

광시스템에서 maximum 신호 Sensing을 위한 Algorithm 설계

최도순*

Design of Algorithm for maximum Signal Sensing by Optical System

Do-Sun Choi*

요 약

이 논문은 광케이블인 optical fiber를 통해 의료용 signal을 전송 할 때 porarization obtain fiber 에서 mono mode fiber로 교체되는 지점에 integrated optic인 wave conductor를 사용하여, optical signal intensity의 maximum를 sensing 하기 위한 Algorithm Brent을 설계하고 이를 검토하였다.

ABSTEACT

In this paper, was designed Algorithm Brent. this Algorithm can be used in the medical optical system. Optical signals are transmitted using optical fibers and integrated Optic. Developed Algorithm finds the maximum of the transmitted signal intensity. Optical system is made for Laser-Diode, HeNe-Laseer ,controller for stepping motor, glass fiber and integrated Optic, etc. In this paper, two algorithms were investigated.

Keywords: Algorithm, Optical System, Optical Fibers, Integrated Optic, Signal Intensity

1. 서론

Optical technic은 optical signal을 전송하고 처리하여 데이터 처리를 가능케 한다. 특히 의료용 저주파 signal를 전송한 후 signal intensity의 maximum을 sensing 하는 것은 매우 중요하다.

이때 transmission wave는 electromagnetic

영역의 전송파나 infrared 영역 혹은 ultraviolet 영역의 주파수 대역이 사용된다. 전송파를 발생시키는 장치로는 Laser diode나 Luminescence diode등이 사용하며 전송파에 정보 신호가 optical modulator에 의해 modulation 되어져서 glass fiber를 통해 전송되어 지게 된다.

본 논문에서 사용된 optical system의 signal의 전송 구간 내에는 Integrated optic의

* 교신저자: 관동대학교 의료공학과 교수 (dschoi@kd.ac.kr)

접수일자: 2010년 11월 4일, 수정일자: 2010년 11월 17일, 심사완료일자: 2010년 12월 4일

입구 쪽에 porarization obtain fiber가 위치해 있고 이 porarization obtain fiber를 통해 나온 signal은 Integrated optic을 지나 출구 쪽의 mono mode fiber로 전송된다. 이때 Integrated optic은 controller 에 의해 조정되는 stepping motor에 의해 움직인다. controller는 optical signal의 maximum을 빠른 시간 내에 정확히 sensing 하기위해 program 으로 controll 된다. 이때 controll을 위해 사용되는 Algorithm으로 Brnt algorithm 를 개발하여 하였다

II. Optical system과 Integrated optic

optical System에서 사용되는 optical fiber 는 매우 적은 damping과 dispersion 그리고 electromagnetic의 와류파에 대한 non sensitiveness등의 장점을 가지고 있다. optical fiber는 그림2.1(a) 과 같이 fiber 둘레가 피복으로 덮여 있다. 이 fiber를 덮고 있는 피복은 매우 높은 brach number를 가지고 있으며 fiber내에 주어진 modulation 된 signal을 피복 표면에 의해서 전부 reflection 시킨다. program이 사용되는 optical system에는 signal fiber와 integrated optic 그리고 porarization obtain fiber로 구성되어 있는데 porarization obtain fiber 는 일반적으로 TE wave나 TM wave의 coupling에 사용 된다.

single fiber는 coupling out site 에 사용되고 단지 photo diode에 의해 intensity 를 측정하는데 사용 된다. 그림1(a)와 (b)는 각각 single fiber와 porarization obtain fiber를 나타낸 것이다

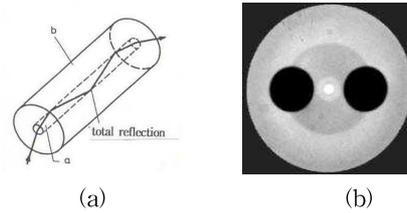


그림1 (a) 싱글모드 광섬유, (b) 편광이 포함된 광섬유

Fig.1 (a) single fiber, (b) porarization obtain fiber

그림2는 Optical system을 나타낸 것으로 laser diode는 파장 λ 가 $1.3\mu m$ 와 파장 λ 가 633 nm 인 HeNe-Laser의 전송파에 1k Hz인 정보신호를 실어 porarization obtain fiber 를 통하여 전송시키고 시료인 LiNbO3 로 만들어진 integrated optical chip을 지나면 각각 서로 다른 optical signal을 single fiber 가 받아 photodiode에서 수신한 다음 증폭시켜 optical signal 의 maximum value 인지를 확인하고 maximum value가 아닐 때 integrated optic chip 의 양쪽에 위치한 stepping motor를 계속 적으로 움직여 light의 maximum value를 찾는다.

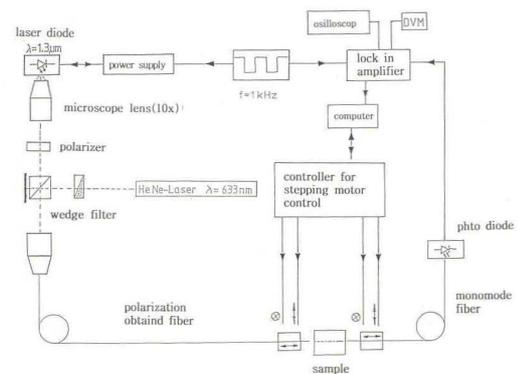


그림 2 광 시스템
Fig. 2 Optical system

이때 stepping motor controller는 만들어진 algorithm에 의해 만들어진 program에 의해 제어 된다. Integrated optic chip은 light wave conductor로 signal 전송 구간에 많이 사용되는 소자로써 planar technology 에 의해 생산되어진다. 이와 같은 방법 중의 하나가 diffusion methode 이며 이 방법은 ferro electronic metal 인 LiNbO₃ 에 Titan(Ti)을 high doping 시켜 만든다. 이와 같은 방식으로 만들어진 integrated optic chip 은 전송 signal 을 완전 reflection 시키기 위하여 refractive index가 주변의 다른 물체보다 매우 크게 만들어진다. 그림3 은 diffusion methode 에 의해 만들어진 integrated optic light wave conductor를 보인 것이다.

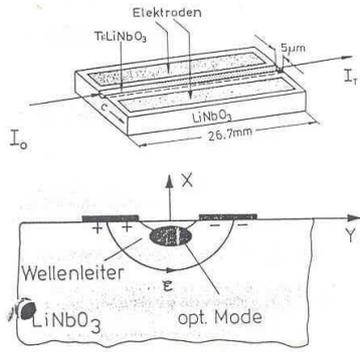


그림3 직접 회로 로 만들어진 광 도체
Fig.3 Integrated optic light wave conductor

실험에 사용된 integrated optical chip은 하나의 integrated optic에 33개의 wave conductor가 molding 되어져 있다. 33개의 wave conductor에는 중앙에 길이가 1mm이고 폭이 10μm에서 30μm 까지의 taper가 각각 integrated 되어져 있다. 1번째 도체는 taper가 없으며 2번째와 3번째 도체에는 폭이 같은 10 μm taper가 molding되어 있으며 4번째는

다시 taper가 없고 5번째와 6번째는 taper 폭이 12μm, 그리고 7번째는 다시 taper가 없고 8 번째와 9번째는 14μm 이와 같은 방법으로 계속해서 2μm씩 증가 하여 마지막 31번째는 taper가 없으며 32번째 와 33번째 도체는 30 μm의 taper 폭을 갖도록 만들어져 있다. 연구에서는 taper에 의해 발생하는 light intensity 의 loss를

$$Loss [db] = 10 \log \frac{\text{widthout taper}}{\text{width taper}} \text{ 를 구하였다.}$$

그림4(a)는 33개의 wave conductor를 갖는 integrated optical chip을 보이며 (b)는 taper의 volume 에 따른 light intensity loss를 보인 것이다. taper의 volume이 클수록 light intensity loss가 많은 것을 볼 수 있다.

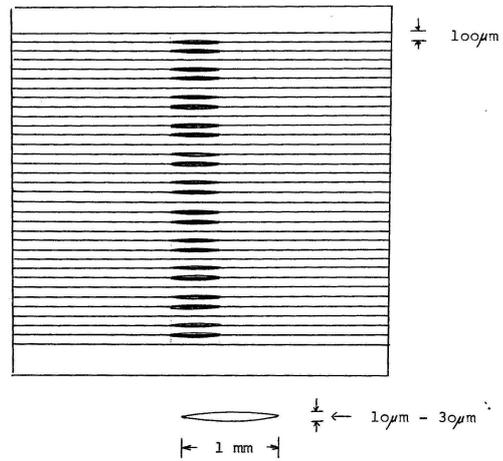


그림4 (a)Taper를 갖는 Wave conductor
Fig.4 (a) Wave conductor width Taper

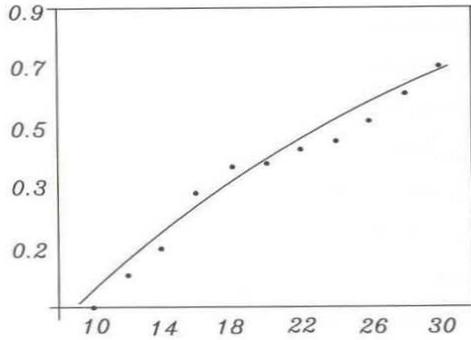


그림4 (b) Taper 크기에 따른 Light Intensity loss
Fig.4 (b) Light Intensity loss according to the Taper size

III Algorithm

1. algorithm Brent

light의 maximum value를 찾기 위해 stepping motor는 그림 5와 같이 3개의 point를 지나는 2차 곡선을 만들며 다시 3개중 큰 2개의 point 값과 원래의 곡선위의 다른 한 point와 다시 2차 곡선을 이루게 한다. 이때 다른 한 point 값은 2개의 point 값보다 큰 값으로 한다. 그러면 새로운 3개의 point가 생기며 이중 제일 작은 값을 버리고 다른 2개의 큰값을 취하여 다시 원래의 곡선위에 2개의 point보다 큰값의 다른 한 point 값을 정하여 다시 2차 곡선을 만드는 방식으로 계속 반복하게 되면 stepping motor는 그 어느 시점에 가서는 우리가 찾는 light의 maximum value에 도달하게 된다.

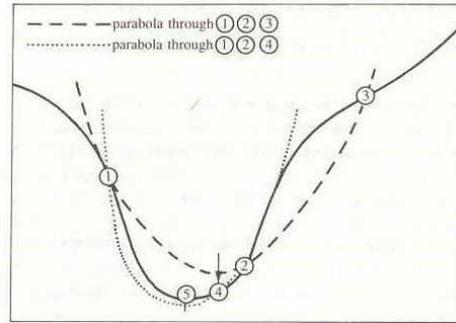


그림5 브렌트 커브 알고리즘
Fig.5 Algorithm Brent Curve

그림 5 기준 곡선위에 point ①, ②, ③을 취하여 하나의 parabola를 만든다. 다음 3개중 큰 값 ②,③ 과 기준 곡선의 다른 한 point④와 다시 parabola을 만들고 다시 그중 큰 값인 ③,④와 기준 곡선 위의 한점 ⑤와 다시 parabola을 만든다. 이때 5가 maximum value가 된다.

IV. Measure von algorithm Brent

Maximum light intensity를 측정하기 위하여 33개의 wave conductor가 molding 되어져 있는 integrated optic 을 가지고 있는 System에서 step motor는 integrated optic의 처음 첫 번째 wave conductor에서 부터 시작하여 차례로 30 μ m의 taper를 갖는 마지막 wave conductor 까지 계속 움직이게 된다. 이때 3개의 wave conductor는 한 묶음으로 첫 번째 것은 Taper 가 있으며 나머지 2개는 같은 크기의 Taper Molding되어 있으므로 첫 번째에서 Taper 없는 첫 번째에서 두 번째로 움직일 때는 1mm를 움직여 두 번째의 Intensity를 찾으며 두 번째에서 3번째로 움직 일때는 1mm를 일단 후진 후 다시 1mm를 전진하여 3번째 wave conductor의 Intensity를 찾는 방식으로 program이 진행 된다. 이와

같은 방식은 마지막 33 번째 wave conductor 까지 계속 반복해서 실행된다.

그림6(a)은 algorithm Brent 의 program 흐름도를 (b)는 algorithm Brent가 찾은 Light Intensity 의 maximum value를 그래프로 나타낸 것이다.

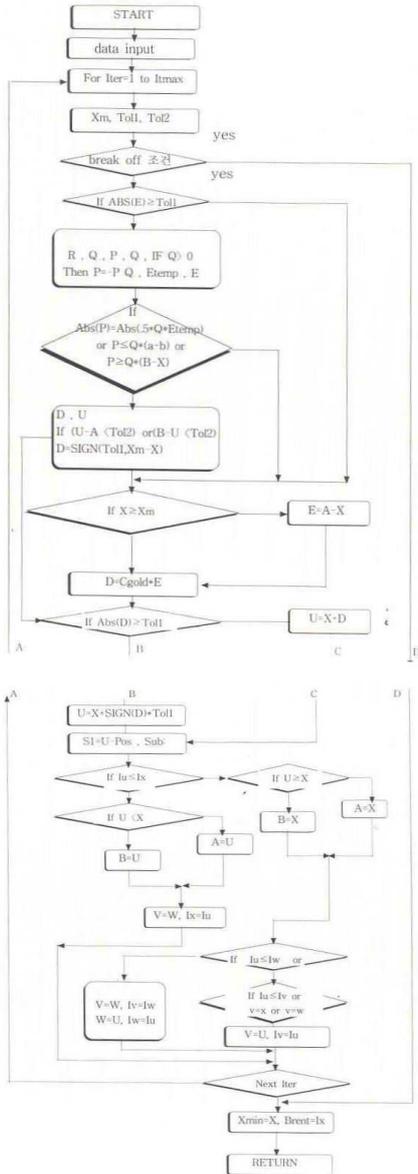


그림6 (a) Program Brant 의 흐름도
Fig.6 (a) flowchart of Program Brant

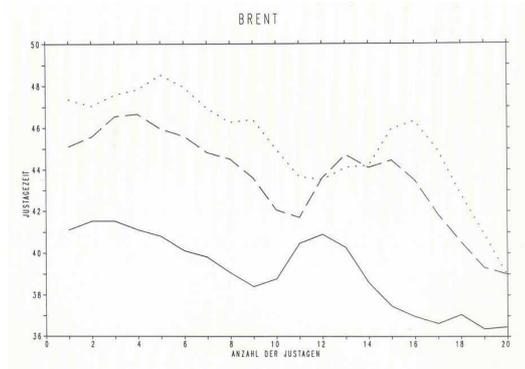


그림6 (b) Brent가 찾은 Maximum Light Intensity
Fig.6 (b) Maximum Light Intensity of Program Brent

V 결론

Optical system에서 Integrated optic을 사용하여 두 Glass Fiber의 연결 지점에서 Maximum Light Intensity Sensing을 위한 Algorithm Brent를 설계하여 분석한 결과 Brent는 보다 짧은 시간에 매우 정확히 Light Intensity Sensing을 하는 것을 실험을 통해 증명 하였다. 그러나 Algorithm Brent는 Taper 폭이 커질수록 Light Intensity loss가 커지는 것을 보여 주고 있다. 즉 fiber와 fiber를 연결할 때 연결 지점에 만들어지는 Taper는 Light signal를 전송할 때 Intensity의 loss를 크게 만든다.

참고 문헌

- [1] John Gowar Optical communication system Englund cliffs Prentice-Hall 2002
- [2] Timmermann Light Wave Conductor -Component and System 2006
- [3] Meinke Gundlach Pocket book high frequency technic Band 2

- Springer Verlag Berlin NewYork
Heidelberg
- [4] Jacoby S.L.S Kowalik J.S. Iterative
Methodes
for nonlinear Optimization Problems
Englwood cliffs Prentice-Hall 2008
- [5] William H Press Numerical Recipes The
Art of Seintific
Computing example book
- [6] Nelder J.A Computer Journal Vol 77
pp.120-132 1986
- [7] W. Sohler
Bauelemente der integreateden Optic
Einfueering integrated Optical Device
THE-University Berlin Germany
Laser and Opto electronic Nr/4/2008
- [8] 光學機器 JIS 핸드ブック
2005 日本規格協會
- [9] LASER를 이용한 임플란트 수술(LASER
APPLICATION IN IMPLANT
SURGERY) 나래출판사 2008
- [10] Lia Handbook of Laser Materials
Processing Ready, John F. (EDT) /
Farson, Dave F.(EDT) / Laser 지음
Laser Inst of America

저자약력

최 도 순(Do-Sun Choi)



1976.2 숭실대학교
전자공학과 졸업
1978.6 ~1983.6 대한전선
주식회사
1985.6 독일 베르린
공과대학교 석사
1992.2 독일 베르린
공과 대학교 박사
1993.3 ~현재 관동대학교
의료공학과 교수