

실시간 편광부호화에 의한 광병렬 가산기 구현

正會員 曹 雄 鎬* 正會員 裴 長 根** 正會員 盧 德 樹*** 正會員 金 秀 重**

Implementation of Optical Parallel Adder using Polarization Coding

Woong Ho Cho*, Jang Keun Bae**, Duck Soo Noh***, Soo Joong Kim** *Regular Members*

要 約

본 논문에서는 필터와 LCTV를 사용하여 광논리 게이트의 편광부호화를 제안하고, 올림수 지연시간을 개선하는 광병렬 가산기의 실시간 시스템을 제시한다. 셀의 편광부호화를 위하여 편광필터를 제작하고, 광병렬가산기 시스템에 필요한 광플립플롭 대신에 사용할 전기적인 시스템을 제작했다. 또, 광병렬가산기 시스템에 디코딩마스크 역할과 상호연결 역할을 동시에 할 수 있도록 광섬유를 사용했다. 실험결과에 의해 셀의 편광 부호화는 16가지 광논리함수를 표현할 수 있고, 광병렬 가산기는 실시간에 동작할 수 있음을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose the polarization coding of optical logic gates using filters and LCTV's, and represent the real-time system of an optical parallel adder to improve a carry propagation delay time. We fabricated a polarization filter for the polarization coding of a cell and an electrical system instead of an optical flip-flop which was necessary to an optical parallel adder. We used an optical fiber to play a part of decoding mask and interconnections in an optical parallel adder. The experimental results show that the polarization coding of a cell can represent 16 optical logic functions and that the implemented optical parallel adder can operate in real-time.

I. 서 론

전자식 컴퓨터의 연산기는 부울대수에 기본을 둔 논리 게이트들로 구성되어지며, 가산은 연산기의 기

본적인 연산의 하나이고, 반가산기는 가산기의 기본적인 구성요소이다. 광디지털 컴퓨터를 실현하기 위해서는 광논리 게이트로 구성된 광가산기의 연구가 필요하다. 지금까지 제안된 광논리 게이트 구현방법은 크게 두가지로 분류할 수 있다. 첫째는 투영 시스템이나 공간 필터와 같이 광입력을 공간적으로 부호화하는 방법들이고^[1,6], 둘째는 광입력을 비선형 광장치들을 사용하여 광출력으로 변환하는 방법들이다^[7]. 광투영 방법을 이용하여 광가산기를 구성하면^[4], 연산속도는 빛의 입력면에서 출력면까지 도달하는

* 大邱工業專門大學 電子計算科

Dept. of Com. Sci., Taegu Tech. Coll.

** 慶北大學校 電子工學科

Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.

*** 慶北産業大學校 電子工學科

Dept. Elec. Eng., Kyungpook Sanup Univ.

論文番號 : 92-146 (接受1992. 8. 26)

속도에 의해서만 제한 받기 때문에 연산속도가 빠르고, 렌즈를 사용하지 않으므로 공간적으로 줄어든 시스템을 구현할 수 있다. 그러나 이 방법은 공간적으로 부호화 된 이차원 이진영상을 입력으로 사용함으로써 실시간 시스템을 구현하기가 어렵다.

전자식 컴퓨터의 N비트 이진 병렬 가산기는 전가산기의 출력올림수를 상위 전가산기의 입력올림수로 연결한 N단계 전가산기로 구성되므로 올림수 지연시간이 발생한다. 광디지탈 컴퓨터는 광의 빠른 병렬 처리특성과 궤환에 의해 이진 병렬 가산기의 올림수 지연시간을 개선한 광병렬 가산기를 사용함으로써 이를 개선할 수 있다^[8,9]. 본 연구에서는 광투영을 이용한 가산기에서 이차원 이진영상의 실시간 공간부호화를 위하여, 편광필터와 LCTV를 통과한 광의 편광방향변화 특성을 이용한 2입력 광 논리 게이트들의 편광부호화를 제안한다. 또 이를 올림수 지연시간을 개선한 광디지탈 이진병렬 가산기의 구현에 적용하여 그 실험결과를 제시하였다.

II. 이론 및 알고리즘 제안

N 비트 이진수 A와 B의 모든 비트를 병렬로 동시에 가산하기 위해서는 N개의 전가산기를 사용해야 하고, 산술적인 합을 병렬로 연산할 수 있는 이진 병렬 가산기가 필요하다. N 비트의 이진수를 동시에 병렬로 가산할 수 있는 이진 병렬 가산기를 광학적으로 구현하기에는 각 단계의 올림수연결 때문에 어려움이 있다.

기존의 전자식 컴퓨터의 N 비트 이진 병렬 가산기는 그림 1과 같이 구성되고, N 비트의 두 입력을 가산하기 위해서는 하위 전가산기의 두 입력 비트와 입력 올림수를 가산한 후 발생한 출력올림수를 상위 전가산기의 입력올림수로 사용해서 가산기의 출력인 합의 비트들을 순차적으로 구한다. 따라서 그림 1에서 가장 왼쪽에 있는 전가산기의 출력올림수 C_n 을 출력

하기 위해서는 N번의 올림수 지연시간이 필요하다.

광디지탈 병렬가산기를 구현하기 위해서 사용한 올림수 지연시간을 개선한 알고리즘은 다음과 같다^[9].

[알고리즘]

- 단계 1. 설명 : 역궤환에 의한 병렬 가산
입력 : A, B 임의의 두 이진 데이터
출력 : X 두 이진 데이터의 합
- 단계 2. 두 논리 연산을 병렬로 한다
[A, B를 XOR 하여 X에 넣는다
A, B를 AND 하여 Y에 넣는다
- 단계 3. Y의 값이 0 이면
X를 합의 결과로 하고 단계 5로 간다
그렇지 않으면
Y를 좌측 쉬프트 하여 Z에 넣는다
- 단계 4. X를 A에 넣고, Z를 B에 넣는다
단계 2로 역궤환한다
- 단계 5. 알고리즘을 끝낸다

표 1은 이러한 알고리즘을 사용하여 두 입력(A=3, B=2)을 4 비트로 나타내어 가산한 예를 보인 것이다. 여기서 단계 1은 두 이진입력을 병렬로 XOR과 AND의 논리연산을 하여 SUM1과 CARRY1을 구하고, CARRY1이 '0'이 아니므로 CARRY1을 좌측으로 1비트 쉬프트하여 CARRY2를 구한다. 다음으로 SUM1과 CARRY2를 입력으로 역궤환하여 반복적으로 XOR과 AND의 논리연산을 수행하면 단계 2의 SUM2와 CARRY3을 구한다. CARRY3이 '0'이므로 SUM2를 최종출력 값으로 한다.

표 1. 알고리즘을 사용한 두 입력의 가산예

Table 1. Example of the addition for two inputs by the algorithm.

입 력	A	0 0 1 1	:3
	B	0 0 1 0	:2
STAGE 1	SUM1	0 0 0 1	:XOR
	CARRY1	0 0 1 0	:AND
	CARRY2	0 1 0 0	:LEFT-SHIFT
STAGE 2	SUM2	0 1 0 1	:XOR
	CARRY3	0 0 0 0	:AND
출 력		0 1 0 1	:5

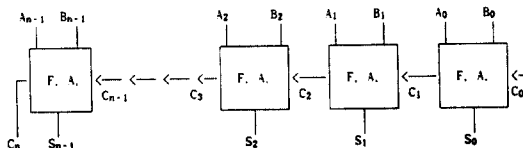


그림 1. 이진병렬 가산기의 블럭도

Fig. 1. Block diagram of a binary parallel adder.

III. 광투영 시스템의 개념

전자식 컴퓨터에서 두 이진값의 기본연산은 16개의 논리함수가 있고, 이 모든 논리 함수는 광투영 시스템에서 광논리 함수로 표현될 수 있다.

그림 2는 광논리 게이트를 구현할 수 있는 광투영 시스템의 블럭도를 나타낸다.

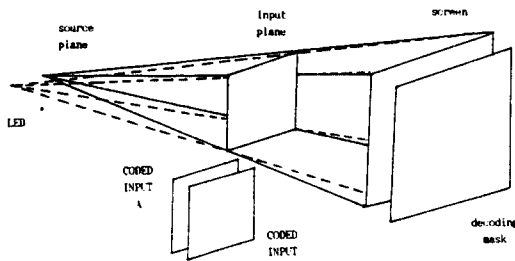
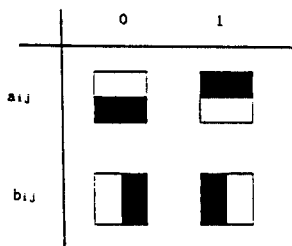


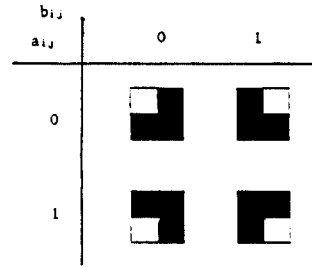
그림 2. 광투영 시스템의 블럭도
Fig. 2. Block diagram of an optical shadow-casting system.

광원면에 있는 LED 배열로부터 발산되는 인코딩된 광은 입력면의 부호화된 데이터를 비추어 스크린에 투영도를 형성한다. 따라서, 스크린면 뒤에 디코딩 마스크를 두어서 입력 데이터의 광논리 함수를 구할 수 있다. 투영도의 형태는 LED의 스위칭 상태에 따라 달라지고, 4개의 LED에 의한 16가지의 스위칭 상태는 16개의 광논리 함수를 만든다. 두 이진 입력값 A, B는 각각 N개의 작은 셀 값들로 표현되고, 공간에 의한 셀의 부호화 방법은 그림 3과 같다.

두 셀값의 부호화 방법은 그림 3(a)와 같다. 또, 이와같이 부호화된 두 이진값들은 같은 위치의 셀들이



(a) 두 셀 a_{ij} 와 b_{ij} 의 부호화
(a) Coding of the two cells a_{ij} and b_{ij} ,



(b) 두 부호화된 셀의 중첩
(b) Overlap of the two coded cells.

그림 3. 공간에 의한 셀의 부호화
Fig. 3. Coding of a cell by space.

중첩 되도록 놓여지고, 중첩된 이진값은 그림 3(b)의 같이 부호화되며 이는 광투영 시스템의 입력으로 사용된다. 입력면의 한 셀이 스크린면에서 투영되는 방법은 그림 4와 같다. 네개의 LED에서 좌측상단의 LED에 의한 입력셀의 투영도는 출력면의 우측하단에 나타나고, 우측하단의 LED에 의한 입력셀의 투영도는 출력면의 좌측상단에 나타난다. 이렇게 하여 4개의 LED에 의해 출력면에는 3*3개의 화소를 가진 투영도를 형성하게 된다. 이 중에서 가장 중간화소는 4가지 경우에 대해 모두 중첩되게 된다. 하나의 광논리 함수는 투영도 중앙의 한 영역을 마스크를 사용하여 디코딩함으로써 얻을 수 있다.

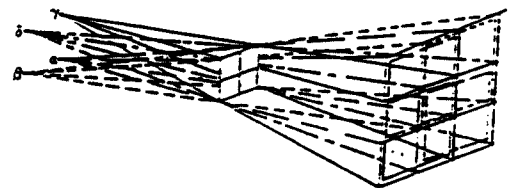


그림 4. ij 셀의 투시도
Fig. 4. Perspective view of the ij cell.

IV. 변형된 광투영 시스템

그림 2의 광투영 시스템으로 16개의 광논리 함수를 구현할 수 있다. 그러나 광원으로 사용한 LED를 필요한 논리함수에 따라 제어해야 하고, 각 단계에서 연산된 결과에 따라 이를 제환하는 경우 새로운 입력

을 부호화해야 하므로 실시간 처리를 할 수 없다. 그림 5는 이러한 결점을 보완할 수 있는 변형된 광투영 시스템을 나타낸다.

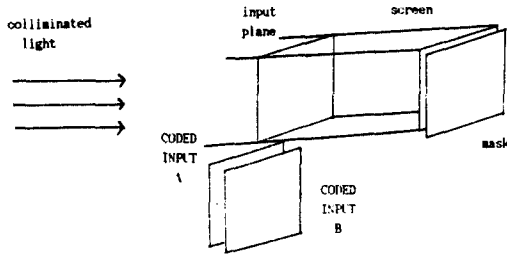


그림 5. 변형된 광투영 시스템의 블럭도
Fig. 5. Block diagram of a modified optical shadow-casting system.

그림 5의 입력면에 들어가는 중첩된 셀의 형태는 밝은(흰)부분이 셀영역의 4분의 1을 차지하고 밝은 부분은 서로간에 독립적이다. 따라서, 중첩된 셀의 밝은부분을 "1"로 어두운(검은)부분을 "0"으로 하는 정논리로 생각하면 이 공간부호화는 그림 6에 보여진 바와같이 디지털 회로에서의 2비트 디코더와 같으므로 셀의 밝은부분의 위치에 따라서 입력된 데이터의 값을 알 수 있다.

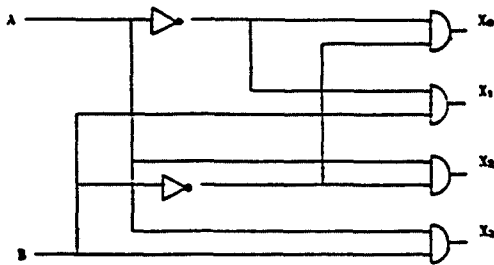


그림 6. 2비트 디코더
Fig. 6. Two-bit decoder.

각 셀의 밝은부분이 서로간에 독립적이므로 16개의 광논리 함수는 출력면의 디코딩 마스크에서 셀의 화소를 제어함으로써 표현할 수 있고, 조합된 화소들로 구성된 디코딩 마스크에 의해서 구해진다. 각 셀에 대한 디코딩 마스크의 크기는 입력면의 부호화된

셀의 크기와 같도록 제작하고, 변형된 광투영 시스템에서 평행광(collimated light)을 사용함으로써 출력면의 마스크에 의해서 광논리 함수를 구할 수 있다. 광논리 함수에 대한 마스크의 형태는 그림 7과 같다. 변형된 광투영 시스템은 광원으로 코히런트광(Laser)을 사용하고, 편광방향변화 특성이 있는 LCTV와 제작한 편광필터를 사용함으로써 입력데이터의 편광부호화를 실현하였다. 따라서 실시간 광병렬 가산기는 입력을 각각 다른 편광방향으로 부호화하고, 정논리적인 출력을 입력으로 변환함으로써 구현할 수 있다.

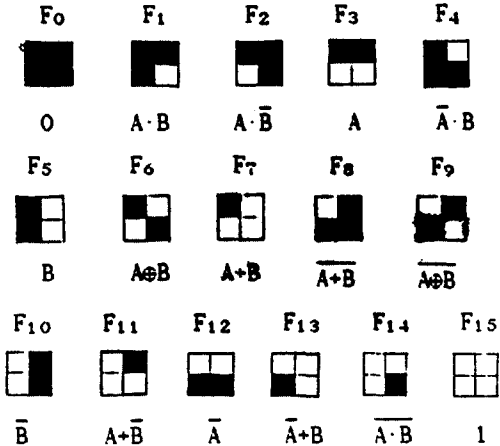


그림 7. 16 광논리 함수에 대한 디코딩 마스크의 셀 구조
Fig. 7. Cell patterns of decoding mask for 16 optical logic functions.

V. 광학적인 구현

(1) 실시간 편광부호화

그림 3(a)와 같은 두 셀 a_{ij} 와 b_{ij} 의 실시간 편광 부호화는 편광필터와 LCTV를 사용하여 편광된 빛이 LCTV에 의해 변조되도록 했다.

그림 8은 LCTV의 동작원리를 나타낸다. LCTV 전후면의 편광기는 편광방향이 같은 방향으로 놓여 있고, LCTV는 전계가 인가되지 않았을 때($V=0$) 액정의 방향은 두개의 전극사이에서 90° 만큼 뒤틀려 있다. 전면의 편광기를 통과한 후의 빛은 편광방향이 편광기와 같은 0° 성분만 있으므로 이는 액정분자를

통과하면서 90° 만큼 편광방향이 변하여 나오게 된다. 이 통과한 빛은 후면편광기에 의해 차단되어 액정화소는 어둡게 되며 이때를 "OFF" 상태 또는 밝기 "0"이라고 한다. 전계를 액정에 인가했을때($V \neq 0$)는 액정의 분자 배열이 깨져서 그 방향이 전기쪽으로 배열되며, 높은 전압이 인가된 경우 전극과 수직으로 배열된다. 이러한 상태에서 액정을 통과한 빛의 편광 상태는 변하지 않게 되며 0°의 편광기를 통과하여 액정화소는 밝게되어 "ON" 상태 즉, 밝기 "1"의 상태로 된다. 실험에서 사용된 LCTV의 특성은 표 2와 같다.

표 2. 실험에 사용된 LCTV의 특성

Table 2. Specifications of the LCTV

Display	B / W
LC mode	twisted nematic
Driving type	active matrix
Transistor	TFT
Panel size(mm)	38.4 × 28.6
Matrix size	240 × 220
Pixel size(μm)	160 × 130
Gray shade	over 15
Response time : rise (ms)	30
fall	45
Contrast ratio	40 : 1

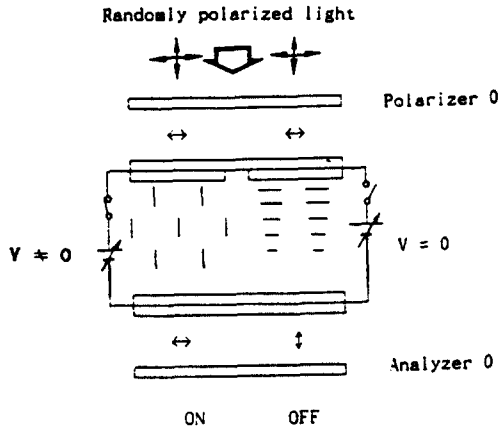


그림 8. LCTV의 동작원리
Fig. 8. Operation of a LCTV.

그림 9는 편광필터와 LCTV를 사용하여 부호화 하는 과정을 나타내며 셀 부호화 절차는 다음과 같다.

입사광으로는 He-Ne Laser($\lambda = 632.8 \text{ nm}$)를 평행광이 되도록 하여 사용하였다. 이 평행광의 편광방향은 수직축과 0°를 이루도록 선형편광되어 있다. 이 평행광은 22.5°에 맞춘 $\lambda/4$ 위상지연판을 통과하여 45° 방향으로 선형편광된 빛으로 바뀌어진다. 45° 방향으로 선형 편광된 빛은 필터 1을 통과하여 필터의 편광 방향과 같은 방향으로 편광된다. 이 편광된 빛이 LCTV1을 통과하면 LCTV1에 인가되는 전압(빛)에 따라 편광 방향이 바뀐다. 즉 LCTV에 밝은 신호가 인가되면 LCTV의 액정 양단에는 전계가 인가되지

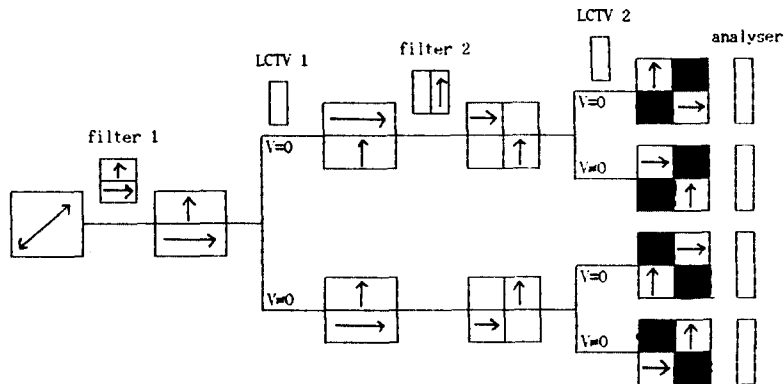
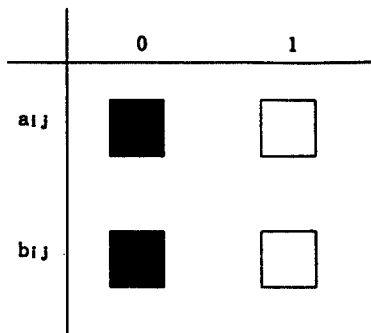
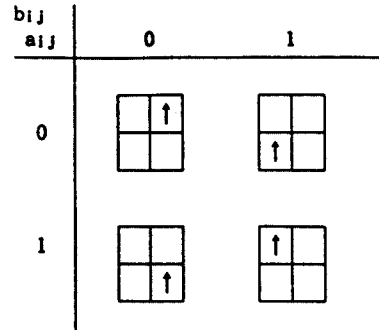


그림 9. 셀의 편광 부호화 과정
Fig. 9. Process of the polarization coding of a cell.

않으므로($V=0$) 편광방향은 반대로 되고, LCTV에 어두운 신호가 인가되면 LCTV의 액정 양단에는 전계가 인가되므로($V \neq 0$) 편광방향은 바뀌지 않는다. LCTV1을 통과한 빛은 필터2에 의해서 한 셀이 네개의 화소로 구성되고, 네개의 화소 중에 두개의 화소만이 서로 다른 편광방향을 갖는다. 이 셀이 LCTV2를 통과하면 인가된 신호에 따라 편광방향이 변하게 된다. 따라서 LCTV1에서 LCTV2까지 통과한 셀의 각 화소는 인가되는 전압(빛)에 따라 편광방향과 위치가 서로 다른 네가지의 셀로 표현될 수 있으므로 LCTV2 후면의 수직방향 편광기에 의해서 편광부호화된 두 이진값의 중첩을 얻을 수 있고, 이는 2비트 디코더 출력과 같음을 알 수 있다. 편광에 의한 셀의 부호화 방법은 그림 10과 같다. 그림 10(a)는 두 셀의 부호화를 나타내며 투명한 셀은 밝은 신호가 인가됨을 불투명한 셀은 어두운 신호가 인가됨을 나타낸다. 또, 그림 10(b)는 이 부호화된 두 셀과 필터에 의한 편광부호화된 셀의 중첩을 나타낸다. LCTV1에 인가되는 전압은 입력 A의 이진값으로, LCTV2에 인가되는 전압은 입력 B의 이진값으로 했다. 필터1은 상단부분에 수직편광판을 하단부분에 수평편광판을 붙이고, 필터2는 우측부분에 수직편광판을 좌측부분에 수평편광판을 붙여서 각각을 제작했다. 중첩된 데이터의 편광부호화된 셀의 화소값들이 공간부호화된 셀의 화소값들과 다르므로 16논리함수에 대한 새로운 디코딩 마스크를 만들어야 하고 이는 그림 11과 같다. 이진값의 실시간 편광부호화는 그림 12의 시스템으로 구현하여 그림 10(b)와 같은 중첩된 셀의 형태를 얻을 수 있다. 여기서 Analyzer는 편광기를 의미한다.



(a) 두 셀 a_{ij} 와 b_{ij} 의 부호화
(a) Coding of the two cells a_{ij} and b_{ij} ,



(b) 두 편광부호화된 셀의 중첩
(b) Overlap of the two polarization coded cells.

그림 10. 편광에 의한 셀의 부호화
Fig. 10. Coding of a cell by polarization.

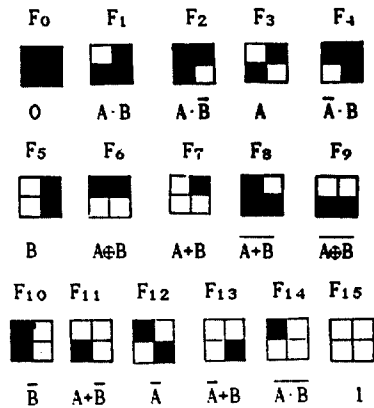


그림 11. 편광부호화에 의한 디코딩 마스크의 셀 구조
Fig. 11. Cell patterns of decoding mask using a polarization coding.

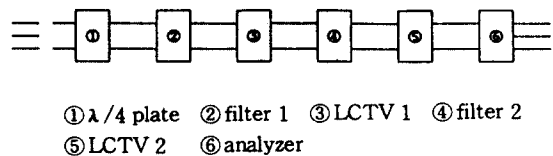


그림 12. 두 편광부호화된 셀의 중첩을 위한 시스템
Fig. 12. System for the overlap of two polarization coded cells.

(2) 광병렬 가산기의 구성

광병렬 가산기는 광투영 시스템을 이용하여 제안된 알고리즘을 수행하도록 구성했다. N비트 광병렬 가산기를 구성하려면 그림 9에 주어진 필터는 N셀의 배열필터로 바뀌어야 하고, 4비트 광병렬 가산기를 구성하는 경우 필터는 그림 13와 같다.

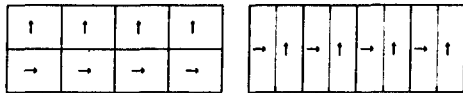


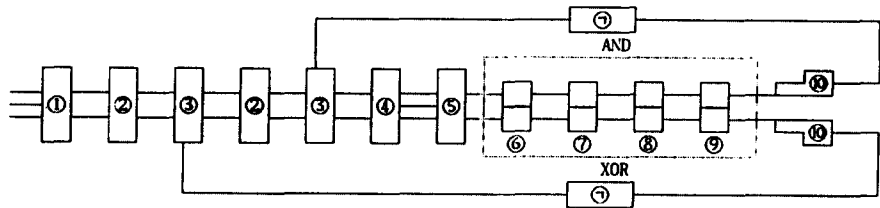
그림 13. 4비트 셀 배열의 필터구조
Fig. 13. Filter structures of 4-bit cell arrays.

그림 14는 광병렬 가산기의 구성도를 나타낸다. 동작과정은 편광부호화된 이진값을 광섬유를 사용하여 XOR과 AND-Shift 광논리 연산을 수행한 후 출력된 결과를 LCTV 입력으로 케환시킨다. 이때 LCTV에 인가되는 신호는 위의 광논리 연산결과를 LED에 의해 빛신호로 변환하고 이를 CCD카메라로 감지하여 RF(radio frequency) 변조시킨 다음 인가하였다. 광섬유 배열을 사용함으로써 논리함수에 따른 디코딩 마스크의 역할과 케환을 위해서 디코딩된 논리값을 플립플롭의 입력으로 상호연결하는 역할을 동시에 수행하도록 했다. 디코딩 마스크의 출력 결과는 밝음을 "1"로 하는 정논리 함수이므로 한 셀의 4화소를 모두 광섬유로 연결하여 논리값의 출력에 해당하는 광섬유 화소를 선택함으로써 논리함수에 대한 디코딩 마스크의 역할을 대신할 수 있다. 이 중 광병렬 가산기 구성에 필요한 XOR과 AND는 각각 밝은 부분이 독립적이므로 하단 2부분과, 좌측 상단 부분에서 동시에 구할 수 있으므로, 이전의 광투영 시스템^[4]보다 공간적으로 작게 구현할 수가 있다.

그림 14의 시스템에서 점선부분이 광 플립플롭으로 대체된다면 완전한 광시스템으로 구현될 수 있다. 플립플롭은 케환되는 입력값이 출력에 바로 나타나는 현상을 없애기 위한 것이고, 전기적인 D 플립플롭을 사용하기 위해서 광신호를 전기적인 신호로 바꾸어 주는 광전소자(CdS)를 사용했다.

(3) 실험결과 및 고찰

그림 15는 그림 14의 시스템에서 필터2 다음에 카메라를 놓고 찍은 영상이다. 필터1과 필터2에 의해서 한셀이 네개의 화소로 나누어지고, LCTV에 인가되는 전압에 따라 빛이 통과하는 화소의 위치가 달라짐을 알 수 있다. 이 결과는 (a), (b) 두 영상이 서로 편광방향이 90°만큼 차이가 난다는 것을 의미하므로 LCTV는 $\lambda/4$ 위상지연판으로 이용가능함을 알 수 있다. 그림 16은 편광부호화를 이용하여 두 셀의 중첩을 광학적으로 실험한 결과를 나타낸다. 두 데이터의 입력은 그림 14의 시스템에서 각각 CCD 카메라 1, 2를 사용하여 찍은 영상을 RF변조하여 LCTV1, 2의 안테나를 통하여 입력하였다. 각 셀의 네개의 화소 중에서 한개의 화소가 밝게 나타남으로써, 밝음 정논리로 두입력을 실시간 부호화 할 수 있음을 나타낸다. 그림 16의 영상이 그림 10(b)의 결과와 좌우가 바뀌어서 나타난 것은 시스템의 뒷쪽에 카메라를 두고 영상을 찍었기 때문이다. 그림 17은 4비트 편광필터를 사용하여 그림 15와 같은 실험을 한 결과이다. 편광필터를 그림 15와 같이 병렬로 만들어서 두 이진 데이터를 실시간 편광부호화를 함으로써 광병렬 가산기를 실시간으로 구현할 수 있다. 또, 편광필터의 셀의 수가 입력 이진값의 비트수를 나타내기 때문에 큰 수의 입력값은 그림 13의 편광필터의 셀 수를 증가하여 실시간으로 부호화를 할 수 있다.



- ① $\lambda/4$ plate
- ② filter 1,2
- ③ LCTV 1,2
- ④ analyzer
- ⑤ fiber array
- ⑥ cds array
- ⑦ relay array
- ⑧ D F / F
- ⑨ LED array
- ⑩ CCD camera
- ⑪ R / F modulator

그림 14. 실시간 광병렬 가산기를 구현하기 위한 시스템
Fig. 14. System for the implementation of an optical parallel adder operating in real-time.

그림 18은 표 1의 데이터를 사용하여 4비트 광병렬 가산기의 수행과정을 실험한 결과이다. 상단부분의 화소가 AND 광논리연산 결과를 나타내고, 하단부분의 화소가 XOR 광논리연산 결과를 나타내므로 그림 14의 시스템은 두 광논리연산을 동시에 구할 수 있음을 알 수 있다. 그림 18(a)는 그림 14의 시스템의 LCTV에 인가된 A 입력데이터의 형태(우측으로부터 0011)를 나타내고, 그림 18(b)는 표 1에서 STAGE 1의 결과(A=0011, B=0010일때 상단우측 화소는 AND의 결과, 하단 두 화소는 XOR의 결과)를 나타내며 그림 18(c)는 이 결과를 케환시켜 연산한 표 1에서 STAGE 2의 결과(A=0001, B=0100 일때의 AND, XOR의 결과)를 나타낸다. 그림 18(c)의 AND 광논리의 결과가 "0"이므로 XOR 광논리의 결과가 두 수의 합이 된다. 우측그림은 표시는 광논리 연산결과를 나타내는 화소위치를 표시한다.

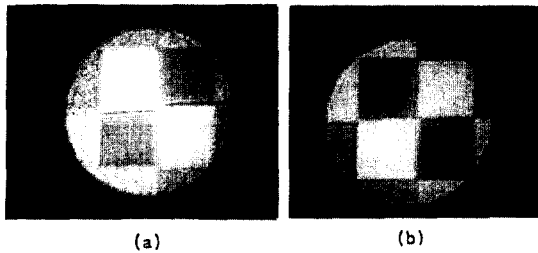


그림 15. 편광 부호화에 의한 셀의 실험결과

(a)어두운 신호 (b)밝은 신호

Fig. 15. Experimental results of the cell by polarization coding.

(a)dark signal, (b)bright signal.

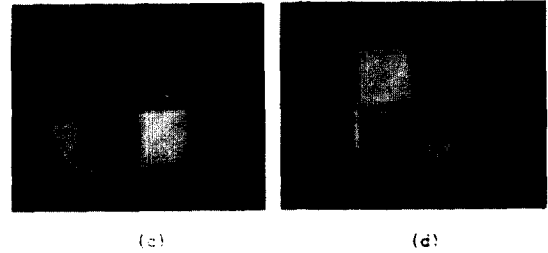
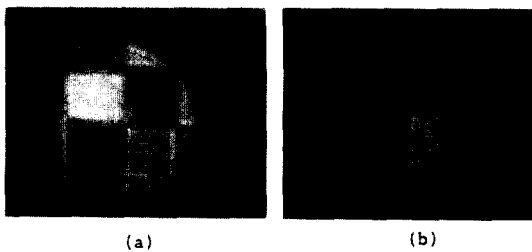


그림 16. 편광 부호화에 의한 중첩된 셀의 실험결과

(a) A = 밝은 신호, B = 밝은 신호
(b) A = 밝은 신호, B = 어두운 신호
(c) A = 어두운 신호, B = 밝은 신호
(d) A = 어두운 신호, B = 어두운 신호

Fig. 16. Experimental results of the overlapped cell by polarization coding.

(a) A = bright signal, B = bright signal,
(b) A = bright signal, B = dark signal,
(c) A = dark signal, B = bright signal,
(d) A = dark signal, B = dark signal.

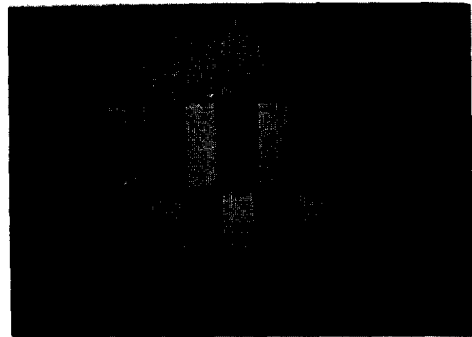
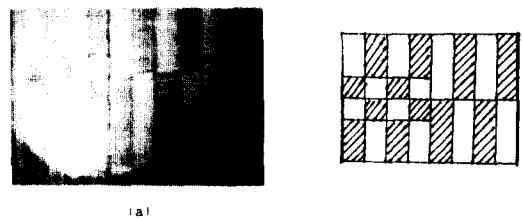


그림 17. 편광 부호화에 의한 4비트 셀 배열의 실험결과

Fig. 17. Experimental results of the 4-bit cell array by polarization coding.



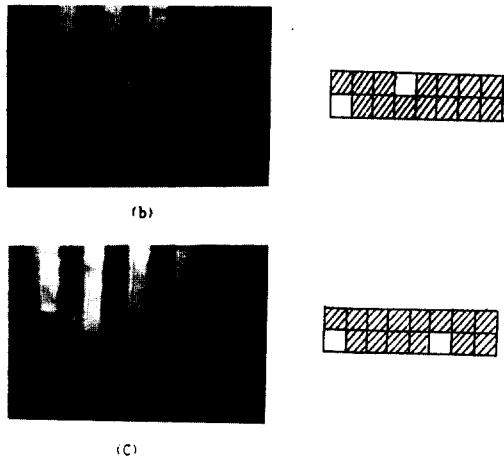


그림 18. 4비트 광병렬 가산기의 실험결과

- (a) 입력데이터(A=0011)
- (b) A=0011, B=0010
- (c) SUM1=0001, CARRY2=0100

Fig. 18. Experimental results of 4-bit optical parallel adder.

- (a) input data(A=0011),
- (b) A=0011, B=0010,
- (c) SUM1=0001, CARRY2=0100.

VI. 결 론

본 논문에서는 편광필터와 LCTV를 사용하여 2입력 광 논리 게이트들의 편광 부호화를 제안하고, 이를 사용하여 올림수 지연시간을 개선한 광디지털 이진 병렬 가산기의 실시간 시스템의 구현을 제시하였다. 변형된 광투영 시스템을 사용하여 광학적인 실험을 한 결과는 셀의 편광 부호화로 16광논리 함수를 표현할 수 있음을 보였다. 또, 인가되는 전압에 따라 출력되는 광의 편광방향이 변하는 특성을 이용하여 LCTV를 위상 지연판으로 사용가능함을 보였고, 이를 이용하면 실시간 광병렬 가산기의 구현이 가능함을 보였다.

광가산기의 구성에 사용되는 XOR과 AND 광논리 함수는 서로 독립적이므로 한 셀에서 동시에 구할 수 있고, 광섬유 배열을 사용하여 디코딩 마스크 역할과 출력을 입력으로 케환하기 위한 상호연결 역할을 동시에 수행함으로써 공간적으로 줄어든 시스템을 구현하였다. 또, 광전소자와 D 플립플롭을 광 플립플롭 대신에 사용하여 실시간 편광부호화를 이용한 케환

시스템을 실현하였다. 본 실험에서는 4비트 이진데이터에 대해 실험하였으나 편광필터의 셀배열의 수를 증가시키면 더 큰 데이터에 대한 광학적인 실험도 가능하리라 생각한다.

참 고 문 헌

1. R. A. Athale and S. H. Lee, "Development of an optical parallel logic device and a half adder circuit for digital optical processing," *Opt. Eng.*, pp.513-517, 1979.
2. A. W. Lohmann and J. Weigelt, "Digital optical adder based on spatial filtering," *Appl. Opt.* 25, pp.3047-3053, 1986.
3. H. Bartelt, A. W. Lohmann, and E. E. Sicre, "Optical logical processing in parallel with theta modulation," *J. Opt. Soc. Am.* A1, p.944 1984.
4. J. Tanida and Y. Ichioka, "Optical logic array processor using shadowgrams," *J. Opt. Soc. Am.* 73, pp.800-809, 1983.
5. Y. Takaki and H. Ohzu, "Optical logic operations by holographic filters," *Jpn. J. Opt., (Kogaku)* Vol. 16, pp.345-351, 1987.
6. 이승희, "컴퓨터 형성 홀로그램을 이용한 전가산기의 광학적 구현," 경북대학교 대학원 석사학위논문, 1991.
7. B. S. Wherrett, "All optical computation a parallel integrator based upon a single gate full adder," *Opt. Comm.*, 56, p.87, 1985.
8. M. M. MANO, *digital logic and computer design*, pp.158-160 (1979 by prentice-hall Inc.).
9. 조용호, 배장근, 노덕수, 김수중, "광병렬 가산기의 구성을 위한 알고리즘 제안 및 광학적인 구현," 전자계산, 반도체 재료 및 부품, 씨에이디 및 VLSI 설계, IEEE KOREA SECTION DEVICES 합동 학술 발표회 논문집, pp.11-15, Jun., 1992.



曹 雄 鎬(Woong Ho Cho) 正會員
1959年 10月 22日生
1982年 2月: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1984年 2月: 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1988年~현재: 경북대학교 대학원 박사과정 수료

1985年~현재: 대구공업전문대학 전산과 조교수
※주관심분야: 광컴퓨팅, 광신호처리 및 광패턴인식등임



張 長 根(Jang Keun Bae) 正會員
1965年 12月 1日生
1987年 2月: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991年 2月: 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1991年 3月~현재: 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중

※주관심분야: 광컴퓨팅, 광패턴인식 및 광신호처리등임.



盧 德 樹(Duck Soo Noh) 正會員
1954年 1月 14日生
1977年 2月: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1983年 2月: 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1987年 3月~현재: 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료

1983年 3月~현재: 경북산업대학교 전자공학과 부교수
※주관심분야: 광컴퓨팅, 광패턴인식 및 광신호처리등임.



金 秀 重(Soo Joong Kim) 正會員
1941年 6月 25日生
1962年 12月: 인하대학교 전기공학과 졸업
1966年 2月: 인하대학교 대학원 공학석사 학위취득
1979年 2月: 인하대학교 대학원 전자공학과 공학박사 학위취득

1966年 3月~1970年 12月: 삼척공업전문대학 조교수
1976年 9月~1977年 1月: 미국 SUNY at Buffalo교환 조교수
1980年 8月~1981年 8月: 미국 University of Texas at Austin 연구교수
1970年 12月~현재: 경북대학교 전자공학과 교수
1992年 3月~현재: 경북대학교 공과대학 전자기술연구소 소장

※주관심분야: 광신호처리, 광컴퓨팅 및 광패턴인식등임.