との対話を実現する上で、人間と共存する実世界の情報が明示的には記述困難であることが問題となっている。これに対して、音声と画像の統合による学習方式（インターモーダル学習）の研究開発を行った。

自然な発話における言い淀みの検出手法を開発し、ユーザが言い淀むと補完候補を提示して助けてくれる新しい音声入力インタフェースの機能「音声補完」を開発した。

また、マルチモーダル対話システムの開発、マルチモーダル対話の記述言語の開発、統計的手法によるジェスチャー認識手法の開発、計算機と人間との対話の収集、解析などを行った。

成果の意義

音声と画像の統合による学習方式の研究開発により、これまで明示的には記述しにくかった実世界の情報を対話的に獲得することが可能になった。

また、ユーザが発話した断片の残りをシステム側が補完することで、ユーザの音声入力の手助けをする「音声補完」の実現により、音声の持つ高い潜在能力を生かすことで、音声インタフェースの新しい方向性を示した。

さらに、マルチモーダル対話に関する研究開発によって、人工物と人間が「対話」を行うためのさまざまな要素技術の開発や、人間が行う人工物との対話におけるさまざまな現象が明らかになった。

技術的ポイント

インターモーダル学習の研究においては、音声と画像の統合による学習方式という新しいわく組みを提示した。異なる種類の情報を統合して学習することは、人間の言語獲得の過程では自然に行われているが、これを工学的に実現しようとする本研究は、新たな方向性を示すものである。

自発的な発話に多く現れる言い淀み現象である有声休止は、音声対話において発話権の保持などの役割を果たしており、一方、音声認識においては誤認識の原因となっていた。これに対して、ボトムアップな信号処理による検出技術をはじめて開発した。

音声補完では、ユーザがある単語を最後まで思い出せずに断片だけを発話しても、システム側がその続きを補って入力することが可能になった。その際、上記の有声休止を補完トリガーとすることで、ユーザが望むときに、負担なく音声補完を呼び出せるようにした。

マルチモーダル対話システムの開発、マルチモーダル対話の記述言語の開発によって、より柔軟でスムーズなシステム開発を可能にした。

デモンストレーション

第1に、音声と画像の統合による学習方式の研究「**インターモーダル学習**」を紹介する。はじめに、システムに音声と画像を提示し、提示した画像について音声による言葉を教えて、その対応関係を学習させる。学習後は、システムに音声でたずねると学習した画像を表示し、新しい画像を提示すると、学習した言葉を答えることができるようになる。こうした学習を対話的に行うことにより、実世界の多様な情報の学習が可能になることを示す。

第2に、「**音声補完**」を紹介する。歌手名と曲名の検索をタスクとして、単語の頭がわかっているときの音声フォワード補完（「うただー」→「宇多田ヒカル」）と、単語の末尾がわかっているときの音声バックワード補完（「なんとかーひかる」→「宇多田ヒカル」）、頭と末尾がわからないときの音声ツーウェイ補完（「なんとかーじえっとー」→「Blankey Jet City」）を紹介する。

問合せ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
RWI 研究班 情報統合対話ラボ
速水 悟 s.hayamizu@aist.go.jp

おしゃべりができるコンピュータ

非言語情報マルチモーダルインタフェース

マルチモーダル機能シャープ研究室

成果の内容

友達と対話するように、音声やしぐさなどの非言語情報を使って、コンピュータとおしゃべりができるマルチモーダル・ヒューマンインタフェースを実現しました。



成果の意義

人にやさしいヒューマンインタフェースを実現することを目標に、音声やしぐさなどの非言語情報を使って自然に対話できるマルチモーダル・ヒューマンインタフェースを開発しました。「エージェントとの対話による操作」、「音声やしぐさによる簡単な操作」など、使いやすさと楽しさにこだわったインタフェースを提案します。

A/V機器とIT機器の融合や家庭内のデジタル情報機器のネットワーク化が進みつつあります。マルチモーダル・ヒューマンインタフェースは、たとえば、大型テレビに表示されたエージェントと対話することによって、家族の誰もが、家庭内にネットワーク化された機器を簡単に操作したり、天気情報やTV番組のインターネット検索をしたりできるようになるなど、新しいライフスタイルを提供します。

また、カメラ付きモバイルPCや携帯電話などに音声やしぐさによる対話機能を組み込むことで、野外の騒音下での操作も可能になります。さらには、ロボットとの楽しい対話も実現可能です。

このように、子供からお年寄りまで、誰でも、簡単に操作できるデジタルニューライフを提供します。

技術的ポイント

- ・非言語処理モデル：ユーザの入力音声のパワーと動きの大きさ、及びシステム自身が持つリズムを力学系で記述し、エージェントが適切なタイミングで相づちを打つ方式を開発。
- ・対話処理モデル：力学系に基づく非言語処理モデルと、フレームに基づく言語処理モデルを統合した対話処理モデルを開発。これにより、しぐさを交えた対話によるインターネット検索を実現。
- ・マルチモーダル対話データベース：人間同士の対話を収集し、音声・動画・動きのデータから構成される対話データベースを構築。
- ・自然なCGのしぐさ：マルチモーダル対話データベースからの知見を利用し、あいづち動作など、エージェントの自然な動きを実現。
- ・1台のPC上で、音声認識、ジェスチャ認識、対話処理、CG制御、音声出力処理の同時並列動作を実現。

デモンストレーション

- ・マルチモーダルエージェントシステム：画面上のエージェントMAICOと実際に対話できる体験コーナーを設置。対話しながら、天気情報やテレビ番組のインターネット検索も可能です。
- ・あいづち応答システム：聞き上手なエージェントGABRIELが、ユーザからの話し掛けに絶妙なタイミングであいづちを打つ様子を体験できます。
- ・マルチモーダル対話データベース：データベース構築ツールと実際の対話データを紹介します。

問合せ先

マルチモーダル機能シャープ研究室
千葉市美浜区中瀬 1-9-2
シャープ株式会社
技術本部 システム開発センター内
rwc@iml.mkhar.sharp.co.jp

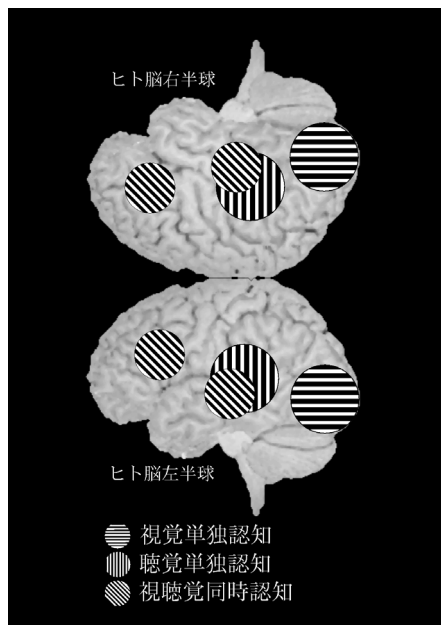
視覚・聴覚パターン同時認知時の脳活動

人間のマルチモーダル情報処理

マルチモーダル機能 NTT 研究室

成果の内容

人間が文字などの視覚パターンや音声などの聴覚パターンを認知する時に脳のどこがどう働くのであろうか？ それぞれ後頭葉、側頭葉が働くのは知られているが、視覚・聴覚刺激を同時に処理する時に活動する脳の場所はまだ知られていない。我々は脳磁界計測によりその活動部位を推定し、視覚・聴覚刺激を同時に処理する時、下図に示すように、側頭葉上部、前頭葉下部が活動するという結果を得た。



の解析時間を 48 時間程度にできた。

成果の意義

(1) 視聴覚情報を同時処理する時に左右両半球が活動することから、視聴覚情報は両視野、両耳に呈示する方がよいなど人間の脳情報処理にあった情報処理機器開発に応用できる。

(2) 解析の高速化及び解析基準の導入により、多くの被験者のデータを統一的な解析パラメータ、解析基準で効率よく解析できるようになり、解析データの信頼性が向上した。

技術的ポイント

(1) 視覚情報、聴覚情報のみの認知、及び視覚聴覚情報の同時認知の脳磁界計測データから、視覚聴覚統合処理に特有の活動部位を計算で推定した。

(2) 総当たり局所推定法により、全ての被験者や実験課題に同一の解析パラメータを使用可能にした。

(3) 全ての被験者、実験課題からの計測データに対して統一的で客観的な解析基準を使用可能にした。

デモンストレーション

3カ所にディスプレイ画面を用意する。ディスプレイ1では、脳磁界計測・解析の基本を一通り解説するので、脳磁界計測が脳活動推定にどのように使われているのかが分かる。ディスプレイ2では、脳磁界計測・解析によって得られた幾つかの成果を、順を追って丁寧に解説する。例えば、以下のような視覚、聴覚、視聴覚に関連する研究例を示す。

(1) 視覚： (a) 複数個視覚パターン認知時の脳活動

(b) 文字を認知する時の脳活動

(2) 聴覚： (a) 音の終了に対する脳反応の変化

(b) 日本人の /ra/ と /la/ に対する脳反応の差

(3) 視聴覚： 視覚と聴覚のパターン同時認知時の脳活動
なお、これらの一部はポスタとしても展示する。

ディスプレイ3では、実際に計測されたデータを使って、その場で解析を実施する。脳磁界データ計測で得られた単なる数字の羅列から、磁気共鳴像上に活動部位が鮮やかに表示されるまでが僅か1～2分という高速な解析を紹介する。

問合せ先

今田 俊明

日本電信電話（株）

コミュニケーション科学基礎研究所

〒243-0198 神奈川県 厚木市 森の里若宮 3-1

電話： 046-240-3575

FAX： 046-240-4716

Email： imada@brain.brl.ntt.co.jp

適応ビジョンシステム

VizWear と実時間学習型ステレオビジョン

RW I 適応ビジョンラボ

成果の内容

賢い視覚情報処理で人をアシストするシステムの要素技術を、「コンピュータといっしょに見る」と「コンピュータに見守られる」の両面において確立した。前者に対応する VizWear と、後者に対応する実時間学習型ステレオビジョンについてデモを行う。

成果の意義

最近のコンピュータの小型化、画像センサーやディスプレイの小型化によって、画像理解システムを着装する（着る）ことができるようになってきた。そこで、人間と同じ視点で得たリアルワールドの画像を処理することによって人間にとって友達のようにフレンドリーで気が利く知的アシスタントシステムの研究を行った。

また、リアルワールドでは、すべての対象物のモデルを事前に登録することは不可能である。そこで、人間の行動を観察し、人間によって示された対象物を覚え、それに基づいてシーンを理解する、という機能を持った実時間学習型のビジョンシステムの研究を行った。

これらにより、

- ・ キーボードを使わなくともコンピュータとフレンドリーに対話
- ・ 人間といっしょに見る、また人を見守ることにより、人間の活動を支援
- ・ お年寄りや身障者にも使いやすい案内システム、メンテナンス作業支援等への応用

等が可能となった。

技術的ポイント

VizWear は、コンピュータビジョン技術による状況把握や拡張現実に基づいた人間中心インタラクションを可能にするウェアラブルシステム及びサービスの総称である。PC クラスタによって高度な画像処理を実時間で実現している。

実時間学習型ステレオビジョンは、ユーザが提示

した対象物のスムーズな学習、ユーザ識別、ユーザの基本動作の認識、学習しておいたハンドサインを利用した計算機とのインタラクションをステレオ3D 動画像処理に基づいて実現する。

デモンストレーション

VizWear: ヘッドセットを身につけることにより、着用者とほぼ同じ視点から得られる映像を取り込み、これに対してリアルタイム画像処理を行い、直ちに結果を超小型ディスプレイを通して着用者に示すシステムのデモを行う。シーン中の様々な注釈情報（展示物の紹介、道案内、非常口等）を映像に重ね合わせ表示するパノラマベーストアノテーション、認識に基づく3D情報提示、ハンドマウス等を実演する。



実時間学習型ステレオビジョン: 前もって、コンピュータに見せることによって対象物（例えば顔）を計算機に学習させ、さらに学習した対象物を複数個同時に実時間で検出し認識することができるシステムのデモを行う。実際に実時間 (30 frames/sec) で動作し、たとえば「Xさんがコップで何かを飲んでいる」とか「Yさんがうちわで扇いでいる」などを画像情報から理解することができる。



問合せ先

独立行政法人産業技術総合研究所
RW I 研究班適応ビジョンラボリーダ
坂上勝彦
sakaue@computer.org
<http://unit.aist.go.jp/is/hcv/>

顔と表情認識システム

顔と表情認識

マルチモーダル機能 KRDL 研究室

成果の内容

顔の位置、顔の各部の検出、眼鏡の検出、顔の方向修正など、一連の顔と表情の認識技術を開発した。動き、色、立体視特徴などの情報を統合して、堅牢かつ高速に顔の位置を検出し、正確に眼を検出する方式を開発した。この手法に基づき、さまざまなモデルを使用して顔の特徴を抽出する堅牢な顔認識システムを開発した。また、顔の動きのグラフに基づく新しい自動個人別表情認識方式を開発した。

成果の意義

本研究の成果は、次世代の人間-コンピュータ間のインタフェースや人間型ロボットの開発に寄与するであろう。

顔および表情認識は、人間の視覚系の極めて重要な能力である。この認識能力をコンピュータで実現することは、生物-心理学的および実用的にも重要である。顔と表情認識の研究成果は、次世代の人間-コンピュータ間のインタフェースと人間型ロボットの開発に寄与するであろう。

表情は、人間の本能には極めて明白であるが、明確に表現するのが困難な多くの「感性」情報を伝達する。顔による個人の識別は、個人電子サービス、セキュリティ、人物検索など、多くのアプリケーションの扉を開ける鍵である。

身体や顔の各部の抽出および追跡技術は、仮想現実や強化現実、人々の流れの追跡、ビデオ会議、MPEG4 コード化などのアプリケーションに容易に応用できる。

技術的ポイント

1. 複数スケールでの顔の位置。顔の追跡との組み合わせにより、照明条件や複雑な背景に対して極めて堅牢である。
2. 非常に高速な顔選択システム。データベース全体の5%未満に良好な顔が存在する確率が99%に達するので、検索空間が大幅に縮小される。
3. 個人別顔と表情認識システム。ベクトル量子化と隠れマルコフ・モデルを使用して、表情の一般的カテゴリを把握し、連続ダイナミック・プログラミングを使用して、既知の人の表情をより正確に認識する。
4. 眼鏡の抽出。眼鏡の有無を検出し、さらに顔の画像

から眼鏡を除去するシステムを開発した。SCI2000で最高論文賞を獲得した。

5. 顔の側転機能。顔の対称性を探究することによって、わずかに角度を変えた顔画像から顔の正面画像を求める。
6. RealTrack。両眼視に基づく堅牢な実時間人物追跡および識別システム。通常の単眼システムに比べ、背景と照明の変化に対する堅牢性に優れている。身長のような身体計測値も獲得できるので、マルチモーダル人物識別に有効である。
7. Gabor 特徴による顔の想起。顔を表現する一連のGabor 特徴を提示し、顔の想起用のニューロ・ネットワーク・アーキテクチャにその特徴を取り入れた。本方式は、最新のベンチマーク・テストに比べ、卓越した性能を達成した。

デモンストレーション

以下の2つのシステムを出品する。

1つは、近づいてくる人物を検出・認識するシステムであり、もう1つは、個人別の表情を理解できるシステムである。

1. 顔認識システム。デモでは、ステレオ・カメラ・システムを使用する。人物がカメラに近づくと、システムは自動的に人物の顔と眼の位置を検出し、人物を認識する。システムは、人物の登録モジュールと認識モジュールから構成される。

また、産総研で開発された移動型ロボット「Jijo-2」に組み込まれた顔検出および認識システムのデモも実施する。本システムは、照明条件、ほぼ正面の顔の方向と表情に対して堅牢である。

2. 表情認識システム。カメラを接続した別のコンピュータで、表情システムのデモを実施する。まず、登録プロセスを通じて人物の表情を学習する。そうすると、連続ダイナミック・プログラミングで、視覚入力と登録済みテンプレートを比較し、人物の表情を認識することができる。

問合せ先

Dr. Wu Jian-Kang,
Kent Ridge Digital Labs, 21 Heng Mui Keng Terrace,
Singapore 119613
電話: +65 8742544 Fax: +65 7744990
E-mail: jiankang@krdl.org.sg

Video Surveillance

動的画像応答

マルチモーダル機能三菱研究室

成果の内容

多くの人が利用する場所の安全性や利便性を保ちこれを向上するためには、その場所の利用状況を継続的に調査することが有効である。こうした目的のため、映像データを使って対象とする場所の動的な利用状況情報を自動的に抽出し蓄積するようなシステムが必要となる。本ビデオサーベイランスシステムは、映像データから人物の領域を抽出しこれを追跡する画像処理、映像の撮影と追跡処理を一体行うヴィジョンモジュール、そしてヴィジョンモジュールをネットワーク化するホストシステムから構成される。このシステムを使い対象場所をサーベイランスすることで、利用者がどのような経路を移動したか、どのくらいの時間滞在したか、利用者の写真などの情報を映像データに加えて蓄積することができる。

成果の意義

従来のシステムが映像データ蓄積型であるのに対し、本システムでは蓄積に加えて、映像データから利用情報抽出までを行うビデオサーベイランスを実現している。本システムは、人物の移動の様子を映像データから抽出する事で、対象スペースがどのように使われているかを自動的に把握する事が可能である。この機能を、例えば店舗の映像監視に応用すれば、蓄積された映像データの中から異常事態を示す場面を効率的に検索する事ができる。この他にも、地下街、大規模店舗、駅や空港などでは、人の時間的・空間的な流れを長期にわたって調べる事ができるので、空間内施設の配置など様々な効率化を行うための基礎データを獲得することができる。

こうした機能を持つシステムでは、データ通信と計算処理の負荷を分散することが必要となる。本システムを構成するネットワークヴィジョンモジュールは、分散アーキテクチャを実現するもので、映像の撮影、映像データの圧縮、そして人物トラッキングまでをモジュール内で行う機能を持っている。

技術的ポイント

人物トラッキングに関する技術的課題の中心の一つは、トラッキング対象が変形を起こすものであって、しかも遮蔽による変形などは、対象物の変形が対象とは無関係の遮蔽物形状による影響を受けるためモデル化が難しいことである。この課題に、領域抽出を要素技術とすることで対応した。この方法では、動画像中のそれぞれのフレームで、画像領域抽出を行うが、その際、前のフレームまでの領域情報を積極的に利用する。これにより動画像のそれぞれのフレームにおいて、同一の領域に対して一貫した領域ラベルを保つことができる。まとめると、ポイントは、ノイズの生じやすい環境下でロバストに画像領域を抽出する方法と、フレーム間で同一の領域に同一の領域ラベルを与える方法の二点である。

デモンストレーション

デモンストレーションでは、実際に実世界映像を使って、人物トラッキングが行われる様子を示す。あらかじめ用意した映像で行ったシミュレーションの様子を使って技術内容と応用に関して説明を行うほか、会場に設置したヴィジョンモジュールを使って会場の映像を使って、その場の人物トラッキング情報を表示する。

これにより、システムの機能を直感的に理解していただくとともに、ビデオサーベイランスの応用分野についてイメージを具体的に実感していただく。

問合せ先

三菱電機(株)先端技術総合研究所

担当: 田中、石井

電話 06-6497-7211

email: tanakake@qua.crl.melco.co.jp

email: ici@qua.crl.melco.co.jp

Cyber Showcase

実世界モデル生成

マルチモーダル機能三洋研究室

成果の内容

Web3D の進展はめざましく、対象物を実際にスキャニングして得られた立体モデルや、現実感溢れる 3DCG データを用いたネット版電子カタログも多くみられるようになってきた。このような仮想空間中にて、自然な操作感にて物体操作を可能とするような対話型インタフェースの実現を目指して開発を進めた。カメラにより撮影された手指のジェスチャを認識することにより、特別な装置を装着すること無く、あらかじめ計算機内部に用意された立体モデルの対話的な操作を可能とした。これにより、ユーザは、ショッピングモール内のショウケースから商品を選択し、あたかも手にとり様々な方向から見ているかのように対象物を操作することができる。

成果の意義

EC、セールス・プロモーションといった分野において、売り手から提示された商品に対して、顧客が購買意欲を掻き立てられるよう、仮想空間においてより現実感溢れる提示を実現すべく改良が進められている。また、提示手法だけでなく、商品確認のための手段が重要であり、買い手側が、仮想空間内で対話的に操作する手法が重要となる。これは、ゲーム等アミューズメント分野、CG におけるモデル検証といった場面においても重要で、特別な装置を装着が不要であり且つ、自然な操作感で操作可能な手法の実現が望まれている。本手法により、手指の動きに応じて、対象物を指し示すことで選択したり、移動・回転するといった操作が可能になる。

技術的ポイント

独創基盤技術として以下の 2 点があげられる。

- 1) 定性的物体認識技術による認識対象個体差の吸収
- 2) 特徴点（角等）によらない運動追跡技術

従来の幾何モデル・ベースの認識手法では、対象とするオブジェクト個々に対して、詳細な幾何モデルを用意しなければならず、実世界に適用するには、

モデル数の爆発といった問題を解決する必要があった。本手法では、独自の定性的な記述に基づく認識手法により、上記問題を解決している。また、運動追跡に関しては、手指の輪郭形状には屈曲点（角点）といった普遍的な特徴点が現れないため、従来手法を適用できない。本手法では、上記記述を生成する際に検出した基本形状特徴を用い、追跡のための参照点を定め、開口問題を回避しながら ICP アルゴリズムを適用することにより追跡を可能としている。

デモンストレーション

ステレオカメラにより手指の運動を撮影し、初期フレームの入力画像対から人差し指と親指を検出し、それらの 3 次元の位置と姿勢を算出する。そして、後続するフレームの各画像を用いて運動を追跡する。このとき求めた指示方向と追跡により得られる位置・姿勢の変化の情報に基づき、仮想環境（Cyber Showcase）中のグリッパを対象物まで移動してポインティング・選択する。続いて、選択した対象物を、手指の運動追跡結果に応じて座標変換し、あたかも手に取って見ているかのように、把持・操作することができる。



図 1：デモ・システム外観

問合せ先

三洋電機（株）ハイパーメディア研究所
ヒューマンインタフェース研究部

担当：杉本

TEL:03-5803-3566 FAX:03-5803-3640

email:kaz@tk.hm.rd.sanyo.co.jp

手話認識システム

言語的ジェスチャ把握

マルチモーダル機能日立研究室

成果の内容

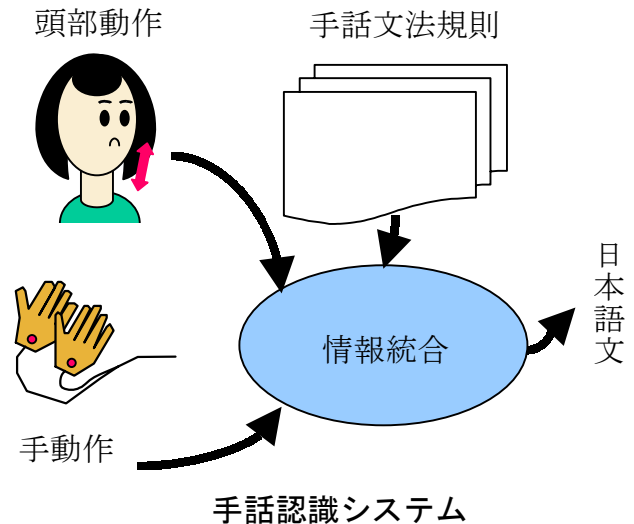
手話では手動作だけでなく、頭部の動き・視線・口形・眉・表情・上体など、ほぼ上半身全体を使用する。また、手動作で単語情報を伝達するばかりでなく、手動作の変化や頭部の動きなどで文法情報を伝達する。つまり、手話は日本語とは別の言語である。本テーマでは日常手話を使用する人の自然な手話発話データの収集を行い、それらを解析し、手話文法規則の抽出を行った。また、手話文法規則に基づく、計算機による手話文認識アルゴリズムと知識表現方法を考案し、頭部の動きについて実証システムを構築した。なお、手動作認識方式については、手話対応情報提供端末を構築し、試験運用を行った。

成果の意義

開発技術は手話から日本語への通訳システムとして、役所等の公共機関、旅行代理店等のサービス業における窓口での手話によるコミュニケーションをサポートするためのものである。また、2000年1月から3月まで長崎県諫早市役所で試験運用を行った手話対応情報提供端末や、より多くの人に手話を理解してもらうことを目的とする手話教育システムといった、応用システムへの展開が可能である。本テーマはバリアフリー社会実現のための基盤技術としての社会的意義をもつとともに、インターネットの普及に伴い、情報格差の是正が要請される現在において、産業的意義をもつ。

技術的ポイント

本テーマは言語としての手話を計算機に認識させることを目的とした研究である。そして、手動作が表現する単語情報だけでなく、その変化や、頭部の動きが表現する文法情報を認識する点、および、手話を日本語へ変換する過程において手話文法規則を用いる点を特長とする。



デモンストレーション

(1) 手話文認識システム

手動作の変化や頭部の動きによる文法情報を統合することにより、主語の判定や修飾関係・並置関係の区別といった高精度な手話文認識機能、および、操作者の負担を軽減するシームレスなコミュニケーションが実現できることを実演。

(2) 手話対応情報提供端末

パネル操作、および、音声認識による端末操作を手話で行える情報提供端末。長崎県諫早市役所での試験運用に使用したシステム。

(3) 手話教育システム

学習者の手話動作の評価、アニメーションキャラクターとの対話ができる手話教育システム。

(4) ラベル付日本手話コーパス

手話文認識システム開発における手話文法規則の作成に用いた手話コーパスの展示。

問合せ先

株式会社 日立製作所 中央研究所
マルチメディアシステム研究部 竹内 勝
E-mail: mtakeuch@crl.hitachi.co.jp

Gesture Interface

Cross Mediator におけるマルチモーダル対話システム

マルチモーダル機能つくば研究室

成果の内容

計算機との対話手段として、身体表現であるジェスチャを使えるようにした。ジェスチャでの表現はキーボードや音声などの入力手段と補完するものとして位置付けられる。

成果の意義

マルチメディアの統合検索システムとしてクロスメディアータが開発されている。このシステムとユーザーとの対話には、様々な情報メディアを媒介にして行われる。従来キーボードや音声の利用は盛んに行われてきたが、身体動作であるジェスチャでの対話は今後解決されなくてはならない技術であった。なぜなら、キーボード手元で使うことができない環境にいる場合、計算機に音声で入力しようとしても音声を捕らえるマイクがユーザーより遠距離にある場合、文字や音声で言い表すよりジェスチャで示す方が適切に表すことができる内容がある場合、など情報機器への入力手段として、ジェスチャが重要な役割をもってくるからである。

技術的ポイント

人間の動作をカメラで観測して、ビデオ動画像や距離動画像で観測し、その意味を識別することを考える。そのときこれらの動画像から識別を行うには有効な特徴抽出を行う必要がある。それはいろいろな動作を区別できることであること、ノイズに強いこと、さらには実時間処理に向いていることが必要であるが、このような要求を満たす特長抽出を開発した。次に、動作する人間はカメラに対して同じ場所にじっとしているとは限らない。例えば、インタフェースが移動ロボット上にあるとき、ロボット自体が移動するし、人間の方も移動する。このような状況で、カメラが動作する人物を追跡する必要があるが、その手法も開発している。動画像を処理して得られるものは時系列である。同時に1つのジェス

チャを意味するモデルも時系列となる。これらの2つの時系列間で柔軟な整合を行うマッチング方式を開発したことにより、ジェスチャのモデルと類似した入力であればそれを認識することができるようになった。このとき、類似したジェスチャとは戸惑いをしているようなものも含まれる。

デモンストレーション



展示のデモは、ジェスチャを使った対話機能を、ユーザーが体験できるものとなっている。以下にデモのタイトルのみを示す。

- ① ジェスチャと音声で対話するシステム
- ② ジェスチャ操作移動ロボット

問合せ先

住所：〒305-0032 つくば市竹園 1-6-1
新情報処理開発機構つくば研究センター
マルチモーダル機能つくば研究室
電話：0298-53-1647
FAX：0298-53-1640
E-mail：oka@trc.rwcp.or.jp

RWI情報統合対話ラボ



マルチモーダル機能シャープ研究室



マルチモーダル機能NTT研究室



RWI適応ビジョンラボ



マルチモーダル機能KRD L研究室



マルチモーダル機能三菱研究室



マルチモーダル機能三洋研究室



マルチモーダル機能日立研究室



マルチモーダル機能つくば研究室



マルチモーダル情報検索

マルチモーダル情報検索

情報ベース機能 KRDL 研究室

成果の内容

マルチメディアの内容の表現および検索用の補足的枠組を開発し、以下のような画期的な成果を得た。

- * 画像内容と音声注釈を使用した写真索引付け用統一ソリューションの開発
- * 鼻歌によるメロディ検索システムの開発
- * 視覚キーワードと呼ぶ新しい画像表現および照合方式の開発

成果の意義

我々の写真検索技術は、画像内容に基づく記述とシームレスな音声注釈を使用し、大量の写真に索引付けをするためのソリューションを提供する。画像内容と音声注釈を統合することで、現行の内容に基づく検索システムに欠落している写真の索引付け・検索が密接に融合したソリューションを開発した。

我々の鼻歌による照会技術は、音楽検索のソリューションを提供する。本技術は、鼻歌が多少間違っても対処できる。カラオケに応用でき、歌いたい曲を見つけるときに役立つ。またメロディで歌を認識し、オンラインで音楽購入もできる。鼻歌による音楽照合は、音楽界と音楽産業に多大な影響を及ぼすであろう。

技術的ポイント

被写体検出は、被写体特定およびラベル付けの新方式である。物理的特徴と手動で生成した決定木を使用して、場面内の被写体を効率的かつ正確に分類する。本方式は、同じ特徴集合について、普及している ANN 分類プログラムより高い性能を示した。我々は、画像検索システムの信頼性と使いやすさを向上させるために、音声注釈技術を使用した画像索引付け方式を導入して、現行の内容に基づく技術を補完する。Dragon Naturally Speaking のような音声認識システムを利用することで、音声を文字表記に変

換することができる。自由形式言語でなく構造化言語を使用し、音声認識出力から最良(N)リストを利用すれば、音声文字変換の精度がさらに向上する。変換後の文字表記を使用して、対応する写真のメタデータを充実させる。

鼻歌による照会で問題となるのは、鼻歌が正確でない場合の対処である。我々は、音階系列に基づいたメロディ特徴を鼻歌から抽出する手法を開発した。本手法を使用すると、ユーザーは、1音1音を正確に口ずさむ必要がなくなり、テンポも自由なのでメトロノームを使う必要がない。

また、我々は大規模データベースの検索効率を高める照合方式を発明した。

デモンストレーション

デモ 1: Java GUI を搭載した Pentium ノート型 PC を使って SmartAlbum アプリケーションのデモを実施する。このデモでは、索引付けスキームの各モジュールが写真索引付けタスク全体にどのように貢献するかを実証する。さらに、被写体の空間的制約で画像検索を行うキーワードベースまたは図形ベースの照会を使用し、どのように写真の検索を行うかを実証する。

デモ 2: ノート型 PC 上のシステムを使用してマイクを通した鼻歌によって歌を検索する。特徴抽出と検索プロセスを表すために、途中の特徴を視覚表現化する。それらの特徴は、データベースに保存されている 1000 曲以上の歌と照合され、類似した歌の曲名が画面に表示される。

問合せ先

Dr. Tele TAN

電話: 65-8742584

Fax: 65-7768109

E-mail: teletan@krdl.org.sg

CM 分析システム

適応的状況認知のための自己組織化アーキテクチャ

情報ベース機能東芝研究室

成果の内容

TVCM は、出演タレント、セリフ、画像そのものの印象など、さまざまなモードのデータが複雑に絡み合っ

て構成されている。本システムは、これらのデータを好感度やブランド種別の観点から再構成した問題向きの情報空間を作ることにより、広告主やクリエイターが効果的な CM 分析を行うことを支援するものである。

成果の意義

マーケターの広告戦略策定や、クリエイターの CM 製作を支援する。具体的な機能としては、以下の通りである。

- 製作中の CM を過去の CM 群と比較評価し、望みの効果を得るための改善ポイントを指摘、あるいは自動編集する。
- ライバルブランドの CM との対比により、自ブランドの CM の特性を明らかにし、CM の一貫性を維持することでブランドイメージの散漫化を防ぐ。また、市場に受け入れられやすいブランド拡張の検討を支援する。
- ターゲット層が着目している CM 要素を明らかにし、新たな発想のヒントとする。

画像の取り扱いには感性工学的手法を用いており、マーケティングへの新たなアプローチとして重要な試みと言える。

技術的ポイント

外界の知覚・認知方法を柔軟に変化させ得る枠組みを構築するため、知覚・認知方法をパラメタとして持つような情報受容モジュールをテキスト/画像/数値情報に対して実装した。これらのモジュールのパラメタは、タスクに密接に関連した評価関数に対して合目的的に調節される。評価関数が離散値をとる場合には、クラスタリングにおける評価方法を援用してパラメタの調節を行う (Category-guided Adaptive Modeling (CAM) 法)。評価関数が連続または

順序付きの離散の場合には、われわれの開発した Smoothness-driven Adaptive Modelling (SAM) 法によりパラメタの調節を行う。この枠組みによれば、個人特有の情報の受容の癖を知覚・認知モジュールのパラメタとして具体化できるため、自動カスタマイゼーションや、他人の視点に基づく情報ブラウジングを実現できる。また、特定の目的関数に適合するような情報の受容を実現できるため、合目的な情報受容とそれに基づくデータ処理を行う情報システムを構築できる。

デモンストレーション

静止画、テキスト、書誌事項からなる CM データベースに対し、

- CM 到達度に基づく SAM 法によりデータを自己組織化。新たに入力した CM プロトタイプが、指定された既存の CM と同様の広告効果を持つためになされるべき修正を、半自動的に行う。
- ブランド分離度に基づく CAM 法によりデータを自己組織化。指定した CM が、特定のブランド「ぼさ」を持つためになされるべき修正を、半自動的に行う。

特定の視聴者層についての CM 到達度に基づく SAM 法により、その視聴者層にアピールしている CM データを自己組織化。その視聴者層に対して有効に働いている CM 属性をモデリング関数のパラメタとして取り出す(「眼鏡」)。それを、他の CM に適用して、前記視聴者にとってはその CM がどう見えているのかをビジュアルに表示する。

問合せ先

株式会社東芝 研究開発センター
知識メディアラボラトリー 末田直道

naomichi.sueda@toshiba.co.jp

TEL. 044-549-2398

FAX. 044-520-1308

大規模画像群のための検索ブラウザ

画像情報の計量化と可視化

情報ベース機能日立研究室

成果の内容

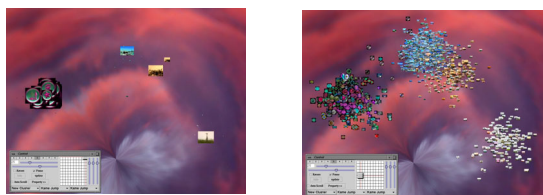
大規模な画像・映像コンテンツを効率的に検索・ブラウジングするためのシステムを開発した。本システムは、画像間の「類似性」に基づく検索と可視化を特徴とし、本システム単体で、あるいは、既存データベースシステムのフロントエンドとして機能する。

成果の意義

本システムでは、扱うデータの規模・用途に応じた多様な検索・ブラウジング方法を駆使することによって、大規模な画像コンテンツ中に、潜んでいるデータを効率的に探し出すことができる。これによって、蓄積データの再利用性を高め、「デジタルデータの再資源化」が可能となる。想定する応用分野は、テレビ局、出版社等のメディア関連企業でのデータ管理、画像・映像コンテンツサービスにおける顧客とのインターフェース、等。

技術的ポイント

検索結果の時空間パターン



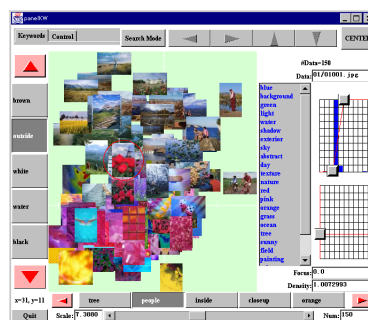
3次元的表现を用いることによって、1000件規模の検索結果を一気にブラウジングする。個々の画像に運動性を与えることによって、効率よいデータアクセスが可能である。各データは、キー画像の周辺に島状の集合を形成する。画像の大きさは、キー画像との類似性を表わす。

情報空間のウォークスルー



空間中を自由に動き回るカメラを用いて、見たいポイントを指定する。カメラ中心に公転運動するカニを用いて、客観的な視点からデータの全体像を眺める。

2次元版可視化



「キーワード」(例えば、people, sky,...) が割り当てられた2軸を選択することによって、検索結果を2次元的に可視化する。各軸上の位置は、各画像に対して「キーワードを付けることのもっともらしさ」を画像の特徴量から推定した値を表す。選択可能なキーワードの候補としては、「現在の検索結果中の画像間の違いを際立たせると推定されるキーワード」が提示される。

デモンストレーション

今回のデモでは、約10万件の画像コンテンツを用いた類似画像検索・ブラウジングを行う。また、ビデオカメラで映像を入力し、シーンチェンジ検出で取り出したカット画像を検索システムへ自動的に登録するデモも行なう。画像に映像が結び付けられている場合、3次元可視化空間中で画像を選ぶと、そのシーンに対応する映像が再生される。

問合せ先

(株)日立製作所 中央研究所

マルチメディアシステム研究部

廣池 敦 he@crl.hitachi.co.jp

武者 義則 sha@crl.hitachi.co.jp

(<http://www.rwcp.or.jp/lab/ib-hitachi/>)

意味的情報検索統合環境

文書情報空間の自己組織化

情報ベース機能三菱研究室

成果の内容

情報検索において「必要な情報がヒットしない」あるいは「ヒットしすぎて必要なものが分からない」という問題を解決する意味的情報検索システムの要素技術を開発した。

新聞記事から過去の国際紛争がどのように解決されたか調べたい時、「紛争の解決を提案した」といった検索文により検索できる。本成果では、係り受け関係と類義語の組み合わせにより「紛争の早期の終結を提言した」のように検索文と厳密に一致しない文も検索できる。また、全文検索のようにキーワードが単に含まれるだけで意味的につながりのない文書がヒットするといった「ノイズ」を抑えることができる。さらに、検索結果を語句の依存関係をもとに自動分類し、意味的に近い文書の集合を視覚化することにより検索された文書の傾向を直感的に把握することができる。

成果の意義

本成果を応用することにより、検索対象に対する知識、経験を十分に持たないユーザが効率的な情報検索を行うことができるようになる。

社会的には情報弱者（高齢者など）の情報アクセスの支援ツールに活用できる。（市役所など各組織、機関の情報公開ツール）

産業的には、情報検索技術は持っているけれども対象分野の知識を持たない人の情報収集ツールに活用できる。（R&D 分野では特許情報の検索システム、保守ビジネスの分野では、オンラインマニュアルやサービスレポートの検索システム、カスタマーサービス分野では FAQ の検索システムなど）。

技術的ポイント

日本語の語句の情報や語句の間の依存関係を解析し、その情報を XML によって文書を修飾する GDA(Global Document Annotation)タグ集合で指示した文書を対象として、語句の依存関係を検索要求で指示できる精度の高い検索を行うピンポイント検索エンジンを開発した。

従来のベクトル空間モデルを拡張し、係り受け関係を表す次元の導入およびシンソーラスを反映した次元の伸長/圧縮を行い、単純な単語の共起より意味的な関係を反映した分類を可能とする PT-VSM (Poly-Term Vector Space Model)を提案した。

全文検索、PT-VSM による文書の意味的分類、高精度の検索を組み合わせ、検索対象に対する十分な知識、経験がなくとも効率良く対話的に検索を行うことができる統合検索環境を開発した。

デモンストレーション

新聞記事 1 年分のデータ(約 9 万記事)と 1998 年の情報処理分野の特許のデータ(約 2 万 5 千件)を構文解析し、GDA タグ集合を用いて構造化された文書を検索対象とした情報検索のデモンストレーションを行う。

それぞれのデータに対して以下の手順で意味的な情報検索の要素技術を解説し、効果を示す。

- 1) 全文検索による検索を行い、「ヒットしない」、「ヒットしすぎる」検索の事例を示す。
- 2) 検索結果に対して PT-VSM による分類を行い、分類を可視化するインタフェースにより、分類の結果を探索し、係り受けをベクトル空間の次元とした分類の効果を示す。
- 3) PT-VSM により分類された文書の集合の中の文をピンポイント検索エンジンへのインタフェースに渡し、文の構文解析を行って、語句の依存関係を表す検索要求に変換し、高精度の検索を行う。

適宜、2)に戻り、別の文書集合を探索して、ピンポイント検索を行ったり、検索結果の文書の中の文を検索要求として検索を行うなどして、検索を対話的に行って検索を効果的に絞り込む過程を示す。

問合せ先

情報ベース機能三菱研究室／三菱電機株式会社 産業システム研究所 システム基盤開発部

TEL: 06-6497-7138 FAX:06-6497-7727
kobune@sys.crl.melco.co.jp

インタラクティブな マルチモーダルプレゼンテーション

マルチモーダル共通フォーマットの開発と応用

RWI 言語統合ラボ

成果の内容

画像や音声を含むマルチモーダルなコンテンツに関して、インタラクションによってその後の内容が変化するようなプレゼンテーションを行なうシステムを開発した。コンテンツの意味構造を示すネットワークとそれに関連する画像や音響のデータが提示され、利用者はそのネットワークに対してさまざまな操作を行なうことができる。それによってコンテンツの各部分の重要性が変わり、したがってプレゼンテーションの内容も変化する。

成果の意義

一般に、利用者がどのようなものごとに興味を持っているか、あるいはどのような予備知識を持っているか、ということは、事前には予測できない。そこでこのシステムでは、プレゼンテーションの際中に利用者とインタラクションを行ない、それに応じてプレゼンテーションの内容を変えることにより、ダイナミックに利用者に適応する機能を実現した。これによって、膨大なコンテンツの中の自分にとって興味のある部分について効率良く提示を受けることができ、さまざまな情報の流通や知識の移転が促進される。

技術的ポイント

言語コンテンツを意味構造化する方法に基づいて、マルチモーダルコンテンツを意味構造化する方法であるマルチモーダル共通フォーマット(MMCF)を開発した。このプレゼンテーションのシステムは、MMCFによって構造化されたマルチモーダルコンテンツを用い、その意味構造を手掛かりとして利用者とインタラクションしながら利用者に関する情報を獲得する。利用者は、意味構造のネットワークに対し、新たな節点の付加や節点の重要度の変更を行

なうことにより、自分がその場で知りたいことをシステムに伝える。システムはそれに応じてネットワークの各部の重要性を変え、その結果がプレゼンテーションに反映される。

これまで、人間のプレゼンターがいなければこのようなインタラクティブなプレゼンテーションは不可能だった。人間のプレゼンターの柔軟性は、コンテンツに関する意味理解に基づく。このシステムは、意味構造を明示したコンテンツを用いることにより、その柔軟性を部分的に実現している。

デモンストレーション

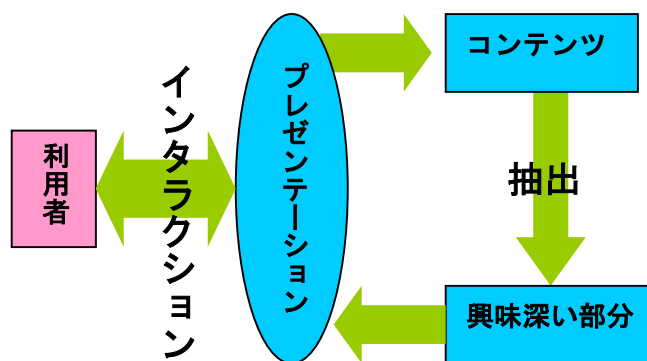
インタラクションによって各利用者に合わせた情報提示が可能になることを示す。また、実際にインタラクティブなプレゼンテーションを体験し、その可能性を実感して頂きたい。

問合せ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
RWI 研究班 言語統合ラボ リーダ
橋田浩一

hasida.k@aist.go.jp

<http://i-content.org/hasida/>



CrossMediator

CrossMediator の構築

情報ベース機能つくば研究室

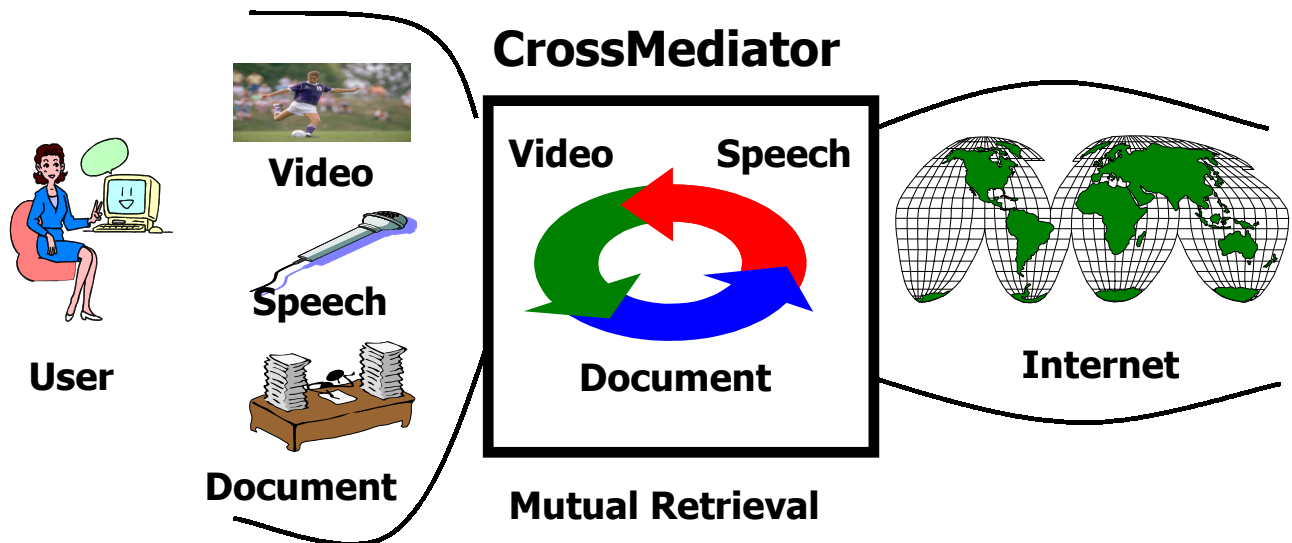
成果の内容

インデックスのついていないマルチメディアのデータとして、動画、静止画、音声、音楽、テキストを想定する。これらのデータベースについて、同一メディア内、異種メディア間において、クエリーによるデータベースの検索を行うソフトウェア群を開発した。

成果の意義

現在、大量のマルチメディアのデータが Internet を通じて個人的にも蓄積できるようになっている。それらのデータは相互検索システム（参照）することで利用の範囲と有効性が増すこととなる。

- ① 実時間動画像検索
- ② 画像と単語の双方向検索
- ③ 音声による音声やテキストの検索
- ④ 音声によるビデオ検索
- ⑤ 音響シーン検索
- ⑥ 鼻歌による音楽検索
- ⑦ 音響検索
- ⑧ 音声から話題の実時間自動分割
- ⑨ 単語連想テキスト検索
- ⑩ 遺伝子情報検索
- ⑪ PDA 端末によるクロスメディアータ利用
- ⑫ PC クラスタによるクロスメディアータ実装
- ⑬ CrossMediator for Video Ver.2



技術的ポイント

検索技術は3つの種類の開発から実現される。1つは、マルチメディアデータからの特徴抽出であり1つはデータベースの組織化手法であり、1つは検索エンジンである。

デモンストレーション

展示のデモは、クロスメディアータを構成している機能を、個別にユーザーが体験できるものとなっている。以下にデモのタイトルのみを示す。

問合せ先

住所：〒305-0032 つくば市竹園 1-6-1
新情報処理開発機構つくば研究センター
情報ベース機能つくば研究室
電話：0298-53-1647
FAX：0298-53-1640
E-Mail：oka@trc.rwcp.or.jp

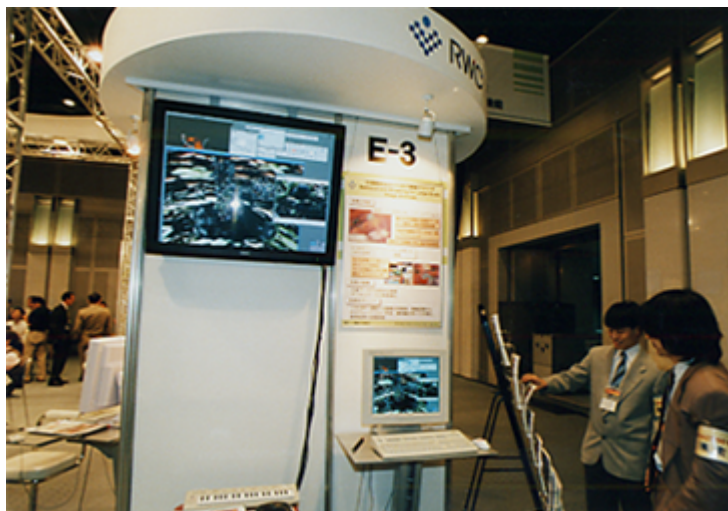
情報ベース機能KRDL研究室



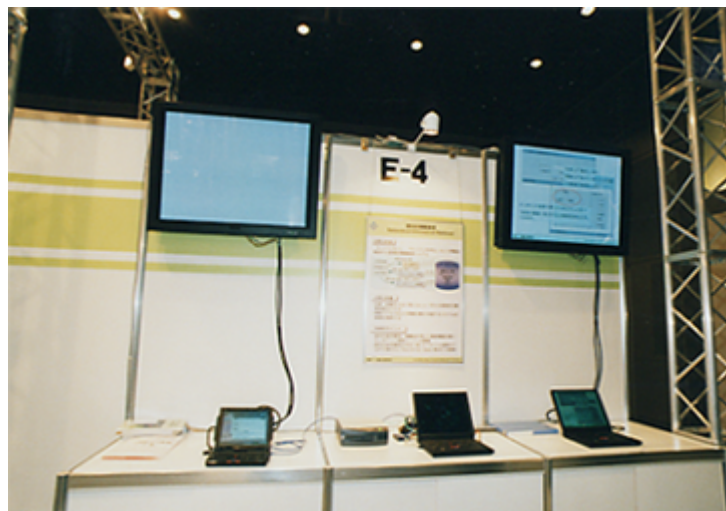
情報ベース機能東芝研究室



情報ベース機能日立研究室



情報ベース機能三菱研究室



RWI言語統合ラボ



情報ベース機能つくば研究室



CITY-TRAFFIC

R チーム

理論基盤 GMD 研究室

成果の内容

CITY-TRAFFIC の中核は、エージェントを使用した非常に詳細な高密都市地区の交通微細モデルである。CITY-TRAFFIC は、人工現実システムのプロトタイプであり、センサーを配備した交通監視システムの複合体から構成され、リアルタイムで現実の交通データを使用した微細シミュレーションを実行する。CITY-TRAFFIC は、人工現実システムの実装向けに開発したフリップ・ティック・アーキテクチャ上に構築されている。

成果の意義

大都市の交通を円滑化するため、交通管制情報システムの利用が広がりつつある。遠隔管制システムは、環境の保全を図りながら、円滑な通行と安全を促進する新しいソリューションを提供する。CITY-TRAFFIC は、交通データの収集、処理、シミュレーション用に、さまざまな技術を総合的に利用している。CITY-TRAFFIC は、交通管制システムの一部であり、完全に微細シミュレーションに依拠している。従来のシステムは、効率上の制約から、極めて人工的な交通の流れのマクロシミュレーションを利用してきた。CITY-TRAFFIC は、個別ユーザーが交通情報を入手したり、最適経路を知るために利用される。また、各種公共交通機関や都市計画当局を支援する

技術的ポイント

近年、ソフトウェア技術のさまざまな分野で、集中型から分散型への移行が顕著である。中でも、エージェントを使用したシステムが、開発の最高段階となっている。このような大規模ソフトウェア・システムは、単一の中央プログラムだけでなく、協調動作する多数の自律プログラム・エージェントから構成される。GMD では、100,000 エージェント以上の大規模シミュレーションの効率化を図るため、フリップ・ティック・アーキテクチャ(FTA)と呼ぶ専用ソフトウェアを開発した。

FTA クラスタ・オペレーティング・システムを使用すると、強力な PC クラスタ・ハードウェアを低コストで効率利用できる。CITY-TRAFFIC は、膨大な数のソフトウェア・エージェントを同時にシミュレートすることで、該当地区での現実の交通を優れたスケーラビリティと機能を総括したリアルタイムな電子画像として生成するという独創的な可能性を提供する。このような機能こそ、人工現実(AR)システム

を定義付ける特徴である。

CITY-TRAFFIC の第 1 号は、ボン市のために開発された。全主要交差点をセンサーで監視し、センサーが交通の流れの情報を中央コンピュータへ送信する。人工現実技術を利用して、このデータから大量の個別車両をシミュレートする。シミュレーションによって、現実の道路の幾何(曲がり車線の長さやセンサーの位置と機能など)と厳密に照合する。また、公共交通車両を優先させることなども含めて、交通信号系統の切り替わり状況も現実的にシミュレートする。

関連するすべての交通データを、統合システムが記録し、処理する。交差点の幾何、交通信号系統の制御プログラム、現在の交通の流れなど、さまざまな情報に対応する。これらの静的データと動的データを人工現実データベースに記録し、都市の人工現実モデルが完璧な都市計画や交通計画の基盤となる。

CITY-TRAFFIC は、ボン市全域(63km²)の入力が完了次第(2003 年末)、ボン市が使用する予定である。

デモンストレーション

デモは、ボン市の中央環状道路周辺に関するものである。次のような典型的な問題に対して、CITY-TRAFFIC の応用デモを実施する。

「現在の交通状況」

人工現実データベースが、中央環状道路の交通の空間分布と流れを記録する。人工現実データベースに蓄積された情報に基づき効果的な交通計画を行うことができる。

「どのような交通問題が広がりつつあり、その原因は何か」
交通事故は、人工現実で正確に再現でき、分析できる。

「道路網の変更は、どのような影響があるか」
車線の変更や、一方通行の道路が導入される場合がある。CITY-TRAFFIC を利用すると、このような変更の影響を分析し、該当する道路網の交通の流れを最適化することも可能である。

問合せ先

Dr. Heinz Mühlenbein

muehlenbein@gmd.de

電話: +492241142405 fax: +492241142343

http://borneo.gmd.de/AS/ct/ct_eng/index.html

統計的パターンコンピューティング

統計的パターンコンピューティングによるテキストの索引付けと検索

理論基盤 SICS 研究室

成果の内容

脳はどのような計算を行っているのか。脳のように機能するコンピュータを構築できるであろうか。我々の研究は、このような問いに基づいている。

有能な図書館員のことを考えよう。次に、検索システムのことを考えよう。どのようにすれば、システムは図書館員のようにになれるのか。何が欠けているのか。それは、人間のデータを人間が理解するように理解することである。そのためには、システムが人間のように学習し、知識を表現する必要がある。

この研究のデモ実施者は、検索システムを紹介し、ユーザーがよく知らない言語でテキストを検索する方法を実証する。大量のテキスト・データでシステムを訓練することで、検索システムはテキスト内の語法に基づいて語の意味を表現できる。

成果の意義

次世代のシステムは、

- 人間と円滑に対話し、
- 人間のようにふるまい、
- 情報を見つけて収集し、
- データから情報を産み出す

必要がある。そのため、システムには人間と同じ、もしくは人間に似た方法で人間のデータをモデル化する機能が必須である。新しいデータに圧倒されることなく、類似性を検出し、柔軟にデータを学習、応用できなければならない。

我々は、サンプル・アプリケーションで合理的に動作する方式を開発した。このサンプル・アプリケーションは、自然言語の用法に基づくテキスト理解モデルを使用している。

我々の研究成果は、情報検索だけに限らず、次世代の情報処理システムの設計・構築に活用できる。

技術的ポイント

ホリスティック表現と確率的計算の統合から、サンプル・アプリケーションが示すような、堅牢で現実

的、スケーラブルで有用なアルゴリズムが得られる。

デモンストレーション

デモでは、SPC のテキスト検索分野への応用を実証する。サンプル・データベースからテキストを検索するデモシステムと、ユーザーに検索用語の翻訳を提示して、複数言語クエリーの作成を補助するデモシステムを展示する。

システムは、大量の複数言語テキスト・データで訓練されている。システムは、テキスト内での語の生起の対応関係を抽出し、類似文脈に生起する語間関係を蓄積する。異なる言語間であっても対応関係の抽出が可能だ。

デモシステム 1 では、単語間関係を基に検索システムを構築できるよう示す。

デモシステム 2 では、ユーザーがクエリーを作成するのをシステムが補助する様子を示す。ユーザーが語を入力すると、システムが類義語を提示するので、クエリーの内容がより充実する。

システムが語を翻訳し、訓練テキスト内に存在する最も類似した語（群）を提示するようにすれば、複数言語での応用に役立つであろう。ユーザーがよく知らない言語でクエリーを作成することは、ユーザーが検索結果を理解できる場合であっても困難である。このアプリケーションの意図は、このような状況に対処することである。

問合せ先

SICS (Swedish Institute of Computer Science)

Box 1263, SE-164 29 Kista, Sweden

電話: +468 633 15 00

Fax: +468 751 72 30

www.sics.se/arc/spc

spc@sics.se

学習統合型情報処理の理論基盤

学習統合型情報処理の理論基盤の研究

RW I 学習統合基礎ラボ

成果の内容

実世界知能に必要な学習統合型情報処理の理論基盤として、ベイジアンネットワーク、確率制約プログラム、多変量データ解析モデル、混合分布、遺伝的アルゴリズムなどの組み合わせ構造を持つ確率分布モデルを用いた学習・推論技術を確立した。

成果の意義

- ・ 効率のよい学習・推論を実現し、複雑な実世界情報の学習、統合を可能にした。
- ・ 組み合わせ構造をもつ確率分布モデルの複雑な学習過程を解析し、その性質を解明した。
- ・ 実世界知能システムに適した、新しい学習の枠組みを与えた。

技術的ポイント

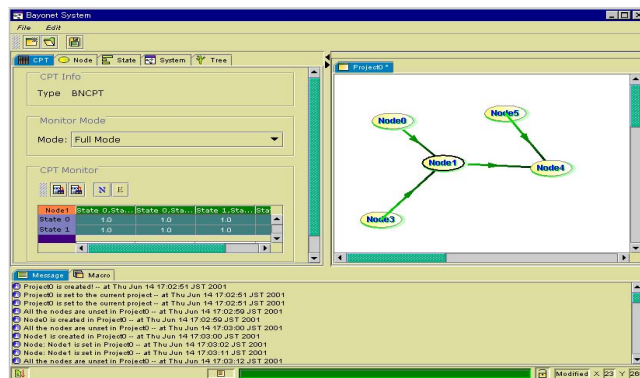
- ・ モデルの性質に即した学習・推論のアルゴリズムを工夫し、効率化を実現した。
- ・ 使いやすいソフトウェアを開発し、実世界のデータに適用した。
- ・ 人間との対話やインタラクションを積極的に学習に導入した。

デモンストレーション

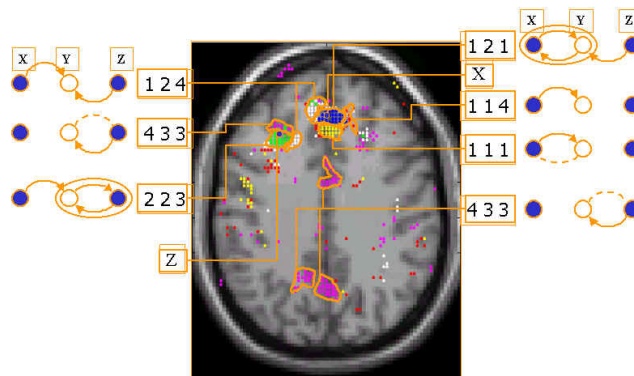
ベイジアンネットワーク構築システム BAYONET、脳画像の多変量情報量解析システム、の二つのソフトウェアのデモンストレーションを行う。

ベイジアンネットワークは、グラフ構造によって確率変数間の条件付き独立性を表現することにより、多変数の同時確率分布の効率的な表現とそれを用いた確率計算（推論にあたる）を実現するメカニズムで、実世界知能システムの推論・学習の基盤として、現在最も有望なモデルの一つと考えられている。

ニューラルネットワークによって条件付き確率を近似し、保持する方法を提案するとともに、その



方式に基づき、データベースの情報を用いてインタラクティブにベイジアンネットワークを構築するためのツール BAYONET を Java 言語で実装した。BAYONET は GUI 上の簡単な操作によって、ネットワークを構築し、条件つき確率を学習し、確率推論を実行することができる。



確率変数間の依存関係をデータから発見する問題に対して、変数間の相互情報量や媒介作用を利用して情報の流れや情報の共有の構造を明らかにする手法「多変量情報量解析」を研究開発した。現在までに3種類の解析方法を提案し、脳の fMRI 画像データに適用し有効性を示した。

問合せ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
RWI 研究班 学習統合基礎ラボリーダ
麻生 英樹
h.asoh@aist.go.jp

記号としてのニューラルネット

記号・パターン統合

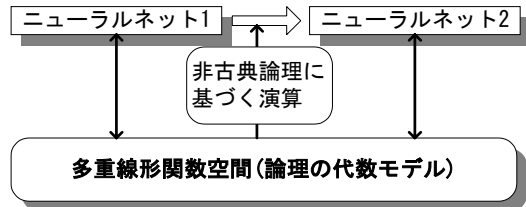
理論基盤東芝研究室

成果の内容

ニューラルネットによる論理的な推論方式を実現した。従来のコネクショニズムは、記号処理をニューラルネット計算で実現することを目指すものであったが、ニューラルネット自体を論理命題と同様に扱い推論を行う本方式は、逆に、ニューラルネットを記号処理の枠組みに取り込むことを可能にする。

ニューラルネットの学習能力を用いることで、記号だけを用いた推論と比較して、記号化が困難なパターンデータの取り扱いもできる。

具体的な手順は、ニューラルネットを多重線形関数空間上の点である論理ベクトル表現に変換し、空間上に定義された非古典論理に基づく演算を実行する。演算結果として得られる論理ベクトルは推論結果とみなされ、論理的な推論が実現される。



成果の意義

コネクショニズムに記号主義を導入するという新しい考えを提案できた。また、パターンデータを学習したニューラルネットを用いて論理推論を行うことで、パターン推論への応用もできる。

パターン推論は、従来の記号処理でボトルネックとなっていた知識獲得を容易にすることができる。例えば、画像データ、時系列データなどの記号化しにくいパターンデータをニューラルネットに学習させ、このニューラルネットで論理的推論を行わせることが考えられる。この方法は、パターンデータをニューラルネットで表現し直すことで、パターンによる論理的な推論、すなわち、パターン推論を実現しているとみなすことができる。

現状では理論面での研究が主であるが、今後、計算量等の課題を解決し、産業分野への応用を目指す。

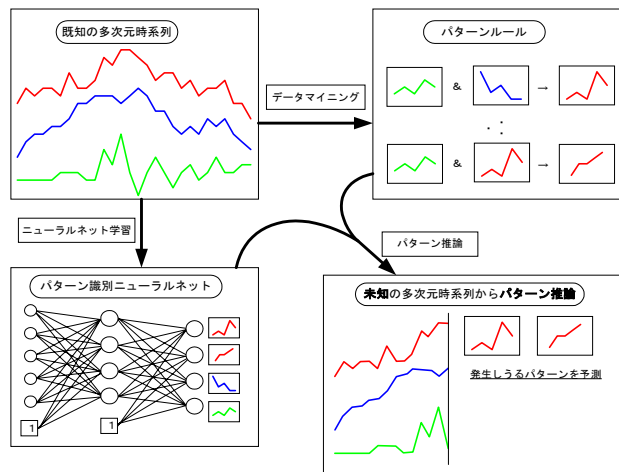
技術的ポイント

ニューラルネットの論理的推論に妥当性を与えるための理論的研究、すなわち、代数モデル、多重線形関数空間の関係、ニューラルネットと多重線形関数の関係、非古典論理に基づく演算方式を検討した。また、推論精度を上げるためのニューラルネットの学習方式を考案した。

デモンストレーション

ニューラルネットの論理的推論の概要説明、およびパターン推論への応用例の紹介を行う。

パターン推論で扱っている題材は、金融時系列データから、将来発生する可能性のある時系列パターンを予測する例である。



問合せ先

〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝 研究開発センター

コンピュータ・ネットワークラボラトリ

担当：波田野寿昭 (hisaaki.hatano@toshiba.co.jp)

分散能動学習方式

高精度学習方式と遺伝子/自然言語処理への応用

理論基盤 NEC 研究室

成果の内容

データから分類規則などを自動学習する機械学習のための新しい基礎理論として「分散能動学習方式」を体系化し、自然言語処理及び遺伝子情報処理への応用を通じて有効性を検証した。分散能動学習方式とは複数の学習者の学習結果を統合して精度の高い学習結果を導くための方法（分散学習）、学習に必要なデータを自ら集めながら学習する方法（能動学習）、学習で獲得される知識の最適性を情報理論的に評価する方法（知識の評価）の3つからなる。

成果の意義

分散能動学習方式は、それまでの学習アルゴリズムに比べて、1) 分類予測精度を高める、2) 計算効率性・データ効率性を高める、3) 学習が雑音に対してロバストになる、といった効果をもたらす。

自然言語処理への応用では、語彙の曖昧性解消の問題に対して記述長最小原理を用いた単語クラスタリングを用いることで曖昧性解消率を従来の 82% から 90% (世界最高水準) にアップさせた。本結果は機械翻訳の精度を飛躍的に向上させる。

遺伝子情報処理への応用では、大量の遺伝子データを用いた免疫特性同定の実験において、選択的サンプリングを用いた集団質問学習方式を実験計画に適用することで、免疫特性ペプチドを特定するための実験回数が最大 20^9 必要なところ、 10^3 程度の回数まで激減させることができた。本結果は新薬開発などに有効である。

技術的ポイント

・分散学習方式として「分散協調ベイズ学習方式」を確立し、分散環境のもとで非分散のと学習と同程度の学習精度を達成しつつスピードアップを実現した。

・知識の獲得と利用のトレードオフを評価する理

論的枠組みとして「Lob-Pas 問題」を定式化し、この中で、学習しながら獲得知識を最適に利用するための最適選択逐次型学習法を発明した。

・能動学習方式として、「選択的サンプリングを用いた集団質問実験計画方式」を開発し、莫大な数に上る可能な実験の中から情報量の高い少数の実験を選び出す実験計画法を実現した。

・記述長最小原理を用いた単語の2次元クラスタリングアルゴリズム（シソーラス自動生成）を発明し、これを用いた自然言語の係り受け曖昧性解消法並びに格フレーム一般化手法を確立した。

デモンストレーション

1) 単語クラスタリングツール (Cluster) :

2 対の単語の共起データ (例: [動詞 名詞 発生頻度]) を入力データとして、MDL 原理を用いて単語を自動クラスタリングした結果を出力する。関連の深い単語同士がクラスタとしてまとめられる。

2) 格フレーム一般化ツール(MDL2) :

原シソーラスと単語共起データを入力として、原シソーラスの枝を刈り、シソーラスの一般化 (単純化) したものを出力とする。また、特定の単語を入力すると、関連の深い単語クラスを発見してくれる。

以上は、自動翻訳システムの前処理として、単語の曖昧性解消や漢字の読み代え、係り受け推定といった場面に用いられる。

問合せ先

山西 健司

Tel: 044-856-2143

Fax: 044-856-2231

yamanisi@ccm.cl.nec.co.jp

統計的知識表現と能動決定

確率的知識表現および能動的意志決定

理論基盤 SNN 研究室

成果の内容

ベイズ・ネットワークは、不確定情報を表現する新しい方法である。論理(エキスパート)システム、学習方式(ニューロ・ネットワーク)、統計ツールは、ベイズ・ネットワークの特殊ケースと考えることができる。我々は、ベイズ方式を使用した新しい学習・推論アルゴリズムを開発した。

成果の意義

本研究の成果により、データ・マイニング、時系列モデリング、監視、制御、エキスパート・システム用の大規模確率モデルが計算論的に実現可能になる。

技術的ポイント

- 平均界理論に基づく近似推論方法
- ベイズ・ネットワークに基づく医療診断システム
- カルマン・フィルタの切り替えに基づく対話型音楽システム
- C++と Java 1.3 で書かれた BayesBuilder グラフィック・ソフトウェア

デモンストレーション

近似推論

普及している近似方式は、元来、統計物理学分野で開発された平均界理論に基づいている。この方式は、本来の分布 p にできるだけ近い計算可能な近似分布 q を見つけようと試みるものである。標準方式は、 q の因数分解後分布を利用している。我々の方式は、標準方式を新しい2つの方向に拡張するものである。第1の拡張は、近似分布に構造を組み込むこと、すなわち、因数分解しない分布 q を利用することである。第2の拡張は、より高次の近似(TAP 近似)を考慮することである。

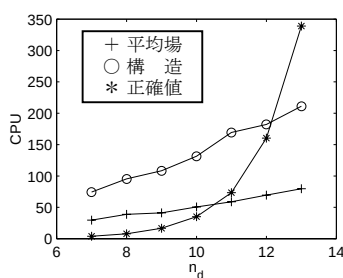


図1: ネットワーク・サイズの機能としての正確・近似推論用 CPU 時間

医療診断

医療診断システムは、確率モデルに基づいており、欠落値による推論と複数原因による推定という特徴がある。システムは、根本的機構の所見である差分診断を提供し、医師の診断作業を支援する。

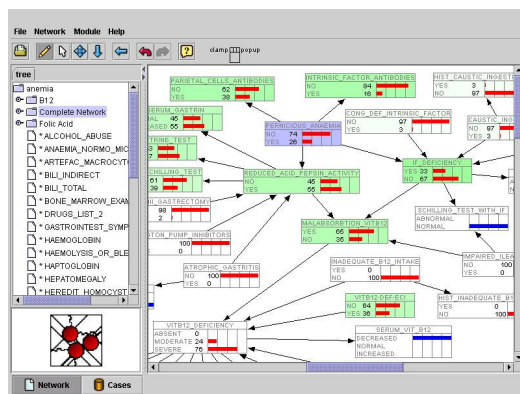


図2 グラフ・モデル用の BayesBuilder ソフトウェア

採譜

他の応用としては、MIDI 鍵盤の出力から音符を自動生成する自動採譜がある。自動採譜には、テンポ変動の追跡と過剰なタイミングぶれの除去という2つの問題がある。この2つの変動を除去しないと、得られる音符が非常に複雑になり、用をなさない。これこそ、現在、市販されている採譜ソフトウェアの欠点である。我々は、テンポの追跡とイベントの量子化を同時に実行する動的ベイズ・ネットワークを開発した。このモデルは、人間の採譜に極めて近い。

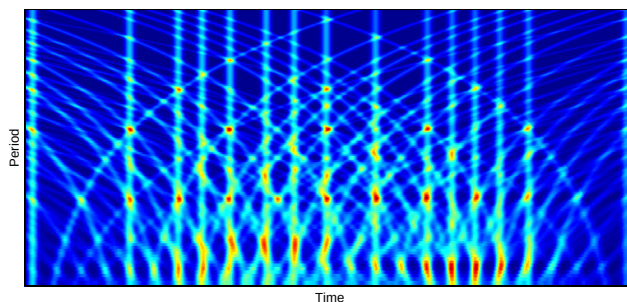


図3 テンポグラムで表したテンポ追跡

問合せ先

SNN, 231, P.O. Box 9101
6500 HB, Nijmegen, The Netherlands
電話: +31-24 3614245, Fax: +31-24 3541435
E-mail: snn@snn.kun.nl, Web: <http://www.snn.kun.nl>

理論基盤GMD研究室



理論基盤SICS研究室



RWI学習統合基礎ラボ



理論基盤東芝研究室



理論基盤NEC研究室



理論基盤SNN研究室



オフィスロボット「事情通」

事情通ロボットの学習統合型情報処理

RWI 事情通ロボットラボ

成果の内容

オフィス内を安定に移動し、オフィスのメンバや訪問者との対話を通じて、情報収集、情報提供などの情報サービスを行う、オフィス対話ロボットのプロトタイプを構築した。

成果の意義

- ・ 世の中に先駆けて対話ロボット、インタラクティブロボットという新たな技術分野を拓いた。
- ・ 実環境内を安定に移動するための技術確立した。
- ・ ロボットと人間との対話を通じた情報の教示、情報の提供の可能性を示した。

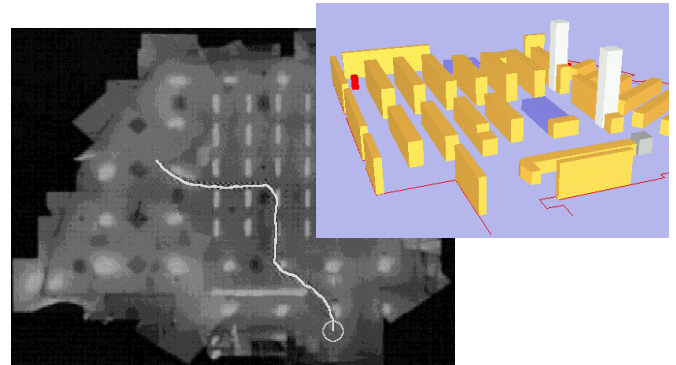
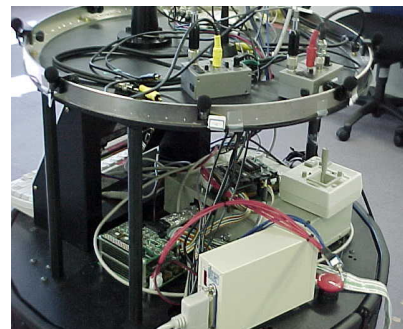
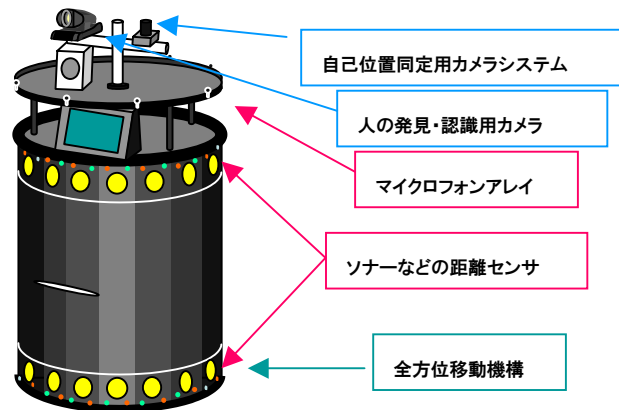
技術的ポイント

- ・ イベント駆動型のソフトウェアアーキテクチャによる機能統合。
- ・ ソナーやさまざまなビジョンセンサを統合して、環境地図を作成し、安定したナビゲーションを行う。
- ・ マイクロホンアレイを用いた話者位置同定と雑音抑制による、実環境での雑音に強い音声認識技術確立した。
- ・ 文脈情報を利用した自然な対話を可能にした。
- ・ 大きさや回転に強い顔認識を実現した。
- ・ 外部データベースとの接続による情報提供。

デモンストレーション

会場内を安定に移動する機能を中心としたデモンストレーションを行う。ロボットは、対話的に指示された目的地まで、障害物をよけながら移動を行う。その間、天井の画像を利用した自己位置同定手法により、現在位置を把握し、迷わずに移動ができることを示す。

また、KRDL 研究室の開発した顔認識システムを用いて、人の同定のデモンストレーションも行う。



RWI センター建物内での案内対話の様子、マイクロホンアレイによる雑音抑制などの要素技術をビデオで紹介する。

問合せ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
RWI 研究班 事情通ロボットラボリーダ
麻生英樹
h.asoh@aist.go.jp

自律的環境学習

能動的地図獲得とセンサー情報表現

自律学習機能 SNN 研究室

成果の内容

移動型ロボットを現在の状態から目標の状態まで最適に走行させるには、環境の内部モデルが必要である。環境の内部モデルとしては、物体とその空間関係のラベル付き表現に基づくトポロジー・マップや、ロボットの作業空間内の多角形や占有格子のような幾何モデルが考えられる。我々のロボットは、全方位視覚系を装備している。環境の幾何特徴をモデル化する代わりに、我々は映像とロボット位置との関係を直接モデル化する(外観モデリング)。学習段階では、映像とそれに対応する位置のデータベースを作成する。位置推定のためには、ロボットの推定位置を視覚情報で更新する Markov 位置推定方式を使用する。ロボットは、長距離走行も可能である。この方式は、車輪の滑りや間違った運動モデルに対して堅牢であり、「ロボット誘拐問題」にも対処できる。このアプローチでは、得られる映像の次元数が極めて高く、記憶不可能であるため、良好な映像特徴が不可欠となる。我々は、確率分布を表現するために、モンテカルロ法(粒子フィルタ)を使用した。

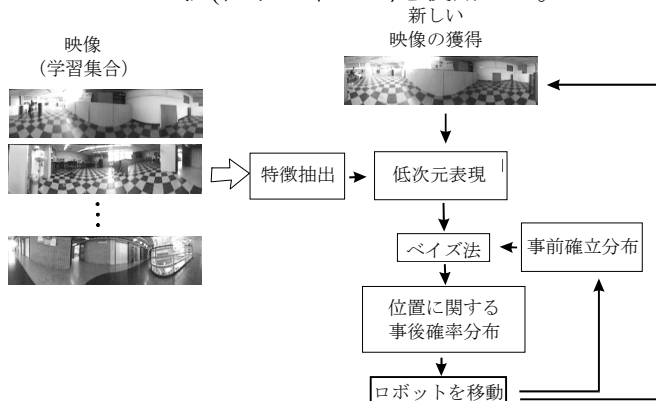


図1 位置推定方式の模式図

成果の意義

我々が開発した位置推定方式は、知的環境におけるサービス・ロボットのような新しいロボット開発にとって重要である。オフィス、スーパーマーケット、住居などの人間の居住環境で、多くのロボットが活躍する日も近いであろう。

我々の位置推定方式では、事前に幾何地図がなくとも、移動型ロボットの位置を推定できる。すなわち、ユーザーは、ロボットをいろいろな場所に移動させるだけで、ロボットに環境モデル化の訓練をさせることができる。これは、個人用ロボット、掃除ロボ

ット、その他のサービス・ロボットにとって非常に重要な機能である。このようなロボットは、将来の知的住居環境や知的オフィス環境で重要な役割を果たすようになるであろう。

技術的ポイント

位置推定のために開発した技術

- * 最適線形映像特徴の自動抽出
 - * ロボット位置推定用の確率論的方法
 - * 補助粒子フィルタによる堅牢な追跡
 - * デルタ状態フィルタリングによる誘拐への対処
- 空間再構成のために開発した技術
- * 全方位映像からの立体視
 - * 確率論的立体範囲データ融合

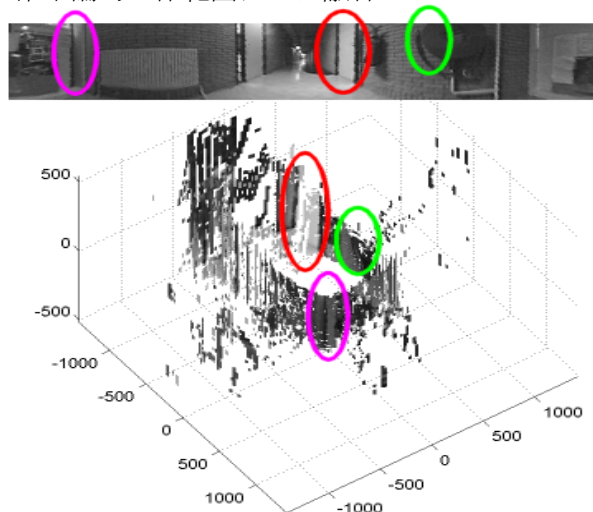


図2 4つの全方位映像からの空間情報

デモンストレーション

自律学習した地図を走行するロボットを展示する。ロボットを「誘拐」して（別の場所に移動して）、車輪の滑りや車輪エンコーダの不正確さに対する堅牢性を実証する。また、複数基線全方位立体視アルゴリズムのデモも実施する。

問合せ先

Dr. Ben Krose, SNN Laboratory,
Department of Computer Science University of Amsterdam,
Kruislaan 403, 1098 SJ Amsterdam, NL.
電話: +31 20 525 7520/7461/(7490 fax)
<http://www.science.uva.nl/~krose/>

自己再構成型学習ロボット DRAGON プロジェクト

自律学習機能 SICS 研究室

成果の内容

「自己意識」に基づく学習方法を開発し、このような自律学習をサポートする実世界高負荷ロボットの設計原理を開発した。

成果の意義

- * 自己修復の自律学習が、特殊なロボット設計をどのように利用できるかを示した。
- * 「自己意識」によるより高速な学習をサポートする最初の高負荷自律ロボットの関節部と結合部を紹介した。

技術的ポイント

- * 学習は、オンライン・リアルタイム自己シミュレータでの試行によって高速化した強化学習を使用して実現した。
- * 本方式は、実装は容易であるが、高速シミュレーションが必須となることが判明した。
- * 単純な力学系と高速シミュレーションを可能にするコンポーネント要件が判明した。

- * 横揺れと縦揺れの自由度を完全に分離し、自律学習型走行に最適な、自由度 2 の対称型横揺れ-縦揺れ-横揺れ駆動型 CV 関節部が存在することを示した。
- * 自由度 5 の自己位置調節型で、接合方法の自律学習に最適な、対称性が最大で両性具有型ラッチ式結合部が存在することを示した。

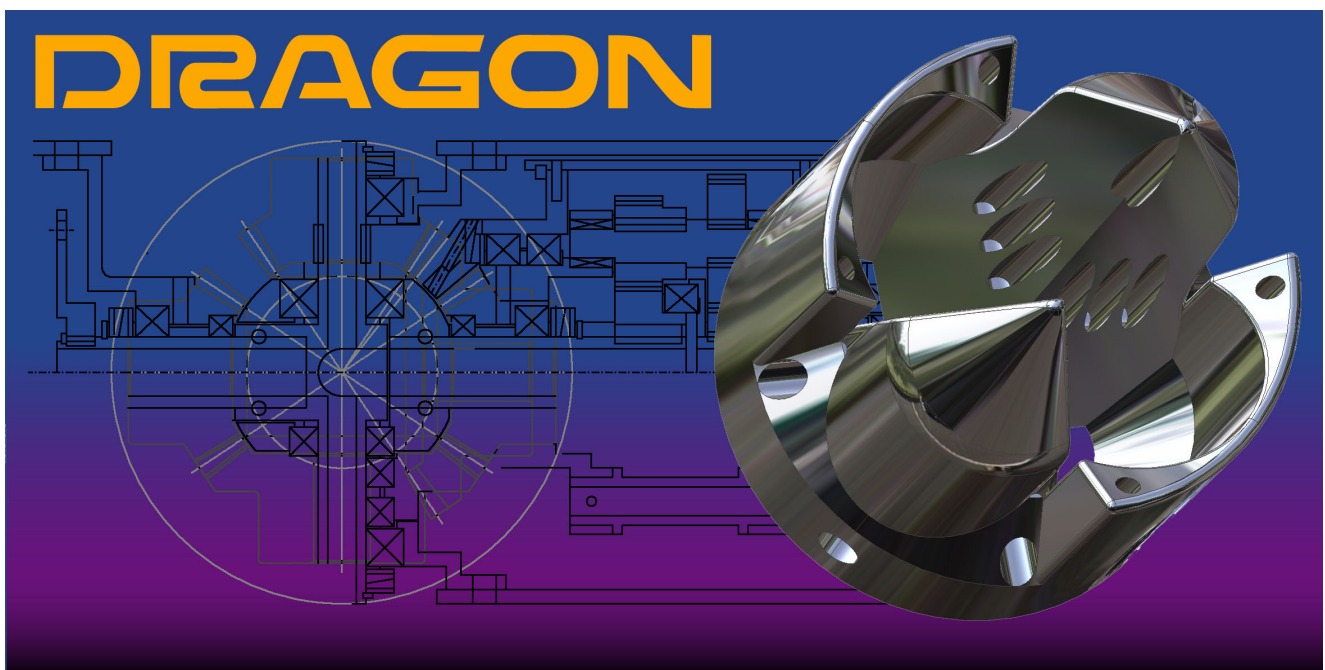
デモンストレーション

結合部と自律学習手順を使用して接合するロボットのデモを実施する。関節部と結合部のモジュールを拡大して展示、解説し、その堅牢性を実験する。訪問者は、装置にじかに触れることができる。また、短編ビデオで機能を紹介する

問合せ先

Dr. Martin Nilsson
SICS, POB 1263, SE-164 29 Kista, Sweden
Fax: +46-8-751 7230

E-mail: Dragon@DrNil.com
<http://www.DrNil.com/Dragon.htm>



自律学習機能

移動エージェントを用いた自律学習機能の開発

自律学習機能富士通研究室

成果の内容

実世界環境からの情報を扱う従来システムでは、人間があらかじめ獲得し、設計した環境に関する知識を利用してタスク学習を行っていたが、その知識獲得に要する設計コストが大きく問題となっていた。

我々はタスク学習以前の環境に関する知識獲得を事前学習として行う、自律学習の枠組みを提唱した。これによれば、環境に関する知識の設計コストが大幅に低減できる。

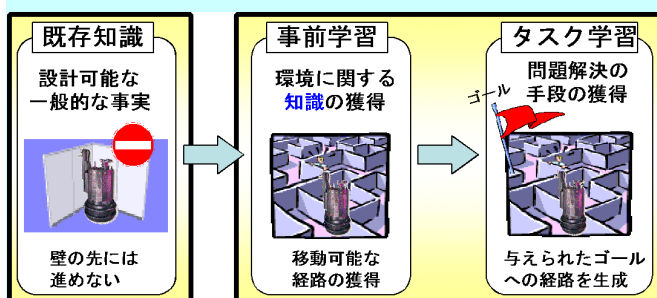


図1 自律学習の枠組みの提唱

成果の意義

環境に関する知識獲得の手法として、タスク学習に有効であると考えられる、関係の強い複数の部分情報を自動的に抽出する Matchable 状況分解手法を開発した。

本手法より得られた部分環境知識を組み合わせれば、タスク学習における計算コストの削減や、より少ない経験からの汎化能力が得られるため、学習システムの適用範囲が飛躍的に拡大する。

技術的ポイント

事前学習の中心的な機能を実現する Matchable 状況分解手法はスプレッドシート状に整形されたデータに対して、特徴量とイベントの同時選択により内部に規則性を持つ複数の部分環境知識を選択する。この部分環境知識の選択のためには、「マッチング機会の最大化」に基づいた評価基準が用いられる。

また、事前学習で得られた部分環境知識を組み合わせるための分散知能アーキテクチャ (CITTA)を開発した。

デモンストレーション

状況分解結果を利用したドア&鍵課題のデモを行う。環境中に置かれたエージェントは位置、鍵、ドアなどのセンサ情報を受け取り、前後左右方向への移動を行う。

自律学習では、事前学習において獲得した鍵とドアの関係、位置と移動の関係についての部分環境知識を獲得する。

部分環境知識を利用すれば、ゴールを与えられた以降のタスク学習での行動決定に必要な経験の量を小さくできる。このため必要に応じて鍵を取りながらゴールへ向かう経路生成を少ない経験で行えるようになった。

また自律学習では、タスク学習中の経験も分解して蓄えている。これにより、環境が変化しても部分的な経験を組み合わせることで、新たな環境に素早く対応できる。

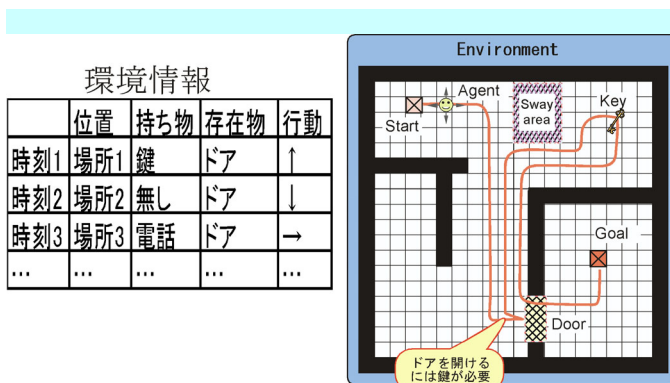


図2 状況分解結果を利用したドア&鍵課題デモ

問い合わせ先

(株) 富士通研究所知能システム研究部 岡田浩之
 TEL:043-299-3597, FAX:043-299-3075,
 E-mail: OkadaHiroyuki@jp.fujitsu.com

非音声音認識システム

自律学習移動ロボットのための音響環境理解

自律学習機能MRI研究室

成果の内容

「非音声音認識システム」は、ノイズのある実際の環境下で、人の声以外のいわゆる『物音』を認識する。あらかじめ登録した物音をノイズの中から選出し、音が発生した方向と音源の種類を認識する。



成果の意義

いろいろな電子機器に物音を聞き分ける機能をつけると、その機器の付加価値が高めることができる。

- ・ 工場で異音を検知し、機器の不調を知らせる
- ・ 聴覚障害者向け車でサイレンや踏切音を知らせる
- ・ 監視カメラを物音の方向に向ける
- ・ 自律ロボットが拍手や口笛に振り向く
- ・ 保育園や家庭で乳幼児の泣き声を知らせる
- ・

技術的ポイント

●ビームフォーマ技術（超指向性マイクロホン）

多数のマイクを並べたマイクロホンアレーを利用し、特定の方向の音波だけを取り出す。一つの方向しか注目できない指向性マイクロホンと異なり、全方向に同時に並行して指向性を向けられる。

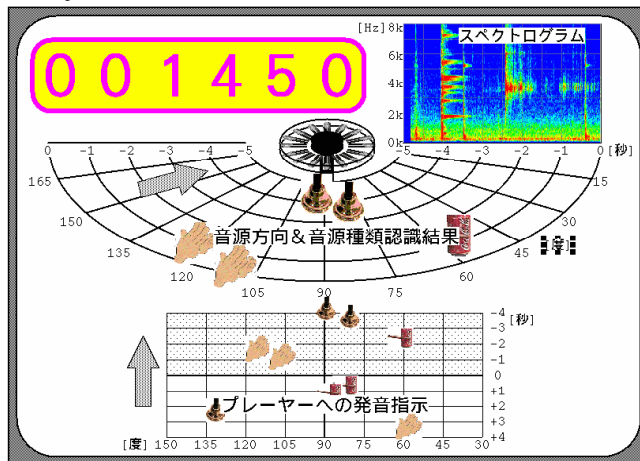
●非音声音認識技術

単発音、断続音、連続音それぞれに適したマッチング手法を用いることにより、高速に精度よく非音声音を認識することができる。

デモンストレーション

●サウンドゲーム

画面上に指示される「音源／擬音語」「方角」「リズム」に従ってプレイヤーがいかに正確に音を発せられるかを競うゲーム。プレイヤーが指示に従って発音すると、「音源」と「方角」を認識し、認識結果を画面中央の半円状のエリアに表示し、得点が加算される。



●小型音響診断システム

ビームフォーマと非音声認識モジュールを小型の組み込みデバイスとして実装した。インターネット上のサーバとして動作し、ユビキタスセンサとして利用できる。8本のマイクからリアルタイムで特定の音波を検出する。PowerPC G3 350MHz 搭載のプロセッサカードをベースに 100Base-T、8ch フィルタアンプ、A/D 変換器を搭載するオールインワン音響診断サーバである。

問合せ先

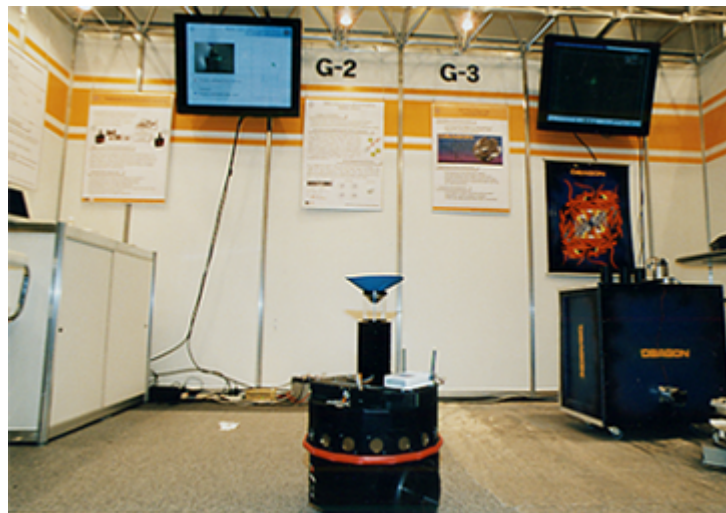
(株)三菱総合研究所 情報通信研究部
比屋根一雄 (hiya@mri.co.jp)

Tel: 03-3277-0750、FAX: 03-3277-3479

RWI事情通ロボットラボ



自律学習機能SNN研究室



自律学習機能SICS研究室



自律学習機能富士通研究室



自律学習機能MRI研究室



光ニューラルネットワーク

高並列大容量演算システムの評価

RWI 情報光学ラボ

成果の内容

これまでの技術では不可能であった超高速で画像情報を処理、ニューラルネットワークの学習機能を利用しマシンを駆動するシステムを開発した。

このシステムは、RWC プロジェクト内で開発されたデジタルスマートピクセルを中心とした並列光電子デバイスと光学系により構成されている。光の高並列情報伝送特性と並列光電子デバイスを利用することによりほとんどの処理を並列に行うことが可能となった。

また、ニューラルネットワークをこのシステム上に実現することにより特別なプログラムを必要とせず、環境に柔軟な情報処理を実現した。

成果の意義

通常のカメラと電子計算機で構成される画像処理システムでは、2次元画像をいったん時系列の電気情報に変換して伝送する。このボトルネックのために従来のシステムでは十分な高速性を得ることは難しい。これに対し並列光電子デバイスを用いた並列システムでは、画像情報を同時並列に処理し、必要な情報のみを電子計算機に送ることにより高速な処理が可能となる。ミリ秒オーダーのフィードバックが可能となったことから高速制御が必要なロボット、FA分野等での応用が可能である。

また、このシステム上でニューラルネットワークを実装することにより、複雑なプログラムを必要とすることなく、柔軟な処理が実現される。これらのことから広い領域での実用化が期待される。

技術的ポイント

光の入出力ポート（フォトダイオード+LED）を持ったシンプルなプロセッサユニットを一ピクセルとし、これを2次元状に並べたデジタルスマートピクセルがRWCプロジェクト内で開発されたデバイスである。これといくつかの2次元並列光電子デバイスとレンズアレイ等の新しい光学素子を組み合わせ

ることによりシステムを構成した。画像の複製、乗算、局所加算の処理は光を用いて行い、減算、非線形処理、メモリ等は電子回路で行っている。

このシステムで学習機能を持つニューラルネットワークを実現した。システム中の光学系ではニューラルネットワーク演算中のベクトルマトリックス演算を行い、電子回路では非線形処理等を実行している。光と電子のそれぞれの得意とする領域を融合することにより、高機能なシステムが実現される。

デモンストレーション

製作した光ニューラルネットワークを用いてターゲットトラッキングを行う。ニューラルネットワークは当初何も学習していない状況からスタートする。人間がターゲットトラッキングの教師入力を行うことによりシステムが学習を進め、やがてシステム自身がターゲットを追いかけるようになる。最終的には、教師である人間や、カメラと電子計算機を用いた従来のシステムでは追従することが不可能なスピードのターゲットでもトラッキング可能となる。

用いたデジタルスマートピクセルは8x8ピクセルで、32ニューロンの中間層を構成する。入力光強度をアナログで、出力はビットスライスデジタル出力を用いる。入力は16x16の256ニューロンであり、3層構造のニューラルネットワークを実現した。

並列光電子デバイスを用いたシステムの高速度と、ニューラルネットワークによる学習機能をデモンストレーションにより明らかにする。

問合せ先

独立行政法人産業技術総合研究所
RWI 研究班情報光学ラボリーダー
森雅彦
e-mail: m.mori@aist.go.jp
<http://staff.aist.go.jp/m.mori/>

デジタル・スマートピクセル

デジタル・スマートピクセルと光実装

適応デバイス松下研究室

成果の内容

全画素に、目と耳と頭脳と口を持つ賢い高速画像処理センサ、**デジタル・スマートピクセル**を開発しました。

従来型画像センサは、一般的に一つしか出力ポートを備えておらず、2次元的にセンシングした画像データをシリアルデータに変換してから出力するため、1画面当たり 33 ミリ秒の処理速度が限界でした。このボトルネックの解消を目指して開発した**デジタル・スマートピクセル**は、全ての画素に、センサとしての「目」、近傍画素の情報を知るための「耳」、データを処理するための「頭脳」、処理結果を出力するための「口」を備えており、これにより高速並列処理が可能となります。

開発した素子は、具体的には、演算機能とセンシング機能を備えたデジタル・プロセッシングエレメント・アレイ（DPE アレイ）と呼んでいるシリコン LSI 上に、LED と光学素子アレイを実装した 16×16 画素の素子です。同時に、これらを光で接続して、画像データを並列処理するシステムも開発しました。

成果の意義

デジタル・スマートピクセルが、従来型画像処理のボトルネックを解消することで、1画面当たり 1 ミリ秒以下という、これまでの 30 倍以上の速度での画像処理が可能となりました。これにより、これまで困難であった、実時間フィードバック制御システムの構築が容易となり、これまでにない画像処理アルゴリズム・機器制御アルゴリズムの創出への可能性を拓きました。

技術的ポイント

素子を正しく動作させるためには、256 個の LED と光学素子アレイを、位置精度よく且つ歩留まりよく DPE アレイ上に実装することが必要です。微細プロセスで作製したシリコン貫通穴基板を用いることで、この精密実装を可能としました。

デジタル・スマートピクセルは、外部から高速に入力される処理命令に従って、各画素のデータを一斉に処理します。これまでの並列処理可能な視覚センサは、単機能または限定された機能のみを備えているのが普通でした。しかし、今回開発した素子は、外部命令に従って動作するので、入力された外部命令を取り替えることで、多様な処理を実行させることができる汎用素子です。

デジタル・スマートピクセルは、処理結果を各画素から一斉に光信号として出力できます。また、光の回折を利用した平板型のレンズアレイと偏向器アレイを備えているので、処理結果を別の素子に効率よく伝送できます。この並列データ伝送機能を使えば、**デジタル・スマートピクセル**を多段接続することができ、その処理能力を拡張できます。

デモンストレーション

デジタル・スマートピクセルが実現する高速処理の有効性、多段処理の有効性、アクティブセンシングの有効性を具体的に示すために、エアホッケー・ゴールキーパーシステムを試作しました。このシステムは、**デジタル・スマートピクセル**と PSD（光位置検知素子）を光で結合した高速画像処理システムを中核として構成されており、画像処理システムが盤面を観察する視線を、高速動作する鏡で常に観察すべき場所に移動させながら、時速数十 km で移動するパックを発見し、追跡します。出力された処理結果は、実時間でキーパーの腕の動きにフィードバックされ、ゴールを阻止します。パックは、極めて高速に移動するため、通常の画像処理では、このようなシステムの構築は困難です。光並列処理を利用した実動作するシステムとしては、このシステムが世界初です。

問合せ先

松下電器産業（株）先端技術研究所

TEL : 044-911-6246 FAX : 044-911-1491

E-Mail : take@mrit.mei.co.jp

進化型ハードウェア

進化型ハードウェアとその産業応用

RWI 進化システムラボ

成果の内容

ハードウェア構成を使用環境に応じて動的に適応させる進化型ハードウェアの概念を創出し、その産業応用への展開を推進している。進化型ハードウェアは、人工知能の遺伝的アルゴリズムを用いて適応的かつ自律的にハードウェアの動的適応を実現する。実用化したものもあり、またISOの委員会で国際標準化中の成果もある。主な成果として以下のものがあり、これらのデモンストレーションを行う予定である。

- ・ 印刷データ用圧縮技術
ISO化がここ1, 2年以内に見込まれている(SC29)。オンデマンド出版と測量地図配信のデモンストレーションを2社と行う。
- ・ アナログ進化LSI
携帯電話用中間周波数フィルタLSIをアナログ進化の手法で実現。今秋より大手携帯電話会社で搭載予定。
- ・ 筋電制御型義手
進化型LSIで障害者の個々の特徴を柔軟に学習することにより、従来一月かかったといわれるリハビリ期間を数分に短縮。
- ・ 自律移動型ロボット Evolver
ロボットの制御機構を進化型ハードウェアで実現することにより、環境の変化に対応可能。センサーを意図的に壊しても追跡可能。
- ・ 進化型フェムト秒レーザ
鏡やプリズムの位置調整が困難なフェムト秒レーザにおいてその自動調整を実現。
- ・ 進化型光インターコネクション
光ファイバー同士を接続するにはミクロン単位での調整が必要で現在は人手を要しているが、これを自動化。

成果の意義

従来、人工知能は産業応用への展開が遅れていた領域とされている。本デモで取り上げる応用分野はどれも最先端分野といえるもので、その意味で遺伝的アルゴリズムや進化型ハードウェアの実用性の高さを実証していると考えられる。

技術的ポイント

- ・ 印刷データ用圧縮技術
進化型ハードにより予測関数を最適に合成することで高圧縮率を達成。
- ・ アナログ進化LSI
進化型ハードの手法で、高歩留まり(97%)、回路面積低減(60%減)、低消費電力化(40%減)を達成。
- ・ 筋電制御型義手
柔軟なパターン認識回路を進化ハードで動的に合成。
- ・ 自律移動型ロボット Evolver
高度な自律性とロバストネスを、進化型ハードが実現できることを実証。
- ・ 進化型フェムト秒レーザ
自動調整と小型化を実現することでフェムト秒レーザの新規応用を開拓可能。
- ・ 進化型光インターコネクション
従来職人芸に頼っていた部分を自動化することにより、大量生産技術を支援。

デモンストレーション

上記7つの進化システムのデモに加え、視覚障害者の歩行の遠隔支援を実現する視覚障害者ナビゲーションシステムのデモも行う予定。

問合せ先

独立行政法人産業技術総合研究所
RWI 研究班進化システムラボリーダ
樋口哲也
t-higuchi@aist.go.jp

再構成可能適応型デバイス

演算指向のプログラム可能ハードウェア: RHW

適応デバイス NEC 研究室

成果の内容

- ・従来の FPGA (Field Programmable Gate Array) に比べて大幅に演算性能を強化したプログラム可能ハードウェア RHW (Reconfigurable Hardware) を開発した。
- ・RHW を実装し問題のアルゴリズムに最適なハードウェア構成をプログラム可能で、CPU の 10～100 倍の高速処理が可能な汎用アクセラレータを開発した。
- ・汎用アクセラレータ向けに C 言語ベースのプログラミング環境を開発した。

成果の意義

- ・汎用アクセラレータによりハードウェア処理の高速性とソフトウェア処理の柔軟性をあわせ持つ実行環境を実現した。
- ・汎用アクセラレータは、1 種類のハードウェアで多様な応用へ適用可能である。処理に応じて時分割でプログラムを切り替えることにより限られた資源で効率的な処理が可能となった。

技術的ポイント

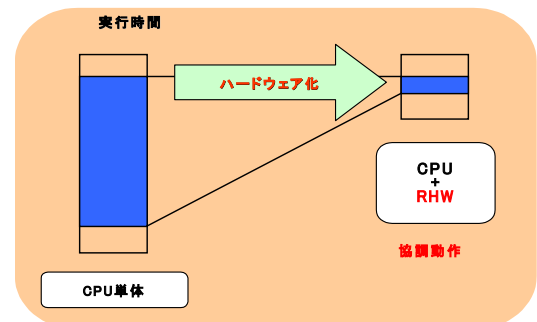
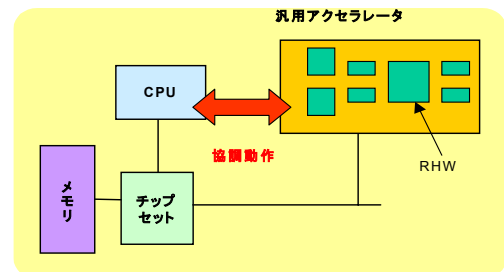
- ・演算指向のプログラム可能ハードウェア RHW を開発した。従来の FPGA に比べて 2～4 倍の集積度を達成した。
- ・汎用アクセラレータは、ホスト PC/WS の CPU と協調動作する。ホストとのデータ転送等のオーバーヘッドを隠蔽可能な、階層的なメモリ構造、メモリ制御方式を開発した。
- ・C 言語のソースコードから 5 分以内でコンパル可能な環境を実現するため、RHW 用のハードウェア合成手法、配置配線手法を開発した。

デモンストレーション

- (1) 汎用アクセラレータを用いた高速画像検索システム: Pentium(1GHz)の 10 倍の検索速度を実演

する。大量の画像を検索し、画像を複数のカテゴリに分類する。PC 単体システムと汎用アクセラレータで実際の処理速度を比較し、汎用アクセラレータシステムの高速性を体感して頂く。

- (2) 汎用アクセラレータを用いた画像認識システム: RHW の高速な再構成機能を実演する。RHW ではハードウェア構成を切り替えることで 1 つの RHW で複数の処理が可能である。切り替えに要する時間は約 1/10000 秒で、ビデオレート (1/30 秒) の動画画像処理においても切り替えが可能である。画像の前処理と特徴抽出処理を時分割で切り替えながら動画画像の認識を行う。
- (3) プログラミング環境: C 言語から RHW 用構成データのコンパイルを実演する。
- (4) 従来の FPGA の 2～4 倍の集積度を達成した RHW3。



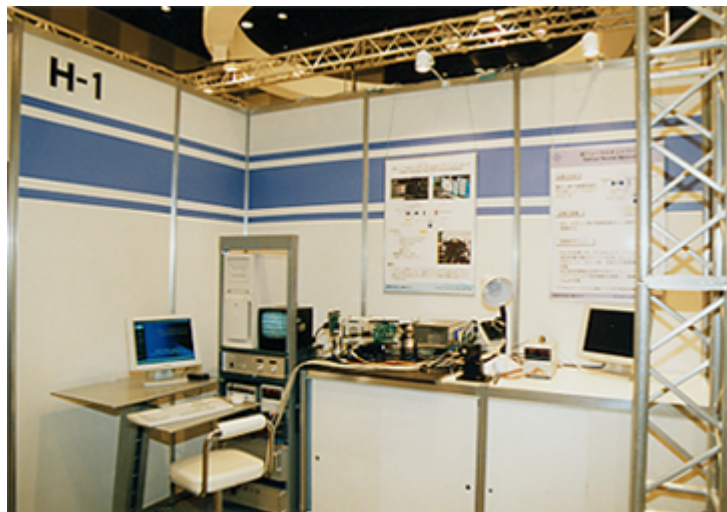
問合せ先

梶原 信樹

TEL:044-856-8488 FAX:044-856-2231

e-mail: n-kajihara@ab.jp.nec.com

RWI情報光学ラボ



適応デバイス松下研究室



RWI進化システムラボ



適応デバイス NEC 研究室

