

## 人工網膜カメラネットワークを用いた駐車場監視システム

生田 剛一 田村俊之 田中 健一 久間和生

三菱電機 先端技術総合研究所 〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町 8-1-1

E-mail: ikuta.koichi@wrc.melco.co.jp, tamura@ar.sow.melco.co.jp

tanaka.ken-ichi@wrc.melco.co.jp, kyuma.kazuo@wrc.melco.co.jp

あらまし 人工網膜 L S I は、オンチップで簡単な画像処理を行うことができる多目的 CMOS センサである。本発表では、この人工網膜 L S I を使った車両認識センサの紹介を行う。また、車両認識センサをカメラネットワークとすることで、駐車場全体の車両管理やセキュリティ管理などを行うシステム事例について紹介する。

キーワード CMOS イメージセンサ、車両認識、ネットワークカメラ

## Parking Control System using AR vehicle sensor network

Koichi IKUTA Toshiyuki TAMURA Ken-Ichi TANAKA Kazuo KYUMA

MITSUBISHI ELECTRIC CORPRATION ADVANCED TECHNOLOGY R&amp;D CENTER,

8-1-1 Tsukaguchi Honmachi, Amagasaki, Hyogo, 661-8661 Japan

**Abstract** The artificial retina LSI (AR) is a versatile CMOS image sensor, whose functions are not only normal image acquisition but also on-chip image processing. In this paper, we present vehicle detection sensor systems using AR LSIs. We also introduce the parking control system which consists of the network system of the vehicle sensors. The system is capable of parking space control and security control.

**Keyword** CMOS, Image sensor, vehicle detection, network camera

## 1. はじめに

近年、技術革新により、マイコンやマイクロプロセッサの処理能力が急速に向上して来ている。これにより、これまで、専用の画像処理ボードや A S I C、D S P などがなくては成り立たなかった画像認識システムが、マイコンで処理することが可能になってきた。この為、汎用マイコンを使った画像処理システムの需要が高まってきている。

しかし、こうした製品へ画像認識技術を導入するためにはまずコストの制約を克服する必要があり、かつ処理速度、サイズ、消費電力等の問題も含め、ハイエンドの画像認識システムを小型化するだけでは解決できない問題が多い。

こうした問題を踏まえ、当社独自の画像センサである人工網膜 L S I <sup>(1)(2)</sup> は、他の C C D あるいは C M O S 画像センサと異なり、チップ上画像処理機能を有するため、後段の画像処理ハードウェアの負担を軽減することが可能である。その結果ハードウェアリソースが限られた状況でも上記の問題点を克服し、様々な画

像用途へ用いることが可能である。

## 2. 人工網膜 L S I 概要

## 2.1. 人工網膜 L S I のオンチップ画像処理機能

人工網膜 L S I <sup>(1)(2)</sup> と、既存の画像センサ (C C D や他の C M O S 画像センサ等) との違いは、人工網膜 L S I にはオンチップの画像処理を可能にする画素構造があることにある。これにより後段のハードウェア処理が軽減され、結果的にシステム規模を小さく収めることが可能になる。図 1 に人工網膜 L S I の構造を示す。各画素は感度可変受光セル (V S P C) と呼ぶ、空間光変調機能を併せ持つ受光素子である。この V S P C アレイ構成により、入力する二次元画像 (行列 W) と画像処理機能選択信号 (ベクトル S) の積和 W S をチップ上で計算し画像処理結果としての出力が可能になる。図 2 は人工網膜 L S I の持つオンチップ画像処理機能の中のエッジ処理機能の出力例 <sup>(3)</sup> を示す。(a) は通常のカメラ機能としての撮画像像、(b) ~ (d) はそれぞれ画像処理内容を機能選択信号として指定し、画像を

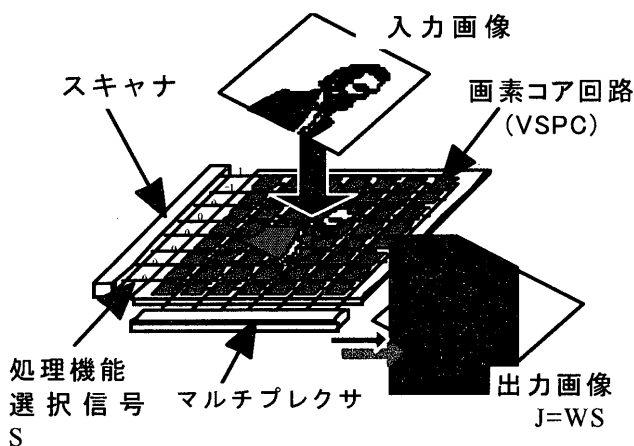


図1：人工網膜LSIの構造

出力した結果であり、(b)は縦エッジ、(c)は斜めエッジ、(d)は擬似的ラプラシアン・オペレータの適用結果で、画像中の箱の輪郭が強調されていることがわかる。

## 2.2. ラインアップおよび適用分野

表1にこれまで開発された人工網膜LSIのラインアップを示す。低解像度(32×32画素)のモノクロ版から、QCIF(160×144画素)サイズのカラー版が製品化されており、様々なアプリケーションをカバーしている。前者のモノクロ版は画像の前処理機能として後述する射影出力が可能であり、高速な動き検出を用途として主にゲーム等のアミューズメント分野へ利用されている。後者のカラー版は近年普及の著しい携帯電話用モバイルカメラに7機種採用されている。さらに現在VGAサイズのカラー版も量産準備中であり、アミューズメント・モバイル用途だけでなく今後幅広く情報家電やセキュリティ・ITS分野へ採用が広がると思われる。

現在、このような人工網膜LSIに応用アルゴリズムを組み合わせ、多彩な応用システムが開発されている。既に実用化されているものとしてはオプティ

第1表 人工網膜LSIラインアップ

| 解像度              | 種別   | 用途      |
|------------------|------|---------|
| 32×32            | モノクロ | ゲーム     |
| 128×128          | モノクロ | ゲーム、監視  |
| 352×288 (CIF)    | モノクロ | セキュリティ  |
| 160×144 (QCIF相当) | カラー  | モバイル    |
| 352×288 (CIF)    | カラー  | モバイル・PC |
| 640×480 (VGA)    | カラー  | モバイル・PC |

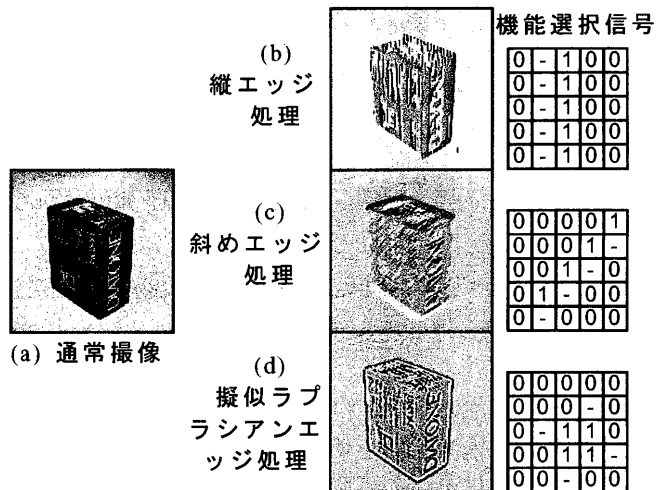


図2：チップ上画像処理の例

カルフローによるジェスチャ入力<sup>(3)(4)</sup>を利用したアミューズメントゲーム機や、画像処理により車両を検知する車両検知センサ<sup>(5)</sup>などがある。

## 3. 車両認識センサの駐車場への応用

人工網膜LSIによる車両検知センサを駐車場の車両管理に使うシステムについて紹介する。このシステムは駐車場への入出庫を検知して発券、精算処理などを行ったり、場内の空き車庫を検知して、入場コントロールを行ったりする目的で実用化されている。

### 3.1. 入出庫車両検知システム

駐車場に出入りする車両の検知は、発券や精算処理の為、必須である。従来の入出庫車両検知システムでは、地下に金属検知器を埋設して車両検知を行っている。しかし、金属探知機の場合は設置に埋設工事が必要

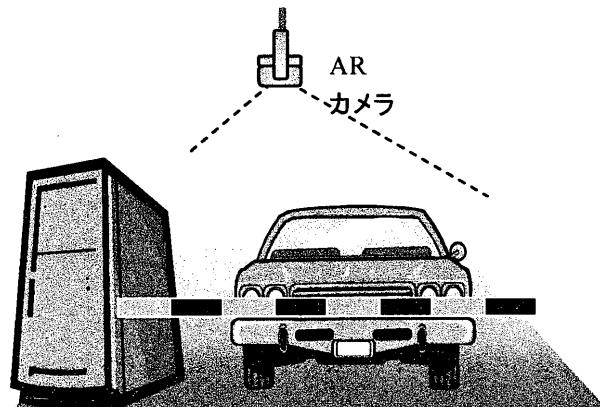


図3：車両検知センサによる入出庫車両の検知

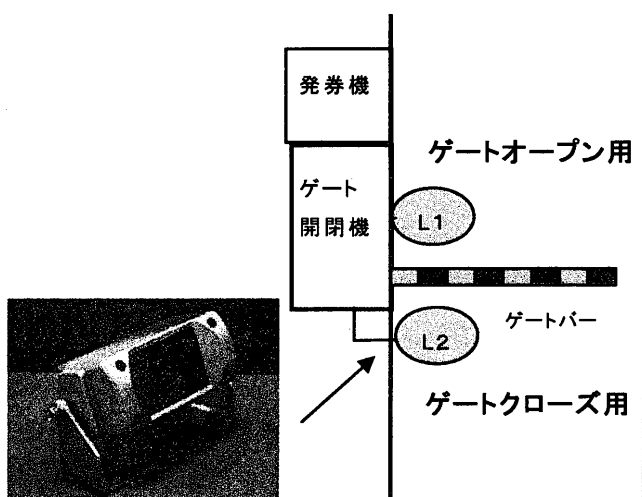


図4：入出庫検知センサと設置例

うため、駐車場建設時以外の導入が難しく、工事に伴うコストが高くつくという欠点があった。また、ある程度大きい金属物体なら、どんな物でも検知してしまう為、自転車などを誤認識してしまうことがある。

人工網膜 LSI を使った駐車場監視システムでは、図3の様に、入出場エリアの天井に設置した人工網膜カメラで車両の画像撮像を行い、入力画像から車両の動きと形状について特徴量を計算し、車両検知を行う方式であるため、装置埋設が不必要であり、設置コストがほとんどかからない。さらに人工網膜 L S I の特徴を生かしたオンチップの画像処理により車両認識を行う演算量を軽減できるため、安価な汎用のマイコンを用いたシステムで実装が可能であり、大幅にコストを軽減することが可能となっている。

図4に入出庫車両検知センサの概観写真と設置例を示す。この入出庫車両検知センサはゲート開閉器へのインターフェースが現在広く使われているループコイルセンサと同じになっており、ループコイルセンサから移行することが容易に可能となっている。一つの開閉器につき2台のセンサが必要で、L1 は来た車両を検知してゲートバーを上げるゲートオープン用であり、L2 は車両がいなくなったのを感じてゲートを閉じるクローズ用のセンサとなる。

この入出庫検知センサに採用している人工網膜 LSI は画素数が 128x128 のモノクロセンサ (M64283K) であり、撮像処理および検知アルゴリズムの処理プロセッサとして、16ビットマイコンの M16C を搭載している。図5に示すのは、この検知センサーをつかって実際に駐車場に入庫する車両を撮像した例である。128x128の解像度でも十分車両形状の認識が可能であることが

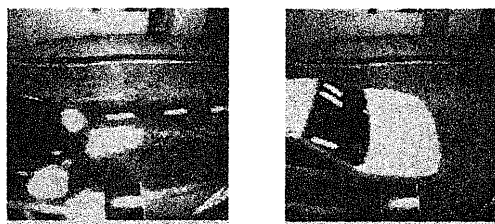


図5：入出庫車両の撮像例

わかる。当センサでは、人工網膜 LSI のオンチップ画像処理機能を用いることにより、汎用マイコンによる処理に関わらず 250msec で撮像から判定までを行うことができる。

### 3.2. ネットワークカメラによる駐車場監視

近年、郊外などで、巨大な店舗が増えて来ているが、店舗の巨大化に伴って、駐車場も巨大なものとなり、混雑時の台数制限などの車両台数管理が必須なものとなって来ている。駐車場における台数管理は駐車場入り口やフロアごとの入庫時、出庫時の台数計測を行うことにより、ある程度、場内の車両数を把握できるので、現在はこの方法により台数管理を行っている駐車場が多い。しかし、これらのフロア出入り口における台数管理だけでは、広いフロア内のどこに空きがあるのかは、わからない為、空き車室を探して、フロア内を巡回し車両が場内に滞留する時間が長くなってしまう。ここで紹介する駐車場監視システムは、車室ごとに在否を検知することにより台数管理を行うので、空き車庫がどこにあるのかをパネル等に表示することによって入庫車両をスムーズに車室に誘導し場内の無駄な車の滞留を防ぐことができる。

このセンサシステムでは、図6のように駐車場内の各車庫の天井部分に車両センサを取り付け、各車両センサをネットワークとして結んだ構成をとっている。個々の車両センサは個別に車庫内の車両の検出を行うが、ネットワークを通じて、ホストコンピュータに検知結果が伝えられるため管理室において、駐車場全体の制御が集中的に行えるようになっている。従来の映像監視システムなどでは、画像情報を送るため広い通信帯域を持つネットワークインフラが必要であったが、本システムでは個別のセンサにおいて検知が行われた後、検知結果のみを返すので、高速なネットは必要とせず、ホストコンピュータにも付加がかからない為、安価なシステム構築が行えることが特徴である。

当システムの車両センサ部分の構成は、入出庫車両検知センサと基本的な構成は同じになっている。検知アルゴリズムとしては、入出庫センサほど、早い応答速度は必要とされない為、検知反応速度は入出庫車

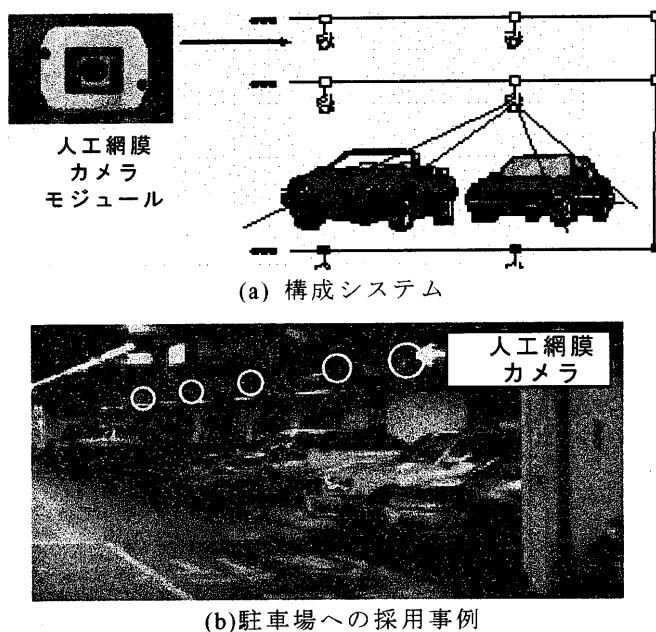


図6 駐車場監視システムへの応用

両センサより遅いが、暗い場所でも効率的な検知が行えるようなものとなっている。検知結果のホストコンピュータへの通信は、RS-485により行うようになっており、各センサは、RS-485でマルチドロップ接続する構成となっている。各センサには、ユニークなカメラ番号が割り当てられており、ホストコンピュータからの要求により、最新の検知結果を返す仕組みとなっている。

また、近年犯罪の増加により、駐車場内でも車両盗難などの事件が多発するようになってきている。この為、駐車場監視では、台数管理の他に、盗難などの発見、防止を行うセキュリティ管理も重要となって来ている。本システムでは、従来の監視カメラと組み合わせることにより、車両検知だけでなく、セキュリティ用途にも対応したものとなっている。

本システムの車両センサは、車両の在否の状態検知だけでなく、車庫中になにか動くものがあったかどうかの検知結果も出力することができる。

図7に示すように車庫内に動きがあった場合、「動物体有り」の検知情報をホストコンピュータに送れるようになっており、この結果を利用して、検知された車庫に別途設置されている監視カメラを向けるように制御して、動きのあった車庫だけを重点的にモニタできるようにしている。従来の監視カメラシステムでは、画面を一定順序で、または、ランダムに切り替えてモニタリングを行うシステムが主であるが、本システムでは、より効率的に監視を行うことができるので、

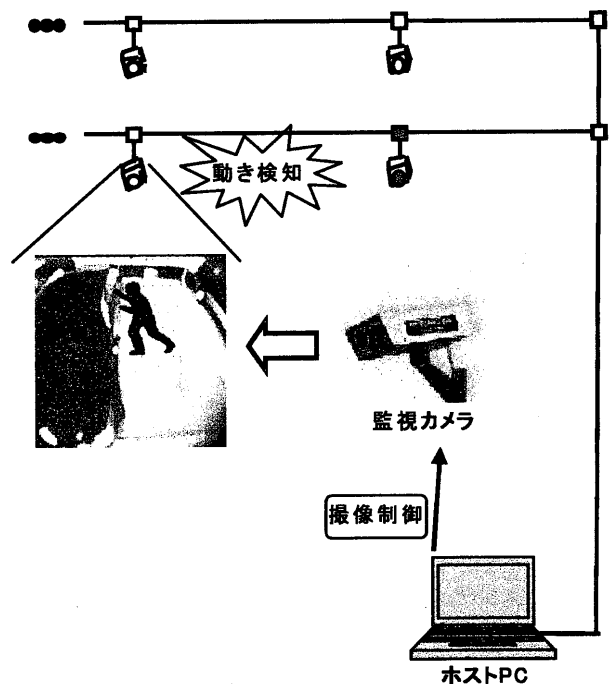


図7：ネットワークカメラのセキュリティ応用

従来の監視カメラシステムに比してセキュリティ面でも高い性能を持つシステムとなっている。

#### 4. むすび

以上、人工網膜LSIの紹介および車両検知センサの駐車場入庫検知、ネットワークカメラを用いた社室管理など適用事例について述べた。本稿に述べた内容に関連した今後の展開としては、セキュリティ分野を始め、自動監視装置、交通制御システム等、産業界へ安価な画像処理システムとして実用化を図っていく予定である。

#### 文 献

- [1] E. Lange, Y. Nitta and K. Kyuma : "Optical Neural chips", IEEE MICRO, 416,, pp.29-41(1994)
- [2] K. Kyuma, E. Lange, J. Ohta, A. Hermanns, B. Banish and M. Oita : "Artificial Retinas - fast, versatile image processors", Nature(London), 372, 6502, pp.197-198(1994)
- [3] H. Kage, W. T. Freeman, Y. Miyake, E. Funatsu, K. Tanaka and K. Kyuma : "Artificial retina chips as on-chip image processors and gesture-oriented interfaces", Opt. Eng., 38, 12, pp.1979-1988(1999)
- [4] H. Kage, K. Tanaka, K. Kyuma : "3-D Egomotion Estimation by Artificial Retina LSIs", Proc. the ICFS2002, pp(21-18)-(21-23)(2002)
- [5] K. Ikuta, T. Tamura, K. Tanaka, K. Kyuma : "Vehicle detection system using Artificial retina chips", Proc. Photonics WEST Electronic Imaging 2001, , 4306A-15, pp.119-127(Jan. 2001)