

動的再構成型ビジョン VLSI

[1] 組織

代表者：渡邊 実
(静岡大学 工学部)
対応者：川人 祥二
(静岡大学 電子工学研究所)
分担者：荻原 昭文
(神戸市立工業高等専門学校)
上窪 勇貴
(静岡大学 大学院 2 年生)

[2] 研究経過

プロジェクトの背景と目的：

近年、ロボットや自動車などさまざまな分野で自律制御機能が求められている。ロボットや自動車が自律的に行動するには、視覚情報が必要不可欠となっており、リアルタイムな画像認識が可能な組み込みシステムの開発が急務となっている。

ロボットが、人間の目や脳を凌ぐリアルタイムな画像認識を実現するには、1000 fps 以上の画像認識が必要である。しかし、既存の画像認識システムでは、メモリ-プロセッサ間の転送速度が足りないというボトルネックが存在する。例えば、1024×1024 pixels のテンプレート画像を 10 万枚読み出す場合、転送レートは 13.1 TB/s にも及ぶ。そのため、既存の VLSI 技術では実現が難しい。

そこで我々は高速動的再構成が可能な光再構成型ゲートアレイ (ORGA :Optically Reconfigurable Gate Array) を用いた高速動的再構成型ビジョンチップを提案している。本デバイスでは、光により並列的に書き換えが可能なため、ナノ秒台で画像認識が可能である。本研究では、外界画像の認識にフーリエ変換を用いた画像認識システムを開発した。

動的再構成型ビジョンチップ概要：

図 1 に動的再構成型ビジョンチップの構成を示す。動的再構成型ビジョンチップはレーザアレイ、ホログラムメモリ、ゲートアレイ VLSI、ビームスプリッタ、レンズアレイ、PAL-SLM、フーリエ変換用レンズから構成される。一方向からはゲートアレイ上に実装される画像処理回路やテンプレートマッチング用のテンプレート画像等が動的に供給され、他方からはレンズを介して画像が入力される。動的

光再構成型ビジョンチップではホログラムメモリの巨大な記憶容量を活用でき、ホログラムメモリ内に多数のテンプレート画像を蓄えることができる。そして、外界から画像を受け取る度にホログラムメモリからそれらテンプレート画像を動的に読み出し、VLSI 上で参照画像と一致しているか否かを判別することができる。このテンプレート画像の読みだしは点灯させるレーザを切り替えるだけで行うことができ、数ナノ秒で 1 枚のテンプレート画像を認識できる。この試験では画像入力部に光学的なフーリエ変換機構を設けており、パワースペクトルによる画像認識が可能である。

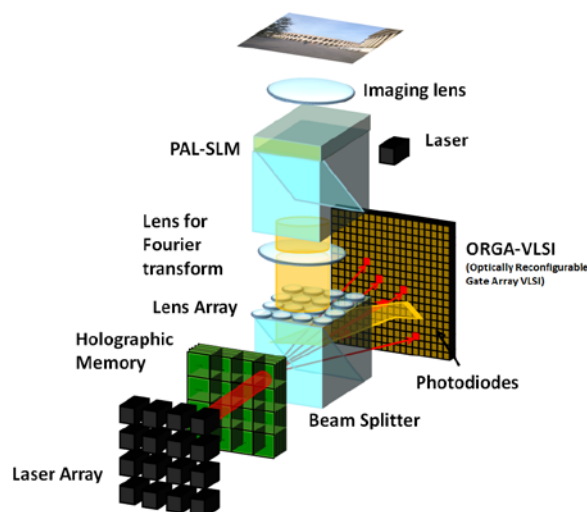


図 1 : フーリエ変換・動的再構成型ビジョンチップの構成

プロジェクト内容と研究会：

本プロジェクトの最大の意義は研究代表者が研究を進める「高速動的再構成型ビジョンチップ」構想に研究対応者の最先端のイメージセンサ技術が融合されることにある。相互に情報交換を行いつつ、以下の開発を進めた。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

①フーリエ変換部の開発

フーリエ変換を行うために、本システムには

PAL-SLM を実装した。まず、画像を PAL-SLM で受け、反射光にレーザー光を用い、コヒーレントな光パターンに変換し、レンズ通過後に光再構成型ゲートアレイで受光できるように設計した。ゲートアレイ上でもフーリエ変換は可能であるが、大量のゲートを消費することから、レンズ1枚による光学フーリエ変換はハードウェアコストが低く、最適である。ブロック図を図2に示す。本システムでは全ての外界画像はリアルタイムにフーリエ変換され、光再構成型ゲートアレイに供給される。よって、認識は全てパワースペクトルで行なわれる。図3に構築した光学系の写真を示す。最終的に3つの画像の認識試験を行ない、全ての画像の認識に成功した。

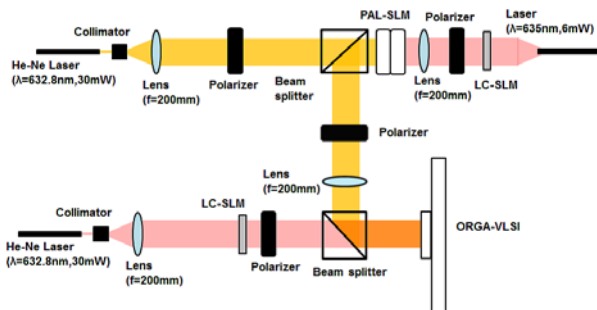


図2：デモンストレーション・システム

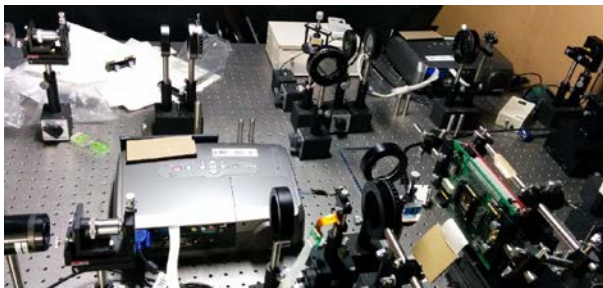


図3：デモンストレーションシステムの写真

(3-2) 波及効果と発展性など

このアーキテクチャでは画像認識のスピードを劇的に向上でき、自律ロボット、自動車への使用が期待できる。

[4] 成果資料

- [1] Y. Kamikubo, M. Watanabe, S. Kawahito, "Image recognition operation on a dynamically reconfigurable vision architecture," International Conference on Field Programmable Logic and Applications, pp. 1-4, Porto, Portugal, Sep., 2013.
- [2] 上窪勇貴, 渡邊実, 川人祥二, 「フーリエ変換を用いた光再構成型ビジョンチップによる画像認識」電気関係学会 東海支部連合大会, 静岡大学, 9月24日, 2013.

出張報告（特別教育研究経費を使用した場合）

氏名：荻原 昭文
所属：神戸市立工業高等専門学校 電子工学科
期間：2013/12/17-12/18
用務先：静岡大学 工学部
用務内容：ホログラムメモリを用いた光再構成実験のため
主たる対応者：静岡大学 工学部 渡邊 実

氏名：前川 輝
所属：神戸市立工業高等専門学校 専攻科1年 電気電子工学専攻 萩原研究室
期間：2013/12/17-12/18
用務先：静岡大学 工学部
用務内容：ホログラムメモリを用いた光再構成実験のため
主たる対応者：静岡大学 工学部 渡邊 実

氏名：荻原 昭文
所属：神戸市立工業高等専門学校 電子工学科
期間：2014/ 1/21-1/22
用務先：静岡大学 工学部
用務内容：ホログラムメモリを用いた光再構成実験のため
主たる対応者：静岡大学 工学部 渡邊 実

氏名：前川 輝
所属：神戸市立工業高等専門学校 専攻科1年 電気電子工学専攻 萩原研究室
期間：2014/ 1/21-1/22
用務先：静岡大学 工学部
用務内容：ホログラムメモリを用いた光再構成実験のため
主たる対応者：静岡大学 工学部 渡邊 実